

Guías sectoriales de ecodiseño

Máquina herramienta



Guías sectoriales de ecodiseño

Máquina herramienta



Edición:

1.ª, febrero 2010

© **IHOBE, Sociedad Pública de Gestión Ambiental**

Alameda de Urquijo 36, 6.ª 48011 Bilbao

Tel.: 94 423 07 43

Fax: 94 423 59 00

www.ihobe.net

Edita:

IHOBE, Sociedad Pública de Gestión Ambiental

**Para la elaboración de este documento se ha contado
con la colaboración de las empresas:**

MIRANDAOLA SERVICIOS AMBIENTALES.

IKERLAN IK4

IDEKO IK4

TEKNIKER IK4

KONIKER



TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS. No se permite reproducir, almacenar en sistemas de recuperación de la información, ni transmitir parte alguna de esta publicación, cualquiera que sea el medio empleado —electrónico, mecánico, fotocopiado, grabación, etc.—, sin el permiso escrito del titular de los derechos de la propiedad intelectual y del editor.

Presentación



Pilar Unzu

Consejera de Medio Ambiente,
Planificación Territorial,
Agricultura y Pesca

La utilización por parte del tejido industrial vasco de la metodología del ecodiseño proporciona un valor añadido a sus productos al reconocerlos como fabricados con un mejor impacto ambiental y garantizar que éstos resultan menos dañinos para el entorno a lo largo de su ciclo de vida.

La reducción de los costes, la innovación de los productos, el cumplimiento de los requisitos de la legislación medioambiental o la mejora de la imagen del producto y de la empresa son otros de los beneficios derivados de la aplicación del ecodiseño en las empresas.

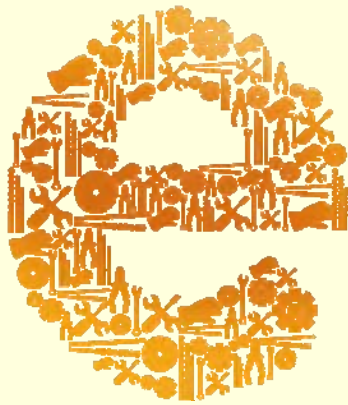
El documento que tiene en sus manos forma parte de una colección de guías técnicas sobre innovación ambiental de producto en las que se aborda la integración del ecodiseño en diferentes sectores de actividad como son, la fabricación de envases y embalajes; automóviles; mueble y mobiliario urbano; textil; materiales de construcción y productos que utilizan energía.

El trabajo realizado en la edición de estas guías por el Departamento de Medio Ambiente, Planificación Territorial, Agricultura y Pesca del Gobierno Vasco, a través de su sociedad Pública Ihobe, tiene como objetivo dotar a las empresas de la Comunidad Autónoma del País Vasco de herramientas de apoyo para introducir la mejora ambiental en sus procesos de diseño de producto.

En concreto, las guías sectoriales de ecodiseño recogen especificaciones técnicas de mejora ambiental a partir de la elaboración de estudios genéricos de análisis de ciclo de vida, así mismo se recopilan en cada sector diversas experiencias prácticas en la aplicación de esta metodología en organizaciones del País Vasco.

Índice

| | |
|-------------------|--|
| Página 7 | Introducción |
| Página 17 | Capítulo 1. Incorporación de la variable ambiental al diseño de máquinas-herramienta |
| Página 25 | Capítulo 2. Identificación de familias de productos representativas del sector |
| Página 41 | Capítulo 3. Diagnóstico ambiental del sector |
| Página 53 | Capítulo 4. Factores motivantes para la innovación ambiental en el sector |
| Página 63 | Capítulo 5. Estrategias sectoriales de ecodiseño |
| Página 241 | Capítulo 6. Aplicación práctica de la guía. Casos prácticos |



Introducción

El Consejo de Gobierno del País Vasco aprobó en 2002 la "Estrategia Ambiental Vasca de Desarrollo Sostenible 2002-2020", la cual fijaba la necesidad de establecer en la Comunidad Autónoma del País Vasco una estrategia integrada sobre el producto que impulsase incentivos a favor de productos respetuosos con el medio ambiente.

Como vía para cumplir este objetivo, en 2004 se aprobó el "Programa de Promoción del Ecodiseño en la Comunidad Autónoma del País Vasco 2004-2006" que supuso la puesta en marcha de toda una serie de servicios de apoyo y en el que tomaron parte más de 150 empresas.

Para establecer los pasos y la metodología necesaria para el correcto desarrollo de un proyecto de Ecodiseño, ya en el año 2000, IHOBE publicó su "Manual práctico de Ecodiseño. Operativa de implantación en 7 pasos". Este manual metodológico es el que se ha seguido para el desarrollo de los servicios que en Ecodiseño ha realizado IHOBE hasta la fecha, ya que esta metodología establecía los pasos genéricos aplicables a todo proyecto de diseño o rediseño de productos, de modo independiente del sector industrial del que se tratara.

Una vez finalizado el "Programa de Promoción del Ecodiseño en la Comunidad Autónoma del País Vasco 2004-2006", IHOBE continúa la labor de promoción del Ecodiseño a través del desarrollo de una serie de guías técnicas en Innovación Ambiental de producto – Ecodiseño.

Se trata de una serie de Guías específicas para cada sector, con especificaciones técnicas de mejora ambiental de las características de los productos del

sector que abarcan, a partir de la elaboración de estudios genéricos de análisis de ciclo de vida, experiencias previas desarrolladas por IHOBE, sistemas de certificación de producto a nivel internacional y otros trabajos similares.

El objeto de esta serie de Guías es ir más allá del "Manual práctico de Ecodiseño. Operativa de implantación en 7 pasos", de modo que las empresas puedan contar con una base de documentación de apoyo en materia de innovación ambiental de producto para acompañar sus proyectos de ecodiseño.

El contenido de la guía se compone de 6 Capítulos principales, que son:

- Capítulo 1: Incorporación de la variable ambiental al diseño de máquinas-herramienta.
- Capítulo 2: Identificación de familias de productos representativas del sector.
- Capítulo 3: Diagnóstico ambiental del sector.
- Capítulo 4: Factores Motivantes para la innovación ambiental de productos en el sector.
- Capítulo 5: Estrategias sectoriales de Ecodiseño. Recopilación de medidas de Ecodiseño aplicables en cada una de las familias de productos seleccionadas, donde se recoge: Etapa de Ciclo de vida afectada, Estrategia de Ecodiseño en la que incide, características técnicas, implicaciones económicas, mejora ambiental, referencias y ejemplo de aplicación.
- Capítulo 6: Aplicación práctica de la guía en varios Casos Prácticos





La máquina-herramienta es uno de los sectores que está trabajando activamente por dar respuesta a la elevada competitividad de los mercados, tanto a nivel nacional como internacional. Se trata de un sector con una elevada capacidad de innovación y con una cultura de calidad muy interiorizada.

En esta línea de trabajo, el sector de máquinas-herramienta lleva muchos años trabajando para mejorar el comportamiento ambiental de sus empresas y actuando para reducir los impactos ambientales globales generados durante sus procesos de fabricación, mostrando interés en los últimos años en la relación existente entre las máquinas-herramienta que fabrica y el medio ambiente con la voluntad de dar respuesta a los

impactos ambientales generados a lo largo de todo su ciclo de vida.

No debe dejarse de lado la circunstancia de que el sector de máquinas-herramienta es un sector en el que la tecnología se iguala y difunde cada vez con mayor rapidez, por lo que el factor tecnológico pierde peso como factor de competencia para lograr la diferenciación de la empresa en el mercado.

En este marco el Ecodiseño surge como una oportunidad para reforzar el factor tecnológico de los fabricantes de máquinas-herramienta, a la vez que les permite mejorar su competitividad y ofrecer unos productos más respetuosos con el medio ambiente.

1.1.- Objetivo de la guía sectorial de ecodiseño para el sector de máquinas herramienta

Esta guía trata de dar a conocer buenas prácticas o medidas de mejora que el diseñador de máquinas-herramienta puede incorporar en la etapa de conceptualización del producto con la finalidad de reducir impactos ambientales generados por la máquina a lo largo de su ciclo de vida útil.

En concreto los objetivos de esta guía son los siguientes:

- Profundizar en el conocimiento de los factores y parámetros de carácter ambiental que deben ser considerados en el proceso de diseño de máquinas-

herramienta en base a una muestra de cinco productos que pueden ser considerados como representativos del sector

- Aportar o mostrar información sobre buenas prácticas ambientales o medidas de mejora ambiental que puedan ser incorporadas al proceso de diseño de máquinas-herramienta
- Recoger experiencias prácticas de la aplicación de las buenas prácticas ambientales o medidas de mejora en empresas vascas del sector

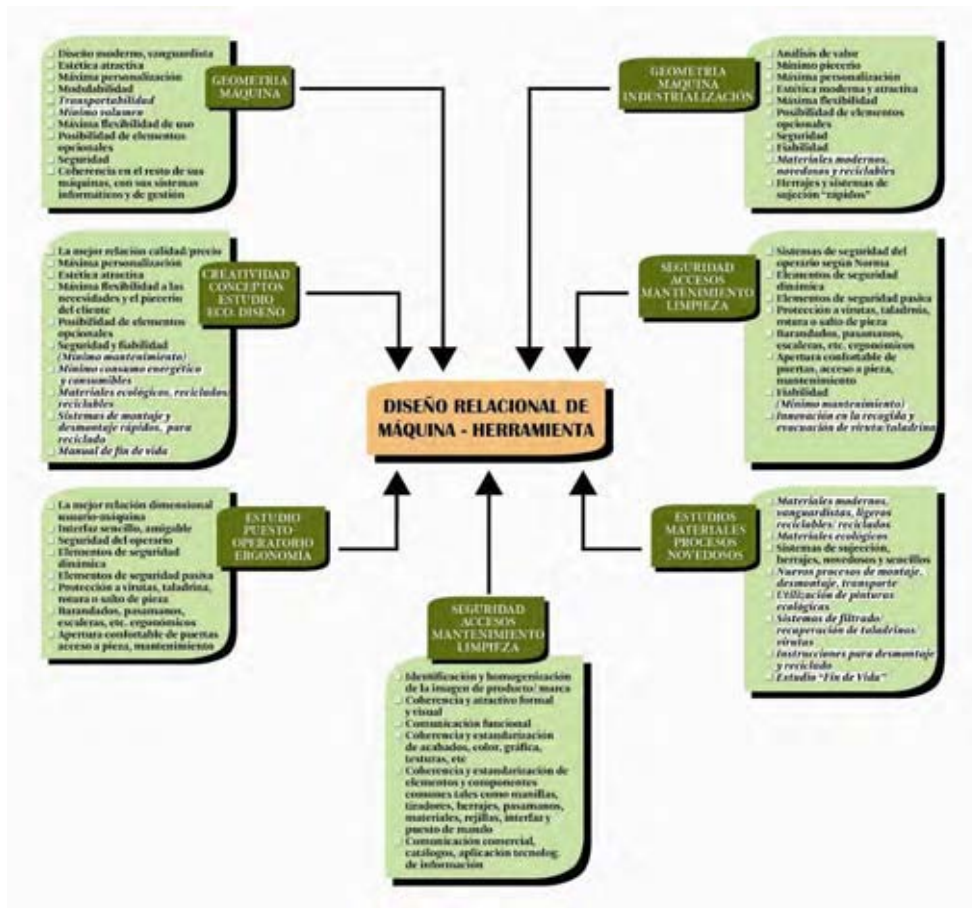
1.2.- Incorporación de la variable ambiental al proceso de diseño de máquinas herramienta

El ecodiseño parte de la necesidad de racionalizar el uso de los recursos y gestionar adecuadamente los residuos, y su clave se encuentra en hacerlo de forma eficiente por lo que se presenta como una técnica o método capaz de identificar los parámetros o aspectos ambientales que suponen un impacto ambiental en las diferentes fases que conforman el ciclo de vida del producto.

El Ecodiseño no persigue modificar el proceso tradicional de diseño de máquinas-herramienta sino que basándose en el proceso tradicional de diseño de productos incorpora el medio ambiente como un factor adicional a tener en cuenta para ofrecer un

producto final con un mayor valor añadido, a la vez que les confiere una ventaja competitiva y posibles nuevas oportunidades de negocio.

A continuación se muestra la relación existente entre las tareas a desarrollar por el diseñador industrial y los requisitos de un buen diseño de máquinas-herramienta, y que en la publicación se denomina diseño relacional de máquinas-herramienta. En la publicación "Metodología para el desarrollo de las máquinas-herramienta a través del diseño industrial" elaborada por DZ Centro de Diseño (Sociedad Unipersonal del departamento de Promoción Económica de la Diputación Foral de Bizkaia):



Diseño relacional de máquinas-herramienta

Fuente: DZ Centro de Diseño. Metodología para el desarrollo de las máquinas-herramienta a través del diseño industrial.

En el esquema anterior se han destacado los requisitos de carácter ambiental identificados como requisitos para un buen diseño de máquinas-herramienta y que, por tanto, deberán incorporarse a las especificaciones del producto. Ahora bien, la pregunta que se plantea el diseñador de máquinas-herramienta es la siguiente ¿Cómo incorporo estos requisitos de carácter ambiental a mi proceso de diseño?

Como se describe en el Manual práctico de ecodiseño. Operativa de implantación en 7 pasos elaborado por Ihobe, Sociedad Pública de Gestión Ambiental dependiente del Departamento de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio de Gobierno Vasco Figura 1.2, el ecodiseño se basa en las etapas generales del proceso tradicional de desarrollo de un producto. La estructura del proceso no cambia. Se trata de dar a este proceso un nuevo enfoque teniendo en cuenta, además de otros criterios, criterios ambientales:



Enfoque que introduce el ecodiseño al desarrollo tradicional de productos.

Fuente: Ihobe, Manual práctico de ecodiseño. Operativa de implantación en 7 pasos



Puede observarse que el Ecodiseño no supone una modificación en el método de trabajo del diseñador, sino que incorpora un nuevo enfoque del proceso de diseño al incorporar la variable ambiental al mismo.

Es importante destacar en este punto, que el objetivo del ecodiseño es reducir el impacto ambiental generado por la máquina-herramienta en todo su ciclo de vida, esto es desde su fabricación hasta que es desechada por el cliente, por lo que el diseñador deberá incorporar estos nuevos elementos ambientales al pliego de condiciones, cuaderno de especificaciones o ficha técnica de la máquina-herramienta.

Para que el diseñador pueda reducir el impacto ambiental de una máquina-herramienta debe conocer cuáles son los elementos o fuentes causantes de la generación de dichos impactos y que se denominan aspectos ambientales. Por tanto, el diseñador deberá identificar y cuantificar los aspectos ambientales para poder calcular o evaluar el impacto ambiental que generan mediante la utilización de softwares específicos.

Para la identificación de aspectos ambientales deberían tenerse en consideración:

1. los elementos de entrada del sistema producto: cada una de las entradas y salidas del sistema producto, materiales, energía y residuos
2. los aspectos ambientales identificados a partir de los factores motivantes: son los parámetros de carácter técnico que se identifican a partir de las demandas de clientes, situación o evolución de la competencia, nueva legislación emergente, compromiso ambiental de la organización, etc.

Una vez identificados los aspectos ambientales deberá procederse a su cuantificación, obteniéndose para cada aspecto ambiental la cantidad consumida o generada, información concreta sobre las características técnicas del aspecto ambiental e información concreta sobre la procedencia de material.

Con la cuantificación se procederá a aplicar el software de evaluación de impactos obteniéndose los Principales impactos ambientales asociados a la máquina-herramienta para cada una de las fases de ciclo de vida. En el mercado existen diferentes software para la cuantificación de los impactos ambientales, como por ejemplo SimaPro, Gabi, ProdTEC, etc.

Una vez obtenidos los impactos ambientales de la máquina-herramienta se deberán seleccionar los impactos ambientales que se desean reducir, identificar los aspectos ambientales causantes de dichos impactos y seleccionar medidas de mejora ambiental.

Finalmente tras la evaluación técnica, a partir de prototipos, económica, a partir del análisis de costes, y ambiental, a partir de la evaluación de las mejoras introducidas, de las medidas de mejora seleccionadas se decidirán los cambios a introducir en el nuevo producto. Estos cambios se recogerán en el pliego de condiciones previamente al lanzamiento a producción del nuevo producto.

A continuación se recoge de forma esquemática la incorporación de la variable ambiental al proceso de diseño de máquinas-herramienta:

| Aspectos ambientales | Impactos ambientales |
|----------------------------|---|
| - Consumo de materiales | - Agotamiento de los recursos abióticos |
| - Consumo de energía | - Cambio climático |
| - Consumo de combustibles | - Agotamiento de la capa de ozono |
| - Generación de residuos | - Formación de oxidantes fotoquímicos |
| - Emisiones a la atmósfera | - Acidificación |
| | - Eutrofización |
| | - Toxicidad humana |

Relación de aspectos ambientales e impactos ambientales



Pasos para incorporar la variable ambiental al diseño de máquinas-herramienta.



1.3.- Cuestiones de carácter ambiental para el diseñador

A continuación se muestran algunas cuestiones que pueden ayudar al diseñador a incorporar a la variable ambiental en cada una de las fases del desarrollo de productos.

Este apartado debe interpretarse como una guía de autoayuda que deberá adaptarse al método de trabajo de cada diseñador:

| 1 | Planificación o estrategia | |
|---|--|--|
| ETAPA | TAREA | CUESTIONES |
| IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE ASPECTOS AMBIENTALES | Identificar los principales aspectos ambientales asociados a cada fase del ciclo de vida | ¿Cuáles son las entradas y salidas de cada módulo o subconjunto que conforman la máquina herramienta? (Materias primas, componentes, energía, residuos, etc). |
| | Identificar los factores motivantes internos y externos | ¿Cuáles son las demandas o requerimientos legislativos, normativos, clientes, mercado, etc.? ¿Cuáles son los parámetros de carácter técnico asociados a los factores motivantes? |
| | Agrupar los aspectos ambientales por familias | ¿Cuál es el criterio a seguir para definir el umbral para la identificación de los aspectos ambientales? |
| | Cuantificar los aspectos ambientales | Necesito las cantidades de cada materia prima o componente consumidos en la fabricación de una máquina-herramienta: ¿Tengo esta información? Si no la tengo, ¿qué debo hacer para organizar esta información para cada unidad de producto? |
| EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL | Evaluar el impacto ambiental en el software | ¿Qué software de cuantificación debo utilizar? (SimaPro, Gabi, ProdTEC...) |
| | Priorizar los aspectos ambientales | ¿Qué criterio debo establecer para determinar la significancia de los aspectos ambientales? |

| 2 | Conceptualización del producto | |
|-----------------------|---|---|
| ETAPA | TAREA | CUESTIONES |
| ASPECTOS DE MEJORA | Identificar los principales aspectos ambientales asociados a cada fase de ciclo de vida: Consumos de materiales y energía y generación de residuos (Matriz MET) | ¿Cuáles son las entradas y salidas de cada módulo o subconjunto que conforma la máquina-herramienta? |
| | Agrupación de los aspectos ambientales identificados por grupos o familias: Acero norma, aceros aleados, fundición, plásticos, pintura, etc. | ¿Cuál es el criterio a seguir para definir el umbral para la identificación de los aspectos ambientales? |
| IDEAS DE MEJORA | Analizar las posibles estrategias de ecodiseño a aplicar | ¿Cuáles son las estrategias de ecodiseño que puedo aplicar? |
| | Plantear ideas o medidas de mejora para cada estrategia de ecodiseño seleccionada | Todas las preguntas asociadas a ecodiseño como: ¿Puedo utilizar materiales de bajo impacto? ¿Puedo reducir la cantidad de material a utilizar? ¿Puedo reducir el consumo de energía en fase de uso? |
| | Evaluar las ideas o medidas desde el punto de vista técnico-económico-medioambiental | ¿La medida propuesta logra reducir el impacto ambiental y es factible desde el punto de vista técnico y económico? ¿Cuáles son las nuevas funciones del producto? |
| PLIEGO DE CONDICIONES | Incorporar las especificaciones ambientales al pliego de condiciones | ¿Cómo conseguir que las necesidades de clientes así como los resultados de la evaluación ambiental se traduzcan en objetivos de mejora ambiental? ¿Se han recogido todos los requisitos ambientales en el pliego de condiciones? ¿Se han incorporado los requisitos ambientales al programa de trabajo de desarrollo de producto? ¿Se han definido indicadores de seguimiento para evaluar las mejoras ambientales introducidas al nuevo producto? |



| 3 Desarrollo de producto (Prototipo) | | |
|--------------------------------------|---|---|
| ETAPA | TAREA | CUESTIONES |
| DESARROLLO | Materializar el programa de trabajo del prototipo | ¿Las especificaciones están correctamente definidas? ¿Los objetivos de mejora previstos son realizables? |

| 4 Evaluación del desarrollo | | |
|-----------------------------|--|---|
| ETAPA | TAREA | CUESTIONES |
| EVALUACIÓN | Verificar el grado de cumplimiento del pliego de condiciones establecido | ¿Los indicadores definidos están evolucionando satisfactoriamente? ¿Se han logrado los objetivos de mejora marcados? |
| | Trabajar en el desarrollo del proceso de fabricación del nuevo producto | ¿Cuáles son las mejoras ambientales que ofrece el nuevo producto? ¿Se ha alcanzado el objetivo ambiental deseado? |

| 5 Lanzamiento a producción | | |
|----------------------------|--|---|
| ETAPA | TAREA | CUESTIONES |
| LANZAMIENTO A PRODUCCIÓN | Asegurar la idoneidad del proceso de fabricación del nuevo producto para generar el mínimo impacto ambiental posible | ¿Cuáles deben ser los indicadores ambientales para la fabricación del nuevo producto? |

| 6 Lanzamiento a mercado | | |
|-------------------------|---|--|
| ETAPA | TAREA | CUESTIONES |
| LANZAMIENTO A MERCADO | Preparar la información ambiental relevante del producto en todo su ciclo de vida | ¿Se han contemplado los aspectos ambientales asociados a factores motivantes en la información ambiental del producto? |

Cuestiones de carácter ambiental para el diseñador





2.1.- El sector industrial de máquinas herramienta en el País Vasco

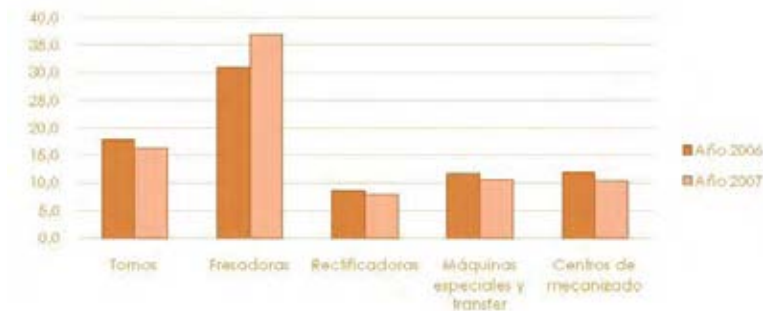
La producción y comercialización de Máquinas-Herramienta es una de las actividades más arraigadas en la Comunidad Autónoma del País Vasco. A nivel estatal la producción de Máquinas-Herramienta en Euskadi representa el 68% y en cuanto a exportaciones alcanza el 80%, siendo algunos de sus principales países de destino: Alemania, Italia, China, México e India. Este sector dota de medios a sectores clave de nuestra economía como la automoción, aeroespacial, ferrocarril, generación de energía y construcción.

Esta presencia tan importante del sector de Máquinas-Herramienta en nuestra comunidad autónoma, también, queda reflejada en los datos facilitados por AFM (Asociación Fabricantes Máquinas-Herramienta) recopilados hasta julio de 2008, donde se observa que de las 111 empresas de Máquinas-Herramienta contabilizadas en el ámbito

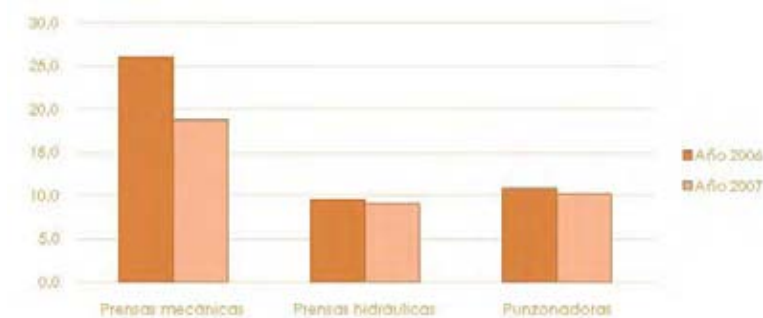
nacional, 74 están enclavadas en el País Vasco, dando empleo a 4.350 personas.

En cuanto a datos económicos, hasta julio de 2008 las empresas del sector de Máquinas-Herramienta del País Vasco facturaron un total de 840 millones de euros, esta cifra supone más del 75% del total de facturación nacional que alcanzó los 1.100 millones de euros. En el apartado de exportaciones, la Máquina Herramienta vasca supuso casi el 80% de las exportaciones nacionales con una cifra de 530 millones de euros, manteniendo la tendencia ascendente registrada a lo largo de los últimos años. Esta evolución se debe, sobre todo, a que la mayoría de empresas han realizado a lo largo de las últimas décadas una apuesta fuerte por la internacionalización, la innovación, la calidad y la formación.

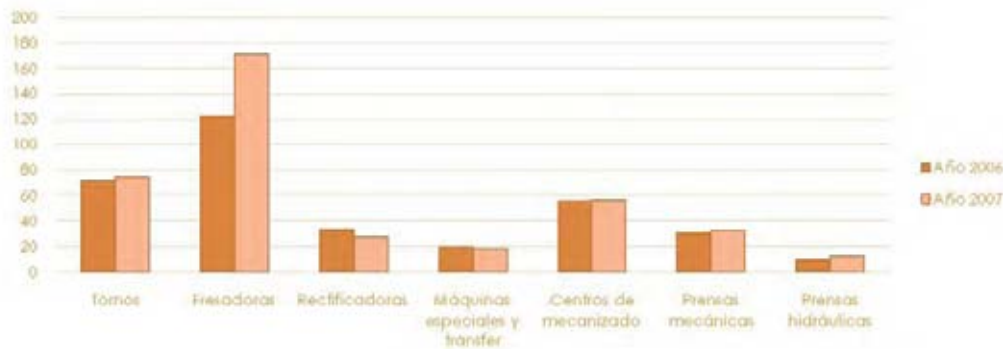
A continuación se recogen algunos datos facilitados por AFM (Asociación de Fabricantes de Máquinas-Herramienta)



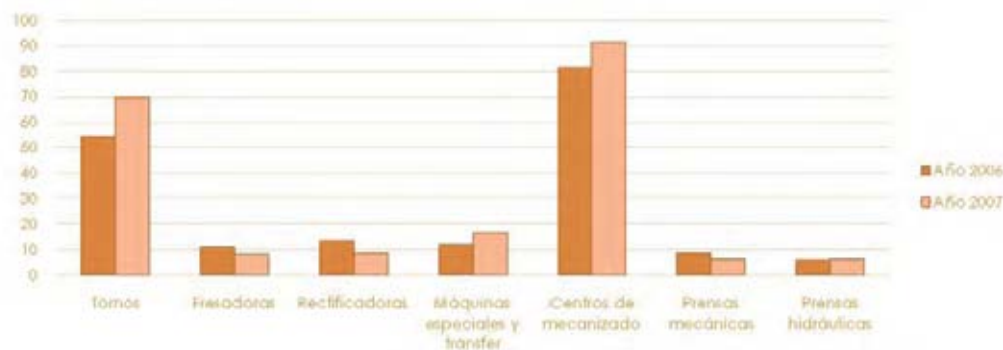
Producción de máquinas-herramienta de arranque de viruta en porcentaje de producción
Fuente: AFM (Asociación de Fabricantes de Máquinas-Herramienta)



Producción de máquinas-herramienta de deformación en porcentaje de producción
Fuente: AFM (Asociación de Fabricantes de Máquinas-Herramienta)



Exportaciones del sector de máquinas-herramienta en millones de euros
Fuente: AFM (Asociación de Fabricantes de Máquinas-Herramienta)



Importaciones del sector de máquinas-herramienta en millones de euros
Fuente: AFM (Asociación de Fabricantes de Máquinas-Herramienta)

2.2.- Prioridad legislativa de los productos de familias de máquinas-herramienta que utilizan energía

Las Máquinas-Herramienta son uno de los Productos que Utilizan Energía (PUE) contemplados en la Directiva 2005/32/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 6 de julio de 2005, por la que se insta a un marco para el establecimiento de requisitos de diseño ecológico aplicables a productos que utilizan energía. Tras su incorporación a la legislación española mediante el Real Decreto 1369/2007, marca como objetivo el establecimiento de requisitos de diseño ecológico a los PUEs con el fin de conseguir un elevado nivel de protección del medio ambiente mediante la reducción de los posibles impactos ambientales de estos productos.

Estos PUE están representados por más de un millar de tipologías distintas de productos, agrupados por la Comisión en 76 familias distintas. Dado que no todas estas familias tienen un impacto ambiental equivalente, la Comisión Europea se ha fijado como objetivo inicial y prioritario adoptar medidas de ejecución para el establecimiento de requisitos de diseño ecológico en 19 familias, consideradas de prioridad máxima. El resto de las 57 familias se han marcado como futuras prioridades para la adopción de medidas de ejecución, considerando 25 familias de prioridad "A" y las restantes de prioridad "B".

Las "Máquinas Herramienta de uso industrial" figuran como familia PUE considerada como futura prioridad de tipo "A", por lo que se estima que para el año 2011 podría haber medidas de ejecución para el sector de Máquinas-Herramienta. Según el Real Decreto 1369/2007, estas medidas suponen requisitos específicos de ecodiseño que tienen por objeto mejorar un determinado aspecto medioambiental del producto. Los requisitos de diseño ecológico que se establezcan para las máquinas-herramienta buscarán armonizar los requisitos de consumo de electricidad para las máquinas-herramienta en todo el ámbito comunitario, contribuyendo de este modo al buen funcionamiento del mercado interior y a la mejora del comportamiento medioambiental de estos productos.

Como conclusión debe decirse que a día de hoy no existen medidas de ejecución para las Máquinas-Herramienta, por lo que este producto todavía no tiene especificadas sus exigencias ambientales por el real Decreto 1369/2007, sin embargo al haber sido seleccionada como PUE prioritario tipo "A" por la Directiva, ya se ha iniciado el procedimiento para definir las medidas de ejecución y una vez aprobadas éstas el producto quedará afectado por el Real Decreto 1369/2007.

2.3.- Familias de máquinas-herramienta más representativas del País Vasco

Las Máquinas-Herramienta se clasifican en dos grandes familias: las máquinas de arranque de viruta y las máquinas para deformación.

1ª familia: MÁQUINAS DE ARRANQUE DE VIRUTA

Las máquinas de arranque se basan, en dar forma a una pieza eliminando el material sobrante (viruta) con una herramienta de corte. La ventaja de este tipo de maquinaria radica en que se pueden obtener piezas muy precisas (satisfaciendo tolerancias muy exigentes) y con elevadas calidades superficiales. Sin embargo presentan el inconveniente de que es necesario partir de una pieza de dimensiones mayores, produciéndose en el proceso pérdida de parte del material (viruta). Este tipo de máquina supone el 68% de la producción total de Máquinas Herramienta.

Dentro de esta familia las principales máquinas tipo que podemos encontrar son:

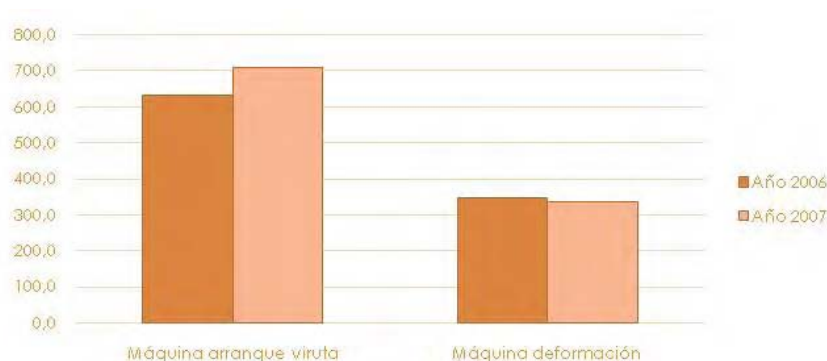
- Tornos
- Fresadoras
- Mandrinadoras
- Taladros
- Roscadoras
- Rectificadoras
- Pulidoras y amoladoras
- Bruñidoras de interiores
- Mortajadoras
- Centros de mecanizado
- Unidades de mecanizado
- Máquinas especiales y transfer compuestas de unidades de mecanizado
- Sistemas de fabricación flexible
- Afiladoras
- Brochadoras
- Sierras y Tronzadoras
- Máquinas de mecanizado por electroerosión
- Máquinas de centrar y refrentar

2ª familia: MÁQUINAS PARA DEFORMACIÓN

Las máquinas para deformación utilizan diversos métodos de modelado como el cizallamiento, prensado o estirado. Dentro de este grupo encontramos:

- Prensas mecánicas
- Prensas hidráulicas
- Prensas óleo neumáticas
- Prensas para grabar, marchar, remachar
- Máquinas para el trabajo de la chapa
- Máquinas para trabajar los metales en barras, perfiles y tubos
- Máquinas para el trabajo del alambre
- Máquinas para la fabricación de tornillos, pernos y remaches
- Laminadoras de acanalados sobre ejes
- Cizallas
- Máquinas para marcar

Con los datos facilitados por la AFM (Asociación Fabricantes de Máquinas-Herramienta) sobre la producción de los últimos años a nivel nacional, obtenemos una comparativa de las dos familias:



Comparativa de datos de producción del sector en millones de euros
Fuente: AFM (Asociación de Fabricantes de Máquinas-Herramienta)

2.4.- Productos tipo de máquinas-herramienta prioritarias y representativas del sector

En este apartado se va a proceder identificar aquellas familias de Máquinas-Herramienta prioritarias y más representativas de este sector en el País Vasco. Concretamente se van a escoger cinco productos tipos sobre los que se va centrar esta guía de ecodiseño.

El **primer criterio** para seleccionar los cinco **productos tipo más representativos del sector**, se establece a partir de los datos de producción de las dos familias de Máquinas-Herramienta, que se han mostrado en el apartado anterior. En el gráfico anterior queda patente la relevancia de la familia de máquinas de arranque frente a las de deformación y, por tanto, se decide seleccionar tres productos tipo de la primera familia y dos productos de la segunda.

El **segundo criterio** de selección se centra en la cifra de **producción asignada para cada tipo de producto** en ambas familias de Máquinas-Herramienta. A partir de los datos del ejercicio 2007 facilitados por AFM (Asociación Fabricantes Máquinas-Herramienta), se ha definido una escala de valoración para este criterio de "producción"

| Producción 2007 (millones €) | Puntuación |
|------------------------------|------------|
| Producción > 600 | 4 |
| 600 ≥ Producción > 400 | 3 |
| 400 ≥ Producción > 200 | 2 |
| Producción ≤ 200 | 1 |
| Producción ≈ 0 | 0 |

Escala de valoración para el criterio "producción".

Para finalizar, como **tercer criterio** de selección se utiliza el criterio de **peso del producto tipo en la CAV**, definiendo una escala de valoración por la que se otorga distintos valores en función del porcentaje que representa la producción de los distintos tipos de productos de Máquina Herramienta en el País Vasco.

| Peso del producto en la CAV | Puntuación |
|-----------------------------|------------|
| Producción > 25% | 3 |
| 25% ≥ Producción > 10% | 2 |
| Producción ≤ 10% | 1 |
| Producción ≈ 0 | 0 |

Escala de valoración para el criterio "peso del producto tipo en la CAV".

Una vez establecidas las escalas de puntuación para los criterios dos y tres, se ha procedido a determinar la significancia de cada producto tipo mediante la aplicación de la fórmula (producción + peso del producto tipo en la CAV). El resultado obtenido se ha ordenado de forma descendente, obteniéndose de este modo una lista ordenada de productos prioritarios y más representativos del sector:

| Producto tipo | Producción | Peso en la CAV | Significancia |
|----------------------------|------------|----------------|---------------|
| Fresadoras | 3 | 3 | 6 |
| Tornos | 3 | 2 | 5 |
| Prensas hidráulicas | 3 | 2 | 5 |
| Prensas mecánicas | 3 | 2 | 5 |
| Rectificadoras | 3 | 1 | 5 |
| Centros mecanizado | 3 | 1 | 4 |
| Taladros | 1 | 2 | 3 |
| Máq. especiales y transfer | 3 | 0 | 3 |
| Máq proceso físico-químico | 2 | 0 | 2 |
| Punzadoras | 2 | 0 | 2 |
| Madrinadoras | 1 | 0 | 1 |
| Sierras y tronadoras | 1 | 0 | 1 |
| Cizallas guillotina | 1 | 0 | 1 |
| Plegadoras | 1 | 0 | 1 |

Productos tipo de máquinas herramienta prioritarios y más significativos del sector

Por tanto, en base a los 3 criterios de selección establecidos, los productos tipo de Máquinas-Herramienta prioritarios y representativos del sector son los siguientes:

| Máquinas de arranque de viruta | Máquinas de deformación |
|--------------------------------|-------------------------|
| Fresadoras | Prensas mecánicas |
| Tornos | Prensas hidráulicas |

Productos tipo prioritarios y representativos del sector en la CAPV



A continuación se realiza una breve descripción de los productos tipo representativos del sector de Máquinas-Herramienta.

FRESADORAS

Este tipo de Máquina Herramienta realiza el proceso de mecanizado por arranque de viruta mediante el movimiento de una herramienta rotativa de varios filos de corte denominada fresa. En las fresadoras tradicionales, existe un movimiento relativo entre pieza y herramienta (habitualmente según los tres ejes coordenados) acercando las zonas a mecanizar de la pieza a la herramienta, permitiendo obtener diversas formas, desde superficies planas a otras más complejas.

La gama de fresadoras que se fabrican es muy amplia, variando en función tanto de su arquitectura como de sus características técnicas, o la diversidad de accesorios que se incorporen. En principio se pueden diferenciar tres grandes grupos:

1. Fresadoras según la orientación de la herramienta.
2. Fresadoras especiales.
3. Fresadoras según el número de ejes.

TORNOS

Los tornos realizan el mecanizado haciendo girar la pieza mientras una o varias herramientas de corte son acercadas, con un movimiento regulado de avance hacia la superficie de la pieza. Igualmente existe otro movimiento de avance longitudinal que permite mecanizar la totalidad de la pieza.

piezas a mecanizar por serie, de la complejidad de las piezas y de su envergadura:

En cuanto a los principales tipos de tornos que se fabrican, estos varían en función de la cantidad de

1. Torno paralelo o mecánico.
2. Torno copiado.
3. Torno revólver.
4. Torno automático.
5. Torno CNC (control numérico).

PRENSAS MECÁNICAS

Este tipo de prensas constan de un motor eléctrico que hace girar un volante de inercia que sirve de acumulador de energía. La energía se entrega a la parte móvil de la prensa (carro) mediante un embrague o acoplamiento. La entrega de energía es rápida y total, gastando en cada golpe una fracción de la capacidad de trabajo acumulada. Este tipo de prensa es utilizada en trabajos de corte, estampación, forja y pequeñas embuticiones.

subconjuntos que son determinantes para el proceso de estampación de chapa:

Entre los elementos más importantes que componen una prensa mecánica destacan los mecanismos o

1. Cuerpo principal sobre el que se monta todo el resto de los mecanismos.
2. Accionamiento del elemento móvil que ejecuta el golpe de la prensa.
3. Bielas para la transmisión al elemento móvil.
4. Equilibradores del carro que evitan desajustes en los movimientos del elemento móvil.
5. Cojines expulsores de piezas.

PRENSAS HIDRÁULICAS

Las prensas hidráulicas consisten en un mecanismo conformado por vasos comunicantes impulsados por pistones de diferente área que, mediante pequeñas fuerzas, permiten obtener otras mayores. La entrega de energía es controlada en cada momento, tanto en fuerza como en velocidad, por lo que se logra mantener el control constante del proceso. Este tipo de máquina es utilizado en operaciones de embutición profunda y en procesos de altas sollicitaciones como acuñado.

La característica diferenciadora de las prensas hidráulicas es que es la presión hidráulica ejercida contra uno o más pistones es lo que produce la fuerza.

Debido a su construcción las prensas hidráulicas se construyen según las características exigidas por el cliente. Pueden ser diseñadas con distinto número de carros y movimientos auxiliares, utilizando si es preciso circuitos hidráulicos independientes.





3.1.- Diagnóstico ambiental del producto

La evaluación ambiental de un producto tiene como finalidad analizar el perfil ambiental del producto y establecer las prioridades ambientales del mismo en base a la identificación de los principales impactos ambientales generados por el producto durante todo su ciclo de vida.

En este capítulo se realiza la evaluación ambiental cuantitativa de varias familias de productos representativos del sector de máquina herramienta. El objetivo principal de este capítulo consiste en analizar el comportamiento ambiental de estas

máquinas para identificar los principales impactos ambientales a lo largo de todo su ciclo de vida.

En la siguiente tabla se muestran los datos de producción de los productos seleccionados para su análisis y su comparación respecto al total de facturación según el tipo de máquina-herramienta sea de arranque de viruta o de deformación. Datos facilitados por AFM (Asociación de Fabricantes de Máquinas Herramienta). La industria de Máquinas Herramienta 2007:

| Máquinas de arranque de viruta | |
|--------------------------------|---|
| Fresadora | - Producción: 262,69 millones € - Exportación: 171,48 millones € - Importación: 8,12 millones € |
| Torno bancada inclinada | - Producción: 115,90 millones € - Exportación: 74,50 millones € |
| Torno bancada plana | - Importación: 69,96 millones € |

| Máquinas de deformación | |
|-------------------------|---|
| Prensa hidráulica | - Producción: 30,48 millones € - Exportación: 12,21 millones € - Importación: 6,10 millones € |
| Prensa mecánica | - Producción: 63,61 millones € - Exportación: 32,71 millones € - Importación: 6,06 millones € |

Características de las familias de máquinas-herramienta.

Fuente: AFM (Asociación de Fabricantes de Máquinas Herramienta)

Para realizar el diagnóstico ambiental de las diferentes familias de máquinas-herramienta se ha seleccionado la metodología de ACV (Análisis del ciclo de vida). El ACV es un proceso objetivo para evaluar las cargas ambientales asociadas a un producto, proceso o actividad que consiste en realizar un balance material y energético del sistema estudiado. Este análisis permite evaluar los principales efectos ambientales de un producto o actividad, analizando su ciclo de vida completo, incluyendo la identificación y cuantificación de recursos materiales y energéticos utilizados en cada una de las etapas del mismo además de los residuos emitidos al medioambiente. Como resultado se obtiene una medida cuantitativa de los impactos ambientales

más importantes de cada fase de vida utilizando distintas categorías de impactos.

La metodología del ACV se realiza en cuatro etapas:

- Etapa 1: Acotar los límites del sistema del producto
- Etapa 2: Elaborar un modelo de ciclo de vida del producto
- Etapa 3: Evaluación cuantitativa del impacto ambiental a lo largo de todo el ciclo de Vida
- Etapa 4: Interpretación del estudio

Para caracterizar el sistema de una máquina-herramienta se han definido unos límites al sistema que excluyen o incluyen los subsistemas a analizar:



| Fase de ciclo de vida | Descripción |
|-----------------------|---|
| Fabricación | En esta fase se tendrá en cuenta el material empleado en la fabricación de los componentes (carneros, mesas, etc.) Al utilizar la base de datos Ecoinvent para modelar los materiales empleados, los registros utilizados tienen en cuenta el impacto del consumo de material virgen y material reciclado según medias Europeas. Por ello en la fase de Fin de Vida no se tendrá en cuenta el impacto del reciclaje de estos materiales porque este impacto ya se está teniendo en cuenta en la fase de fabricación. |
| Montaje | Se han excluido los procesos de fabricación de los componentes porque en la mayoría de los casos éstos dependen de proveedores externos sobre los que no se tiene control. Se sitúa dentro de los límites del sistema. Uno de los aspectos más importantes a tener en cuenta será la pintura |
| Uso/mantenimiento | Es la fase clave del ACV de las máquinas-herramienta por el elevado consumo de electricidad de estas máquinas. El consumo de aire comprimido y aceites de lubricación y refrigeración también serán aspectos a tener en cuenta en el alcance de este estudio |
| Fin de vida | Esta fase se contempla dentro de los límites del sistema pero, con el fin de simplificar este análisis, sólo se ha tenido en cuenta un único escenario de Fin de Vida, el reciclaje de metales y plástico junto con la valorización de los residuos. Estos límites se han establecido porque, por un lado, es difícil estimar el número de años de vida de una máquina y ,por otro lado, al final de su vida útil la máquina puede sufrir distintos escenarios de fin de vida: venta de la máquina en un mercado de segunda mano (escuelas, ...), remodelación (toda la parte electrónica) y aumento de la vida de la máquina en el propio cliente, remodelación incrementando la funcionalidad y venta a otro cliente... o reciclaje del material de valor, lo que dificulta la acotación de los límites. |

Límites del Análisis de Ciclo de Vida para una máquina-herramienta

La evaluación del impacto ambiental se ha realizado en base a la metodología CML 2000 (Guinée y col., 2002), e implementada en el software comercial de ACV SIMAPRO 7.1. CML 2000 propone siete categorías de impactos sin utilizar ninguna agregación, es decir, solo se utiliza la fase de caracterización en categorías de impactos pero sin llegar a la normalización ni a la ponderación final.

| | Indicador | Unidad |
|----------|-----------------------------------|------------------------|
| CML 2000 | Cambio climático | Kg CO ₂ eq. |
| | Acidificación | Kg SO ₂ eq. |
| | Destrucción capa de ozono | Kg CFC-11 eq. |
| | Oxidantes fotoquímicos | Kg etileno eq. |
| | Toxicidad humana | Kg 1,4-DCB eq. |
| | Ecotoxicidad | Kg 1,4-DCB eq. |
| | Eutrofización | KG NO _x eq. |
| | Agotamiento de recursos abióticos | Kg antimonio eq. |

Indicadores de impacto ambiental para el sector de máquinas-herramienta

Para realizar la modelización de las máquinas-herramienta se utiliza una base de datos comercial, EcoInvent V2, que cubre una gran variedad de materiales y procesos. Además, es una base de datos que se actualiza periódicamente lo que imprime rigor a las evaluaciones ambientales resultantes.

3.2.- Fresadora

La caracterización del escenario para una fresadora es la siguiente:

| Parámetro | Escenario |
|-------------------|---|
| Vida útil | 15 años (aunque en la mayoría de los casos las máquinas fresadoras siguen trabajando en el mismo mercado una vez remodeladas o en un segundo mercado) |
| Turnos de trabajo | 2 y 3 turnos al día (4.000 horas planificadas al año) |
| Horas de parada | 4% de las horas de trabajo por roturas y mantenimiento |
| Horas en Stand-by | 31% de las horas de trabajo (horas sin mecanizar) |

Descripción del escenario de ACV para una fresadora

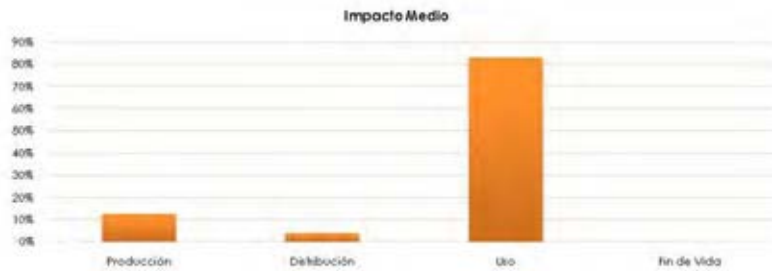
La siguiente tabla recoge el inventario ambiental de una fresadora para los principales procesos del ciclo de vida completo (fabricación y montaje, distribución, uso y mantenimiento y fin de vida)

| Inventario de Ciclo de Vida de la fresadora | | | | |
|---|---------|--------------------------|--------------|------------|
| Fase del ciclo de vida | Gráfico | Materiales | Q | % |
| Fabricación y montaje | | Fundido | 26770 | 69,4 |
| | | Aceros al carbono | 10905 | 28,3 |
| | | Aceros aleados | 600 | 1,6 |
| | | Cobre | 35 | 0,1 |
| | | Plásticos | 185 | 0,5 |
| | | Pintura | 90 | 0,2 |
| | | Total Fabricación | 38585 | 100 |
| | | Distribución | | Carretera |
| Marítimo | | | | 30 |
| Total Distribución | | | | 100 |
| Uso y mantenimiento | | Stand-by | 4960 | 6,6 |
| | | Consumo principal | 63852 | 85,6 |
| | | Consumo auxiliar | 5793 | 7,8 |
| | | Total Uso | 74605 | 100 |
| Fin de vida | | Reciclaje metales | 38310 | 99,3 |
| | | Reciclaje plásticos | 185 | 0,5 |
| | | Incineración/LandFill | 90 | 0,2 |
| | | Total Fin de vida | 38585 | 100 |

Inventario de ACV para una fresadora

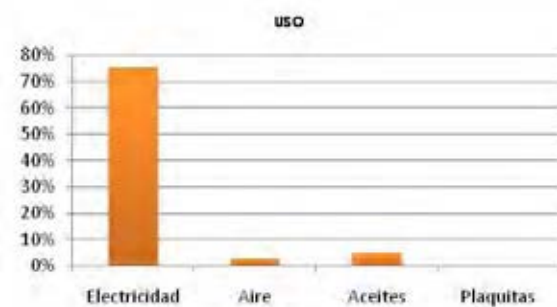
El comportamiento ambiental de una máquina fresadora, al igual que todas las máquinas con un consumo eléctrico elevado en la fase de Uso, está muy condicionada por el escenario definido para esta fase de vida.

En un análisis global se observa que como media un 83,3% de la carga ambiental total se origina en la fase de Uso/Mantenimiento. La fase de Producción (materias primas y fabricación) sólo es responsable del 12,7% de la carga total.



Impacto ambiental medio de ciclo de vida de una fresadora

El análisis del impacto ambiental medio de la fresadora muestra la importancia de la fase de uso, por lo que es de gran interés analizar los aspectos ambientales causantes de dicho impacto, ya que serán los aspectos a identificar como potenciales aspectos donde focalizar la mejora ambiental.



Desglose del impacto ambiental medio de fase de uso de una fresadora

Se observa que el consumo de electricidad es el causante del 75,2% del impacto ambiental de la fase de uso.

La siguiente tabla muestra los impactos producidos en cada fase de vida de la máquina fresadora clasificados según los 7 indicadores CML 2000 seleccionados:

| Categoría de impacto | Unidad | Total | Contribución (%) de cada fase de vida | | | |
|--------------------------------|----------------------------------|-------------------------|---------------------------------------|--------------|-------|-------------|
| | | | Producción | Distribución | Uso | Fin de vida |
| Agotamiento recursos abióticos | Kg Sb eq. | 5,74 x 10 ³ | 9,5% | 2,2% | 88,4% | 0,0% |
| Acidificación | Kg SO ₂ eq. | 3,52 x 10 ³ | 6,5% | 3,4% | 90,1% | 0,0% |
| Eutrofización | Kg PO ₄ eq. | 2,46 x 10 ² | 13,3% | 6,3% | 80,3% | 0,1% |
| Cambio Climático (GWP100) | Kg CO ₂ eq. | 8,09 x 10 ⁵ | 7,4% | 0,7% | 91,9% | 0,0% |
| Agotamiento capa de ozono | Kg CFC -11 eq. | 3,69 x 10 ⁻² | 5,1% | 9,5% | 85,4% | 0,0% |
| Toxicidad Humana | Kg 1,4 – DB eq. | 1,50 x 10 ⁵ | 25,4% | 3,3% | 71,2% | 0,0% |
| Oxidación fotoquímica | Kg C ₂ H ₄ | 1,66 x 10 ² | 21,6% | 2,7% | 75,7% | 0,0% |

Indicadores de impacto ambiental de una fresadora

El análisis individual de las 7 categorías de impacto arroja como resultado que en el caso de una fresadora, todos los indicadores señalan la fase de USO/Mantenimiento como la fase más importante desde un aspecto medioambiente. **La carga ambiental de la fase de Uso (83,3%) se reparte en el consumo de electricidad, aire, aceites** (aceites de lubricación, líquidos de refrigeración).

El **segundo impacto** ambiental más importante, muy lejos del generado en la fase de Uso, se origina en la fase de producción y se reparte principalmente en la **fabricación de fundidos y aceros y el la utilización de pintura.**

3.3.- Torno de bancada inclinada

La máquina-herramienta seleccionada es un torno CNC con flexibilidad para realizar múltiples mecanizados de piezas diferentes.

El torno consta de un cabezal horizontal, un contrapunto automático y una torreta giratoria con la posibilidad de utilizar diferentes tipos de

herramientas. En el torno se integran además todos los dispositivos auxiliares para llevar a cabo el mecanizado de las piezas como un plato para el amarre de piezas, extractor de virutas, sistemas de mantenimiento de piezas y sistemas neumáticos e hidráulicos.

La caracterización del escenario para un torno de bancada inclinada es la siguiente:

| Parámetro | Escenario |
|-------------------|---|
| Vida útil | 15 años (aunque en la mayoría de los casos los tornos de bancada inclinada siguen trabajando en el mismo mercado una vez remodeladas o en un segundo mercado) |
| Turnos de trabajo | 2 y 3 turnos al día (5.640 horas planificadas al año) |
| Horas de parada | 4% de las horas de trabajo por roturas y mantenimiento |
| Horas en Stand-by | 11% de las horas de trabajo (horas sin mecanizar) |

Descripción del escenario de ACV para un torno de bancada inclinada

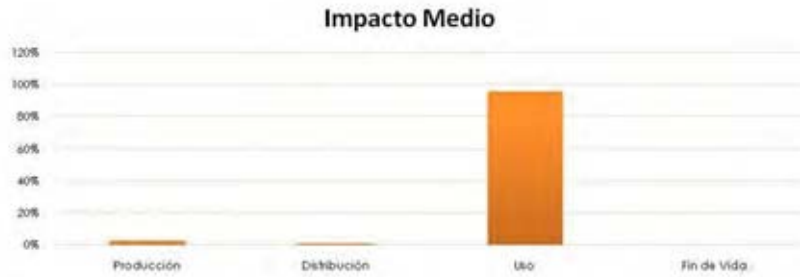
La siguiente tabla recoge el inventario ambiental de un torno de bancada inclinada para los principales procesos del ciclo de vida completo (fabricación y montaje, distribución, uso y mantenimiento y fin de vida).

| Inventario de Ciclo de Vida del torno de bancada inclinada | | | | |
|--|---------|---------------------------|--------------|------------|
| Fase del ciclo de vida | Gráfico | Materiales | Q | % |
| Fabricación y montaje | | Fundido | 3570 | 64,5 |
| | | Aceros al carbono | 1826 | 33,0 |
| | | Aceros aleados | 125 | 2,3 |
| | | Plásticos | 0 | 0,0 |
| | | Pintura | 18 | 0,3 |
| | | Otros | 0 | 0,0 |
| | | Total Fabricación | 5539 | 100 |
| Distribución | | Carretera | | 30 |
| | | Marítimo | | 70 |
| | | Total Distribución | | 100 |
| Uso y mantenimiento | | Stand-by | 1488 | 3,2 |
| | | Consumo principal | 35712 | 76,2 |
| | | Consumo auxiliar | 9672 | 20,6 |
| | | Total Uso | 46872 | 100 |
| Fin de vida | | Reciclaje metales | 5521 | 100 |
| | | Reciclaje plásticos | 0 | 0 |
| | | Incineración/LandFill | 18 | 0 |
| | | Total Fin de vida | 5539 | 100 |

Inventario de ACV de un torno de bancada inclinada

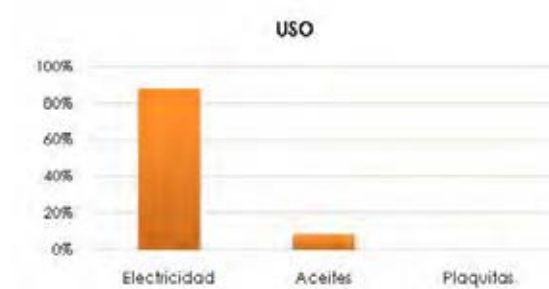
El comportamiento ambiental de un torno de bancada inclinada, al igual que todas las máquinas con un consumo eléctrico elevado en la fase de Uso, está muy condicionada por el escenario definido para esta fase de vida.

En un análisis global se observa que como media un 96,2% de la carga ambiental total se origina en la fase de Uso/Mantenimiento. La fase de Producción (materias primas y fabricación) sólo es responsable del 2,9% de la carga total.



Impacto ambiental medio de ciclo de vida de un torno de bancada inclinada

El análisis del impacto ambiental medio del torno de bancada inclinada muestra la importancia de la fase de uso por lo que es de gran interés analizar los aspectos ambientales causantes de dicho impacto puesto que serán los aspectos a identificar como potenciales aspectos donde focalizar la mejora ambiental.



Desglose del impacto ambiental medio en fase de uso de un torno de bancada inclinada

En el gráfico se puede observar que el consumo de electricidad es el causante del 87,3% del impacto ambiental de la fase de uso.

La siguiente tabla muestra los impactos producidos en cada fase de vida del torno de bancada inclinada clasificados según los 7 indicadores CML 2000 seleccionados:

| Categoría de impacto | Unidad | Total | Contribución (%) de cada fase de vida | | | |
|--------------------------------|----------------------------------|-------------------------|---------------------------------------|--------------|-------|-------------|
| | | | Producción | Distribución | Uso | Fin de vida |
| Agotamiento recursos abióticos | Kg Sb eq. | 3,28 x 10 ³ | 2,4% | 0,6% | 97,0% | 0,0% |
| Acidificación | Kg SO ₂ eq. | 2,10 x 10 ³ | 1,6% | 0,7% | 97,8% | 0,0% |
| Eutrofización | Kg PO ₄ eq. | 1,55 x 10 ² | 3,2% | 1,3% | 95,5% | 0,0% |
| Cambio Climático (GWP100) | Kg CO ₂ eq. | 5,13 x 10 ⁵ | 1,7% | 0,2% | 98,1% | 0,0% |
| Agotamiento capa de ozono | Kg CFC -11 eq. | 2,09 x 10 ⁻² | 1,2% | 2,5% | 96,2% | 0,0% |
| Toxicidad Humana | Kg 1,4 – DB eq. | 1,32 x 10 ⁵ | 4,0% | 0,6% | 95,5% | 0,0% |
| Oxidación fotoquímica | Kg C ₂ H ₄ | 8,77 x 10 ¹ | 6,0% | 0,7% | 93,3% | 0,0% |

Indicadores de impacto ambiental de un torno de bancada inclinada

El análisis individual de las 7 categorías de impacto arroja como resultado que en el caso de un torno de bancada inclinada, todos los indicadores señalan la fase de USO/Mantenimiento como la fase más importante desde un aspecto medioambiental. **La carga ambiental de la fase de Uso (96,2%) se reparte en el consumo de electricidad y aceites** (aceites de lubricación, líquidos de refrigeración).

El **segundo impacto ambiental** más importante, muy lejos del generado en la fase de Uso, se origina en la fase de producción y se reparte principalmente en la **fabricación de fundidos y aceros**.

3.3.- Torno de bancada plana

La caracterización del escenario para un torno de bancada plana es la siguiente:

| Parámetro | Escenario |
|-------------------|---|
| Vida útil | 15 años (aunque en la mayoría de los casos los tornos horizontales siguen trabajando en el mismo mercado una vez remodelados o en un segundo mercado) |
| Turnos de trabajo | 2 y 3 turnos al día (4.000 horas planificadas al año) |
| Horas de parada | 4% de las horas de trabajo por roturas y mantenimiento |
| Horas en Stand-by | 31% de las horas de trabajo (horas sin mecanizar) |

Descripción del escenario de ACV para un torno de bancada plana

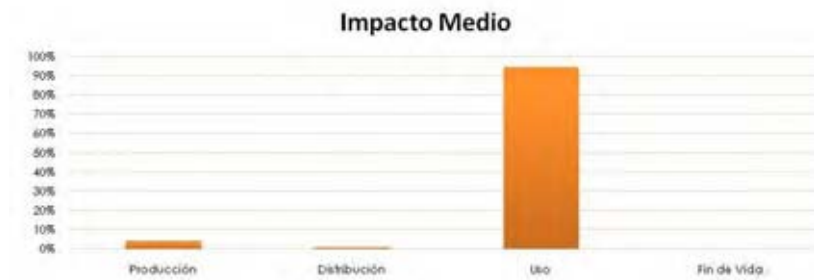
La siguiente tabla recoge el inventario ambiental de un torno de bancada plana para los principales procesos del ciclo de vida completo (fabricación y montaje, distribución, uso y mantenimiento y fin de vida)

| Inventario de Ciclo de Vida del torno de bancada plana | | | | |
|--|---|--------------------------|---|------------|
| Fase del ciclo de vida | Gráfico | Materiales | Q | % |
| Fabricación y montaje | <ul style="list-style-type: none"> ■ Fundido ■ Aceros al carbono ■ Aceros aleados ■ Aceros inoxidables ■ Chapa ■ Cobre ■ Bronce ■ Aluminio ■ Plásticos ■ Cauchos y resinas ■ Pinturas ■ Otros | Fundido | 0 | 0,0 |
| | | Aceros al carbono | 0 | 0,0 |
| | | Aceros aleados | 0 | 0,0 |
| | | Aceros inoxidables | 0 | 0,0 |
| | | Chapa | 0 | 0,0 |
| | | Cobre | 0 | 0,0 |
| | | Bronce | 0 | 0,0 |
| | | Aluminio | 0 | 0,0 |
| | | Plásticos | 0 | 0,0 |
| | | Cauchos y resinas | 15 | 0,1 |
| | | Pinturas | 193 | 0,8 |
| | | Otros | 24564 | 99,1 |
| | | Total Fabricación | 24772 | 100 |
| | | Distribución | <ul style="list-style-type: none"> ■ Carretera ■ Marítimo | Carretera |
| Marítimo | | | | 70 |
| Total Distribución | | | | 100 |
| Uso y mantenimiento | <ul style="list-style-type: none"> ■ Stand-by ■ Consumo principal ■ Consumo secundaria | Stand-by | 6820 | 4,4 |
| | | Consumo principal | 141570 | 91,4 |
| | | Consumo auxiliar | 6524,2 | 4,2 |
| | | Total Uso | 154914,2 | 100 |
| Fin de vida | <ul style="list-style-type: none"> ■ Reciclaje metales ■ Reciclaje plásticos ■ Incineración/Landfill | Reciclaje metales | 0 | 0 |
| | | Reciclaje plásticos | 0 | 0 |
| | | Incineración/LandFill | 24772 | 100 |
| | | Total Fin de vida | 24772 | 100 |

Inventario de ACV para un torno de bancada plana

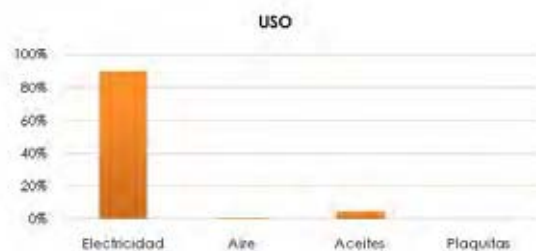
El comportamiento ambiental de un torno de bancada plana, al igual que todas las máquinas con un consumo eléctrico elevado en la fase de Uso, está muy condicionada por el escenario definido para esta fase de vida.

En un análisis global se observa que como media un 94,8% de la carga ambiental total se origina en la fase de Uso/Mantenimiento. La fase de Producción (materias primas y fabricación) sólo es responsable del 4,2% de la carga total.



Impacto ambiental medio de ciclo de vida de un torno de bancada plana

El análisis del impacto ambiental medio del torno de bancada plana muestra la importancia de la fase de uso por lo que es de gran interés analizar los aspectos ambientales causantes de dicho impacto puesto que serán los aspectos a identificar como potenciales aspectos donde focalizar la mejora ambiental.



Desglose del impacto ambiental medio de fase de uso de un torno de bancada plana

Se observa que el consumo de electricidad es el causante del 89,9% del impacto ambiental de la fase de uso.

La siguiente tabla muestra los impactos producidos en cada fase de vida del torno de bancada plana clasificados según los 7 indicadores CML 2000 seleccionados:

| Categoría de impacto | Unidad | Total | Contribución (%) de cada fase de vida | | | |
|--------------------------------|----------------------------------|-------------------------|---------------------------------------|--------------|-------|-------------|
| | | | Producción | Distribución | Uso | Fin de vida |
| Agotamiento recursos abióticos | Kg Sb eq. | 1,08 x 10 ⁴ | 3,3% | 0,6% | 96,1% | 0,0% |
| Acidificación | Kg SO ₂ eq. | 6,91 x 10 ³ | 2,2% | 0,7% | 97,1% | 0,0% |
| Eutrofización | Kg PO ₄ eq. | 4,46 x 10 ² | 4,7% | 1,7% | 93,5% | 0,1% |
| Cambio Climático (GWP100) | Kg CO ₂ eq. | 1,55 x 10 ⁶ | 2,5% | 0,4% | 97,1% | 0,0% |
| Agotamiento capa de ozono | Kg CFC -11 eq. | 6,68 x 10 ⁻² | 1,9% | 2,4% | 95,7% | 0,0% |
| Toxicidad Humana | Kg 1,4 – DB eq. | 4,40 x 10 ⁵ | 6,6% | 0,5% | 92,9% | 0,0% |
| Oxidación fotoquímica | Kg C ₂ H ₄ | 2,93 x 10 ² | 7,9% | 0,6% | 91,5% | 0,0% |

Indicadores de impacto ambiental de un torno de bancada plana

El análisis individual de las 7 categorías de impacto arroja como resultado que en el caso de un torno de bancada plana, todos los indicadores señalan la fase de USO/Mantenimiento como la fase más importante desde un aspecto medioambiente.

La carga ambiental de la fase de Uso (94,8%) se reparte principalmente en el consumo de

electricidad seguido, en un menor orden, del consumo de aceites (aceites de lubricación, líquidos de refrigeración).

El segundo impacto ambiental más importante, muy lejos del generado en la fase de Uso, se origina en la fase de producción y se reparte principalmente en la fabricación de fundidos, aceros y chapa.

3.4.- Prensa mecánica

La caracterización del escenario para una prensa mecánica es la siguiente:

| Parámetro | Escenario |
|-------------------|---|
| Vida útil | 15 años (aunque en la mayoría de los casos las prensas mecánicas siguen trabajando en el mismo mercado una vez remodeladas o en un segundo mercado) |
| Turnos de trabajo | 2 turnos al día (3.520 horas planificadas al año) |
| Horas de parada | 0% de las horas de trabajo por roturas y mantenimiento |
| Horas en Stand-by | 13% de las horas de trabajo (horas sin mecanizar) |

Descripción del escenario de ACV para una prensa mecánica

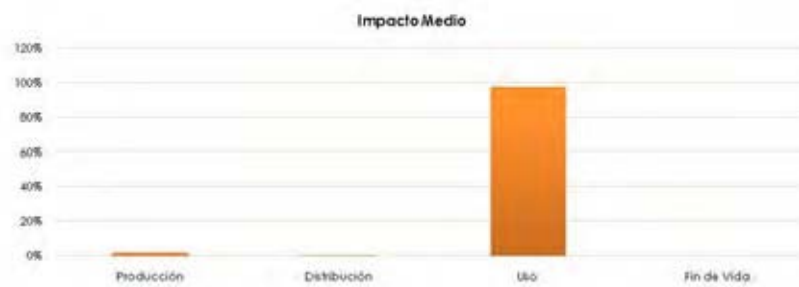
La siguiente tabla recoge el inventario ambiental de un torno de bancada plana para los principales procesos del ciclo de vida completo (fabricación y montaje, distribución, uso y mantenimiento y fin de vida)

| Inventario de Ciclo de Vida de la prensa mecánica | | | | |
|---|---------|--------------------------|---------------|------------|
| Fase del ciclo de vida | Gráfico | Materiales | Q | % |
| Fabricación y montaje | | Acero | 71333 | 94,9 |
| | | Fundición | 3252 | 4,3 |
| | | Bronce | 297 | 0,4 |
| | | Aluminio | 60 | 0,1 |
| | | Zinc | 2 | 0,0 |
| | | Metacrilato | 4 | 0,0 |
| | | Pintura | 192 | 0,3 |
| | | Otros | 47 | 0,1 |
| | | Total Fabricación | 75186 | 100 |
| | | Distribución | | Carretera |
| Marítimo | | | | 70 |
| Total Distribución | | | | 100 |
| Uso y mantenimiento | | Stand-by | 7480 | 0,9 |
| | | Consumo principal | 770000 | 91,8 |
| | | Consumo auxiliar | 61480 | 7,3 |
| | | Total Uso | 838960 | 100 |
| Fin de vida | | Reciclaje metales | 74943 | 100 |
| | | Reciclaje plásticos | 0 | 0 |
| | | Incineración/LandFill | 243 | 0 |
| | | Total Fin de vida | 75186 | 100 |

Inventario de ACV para una prensa mecánica

El comportamiento ambiental de una prensa mecánica, al igual que todas las máquinas con un consumo eléctrico elevado en la fase de Uso, está muy condicionada por el escenario definido para esta fase de vida.

En un análisis global se observa que como media un 97,6% de la carga ambiental total se origina en la fase de Uso/Mantenimiento dependiendo del indicador seleccionado. La fase de Producción (materias primas y fabricación) sólo es responsable del 2,1% de la carga total



Impacto ambiental medio de ciclo de vida de una prensa mecánica

El análisis del impacto ambiental medio de la prensa mecánica muestra la importancia de la fase de uso por lo que es de gran interés analizar los aspectos ambientales causantes de dicho impacto puesto que serán los aspectos a identificar como potenciales aspectos donde focalizar la mejora ambiental.



Desglose del impacto ambiental medio en fase de uso de una prensa mecánica

Se observa que el consumo de electricidad es el causante del 97,1% del impacto ambiental de la fase de uso seguido del consumo de aceites que supone una carga ambiental del 0,5%.

La siguiente tabla muestra los impactos producidos en cada fase de vida de la prensa mecánica clasificados según los 7 indicadores CML 2000 seleccionados:

| Categoría de impacto | Unidad | Total | Contribución (%) de cada fase de vida | | | |
|--------------------------------|----------------------------------|-------------------------|---------------------------------------|--------------|-------|-------------|
| | | | Producción | Distribución | Uso | Fin de vida |
| Agotamiento recursos abióticos | Kg Sb eq. | 1,08 x 10 ⁴ | 3,3% | 0,6% | 96,1% | 0,0% |
| Acidificación | Kg SO ₂ eq. | 6,91 x 10 ³ | 2,2% | 0,7% | 97,1% | 0,0% |
| Eutrofización | Kg PO ₄ eq. | 4,46 x 10 ² | 4,7% | 1,7% | 93,5% | 0,1% |
| Cambio Climático (GWP100) | Kg CO ₂ eq. | 1,55 x 10 ⁶ | 2,5% | 0,4% | 97,1% | 0,0% |
| Agotamiento capa de ozono | Kg CFC -11 eq. | 6,68 x 10 ⁻² | 1,9% | 2,4% | 95,7% | 0,0% |
| Toxicidad Humana | Kg 1,4 – DB eq. | 4,40 x 10 ⁵ | 6,6% | 0,5% | 92,9% | 0,0% |
| Oxidación fotoquímica | Kg C ₂ H ₄ | 2,93 x 10 ² | 7,9% | 0,6% | 91,5% | 0,0% |

Indicadores de impacto ambiental de una prensa mecánica

El análisis individual de las 7 categorías de impacto arroja como resultado que en el caso de una prensa mecánica, todos los indicadores señalan la fase de USO/Mantenimiento como la fase más importante desde un aspecto medioambiental. La carga ambiental de la fase de Uso (97,6%) se concentra en el consumo de electricidad.

El segundo impacto ambiental más importante, muy lejos del generado en la fase de Uso, se origina en la fase de producción y se centra en la fabricación de aceros.

3.5.- Prensa hidráulica

La caracterización del escenario para una prensa hidráulica es la siguiente:

| Parámetro | Escenario |
|-------------------|---|
| Vida útil | 15 años (aunque en la mayoría de los casos las prensas hidráulicas siguen trabajando en el mismo mercado una vez remodeladas o en un segundo mercado) |
| Turnos de trabajo | 1 turno al día (1.760 horas planificadas al año) |
| Horas de parada | 32% de las horas de trabajo por roturas y mantenimiento |
| Horas en Stand-by | 51% de las horas de trabajo (horas sin mecanizar) |

Descripción del escenario de ACV para una prensa hidráulica

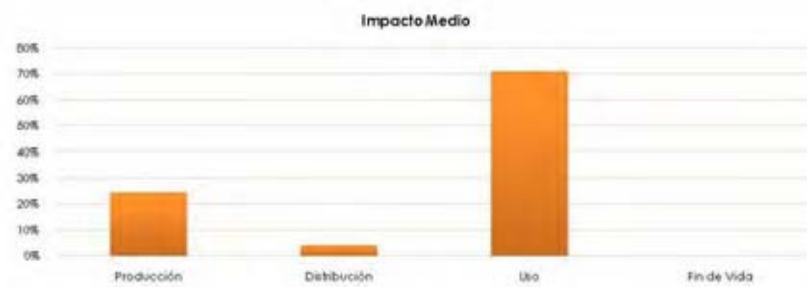
La siguiente tabla recoge el inventario ambiental de una prensa hidráulica para los principales procesos del ciclo de vida completo (fabricación y montaje, distribución, uso y mantenimiento y fin de vida)

| Inventario de Ciclo de Vida de la prensa hidráulica | | | | |
|---|---------|-----------------------|--------|------|
| Fase del ciclo de vida | Gráfico | Materiales | Q | % |
| Fabricación y montaje | | Acero | 348724 | 93,4 |
| | | Fundición | 20333 | 5,4 |
| | | Bronce | 1914 | 0,5 |
| | | Aluminio | 21 | 0,0 |
| | | Zinc | 1 | 0,0 |
| | | Plásticos | 1122 | 0,3 |
| | | Metaquilato | 0 | 0,0 |
| | | Pintura | 417 | 0,1 |
| | | Otros | 716 | 0,2 |
| | | Total Fabricación | 373248 | 100 |
| Distribución | | Carretera | | 30 |
| | | Marítimo | | 70 |
| | | Total Distribución | | 100 |
| Uso y mantenimiento | | Stand-by | 54 | 0,0 |
| | | Consumo principal | 1208 | 0,7 |
| | | Consumo auxiliar | 162500 | 99,2 |
| | | Total Uso | 163762 | 100 |
| Fin de vida | | Reciclaje metales | 370993 | 99 |
| | | Reciclaje plásticos | 1122 | 0 |
| | | Incineración/Landfill | 1133 | 0 |
| | | Total Fin de vida | 373248 | 100 |

Inventario de ACV para una prensa hidráulica

El comportamiento ambiental de una prensa hidráulica, al igual que todas las máquinas con un consumo eléctrico elevado en la fase de Uso, está muy condicionada por el escenario definido para esta fase de vida.

En un análisis global se observa que como media un 79,8% de la carga ambiental total se origina en la fase de Uso/Mantenimiento mientras la fase de Producción (materias primas y fabricación) es responsable del 17,8% de la carga total.



Impacto ambiental medio de ciclo de vida de una prensa hidráulica

El análisis del impacto ambiental medio de la prensa hidráulica muestra la importancia de la fase de uso por lo que es de gran interés analizar los aspectos ambientales causantes de dicho impacto puesto que serán los aspectos a identificar como potenciales aspectos donde focalizar la mejora ambiental.



Desglose del impacto ambiental medio en fase de uso de una prensa hidráulica

Se observa que **el consumo de electricidad es el causante del 79,7% del impacto ambiental de la fase de uso.**

La siguiente tabla muestra los impactos producidos en cada fase de vida de la prensa hidráulica clasificados según los 7 indicadores CML 2000 seleccionados:

| Categoría de impacto | Unidad | Total | Contribución (%) de cada fase de vida | | | |
|--------------------------------|----------------------------------|-------------------------|---------------------------------------|--------------|-------|-------------|
| | | | Producción | Distribución | Uso | Fin de vida |
| Agotamiento recursos abióticos | Kg Sb eq. | 2,64 x 10 ⁴ | 20,4% | 2,2% | 77,4% | 0,0% |
| Acidificación | Kg SO ₂ eq. | 1,66 x 10 ⁴ | 14,7% | 4,9% | 80,4% | 0,0% |
| Eutrofización | Kg PO ₄ eq. | 1,28 x 10 ³ | 37,1% | 7,2% | 55,4% | 0,3% |
| Cambio Climático (GWP100) | Kg CO ₂ eq. | 3,46 x 10 ⁶ | 17,8% | 2,3% | 79,8% | 0,1% |
| Agotamiento capa de ozono | Kg CFC -11 eq. | 1,48 x 10 ⁻¹ | 9,3% | 8,1% | 82,6% | 0,0% |
| Toxicidad Humana | Kg 1,4 – DB eq. | 1,19 x 10 ⁶ | 30,1% | 2,4% | 67,5% | 0,0% |
| Oxidación fotoquímica | Kg C ₂ H ₄ | 9,64 x 10 ² | 42,2% | 2,7% | 55,1% | 0,0% |

Indicadores de impacto ambiental de una prensa hidráulica

El análisis individual de las 7 categorías de impacto arroja como resultado que en el caso de una prensa hidráulica, todos los indicadores señalan la fase de USO/Mantenimiento como la fase más importante desde un aspecto medioambiente. **La carga ambiental de la fase de Uso (71,2%) se concentra en el consumo de electricidad.**

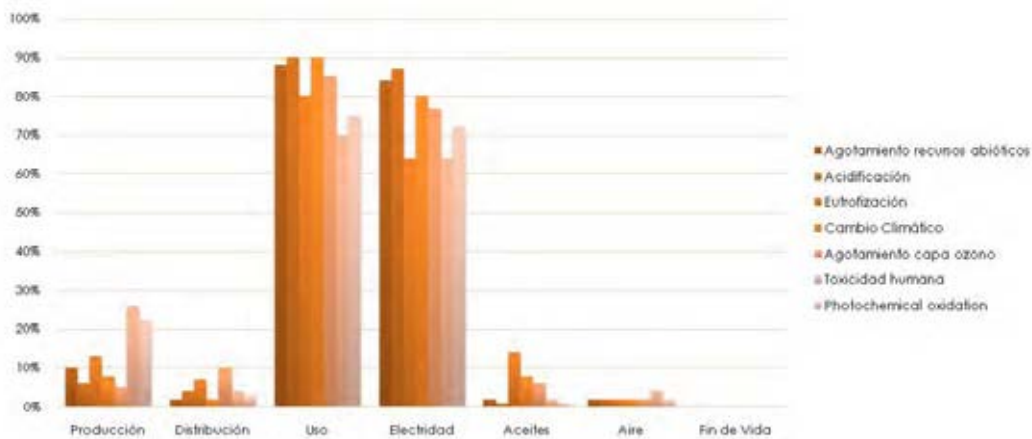
El **segundo impacto** ambiental más importante, muy lejos del generado en la fase de Uso, se origina en la fase de producción y se centra en la **fabricación de aceros.**

3.6.- Contribución de una máquina herramienta genérica a cada fase del ciclo de vida

El diagnóstico ambiental de las familias de máquinas-herramienta más representativas del sector en el país vasco ha mostrado que los impactos ambientales generados son similares para todas ellas, aunque cambia la magnitud de la contribución de cada máquina herramienta a cada impacto ambiental.

En el gráfico que se muestra a continuación la contribución de la máquina-herramienta para las siguientes fases de ciclo de vida:

- Producción
- Distribución
- Uso
- Fin de vida

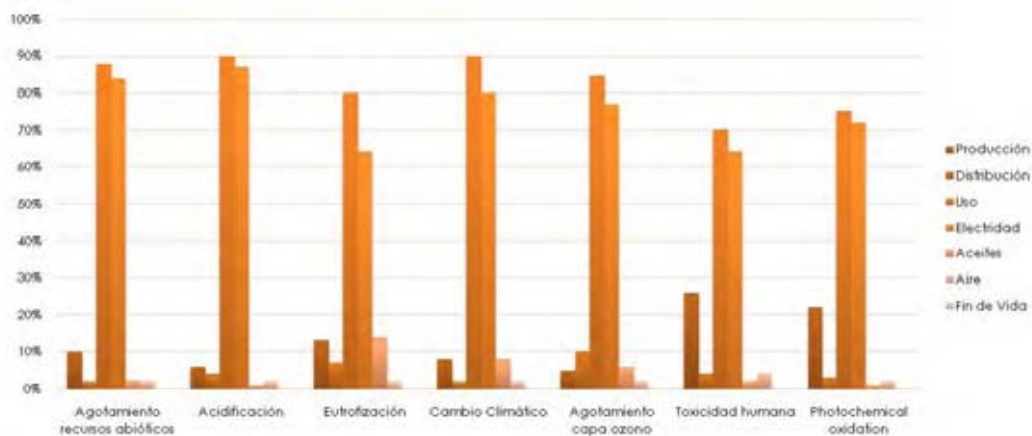


Impactos ambientales de la máquina-herramienta en sus fases de ciclo de vida

Puede observarse que la fase de uso es la fase de ciclo de vida con mayor contribución a todos los indicadores ambientales.

impactos ambientales, en la siguiente gráfica se va a proceder a desglosar la fase de uso para los siguientes aspectos: electricidad, aceites, taladrinas y aire comprimido

Con la finalidad de profundizar en la identificación de los aspectos con mayor contribución a los



Desglose impacto ambiental de la máquina-herramienta en fase de uso

En el gráfico anterior puede observarse que el consumo de electricidad es el aspecto ambiental con mayor contribución a todos los indicadores ambientales, aunque debe destacarse la

contribución del consumo de aceites a los indicadores de eutrofización, GWP y agotamiento de la capa de ozono.







4.1.- Introducción

Los principales motivos y razones que empujan a las empresas fabricantes de máquinas-herramienta a incorporar criterios ambientales a su proceso de diseño surgen tras el análisis que realiza la propia empresa de sus obligaciones legislativas y de las exigencias de unos clientes que, cada vez más, exigen un mayor compromiso de la empresa con el desarrollo sostenible.

El análisis de los factores motivantes supone un instrumento de apoyo al proceso de diseño porque

permite identificar los aspectos ambientales relacionados con cuestiones intangibles como pueden ser las necesidades de clientes, los requerimientos legales o la sensibilización ambiental de la organización, por ejemplo.

En este capítulo de la guía se realiza un análisis de los factores motivantes externos e internos con la finalidad de identificar los parámetros ambientales de carácter técnico a considerar para reducir los impactos ambientales asociados a los mismos.

4.2.- Análisis de los factores motivantes para el sector de máquinas-herramienta del País Vasco

Los factores motivantes del ecodiseño se agrupan como factores motivantes externos e internos.

| Principales factores motivantes | |
|---------------------------------|-------------------------|
| EXTERNOS | INTERNOS |
| Marco Legislativo | Calidad |
| Otras Normativas | |
| Mercado (Demandas clientes) | Imagen de la empresa |
| Competencia | Costes |
| Entorno social | Innovación |
| Organizaciones sectoriales | Compromiso ambiental |
| Proveedores | Motivación del personal |
| Relación de factores motivantes | |

A continuación se realiza un análisis de cada factor motivante con la finalidad de identificar los aspectos ambientales asociados a cada uno de ellos para ser evaluados y establecer si deben ser considerados en el pliego de condiciones.

4.2.1. – Factores motivantes externos

Marco legislativo y otras normativas

En principio, el cumplimiento legislativo es un aspecto obligatorio para todas las empresas y, por tanto, más que un factor motivador debería ser considerado como un requisito a cumplir por las empresas.

Sin embargo, cuando hablamos de marco legislativo, en este caso legislación aplicable al sector de máquinas-herramienta, se debe distinguir, por una lado, la legislación y normas en vigor (entre las que, a su vez, deben distinguirse las que son de obligado cumplimiento de las que son de carácter voluntario) y, por el otro lado la legislación futura (que aún no está en vigor pero cuya aplicación se prevé en breve).

Legislación y normativa en vigor

En este apartado, que agrupa a las disposiciones ya aprobadas y en vigor aplicables al sector de máquinas-herramienta, debe diferenciarse entre la normativa de carácter obligatorio y la de carácter voluntario.

Respecto a las disposiciones de obligado cumplimiento, éstas pueden dividirse por distintas materias: industria, seguridad, medio ambiente, etc. y, a su vez, puede ser agrupadas en base a cada una de las fases de la vida útil de la Máquina Herramienta:



| FASE | Legislación aplicable |
|-------------|---|
| Diseño | <ul style="list-style-type: none"> - RD 1644/2008 Se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de máquinas - RD 1435/92 Requisitos esenciales sobre seguridad y salud en máquinas de aplicación a la Directiva 890/392/CEE - RD 1495/1991 dicta las disposiciones de aplicación de la Directiva 87/404/CEE sobre recipientes a presión simples - Directiva 2006/95/CE sobre el material eléctrico destinado a utilizarse con determinados límites de tensión - Resolución 14/10/2002 por la que se hacen públicas las normas armonizadas sobre las exigencias de seguridad de material eléctrico destinado a ser utilizado en determinados límites de tensión - Resolución 07/10/2005 que actualiza el Anexo I de la Resolución 14/10/2002 - Orden 08/04/1991, aprueba la ITC MASG-SM-1 del Reglamento de seguridad en las máquinas - UNE EN ISO 12100. Seguridad en las máquinas. Conceptos básicos, principios generales para el diseño - EN 60204-1 Equipo eléctrico de las máquinas - UNE EN 982. Requisitos de seguridad para sistemas y componentes para transmisiones hidráulicas y neumáticas. Hidráulica - UNE EN 983. Requisitos de seguridad para sistemas y componentes para transmisiones hidráulicas y neumáticas. Neumática |
| Fabricación | <ul style="list-style-type: none"> - Ley 3/98 general de protección del medio ambiente del País Vasco - Ley 10/98 de Residuos - Decreto 49/2009 que regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero y la ejecución de los rellenos - Ley 11/97 de Envases - RD 252/2006, se renuevan los objetivos de reciclado y valorización de la Ley 11/97 - RD 117/2003 de Emisiones de COV's - RD 379/2001 de Almacenamiento de productos químicos - Ley 34/2007 de la calidad del aire y protección de la atmósfera |
| Uso | <ul style="list-style-type: none"> - Ley 3/98 General de protección del medio ambiente del País Vasco - Ley 10/98 de Residuos - Decreto 49/2009 por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero y la ejecución de los rellenos - Ley 34/2007 de la calidad del aire y protección de la atmósfera |
| Fin de vida | <p>No existe legislación vigente de aplicación a máquinas al final de su vida útil lo que no quiere decir que en un futuro próximo no se desarrolle ya que toda la responsabilidad sobre la gestión de las máquinas al final de su vida útil está recayendo sobre los fabricantes.</p> |

Disposiciones de obligado cumplimiento para el sector de máquina herramienta

CONCLUSIÓN

Estas disposiciones de obligado cumplimiento ya están incorporadas al proceso de diseño de máquinas-herramienta por lo que en la actualidad no se observan aspectos ambientales asociados a este factor motivante.

Otras normativas de carácter voluntario

Además, existe otro tipo de Normativas de carácter voluntario que también actúan como factores motivantes para el ecodiseño. Algunas de estas Normas Certificables serían:

- UNE 150.301 de ecodiseño
- ISO 9.001 de calidad
- ISO 14.001 de sistema de gestión medioambiental
- Ekoscan 2004 de sistema de gestión de la mejora ambiental
- EMAS registro europeo
- ISO 14.020 de etiquetado ecológico y declaraciones medioambientales

- EN 60.204-1 equipo eléctrico de las máquinas
- UNE EN 983 requisitos de seguridad para sistemas y componentes para transmisiones hidráulicas y neumáticas. - Neumática.

El aspecto común de todas estas normas es su carácter voluntario. Habitualmente, la posible implantación y posterior certificación bajo estas normas responde a la estrategia que cada empresa se marque y, en la mayoría de los casos, viene marcado por una fuerte exigencia del mercado y la necesidad de "diferenciarse" de la competencia con una imagen de empresa comprometida con el medio ambiente.

CONCLUSIÓN

Este factor motivante ya está interiorizado en el sector de fabricantes de máquinas-herramienta por lo que no se observan aspectos ambientales asociados al mismo.



Legislación futura

Al hablar de legislación futura nos referimos a aquellas disposiciones legislativas que aún o no están en vigor o que todavía no existen exigencias legales para el sector, pero cuya entrada en vigor va suponer nuevos requisitos de obligado cumplimiento.

Para el caso de la Directiva 2005/32/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 6 de julio de 2005, incorporada a la legislación española mediante el Real Decreto 1369/2007 (legislación vigente pero que todavía no tiene definidas las

exigencias legales para el sector), por la que se instaura un marco para el establecimiento de requisitos de diseño ecológico aplicables a productos que utilizan energía (PUE). En base a esta normativa, las máquinas-herramienta han sido seleccionadas como PUE prioritario tipo "A" y ya se ha iniciado el procedimiento para definir medidas de ejecución concretas para estos productos. Por lo tanto, las empresas fabricantes de máquinas-herramienta disponen de un plazo de unos cinco años para aplicar la variable ambiental en el diseño de sus productos.

CONCLUSIÓN

La existencia de requisitos de ecodiseño para las máquinas herramienta es cuestión de tiempo. Tendrán por objeto mejorar el comportamiento ambiental de las máquinas-herramienta en cuanto al consumo de energía en su fase de uso.

Se requerirá a los fabricantes de máquinas-herramienta que a la hora de diseñar sus productos contemplen la **reducción del consumo de energía en fase de uso** como elemento de entrada al proceso de diseño.

Mercado: Demandas de clientes

Los clientes del sector de máquinas-herramienta demandan la aplicación de criterios ambientales en aspectos como: una mayor eficiencia energética de la máquina, una reducción de las posibles dimensiones de la máquina o la posibilidad de reducir el consumo de consumibles, como aceites, taladrinas o elementos filtrantes durante toda su vida útil.

Todos estos aspectos deben ser contemplados en la fase de diseño del producto, por tanto, las exigencias de un mercado cada día más exigente son, sin duda, uno de los motivos principales para aplicar el ecodiseño en el sector de máquinas-herramienta.

Debe mencionarse que empresas como Renault o Ford están exigiendo a sus proveedores el análisis de costes de ciclo de vida de sus productos.

CONCLUSIÓN

Desde el análisis de las demandas de clientes se perciben los siguientes aspectos ambientales: **reducción del consumo de energía en fase de uso, la reducción de las dimensiones de las máquinas y la reducción del consumo de consumibles y en general la reducción del análisis de costes de ciclo de vida.**

Competencia

Ser "diferentes", "ofrecer un producto con un mayor valor añadido", son cualidades necesarias para asegurar la supervivencia de los fabricantes de máquinas-herramienta, máxime cuando se trata de un sector que exporta el 70% de su producción.

En la Feria Internacional de la Máquina Herramienta de Japón celebrada a finales del año 2008 pudo observarse que los fabricantes de máquinas-

herramienta japoneses incorporan aspectos ambientales asociados al consumo de energía de sus máquinas en fase de uso y las dimensiones de las máquinas como elementos de marketing de sus máquinas. Esta circunstancia crea la necesidad para los fabricantes de máquinas-herramienta de la CAPV de mostrar a sus clientes los resultados de mejora del comportamiento ambiental a lo largo del Ciclo de Vida de sus productos.

CONCLUSIÓN

Tras el análisis de la competencia se identifican los siguientes parámetros de carácter técnico como elementos de entrada para el proceso de diseño de máquinas herramienta: **reducción del consumo de energía en fase de uso y la reducción de las dimensiones de las máquinas.**



Entorno social

Ante la problemática del calentamiento global y la degradación de nuestro entorno, la sociedad demanda al tejido industrial un compromiso mayor para la defensa del medio ambiente.

El sector de máquinas-herramienta, consciente de la sensibilización ambiental de su entorno social, adoptó la decisión de complementar los Sistemas de Gestión de la Calidad con Sistemas de Gestión

Ambiental que abarcan la totalidad del proceso de producción, logrando de este modo dar respuesta a los principales impactos ambientales asociados a los procesos de fabricación de las máquinas-herramienta.

En la actualidad, desde el entorno social no se perciben inquietudes ambientales adicionales.

CONCLUSIÓN

Tras el análisis del Entorno Social no observan aspectos ambientales asociados al mismo

Organizaciones sectoriales

El sector de máquinas-herramienta cuenta con una organización sectorial AFM (Asociación de fabricantes de máquinas-herramienta) cuya labor se centra en fomentar la competitividad de sus asociados potenciando el crecimiento del sector, todo ello defendiendo los intereses de sus asociados.

Además, el sector cuenta con INVEMA que es la Fundación de Investigación de Máquina Herramienta creada por los fabricantes de máquinas-herramienta asociados a AFM, con la finalidad de fomentar el desarrollo del sector mediante la prestación de servicios tecnológicos y servicios avanzados de gestión que cubran sus necesidades.

En la presentación del Plan Estratégico del sector de máquinas-herramienta 2009-2012 realizado por AFM en abril de 2009, se identificó como reto a medio plazo:

Fabricantes con producto muy especializado: lograr el crecimiento de la actividad con un enfoque a sector/nicho (aeronáutica, energía, ferrocarril y/o automoción) para fabricantes con producto muy especializado, donde destacarse el elevado nivel de exigencia ambiental de estos sectores hacia sus proveedores,

Fabricantes con producto estándar: caminar hacia la personalización con un enfoque geográfico.

Desde AFM/INVEMA se insiste en que no debe olvidarse que estos retos deberán lograrse teniendo en consideración la Directiva EuP para las máquinas-herramienta por su carácter de obligado cumplimiento.

CONCLUSIÓN

Desde las organizaciones sectoriales se identifica el **consumo de energía en fase de uso** como parámetros técnicos a considerar como elemento de entrada del proceso de diseño

Proveedores

Los proveedores son un eslabón fundamental en la cadena de la producción, ya que en la medida que puedan ofrecer productos con un desarrollo tecnológico, de mayor calidad y más eficientes, las empresas fabricantes de máquinas-herramienta podrán producir productos con mayor valor añadido.

El diseñador de máquinas-herramienta está habituado a mantener un contacto directo con sus

proveedores con la finalidad de asegurar el cumplimiento de las normas de calidad, seguridad, funcionalidad de las máquinas-herramienta que diseña.

Desde el análisis de los proveedores se perciben la reducción del consumo eléctrico de todos los componentes como inquietudes ambientales a considerar en el proceso de diseño.

CONCLUSIÓN

Se identifica el **consumo de energía en fase de uso** como aspecto ambiental a considerar como elemento de entrada del proceso de diseño

4.2.1. – Factores motivantes internos

Calidad

Fabricar un producto de calidad continúa siendo la premisa fundamental para mantenerse en el mercado. Ofrecer un producto de calidad implica transmitir otra serie de valores como fiabilidad, control, seguridad, etc. que los clientes asocian con el producto y con su fabricante.

Hoy en día no deberían obviarse las consideraciones ambientales al tener en cuenta la calidad de un

producto. El ecodiseño puede dar respuesta a esta demanda, ya que integra perfectamente los requisitos de calidad de un producto con los aspectos ambientales, como pueden ser los requisitos para reducir el nivel sonoro de las máquinas, el uso racional de materiales para lograr una reducción de pesos (bancadas, chapas, carros, etc) por ejemplo

CONCLUSIÓN

Tras el análisis de la calidad se observa la existencia del **ruido y vibraciones, reducción de pesos** como parámetros de carácter técnico a incorporar como elemento de entrada del proceso de diseño

Imagen de la empresa

El sector de máquinas-herramienta, durante los últimos años, ha orientado la innovación hacia objetivos que influyan o mejoren su imagen de empresa y marca, así como la percepción de la calidad de sus productos, sin dejar de lado la incorporación de criterios ambientales a los mismos, lo que le facilita su penetración en mercados más sensibilizados ambientalmente.

En la actualidad la imagen de la empresa ha estado condicionada por factores asociados a la calidad y

seguridad del producto, aunque esta situación puede cambiar una vez que desde la Comisión Europea se definan las medidas de ejecución aplicables a las máquinas-herramienta de acuerdo a la Directiva EuP.

Por ello, aquellas empresas que hayan avanzado en la incorporación de medidas para reducir el consumo energético de sus productos mejorarán su imagen de empresa comprometida con el desarrollo sostenible.

CONCLUSIÓN

Tras el análisis de la imagen de empresa se identifican **reducción del consumo de energía en fase de uso, la reducción de las dimensiones de las máquinas y la reducción del consumo de consumibles y en general la reducción del análisis de costes de ciclo de vida** como parámetros técnicos a considerar como elementos de entrada del proceso de diseño

Costes

La reducción de costes es uno de los factores motivantes de mayor relevancia para la toma de decisiones en cuanto a los cambios o mejoras a introducir en los productos.

En la actualidad ya existen clientes del sector que demandan máquinas-herramienta con un menor coste de ciclo de vida como parámetro fundamental en la toma de decisión de compra.

Los parámetros técnicos prioritarios para la reducción de los costes de ciclo de vida que se han barajado son los siguientes:

- Reducción del consumo de energía
- Mejora de la fiabilidad
- Mejora de la mantenibilidad
- Reducción del consumo de consumibles
- Reducción de tiempos muertos

Cabe resaltar que las medidas para la reducción de los costes de ciclo de vida pueden tener una repercusión inicial económica negativa. Pero de forma indirecta, la mayoría de las inversiones encaminadas a reducir el coste de ciclo de vida de las máquinas-herramienta, tienen un impacto beneficioso en el medio ambiente.

CONCLUSIÓN

Tras el análisis del factor motivante costes se observa la existencia de los siguientes parámetros específicos de carácter técnico a incorporar como elementos de entrada del proceso de diseño: **reducir el consumo de energía, reducir el consumo de consumibles como aire, agua, taladrinas, filtros, etc**



Innovación

El sector de máquinas-herramienta se caracteriza por haber interiorizado la innovación tecnológica como elemento fundamental para competir en el mercado global, al entender que la mejora de la calidad, eficiencia, seguridad, fiabilidad o imagen es imprescindible para fabricar productos competitivos.

La productividad, el incremento de funciones a menor coste y la seguridad han sido las inquietudes prioritarias del sector en los últimos años pero la designación de las máquinas-herramienta como

producto prioritario de la Directiva EuP ha creado una nueva inquietud asociada al consumo de energía de las máquinas-herramienta.

El sector de máquinas-herramienta dedica como media el 6% de su facturación a actividades de I+D+i y se distingue por la calidad de sus productos y por su gran conocimiento técnico a la hora de fabricarlo, lo que les confiere una gran capacidad para adaptarse fácilmente a nuevas demandas o necesidades

CONCLUSIÓN

Tras el análisis del factor motivante innovación se identifica el consumo de energía como parámetro técnico a considerar como elemento de entrada del proceso de diseño

Compromiso ambiental

El sector de máquinas-herramienta ha implantado y certificado Sistemas de Gestión Ambiental en sus instalaciones productivas como herramienta para asegurar una fabricación respetuosa con el medio ambiente.

La máquina-herramienta es un sector que se caracteriza por la elevada relación o interacción

hombre-máquina del usuario u operario. Esto hace que el compromiso ambiental del sector se oriente hacia la fabricación de máquinas que mejoren localmente el ambiente del puesto de trabajo, orientando sus esfuerzos hacia las nieblas de aceite o el tratamiento de taladrinas y aceites.

CONCLUSIÓN

Tras el análisis del compromiso ambiental se detecta la **depuración de nieblas de aceite y el tratamiento de taladrinas y aceites para reducir su consumo** como parámetros específicos de carácter técnico a incorporar como elemento de entrada del proceso de diseño

Motivación del personal

El sector de máquinas-herramienta es fabricante y usuario de las máquinas que fabrica, por lo que el personal está muy sensibilizado e involucrado en la incorporación de mejoras relacionadas con aspectos como la ergonomía, seguridad, mantenimiento o limpieza por ejemplo.

Las principales inquietudes de los empleados como usuarios de las máquinas-herramienta son la depuración de nieblas de aceite, optimizar el tratamiento de taladrinas y aceites usados y reducir el mantenimiento

CONCLUSIÓN

Tras el análisis de la motivación del personal se detectan los siguientes aspectos ambientales: **depuración de nieblas de aceite, optimizar el tratamiento de taladrinas y reducir el mantenimiento.**

4.3.- Evaluación de los aspectos ambientales o parámetros técnicos identificados

Del análisis de los factores motivantes externos e internos se han identificado los aspectos ambientales o parámetros de carácter técnico que puede ser necesario incorporar al proceso de diseño.

Una vez identificados los aspectos ambientales, es necesario definir unos criterios que permitan establecer su significancia para seleccionar aquellos que deben ser considerados en el pliego de condiciones del nuevo producto.

En la siguiente tabla resumen se recogen los aspectos ambientales asociados a cada factor motivante analizado.

| Factores motivantes externos | | Aspecto ambiental / Parámetro técnico |
|------------------------------|------------------------|---|
| Marco Legislativo | Directiva Eup | - Consumo de energía en la fase de uso |
| Mercado | Coste de ciclo de vida | - Consumo de energía en la fase de uso - Consumo consumibles: taladrinas, aceites y filtros - Depuración nieblas de aceite - Dimensiones máquina |
| Competencia | Directiva Eup | - Consumo de energía en la fase de uso |
| Entorno social | ---- | ---- |
| Organizaciones sectoriales | Directiva Eup | - Consumo de energía en la fase de uso |
| Proveedores | ---- | ---- |

| Factores motivantes internos | | Aspecto ambiental / Parámetro técnico |
|------------------------------|---------------------------------|---|
| Calidad | ---- | - Ruidos y vibraciones - Reducción de pesos |
| Imagen | Coste de ciclo de vida | - Consumo de energía en la fase de uso - Consumo consumibles: taladrinas, aceites y filtros - Depuración nieblas de aceite - Dimensiones máquina |
| Costes | Coste de fabricación | - Consumo de energía en la fase de uso - Pinturas sin disolventes - Dimensiones máquina - Consumo consumibles: taladrinas, aceites y filtros |
| Innovación | Directiva EuP | - Consumo de energía en la fase de uso |
| Compromiso ambiental | Calidad en el puesto de trabajo | - Depuración nieblas de aceite - Optimizar tratamiento taladrinas y aceites |
| Motivación del personal | Calidad en el puesto de trabajo | - Depuración nieblas de aceite - Optimizar tratamiento taladrinas y aceites |

Aspectos ambientales asociados a los factores motivantes del sector

Los aspectos ambientales o parámetros técnicos identificados tras el análisis de los factores motivantes son los siguientes:

- Consumo de energía en fase de uso
- Nieblas de aceite
- Consumo de aceites y taladrinas
- Consumo de filtros
- Dimensiones de la máquina
- Pinturas sin disolventes
- Ruido y vibraciones
- Reducción de pesos

Estos parámetros deben evaluar en función de unos criterios que permitan evaluar su significancia

obteniéndose como resultado los aspectos ambientales que deben incorporarse al pliego de condiciones.

Los criterios de evaluación de aspectos para el sector de máquinas-herramienta establecidos son los siguientes:

- Coste de ciclo de vida de la máquina-herramienta
- Implicaciones técnicas
- Horizonte temporal de aplicación
- Crear o asegurar mercado
- Imagen de marca o producto
- Calidad en el puesto de trabajo
- Mantenibilidad



Estos siete criterios de evaluación se van a clasificar en criterios clave y criterios generales con la finalidad de ponderar los aspectos que la empresa considere que son los más relevantes.

| Criterios clave | Criterios generales |
|-------------------------------------|---------------------------------|
| Coste de ciclo de vida | Crear o asegurar mercado |
| Implicaciones técnicas | Imagen de marca o producto |
| Horizonte temporal | Calidad en el puesto de trabajo |
| | Mantenibilidad |
| Criterios de evaluación de aspectos | |

Para realizar una evaluación objetiva de la relevancia de cada aspecto ambiental se formula la siguiente pregunta ¿Cuál es la relevancia de cada aspecto ambiental respecto a cada uno de los criterios de evaluación establecidos?. La respuesta se valorará de 1 a 5 puntos.

| Criterio | Valoración | |
|---------------------------------|---------------------|-------------------|
| Coste de ciclo de vida | Alto 1 punto | Bajo 5 puntos |
| Implicaciones técnicas | Alto 1 punto | Bajo 5 puntos |
| Horizonte temporal | Cercano 5 puntos | Lejano 1 punto |
| Crear o asegurar mercado | Mucho 5 puntos | Poco 1 punto |
| Imagen de marca o producto | Mucho 5 puntos | Poco 1 punto |
| Calidad en el puesto de trabajo | Mucho 5 puntos | Poco 1 punto |
| Mantenibilidad | Poco 5 puntos | Mucho 1 punto |

Escala de valoración de la contribución de cada aspecto

Para evaluar la significancia de los aspectos ambientales deberá realizarse una ponderación en función de que el criterio de aplicación sea un criterio clave o un criterio general, de forma que cada punto de criterio clave se multiplicará por 2 y cada punto de criterio general se multiplicará por 1.

Para obtener la significancia de los aspectos se aplicará la siguiente fórmula matemática:

$$\text{Significancia} = 2 \times \sum \text{valor criterio clave} + 1 \times \sum \text{valor criterio general}$$

Los resultados obtenidos tras la valoración se recogen en la siguiente tabla resumen.

| ASPECTOS AMBIENTALES | Criterios clave | | | Criterios generales | | | | Significancia |
|-----------------------------------|------------------------|------------------------|--------------------|--------------------------|----------------------------|---------------------------------|----------------|---------------|
| | Coste de ciclo de vida | Implicaciones técnicas | Horizonte temporal | Crear o asegurar mercado | Imagen de marca o producto | Calidad en el puesto de trabajo | Mantenibilidad | |
| Consumo de energía en fase de uso | 5 | 3 | 5 | 1 | 3 | 4 | 1 | 35 |
| Nieblas de aceite | 2 | 3 | 2 | 5 | 3 | 2 | 1 | 25 |
| Dimensiones de máquina | 3 | 1 | 3 | 1 | 3 | 3 | 1 | 22 |
| Consumo de aceites y taladrinas | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 31 |
| Pintura sin disolventes | 1 | 2 | 3 | 1 | 1 | 3 | 1 | 18 |
| Consumibles de filtración | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 3 | 5 | 30 |
| Ruidos y vibraciones | 2 | 3 | 5 | 5 | 3 | 3 | 2 | 23 |
| Reducción de pesos | 2 | 1 | 2 | 2 | 3 | 2 | 1 | 18 |

Significancia de los aspectos ambientales asociados a los factores motivantes para el sector de máquinas-herramienta



De la evaluación realizada se desprende que los aspectos ambientales asociados a los factores motivantes a los que el diseñador de máquinas-herramienta debe dar respuesta son los siguientes:

- Consumo de energía en fase de uso
- Consumo de aceites y taladrinas
- Consumo de consumibles de filtración
- Nieblas de aceite
- Dimensiones de máquina

Los requisitos ambientales a incluir en el pliego de condiciones serán los siguientes:

1. Reducir el consumo de electricidad en fase de uso
2. Reducir el consumo de aceites y taladrinas
3. Reducir o eliminar los consumibles de filtración
4. Eliminar las nieblas de aceite
5. Reducir las dimensiones de la máquina

RECOMENDACIÓN

En caso de que una empresa quiera realizar su propia evaluación de aspectos ambientales deberá:

1. identificar los aspectos ambientales asociados a los factores motivantes
2. agrupar los aspectos ambientales identificados
3. definir unos criterios de evaluación de aspectos ambientales a los que se quiere dar respuesta con el Ecodiseño
4. evaluar los aspectos ambientales y seleccionar los aspectos ambientales prioritarios
5. incorporar los criterios ambientales priorizados al pliego de condiciones del producto
6. seleccionar las ideas de mejora o medidas de ecodiseño que den respuesta a los aspectos ambientales priorizados







En base a la información recopilada en los capítulos anteriores y a través del diagnóstico ambiental, la identificación de los factores motivantes y del conocimiento técnico recogido en experiencias previas y publicaciones, se han desarrollado una serie de estrategias o medidas de Ecodiseño aplicables a los productos del sector de máquina herramienta.

Se trata pues de una recopilación de medidas de Ecodiseño, donde se recoge la Etapa del Ciclo de vida del producto afectada, la estrategia de Ecodiseño en la que se incide, las implicaciones técnicas, económicas y ambientales y un ejemplo aproximado de su aplicación.

Cada una de las estrategias de ecodiseño sigue la siguiente estructura:

- Código y título de la medida de diseño
- Estrategias de ecodiseño
- Descripción de la medida
- Implicaciones técnicas
- Implicaciones económicas
- Implicaciones ambientales
- Ejemplo de aplicación de la medida
- Referencias

5.1.- Código y título de la medida de diseño

Se identifica la medida con el código así como con el nombre de la medida y la estrategia de ecodiseño en la que se incluye. Además se indica el tipo de medida que es, si general o específica.

Cada una de las fichas o medidas dispone de un código que las identifica. Dicho código se compone de dos letras que hacen referencia al tipo de máquina-herramienta para la que es aplicable y una numeración que indica el orden de la ficha

| Código | Tipo de máquina herramienta |
|--------|--|
| CM-XX | Comunes a todas las máquinas-herramienta |
| TFR-XX | Torno-Fresadora-Rectificadora |
| TF-XX | Torno-Fresadora |
| T-XX | Torno |
| F-XX | Fresadora |
| R-XX | Rectificadora |
| PMH-XX | Prensas Mecánicas e Hidráulicas |
| PM-XX | Prensas Mecánicas |

Codificación de las medidas de ecodiseño



5.2.- Estrategias de ecodiseño

En este apartado de la ficha se identifica la estrategia en la que está incluida la medida, sobre que etapa tiene mayor incidencia, especificando la mejora ambiental más significativa que se consigue con la aplicación de la misma.



Descripción de la medida

En este apartado se incluye una breve descripción de la medida especificando el objetivo que se pretende alcanzar con la aplicación de la misma.

Implicaciones técnicas

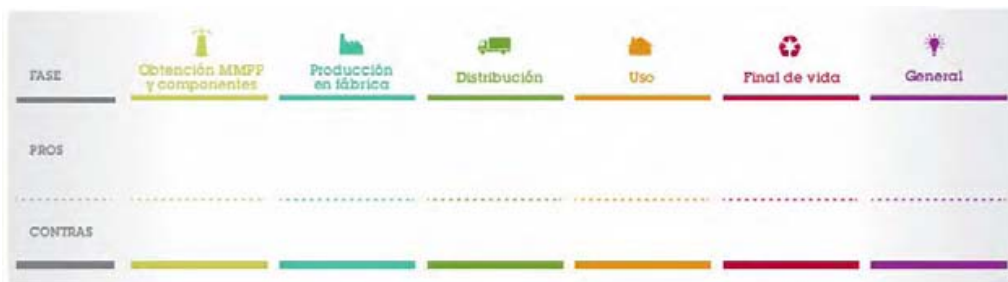
En este apartado se indican las implicaciones técnicas derivadas de la aplicación de la medida de diseño (por ejemplo la necesidad de realizar cambios en el proceso de fabricación, la búsqueda de nuevos proveedores, etc.). Las implicaciones técnicas que se enumeran en este apartado son de carácter general por lo que cada empresa en particular deberá evaluar cuáles son las implicaciones técnicas que le aplican.

Implicaciones económicas

En este apartado se indican las implicaciones económicas derivadas de la aplicación de la medida de diseño (por ejemplo la necesidad de realizar inversiones en nueva maquinaria, beneficios económicos que pueden conseguirse mediante la aplicación de la medida, etc.). Las implicaciones económicas que se enumeran en este apartado son de carácter general por lo que cada empresa en particular deberá evaluar cuáles son las implicaciones económicas dependiendo del tipo de producto que se trate.

Implicaciones ambientales

En este apartado se identifica la influencia que tiene la implantación de la medida respecto al medioambiente. Esta influencia puede ser tanto positiva como negativa y además puede incidir en distintas etapas del ciclo de vida del producto.



Ejemplo de aplicación de la medida

En los casos que sean posibles, se incluirá un caso práctico real de la aplicación de la medida. En este apartado se incluirá el nombre de la empresa donde se ha implantado la medida, así como una breve descripción del producto sobre el que se ha aplicado la misma, así como los resultados obtenidos a través de la misma.

Referencias

Referencias bibliográficas, legales y normativas consultadas para completar la ficha.



| CODIGO | ESTRATEGIA | MEDIDA | APLICABLE A: | OBTENCION MATERIAS PRIMAS | PRODUCCION | DISTRIBUCION | USO | FIN DE VIDA | GENERAL |
|--------|--|---|--------------|---------------------------|------------|--------------|-----|-------------|---------|
| CM-01 | Seleccionar materiales de bajo impacto | Utilizar fundición nodular en vez de fundición gris, sobre todo en partes móviles | General | X | | | X | | |
| CM-02 | Seleccionar materiales de bajo impacto | Utilización de aceites biodegradables para engrase de los diversos componentes | General | X | | | X | | |
| CM-03 | Seleccionar materiales de bajo impacto | Evitar el uso de pinturas con componentes tóxicos | General | X | X | | | | |
| CM-04 | Seleccionar materiales de bajo impacto | Pintura al agua para el acabado de la máquina herramienta | General | X | | | X | | |
| CM-05 | Reducir el uso de material | Reducción de material en la parte fija | General | X | | X | | | |
| CM-06 | Reducir el uso de material | Usar tecnologías de fabricación directa para la fabricación de prototipos y para características especiales | General | X | X | | | | |
| CM-07 | Reducir el impacto ambiental en la fase de utilización | Utilización de guías autolubricadas | General | | | | X | | |
| CM-08 | Reducir el impacto ambiental en la fase de utilización | Utilización de sustentación magnética en accionamientos lineales | General | | | | X | | |
| CM-09 | Reducir el impacto ambiental en la fase de utilización | Usar sistemas de stand-by para permitir una reducción del consumo mientras la máquina no está operando | General | | | | X | | |
| CM-10 | Reducir el impacto ambiental en la fase de utilización | Integrar sistemas de monitorización y control del proceso | General | | | | X | | |
| CM-11 | Reducir el impacto ambiental en la fase de utilización | Utilización de motores síncronos | General | | | | X | | |
| CM-12 | Reducir el impacto ambiental en la fase de utilización | Usar variadores de velocidad a poder ser reversibles | General | | | | X | | |
| CM-13 | Reducir el impacto ambiental en la fase de utilización | Seleccionar guías de baja fricción (reducir rozamientos) | General | | | | X | | |
| CM-14 | Reducir el impacto ambiental en la fase de utilización | Sustituir en lo posible los accionamientos hidráulicos o neumáticos por electrónicos | General | | | | X | | X |
| CM-15 | Reducir el impacto ambiental en fase de utilización | Optimizar el sistema de refrigeración del armario eléctrico | General | | | | X | | |
| CM-16 | Reducir el impacto ambiental en la fase de utilización | Utilizar sistemas de convección natural como sistema de refrigeración | General | | | | X | | |
| CM-17 | Reducir el impacto ambiental en fase de utilización | Iluminación de bajo consumo | General | | | | X | | |
| CM-18 | Reducir el impacto ambiental en la fase de utilización | Dimensionar los cojinetes hidrostáticos bajo criterio de potencia consumida mínima | General | | | | X | | |



| CODIGO | ESTRATEGIA | MEDIDA | APLICABLE A: | OBTENCION MATERIAS PRIMAS | PRODUCCION | DISTRIBUCION | USO | FIN DE VIDA | GENERAL |
|--------|--|---|------------------------|---------------------------|------------|--------------|-----|-------------|---------|
| CM-19 | Reducir el impacto ambiental en la fase de utilización | Implementar software de mantenimiento predictivo para reducir las paradas de la máquina-herramienta | General | | | | X | | X |
| CM-20 | Reducir el impacto ambiental en la fase de utilización | Usar actuadores activos o pasivos para eliminar ruido y vibraciones | General | | | | X | | |
| CM-21 | Optimizar el sistema de fin de vida | Diseño de máquinas reconfigurables para diferentes procesos productivos | General | | | | | X | |
| CM-22 | Optimizar el sistema de fin de vida | El retrofitado alarga el ciclo de vida de la máquina-herramienta | General | X | X | | | X | |
| CM-23 | Optimizar la función | Permitir la integración modular de elementos multifuncionales | General | | | | | | X |
| F-01 | Seleccionar materiales de bajo impacto | Sustitución de rodamientos por cojinetes magnéticos | Fresadora | X | | | | | |
| F-02 | Reducir el impacto ambiental en la fase de utilización | Instalar técnicas de variación de la velocidad del cabezal (SSV) | Fresadora | | | | X | | |
| PM-01 | Reducir el impacto ambiental en la fase de utilización | Eliminación de la fricción del embragado en la medida de lo posible | Prensas de estampación | | | | X | X | |
| PM-02 | Reducir el impacto ambiental en la fase de utilización | Ajuste correcto de la regulación del carro y el troquel en prensas mecánicas | Prensas de estampación | | | | X | X | X |
| PM-03 | Reducir el impacto ambiental en la fase de utilización | Ajuste correcto/instalación de los equilibradores en la prensa | Prensas de estampación | | | | X | X | X |
| PM-04 | Reducir el impacto ambiental en la fase de utilización | Ajuste correcto/instalación de sistemas que monitorizan y evitan las sobrecargas | Prensas de estampación | | | | X | X | X |
| PM-05 | Reducción el impacto ambiental en la fase de utilización | Ajuste y correcta instalación de sistemas que permitan reducir el nivel sonoro de la | Prensas de estampación | | | | X | X | X |
| PMH-01 | Seleccionar materiales de bajo impacto | Cambio de tipo de material en los elementos auxiliares de la prensa | Prensas de estampación | X | | X | X | X | |
| PMH-02 | Seleccionar materiales de bajo impacto | Incrementar el uso de materiales más ligeros | Prensas de estampación | X | X | X | | X | |
| PMH-03 | Reducción de peso | Reducción de peso en el material de la parte móvil de la prensa | Prensas de estampación | X | X | X | X | X | |
| PMH-04 | Reducir el uso de material | Utilizar materiales reutilizados/reciclados | Prensas de estampación | X | | | | X | |
| PMH-05 | Reducir el uso de material | Reducción de peso en el material de la parte fija de la prensa | Prensas de estampación | X | X | X | | X | |
| PMH-06 | Reducir el uso de material | Rediseño de uniones/optimización de soldaduras en la parte móvil de la prensa | Prensas de estampación | X | | | X | X | |



| CODIGO | ESTRATEGIA | MEDIDA | APLICABLE A: | OBTENCION MATERIAS PRIMAS | PRODUCCION | DISTRIBUCION | USO | FIN DE VIDA | GENERAL |
|--------|--|--|------------------------|---------------------------|------------|--------------|-----|-------------|---------|
| PMH-07 | Seleccionar materiales de bajo impacto | Reducir el impacto del embalaje de la prensa | Prensas de estampación | X | | | | X | X |
| PMH-08 | Seleccionar técnicas de producción ambientalmente eficientes | Regulación y sincronización de una línea de prensas de estampación | Prensas de estampación | | X | | X | | |
| PMH-09 | Reducir el impacto ambiental en la fase de utilización | Evitar fugas y pulverización del aceite con soportes y sistemas de recogida | Prensas de estampación | | | | X | X | |
| PMH-10 | Reducir el impacto ambiental en la fase de utilización | Implantación de un sistema de gestión energética eficiente de una línea de prensas de estampación | Prensas de estampación | | | | X | | X |
| PMH-11 | Reducir el impacto ambiental en la fase de utilización | Almacenamiento de energía para su posterior reutilización | Prensas de estampación | | | | X | | |
| PMH-12 | Reducir el impacto ambiental en la fase de utilización | Aprovechamiento del calor generado durante la estampación | Prensas de estampación | | | | X | | |
| PMH-13 | Reducir el impacto ambiental en la fase de utilización | Reducir el impacto ambiental asociado al método de transmisión en una prensa | Prensas de estampación | | | | X | | X |
| PMH-14 | Reducir el impacto ambiental en la fase de utilización | Uso de aceites orgánicos o biodegradables en lugar de minerales | Prensas de estampación | | | | X | X | |
| R-01 | Reducir el uso de material | Sustitución de sistemas de medición de pieza/herramienta por solución integrada | Rectificadora | X | | | | | |
| R-02 | Seleccionar formas de distribución ambientalmente eficientes | Limitar la anchura máxima de la máquina a 2.300 | Rectificadora | | | X | | | |
| R-03 | Reducir el impacto ambiental en la fase de utilización | Integrar varios procesos en cadena en un solo paso (Grind Hardening – endurecimiento durante el rectificado) | Rectificadora | | | | X | | |
| R-04 | Reducir el impacto ambiental en fase de utilización | Utilizar filtros magnéticos en rectificado como primer paso del proceso de filtraje | Rectificadora | | | | X | | |
| R-05 | Reducir el impacto ambiental en la fase de utilización | MQL en rectificado con enfriamiento del aceite por C02 | Rectificadora | | | | X | | |
| T-01 | Reducir el impacto ambiental en la fase de utilización | Sustituir el cabezal de rectificado por una herramienta de bruñido | Torno | X | | | X | | X |
| T-02 | Reducir el impacto ambiental en fase de utilización | Usar torneado rotativo en lugar de rectificado | Torno | | | | X | | |
| T-03 | Reducir el impacto ambiental en la fase de utilización | Mecanizado asistido por ultrasonidos para fragmentación de la viruta | Torno | | | | X | | |
| T-04 | Reducir el impacto ambiental en la fase de utilización | Sistema para la optimización de la presión ejercida por el contrapunto o lunetas | Torno | | | | X | | X |



| CODIGO | ESTRATEGIA | MEDIDA | APLICABLE A: | OBTENCION MATERIAS PRIMAS | PRODUCCION | DISTRIBUCION | USO | FIN DE VIDA | GENERAL |
|--------|--|--|---------------------------------|---------------------------|------------|--------------|-----|-------------|---------|
| T-05 | Reducir el impacto ambiental en la fase de utilización | Monitorización del perfil de las ruedas de los trenes para optimizar su mantenimiento | Torno | | | | X | | X |
| T-06 | Reducir el impacto ambiental en la fase de utilización | Combinación de funciones en las torretas motorizadas con un único motor | Torno | | | | X | | |
| T-07 | Reducir el impacto ambiental en la fase de utilización | Instalar sistemas de recogida de viruta y taladrina en foso | Torno | | | | X | | |
| TF-01 | Reducir el impacto ambiental en la fase de utilización | Utilizar sistemas de compensación de peso en carros verticales | Torno y Fresadora | | | | X | | |
| TF-02 | Reducir el impacto ambiental en la fase de utilización | Integrar sistemas MQL | Torno y Fresadora | | | | X | | |
| TF-03 | Reducir el impacto ambiental en la fase de utilización | Instalar sistemas de extracción interna para evacuar la viruta de magnesio | Torno y Fresadora | | | | X | | X |
| TF-04 | Reducir el impacto ambiental en la fase de utilización | Sistemas de reengrase automático para el mecanizado a alta velocidad | Torno y Fresadora | | | | X | | |
| TF-05 | Reducir el impacto ambiental en fase de utilización | Utilizar teleservice para evitar desplazamientos a casa del cliente para resolver | Torno y Fresadora | | | | X | | |
| TFR-01 | Seleccionar materiales de bajo impacto | El hormigón polímero tiene una mayor capacidad de amortiguamiento que el hierro forjado | Torno, Fresadora, Rectificadora | X | X | | X | | |
| TFR-02 | Seleccionar materiales de bajo impacto | Utilización de paneles sándwich en partes móviles | Torno, Fresadora, Rectificadora | X | | | | | |
| TFR-03 | Reducir el uso de material | Utilizar acero mecano soldado en vez de fundición, sobre todo en partes móviles. | Torno, Fresadora, Rectificadora | X | | | X | | |
| TFR-04 | Seleccionar técnicas de producción ambientalmente eficientes | Utilizar carros portaherramientas para la carga y descarga de las piezas | Torno, Fresadora, Rectificadora | X | X | | | | |
| TFR-05 | Reducir el impacto ambiental en la fase de utilización | Instalar depósitos de doble capa | Torno, Fresadora, Rectificadora | | | | X | | |
| TFR-06 | Reducir el impacto ambiental en la fase de utilización | Utilización de aceites de baja viscosidad en cojinetes hidrostáticos | Torno, Fresadora, Rectificadora | | | | X | | |
| TFR-07 | Reducir el impacto ambiental en la fase de utilización | Reducir las deformaciones térmicas de la máquina-herramienta | Torno, Fresadora, Rectificadora | | | | X | | |
| TFR-08 | Reducir el impacto ambiental en la fase de utilización | Mecanizado de alto rendimiento para mejorar la productividad y reducir el consumo energético | Torno, Fresadora, Rectificadora | | | | X | | X |
| TFR-09 | Reducir el impacto ambiental en la fase de utilización | Diseñar la configuración de máquinas adecuadas para la mecanización de grandes piezas | Torno, Fresadora, Rectificadora | | | | X | | X |



| CODIGO | ESTRATEGIA | MEDIDA | APLICABLE A: | OBTENCION MATERIAS PRIMAS | PRODUCCION | DISTRIBUCION | USO | FIN DE VIDA | GENERAL |
|--------|--|--|---------------------------------|---------------------------------|------------|--------------|-----|-------------|---------|
| TFR-10 | Reducir el impacto ambiental en la fase de utilización | Utilizar reductores de velocidad en los accionamientos de los ejes | Torno, Fresadora, Rectificadora | | | | X | | |
| TFR-11 | Reducir el impacto ambiental en la fase de utilización | Dimensionar adecuadamente los sistemas auxiliares | Torno, Fresadora, Rectificadora | | | | X | | |
| TFR-12 | Reducir el impacto ambiental en la fase de utilización | Utilización de sustentación magnética en cabezales | Torno, Fresadora, Rectificadora | | | | X | | |
| TFR-13 | Reducir el impacto ambiental en fase de utilización | Evitar la utilización transmisiones indirectas que producen pérdidas de rendimiento | Torno, Fresadora, Rectificadora | | | | X | | |
| TFR-14 | Reducir el impacto ambiental en fase de utilización | Utilizar tanques amplios para fluidos de corte e hidráulicos | Torno, Fresadora, Rectificadora | | | | X | | |
| TFR-15 | Reducir el impacto ambiental e la fase de utilización | Instalar sistemas de flujo de fluidos eficientes | Torno, Fresadora, Rectificadora | | | | X | | |
| TFR-16 | Reducir el impacto ambiental en la fase de utilización | Utilizar refrigeración aire-aceite para rodamientos | Torno, Fresadora, Rectificadora | | | | X | | |
| TFR-17 | Reducir el impacto ambiental en la fase de utilización | Sistema para la optimización del caudal de lubricantes | Torno, fresadora, rectificadora | | | | X | | |
| TFR-18 | Reducir el impacto ambiental en la fase de utilización | Sistema de detección de fugas en juntas rotativas | Torno, Fresadora, Rectificadora | | | | X | | |
| TFR-19 | Reducir el impacto ambiental en la fase de utilización | Instalar sistemas de recogida para fugas de refrigerante | Torno, Fresadora, Rectificadora | X | | | X | X | |
| TFR-20 | Reducir el impacto ambiental en la fase de utilización | Sustituir fluidos de corte base mineral por fluidos de corte ecológicos | Torno, Fresadora, Rectificadora | X | | | X | X | |
| TFR-21 | Reducir el impacto ambiental en la fase de utilización | Facilitar la evacuación de los fluidos lubricantes y lodos por gravedad | Torno, Fresadora, Rectificadora | | X | | X | | |
| TFR-22 | Reducir el impacto ambiental en la fase de utilización | Seleccionar el equipamiento de filtrado con el grado de filtrado correcto | Torno, Fresadora, Rectificadora | | | | | X | |
| TFR-23 | Reducir el impacto ambiental en la fase de utilización | Instalar sistemas de filtrado permanentes | Torno, Fresadora, Rectificadora | | | | X | | |
| TFR-24 | Reducir el impacto ambiental en fase de utilización | Evitar utilizar filtros de papel | Torno, Fresadora, Rectificadora | | | | X | X | |
| TFR-25 | Reducir el impacto ambiental en la fase de utilización | Instalar sistemas centrífugos para recuperar aceites contaminantes (tramp oils) de la taladrina usada | Torno, Fresadora, Rectificadora | | | | X | | |
| TFR-26 | Reducir el impacto ambiental en fase de utilización | Fabricar el carenado estanco para prevenir las emisiones acústicas y posibles intoxicaciones por neblina de aceite | Torno, Fresadora, Rectificadora | | | | X | | |
| TFR-27 | Optimizar la función | Adosar el armario eléctrico al carenado de la máquina | Torno, Fresadora, Rectificadora | | | X | | | X |





Estrategias de Ecodiseño







CÓDIGO: CM-01

TIPO: Genérica

ESTRATEGIA: Seleccionar materiales de bajo impacto
 MEDIDA: Usar fundición nodular en vez de fundición gris, sobre todo en partes móviles.
 APLICABLE A: Máquinas herramienta

ESTRATEGIAS DE ECODISEÑO



DESCRIPCIÓN MEDIDA

Fundición Nodular

Corresponde a un tipo de fundición gris en la que el carbón contenido en la matriz ferrífica tiene la forma de esferas, este hecho modifica notablemente las propiedades mecánicas, en especial aquellas que son cuestionadas en la fundición gris como la maquinabilidad, rigidez, resistencia al impacto y la ductilidad.

Esta condición esferoidal se logra mediante la inclusión de cantidades pequeñas de magnesio o cerio, el magnesio de por si no garantiza la formación de las esferas, también son importantes el enfriamiento y el origen de la materia prima utilizada que generalmente está compuesta por una mezcla de carbón (antracita), carbonato de calcio y chatarra.

La clasificación de las fundiciones nodulares se realiza de acuerdo a la ASTM A-536 tomando en cuenta su resistencia y se designa una nomenclatura de tres números los cuales tiene en cuenta la resistencia en psi y el alargamiento siendo usuales fundiciones del tipo 60 – 40 – 18 con resistencia de 40 KPSI y alargamientos del 18 % o la 120 – 70 – 02 con una resistencia de 24 KPSI y un alargamiento promedio de 2 %, evidentemente a mayor resistencia mecánica menor capacidad de alargamiento.



Fuente: Tekniker

IMPPLICACIONES TÉCNICAS

Como se puede observar en las dos tablas inferiores la densidad de la fundición nodular y de la fundición son iguales pero por el contrario el modulo de Young o modulo elástico de la fundición nodular es más alto (50% mayor). Esto implica que con la misma masa se consigue mayor rigidez en la estructura. Esta propiedad es muy útil para estructuras móviles donde la masa a mover se puede reducir o con la misma masa se consigue un elemento más rígido.

Fundición

| Physical Properties | Metric |
|-----------------------|---------------|
| Density | 7.15 g/cc |
| Mechanical Properties | Metric |
| Modulus of Elasticity | 110 - 138 GPa |

Fundición nodular

| Physical Properties | Metric |
|-----------------------|-----------|
| Density | 7.15 g/cc |
| Mechanical Properties | Metric |
| Modulus of Elasticity | 165 GPa |

IMPLICACIONES ECONÓMICAS

El precio de la fundición nodular ronda los 2.5-3€/kg y el precio del fundido ronda los 2€/kg.

IMPLICACIONES AMBIENTALES

Los beneficios ambientales de la utilización del hierro nodular son el uso de menor cantidad de materia prima utilizada y el menor consumo energético al reducir el peso de las partes móviles



EJEMPLO DE APLICACIÓN DE LA MEDIDA

EMPRESA: TEKNIKER

Consola realizada en fundición nodular para obtener una buena rigidez estática y dinámica con un peso reducido.

La fundición nodular además de ser un 50% más rígida que la fundición gris posee una mayor capacidad de absorber vibraciones, y repercute positivamente en el comportamiento dinámico de la máquina.



Fuente: Tekniker

REFERENCIAS

- www.matweb.com/
- C. Villasante, A. Sedano, M.Zatarain "Desarrollo de estructuras ligeras y altamente amortiguadas para la reducción de ruido y vibraciones"
- www.tekniker.es



CÓDIGO: CM-02

TIPO: Genérica

ESTRATEGIA: Seleccionar materiales de bajo impacto
MEDIDA: Uso de aceites biodegradables para engrase de los diversos componentes.
APLICABLE A: Máquinas herramienta

ESTRATEGIAS DE ECODISEÑO



DESCRIPCIÓN MEDIDA

Un lubricante es una sustancia bien líquida (aceite) o semisólida (grasa) cuyo objetivo fundamental es la de reducir la fricción entre dos superficies en contacto, por una fina película.

Para que un lubricante sea considerado biodegradable además de su alta biodegradabilidad debe de mostrar baja toxicidad y bajo poder de bioacumulación, y debe contener un porcentaje de materia prima renovable. Estas propiedades se analizan tanto en los componentes empleados en la formulación como en el producto totalmente formulado, producto final.

Como no solo se fija la atención a pruebas de biodegradabilidad sino también de toxicidad para el medio ambiente y la salud, se habla de lubricantes medioambientalmente amigables.

Un lubricante biodegradable, ya sea un aceite o una grasa, debe cumplir las especificaciones de la aplicación donde va a estar integrado. Por lo que el fabricante de máquinas-herramienta debe analizar la formulación del lubricante a utilizar, con la finalidad de asegurarse que tenga las mismas prestaciones que un aceite mineral o sintético.

Así mismo, es necesario desarrollar estrategias de monitorización en uso específicas para el bio-lubricante y la aplicación, ya que los parámetros de control y límites que permiten estudiar el estado del aceite y de la máquina son distintos que los estándares establecidos y ya conocidos de un aceite mineral o sintético.

IMPLICACIONES TÉCNICAS

Un lubricante biodegradable, ya sea un aceite o una grasa, debe cumplir las especificaciones de la aplicación donde va a estar integrado. A la hora de seleccionar el aceite biodegradable debe asegurarse que desde el punto de vista técnico las prestaciones que debe ofrecer este lubricante deben ser equivalentes a las que ofrecen los minerales para poder ser sustituidos.

Por ello, el fabricante de máquinas-herramienta debe analizar la formulación del lubricante a utilizar, con la finalidad de asegurarse que tenga las mismas prestaciones que un aceite mineral o sintético.

Así mismo, es necesario desarrollar estrategias de monitorización en uso específicas para el bio-lubricante y la aplicación, ya que los parámetros de control y límites que permiten estudiar el estado del aceite y de la máquina son distintos que los estándares establecidos y ya conocidos de un aceite mineral o sintético.

El criterio que define que un lubricante biodegradable sea considerado como tal, está regido, entre otros, por la normativa europea ECOLABEL (esta ecoetiqueta pretende aglutinar todos los criterios recogidos en distintos procesos de ecoetiquetado, como por ejemplo BLUE ANGEL, SWEDISH STANDARD, NORDIC SWAN, etc) donde se identifican los requerimientos de cada uno de los componentes empleados en la formulación del lubricante, como del producto final.



Este criterio no solo controla propiedades de biodegradabilidad sino que es más extenso y presenta unos requerimientos estrictos.

De entre los lubricantes biodegradables los derivados de flúor (compuestos fluorados de poliéster) son los que mejores características técnicas presentan, obteniéndose un comportamiento similar al de los lubricantes clorados

IMPLICACIONES ECONÓMICAS

El coste de un bio-lubricante hoy en día suele ser de unas 5 veces mayor que el de uno mineral.

IMPLICACIONES AMBIENTALES

Las principales ventajas ambientales de esta medida son que no presentan peligro en caso de fuga o vertido, no son peligrosos a la hora de manipularlos.



EJEMPLO DE APLICACIÓN DE LA MEDIDA

Proyecto europeo T322-BIOMON

Desarrollo de lubricantes y grasas biodegradables en base ester para husillos, engranajes, y rodamientos.

En este proyecto se formularon varios aceites y grasas todas biodegradables, el logro fue no solo obtener biolubricantes que cumplieran las especificaciones de la aplicación, sino que en primera instancia presentaron las mismas prestaciones que los minerales empleados hasta el momento.

Así mismo se testearon en aplicación real obteniéndose buenos resultados y se llegaron a establecer los primeros criterios de monitorización en uso para este tipo de lubricantes.

Por lo que se presenta la posibilidad de emplear biolubricantes que cumplan al igual que los minerales las especificaciones exigidas por la aplicación, y que además se saben que parámetros se deben vigilar para evaluar el estado del biolubricante durante su uso. Todo ello sin presentar peligro para el usuario ni para el medioambiente, siendo una alternativa a los lubricantes minerales o sintéticos.



Proyecto europeo T377_SOILCY

Desarrollo de un aceite para compresor en base ester reutilizando como materia prima la glicerina excedente de la producción de biodiesel.

Este proyecto presenta dos grandes ventajas, la primera de ellas es emplear el residuo de glicerina obtenido en la producción del biodiesel (10%) para formular el aceite base de un lubricante biodegradable, dándole un valor añadido al producto. La segunda de ellas es el desarrollo de un lubricante medioambientalmente amigable en base ester, que cumple las especificaciones exigidas para un aceite de compresor.

Es por ello por lo que este biolubricante se presenta como una alternativa al uso de lubricantes convencionales.



REFERENCIAS

- Lubricantes ecológicos para operaciones de corte J. Barriga, A.Igartua (Tekniker), L.Muntada, P.Navio (Brugarolas), A.Zabala, TM Norma (Cie Automotive), P.Lehto (T-Drill), G.Hagg (Jaro), E.Heikinen (Stala)
- T322_BIOMON: "Towards long life bio lubricants using advancing design and monitoring tools" COOP-CT-2004-508208
- T377_SOILCY: "New sustainable compressor oil production and use towards a long eco-efficient life cycle" Contract no: 315848
- www.tekniker.es



CÓDIGO: CM-03

TIPO: Genérica

ESTRATEGIA: Seleccionar materiales de bajo impacto
 MEDIDA: Evitar el uso de pinturas con componentes tóxicos
 APLICABLE A: Máquinas herramienta

ESTRATEGIAS DE ECODISEÑO



DESCRIPCIÓN MEDIDA

Diferentes materias tales como desengrasantes, pinturas, disolventes, catalizadores, etc. se emplean en el proceso de pintado de las máquinas y de sus componentes.

Minimizar o eliminar si es posible, el uso de sustancias marcadas con frases R según la directiva 64/548/CEE. Asegurarse de comprobar las Hojas de Información de Seguridad del Material (Material Safety Data Sheets – MSDS) aportadas por los proveedores de productos para disponer de la información toxicológica y legal sobre cada material usado, tal como las propiedades físicas y químicas, y los riesgos para la salud y el medio ambiente, la seguridad y el peligro de incendio que puedan causar. Algunos compuestos cuyo uso debería reducirse, en caso de ser posible, son: antimonio, arsénico, bario, cadmio, selenio, mercurio, plomo y cromo hexavalente, así como los compuestos aromáticos y los solventes halogenados y el PVC en contacto con las personas.

Existen varias ecoetiquetas para pinturas que aseguran el respeto medioambiental de diferentes pinturas y barnices.

IMPLICACIONES TÉCNICAS

El cromato de plomo es un pigmento tóxico utilizado en pinturas y marcado con las siguientes frases R:

- R62.- Posible riesgo de perjudicar la fertilidad.
- R61.- Riesgo durante el embarazo por efectos adversos para el feto.
- R40.- Posibilidad de efectos cancerígenos.
- R51/ 53.- Tóxico para organismos acuáticos.
- R33.- Peligro de efectos acumulativos.

Por lo tanto, una primera medida de interés ecológico y de seguridad es no utilizar pinturas que contengan cromato de plomo.

Aún así, una segunda medida es la utilización de pinturas en base agua en lugar de pinturas convencionales. Las pinturas convencionales contienen disolventes con compuestos orgánicos volátiles (COVs) mientras que las pinturas al agua contienen agua en lugar de disolventes volátiles. Además para conseguir la viscosidad necesaria en el proceso de pintado en las pinturas convencionales se añaden disolventes mientras que en las pinturas al agua se añade agua. Con la utilización de pinturas al agua se consigue una reducción de las emisiones de compuestos orgánicos volátiles y de la exposición de los trabajadores durante la pulverización. Por lo general, contienen hasta un 80% de agua como disolvente con pequeñas cantidades de otros disolventes.

Las principales ventajas/ desventajas de las pinturas al agua con respecto a las convencionales son:

- Sólo se pueden aplicar a superficies o piezas que no estén sometidas a condiciones extremas.
- Las propiedades de la película tienen en algunos casos, peor brillo y resistencia al roce.
- La aplicación es difícil a bajas temperaturas y alta humedad relativa.
- Requiere mayores tiempos de secado.
- Tendencia a la formación de burbujas.
- En algunos materiales, bajo poder de penetración y adhesión.
- Al utilizar agua como disolvente los equipos son más fáciles de limpiar.
- Precisa un mejor pretratamiento de la superficie que las pinturas en base disolvente.

IMPLICACIONES ECONÓMICAS

Mayor coste por litro de las pinturas sin cromato de plomo que las pinturas con cromato de plomo. Mayor coste por litro de las pinturas al agua que las pinturas convencionales. Los costes de la preparación del fluido, aplicación, limpieza y deposición son similares para las pinturas convencionales y las de base agua. El coste de los sistemas de pulverización electrostática para los recubrimientos en base agua es más alto debido al problema de la conductividad eléctrica. En algunos casos no es necesario realizar inversiones en equipo de aplicación. Puede ser necesaria la adquisición de un horno de secado, sistema de recuperación y nuevas pistolas de pulverización. En las pinturas al agua los costes por gestión de residuos y de seguridad (riesgo de incendio reducido) son inferiores.

IMPLICACIONES AMBIENTALES

De forma global, las ventajas ambientales por el uso de sustancias más limpias durante la fase de fabricación compensarían las contras en las otras fases.



EJEMPLO DE APLICACIÓN DE LA MEDIDA

EMPRESA: DANOBAT

Incorporación de nuevos recubrimientos en el pintado de máquinas

Como primera medida desde el año 2002 se decidió que todas las pinturas utilizadas en los procesos productivos y de acabado de máquinas de Danobat fueran sin cromato de plomo.

Una segunda medida es la priorización en la introducción de pinturas en base agua. Además se han realizado ensayos para la utilización de productos desengrasantes puros o diluidos en agua sin COVs para la preparación de superficies.

Fuente: Danobat.



Nuevos recubrimientos en el pintado de máquinas.
Fuente Imagen: www.danobat.com

REFERENCIAS

- Criterios de la ecoetiqueta europea para pinturas y barnices:
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32002D0739:EN:HTML>
- Directiva del consejo 67/548/CEE: http://ec.europa.eu/environment/dansub/main67_548/index_en.htm
- www.ihobe.net
- www.ideko.es



CÓDIGO: CM-04

TIPO: Genérica

ESTRATEGIA: Seleccionar materiales de bajo impacto
 MEDIDA: Pintura al agua para el acabado de la máquina herramienta
 APLICABLE A: Máquinas herramienta

ESTRATEGIAS DE ECODISEÑO



DESCRIPCIÓN MEDIDA

Esta medida consiste en utilizar recubrimientos en base acuosa como alternativa a los recubrimientos convencionales, y tiene como objetivo la reducción de las emisiones de compuestos orgánicos volátiles (COV) y otros compuestos tóxicos que contienen los disolventes.

Las pinturas con base de agua sustituyen el disolvente por agua, con lo que se reduce la toxicidad y mejora la seguridad y la salud laboral de los operarios debido a que se producen menores emisiones de COVs durante los procesos de recubrimiento y de secado de la pintura.

Es un aspecto importante en las prensas debido a la gran cantidad de pintura necesaria en su proceso de pintado.



Prensas en fase de pintura
 Fuente: ONAPRES

IMPLICACIONES TÉCNICAS

La conversión de un sistema de pintura base solvente a uno base agua requiere modificaciones menores en equipo y procedimientos. La primera de las modificaciones sustanciales que hay que acometer se produce en lo referente a la limpieza de los equipos de pintado. Es necesaria una máquina lavadora adicional para la pintura al agua, que precisa soluciones o limpiadores acuosos, así como, si se desea, coaguladores o separadores para el tratamiento de los residuos.

En el secado, las cabinas no suponen ningún problema, pues actualmente todas están preparadas para soportar el agua liberada al aplicar pinturas hidrosolubles, sin que surjan problemas de corrosión en la cabina ni en los sistemas de ventilación.

El tiempo de secado es mayor en las pinturas con base acuosa. Puede ser necesaria la adquisición de un horno de secado, sistema de recuperación y nuevas pistolas de pulverización.

IMPLICACIONES ECONÓMICAS

Estos recubrimientos son más caros que los convencionales por unidad de resina reactiva. Los costes de la preparación del fluido, aplicación, limpieza y deposición son similares que para los recubrimientos convencionales.

El coste de los sistemas de pulverización electrostática para los recubrimientos en base de agua es más alto debido al problema de la conductividad eléctrica.

Los costes derivados por la gestión de residuos y de seguridad (se disminuye el riesgo de incendio) son menores.

IMPLICACIONES AMBIENTALES

Realizando el cambio de pinturas con disolvente a pinturas con base de agua se reducen las emisiones de compuestos orgánicos volátiles. También se ve reducida la exposición de los trabajadores durante la pulverización.

Otro aspecto importante que se ve mejorado con el cambio a la pintura de base acuosa es la reducción del riesgo de inflamabilidad y combustibilidad.

Sin embargo, será necesario utilizar disolvente para la preparación de la superficie de la prensa, y limpiarla adecuadamente antes de darle las diferentes capas de imprimación y pintura.



EJEMPLO DE APLICACIÓN DE LA MEDIDA

FAGOR ARRASATE y ONAPRES han cambiado el proceso de pintado de sus máquinas después de realizar un estudio de los elementos que tenían los diluyentes utilizados con sus pinturas para las máquinas. Conociendo la toxicidad y el impacto ambiental de estos productos, decidieron utilizar pinturas con diluyente base agua. Así, además de evitar el riesgo tóxico al cual se sometían los operarios, se han ahorrado cantidades de diluyentes en cada aportación o mano de pintura.

Los recubrimientos en base acuosa se han aplicado con éxito a superficies de meta, aunque sólo se pueden aplicar a superficies o piezas que no estén sometidas a condiciones extremas de climatología.

La utilización de pinturas en base disolvente requiere un buen control de la humedad, ya que la aplicación es difícil a bajas temperaturas y a una alta humedad relativa, ya que la viscosidad de la pintura aumenta a medida que desciende la temperatura.

Es importante que la superficie esté limpia de cualquier resto de grasa o polvo para que el recubrimiento se adhiera bien y no presente defectos superficiales. Precisa un mejor pre-tratamiento del sustrato que las pinturas en base disolvente.

REFERENCIAS

- KONIKER. www.koniker.com
- ONAPRES: www.onapres.es
- FAGOR ARRASATE: www.fagorarrasate.com



CÓDIGO: CM-05

TIPO: Genérica

ESTRATEGIA: Reducir el uso de material
 MEDIDA: Reducción de material en parte fija
 APLICABLE A: Máquinas herramienta

ESTRATEGIAS DE ECODISEÑO



DESCRIPCIÓN MEDIDA

La optimización estructural tiene dos objetivos fundamentales:

1. aumentar la rigidez manteniendo el peso, esto se logra con la redistribución del material en función de las solicitaciones a las que está sometida la estructura
2. disminuir el peso manteniendo la misma rigidez, es decir, reducir material manteniendo las prestaciones mecánicas

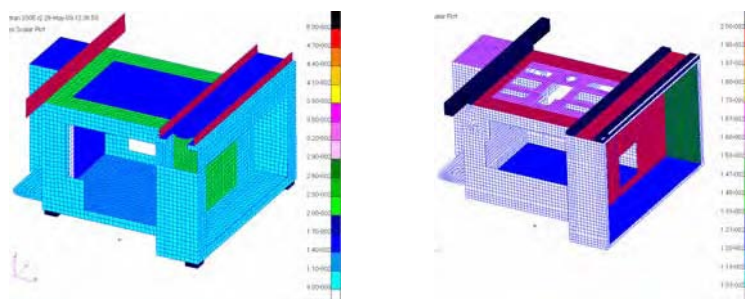
El objetivo de diseño de una estructura fija no debe orientarse a conseguir la máxima rigidez, si no orientarse a la obtención de un valor que esté en consonancia con la rigidez del resto de la máquina. La flexibilidad (inverso de la rigidez) de una máquina viene dado por la suma de flexibilidades de los diferentes componentes.

La reducción del material en las partes fijas disminuye la materia prima necesaria para su fabricación el coste del elemento y por otro lado facilita su manipulación.

IMPLICACIONES TÉCNICAS

Para conseguir una correcta optimización estructural puede no ser suficiente la experiencia del diseñador (no es siempre ni fácil ni evidente) y se puede emplear un software (elementos finitos) que complemente el trabajo. Además, mediante una simulación con software se obtienen datos cuantitativos que permiten comparar diferentes modelos y de esa forma disponer de datos para tomar una decisión basada en una información mas completa.

En las siguientes imágenes se puede observar la comparativa de una bancada, antes de ser optimizada a la izquierda y después de la optimización a la derecha.



Máquina insertadora de pines de LAZPIUR

IMPLICACIONES ECONÓMICAS

La reducción de material implica una disminución en el coste del elemento. No obstante hay que tener cuidado en no aumentar la complejidad geométrica de las estructuras que conlleve un aumento del precio de su fabricación.

IMPLICACIONES AMBIENTALES

Las ventajas ambientales de la menor utilización de materiales supone una reducción del peso de la máquina y, por tanto, un menor consumo energético en las tareas de manipulación de los componentes y una reducción del impacto ambiental en el transporte de las piezas



EJEMPLO DE APLICACIÓN DE LA MEDIDA

EMPRESA: TEKNIKER

En este caso práctico se presenta un diseño de una fresadora de tres ejes con los tres carros situados en el lado herramienta.

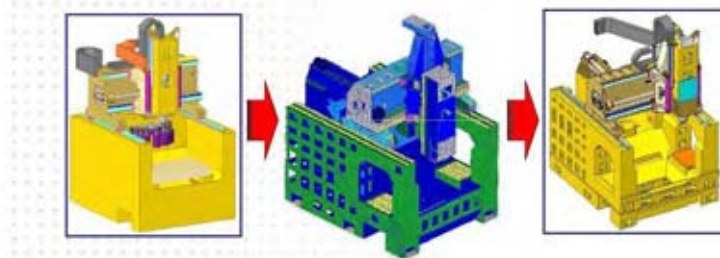
Como puede observarse la configuración utilizada es de bancada única.

Desde el punto de vista de rigidez estática, el objetivo no es conseguir la máxima rigidez en todas estructuras si no que debe conseguirse un equilibrio entre la rigidez necesaria y su coste. En definitiva la flexibilidad (inverso de la rigidez) es la suma de las flexibilidades de cada uno de sus componentes. Por tanto el conjunto estará limitado por las rigideces más bajas. Es decir no conseguimos casi ningún beneficio global aumentando, por ejemplo al doble, la rigidez del componente menos flexible.

En el caso que se presenta la rigidez de la bancada era superior al del resto de la máquina (carros, guiado, cabezal). Por este motivo y con la finalidad de reducir el material empleado se realizó su optimización estructural.

Una vez realizado el diseño inicial (figura de la izquierda) se simplificó y modelizó por elementos finitos. Se realizó la optimización con criterios de mínimo peso, manteniendo la rigidez. El resultado de la optimización (figura del medio), se trasladó al diseño real de la máquina completa (figura de la derecha)

El resultado obtenido es una reducción del 25% del peso de la bancada.



Fuente: Tekniker

REFERENCIAS

- www.tekniker.es



CÓDIGO: CM-06

TIPO: Genérica

ESTRATEGIA: Reducir el uso de material

MEDIDA: Usar tecnologías de fabricación directa para la fabricación de prototipos

APLICABLE A: Máquinas herramienta

ESTRATEGIAS DE ECODISEÑO



DESCRIPCIÓN MEDIDA

La fabricación directa o rapid manufacturing es un proceso utilizado para fabricar piezas con características similares a los que se producirían por métodos convencionales. De esta manera se evita el fabricar costosos moldes para realizar un prototipo que podría cambiar su forma.

Los posibles prototipos que se pueden fabricar son:

- Prototipos de diseño, sirven para evaluar aspectos estéticos y ergonómicos.
- Prototipos geométricos, se usan para probar concordancia geométrica, la forma y los ensamblajes.
- Prototipos funcionales, muestran las características, es una prueba del producto final.
- Prototipos técnicos, se usan para evaluar todas las funciones de la pieza final.

El prototipado rápido es, por lo tanto, un conjunto de tecnologías que permiten la obtención de prototipos en menos de 24 horas a partir de un fichero CAD. Como consecuencia, el tiempo de desarrollo de un producto puede reducirse a la mitad y en algunos casos incluso a la décima parte. El prototipado rápido se utiliza con diferentes tipos de materiales tales como resinas, metales, cerámica siendo su aplicación principal en el mundo de los plásticos.

La estereolitografía se utiliza para la fabricación de precisión y el sinterizado o deposición cuando se valora más las prestaciones mecánicas del modelo.

Dentro del prototipado rápido, la fabricación por CNC es considerada una de los más comunes consistiendo en fabricar una pieza con una máquina herramienta equipada con un software de CAM. El proceso lost foam es un proceso de fundido en el que el modelo se elabora a partir de piezas de poliuretano expandido por lo que no se requieren los modelos de madera. En el prototipado virtual se dispone de un modelado 3D en el ordenador que permite hacer simulaciones, cálculos y diversas pruebas que permiten optimizar las piezas antes de su fabricación final.



Colada de función en un molde lost foam

Fuente imagen: www.moriseiki.com

IMPLICACIONES TÉCNICAS

Las tecnologías de mecanizado, fundido y forjado convencionales necesitan una inversión y uso de recursos considerable. Además, producen una gran cantidad de residuos en el proceso de fabricación en forma de virutas, limaduras, desechos, etc... El uso de otras técnicas, como la fabricación directa, permite obtener el mejor uso



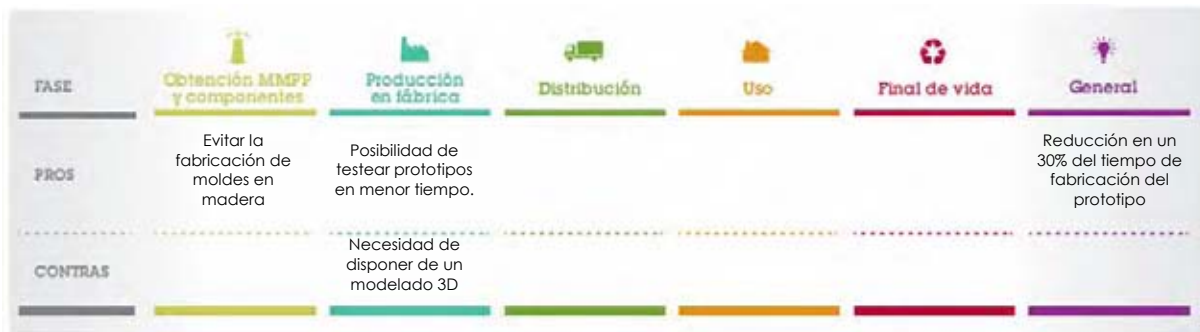
posible del material sin residuos, de tal forma que son inherentemente eficientes en el uso de la materia prima, particularmente comparadas con las tecnologías sustractivas. Además, técnicas tales como la deposición directa del metal permiten construir formas imposibles para las tecnologías tradicionales de fabricación como, canales de refrigeración no lineales en moldes, estructuras internas en piezas cerradas, etc.

IMPPLICACIONES ECONÓMICAS

La principal característica de la fabricación directa o rapid manufacturing es evitar la realización de modelos permanentes y su posterior almacenaje y mantenimiento. Se consigue simplificar el proceso productivo lo que supone un ahorro en materiales. Una vez validado el prototipo, se realiza el modelo definitivo que permite la fabricación más eficiente en series medias o grandes.

IMPPLICACIONES AMBIENTALES

De forma global, las ventajas ambientales derivadas de la utilización de tecnologías de fabricación directa son las derivadas de evitar la realización de modelos permanentes. Estas ventajas compensarían los posibles contras de otras fases



EJEMPLO DE APLICACIÓN DE LA MEDIDA

EMPRESA: MORI SEIKI

Producto: Piezas prototipo de fundición mediante el método de poliestireno expandido.

La planta de fundido de MORI SEIKI fue construida con el objetivo de reducir el tiempo de desarrollo de máquinas prototipo. La planta está enfocada en la fabricación de piezas tipo y elementos unitarios. Se compone de un horno de fundido de 5 toneladas, ofreciendo una capacidad productiva de 200 toneladas.

La entrega de fundidos es un cuello de botella que alarga el tiempo de desarrollo de máquinas prototipo. Por lo tanto, esta planta hace uso del método de moldeo completo "full mold" para reducir los tiempos de entrega. Se realizan los modelos de poliestireno expandido en lugar de modelos en madera. Esto reduce el proceso de fundido de 1,5 meses a 2 semanas y es medioambientalmente más amigable debido a que se recogen los residuos, polvo, etc.

Fuente: www.moriseiki.com



Modelo de poliestireno para pieza prototipo

REFERENCIAS

- Environmental impacts of rapid prototyping: an overview of research to date (Authors: Aleksandra Drizo Joseph Pegna) Published in the "Rapid Prototyping Journal" Volume 12, page 64 -71, 2006
- Sistemas de prototipado rápido. Autor: Jose Antonio Alonso Rodríguez.



CÓDIGO: CM-07

TIPO: Genérica

ESTRATEGIA: Reducir el impacto ambiental en la fase de utilización
 MEDIDA: Utilización de guías autolubricadas
 APLICABLE A: Máquinas herramienta

ESTRATEGIAS DE ECODISEÑO



DESCRIPCIÓN MEDIDA

El guiado lineal de un gran número de carros de diferentes máquinas herramienta se realiza mediante guías lineales de rodadura comerciales. Estas guías se componen de un rail estacionario sobre el que se monta un patín en el que se incrustan elementos rodantes (bolas o rodillos) que circulan en el interior del patín a medida que este se desplaza por el raíl.

Debido a que el material utilizado tanto para las guías como para los elementos rodantes es acero, para alcanzar una fiabilidad elevada es necesario lubricar el sistema. Esto se puede realizar mediante un circuito de aceite que bombea periódicamente gotas de aceite al patín o se puede realizar mediante el sellado completo del patín y la introducción de grasa. Existe la posibilidad de utilizar un nuevo concepto de diseño que evita la utilización de ningún tipo de lubricante consiguiendo una duración de la guía considerable. Para ello en vez de utilizar elementos rodantes de acero, hace uso de elementos cerámicos intercalados con elementos rodantes de PTFE o teflón. Estos producen un rozamiento menor que en las guías estándar eliminando la necesidad de lubricación externa.

IMPLICACIONES TÉCNICAS

Se ha comprobado que los elementos rodantes cerámicos tienen una resistencia y rigidez comparable e incluso mejor que la de los elementos rodantes de acero, pero como principal desventaja, es su baja elasticidad. Las bolas cerámicas tienden a dañarse en el caso de cargas elevadas cíclicas.

Por otra parte la utilización de bolas de acero sin ningún tipo de lubricante reduce considerablemente la vida de las bolas.

Estas implicaciones técnicas hacen que la aplicación de guías lineales autolubricadas no se haya conseguido extender en el sector de la máquina herramienta. Aún así los fabricantes de guías están comenzando a introducir en sus catálogos sistemas de guiado autolubricados para aplicaciones especiales.

Guiado convencional
(elementos rodantes de acero lubricados por grasa)



Tipo SKD

Fuente Imagen: www.schneeberger.com

Guiado autolubricado
(elementos rodantes de acero y de PTFE sin lubricación externa)



Tipo SKC (sin lubricación externa)

Fuente Imagen: www.schneeberger.com

IMPLICACIONES ECONÓMICAS

El mayor coste de la solución de guiado autolubricada con respecto a la solución convencional hace difícil la implantación de este sistema en máquinas herramientas convencionales. Su utilización se ve restringida a soluciones muy especiales tales como aquellas que trabajan en ambientes ultralimpios. Es preciso además analizar la reducción en costes de mantenimiento debido a la no utilización de ningún tipo de lubricante externo.

IMPLICACIONES AMBIENTALES

De forma global, las ventajas ambientales por la utilización de guías autolubricadas en la fase de uso compensaría las contras en las otras fases.



EJEMPLO DE APLICACIÓN DE LA MEDIDA

EMPRESA: SCHNEEBERGER

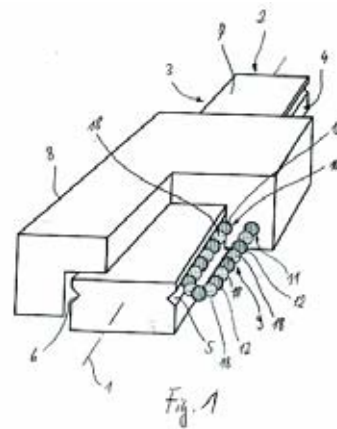
Producto: SKC

El sistema de recirculación de SKC de Scheneeburger utiliza material rodante cerámico combinado con material rodante de PTFE o POM. Esto permite que estas guías funcionen sin ningún tipo de lubricante por lo que son óptimas para aquellos sistemas en los que no es posible utilizar lubricantes.

En la imagen de la derecha se presenta el diseño de una guía lineal patentada de SCHNNEBERGER en la que se aprecia los dos tipos de elementos rodantes diferentes.

Existen también soluciones parecidas a esta en otros proveedores de guías lineales.

Fuente: www.schneeberger.com



REFERENCIAS

- Patente US 2004/0223670 A1. Linear movement guide.



CÓDIGO: CM-08

TIPO: Genérica

ESTRATEGIA: Reducir el impacto ambiental en la fase de utilización

MEDIDA: Utilización de sustentación magnética en accionamientos lineales

APLICABLE A: Máquinas herramienta

ESTRATEGIAS DE ECODISEÑO



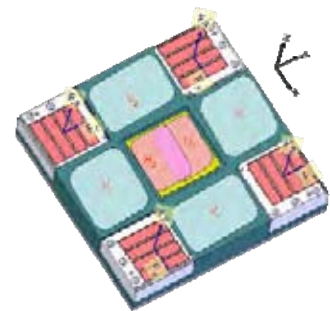
DESCRIPCIÓN MEDIDA

En accionamientos lineales (carros) para máquina herramienta habitualmente se utilizan cuatro tipos de sistemas de sustentación: rozamiento, rodadura e hidrostáticos y aerostáticos. En todos ellos se produce un desgaste, debido al rozamiento. Bien entre las partes metálicas bien entre el aceite o el aire a presión y el eje de giro. Este rozamiento produce errores de posicionamiento debido al stick sleep en los accionamientos de rozamiento.

Los guiados de rodadura tienen el problema del bajo amortiguamiento que proporcionan.

En cambio los guiados hidrostáticos, tienen grandes ventajas de precisión y amortiguamiento, pero son complicados de diseñar y fabricar.

La medida que se propone es utilizar guiados con sustentación magnética, es decir el carro se encuentra flotando, sin ningún contacto mecánico, en un campo magnético. Debe existir un doble efecto de sustentación e impulsión.



Fuente: Tekniker

Al no existir contacto, no existe rozamiento ni desgastes.

IMPLICACIONES TÉCNICAS

Requiere de un alto conocimiento de magnetismo, para el dimensionamiento de los bobinados, así como de regulación y control. Al final es necesario mantener y mover un carro con alta precisión y velocidad, manteniendo una rigidez elevada.

Es especialmente indicado para soluciones que no puedan utilizarse lubricantes

A continuación se realiza una comparativa de los tres sistemas de guiado más utilizados para ejes:

| | Veloc. | Precisión | Amortig. | Rigidez | Precio | Carga | ΔT | Manten. | Vida |
|----------------|--------|-----------|----------|---------|--------|-------|----|---------|------|
| DESPLAZAMIENTO | ☐ | ☐ | ● | ● | ☐ | ● | ☐ | ● | ☐ |
| RODADURA | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ● | ☐ | ● | ☐ |
| HIDROSTÁTICO | ☐ | ● | ● | ● | ● | ● | ☐ | ☐ | ● |
| AEROSTÁTICO | ● | ● | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ● |

Fuente: Tekniker

IMPLICACIONES ECONÓMICAS

Los guiados magnéticos son sensiblemente más caros que los hidrostáticos y mucho más caros que los de rodadura (rodamientos)

IMPLICACIONES AMBIENTALES

De forma global, las ventajas ambientales son la eliminación de fluidos en los cabezales, y la mayor vida útil, al no existir contacto y por tanto rozamiento.



EJEMPLO DE APLICACIÓN DE LA MEDIDA

EMPRESA: TEKNIKER

Producto: Mesa XY magnética

Realización de una mesa bidireccional con sustentación magnética

- Recorrido 170mmx120mm
- 20m/s², 60m/min, 20nm resolution, 200nm precision
- Buena dinámica. Kv 10m/mm•min
- Buena rigidez. En torno a 50N/um en cualquier dirección



Fuente: Tekniker

REFERENCIAS

- www.tekniker.es



CÓDIGO: CM-09

TIPO: Genérica

ESTRATEGIA: Reducir el impacto ambiental en la fase de utilización
 MEDIDA: Usar sistemas de stand-by
 APLICABLE A: Máquinas herramienta

ESTRATEGIAS DE ECODISEÑO



DESCRIPCIÓN MEDIDA

Una máquina herramienta se compone generalmente de un número elevado de motores que consumen energía eléctrica. Podríamos separar el consumo energético de los motores en dos grupos principales, por una parte los motores que intervienen en el proceso de corte y por otra los motores que intervienen en todos los sistemas secundarios. Es decir, por una parte el motor de cabezal junto con los servomotores de accionamiento de los ejes, y por otro lado el resto de componentes de la máquina: CNC, Sistema de enfriamiento, compresores, bombas de refrigeración, extractor de virutas y almacenes de herramientas.

Cuando la máquina herramienta se encuentra en estado de encendido sin realizar ninguna operación, también llamado estado de espera, está consumiendo energía. Esto es debido, a que los componentes de la máquina siguen estando operativos. Una adecuada gestión de los estados de los componentes de la máquina en stand-by permitiría una reducción del consumo de la máquina y consecuentemente una mejora del impacto ambiental. Por ejemplo, una bomba hidráulica que sigue en funcionamiento cuando la máquina está en espera, está consumiendo una energía innecesaria.

Es posible, mediante un software específico instalado en la propia máquina, incorporar un modo stand-by en el que entra la máquina a partir de un tiempo delimitado por el operario (sleep function). Por lo tanto, todas las bombas hidráulicas, de lubricación y refrigeración pasan a un estado inactivo reduciendo el consumo energético. Otra técnica añadida permite el apagado de las luces de la máquina cuando no son necesarias, por ejemplo, una vez que la puerta de la máquina está completamente cerrada y en modo automático.

IMPLICACIONES TÉCNICAS

Las capacidades del proceso y del mecanizado (Cpk, Cmk) dependen de la estabilidad de la Máquina Herramienta, altamente relacionada con el rendimiento termo-mecánico de la máquina. Como resultado, es habitual mantener las Máquinas Herramienta encendidas (e incluso funcionando), aún cuando no tienen que producir ninguna pieza, simplemente para evitar los ciclos de calentamiento improductivos antes de lanzar nuevos lotes de mecanizado. Normalmente no se gestiona la cantidad de energía invertida para garantizar la estabilidad térmica durante estas bajas improductivas, conllevando por tanto una gran pérdida de energía. Una alternativa para minimizar la inversión energética durante estas bajas improductivas es la integración de sistemas de gestión energética basados en software.

El principal objetivo de este tipo de sistemas es gestionar el tiempo real operativo (estado de potencia encendido/apagado) de los diferentes subsistemas de la máquina (bombas, accionamientos, CNC, mecanismos auxiliares, etc...) durante los periodos inactivos de la máquina. Con esto, se consigue minimizar la entrada de la necesaria cantidad de energía en los subsistemas de la máquina para mantener las condiciones térmicas de la Máquina Herramienta, y con ello garantizar la estabilidad térmica en los consiguientes lotes de producción.



Pantalla para configuración del ahorro de energía.
 Fuente Imagen: Catálogo NH4000 DCG.
www.moriseiki.com

IMPLICACIONES ECONÓMICAS

Un adecuado diseño de máquina que permite un menor consumo de energía en la fase no operativa requiere un concienzudo estudio de todos los parámetros que influyen en dicho estado y que pueden ser apagados sin entorpecer el proceso productivo y la calidad a conseguir. Una vez realizado dicho estudio es necesario incorporar en el desarrollo de productos las medidas oportunas. Se trata de aprovechar la tecnología que se aplica en las máquinas de una forma eficiente a fin de evitar un consumo innecesario de energía.

IMPLICACIONES AMBIENTALES

De forma global, las ventajas ambientales son la eliminación de fluidos en los cabezales, y la mayor vida útil, al no existir contacto y por tanto rozamiento.



EJEMPLO DE APLICACIÓN DE LA MEDIDA

EMPRESA: MORI SEIKI

Producto: NH4000 DCG

Desde el año 1999 MORI SEIKI ha estado trabajando con NEDO (New Energy and Industrial Technology Development Organization) para investigar en formas de reducir el consumo de energía mientras las máquinas están en stand-by. El resultado de esta investigación se refleja en su desarrollo de producto:

- Reducción de la potencia de la bomba hidráulica.
- Revisión del extractor de virutas y sus métodos operativos.
- Eliminación de la unidad de control de temperatura del aceite (oil controller) usado para enfriar el husillo.
- Reducción de la energía utilizada para mantener el eje gravitacional parado.
- Reducción del aire utilizado para enfriar los rodamientos del husillo.
- Reducción de la energía utilizada para accionar la bomba de refrigeración.
- Enfriamiento mediante un nuevo sistema del panel de control.



NH4000 DCG de MORI SEIKI

Si el teclado no es utilizado durante un cierto tiempo y el CNC no está realizando operaciones, se corta el suministro de energía a los servomotores, cabezal, bomba de refrigeración y extractor de virutas.

Los resultados son la reducción del consumo eléctrico durante fase de uso de un 40 %, de los que un 78% corresponde a la fase de "máquina en espera" y un 36% corresponde a la máquina mecanizando.

El objetivo de MORI SEIKI es seguir investigando en esta línea de trabajo hasta llegar al objetivo final de reducir a la mitad el consumo de energía de corte.

Fuente: www.moriseiki.com

REFERENCIAS

- Development of low energy and eco-efficient grinding technologies - ENGY.



CÓDIGO: CM-10

TIPO: Genérica

ESTRATEGIA: Reducir el impacto ambiental en la fase de utilización
 MEDIDA: Integrar sistemas de monitorización y control del proceso
 APLICABLE A: Máquinas herramienta

ESTRATEGIAS DE ECODISEÑO



DESCRIPCIÓN MEDIDA

Las operaciones de mecanizado son procesos de transformación en los cuales el material es arrancado para producir una pieza determinada. Se producen un sinnúmero de fenómenos en el proceso de arranque de la viruta que interfieren con la calidad final de la pieza a conseguir. Por lo tanto, las técnicas de monitorización y control del proceso de mecanizado permiten determinar los fenómenos que ocurren tales como esfuerzos, chatter, rotura de herramientas, formación de la viruta,...

La monitorización de un proceso se base en la utilización de la medición de sensores para determinar el estado de un proceso. Los sensores pueden ser de fuerza, de visión, de temperatura,... Mediante la aplicación de algoritmos que utilizan las mediciones obtenidas por los sensores se determina el estado del proceso.

El control del proceso se refiere a la manipulación de las variables del proceso (por ejemplo avances, velocidades, profundidad de corte) para regular el proceso.

IMPLICACIONES TÉCNICAS

La monitorización durante el procesamiento de la información provista por los sensores instalados en la máquina permite la toma de decisiones de una manera autónoma basadas en diagnósticos de las condiciones de la máquina, la pieza, la herramienta y el proceso de mecanizado, lo que conlleva una mayor fiabilidad de la máquina dirigida hacia cero defectos, junto con una mayor productividad y eficiencia. De hecho, las principales soluciones disponibles en el mercado están orientadas hacia estrategias de monitorización de las condiciones de la pieza (rugosidad e integridad superficial, precisión dimensional), de las condiciones de la herramienta (Tool Condition Monitoring para la detección del desgaste y rotura de la herramienta), de las condiciones del proceso (detección del chatter y de colisiones) y de las condiciones de los componentes de la máquina con el objetivo de aplicar un mantenimiento predictivo (componentes rotatorios, las partes sujetas a condiciones de rozamiento).

Ya que no siempre es posible la medición directa durante el procesamiento debido al ambiente agresivo en los alrededores de la zona de corte, las principales soluciones para la monitorización de la pieza y la herramienta se han basado en la monitorización de las condiciones del proceso, en las que se miden las características del proceso de corte (p.e.: potencia y fuerza de corte, vibraciones, temperatura del corte, emisiones acústicas, etc.) para poder conocer indirectamente las condiciones de la pieza y de la herramienta.

Por otra parte, basados en la tecnología de monitorización del CNC, pueden implementarse los sistemas de control adaptativo. Estos sistemas aportan la funcionalidad de control y de adaptación de la velocidad de avance de la máquina con el objetivo de mantener constante la potencia de corte predefinida por el usuario. De este modo se maximiza el arranque de material y se optimiza la vida de la herramienta.

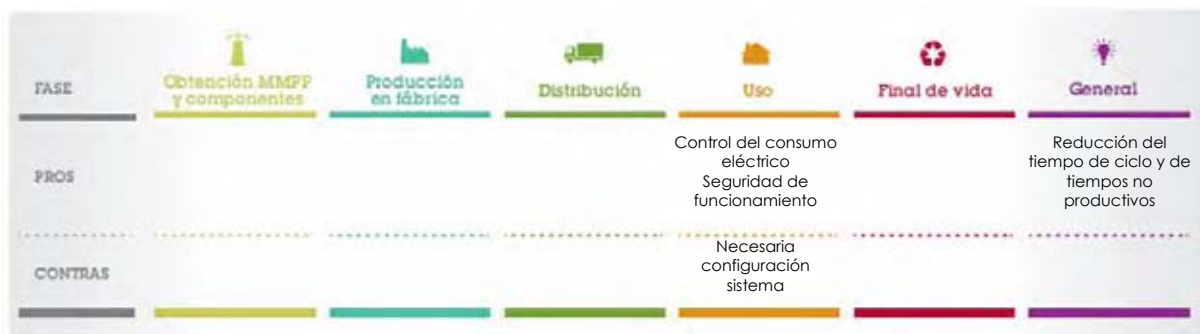
IMPLICACIONES ECONÓMICAS

Existen alternativas de coste eficientes para la instalación de sensores en las máquinas herramienta. En este sentido existe una gran oferta comercial de proveedores de sistemas de monitorización y control, siendo algunos de ellos los propios fabricantes de herramientas que complementan sus productos con estos tipos de sistema.

Por otra parte, la sensibilidad ofrecida por las servo señales de los controladores de arquitectura CNC abierta es también una alternativa de coste eficiente, ya que permite el desarrollo de soluciones de monitorización y control sin la necesidad de instalar sensores adicionales en la máquina.

IMPLICACIONES AMBIENTALES

De forma global, las ventajas ambientales derivadas de la monitorización del proceso de mecanizado compensarían las contras en las otras fases.



EJEMPLO DE APLICACIÓN DE LA MEDIDA

EMPRESA: OMATIVE SYSTEMS

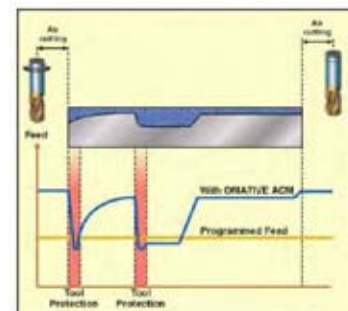
Producto: Control and Monitoring (ACM)

ACM monitoriza la potencia del cabezal en tiempo real durante el mecanizado. El sistema experto interno utiliza la medición de la potencia del cabezal junto con los datos de la herramienta de corte, las características del material y las especificaciones de la máquina herramienta para continuamente calcular y aplicar avances de corte óptimos en tiempo real.

Los cálculos sistemáticos de ACM aseguran una optimización continua del avance que se ajusta automáticamente para cada condición específica de corte. Cuando la potencia del cabeza es baja, ACM aumenta los avances de corte por encima del avance de corte preprogramado. Esto permite una reducción considerable en los tiempos de ciclo así como una protección continua.

Cuando la potencia del cabezal es alta, el avance se reduce, asegurando la máquina y la pieza de posibles daños y eliminado virtualmente la posibilidad de rotura de herramienta. Cuando ACM detecta condiciones de carga extremas, automáticamente se produce una parada de máquina para proteger la herramienta y la máquina generándose una alarma.

Fuente: www.omative.com



ACM de OMATIVE SYSTEMS

REFERENCIAS

- Liang S., Hecker R., Landers R. (2004). "Machining Process Monitoring and Control: The State-of-the-Art". Journal of Manufacturing Science and Engineering, Vol.126 (pag. 297- 310)
- www.ideko.es
- www.artis.de
- www.prometec.com
- www.omative.com



CÓDIGO: CM-11

TIPO: Genérica

ESTRATEGIA: Reducir el impacto ambiental en la fase de utilización
 MEDIDA: Utilización de motores síncronos
 APLICABLE A: Máquinas herramienta

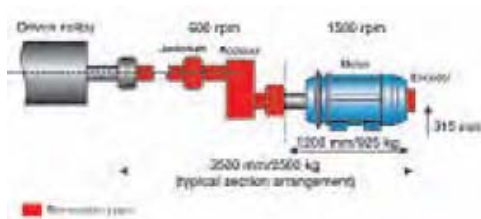
ESTRATEGIAS DE ECODISEÑO



DESCRIPCIÓN MEDIDA

La diferencia principal entre un motor síncrono y un motor asíncrono es que, en el primero, el rotor está magnetizado y gira a la misma velocidad que el campo magnético rotativo.

En vista de los requisitos cada vez más exigentes en el área de los ejes de giro, los motores rotativos, como accionamientos directos, sustituyen cada vez más a los reductores vis-sin-fin y a los accionamientos por ruedas dentadas convencionales. Los motores de inducción estándar, proyectados normalmente para funcionar a 750–3.000 rpm, no son especialmente adecuados para funcionar a baja velocidad ya que al reducirse ésta el motor pierde rendimiento. Normalmente, este problema se resuelve utilizando un reductor de velocidad, un equipo complicado, que ocupa espacio, necesita mantenimiento y consume una considerable cantidad de aceite.



Antes de la aplicación de la medida
 Fuente: www.abb-drives.com



Después de la aplicación de la medida.
 Fuente: www.abb-drives.com

IMPLICACIONES TÉCNICAS

Al igual que sucede en todos los motores síncronos estos sólo pueden ser controlados por un sistema de accionamiento de velocidad variable. Además, el sistema de control de motores síncronos debe ser desarrollado específicamente para controlar el flujo de los imanes permanentes. Las ventajas principales de estos motores son:

- Máxima dinámica.
- Elevada capacidad de aceleración.
- Elevadas velocidades finales.
- Posicionado preciso.
- Desplazamiento regular.
- Excelente rigidez de carga estática y dinámica.
- Diseño compacto.
- Robusto.

IMPLICACIONES ECONÓMICAS

El motor síncrono alcanza niveles de par y de aceleración que sobrepasan, con diferencia, los valores habituales. La principal razón es la utilización de imanes permanentes con una densidad de flujo elevada. Estas características records se obtienen, no solo gracias al motor síncrono, más sofisticado, sino también por el aumento de costes a nivel del armario eléctrico con mayores calibres de variador y a menudo un dispositivo de limitación de tensión que debe igualmente ser tenido en cuenta. Por eso, la tecnología síncrona se aplica de manera muy selectiva donde el sobrecoste puede estar justificado, por ejemplo, en máquinas que imponen electromandrilos extremadamente compactos. El motor de imanes permanentes se viene utilizando desde hace varias décadas, pero sólo ahora se empieza a aplicar esta tecnología a los grandes motores. Al principio, el uso de esta tecnología está limitado a aplicaciones especiales, pero no hay razón para que dentro de algunos años el empleo de motores de imanes permanentes no se haya generalizado.

IMPLICACIONES AMBIENTALES

De forma global, las ventajas ambientales derivadas de la monitorización del proceso de mecanizado compensarían las contras en las otras fases.



EJEMPLO DE APLICACIÓN DE LA MEDIDA

EMPRESA: FRANZ KESSLER

Producto: Cabezal de torno síncrono

Características:

- Velocidad máxima: 3.200 min⁻¹
- Par (S6): 1.000 Nm
- Potencia (S6): 69 kW
- Inercia: 0,535 kgm²
- Peso: 560 kg
- Longitud: 1.018 mm
- Lubricación: Grasa
- Cono: Alojamiento de la nariz del cabezal DIN 55026
- Motor: Síncrono
- CNC: Siemens, Heidenhain, GE Fanuc, • Siemens, Heidenhain, GE Fanuc,
- Bosch-Rexroth, Mitsubishi, Fidia, Bosch-Rexroth, Mitsubishi, Fidia, Selca.



Cabezal de torno síncrono

Fuente: <http://www.franz-kessler.de>

REFERENCIAS

- <http://library.abb.com>
- <http://www.schaeffler.es>
- <http://www.automation.siemens.com>



CÓDIGO: CM-12

TIPO: Genérica

ESTRATEGIA: Reducir el impacto ambiental en la fase de utilización
 MEDIDA: Usar variadores de velocidad a poder ser reversibles
 APLICABLE A: Máquinas herramienta

ESTRATEGIAS DE ECODISEÑO

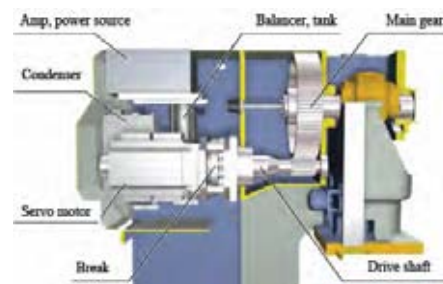


DESCRIPCIÓN MEDIDA

El cabezal principal de cualquier Máquina Herramienta precisa varios cambios de ciclo durante su vida útil, sea en cada arranque de la máquina o debido a cambios periódicos de los parámetros de corte. Los cambios o las paradas del cabezal principal lo realizan los accionamientos correspondientes, normalmente mediante mecanismos electromecánicos responsables de la disipación de la energía cinética acumulada por los motores (produciendo calor, y por lo tanto desperdiciando la energía) para poder parar o frenar el cabezal correspondiente.

Una alternativa orientada hacia diseños de MH más ecoeficientes es la implementación de los llamados "accionamientos reversibles", los cuales son capaces de parar y/o frenar la velocidad de los ejes / cabezales controlados devolviendo la energía cinética a la red eléctrica, en lugar de los modelos basados en la disipación de calor de los accionamientos convencionales.

Existe además algún diseño pionero que introduce un condensador en el cual se acumula energía en la fase de frenado para ser utilizada como energía en la fase de aceleración.



Fuente Imagen: Japan Forming Machine Association. <http://www.j-fma.or.jp/pen/2jig/data/JFMA-Vision-English.pdf>

IMPLICACIONES TÉCNICAS

Los variadores de frecuencia variable (también llamados variadores de velocidad ajustable) suponen una alternativa que, al mismo tiempo, permite variar la velocidad del motor y reducir en gran medida las pérdidas de energía. Los sistemas de variación de velocidad ofrecen varios beneficios en términos de ahorro de energía, el cual es logrado mediante la eliminación de pérdidas debido a estrangulamiento, rendimiento y fricción.

Los variadores de frecuencia variable permiten reducir los picos suministrando la potencia necesaria para cada aplicación e incrementando gradualmente la velocidad del motor para reducir el consumo de corriente. Los variadores de frecuencia variable también permiten el control automático de la frecuencia (velocidad) del motor, haciendo que trabaje a plena potencia sólo cuando es necesario.

El factor de potencia y la forma en la que afecta el desplazamiento y la distorsión armónica es un aspecto muy importante en la selección del variador. Los variadores que tienen un factor de potencia real próximo a uno permiten reducir la utilización de energía. Los mejores variadores producen un factor de potencia de 0,95 o superior en una amplia gama de velocidades de funcionamiento.

Fuente: <http://www.rockwellautomation.es>



IMPLICACIONES ECONÓMICAS

Las soluciones de control inteligente de motores, que incluyen variadores de frecuencia variable de elevada eficiencia, son una parte importante de cualquier programa de ahorro energético encaminado a optimizar el consumo y reducir la factura de electricidad.

Se deben buscar variadores que utilicen control inteligente de motores mediante características tecnológicas avanzadas como regeneración, derivación síncrona, opciones sin transformador, software y comunicaciones de cara a optimizar el consumo energético.

Fuente: <http://www.rockwellautomation.es>

IMPLICACIONES AMBIENTALES

De forma global, las ventajas ambientales por un menor consumo energético durante la fase de uso compensarían los posibles contras que pudieran generarse en las otras fases.



EJEMPLO DE APLICACIÓN DE LA MEDIDA

EMPRESA: AMADA

Producto: Punzonadora EM-2510 NT

Un sistema de almacenamiento de energía almacena la energía al final de cada carrera para su utilización en el siguiente ciclo. Esto resulta en una reducción del 60% en el consumo de energía por golpe comparado con una máquina convencional.

La máquina está equipada con dos servomotores AC directos para el sistema de punzonado. Para el sistema de almacenamiento de energía se utiliza un condensador.

Como resultado, la máquina ofrece un mayor rendimiento que una máquina convencional a la par de un menor uso de energía.

Fuente: www.amada.com



Punzonadora EM-2510 NT

REFERENCIAS

- <http://www.automation.siemens.com>
- <http://www.rockwellautomation.es>



CÓDIGO: CM-13

TIPO: Genérica

ESTRATEGIA: Reducir el impacto ambiental en la fase de utilización
 MEDIDA: Seleccionar guías de baja fricción (reducir rozamientos)
 APLICABLE A: Máquinas herramienta

ESTRATEGIAS DE ECODISEÑO



DESCRIPCIÓN MEDIDA

Los guiados que menores coeficientes de rozamiento tienen son más eficientes desde el punto de vista de consumo energético. Cuanto menor es el contacto entre las piezas móviles menor es el calor generado por la fricción.

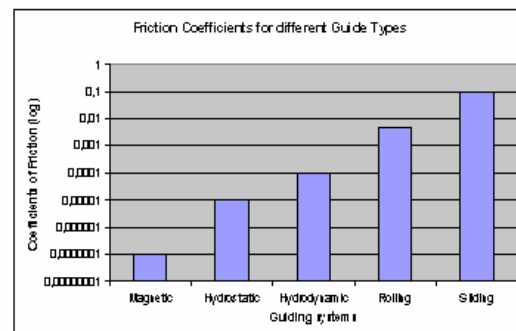
El guiado que menor rozamiento presenta es el guiado magnético, donde el rozamiento viscoso producido por el aire es prácticamente despreciable.

A continuación estarían los guiados lubricados con capas finas de lubricante, donde podemos encontrar los guiados hidrostáticos e hidrodinámicos. Los guiados hidrostáticos carecen de contacto en toda su gama de velocidades de funcionamiento, incluso en parado. En los hidrodinámicos, en la etapa de arranque existe contacto entre las piezas móviles, y sólo a partir de la velocidad de transición (función de la viscosidad y carga aplicada) las piezas se separan reduciendo así enormemente su coeficiente de fricción. Una vez se ha desarrollado dicha capa de lubricante, la fricción entre los guiados hidrostáticos e hidrodinámicos es semejante, siempre inferior a 0,0001.

Los siguientes guiados serían los de rodadura, donde su coeficiente de rozamiento sigue siendo relativamente bajo, entre 0,001 y 0,005 para sistemas de baja precarga.

En estos guiados existe el desgaste y rozamiento debido a la rodadura del mecanismo por lo que se utilizan lubricantes para atenuar el desgaste.

Por último estarían los guiados de deslizamiento mediante materiales de baja fricción. En estos casos se utilizan materiales basados en politetrafluoretileno o TEFLON ©, donde se consiguen coeficientes de rozamiento entre 0,2 y 0,05 cuando está correctamente lubricado. En este caso el elevado coeficiente de rozamiento provoca una gran pérdida de energía en el mecanismo.



IMPLICACIONES TÉCNICAS

Los guiados hidrostáticos son adecuados para aquellas aplicaciones que necesitan una gran rigidez, gran capacidad de carga, baja fricción, sin desgaste, alta amortiguación y resistencia a la contaminación.

A pesar de estas ventajas, los guiados hidrostáticos no son ampliamente utilizados en máquina herramienta debido a los problemas prácticos con su instalación y uso. Por ejemplo, los elementos de compensación, orificios y válvulas de control a menudo son complicados de instalar, caros y sensibles a la contaminación. Por estas razones, los guiados lineales basados en elementos rodantes han sido más ampliamente utilizados en la industria de la máquina herramienta.

IMPLICACIONES ECONÓMICAS

Los guiados hidrostáticos en comparación con los guiados lineales basados en elementos rodantes son en general más caros. El coste principal es el asociado con el suministro de fluido y su recuperación. Esta es la principal razón por la que su uso no esté generalizado. Aún así, con los guiados hidrostáticos se reducen los costes debido a mantenimiento respecto a los guiados lineales de rodadura.

IMPLICACIONES AMBIENTALES

De forma global, las ventajas ambientales derivadas de la reducción del rozamiento compensarían las contras en las otras fases.



EJEMPLO DE APLICACIÓN DE LA MEDIDA

Aunque principalmente las guías hidrostáticas son diseños realizados específicamente por cada fabricante de máquina herramienta, en este ejemplo se explica el caso de INA que ofrece en su catálogo guías hidrostáticas comerciales.

EMPRESA: INA

Producto: HLE45

Características principales:

- Se ajusta a las medidas del guiado lineal de rodadura, por lo que permite utilizar el mismo concepto de diseño de máquina que para las guías lineales convencionales.
- Aceleraciones de hasta 100 m/s² y velocidades de hasta 120 m/min.
- Aproximadamente cero fricción entre la guía y el patín.
- Necesidades para la unidad hidráulica: Cada patín requiere dos litros de aceite por minuto.



HLE45 de INA

Fuente: www.ina.com

REFERENCIAS

- <http://www.answers.com/topic/antifriction-bearing>
- Slocum, A.H. Precision Machine Design. SME, 1992



CÓDIGO: CM-14

TIPO: Genérica

ESTRATEGIA: Reducir el impacto ambiental en la fase de utilización
 MEDIDA: Sustituir accionamientos hidráulicos o neumáticos por electrónicos
 APLICABLE A: Máquinas herramienta

ESTRATEGIAS DE ECODISEÑO



DESCRIPCIÓN MEDIDA

Los accionamientos neumáticos e hidráulicos son caros desde el punto de vista energético. Hoy en día, los costes incurridos como resultado del alto consumo de energía son analizados desde el punto de vista del coste del ciclo de vida. El principal punto en el que están trabajando los proveedores de sistemas hidráulicos y neumáticos es en mejorar la eficiencia de los equipos tanto en la parte generativa, como en la transmisión de energía y en la parte mecánica. Por lo tanto, es posible alcanzar ahorros significativos en ciertas áreas y proteger el medioambiente aplicando nuevas tecnologías en los sistemas hidráulicos y neumáticos.

Fuente: www.ifas.rwth-aachen.de

Una alternativa a la utilización de accionamientos hidráulicos y neumáticos es la utilización de motores junto con equipos electrónicos de potencia avanzados. Estos equipos consumen un 25% menos de energía que los motores tradicionales mejorando también la fiabilidad, eficiencia y el coste. Por lo tanto sistemas que tradicionalmente eran controlados neumática o hidráulicamente también pueden ser ahora controlados eléctricamente.

IMPLICACIONES TÉCNICAS

La eliminación de sistemas hidráulicos tiene un serie de beneficios aparentes como la reducción de componentes como mangueras, bombas, acumuladores y el propio fluido hidráulico. También evita la fuga de fluidos y su posterior mantenimiento. El sistema resultante es más silencioso. El uso de servocontroles electrónicos reduce el tiempo de ciclo debido a un movimiento más eficiente.

Las principales ventajas de los actuadores electromecánicos son:

- Fácil montaje en cualquier posición; horizontal, vertical o inclinada.
- Funcionamiento independiente y autónomo de otras instalaciones.
- El movimiento se efectúa a velocidad uniforme.
- Solamente consume energía mientras actúa.
- Funcionamiento silencioso.
- La fuerza de empuje y tracción es constante e igual en ambos sentidos.
- Insensible en gran medida a las variaciones de temperatura.
- No precisa mantenimiento durante largos períodos.
- Facilidad de realizar variaciones de velocidad y posicionamiento.

Las capacidades de carga dinámica alcanzan los 70.000N, con estas características pueden ser aplicados en casi cualquier automatización industrial, en la que se desee mover algo sin necesidad de fuerza manual, neumática o hidráulica.

Fuente: www.niasa.es



IMPLICACIONES ECONÓMICAS

Aunque el coste inicial puede ser más alto que la utilización de sistemas hidráulicos, los sistemas que funcionan con servomotores tienen una serie de ventajas como menor espacio ocupado, mayor eficiencia y mejores características dinámicas lo que permiten mejorar la productividad. Por lo tanto, el funcionamiento de estos sistemas produce ahorros de energía a lo largo del ciclo de vida.

IMPLICACIONES AMBIENTALES

De forma global, las ventajas ambientales derivadas de la reducción del rozamiento compensarían las contras en las otras fases.



EJEMPLO DE APLICACIÓN DE LA MEDIDA

EMPRESA: CITIZEN MACHINERY

Producto: CITIZEN L32-VII

El modelo L32 utiliza un sistema completo de servomotores "Full servo system". Incluso el amarre del plato o la recogida de la pieza de trabajo se ejecutan mediante servomotores. Esto reduce el tiempo de espera típico que se produce en sistemas hidráulicos y en otros componentes electromecánicos. Esto no solo reduce el tiempo de espera también reduce los consumos eléctricos, los requisitos de mantenimiento y los costes de operación de la máquina.

Fuente: <http://www.citizenmachinery.co.uk>

El modelo de torno automático L32VII reduce el consumo de energía hasta un 35% comparado con modelos anteriores.



CITIZEN L32-VII

REFERENCIAS

- Gauchel W., Energy Saving pneumatic systems, IFAS, RWTH Aachen.



CÓDIGO: CM-15

TIPO: Genérica

ESTRATEGIA: Reducir el impacto ambiental en la fase de utilización
 MEDIDA: Optimizar el sistema de refrigeración del armario eléctrico
 APLICABLE A: Máquinas herramienta

ESTRATEGIAS DE ECODISEÑO



DESCRIPCIÓN MEDIDA

Existen diferentes tipos de refrigeración de armario eléctrico:

- Ventilación forzada, es decir, en todo momento hay un ventilador en marcha para refrigerar el armario
- Refrigeración mediante aire con termostato, es decir, se coloca un refrigerador con un termostato donde se indica la temperatura máxima y mínima a la que debe trabajar el armario eléctrico. Cuando supera el máximo comienza a refrigerar y cuando llega al mínimo se detiene.
- Refrigeración mediante agua, es el mismo caso que el anterior pero empleando agua como fluido refrigerante.

La refrigeración con termostato mediante aire es muy empleada, pero el de agua se utiliza más cuando el armario necesita mucha refrigeración.

Es importante no sobredimensionar el sistema de refrigeración del armario para evitar un despilfarro en cuanto a consumo de energía y evitar la generación innecesaria de ruido.

IMPLICACIONES TÉCNICAS

El cálculo del refrigerador adecuado para cada armario se realiza de la siguiente forma:

1. Se analizan los equipos que se encuentran en el interior del armario eléctrico, de cada uno se conoce la potencia y se revisa el rendimiento para poder saber el calor que debe disipar el sistema de refrigeración.
2. Conociendo este dato se selecciona el equipo de refrigeración más ajustado a las necesidades.

Debido a que el ventilador de ventilación forzada está en marcha en todo momento a largo plazo suele ser más adecuado instalar un ventilador de refrigeración por aire y en caso de que el armario tenga mucha carga se recomienda el sistema de refrigeración por agua.

IMPLICACIONES ECONÓMICAS

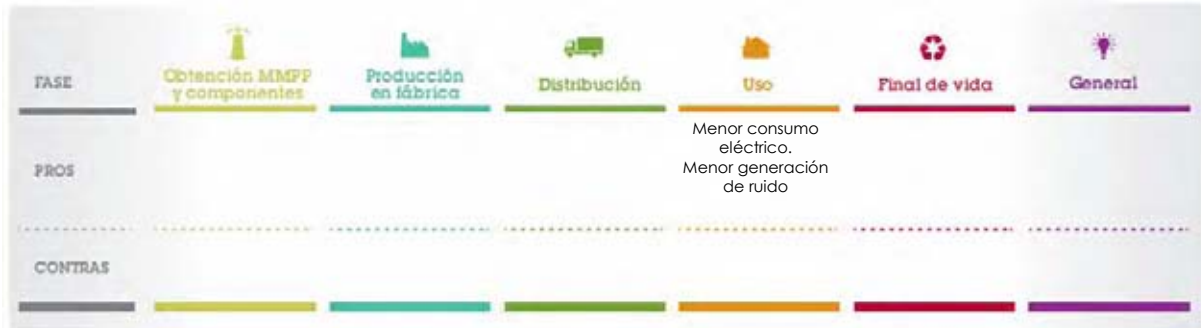
En principio el sistema más económico es el de ventilación forzada a continuación el de refrigeración por aire y por último el sistema de refrigeración por agua.

A continuación se describen las principales implicaciones económicas de los tres tipos de ventiladores:

- **Ventilación forzada.** Es el de menor coste pero conlleva un consumo eléctrico superior, además debido a su sistema de funcionamiento en continuo presentan un mayor número de averías
- **Refrigeración mediante aire con termostato.** Menor consumo de electricidad que el de ventilación forzada.
- **Refrigeración mediante agua.** Su coste es superior a los anteriores ya que requiere de un equipo frigorífico. Pero tiene como ventaja adicional que se independiza de la temperatura exterior, por lo que es un sistema muy válido para instalaciones con elevada temperatura ambiental.

IMPLICACIONES AMBIENTALES

Las ventajas ambientales derivadas de la optimización del sistema de refrigeración del armario eléctrico son la reducción del consumo de electricidad y la optimización del nivel sonoro de los equipos de refrigeración



EJEMPLO DE APLICACIÓN DE LA MEDIDA

EMPRESA: TEKNIKER

En el siguiente ejemplo se muestra el sistema de refrigeración de un armario eléctrico. Este sistema de refrigeración en concreto es de 1400W, la selección de estos sistemas de refrigeración intenta ser lo más ajustada posible a la potencia requerida.

Para la correcta selección del sistema de refrigeración del armario se ha observado la potencia de cada uno de los dispositivos eléctricos del armario y su correspondiente rendimiento. Los dispositivos que más importancia tienen a la hora de realizar este cálculo son los reguladores y variadores de frecuencia y los transformadores. De esta forma se conoce la cantidad de calor que debe disipar el equipo de refrigeración. Conociendo este dato se selecciona el equipo de refrigeración más ajustado a las necesidades.

Una vez conocidas las necesidades se decide qué tipo de sistema de refrigeración colocar, ventilación forzada, refrigeración con aire activado mediante un termostato o refrigeración mediante agua.

Para este caso el calor a disipar es un poco inferior a 1400W, por lo que se decidió colocar el sistema de refrigeración que se muestra en la figura de abajo donde la refrigeración es mediante aire y activado con un termostato.



Refrigeración del armario eléctrico por fuera y por dentro. Fuente: TEKNIKER

REFERENCIAS

- www.tekniker.es



CÓDIGO: CM-16

TIPO: Genérica

ESTRATEGIA: Reducir el impacto ambiental en la fase de utilización

MEDIDA: Utilizar sistemas de convección natural como sistema de refrigeración

APLICABLE A: Máquinas herramienta

ESTRATEGIAS DE ECODISEÑO

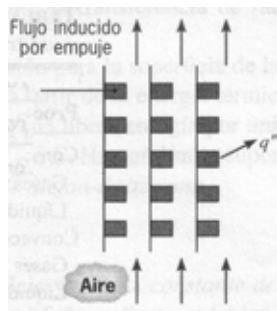


DESCRIPCIÓN MEDIDA

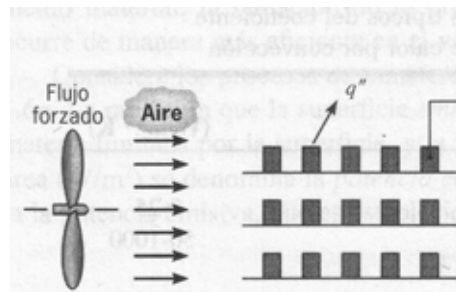
Convección es transferencia de calor que se produce a través de un fluido (aire, agua). La evacuación de calor es proporcional a la diferencia de temperaturas entre la superficie y el fluido, a la superficie y a un coeficiente (coeficiente de película), función de diversos factores (tipo de fluido, velocidad del fluido, geometría,...). Existen dos tipos de convección:

- Convección natural: El fluido se mueve únicamente por la diferencia de densidades que acarrea una diferencia de temperatura.
- Convección forzada: El fluido se mueve sobre la superficie del sólido de forma externa (ventilador, bomba,...).

La transferencia de calor por convección forzada es muy superior (un valor de referencia puede ser de 10 veces) que por convección natural.



Convección libre.



Convección forzada.

IMPLICACIONES TÉCNICAS

La convección es una de las formas en las que se disipa el calor, junto a la conducción y la radiación. Cuanto mayor sea el calor disipado, menor será la temperatura de la máquina y por tanto se producirán menores dilataciones térmicas

Como se puede observar en la tabla, la convección forzada consigue disipar más calor que la convección natural pero esta presupone un consumo de energía (bomba, ventilador) para provocar el movimiento del fluido (aire, agua,...) refrigerante.

Para conseguir incrementar el calor disipado por convección natural es necesario incrementar las superficies expuestas al fluido refrigerante (mayores superficies, aletas,...).

TABLA 1.1 Valores típicos del coeficiente de transferencia de calor por convección

| Proceso | h ($W/m^2 \cdot K$) |
|-------------------------------|----------------------------|
| Convección libre | |
| Gases | 2-25 |
| Líquidos | 50-1000 |
| Convección forzada | |
| Gases | 25-250 |
| Líquidos | 50-20,000 |
| Convección con cambio de fase | |
| Ebullición o condensación | 2500-100,000 |

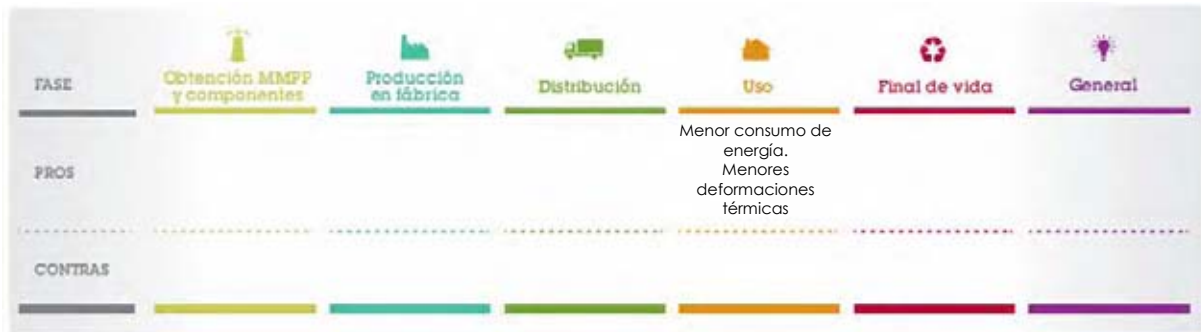
Tabla de valores típicos de coeficientes de transferencia de calor por convección
Fuente: F. P. Incropera y D. P. De Witt, Fundamentos de Transferencia de Calor

IMPLICACIONES ECONÓMICAS

El coste de la convección forzada es mayor, ya que implica el uso de algún tipo de instrumento (ventilador, bomba) para agitar el fluido (aire, agua).

IMPLICACIONES AMBIENTALES

Los beneficios ambientales derivados de la utilización de la convección natural se generan por la utilización de sistemas naturales no forzados para lograr la disipación del calor generado en la máquina. La utilización de convecciones forzadas se traduce en un aumento del consumo de energía, menor generación de ruido, etc.

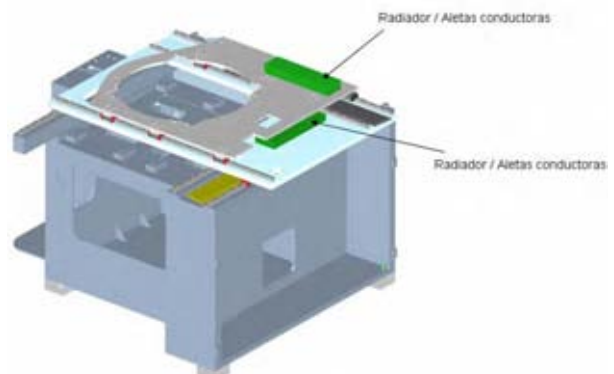


EJEMPLO DE APLICACIÓN DE LA MEDIDA

EMPRESA: LAZPIUR

Maquina: Insertadora

Se colocaron unos radiadores o aletas conductoras para facilitar la convección natural y poder evacuar más calor generado por los motores lineales. De esta forma se evitó colocar refrigeración de agua para dichos motores.



Máquina insertadora. Fuente: Lazpiur

REFERENCIAS

- F. P. Incropera y D. P. De Witt, Fundamentos de Transferencia de Calor, 4ª edición, Pearson Educación, México, 1999.
- www.tekniker.es



CÓDIGO: CM-17

TIPO: Genérica

ESTRATEGIA: Reducir el impacto ambiental en la fase de utilización
 MEDIDA: Iluminación de bajo consumo
 APLICABLE A: Máquinas herramienta

ESTRATEGIAS DE ECODISEÑO



DESCRIPCIÓN MEDIDA

En las máquinas-herramienta se suele utilizar iluminación en el interior del carenado para facilitar al mecanizador el ajuste de la operación.

Las **lámparas fluorescentes compactas (LFC)** tienen el mismo funcionamiento que el tubo de fluorescente común y son compatibles con los portalámparas de las incandescentes. Tienen un consumo energético cuatro veces menor que las incandescentes. El ahorro que una LFC ofrece puede ser del 75-80% respecto a una incandescente de la misma potencia lumínica. Está demostrado que también reducen la emisión de gases que producen el efecto invernadero y el calentamiento global.

Las **lámparas de filamento incandescente** producen junto con la luz una gran cantidad de calor lo que reduce notablemente el rendimiento energético.



Fluorescente compacta
Fuente: www.espacioliving.com



Filamento incandescente
Fuente: www.luximport.net

IMPLICACIONES TÉCNICAS

Las características de las lámparas fluorescentes compactas son las siguientes:

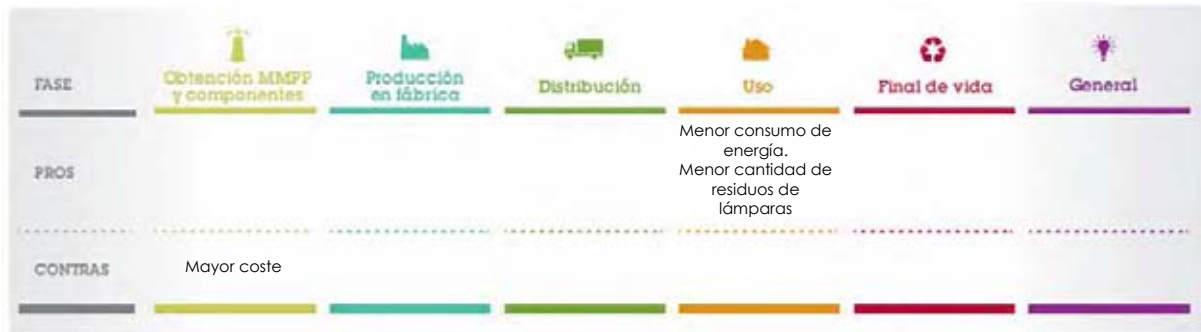
- Frías, por lo que la mayor parte de la energía que consumen la convierten en luz, por el contrario la bombilla incandescente la mitad de lo que usa lo transforma en calor
- Reducen el consumo entre un 50 y un 80%
- Disminuye de gran manera el CO₂ que se arroja a la atmósfera
- Una bombilla normal convierte tan solo el 2.6% de la energía en luz visible, mientras que las fluorescentes compactas alcanzan a usar el 15% de lo consumido

IMPLICACIONES ECONÓMICAS

La vida de las lámparas fluorescentes compactas puede llegar a ser seis veces mayor que la de una incandescente, por lo que aunque las LFC tengan un precio más elevado, se recupera por la efectividad y la duración que tienen.

IMPLICACIONES AMBIENTALES

De forma global, las ventajas ambientales por la instalación de iluminación de bajo coste compensarían los posibles contras en las otras fases



EJEMPLO DE APLICACIÓN DE LA MEDIDA

EMPRESA: DOIMAK

Maquina: Rectificadora

Las rectificadoras suelen ser máquinas bastante compactas, con carenado integrado que cubre toda la máquina. Para facilitar el proceso manual de rectificado (carga, descarga, ajuste de lunetas, medición, etc) es aconsejable iluminar la zona de trabajo. Con una (o varias) lámparas, situadas en el carenado.

La aplicación que se adjunta es una rectificadora de roscas, con distancia máxima de 1000 mm entre puntos, en las que se ha instalado una lámpara de bajo consumo, Westelettric 123202010L 58W-24V.



Rectificadora de roscas con lámpara de bajo consumo.
Ref: Doimak

REFERENCIAS

- www.espacioliving.com
- www.luximport.net
- www.westelettric.it



CÓDIGO: CM-18

TIPO: Genérica

ESTRATEGIA: Reducir el impacto ambiental en la fase de utilización
 MEDIDA: Dimensionar cojinetes hidrostáticos para mínimo consumo de potencia
 APLICABLE A: Máquinas herramienta

ESTRATEGIAS DE ECODISEÑO



DESCRIPCIÓN MEDIDA

En un cojinete hidrostático (tanto radial como longitudinal), existen tres fuentes de potencia consumida: bombeo, rozamiento del fluido con el cojinete y de los torbellinos que se forman dentro de las cavidades. Esta energía se convierte en calor que posteriormente es necesario eliminar.

En aplicaciones de alta velocidad resulta crítico el correcto dimensionamiento de la geometría de los cojinetes para limitar el calor generado, ya que las pérdidas por rozamiento aumentan con el cuadrado de la velocidad.

La idea es, manteniendo unos requisitos mínimos de rigidez y carga soportada, realizar el dimensionamiento de los cojinetes de forma que la potencia consumida sea mínima.

Las variables geométricas que pueden optimizarse son: el diámetro exterior, el número de cavidades, longitud y profundidad de las cavidades, reborde longitudinal y radial y holgura.

IMPLICACIONES TÉCNICAS

Debido a que existen diferentes dimensiones que pueden modificarse, con un objetivo claro (potencia consumida mínima), pero con unos requisitos mínimos (rigidez y carga soportada), es complicado encontrar la solución óptima por puro tanteo. Además es necesario conocer la formulación matemática que rige la sustentación hidrostática.

Por estos motivos es aconsejable recurrir a programas informáticos para la obtención de un dimensionamiento óptimo.

La utilización de la solución óptima redundará básicamente en dos mejoras evidentes:

1. Reducción de la potencia requerida al motor del accionamiento.
2. Disminución de la potencia frigorífica requerida para enfriar el aceite del circuito hidrostático.

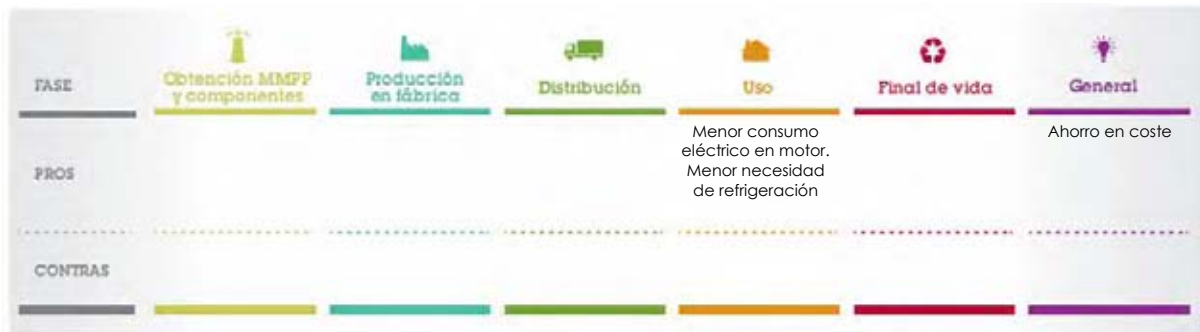


IMPLICACIONES ECONÓMICAS

Todas las implicaciones son positivas, se necesita menos potencia en el motor y en la central frigorífica (más baratas)

IMPLICACIONES AMBIENTALES

De forma global, las ventajas ambientales por la instalación de iluminación de bajo coste compensarían los posibles contras en las otras fases



EJEMPLO DE APLICACIÓN DE LA MEDIDA

EMPRESA: TEKNIKER

Tekniker ha realizado un software que permite optimizar las variables de diseño, definidas dentro de un rango. Definiendo asimismo unos requisitos mecánicos mínimos.

A continuación se incluye un ejemplo de optimización de cojinete radial:

OPTIMIZACION DE COJINETES HIDROSTATICOS

| CONSTANTES | | | |
|--------------------------------|---|----------|--|
| Numero de cavidades | = | 6 | |
| Altura de la cavidad(mm) | = | 4.00 | |
| Tipo de restrictor | = | ORIFICIO | |
| Densidad (kg/m3) | = | 850.00 | |
| Calor específico(J/kg.Grado) | = | 1900.00 | |
| Revoluciones por minuto | = | 6000.0 | |
| Fuerza max.(kp) | = | 200.00 | |
| Rigidez min(kg/micra) | = | 85.00 | |
| Increment. max. temperatura(C) | = | 10.00 | |

| | VALORES MINIMOS | VALORES OPTIMOS | VALORES MAXIMOS |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Diametro(mm) | 85.00 | 85.00 | 85.00 |
| L (mm) | 40.00 | 40.00 | 40.00 |
| b (mm) | 3.00 | 3.00 | 3.00 |
| a (mm) | 3.00 | 3.00 | 3.00 |
| Viscosidad(CTP) | 3.00 | 3.00 | 50.00 |
| Beta(Pr/Ps) | 0.20000 | 0.65084 | 0.70000 |
| Juego (micras) | 20.00 | 23.54 | 100.00 |

| | | |
|----------------------------|---|---------|
| Pbomba(kp/cm2) | = | 55.906 |
| Caudal(l/min) | = | 4.965 |
| Incremento de temperatura | = | 4.000 |
| Rigidez obtenida(kp/micra) | = | 85.000 |
| Fuerza obtenida(kp) | = | 600.150 |

| | | | |
|------------------------|-------|-------------------------|--------|
| wbomba (wattios) = | 453.4 | wrozamiento (wattios) = | 563.6 |
| wremolinos (wattios) = | 319.5 | wtotal (wattios)= | 1336.5 |

REFERENCIAS

- "Design Procedures for hydrostatic bearings", W.B ROWE. The Machinery Publishing Co. LTD, ISBN 0 85333 224 X
- www.tekniker.es



CÓDIGO: CM-19

TIPO: Genérica

ESTRATEGIA: Reducir el impacto ambiental en la fase de utilización
 MEDIDA: Usar software de mantenimiento predictivo para reducir paradas
 APLICABLE A: Máquinas herramienta

ESTRATEGIAS DE ECODISEÑO



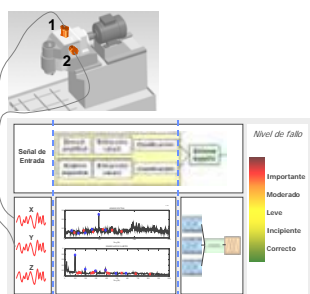
DESCRIPCIÓN MEDIDA

Las paradas inesperadas de las máquinas debido a roturas o condiciones incorrectas de los componentes o sistemas auxiliares de las máquinas (transmisiones, rodamientos, motores, etc...) aumentan drásticamente los costes de mantenimientos de la línea de producción.

La gestión de las paradas de la máquina y la frecuencia de las intervenciones previenen paradas inesperadas que afecten a la línea de producción, reduciendo los costes de mantenimiento. Una alternativa para optimizar la frecuencia de intervención en la máquina, y por tanto minimizar los costes de mantenimiento sin una reducción de la fiabilidad de la producción es la incorporación de sistemas software de mantenimiento predictivo basados en la tecnología de monitorización de las condiciones de componentes de máquina

IMPLICACIONES TÉCNICAS

Mediante el correcto procesado de las señales provistas por sensores instalados en la máquina (acelerómetros, sensores de carga, etc...), se controlan las condiciones y vida esperada de los componentes críticos de la máquina (rodamientos, transmisiones, etc...), permitiendo la predicción del tiempo disponible antes de la siguiente parada de máquina. Esto da como resultado la adecuada gestión de los recursos humanos y materiales necesarios para la realización de las intervenciones de mantenimiento en la máquina.



Estrategia de detección de fallo en rodamientos y engranajes
 Fuente: Ideko



Sensor miniaturizado embebido en partes críticas de la máquina (cabezales...)
 Fuente: Ideko

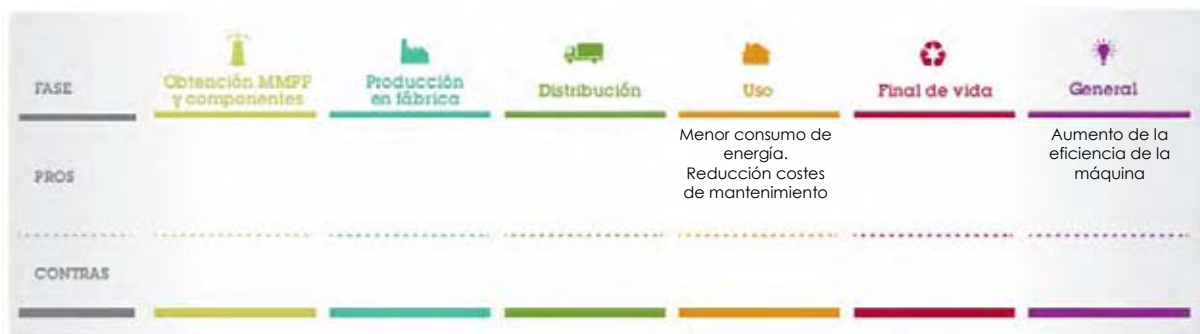
IMPLICACIONES ECONÓMICAS

En la mayoría de los casos, a pesar de que cada vez se desarrollan nuevas aplicaciones que utilizan tecnologías más eficientes para realizar el mantenimiento predictivo, dichos sistemas en general aumentan el coste de la máquina. Por lo tanto, estos sistemas se utilizan sobretodo en máquinas sofisticadas o de alto valor añadido en los que las paradas de máquina se deben minimizar.

Existe la posibilidad de prever desde el diseño los interfaces necesarios en los componentes críticos para poder acoplar equipos de monitorización externos.

IMPLICACIONES AMBIENTALES

De forma global, las ventajas ambientales asociadas la utilización de software de mantenimiento predictivo son las derivadas de un menor número de paradas inesperadas de la máquina-herramienta.



EJEMPLO DE APLICACIÓN DE LA MEDIDA

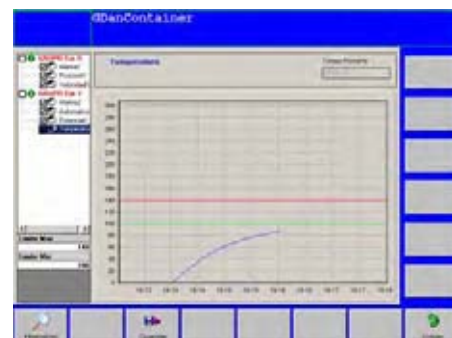
EMPRESA: IDEKO

Producto: Módulo software de mantenimiento predictivo

Existe la posibilidad de monitorizar el estado de una máquina mediante las señales generadas desde el CNC/PLC. Por ejemplo, se puede conocer la potencia a la que trabajan los ejes, la temperatura de los rodamientos, errores de seguimiento o velocidad de ejes.

Si se grafica en el tiempo cada una de dichas señales es posible extraer tendencias que permitan prever posibles mal funcionamientos de la máquina y planificar el mantenimiento a realizar.

Fuente: www.ideko.es



Módulo software de mantenimiento predictivo

REFERENCIAS

- Tönshoff, H.K; Inasaki, I. "Sensors in Manufacturing. Vol.I Sensors Applications". 2001. ISBN 3-527-26538-4.



CÓDIGO: CM-20

TIPO: Genérica

ESTRATEGIA:

Reducir el impacto ambiental en la fase de utilización

MEDIDA:

Usar actuadores activos o pasivos para eliminar ruido y vibraciones

APLICABLE A:

Máquinas herramienta

ESTRATEGIAS DE ECODISEÑO

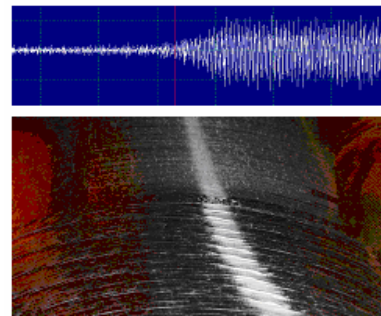


DESCRIPCIÓN MEDIDA

Dependiendo de las características dinámicas de la máquina, las vibraciones en una máquina-herramienta pueden provocar efectos negativos en la calidad de la superficie de la pieza que se trabaje y causar un desgaste prematuro en la herramienta y la propia máquina.

Los elementos de amortiguación pasivos o amortiguadores activos pueden reducir de manera efectiva esta vibración de la máquina-herramienta y por tanto contribuyen a mejorar la calidad del mecanizado y el volumen de corte.

En cualquier caso, esto requiere la instalación de elementos adicionales o masas. El funcionamiento de un amortiguador activo requiere adicionalmente complejos ajustes técnicos.



Detalle de una superficie con un sistema de amortiguación activo (parte superior de la pieza mecanizada) y sin amortiguación (parte inferior de la pieza mecanizada)

Fuente imagen: www.ideko.es

IMPLICACIONES TÉCNICAS

Los actuadores activos reducen las vibraciones actuando en la formación de la onda vibratoria. El objetivo del amortiguamiento activo es reducir los picos resonantes de la función de transferencia del ciclo cerrado. Existen dos aproximaciones radicalmente diferentes al rechazo de turbulencias: feedback y feedforward. En feedback, la salida del sistema y se compara con la entrada de referencia r y la señal de error $e = r - y$, se pasa a un compensador $H(s)$ y se aplica al sistema $G(s)$. Cuando la señal relacionada con la turbulencia está disponible, el filtrado adaptativo feedforward constituye una alternativa atractiva al feedback para el rechazo de la turbulencia; se desarrolló originalmente para control de ruidos, pero es también muy eficiente para el control de vibraciones.

El amortiguamiento pasivo se basa en las capacidades de amortiguamiento de los materiales. Estos materiales reducen la transmisión de la vibración de la parte de la MH que produce la vibración al resto de la MH.

IMPLICACIONES ECONÓMICAS

Debido a las influencias negativas que tiene en el proceso productivo, el control activo de estructuras para la eliminación de vibraciones en las máquinas herramientas, es un campo en el que se está realizando un importante esfuerzo investigador.

En la imagen se muestra un actuador inercial acoplado al carnero de una fresadora. Existen soluciones efectivas de actuadores desde el punto de vista del coste para la reducción de las vibraciones en máquinas. Esto da lugar a unos acabados mejores de la pieza mecanizada aumentando los ratios de material arrancado.



Fuente imagen: Ideko

IMPLICACIONES AMBIENTALES

De forma global, las ventajas ambientales derivadas de la reducción de las vibraciones mediante actuadores pasivos o activos compensarían las contras en las otras fases.



EJEMPLO DE APLICACIÓN DE LA MEDIDA

EMPRESA: IDEKO

Proyecto: Desarrollo de un control activo de vibraciones (SMARTOOL)

El objetivo global del proyecto es diseñar e implantar sistemas activos que, incorporados a las máquinas herramientas, permitan reducir los errores debidos a problemas de vibraciones que aparecen durante las operaciones de mecanizado, y que limitan las prestaciones de las mismas.

Destaca la realización de sistemas de control activo basados en actuadores piezoeléctricos para rectificadora sin centros, y sistemas similares basados en actuadores inerciales para fresado. En el ejemplo que se muestra, se realiza una aplicación práctica de un sistema de reducción activo de vibraciones utilizando actuadores piezoeléctricos para una rectificadora sin centros.

El objetivo de este sistema es la reducción del chatter lo que permite aumentar la productividad. El cálculo de los diagramas de lóbulos de estabilidad de la máquina muestra claramente la mejora del proceso de corte.

Fuente: IDEKO



Actuador piezoeléctrico embebido en una rectificadora

REFERENCIAS

- Egaña, I., Sabalza, X., "Robust chatter reduction in centerless grinding machines by active damping".
- Sabalza, X., Muñoa, J., "Incremento de la capacidad productiva de las fresadoras mediante reducción del efecto del chatter utilizando actuadores inerciales".



CÓDIGO: CM-21

TIPO: Genérica

ESTRATEGIA:

Optimizar el sistema de fin de vida

MEDIDA:

Diseño de máquinas reconfigurables para diferentes procesos productivos

APLICABLE A:

Máquinas herramienta

ESTRATEGIAS DE ECODISEÑO

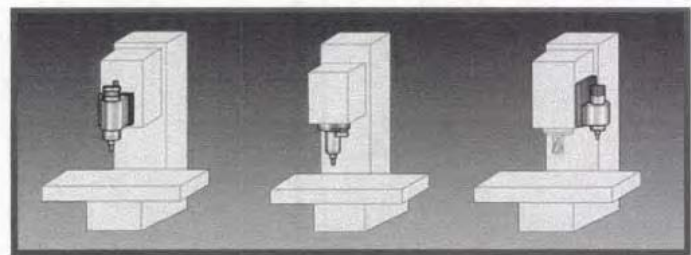


DESCRIPCIÓN MEDIDA

Una forma de reducir el impacto ambiental en la fase de fin de vida es reutilizar materiales de alto valor y potencialmente contaminantes. El mantenimiento de los materiales en cadenas cerradas permite su reutilización como materiales de partida para nuevos productos. El principal objetivo es convertir el fin de vida de la máquina en material de entrada para la fabricación de nuevas máquinas. Esto solo se puede conseguir mediante la aplicación desde el diseño de principios que permitan reutilizar los componentes para la fabricación de nuevas máquinas o sistemas de fabricación.

La aplicación de esta medida permite utilizar por ejemplo partes de máquina que en su fin de vida no van a ser convertidos en residuo sino que van a ser utilizados para fabricar nuevos productos de valor.

Un sistema reconfigurable es aquel que permite, mediante una estructura ajustable, adaptarse a diferentes requisitos productivos pudiendo fabricar familias de productos diferentes. Por lo tanto, es una medida que puede servir para conseguir la reutilización de materiales en cadenas cerradas.



Opciones de reconfigurabilidad de un cabezal de alta velocidad
Fuente Imagen: Krar, S; Gill, A. Exploring advanced manufacturing technologies.

IMPLICACIONES TÉCNICAS

Un sistema de fabricación se compone de diferentes subsistemas tales como la zona de trabajo, el sistema de manipulación de piezas, la comunicación y el control. Para que un sistema de fabricación sea reconfigurable, los subsistemas y componentes que lo componen deben estar diseñados para ser reconfigurables, por lo que estos componentes deben tener unas características especiales tales como:

- Ser componentes modulares que permiten ser reemplazados de una forma sencilla reduciendo al mínimo el tiempo de montaje y ajuste
- Los componentes mecánicos y electrónicos modulares deben tener un interface que permita la transmisión de energía o la transmisión de información y datos. Este interface debe permitir la integración de los componentes en el sistema
- Los componentes debe ser seleccionados en relación a la configuración de máquina seleccionada que permita su aplicación a la familia de piezas dominante. Debe existir una flexibilidad para el desarrollo de soluciones que den respuesta a diferentes familias de partes a ser mecanizadas
- Se deben utilizar modelos, algoritmos y sistemas enfocados a dar soluciones a la familia de piezas a mecanizar soportados en plataformas de control genéricas
- Mecanismos avanzados y controles que permiten una fácil reconfiguración, incluyendo a los sistemas de sensorización y medición
- Capacidad de diagnóstico elevada, permitiendo identificar fallos y problemas de calidad. Utilización de sistemas de información y procesamiento novedosos



IMPLICACIONES ECONÓMICAS

La implantación de esta medida supondría un incremento de coste debido a la necesidad de utilizar un mayor número de componentes y recursos tanto en el diseño como en el desarrollo. Aún así, estos costes podrían compensar el ahorro en maquinaria durante la fase de uso.

IMPLICACIONES AMBIENTALES

De forma global, las ventajas ambientales derivadas de la reconfiguración de máquinas están asociadas a la reutilización de materiales o componentes de una máquina en el fin de vida como materiales de entrada para la fabricación de nuevas máquinas-herramienta.



EJEMPLO DE APLICACIÓN DE LA MEDIDA

EMPRESA: MAG POWERTRAIN

Producto: Centro de mecanizado XG

Este centro de mecanizado utiliza múltiples tecnologías para conseguir un alto grado de flexibilidad. Los componentes se ajustan para ajustarse al proceso de producción del usuario de la máquina.

Esto permite, tal y como se muestra en la figura poder modificar sustancialmente la configuración de máquina. Esta solución permite aprovechar la máquina aplicándolo a procesos productivos diferentes.



Centro de mecanizado XG

Fuente: www.mag-powertrain.com

REFERENCIAS

- Patente US 6349237 B1. Reconfigurable manufacturing system having a production capacity method for designing same and method for changing its production capacity.
- Krar, S; Gill, A. Exploring advanced manufacturing technologies.



CÓDIGO: CM-22

TIPO: Genérica

ESTRATEGIA:

Optimizar el sistema de fin de vida

MEDIDA:

El retrofitado alarga el ciclo de vida de la máquina-herramienta

APLICABLE A:

Máquinas herramienta

ESTRATEGIAS DE ECODISEÑO



DESCRIPCIÓN MEDIDA

La Máquina Herramienta en su fin de vida, habitualmente 15 años, puede ser fácilmente desensamblada y agrupada según los materiales de los que se compone. Entre el 75 y el 85% de la Máquina Herramienta es chatarra férrea para reciclar. Aún así, existen varias posibilidades para actualizar una máquina a sus condiciones originales e incluso modernizarla para que sus especificaciones de funcionamiento sean mejores que las iniciales.

El retrofitado o la readaptación de una máquina herramienta permite aprovechar algunos componentes de las máquinas-herramientas y actualizarlos como repuestos componentes de una nueva máquina



Máquina antes del retrofitting
Fuente: www.danobat.com



Máquina después del retrofitting
Fuente: www.danobat.com

El retrofitado se aplica a máquinas en su final de vida.

IMPPLICACIONES TÉCNICAS

Desde el punto de vista de máquina herramienta se pueden clasificar tres actividades de retrofitado diferentes que aunque en algunos casos se pueden solapar, es necesario distinguir:

- **Rebuilding o reconstrucción** es procurar una vida útil de la máquina que pueda ser mayor que el de la máquina original. Supone la reparación o reemplazo de aquellos componentes que se están aproximando al final de su vida útil. Se devuelve la máquina a sus especificaciones originales de funcionamiento. Los CNC pueden tomar parte en una actividad de reconstrucción pero básicamente se trata de reparar o reemplazar las partes mecánicas sometidas a desgaste para que la máquina pueda funcionar como al inicio de su vida.
- **Recontrolling**, si los componentes mecánicos están en buen estado, pero el CNC se ha quedado obsoleto debido al avance tecnológico, se realiza una modernización de la electrónica de la máquina. El Recontrolling puede ser utilizado también para actualizar componentes mecánicos, pero su objetivo principal es la electrónica de la máquina.
- **Remanufacturing**, si la máquina tiene un deterioro generalizado, se realiza una transformación completa de la máquina donde se reemplazan todos los componentes a partir de la estructura base ya existente. Los fundidos o estructuras mecosoldadas se mecanizan para obtener una precisión determinada.



- Incluso se rediseñan componentes de máquina para que puedan funcionar en unas condiciones de funcionamiento por encima de las iniciales.

IMPLICACIONES ECONÓMICAS

Debido a que la transformación de la máquina puede ser muy extensa, el coste de un Retrofitado puede variar desde el 30% hasta el 70% del coste de una máquina nueva equivalente. Además, el tiempo necesario para realizar un Retrofitado puede ser de esta un año, por lo que es necesario prever sistemas de producción paralelos antes de poner la máquina fuera de servicio.

IMPLICACIONES AMBIENTALES

De forma global, las ventajas ambientales asociadas al retrofitado durante las fases de obtención de materias primas y componentes, producción en fábrica y final de vida compensarían las contras en las otras fases.



EJEMPLO DE APLICACIÓN DE LA MEDIDA

EMPRESA: DANOBAT NEWALL

Producto: Rectificadora para el sector de automoción.

Danobat Newall realiza reconversiones y reconstrucciones de máquinas para una amplia base de clientes.

En la foto se muestra una máquina rectificadora retrofitada en la que se integraron los siguientes componentes nuevos: CNC, diamantado CNC, sistema de medición, cabezales de trabajo hidrodinámicos, corrección del cono, guías lineales y actuadores digitales.

Fuente: www.danobat.com



Rectificadora para el sector de automoción

REFERENCIAS

- Seliger, G. "Sustainability in manufacturing: recovery of resources in product and material cycles".



CÓDIGO: CM-23

TIPO: Genérica

ESTRATEGIA: Optimizar la función
 MEDIDA: Permitir la integración modular de elementos multifuncionales
 APLICABLE A: Máquinas herramienta

ESTRATEGIAS DE ECODISEÑO



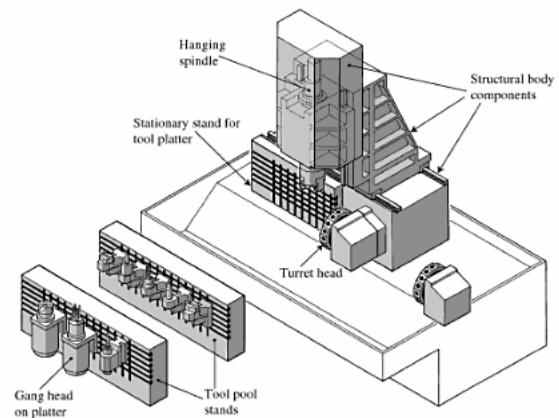
DESCRIPCIÓN MEDIDA

El desarrollo de Máquinas Herramienta multifuncionales permite incorporar en una sola máquina diferentes características.

La modularidad en esta medida se entiende como la capacidad de desarrollar en una sola máquina funcionalidades que de otra manera requerirían el desarrollo de varias máquinas.

Un ejemplo podría ser una máquina herramienta que tuviera integrada sistemas que permiten fresar, taladrar y realizar torneados. Todos estos sistemas estarían integrados en una sola máquina, por lo que se requerirían menos medios productivos para la fabricación de una pieza.

Esto permite un aprovechamiento más eficiente de los componentes, del espacio ocupado y de los aspectos que influyen en el fin de vida.



Aplicación del diseño modular a un centro de torneado con diferentes cabezales y herramientas. Fuente Imagen: Itō, Y. Modular design for machine tools.

IMPLICACIONES TÉCNICAS

El desarrollo de productos modulares está ampliamente difundido y existe mucha literatura que habla sobre este tema. Existen diferentes métodos para lograr productos modulares, siendo uno de los más típicos la modularidad a partir de una plataforma base. Este tipo de modularidad permite que a partir de un componente base, añadir sobre este diferentes alternativas de componentes con funcionalidades diferentes. Por lo tanto, se aprovecha una sola plataforma para incluir un número elevado de opciones que logran cubrir diferentes tipos de mecanizados. Normalmente en máquinas modulares el software de control no es reconfigurable. En el caso de que exista reconfigurabilidad del sistema de control se trataría de máquinas reconfigurables.

Existen diversos factores que influyen en el desarrollo de máquinas modulares. Estos son algunos de los puntos sobre los que es necesario incidir:

- Es necesario que la plataforma base contenga todos los interfaces de unión necesarios para poder integrar todas las diferentes opciones.
- Estas interfaces normalmente encarecen el producto, pudiendo ser interfaces mecánicas, hidráulicas, eléctricas,...
- La complejidad del sistema es mayor, por lo que es necesario definir desde la fase de diseño inicial cuales van a ser las diferentes alternativas existentes.

IMPLICACIONES ECONÓMICAS

Mediante la aplicación de la modularidad es relativamente frecuente un encarecimiento de la máquina. El desarrollo de las interfaces necesarias produce generalmente un encarecimiento de la plataforma base. Este encarecimiento del producto se compensa con la capacidad de realizar diferentes operaciones de mecanizado con una sola máquina.

IMPLICACIONES AMBIENTALES

De forma global, las ventajas ambientales por la integración modular de elementos multifuncionales en las fases de producción en fábrica y uso son las derivadas de un aprovechamiento más eficiente de los componentes de la máquina-herramienta



EJEMPLO DE APLICACIÓN DE LA MEDIDA

EMPRESA: SORALUCE

Producto: Modelo FL

Este modelo de máquina se compone de una estructura base a la que se le pueden aplicar diferentes opciones. Las opciones permiten que el usuario de la máquina pueda configurar la máquina a sus necesidades específicas de mecanizado. Estas opciones son:

- -Cabezal indexado automático 2,5°x2,5° / 28 kW / 4.000 rpm
- -Cabezal indexado automático 2,5°x2,5° / 28 kW / 4.000 rpm
- -Cabezal indexado automático 2,5°x2,5° / 28 kW / 5.000 rpm
- -Cabezal indexado automático 1°x2,5° / 28 kW / 5.000 rpm
- -Cabezal indexado automático 1°x2,5° / 28 kW / 6.000 rpm
- -Almacén automático de 20, 30 y 40 herramientas.
- -Electrohusillos de alta velocidad
- -Mesas giratorias horizontales y verticales.
- -Mesas rototraslantes

Fuente: www.soraluce.com



Modelo FL

REFERENCIAS

- Patente EP 1172175A2. Système de modularité applicable au bélier-tête d' une fraiseuse.
- Itō, Y. Modular design for machine tools.



CÓDIGO: F-01

TIPO: Específica

ESTRATEGIA:

Seleccionar materiales de bajo impacto

MEDIDA:

Sustitución de rodamientos por cojinetes magnéticos

APLICABLE A:

Fresadora

ESTRATEGIAS DE ECODISEÑO



DESCRIPCIÓN MEDIDA

La fiabilidad está influenciada sobre todo por el diseño del sistema y más concretamente por la fiabilidad de los componentes del sistema. Cuanto mayor sea la fiabilidad de los componentes mayor será la fiabilidad del sistema. Una forma sencilla de conocer la fiabilidad de un sistema de forma cualitativa es listar aquellos componentes sometidos a desgaste o deterioro en función del tiempo y cuya vida está limitada. Estos son algunos de los componentes que se utilizan en la máquina herramienta cuya vida está muy influenciada por el desgaste:

- Rodamientos de cabezal.
- Guías lineales y de deslizamiento.
- Juntas de estanqueidad y retenes.
- Correas.
- Husillos a bolas y sus rodamientos.
- Motores.
- Aceites y grasas.

En esta medida se trata de reducir el mantenimiento de rodamientos mediante su sustitución por cojinetes magnéticos. Al no existir ningún tipo de contacto entre el eje rotativo y el cojinete la fiabilidad del sistema es considerablemente mayor, evitándose también el uso de lubricantes y grasas.

IMPLICACIONES TÉCNICAS

El sistema básico de un cojinete magnético radial es similar al de un motor eléctrico. Las diferencias aparecen cuando se consideran sus tres partes principales:

- **Actuadores**
En lugar de generar un par, esta disposición produce una fuerza de atracción para hacer levitar un eje. Un estator radial típico consiste en un núcleo de hierro laminado con bobinas de cobre, creando una serie de polos norte y sur alrededor del eje. Cuando se imantan (activan) las bobinas se transforman en electroimanes que producen una fuerza de atracción que actúa sobre un eje ferromagnético (laminado o macizo). El intersticio de aire radial entre el estator y el eje suele ser de 0,5 mm a 2 mm.
- **Sensores**
En todos los tipos de cojinetes, el posicionamiento del eje se consigue mediante una disposición de sensores inductores en cinco ejes (cuatro radiales y uno axial).
- **Controlador y algoritmos de control.**
Las señales de los sensores pasan al controlador que mide las posiciones del eje y regula la corriente enviada a los actuadores del cojinete mediante avanzados algoritmos de control.

Fuente: SKF

IMPLICACIONES ECONÓMICAS

La mejora en la fiabilidad de los componentes de la máquina produce en general un encarecimiento de dichos componentes. El desarrollo tecnológico permite desarrollar nuevos conceptos de componentes cuya fiabilidad es mayor pero que resultan caros, por lo que su implantación en muchos casos suele ser muy reducida. A partir de



actividades de análisis de valor, se va reduciendo paulatinamente el coste manteniendo la funcionalidad hasta conseguir que la tecnología se convierta en una tecnología standard.

Una forma reveladora de aprovechar al máximo el valor de un cojinete magnético es considerando el coste del ciclo de vida. Los primeros ahorros se logran eliminando el sistema de lubricación con aceite, el sistema de refrigeración del aceite, el equipo de monitorización del estado de los rodamientos y las piezas de repuesto. Al eliminar estos 'accesorios' también se incrementa la fiabilidad de la máquina.

Se pueden lograr dos ahorros adicionales. El primero gracias a una necesidad de mantenimiento regular menor y el segundo ahorrando en energía. Un cojinete magnético consume sólo una fracción de la energía consumida por un cojinete hidrodinámico.

Con tantos beneficios, los cojinetes magnéticos ahora suponen una opción extremadamente atractiva para muchas aplicaciones que no se consideraban anteriormente.

Fuente: SKF

IMPLICACIONES AMBIENTALES

De forma global, las ventajas ambientales por la integración modular de elementos multifuncionales en las fases de producción en fábrica y uso son las derivadas de un aprovechamiento más eficiente de los componentes de la máquina-herramienta



EJEMPLO DE APLICACIÓN DE LA MEDIDA

EMPRESA: S2M

Producto: Husillo de alta velocidad para el mecanizado de aluminio

Este producto de S2M ha sido desarrollado para las necesidades de la industria de fabricación aeronáutica buscando una alta productividad en mecanizado de aluminio. El husillo tiene una potencia de 70Kw pudiendo trabajar desde las 20.000 hasta las 30.000 rev/min.

Para validar este nuevo producto se han realizado ensayos de penetración directa de una herramienta de 25 mm de diámetro en una pieza plana a una profundidad de 25 mm y un avance de 10m/ min. Después del test se ha comprobado que no existe daño en el husillo y que la geometría se mantiene intacta.

Otra ventaja es que los factores de desgaste a fatiga desaparecen aumentando considerablemente el MTBF por encima de las 40.000 horas.



Husillo mecanizado aluminio S2M
Fuente: www.s2m.fr

Fuente: www.s2m.fr

REFERENCIAS

- Catálogo SKF Magnetic Bearings



CÓDIGO: F-02

TIPO: Específica

ESTRATEGIA: Reducir el impacto ambiental en la fase de utilización
 MEDIDA: Instalar técnicas de variación de la velocidad del cabezal (SSV)
 APLICABLE A: Fresadora

ESTRATEGIAS DE ECODISEÑO



DESCRIPCIÓN MEDIDA

La interacción de la fuerza de corte con la velocidad relativa entre la pieza que se fresa produce un efecto dinámico conocido como chatter o vibrado que además de reducir la productividad, genera ruido en el proceso de fresado.

Las técnicas de variación de la velocidad del cabezal (SSV) permiten seleccionar la velocidad de rotación del cabezal para evitar que se formen modos de vibración que reduzcan la productividad y generen ruido. Al reducir las vibraciones, además de reducir el nivel sonoro del proceso de fresado se aumenta la seguridad del proceso y del operario de la máquina.

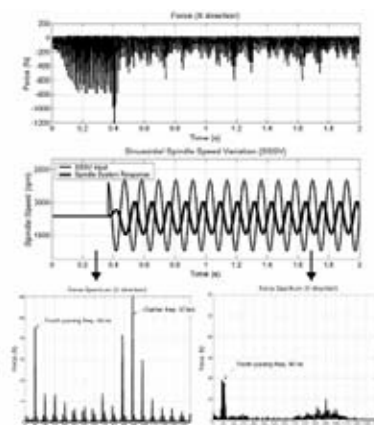


Fuente: IDEKO

IMPLICACIONES TÉCNICAS

Un modo de reducir el chatter consiste en usar el diagrama de nodos de estabilidad obtenido mediante un modelado del fresado para seleccionar la velocidad del cabezal asegurando la máxima profundidad de pasada (SSS – Selección de la velocidad estable del cabezal). El método más estudiado para variar la velocidad del cabezal es el método de variación sinusoidal (SSV – Variación sinusoidal de la velocidad del cabezal). En torneado la variación aleatoria de la velocidad del cabezal (MRSSV – Variación de aleatoriedad multi nivel de la velocidad del cabezal) ha demostrado ser efectiva.

Por otra parte, la variación sinusoidal de la velocidad del cabezal parece ser una forma de atenuar las inestabilidades de chatter, si bien su aplicación práctica es delicada. Es reseñable que la elección de la frecuencia y la amplitud de la variación de la velocidad de cabezal es especialmente crítica para respetar los límites de trabajo de las plaquitas, y garantizar la estabilidad. Por el contrario, en la situación de inestabilidad de chatter por bifurcación de flip, la SSV parece de más fácil ajuste.



Fuente Imagen: www.ideko.es

IMPLICACIONES ECONÓMICAS

Debido a la posibilidad de integración de técnicas SSV en el Kernel de los controles numéricos y el desarrollo de algoritmos de seguridad para su integración en máquina, es posible el desarrollo e implantación de aplicaciones coste efectivas. Mediante esta técnica se controla la rugosidad superficial de las piezas mecanizadas para fresado o torneado y se mejora la estabilidad del fresado.

IMPLICACIONES AMBIENTALES

De forma global, las ventajas ambientales por la utilización de técnicas de variación de la velocidad del cabezal (SSV) compensarían los posibles contras en las otras fases.



EJEMPLO DE APLICACIÓN DE LA MEDIDA

EMPRESA: IDEKO

Proyecto: Chatter avoidance by means of Spindle Speed Variation

Problemática a solucionar:

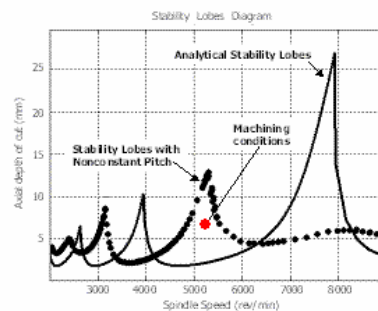
Motivación de avanzar en la mejora del fresado de alta velocidad mediante el uso de técnicas avanzadas de control de procesos.

Objetivos:

Investigar el uso de técnicas de control adaptativo, estudiar sistemas de monitorización de la rugosidad superficial, y mejorar la estabilidad del fresado mediante la variación de las condiciones de mecanizado (técnicas SSSV: SSV y MRSSV).

Desarrollos realizados:

- Desarrollo de un simulador del proceso de fresado basado en el dominio del tiempo.
- Integración de algoritmos de SSV en kernel.
- Pruebas en máquina de técnicas SSSV y MRSSV.
- Desarrollo de algoritmos de seguridad para la integración en máquina de técnicas de SSV.



Nodos de estabilidad en función de la velocidad del cabezal

Fuente: www.ideko.es

REFERENCIAS

- www.youtube.com/watch?v=8IIdfMRIBLA Chatter avoidance by means of Spindle Speed Variation



CÓDIGO: PM-01

TIPO: Específica

ESTRATEGIA: Reducir el impacto ambiental en la fase de utilización
 MEDIDA: Eliminación de la fricción del embragado en la medida de lo posible
 APLICABLE A: Prensas de estampación mecánicas

ESTRATEGIAS DE ECODISEÑO



DESCRIPCIÓN MEDIDA

El embrague es el principal componente de la prensa y la eficiencia y seguridad de la misma depende de su diseño y funcionamiento. El embrague sirve para transmitir el movimiento rotativo del volante (que en sí mismo es continuo) al eje de accionamiento, bien sea directamente o través de reducciones.

Esta estrategia se enmarcaría dentro de una técnica para el aprovechamiento de la energía, o el menor consumo energético derivado de la fricción del embragado en la cadena cinemática de la prensa.

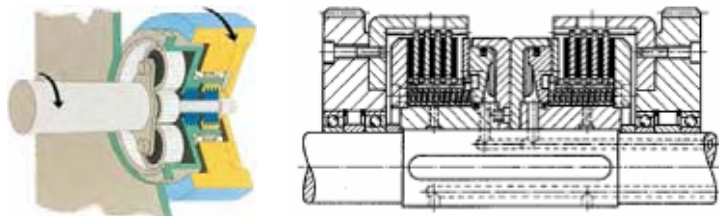
Se puede utilizar, en la medida que sea posible un accionamiento directo, o intentar la implantación de algún sistema de embragado con menor fricción que el actual. Esta transmisión debe hacerse lo más inmediatamente posible; del mismo modo, hay que intentar realizar el desconectado del accionamiento lo más rápido posible, para evitar que el rozamiento de frenada dañe la cadena cinemática.



Transmisión del accionamiento
 Fuente: FAGOR ARRASATE

IMPLICACIONES TÉCNICAS

Quando la prensa trabaja golpe a golpe el embrague nunca está accionado por más de un giro del eje excéntrico, de este modo el carro baja y sube una sola vez. Durante este tiempo debe de transmitir el momento torsor necesario durante un ángulo de rotación determinado, el cual se ha calculado durante el diseño de la cadena cinemática. Dado que cuando acaba este único giro del eje, el embrague se desconecta, el carro debe pasar inmediatamente y se sitúa un freno que actúa alternativamente con el embrague. En cuanto el embrague se desconecta el freno actúa, parando el carro y viceversa. Es en esta posición en la cual aparece la fricción o el rozamiento continuado, el cual provoca un desgaste de las superficies de deslizamiento, y esto implica a su vez un cambio de los elementos deteriorados cada poco tiempo.



Compact drive system used in a universal press. Fuente: Schuler

Existen diferentes tecnologías que se utilizan para transmitir el movimiento y materializar el accionamiento de la prensa, y junto con esto diferentes freno-embragues. El freno-embrague más utilizado es el neumático. Aunque los fabricantes afirman que los embragues neumáticos pueden trabajar a altas revoluciones (400rpm), no recomiendan trabajar a más de 300rpm por el rozamiento continuado que aparece, y por el desgaste de los ferodos. Para solucionar estos problemas de fricción se puede optar por intercambiar el freno-embrague, e instalar un freno-embrague hidráulico. Este tipo de accionamiento soluciona los problemas anteriores.

Permite mayores velocidades (lo que implica que en ciertas prensas grandes sea indispensable) y no tiene desgaste de ferodos (este desgaste es mínimo).

IMPLICACIONES ECONÓMICAS

Económicamente, la inversión de esta medida empieza a ser efectiva cuando una prensa pasa a trabajar en grandes series, golpe a golpe y con una gran carga de trabajo. Una vez adquirida el freno-embrague adecuado, su montaje no contempla gran esfuerzo, por lo tanto tampoco se invierte mucho dinero ni tiempo en la mano de obra de la instalación. En cuanto empieza a producir piezas, se puede decir que se ahorra en tiempos de mantenimiento (tanto preventivo como correctivo).

No obstante hay que decir que estos sistemas de freno-embrague hidráulicos y compactos son mucho más costosos, aunque se puede llegar a amortizar el gasto realizado si la adquisición del freno-embrague es prematura.

IMPLICACIONES AMBIENTALES

De forma global, las ventajas ambientales por la utilización de técnicas de variación de la velocidad del cabezal (SSV) compensarían los posibles contras en las otras fases.



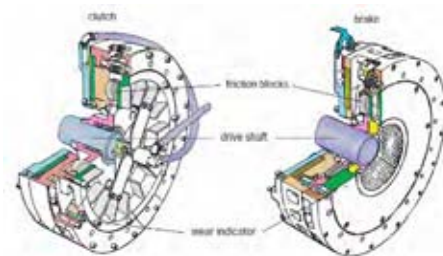
EJEMPLO DE APLICACIÓN DE LA MEDIDA

La instalación de un freno-embrague hidráulico soluciona los problemas anteriores citados. También existe otra posibilidad de implantar los frenos-embrague compactos.

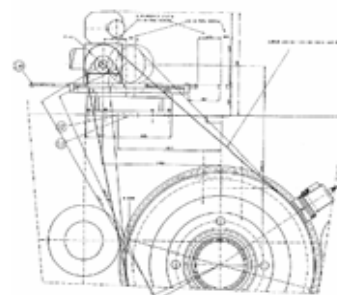
Estos también resultan sencillos de implantar en el sistema de accionamiento, pero al contrario tienen una gran inercia, ya que todo el bloque ha de moverse y pararse. Esta medida tiene como fin el reducir los tiempos de embragado o desembragado, y con ello hacer unas prensas más seguras, y con un funcionamiento más suave y correcto.

Por tanto, se pueden separar los dos elementos, sin embargo hay que asegurar la no interferencia del freno y el embrague en cualquier ocasión, ya que derivarían en un grave problema de control la existencia de estas interferencias entre los dos elementos.

Como medida de mejora a implantar, también se puede optar a la instalación de un freno adicional. Esto añadiría más aun si cabe la seguridad de la prensa. Pueden disponerse de uno o varios frenos adicionales de zapata que actuarían sobre el volante y lo frenarían por rozamiento, sin interferir en el accionamiento principal del freno-embrague.



Disco de un freno-embrague de Schuler
Fuente: Schulergroup



Freno adicional unido directamente al volante
Fuente: Fagor Arrasate

REFERENCIAS

- FAGOR ARRASATE: www.fagorarrasate.com
- KONIKER: www.koniker.com
- SCHULER: www.schulergroup.com



CÓDIGO: PM-02

TIPO: Específica

ESTRATEGIA:

Reducir el impacto ambiental en la fase de utilización

MEDIDA:

Ajuste correcto de la regulación del carro y el troquel en prensas mecánicas

APLICABLE A:

Prensas de estampación mecánicas

ESTRATEGIAS DE ECODISEÑO

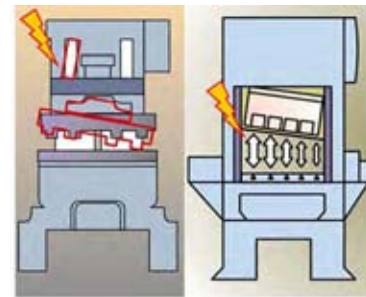


DESCRIPCIÓN MEDIDA

Los sistemas de estampación deben de tener un uso correcto y una buena funcionalidad de los sistemas carro y troquel. Esto es de vital importancia para el personal participante en el manejo de una prensa, su ajuste, operación y mantenimiento.

Con el ajuste correcto de los sistemas carro y troquel, se evitarán gastos de mantenimiento, reparación y consumos innecesarios de la prensa. Esta estrategia puede ser utilizada para reducir o eliminar los efectos negativos de las denominadas "cargas fuera de centro" que aparecen en el carro y el troquel. Esta medida se aplicará en función de las condiciones de producción de cada usuario de máquina y dependerá de los tipos de troqueles y prensas que se utilicen para cada producción.

Como norma general se puede decir que para un buen ajuste de la regulación del carro siempre se debe buscar un adecuado centraje de la carga, y no del troquel.

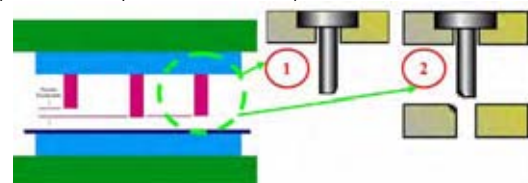


Con una correcta regulación del carro y el troquel, se evitan sobrecargas no uniformes en la estructura de la prensa
Fuente: Aida-global

IMPLICACIONES TÉCNICAS

El hecho de que la mayoría de diseñadores de herramientas, los ingenieros de proceso y el personal de montaje de troqueles desconocen los efectos negativos de la carga "fuera de centro" en la calidad de las partes y la vida del troquel, implica un problema que no muchas veces se trata debidamente. Esta falta de conocimiento o atención a la hora de regular el carro y el troquel, condicionan siempre el correcto ajuste de la prensa derivando en futuras anomalías en el proceso de producción, e incluso en fallos que derivan paradas de máquina.

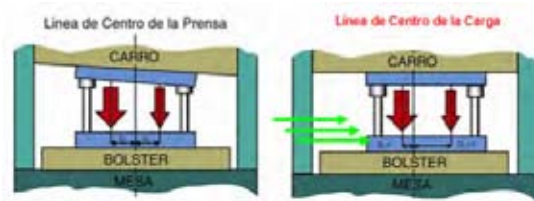
Si se está utilizando un troquel progresivo, en el cual se efectúan varias operaciones en el mismo ciclo de trabajo de la prensa, puede suceder y sucede, que la fuerza no está repartida uniformemente en toda la longitud del troquel. Para ello se propone calcular donde se centraría la carga total del carro, para después realizar un ajuste correcto del carro y el troquel.



Punzones dañados por mala regulación del carro y el troquel. Fuente: Aida-global

La carga descentralizada influye en que el carro de la prensa se inclina y se mueve lateralmente en dirección a la fuerza mayor. Esta inclinación del carro ocurre mientras los punzones se encuentran dentro del troquel, lo que crea un alto desgaste en estos componentes. Dicho desgaste aumenta los costos de mantenimiento del troquel y puede reducir la consistencia dimensional de las partes del sistema. Un método que puede utilizarse para determinar si el desgaste del troquel está siendo causado por cargas fuera de centro es observar el punzón perforador o de "blanking". Si estos punzones están redondeados en un lado como se muestra en la primera figura, o la sección del punzón y troquel desgastan repetidamente en el mismo punto (como se muestra en la segunda figura), entonces el daño probablemente ha sido provocado por la inclinación en el carro de la prensa, debido a un ajuste erróneo.

Una vez que se ha revisado el troquel de múltiples estaciones e identificado el incorrecto ajuste del carro/troquel, existe un método sencillo para eliminar el problema. Se puede deslizar el juego de troqueles en la mesa de la prensa de manera que la carga mayor se mueva hacia la línea de centro de la prensa tal como se ilustra en la siguiente figura.



Líneas de Centro de la Prensa y de la Carga una vez deslizado y ajustado el juego de troqueles. Fuente: Aida-global

La distancia que el troquel sea deslizado en la mesa de la prensa dependerá de la cantidad de carga

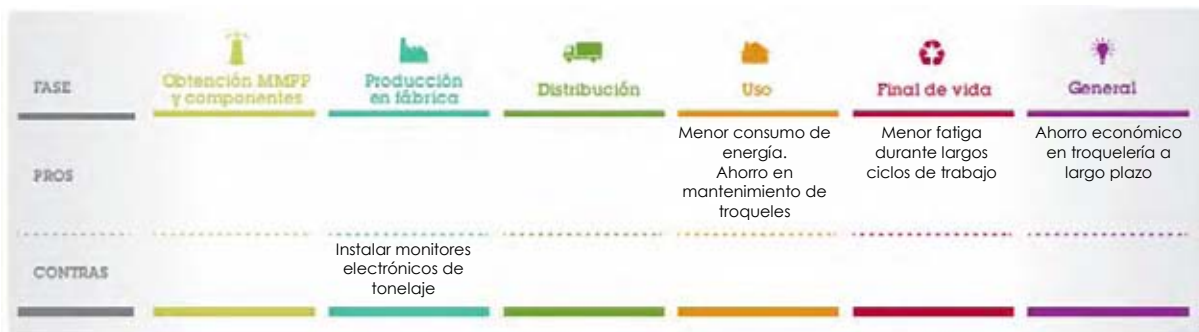
Los monitores electrónicos de tonelaje (que se pueden instalar en la prensa) permiten balancear la carga de manera muy precisa. El troquel simplemente se mueve hasta que el valor de la carga en los lados derecho e izquierdo de la prensa sea el mismo. Si la prensa no está equipada con monitores de tonelaje, entonces debemos basarnos en nuestros cálculos para colocar correctamente el troquel.

IMPLICACIONES ECONÓMICAS

Los diseñadores de herramientas no sólo tienen la responsabilidad de generar un diseño de troquel que producirá una parte de calidad sino que también deben mantener el costo del troquel a un mínimo razonable. Cualquier esfuerzo para centrar las cargas dentro del troquel provocará probablemente un aumento en el costo del mismo. No obstante, este aumento de costo es un mal menor considerando las pérdidas de tiempo de producción y mantenimiento que puedan derivar de unas sobrecargas que la prensa no está diseñada para soportarlas. Para una buena autorregulación, es interesante que la máquina posea monitores electrónicos de tonelaje, y si no los tiene instalarlos. Esto puede requerir una inversión que no se previó anteriormente.

IMPLICACIONES AMBIENTALES

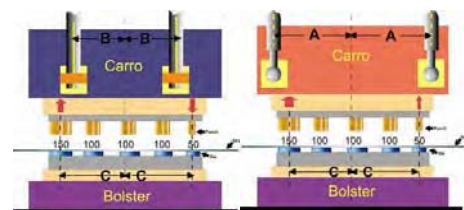
Ambientalmente, estas sobrecargas producidas por la no regulación del carro y el troquel, o el incorrecto ajuste realizado en los mismos, pueden repercutir en el consumo energético de la prensa. Una adecuada regulación conlleva a un mejor repartimiento de las fuerzas en toda la longitud del troquel, por lo que los consumos también irán en concordancia con el ajuste.



EJEMPLO DE APLICACIÓN DE LA MEDIDA

Para mejorar y proporcionar las facilidades de ajuste, es interesante plantear y verificar un posible rediseño de la máquina de estampación, aumentando el espacio entre las bielas de la prensa, en la medida que sea posible. La selección de una prensa con mayor espacio entre sus bielas producirá un funcionamiento óptimo y mejorado.

Otra área de la estructura de la prensa que tiene relación directa con el ajuste, mejorable desde el diseño, es la tolerancia total del sistema de guía del carro. Cuanta menos tolerancia total de la guía del carro, mejor será la resistencia a la inclinación y el movimiento lateral en caso de cargas descentradas. El sistema de guía del carro, debe tener la menor tolerancia posible, ya que es el principal medio para controlar el movimiento del carro. El fabricante de la prensa le podrá dar los valores de tolerancia total y tolerancia de guía del carro. En cuanto al usuario de la prensa, estos valores deben revisarse y mantenerse con regularidad durante el funcionamiento de la prensa para que el sistema no cause problemas inoportunos



La separación entre las bielas facilita el ajuste del carro y los troqueles. Fuente: Aida-global

REFERENCIAS

- KONIKER: www.koniker.com
- FAGOR ARRASATE: www.fagorarrasate.com
- AIDA: www.aida-global.com



CÓDIGO: PM-03

TIPO: Específica

ESTRATEGIA: Reducir el impacto ambiental en la fase de utilización
 MEDIDA: Ajuste correcto/instalación de los equilibradores en la prensa
 APLICABLE A: Prensas de estampación mecánicas

ESTRATEGIAS DE ECODISEÑO

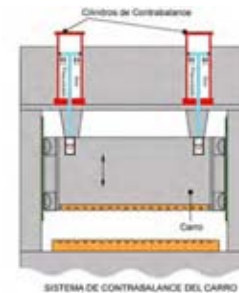


DESCRIPCIÓN MEDIDA

El correcto uso y buena funcionalidad de los sistemas de contrabalanceo con aire es importante para el personal participante en el manejo de una prensa, su ajuste, operación y mantenimiento. Bajo este entendimiento y teniendo los sistemas debidamente ajustados y mantenidos, generará beneficios reales en bajos costos de reparación, bajos costos de consumo de electricidad y reducción de tiempos improductivos.

Durante el ciclo de trabajo de una prensa, el carro desciende y asciende para realizar la estampación. Durante el descenso la fuerza de la gravedad ayuda a la prensa a realizar el movimiento, pero al ser ascendido el carro necesita de una fuerza "extra" para hacerlo. Para ello se instalan unos compensadores o cilindros de aire, que actúan como un muelle durante el descenso, y liberan la energía en cuanto el carro empieza a subir, ayudándole a este último durante el ascenso.

La correcta elección, implantación o ajuste de estos calderines puede resultar una fuente de mejora importante durante la vida útil de la máquina, pudiendo ahorrar en mantenimiento de la prensa, aumentando su capacidad de trabajo, e incluso ahorrando consumos energéticos innecesarios comparando con prensas que no llevan este sistema.



Calderines en una prensa mecánica.
Fuente: Aida-global

IMPLICACIONES TÉCNICAS

En las prensas mecánicas, el sistema de balanceo más conocido es el de contrabalanceo en el carro. Este sistema es usado para compensar el peso del carro y del troquel superior, y usualmente está compuesto por uno o más cilindros de aire, los cuales tienen sus pistones conectados al carro. La presión del aire comprimido, contenido en el pistón, genera una fuerza ascendente que compensa el peso sumado del carro y el troquel superior. A veces, el diseño de pistón y cilindro puede ser reemplazado por una cámara de aire hecha de caucho, pero el principio fundamental sigue siendo el mismo.

La implantación de estos sistemas de contrabalanceo, resultan importantes para la durabilidad y una adecuada funcionalidad de la prensa. Si la prensa posee estos sistemas de "amortiguamiento" en bajada y ayuda en subida, habrá que realizar los ajustes debidos antes de empezar a utilizar la máquina.

El ajuste adecuado de la presión de aire del contrabalanceo, también deberá ser realizado durante el ajuste inicial de cada troquel y además, de manera ocasional, deberá ser revisado durante la operación. Realizar estos ajustes periódicamente, pueden ayudar a llevar un correcto mantenimiento preventivo.

Algunos sistemas de control de prensas, realizan ajustes en forma automática, como parte de sus características de auto ajuste, a través de sus bancos de recetas de cada troquel. También existe la posibilidad de llevar a cabo una modernización del sistema de control, con lo que se puede habilitar esta característica en prensas ya existentes, mismas que originalmente fueron compradas sin contar con esta función.

IMPLICACIONES ECONÓMICAS

Más allá del propósito estático del balanceo del peso del carro, durante el ajuste de la altura del troquel, existen consideraciones económicas cuando se establecen comparaciones entre prensas.

Con la prensa en movimiento y trabajando en serie, un sistema de contrabalanceo debidamente ajustado reducirá de manera efectiva el peso del carro y del troquel superior que la transmisión debe cargar, después de que la prensa ha pasado a través del fondo de carrera. Entonces, la potencia del motor podrá ir directamente a reemplazar la energía almacenada en el volante, la misma que fue perdida en la obtención de la parte previa, en vez de tener que ser "desperdiciada" en el "esfuerzo" para llevar nuevamente el carro hacia el punto superior de la carrera (PMS). Esto minimiza la carga del motor y ahorra energía, teniendo como resultado un menor gasto por concepto de electricidad.

IMPLICACIONES AMBIENTALES

Adicionalmente a la implicación en un menor impacto ambiental generado por la prensa/línea de prensas, debido a la reducción de consumos energéticos, un carro balanceado, ayudará a reducir el desgaste en la transmisión. Esto permitirá de una forma directa que la prensa trabaje de manera más silenciosa, generando un ambiente más cómodo para el entorno de trabajo.

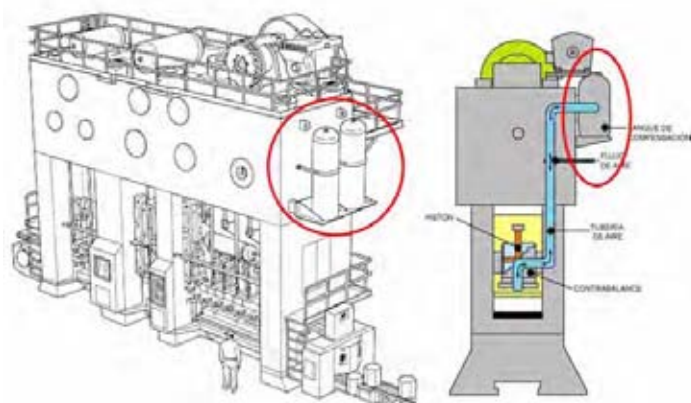


EJEMPLO DE APLICACIÓN DE LA MEDIDA

Todas las prensas que no dispongan de estos sistemas de amortiguamiento o de compensación de carga, pueden desarrollar una implantación de este tipo de sistemas.

Las prensas de una biela o de doble biela con bastidor en "C", pueden emplear por ejemplo uno o dos cilindros calderines.

Las prensas de lados rectos o de columnas, las cuales son más convencionales en prensas pesadas, también pueden emplear dos cilindros, y algunas prensas de calidad superior pueden llegar a emplear hasta cuatro o más.



Calderines de compensación de carga colocados liberando espacio entre columnas

Fuente: Aida

Para aquellas máquinas que no poseen estos sistemas de contrabalanceo, se pueden colocar los calderines entre las columnas, tanto en el eje de la izquierda como en el eje de la derecha, pero también pueden ser colocados en la parte superior frontal y posterior del carro liberando espacio entre las columnas, proporcionando con ello, un mejor acceso para un alimentador o un sistema de transferencia.

REFERENCIAS

- KONIKER: www.koniker.com
- FAGOR ARRASATE: www.fagorarrasate.com
- AIDA: www.aida-global.com



CÓDIGO: PM-04

TIPO: Específica

ESTRATEGIA:

Reducir el impacto ambiental en la fase de utilización

MEDIDA:

Ajuste y/o instalación de sistemas que monitorizan y evitan las sobrecargas

APLICABLE A:

Prensas de estampación mecánicas

ESTRATEGIAS DE ECODISEÑO



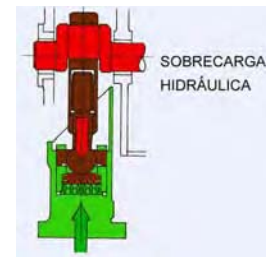
DESCRIPCIÓN MEDIDA

El propósito principal de esta medida es prevenir a la prensa de cualquier daño debido a una sobrecarga. La sobrecarga puede ser causada por un error no intencional o por una modificación no notificada en el troquel o en el material. Esta sobrecarga puede causar además un gran daño a la prensa, tanto en la estructura, en las bielas, como en los engranes o en el embrague.

Existen sistemas de monitorización con los cuales se pueden evitar paros en la producción a causa de las sobrecargas. Una avería en máquina debido a una sobrecarga puede ser muy costosa, además de que por el tiempo de producción perdido, se verían afectadas directamente las ganancias de la fase de producción. Estos sistemas de protección, son sistemas que monitorizan las condiciones de sobrecarga en una prensa mecánica, y libera la presión hidráulica de un cilindro. Así, permite que el carro de la prensa sea empujado hacia arriba debido a la presión de la sobrecarga. Estos sistemas también se denominan por el nombre de HOLP (Hydraulic Over Load Protection).

Además de proteger a los componentes de la prensa, un sistema HOLP puede:

- Ayudar a proteger los troqueles.
- Parar la operación de la prensa cuando se presentan condiciones peligrosas.
- Liberar el carro de la prensa cuando éste se atora en el punto inferior del ciclo de la carrera.
- Puede identificar cuando es necesario afilar un troquel.
- Reduce la tolerancia en las conexiones.
- Identifica cargas fuera de centro.



Sobrecarga hidráulica en la conexión de transmisión de una prensa. Fuente: Aida-global

IMPLICACIONES TÉCNICAS

Si una prensa mecánica no dispone de ningún sistema de monitorización de detección de sobrecargas, puede que en un futuro la máquina comience a tener problemas debidos a las sobrecargas que puedan sufrir la estructura y las conexiones internas. En general, no suele ser fácil la integración de estos sistemas en una prensa que no disponga de ello. Se puede decir que estos sistemas no son fáciles de instalar en prensas que originalmente no fueron diseñadas para ellos. Por este motivo, se recomienda considerar la implantación de este tipo de sistema desde la fase de diseño, con la finalidad de evitar posibles problemas futuros. Para obtener un mejor rendimiento y resultados durante el uso de la máquina, el sistema debe integrarse en la conexión de la prensa durante su diseño y construcción.

La instalación de este tipo de sistemas, permite contar con un método rápido y fácil para liberar el carro de la prensa cuando éste se encasquilla en el punto muerto inferior (PMI) de la carrera. Esto puede suceder fácilmente si la altura del troquel no se ha insertado correctamente, lo cual ocurre a menudo durante el ajuste de los troqueles. Este sistema casi siempre se instalará en la parte inferior de la conexión de la transmisión. Cuando se registra una sobrecarga, la parte superior del sistema permanecerá fija, mientras que la parte inferior queda libre para permitir que la fuerza de la sobrecarga se libere.

IMPLICACIONES ECONÓMICAS

Si en un primer lugar un rediseño de la prensa puede suponer una mayor inversión a la hora de plantearse la instalación de sistemas de detección de sobrecargas, a la larga supone una mejora cualitativa de la prensa. En

cuanto la prensa empiece a utilizarse en largas series de trabajo, contar con este sistema de detección mejorará considerablemente la labor del operario y el proceso, y resultará más fácil la obtención de grandes series de piezas buenas sin tener que parar la máquina por ningún exceso de sobrecargas. Esto siempre supone un mayor ahorro.

Por lo tanto, en cuanto al aspecto económico se refiere, se puede decir que se ahorra en tiempos de paradas no programadas. Se pretende que gran parte de ellas se eviten con este sistema. También resulta más práctico realizar el mantenimiento preventivo, ya que se pueden visualizar todas las cargas que se generan en la parte inferior de la prensa durante su uso. Por otro lado, otra de las mejoras que deriva del diseño de este sistema durante la producción de la prensa, es la protección que le daremos al troquel durante su uso. Cuanto más rápido sea nuestro sistema de captación, antes reaccionará la válvula de escape de aceite, y el troquel sufrirá durante un menor periodo de tiempo el efecto de la sobrecarga, por lo que también habrá menos gasto económico en reparaciones y en cambios de troqueles.

IMPPLICACIONES AMBIENTALES

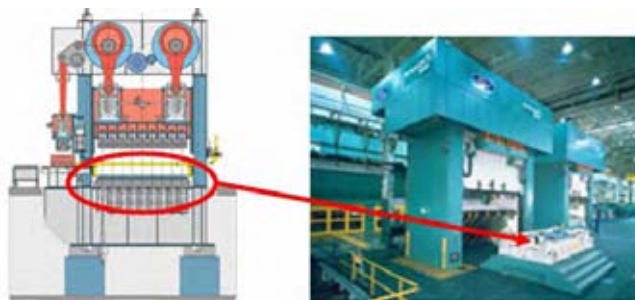
Directamente no se verán las implicaciones y mejoras ambientales de este sistema, pero se puede decir que se pueden ahorrar gastos y consumos energéticos en cuanto a costes de mantenimiento que antes se tenían. También se puede añadir el ahorro energético que se obtendría en los traslado de troqueles, los cuales se disminuyen considerablemente.



EJEMPLO DE APLICACIÓN DE LA MEDIDA

En prensas mecánicas que se utilizan para el procesado de piezas en grandes series, se pueden ver a menudo estas sobrecargas en las estructuras y conexiones de la prensa. Estas sobrecargas se generan debido a las siguientes posibles razones:

- Establecer la altura del troquel muy abajo.
- Utilizar un troquel que requiere mucho tonelaje respecto de la capacidad de la prensa.
- Posibles restos de material en el troquel.
- Mala alimentación o dobleces en el material suministrado en formatos.
- Uso de un troquel desgastado.
- Utilización del troquel con un mal posicionamiento.
- Obtención de pieza con un material incorrecto.
- Variaciones en la dureza o el espesor del material en el formato cargado en la prensa.



El retoque de troqueles muchas veces es una acción vital para evitar las sobrecargas en la estructura de la prensa
Fuente: Schuler

Es importante recordar que la sobrecarga de una prensa no puede ocurrir solamente en una de las conexiones de la prensa, sino que también puede afectar en su estructura, de ahí la importancia del problema. De hecho éstas son unas de las condiciones de sobrecarga más comunes, por lo que se estima importante adquirir o fabricar sistemas de detección de cargas. A parte de rediseñar prensas con estos sistemas, también se puede ayudar a evitar estas sobrecargas con las siguientes medidas prácticas a tomar en el uso del troquel:

- Realizar revisiones y mantenimientos de troquel para su correcto posicionamiento y evitar su uso inadecuado.
- Retocar el troquel en cuanto se observan situaciones anómalas en prensa por posibles sobrecargas.

REFERENCIAS

- KONIKER: www.koniker.com
- FAGOR ARRASATE: www.fagorarrasate.com
- AIDA: www.aida-global.com
- SCHULER: www.schulergroup.com



CÓDIGO: PM-05

TIPO: Específica

ESTRATEGIA: Reducir el impacto ambiental en la fase de utilización
MEDIDA: Ajuste y/o instalación de sistemas para reducir el nivel sonoro de la prensa
APLICABLE A: Prensas de estampación mecánicas

ESTRATEGIAS DE ECODISEÑO



DESCRIPCIÓN MEDIDA

El propósito principal de esta medida es adecuar el uso de la máquina a un buen y correcto funcionamiento en su fase de utilización. Para ello se describen unas pequeñas estrategias que pueden ayudar a disminuir el ruido de la prensa durante la producción, y del mismo modo realizar una correcta adecuación de su uso final.

En una prensa mecánica, la transmisión de potencia desde el volante de inercia hasta las bielas se puede realizar de formas distintas, según el fabricante. Estas formas de transmisión están condicionadas por el tipo de accionamiento de la máquina, y estos tipos de accionamientos producen distintas clases de ruido. Según sea el tipo de prensa, y el sistema de accionamiento que esta tenga, se puede decir que se comporta de una manera muy diferente en lo que se refiere a la clase de ruido que pueda sacar.

Entre los distintos tipos de accionamientos, se puede decir que es el sistema Link Drive el que reduce más el nivel de ruido. Por ello, si se pretende reducir el ruido de la máquina, se recomienda primeramente fabricar la prensa con este tipo de accionamiento. Además de reducir el nivel de ruido, también se consigue que los útiles y cojines reciban un tratamiento más suave, y aumenten su ciclo de vida durante su uso.



Diferentes tipos de accionamientos de una prensa en donde se pueden producir ruidos debidos a la mala utilización de la máquina.
 Fuente: Fagor Arrasate

IMPLICACIONES TÉCNICAS

Técnicamente, el sistema Link Drive exige un mantenimiento preventivo, con el fin de adecuar mejor el funcionamiento de la máquina y su uso. Se puede establecer un hábito de control del ruido de la prensa, para seguir de cerca la evolución de sus ciclos de trabajo, y conocer la posibilidad de algún futuro fallo o error de prensa, para su corrección. Se aconseja analizar estos hechos sin dejar pasar mucho tiempo entre las mediciones, sobre todo en prensas que trabajen para la fabricación de grandes series de piezas. Para realizar estos seguimientos de ruido, también existen unos detectores de ruido y vibraciones, los cuales permiten seguir el funcionamiento del sistema en base a las excesivas vibraciones y ruidos que se produzcan. Al realizar estos seguimientos de ruido, se aconseja fijar todos los detalles de las irregularidades sonoras, como el momento en que se notó por primera vez, los primeros síntomas y la variación paulatina del ruido y los posibles cambios de temperatura durante los cambios de ruido, si estos son prolongados. Si se observa alguna extraña manera de funcionamiento de la prensa o se generan ruidos incorrectos de funcionamiento durante la marcha de la prensa, es necesario analizar estos hechos sin dejar pasar mucho tiempo, fijar todos los detalles como el momento en que se notó por primera vez, los primeros síntomas y la variación paulatina del ruido y de la temperatura. Al notarse ruidos distintos de los normales deberá averiguarse su causa y subsanarse la anomalía.

IMPLICACIONES ECONÓMICAS

La implantación de esta medida no conlleva grandes inversiones económicas. Únicamente se pretende establecer un hábito o práctica de visualización y de mantenimiento del uso de la máquina, en base a los ruidos incorrectos que puedan ir apareciendo. Para ello se pueden instalar unos detectores de ruido y vibraciones (normalmente cerca de los engranajes del accionamiento), los cuales no implican una gran inversión. Hay que considerar que la

mayoría de estas prensas pueden disponer de estos detectores, por lo que se aconseja la utilización y aprovechamiento de estos. También se ahorraría en elementos que se puedan ver desgastados más rápidamente, debido al rozamiento de los elementos del accionamiento, los cuales generan el nivel sonoro inadecuado citado.

IMPLICACIONES AMBIENTALES

Primeramente habrá que tener en cuenta el ruido que la prensa genera en el interior de la planta en donde se usa, y ver si su funcionamiento afecta a los trabajadores cuando la máquina corta, prensa y/o golpea los materiales. Si estos ruidos son debidos al mal uso de la prensa, habrá que priorizar su buen funcionamiento, con lo que se subsanaría la incorrecta operabilidad de la máquina y el excesivo nivel sonoro que podría afectar al ambiente de trabajo. Con el buen uso de la máquina, se estima que la emisión acústica se disminuye, con lo que supone inducir en un menor impacto ambiental de la máquina durante su funcionalidad.



EJEMPLO DE APLICACIÓN DE LA MEDIDA

Para el fabricante de piezas mediante prensas mecánicas, es habitual encontrarse con errores de funcionamiento o mal ajuste de la máquina, debidos normalmente al mal uso que le proporciona el usuario. Estos malos usos, los cuales generan un nivel de ruido mayor de lo habitual, pueden repercutir directamente en el funcionamiento y en la durabilidad de una máquina. Se puede decir que la aparición de ruidos incrementa el desgaste entre los elementos que componen el accionamiento, y con ello generan un desgaste más rápido, lo cual supone un incremento de la cantidad de procesos de mantenimiento.

Se aconseja realizar unas mediciones de ruido periódicas, para poder verificar el buen funcionamiento de la máquina, y detectar posibles errores o malos usos de la misma. Procurar describir el ruido indicando si es de sonoridad uniforme o pulsátil, periódico o discontinuo, zumbante, silbante, sonoro o de golpes. Si se observa una repetición continua de los ruidos, describir con qué frecuencia se produce. Analizar también la intensidad del ruido. Puede que en estas mediciones aparezcan ruidos anormales durante el funcionamiento. A continuación se destacan los ruidos más frecuentes que se generan en máquina, y su posible causa:

| ERRORES ACÚSTICOS | CAUSA | SOLUCIÓN |
|---|---|---|
| Ruido irregular de los rodamientos durante la marcha. | Daños en aros y cuerpos de rodadura. • Suciedad • Juego interno excesivo | Desmontar, ver la causa y si es necesario, reemplazar juego de rodamientos. |
| Ruido discontinuo o de golpes en el juego radial. | Juego radial excesivo. Posibles daños en las superficies de rodadura, por suciedad, lubricante inapropiado... | Desmontar, ver la causa y si es necesario, reemplazar el juego radial. |
| Variación paulatina del ruido durante la marcha. | Variación del juego interno debido a posibles cambios de temperatura, avería del camino de rodadura (posiblemente por ensuciamiento o fatiga) | Realizar alguna medición interna de temperatura, desmontar el juego interno y ver la causa. |
| Ruido silbante durante la disminución de la precisión de posicionamiento. | Desgaste debido a ensuciamiento o a una lubricación insuficiente. Daños en aros o en cuerpos de soldadura. | Lubricación adecuada. Si es necesario sustituir los aros o cuerpos de soldadura. |
| Ruido irregular durante el embragado. | Resbalo del embrague en cuanto actúa. Puede ser a la baja presión del aceite. | Aumentar la presión de servicio. |

REFERENCIAS

- KONIKER: www.koniker.com
- FAGOR ARRASATE: www.fagorarrasate.com

CÓDIGO: PMH-01

TIPO: Específica

ESTRATEGIA:

Seleccionar materiales de bajo impacto

MEDIDA:

Cambio de tipo de material en los elementos auxiliares de la prensa

APLICABLE A:

Prensas de estampación

ESTRATEGIAS DE ECODISEÑO



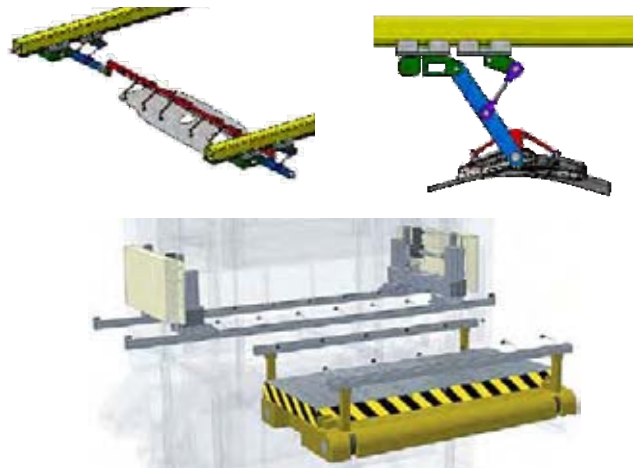
DESCRIPCIÓN MEDIDA

Se busca la utilización de materiales más ligeros para la construcción de elementos que no son fijos en la prensa. Estos periféricos se utilizan para la distribución de los formatos y los cambios de estación de estos dentro de la línea de prensas.

El objetivo de plantear estas alternativas de material, pretende tener unos menores pesos e inercias, y así reducirán los consumos energéticos principalmente durante los movimientos que tiene que realizar la prensa en uso.

Generalmente la utilización de esta medida, está limitada a los módulos que no tengan que aguantar grandes tonelajes durante la estampación, o en su caso hay que verificar que los esfuerzos que estas puedan transmitir no influyan en sus estructuras principales.

También se puede aplicar la medida en partes móviles de la prensa, como brazos giratorios para movimiento de formatos, barras crossbar...



Barras crossbar y transfer, periféricos de prensas
Fuente: FAGOR ARRASATE

IMPLICACIONES TÉCNICAS

Partiendo de la posibilidad de usar los materiales que actualmente utilizan la mayoría de las empresas que fabrican maquinaria para la estampación, se puede intentar disminuir la cantidad de este material, o bien usar nuevos materiales. Normalmente el material usado en la actualidad suele ser el acero mecanosoldado (el acero ST37, o el ST44). En lugar de utilizar este tipo de acero, el cual es habitual, se puede optar por ejemplo por otro tipo de materiales como el aluminio, composites, la fibra de carbono,...

En estos últimos hay que tener en consideración que los esfuerzos a aguantar por estos subconjuntos sea el mayor posible, y que el hecho de cambiar de material no suponga una reducción de la vida útil de estos elementos móviles. Hay que tener en cuenta que estas partes móviles o periféricos, en la mayoría de los casos no tienen que aguantar grandes esfuerzos de trabajo. Los sistemas auxiliares poseen como elemento estructural una viga de grandes dimensiones encargada de sujetar y desplazar las piezas de una estación de trabajo a la siguiente.

En la actualidad esta pieza es de metal (acero en el Crossbar y aluminio en el Transfer por ejemplo), y esta estrategia trata de rediseñar estos elementos para alcanzar los siguientes objetivos y beneficios:

- Aumento de la productividad de la máquina debido a la reducción de masa e inercias.
- Utilización de accionamientos de menor dimensión, reduciendo el consumo energético y los sistemas auxiliares de refrigeración.
- Reducción de posibles daños en los troqueles en caso de accidente.
- Aumento de la estabilidad dinámica del conjunto, debido al aumento del amortiguamiento.

Se puede partir del antiguo diseño que se tenga de estos elementos periféricos, y realizar mediante programas de simulación, pruebas con diferentes materiales como composites o aleados de aluminio.

IMPLICACIONES ECONÓMICAS

De primeras, y respecto a las implicaciones económicas de esta medida, hay que realizar una inversión la cual supone hacer un replanteamiento en la fase de diseño, lo cual conlleva tiempo y dinero en "mano de obra". En esta fase de diseño se seleccionaría el nuevo material adecuado a las especificaciones requeridas por el periférico, y a partir de aquí la implicación económica que deriva del nuevo material, conllevaría a un gasto en fase de consecución del material, su producción y la mecanización de las piezas seleccionadas para el cambio.

Por el contrario, el conjunto del consumo energético durante el uso de la máquina, se verá reducido considerablemente por la disminución de pesos, ya que no necesitaríamos la carga energética que utilizábamos con los materiales más pesados. Otra de las ventajas económicas que se pueden alcanzar a largo plazo, es la mayor longevidad de los equipos auxiliares, ya que estos sufrirán menos a fatiga, por su mayor capacidad de amortiguación de las cargas y tensiones producidas durante la transmisión de movimientos.

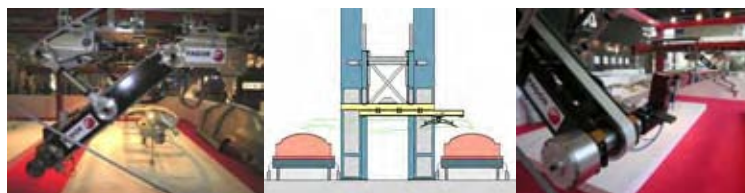
IMPLICACIONES AMBIENTALES

En lo relativo a la mejora ambiental que se deriva de esta estrategia, está relacionada con el menor consumo energético que realizará la línea de prensas que utiliza estos periféricos. Al mismo tiempo, también se ahorrará durante el transporte de los elementos auxiliares de la prensa, los cuales derivarán en un menor gasto durante los traslados al cliente, junto con también una reducción de consumo en la fase de transporte interno durante la fabricación y mecanización de estas piezas.



EJEMPLO DE APLICACIÓN DE LA MEDIDA

Como ejemplo de aplicación Fagor Arrasate llevó a cabo un estudio de sensibilidad del Crossbar de acero para conocer el impacto de la barra sobre el comportamiento global del sistema. Para ello se construyó un modelo de elementos finitos con la finalidad de estudiar tanto el estado del Crossbar actual como posteriormente el del Crossbar rediseñado con un composite diferente. Se estudió la respuesta de la barra principal del Crossbar, frente a diversas configuraciones de carga (aceleración vertical, aceleración horizontal y aceleración angular) y en base a criterios diferentes (rigidez, resistencia, primera frecuencia natural y masa). En los resultados obtenidos para la barra se observó un aligeramiento de más del 40% respecto a la barra de acero actual. Además de este aligeramiento de peso, la resistencia también fue superior en dos de los tres casos (aceleración vertical y aceleración horizontal). En cuanto a la frecuencia natural, es más baja que en el acero y con un amortiguamiento superior debido al cambio de material, por lo que dinámicamente tendría un comportamiento más robusto.



Barras Crossbar para transferencia de formatos.

Fuente: FAGOR ARRASATE

REFERENCIAS

- KONIKER: www.koniker.com
- FAGOR ARRASATE: www.fagorarrasate.com



CÓDIGO: PMH-02

TIPO: Específica

ESTRATEGIA: Seleccionar materiales de bajo impacto
 MEDIDA: Incrementar el uso de materiales más ligeros
 APLICABLE A: Prensas de estampación

ESTRATEGIAS DE ECODISEÑO

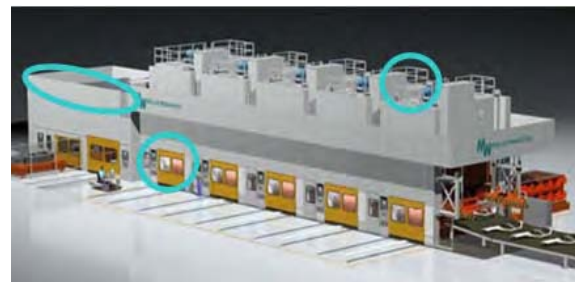


DESCRIPCIÓN MEDIDA

Se trata de utilizar materiales más ligeros para la construcción de elementos en la prensa. Pueden aplicarse a elementos fijos de la prensa que no tengan gran influencia en el procesado de la máquina.

Se pretende con esto tener unos menores pesos e inercias, y se reducirán los consumos energéticos principalmente durante los movimientos que se realicen durante la fabricación de la máquina. Generalmente, la aplicación de esta medida, está limitada a las piezas que no tengan que aguantar grandes esfuerzos, pero pueden ser elementos imprescindibles que ha de llevar la prensa para su uso y seguridad.

Se puede desarrollar una nueva forma de diseñar con nuevos materiales (aluminio, composites...) en los paneles de seguridad del cabezal, escaleras de acceso al cabezal, elementos auxiliares de la prensa, puertas de seguridad...



Existen piezas fijas de las prensas que se pueden fabricar con materiales ligeros sin influir en el comportamiento de la máquina.
 Fuente: www.schulergroup.com

IMPLICACIONES TÉCNICAS

Partiendo de la posibilidad de usar los materiales que actualmente utilizan la mayoría de las empresas que fabrican maquinaria para la estampación, se puede intentar disminuir la cantidad de este material, o bien usar nuevos materiales.

Normalmente el material usado en la actualidad suele ser el acero (el acero ST37, o el ST44). En lugar de utilizar este acero, el cual es habitual, se puede optar por ejemplo por otro tipo de materiales como el aluminio, composites, la fibra de carbono,... El menor peso y la reducción de inercia, conllevan a un menor consumo de energía durante el procesado de los materiales en la fabricación de estas piezas fijas.

También durante el uso de la máquina puede aprovecharse el mayor factor de amortiguamiento que se logra con estos materiales, reduciendo así los esfuerzos que se puedan llegar a transmitir a estas partes fijas de la prensa desde las partes estructurales de la máquina.

IMPLICACIONES ECONÓMICAS

Tecnológicamente hablando, la consecución de esta medida implicaría en un primer lugar una inversión en el proceso del diseño. Habría que verificar la viabilidad de la implantación del nuevo material, y cuestionar su implantación en cuanto a coste de material se refiere.

No obstante, la implantación de algún material como el aluminio, fibra de carbono, o paneles de metraquilato de seguridad, deducirían en un menor gasto en la fase de producción de la prensa. Esta inversión se puede justificar y amortizar con la reducción del gasto energético en los mecanizados por ejemplo, junto con las fases de montaje y traslados de la máquina.

IMPLICACIONES AMBIENTALES

Ambientalmente es igual que como se consigue reducir el consumo energético en los procesos de mecanizado de las partes fijas de la prensa, también en el traslado de los componentes de la máquina resulta beneficioso. La reducción del consumo de CO₂, junto con el menor gasto de combustibles, implica del mismo modo una mejora ambiental, originada por la reducción de material o cambio del mismo por otro más ligero.

Según el material utilizado se mejora en la parte del reciclado de la máquina, o el fin de vida de las partes con el material de menor impacto.



EJEMPLO DE APLICACIÓN DE LA MEDIDA

La empresa fabricante de prensas, tanto mecánicas como hidráulicas, SCHULER, realiza acabados de máquina utilizando paneles de metraquilato, que actúan también como barandillas de seguridad de la parte superior del cabezal de la prensa.

Utiliza material distinto al acero, con lo que ahorra en costes de producción, transporte, y reduce el impacto ambiental de la máquina



Existen paneles de material ligero que se pueden usar como embellecedores o aislantes de la máquina en lugar de utilizar los habituales chapones de acero

Fuente: SMG de Schuler, www.schulergroup.com

REFERENCIAS

- KONIKER: www.koniker.com
- SCHULER: www.schulergroup.com



CÓDIGO: PMH-03

TIPO: Específica

ESTRATEGIA: Reducir el uso de material
 MEDIDA: Reducción de peso en el material de la parte móvil de la prensa
 APLICABLE A: prensas de estampación, tanto en mecánicas como hidráulicas

ESTRATEGIAS DE ECODISEÑO



DESCRIPCIÓN MEDIDA

Se trata de plantear diferentes alternativas a la hora de diseñar los elementos que no son fijos en la prensa (Pueden aplicarse a carros y a mesas desplazables en general).

Se pretende con esto tener unos menores pesos e inercias, y se reducirán los consumos energéticos principalmente durante los movimientos que tiene que realizar la prensa en su uso.

Generalmente la utilización de esta medida, está limitada a los módulos que no tengan que aguantar grandes esfuerzos durante la estampación, o en su caso hay que verificar que los esfuerzos que estas puedan transmitir no influyan en sus estructuras.

El objetivo de esta medida es optimizar el subconjunto de modo que el diseño mecánico escogido procure una producción más sencilla (menos material y procesado) y mantenga o mejore el nivel de robustez e ida actuales.



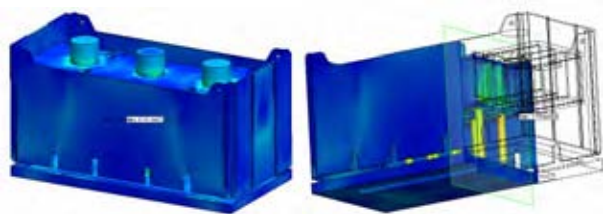
Los elementos móviles de las prensas pueden ser rediseñados con el objetivo de reducir el peso y las inercias

Fuente: ONAPRES / KONIKER.

IMPLICACIONES TÉCNICAS

Partiendo de la posibilidad de usar los materiales que actualmente utilizan la mayoría de las empresas que fabrican maquinaria para la estampación, se puede intentar disminuir la cantidad de este material, realizando rediseños de los mismos bloques móviles pero con una diferente distribución de las partes que componen el subconjunto.

En estas últimas alternativas de diseño, hay que tener en consideración que los esfuerzos a aguantar por estos subconjuntos sea el mayor posible, y que el hecho de cambiar la geometría o el posicionamiento de las partes, no suponga una reducción de la vida útil de estos elementos móviles. Hay que tener en cuenta que estas partes móviles, en la mayoría de los casos (a excepción del carro y la mesa) no tienen que aguantar grandes esfuerzos de trabajo, por lo que plantear estos cambios en brazos móviles, cargador de formatos, etc. resulta más fácil que hacerlo en elementos que tienen que aguantar grandes cargas de tensión.



Rediseño realizado en el carro de una prensa hidráulica de ONAPRES

Fuente: ONAPRES

No obstante, toda alternativa de diseño puede ser válida para cualquier subconjunto de prensa, si esta última responde bien a las solicitaciones que se le impongan. Para la verificación de estas cargas tensionales, puede ser de gran utilidad la utilización de programas de simulación, en los cuales sea posible ver las tensiones aparecidas en estos nuevos diseños durante el momento de trabajo de la prensa.

IMPLICACIONES ECONÓMICAS

Estas mejoras tecnológicas también implican un menor consumo energético, sobre todo durante la fase de producción de la máquina, siempre que se busque una reducción de peso y material del subconjunto. Si se consigue la reducción de peso, generalmente supone una reducción del consumo para el fabricante, puesto que se economiza en el procesado o mecanizados de las piezas fijas. Ocurre lo mismo en cuanto a los movimientos de las piezas, que supone un mayor ahorro en los traslados para las mecanizaciones de los elementos. No obstante el ahorro energético que mayormente se percibiría sería en los consumos de la máquina en general (usuario de la prensa), el cual tendría que utilizar una menor carga energética por sus pesos a mover que han sido reducidos. También se puede considerar como beneficio las reducidas inercias producidas en los movimientos de trabajo de la prensa, lo cual conllevará a un menor desgaste a fatiga de los componentes fijos de la máquina durante su vida y uso. El hecho de desarrollar cambios en la estructuración y partes fijas, pueden suponer una inversión por parte del fabricante en el periodo de diseño. No obstante esta inversión se puede justificar y amortizar con la reducción del gasto energético que procede durante el uso de la máquina y en el momento del montaje y traslado de prensa.

IMPLICACIONES AMBIENTALES

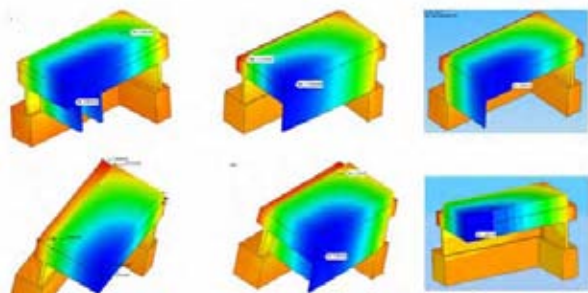
Los consumos energéticos se verán reducidos por la reducción del peso, y las inercias que cogerán los elementos móviles serán menores. Ambientalmente hablando, el periodo de vida de la parte rediseñada se verá alargado por su mayor durabilidad, ya que sufrirá menos a fatiga por la reducción de inercias que se generarán durante las aceleraciones y frenadas de los elementos móviles. En el traslado de los componentes de la máquina se ahorrará por la reducción del consumo de CO₂, esto junto con el menor gasto de combustibles, implica del mismo modo una mejora ambiental, originada por la reducción de material en el rediseño del subconjunto.



EJEMPLO DE APLICACIÓN DE LA MEDIDA

En la empresa ONAPRES se realizó un estudio en donde se rediseño la mesa desplazable de una prensa hidráulica, desde un punto de vista ecológico, y cuyo fin era la reducción del impacto ambiental que producía debido a sus dimensiones y pesos. Junto con ello también estaba previsto reducir la cantidad de material utilizado para mecanosoldar la mesa desplazable.

Se realizaron 6 diferentes modelos o diseños de mesa posibles, en las cuales se realizaron simulaciones mediante el Método de Elementos Finitos. La rigidez de estos elementos influye directamente en la precisión dimensional de las piezas conformadas y en la vida de la máquina. La arquitectura seleccionada para montar este subconjunto tiene una influencia importantísima en la flecha que se producirá en la mesa (y por consiguiente será transmitida al troquel y a la pieza final). Para cumplir el objetivo de que el diseño era el óptimo y la reducción del material no conllevaba a ningún tipo de inconveniente, se realizaron cálculos de la flecha que mostraba la mesa cuando la prensa realizaba el mayor esfuerzo de trabajo.



Diferentes diseños aplicados a la mesa móvil, con el objetivo de reducir peso. Fuente: KONIKER / ONAPRES

A continuación se trabajó en la optimización de la cantidad del material de los elementos que componían la mesa, haciéndolos trabajar en un estado límite de tensiones. Por último también se intentó la integración de funciones entre diferentes elementos que componen el conjunto de la mesa desplazable. Se consiguió un óptimo diseño, y se consiguió reducir material a la hora de fabricar la mesa.

REFERENCIAS

- KONIKER: www.koniker.com
- ONAPRES: www.onapres.es



CÓDIGO: PMH-04

TIPO: Específica

ESTRATEGIA: Reducir el uso de material
 MEDIDA: Utilizar materiales reutilizados/reciclados
 APLICABLE A: Prensas mecánicas e hidráulicas

ESTRATEGIAS DE ECODISEÑO



DESCRIPCIÓN MEDIDA

La medida consiste en seleccionar materiales o componentes procedentes del reciclaje o de la reutilización. Gracias a esta medida se evita el impacto ambiental asociado a la extracción de nuevos materiales.

Con el reciclaje se obtiene materia prima con menor impacto que la no reciclada, pero con la reutilización el único impacto generado es el debido a la restauración de las piezas para su nuevo uso.

Se puede tratar de utilizar partes de prensas que ya se hayan utilizado anteriormente, y realizar un "restyling" de la parte a reutilizar y adaptarlo a la máquina.

IMPLICACIONES TÉCNICAS

Es necesario analizar que el material reciclado/reutilizado cumple las especificaciones técnicas requeridas por nuestro producto. Puede servir la utilización de acero reciclado, partiendo del material ya utilizado anteriormente y después de fundirlo.

En el caso de utilizar el material, piezas o bloques ya usados anteriormente, habrá que verificar su buen uso durante su proceso de trabajo, y realizar alguna modificación o reforma si lo requiere.

IMPLICACIONES ECONÓMICAS

El coste referido al uso de piezas recicladas/reutilizadas es el procedente de su compra. Con este tipo de materiales se ahorran costes derivados de etapas de producción. Es más barato la utilización de los distintos materiales (aceros, aluminios,...) que hayan sido utilizados anteriormente, y fundidos después para su uso, que la utilización del material "virgen" por primera vez.

En cuanto a la restauración o reutilización de diferentes conjuntos o partes de prensa, las cuales sean utilizables de nuevo, conlleva un gasto relacionado únicamente a su restauración, en caso de que esta sea necesaria. Habría que estudiar si la parte a reutilizar cumple con las características de una nueva pieza o parte de la misma, y verificar la viabilidad de la implantación de la parte ya utilizada en alguna otra máquina.

IMPLICACIONES AMBIENTALES

La reducción del impacto medioambiental en la fase de producción es muy significativa. En el caso de las piezas recicladas se consigue evitar nuevas extracciones y transportes desde los puntos de extracción.

En el caso de la reutilización, el impacto es casi nulo, esto se debe a que se prolonga la vida útil de la pieza gracias a su restauración.



EJEMPLO DE APLICACIÓN DE LA MEDIDA

En la actualidad es fácil encontrar prensas de 40 años que son producto de la restauración y la reutilización. Gracias a esto se evita la producción de nuevas prensas debido a que existen las desechadas que no cumplen los requisitos de unos pero que aún son válidas para otros procesos de conformado.

Fagor Arrasate tiene el servicio de ofrecer a los clientes una adecuación de la prensa a las características requeridas, ya sea por que la prensa no cumple con la normativa actual (por ser más antigua) o por que el cliente quiera darle otra utilización diferente al proceso de su prensa con unas nuevas especificaciones.

Con todo esto hay prensas que han realizado, en el tiempo que llevan trabajando, las tareas que hubiesen llevado a cabo dos o tres prensas producidas en grandes intervalos de tiempo de no ser por la reutilización o por proponer alternativas de modernización o suministrar repuestos.

Normalmente estas aplicaciones se utilizan cuando se realizan inspecciones de seguridad, análisis de nuevos posibles riesgos, verificación del estado de las instalaciones, y durante la realización de programas de mantenimiento preventivo.



Existen varios fabricantes que utilizan viejas partes de maquinaria para adecuarlas en nuevas prensas
Fuente: Servicio FAST de FAGOR ARRASATE

REFERENCIAS

- KONIKER: www.koniker.com
- FAGOR ARRASATE: www.fagorarrasate.com



CÓDIGO: PMH-05

TIPO: Específica

ESTRATEGIA: Reducir el uso de material
 MEDIDA: Reducción de peso en el material de la parte fija de la prensa
 APLICABLE A: Prensas de estampación, tanto mecánicas como hidráulicas

ESTRATEGIAS DE ECODISEÑO



DESCRIPCIÓN MEDIDA

Se trata de utilizar menos cantidad de materiales para la construcción de elementos que son fijos en la prensa (Pueden aplicarse a las columnas, cabezal, base...).

Se pretende con esto tener unos menores pesos e inercias, y se reducirán los consumos energéticos principalmente durante los movimientos que se realicen durante la fabricación de la máquina-herramienta

Generalmente, la aplicación de esta medida, está limitada a las piezas que no tengan que aguantar grandes esfuerzos, o en su caso hay que verificar que los esfuerzos que estas puedan transmitir no influyan en la estructura de la máquina negativamente.



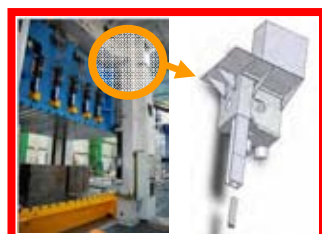
Diferentes partes fijas en una prensa hidráulica de estampación
 Fuente: www.onapres.es

IMPLICACIONES TÉCNICAS

Partiendo de la posibilidad de reducir la cantidad de los materiales que actualmente utilizan la mayoría de las empresas que fabrican maquinaria para la estampación, se puede intentar disminuir el volumen de este material. Normalmente los conjuntos o bloques fijos de la prensa suelen estar sobredimensionados en base a sus factores de seguridad. A la hora de diseñar estos subconjuntos, y con el fin de no tener que retocar los diseños, se establecen grandes cantidades de material para asegurarse su buen funcionamiento, sin considerar que una reducción del material conlleva un ahorro y un beneficio, siempre cumpliendo con las especificaciones de la máquina que se requieren en la simulación. El menor peso y la reducción de inercia, conllevan a un menor consumo de energía durante el procesado de los materiales en la fabricación de estas piezas fijas. También durante el uso de la máquina puede aprovecharse el mayor factor de amortiguamiento que se logra con estos materiales, reduciendo así los esfuerzos que se puedan llegar a transmitir a las partes estructurales de la máquina.

IMPLICACIONES ECONÓMICAS

Estas mejoras tecnológicas también implican un menor consumo energético, sobre todo durante la fase de producción de la máquina. Suponen una reducción del consumo para el fabricante, puesto que se economizan el procesado o mecanizados de las piezas fijas. Ocurre lo mismo en cuanto a los movimientos de las piezas, que supone un mayor ahorro en los traslados para las mecanizaciones de los elementos.



Rebaje de nervios realizado en columna de prensa. Movimiento de estructuras fijas de prensa en el montaje.
 Fuente: Onapres, SMG

El hecho de desarrollar cambios en la estructuración y partes fijas, pueden suponer una inversión por parte del fabricante en el periodo de diseño. No obstante esta inversión se puede justificar y amortizar con la reducción del gasto energético que procede en cada mecanizado, montaje y traslado de prensa. Si el diseñador es capaz de minimizar material (nervios, aportaciones en refuerzos...) y mantener el factor de seguridad de las especificaciones se puede llegar a ahorrar en la producción de ese subconjunto fijo de la máquina.

IMPPLICACIONES AMBIENTALES

Ambientalmente e igual que como se consigue reducir el consumo energético en los procesos de mecanizado de las partes fijas de la prensa, también en el traslado de los componentes de la máquina resulta beneficioso. La reducción del consumo de CO2, junto con el menor gasto de combustibles, implica del mismo modo una mejora ambiental, originada por la reducción de material o cambio del mismo por otro más ligero



Transporte de cabezales de prensa
Fuente: SMG

| TASE | Obtención MIMFP y componentes | Producción en fábrica | Distribución | Uso | Final de vida | General |
|---------|---|--|--|-----|------------------------------------|---------|
| PROS | La reducción del peso final conlleva la reducción de la materia prima | Menores operaciones de mecanizado para conseguir la pieza final. | Menor peso final del producto, y mejora de manejabilidad | | Menor peso de residuo a gestionar. | |
| CONTRAS | Según el material dificultad de consecución | El diseño necesita un estudio | | | | |

EJEMPLO DE APLICACIÓN DE LA MEDIDA

En la empresa ONAPRES se realizó un estudio en donde se rediseño desde un punto de vista ecológico el cabezal de una prensa hidráulica de alto tonelaje. Para cumplir este objetivo se aplicaron tres posibles estrategias:

- La primera estrategia constó en la reestructuración del cabezal buscando una mejor transmisión de las fuerzas a los puntos de apoyo, logrando así responder a las mismas sollicitaciones, pero utilizando una menor cantidad de placas y soldaduras.
- A continuación se trabajó en la optimización del material de los elementos que componen el cabezal actual, haciéndolos trabajar en un estado límite de tensiones.
- Por último se intentó la integración de funciones entre diferente elementos que componen el cabezal.



Partes fijas del cabezal de una prensa, en las cuales se realizó un proyecto de reducción de peso.
Fuente: Proyecto MGEP. Optimización del diseño de prensas de alto tonelaje.

REFERENCIAS

- SCHULER SMG; www.schulergroup.com
- KONIKER; www.koniker.com
- ONAPRES; www.onapres.es



CÓDIGO: PMH-06

TIPO: Específica

ESTRATEGIA: Reducir el uso de material
 MEDIDA: Rediseño de uniones/optimización de soldaduras en la parte móvil
 APLICABLE A: Prensas de estampación, tanto mecánicas como hidráulicas

ESTRATEGIAS DE ECODISEÑO



DESCRIPCIÓN MEDIDA

Se trata de optimizar el diseño reduciendo el peso de los elementos de unión en las partes que no son fijos en la prensa (Pueden aplicarse a carros y a mesas desplazables en general, y a otros componentes auxiliares móviles en particular, ya sean brazos móviles, crossbar,...).

La medida busca lograr unos menores pesos e inercias, con la finalidad de reducir los consumos energéticos principalmente durante los movimientos que tiene que realizar la prensa en su uso.

En necesario verificar que los esfuerzos que los elementos de unión puedan transmitir no influyan en sus estructuras. Básicamente, se reducirá en el coste energético durante los movimientos de los elementos, realizando únicamente el gasto en un rediseño de los elementos de unión, y su adaptabilidad al proceso de estampación.



Partes móviles de una prensa hidráulica, carro, mesa, brazo giratorio...
 Fuente: ONAPRES

IMPLICACIONES TÉCNICAS

Partiendo de la posibilidad de usar los materiales que actualmente utilizan la mayoría de las empresas que fabrican maquinaria para la estampación, se puede intentar disminuir la cantidad de este material, realizando un rediseño. En estos rediseños hay que tener en consideración la cantidad del material "despreciado", y la zona que se retoca. Generalmente en estos rediseños se actúa sobre diferentes nervios e uniones, pudiendo rebajar pesos en la estructura de los mismos, derivado en cambios geométricos en las uniones.

En estos cambios geométricos de diseño, los cuales buscan un ahorro del material, junto con una mejor distribución de las tensiones durante el estampado, tienen que ser considerados los esfuerzos a soportar por estos subconjuntos, y que los esfuerzos a soportar sean el mayor posible. También es importante que el hecho de reducir el material aportado, no suponga una reducción de la vida útil de estos elementos móviles. Hay que tener en cuenta que estas partes móviles, en la mayoría de los casos (a excepción del carro y la mesa) no tienen que aguantar grandes esfuerzos de trabajo, y se pueden llegar a conseguir mayores velocidades de movimiento, con el mismo consumo energético.

Puede ser de gran utilidad la utilización de programas de simulación, en los cuales sea posible ver las tensiones aparecidas en estos elementos móviles rediseñados durante el momento de trabajo de la prensa.

IMPLICACIONES ECONÓMICAS

Estas mejoras tecnológicas generalmente implican un menor consumo energético, sobre todo durante la fase de producción de la máquina, y la producción final de la pieza a conseguir. Por lo tanto, suponen una reducción del consumo tanto para el fabricante, como para el cliente durante sus producciones. Para el fabricante de la prensa, supondrá un ahorro en los movimientos de las piezas, en la fase de fabricación, principalmente que supone un mayor ahorro en los traslados para las mecanizaciones de los elementos de unión. Estos elementos de unión, según su colocación, pueden ser de gran tamaño, por lo que en estos casos el ahorro durante los movimientos será mayor. Por otro lado para el usuario final de la máquina, el ahorro que se estima será mayor, ya que deriva de los

consumos de la máquina en sus movimientos, el cual tendría que utilizar una menor carga energética por sus pesos a mover que han sido reducidos en las uniones.

También se puede considerar como beneficio las reducidas inercias producidas en los movimientos de trabajo de la prensa, lo cual conllevará a un menor desgaste a fatiga de los componentes fijos de la máquina durante su vida y uso. El hecho de desarrollar cambios en la estructuración y el rediseño de las partes móviles, pueden suponer una inversión por parte del fabricante en el periodo de diseño. No obstante esta inversión se puede justificar y amortizar con la reducción del gasto energético que procede durante el uso de la máquina y en el momento del montaje y traslado de prensa.

IMPLICACIONES AMBIENTALES

Ambientalmente e igual que como se consigue reducir el consumo energético en el uso y el periodo de vida de la prensa, también se consigue disminuir el impacto durante el traslado de los componentes de la máquina en fases de producción y montaje. La reducción del consumo de CO₂, junto con el menor gasto de combustibles, implica del mismo modo una mejora ambiental, originada por la reducción de material o cambio del mismo en la fase del nuevo rediseño.



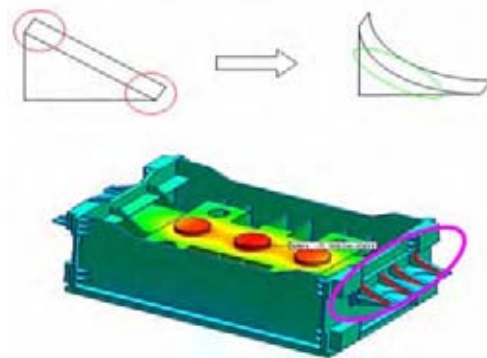
EJEMPLO DE APLICACIÓN DE LA MEDIDA

Existen modificaciones de carros en prensa en los cuales se han conseguido reducciones de peso realizando simplemente unos cambios geométricos en los nervios estructurales del elemento. El cambio se simplifica modificando el nervio de unión, y fabricando estos con una forma curva.

El material que se ahorra o reduce no es de gran cantidad por cada nervio, pero considerando todos los nervios que tienen todos los elementos móviles, la reducción de peso puede llegar a ser considerable. Además, las tensiones que se acumulan en estos nervios se reducen ampliamente, con la ventaja de que pueden llegar a aguantar estos elementos más tiempo y ciclos de trabajo a fatiga

Las tensiones que se reparten en los nervios curvos tienen una mejor respuesta a fatiga, ya que en los nervios habituales existe el riesgo de acumulación de tensiones en los vértices de la unión

Fuente: ONAPRES / KONIKER



REFERENCIAS

- KONIKER; www.koniker.com
- ONAPRES; www.onapres.es



CÓDIGO: PMH-07

TIPO: Específica

ESTRATEGIA: Seleccionar materiales de bajo impacto
 MEDIDA: Reducir el impacto del embalaje de la prensa
 APLICABLE A: Prensas mecánicas e hidráulicas

ESTRATEGIAS DE ECODISEÑO



DESCRIPCIÓN MEDIDA

Se trata de conseguir un embalaje que cumpla los requisitos de su función utilizando menor cantidad de materia prima para su elaboración, y siendo esa materia prima un material cuyo impacto ambiental sea reducido.

El diseño del embalaje no solo ha de estar enfocado al material seleccionado y a su montaje para el transporte del producto. Es necesario que su diseño facilite el desecho del embalaje, de modo que, si consta de varios materiales, su descomposición esté facilitada para favorecer un correcto fin de vida.

En el caso de las prensas, el transporte se realiza después de hacer el montaje de la máquina en planta, y desmontarlo en bloques o subconjuntos, antes de volver a montar en casa del cliente. Se puede aprovechar este primer desmontaje para estructurar bien el embalado, y realizar una distribución adecuada de los elementos a trasladar



Parte de la prensa con base de madera y envuelto con embalaje retráctil
 Fuente: www.fagorarrasate.com

IMPLICACIONES TÉCNICAS

Se debe analizar cuál va a ser la función concreta del embalaje, para ello es necesario conocer las características físicas del producto que va a ser embalado y el tipo o tipos de transporte requeridos para su transporte. En este caso las máquinas a embalar son de unas grandes dimensiones, como es el caso de las prensas de estampación.

Realizando cálculos sobre peso y dimensiones del producto, podremos optimizar características del embalaje tales como: tamaño, forma, material y peso del material utilizado. En este aspecto es primordial seleccionar un material de bajo impacto, ya que el embalaje normalmente tiene un corto ciclo de vida, de modo que utilizar un material de alto impacto conlleva un aumento considerable del impacto global referido a nuestro producto, ya que la cantidad de embalajes utilizados es alta.

IMPLICACIONES ECONÓMICAS

Las ventajas económicas se pueden considerar inmediatas, ya que un buen diseño del embalaje siempre va a significar una optimización del peso del producto y de su forma. Reduciendo el peso del producto se obtiene una reducción de la materia prima requerida para cada unidad de embalaje, de modo que el ahorro económico es claro. Sin embargo no se debe ignorar la forma que va a tener el embalaje una vez que esté protegiendo al producto, ya que un diseño enfocado a este aspecto puede conseguir trasladar mayor cantidad de producto que con el diseño anterior, de modo que se consigue reducir el número de transportes requeridos para un lote de productos, y por lo tanto también se ve reducido el gasto económico asociado al producto.

IMPLICACIONES AMBIENTALES

Por un lado tenemos aspectos como la reducción del material utilizado para la elaboración del embalaje. Esto conlleva una reducción directa del impacto, ya que la relación entre la cantidad de material utilizado y el impacto asociado al mismo es directamente proporcional.

Otro aspecto relacionado de forma directa con el impacto ambiental es el material utilizado para el embalaje. El uso de un producto de bajo impacto debe ser primordial en el embalaje, ya que su ciclo de vida es corto y el impacto asociado al mismo debe ser el mínimo posible.

Por otro lado tenemos el diseño del embalaje en cuanto a su fin de vida. Consiguiendo que un embalaje sea fácilmente desmontable y los diversos materiales de los que esté compuesto fácilmente separable, se conseguirá obtener una mayor reciclabilidad, de modo que el impacto también se verá disminuido adoptando esta medida.

Otro aspecto destacado es la forma. Se han mencionado las ventajas económicas que esta medida puede aportar, pero no se debe olvidar que una reducción del transporte requerido para trasladar nuestro producto conlleva una reducción del impacto indirecto, puesto que con menor número de transportes necesarios el impacto asociado al transporte es menor. En este sentido no se debe tener en cuenta en exclusiva el transporte fuera de fábrica, también debe ser considerado el traslado de nuestro producto o partes de él en el recinto donde se trabaja con él, ya que una mejora en el diseño de la forma del embalaje también debe tener en cuenta aspectos como la seguridad de los trabajadores que manejan el producto embalado.



EJEMPLO DE APLICACIÓN DE LA MEDIDA

En el embalaje de prensas antiguamente era habitual utilizar cajas de madera que las cubrían completamente. Esta medida ha sido sustituida por la opción de utilizar una base elaborada con madera de pino, de modo que resiste el peso de la prensa y da firmeza al embalaje, y para el resto de la estructura se opta por usar embalaje retráctil elaborado con plástico fácilmente reciclable, de modo que protege a la prensa contra la corrosión y otros factores externos durante su traslado a casa del cliente final.

También se pueden aprovechar los grandes conjuntos de prensa embalados para poder agregar encima elementos auxiliares de la máquina. Así se ahorra en la base de madera, y el embalaje retráctil utilizado para el embalado del cabezal por ejemplo puede ser utilizado para la mesa móvil, cargador de formatos...

Con estas medidas se puede observar que se ha reducido el peso del embalaje, al eliminar la mayor parte de madera utilizada, así como se ha mantenido la reciclabilidad, puesto que el plástico se separa de la madera con facilidad.



Métodos de embalaje de las partes y subconjuntos de la prensa.
Fuente: Fagor Arrasate

REFERENCIAS

- KONIKER; www.koniker.com
- ONAPRES; www.onapres.es
- FAGOR ARRASATE; www.fagorarrasate.com



CÓDIGO: PMH-08

TIPO: Específica

ESTRATEGIA: Seleccionar técnicas de producción ambientalmente eficientes
 MEDIDA: Regulación y sincronización de una línea de prensas de estampación
 APLICABLE A: Líneas de prensas de estampación

ESTRATEGIAS DE ECODISEÑO



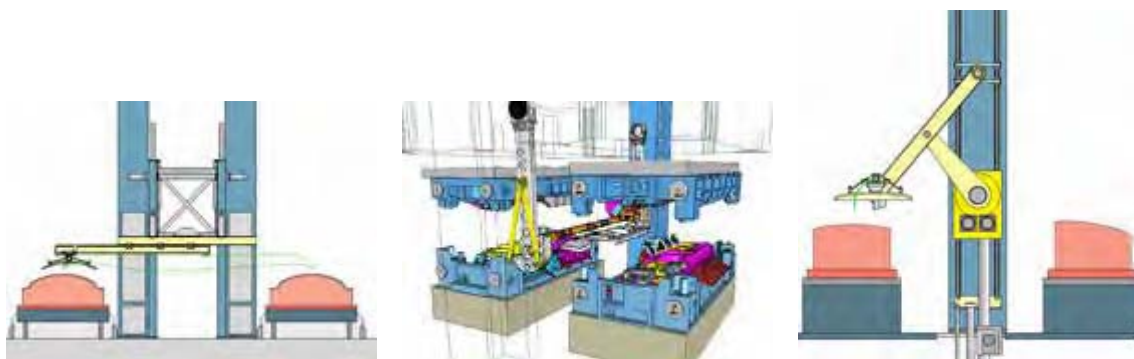
DESCRIPCIÓN MEDIDA

Las piezas de estampación de grandes dimensiones empleadas actualmente en el sector del automóvil (laterales, suelos, techos, etc.) no pueden obtenerse en una única operación con una sola prensa (ya sea mecánica como hidráulica), de forma que se necesitan varias prensas para producir dichas piezas. La disposición secuencial de estas prensas da lugar a las líneas de prensas en las que se realizan las operaciones de conformado en etapas sucesivas.

Se trata de sincronizar las prensas que trabajan realizando operaciones secuenciales, una después de la otra. Así, se evitarán pérdidas de tiempo en el traslado de la pieza desde una máquina a la otra.

IMPLICACIONES TÉCNICAS

Técnicamente puede haber diferentes estrategias para la sincronización de una línea de prensas de producción. Se ha de implantar una estrategia en el cual se desarrolle una sincronización electrónica entre los motores principales de las prensas de la línea, lo cual es posible implementar mediante una maqueta o prototipo, para poder validar la sincronización. En las líneas de prensas automáticas, este movimiento de las piezas entre las prensas se realiza por medio de robots o manipuladores transferizadores. Estos forman células entre las prensas, y además de la transferencia de las piezas, realizan funciones de alimentar el material de partida y descargar las piezas ya terminadas. El funcionamiento de la línea de prensas requiere una correcta sincronización entre éstas y los dispositivos manipuladores



Actualmente son muchos los fabricantes de líneas de prensas que integran elementos de sincronización para la producción. Fuente: www.schulergroup.com

El análisis de estos sistemas se ha venido haciendo hasta hace poco por medio de señales de arranque y paro similares a un sistema de semáforos, pero se obtienen grandes mejoras de funcionamiento y de productividad por medio de una sincronización continua entre los elementos, considerando los casos: Prensa-robot descargador, robot descargador-robot cargador y robot cargador-prensa.

Sea con un algoritmo de sincronización basado en semáforos, sea con un algoritmo de sincronización continua, la puesta a punto de la línea y la optimización del sincronismo y de la cadencia para obtener la máxima

productividad es un ímprobo trabajo. La simulación de líneas de prensas, mecánicas o hidráulicas, permiten un diseño más rápido y una optimización del sincronismo entre todos los elementos que intervienen.

IMPLICACIONES ECONÓMICAS

La manipulación de la pieza representa precisamente el punto crítico o "cuello de botella" de la producción de la línea de prensas. Esto siempre puede suponer una pérdida de tiempo productivo y de cantidad de piezas terminadas. Es por ello que la mayor implicación de esta mejora en cuanto al apartado económico se refiere, derivaría en una reducción de tiempo de espera entre operaciones y una mejor productividad de la línea de prensas.

IMPLICACIONES AMBIENTALES

Ambientalmente, y como se consigue reducir el consumo energético en los procesos de estampación de las líneas de estampación, siempre beneficiará a la reducción del consumo del CO₂, junto con el menor gasto de electricidad

| FASE | Obtención MMPP y componentes | Producción en fábrica | Distribución | Uso | Final de vida | General |
|---------|---|---|--------------|--|---|---------|
| PROS | No varía consumo energético: sin cambios en fabricación | La producción y el montaje de la máquina se realizarán de igual manera. | | Menor consumo eléctrico instalac. Menos costes de acometida eléctrica. | Posible adaptar el sistema en nuevas líneas de máquina. | |
| CONTRAS | | Estudio de sincronización y regulación de M. productivos. | | | Desecho de sist. sincronización, el. electrónicos, software.... | |

EJEMPLO DE APLICACIÓN DE LA MEDIDA

Se puede desarrollar una maqueta de simulación para el control integrado de las líneas de prensas, seleccionando una plataforma entre un software y las máquinas, en donde se puedan medir los movimientos de los distintos transferizadores propuestos entre las máquinas. Para ello también sería imprescindible realizar ensayos y la puesta a punto del prototipo con el fin de validarlo

En el diseño funcional de las estrategias de sincronización, tendrán que considerarse los modos de trabajo en el cual se sincronicen electrónicamente los motores principales de las prensas de la línea, para lograr una distribución más uniforme de los movimientos y velocidades, con el fin de reducir tiempos y consumos entre diferentes operaciones. Los algoritmos de sincronización tendrán que ser optimizados siempre a la productividad, y teniendo en cuenta la eficiencia energética de todos los motores.



Robots de transferización de piezas entre prensas de estampación.

Fuente: Fagor Arrasate

REFERENCIAS

- KONIKER. www.koniker.com
- ONAPRES: www.onapres.es
- FAGOR ARRASATE; www.fagorarrasate.com



CÓDIGO: PMH-09

TIPO: Específica

ESTRATEGIA:

Reducir el impacto ambiental en la fase de utilización

MEDIDA:

Evitar fugas y pulverización del aceite con soportes y sistemas de recogida

APLICABLE A:

Prensas de estampación

ESTRATEGIAS DE ECODISEÑO



DESCRIPCIÓN MEDIDA

Esta medida contempla la utilización de sistemas de recogida de aceite, o de absorción del aceite fugado de las mangueras del grupo hidráulico. La instalación de extractores en las prensas de estampación permite recoger el aceite pulverizado, facilitando su reutilización. El aceite recogido puede ser reutilizado previa eliminación de las partículas que pueda transportar el lubricante. La eliminación se realiza mediante filtrado. En las prensas hidráulicas, los conjuntos de bloque hidráulicos se colocan en el cabezal, por lo que es en él donde se concentra una gran cantidad de aceite y donde pueden producirse las fugas principales. La utilización de sistemas extractores pretende aprovechar al máximo las pérdidas del aceite, tanto las cantidades que se quedan en el cabezal de la prensa como el aceite suspendido en el aire. (Aunque éste último sea más difícil de recuperar).



Grupo hidráulico de una prensa colocada en el cabezal de la máquina. Es en este lugar donde se concentra una gran cantidad del aceite que deriva de fugas.

Fuente: ONAPRES

IMPLICACIONES TÉCNICAS

La recogida del aceite que se pierde cerca del cabezal de la prensa, requiere de un nuevo diseño de la plataforma en el cual se instala el grupo hidráulico. No obstante, este diseño no resulta muy cuantioso ni de difícil consecución, ya que bastaría con darle una pequeña inclinación a la base en donde se coloca el bloque hidráulico. Junto con esta pequeña inclinación, habría que colocar un recogedor de aceite en el cual se pueden implantar una serie de filtros a fin de que este aceite vuelva a ser utilizado, como lubricante por ejemplo. Por otra parte, los dispositivos de recogida del aire en suspensión mencionados, en un principio pueden suponer inversiones algo mayores, ya que se tendría que optar por sistemas comerciales de fabricantes que desarrollan aspiradores expresamente diseñados para la recuperación de aceite, líquidos viscosos...

IMPLICACIONES ECONÓMICAS

Económicamente, la recogida del aceite no supone una gran inversión por constar de una bandeja con inclinación colocada contiguamente a la base del cabezal. En cuanto a la cantidad de aceite acumulado en esta parte de la prensa, es importante como para recogerlo y poder reutilizarlo. Es por ello que el gasto de la colocación de la base con la inclinación mencionada se amortiza fácilmente respecto al gasto que suponen los litros de aceite perdidos. La colocación de sistemas que recuperen el aceite suspendido en el aire, económicamente puede no resultar tan rentable ya que el aceite recogido es mucho menor. No obstante existen fabricantes que desarrollan aspiradores especiales para la recuperación de aceites hidráulicos, lubricantes viscosos, grasas de lubricación de guías, etc.

IMPLICACIONES AMBIENTALES

Los beneficios ambientales aportados por el uso de sistemas de recogida de aceites son considerables, ya que se reducen cantidades de aceite que antes se desechaban. También hay que considerar que el aceite suspendido en el aire, puede terminar en cualquier otro elemento de la prensa, (mecánico o electrónico). Esto puede suponer la degradación de los elementos adyacentes a la fuga, lo que implica sustituir el componente por otro nuevo antes de lo previsto. Algunas mejoras ambientales derivadas de la recogida del aceite expulsado de la prensa son:

- Ahorro en líquidos refrigerantes/aceites, al poderse reciclar.
- Ahorro en la eliminación y en el equipo de aprovisionamiento.
- Ahorro en el tiempo dedicado a limpieza del entorno de trabajo.



EJEMPLO DE APLICACIÓN DE LA MEDIDA

No es raro que en los sistemas hidráulicos de la prensa (ajustada o no), haya fugas de aceite. Éstas suelen venir condicionadas por su puesta a punto (ajuste de elementos hidráulicos), y podemos encontrar componentes o mangueras no adecuadas al circuito. Además, hay posibilidad de fugas de aceite durante el trabajo de la prensa, por los golpes de ariete que percibe el aceite o por la excesiva presión al que llega y sale por juntas defectuosas. Para paliar las pérdidas del óleo y lubricante, se suele actuar donde más cuantiosa es la fuga, con el fin de poder recuperar en esa zona la mayor parte del aceite. En algunas prensas de Fagor Arrasate en las que se han realizado algunas mejoras, e incluso algún "restyling", se ha acondicionado el cabezal con la colocación de unas canaletas por donde se recogerá por gravedad el aceite fugado en partes concretas de la prensa. Con esta aplicación se puede decir que se recoge todo o la gran parte del aceite fugado, la cual se ha estancado en el cabezal.



Canaletas soldadas al cabezal y chapa ranurada o con relieve para evitar deslizamientos a causa del aceite
Fuente: Fagor Arrasate

No obstante, y aunque la gran mayoría de los litros que se han fugado del circuito hidráulico de la prensa se recuperen, esta cantidad de aceite tiene que pasar por una serie de filtrajes, para después poder ser reutilizado. También hay que tener en cuenta que la zona del cabezal en donde ha habido las fugas de aceite, quedará húmeda y aunque la mayor cantidad del aceite sea recogida, la base quedará con una película fina de lubricante. Para evitar esto se puede ranurar o poner una chapa con relieve en la base del cabezal donde se puedan acumular cantidades de aceite.

REFERENCIAS

- KONIKER: www.koniker.com
- FAGOR ARRASATE: www.fagorarrasate.com
- ONAPRES: www.onapres.es



CÓDIGO: PMH-10

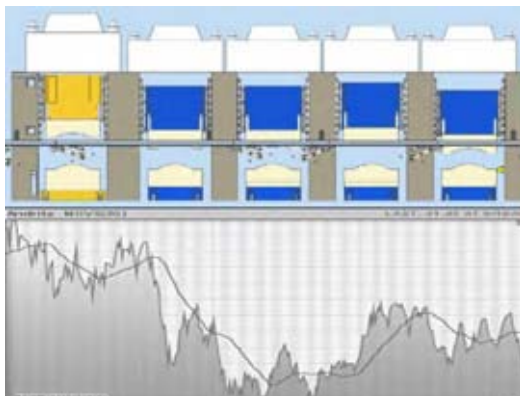
TIPO: Específica

ESTRATEGIA: Reducir el impacto ambiental en la fase de utilización
MEDIDA: Implantación de SG energética en una línea de prensas de estampación
APLICABLE A: Líneas de prensas de estampación, tanto mecánicas como hidráulicas

ESTRATEGIAS DE ECODISEÑO



DESCRIPCIÓN MEDIDA



Fuente: www.andritz.com

La supervisión energética de los bienes de equipo en entornos industriales son cada vez más comunes y frecuentes y su principal objetivo suele ser, el mejor conocimiento de los sistemas con gran consumo energético.

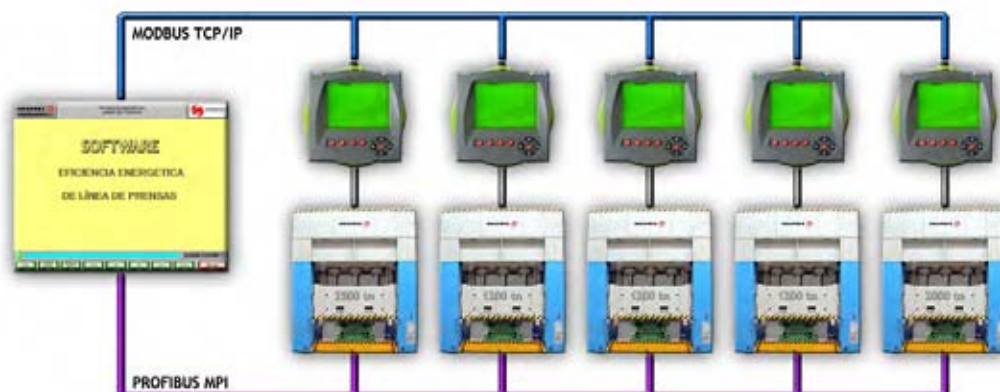
Los sistemas de gestión energética eficientes contemplan el desarrollo de sistemas de control, en los que sea posible gestionar y optimizar el consumo energético de una línea de prensas, mediante la regulación y sincronización de la misma.

Una vez conocidos los elementos o movimientos con mayor consumo de energía, es posible plantear estrategias para la autorregulación y reducción del consumo energético en las máquinas. De esta manera se puede conseguir una mejor gestión de la energía consumida por las prensas en su uso.

Es importante visualizar las cargas energéticas que tiene la línea de prensas durante sus ciclos de trabajo.

IMPLICACIONES TÉCNICAS

Un SG de Energía en prensas es un sistema computerizado utilizado para monitorizar, controlar y optimizar el funcionamiento de una planta o línea de prensas en serie. Se trata de un sistema cuyo objetivo principal es la eficiencia energética (reducción de demanda energética al mínimo necesario para permitir una actividad normal).



Arquitectura Sistema Gestión de Energía instalado en la planta de MB-Tooling, en prensas de ONAPRES.

Fuente: mbtooling.com

La arquitectura de este sistema de control, gestión y optimización energética suele estar formada por:

- **Analizadores de red:** Cada prensa debe llevar un analizador instalado directamente en su cuadro eléctrico. Son centrales de medida de alta precisión que con la ayuda de las sondas y los transformadores, controlan los principales parámetros eléctricos de la red y los transmiten por comunicación electrónica al usuario.
- **PLC:** Se utiliza un control para la ejecución de las medidas o mejoras energéticas adoptadas, después de visualizar los consumos. .

- **Software.** Para la adquisición, supervisión y tratamiento de toda la información procedente de los analizadores, de modo que se consigan indicadores válidos para retroalimentar el propio proceso.

IMPLICACIONES ECONÓMICAS

La implantación de este sistema de visualización y control energético va íntimamente ligada a la reducción de costes de índole económica y ecológica.

Cara a comprobar cuáles pueden ser los parámetros que más penalizan el consumo de energía eléctrica y de implementar un correcto modo de uso en el SG de energía, también se puede llevar a cabo un estudio de la tarificación de la energía eléctrica donde está instalada la línea de prensa. Así, será posible cuantificar desde un primer momento el gasto de las prensas, y poder corregir o disminuir el consumo energético durante su uso.

Realizando una correcta sincronización de la línea de prensas, la estimación de ahorro económico puede ser importante (en función del criterio seleccionado por el usuario), ya que repartiendo uniformemente la energía consumida, se pueden evitar los grandes picos de consumo y el sobredimensionamiento de las instalaciones eléctricas. Con un sistema totalmente operativo se estima que se podría conseguir un ahorro energético de hasta el 20%, disminuyendo al mismo tiempo los costes asociados a la contratación de la acometida eléctrica necesaria.

Con el sistema de captación de datos energéticos, se pueden imputar costes a máquinas, procesos o líneas y de ese modo identificar dónde, cuánta, cuándo y cómo se consume la energía para después actuar en consecuencia y reducir costes mediante estrategias de reducción de la demanda, distribución de cargas o elección de tarifas eléctricas adecuadas.

IMPLICACIONES AMBIENTALES

Los beneficios ambientales que conlleva la implantación del sistema de monitorización y control de energía están asociados al menor consumo energético de las instalaciones:

La supervisión energética en los entornos industriales se realizan para controlar dos variables: potencia/energía y calidad del suministro:

- **Potencia/energía:** se persigue controlar el consumo de potencia (activa, reactiva y aparente) y la demanda de energía, sobretudo en momentos de necesidad energética puntual.
- **Calidad:** cuyo objetivo es vigilar tanto la calidad del suministro eléctrico por parte de la compañía suministradora, como la calidad de onda del usuario, que se ve afectada por problemas de armónicos, e igualmente esto tiene una implicación directa al gasto energético e impacto ambiental de la planta de producción.

| FASE | Obtención MMFP y componentes | Producción en fábrica | Distribución | Uso | Final de vida | General |
|---------|------------------------------|--|--------------|---|--|---------|
| PROS | | | | Menor consumo eléctrico instalac. Menos costes de acometida eléctrica. | Posible adaptar el sistema en nuevas líneas de máquina. | |
| CONTRAS | | Estudio de impl. del SG antes de montar la línea | | | Desecho de sist. sincronización, el. electrónicos, software... | |

EJEMPLO DE APLICACIÓN DE LA MEDIDA

ONAPRES ha implementado un prototipo de SG energética en la línea de 5 prensas hidráulicas de la nueva planta de MBTooling SA. Éste permite establecer dependencias entre cargas y optimizar consumos energéticos en función de criterios seleccionados por el usuario. El sistema analiza en tiempo real las variables energéticas de la instalación y ofrecerá consejos y avisos al operario, para que pueda decidir en función de las necesidades productivas.

Para alcanzar estos objetivos, y debido al gran volumen de información que aporta cada una de las centrales de medida, se ha dispuesto un sistema centralizado de recogida de datos: un software o aplicación de control. Su finalidad es el procesamiento de los datos y la elaboración de informes, con el objetivo de adoptar medidas preventivas y correctivas en la instalación. Después de un análisis de todas las soluciones comerciales existentes y las posibilidades que ofrecen, FAGOR ARRASATE y ONAPRES disponen de un software de gestión energética propio que posibilita una personalización total de las funciones requeridas y una flexibilidad y escalabilidad superiores.

REFERENCIAS

- KONIKER: www.koniker.com
- ONAPRES: www.onapres.es
- FAGOR ARRASATE: www.fagorarrasate.com
- MB Group, MB Sistemas: www.mbtooling.com
- ANDRITZ: www.andritz.com



CÓDIGO: PMH-11

TIPO: Específica

ESTRATEGIA: Reducir el impacto ambiental en la fase de utilización
 MEDIDA: Almacenamiento de energía para su posterior reutilización
 APLICABLE A: Líneas de prensas de estampación

ESTRATEGIAS DE ECODISEÑO



DESCRIPCIÓN MEDIDA

Esta estrategia se enmarcaría dentro de una técnica para el almacenamiento de energía transitoria. Sistemas que puedan permitir acumular energía para usar cuando sea necesario. Como explicación genérica, se puede decir que este sistema puede ser equivalente a los acumuladores hidráulicos en los grupos o sistemas hidráulicos que se instalan en las distintas máquinas-herramienta.

El almacenamiento energético, se produce en sistemas tales como condensadores que permiten reutilizar la energía almacenada en cuanto la prensa o línea de prensas necesite más energía. Puede decirse que la medida consiste en implantar la técnica de los acumuladores hidráulicos de los circuitos óleo-hidráulicos, a las distintas líneas de prensas (o máquinas) de producción.

IMPLICACIONES TÉCNICAS

Partiendo de la base de que la energía transitoria regenerada durante las deceleraciones de la prensa, es la que más influencia energética tiene en un ciclo de trabajo de la prensa, habría que analizar todas las alternativas posibles para el aprovechamiento de esta energía. Se plantea como alternativa, la disipación de esta energía mediante resistencias, para después poder acumular dicha energía en condensadores.

Técnicamente, convendría realizar un análisis de la línea en el cual se pretende realizar la implantación de estos sistemas de almacenamiento energético, viendo y localizando en primer lugar el punto más propicio en donde instalar los condensadores. No obstante, se pueden alternar dos alternativas, como válidas y viables.

- Diseñar una serie de baterías y condensadores para máquinas individuales y unitarias.
- Utilización de sistemas de almacenamiento mixtos para instalaciones de varias máquinas simultáneamente.

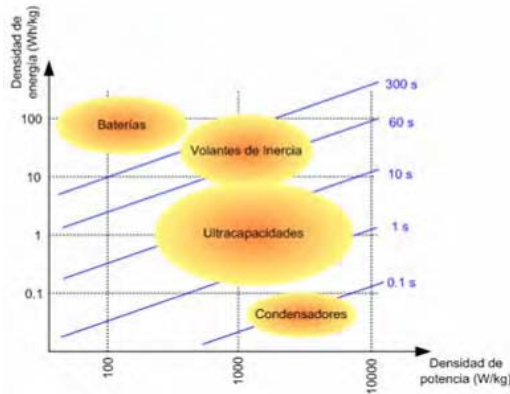
IMPLICACIONES ECONÓMICAS

Económicamente, la inversión de esta medida empieza a ser efectiva en cuanto se empieza a gestionar la energía del sistema debidamente. La optimización del consumo energético, y el ahorro económico que se puede asociar a este, será variable en función de la planta en la que se aplica o en la línea de prensas en donde se instala.

Estimando unos valores aproximados, se pueden relacionar los consumos derivados del uso del sistema, según y cuanta potencia instalada se tiene contratada, en base a cuanto se utiliza. Por ejemplo, resultaría efectivo la utilización de servomotores para el arranque y uso de las prensas de estampación. En estudios realizados comparando el uso de gestión de un servomotor con motores convencionales, se habla de ahorros anuales energéticos de hasta 100.000 KWh, utilizando servomotores de 100 KW. Y el uso de estos motores servos, pueden alcanzar una capacidad regenerativa de hasta un 70%.

IMPLICACIONES AMBIENTALES

Continuando con el ejemplo de utilizar servomotores de 100KW de potencia, y el ahorro mostrado anteriormente de 100.000 KWh al año, esto puede suponer una reducción del impacto medioambiental más o menos de hasta un 100 Tn CO₂.



Los condensadores almacenan más energía, consumen menos y producen menos impactos en la fase de uso.

Fuente: Ponencia de KONIKER en el Congreso M.Hta. 2008

Realizando un análisis de algunos sistemas regenerativos, se puede decir que ambientalmente hablando los condensadores y las baterías son los que ambientalmente menos influyen en el medio ambiente en su fase de uso. No obstante, en su fase de producción puede que ambientalmente produzcan algún impacto ambiental, lo que quedaría compensado en su fase de uso, por reducir el consumo eléctrico que necesitan las máquinas en determinados momentos de picos de potencia.

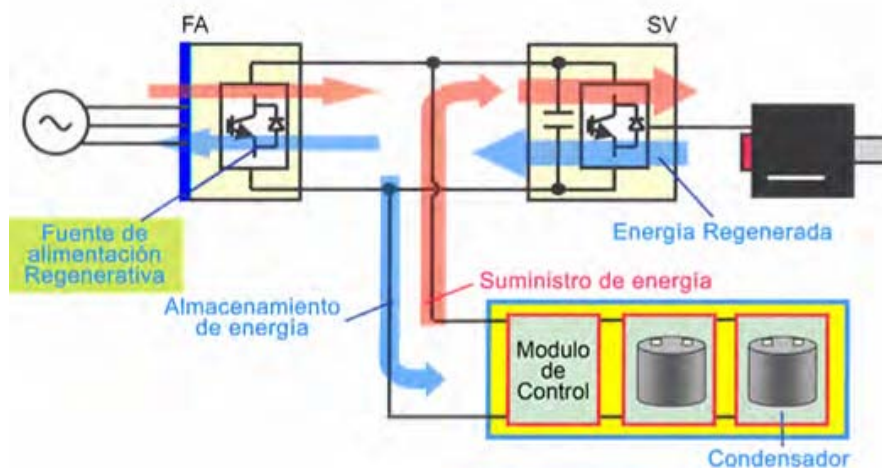
| FASE | Obtención MMFP y componentes | Producción en fábrica | Distribución | Uso | Final de vida | General |
|---------|------------------------------|---|--------------|--|---------------|---|
| PROS | | | | Ahorro energético por utilización de la energía almacenada (en momentos concretos) | | Ahorro económico / energético a largo plazo |
| CONTRAS | | Instalac. de sist. condensadores que almacenen energía. | | | | Inversión a realizar. |

EJEMPLO DE APLICACIÓN DE LA MEDIDA

En una línea de prensas de ONAPRES, se analizaron las alternativas para el aprovechamiento de energía transitoria regenerada durante las deceleraciones de la prensa como alternativa a la disipación mediante resistencias. Se estudiaron 2 alternativas técnicamente válidas y económicamente viables:

- Diseño de una serie de baterías de condensadores para máquinas unitarias.
- Almacenamiento de energía mixto para instalaciones de varias máquinas, también con condensadores y baterías.

Con estos dos sistemas es posible la regeneración de la energía transitoria durante las deceleraciones de una prensa, que se muestra como alternativa a la disipación mediante resistencias.



Fuente: Ponencia de KONIKER en el Congreso Máquina Herramienta 2008

REFERENCIAS

- KONIKER; www.koniker.com
- ONAPRES; www.onapres.es
- FAGOR ARRASATE; www.fagorarrasate.es



CÓDIGO: PMH-12

TIPO: Específica

ESTRATEGIA:

Reducir el impacto ambiental en la fase de utilización

MEDIDA:

Aprovechamiento del calor generado durante la estampación

APLICABLE A:

Prensas de estampación

ESTRATEGIAS DE ECODISEÑO



DESCRIPCIÓN MEDIDA

Esta estrategia se enmarcaría dentro de una técnica para la autorregulación y reducción del consumo energético en las prensas.

Se trata de aprovechar el calor generado durante la estampación, y la reutilización de la energía generada en el cojín durante los ciclos de trabajo de la prensa. Para ello, la prensa debe de disponer de cojín, el cual es fundamental para la consecución de piezas con una embutición relativamente grande. Se da la circunstancia de que el cojín se calienta al realizar la estampación, por lo que interesa aprovechar este calentamiento. Esta reutilización energética puede ser aprovechable para la generación de una nueva fuente eléctrica, calentamiento de agua sanitaria mediante circuitos cerrados de agua, calefacción inducida para calentar la planta de fabricación, etc.

El aprovechamiento del calor generado en el cojín se realiza mediante un sistema adicional que se puede implantar dentro del cojín. Básicamente se trata de implantar un intercambiador de calor del cual se adquiere la energía liberada en la fricción del cojín.



El cojín de una prensa genera una gran cantidad de calor, la cual se puede aprovechar como energía recuperada.

Fuente: www.hydraulico.com

IMPLICACIONES TÉCNICAS

En prensas grandes, con grandes cadencias de trabajo y con la exigencia de una mayor calidad en la embutición, se deben evitar los choques bruscos entre el carro embutidor y las velas del cojín que soportan la chapa, ya que, además del problema acústico, estos choques dan lugar a vibraciones que influyen sobre la calidad de la pieza. Todo ello exige que las prensas tengan un cojín controlado. La función principal del cojín es proporcionar un contra-esfuerzo al carro para sujetar la chapa mientras esta es embutida o estampada, aunque también cumple la función de expulsión de la pieza.

Estudios realizados en cojines hidráulicos, han permitido ver en detalle las características térmicas de las configuraciones actuales de los cojines hidráulicos, evaluar la potencia calorífica generada y perdida, y proponer alternativas para poder aprovechar dicha potencia generada:

- Calefacción para confort mediante intercambiador de placas
- Generación de electricidad mediante ciclos termodinámicos
- Consecución de Agua Caliente Sanitaria (ACS)

IMPLICACIONES ECONÓMICAS

De las alternativas para el aprovechamiento de la energía planteadas (Calefacción, Generación eléctrica, Agua caliente sanitaria...), económicamente hablando se puede seleccionar aquella cuya implementación sea técnica y económicamente más viable. En este caso, ya que el cojín hidráulico proporciona una buena cantidad de calor pero a un nivel térmico (temperatura) muy bajo, lo que se puede plantear viable y no con mucho coste

económico, es desarrollar un sistema en el que se pueda aprovechar el calor residual del cojín para calentar agua caliente sanitaria. Por la misma razón, y por que el calor generado no es de gran temperatura, aunque sí de gran cantidad, el esfuerzo a realizar económicamente para implantar un sistema el cual genera energía eléctrica, sale demasiado caro y con una mayor dificultad técnica. La estimación del ahorro energético/económico para el calentamiento del ACS, siempre variará con las especificaciones del troquel y el cojín. Las características de la embutición de la pieza influyen mucho en el calor específico generado para calentar el agua. Necesitaremos 4,19KJ de energía o una diferencia entre temperaturas durante la embutición de 15°C para poder calentar 1Kg de agua una temperatura de 1°C.

IMPLICACIONES AMBIENTALES

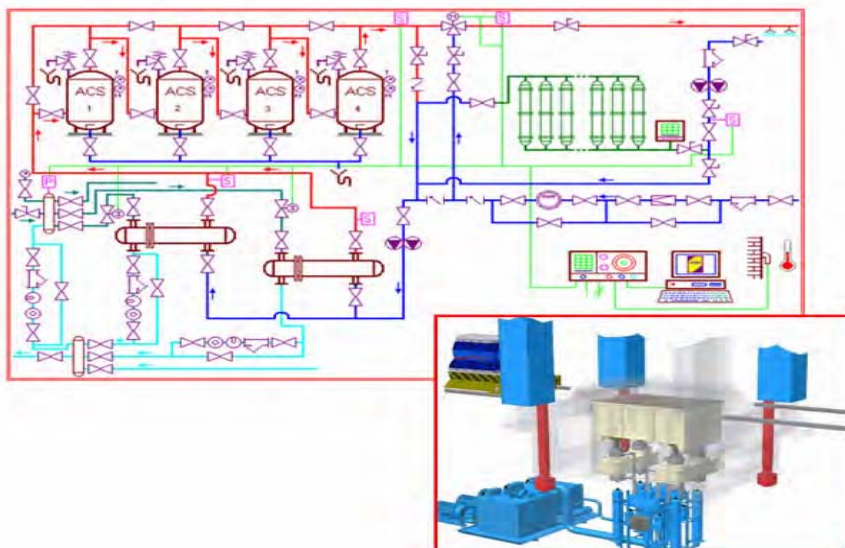
Ambientalmente hablando, la energía aprovechable adquirida en el cojín de la prensa, puede llegar a sustituir la energía que se necesita para calentar el agua de la planta, ya sea en vestuarios, cocina, etc. Esto depende del tamaño de la prensa, o la pieza embutida en cada operación.

Por ello la mayor mejora que puede contribuir es la reducción del consumo energético de las calderas de agua, siempre considerando el tamaño de la planta y la cantidad de agua caliente Sanitaria a conseguir.



EJEMPLO DE APLICACIÓN DE LA MEDIDA

En una línea de prensas de ONAPRES se implantó un sistema de aprovechamiento energético en el cojín hidráulico de las prensas hidráulicas. Para calentar el ACS, se instalaron intercambiadores de calor, partiendo de un circuito cerrado de agua. El circuito integrado en el cojín se calentaba y transmitía el calor al agua para uso sanitario. Es posible la instalación de unos depósitos en los que se mantenga el agua caliente a la temperatura ya calentada, para así tener agua caliente cuando la línea de prensas no trabaje. Si la línea de prensas está trabajando en el momento en el que es necesario el agua caliente, sería posible realizar esta transmisión de calor en el momento.



Cojín de una prensa hidráulica de ONAPRES, y un posible esquema de intercambiadores de calor para ACS.
Fuente: ONAPRES y www.calorindustrial.com

REFERENCIAS

- KONIKER; www.koniker.com
- ONAPRES; www.onapres.es



CÓDIGO: PMH-13

TIPO: Específica

ESTRATEGIA: Reducir el impacto ambiental en la fase de utilización
 MEDIDA: Reducir el impacto asociado al método de transmisión en una prensa
 APLICABLE A: Prensas hidráulicas y mecánicas

ESTRATEGIAS DE ECODISEÑO



DESCRIPCIÓN MEDIDA

El objetivo industrial de esta medida se basa en desarrollar una nueva tecnología que permita la utilización de servo-accionamientos directos en las partes de prensas que actualmente cuentan con unos accionamientos hidráulicos. En prensas mecánicas e hidráulicas, existen partes de ellas las cuales son auxiliares, y funcionan con dispositivos hidráulicos. Se puede plantear la sustitución de dichos elementos por accionamientos eléctricos o motores, las cuales pueden llegar a tener un menor consumo, ya que el accionamiento hidráulico también necesita de estos motores.

Se trataría pues de simplificar el accionamiento y la transmisión del movimiento, partiendo del circular del motor al lineal que se quiera conseguir.

El cambio de accionamientos supondría un ahorro en la energía consumida, tanto en energía eléctrica como en energía calorífica, y un proceso optimizado y flexible con un menor coste de mantenimiento; ya que con los accionamientos hidráulicos necesitan realizar el mantenimiento de moto-bombas hidráulicas, y el mantenimiento del mismo accionamiento, cilindros...

El sistema servoaccionado debe garantizar un proceso económicamente ventajoso y una optimización del mismo ofreciendo flexibilidad y una buena calidad de las piezas realizadas.

IMPLICACIONES TÉCNICAS

Además del cambio de accionamientos, se deberá estudiar un sistema de transmisión adecuado, la disponibilidad y caracterización de los servomotores necesarios, y la elección de un sistema de control acorde para poder cumplir las especificaciones de velocidades, presiones y dimensionamiento necesarios para la consecución de la tarea a realizar por la máquina.

Por supuesto también será necesario un rediseño de la estructura mecánica y del sistema eléctrico tras la eliminación de los accionamientos hidráulicos y del grupo hidráulico, y la inclusión de los nuevos servoaccionamientos con su correspondiente cinemática.



Elementos para accionamientos hidráulicos, y servoaccionados.

Fuente: KONIKER

En cuanto a las ventajas que se asocian a la implantación de servomotores o motores eléctricos en sustitución a accionamientos hidráulicos, están los asociados al control, al consumo, y al menor mantenimiento que requieren. Se puede decir que es una tecnología más limpia, y más fácil de instalar. No obstante, hay que rediseñar la parte que se quiera sustituir, ya que normalmente los grupos hidráulicos que se instalan se pueden colocar en cualquier zona de la máquina. En cuanto al motor, hay que realizar el hueco de la posición del motor, y con el accionamiento directamente instalado a la zona de movimiento.

IMPLICACIONES ECONÓMICAS

Menor energía consumida. Al contrario de las bombas hidráulicas que trabajan en continuo, los servomotores no están continuamente en funcionamiento y sólo consumen energía cuando trabajan. Además, los motores o servomotores implantados, tienen unas características que son capaces de regenerar y devolver energía a la red durante el frenado, lo que supone un ahorro económico y una minimización del impacto medioambiental.

Al reducir la energía consumida por la máquina, se consigue un ahorro directo por parte de la empresa propietaria. También se favorece un proceso optimizado y flexible, que conlleva un menor coste de mantenimiento. Esto es debido a que mediante servomotores se puede alcanzar un mayor control, y se puede conseguir que la precisión de la máquina sea superior. Esta precisión hace que la vida de los útiles de trabajo o placas se mejore al reducir los golpes por desgastes y vibraciones. Sin embargo es necesaria una inversión inicial que posibilite el estudio de la viabilidad técnica del cambio de grupos hidráulicos por motores eléctricos.

IMPLICACIONES AMBIENTALES

El cambio de accionamientos supondría un ahorro en la energía consumida, tanto eléctrica como calorífica, ya que el grupo hidráulico necesita de un refrigerador de aceite, el cual tiene un circuito cerrado de agua.

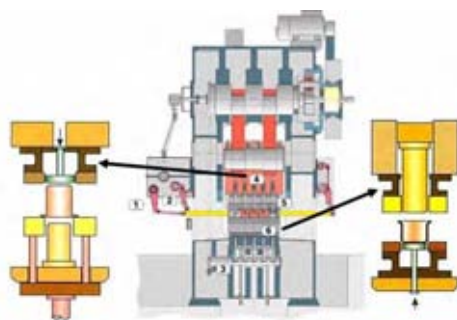
Además, por sus características, los servomotores son capaces de regenerar y devolver energía a la red durante el frenado, por lo que la reducción del impacto ambiental derivado del uso de la máquina será directa.

Con el cambio a servomotores también se evitan las paradas de producción por el alto mantenimiento del grupo hidráulico y los cambios de aceite, por lo que el número de útiles necesarios a lo largo de la vida útil de la máquina es menor. Y cabe destacar el gran número de litros de aceite al año que se evita al realizar el paso a servomotores.



EJEMPLO DE APLICACIÓN DE LA MEDIDA

KONIKER ha participado en varios proyectos destinados a bienes de equipo y prensas en las que se han sustituido sistemas de accionamiento hidráulico por accionamientos directos mediante servomotores. Como ejemplo, se realizó un proyecto en el cual se sustituyeron los expulsores hidráulicos de pieza de la prensa, por servoaccionados.



Prensa mecánica con expulsores superiores e inferiores, con accionamiento hidráulico.

Fuente: www.schulergroup.com

Hasta entonces era necesario el mantenimiento periódico de los accionamientos hidráulicos. Cada dos años es necesario detener la producción para desmontar el grupo hidráulico de la máquina y revisar y poner a punto.

REFERENCIAS

- KONIKER; www.koniker.com
- FAGOR ARRASATE; www.fagorarrasate.com
- SCHULER; www.schulergroup.com



CÓDIGO: PMH-14

TIPO: Específica

ESTRATEGIA: Reducir el impacto ambiental en la fase de utilización
 MEDIDA: Uso de aceites orgánicos o biodegradables en lugar de minerales
 APLICABLE A: Prensas de estampación

ESTRATEGIAS DE ECODISEÑO



DESCRIPCIÓN MEDIDA

Se trata de utilizar aceites biodegradables con el objetivo de que el impacto ambiental producido por su uso en las prensas, tanto mecánicas como hidráulicas, sea mucho menor que utilizando aceites con base mineral o incluso vegetal.

Cabe destacar que en el caso de las prensas hidráulicas el beneficio se vería incrementado de modo notorio, puesto que además de sustituir el aceite lubricante mineral habitual por el biodegradable, se puede sustituir el aceite hidráulico, cuyo impacto es mucho mayor debido a la cantidad de litros que se utilizan tanto para la puesta en marcha como para los ciclos de trabajo de ajuste en prensa.

Un depósito principal de aceite en una prensa hidráulica puede llegar a tener una capacidad de 20 o 25 mil litros de aceite.



Fuente: ONAPRES

IMPLICACIONES TÉCNICAS

En principio la sustitución del aceite lubricante mineral o vegetal por el aceite biodegradable lubricante puede hacerse sin problema, aunque es recomendable realizar un pequeño estudio, en el cual se pueda comprobar que los componentes hidráulicos estén capacitados para el uso de dichos aceites. Para el caso de las prensas hidráulicas donde se quiera utilizar aceite biodegradable hidráulico, sería conveniente realizar una simulación del sistema hidráulico de la prensa, con un software de simulación hidráulica. De este modo, se puede determinar qué tipo de aceite biodegradable es el más apropiado para la instalación, y si es o no necesario realizar algún cambio en ella. Los distribuidores/fabricantes de aceite hidráulico, muestran las características del aceite que suministran, y normalmente es la característica de la viscosidad el parámetro clave para determinar un cambio de aceite adecuado, y ver su compatibilidad.

IMPLICACIONES ECONÓMICAS

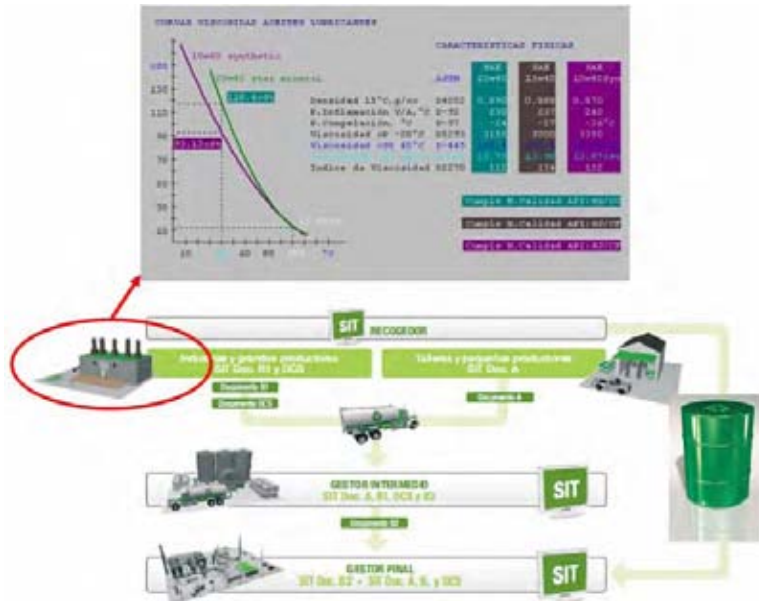
En un principio puede parecer que el cambio a los aceites biodegradables conlleva un desembolso económico superior que continuar con los habituales aceites con base mineral o vegetal, sin embargo, si se contempla el aumento de la vida útil, tanto del aceite biodegradable en sí mismo, como de los elementos en los que trabaje, se puede comprobar que a la larga el costo es menor.

Particularizando en el caso de utilizar aceite hidráulico biodegradable en prensas hidráulicas, se debe realizar un análisis para comprobar si es necesario realizar algún cambio en el diseño de nuestra instalación para un uso óptimo del aceite. Ese primer cambio puede llegar a ser un tanto costoso, pero a la larga, si los componentes hidráulicos sufren un menor daño durante el uso debido al aceite, puede llegar a ser una acertada inversión.

IMPLICACIONES AMBIENTALES

Ambientalmente podemos observar que los beneficios aportados por el uso de aceites biodegradables son varios. Por un lado se encuentra claramente el aspecto de la degradabilidad, que conlleva directamente una reducción casi total del impacto producido debido a las posibles pérdidas que pueda tener la instalación, así como un óptimo fin de vida para la gran cantidad de litros utilizados en prensas hidráulicas.

Otro apartado destacable es que, gracias al aumento de la vida útil del aceite, a lo largo de todo el ciclo de vida de las prensas se habrá utilizado una cantidad menor de aceite que si se hubiese continuado con el uso de aceite mineral o vegetal. Por último, cabe destacar el aumento de la vida útil de los componentes de las prensas que trabajan conjuntamente con el aceite, lo que hace que estos elementos tengan una mayor durabilidad y sean mejores para el medio ambiente, ya que su ciclo de vida aumentaría considerablemente.



Existe la posibilidad de utilizar aceite hidráulico reciclado teniendo en cuenta las características viscosas del óleo a utilizar en cada una de las aplicaciones o máquinas industriales.

Fuente: www.sunbeltlubricants.com

| FASE | Obtención MMFP y componentes | Producción en fábrica | Distribución | Uso | Final de vida | General |
|---------|--|-----------------------|--------------|--|--|---|
| PROS | Aumenta la vida útil del aceite, la cantidad de litros a consumir es menor | | | Menor consumo de aceite en fase de uso de producto | Alta y notoria reciclabilidad y degradabilidad | Aumenta la vida útil de los componentes y del propio aceite usado en las prensas. |
| CONTRAS | | | | Estudiar si necesario realizar cambios en la instalación | | El precio del aceite biodegradable puede ser mayor |

EJEMPLO DE APLICACIÓN DE LA MEDIDA

Realizando el ACV de una prensa hidráulica de ONAPRES, se pudo observar que el impacto generado debido al uso de la propia prensa representaba el 98% del total del impacto generado.

| Descripción | Total | EI-99 (Pt) | Peso (kg) |
|----------------------|-------|------------|-----------|
| Producción | | 4% | 93% |
| Embalaje | | 0% | 0% |
| Transporte medio | | 0% | 0% |
| Uso | | | |
| Consumo electricidad | 1 pz | 90% | 0% |
| Consumo aceite | 1 pz | 8% | 0% |
| Desecho | | -2% | 7% |

ACV realizado en una prensa hidráulica de ONAPRES:
Fuente: KONIKER

Ese 98% es resultado del 90% que conlleva el consumo eléctrico y el 8% producido por el consumo de aceite. Si en esta prensa se hubiesen utilizado aceites biodegradables, el impacto producido por esta prensa disminuiría en un 8%. Hay que tener en cuenta que este posible cambio de aceite biodegradable por el utilizado habitualmente, conllevaría a un re-estudio del circuito hidráulico, y alguna que otra modificación de los componentes. Esto derivaría en un aumento del impacto ambiental en la fase de fabricación, pero es en la fase del uso en donde se percibiría una mejora del impacto ambiental considerable.

REFERENCIAS

- KONIKER: www.koniker.com
- ONAPRES: www.onapres.es



CÓDIGO: R-01

TIPO: Específica

ESTRATEGIA: Reducir el uso de material

MEDIDA: Sustitución sistemas medición de pieza/ herramienta por solución integrada

APLICABLE A: Rectificadora

ESTRATEGIAS DE ECODISEÑO



DESCRIPCIÓN MEDIDA

Mediante el proceso de rectificado se consiguen grandes precisiones en las piezas mecanizadas. La tendencia general en la fabricación de piezas es la monitorización del proceso para reducir la tasa de defectos. De esta forma, en el propio proceso de rectificado se pueden tomar medidas correctivas para obtener una buena calidad de pieza. La medición continua de la dimensión de la pieza se transmite mediante una señal al control de la máquina que permite corregir la dimensión a partir de la medición real. Se trata de un control a tiempo real, denominado control in-process.

Se obtiene una ventaja económica al emplear un solo medidor sin necesidad de una estación de medición externa a la máquina además de la ventaja técnica de evaluar y corregir sin una estación de medición post-process los errores debido a cambios en el proceso de rectificado.



Medidor multidiametro que permite medir la pieza sin parar el proceso.

Fuente Imagen: <http://www.mmsonline.com>

IMPLICACIONES TÉCNICAS

El control de las dimensiones al rectificar piezas mediante equipos de medición electrónicos se puede realizar post-process o in-process, esto es, una vez que se ha terminado el proceso de rectificado o mientras se está realizando el rectificado. Por ejemplo, en referencia al rectificado cilíndrico, el medidor determina la desviación del diámetro exterior de una pieza a partir de un valor nominal. La medición in-process controla las creces de la pieza a rectificar y ajusta el proceso hasta conseguir el diámetro nominal a obtener.

La medición post-process se instala a la salida de la máquina para verificar la pieza rectificada después de su descarga de la máquina posicionándose en una estación de medición post-process. Generalmente, la medición post-process consigue unas mediciones más precisas con respecto a la medición in-process debido a que la estación de medición no es afectada por las desviaciones originadas en la muela, el refrigerante, la presión ejercida en el proceso y las variaciones de temperatura en la pieza.

IMPLICACIONES ECONÓMICAS

Se consigue una reducción de coste debido a que se puede evitar una estación de medición externa a la máquina. Se reduce la tasa de defectos debido a que se evalúa y corrige la pieza en la propia máquina, mejorándose la fiabilidad del proceso. Además, el comportamiento térmico de la pieza se controla debido a que las mediciones se realizan en el propio proceso pudiéndose compensar las desviaciones del valor deseado.

En el proceso se mejora el rendimiento porque la parte de medición se puede realizar mientras la máquina está trabajando. El operario no necesita interrumpir el proceso para realizar la medición manual, por lo que el rectificado puede continuar hasta que la pieza llegue a su diámetro requerido. Esto es especialmente útil cuando existen varios diámetros a medir en la pieza.

IMPLICACIONES AMBIENTALES

Las ventajas ambientales asociadas a la sustitución de sistemas de medición de pieza/herramienta por solución integrada son las asociadas a la eliminación de un proceso de control del proceso de rectificado.

| FASE | Obtención MMPP y componentes | Producción en fábrica | Distribución | Uso | Final de vida | General |
|---------|----------------------------------|--|--------------|--|---------------|--|
| PROS | Menor consumo de materias primas | Reducción del coste de la máquina al evitar equipo de medición externo | | Mejora el proceso de control de dimensiones Menor espacio ocupado | | Mejora de la calidad Mejora la fiabilidad del proceso |
| CONTRAS | | | | | | |

EJEMPLO DE APLICACIÓN DE LA MEDIDA

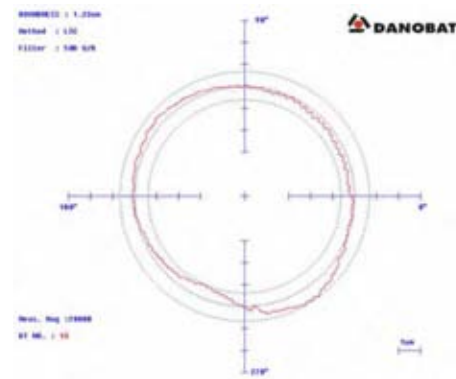
EMPRESA: DANOBAT

Producto: Sistema de medición multidímetro

Para las aplicaciones que requieren medición in-process, Danobat ofrece el sistema de medición multidímetro absoluto Dan MDM que está equipado con un rango de medición de 170 mm en una misma atada.

El software que acompaña al sistema de medición permite la medición absoluta de varios diámetros:

- Medición "in-process" de la pieza.
- Medición "post-process" con generación de gráficos de diámetro, redondez, conicidad y cilindridad.



Software de Medición Multidímetro
Fuente: www.danobat.com

REFERENCIAS

- www.danobat.com



CÓDIGO: R-02

TIPO: Específica

ESTRATEGIA: Seleccionar formas de distribución ambientalmente eficientes
 MEDIDA: Limitar la anchura máxima de la máquina a 2.300
 APLICABLE A: Rectificadoras

ESTRATEGIAS DE ECODISEÑO



DESCRIPCIÓN MEDIDA

Normalmente las máquinas herramienta se transportan por carretera. Este tipo de transporte limita las dimensiones máximas de las máquinas en anchura y altura. Si se exceden esas dimensiones, existen dos posibilidades:

- Desmontar la máquina y enviarla por subconjuntos.
- Si es posible, recurrir a transportes especiales.

Ambas soluciones deben de intentar evitarse por coste, tiempo y consumo energético.



Un vehículo acondicionado es cualquier vehículo cuyas superestructuras fijas o móviles estén parcialmente equipadas para el transporte de mercancías. La anchura máxima de un vehículo será de 2,55 metros y la altura máxima de los vehículos, incluida la carga, será de 4 metros

Es recomendable, por tanto, contemplar desde diseño y siempre que las características de la máquina lo permitan, la limitación física en la anchura de la máquina.

IMPLICACIONES TÉCNICAS

La disminución de la anchura de la máquina lleva consigo principalmente la limitación del ancho de la bancada y en consecuencia, en una configuración básica de máquina, del diámetro máximo de pieza y del tamaño y recorrido del carro transversal

IMPLICACIONES ECONÓMICAS

La utilización de transportes especiales es siempre indeseable. Son más costosos, lentos, necesitan permisos especiales,...

Igualmente la solución de desmontar la máquina y transportarla por subconjuntos, implica asimismo gastos elevados.

Resulta evidente indicar que la solución económicamente menos costosa es utilizar transporte estándar, motivo por el cual es necesario, siempre que se pueda, limitar la anchura y altura de la máquina

IMPLICACIONES AMBIENTALES

De forma global las ventajas ambientales de limitar la anchura máxima de la máquina a 2.300 compensarían las contras en las otras fases

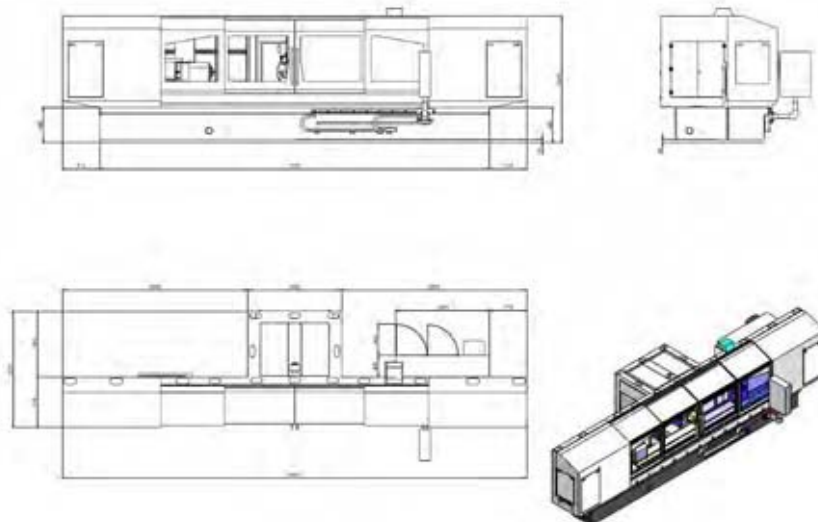


EJEMPLO DE APLICACIÓN DE LA MEDIDA

EMPRESA: DOIMAK

Se trata de diseñar una rectificadora de roscas con distancia entere puntos de 3.000 mm. Se optó por una configuración de mesa móvil y con la muela situada sobre el carro de avance. Se ha prestado especial cuidado en intentar que la máquina sea transportada en un único paquete (aparte equipos auxiliares), en un transporte estándar. El diseño ha requerido ajustar al máximo los recorridos del eje de avance, chapas protectoras, carenado, motor-reductor, etc. El carenado se diseñó para que pudiera cargarse en el camión (con barras y cinchas), sin necesidad de desmontar el carenado (sólo unas chapas superiores) y sin poner en peligro la integridad del mismo.

Finalmente las dimensiones exteriores resultantes, con carenado incluido son de 8990 x 2259 x 2460. Como puede comprobarse la dimensión más justa es la profundidad de la máquina, pero entra dentro de los parámetros standard. También, como puede comprobarse en la figura, se ha adjuntado al carenado el armario eléctrico, en la parte posterior derecha. De esta forma se transporta conjuntamente con la máquina y se evita el descableado en casa del fabricante y posterior cableado en casa del cliente.



Layout de rectificadora de roscas RER-3000

Fuente: Doimak

REFERENCIAS

- http://www.fomento.es/MFOM/LANG_CASTELLANO/DIRECCIONES_GENERALES/TRANSPORTE_POR_CARRERA/IGT/PESO/medidas
- www.doimak.es
- www.tekniker.es



CÓDIGO: R-03

TIPO: Específica

ESTRATEGIA: Reducir el impacto ambiental en la fase de utilización
 MEDIDA: Integrar varios procesos en cadena en un solo paso (Grind Hardening)
 APLICABLE A: Rectificadora

ESTRATEGIAS DE ECODISEÑO



DESCRIPCIÓN MEDIDA

La tecnología Grind Hardening utiliza el calor generado en las operaciones de rectificado para inducir las transformaciones de fase martensítica en la capa superficial de los aceros tratables térmicamente. Este nuevo e innovador tipo de proceso permite la integración del tratamiento térmico en la línea de producción, produciendo consiguientemente unos beneficios tanto económicos como medioambientales. Grind Hardening reduce el proceso en cadena y es eco-eficiente debido al ahorro de energía del tratamiento térmico mediante la integración del proceso térmico en el proceso de rectificado.

Mediante la combinación del mecanizado y el tratamiento térmico con el Grind Hardening, el proceso conlleva menores secuencias de producción y por lo tanto un beneficio económico. Más aún, el ahorro energético y la consecuente reducción del equipamiento necesario conducirán a beneficios medioambientales.

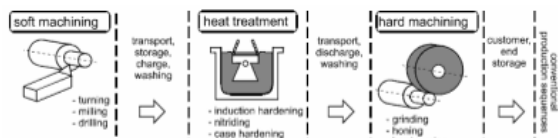


Imagen 1: Antes de la aplicación de la medida

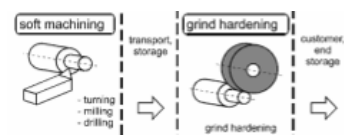


Imagen 2: Después de la aplicación de la medida

IMPPLICACIONES TÉCNICAS

Durante el rectificado, se aprovecha el calor emitido para producir el endurecimiento/tratamiento térmico a la pieza, con lo que no es necesario encender un horno o calentar el baño en el que sumergir la pieza. Esta forma de proceder implica un ahorro energético muy alto en el tratamiento térmico al sustituirlo por un proceso que se habría realizado de cualquier modo. Este ahorro supone más de un 10% del consumo energético en el proceso de fabricación considerado.

El hecho de dejar que la pieza tome el calor generado por la herramienta durante el corte implica una reducción de las necesidades de refrigeración del punto de corte, por lo que el consumo de taladrina con respecto a la situación original se reduce. De todos modos esta reducción no alcanza la lograda por las técnicas MQL (reducción del consumo entre el 15% y el 75%).

La reducción en el consumo de taladrina se puede observar en el descenso de la generación de residuos (los asociados al consumo de taladrina) del proceso de rectificado: el lodo de rectificado. Sin embargo, la mayor exigencia térmica a la que se ve sometida la máquina en general y la herramienta de corte en particular implican un mayor desgaste, reduciendo por tanto la vida útil de ciertas partes de la Máquina Herramienta. Por lo tanto, la transferencia de cargas implica un efecto prácticamente inapreciable sobre la generación de residuos. En cuanto a la reciclabilidad de los mismos, no varía. Con respecto al proceso de fabricación completo considerado, se produce una importante reducción en la generación de calor debido al hecho de no requerir el calentamiento de la pieza en el lugar dedicado a ello y realizarlo durante el rectificado.

IMPLICACIONES ECONÓMICAS

El proceso de tratamiento térmico habitual sin Grind Hardening implica más operaciones añadidas como el transporte y la limpieza. Estas operaciones suponen un coste y tiempo determinados que en el Grind Hardening desaparecen al estar integrados en el proceso de rectificadado.

IMPLICACIONES AMBIENTALES

De forma global, las ventajas ambientales derivadas de la integración de procesos compensarían las contras en las otras fases.



EJEMPLO DE APLICACIÓN DE LA MEDIDA

EMPRESA: IDEKO

Proyecto: Desarrollo del proceso de rectificadado y tratamiento térmico de un cigüeñal en una sujeción (CoCos)

Problemática a solucionar:

Proyecto europeo de investigación para tratar de reducir el número de máquinas en las líneas de mecanizado, en este caso de cigüeñales, aunque es aplicable a la fabricación de cualquier pieza compleja.



Grind hardening con refrigeración en pieza

Objetivos del proyecto:

Integrar en una rectificadora las operaciones de desbaste, semiacabado y acabado de cigüeñales de hierro fundido con una única muela de CBN.

Integrar el temple en el rectificadado de cigüeñales de acero.

Resultados:

Se han conseguido durezas superficiales superiores a las demandadas y penetración de hasta dos milímetros en probetas cilíndricas.

Fuente:

www.ideko.es

www.danobat.com

REFERENCIAS

- Eckebrecht, J., Kiritsis, D. "Technology Trend Report. Process ECO Efficiency" The European Network on Manufacturing Technologies (MANTYS), 2003.
- Alberdi, R. et al. "Grind Hardening, el proceso que permite rectificar y templar simultáneamente", 2004. www.interempresas.net.



CÓDIGO: R-04

TIPO: Específica

ESTRATEGIA:

Reducir el impacto ambiental en fase de utilización

MEDIDA:

Utilizar filtros magnéticos en rectificado como 1er paso del proceso de filtraje

APLICABLE A:

Rectificadora

ESTRATEGIAS DE ECODISEÑO



DESCRIPCIÓN MEDIDA

La rectificadora es una máquina herramienta utilizada para conseguir mecanizados de precisión tanto en dimensiones como en acabado superficial. Las piezas que se rectifican son principalmente de acero endurecido mediante tratamiento térmico, utilizando para ello discos abrasivos robustos, llamados muelas. A las piezas, o partes de estas que se someten a rectificado se les deja solamente un pequeño excedente de material para que la rectificadora lo pueda eliminar con facilidad y precisión.

Existen diferentes tipos de rectificado: rectificado plano con muela frontal, rectificado plano con muela tangencial, rectificado cilindro exterior, rectificado cilíndrico interior, rectificado sin centros, rectificado de perfiles, rectificado roscas exteriores, rectificado de roscas interiores...



Muelas de rectificado. Fuente: <http://www.sigmadiamant.com/>

Como resultado del proceso de rectificado se generan unos lodos de rectificado con restos de virutas que se mezclan con partículas de las muelas y taladrina que le confieren el carácter de residuo peligroso para el medio ambiente por lo que deberán ser gestionados como residuo peligroso.

La medida que se propone contempla la instalación de un separador magnético que retire las partículas metálicas del lodo de rectificado con dos objetivos:

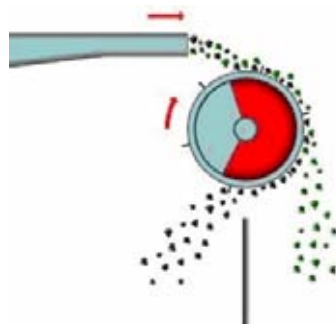
- recuperar la fracción metálica reciclable
- reducir el volumen de residuo peligroso generado

El sistema consiste en el empleo de un tambor magnético que atrae las partículas metálicas inmersas en el fluido de corte facilitando su extracción. En general, este mecanismo es más efectivo en fluidos de base acuosa por su menor viscosidad. A veces los tanques de estabilización, los separadores magnéticos y las centrifugadoras se pueden usar en combinación para favorecer la limpieza del fluido.

IMPLICACIONES TÉCNICAS

Las ventajas que presenta este sistema son las siguientes:

- Reutilización de los fluidos de corte contaminados de partículas metálicas
- Aumento de la vida útil de los fluidos
- Disminución del desgaste de herramientas y equipos



Tambor magnético.

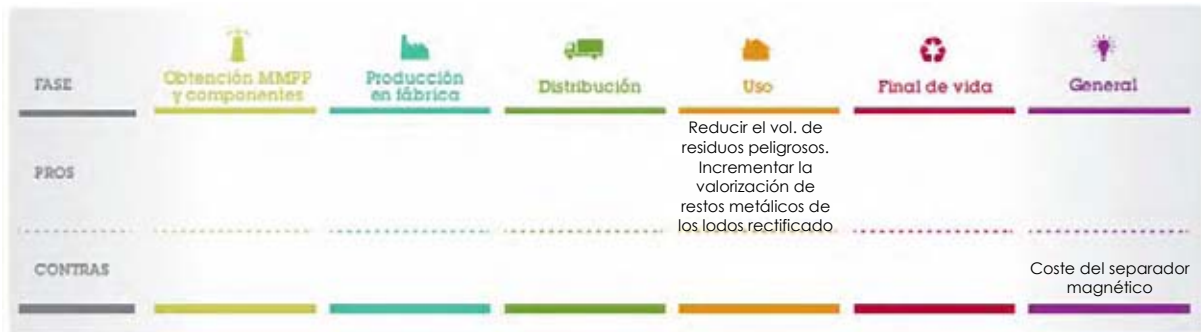
Fuente: <http://www.directindustry.es/>

IMPLICACIONES ECONÓMICAS

Los separadores magnéticos rondan entre los 3.000 € y los 12.000 € y se estima que el coste se amortiza con la valorización de los residuos metálicos y el ahorro económico derivado de la no gestión del residuo metálico como residuo peligroso.

IMPLICACIONES AMBIENTALES

La utilización de filtros magnéticos como primer paso del proceso de filtración de los lodos de rectificado permite reducir el volumen de residuos peligrosos generados y la valorización del residuo metálico generado.



EJEMPLO DE APLICACIÓN DE LA MEDIDA

EMPRESA: DOIMAK

Máquina: Rectificadora

El filtrado del fluido de corte de las rectificadoras se realiza de diferentes formas: mediante filtros rotativos, de papel o magnéticos. Aunque normalmente se suele emplear como en este caso una combinación entre el filtro magnético y el filtro de papel. El primer filtrado se realiza mediante el filtro magnético, que es el que retira la mayor parte de la viruta del fluido de corte, y a continuación se realiza el filtrado mediante el filtro de papel.

Trabajando de esta forma se consigue crear menos residuos debidos a los filtros desechables de papel ya que se reduce la cantidad de viruta a filtrar mediante el filtro de papel.



Tanque con tambor magnético
Fuente; www.fyteibar.com

El filtro magnético consiste en un tambor magnético que atrae las partículas metálicas y así poder separarlas del fluido de corte.

En el caso del empleo de los filtros de papel se hace pasar el fluido de corte usado a través de los filtros de papel. La fuerza que provoca la filtración puede ser la gravedad o la aplicación de presión.

En la imagen puede observar el tanque con filtro de Papel y filtro magnético.

REFERENCIAS

- Libro blanco para la minimización de residuos y emisiones. IHOBE,S.A

CÓDIGO: R-05

TIPO: Específica

ESTRATEGIA: Reducir el impacto ambiental en la fase de utilización
MEDIDA: MQL en rectificación con enfriamiento del aceite por CO₂
APLICABLE A: Rectificadora

ESTRATEGIAS DE ECODISEÑO



DESCRIPCIÓN MEDIDA

Debido a que los fluidos de corte están ampliamente extendidos en las operaciones de mecanizado en plantas industriales, y debido a su efectivo negativo en la salud, seguridad y medioambiente, el mecanizado en seco y el mecanizado con mínima cantidad de lubricante se han difundido como técnicas viables para reducir su consumo. Sin embargo, en procesos como el rectificación, es muy difícil obtener buenos resultados sin utilizar fluidos de corte. Esto es debido a que en el proceso de rectificación se generan grandes cantidades de calor que debe ser evacuado convenientemente.

De esta manera se están realizando progresos en la aplicación de MQL en el área de rectificación. Una de las investigaciones que están realizando es la utilización de CO₂ (hielo seco) para el enfriamiento del aceite de corte lo que redundará en la necesidad de utilizar una cantidad considerablemente menor de fluido de corte.



Rectificado tradicional.

Fuente: Proyecto NEXT ftp://ftp.cordis.europa.eu

Rectificado MQL+ CO₂

Fuente: Proyecto NEXT ftp://ftp.cordis.europa.eu

IMPLICACIONES TÉCNICAS

El fluido de corte es necesario en el rectificación. El caudal de fluido en rectificación puede llegar a 1000 l/min. en aplicaciones de corte pleno, siendo caudales de 25 a 150l/min. muy comunes.

Con el proceso de rectificación por enfriamiento del aceite se conseguirían caudales de 0,01 l/ min. La idea es impactar con aceite en la muela de forma que el aceite se introduce en la muela a través de los poros. Una vez realizado esto un gas a temperaturas bajas impacta sobre la muela por lo que el aceite que se encuentra en el interior de la muela de rectificación pasa a un estado de congelación. Todas las cavidades porosas de la muela de rectificación se encuentran de esta forma repletas de aceite enfriado adherido a las partículas abrasivas.

Al producirse el rectificación, en la zona de contacto entre la pieza y la muela aumenta la temperatura por lo que el aceite pasa a un estado líquido y fluye hacia la pieza produciendo el enfriamiento y la lubricación. Estas son las ventajas técnicas de este método:

- Reducción del consumo de refrigerante casi en un 100%
- Reducción de la energía consumida en un 20%.
- Reducción de hasta 95% en residuos peligrosos.

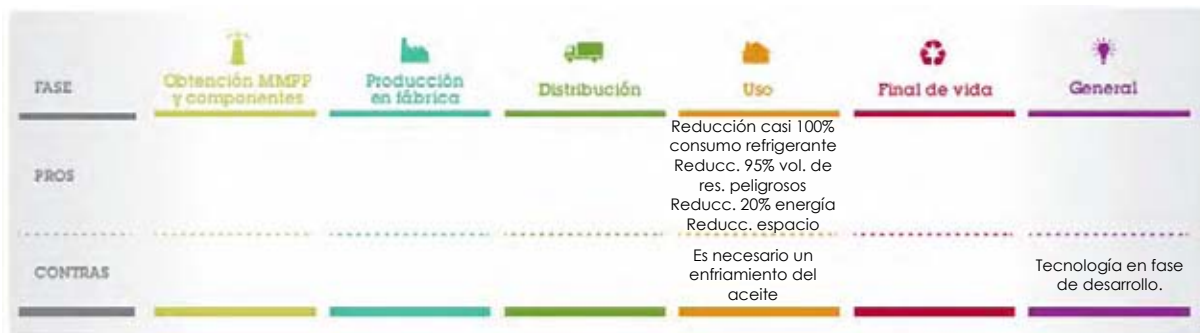
IMPLICACIONES ECONÓMICAS

Las ventajas económicas de este proceso son:

- Reducción en costes de mecanizado en un 20%.
- Reducción del espacio ocupado en planta de hasta un 50%.
- Reducción en los costes de instalación.

IMPLICACIONES AMBIENTALES

De forma global, las ventajas ambientales por la utilización del MQL en rectificado compensarían las posibles contras en las otras fases.



EJEMPLO DE APLICACIÓN DE LA MEDIDA

EMPRESA: GRUPO DANOBAT

Producto: Rectificado MQL criogénico.

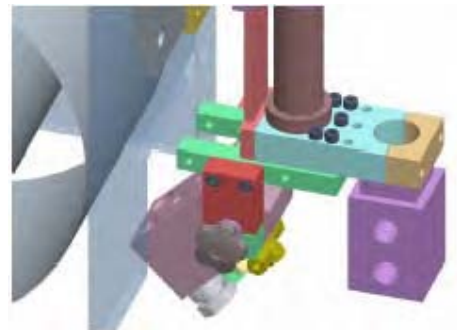
Debido al impacto ecológico existente por unidad de volumen de rectificado se ha investigado en la reducción del consumo de refrigerante.

Se ha trabajado en el desarrollo de la tecnología MQL para rectificado mediante enfriamiento del lubricante analizando la interacción entre el aceite y las partículas abrasivas, los diferentes tipos de CO₂ y los parámetros del proceso.

Los parámetros clave que se han analizado han sido:

- la productividad.
- la calidad superficial (stress residual)
- la integridad de la herramienta.

Fuente: Proyecto NEXT <ftp://ftp.cordis.europa.eu>



Equipo de enfriamiento

REFERENCIAS

- www.nextproject.eu



CÓDIGO: T-01

TIPO: Específica

ESTRATEGIA: Reducir el impacto ambiental en la fase de utilización
 MEDIDA: Sustituir el cabezal de rectificado por una herramienta de bruñido
 APLICABLE A: Torno

ESTRATEGIAS DE ECODISEÑO



DESCRIPCIÓN MEDIDA

Tras la operación de torneado algunas piezas deben someterse a una operación de rectificado con la finalidad de eliminar la rugosidad superficial o las irregularidades superficiales de la pieza torneada. Para ello, los tornos deben incorporar un cabezal de rectificado que permita el acabado final de la pieza.

Una forma de eliminar la rugosidad superficial de la pieza es utilizando procesos de tratamiento por deformación plástica superficial (DPS) como el bruñido.

El bruñido utiliza un rodillo o bolas como elemento deformante que al ser presionados contra la superficie de la pieza plastifica las capas superiores de los materiales al desplazar el material de los picos, protuberancias o crestas a los valles o depresiones de las microirregularidades superficiales. Esta plastificación del material se consigue mediante una fuerza controlada del rodillo o bola que excede el punto de fluencia del material de la superficie no endurecida.

El bruñido se utiliza para lograr un buen acabado superficial en superficies cilíndricas, superficies planas, superficies de forma o perfiladas, superficies cónicas, biselés, respaldos, cambios de sección y radios, entre otros.



Acción del rodillo sobre la superficie a trabajar
 Fuente: Catálogo comercial Ecoroll

La curva que marca la flecha del dibujo sobre la superficie del material demuestra cómo el material es desplazado hacia dentro de los valles entre los picos. La deformación plástica aumenta el contacto de los rodillos con la superficie y la presión aplicada de estos rodillos con la superficie y la presión aplicada de estos rodillos o fuerza de bruñido afecta a los picos que se estrechan por delante de la posición actual de los rodillos causando que estos picos fluyan sobre el punto de contacto.

La zona que se encuentra entre la flecha calificada como "dirección de rotación" demuestra cómo el material de la superficie toma forma durante el proceso de bruñido.

El rodillo suprime el material plastificado, previniéndolo para el flujo retrasado contra la dirección de avance, aclarando el ángulo y asegurándose de este modo que la superficie no esté sobre-bruñida

IMPPLICACIONES TÉCNICAS

La incorporación del bruñido al torno se realiza mediante el cambio de una herramienta por lo que no es una operación complicada para el usuario.

Una de las principales ventajas técnicas que ofrece la incorporación de la herramienta de bruñido frente al cabezal de rectificado es la no utilización de elementos abrasivos como las muelas para la operación de acabado ya que las muelas son materiales abrasivos que atacan al fundido, que es uno de los materiales principales de los tornos, y guías telescópicas, por lo que exigen la incorporación de elementos de filtración adicionales para la retención de las partículas de muela desprendidas. Además, las virutas que se desprenden en las operaciones de torneado deben ser eliminadas antes de la operación de rectificado ya que interfieren en el resultado final de las mismas. Finalmente debe destacarse que las herramientas requieren una lubricación mínima y las partes a desgastar son fáciles de cambiar, lo que conlleva bajos tiempos de operación en el cambio y mantenimiento de la herramienta. El cabezal de bruñido debe sustituirse cada 50 horas de operación.

IMPLICACIONES ECONÓMICAS

La incorporación del proceso de bruñido a los tornos como sustitución del cabezal de rectificado supone un ahorro muy importante ya que se supone la sustitución de cabezal con su motor por una herramienta lo que puede suponer un ahorro de unos 20.000 a 25.000 euros.

Además, debe tenerse en consideración los ahorros económicos que se producen en la fase de uso por un menor consumo de energía, que se obtiene por no precisar de ningún motor servo, eliminación del uso de abrasivos y eliminación del sistema de filtración adicional para eliminar los residuos de abrasivo generados en la operación de rectificado.

La utilización de una herramienta de bruñido en sustitución del cabezal de rectificado supone un menor tiempo de dedicación por parte del operario lo que conlleva un menor tiempo de para de la máquina de mecanización.

IMPLICACIONES AMBIENTALES

Las mejoras ambientales asociadas a la utilización de una herramienta de bruñido en lugar de utilizar un cabezal de rectificado son muy importantes porque supone la eliminación de un cabezal completo por una herramienta lo que implica un menor consumo de energía, en torno a 1500 kWh para unas 100 horas de trabajo, la no utilización de consumibles como muelas y cartuchos filtrantes para restos de abrasivo por ejemplo



EJEMPLO DE APLICACIÓN DE LA MEDIDA

EMPRESA: TORNOS GURUTZPE SA

La herramienta de bruñido instalada es una herramienta Ecoroll-EG45 que consta de un mango, ensamblaje elástico que permite que la cabeza se mueva sin juego e indicador de fuerza de bruñido. Las prestaciones que ofrece la nueva herramienta son las siguientes:

- bruñido de superficies cilíndricas con conexión de fillet radii hasta la cara de la pieza a trabajar para materiales con bajo y medio nivel de dureza
- bruñido de cilindros y caras además de ranuras de hasta 75° de inclinación
- bruñido de formas convexas y cóncavas con cabeza de rodillo rodante



Herramienta de bruñido EG-45
Fuente Ecoroll.de

REFERENCIAS

- www.gurutzpe.com
- www.ecoroll.de



CÓDIGO: T-02

TIPO: Específica

ESTRATEGIA: Reducir el impacto ambiental en fase de utilización
 MEDIDA: Usar torneado rotativo en lugar de rectificado
 APLICABLE A: Torno

ESTRATEGIAS DE ECODISEÑO



DESCRIPCIÓN MEDIDA

Para ejes que tengan unos requisitos de acabado superficial críticos el proceso de mecanizado típico es el rectificado. Aunque se ha avanzado en la aplicación de nuevos materiales de mecanizado para eliminar el rectificado, tales como el torneado en duro, el proceso de rectificado sigue siendo ampliamente utilizado cuando los requisitos de calidad superficial de la pieza superan los que ofrece el torneado en duro.

Una alternativa al rectificado en algunas aplicaciones es el método "Rotational turning" (torneado rotativo), sobre el que J.G. WEISSER SÖHNE ha solicitado una patente. En este método es posible crear superficies con un gran acabado. Esta tecnología con operaciones como torneado externo, torneado interno, mecanizado frontal, así como mecanizado duro, permite producciones rápidas de superficies de calidad y con un proceso garantizado. La tecnología de torneado rotativo desarrollada por J.G. WEISSER SÖHNE sustituye las operaciones de acabado como el rectificado, el rumbling o el acabado de banda.



Imagen 1.- Superficie mecanizada mediante torneado duro
 Fuente Imagen: <http://www.mmsonline.com>



Imagen 2.- Superficie mecanizada mediante "torneado rotativo"
 Fuente Imagen: <http://www.mmsonline.com>

IMPLICACIONES TÉCNICAS

El proceso se realiza en seco y consiste en una herramienta con forma helicoidal que se acciona mediante un movimiento rotativo. Se crea una superficie libre de marcas producidas por el paso en menores tiempos de ciclo que en el torneado en duro y rectificado mejorando la vida de la herramienta y los costes asociados. Las aplicaciones típicas son superficies de rodamientos y juntas con materiales de alrededor de 62 HRC requiriendo un acabado superficial de menos de 4 Rz μm and 0.6 Ra μm , tales como ejes de salida y engranes cónicos. Fuente: www.thielenhaus.us.

Aunque la pieza a mecanizar y la calidad final sean iguales que en el rectificado, si el ancho de la superficie es mayor que el ancho de la herramienta de corte, técnicamente sigue existiendo una marca debido al avance de la herramienta. El torneado no desprende abrasivo, cosa que sí ocurre con el rectificado por lo que al eliminar el rectificado se reduce la generación de residuos. Al realizar el proceso de torneado con la técnica MQL se genera menos residuo de taladrina, y la viruta es más fácilmente reciclable.

IMPLICACIONES ECONÓMICAS

Al sustituir los procesos de torneado y rectificado posterior por un único proceso de torneado, se aprovecha mucho mejor la energía de los elementos auxiliares ya que solamente es preciso utilizar una máquina en lugar de dos. Esto da lugar a un ahorro de energía muy importante. El torneado rotativo puede llevarse a cabo mediante la técnica MQL o mínima cantidad de lubricación, con la que la reducción en el consumo de taladrina en función de la pieza a mecanizar y el grado de la herramienta utilizada puede superar el 90%.

IMPLICACIONES AMBIENTALES

De forma global, las ventajas ambientales por la utilización de "torneado rotativo" compensarían las posibles contras en las otras fases.



EJEMPLO DE APLICACIÓN DE LA MEDIDA

EMPRESA: J.G. WEISSER SÖHNE

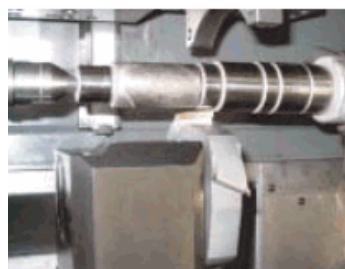
Producto: Tecnología de torneado rotativo

El torneado exterior se realiza con un alabe helicoidal. La torreta pivota para hacer avanzar la herramienta en C y lograr un mecanizado sin marcas.

Gracias al corte continuo, si el ancho de la superficie a ser mecanizada es menor o igual al ancho del alabe, entonces la superficie queda libre de marcas.

Si el ancho de la superficie a ser mecanizada es mayor que el ancho del alabe, entonces la herramienta puede avanzar a lo largo del eje Z para cubrir la distancia, mientras pivota en C, en cuyo caso existirá técnicamente una marca. Sin embargo, tanto la amplitud como la frecuencia de este ondulado en la superficie resultan mucho más ligeras que la marca producida con el torneado convencional, de modo que la superficie sigue siendo lisa y medible.

Fuente: www.metalmecanica.com



Tecnología de torneado rotativo
Fuente imagen: <http://www.weisser-web.de>

REFERENCIAS

- www.weisser-web.de



CÓDIGO: T-03

TIPO: Específica

ESTRATEGIA: Reducir el impacto ambiental en la fase de utilización
 MEDIDA: Mecanizado asistido por ultrasonidos para fragmentación de la viruta
 APLICABLE A: Torno

ESTRATEGIAS DE ECODISEÑO



DESCRIPCIÓN MEDIDA

En relación a la tecnología ultrasonidos, las primeras aplicaciones en procesos de fabricación datan de 1927 con el desarrollo del mecanizado por ultrasonidos (USM). En la actualidad la aplicación de las vibraciones ultrasónicas se ha extendido a multitud de procesos industriales como la limpieza, la soldadura o el propio mecanizado abrasivo (RUM). Sin embargo, su aplicación a procesos de mecanizado convencionales es muy limitada y se ha desarrollado principalmente en el ámbito de la investigación.

En esta medida no se propone el mecanizado por ultrasonidos, si no el mecanizado asistido por ultrasonidos. Es decir, consiste en eliminar material con una combinación del giro de la herramienta y una vibración ultrasónica axial u en otra dirección. El rango de frecuencias oscila entre 20.000 y 50.000 hz.

Con la introducción de la vibración en la herramienta de corte se obtiene los siguientes resultados:

- Reducción de las fuerzas de corte
- Reducción de la temperatura de corte
- Reducción de problemas dinámicos (chatter).

No obstante hay otro resultado secundario pero no menos importante que se puede conseguir con este sistema y es el de la fragmentación de la viruta.

En algunos casos (como en el taladrado profundo de algunos materiales es necesario parar el proceso de mecanizado para eliminar las virutas que quedan enrolladas en la pieza y el portaherramientas perjudicando el proceso y la calidad de la pieza final.

A su vez una viruta fragmentada es mucho más sencilla de transportar para reciclar ya que ocupa muchísimo menos volumen por unidad de peso.

IMPLICACIONES TÉCNICAS

La medida requiere del diseño y montaje de un dispositivo que pueda generar y transmitir a la herramienta la vibración ultrasónica. El sistema se compone de elementos comerciales y elementos fabricados a medida. Los elementos necesarios son los siguientes:

- Generador de ultrasonidos.
- Convertidor piezoeléctrico.
- Booster o amplificador mecánico.
- Sonotrodo o herramienta.

IMPLICACIONES ECONÓMICAS

La implantación de esta solución conlleva el coste del desarrollo e integración del sistema de generación y transmisión del sistema de ultrasonidos.

IMPLICACIONES AMBIENTALES

La viruta queda fragmentada, por lo que no existen periodos de parada de máquina para eliminar las virutas que quedan enrolladas en la herramienta y en la pieza. Con lo que el proceso es mucho más productivo realizándose las piezas en menos tiempo y con menos coste. Por otra parte la viruta resultante es mucho más fácil de transportar, con lo que su reciclaje es mucho más sencillo.



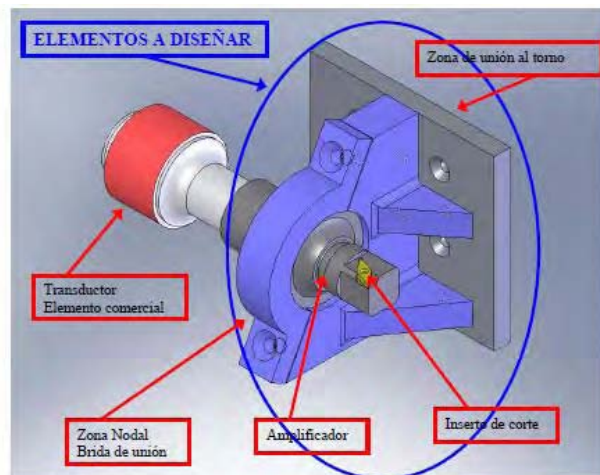
EJEMPLO DE APLICACIÓN DE LA MEDIDA

EMPRESA: TEKNIKER

Máquina: Torno asistido por ultrasonidos

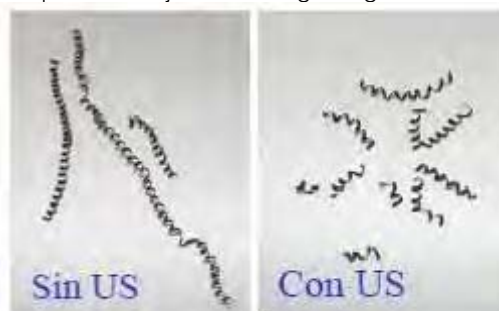
Dentro de un proyecto CENIT, Tekniker ha desarrollado un sistema de torneado asistido por ultrasonidos, que permite la obtención de viruta fragmentada.

En la figura siguiente se observa el dispositivo que ha sido necesario diseñar, junto a otros elementos comerciales que han sido adquiridos. El conjunto completo queda montado en la torreta de un torno comercial, propiedad de Tekniker.



Dispositivo de ultrasonidos. Ref: Tekniker

Los excelentes resultados obtenidos quedan reflejados en la figura siguiente:



Viruta resultante con y sin ultrasonidos.

REFERENCIAS

- Proyecto Cenit de máquina herramienta "eEe"
- V. I. Babitsky, A. N. Kalashnikov, A. Meadows, A. A. H. P. Wijesundara, 2003, Ultrasonically assisted turning of aviation materials, J. Mater. Proc. Tech. 132 (2003) 157-167.
- R. Neugebauer, A. Stoll, 2004, Ultrasonic application in drilling, Proceedings of the 14th International Symposium for Electromachining ISEM XVI 2004. Vol. II.
- www.tekniker.es



CÓDIGO: T-04

TIPO: Específica

ESTRATEGIA:

Reducir el impacto ambiental en la fase de utilización

MEDIDA:

Sistema para la optimización de la presión ejercida por contrapunto o lunetas

APLICABLE A:

Torno

ESTRATEGIAS DE ECODISEÑO



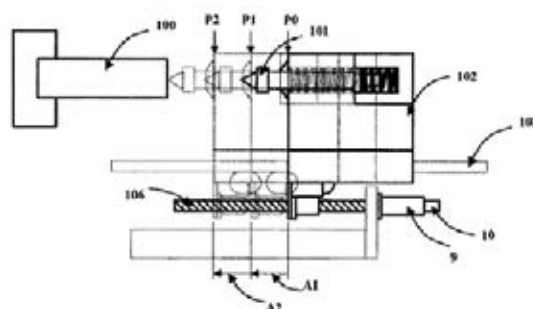
DESCRIPCIÓN MEDIDA

En los dispositivos actuados por servomotores el control del par de apriete es un medio eficaz para conseguir un mecanizado óptimo. La medida tomada por algún fabricante para eliminar esta posibilidad es integrar un aparato para el control de la presión que ejerce el contrapunto. Este controlador, limita el valor del par aplicado al servomotor para convertir el movimiento de giro del contrapunto en el movimiento lineal del husillo, y viceversa; según el valor predeterminado de empuje que hay que ejercer en la pieza. De esta forma, se consigue ejercer siempre un par controlado, evitando vibraciones en el proceso

El mismo concepto se encuentra también en un dispositivo para el control del par de apriete que está ejerciendo una luneta en una pieza a mecanizar. El dispositivo tiene cuatro unidades diferentes de control: una primera unidad para el posicionamiento del cabezal; una segunda unidad de cálculo que estima el valor del par de apriete que debe ejercer el servomotor; una tercera unidad que detecta el par de trabajo del servomotor y una última unidad de control que limita el par de apriete al valor calculado.

IMPLICACIONES TÉCNICAS

Un controlador limita el par positivo aplicado a un servomotor (9) para convertir el movimiento rotativo en movimiento lineal de empuje. También limita el par reverso aplicado al servomotor cuando la fuerza de empuje del contrapunto es baja. Por lo tanto, el par aplicado al servomotor está limitado de forma que se realiza un empuje predeterminado a la pieza.



Fuente imagen: Patente OKUMA

La limitación del par permite proteger la pieza a mecanizar de esfuerzos excesivos que podrían dar lugar a su deformación. También asegura un rendimiento óptimo del proceso de corte. Reduce así mismo las paradas de máquina debido al desgaste prematuro de los componentes involucrados así como su posterior reposición.



IMPLICACIONES ECONÓMICAS

El contrapunto permite apoyar la pieza de trabajo en tornos de control numérico. Este sistema se utiliza para controlar la utilización de contrapuntos accionados eléctricamente.

Estabilizando la fuerza de empuje del contrapunto entre dos niveles máximo y mínimo, se consigue mejorar la eficiencia del proceso robusteciendo el sistema de las variaciones que ocurren en el proceso de mecanizado.

IMPLICACIONES AMBIENTALES

De forma global, las ventajas ambientales por la utilización de este nuevo concepto de diseño compensarían las posibles contras en las otras fases.



EJEMPLO DE APLICACIÓN DE LA MEDIDA

EMPRESA: OKUMA

Producto: LB4000 EX

El modelo LB4000 EX tiene un contrapunto con empuje programable.

Características de contrapunto (Fuente: Catalogo OKUMA).

Se pueden configurar hasta 10 posiciones del contrapunto lo que permite el mecanizado sin previo ajuste de 10 piezas de longitudes diferentes.

El empuje puede configurarse mediante dos valores, uno máximo y otro mínimo, sin necesidad de resetear la pieza.

Se puede conseguir una alta precisión de posicionado con una guía lineal de alta velocidad mediante el accionamiento de un husillo a bolas.

Fuente: www.okuma.com



Contrapunto programable

REFERENCIAS

- www.okuma.com
- www.ideko.es



CÓDIGO: T-05

TIPO: Específica

ESTRATEGIA:

Reducir el impacto ambiental en la fase de utilización

MEDIDA:

Monitorización del perfil de ruedas de trenes para optimizar su mantenimiento

APLICABLE A:

Torno

ESTRATEGIAS DE ECODISEÑO



DESCRIPCIÓN MEDIDA

La fabricación y mantenimiento de ruedas de trenes precisa de máquinas-herramienta diseñadas específicamente para este sector, por lo que los fabricantes de máquinas-herramientas que surten a este sector deben centrar sus esfuerzos en la búsqueda de soluciones a las principales problemáticas causadas por este producto concreto.

Una de las mayores problemáticas que plantean las ruedas de los trenes es el desgaste que sufren debido al contacto con los raíles, lo que obliga a someterlas a un proceso de torneado que permita corregir el desgaste sufrido. Debe tenerse en consideración que un desgaste excesivo puede llegar a reducir la forma del perfil de la rueda con el consiguiente riesgo de accidente por descarrilamiento.

Hasta ahora, para determinar el estado de la rodadura y su desgaste, las ruedas debían someterse periódicamente a una inspección que determinase el valor de ciertos parámetros geométricos que garantizan la seguridad de su uso. Después se realizaba el torneado necesario para devolver a la rueda desgastada su perfil estándar pudiendo realizarse mediante una plantilla estándar que copiaba el perfil de rueda deseado. Para ello, debía desmontarse la rueda del tren.



Equipo de medida de geometría de rueda con posibilidad de conectar a un torno de foso.

Fuente Imagen: www.danobat.com

El sistema desarrollado y patentado para monitorizar el estado de las ruedas de trenes en funcionamiento permite la inspección automática de la geometría de todas las ruedas del tren en marcha, sin necesidad de detenerlo ni de realizar modificación alguna en el mismo. Se trata de un avanzado sistema de medición sin contacto, basado en tecnología láser, que mide en tres dimensiones un amplio sector de cada rueda con gran precisión y fiabilidad. Los resultados obtenidos pasan automáticamente a formar parte de una base de datos informática que permite realizar estudios de desgaste y mantenimiento predictivo de cada una de las ruedas.

La medición previa del desgaste de rueda permite instrumentar un software para optimizar la operación del mecanizado que debe realizarse para recuperar la rueda evitando quitar más material del necesario, lo cual garantiza una economía de operación.

IMPLICACIONES TÉCNICAS

El control del perfil de rueda y el control de la medida de sus parámetros es una necesidad imprescindible para cualquier actividad de mantenimiento ferroviario. El sistema de medición controla de forma precisa y sin influencia de factores externos diferentes parámetros de rodadura. El equipo es capaz de interrelacionarse con las máquinas de mecanización como por ejemplo un torno de foso, optimizándose la operación de reparación al momento y alcance preciso.

El torno de foso es una máquina herramienta específica para el mantenimiento correctivo de las rodaduras y discos de freno ferroviarios, que se realiza sin necesidad de desmontar los ejes del tren, y concebida para regenerar los perfiles de las ruedas sometidas al lógico desgaste y deformación que impone la circulación rueda-carril.



IMPLICACIONES ECONÓMICAS

La utilización de tecnologías de información novedosas permite mejorar el proceso de regeneración de la banda de rodadura ferroviaria. Se consigue una operación más económica sin necesidad de tener que desmontar las ruedas y permitiéndose la inspección automática de la geometría de todas las ruedas del tren en marcha sin necesidad de detenerlo ni de realizar modificación alguna en el mismo.

Las posibilidades que ofrecen los controles numéricos de última generación permiten desarrollar el software necesario para optimizar el mecanizado de la rueda evitando quitar más material del necesario a partir de las mediciones realizadas de los parámetros clave de rodadura.

IMPLICACIONES AMBIENTALES



EJEMPLO DE APLICACIÓN DE LA MEDIDA

EMPRESA: DANO-RAIL

Producto: Torno de foso D-2500

Modelo especialmente diseñado para realizar el mantenimiento de trenes de largo recorrido, de alta velocidad, de mercancías y locomotoras cuyos pesos máximos por eje no superen las 25 toneladas.

Es una máquina específica para el mantenimiento correctivo de las rodaduras y discos de freno ferroviarios, que se realiza sin necesidad de desmontar los ejes del tren, y concebida para regenerar los perfiles de las ruedas sometidas al lógico desgaste y deformación que impone la circulación rueda-carril.



Torno de foso D-2500
Fuente Imagen: www.danobat.com

La máquina trabaja:

- Sin desmontar ningún elemento del boggie.
- Simultaneando tareas de mantenimiento.
- Aportando mayor flexibilidad a la programación del mantenimiento.
- Elevación de las unidades del tren sin necesidad de elementos adicionales.
- La suspensión de cargas se realiza directa y exclusivamente por las cajas de grasa externas.
- Adaptación automática o manual de la máquina a diversos anchos de vía.
- Doble herramienta con cambio automático.
- Sonda de medición de parámetros del perfil.
- Posibilidad de torneado de discos de freno en eje y rueda.
- Distancia variable entre rodillos de arrastre.

Fuente: www.danobat.com

REFERENCIAS

- www.danobat.com
- www.ideko.es



CÓDIGO: T-06

TIPO: Específica

ESTRATEGIA:

Reducir el impacto ambiental en la fase de utilización

MEDIDA:

Combinación de funciones en las torretas motorizadas con un único motor

APLICABLE A:

Torno

ESTRATEGIAS DE ECODISEÑO



DESCRIPCIÓN MEDIDA

En los tornos de control numérico se montan torretas en las que se amarran herramientas pudiendo estas ser rotativas. Las herramientas se montan de forma radial a una pieza pivotante que permite indexar una herramienta y hacerla girar mediante el motor principal. El par de giro a la herramienta debe ser transmitido mecánicamente mediante una correa o engranes soportados por rodamientos. Debido a la transmisión a través de las correas o engranes, se produce una generación de calor y vibraciones, por lo que la eficiencia del sistema no es óptima.

El diseño de torreta Built-in de MORISEIKI mejora la eficiencia de transmisión reduciendo el calor generado, las vibraciones y el ruido. Este diseño tiene dos motores, uno el que realiza el posicionamiento de la torreta y otro motor que realiza la rotación de la herramienta. El segundo motor hace girar la herramienta cuando esta se encuentra en la posición de indexado.



Imagen 1.- Boceto del motor built in para el giro de la herramienta.
Fuente Imagen: Mori Seiki

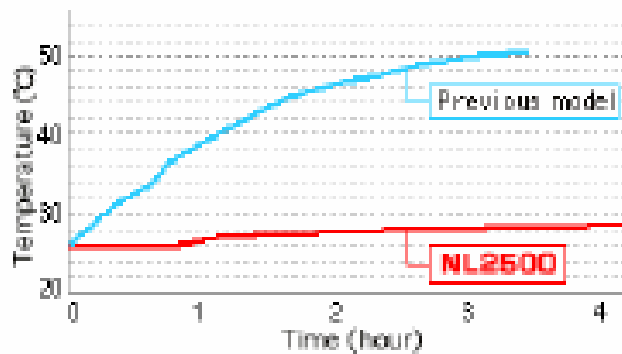
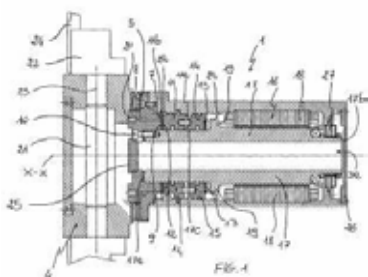


Imagen2.- Comparación de temperaturas en fresado del modelo NL 2500 con torreta Built-in con respecto al modelo previo.
Fuente Imagen: Mori Seiki

IMPLICACIONES TÉCNICAS



Patente de Duplomatic con motor integrado

Existen otros sistemas de torretas motorizadas como la que se muestra en la imagen izquierda en las que el motor eléctrico de posicionamiento de la torreta se posiciona directamente en el interior de la torreta. De esta forma se reduce el tamaño axial de la torreta ofreciendo mejoras a la hora de introducirla en la máquina. Esto reduce también los costes de transmisión desde el eje principal a los ejes de las herramientas rotativas.

IMPLICACIONES ECONÓMICAS

La integración de motores directos en las torretas permite un menor número de piezas con respecto a las torretas convencionales. Las ventajas no se producen solamente desde el punto de vista de un menor coste de fabricación sino también en términos de tamaño y precisión de la torreta.

IMPLICACIONES AMBIENTALES

De forma global, las ventajas ambientales por la utilización de esta medida compensarían las posibles contras en las otras fases.



EJEMPLO DE APLICACIÓN DE LA MEDIDA

EMPRESA: MORI SEIKI

Producto: Torreta BMT, Built-in Motor Turret.

El mecanismo de fresado en los tornos convencionales genera una gran cantidad de calor y vibraciones debido al gran número de piezas involucradas, incluyendo el motor y los mecanismos de transmisión.

Se adoptó para la torreta un motor Built-in de fresado que incorpora el motor en el interior de la torreta.

Este revolucionario diseño minimiza la generación de calor y vibraciones, mientras que elimina las pérdidas de calor debido a la transmisión. El nuevo diseño aumenta la precisión de mecanizado y el rendimiento de corte.

Fuente: www.moriseiki.com



Torreta BMT, Built-in Motor Turret
Fuente: www.moriseiki.com

REFERENCIAS

- www.moriseiki.com



CÓDIGO: T-07

TIPO: Específica

ESTRATEGIA: Reducir el impacto ambiental en la fase de utilización
 MEDIDA: Instalar sistemas de recogida de viruta y taladrina en foso
 APLICABLE A: Torno

ESTRATEGIAS DE ECODISEÑO



DESCRIPCIÓN MEDIDA

En toda máquina herramienta por arranque de viruta, uno de los mayores residuos que se producen y es necesario reciclar son los residuos de las piezas que son eliminados (viruta). Dependiendo del material que se desea mecanizar y de las condiciones de corte adquieren diferentes geometrías. Estas virutas, si la máquina está totalmente carenada se desperdigan por todo el volumen interior y son arrastrados junto con la taladrina por lo que se obtiene un residuo de virutas impregnadas con taladrina. Estos residuos hay que recogerlos y reciclarlos posteriormente.

En el caso de que la máquina, por sus dimensiones o características, no este carenada o sólo parcialmente, el problema se agrava aún más. Ya que las virutas salen despedidas en direcciones imprevisibles alrededor de la máquina. Para evitar este tipo de situaciones las maquinas herramienta disponen de sistemas de recogida de viruta que consisten en unos recogedores o cadenas de charnelas situados en la parte inferior de la máquina-herramienta que disponen de unos orificios por donde se separar la taladrina de la viruta. La taladrina es extraída al exterior por la propia charnela y la taladrina es filtrada y bombeada a la máquina-herramienta para su reutilización.

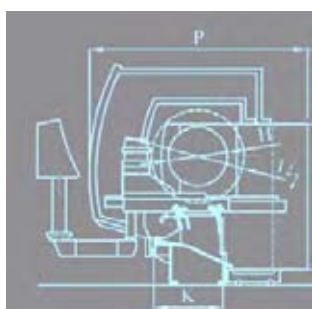
Los sistemas de extracción de virutas recogen la viruta y taladrina por gravedad y pueden instalarse a nivel del suelo o bajo foso. Habitualmente se instalan sobre el suelo o bajo foso.



Extractor de virutas con deposito de taladrina sobre suelo
 Ref: www.kalman.es



Extractor de taladrinas sobre suelo.
 Ref www.gurutzpe.com



Rampa

Fuente www.gurutzpe.com

La medida propuesta contempla la instalación del sistema de extracción de virutas bajo foso con la finalidad de aprovechar al máximo la fuerza de la gravedad y reducir el consumo de energía en la operación de trasiego de la taladrina

Justo en el centro de la bancada del torno existe una abertura que termina en una rampa que traslada directamente a las virutas impregnadas de taladrina a un foso donde se encuentra ubicado el extractor de virutas.



Este foso dispone de un recogedor de chanelas que separa las virutas de la taladrina. Las virutas son extraídas hacia el exterior y almacenadas en un contenedor, mientras la taladrina es llevada a un foso de decantación donde se separan por gravedad las impurezas que pueda arrastrar la taladrina. Finalmente la taladrina es sometida a un tratamiento de filtración previo a su reutilización en el proceso de mecanización

IMPLICACIONES TÉCNICAS

Para poder recoger la viruta por gravedad, es necesario que exista un hueco o voladizo de forma que la viruta pueda llegar libremente al extractor. Es necesario estudiar con detalle estas soluciones para que no exista una pérdida de rigidez estática que influya en la precisión final de la máquina.

IMPLICACIONES ECONÓMICAS

La implantación de esta solución no conlleva ningún coste adicional constructivo de la máquina. Únicamente es necesario incluir el precio del extractor, que en función de sus características puede rondar los 9.000€. En cambio el beneficio económico es muy importante, ya que se evita el coste de la evacuación manual de la viruta. Aumentando a su vez el tiempo productivo de utilización de la máquina.

IMPLICACIONES AMBIENTALES

Mejora muy favorablemente el reciclaje de la viruta que es recogida y transportada automáticamente. Además al aumentar el tiempo útil de utilización, ya que se elimina los tiempos manuales de recogida de la viruta, aumenta el rendimiento energético de la máquina (se producen las piezas en menos tiempo total).



EJEMPLO DE APLICACIÓN DE LA MEDIDA

EMPRESA: TORNOS GURUTZPE, S.A

Máquina; torno horizontal con recogida de taladrina en foso

Se ha diseñado un sistema de recogida automática de la viruta generada durante el proceso de torneado donde se aprovecha la fuerza de la gravedad para recoger las virutas impregnadas con taladrina en un foso que se encuentra bajo la máquina herramienta.

En el centro de la bancada del torno existe una abertura que termina en una rampa que traslada directamente a las virutas impregnadas de taladrina a un foso donde se encuentra ubicado el extractor de virutas.



Fuente: Tornos Gurutzpe

Este foso dispone de un recogedor de chanelas que separa las virutas de la taladrina. Las virutas son extraídas hacia el exterior y almacenadas en un contenedor, mientras la taladrina es llevada a un foso de decantación donde se separan por gravedad las impurezas que pueda arrastrar la taladrina.



Envío de taladrina y viruta al foso

Finalmente la taladrina es sometida a un tratamiento de filtración previo a su reutilización en el proceso de mecanización.

REFERENCIAS

- <http://www.gurutzpe.com/>



CÓDIGO: TF-01

TIPO: Específica

ESTRATEGIA: Reducir el impacto ambiental en la fase de utilización
 MEDIDA: Utilizar sistemas de compensación de peso en carros verticales
 APLICABLE A: Torno y Fresadora

ESTRATEGIAS DE ECODISEÑO



DESCRIPCIÓN MEDIDA

La utilización de contrapesos, en el diseño de carros verticales, reduce el tamaño del motor que es necesario introducir en el accionamiento vertical, tanto para levantar el peso en dirección ascendente, como para sujetarlo en la descendente. Existen diferentes soluciones, pero la más utilizada son los cilindros hidráulicos.

Dependiendo de su función los cilindros hidráulicos se pueden clasificar de dos tipos: de efecto simple y de acción doble. En los primeros se emplea la fuerza hidráulica para extender y una fuerza externa para contraer, por el contrario, en el segundo caso se emplea para los dos casos la fuerza hidráulica del cilindro. En los cilindros de efecto simple la carga se puede colocar solamente a un lado mientras que en los de acción doble se puede colocar a ambos lados.

A continuación se puede observar un ejemplo de un cilindro hidráulico de efecto simple y un cilindro de doble acción.

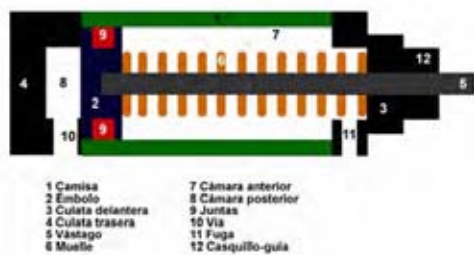


Imagen1: cilindro de efecto simple.
 Fuente: <http://sifioniche.nichese.com/cilindros-simples.html>



Imagen2: cilindro de acción doble.
 Fuente: <http://sifioniche.nichese.com/cilindros-dobles.html>

IMPLICACIONES TÉCNICAS

Debido a que los cilindros compensan el peso del carro vertical, el motor no necesita superar la fuerza que le ejerce la gravedad cuando el recorrido del carro es en sentido ascendente. Esto implica poder colocar un motor más pequeño, ya que los requisitos que se piden en cuanto a aceleración son menos exigentes.

En el caso de que no existiera compensación, el motor necesita acelerar primero para superar la fuerza de gravedad en oposición y a continuación para dar movimiento al carro.

Situación similar ocurre cuando el carro se mueve en sentido descendente.

IMPLICACIONES ECONÓMICAS

Al poder colocar un motor mas pequeño el consumo es menor y por otro lado el consumo también disminuye ya que el motor no tiene que estar sujetando el carro continuamente.

IMPLICACIONES AMBIENTALES

De forma global, las ventajas ambientales por la utilización de sistemas de compensación de peso en carros verticales es una reducción en el consumo de energía

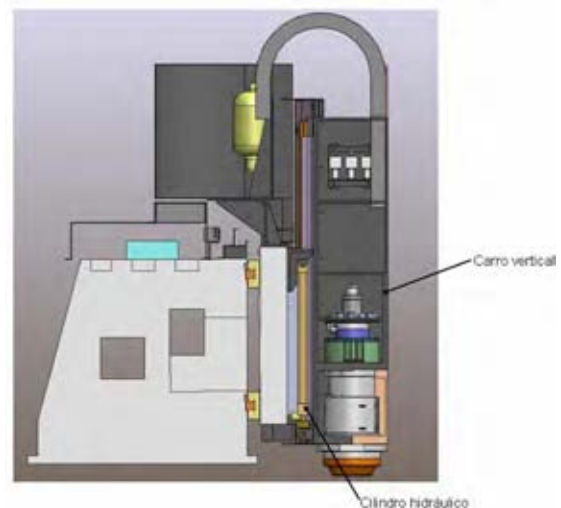


EJEMPLO DE APLICACIÓN DE LA MEDIDA

EMPRESA: TEKNIKER

Maquina: Fresadora

En la imagen de la derecha puede observarse una fresadora en la que se ha colocado un cilindro hidráulico para compensar el peso del carro vertical indicado en la imagen.



REFERENCIAS

- www.tekniker.es

IMPLICACIONES ECONÓMICAS

Los sistemas MQL reducen el coste inicial del sistema debido a que se reducen las necesidades de almacenamiento, bombeo y filtración de la taladrina. También se reducen los costes de operación y mantenimiento reduciendo el nivel de residuos que genera la máquina. El coste de la utilización de la taladrina puede alcanzar el 15% del coste del ciclo de vida total de la máquina. Además la calidad de pieza conseguida es igual o incluso mejor comparándola con operaciones de mecanizado con taladrina convencional.

IMPLICACIONES AMBIENTALES

De forma global, las ventajas ambientales derivadas de la reducción del consumo de taladrina mediante MQL compensarían las contras en las otras fases



EJEMPLO DE APLICACIÓN DE LA MEDIDA

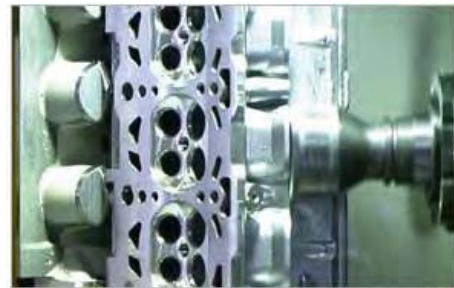
EMPRESA: MAG POWERTRAIN

Producto: Tecnología de mecanizado en seco

Ejemplo práctico: 10 centros HSC trabajando a 3 turnos (consumo anual)

Datos económicos:

| Mecanizado con taladrina | Mecanizado en seco |
|---|---|
| - 750.000 litros de agua - 30.000 litros de refrigerante - 1.000 litros de aditivos químicos 60.000 EURO | - 500 litros de lubricante - 150.000 m ³ de aire comprimido 7.500 EURO |



Tecnología de mecanizado en seco
Fuente: www.mag-powertrain.com

Fuente: www.mag-powertrain.com

REFERENCIAS

- Weinert, K., Inasaki, I., Sutherland, J.W., Wakabayashi, T. "Dry machining and minimum quantity lubrication", 2004



CÓDIGO: TF-03

TIPO: Específica

ESTRATEGIA: Reducir el impacto ambiental en la fase de utilización
 MEDIDA: Instalar sistemas de extracción interna para evacuar la viruta de magnesio
 APLICABLE A: Torno, fresadora

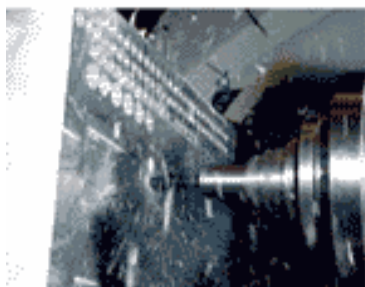
ESTRATEGIAS DE ECODISEÑO



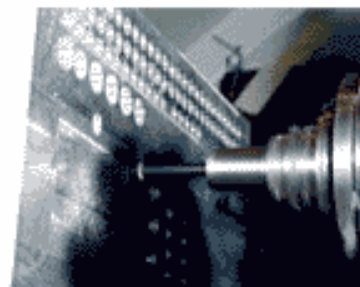
DESCRIPCIÓN MEDIDA

Las diversas ventajas que presenta el magnesio a la hora de ser utilizado como material de automoción (ligereza, moldeabilidad, mecanibilidad, etc.) quedan contrarrestadas por los problemas de seguridad que causa a la hora de ser mecanizado debido a su tendencia a incendiarse.

El magnesio posee una temperatura de autoignición (430°C) menor que su temperatura de fusión (650°C) lo que lo convierte en un material fácilmente inflamable. Cualquier chispa que se produzca en el mecanizado puede provocar la combustión, sobre todo de virutas y polvo causando un incendio. Para extinguir cualquier tipo de chispa generada durante el proceso de corte, el mecanizado se realiza actualmente con aceite puro como refrigerante y no con emulsiones puesto que el magnesio, al ponerse en contacto con el agua, reacciona emanando a la atmósfera hidrógeno potencialmente explosivo. El aceite facilita el mecanizado, mejora los acabados, elimina restos de viruta o polvo de magnesio del área de mecanizado y refrigera la herramienta pero de esta forma la viruta no se puede recuperar ni el proceso es amigable con el entorno. Esta medida describe un nuevo sistema para la extracción de la viruta y el mecanizado en seco de componentes de magnesio.



Sin sistema de extracción de viruta.
Fuente Imagen: Ideko

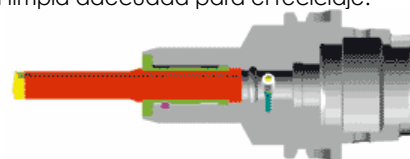


Con sistema de extracción de viruta.
Fuente Imagen: Ideko

IMPLICACIONES TÉCNICAS

Teniendo en cuenta que básicamente el riesgo de incendio se debe a la viruta y polvo generado en el mecanizado de magnesio, la tendencia actual consiste en eliminar las acumulaciones de viruta que puedan producirse en el área de mecanizado. La solución más adecuada para evitar estas acumulaciones es la recogida de la viruta en el mismo filo de corte. De esta forma el riesgo de incendio se reduce en el mecanizado en seco, además de evitar operaciones de limpieza de pieza y obtener una viruta limpia adecuada para el reciclaje.

A partir de esta idea se ha configurado un sistema de mecanizado apropiado para la extracción interna de la viruta basado en los actuales sistemas de mecanizado. El desarrollo ha supuesto la generación de nuevas herramientas de corte huecas, y modificación del porta-herramientas y el cabezal. Además se ha añadido un nuevo componente que es el sistema de extracción de viruta.



Herramienta de corte Kennametal.
Fuente Imagen: Ideko

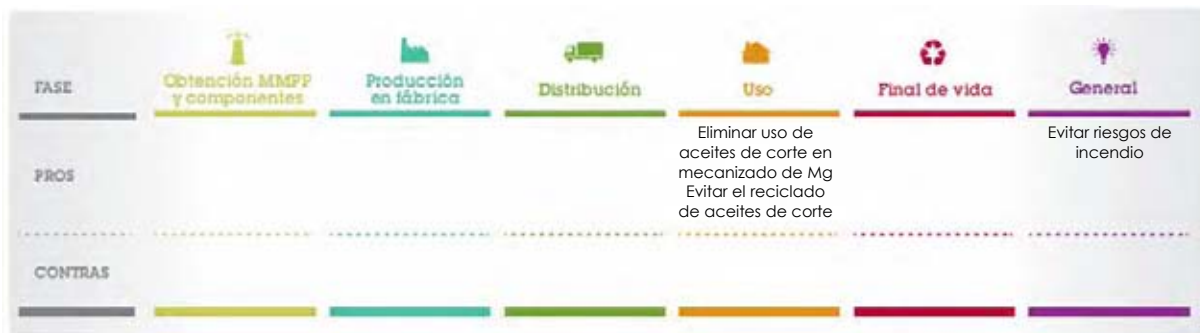
IMPLICACIONES ECONÓMICAS

En todos estos casos en los que la acumulación de viruta es un problema crítico que obliga a aplicar complejos sistemas externos de aspiración, no siempre efectivos, el sistema ha demostrado una efectividad del 99% en la evacuación de viruta.

Actualmente se está trabajando en la fase de industrialización de la tecnología, desarrollando las soluciones, a nivel de herramienta y máquina, que permitan ofrecer al mercado, en los sectores antes citados, un producto demostradamente fiable y económico.

IMPLICACIONES AMBIENTALES

De forma global, las ventajas ambientales asociadas a la reducción de riesgo de incendio en la fase de uso compensarían los posibles contras en las otras fases.



EJEMPLO DE APLICACIÓN DE LA MEDIDA

EMPRESA: IDEKO

Proyecto HARMLESS. Desarrollo de un nuevo sistema de mecanizado, basado en el mecanizado en seco y flexible, con aspiración de viruta

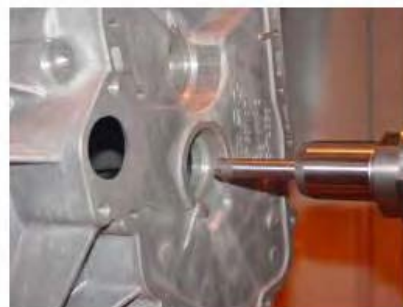
El desarrollo de un nuevo sistema basado en el mecanizado en seco y flexible permite un gran paso en la fabricación de componentes de Mg. En este proyecto se ha definido una tecnología integral que da respuesta a las exigencias de calidad y medioambiente en el mecanizado de magnesio mediante la extracción de viruta a través de la herramienta de corte. Los objetivos han sido:

- Desarrollo de un sistema de mecanizado para el desalajo de la viruta por el interior la herramienta y cabezal.
- Desarrollo de un módulo de mecanizado para el mecanizado en seco de componentes de magnesio.
- Estudio de las variables del proceso de aspiración de viruta.
- Validación de proceso mecanizando piezas reales.

Los resultados han sido la extracción del 99% de la viruta a través de todo el sistema en operaciones de taladrado, planeado y fresado circular. Este proceso permite el mecanizado en seco de magnesio sin riesgo de incendios o explosiones.

Este innovador proceso y su tecnología para el mecanizado seguro y ecológico, ha sido premiada en los prestigiosos premios Strategic Manufacturing Awards 2008 otorgando al Centro tecnológico Ideko-IK4 el "Manufacturer of the Year 2008"

Fuente: www.ideko.es



Mecanizado de magnesio

REFERENCIAS

- Alzaga, X., Lizarralde, R., Kammermeier, D., Jäger, H. "Internal chip extraction system for the machining of automotive magnesium parts" 12th Magnesium automotive and end user seminar, Aalen, Germany, September 2004



CÓDIGO: TF-04

TIPO: Específica

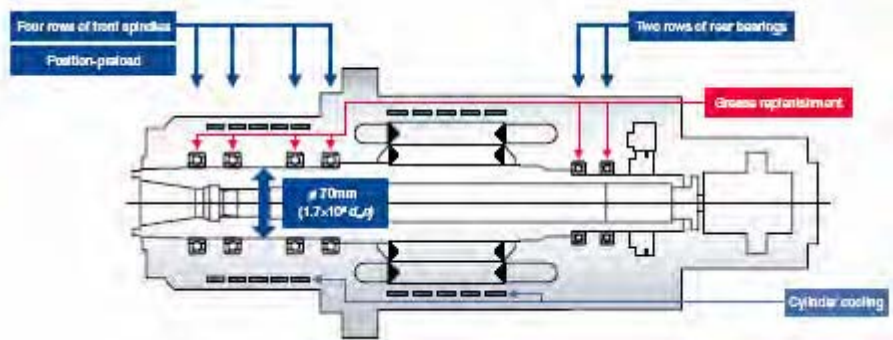
ESTRATEGIA: Reducir el impacto ambiental en la fase de utilización
 MEDIDA: Sistemas de reengrase automático para el mecanizado a alta velocidad
 APLICABLE A: Torno, fresadora

ESTRATEGIAS DE ECODISEÑO



DESCRIPCIÓN MEDIDA

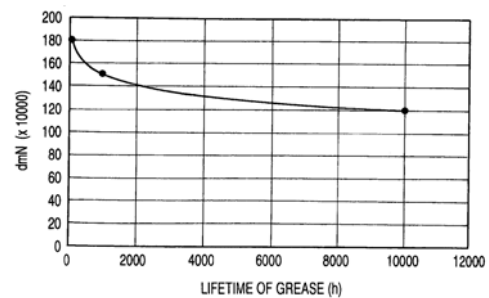
La utilización de rodamientos en ejes de alta velocidad se realiza preferentemente mediante lubricación en aceite o en aire aceite. Esto permite una duración prolongada de la vida de los rodamientos. En este sentido, este tipo de lubricación es el más utilizado en ejes de alta velocidad y precisión. Aunque es posible la utilización de grasa para lubricar rodamientos a alta velocidad, la vida de los rodamientos se reduce mucho debido al rápido deterioro de la grasa. Por lo tanto, una lubricación con grasa de por vida no es factible en ese caso. Existen intentos de eliminar el sistema de lubricación por aceite o aire aceite por sistemas más amigables con el medioambiente. Uno de estos sistemas es la utilización de un sistema de reengrase automático de la grasa que periódicamente sustituye la grasa deteriorada mediante su introducción en el rodamiento a través de los aros del rodamiento.



Cabezal de NSK con rodamientos engrasados de forma automática. Fuente Imagen: www.nsk.com

IMPLICACIONES TÉCNICAS

A medida que aumenta la velocidad de giro de los rodamientos se reduce la duración de la grasa. Esto hace necesario ajustar los intervalos de reengrase a la velocidad de trabajo del rodamiento. A altas velocidades de trabajo la grasa se deteriora con facilidad por lo que a partir de 4.000 rev/min se tiende a utilizar rodamientos lubricados por neblina de aceite. Esto permite conseguir velocidades de trabajo elevadas. En la gráfica se muestra la duración de la grasa en horas en función del diámetro primitivo del rodamiento (dm) y de las rev/min (N).



Fuente Imagen: www.nsk.com

IMPLICACIONES ECONÓMICAS

La inclusión de este tipo de sistema en una Máquina Herramienta puede encarecer el coste de adquisición de dicho sistema debido sobretodo a la utilización de sistemas novedosos (rodamientos cerámicos, sistemas de reengrase automáticos). El coste de adquisición se compensa con una reducción del coste de utilización en lo referente a la eliminación del consumo de aceite para lubricación y a la reducción del consumo de aire.

IMPLICACIONES AMBIENTALES

De forma global, las ventajas ambientales por un menor consumo de aceite y aire durante la fase de uso compensarían las contras en las otras fases.

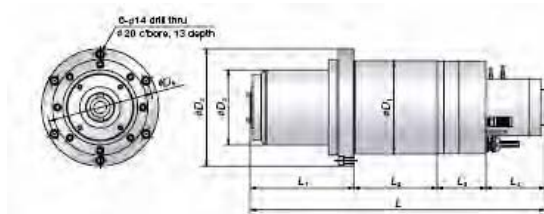
En la fase de uso se elimina el consumo de aceite para lubricación, aumentando la vida de la grasa mediante el aporte de grasa nueva; se reduce en un 70% el consumo de aire con respecto a la lubricación por neblina y se reduce el ruido generado por el sistema de lubricación de aire/ aceite hasta llegar a los 69dB a las 20.000 rev/min.



EJEMPLO DE APLICACIÓN DE LA MEDIDA

EMPRESA: NSK

Producto: Husillos con motor integrado de alta velocidad para centros de mecanizado



Este cabezal para centros de mecanizado puede trabajar hasta 20.000 rev/min. pudiendo reemplazar a los cabezales que funcionan a esas velocidades con el sistema más extendido de aire- aceite.

Fuente: www.nsk.com



Sistema de reengrase del husillo
Fuente: www.nsk.com

REFERENCIAS

- Patente US 2007/0266821 A1. Rolling bearing and spindle device for machine tools.



CÓDIGO: TF-05

TIPO: Específica

ESTRATEGIA:

Reducir impacto ambiental en fase de utilización

MEDIDA:

Utilizar teleservice (evita desplazamientos para resolver problemas menores)

APLICABLE A:

Torno, fresadora

ESTRATEGIAS DE ECODISEÑO



DESCRIPCIÓN MEDIDA

Como "teleservice" se conoce a la conexión vía remota con el control numérico de una máquina-herramienta, desde un ordenador situado en cualquier lugar del mundo. El teleservice permite cargar nuevas versiones de programas, modificar los existentes, así como visualizar y modificar variables, errores, alarmas, parámetros, etc.

Además de monitorizar el funcionamiento de la máquina-herramienta, el teleservice permite resolver problemas que surjan, sin necesidad de desplazar ningún técnico a casa del cliente. Por tanto, se ofrece mejor servicio postventa, se disminuyen los tiempos de parada de máquina, se pueden planificar acciones de mantenimiento preventivo, etc.

Además, como beneficio nada desdeñable, se evita la necesidad de desplazar operarios a casa del cliente, casi siempre de forma precipitada y poco eficiente.

Este servicio, de teleservice, se puede ejecutar de varias formas. Bien mediante modem y conexión telefónica y o bien mediante Webservice.

La principal diferencia de realizar la conexión por modem o por webservice es el equipamiento que se necesita. En el caso del primero cada maquina de la planta necesita su modem con su conexión telefónica, mientras que en el caso del webservice todos los autómatas van unidos a un servidor desde donde se manda la información.

Esta conexión puede habilitarse o no, en cada momento, en función de los deseos de cada cliente y sus requerimientos de protección de su información.

IMPLICACIONES TÉCNICAS

Evidentemente vía teleservice no se pueden solucionar averías mecánicas. Pero la experiencia indica que en la vida útil de la máquina existen muchos problemas menores, que sí pueden ser solucionados vía conexión remota.

Es también muy útil, en caso de otro tipo de incidencias, como por ejemplo para diagnosticar con antelación cuál es el posible origen del problema y de esta manera prever las medidas a tomar en cada caso. Resolviendo las anomalías de forma más eficaz y rápida.

En definitiva se consigue evitar traslados innecesarios a casa del cliente y por otro lado reducir el tiempo del servicio de mantenimiento, aumentando el tiempo de óptimo funcionamiento de la máquina.

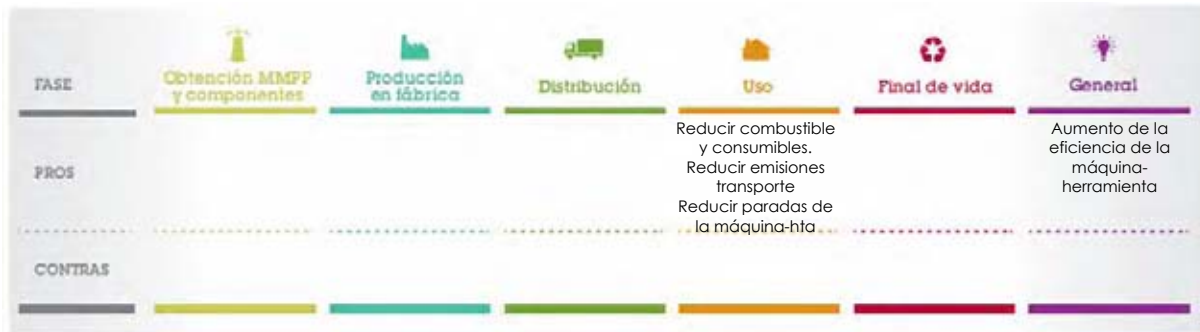
Técnicamente sólo supone la instalación de un software y la conexión de la máquina a una línea telefónica o a un servidor en red.

IMPLICACIONES ECONÓMICAS

En primer lugar se consigue reducir de forma apreciable el número de desplazamientos (viajes, horas...) a casa del cliente. Y en segundo lugar, muchas intervenciones resultan muy rápidas con lo que se consigue aumentar el tiempo de operatividad de la máquina.

IMPLICACIONES AMBIENTALES

Los beneficios ambientales derivados de la utilización de teleservicio son los asociados a la movilidad ya que permite reducir el número de desplazamientos necesarios (menos viajes) y aumenta eficiencia energética de la máquina al disminuir los tiempos de parada y mejorando el mantenimiento preventivo.



EJEMPLO DE APLICACIÓN DE LA MEDIDA

EMPRESA: DOIMAK

En el caso de Doimak el método de teleservice ha ido cambiando a lo largo del tiempo.

En un principio empleaban el sistema Reachout para la conexión. Es un programa que posibilita acceder a los datos y la pantalla de control de máquina vía MODEM.

Por otro lado en los últimos años han estado utilizando el sistema o programa "PC_Anywhere" que posibilita la conexión vía ethernet o vía MODEM.

Por último últimamente están probando otro programa llamado "Teamviewer", que posibilita conectarse directamente mediante Internet, sin necesidad de tener que intercambiar direcciones IP, etc. Se intercomunican los dos PC-s mediante un código que asigna el software, en el mismo instante y de forma automática.

La práctica totalidad de las máquinas se distribuyen con esta funcionalidad.

REFERENCIAS

- www.tekniker.es
- www.doimak.es



CÓDIGO: TFR-01

TIPO: Específica

ESTRATEGIA: Seleccionar materiales de bajo impacto
 MEDIDA: Hormigón polímero: mayor capacidad amortiguamiento que hierro forjado
 APLICABLE A: Torno, Fresadora, Rectificadora

ESTRATEGIAS DE ECODISEÑO



DESCRIPCIÓN MEDIDA

El hormigón polímero consiste en la mezcla de resinas epoxy con áridos de diferente tamaño. Para conseguir máxima estabilidad hay que dejarlo curarlo al aire durante unas semanas hasta completar la polimerización o hacerle un postcurado en horno a baja temperatura. En el molde se pueden incorporar insertos metálicos roscados para amarre de otras piezas y llantas para mecanizarlas y apoyar sobre ellas otras piezas (guías...).

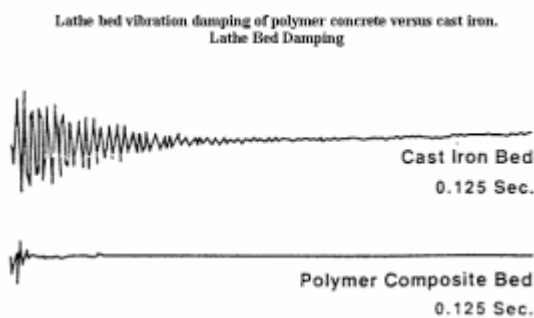
En rectificadoras, algunas de las principales referencias hacen sus bancadas en hormigón polímero. El fabricante de rectificadoras suizo Studer desarrollo un material de hormigón polímero denominado como Granitan™ y su composición y proceso de fabricación fue patentado. Granitan™ se utiliza como base en las máquinas Studer y según el fabricante presenta diferentes ventajas con respecto a otros materiales.

En tornos también hay algunos fabricantes que realizan sus bancadas en hormigón polímero:



Base de torno de hormigón polímetro. Fuente: www.microplan-group.com

IMPLICACIONES TÉCNICAS



Diferencias en la capacidad de amortiguamiento entre una bancada de fundido y otra de hormigón polímero

El hormigón polímero presenta un gran amortiguamiento de las vibraciones, lo que significa una mejor calidad superficial y tolerancias dimensionales y geométricas, reducción del desgaste, mayor rigidez dinámica, excelente estabilidad térmica, resistencia a refrigerantes y fluidos de corte, reducción de los costes de mecanizado y pocas o ninguna operaciones de acabado necesarias. Como desventajas, las piezas de hormigón polímero pueden ser algo más pesadas que las de hierro forjado, no es posible su mecanizado (solamente rectificado y taladrado), solamente unas pocas modificaciones son posibles de tal modo que debe ser diseñado definitivamente antes de mecanizar los moldes, son necesarias series de 20 a 30 piezas y es un material frágil y abrasivo (evitar esquinas angulosas).

IMPLICACIONES ECONÓMICAS

El coste del hormigón polímero es muy dependiente del diseño de la pieza, de la forma de producir los insertos y las superficies mecanizadas. En bruto puede estar aproximadamente en torno a los 1.20€/kg. Si las zonas de apoyo de guías están mecanizadas directamente sobre el hormigón, el precio puede alcanzar hasta los 3€/kg.

IMPLICACIONES AMBIENTALES

De forma global, las ventajas ambientales en las fases de obtención de materias primas y componentes, producción en fábrica y uso de la utilización de materiales de bajo impacto compensarían las contras en las otras fases.

| FASE | Obtención MMFP y componentes | Producción en fábrica | Distribución | Uso | Final de vida | General |
|---------|------------------------------------|--------------------------|--------------|--|---------------------------------------|---------|
| PROS | Procesamiento en frío del material | Menor consumo de energía | | Reducción del ruido y las vibraciones debido a un mejor amortiguamiento que el hierro fundido. | Ofrece la posibilidad de retrofitado | |
| CONTRAS | | | | | No puede ser reciclado como chatarra. | |

EJEMPLO DE APLICACIÓN DE LA MEDIDA

EMPRESA: DANOBAT

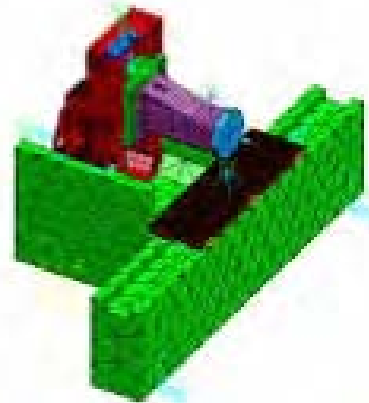
Producto: Rectificadora PSG

Se trata del desarrollo de un prototipo de rectificadora para sustitución de la fundición de hierro por hormigón polímero.

Se han realizado los ensayos que demuestran que la bancada de hormigón polímero tiene un mejor amortiguamiento que la de fundición de hierro, mejorando ligeramente también la rigidez estática.

Por otra parte, en el desarrollo de algunas de sus rectificadoras, Danobat utiliza bancadas de granito natural que garantizan una alta estabilidad tanto térmica como dinámica.

Fuente: Proyecto PRIMA



Modelado de rectificadora PSG con hormigón polímero.
Fuente: Proyecto PRIMA

REFERENCIAS

- PRIMA. "Composite material design handbook for machine tool applications"

CÓDIGO: TFR-02

TIPO: Genérica

ESTRATEGIA: Seleccionar materiales de bajo impacto
 MEDIDA: Utilización de paneles sándwich en partes móviles
 APLICABLE A: Torno, Fresadora, Rectificadora

ESTRATEGIAS DE ECODISEÑO



DESCRIPCIÓN MEDIDA

Habitualmente el panel sándwich está compuesto por dos chapas de acero perfilado y prelacado que otorgan una resistencia mecánica al conjunto y un núcleo de poliuretano que cumple las funciones de aislante térmico y acústico. Es decir, el panel sándwich típico consta de tres capas. Las superficies rígidas, con un módulo de elasticidad relativamente alto y entre ellas se encuentra el núcleo ligero, el cual tiene una rigidez a flexión suficiente para soportar la mayor parte de los esfuerzos de corte.



Las chapas metálicas más utilizadas son acero galvanizado prelacado y aluminio. El acero ha demostrado ser la solución más idónea para la construcción de paneles por su resistencia y resultado estético durante el tiempo. Las espumas rígidas más utilizadas en la producción de paneles compuestos son:

- Poliuretano/poliisocianurato (PUR/PIR)
- Resina fenólica (PF)

IMPLICACIONES TÉCNICAS

Una forma de reducir material en las partes móviles es el empleo de materiales compuestos tipo sándwich. Este tipo de materiales tienen varias características favorables entre ellas caben citar las siguientes:

- Ligereza
- Rigidez a flexión: Como se puede observar en la siguiente tabla, casi sin aumento de peso la rigidez a flexión aumenta considerablemente en el segundo y tercer caso.



| | | | |
|--------------------|---|------|------|
| Espesor del núcleo | 0 | t | 3t |
| Rigidez a flexión | 1 | 7 | 37 |
| Resistencia | 1 | 3.5 | 9.25 |
| Peso | 1 | 1.03 | 1.06 |

En un panel sándwich las pieles soportan cargas inducidas por la flexión y el núcleo el esfuerzo cortante que actúa sobre el panel.

IMPLICACIONES ECONÓMICAS

Gracias a las mejoras de las tecnologías productivas, y de las técnicas de instalación, los paneles sandwich son más competitivos en términos de coste que en el pasado. Por otro lado debido a su bajo peso el coste de manipulación de estos paneles es inferior.

IMPLICACIONES AMBIENTALES

Los beneficios ambientales derivados de la utilización de paneles sándwich están asociados a su menor peso lo que facilita su manipulación en la fase de fabricación y conlleva una reducción del consumo energético en su manipulación, también deben destacarse los beneficios ambientales asociados al transporte de componentes de menor peso



EJEMPLO DE APLICACIÓN DE LA MEDIDA

EMPRESA: TEKNIKER

Producto: Fresadora Bizkor (fresadora con motores lineales realizada por Tekniker)

La fresadora "Bizkor" fue la primera fresadora de alta velocidad, con motores lineales, que se realizó en el país. Y obtuvo el premio nacional al diseño.

En una primera versión de la máquina, las estructuras estaban compuestas de fundición y acero soldado.

El resultado obtenido fue satisfactorio. No obstante, en búsqueda de mayores velocidades y mejores precisiones de mecanizado a alta velocidad se trabajó en la disminución de la masa de las partes móviles, reduciéndose las inercias de los carros, en las continuas aceleraciones y frenadas que sufren los carros en un proceso de corte real.

Esta reducción de masa conlleva, consecuentemente, un menor consumo eléctrico del motor del accionamiento.

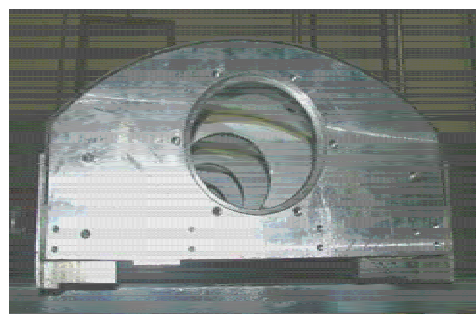
En una primera versión de la máquina las estructuras eran de fundición y acero soldado.

Una posibilidad de reducir el peso, sin un importante reducción de los requisitos técnicos de las estructuras (rigidez estática, dinámica,...) es utilizar paneles sandwich.

En este caso se realizó y montó en la máquina "Bizkor" un carro vertical (donde va insertado el cabezal de fresado) formado por paneles sandwich). Para las zonas con mayores solicitaciones, en las que podían producirse deformaciones locales, se colocaron refuerzos.

En una aplicación posterior, con el fin de reducir aún más el peso y proporcionar algo más de amortiguamiento al carro se emplearon estructuras ligeras pegadas.

En este caso para conseguir aligerar la parte móvil de la máquina se decidió realizar ésta con paneles sándwich. Para las zonas con mayor sollicitación se colocaron refuerzos.



REFERENCIAS

- www.tekniker.es



CÓDIGO: TFR-03


TIPO: Específica

ESTRATEGIA: Reducir el uso de material
 MEDIDA: Utilizar acero mecano soldado frente fundición, sobre todo en partes móviles
 APLICABLE A: Torno, Fresadora, Rectificadora

ESTRATEGIAS DE ECODISEÑO



DESCRIPCIÓN MEDIDA

| Fundición | Acero mecano soldado |
|--|--|
| <p>El proceso de fundición consta de las siguientes etapas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Compactación de la arena, actualmente se realiza por medios mecánicos. • Colocación del macho: Si la pieza es hueca es necesario disponer de machos que eviten rellenar esos huecos • Colada: Vertido del material fundido • Enfriamiento y solidificación: una etapa crítica, ya que el enfriamiento no debe ser ni muy rápido ni muy lento. • Desmoldeo: Rotura del molde y extracción de la pieza. La arena se recicla para realizar otros moldes • Desbarbado: Consiste en la eliminación de rebabas. • Acabado y limpieza de la pieza | <p>Las piezas se obtienen soldando diferentes piezas de acero</p>  <p>Fuente : Tekniker</p> |

IMPLICACIONES TÉCNICAS

Como se puede observar en las dos tablas inferiores la densidad del acero y de la fundición son similares pero por el contrario el modulo de Young o modulo elástico del acero puede llegar a ser el doble del modulo de la fundición. Esto implica que con la misma masa se consigue mayor rigidez en la estructura. Esta propiedad es muy útil para estructuras móviles donde la masa a mover se puede reducir o con la misma masa se consigue un elemento más rígido. La ventaja de la fundición es que absorbe mejor las vibraciones, ya que posee mejor amortiguamiento.

| Fundición | Acero mecano soldado | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|----------------------|--------|---------|-----------|-----------------------|--------|-----------------------|---------------|---|---------------------|--------|---------|-----------|-----------------------|--------|-----------------------|---------|
| <table border="1"> <thead> <tr> <th>Physical Properties</th> <th>Metric</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Density</td> <td>7.15 g/cc</td> </tr> <tr> <th>Mechanical Properties</th> <th>Metric</th> </tr> <tr> <td>Modulus of Elasticity</td> <td>110 - 138 GPa</td> </tr> </tbody> </table> | Physical Properties | Metric | Density | 7.15 g/cc | Mechanical Properties | Metric | Modulus of Elasticity | 110 - 138 GPa | <table border="1"> <thead> <tr> <th>Physical Properties</th> <th>Metric</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Density</td> <td>7.80 g/cc</td> </tr> <tr> <th>Mechanical Properties</th> <th>Metric</th> </tr> <tr> <td>Modulus of Elasticity</td> <td>200 GPa</td> </tr> </tbody> </table> | Physical Properties | Metric | Density | 7.80 g/cc | Mechanical Properties | Metric | Modulus of Elasticity | 200 GPa |
| Physical Properties | Metric | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Density | 7.15 g/cc | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mechanical Properties | Metric | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Modulus of Elasticity | 110 - 138 GPa | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Physical Properties | Metric | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Density | 7.80 g/cc | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mechanical Properties | Metric | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Modulus of Elasticity | 200 GPa | | | | | | | | | | | | | | | | |

IMPLICACIONES ECONÓMICAS

El precio del material de acero mecano soldado ronda los 2.5-3€/kg. El precio del fundido ronda los 2€/kg es necesario tener en cuenta que en el caso del fundido hay que realizar el modelo y en el caso del mecano soldado directamente del modelo se crean los planos y a continuación el elemento.

IMPLICACIONES AMBIENTALES

Los beneficios ambientales derivados de la utilización de acero mecano soldado frente a fundición se centran en el proceso de fabricación u obtención de los componentes y fundamentalmente en el menor consumo de energía de la máquina en la fase de uso asociado al menor esfuerzo que se realiza en el movimiento de las partes móviles



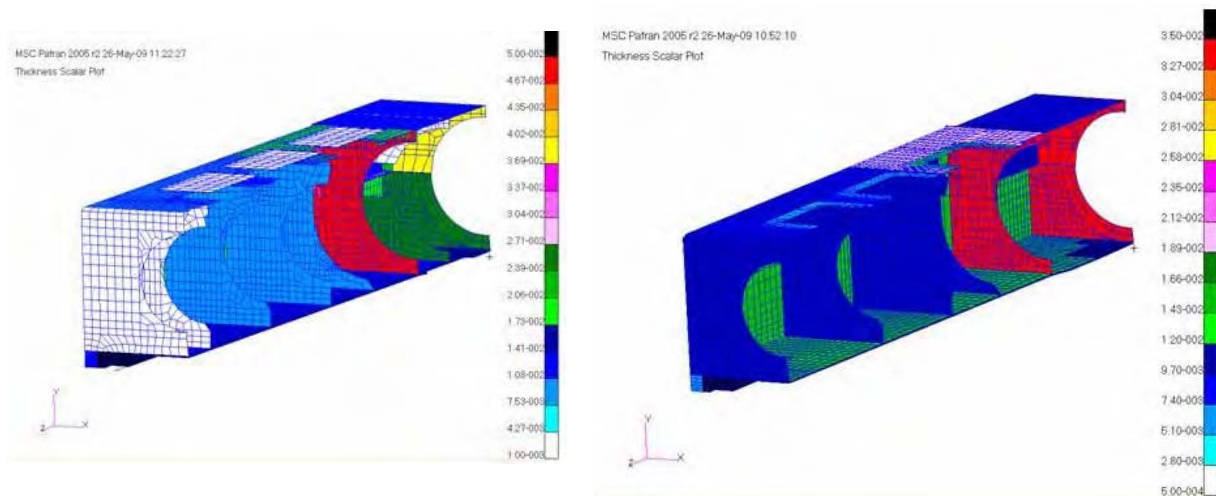
EJEMPLO DE APLICACIÓN DE LA MEDIDA

EMPRESA: TEKNIKER

Producto: Carnero de la fresadora Bizkor (fresadora de motores lineales realizada por Tekniker)

Se trata de un carnero de una fresadora realizado en mecano-soldado. Al ser un elemento móvil de la máquina se ha realizado una optimización de espesores para reducir su peso. El mecano-soldado permite obtener un elemento con la misma rigidez que el fundido pero con menos peso.

A continuación se pueden observar dos imágenes de la optimización de espesores realizado mediante elementos finitos



Espesores antes y después de la optimización.

Fuente: Tekniker

REFERENCIAS

- <http://www.matweb.com/>



CÓDIGO: TFR-04

TIPO: Específica

ESTRATEGIA:

Seleccionar técnicas de producción ambientalmente eficientes

MEDIDA:

Utilizar carros portaherramientas para la carga y descarga de las piezas

APLICABLE A:

Torno, fresadora, rectificadora

ESTRATEGIAS DE ECODISEÑO



DESCRIPCIÓN MEDIDA

La integración de funciones permite un ahorro de material y espacio debido a que se incorporan varias funciones a un mismo producto. Un ejemplo, de esta estrategia en la máquina herramienta es integrar las funciones de carga/ descarga y almacenaje de piezas en la propia máquina.

La carga/ descarga automatizada de piezas y su almacenaje tanto a la entrada de la máquina como a la salida se realiza generalmente mediante sistemas de manipulación externos o periféricos a la máquina que constan de brazos, guías, motorizaciones, etc... También pueden ser utilizados sistemas robotizados para tal efecto.

Una medida que viene siendo utilizada por algunos fabricantes de máquinas es integrar en la propia máquina los sistemas de manipulación y almacenaje de piezas. Estos sistemas hacen uso de los equipos existentes en la máquina añadiendo la funcionalidad necesaria para la carga/ descarga y almacenaje de piezas. De esa forma, se consigue una reducción de componentes a la vez que un menor espacio ocupado en planta.

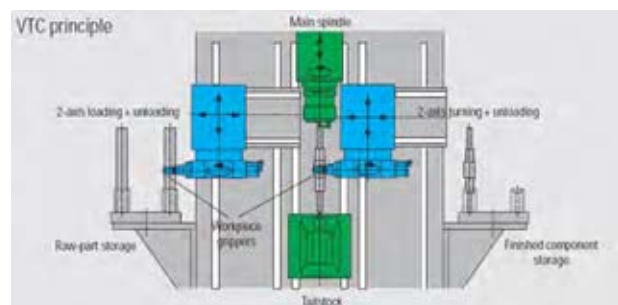
IMPLICACIONES TÉCNICAS

En la figura siguiente se muestra un ejemplo de un centro de torneado vertical EMAG en la que no existe ningún sistema de manipulación de piezas externo o periférico a la propia máquina.

En este torno vertical de cabezal invertido, las torretas tienen una función añadida a la propia de mecanización de los ejes. Las torretas tienen integrado un sistema de pinzas de amarre que permiten sujetar la pieza.

Además la máquina lleva incorporado en sus laterales dos secciones de almacenaje para depositar las piezas en bruto y terminadas lo que también permite un diseño más compacto respecto a la carga/ descarga tradicional.

Por lo tanto, para realizar la carga de la pieza, las pinzas de amarre de la primera torreta cogen la pieza en bruto de la sección de almacenaje. Una vez realizada la carga en la primera torreta se introduce en el cabezal. Una vez finalizado el mecanizado, la segunda torreta recoge la pieza terminada y la deposita en la sección de almacenaje.

Fuente Imagen: www.emag.com

IMPLICACIONES ECONÓMICAS

La carga y descarga integrada mediante el uso de torretas, reduce el coste de la automatización y de equipamientos periféricos. Los sistemas de almacenamiento son integrales a la propia máquina por lo que se reduce la necesidad de intervención manual y monitorización.

Este nuevo concepto de diseño se traduce en mejoras para todo el ciclo de vida. En la fase de fabricación, menor uso de materiales, en la distribución y embalaje de la máquina, en la fase de uso por un menor consumo de periféricos y en la fase de fin de vida.

IMPLICACIONES AMBIENTALES

Las ventajas ambientales de utilizar carros portaherramientas para la carga y descarga de las piezas se obtiene a lo largo del todo el ciclo de vida de la máquina desde la fase de obtención de materiales hasta la fase de fin de vida.



EJEMPLO DE APLICACIÓN DE LA MEDIDA

EMPRESA: EMAG

Producto: Centros de torneado serie VTC

La serie VTC de centros de torneado verticales permite mecanizar ejes de hasta 630 mm de longitud. Las piezas se cargan y descargan automáticamente mediante las dos torres Emag sin que sea necesario ningún otro sistema de manipulación.

La bancada del VTC, como la de los 5000 VSC, es de hormigón polímero Mineralit. Las propiedades de absorción de vibración la Mineralit comparada con materiales convencionales, permite conseguir mejores acabados y aumentar la duración de vida de las herramientas.

El motor husillo, el cabezal, las torretas revólver y el armario eléctrico están refrigerados por un doble circuito de líquido que regula la temperatura de la máquina en función de la temperatura ambiente.

El mecanizado de cuatro ejes permite reducir el tiempo de ciclo. La carga y descarga se efectúan simultáneamente lo cual reduce los tiempos muertos. La posición vertical de las piezas y el concepto de la máquina permiten reducir el espacio al suelo.

Los costes de manipulación son mínimos gracias a las torretas revólver que aseguran la carga y descarga de las piezas.



Torretas de carga/ descarga de pieza

Los almacenes de piezas mecanizadas están integrados en la máquina lo cual limita las intervenciones del operario para carga/descarga y permite llevar varias máquinas a la vez.

Los movimientos del contrapunto y de la luneta están controlados por CNC.

El arrastre directo de los ejes junto con la última tecnología en sistemas de mando permite reducir los módulos sensoriales para la vigilancia de la máquina.

Fuente texto: www.interempresas.net

Fuente general: www.emag.com

REFERENCIAS

- Capuz S. et al. Ecodiseño: ingeniería del ciclo de vida para el desarrollo de productos sostenibles.



CÓDIGO: TFR-05

TIPO: Específica

ESTRATEGIA: Reducir el impacto ambiental en la fase de utilización
 MEDIDA: Instalar depósitos de doble capa
 APLICABLE A: Torno, Fresadora, Rectificadoras

ESTRATEGIAS DE ECODISEÑO



DESCRIPCIÓN MEDIDA

Los fluidos de corte se utilizan de forma habitual en las operaciones de mecanizado, lo que hace que sea necesaria la instalación de un circuito cerrado de recirculación de fluido de corte que se conforma con un depósito de enfriamiento y almacenamiento del fluido de corte, un sistema de bombeo y un sistema de limpieza o filtración del fluido de corte.

Habitualmente, los circuitos de los fluidos de corte utilizan depósitos de una sola capa que si se perforan dan lugar a fugas y derrames alrededor de la máquina-herramienta con el consiguiente ensuciamiento y riesgo de deslizamiento para el usuario de la máquina.

La cada vez mayor sensibilización ambiental del usuario y la existencia de legislación local restrictiva en países del norte Europa hacen que sea cada vez más frecuente encontrarse con el requerimiento de cliente de disponer de depósitos de doble capa para todos los almacenamientos de fluidos de la máquina.

Así, por ejemplo es habitual que empresas de Gran Bretaña ubicadas cerca de los cauces de los ríos exijan la incorporación de depósitos de doble capa para todos los almacenamientos de fluidos de la máquina-herramienta.

Los depósitos de doble capa cuentan con un espacio anular o intersticial entre ellas que evitan la posible generación de derrames y la consiguiente contaminación del suelo. El sistema se completa con un sistema de detección de fugas que informa y emite una señal visible y acústica al detectar la entrada de fluido en el espacio existente entre las dos capas, constituyendo un sistema de control y protección permanente del depósito

IMPLICACIONES TÉCNICAS

La instalación de depósitos de doble capa no conlleva implicaciones técnicas sobre la máquina-herramienta por tratarse de una medida de prevención de la contaminación. Aunque debe mencionarse la necesidad de mayor espacio para la instalación de los mismos.

Los sistemas de detección de fugas se activan cuando el fluido almacenado invade el espacio anular o intersticial, de forma que se activa una alarma sonora o visual para que se inicien las actuaciones de mantenimiento necesarias para reparar la perforación de la pared del depósito.

La instalación de depósitos de doble capa para el almacenamiento de fluidos hace que las máquinas-herramientas ofrezcan medidas adicionales de seguridad que inciden en la limpieza de las instalaciones evitando la presencia de fluidos alrededor de las máquinas herramienta

IMPLICACIONES ECONÓMICAS

La instalación de depósitos de doble capa supone un incremento en el coste final de la máquina, coste cuya amortización es difícil de cuantificar por cuanto se trata de una medida preventiva que lo que busca es evitar la contaminación del suelo.



El incremento de coste económico se compensa con la disminución del riesgo de incidencia ambiental asociado al funcionamiento de las máquinas, al reducirse de forma importante el riesgo de contaminación de suelo y aguas superficiales.

IMPLICACIONES AMBIENTALES

La instalación de depósitos doble capa es una medida preventiva por lo que los beneficios ambientales asociados a esta medida no son fácilmente cuantificables ya que serán proporcionales a los daños o efectos ambientales evitados.

Esta medida actúa evitando la generación de un residuo peligroso por lo que los beneficios ambientales asociados estarán relacionados con el menor consumo de fluidos, menor generación de residuos peligrosos, menor consumo de materiales absorbentes y menor tiempo de dedicación interna a las labores de limpieza alrededor de la máquina



EJEMPLO DE APLICACIÓN DE LA MEDIDA

La empresa TORNOS GURUTZPE, SA líder en la fabricación de tornos horizontales CNC de gran capacidad fabrica tornos con depósitos de doble capa bajo requerimiento de cliente.

Concretamente, una empresa cliente inglesa ha solicitado la fabricación de una máquina con depósito de doble capa para el almacenamiento de fluidos con la finalidad de prevenir posibles fugas o derrames provocados por la perforación del depósito.

Este tipo de requerimientos es habitual en empresas inglesas ubicadas en zonas inundables o cercanas a cauces de ríos para quienes las medidas de prevención de la contaminación de las aguas superficiales es muy importante

REFERENCIAS

- www.gurutzpe.com



CÓDIGO: TFR-06

TIPO: Específica

ESTRATEGIA: Reducir el impacto ambiental en la fase de utilización
 MEDIDA: Utilización de aceites de baja viscosidad en cojinetes hidrostáticos
 APLICABLE A: Torno, Fresadora, Rectificadora

ESTRATEGIAS DE ECODISEÑO



DESCRIPCIÓN MEDIDA

En cojinetes hidrostáticos, en los que se desea obtener una buena rigidez y capacidad de carga elevada (conlleva el uso de altas presiones y pequeñas holguras) el calor generado es importante. En aplicaciones de alta velocidad este problema es más acuciante ya que el calor generado es función del cuadrado de la velocidad.

Para evitar que este calor generado produzca unas deformaciones térmicas que conlleven el gripaje del cabezal es necesario refrigerar el aceite utilizando refrigeradores externos. Cuanto mayor es el calor producido, mayores son la pérdidas de potencia producidas y mayor la necesidad de refrigeración exterior.

Uno de los factores que influyen directamente en el calor generado es la viscosidad del aceite utilizado. Cuanto más viscoso es el fluido mayor es el calor generado, por lo que una reducción en la viscosidad del aceite permitirá reducir el calor generado en los cojinetes reduciéndose la necesidad de refrigeración externa de los mismos lográndose, de este modo, una reducción del consumo energético

IMPLICACIONES TÉCNICAS

La utilización de aceites muy poco viscoso (similares al agua) tiene las siguientes connotaciones técnicas:

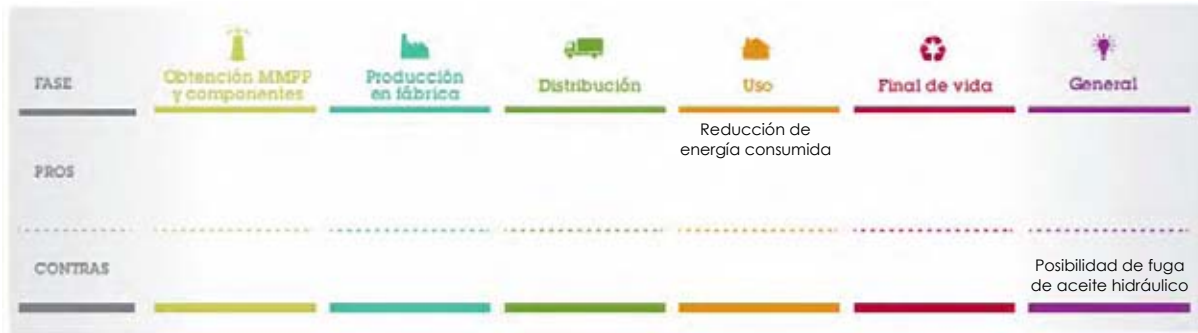
- La posibilidad de fugas de aceite por las juntas hacia el exterior aumenta. Por este motivo hay que buscar sistemas de estanqueidad más sofisticados.
- Estos aceites tienen mayor capacidad de oxidación y de combustión. Por este motivo hay que utilizar aditivos especiales.

IMPLICACIONES ECONÓMICAS

El precio del cabezal se incrementa un poco por la utilización de sistemas de estanqueidad sofisticados. No obstante este gasto es ampliamente compensado con la reducción de las prestaciones del sistema de refrigeración

IMPLICACIONES AMBIENTALES

De forma global, las ventajas ambientales asociadas a la utilización de aceite de baja viscosidad compensarían las contras de otras fases.



EJEMPLO DE APLICACIÓN DE LA MEDIDA

EMPRESA DOIMAK S:A:

Proyecto SIPRAL: "Sistema integrado para el rectificado de árboles de levas".

La aplicación muestra el diseño de un cabezal de alta velocidad (con un diámetro interior del cojinete de 90 mm y una velocidad de giro de 6.000 rpm), para el rectificado de árboles de levas con muela de CBN.

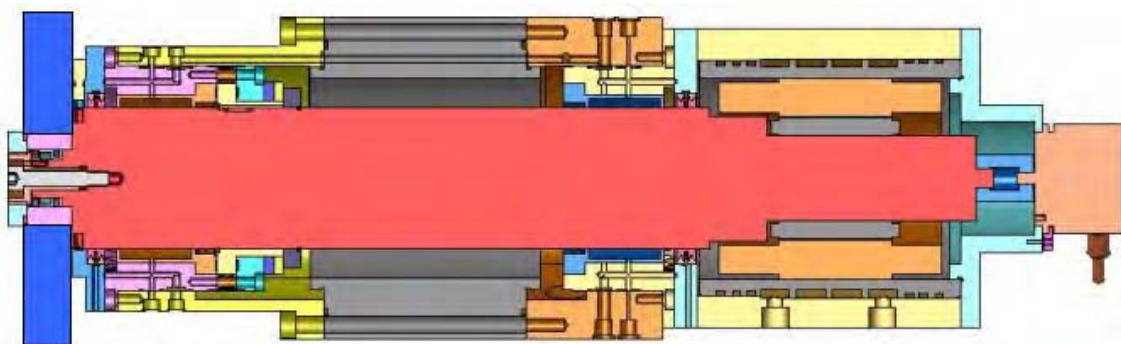
Un cabezal hidrostático consta principalmente de 2 cojinetes radiales y 2 axiales (que en ocasiones se sustituye por un cojinete axial y una fuerza hidráulica constante). De forma esquemática, simplificando mucho, la rigidez de un cojinete es inversamente proporcional a la holgura, es decir, para aumentar la rigidez del cojinete es necesario reducir la holgura. No obstante una disminución de la holgura conlleva un aumento de la potencia perdida por rozamiento.

Cuando se trata de cabezales de alta velocidad, las pérdidas por rozamiento son importantes ya que aumentan con el cuadrado de la velocidad de giro.

A su vez el calor generado por rozamiento es proporcional a la viscosidad del aceite utilizado, no teniendo influencia en la rigidez. Lo mismo ocurre con la potencia perdida por remolinos, pero en cambio la potencia de bombeo aumenta según disminuye la viscosidad.

Para minimizar la potencia total consumida se realizaron diferentes optimizaciones de la geometría del cabezal con diferentes viscosidades de aceite. La solución óptima resulta ser siempre la de viscosidad más baja.

| Viscosidad (Ctp) | W total consumida (w) |
|------------------|-----------------------|
| 30 | 2.374 |
| 10 | 1.212 |
| 5 | 917 |



Cabezal hidrostático para cabezal muela de una rectificadora de levas con muela de CBN (6.000 rpm).
REF: Doimak

REFERENCIAS

- www.doimak.es
- www.tekniker.es



CÓDIGO: TFR-07

TIPO: Específica

ESTRATEGIA: Reducir el impacto ambiental en la fase de utilización
 MEDIDA: Reducir las deformaciones térmicas de la máquina-herramienta
 APLICABLE A: Torno, Fresadora, Rectificadora

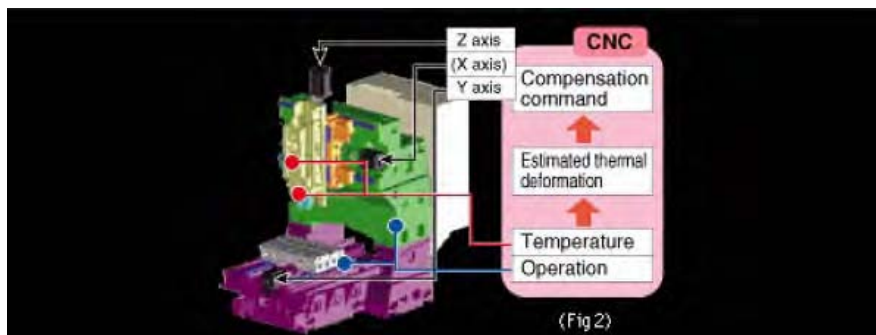
ESTRATEGIAS DE ECODISEÑO



DESCRIPCIÓN MEDIDA

Durante la mecanización de piezas, los factores térmicos influyen notablemente en la precisión de la máquina. Existen dos tipos de factores térmicos, por un lado, las variaciones de la temperatura externa a la máquina y, por otro, las variaciones de temperatura generadas por la propia máquina en husillos, herramientas, motores, etc. Es necesario establecer métodos que permitan eliminar o resolver los cambios internos en las máquinas. Estas desviaciones térmicas resultan en imprecisiones que, aunque pueden ser corregidas por el operador, necesitan de más ciclos de medición y atención humana, resultando en una reducción de productividad.

Las máquinas herramienta tradicionalmente, han sido construidas para reducir las fuentes de calor tanto como sea posible. A su vez, se están desarrollando máquinas que además de reducir o minimizar la cantidad de calor generada, tratan de compensar los efectos del calor que no se puede eliminar. En la imagen siguiente se muestra un ejemplo de OKUMA.



Sistema de compensación de la deformación térmica del cabezal.
Fuente Imagen: www.okuma.com

IMPLICACIONES TÉCNICAS

Las deformaciones térmicas son muy complejas, y la predicción de la cantidad de desplazamiento es prácticamente imposible. De todos modos, si se establecen las deformaciones térmicas para que sucedan en modos predecibles, es posible eliminar los efectos mediante compensación. Para ello muchos fabricantes optan por estructuras simétricas que reduzcan las rotaciones producidas por tensiones termoelásticas.

Se puede reducir la sensibilidad térmica de las partes estructurales de la máquina seleccionando los materiales adecuados:

- **NVAR o CERODUR:** Materiales en base níquel sin prácticamente expansión térmica. Debido a su coste solamente se utilizan en herramientas de medición y verificación: $0,002 \text{ mm}/^{\circ}\text{C}/\text{m}$
- **Hormigón polímero o granito:** Su expansión térmica es ligeramente inferior a la de las aleaciones férrica, pero gracias a su baja conductividad térmica y alto calor específico, muestra baja reacción a variaciones térmicas: $0,006 \text{ mm}/^{\circ}\text{C}/\text{m}$
- **Fundición de hierro o acero:** Es el material más usado para la construcción de máquinas y tiene unas propiedades perfectamente conocidas por la industria: $0,011 \text{ mm}/^{\circ}\text{C}/\text{m}$
- **Aluminio:** Es una material comúnmente utilizado en estructuras que requieren altas aceleraciones, y por tanto bajo peso. Por contra, la expansión térmica de este material es el doble de la del acero: $0,023 \text{ mm}/^{\circ}\text{C}/\text{m}$

IMPLICACIONES ECONÓMICAS

Los sistemas de compensación térmica son sistemas opcionales que encarecen la máquina y que no son ofrecidos por todos los fabricantes de máquinas herramienta. Se utilizan principalmente en aquellas máquinas de grandes dimensiones que trabajan a altas velocidades y con una precisión requerida elevada. A medida que aumenta la velocidad se genera más calor en los elementos de transmisión por lo que estos sistemas tienen mayor sentido de utilización. La incorporación de estos sistemas en las máquinas permitiría no necesitar un control tan exhaustivo de la temperatura ambiente del taller con lo que se evitaría el coste de dichos sistemas.

IMPLICACIONES AMBIENTALES

De forma global, las ventajas ambientales por una menor generación de calor durante la fase de uso compensarían los posibles contras en las otras fases.



EJEMPLO DE APLICACIÓN DE LA MEDIDA

EMPRESA: OKUMA

Producto: Thermo-Friendly Concept

Okuma ha desarrollado un nuevo modo de construcción apilable para la columna llamado estructura box-built, térmicamente simétrico en el que los lados derecho e izquierdo tienen aproximadamente las mismas masas. Se aplica a centros de mecanizado de doble columna. Consigue precisiones de mecanizado estables en ambientes de taller normales sin la necesidad de equipamientos de aire acondicionado caros o salas de atmósferas controladas.



Modelo MCR-BII que cuenta con el sistema de compensación de temperaturas

Los tres aspectos del "Thermo-Friendly Concept" son:

- 1) Una estructura que simplifica la distorsión termal de la máquina.
- 2) Modificaciones que eliminan distribuciones de temperatura desiguales.
- 3) Un sistema que compensa de forma precisa la deformación térmica.

La máquina tiene una estructura que permite acomodar la deformación térmica y una construcción estabilizadora termoactiva "Thermo Active Stabilizer Construction (TAS-C)" conveniente para grandes máquinas.

Fuente: www.okuma.com

REFERENCIAS

- Slocum, A. H., Precision Machine Design.



CÓDIGO: TFR-08

TIPO: Específica

ESTRATEGIA: Reducir el impacto ambiental en la fase de utilización
 MEDIDA: Mecanizado de alto rendimiento
 APLICABLE A: Torno, fresadora, rectificadora

ESTRATEGIAS DE ECODISEÑO



DESCRIPCIÓN MEDIDA

Las exigencias a las que se ven sometidas las máquinas herramientas son cada día mayores. Los clientes requieren de mayor productividad para reducir los gastos de fabricación. Irremediablemente las máquinas deben estar diseñadas para conseguir el mayor rendimiento posible.

Esta necesidad implica un aumento en la capacidad de corte, que trae asociado un aumento de las potencias de los cabezales y velocidades de los ejes que provocan, generalmente, mayores esfuerzos a los que se ve sometida la máquina (estáticos, dinámicos...).

El mecanizado de alto rendimiento se caracteriza por la alta velocidad de mecanización, es decir, su velocidad y avance es muy superior a los mecanizados convencionales. Se trata, por tanto, de disponer de condiciones de corte y estrategias de mecanizado que estén optimizadas para conseguir máxima eficiencia energética, el menor tiempo de proceso posible, menor gasto de herramienta, etc. En definitiva se trata de realizar la operación de mecanizado de la forma más efectiva posible para reducir al mínimo el coste energético y otros costes asociados.

IMPLICACIONES TÉCNICAS

Las máquinas deben estar diseñadas para soportar de forma precisa y duradera mayores esfuerzos, con una gran repetibilidad y fiabilidad.

El mecanizado de alto rendimiento ofrece las siguientes ventajas:

- Altos caudales de viruta lo que conlleva menores tiempo de mecanizado
- Posibilidad de obtención de formas críticas a causa de la reducción de fuerzas y esfuerzos de corte
- Posibilidad de mecanizar materiales tratados a elevada dureza

Para utilizar el mecanizado de alto rendimiento se debe estudiar la pieza que se quiere mecanizar y las operaciones a realizar para conseguir la máxima eficiencia en la forma de realizar las diferentes operaciones, es decir, la estrategia debe ser la óptima para reducir el consumo energético como sumatorio de movimientos de carros y/o pieza, consumo en cabezal, consumo en herramienta, consumo de lubricantes (posibilidad e mecanizado en seco), etc. Se trata de definir una estrategia de mecanizado que aporte el máximo rendimiento posible.

Por otro lado, conseguir mínimo consumo de cabezal y herramienta implica fijar unas condiciones de corte óptimas para estos factores, por lo que éstos variarán en función del material y su tratamiento, el tipo de herramienta, etc.

IMPLICACIONES ECONÓMICAS

Supone fabricar máquinas notablemente más caras aunque conlleva un menor consumo energético, por lo que el coste asociado a la fabricación de la pieza se puede reducir sensiblemente, siendo especialmente interesante para fabricación de series largas, en las que una reducción de coste no muy elevada, conlleva una reducción de gasto energético importante.

El incremento de coste de la máquina es compensado por el aumento de productividad de las mismas.

IMPLICACIONES AMBIENTALES

Las ventajas ambientales derivadas de la utilización de mecanizado de alto rendimiento vienen derivadas con la alta velocidad de mecanización lo que permite obtener una mayor superficie de mecanización en un menor tiempo lográndose de este modo la eficacia de la operación



EJEMPLO DE APLICACIÓN DE LA MEDIDA

Empresa: TEKNIKER

Fresadora de alta velocidad con motores lineales

Los procesos de mecanizado de alto rendimiento son considerados como estratégicos en los sectores de automoción, aeronáutica, maquina-herramienta y de fabricantes de moldes y estampas, sectores todos ellos de gran peso en la economía de una sociedad industrializada...



Fuente: http://www.mondragon.edu/eps/investigacion/lineas-de-investigacion-1/procesos-de-mecanizado-de-alto-rendimiento?language_sync=1

REFERENCIAS

- www.neco.es
- www.tekniker.es



CÓDIGO: TFR-09

TIPO: Específica

ESTRATEGIA:

Reducir el impacto ambiental en la fase de utilización

MEDIDA:

Configuración de máquinas para mecanización de grandes piezas

APLICABLE A:

Torno, fresadora, rectificadora

ESTRATEGIAS DE ECODISEÑO



DESCRIPCIÓN MEDIDA

La configuración de las máquinas para la mecanización de grandes de piezas, como piezas para el sector eólico por ejemplo, es fundamental para evitar problemas en el mecanizado de las mismas.

Así, si para la mecanización de grandes piezas se utilizan máquinas que permitan el movimiento de la pieza, pueden aparecer problemas de precisión, debidos a la deformada provocada por el peso propio de la pieza, así como problemas de uso, amortización de la máquina o coste de pieza, ya que la energía consumida puede variar según la configuración de máquina elegida.

Por ello, para la mecanización de piezas grandes es recomendable utilizar máquinas con elevado ratio de volumen de trabajo frente a volumen total de máquina, que no tengan que mover la pieza (lo menos posible) para realizar las operaciones de mecanizado.



Fuente: http://www.afm.es/noticias-es/noticias_asociados-es/not_asoc_080401_1

IMPLICACIONES TÉCNICAS

Esta medida no tiene implicaciones técnicas de importancia desde un punto de vista de innovación, pero sí que conlleva una labor de evaluación de diferentes morfologías de máquina en función del tipo de pieza a fabricar, y una correcta elección de la misma en base a criterios de productividad, precisión y consumo energético.

IMPLICACIONES ECONÓMICAS

Económicamente, una elección adecuada de tipo de máquina puede suponer un desembolso inicial similar pero los gastos de producción se verán recortados por un menor consumo de energía. Por ejemplo, en una pieza de 40 Tn (más mesa de amarre e inercia de motores y demás elementos, unas 10Tn adicionales), si hay que desplazarla un total de 10 m durante el proceso de mecanizado, consumirá 0.5 MJ, 0.14 kWh con un rendimiento del 100% en motores y accionamientos. Si se moviesen las partes móviles de la máquina con una masa media de movimiento de la mitad de masa (25Tn), el ahorro energético sería del 50%, y por lo tanto se reduciría drásticamente la energía consumida en el proceso de fabricación de la pieza.

IMPLICACIONES AMBIENTALES

Las ventajas ambientales derivadas de la utilización de mecanizado de alto rendimiento vienen derivadas con la alta velocidad de mecanización lo que permite obtener una mayor superficie de mecanización en un menor tiempo lográndose de este modo la eficacia de la operación



EJEMPLO DE APLICACIÓN DE LA MEDIDA

EMPRESA: ETXE TAR S.A.

Se han desarrollado máquinas-herramienta con una configuración específica para el sector eólico (grandes piezas). En este caso se ha optado por una configuración de columna móvil, para evitar grandes desplazamientos de la pieza

fuelle: http://www.afm.es/noticias-es/noticias_asociados-es/not_asoc_080401_1



Fuente: Etxetar

REFERENCIAS

- <http://www.afm.es/noticias-es>



CÓDIGO: TFR-10

TIPO: Específica

ESTRATEGIA: Reducir el impacto ambiental en la fase de utilización
MEDIDA: Utilizar reductores de velocidad en los accionamientos de los ejes
APLICABLE A: Torno, fresadora, rectificadora

ESTRATEGIAS DE ECODISEÑO



DESCRIPCIÓN MEDIDA

El reductor de velocidad es un sistema de transmisión caracterizado porque su velocidad de salida es menor que su velocidad de entrada. Los sistemas de reducción se pueden conseguir de diferentes formas aunque los sistemas de reducción más comerciales se realizan mediante engranajes. Dependiendo del tipo de engranajes se pueden clasificar de diferentes formas: Sin-Fin Corona, planetarios, etc...

En máquinas herramienta las velocidades de avance de los carros es relativamente pequeña (10-20 m/min). Para ello se requeriría de motores de alto par y baja velocidad. Los motores digitales más utilizados son de alta velocidad (3000 rpm) y poco par. Son motores pequeños y de gran rendimiento. Con la introducción de un reductor nos permite reducir la velocidad y aumentar el par.



Reductor
Fuente: www.wittenstein.es

IMPLICACIONES TÉCNICAS

La potencia del motor se expresa de la siguiente forma:

$$P(\text{potencia}) = T(\text{par}) * w(\text{velocidad de giro}).$$

Aplicando un reductor lo que se consigue es reducir la velocidad de giro del eje de salida y teniendo en cuenta que la potencia se mantiene, lo que se obtiene es un aumento de Par. Con su utilización se pueden utilizar motores más pequeños proporcionando el par deseado.

IMPLICACIONES ECONÓMICAS

Mediante la medida citada, aplicando un reductor, se puede emplear un motor más pequeño, por lo que se reduce el consumo y el espacio necesario, simplificando el diseño.

IMPLICACIONES AMBIENTALES

De forma global, las ventajas ambientales por la utilización de reductores de velocidad en los accionamientos de los ejes son la reducción en el consumo de energía y una menor necesidad de espacio



EJEMPLO DE APLICACIÓN DE LA MEDIDA

Empresa: DOIMAK

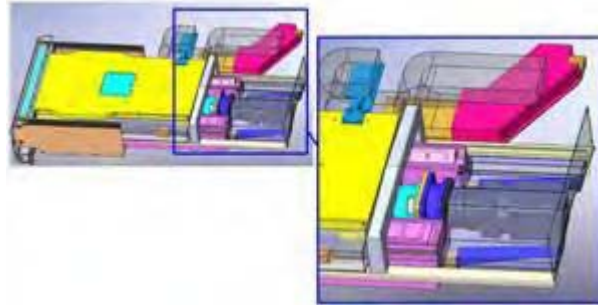
Maquina: Rectificadora

Con el fin de mejorar el comportamiento dinámico de cualquier accionamiento, es necesario suprimir todo aquellos elementos que introduzcan flexibilidad y pérdida de rendimiento. Los casos más claros que debe tratar de evitarse son las correas de transmisión. La mejor solución, teóricamente hablando, es utilizar motores directos.

En el caso del rectificado las velocidades máximas de avance de los carros, dependiendo de la aplicación, suelen andar entre 6 y 12 m/min, y en trabajo (rectificando) por debajo de 6 m/min. Aunque los pasos de los husillos de avance suelen ser pequeños (habitualmente 5-10 mm), la velocidad de giro requerida al motor es pequeña.

En las rectificadoras, además de tener una gran precisión, uno de los objetivos máximos de diseño, es alcanzar una gran rigidez dinámica que permita obtener una calidad superficial excelente, sin la aparición de marcas superficiales, "facetas" derivadas del fenómeno del chatter. Esta búsqueda de la máxima rigidez y amortiguamiento conlleva el diseño de estructuras con peso elevado y la utilización, en muchas aplicaciones, de guías de deslizamiento que tienen un mayor rozamiento que las guías de rodadura.

Aunque se utilizan capas de materiales de bajo rozamiento (turcite...), el par requerido al motor del accionamiento no es pequeño. En el mercado existen numerosos servomotores de corriente alterna que proporcionan un par no muy elevado pero a altas velocidades de giro (2000-3000 rpm). En el caso práctico, carro de avance de una rectificadora, que se plantea se ha optado por la solución de un motor de alta velocidad con un reductor de velocidad, obteniéndose altos pares con un consumo eléctrico menor.



Carro de una rectificadora
Fuente: TEKNIKER

La utilización de reductores con desvío a 90° (entre el eje de entrada y salida), permite colocar el motor en posición vertical, lo que reduce el tamaño en planta de la máquina. Aunque reduce en un peor rendimiento del conjunto.

REFERENCIAS

- www.tekniker.es



CÓDIGO: TFR-11

TIPO: Específica

ESTRATEGIA: Reducir el impacto ambiental en la fase de utilización
 MEDIDA: Dimensionar adecuadamente los sistemas auxiliares
 APLICABLE A: Torno, fresadora, rectificadora

ESTRATEGIAS DE ECODISEÑO



DESCRIPCIÓN MEDIDA

Una máquina herramienta puede tener diferentes equipos auxiliares, tales como:

- Tanques de engrase
- Sistema hidráulico
- Sistema de refrigeración
- Sistema neumático
- Armario eléctrico
- Deposito de trasvase
- Aspirador de nieblas

Para obtener un correcto dimensionamiento de los equipos auxiliares es necesario conocer los requerimientos que debe cumplir cada equipo. Por ejemplo, en el caso del sistema de refrigeración conocer la potencia de calor a disipar, en el caso del aspirador de nieblas conocer el volumen de gases que se pueden formar y es necesario aspirar, etc...

Una vez conocidos éstos se debe procurar seleccionar el equipo más adecuado para cumplir los requerimientos evitando el sobredimensionamiento.

IMPLICACIONES TÉCNICAS

El correcto dimensionamiento de estos sistemas conlleva un ahorro de consumo energético y en muchos casos una reducción en el espacio, ya que habitualmente los equipos auxiliares aumentan de tamaño al aumentar las prestaciones. Es por esto que un dimensionamiento correcto es adecuado tanto para el consumo energético como para el tamaño final de la máquina.

Por todo esto la optimización de estos sistemas es muy importante ya que al final el sobredimensionamiento de ellos conlleva un aumento de consumo de la maquina general y un incremento del tamaño.

IMPLICACIONES ECONÓMICAS

El ahorro en el consumo eléctrico es considerable si se realiza un diseño ajustado.

IMPLICACIONES AMBIENTALES

La principal ventaja ambiental de esta medida es la reducción del consumo eléctrico en fase de uso y los menores requerimientos de espacio



EJEMPLO DE APLICACIÓN DE LA MEDIDA

Empresa: TEKNIKER

Maquina: fresadora bizkor

El cálculo de grupo hidráulico de la maquina Bizkor para la refrigeración de los motores lineales se realizó teniendo en cuenta las presiones a las que se podía trabajar y el gradiente de temperatura del agua y el calor que se debía disipar

Con el dimensionado adecuado de estos sistemas se ha logrado diseñar hidráulico un grupo ajustado a las necesidades funcionales de la máquina-herramienta.



Fresadora bizkor
Fuente: TEKNIKER

REFERENCIAS

- www.tekniker.es



CÓDIGO: TFR-12

TIPO: Específica

ESTRATEGIA: Reducir el impacto ambiental en la fase de utilización

MEDIDA: Utilización de sustentación magnética en cabezales

APLICABLE A: Torno, fresadora, rectificadora

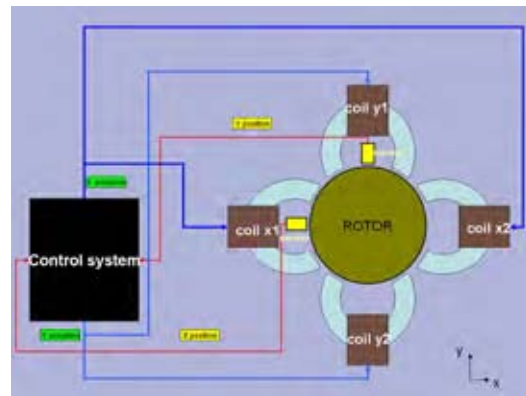
ESTRATEGIAS DE ECODISEÑO



DESCRIPCIÓN MEDIDA

En cabezales para máquina-herramienta habitualmente se utilizan cuatro tipos de sistemas de sustentación: rodamientos, hidrostáticos, hidrodinámicos y aerostáticos. En todos ellos, se produce calor, y por tanto una pérdida de energía, debido al rozamiento entre las partes metálicas o entre el aceite o el aire a presión y el eje de giro. Este calor aumenta (y no linealmente) al aumentar la velocidad.

Además de la pérdida de energía, se producen dilataciones térmicas que obligan a implementar sistemas de refrigeración para evitar la aparición de deformaciones térmicas que pueden producir agarrotamiento de los cabezales o al menos una pérdida de la precisión de giro.



Fuente: Tekniker

Finalmente, debido al rozamiento se producen desgastes mecánicos que con el tiempo conllevan a una necesidad de reparación. La medida que se propone es utilizar cabezales con sustentación magnética, es decir, el eje se encuentra flotando, sin ningún contacto mecánico, en un campo magnético. Al no existir contacto, no existe rozamiento ni desgastes.

IMPLICACIONES TÉCNICAS

Requiere de un alto conocimiento de magnetismo, para el dimensionamiento de los bobinados, así como de regulación y control porque es necesario mantener el eje del cabezal con alta precisión de giro y alta rigidez. Es especialmente indicado para altas velocidades de giro.

A continuación se realiza una comparativa de los tres sistemas de sustentación más utilizados para cabezales:

| | Veloc. | Precisión | Amortig. | Rigidez | Precio | Carga | ΔT° | Manten. | Vida |
|--------------|--------|-----------|----------|---------|--------|-------|------------------|---------|------|
| RODADURA | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| HIDROSTÁTICO | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| MAGNÉTICO | ● | ● | ● | ● | ○ | ● | ○ | ● | ● |

Fuente: Tekniker

IMPLICACIONES ECONÓMICAS

Los cabezales magnéticos son sensiblemente más caros que los hidrostáticos y mucho más caros que los de rodadura (rodamientos)

IMPLICACIONES AMBIENTALES

De forma global, las ventajas ambientales asociadas a la utilización de sustentación magnética de los cabezales son la eliminación de fluidos en los cabezales, y la mayor vida útil, al no existir contacto y por tanto rozamiento.



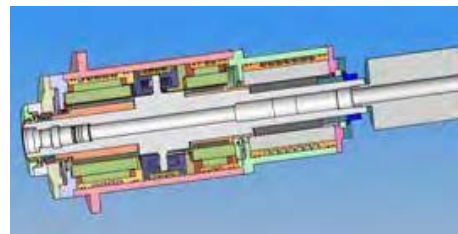
EJEMPLO DE APLICACIÓN DE LA MEDIDA

Empresa: TEKNIKER

Producto: Cabezales con sustentación magnética.

Realización de una familia de cabezales con sustentación magnética para máquina herramienta.

- Objetivos
 - Aguantar fuerzas de corte procesos reales
 - Capacidad de girar a la velocidad deseada
 - Diseño compacto
 - Buen comportamiento térmico
- Herramientas
 - Optimización de cojinetes magnéticos por FEM
 - Simulación estructural FEM.
 - Selección de la configuración interna más adecuada



Fuente: TEKNIKER

REFERENCIAS

- www.tekniker.es



CÓDIGO: TFR-13

TIPO: Específica

ESTRATEGIA:

Reducir el impacto ambiental en la fase de utilización

MEDIDA:

Evitar uso de transmisiones indirectas que producen pérdidas de rendimiento

APLICABLE A:

Torno, fresadora, rectificadora

ESTRATEGIAS DE ECODISEÑO



DESCRIPCIÓN MEDIDA

Rendimiento: es la relación entre la cantidad de energía obtenida y la cantidad de energía aportada. Se expresa como un porcentaje del trabajo que se aporta.

$$\eta := \frac{E_{obtenida}}{E_{aportada}} \cdot 100$$

El rendimiento de un motor aumenta si las pérdidas disminuyen. En un motor las pérdidas pueden ser debidas a diferentes motivos:

- Pérdidas de calor: producidas por el sistema de refrigeración y la radiación de calor al exterior.
- Pérdidas mecánicas: debidas al rozamiento entre los órganos en movimiento y al accionamiento de dispositivos auxiliares
- Pérdidas químicas: motivadas por una combustión incompleta.

Es evidente que la mejor forma de eliminar o minimizar las pérdidas debidas a transmisiones indirectas (correas, engranajes,...) es evitarlos, pero esto no siempre es posible y es importante conocer cuando se deben emplear. Como regla general, se utiliza una transmisiones indirectas, cuando se desea utilizar, por diversos motivos (económicos, espacio,...) un motor de mayor velocidad y menor par que el deseado.

La utilización de motores directos o también de motores huecos (integrando el rotor y el estator en medio del cabezal), son soluciones que producen el mejor comportamiento dinámico y energético.

IMPLICACIONES TÉCNICAS

El rendimiento de un reductor ronda entre el 90% y el 95%, sin embargo aunque el rendimiento de los reductores es elevado siempre existen perdidas al colocarlos. Por lo tanto, se evita el uso de éstos en los casos en los que se pueda prescindir de ellos utilizando tipomotores directos. Lo mismo ocurre en todos los tipos de transmisión (correas,...)

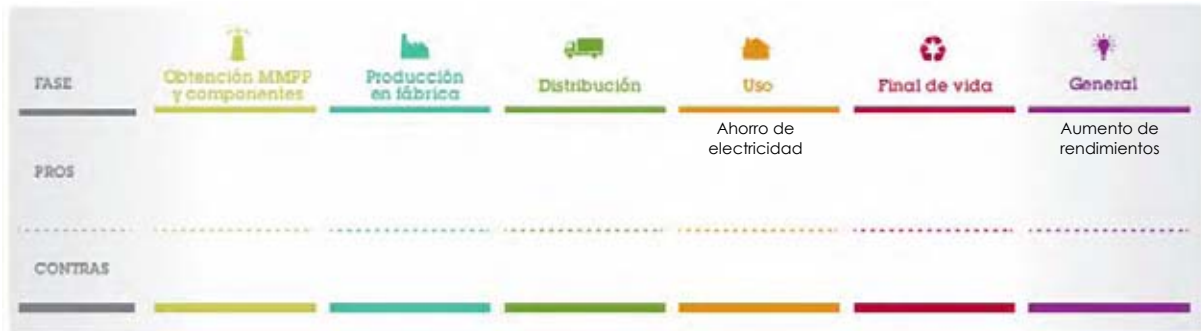
En el caso de utilizar motores directos no reviste ninguna connotación técnica destacable. En el caso de utilizar motores huecos, es necesario realizar diseños específicos, teniendo especial cuidado en evitar que el aceite de engrase de los rodamientos llegue al motor y que alguna fuga del agua de refrigeración del estator se introduzca en los rodamientos.

IMPLICACIONES ECONÓMICAS

Reducir las pérdidas de rendimiento implica tener un mejor comportamiento dinámico y energético por lo que la eficiencia de la maquina es mayor.

IMPLICACIONES AMBIENTALES

La principal ventaja ambiental asociada a la no utilización de transmisiones indirectas es el aumento del rendimiento en el uso por lo que se reducen las pérdidas.



EJEMPLO DE APLICACIÓN DE LA MEDIDA

Empresa: DOIMAK

Producto: Rectificadora.

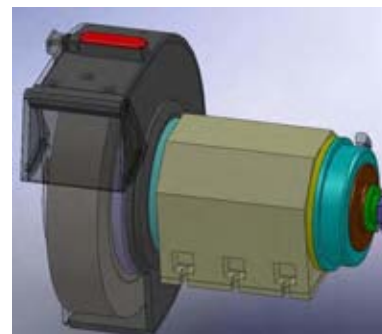
En el rectificado, en función del tipo de muelas utilizadas, existe una velocidad de corte recomendada. La velocidad de giro de la muela varía según el diámetro de la misma, para alcanzar la velocidad de corte deseada. Valores orientativos de velocidad de giro de muela, para rectificado de exteriores, varían entre 500 y 2500 rpm, para muela convencional. Llegando a las 6.000 rpm en el caso de rectificado de CBN

El cabezal muela de una rectificadora consta de una muela, unos platillos, un equilibrador, el eje principal, cojinetes, rodamientos,...El equilibrador se emplea para compensar los desequilibrios existentes que puedan originar sobreesfuerzos en el cabezal y marcas superficiales en la pieza.

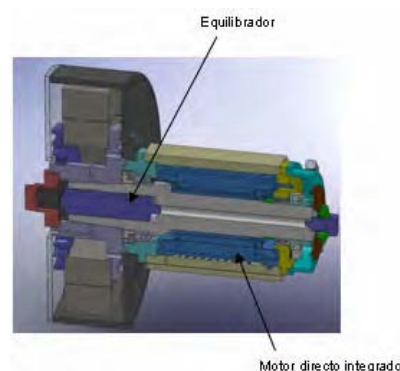
En esta aplicación se presenta el diseño de un cabezal de alta velocidad, para el rectificado con muela de CBN. La velocidad de corte deseada se sitúa entre 100-120 m/s. Para conseguir el máximo rendimiento y la mayor rigidez dinámica se ha optado por utilizar un cabezal de rodamientos con un motor hueco situado en medio del cabezal.

Debido a las altas velocidades de trabajo no es razonable utilizar sistemas de transmisión indirectos.

En este caso se ha colocado un motor directo integrado en el cabezal muela de la rectificadora. De esta forma el diseño resulta mucho más compacto, ocupando mucho menos espacio.



Cabezal muela
Fuente: TEKNIKER



Sección cabezal muela
Fuente: TEKNIKER

REFERENCIAS

- www.tekniker.es



CÓDIGO: TFR-14

TIPO: Específica

ESTRATEGIA: Reducir el impacto ambiental en la fase de utilización
 MEDIDA: Utilizar tanques amplios para fluidos de corte e hidráulicos
 APLICABLE A: Torno, fresadora, rectificadora

ESTRATEGIAS DE ECODISEÑO



DESCRIPCIÓN MEDIDA

Se le denomina taladrina/aceite de corte al líquido que se bombea sobre el filo de las herramientas de corte para lubricar y refrigerar la zona de trabajo y conseguir una mayor duración de la herramienta y una mejor calidad en la superficie mecanizada. En la zona de trabajo se genera una gran cantidad de calor, esto provoca un mayor deterioro en la herramienta y en cuanto a la pieza las dimensiones de ésta se pueden ver afectadas por la dilatación térmica que se produce.

Las taladrinas son generalmente disoluciones en agua de aceites minerales a los cuales se les añaden productos químicos con el fin de mejorar sus propiedades. Las características de estos aditivos tienen que ser las siguientes:

- Calor específico muy alto
- Índice bajo de viscosidad, que sean muy fluidos
- Antioxidantes. Para proteger a las piezas y máquinas de la oxidación
- Antiespumantes, que al ser batidos no produzcan espumas.
- Punto de inflamación muy alto.

En algunas aplicaciones de rectificado se utiliza en vez de taladrina aceites minerales. Con esta solución se disminuyen las fuerzas de corte, consiguiéndose mayores precisiones. En contrapartida resulta mucho menos ecológico y es mucho más fácil que coja fuego, por lo que es imprescindible el uso de sistemas automáticos de extinción de incendios.

También se suelen utilizar aceites hidráulicos (por ejemplo en el caso de sustentación hidrostática), que se calientan, principalmente por rozamiento que es necesario refrigerar.

En todos los casos existe un fluido o varios que es necesario refrigerar para que no aumente progresivamente su temperatura, produciendo mayores incrementos de la temperatura de la máquina, y en el mejor de los casos únicamente mayores dilataciones térmicas. La forma más sencilla y económica es disipar el calor por convección natural evitando refrigeradores externos. Para mejorar esta disipación de calor es recomendable utilizar volúmenes elevados de lubricante con depósitos amplios.

IMPLICACIONES TÉCNICAS

Los tanques se emplean para limpiar y enfriar los fluidos, si son suficientemente amplios puede evitarse, en algunos casos, la necesidad de instalar refrigeradores externos.

IMPLICACIONES ECONÓMICAS

Es más caro en su fabricación porque se incorporan mayores depósitos y ocupan mayor espacio en planta. No obstante se compensa con el ahorro de energía producido al evitarse refrigeradores externos.

IMPLICACIONES AMBIENTALES

De forma global las ventajas ambientales de la utilización de depósitos amplios para los fluidos utilizados en la máquina son las derivadas de la no instalación de un equipo auxiliar de refrigeración.



EJEMPLO DE APLICACIÓN DE LA MEDIDA

Empresa: TEKNIKER

Producto: Fresadora.

Los fluidos de corte sirven para refrigerar la herramienta y la pieza mientras la máquina está trabajando, por lo que se calientan. Una vez empleados, se vierten en un tanque mezclados con las virutas de corte. Estos fluidos de corte se deben limpiar y enfriar para poder volver a usarlos.

Para la limpieza existen diferentes tipos de métodos: filtración, hidro-ciclón, centrifugadoras,...

Por otro lado para el caso de la refrigeración existen dos métodos, el empleo de un sistema de refrigeración o la refrigeración por convección natural. Para la refrigeración por convección natural es muy importante dimensionar correctamente el tanque conociendo la cantidad de fluido de corte que se va a emplear y la temperatura que puede llegar a alcanzar.

En el siguiente ejemplo práctico se puede observar el tanque de taladrina de una fresadora ubicada en Tekniker, donde se realiza el filtrado de las virutas mediante malla.



Tanque de taladrina
Fuente: TEKNIKER

REFERENCIAS

- www.quiminet.com
- www.tekniker.es



CÓDIGO: TFR-15

TIPO: Específica

ESTRATEGIA: Reducir el impacto ambiental en la fase de utilización
 MEDIDA: Instalar sistemas de flujo de fluidos eficientes
 APLICABLE A: Torno, fresadora, rectificadora

ESTRATEGIAS DE ECODISEÑO

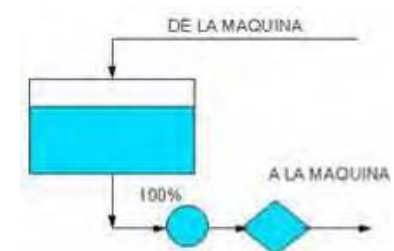


DESCRIPCIÓN MEDIDA

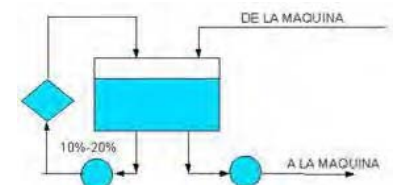
Los fluidos de corte pueden ser filtrados de dos formas diferentes. Por una parte se puede hacer que todo el flujo del fluido de corte que se introduce en la máquina pase por el filtro o se puede realizar una filtración parcial.

Al sistema que filtra todo el fluido de corte se le denomina filtración de flujo completo "full-flow". En este caso el flujo se posiciona en la línea directa de la máquina. El 100% de la taladrina se filtra a través de dicho filtro.

En el caso en el que el fluido de corte se filtre mediante un circuito diferente al circuito de la máquina, se habla de filtración por by-pass o filtración de flujo parcial.



Filtración de flujo completo (full-flow)
Fuente: Ideko



Filtración por by-pass
Fuente: Ideko

IMPLICACIONES TÉCNICAS

En el caso de flujo completo, si el filtro falla, la refrigeración de taladrina puede detenerse. En el caso de la filtración por by-pass la filtración se produce independientemente del sistema de circulación a la máquina.

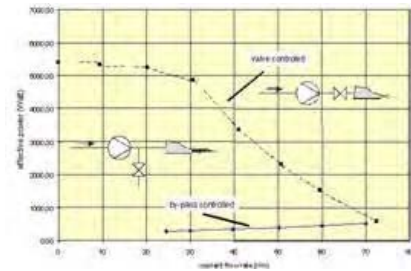
Desde el punto de vista de limpieza del fluido de corte, el nivel de contaminación incurrido en el filtrado por by-pass es mayor que en el de flujo completo. La mayoría de los contaminantes sólidos no son eliminados inmediatamente del fluido de corte, por lo que se necesitan varios ciclos de limpieza.

El uso de un sistema de filtración por by-pass permite que la taladrina esté constantemente fluyendo, por lo que se evita su estancamiento. Una cierta cantidad de taladrina estanca es un caldo de cultivo muy importante de bacterias que degradan el fluido de corte, por lo que una regulación del flujo por by-pass reduce la generación de residuos de taladrina.

IMPLICACIONES ECONÓMICAS

La limpieza de fluidos de corte por sistemas by-pass es más barata desde el punto de vista de inversión. Esto es debido a que los sistemas by-pass utilizan menores caudales de fluido en la filtración por lo que el dimensionamiento de los equipos (bombas, válvulas, tuberías,...) es menor que en el caso de flujo completo.

También incurren en menores costes de utilización debido al menor consumo de energía.



Fuente: Ideko

IMPLICACIONES AMBIENTALES

De forma global, las ventajas ambientales por la utilización de sistemas by-pass durante la fase de uso compensarían los posibles contras en las otras fases.

| FASE | Obtención MMFP y componentes | Producción en fábrica | Distribución | Uso | Final de vida | General |
|---------|------------------------------|-----------------------|--------------|--|---------------|---------|
| PROS | | | | Menor consumo de energía y menor espacio que la filtración por flujo completo. | | |
| CONTRAS | | | | Mayor impacto que en la filtración por flujo completo | | |

EJEMPLO DE APLICACIÓN DE LA MEDIDA

Empresa: ALFA LAVAL

Producto: AlfaPure 2000.

Los fluidos de corte sirven para refrigerar la herramienta y la pieza mientras la maquina está trabajando, por lo que se calientan. Una vez empleados, se vierten en un tanque mezclados con las virutas de corte. Estos fluidos de corte se deben limpiar y enfriar para poder volver a usarlos.

AlfaPure 2000 es un módulo completo fácil de instalar y utilizar. Tiene un alto ratio capacidad- tamaño.

El módulo requiere menos de 1 m² de espacio en planta pudiendo utilizar tanques de hasta 100 m³.

En la mayoría de los casos AlfaPure 2000 se instala en sistemas by-pass y funciona de forma continua.

Fuente: www.alfalaval.com



Alfapure 2000

REFERENCIAS

- www.alfalaval.com
- www.ideko.es



CÓDIGO: TFR-16

TIPO: Específica

ESTRATEGIA: Reducir el impacto ambiental en la fase de utilización
 MEDIDA: Utilizar refrigeración aire-aceite para rodamientos
 APLICABLE A: Torno, fresadora, rectificadora

ESTRATEGIAS DE ECODISEÑO



DESCRIPCIÓN MEDIDA

En los rodamientos de los cabezales la refrigeración es un factor crítico e imprescindible para asegurar el buen funcionamiento del cabezal. La refrigeración del cabezal tiene una doble función: reducir el rozamiento y evacuar la mayor cantidad de calor posible.

El tipo de refrigerante utilizado es variable en función de la velocidad del cabezal. Así, en aplicaciones normales, de baja velocidad en los que el calor generado es bajo, se suele utilizar lubricación permanente con grasa.

En aplicaciones de media y alta velocidad, este sistema no es válido ya que es necesario evacuar rápidamente el calor generado, para evitar el gripaje del rodamiento, por lo que existen dos posibilidades:

1. Utilizar ingentes cantidades de lubricante, o
2. Refrigeración aire-aceite. Es decir, justo lo contrario, emplear pequeñas cantidades de aceite proyectadas por un flujo de aire a baja presión, justo en la zona de contacto.

Estudios realizados, por Tekniker entre otros, han demostrado que está segunda opción es la que mejores resultados proporciona, produciéndose un menor calentamiento de los rodamientos.

IMPLICACIONES TÉCNICAS

La refrigeración aire-aceite implica realizar un diseño expreso que permita la inyección directa de la mezcla aire-aceite en cada uno de los rodamientos. Los caudales medios de inyección son los siguientes:

- Aceite: 150 mm³/h
- Aire: 10 m³/h

IMPLICACIONES ECONÓMICAS

Implica la incorporación de un equipo comercial para la inyección de aire-aceite de unos 700€.

IMPLICACIONES AMBIENTALES

Las ventajas ambientales de utilizar un sistema de refrigeración aire-aceite son las correspondientes a la disminución, en gran medida, del uso de lubricantes para la refrigeración de rodamientos.



EJEMPLO DE APLICACIÓN DE LA MEDIDA

Empresa: TEKNIKER

Producto: Refrigeración aire aceite en electrohusillo de rodamientos de alta velocidad

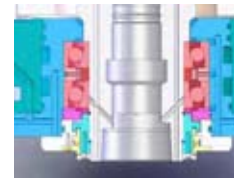
En esta aplicación se refleja el diseño de un cabezal de fresado de alta velocidad. El motor está incorporado en el propio cabezal, con el rotor zunchado en el eje principal. A estos cabezales sin acoplamientos en los que el motor se encuentra integrado suele denominarse coloquialmente "electrohusillos".

Existen numerosas soluciones en función de las especificaciones par-potencia deseadas. Habitualmente, siempre que las velocidades no sean muy elevadas, se utiliza sustentación sobre rodamientos. Los rodamientos son junto al eje principal, los encargados de proporcionar la rigidez suficiente a la herramienta de corte. Fruto del rozamiento de las bolas con las pistas interior y exterior del rodamiento se producen una generación de calor.

Para aumentar la rigidez de los rodamientos, estos suelen precargarse. Esta precarga aumenta el rozamiento y por tanto el calor generado. Se trata de un problema térmico-elástico acoplado. Es decir, si no se consigue disipar el calor se produce una dilatación mayor en las bolas que producen un aumento en la precarga, que conlleva un aumento del rozamiento y del calor generado.

Para disminuir el calor generado se utilizan rodamientos con bolas pequeñas y de cerámica (disminuye la fuerza centrífuga), pero en contrapartida son muy frágiles frente a impactos.

Para mejorar la extracción de calor en esta aplicación se utilizó un sistema comercial de refrigeración aire-aceite. También se diseñó un sistema flotante que permitía absorber las posibles dilataciones axiales remanentes, para evitar posibles gripajes del cabezal.



REFERENCIAS

- www.tekniker.es



CÓDIGO: TFR-17

TIPO: Específica

ESTRATEGIA: Reducir el impacto ambiental en la fase de utilización
 MEDIDA: Sistema para la optimización del caudal de lubrorefrigerantes
 APLICABLE A: Torno, fresadora, rectificadora

ESTRATEGIAS DE ECODISEÑO



DESCRIPCIÓN MEDIDA

En cada fase del ciclo de vida de los fluidos de corte se realiza un consumo de materiales, energía y agua. Además al final del ciclo de vida de la taladrina se gestiona está considerándose como residuo peligroso. Por lo tanto, la reducción del consumo y la mejora de la eficiencia permite una oportunidad de mejora el medioambiente.

En esta medida se muestran dos ejemplos encaminados a optimizar el caudal de lubrorefrigerante:

1. por una parte se trata de optimizar el sistema de refrigeración de una máquina herramienta cuando el cabezal no está trabajando: se utiliza unos temporizadores en ON y en OFF para controlar el cierre de la válvula que da paso al refrigerante hacia la máquina. El equipo dispone de una bomba que suministra el refrigerante desde el tanque hasta las zonas de trabajo a través de tuberías. El cierre de las válvulas se controla mediante unos temporizadores que cambian de estado cuando transcurre el tiempo estimado.
2. la otra medida tal y como se muestra en las imágenes inferiores, es un sistema que permite el posicionamiento automático de la tobera de refrigerante teniendo en cuenta las características dimensionales de cada herramienta de corte. Esto permite un proceso de refrigeración más eficiente, mayor duración de la herramienta y mejora la seguridad ya que el operario no necesita dirigir la tobera de forma manual.



Toberas convencionales
Fuente: www.spidercool.com

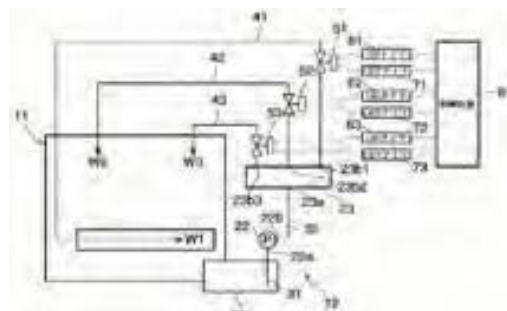


Toberas servocontroladas
Fuente: www.spidercool.com

IMPLICACIONES TÉCNICAS

La imagen muestra un diagrama de flujo del sistema de refrigeración.

- Equipo de suministro del refrigerante 12
- Tanque del refrigerante 21
- Bomba 22
- Cierre de válvula 51, 53
- Temporizador en ON 61, 63
- Temporizador en OFF 71, 73
- Puntos de lavado W1, W3.



Fuente: Patente OKUMA

IMPLICACIONES ECONÓMICAS

La instalación de un sistema de posicionamiento automático de las toberas en un centro de mecanizado encarece la máquina. Este encarecimiento se ve compensado por una mayor duración de la herramienta, un proceso de corte más eficiente y una mayor seguridad en el trabajo debido a que el operario no necesita introducirse en la zona de trabajo para orientar manualmente las toberas.

IMPLICACIONES AMBIENTALES

La optimización del caudal del refrigerante evitará las pérdidas de refrigerante producidas por la desviación del flujo del refrigerante que se produce por las vibraciones de la máquina o los golpes de la viruta sobre el chorro. Las ventajas se traducirán en una mayor eficiencia del proceso de refrigeración y un menor consumo de refrigerante con la consiguiente menor generación de residuos peligrosos.



EJEMPLO DE APLICACIÓN DE LA MEDIDA

Empresa: BEMA MASCHINEN GMBH

Producto: Toberas de refrigeración programables Bema

Problemas de refrigeración:

La mayoría de las máquinas para fresado tienen una o dos boquillas de refrigeración, que se dirigen a la herramienta de trabajo de forma manual. La experiencia demuestra que la manguera de refrigeración dirigida pierde su posición debido a:

- Vibraciones.
- Golpes de la viruta.
- Desviaciones producidas por elementos adyacentes.



Toberas programables para diferentes longitudes y diámetros de herramientas

Además las boquillas tienen que ajustarse manualmente cada vez que se cambia la herramienta. El resultado es que la fresa o taladro no se enfría de forma adecuada lo que también conduce a la eliminación inadecuada de virutas. El sistema permite una refrigeración eficiente de las herramientas de trabajo:

- Taladros cortos o largos.
- Fresas cortas o largas.
- Escariadores.
- ...

Mediante este sistema el chorro de refrigerante se dirige siempre correctamente a la herramienta de trabajo independientemente de la longitud o forma de esta.

Fuente: www.bemagmbh.de

REFERENCIAS

- www.spidercool.com
- www.bemagmbh.de



CÓDIGO: TFR-18

TIPO: Específica

ESTRATEGIA: Reducir el impacto ambiental en la fase de utilización
 MEDIDA: Sistema de detección de fugas en juntas rotativas
 APLICABLE A: Torno, fresadora, rectificadora

ESTRATEGIAS DE ECODISEÑO



DESCRIPCIÓN MEDIDA

Las juntas rotativas son sistemas de conducción de fluidos desde una zona estacionaria a una zona rotativa. Son utilizados en varias Máquinas Herramienta, por ejemplo en fresadoras en las que el fluido de corte se introduce al interior del cabezal mediante este tipo de juntas rotativas. Por lo tanto, estas juntas son sistemas de precisión en los que dos ejes, uno de ellos estacionario y el otro en movimiento de giro se encuentran en contacto mediante unos sellos cerámicos. Estos sellos están por lo tanto expuestos a desgaste, por lo que algunas juntas tienen sistemas que permiten la separación de los ejes en ausencia de líquido. A modo general se puede decir que, independientemente del sistema utilizado, a medida que se van desgastando las juntas, existen fugas de fluido que dependiendo del diseño de la junta se direccionan bien al interior de la máquina o bien hacia el exterior, produciendo en ambos casos efectos adversos.

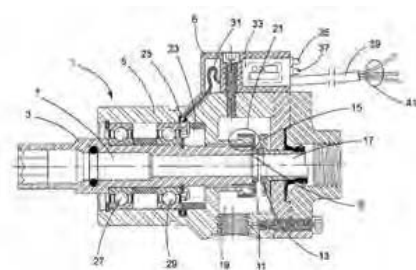
Una forma novedosa de detectar estas fugas lo antes posible, es introducir un sensor de fugas que permite avisar del mal funcionamiento de la junta pudiendo realizar las inspecciones y ajustes necesarios para reparar y mantener la junta. Esto permite evitar fugas de fluido y posibles daños a consecuencia del líquido.

IMPLICACIONES TÉCNICAS

Existen diferentes sistemas de sensorización tales como sensores calorimétricos, sensores colocados en la zona de drenaje o sensores de fugas que hacen uso de equipamiento externo para detectar fugas. Todos estos sistemas están en desarrollo o se aplican en sectores no relacionados tan directamente con la máquina herramienta. La sensorización debe ser muy fiable, de otro modo puede generar "falsas alarmas" en los que se detectan fugas consideradas normales en el funcionamiento de la junta.

En la imagen se muestra el interior de una junta rotativa en la que se muestra el eje rotativo soportado por dos rodamientos y el eje estacionario.

Dichos ejes llevan en su interior el conducto de paso de la taladrina. Existe un sensor (25) que detecta cualquier flujo de líquido antes de que llegue a los rodamientos, dicho sensor está conectado a un modulo de procesamiento de señales (33) y a unos indicadores tipo LED que señalizan el estado de la junta.



Diseño de junta rotativa con detector de fugas.
 Fuente Imagen: Patente US2008/0016950 A1.

IMPLICACIONES ECONÓMICAS

La inclusión de una junta rotativa con detección de fugas encarece el sistema. Aún así es necesario confrontar este coste con respecto a un sistema en el que se tengan en cuenta el coste del ciclo de vida. Todas las implicaciones técnicas derivadas del desarrollo de una sensorización efectiva de las fugas en juntas rotativas recae en el fabricante de dichas juntas. Aún así el sistema debe ser fácilmente integrable en el sistema de control de la máquina herramienta.

IMPLICACIONES AMBIENTALES

De forma global, las ventajas ambientales derivadas del menor volumen de residuos generados por fugas de taladrina en la fase de uso compensarían las contras en otras fases.



EJEMPLO DE APLICACIÓN DE LA MEDIDA

Empresa: DEUBLIN

Producto: SpindleShield™

La tecnología SpindleShield™ de DEUBLIN se utiliza en máquinas herramienta sofisticadas. Esta tecnología detecta problemas de fugas del fluido de corte y permite una parada rápida de máquina.

Las características principales de estas juntas rotativas son la capacidad de detectar fugas excesivas que si no son detectadas, pueden introducir líquido en los cabezales y eventualmente contaminar y dañar los rodamientos.



Junta rotativa SpindleShield

Este sistema es el primer sistema de este tipo para centros de mecanizado CNC. La combinación del diagnóstico remoto y la detección de fugas reduce el mantenimiento preventivo y reparaciones costosas de cabezal.

Fuente: www.deublin.com

REFERENCIAS

- Patente US2008/0016950 A1. Leak detecting system for rotating union.



CÓDIGO: TFR-19

TIPO: Específica

ESTRATEGIA: Reducir el impacto ambiental en la fase de utilización
 MEDIDA: Instalar sistemas de recogida para fugas de refrigerante
 APLICABLE A: Torno, fresadora, rectificadora

ESTRATEGIAS DE ECODISEÑO



DESCRIPCIÓN MEDIDA

En máquinas de mecanizado en las que utilizan grandes volúmenes de refrigerante a presión, para el proceso de corte (por ejemplo en el rectificado con CBN), no es siempre fácil conseguir que las máquinas sean totalmente estancas. Además, siempre que el sistema de carga y descarga de piezas no sea automático, en el momento de apertura de puertas, se producen emisiones de fluidos al exterior.

Además de la pérdida de refrigerante, que es necesario reponer, se pueden producir accidentes laborales debido al estado deslizante en el que queda el suelo del taller.

Una medida habitual es diseñar una bandeja, sobre la que se sitúa la máquina, en la que se recoge la mayor parte del refrigerante perdido.

En aquellos casos en que las pérdidas sean importantes, se puede plantear la reutilización del mismo.

IMPLICACIONES TÉCNICAS

Las implicaciones técnicas de la instalación de sistemas de recogida de fugas de refrigerante son mínimas. Es suficiente con construir una bandeja estanca y colocarla debajo de la máquina-herramienta, por lo que la decisión de la instalación de este tipo de sistemas de contención debe abordarse desde la concepción de la máquina ya que su instalación debe realizarse al mismo tiempo en que se instala la máquina en casa del cliente.

Es importante destacar el carácter preventivo de la medida y, por tanto, la dificultad que existe para medir la reducción del impacto ambiental asociado a la misma, que no se podrá cuantificar en los indicadores ambientales definidos para las máquinas-herramienta al no poder cuantificarse el volumen de fugas de refrigerante que puede evitarse a lo largo del ciclo de vida útil de la máquina-herramienta.

IMPLICACIONES ECONÓMICAS

Depende del tamaño de la máquina, pero el coste es muy reducido frente al valor de la máquina. La adopción de medidas preventivas por parte de los fabricantes de máquinas-herramienta debe argumentarse con la reducción del riesgo ambiental y, por tanto, con una menor responsabilidad ambiental por parte del usuario.

El sobrecoste de la instalación de bandejas de contención se verá amortizado con la reducción del consumo de refrigerante al poder ser reutilizado, la reducción de costes en la gestión del residuo peligroso generado y la reducción de costes en los tiempos de recogida y limpieza de los refrigerantes alrededor de la máquina. Además, debe tenerse en consideración la reducción de los riesgos de accidente laboral motivados por posibles caídas del personal.

IMPLICACIONES AMBIENTALES

Los beneficios ambientales asociados a la instalación de sistemas de recogida para la fuga de refrigerantes se generan al eliminar las fugas de refrigerante alrededor de la máquina-herramienta lo que conlleva una reducción en el consumo de refrigerante (se reutiliza el que se recoge en los sistemas de recogida), la reducción del consumo de materiales absorbentes para recoger las fugas de refrigerante y la reducción del volumen de residuos peligrosos a gestionar.



EJEMPLO DE APLICACIÓN DE LA MEDIDA

Empresa: TEKNIKER

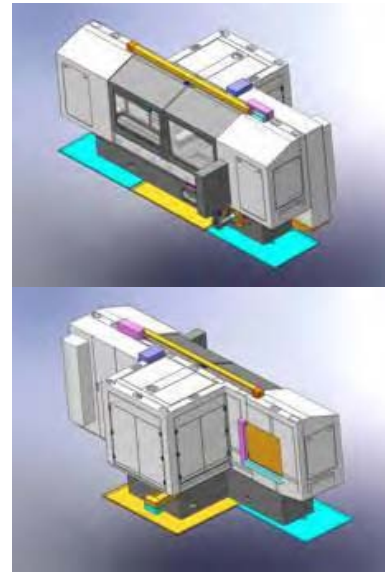
Producto: Rectificadora de roscas

Se trata de una rectificadora de husillos a bolas, con muela de CBN, de muy alta productividad. El rectificado se realiza partiendo de pieza maciza.

Para conseguir grandes pasadas, sin producir quemaduras superficiales en la pieza, es necesario disponer de un sistema de refrigeración dimensionado adecuadamente (30 bares y 100 l/min de caudal). Además es necesario limpiar, con chorro de aceite a presión, la muela, de forma continua. Finalmente es necesario refrigerar también el proceso de diamantado, realizado con moleta de forma o disco de diamante.

Como fácilmente se puede apreciar el volumen de aceite que se utiliza es muy elevado así como la presión utilizada. El aceite de corte empleado, sale despedido en todas las direcciones con gran violencia, siendo muy complicado conseguir una estanqueidad total.

Además en este tipo de máquina, normalmente, la carga y descarga se realiza de forma manual, ya que las series no suelen ser lo suficientemente largas, como para justificar la incorporación de un cargador automático.



Rectificadora de roscas, con bandeja inferior para la recogida de las fugas de aceite

Con todas estas premisas, resulta imprescindible prestar especial cuidado en el diseño del carenado y se justifica claramente el incorporar en el diseño de la máquina una bandeja, que se sitúa en su parte inferior y donde se recoge las fugas de aceite producidas. La recogida del aceite de la bandeja se realiza manualmente.

En este tipo de trabajo difícilmente se puede disminuir el impacto ambiental producido por la utilización de altísimos volúmenes de aceite, por este motivo se ha recurrido a la utilización de aceites biodegradables.

REFERENCIAS

- www.tekniker.es



CÓDIGO: TFR-20

TIPO: Específica

ESTRATEGIA: Reducir el impacto ambiental en la fase de utilización
MEDIDA: Sustituir fluidos de corte base mineral por fluidos de corte ecológicos
APLICABLE A: Torno, fresadora, rectificadora

ESTRATEGIAS DE ECODISEÑO



DESCRIPCIÓN MEDIDA

Los fluidos de corte también denominados lubricantes y refrigerantes se utilizan para:

- Reducir la energía necesaria para vencer las fuerzas de cizallamiento y rozamiento y mejora del acabado superficial al facilitar el deslizamiento entre el filo de la herramienta y la superficie de la pieza fricción y el desgaste mejorando la duración de la herramienta
- Enfriar la zona de corte reduciendo así la temperatura y la distorsión térmica de la pieza
- Lavar y retirar la viruta
- Proteger las superficies mecanizadas de la corrosión

Los fluidos de corte constituyen dentro de las plantas de fabricación un producto de carácter tóxico que se utiliza en grandes cantidades y que es agresivo con el usuario y con el medioambiente. Los problemas de ambientales y de salud generados por los fluidos de corte han centrado su atención en lograr reducir su impacto sobre la salud de los usuarios y sobre el medio ambiente

La reducción del impacto de este tipo de producto pasa por reducir su cantidad, incluso eliminándolos o por utilizar formulaciones de base vegetal o sintética de carácter ecológico: no tóxico y biodegradable. La introducción de estos productos en fabricación puede chocar con la reticencia de los usuarios dado que para ciertas aplicaciones los fluidos ecológicos están considerados como inferiores en cuanto a prestaciones. No es el caso de los fluidos de corte donde ya están demostradas sus prestaciones y existen casos concretos de utilización, principalmente en países con legislaciones estrictas en cuanto a productos ecológicos

Los fluidos de corte biodegradables introducen en sus formulaciones aceites vegetales, poliglicol éteres y ésteres sintéticos.

La selección de los fluidos de corte más adecuados debe tener en consideración la propia máquina herramienta, los materiales de las piezas a mecanizar, el personal y el medio ambiente. La medida pasa por seleccionar para los diferentes procesos las formulaciones comerciales más adecuadas y tener un control más cuidadoso del fluido lo que en cualquier caso asegura sus prestaciones.

IMPPLICACIONES TÉCNICAS

Las implicaciones técnicas están relacionadas con la selección adecuada del fluido para cada uno de los procesos, el estudio de las posibles incompatibilidades con algunos de los otros componentes de las máquinas y por último establecer el modo de controlar en uso o almacenado dicho fluido. En lo que respecta al proceso en sí, no se observan variaciones técnicas concretas una vez evaluada la idoneidad del fluido.

IMPPLICACIONES ECONÓMICAS

El precio del fluido de corte ecológico es ligeramente más elevado que el convencional, pero la reducción de coste a fin de vida es considerable por lo que las implicaciones económicas son positivas.



IMPLICACIONES AMBIENTALES

De forma global, las ventajas ambientales por la utilización de fluidos de corte ecológicos compensarían las contras de otras fases



EJEMPLO DE APLICACIÓN DE LA MEDIDA

Proyecto europeo IBIO LAB

Participantes: INTERG, AGRAGEX, DOIMAK, TEKNIKER

Producto: Desarrollo y utilización de nuevos aceites vegetales para su utilización industrial, entre otros, como fluidos de corte para máquinas herramienta.

Los objetivos del proyecto IBIO LAB son los siguientes:

- Mejorar las características de los biolubricantes desarrollando nuevos procesos
- Disminuir el precio de los bio-lubricantes
- Conseguir el "Ecolabel" en cada aplicación (grasa, aceite, Aceite de corte y emulsiones)



Se ha partido del girasol para la realización de las diferentes emulsiones.

REFERENCIAS

- Libro blanco para la minimización de residuos y emisiones. Mecanizado de Metal: IHOBES.A
- www.tekniker.es



CÓDIGO: TFR-21

TIPO: Específica

ESTRATEGIA: Reducir el impacto ambiental en la fase de utilización
MEDIDA: Facilitar la evacuación de los fluidos lubricantes y lodos por gravedad
APLICABLE A: Torno, fresadora, rectificadora

ESTRATEGIAS DE ECODISEÑO



DESCRIPCIÓN MEDIDA

Los fluidos de corte son muy importantes en el proceso de mecanizado porque producir mejor y más rápido no hubiera sido posible sin el empleo de los fluidos de corte que han permitido optimizar los procesos de mecanizado mejorando las condiciones físicas y químicas de las operaciones.

Para las máquinas de rectificado, por ejemplo, los fluidos de corte son muy importantes para conseguir rectificadas sin quemaduras en la pieza ni daños en la muela. Son tanto más necesarios cuanto más exigentes sean las condiciones de corte. En rectificados se suelen utilizar como fluido de corte o bien taladrina o bien aceite, según las aplicaciones.

Además de la función de refrigeración, el fluido de corte tiene la misión de arrastrar el material excedente (virutas o partículas de rectificadas) que tiene a acumularse en las inmediaciones del área de corte, dificultando el correcto mecanizado de la pieza y la disipación natural del calor.

Tras la operación de mecanizado el fluido de corte con las virutas o lodos de rectificadas debe ser sometido a un tratamiento de filtración para eliminar los contaminantes que arrastra y ser adecuado para su reutilización en el proceso de mecanización.

Lo ideal es que todo el lubricante, junto a las virutas o los lodos producidos se recojan por gravedad, evitando que se queden depositados por toda la superficie de la máquina y en lugares poco accesibles y requieran de una limpieza manual costosa. E incluso que se depositen en zonas que puedan dañar la propia máquina (guiados, mesas,...)

IMPLICACIONES TÉCNICAS

Para poder mejorar la evacuación por gravedad, conviene que exista un buen desnivel entre el punto más alto de la superficie superior de la bancada y el punto de salida del lubricante hacia el depósito de sucio. Esta diferencia de cotas, implica tener un depósito más bajo (y por tanto de mayor superficie para tener la misma capacidad) o elevar la altura de la bancada.

Con este fin se diseña la parte superior de la bancada en rampa que vaya desde la cota más alta a la más baja.

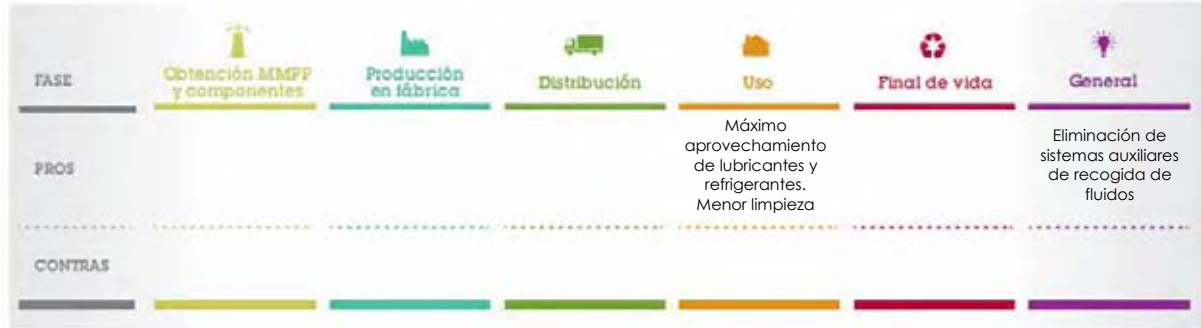
La inclinación se suele definir en dos planos, tanto a lo largo como a lo ancho de la bancada.

IMPLICACIONES ECONÓMICAS

Permite la evacuación del lubricante y lodos por gravedad, sin necesidad de ningún sistema auxiliar, ni manual. Manteniéndose la máquina en todo momento operativa, sin tiempos muertos para la limpieza y evacuación de residuos.

IMPLICACIONES AMBIENTALES

La ventaja principal de esta medida es el aprovechamiento máximo del lubricante, mejor tratamiento de los residuos y menores operaciones de limpieza de la máquina



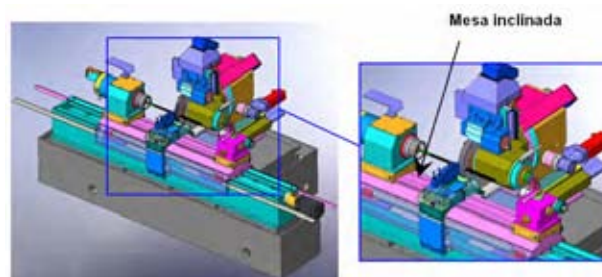
EJEMPLO DE APLICACIÓN DE LA MEDIDA

Empresa: DOIMAK

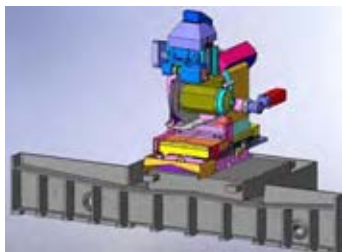
Maquina: Rectificadora de roscas de alta productividad

Se trata de una rectificadora de alta productividad, en la que el volumen de viruta generado es muy alto y los caudales de lubricante son asimismo muy elevados (100 l/min). Para optimizar la evacuación total del lubricante y los lodos producidos en el rectificado, se han adoptado tres medidas complementarias:

1. Se ha proporcionado una inclinación a la mesa (figura 1) con el fin de evitar que el fluido de corte sucio, se deposite en su superficie, pudiendo provocar daños superficiales, cuando se mueva el contrapunto para adaptarse a piezas de diferentes tamaños.
2. Se ha fabricado la superficie superior de la bancada con inclinación, tanto longitudinalmente como transversalmente (Imagen 2), para propiciar la evacuación del fluido.
3. Se han habilitado otros flujos de lubricante en la propia bancada, que mejoran la limpieza de la misma y la estabilizan térmicamente.



Rectificadora con mesa inclinada
Fuente: TEKNIKER



Sección de la maquina. Bancada inclinada.
Fuente: TEKNIKER



Sección de la maquina. Bancada inclinada.
Fuente:TEKNIKER

REFERENCIAS

- www.tekniker.es
- www.doimak.es



CÓDIGO: TFR-22

TIPO: Específica

ESTRATEGIA: Reducir el impacto ambiental en la fase de utilización
 MEDIDA: Seleccionar el equipamiento de filtrado con el grado de filtrado correcto
 APLICABLE A: Torno, fresadora, rectificadora

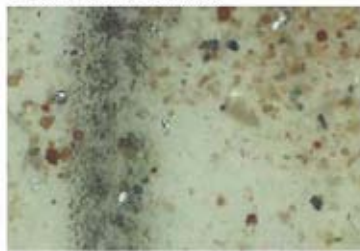
ESTRATEGIAS DE ECODISEÑO



DESCRIPCIÓN MEDIDA

La limpieza adecuada de los fluidos de las máquinas herramienta permite maximizar la fiabilidad de los equipos, minimizar los costes de reparación, prolongar la vida útil de los fluidos, cumplir con los requisitos de garantía y minimizar las paradas de producción. Una forma de establecer los grados de limpieza de fluidos es utilizar los códigos de limpieza de fluidos ISO recomendados para sistemas hidráulicos y de lubricación.

Photo 1: ISO code 24/22/19



Grado de suciedad elevado en un fluido.
 Fuente Imagen: www.hyprofiltration.com

Photo 2: ISO code 16/14/11



Grado de suciedad reducido de un fluido
 Fuente Imagen: www.hyprofiltration.com

IMPLICACIONES TÉCNICAS

Las partículas sólidas se multiplican continuamente. Especialmente las partículas más pequeñas, son las más peligrosas y tienen la habilidad de pasar por los sistemas de filtración de la máquina causando daños muy graves. Las bombas y servo-válvulas están calibradas para permitir el paso del fluido de 1-10 µm y como resultado de esto, son altamente sensibles a partículas sólidas. Los fabricantes de este tipo de elementos, estipulan que el aceite debe estar purificado a un nivel mayor de NAS 6 o ISO 15/12, para evitar problemas y alargar la vida de estos componentes. Como ejemplo por una bomba con un caudal de 200 l/min. y aceite contaminado a (NAS 12 ó ISO 21/18), circulan más de 3.000 kg. de partículas sólidas por año. Por la misma bomba con aceite limpio a (NAS 4 ó ISO 13/10) fluirían tan solo 6 kg.

Fuente: La contaminación en aceites hidráulicos - 01/12/2004 <http://www.interempresas.net>

IMPLICACIONES ECONÓMICAS

En la estimación de costes para la selección del grado de limpieza adecuado se consideran:

- coste de adquisición del equipo
- costes de instalación y puesta en marcha incluyendo acondicionamiento del fluido o tratamientos previos requeridos
- costes de operación: mano de obra, electricidad, consumo de fluidos auxiliares
- coste de mantenimiento: mano de obra de sustitución de medios filtrantes consumibles, piezas de recambio, tiempos de parada
- vida del equipo
- coste del medio filtrante consumible

Habitualmente, las características del fluido a tratar tales como caudal y presión, contenido de sólidos y naturaleza, en especial granulométrica, propiedades químicas y temperatura son determinantes en la selección de un filtro.

IMPLICACIONES AMBIENTALES

De forma global, las ventajas ambientales derivadas de la optimización del grado de filtrado de la taladrina compensarían las contras en las otras fases.



EJEMPLO DE APLICACIÓN DE LA MEDIDA

EMPRESA: KENFILT NOVOTECNIC

Producto: FIDE 10 E2

Datos técnicos:

Líquido refrigerante: Solución semisintética.
Caudal: 4.500 litros /minuto.
Material mecanizado: Acero templado.
Tipos de mecanizado: Rectificación de ranuras.
Muelas: Corindón.
Número de máquinas: 12.

Problema a resolver:

- Mejorar el rendimiento de las muelas de corindón.
- Prolongar la vida del líquido refrigerante.
- Mejorar la calidad del rectificado.

Solución adoptada:

Instalación de una Central de Filtración a Banda de papel con depresión neumática con una calidad nominal de 20-30 micras ISO 4406 Código 20/17.

Resultados obtenidos:

- Mejora del rendimiento de las muelas.
- Reducción de los costes de mantenimiento de las máquinas.
- Mejora de la calidad final del producto.

Fuente: www.novotecnic.com



Centrales de filtración. Fuente Kenfilt Novotecnic

REFERENCIAS

- VDI 3397/2: 2005 "Maintenance of metalworking fluids Measures for maintaining quality, and for reducing solid and liquid waste".



CÓDIGO: TFR-23

TIPO: Específica

ESTRATEGIA: Reducir el impacto ambiental en la fase de utilización
 MEDIDA: Instalar sistemas de filtrado permanentes
 APLICABLE A: Torno, fresadora, rectificadora

ESTRATEGIAS DE ECODISEÑO



DESCRIPCIÓN MEDIDA

El fluido contaminado fluye a través del medio filtrante cuya permeabilidad determina el grado inicial de limpieza. Los posibles medios filtrantes son tejidos o no tejidos (Nonwovens) y bandas continuas de alambre o plástico.

La contaminación acumulada en el filtro forma una torta que hace la función de filtrado, esto significa que el grado medio de filtrado es bastante mejor que el tamaño del gramaje del medio filtrante utilizado.

Dependiendo de la presión aplicada sobre el medio filtrante se realiza la distinción entre filtros de gravedad, vacío o presión.



Filtro por gravedad (Filtro desechable).
Fuente Foto: www.cosema.net



Filtro de vacío (filtro permanente)
Fuente Foto: www.cosema.net

IMPLICACIONES TÉCNICAS

Los filtros para limpieza de líquido refrigerante comúnmente se han realizado mediante el principio de filtración por gravedad. Mediante un elemento filtrante con una capacidad de filtrado determinada, el líquido a limpiar se hace pasar por el sistema de filtrado, el cual separa las partículas generadas en el proceso de rectificado. Cuando el filtro se bloquea por la acumulación de lodos, el líquido acumulado acciona un sensor de nivel que activa la renovación de la superficie filtrante. El filtro contaminado se recoge en un depósito para ser gestionado como residuo peligroso.

En el caso de los filtros de vacío, los fluidos de corte se hacen pasar por la cara contaminada del filtro mientras una presión negativa se mantiene en la superficie limpia del filtro. Gracias a la diferencia de presión, el volumen de caudal es de tres o siete veces que el que se alcanza con los filtros de gravedad. Sin embargo, el vacío debe ser uniforme para asegurar que se mantenga la torta de filtrado suficiente. Existen varios diseños disponibles. La característica principal de estos filtros es que a medida que se bloquean por acumulación existe un circuito de limpieza del medio filtrante por lo que este no se convierte en residuo.

Existe además un tercer tipo de filtro que hace impulsar mediante una presión determinada el líquido a limpiar por el medio filtrante.

IMPLICACIONES ECONÓMICAS

La selección de un adecuado sistema de limpieza del fluido de corte depende del grado de limpieza necesaria en el fluido y del tipo de fluido de corte utilizado. Estos son algunos de los criterios a tener en cuenta:

- Forma, tamaño y densidad de la viruta.
- Caudal.
- Cantidad de viruta arrancada por unidad de tiempo.
- Propiedades del fluido de corte.
- Coste global del sistema incluyendo la inversión necesaria, el mantenimiento y el consumo de filtros.

De forma global se puede decir que el coste de adquisición de un filtro por gravedad es menor que el de un filtro de vacío, los costes de mantenimiento de ambos sistemas son equivalentes y el coste por consumo de filtros es mayor en el caso del filtro por gravedad. A estos costes habría que añadir los mayores costes por gestión de residuos en los que incurre el filtro por gravedad.

IMPLICACIONES AMBIENTALES

De forma global, las ventajas ambientales por una menor generación de residuos peligrosos durante la fase de uso compensarían los posibles contras en las otras fases.



EJEMPLO DE APLICACIÓN DE LA MEDIDA

EMPRESA: KNOLL

Producto: Filtro rotativo de vacío tipo VRF

Áreas de aplicación:

Limpieza de líquidos refrigerantes, emulsiones y aceites de corte sin generar residuos de filtros. Instalación en máquinas herramienta individuales, grupos de máquina o plantas.

Funcionalidad:

Una bomba de vacío se coloca en la cámara interna del tambor de filtrado. Las partículas de contaminación se acumulan en la superficie externa del tambor. Debido a la resistencia por acumulación de partículas el vacío aumenta y cuando se alcanza un valor de vacío determinado y ajustable se produce la limpieza del filtro.



Filtro rotativo de vacío tipo VRF.
Fuente: www.knoll-mb.com

REFERENCIAS

- "Ten ways to reduce machine coolant costs" Department of Commerce and Natural Resources, State of Michigan.
- VDI 3397/2: 2005 "Maintenance of metalworking fluids Measures for maintaining quality, and for reducing solid and liquid waste".
- www.knoll-mb.com



CÓDIGO: TFR-24

TIPO: Específica

ESTRATEGIA: Reducir el impacto ambiental en la fase de utilización
 MEDIDA: Evitar utilizar filtros de papel
 APLICABLE A: Torno, fresadora, rectificadora

ESTRATEGIAS DE ECODISEÑO



DESCRIPCIÓN MEDIDA

Los fluidos de corte tienen dos funciones fundamentales:

1. Lubricación para reducir la energía necesaria para vencer las fuerzas de cizallamiento y rozamiento y mejora del acabado superficial al facilitar el deslizamiento entre el filo de la herramienta y la superficie de la pieza
2. Refrigeración al mitigar el desequilibrio térmico del sistema generado durante el proceso por el rozamiento entre pieza y herramienta

Los fluidos de corte actúan en circuito cerrado por lo que los elementos extraños que va arrastrando deben ser eliminados puesto que no sólo limitan la calidad y prestaciones del líquido de corte, sino que además aceleran su degradación; para ello, se utilizan elementos filtrantes que retiran los elementos metálicos como lodos y virutas, el polvo y partículas de ambiente del taller y posibles restos de basuras como papel, plásticos, etc que puedan caer al circuito del líquido de corte.

Existen diferentes tipos de limpieza para los fluidos de corte:

- **Tanques de decantación:** Se trata de empleo de tanques formados por secciones diferenciadas y separadas por medio de unas pantallas. La separación de los contaminantes se realiza por gravedad y deben disponer de un fondo diseñado para facilitar la extracción de los lodos
- **Tanques de flotación:** En estos tanques se producen burbujas de forma mecánica o introduciendo aire comprimido y estas burbujas se pegan en las paredes y arrastran los contaminantes hacia la superficie. En la superficie existe un barredor que retira las partículas de suciedad
- **Hidro-ciclones:** aplican una aceleración a los fluidos de corte y en un depósito cónico, las partículas más pesadas son forzadas contra la pared, los contaminantes salen por el fondo y el flujo limpio sale por la parte superior.
- **Centrifugadoras:** El sistema es parecido al de los Hidro-ciclones pero en este caso se emplean aceleraciones más elevadas.
- **Separadores magnéticos:** Empleo de un tambor magnético que atrae a las partículas metálicas inmersas en el fluido de corte.
- **Técnicas de filtración:** Consisten en hacer pasar el fluido de corte a través de materiales filtrantes bien por gravedad como es el caso de los filtros de celulosa bien por presión.
- **Técnicas de ultrafiltración:** Se trata de una técnica de filtración en la cual el diámetro de los poros de la membrana-filtro es muy pequeño de manera que permite separar las macromoléculas.
- **Técnicas de microfiltración:** Se basa en el mismo principio de la ultrafiltración pero realiza una filtración menos fina.

Uno de los elementos filtrantes más utilizados es el filtro de celulosa a través del cual se hace pasar el líquido de corte por gravedad. Cuando el filtro de celulosa se colmata debe ser sustituido por uno limpio y el filtro sucio debe ser gestionado como residuo peligroso. El incremento de sensibilidad ambiental y los elevados costes de la gestión de los residuos peligrosos están llevando a los fabricantes de Máquinas herramienta a buscar soluciones alternativas a los filtros desechables de celulosa

IMPLICACIONES TÉCNICAS

El procedimiento de filtrado consiste en hacer pasar el fluido de corte usado y contaminado con partículas a través de materiales filtrantes. La fuerza que provoca la filtración puede ser la gravedad o mediante la aplicación de una presión. En el mercado existen diferentes tipos de filtros y lo que hace decantarse por uno u otro es el tamaño de partícula que se desea eliminar.

Las ventajas que presenta la filtración son las siguientes:

- -Reutilización de los fluidos de corte
- -Aumento de la vida útil de los fluidos

La utilización de filtros de celulosa implica la generación de un residuo peligroso que debe ser gestionado a través de gestor autorizado por lo que conviene utilizar sistemas de filtración alternativos que no utilicen filtros desechables

IMPLICACIONES ECONÓMICAS

Los sistemas de decantación sólo requieren tiempo de reposo y ninguna inversión extra. Los filtros y tamices varían entre los 2.100-2.700 €, las centrífugas oscilan entre los 3.000-12.000€ igual que los separadores magnéticos.

IMPLICACIONES AMBIENTALES

De forma global, las ventajas ambientales por una menor generación de residuos peligrosos durante la fase de uso compensarían los posibles contras en las otras fases.



EJEMPLO DE APLICACIÓN DE LA MEDIDA

Empresa: DOIMAK

Máquina: Rectificadora

Para algunas rectificadoras de Doimak se emplea un filtro rotativo a la hora de filtrar el fluido de corte (aceite o taladrina). Los filtros rotativos son muy empleados debido a que trabajan en continuo y a su bajo coste de operación motivado por su funcionamiento automático. Se emplea para materiales de filtración poco complicados. Posee una gran capacidad en relación a su tamaño.

La clara ventaja de emplear este tipo de filtros es que no generan residuos, ya que no se emplean filtros desechables. El proceso de filtrado de los fluidos de corte mediante filtros rotativos se basa en lo siguiente: el fluido es acelerado e introducido a gran velocidad en un depósito cónico, donde las partículas más pesadas son forzadas contra la pared, por lo que los contaminantes salen por el fondo, mientras que el fluido limpio sale por la parte superior. Por lo general es efectivo para fluidos de baja viscosidad.

Para el caso de las rectificadoras es de uso habitual a la vez que con los filtros magnéticos y los de papel, ya que la viruta del rectificado es muy fina y al mezclarse con el fluido de corte se crea un lodo que es muy difícil de filtrar empleando mallas de filtrado

REFERENCIAS

- http://sie.fer.es/esp/asesorias/medioambiente/Manuales_Documentacion/dir_1046.htm
- Libro blanco para la minimización de residuos y emisiones. Mecanizado de Metal: IHOBE.S.A



CÓDIGO: TFR-25

TIPO: Específica

ESTRATEGIA: Reducir el impacto ambiental en la fase de utilización
 MEDIDA: Instalar sistemas centrífugos para recuperar aceites contaminantes
 APLICABLE A: Torno, fresadora, rectificadora

ESTRATEGIAS DE ECODISEÑO



DESCRIPCIÓN MEDIDA

Los sistemas centrífugos se usan para separar los líquidos no miscibles y las partículas metálicas o no metálicas del fluido de corte. Existen cuatro diseños comunes de separadores centrífugos:

- Separadores de cámara
- Separadores de disco.
- Separadores de aceite en cámara de anillo.
- Hidroclones (solo para partículas sólidas).

Los aceites del sistema de lubricación de guías y los aceites de sistemas hidráulicos si se mezclan con la taladrina pueden hacer cambiar las propiedades de la taladrina de una forma considerable. Esto puede dar lugar a una reducción considerable en la vida de la taladrina y a un mayor mantenimiento de esta. Además existen centrifugadoras de alta velocidad que eliminan bacterias que pueden degradar y generar espumas en la taladrina.



Sanborn Technologies T14-3 Portable Turbo Separator
 Photo courtesy of Sanborn Technologies, Medway, MA

Fuente: www.sanborntechnologies.com

IMPLICACIONES TÉCNICAS

Para separar contaminantes líquidos del fluido de corte es esencial conocer el grado en el que los contaminantes se mezclan con el fluido. Como regla general, los contaminantes disueltos desde el punto de vista químico no pueden ser separados mecánicamente del fluido de corte. Por ejemplo, la separación de aceites hidráulicos de aceites de corte puros.

La selección del sistema de limpieza del fluido de corte se determina a través de la compatibilidad de los líquidos, por ejemplo, aceites contaminantes (tramp oils) en fluidos de corte emulsionados. Las centrifugadoras tienen poca capacidad de retención de sólidos. En el mercado, existen modelos tanto para limpieza manual como para desenlodado automático. Las centrifugadoras de limpieza manual se usan normalmente fuera de la línea de producción, o en sistemas de reciclado "por lotes". Requieren un buen prefiltrado de sólidos si se quiere evitar un limpiado frecuente. Las centrifugadoras de desenlodado automático se usan normalmente en sistemas de reciclaje que operan dentro de la línea productiva. Las centrifugadoras de alta velocidad eliminan entre el 50 % y el 80 % de las bacterias presentes en el refrigerante. Algunos sistemas de centrifugado incluyen calentadores de línea o "pasteurizadores" en los sistemas para eliminación térmica de las bacterias.

IMPLICACIONES ECONÓMICAS

En principio, la inclusión de sistemas de recuperación del aceite de la taladrina usada, da lugar a un encarecimiento de la instalación y a un posible aumento del espacio necesario. Esto, debe ser evaluado con la mejora en la gestión de los residuos a lo largo del ciclo de vida de dicha instalación y con la reducción de costes en el mantenimiento del fluido de corte.

IMPLICACIONES AMBIENTALES

De forma global, las ventajas ambientales derivadas de una menor generación de residuos peligrosos durante la fase de uso compensarían el impacto ambiental generado por el consumo de energía del centrifugado.



EJEMPLO DE APLICACIÓN DE LA MEDIDA

Empresa: PIERALISI

Máquina: Separador centrífugo vertical

Estos separadores centrífugos funcionan con el principio básico de separación por sedimentación. Este proceso permite la separación de tres diferentes sustancias inmiscibles. La sedimentación se basa en la exposición de una emulsión a la fuerza gravitatoria, bien mediante la propia fuerza de gravedad de la tierra o bien mediante una centrifugación.

Aplicando una fuerza g , las gotas o partículas adquieren una velocidad y son separadas del fluido de corte.

Los separadores centrífugos se utilizan en diferentes sectores incluyendo la separación de lubricantes de la máquina herramienta.

Fuente: www.pieralisi.com



Separador centrífugo vertical

REFERENCIAS

- "Ten ways to reduce machine coolant costs" Department of Commerce and Natural Resources, State of Michigan.
- VDI 3397/2: 2005 "Maintenance of metalworking fluids Measures for maintaining quality, and for reducing solid and liquid waste".



CÓDIGO: TFR-26

TIPO: Específica

ESTRATEGIA: Reducir el impacto ambiental en la fase de utilización
 MEDIDA: Fabricar el carenado estanco
 APLICABLE A: Torno, fresadora, rectificadora

ESTRATEGIAS DE ECODISEÑO



DESCRIPCIÓN MEDIDA

La normativa de seguridad y salud laboral impone restricciones en el nivel de ruido permisible en una planta industrial. La reducción del ruido generado por una máquina herramienta es una actividad que se tiene en cuenta en la fase de diseño pero en muchos casos es difícil de conseguir. El principio técnico de esta medida se refiere a un elemento para reducir y atenuar el ruido que se genera desde una máquina. Este elemento es un carenado estanco que cubre por completo la máquina. El carenado está recubierto de un material adecuado que forma una barrera para el sonido.

Además, un carenado estanco, puede ahorrar fluido de corte si se reutiliza, o permitir el almacenaje para reciclaje si se encuentra en su fin de vida. Los derrames del fluido de corte son un desperdicio y un riesgo para el operador de la máquina. Cuando se utiliza la técnica MQL, la extremadamente baja cantidad de fluido de corte utilizado implica una dispersión de gotas que se convierten fácilmente en neblina, la cual es tóxica para la piel y los pulmones.

Un carenado estanco también aumenta la seguridad global del lugar de trabajo, evitando riesgos potenciales para los trabajadores debido al proceso de mecanizado.

IMPLICACIONES TÉCNICAS

Una superficie absorbente del ruido puede reducir hasta en 5 dBA los niveles de ruido. La efectividad de los carenados estancos depende de la frecuencia del sonido y de la forma, tamaño y disposición del material aislante.

Se pueden utilizar paneles tipo sandwich con lana de roca o materiales equivalentes y paneles simples que también realizan una función aislante.



Panel tipo sandwich
Fuente: www.irudex.com

IMPLICACIONES ECONÓMICAS

La instalación de la máquina requiere el desmontaje y posterior montaje en casa del cliente del carenado completo, incluyendo paneles, cierres y estructura. Esto da lugar a un mayor tiempo y coste de instalación. Además el carenado estanco ocupa un espacio considerable en la máquina. El acceso al interior se limita por lo que algunas máquinas utilizan cámaras de televisión internas que permiten que el personal pueda realizar el control y seguimiento de lo que está ocurriendo en el interior de la máquina.

IMPLICACIONES AMBIENTALES

De forma global, las ventajas ambientales derivadas de la reducción del nivel sonoro durante la fase de uso compensarían las contras en las otras fases.



EJEMPLO DE APLICACIÓN DE LA MEDIDA

Empresa: DANOBAT

Máquina: Rectificadora de puntas de alabe DANTIP

DANTIP constituye una completa gama de rectificadoras de alta velocidad de puntas de álabe de rotores de aviación y turbinas de gas para generación de energía y de centros de rectificado para el mecanizado, rebabado y medición completos del estator.

Durante el servicio operacional, los álabes y paletas del rotor y estátor están sujetos al desgaste y por ello es práctica habitual realizar un mantenimiento riguroso de los compresores y turbinas donde van montados dichos álabes.

Esta máquina cuenta con un carenado acústico 79dBa, un sistema de aire acondicionado 20°C ±1°C y cámara TV para el control operacional.

Fuente: www.danobat.com



Rectificadora de puntas de alabe DANTIP

REFERENCIAS

- UNE 15300-5:2002 Máquinas-herramienta- Código de verificación de máquinas-herramienta. Parte 5: Determinación de la emisión de ruido.



CÓDIGO: TFR-27

TIPO: Específica

ESTRATEGIA:

Optimizar la función

MEDIDA:

Adosar el armario eléctrico al carenado de la máquina

APLICABLE A:

Torno, fresadora, rectificadora

ESTRATEGIAS DE ECODISEÑO



DESCRIPCIÓN MEDIDA

Todas las máquinas herramienta tienen multitud de equipos eléctrico- electrónicos (reguladores,...) que se integran en un armario, refrigerado desde donde se hacen todas las conexiones. Habitualmente este armario eléctrico se encuentra físicamente separado de la propia máquina para evitar que el calor que genera afecte a la máquina. Esta disposición obliga a instalar un cableado entre el armario y la propia máquina.

Toda máquina-herramienta debe ser probada previamente a su distribución por lo que debe ser desmontada-distribuida y montada en casa del cliente. La disposición independiente del armario eléctrico obliga a tener que realizar un descableado entre la máquina y el armario, para poder efectuar el transporte y un recableado en el destino. La medida propuesta contempla adosar el armario eléctrico al carenado de la máquina-herramienta para reducir el espacio en planta ocupado por la máquina y sus periféricos, reducir el volumen de cableado eléctrico, simplificar el transporte y las operaciones de desmontaje y montaje de la fase de distribución



Rectificadora con armario eléctrico independiente

IMPLICACIONES TÉCNICAS

Es necesario refrigerar bien el armario eléctrico, evitando que se produzcan transmisión de calor hacia la máquina, bien por conducción o convección, que produzcan deformaciones de origen térmico, que afecten a la precisión de la máquina.

IMPLICACIONES ECONÓMICAS

No existe prácticamente ninguna implicación económica. El carenado es ligeramente más complicado, aunque se elimina el cableado entre armario y máquina-herramienta

Se reducen los tiempos de transporte y puesta en marcha de la máquina, ya que se evita el tiempo de descableado y posterior cableado en casa del cliente, eliminando a su vez la posibilidad de cometer errores.

IMPLICACIONES AMBIENTALES

Las ventajas ambientales de adosar el armario eléctrico al carenado de la máquina son importantes porque supone una reducción del espacio ocupado en planta por la máquina, la reducción del cableado necesario, así como una reducción del tiempo de desmontaje-montaje de la etapa de distribución



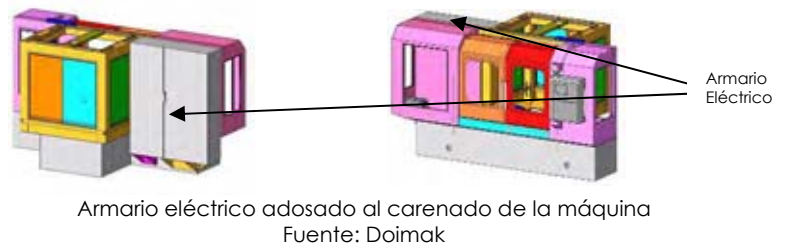
EJEMPLO DE APLICACIÓN DE LA MEDIDA

Empresa: DOIMAK

Producto: Desarrollo de rectificadora de roscas

Proyecto: REMO

El proyecto consistía en la modularización de las rectificadoras de Doimak. Se definieron una serie de módulos que se fiabilizaron y probaron. La idea es fabricar máquinas como suma de modos ya testeados, con lo que se ganará en tiempo de fabricación y montaje, evitándose errores de diseño. Consiguiendo en definitiva mejores máquinas y más fiables



Uno de los módulos sobre los que se trabajó fue el armario eléctrico. Inicialmente en sus dimensiones óptimas, sin ser demasiados grandes (ocupan más espacio, son más caros), ni demasiado pequeños (que dificultan mucho el montaje eléctrico).

Posteriormente se analizó la posibilidad de adosarlo a la propia máquina lo que conllevaba muchas ventajas (más fácil transporte, no es necesario descablear y volver a cablear en casa del cliente. Pero también inconvenientes, como la búsqueda de la ubicación idónea, que no limite al operario en las labores de rectificado y mantenimiento de la máquina. Y el evitar que se produzcan deformaciones térmicas derivadas del calor producido dentro del armario eléctrico.

REFERENCIAS

- www.doimak.es
- www.tekniker.es





A continuación se recogen una serie de Casos Prácticos que se han desarrollado en el marco de la redacción de la presente guía, y a través de los cuales se ha contribuido a definir con exactitud y a probar la eficacia de la aplicación de las estrategias planteadas en la guía. Los proyectos han sido desarrollados por un equipo multidisciplinar, con personal de la empresa participante y contando con un equipo de trabajo formado por:

- Centro de Investigaciones Tecnológicas IKERLAN
- KONIKER S. Coop.
- Fundación TEKNIKER
- Centro tecnológico IDEKO

Y todo ello coordinado por MIRANDAOLA SERVICIOS MEDIOAMBIENTALES.

Las siguientes empresas han participado con la revisión del diseño de uno de sus productos, aplicando las estrategias del Capítulo 5 que se han considerado adecuadas en función de la problemática ambiental identificada en el modelo de producto analizado:

En todos los casos se ha seguido la siguiente metodología:

- Presentación de la empresa
- Presentación del producto
- Evaluación del producto inicial
- Descripción de las estrategias de ecodiseño aplicadas
- Evaluación del diseño final
- Resultados y conclusiones

A continuación se resumen los análisis realizados sobre cada uno de los productos seleccionados.

| EMPRESA | PRODUCTO |
|---|-----------------------------|
|  | Fresadora montante móvil |
|  | Torno de bancada inclinada |
|  | Torno de bancada horizontal |
|  | Prensa mecánica |
|  | Prensa hidráulica |



6.1.- GORATU

6.1.1.- Presentación de la empresa

GORATU MÁQUINAS HERRAMIENTA, S.A. (en adelante GORATU) fabrica bajo las marcas Lagun y Géminis un amplio rango de fresadoras/centros de mecanizado y tornos de CNC de distintas dimensiones. Hoy en día recoge toda la experiencia y conocimientos de las marcas Lagun y Géminis, en las cuales tiene su origen al fusionar en el año 2001 las empresas TORNOS GÉMINIS, S.L., FRESADORAS LAGUN, S.L. y LADARASA, S.L.



Instalaciones de GORATU en Elgoibar (Guipúzcoa)

GORATU está ubicada en Elgoibar (Gipuzkoa), cuna de la Máquina Herramienta española, junto al Museo y el Instituto de Máquina Herramienta. Es una empresa de aproximadamente 160 personas y consta de 2 plantas productivas:

- Lerún: planta principal con aproximadamente 8.000 m² que alberga principalmente las oficinas y el montaje de máquinas.
- Urasandi: planta de aproximadamente 2.000 m² que alberga el mecanizado de las piezas estructurales de nuestras máquinas.

GORATU dispone de dos líneas de producto diferenciadas, Tornos CNC con Tornos Horizontales de Gama Semipesada, Gama Pesada y Tornos Frontales y Fresadoras CNC con Fresadoras de Bancada Fija, de Columna Móvil y Mesa Fija, de Montante Móvil y de Montante Móvil Transversal.

Los mercados a los que se orienta son muy variados, ya que suministra soluciones a muchos e importantes sectores industriales. Entre los sectores más importantes podríamos citar: generación de energía, siderurgia, petróleo y gas, energías renovables, ferrocarril, grúas,...

GORATU ha optado como factor estratégico para su adecuada gestión empresarial basarse en el Sistema de Calidad ISO 9001:2000 para producir y ofrecer productos/servicios con calidad. Además, también obtuvo la Certificación del Sistema de Gestión Medioambiental, bajo la Norma ISO 14001:1996 en el año 2002 y sigue certificada en la actualidad bajo la norma ISO 14001:2004. También tiene implantado un Sistema de Seguridad y Salud Laboral, para la Prevención de Riesgos Laborales y la mejora de las condiciones de trabajo de su Personal y de todas aquellas Contratas y Subcontratas, que trabajan en sus plantas, siguiendo las directrices de la norma OHSAS 18001:2007.

6.1.2.- Presentación del producto

El producto seleccionado para la aplicación práctica de la guía sectorial de ecodiseño para el sector de máquinas-herramienta es una fresadora montante móvil. Creada para trabajar los metales en frío, controlada numéricamente, con un husillo porta-herramientas (cabezal) capaz de realizar operaciones distintas (fresado, taladro, mandrinado, roscado,...). Están constituidas por una columna en la cual está alojado el carnero equipado con su correspondiente cabezal con desplazamiento en el eje X. En el modelo GMM de fresadora de montante móvil, el movimiento pieza-herramienta se realiza en tres ejes ortogonales (eventualmente, un 4º, 5º,... eje giratorio horizontal y/o vertical), siendo la herramienta la que dispone de la velocidad de giro (velocidad de corte).



Fresadora montante móvil modelo GMM

La fresadora se provee sin mesa o con mesa bajo demanda, se controla desde un pupitre que se encuentra integrado en la propia cabina instalada junto a la columna. Opcionalmente pueden contar además con platos divisores. Las máquinas opcionalmente, definidas como centros de mecanizado, pueden contar con un almacén de herramientas con dispositivo cambiador, que proporciona un cambio automático de herramienta en función del programa de mecanizado y almacén para cambio automático de cabezales y distintos tipos de cabezales.

Las características principales de la fresadora de montante móvil modelo GMM son las siguientes:

| Características principales del modelo GMM | | |
|--|--------|------------------------|
| Cursos X | m | 4 - ... - 20 |
| Curso Y | mm | 1200 |
| Curso Z | mm | 1500 / 2000 |
| Gama velocidades | min-1 | 3.000 |
| Motor principal | kW | 28/34,5 |
| Avance rápido | mm/min | 20.000 |
| Transmisión longitudinal | | Doble piñón cremallera |
| Base columna | | Sobre 3 guías |

Presentación del producto



6.1.3.- Evaluación del producto inicial

Para realizar el diagnóstico ambiental se ha seleccionado la metodología de ACV (Análisis del ciclo de vida). El ACV es un proceso objetivo para evaluar las cargas ambientales asociadas a un producto, proceso o actividad que consiste en realizar un balance material y energético del sistema estudiado.

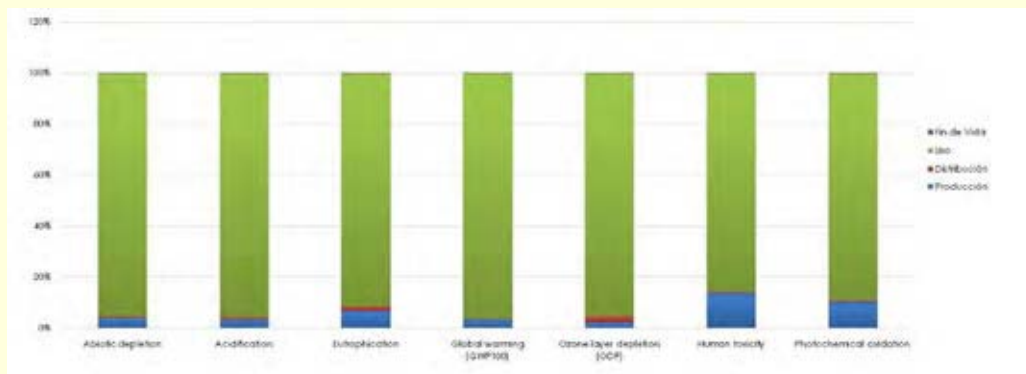
Este análisis permite evaluar los principales efectos ambientales de un producto o actividad, analizando su ciclo de vida completo, incluyendo la identificación y cuantificación de recursos materiales y energéticos utilizados en cada una de las etapas del mismo además de los residuos emitidos al medioambiente. Como resultado se obtiene una medida cuantitativa de los impactos ambientales más importantes de cada fase de vida utilizando distintas categorías de impactos.

La caracterización del escenario para la fresadora de montante móvil modelo GMM es la siguiente:

| Parámetro | Escenario |
|-------------------|---|
| Vida útil | 15 años (aunque en la mayoría de los casos las máquinas fresadoras siguen trabajando en el mismo mercado una vez remodeladas o en un segundo mercado) |
| Turnos de trabajo | 2 y 3 turnos al día (4.000 horas planificadas al año) |
| Horas de parada | 4% de las horas de trabajo por roturas y mantenimiento |
| Horas en Stand-by | 31% de las horas de trabajo (horas sin mecanizar) |

Análisis de ciclo de vida de un producto. Fuente Manual práctico de ecodiseño. IHOBE

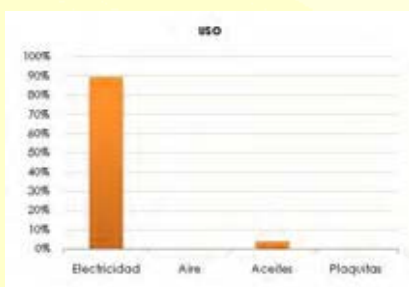
En la gráfica siguientes se muestra el perfil ambiental de la fresadora de montante móvil modelo GMM de acuerdo con las categorías de impacto establecidas por el método CML2000. Como media, el **92,9% de la carga ambiental total se origina en la fase de Uso/Mantenimiento** (suponiendo una importancia equivalente a todos los indicadores seleccionados para el estudio). Le sigue en importancia la **fase de fabricación con un 6,2%**.



Indicadores ambientales de la fresadora de montante móvil modelo GMM

El análisis del impacto ambiental medio de la fresadora de montante móvil modelo GMM muestra la importancia de la fase de uso por lo que es de gran interés analizar los aspectos ambientales causantes de dicho impacto puesto que serán los aspectos a identificar como potenciales aspectos donde focalizar la mejora ambiental.

En la siguiente gráfica se profundiza en la fase de uso:



Desglose de la fase de uso del Impacto medio de la fresadora de montante móvil modelo GMM

Se observa que el consumo de electricidad es el causante del 89,2% del impacto ambiental de la fase de uso seguido del consumo de aceite que supone el 3,7% de la carga ambiental de la fase de Uso/Mantenimiento. El análisis realizado arroja como resultado que es el consumo principal de electricidad quien contribuye con mayor relevancia al impacto generado con un 92,7%.

La fase de fin de vida de la fresadora no contribuye debido a la elevada reciclabilidad de los materiales que lo conforman, reciclabilidad que se ha tenido en cuenta en la fase de obtención de cada uno de los materiales utilizados en las diferentes fases de ciclo de vida de la fresadora.



Como conclusión al análisis realizado para el caso de la fresadora de montante móvil modelo GMM, todos los indicadores señalan la fase de USO/Mantenimiento como la fase más importante desde un aspecto medioambiental. La carga ambiental de la fase de Uso (92,9%) se reparte en el consumo de electricidad y aceites (aceites de lubricación, líquidos de refrigeración).

El segundo impacto ambiental más importante, muy lejos del generado en la fase de Uso, se origina en la fase de producción con un 6,2% y se reparte principalmente en la fabricación de fundidos y fabricación de aceros.

| Grado de impacto | Fase del ciclo de vida | Impacto |
|------------------|------------------------|--|
| Principal | Uso | Consumo de electricidad |
| | Producción | Fabricación de fundidos Fabricación de aceros |
| Secundario | Uso | Consumo de aceites, lubricación y refrigeración |

Aspectos ambientales causantes de los impactos ambientales de la fresadora de montante móvil modelo GMM

De acuerdo a la metodología definida en el capítulo 4, se ha realizado una evaluación de los aspectos ambientales asociados a los factores motivantes definidos por GORATU. La significancia de los mismos llevará como resultado la identificación de los aspectos

ambientales que deben incorporarse al pliego de condiciones.

| ASPECTOS AMBIENTALES | Coste de ciclo de vida | Capacidades técnicas | Calidad en el puesto de trabajo | Imagen de producto | Crear / asegurar mercado | SIGNIFICANCIA |
|---------------------------------|------------------------|----------------------|---------------------------------|--------------------|--------------------------|---------------|
| Fugas y derrames | 10 | 10 | 10 | 10 | 5 | 45 |
| Consumo de filtros | 10 | 10 | 1 | 5 | 5 | 31 |
| Consumo de aceites y taladrinas | 10 | 10 | 1 | 5 | 5 | 31 |
| Consumo de energía | 10 | 10 | 1 | 10 | 5 | 36 |
| Ruido | 1 | 10 | 10 | 10 | 5 | 36 |
| Modularidad | 5 | 10 | 1 | 10 | 10 | 36 |
| Dimensiones de máquina | 10 | 5 | 1 | 10 | 10 | 36 |

Significancia de los aspectos ambientales asociados a los factores motivantes para la empresa GORATU

De la evaluación realizada se desprende que los aspectos ambientales asociados a los factores motivantes a los que GORATU debe dar respuesta son los siguientes:

- Reducir las fugas y derrames
- Reducir el consumo de energía
- Reducir el ruido de la máquina
- Potenciar al modularidad de la fresadora
- Reducir las dimensiones de la máquina
- Reducir el consumo de filtros
- Reducir el consumo de aceite y taladrina

Realizando una comparativa de los resultados obtenidos tras el análisis ambiental y análisis de los factores motivantes, puede observarse la existencia de aspectos ambientales comunes en ambos análisis y que se recogen en la siguiente tabla:

| Comparativa aspectos ambientales identificados en análisis ambiental y factores motivantes | |
|--|--|
| Aspectos ambientales comunes | Aspectos ambientales no comunes |
| Consumo de energía | Fugas y derrames |
| Consumo de aceites y taladrinas | Consumo de materiales (fundido, acero) |
| | Consumibles (filtros,...) |
| | Ruido |
| | Modularidad |
| | Dimensiones de la máquina |

Comparativa aspectos ambientales identificados en análisis ambiental y factores motivantes

En base a los aspectos ambientales identificados tras el análisis ambiental y análisis de los factores motivantes, la propuesta de las especificaciones técnicas a incorporar al pliego de condiciones serían:

- Instalar sistemas de contención de fugas y derrames
- Reducir/Eliminar consumibles: aceites, taladrina, filtros
- Reducir el consumo de electricidad
- Reducir el nivel sonoro de la máquina
- Diseñar contemplando el máximo número de configuraciones posibles



6.1.4.- Estrategias de mejora ambiental

En base al análisis realizado las estrategias o medidas de mejora seleccionadas son las siguientes:

| Diseñar el sistema de extracción de recogida de viruta y taladrina en foso | |
|--|--|
| Análisis técnico | <p>La instalación en foso del sistema de extracción de viruta y taladrina implica la construcción de un foso bajo la fresadora. El foso debe construirse asegurando las condiciones de estanqueidad del mismo para evitar la posible filtración de taladrina hacia el suelo natural.</p> <p>La instalación de un sistema de extracción de viruta y taladrina consta de la charnela de extracción, el depósito de almacenamiento de taladrina y el sistema de filtración. Ahora bien, en fresadoras donde el volumen de taladrina necesario es elevado y al existir limitaciones de altura por la propia máquina existen dos alternativas o bien se diseña un depósito de baja altura y mayor longitud que ocupa mucho espacio de suelo o bien se diseñan dos depósitos con sus correspondientes sistemas de bombeo.</p> <p>Otra alternativa a las anteriores es este sistema de extracción bajo foso que elimina la necesidad de un depósito y su motobomba correspondiente.</p> |
| Análisis medioambiental | <p>Las mejoras incorporadas suponen una reducción en el impacto asociado al consumo de materiales y energía.</p> <p>Debe destacarse en este punto, que la distribución de impactos de la fresadora es la siguiente: 6,2% fabricación, 0,9% distribución y 92,9% uso (consumo de electricidad fundamentalmente), por lo que las mejoras incorporadas influyen principalmente sobre la fase de materiales y la fase de consumo eléctrico de equipos auxiliares, y no directamente sobre el consumo principal.</p> |
| Resultados de la medida | <p>Reducción sobre el total de impacto global generado por la fresadora del 0,4%.</p> <p>Reducción sobre el impacto generado por la fresadora sobre la fase de uso de materiales inferior al 1%.</p> <p>Reducción sobre el impacto generado por la fresadora sobre el consumo eléctrico total del torno del 0,4%.</p> <p>Reducción sobre el impacto generado por la fresadora sobre el consumo eléctrico de equipos auxiliares del 2,3%</p> <p>Resultados de la aplicación de la medida "diseñar el sistema de extracción de recogida de virutas y taladrina en foso"</p> |
| Reducir el consumo de energía en posición stand-by | |
| Análisis técnico | <p>La configuración de funcionamiento actual de la fresadora contempla un 31% de horas en situación de stand-by frente al 65% en situación de funcionamiento y un 4% en situación de parada.</p> <p>El elevado tiempo en stand-by de la fresadora se debe al elevado tiempo de preparación de piezas que se precisa, tiempo en el que la fresadora se encuentra funcionando en stand-by. La medida propuesta contempla el pasar la fresadora a posición de parada durante la preparación de piezas</p> <p>La mejora propuesta contempla la modificación de esta configuración hacia un escenario donde se reduzcan las horas de stand-by pasándolas a horas de parada. Las mejoras introducidas suponen reducir el consumo eléctrico en fase de stand-by pasando la fresadora a posición de parada.</p> |
| Análisis medioambiental | <p>Las mejoras incorporadas suponen una reducción en el impacto asociado al consumo de energía en posición de stand-by. Debe destacarse en este punto, que la distribución de impactos de la fresadora respecto al consumo eléctrico es la siguiente: 73,4% debido al consumo principal, 14,7% debido al consumo secundario y 1,1% al consumo en posición stand-by por lo que la máxima reducción posible que puede lograrse es del 1,1%.</p> <p>Cabe decir que las acciones de mejora dirigidas a reducir el consumo eléctrico de la fresadora conllevarán una reducción proporcional a la reducción del impacto ambiental logrado</p> |
| Resultados de la medida | <p>La reducción sobre el total de impacto global generado por la fresadora es del 1%.</p> <p>La reducción de impacto ambiental lograda es del 94 % sobre el impacto generado por la fresadora sin mejora</p> <p>La reducción sobre el impacto ambiental asociado al stand-by es del 94%</p> <p>Resultados de la aplicación de la medida "reducir el consumo de energía en posición stand-by"</p> |



Reducir el peso del carenado introduciendo materiales aislantes acústicos

| | |
|---------------------------------------|--|
| <p>Análisis técnico</p> | <p>La medida propuesta contempla la reducción del peso del carenado introduciendo materiales acústicos. La medida puede ejecutarse de varias formas: reduciendo el espesor del acero e introduciendo lana de roca como aislante acústico, instalando paneles tipo sándwich que llevan incorporados materiales aislantes ,etc.</p> <p>Se procede al análisis ambiental de la reducción del peso del carenado incluyendo lana de roca como aislante acústico. Se contempla la fabricación de un carenado con una reducción en peso del 20% y con una composición del 90% en acero y el 10% restante en lana de roca.</p> <p>Aunque se han encontrado proveedores que ofrecen paneles de acero con lana de roca como material aislante, surgen dudas respecto a la viabilidad técnica de la reducción del peso del acero, ya que al reducir el espesor del acero se puede perder rigidez. No obstante, se considera que la medida puede ser viable utilizando otros materiales aislantes que puedan aportar rigidez para compensar la reducción del peso del acero.</p> <p>La instalación de lana de roca permite reducir el nivel sonoro del elemento carenado, si bien dicha reducción no puede cuantificarse en el análisis de ciclo de vida inventariado.</p> |
| <p>Análisis medioambiental</p> | <p>La mejora ambiental lograda supone una reducción inferior al 1%. Esto es debido a que el impacto de los materiales sobre el impacto global de la máquina es de un 6,2%, por lo que el potencial de reducción sobre el impacto global de la máquina de cualquier mejora asociada a los materiales no logrará una reducción significativa sobre el impacto global de la fresadora.</p> |
| <p>Resultados de la medida</p> | <p>La mejora ambiental lograda sobre la fase de producción de la fresadora es del 2%</p> <p>La reducción del impacto ambiental asociado al carenado es del 19%</p> |

Resultados de la aplicación de la medida "reducir el peso del carenado introduciendo materiales aislantes acústicos"

Incrementar la funcionalidad de la fresadora

| | |
|---|--|
| <p>Análisis técnico</p> | <p>La medida propuesta contempla la incorporación de un plato móvil de torneado a la fresadora con la finalidad de incorporar la función de torneado a la máquina-herramienta y evitar la necesidad de cambiar la pieza de una máquina fresadora a un torno. La máquina multifunción (fresado con plato torneado) consigue aumentar su capacidad de producción en comparación con las máquinas individuales porque:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Mejora los tiempos de cambio al reducirse los tiempos de puesta a punto de la pieza 2. En las operaciones de mecanizado en que interviene el plato de torneado se tiene más potencia disponible para mecanizar 3. Reduce la potencia instalada: 4. Fresadora (51,9 kW) + Torno (95,3 kW) Multifunción (128,6 kW) La menor potencia instalada implica una menor potencia contratada a la red (con su implicación medioambiental) 5. Al evitar manipulaciones entre las operaciones de fresado y torneado se garantiza la precisión de la pieza <p>Esta mejora implica la menor necesidad de fabricación de máquinas de fresado en un porcentaje igual al aumento de capacidad.</p> |
| <p>Análisis medioambiental</p> | <p>Para realizar el análisis ambiental de ciclo de vida de la medida propuesta debe realizarse el análisis previo de las dos máquinas individuales y a continuación evaluarse la máquina multifunción. En este caso no puede realizarse el análisis cuantitativo de la mejora ambiental de la máquina multifunción porque no se dispone del análisis ambiental del torno individual.</p> |
| <p>Resultados de la medida (Nivel cualitativo)</p> | <p>Utiliza guías de rodadura para desplazarse en los ejes X, Y, Z y el torno (como máquina individual) y utiliza guías de fricción en los desplazamientos por lo ejes X, Y. Este cambio consigue reducir los consumos eléctricos de los desplazamientos de los ejes X, Y en un 15%</p> <p>Reduce la potencia eléctrica instalada en un 12,6%</p> <p>Reduce el consumo eléctrico para mecanizado de alto rendimiento. En las operaciones de fresado de desbaste que interviene el plato de torneado, la máquina multifunción permite trabajar mayores avances por diente al disponer de más potencia en el eje del plato</p> <p>Con esta técnica se consigue aumentar la capacidad de producción al arrancar más caudal de viruta</p> <p>Se reduce el consumo eléctrico de maquinaria auxiliar como grúas, carretillas u otros , elementos de manipulación al reducirse las necesidad de manipulación de las piezas</p> <p>Se reduce la necesidad de espacio en planta al evitarse la instalación de una máquina de torneado. Esta reducción también conlleva la eliminación de buffers de piezas.</p> |

Resultados de la aplicación de la medida "incrementar la funcionalidad de la fresadora"



6.1.5.- Evaluación del producto final

A continuación se va a proceder a evaluación del desarrollo de cada medida de mejora propuesta:

| Diseñar el sistema de extracción de recogida de viruta y taladrina del foso | | |
|--|---|--|
| Criterios de Evaluación | Aplicabilidad | Comentario |
| Viabilidad técnica | Si | Las medidas a incorporar son asumibles |
| Viabilidad ambiental | Si | Supone una reducción en el consumo de materiales y consumo de energía |
| Cumplimiento de las especificaciones ambientales recogidas en el pliego de condiciones | Instalar sistemas de contención de fugas y derrames | La ubicación del sistema de extracción de virutas y taladrina bajo foso evitará las fugas y derrames alrededor de la máquina |
| | Reducir el consumo de electricidad | Se reduce en un 2,3% el consumo eléctrico de equipos auxiliares |
| Contribución a cumplimiento de los factores motivantes | Marco legislativo | Se reduce en un 0,4% el impacto global de la fresadora |
| | Mercado | Se satisface la demanda de equipos más limpios y con menor consumo eléctrico |
| | Entorno social | Se satisface las necesidades del entorno social de reducir fugas y derrames |
| | Imagen de la empresa | Se logra mostrar fresadoras más limpias |
| | Compromiso ambiental | Se ofrecen máquinas más respetuosas con el medio ambiente |
| | Motivación de personal | Se satisfacen las demandas de limpieza alrededor de las máquinas |

Respuesta de la medida "diseñar el sistema de extracción de recogida de virutas y taladrina en foso"

| Reducir el consumo de energía en posición stand-by | | |
|--|------------------------------------|--|
| Criterios de Evaluación | Aplicabilidad | Comentario |
| Viabilidad técnica | Si | La medida a implantar no es compleja |
| Viabilidad ambiental | Si | Se reduce en 1% el impacto global de la fresadora |
| Cumplimiento de las especificaciones ambientales recogidas en el pliego de condiciones | Reducir el consumo de electricidad | Se reduce en un 1,2% el consumo total de electricidad de la fresadora y sen un 94,4% el consumo eléctrico en posición stand-by |
| | Marco legislativo | Se reduce en un 94,4% el consumo de la fresadora en posición stand-by |
| Contribución a cumplimiento de los factores motivantes | Competencia | Puede utilizarse como elemento de diferenciación de otras máquinas |
| | Organizaciones sectoriales | Supone trabajar en la línea marcada desde AFM-INVEMA |
| | Calidad | Se logra reducir el consumo de energía mejorándose la eficiencia de la fresadora |
| | Compromiso ambiental | Los cambios introducidos suponen fabricar fresadoras más respetuosas con el medio ambiente |

Respuesta de la medida "reducir el consumo de energía en posición stand-by"



| Reducir el peso del carenado introduciendo materiales aislantes acústicos | | | |
|---|---------------------------------------|---|---|
| Criterios de Evaluación | Aplicabilidad | Comentario | |
| Viabilidad técnica | No | Surgen dudas respecto a la posible pérdida de rigidez de la pieza al reducir el espesor del carenado y la contribución de la lana de roca para subsanarla | |
| Viabilidad ambiental | Si | La reducción lograda sobre el impacto global de la máquina es muy baja, sin embargo se reduce el nivel sonoro de las partes mejoradas. Debe destacarse que el nivel sonoro de la máquina no es un factor evaluable en el Análisis de Ciclo de Vida de la fresadora. | |
| Cumplimiento de las especificaciones ambientales recogidas en el pliego de condicione | Reducir el nivel sonoro de la máquina | Si | Se permite reducir el nivel sonoro de las elementos o módulos mejorados |
| | Marco legislativo | Si | Se reduce el nivel sonoro de la máquina |
| Contribución a cumplimiento de los factores motivantes | Mercado | Si | Se satisfacen las demandas de fabricar máquinas menos ruidosas |
| | Motivación del personal | Si | Permite fabricar máquinas más amables con el usuario |

Respuesta de la medida "reducir el peso del carenado introduciendo materiales aislantes acústicos"

| Incrementar la funcionalidad de la fresadora | | | |
|---|---|--|--|
| Criterios de Evaluación | Aplicabilidad | Comentario | |
| Viabilidad técnica | Si | Supone el desarrollo de una nueva configuración que conlleva múltiples beneficios para el cliente | |
| Viabilidad ambiental | A evaluar | El análisis cualitativo es satisfactorio, aunque es recomendable realizarse el análisis ambiental completo | |
| Cumplimiento de las especificaciones ambientales recogidas en el pliego de condicione | Marco legislativo | Si | Se reduce el consumo eléctrico así como la necesidad de espacio ocupado |
| | Calidad | Si | Se incrementa la eficiencia de la máquina y la calidad de las piezas |
| | Innovación | Si | Se ofrece un producto novedoso al eliminarse la necesidad de disponer de dos máquinas individuales |
| Contribución a cumplimiento de los factores motivantes | Compromiso ambiental | Si | Permite fabricar máquinas más respetuosas con el medio ambiente |
| | Reducir el consumo de electricidad | Si | Se reduce la potencia instalada y se logra un aumento de la capacidad de producción |
| | Diseñar contemplando el máximo número de configuraciones posibles | Si | Se reduce la necesidad de disponer de dos máquinas |

Respuesta de la medida "incrementar la funcionalidad de la fresadora"



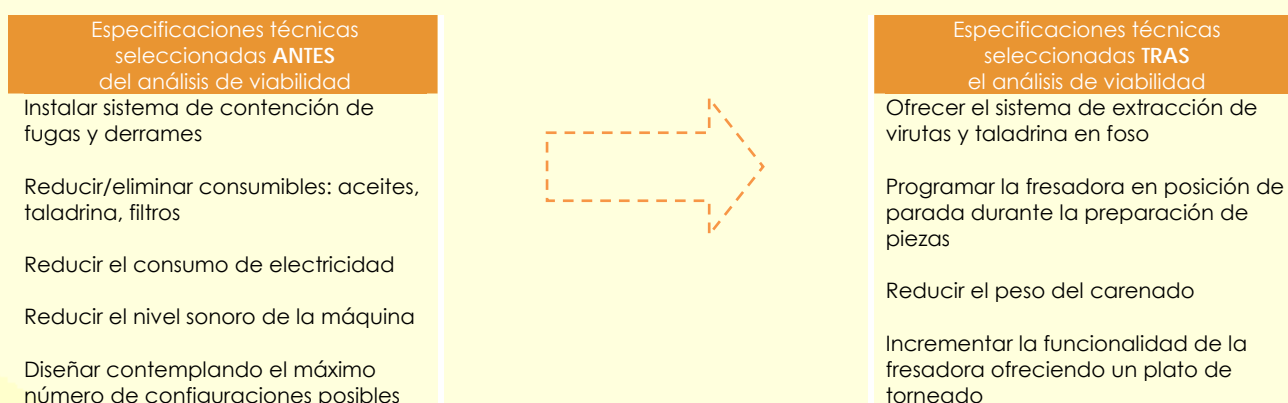
6.1.6.- Resultados y conclusiones

En la siguiente tabla se recogen y describen la evaluación de las estrategias y medidas de ecodiseño propuestas para la mejora ambiental de la fresadora montante móvil modelo GMM según los criterios de evaluación anteriormente mencionados:

| Estrategia | Medida | Viabilidad | | Especificaciones ambientales propuestas | Cumplimiento factores motivantes |
|--|--|------------|----------------------|---|----------------------------------|
| | | Técnica | Ambiental | | |
| Menor generación de residuos | Diseñar el sistema de extracción de recogida de viruta y taladrina en foso | Si | Si | Si | Si |
| Menor consumo de energía | Reducir el consumo de energía en posición stand-by | Si | Si | Si | Si |
| Materiales más limpios | Reducir el peso del carenado introduciendo materiales aislantes acústicos | Dudas | Si | Si | Si |
| Menor impacto ambiental en fase de utilización | Incrementar la funcionalidad de la fresadora | Si | A Evaluar en detalle | Si | Si |

Tabla resumen de la evaluación de los diferentes desarrollos propuestos

El siguiente esquema recoge los elementos a incorporar en el pliego de condiciones



Elementos a incorporar en el pliego de condiciones



6.2.- DANOBAT

6.2.1.- Presentación de la empresa

La industria de la Máquina-Herramienta en Gipuzkoa empieza a desarrollarse a partir del siglo XX, siendo Elgoibar la villa pionera en dicha actividad. Dentro de esta actividad industrial, el Grupo DANOBAT ha sabido adaptarse a distintas circunstancias y exigencias de cada época, convirtiéndose en una de las principales empresas fabricantes de Máquina-Herramienta a nivel europeo.

La historia de DANOBAT se resume en los siguientes hitos:

- 1954 Creación de DANOBAT
- 1962 Constitución de Soraluze
- 1980 Constitución del Grupo DANOBAT
- 1986 Creación de IDEKO, Centro Tecnológico especializado en Máquina-Herramienta
- 1992 Constitución de MCC a la que se asocia el Grupo DANOBAT
- 1992-1997 Constitución de las delegaciones de Alemania, Francia, China, Brasil y Japón
- 2002 Adquisición de la empresa OVERBECK en Alemania
- 2003 Adquisición de la empresa NEWALL en UK
- 2004 Constitución de GOIMEK, dedicada al mecanizado de alta precisión
- 2005 Constitución de DANO-RAIL, dedicada al mantenimiento del ferrocarril
- 2005 Lanzamiento del proyecto HI-MACH para la investigación en el mecanizado de alto rendimiento. IDEKO duplica sus instalaciones



Instalaciones de DANOBAT

DANOBAT ofrece a sus clientes una amplia gama de productos entre los que pueden destacarse los siguientes:

- Centros de mecanizado
- Tornos
- Fresadoras y centros de fresado
- Rectificadoras Overveck
- Tornos de foso para mantenimiento ferroviario
- Punzonadoras, punzonadoras combinada con laser de fibra y paneladoras
- Sierras de cinta
- Soluciones de corte y taladro

Los sectores estratégicos a los que DANOBAT dirige sus soluciones son los siguientes: aeroespacial, ferrocarril,

OCTG, eólico, automoción, bienes de equipo, talleres de subcontratación. DANOBAT cuenta con plantas productivas en Elgoibar (Gipuzkoa), Ispaster, (Bizkaia), Herborn (Alemania) exportando 85% de sus productos.

6.2.2.- Presentación del producto

El producto seleccionado para la aplicación práctica de la guía sectorial de ecodiseño para el sector de máquinas herramienta es el torno de bancada inclinada modelo NA-500/GL, torno con cabezal hidrostático especialmente diseñado tanto para el torneado convencional como para el torneado en duro de piezas del sector de automoción. La estabilidad de la bancada inclinada del modelo NA-500/GL asegura una absorción máxima de las vibraciones, extraordinaria calidad superficial y larga duración de las herramientas de corte.



Torno de bancada inclinada modelo NA-500/GL

Los valores de rugosidad obtenidos son excepcionales, la posición de las guías y el carro portaherramientas, así como la posición del husillo a bolas dan un resultado perfecto del perfil programado. Los valores de los cojinetes hidrostáticos del cabezal se han concebido para garantizar los mejores valores circulares.

La fuerza pasiva de las herramientas de corte, parámetro decisivo en el torneado duro, es compensada de manera máxima. Para minimizar los tiempos de carga y descarga lleva un pórtico integrado en máquina, lo que reduce al mínimo los tiempos muertos. Estos tornos horizontales se diseñan especialmente para los usos de la industria del automóvil. Las características principales del torno de bancada inclinada modelo NA-500/GL son las siguientes:

| Características principales del modelo NA-500/GL | | |
|--|-----|-------|
| Swing diameter over bed, max | mm | 590 |
| Turning diameter, nominal | mm | 350 |
| Turning length | mm | 500 |
| Main spindle speed | rpm | 4.700 |
| Main motor power | kW | 17/25 |
| Nº os positions for each turret (1,2,3) | | 12 |

Características técnicas del torno horizontal modelo NA-500/GL



6.2.3.- Evaluación del producto inicial

Para realizar el diagnóstico ambiental se ha seleccionado la metodología de ACV (Análisis del ciclo de vida). El ACV es un proceso objetivo para evaluar las cargas ambientales asociadas a un producto, proceso o actividad que consiste en realizar un balance material y energético del sistema estudiado.

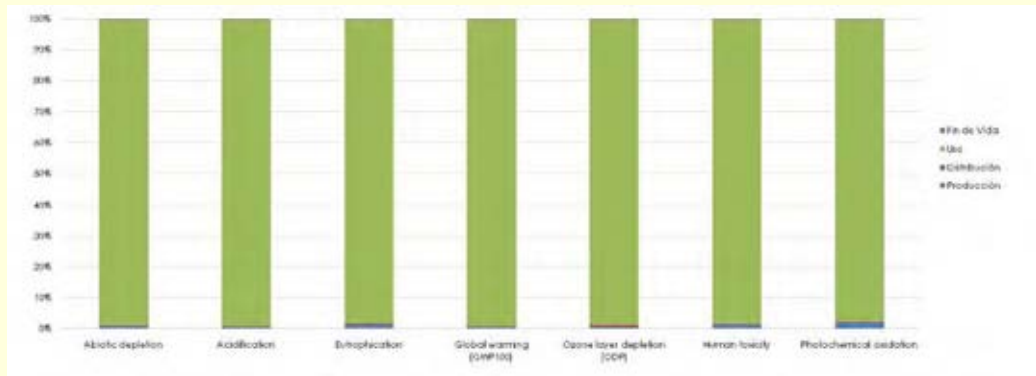
Este análisis permite evaluar los principales efectos ambientales de un producto o actividad, analizando su ciclo de vida completo, incluyendo la identificación y cuantificación de recursos materiales y energéticos utilizados en cada una de las etapas del mismo además de los residuos emitidos al medioambiente. Como resultado se obtiene una medida cuantitativa de los impactos ambientales más importantes de cada fase de vida utilizando distintas categorías de impactos.

La caracterización del escenario para el torno NA-500/GL de bancada inclinada es la siguiente:

| Parámetro | Escenario |
|-------------------|--|
| Vida útil | 15 años (aunque en la mayoría de los casos los tornos siguen trabajando en el mismo mercado una vez remodelados o en un segundo mercado) |
| Turnos de trabajo | 2 y 3 turnos al día (4.000 horas planificadas al año) |
| Horas de parada | 4% de las horas de trabajo por roturas y mantenimiento |
| Horas en Stand-by | 31% de las horas de trabajo (horas sin mecanizar) |

Alcance y suposiciones de la evaluación inicial del torno de bancada inclinada modelo NA-500/GL

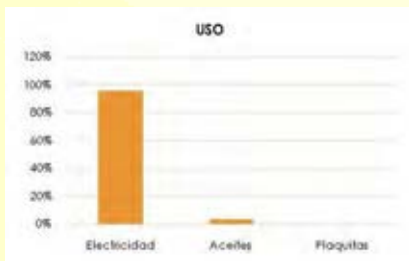
En la gráfica siguiente se muestra el perfil ambiental del torno de bancada inclinada modelo NA-500/GL de acuerdo con las categorías de impacto establecidas por el método CML2000. Como media, el **98,7% de la carga ambiental total se origina en la fase de Uso/Mantenimiento** (suponiendo una importancia equivalente a todos los indicadores seleccionados para el estudio). Le sigue en importancia la **fase de fabricación con un 0,9%**.



Indicadores ambientales del torno de bancada inclinada modelo NA-500/GL

El análisis del impacto ambiental medio del torno modelo NA-500/GL muestra la importancia de la fase de uso por lo que es de gran interés analizar los aspectos ambientales causantes de dicho impacto puesto que serán los aspectos a identificar como potenciales aspectos donde focalizar la mejora ambiental.

En la siguiente gráfica se profundiza en la fase de uso:



Desglose de la fase de uso del Impacto medio del torno de bancada inclinada modelo NA-500/GL

Se observa que el **consumo de electricidad es el causante del 95,6% del impacto ambiental de la fase de uso** seguido del **consumo de aceite que supone el 3,1%** de la carga ambiental de la fase de Uso/Mantenimiento.

La fase de fin de vida del torno no contribuye debido a la elevada reciclabilidad de los materiales que lo conforman, reciclabilidad que se ha tenido en cuenta en la fase de obtención de cada uno de los materiales utilizados en las diferentes fases de ciclo de vida del torno.



Como conclusión al análisis realizado para el caso del torno de bancada inclinada modelo NA-500/GL, todos los indicadores señalan la fase de USO/Mantenimiento como la fase más importante desde un aspecto medioambiental. **La carga ambiental de la fase de Uso (98,7%) se debe fundamentalmente al consumo de electricidad (95,6) seguido muy de lejos por el consumo de aceite (3,1%)** (Líquidos de refrigeración y aceites lubricantes).

El **impacto ambiental de la fabricación de fundidos y aceros** es muy inferior debido a que el peso del torno es muy bajo.

| Grado de impacto | Fase del ciclo de vida | Impacto |
|------------------|------------------------|-------------------------|
| Principal | Uso | Consumo de electricidad |
| Secundario | Uso | Consumo de aceites |

Aspectos ambientales causantes de los impactos ambientales del torno de bancada inclinada modelo NA-500/GL

De acuerdo a la metodología definida en el capítulo 4, se ha realizado una evaluación de los aspectos ambientales asociados a los factores motivantes definidos por DANOBAT. La significancia de los mismos llevará como resultado la identificación de los aspectos ambientales que deben incorporarse al pliego de condiciones.

| ASPECTOS AMBIENTALES | CRITERIOS CLAVE | | | CRITERIOS GENERALES | | | | SIGNIFICANCIA |
|-----------------------------------|------------------------|------------------------|--------------------|---------------------------------|--------------------|--------------------------|----------------|---------------|
| | Coste de ciclo de vida | Implicaciones técnicas | Horizonte temporal | Calidad en el puesto de trabajo | Imagen de producto | Crear / asegurar mercado | Mantenibilidad | |
| Consumo de energía | 10 | 5 | 10 | 5 | 10 | 10 | 1 | 76 |
| Consumo de taladrina | 5 | 5 | 10 | 5 | 10 | 5 | 5 | 65 |
| Consumo de filtros | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 50 |
| Depuración de nieblas | 1 | 10 | 10 | 10 | 10 | 5 | 1 | 68 |
| Dimensiones de máquinas | 5 | 1 | 5 | 5 | 10 | 10 | 1 | 48 |
| Ruido | 5 | 5 | 5 | 10 | 10 | 5 | 5 | 60 |
| Alargar vida taladrina | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 50 |
| Reducir la generación de residuos | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 1 | 5 | 46 |

Significancia de los aspectos ambientales asociados a los factores motivantes para la empresa DANOBAT

De la evaluación realizada se desprende que los aspectos ambientales asociados a los factores motivantes a los que DANOBAT debe dar respuesta son los siguientes:

- Consumo de energía en fase de uso
- Depuración de nieblas
- Consumo de taladrina
- Ruido
- Pintura sin disolventes
- Consumo de filtros
- Alargar vida taladrina
- Dimensiones de máquina
- Reducir la generación de residuos

Realizando una comparativa de los resultados obtenidos tras el análisis ambiental y análisis de los factores motivantes, puede observarse la existencia de aspectos ambientales comunes en ambos análisis y que se recogen en la siguiente tabla:

| Comparativa aspectos ambientales identificados en análisis ambiental y factores motivantes | |
|--|---------------------------------|
| Aspectos ambientales comunes | Aspectos ambientales no comunes |
| Consumo de electricidad | Consumo de energía |
| Consumo de aceites | Depuración de nieblas |
| | Consumo taladrina |
| | Ruido |
| | Pintura sin disolventes |
| | Consumo de filtros |
| | Alargar vida taladrina |

Comparativa aspectos ambientales identificados en análisis ambiental y factores motivantes

En base a los aspectos ambientales identificados tras el análisis ambiental y análisis de los factores motivantes, la propuesta de las especificaciones técnicas a incorporar al pliego de condiciones serían:

- Mínimo consumo eléctrico en fase de uso
- Reducir el ruido y vibraciones de la máquina
- Mínimo consumo de taladrinas y aceites
- Utilizar pintura en base agua
- No incorporar filtros desechables, en la medida de lo posible
- Instalar tecnología que alargue la vida útil de la taladrina
- Reducir el peso y las dimensiones de la máquina
- Optimizar el uso de consumibles para reducir la generación de residuos



6.2.4.- Estrategias de mejora ambiental

En base al análisis realizado las estrategias o medidas de mejora seleccionadas son las siguientes:

| Reducir las horas de stand-by para reducir el consumo de electricidad | |
|--|---|
| Análisis técnico | <p>La configuración de funcionamiento actual del torno de bancada inclinada contempla un 11% de horas en situación de stand-by frente al 80% en situación de funcionamiento y un 9% en situación de parada. En DANOBAT ya se han adoptado medidas para reducir el consumo de las máquinas en stand-by aunque se considera que todavía se puede reducir más. Algunas medidas que pueden incorporarse son las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Colocar un temporizador en el extractor de virutas cuando la máquina no esté mecanizando. • Desconectar el ventilador del motor del cabezal cuando la máquina no esté mecanizando. • Apagado automático del panel de mando. • Apagado automático de la luz interior cuando el papel de control no se utiliza en un determinado tiempo. • Desconexión eléctrica de la máquina cuando no mecaniza en un determinado tiempo. |
| Análisis medioambiental | La mejora ambiental asociada a la reducción de horas de la máquina en posición de stand-by supone una reducción de alrededor del 0,8% sobre el impacto ambiental sobre el Ciclo de Vida Total. |
| Resultados de la medida | La reducción del impacto ambiental asociado al stand-by es del 27% |
| Resultados de la aplicación de la medida "Reducir las horas de stand-by para reducir el consumo de electricidad" | |

| Monitorización del perfil de las ruedas de los trenes para optimizar su mantenimiento | |
|--|---|
| Análisis técnico | <p>La monitorización de las ruedas de los trenes implica eliminar la etapa previa de inspección manual de las ruedas. El monitorizado permite reperfilear las ruedas de los coches sin necesidad de desmontar los ejes de las ruedas y, se estima que, permite espaciar las operaciones de mantenimiento en un 20%.</p> <p>La monitorización de ruedas se puede ofrecer a tornos de foso de empresas dedicadas al mantenimiento de trenes y a los de fabricación de ruedas. El software de gestión avanzada del mantenimiento es una herramienta capaz de integrar y gestionar los datos procedentes de los diferentes equipos.</p> <p>El programa es modular por lo que gestiona datos procedentes de un número ilimitado de dispositivos. La plataforma informática no se limita al archivo de datos, sino que los gestiona de forma que se puedan obtener informes históricos de evolución de diferentes parámetros.</p> |
| Análisis medioambiental | <p>La mejora ambiental lograda supone una reducción de alrededor del 17% sobre el impacto global durante toda su vida (dependiendo de la categoría del impacto).</p> <p>La monitorización del mantenimiento de ruedas permite aumentar la vida de las ruedas, reduciendo el tiempo de mecanización por lo que se va a evaluar la mejora lograda respecto al consumo de ruedas y respecto al proceso de mecanización necesario.</p> |
| Resultados de la medida | La monitorización permite reducir el impacto ambiental asociado al consumo de ruedas en un 17%. |
| La monitorización permite reducir el impacto ambiental asociado al proceso de mecanización en un 17%. | |
| Resultados de la aplicación de la medida "monitorización del perfil de las ruedas de los trenes para optimizar su mantenimiento" | |



| Instalar paneles sandwich | |
|---------------------------|---|
| Análisis técnico | <p>Se propone la instalación de carenado con paneles sandwich para prevenir las emisiones acústicas y las posibles intoxicaciones por niebla de taladrina.</p> <p>Los paneles sandwich tipo IRUDEX protegen al operario de virutas, emulsiones, partículas procedentes del mecanizado de piezas y ruido. Asimismo, evitan las salpicaduras de taladrina con lo que se reduce las pérdidas de taladrina. Los carenados IRUDEX con panel doble sándwich IR-S-2 para insonorización con lana de roca o materiales alternativos permiten reducir el nivel sonoro de la máquina. La estructura del panel sandwich IRUDEX se construye con chapa plegada de 3 mm de espesor y se panela con chapa perforada según el carenado que se quiera realizar simple o doble.</p> <p>La incorporación de materiales para reducir el nivel sonoro incrementará el peso del material sandwich en un 10% el peso del carenado convencional.</p> |
| Análisis medioambiental | <p>Al incluir materiales de insonorización al panel se incorporan materiales adicionales al panel convencional con chapa por lo que el resultado de la evaluación de impacto ambiental será negativo al incorporarse nuevos materiales.</p> <p>La incorporación de materiales de insonorización permite reducir el nivel sonoro de la máquina, que en algunos casos puede llegar hasta los 5 decibelios.</p> |
| Resultados de la medida | <p>El nivel sonoro de la máquina no se evalúa en el Análisis de Ciclo de Vida de la misma por lo que la reducción del nivel sonoro no se manifestará como una reducción del impacto ambiental de la máquina.</p> <p>Resultados de la aplicación de la medida "Instalar paneles sandwich"</p> |

| Sustituir hierro fundido por hormigón polímero | |
|--|--|
| Análisis técnico | <p>La medida contempla la sustitución de elementos fabricados en fundido por elementos fabricados en hormigón polímero.</p> <p>Los prefabricados de hormigón polímero ofrecen unas características físico-mecánicas excelentes por lo que pueden sustituir perfectamente elementos como carro, avance y contrapunto.</p> |
| Análisis medioambiental | <p>La mejora ambiental lograda por la sustitución del hierro fundido por hormigón polímero en bancada y carro supone una reducción del impacto global sobre el Análisis de Ciclo de Vida inferior al 1%.</p> |
| Resultados de la medida | <p>La reducción del impacto ambiental logrado es muy importante en la fase de producción, pudiendo alcanzar valores de mejora de hasta 60%.</p> <p>Resultados de la aplicación de la medida "Sustituir hierro fundido por hormigón polímero"</p> |

| Utilizar pintura en base agua | |
|-------------------------------|---|
| Análisis técnico | <p>No se produce una reducción en el peso de los materiales utilizados. La reducción se produce en las emisiones de compuestos orgánicos volátiles que se evitarán en el proceso de pintado, siendo 6 veces menores a los iniciales, con el consiguiente beneficio para la salud laboral de los operarios en el proceso de fabricación.</p> |
| Análisis medioambiental | <p>La reducción del impacto ambiental en la fase de producción se produce sobre las categorías de impacto de agotamiento de recursos abióticos, eutrofización y agotamiento de la capa de ozono. No obstante, la reducción de impacto sobre la fase de producción es muy baja.</p> |
| Resultados de la medida | <p>La mejora ambiental asociada al uso de pintura al agua no supone una reducción sobre el impacto ambiental sobre el Ciclo de Vida Total, aunque supone una reducción del orden del 20% del impacto asociado al consumo de pintura</p> <p>Resultados de la aplicación de la medida "utilizar pintura en base agua"</p> |



6.2.5.- Evaluación del producto final

A continuación se va a proceder a evaluación del desarrollo de cada medida de mejora propuesta:

| Reducir las horas de stand-by para reducir el consumo de electricidad | | | |
|--|---|---|--|
| Criterios de Evaluación | Aplicabilidad | Comentario | |
| Viabilidad técnica | Si | Las medidas a incorporar son asumibles | |
| Viabilidad ambiental | Si | Se reduce el impacto ambiental total en un 0,9% | |
| Cumplimiento de las especificaciones ambientales recogidas en el pliego de condiciones Contribución a cumplimiento de los factores motivantes | Mínimo consumo eléctrico para el elemento ecodiseñado | Si | Se reduce el impacto sobre el consumo eléctrico en un 0,9% |
| | Marco legislativo | Si | Se actúa sobre la fase de stand-by de la máquina |
| | Mercado | Si | Puede suponer un argumento para alinear a la máquina con los requerimientos europeos |
| | Competencia | Si | Puede utilizarse como un argumento diferenciador |
| | Organizaciones sectoriales | Si | La mejora está alineada con las directrices recibidas desde AFM-INVEMA |
| | Imagen de la empresa | Si | Puede utilizarse como argumento para mostrar el compromiso de la empresa con el medio ambiente |
| | Costes | No | Supone un incremento de costes de la máquina |
| | Innovación | Si | Se incrementa la eficiencia de la máquina |
| Compromiso ambiental | Si | Se reduce el impacto ambiental asociado a un producto de la empresa | |

Respuesta de la medida "reducir las horas de stand-by para reducir el consumo de electricidad"

| Monitorización del perfil de las ruedas de los trenes para optimizar su mantenimiento | | | |
|--|-------------------------------------|---|---|
| Criterios de Evaluación | Aplicabilidad | Comentario | |
| Viabilidad técnica | Si | Se puede ofrecer a tornos de foso de empresas dedicadas al mantenimiento de trenes y a los de fabricación de ruedas. | |
| Viabilidad ambiental | Si | Reducción del impacto ambiental asociado al mantenimiento de las ruedas en cuanto a su consumo de ruedas y al proceso de mecanización para su mantenimiento | |
| Cumplimiento de las especificaciones ambientales recogidas en el pliego de condiciones | Mínimo consumo eléctrico | Si | La reducción de consumo eléctrico asociado al menor proceso de mantenimiento |
| | Mínimo consumo taladrinas y aceites | Si | Reducción del consumo y su consiguiente residuo por la reducción en las operaciones de mecanización necesarias |
| | Mercado | Si | Supone un elemento diferenciador con ventajas ambientales y económicas que pueden ser muy bien recibidas por el mercado |
| Contribución a cumplimiento de los factores motivantes | Imagen de la empresa | Si | Puede utilizarse como argumento para potenciar la imagen de empresa innovadora |
| | Costes | Si | Se produce una reducción importante de los costes de mantenimiento |
| | Innovación | Si | Es un proceso muy innovador |

Respuesta de la medida "monitorización del perfil de las ruedas de los trenes para optimizar su mantenimiento"



| Instalar paneles sandwich | | |
|--|---|---|
| Criterios de Evaluación | Aplicabilidad | Comentario |
| Viabilidad técnica | Si | No conlleva problemas de carácter técnico y existen proveedores |
| Viabilidad ambiental | Si | Se logra una reducción de ruido |
| Cumplimiento de las especificaciones ambientales recogidas en el pliego de condiciones | Reducir el nivel sonoro de la máquina Si | Se puede obtener una reducción de 5 decibelios en el módulo en concreto (no en el total del ruido generado por el torno) |
| Contribución a cumplimiento de los factores motivantes | Motivación del personal Si | Puede aprovecharse para diseñar los paneles como interese en cada caso, lo que ofrece versatilidad |

Respuesta de la medida "instalar paneles sandwich"

| Sustituir hierro fundido por hormigón polímero | | |
|--|-------------------------------------|---|
| Criterios de Evaluación | Aplicabilidad | Comentario |
| Viabilidad técnica | Si | No existen problemas de carácter técnico |
| Viabilidad ambiental | Si | Se reduce el impacto ambiental del Ciclo de Vida Total del torno en un 1% |
| Cumplimiento de las especificaciones ambientales recogidas en el pliego de condiciones | Reducir el peso de la máquina Si | Se reduce en un 60% el peso de la bancada y carro |
| Contribución a cumplimiento de los factores motivantes | Mercado Si | Puede utilizarse el argumento de reducción de peso como un elemento diferenciador |
| | Imagen de la empresa Si | Posible argumento de venta medioambiental |
| | Costes No | Supone un incremento de coste |

Respuesta de la medida "sustituir hierro fundido por hormigón polímero"

| Utilizar pinturas sin disolventes | | |
|--|---|---|
| Criterios de Evaluación | Aplicabilidad | Comentario |
| Viabilidad técnica | Si | La medida es de fácil aplicación |
| Viabilidad ambiental | Si | Aunque la reducción del impacto global de la máquina es despreciable, la utilización de pinturas en base agua supone una reducción de impacto del 20% |
| Cumplimiento de las especificaciones ambientales recogidas en el pliego de condiciones | Utilizar pinturas sin disolventes Si | La utilización de pinturas en base agua frente a pinturas en base disolvente supone un reducción el impacto asociado al consumo de pintura del 20% |
| Contribución a cumplimiento de los factores motivantes | Motivación del personal No | La utilización de pinturas libres de Compuesto orgánicos Volátiles es más saludable para el personal del proceso de pintado |

Respuesta de la medida "utilizar pinturas sin disolventes"



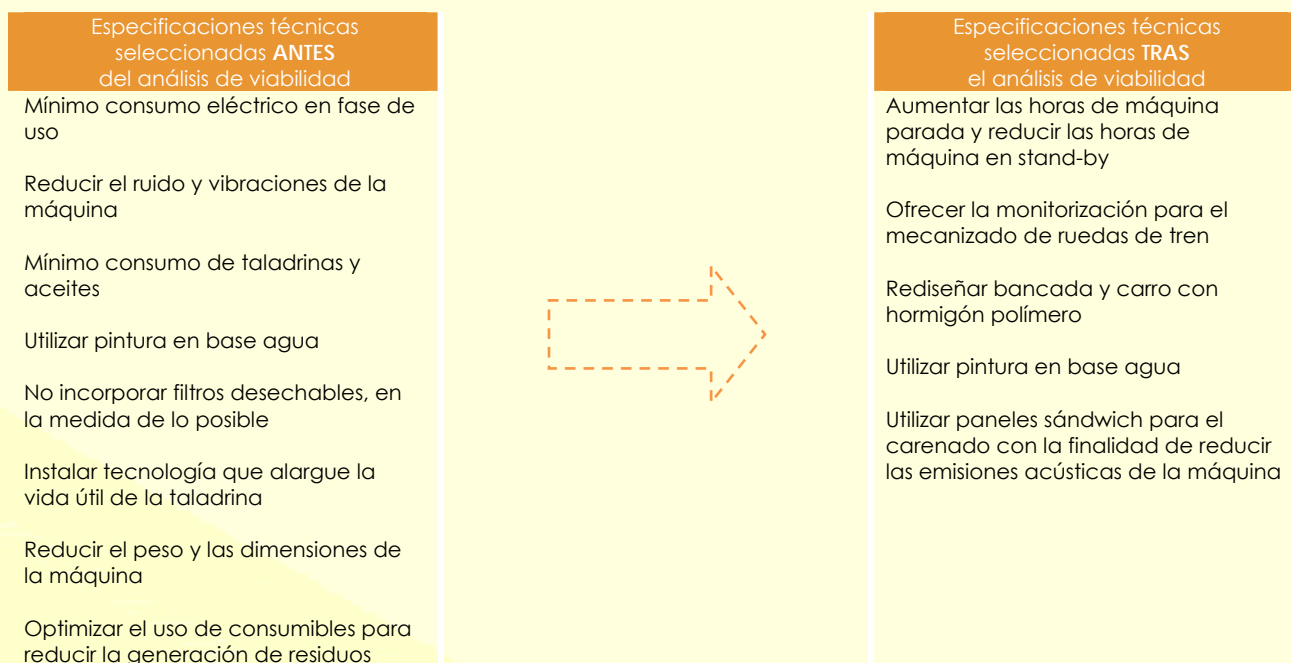
6.2.6.- Resultados y conclusiones

En la siguiente tabla se recogen y describen la evaluación de las estrategias y medidas de ecodiseño propuestas para la mejora ambiental del torno de bancada inclinada modelo NA-500/GL según los criterios de evaluación anteriormente mencionados:

| Estrategia | Medida | Viabilidad | | Especificaciones ambientales propuestas | Cumplimiento factores motivantes |
|--------------------------|---|------------|-----------|---|----------------------------------|
| | | Técnica | Ambiental | | |
| Menor consumo de energía | Usar sistemas de stand-by para reducir el consumo de electricidad | Si | Si | Si | Si |
| Materiales más limpios | Monitorizar mantenimiento ruedas trenes | Si | Si | Si | Si |
| Menor consumo de energía | Incorporar paneles sandwich | Si | Si | Si | Si |
| Materiales más limpios | Sustituir fundido por hormigón polímero | Si | Si | Si | Si |
| Materiales más limpios | Utilizar pinturas sin disolventes | Si | Si | Si | Si |

Tabla resumen de la evaluación de los diferentes desarrollos propuestos

El siguiente esquema recoge los elementos a incorporar en el pliego de condiciones



Elementos a incorporar en el pliego de condiciones



6.3.- TORNOS GURUTZPE

6.3.1.- Presentación de la empresa

GURUTZPE inició su actividad como fabricante de máquinas-herramienta en el año 1961 con la fabricación de su primer torno con una anchura de bancada de 390 mm. Estos 50 años de experiencia como fabricante de tornos le han convertido en líder en la fabricación de tornos horizontales CNC de gran capacidad. Los tornos de 2 guías y de 4 guías (estos últimos permiten el cruce entre el carro y el contrapunto y las posibles lunetas) son diseñados para cubrir las más exigentes necesidades de mecanizado de piezas de grandes dimensiones.

En la actualidad las series A y B de producto abarcan la gama productiva de las máquinas fabricadas por TORNOS GURUTZPE con capacidades de torneado de hasta 2.600 mm de diámetro sobre bancada. El diámetro, la longitud y el peso de la pieza a mecanizar es lo que determina la dimensión del modelo ideal orientado a las necesidades del cliente. La firma guipuzcoana también ofrece modelos especialmente diseñados para mecanizados eólicos, mecanizados de tubos para ferrocarriles, mecanizados para rodillos de laminación.



Instalaciones de TORNOS GURUTZPE

La fabricación de cada Torno Gurutzpe implica un estricto control de verificación en cada fase de mecanizado y montaje cuyos resultados se encuentran recogidos en un protocolo de normas interiores. Este cumplimiento de las exigencias en cada fase de trabajo hace que todos los tornos Gurutzpe se encuentren geométricamente dentro de las tolerancias que marcan las normas de verificación internacionales DIN-8606 y DIN-8607 establecidas por la ISO (International Organization for Standardization). Asimismo, TORNOS GURUTZPE cuenta con las certificaciones de calidad ISO 9000 e ISO 14000

Aparte de su fuerte presencia en el mercado nacional, actualmente los mercados exteriores más importantes de la firma se sitúan en Alemania, Italia y Reino Unido, donde exporta la mayor parte de sus tornos. Asimismo, tiene una importante presencia en Austria y Francia. Además, la venta de sus productos a países exportadores de petróleo (como Angola, Congo, Venezuela, Argentina, Emiratos Árabes, Turquía o Argelia) ha ido tomando importancia en los últimos años, hasta suponer entre el 10 y el 15% de la facturación.

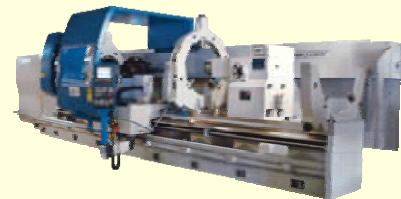
Cabe destacar en este capítulo el incremento de las exportaciones sucedido en los últimos años, ya que estas han pasado de situarse en el 50% de las ventas a suponer entre el 80 y el 90%. Este hito se ha logrado gracias a la importante labor realizada por los representantes y agentes de TORNOS GURUTZPE en el exterior.

6.3.2.- Presentación del producto

El producto seleccionado para la aplicación práctica de la guía sectorial de ecodiseño para el sector de máquinas herramienta es el torno A-1600, torno de bancada horizontal de 2 guías prismáticas de 120mm y una bancada con 1100 mm de anchura que implica un salto cualitativo en la capacidad de mecanizado de la máquina.

El equipamiento estándar del modelo A-1600 es el siguiente:

- Fundición estabilizada y guías templadas
- Husillos a bolas rectificadas de alta precisión
- Cabezal con cambio automático de dos gamas
- Engrase de cabezal y carros controlados por CNC
- Planchas de biplast con bajo coeficiente de rozamiento y alta resistencia en los carros
- Desplazamiento de la botonera del CNC con el carro longitudinal
- Diseño integrado siguiendo las normativas de seguridad europeas (CE)



Torno de bancada horizontal A-1600

| Características principales del modelo A-1600 | | | |
|---|-------|-------------|-------------|
| Altura centros (A) | mm | 710 | 810 |
| Volteo sobre carro (H) | mm | 1000 | 1200 |
| Volteo sobre bancada (I) | mm | 1400 | 1600 |
| Ancho bancada (K) | mm | 1100 | |
| Peso admisible sin lunetas | Kg | 10000/15000 | |
| Orificio eje principal | mm | 150* | |
| Rodamiento delantero | mm | 203 | 220 |
| Caña contrapunto | mm | 180 | 220 |
| Potencia cabezal (S1/S6) | KW | 39/48 | 51/65 |
| Par cabezal (S1/S6) | Nm | 11160/13740 | 14600/18600 |
| Gama velocidades | r.p.m | 0-800 | |
| Longitud en 3 metros | mm | (E) 7230 | (F) 8830 |
| Anchura máquina | mm | (P) 3050 | (P+M) 3850 |

Características técnicas del torno horizontal modelo A-1600



6.3.3.- Evaluación del producto inicial

Para realizar el diagnóstico ambiental se ha seleccionado la metodología de ACV (Análisis del ciclo de vida). El ACV es un proceso objetivo para evaluar las cargas ambientales asociadas a un producto, proceso o actividad que consiste en realizar un balance material y energético del sistema estudiado.

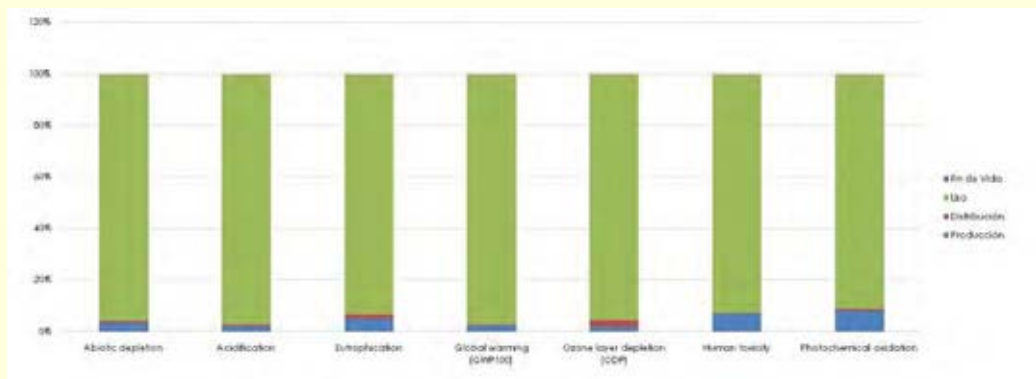
Este análisis permite evaluar los principales efectos ambientales de un producto o actividad, analizando su ciclo de vida completo, incluyendo la identificación y cuantificación de recursos materiales y energéticos utilizados en cada una de las etapas del mismo además de los residuos emitidos al medioambiente. Como resultado se obtiene una medida cuantitativa de los impactos ambientales más importantes de cada fase de vida utilizando distintas categorías de impactos.

La caracterización del escenario para el torno de bancada plana modelo A-1600 es la siguiente:

| Parámetro | Escenario |
|-------------------|--|
| Vida útil | 15 años (aunque en la mayoría de los casos los tornos siguen trabajando en el mismo mercado una vez remodelados o en un segundo mercado) |
| Turnos de trabajo | 2 y 3 turnos al día (4.000 horas planificadas al año) |
| Horas de parada | 4% de las horas de trabajo por roturas y mantenimiento |
| Horas en Stand-by | 31% de las horas de trabajo (horas sin mecanizar) |

Alcance y suposiciones de la evaluación inicial del torno de bancada plana modelo A-1600

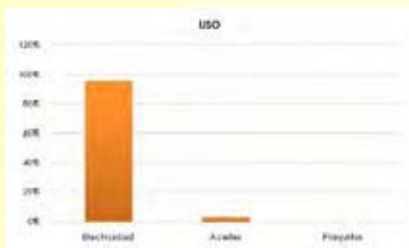
En la gráfica siguiente se muestra el perfil ambiental del torno de bancada plana modelo A-1600 de acuerdo con las categorías de impacto establecidas por el método CML2000. Como media, el **94,8% de la carga ambiental total se origina en la fase de Uso/Mantenimiento** (suponiendo una importancia equivalente a todos los indicadores seleccionados para el estudio). Le sigue en importancia la **fase de fabricación con un 4,2%**.



Indicadores ambientales del torno de bancada plana modelo A-1600

El análisis del impacto ambiental medio del torno modelo A-1600 muestra la importancia de la fase de uso por lo que es de gran interés analizar los aspectos ambientales causantes de dicho impacto puesto que serán los aspectos a identificar como potenciales aspectos donde focalizar la mejora ambiental.

En la siguiente gráfica se profundiza en la fase de uso:



Desglose de la fase de uso del Impacto medio del torno de bancada plana modelo A-1600

Se observa que el consumo de electricidad es el causante del 89,9% del impacto ambiental de la fase de uso seguido del consumo de aceite que supone el 4,7% de la carga ambiental de la fase de Uso/Mantenimiento.

La fase de fin de vida del torno no contribuye debido a la elevada reciclabilidad de los materiales que lo conforman, reciclabilidad que se ha tenido en cuenta en la fase de obtención de cada uno de los materiales utilizados en las diferentes fases de ciclo de vida del torno.



Como conclusión al análisis realizado para el caso del torno de bancada plana modelo A-1600, todos los indicadores señalan la fase de USO/Mantenimiento como la fase más importante desde un aspecto medioambiental. **La carga ambiental de la fase de Uso (94,8%) se reparte entre el consumo de electricidad (89,9) y aceites (4,7%)** (Líquidos de refrigeración y aceites de lubricación).

El **segundo impacto ambiental** más importante, muy lejos del generado en la fase de Uso, **se origina en la fase de producción (4,2%)** y se reparte principalmente en la **fabricación de fundidos y aceros y chapa**.

| Grado de impacto | Fase del ciclo de vida | Impacto |
|------------------|------------------------|-------------------------|
| Principal | Uso | Consumo de electricidad |
| | Uso | Consumo de aceites |
| Secundario | Producción | Consumo de fundido |
| | | Consumo de acero |
| | | Consumo de chapa |

Aspectos ambientales causantes de los impactos ambientales del torno de bancada plana modelo A-1600

De acuerdo a la metodología definida en el capítulo 4, se ha realizado una evaluación de los aspectos ambientales asociados a los factores motivantes definidos por GURUTZPE. La significancia de los mismos llevará como resultado la identificación de los aspectos ambientales que deben incorporarse al pliego de condiciones.

| ASPECTOS AMBIENTALES | Coste de ciclo de vida | Implicaciones técnicas | Calidad en el puesto de trabajo | Imagen de producto | Crear / asegurar mercado | SIGNIFICANCIA |
|-----------------------------------|------------------------|------------------------|---------------------------------|--------------------|--------------------------|---------------|
| Consumo de energía en fase de uso | 10 | 10 | 1 | 10 | 10 | 41 |
| Consumo de líquido de corte | 5 | 5 | 1 | 5 | 5 | 21 |
| Pintura sin disolventes | 1 | 5 | 10 | 1 | 5 | 22 |
| Peso de la máquina | 5 | 10 | 1 | 5 | 5 | 26 |
| Ruido y vibraciones | 1 | 5 | 10 | 10 | 10 | 36 |
| Nieblas de líquidos de corte | 1 | 5 | 10 | 5 | 5 | 26 |

Significancia de los aspectos ambientales asociados a los factores motivantes para la empresa GURUTZPE

De la evaluación realizada se desprende que los aspectos ambientales asociados a los factores motivantes a los que GURUTZPE debe dar respuesta son los siguientes:

- Consumo de energía en fase de uso
- Ruido y vibraciones
- Peso de la máquina
- Nieblas de líquidos de corte
- Pintura sin disolventes
- Consumo de líquidos de corte

Realizando una comparativa de los resultados obtenidos tras el análisis ambiental y análisis de los factores motivantes, puede observarse la existencia de aspectos ambientales comunes en ambos análisis y que se recogen en la siguiente tabla:

| Comparativa aspectos ambientales identificados en análisis ambiental y factores motivantes | |
|--|---------------------------------|
| Aspectos ambientales comunes | Aspectos ambientales no comunes |
| Consumo de electricidad | Ruidos y vibraciones |
| Consumo de aceites | Nieblas de líquidos de corte |
| Consumo de metales (peso máquina) | Pinturas sin disolventes |

Comparativa aspectos ambientales identificados en análisis ambiental y factores motivantes

En base a los aspectos ambientales identificados tras el análisis ambiental y análisis de los factores motivantes, la propuesta de las especificaciones técnicas a incorporar al pliego de condiciones serían:

- Mínimo consumo eléctrico en fase de uso
- Reducir el ruido y vibraciones de la máquina
- Mínimo consumo de aceites
- Utilizar aceites biodegradables
- Reducir las nieblas de líquidos de corte
- Reducir el peso de la máquina (fundido, acero, chapa)
- Utilizar pintura sin disolventes



6.3.4.- Estrategias de mejora ambiental

En base al análisis realizado las estrategias o medidas de mejora seleccionadas son las siguientes:

| Reducir las horas de stand-by para reducir el consumo de electricidad | |
|--|---|
| Análisis técnico | <p>La configuración de funcionamiento actual del torno de bancada plana contempla un 31% de horas en situación de stand-by frente al 65% en situación de funcionamiento y un 4% en situación de parada. La mejora propuesta contempla la modificación de esta configuración hacia un escenario donde se reduzcan las horas de stand-by pasándolas a horas de parada.</p> <p>Para disminuir el número de horas de funcionamiento en stand-by del torno de bancada plana A-1600 se incorporará una baliza de señalización del fin del ciclo de trabajo de modo que el operario sepa cuando tiene que apagar la máquina. Adicionalmente, se reducirá el consumo instantáneo en posición stand-by de 5,5 kW a 3 kW.</p> |
| Análisis medioambiental | <p>La mejora ambiental lograda supone una reducción del 2,3% del impacto global del torno para todos los indicadores de impacto, y una reducción del 2,6% del impacto ambiental respecto al total del consumo eléctrico.</p> |
| Resultados de la medida | <p>La reducción del impacto ambiental asociado al stand-by es del 59%</p> |
| Resultados de la aplicación de la medida "reducir las horas de stand-by para reducir el consumo de electricidad" | |

| Sustituir hierro fundido por hormigón polímero | |
|---|--|
| Análisis técnico | <p>La medida contempla la sustitución de elementos fabricados en fundido por elementos fabricados en hormigón polímero.</p> <p>Los prefabricados de hormigón polímero ofrecen unas características físico-mecánicas excelentes por lo que pueden sustituir perfectamente elementos como carro, avance y contrapunto.</p> |
| Análisis medioambiental | <p>Los módulos rediseñados han sido cuerpo del carro, cuerpo del contrapunto, soporte motoreductor, base del contrapunto y caja de avance longitudinal. Esta mejora supone utilizar fundición de hormigón polímero en lugar de fundición normal y conlleva reducción de peso de algunos módulos de la máquina.</p> |
| Resultados de la medida | <p>Reducción de entre el 40%-70% del impacto de fabricación de los módulos rediseñados.</p> <p>Reducción del 10% del impacto de fabricación.</p> <p>Reducción del 0,6-0,7% del impacto total.</p> |
| Resultados de la aplicación de la medida "sustituir hierro fundido por hormigón polímero" | |

| Ofrecer el proceso de bruñido como operación de acabado al torneado | |
|--|--|
| Análisis técnico | <p>El cabezal de rectificado precisa de un motor servo con una potencia nominal de 12,8 kW y se estima un consumo anual de 1.500 kWh para 100 horas de operación. Este consumo eléctrico desaparece en caso de utilizar una herramienta de bruñido.</p> <p>Siendo el consumo de electricidad anual de 154.914,2 kWh, la eliminación del cabezal de rectificado con un consumo anual de 1.500 kWh supone una reducción del 0,97% en el consumo anual de electricidad.</p> |
| Análisis medioambiental | <p>La utilización de una herramienta de bruñido para realizar operaciones de rectificado sustituye al cabezal de rectificado y además reduce el consumo eléctrico asociado a las operaciones de rectificado.</p> |
| Resultados de la medida | <p>Reducción del impacto de material del 60% (sólo del material ligado a la operación de rectificado) y un 1% del consumo eléctrico total.</p> <p>La reducción del material tiene un impacto bastante bajo respecto al impacto total de fabricación pero la reducción del consumo es importante.</p> |
| Resultados de la aplicación de la medida "Ofrecer el proceso de bruñido como operación de acabado al torneado" | |

**Utilizar aceites biodegradables**

| | |
|--------------------------------|---|
| Análisis técnico | La medida propuesta contempla la sustitución de los aceites de lubricación y la taladrina por sus equivalentes biodegradables. Se prevé la sustitución de 2.880 litros de aceite de lubricación a lo largo del ciclo de vida del torno de bancada plana A-1600 y la sustitución de 2.700 litros de taladrina a lo largo del ciclo de vida del torno de bancada plana A-1600 (60.000 horas de trabajo). |
| Análisis medioambiental | La medida evaluada contempla la utilización de aceites biodegradables que alargan el tiempo de vida de lubricantes y taladrinas. |
| Resultados de la medida | Reducción de entre 10-15% del impacto del uso de aceites de lubricación y refrigeración (incluyendo los tratamientos de fin de vida). Reducción del ~0.3% del impacto global. Resultados de la aplicación de la medida "utilizar aceites biodegradables" |

Utilizar pinturas sin disolventes

| | |
|--------------------------------|--|
| Análisis técnico | La reducción en peso de los materiales utilizados no es importante ya que se reducen 10 kilogramos de disolvente y 3,8 kilogramos de endurecedor. |
| Análisis medioambiental | La reducción más importante se produce en las emisiones de compuestos orgánicos volátiles que se evitarán en el proceso de pintado, siendo 6 veces menores a las iniciales, con el consiguiente beneficio para la salud laboral de los operarios en el proceso de fabricación y para el medio ambiente |
| Resultados de la medida | Reducción de alrededor del 30% del impacto de la pintura. Reducción del 1% del impacto de fabricación. Reducción del 0,4% del impacto total. Resultados de la aplicación de la medida "utilizar pinturas sin disolventes" |



6.3.5.- Evaluación del producto final

A continuación se va a proceder a evaluación del desarrollo de cada medida de mejora propuesta:

| Reducir las horas de stand-by para reducir el consumo de electricidad | | | |
|--|---|---|---|
| Criterios de Evaluación | Aplicabilidad | Comentario | |
| Viabilidad técnica | Si | Las medidas a incorporar son asumibles | |
| Viabilidad ambiental | Si | Supone una reducción del 59% en el consumo de stand-by, una reducción del 2,6% de reducción en el consumo eléctrico y 2,3% en el impacto global de la máquina | |
| Cumplimiento de las especificaciones ambientales recogidas en el pliego de condiciones | Mínimo consumo eléctrico para el elemento ecodiseñado | Si | Supone una reducción del 59% en el consumo del torno en posición de stand-by |
| | Marco legislativo | Si | Supone una reducción importante del consumo de la máquina en posición stand-by |
| | Mercado | Si | La medida ofrece mejora ambiental y ahorro económico |
| | Competencia | Si | Posible argumento de diferenciación |
| Contribución a cumplimiento de los factores motivantes | Proveedores | Si | Los nuevos componente ya existen en el mercado |
| | Imagen de la empresa | Si | Posible argumento de diferenciación |
| | Costes | No | Supone un incremento de coste pero los ahorros derivados de la reducción reconsumo de energía son importantes |
| | Innovación | Si | Se han optimizado los componentes |

Respuesta de la medida "reducir las horas de stand-by"

| Sustituir hierro fundido por hormigón polímero | | | |
|--|-------------------------------|---|--|
| Criterios de Evaluación | Aplicabilidad | Comentario | |
| Viabilidad técnica | No | No se han encontrado proveedores | |
| Viabilidad ambiental | Si | Reducción de entre el 40%-70% del impacto de fabricación de los módulos re-diseñados, del 10% del impacto de fabricación y del 0,6-0,7% del impacto total | |
| Cumplimiento de las especificaciones ambientales recogidas en el pliego de condiciones | Reducir el peso de la máquina | Si | Supone una reducción de 1.635,6 kilogramos de peso |
| Contribución a cumplimiento de los factores motivantes | Costes | No | No se han encontrado proveedores |

Respuesta de la medida "sustituir hierro fundido por hormigón polímero"



| Ofrecer el proceso de bruñido sustituyendo al cabezal de rectificado | | | |
|--|---------------------------------------|---|---|
| Criterios de Evaluación | Aplicabilidad | Comentario | |
| Viabilidad técnica | Si | La sustitución del cabezal por una herramienta es sencilla | |
| Viabilidad ambiental | Si | Reducción del impacto de material del 60% en material rectificado, y un 1% del consumo eléctrico total. La reducción del material tiene un impacto bastante bajo, pero la reducción del consumo es importante | |
| Cumplimiento de las especificaciones ambientales recogidas en el pliego de condiciones | Mínimo consumo eléctrico del elemento | Si | Se reduce el consumo eléctrico |
| | Reducir el peso de la máquina | Si | Se obtiene una reducción de peso de 214,85 kilogramos |
| Contribución a cumplimiento de los factores motivantes | Marco legislativo | Si | Se obtiene una reducción del 1% del consumo total de electricidad de la máquina |
| | Mercado | Si | Las mejoras asociadas pueden ser utilizadas como argumento de venta |
| | Competencia | Si | Posible argumento de diferenciación |
| | Proveedores | Si | Existen proveedores en el mercado |
| | Imagen de la empresa | Si | Posible argumento de diferenciación |
| | Costes | Si | Supone una reducción del coste de la máquina |
| | Innovación | Si | Se incorpora un elemento innovador |

Respuesta de la medida "ofrecer el proceso de bruñido sustituyendo al cabezal de rectificado"

| Utilizar aceites biodegradables | | | |
|--|---------------------------------|--|--|
| Criterios de Evaluación | Aplicabilidad | Comentario | |
| Viabilidad técnica | Si | La utilización de aceites biodegradables es sencilla | |
| Viabilidad ambiental | Si | Supone una reducción entre el 10-15% del impacto asociado al uso de aceites de lubricación y refrigeración | |
| Cumplimiento de las especificaciones ambientales recogidas en el pliego de condiciones | Mínimo consumo de aceites | Si | Reducción de 32 litros de aceite a usar y de 30 litros de taladrina a utilizar |
| | Utilizar aceites biodegradables | Si | Supone aprovechar los avances logrados por los proveedores |
| Contribución a cumplimiento de los factores motivantes | Mercado | Si | Puede suponer un argumento de diferenciación |
| | Proveedores | Si | Existen proveedores en el mercado |
| | Imagen de la empresa | Si | Puede suponer un argumento de diferenciación |

Respuesta de la medida "utilizar aceites biodegradables"

| Utilizar pinturas sin disolventes | | | |
|--|-----------------------------------|--|---|
| Criterios de Evaluación | Aplicabilidad | Comentario | |
| Viabilidad técnica | Si | La utilización de pinturas al agua es asumible | |
| Viabilidad ambiental | Si | Reducción del 30% del impacto de la pintura, del 1% de la fabricación y del 0,4% del impacto total | |
| Cumplimiento de las especificaciones ambientales recogidas en el pliego de condiciones | Utilizar pinturas sin disolventes | Si | Se pueden sustituir |
| Contribución a cumplimiento de los factores motivantes | Costes | No | La pintura en base agua es algo más cara |
| | Compromiso ambiental | Si | Supone la eliminación de emisiones de COV's |

Respuesta de la medida "utilizar pinturas sin disolventes"



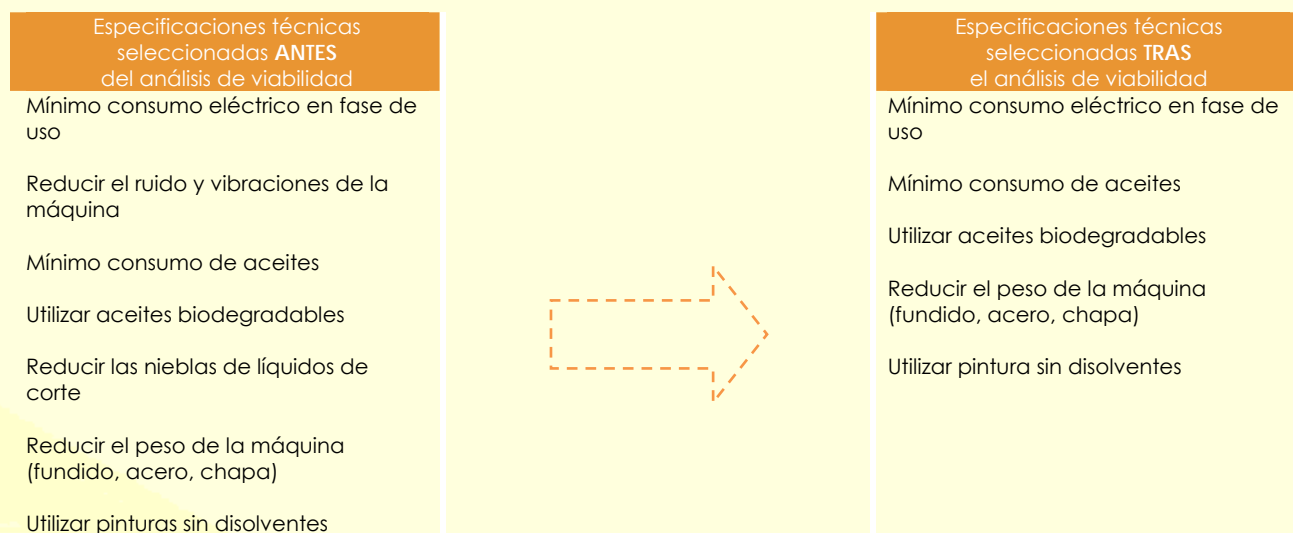
6.3.6.- Resultados y conclusiones

En la siguiente tabla se recogen y describen la evaluación de las estrategias y medidas de ecodiseño propuestas para la mejora ambiental del torno de bancada plana modelo A-1600 según los criterios de evaluación anteriormente mencionados:

| Estrategia | Medida | Viabilidad | | Especificaciones ambientales propuestas | Cumplimiento factores motivantes |
|--------------------------|---|------------|-----------|---|----------------------------------|
| | | Técnica | Ambiental | | |
| Menor consumo de energía | Usar sistemas de stand-by para reducir el consumo de electricidad | Si | Si | Si | Si |
| Materiales más limpios | Sustituir hierro fundido por hormigón polímero | No | Si | Si | No |
| Menor consumo de energía | Ofrecer el proceso de bruñido como operación de acabado al torneado | Si | Si | Si | Si |
| Materiales más limpios | Utilizar aceites biodegradables | Si | Si | Si | Si |
| Materiales más limpios | Utilizar pinturas sin disolventes | Si | Si | Si | Si |

Tabla resumen de la evaluación de los diferentes desarrollos propuestos

El siguiente esquema recoge los elementos a incorporar en el pliego de condiciones



Elementos a incorporar en el pliego de condiciones



6.4.- FAGOR ARRASATE

6.4.1.- Presentación de la empresa

FAGOR ARRASATE es una empresa dedicada al diseño, fabricación y suministro de sistemas completos para el trabajo de materiales metálicos planos en cualquiera de sus vertientes. Está especializada en las áreas de ingeniería, desarrollo y puesta en marcha de las instalaciones, llave en mano, para sistemas de procesado de chapa metálica y sistemas de estampación. Su mercado principal es el de los equipos a medida para una aplicación concreta o un requisito productivo de un cliente. Actualmente es el más importante fabricante de maquinaria del estado.

Es una empresa perteneciente al GRUPO MONDRAGÓN, una de las mayores agrupaciones industriales de Europa, con más de 80.000 empleados y unas ventas de más de 15.000 millones de Euros al año (datos ejercicio 2008).

FAGOR ARRASATE inició sus actividades en 1957 y en este momento dispone de 4 plantas de fabricación y montaje, con más de 450 trabajadores en activo de las cuales la cuarta parte desarrollan labores de ingeniería e I+D. Para ello cuenta también con la colaboración de KONIKER Koop. Elk., centro tecnológico del Grupo Mondragón.



Instalaciones de FAGOR ARRASATE S. Coop

Entre los productos que fabrica pueden distinguirse cinco grandes grupos, los cuales son:

1. Sistemas de estampación y prensas
2. Líneas de corte y sistemas de procesado de bobinas, formatos y chapa metálica en general
3. Líneas de fabricación de tubo y sistemas de perfilado
4. Sistemas especiales para la fabricación de piezas de chapa complejas y sistemas de transferencia
5. Troqueles

La Investigación y el desarrollo de nuevas tecnologías, procesos y productos, la Mejora Continua, desarrollando el concepto de Calidad Total hasta sus últimas consecuencias, quedando así acreditado por sus múltiples certificaciones: ISO 9001, IQNET, Q1, EAQF,... avaladas por sus clientes y una extensa Red Comercial, hacen de FAGOR ARRASATE un Partner sólido y seguro para el suministro de grandes proyectos industriales en el ámbito del procesado de chapa.

6.4.2.- Presentación del producto

FAGOR ARRASATE diseña y fabrica prensas de estampación y equipamientos de procesado para grandes piezas, principalmente de la carrocería del automóvil. Se puede destacar como producto principal las líneas de prensas adaptadas a las necesidades del cliente.



Prensa mecánica modelo SDM2-400-2400-1200

El producto seleccionado para la aplicación práctica de la guía sectorial de ecodiseño para el sector de máquinas herramienta ha sido la prensa mecánica servo accionada modelo SDM2-400-2400-1200.

La principal característica de estas prensas es la eliminación del volante de inercia y su sustitución por un acople directo entre el motor principal de accionamiento de la prensa, y la transmisión de movimiento al carro. La simplificación de la transmisión en combinación con un control avanzado por CNC y la utilización de servomotores de altas prestaciones permiten asegurar que las prensas servo accionadas pueden ser especialmente ventajosas para procesos en los que se debe controlar en tiempo real la posición y la velocidad del carro: Prueba de troqueles, estampación en caliente, conformado en estado semisólido (thixoforming), hidroconformado, inyección de plásticos, aluminio, resinas, etc.

Las prensas servo accionadas permiten también programar las curvas de posición del carro, la velocidad y la carrera de forma que con una misma prensa se pueden realizar distintos procesos de fabricación, incluso trabajos que hasta ahora no podían ser realizados por prensas mecánicas: excéntrica biela-manivela, Link-Drive, parada en punto muerto inferior de la prensa, blanking, multiprocesos tipo transfer alimentador, fabricación a alta cadencia, etc. Las características principales del modelo de prensa servo accionada SDM2-400-2400-1200 son:

| Características principales del modelo SDM2-400-2400-1200 | | |
|---|-------|---------|
| Capacidad | Tn | 400Tn |
| Fuerza nominal a 6mm. | KN | 4000 |
| Carrera | mm | 0 - 400 |
| Regulación del carro | mm | 200 |
| Golpes por minuto | g/min | 100 |
| Potencia del motor | Kw | 250 |
| Par motor | Nm | 3000 |

Características técnicas de la prensa mecánica SDM2-400-2400-1200



6.4.3.- Evaluación del producto inicial

Para realizar el diagnóstico ambiental se ha seleccionado la metodología de ACV (Análisis del ciclo de vida). El ACV es un proceso objetivo para evaluar las cargas ambientales asociadas a un producto, proceso o actividad que consiste en realizar un balance material y energético del sistema estudiado.

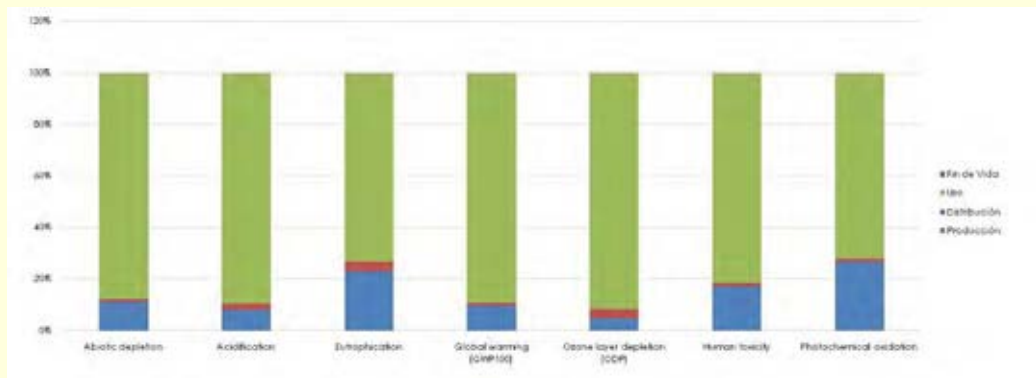
Este análisis permite evaluar los principales efectos ambientales de un producto o actividad, analizando su ciclo de vida completo, incluyendo la identificación y cuantificación de recursos materiales y energéticos utilizados en cada una de las etapas del mismo además de los residuos emitidos al medioambiente. Como resultado se obtiene una medida cuantitativa de los impactos ambientales más importantes de cada fase de vida utilizando distintas categorías de impactos.

La caracterización del escenario para la prensa mecánica SDM2-400-2400-1200 es la siguiente:

| Parámetro | Escenario |
|--------------------------|--|
| Vida útil | 20 años |
| Horas anuales de trabajo | 4.950 horas |
| Horas de parada | 7% de las horas de trabajo |
| Horas en Stand-by | 31% de las horas de trabajo (horas sin estampar) |

Alcance y suposiciones de la evaluación inicial de la prensa mecánica SDM2-400-2400-1200

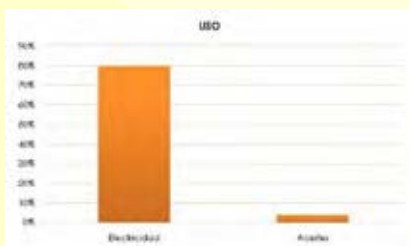
En la gráfica siguiente se muestra el perfil ambiental de la prensa mecánica SDM2-400-2400-1200 de acuerdo con las categorías de impacto establecidas por el método CML2000. Como media, el **83,7% de la carga ambiental total se origina en la fase de Uso/Mantenimiento** (suponiendo una importancia equivalente a todos los indicadores seleccionados para el estudio). Le sigue en importancia la **fase de fabricación con un 14,1%**.



Indicadores ambientales de la prensa mecánica SDM2-400-2400-1200

El análisis del impacto ambiental medio de la prensa mecánica SDM2-400-2400-1200 muestra la importancia de la fase de uso por lo que es de gran interés analizar los aspectos ambientales causantes de dicho impacto puesto que serán los aspectos a identificar como potenciales aspectos donde focalizar la mejora ambiental.

En la siguiente gráfica se profundiza en la fase de uso:



Desglose de la fase de uso del Impacto medio de la prensa mecánica SDM2-400-2400-1200

Se observa que el **consumo de electricidad es el causante del 79,9% del impacto ambiental de la fase de uso** seguido del **consumo de aceite que supone el 3,7%** de la carga ambiental de la fase de Uso/Mantenimiento.

La fase de fin de vida de la prensa no contribuye debido a la elevada reciclabilidad de los materiales que lo conforman, reciclabilidad que se ha tenido en cuenta en la fase de obtención de cada uno de los materiales utilizados en las diferentes fases de ciclo de vida del torno.



Como conclusión al análisis realizado para el caso de la prensa mecánica SDM2-400-2400-1200, todos los indicadores señalan la fase de USO/Mantenimiento como la fase más importante desde un aspecto medioambiental. **La carga ambiental de la fase de Uso (83,7%) se reparte entre el consumo de electricidad (79,9) y aceites (3,7%).**

El **segundo impacto ambiental** más importante, se **origina en la fase de producción (14,1%)** y se reparte principalmente en la **fabricación de aceros.**

| Grado de impacto | Fase del ciclo de vida | Impacto |
|------------------|------------------------|-------------------------|
| Principal | Uso | Consumo de electricidad |
| Secundario | Producción | Consumo de acero |
| | | Consumo de aceites |

Aspectos ambientales causantes de los impactos ambientales de la prensa mecánica SDM2-400-2400-1200

De acuerdo a la metodología definida en el capítulo 4, se ha realizado una evaluación de los aspectos ambientales asociados a los factores motivantes definidos por FAGOR ARRASATE. La significancia de los mismos llevará como resultado la identificación de los aspectos ambientales que deben incorporarse al pliego de condiciones.

| ASPECTOS AMBIENTALES | CRITERIOS CLAVE | | | CRITERIOS GENERALES | | | | SIGNIFICANCIA |
|-------------------------|------------------------|------------------------|--------------------|---------------------------------|--------------------|--------------------------|----------------|---------------|
| | Coste de ciclo de vida | Implicaciones técnicas | Horizonte temporal | Calidad en el puesto de trabajo | Imagen de producto | Crear / asegurar mercado | Mantenibilidad | |
| Consumo de energía | 6 | 9 | 8 | 2 | 9 | 8 | 7 | 72 |
| Consumo de taladrina | 8 | 8 | 8 | 1 | 9 | 9 | 8 | 75 |
| Consumo de filtros | 2 | 7 | 8 | 8 | 9 | 9 | 8 | 68 |
| Depuración de nieblas | 2 | 8 | 8 | 2 | 3 | 3 | 3 | 44 |
| Dimensiones de máquinas | 1 | 1 | 6 | 2 | 7 | 6 | 2 | 33 |

Significancia de los aspectos ambientales asociados a los factores motivantes para la empresa FAGOR ARRASATE

De la evaluación realizada se desprende que los aspectos ambientales asociados a los factores motivantes a los que FAGOR ARRASATE debe dar respuesta son los siguientes:

- Consumo de energía en fase de uso
- Fugas y derrames
- Ruido y vibraciones
- Peso y volumen de la máquina
- Pintura sin disolventes

Realizando una comparativa de los resultados obtenidos tras el análisis ambiental y análisis de los factores motivantes, puede observarse la existencia de aspectos ambientales comunes en ambos análisis y que se recogen en la siguiente tabla:

| Comparativa aspectos ambientales identificados en análisis ambiental y factores motivantes | |
|--|---------------------------------|
| Aspectos ambientales comunes | Aspectos ambientales no comunes |
| Consumo de electricidad | Ruidos y vibraciones |
| Consumo de acero (peso y volumen de la máquina) | Pinturas sin disolventes |
| Consumo de aceites (fugas y derrames) | |

Comparativa aspectos ambientales identificados en análisis ambiental y factores motivantes

En base a los aspectos ambientales identificados tras el análisis ambiental y análisis de los factores motivantes, la propuesta de las especificaciones técnicas a incorporar al pliego de condiciones serían:

- Mínimo consumo eléctrico en fase de uso
- Reducir el ruido y vibraciones de la máquina
- Mínimo consumo de aceites
- Utilizar aceites biodegradables
- Reducir las nieblas de líquidos de corte
- Reducir el peso de la máquina (fundido, acero, chapa)
- Utilizar pintura sin disolventes



6.4.4.- Estrategias de mejora ambiental

En base al análisis realizado las estrategias o medidas de mejora seleccionadas son las siguientes:

| Recuperación de la energía generada durante la estampación | |
|--|--|
| Análisis técnico | <p>Se va a diseñar un circuito de baterías y condensadores, en el cual se almacenará la energía de una forma mixta (condensadores + baterías). Con este sistema se pretende almacenar la energía transitoria durante las deceleraciones de la prensa, para después poder utilizarla cuando el sistema requiera de mayores picos energéticos. En principio se implantaría para máquinas unitarias. Luego es posible que se apliquen a líneas de prensas completas.</p> <p>La estimación del ahorro económico se estima que se puede llegar al 40% del consumo anual, aunque todavía estos datos están a falta de revisión, a realizar mediante diferentes pruebas de consumo.</p> |
| Análisis medioambiental | <p>Se estima una reducción del consumo total de energía de 96.300 kWh a 57.780 kWh.</p> <p>La mejora ambiental lograda supone una reducción del impacto sobre el ciclo de vida del ~ 30% dependiendo de la categoría del impacto.</p> |
| Resultados de la medida | <p>La reducción del impacto respecto al consumo eléctrico de la prensa mecánica es del 40% lo que implica una reducción del 30% sobre el impacto de ciclo de vida total</p> <p>Resultados de la aplicación de la medida "recuperación de la energía generada durante la estampación"</p> |

| Regulación y sincronización de una línea de prensas de estampación | |
|--|--|
| Análisis técnico | <p>Se propone la sincronización electrónica entre los motores principales de las prensas de la línea, lo cual es posible implementar por medio de robots o manipuladores transferizadores. Estos forman células entre las prensas, y además de la transferencia de las piezas, realizan funciones de alimentar el material de partida y descargar las piezas ya terminadas.</p> <p>Para sincronizar las prensas de una línea es necesario contar con diferentes elementos de transmisión entre máquinas, ya sean transferizadores tipo robot, crossbar... Después de la implantación de estos elementos, resulta poco costosa la sincronización de las diferentes máquinas de la línea, por lo que las ventajas de ahorro se muestran en poco tiempo.</p> <p>Los nuevos modos de trabajo a implantar en las prensas, tiene que llevar a la sincronización electrónica de los motores principales de las prensas, para así lograr una distribución más uniforme de los movimientos y velocidades, con el fin de reducir el consumo eléctrico.</p> <p>La sincronización permitirá incrementar el tiempo de operación de las líneas de prensas reduciendo los tiempos en posición stand-by.</p> |
| Análisis medioambiental | <p>Manteniendo el mismo escenario de análisis (horas de producción y número de golpes) se han reducido las horas de stand-by no incrementando las horas adicionales de producción.</p> <p>La mejora ambiental lograda supone una reducción del 2% del impacto de Ciclo de Vida total.</p> |
| Resultados de la medida | <p>La sincronización de una línea de prensas permite una reducción de 2,6% del impacto asociado al consumo eléctrico de la prensa.</p> <p>La reducción del impacto ambiental logrado sobre la posición de stand-by es de un 18%.</p> <p>Resultados de la aplicación de la medida "regulación y sincronización de una línea de prensas de estampación"</p> |

**Reducir el impacto asociado al método de transmisión de una prensa**

| | |
|-------------------------|--|
| Análisis técnico | <p>Se propone la utilización de servo-accionamientos directos en las partes de prensas que actualmente cuentan con unos accionamientos hidráulicos. El cambio de accionamientos supondría un ahorro en la energía consumida, tanto en energía eléctrica como en energía calorífica, y un proceso optimizado y flexible con un menor coste de mantenimiento: ya que con los accionamientos hidráulicos necesitas realizar el mantenimiento de moto-bombas hidráulicas, y el mantenimiento del mismo accionamiento, cilindros...</p> <p>Cambiar el tipo de accionamiento en la transmisión de movimientos de una prensa, implica el desarrollo de un sistema capaz de realizar los mismos movimientos y fuerzas, con un mecanismo servoaccionado. Colocar un servomotor como accionamiento en los sistemas de movimiento de la prensa puede ser el mejor método, ya que se puede realizar un mayor control sobre el accionamiento. El servomotor dependerá de la aplicación, y en cuanto al ahorro se estima la mayor parte en los costes de mantenimiento (30%) y tiempos de parada. Esta mejora supone una reducción de consumo de alrededor 50 kWh en el mecanismo de transmisión. Esto se traduce en una disminución de la potencia nominal de los motores principales de 250 kWh a 200 kWh.</p> |
| Análisis medioambiental | La mejora en la transmisión de una prensa mecánica influirá sobre el consumo eléctrico de la prensa original. La reducción del impacto ambiental sobre el consumo eléctrico es del 15,6%. |
| Resultados de la medida | <p>La mejora ambiental lograda supone una reducción del 12% sobre el impacto total de Ciclo de Vida de la prensa mecánica.</p> <p>La mejora lograda supone una reducción del 20% del impacto asociado al consumo principal de la prensa mecánica.</p> |

Resultados de la aplicación de la medida "reducir el impacto asociado al método de transmisión de una prensa"

Evitar fugas y pulverización del aceite con soportes y sistemas de recogida

| | |
|-------------------------|---|
| Análisis técnico | <p>Instalación de extractores en las prensas de estampación para recoger el aceite pulverizado facilitándose de este modo su reutilización. Soldar canaletas y sistemas de recogida de aceite de lubricación (CLP150) en las paredes del cabezal que se vea que existen fugas habitualmente. También se puede realizar una pequeña instalación de filtrado del aceite para poder utilizarlo otra vez en el medio hidráulico, lubricación de las guías,...</p> <p>La inversión a realizar para la implantación de este sistema no es demasiado costosa, y se puede llegar a reutilizar el 15% del aceite de lubricación que utiliza la prensa.</p> |
| Análisis medioambiental | La recogida para su reutilización del aceite de pulverización en una prensa mecánica supone una reducción del 18,6% del impacto ambiental asociado a su utilización. |
| Resultados de la medida | <p>La mejora ambiental lograda supone una reducción inferior al 2% sobre el impacto de Ciclo de Vida de la prensa mecánica.</p> <p>La reducción del impacto ambiental asociado al consumo de aceite es del 18%</p> |

Resultados de la aplicación de la medida "evitar fugas y pulverización del aceite con soportes y sistemas de recogida"

Incrementar el uso de materiales más ligeros

| | |
|-------------------------|--|
| Análisis técnico | <p>El objetivo de incrementar el uso de estos materiales ligeros, persigue rediseñar los elementos auxiliares, tipo crossbar, de las prensas. Los materiales ligeros de última generación presentan elevados ratios de prestaciones (resistencia, rigidez, disminución de peso...), por ello, estos tipos de materiales son los ideales para la reducción de peso, manteniendo niveles de rigidez adecuados.</p> <p>Analizando la forma y dimensiones de las barras del crossbar, se observa que se trata principalmente de barras huecas, por lo que se pueden implantar materiales compuestos de matriz orgánica, en concreto fibra de carbono y matriz epoxi. Se trata de un proceso que permite obtener elevadas prestaciones y perfiles de longitudes, en principio ilimitadas, con los que se pueden conseguir reducciones de peso en torno al 20% comparando con los elementos actuales.</p> <p>La reducción de peso es de un 20% aproximadamente, siendo en el caso de la barra crossbar, de 67 Kg de material compuesto de matriz orgánica de fibra de carbono, en comparación de los 84 Kg de acero.</p> |
| Análisis medioambiental | La utilización de fibra de carbono es una variable que conlleva una reducción de peso y una reducción de consumo. La reducción de peso lograda no es importante respecto al peso total de la máquina. La mejora ambiental lograda sobre el consumo eléctrico de la máquina es del orden del 2% |
| Resultados de la medida | <p>La mejora ambiental lograda supone una reducción inferior al 2% sobre el impacto global durante todo el ciclo de vida.</p> |

Resultados de la aplicación de la medida "incrementar el uso de materiales más ligeros"



6.4.5.- Evaluación del producto final

A continuación se va a proceder a evaluación del desarrollo de cada medida de mejora propuesta:

| Recuperación de la energía generada durante la estampación | | | |
|--|---|---------------|--|
| Criterios de Evaluación | | Aplicabilidad | Comentario |
| Viabilidad técnica | | Si | La instalación de equipos acumuladores de energía no muestra complicaciones |
| Viabilidad ambiental | | Si | Suponen una reducción del 50% sobre el impacto de Ciclo de Vida |
| Cumplimiento de las especificaciones ambientales recogidas en el pliego de condiciones | Mínimo consumo eléctrico para el elemento ecodiseñado | Si | La reducción del impacto se produce sobre la fase de ciclo de vida con mayor contribución al impacto total |
| | Marco legislativo | Si | Medida alineada con la Directiva EuP |
| | Mercado | Si | Aunque no incrementa la eficiencia, supone un ahorro económico en su uso |
| | Competencia | Si | Una prensa con menor consumo energético puede suponer un elemento diferenciador |
| | Proveedores | Si | Existen proveedores para los nuevos equipos que se precisan |
| | Imagen de la empresa | Si | Puede utilizarse como elemento para marketing verde |
| | Innovación | Si | Los condensadores no son componentes innovadores. Lo innovador es su aplicación en una línea de prensas |
| Contribución a cumplimiento de los factores motivantes | | Si | Supone fabricar máquinas más respetuosas con el medio ambiente |

Respuesta de la medida "recuperación de la energía generada durante la estampación"

| Regulación y sincronización de una línea de prensas de estampación | | | |
|--|---|---------------|---|
| Criterios de Evaluación | | Aplicabilidad | Comentario |
| Viabilidad técnica | | Si | Es necesario contar con diferentes elementos de transmisión entre máquinas |
| Viabilidad ambiental | | Si | Suponen una reducción del 2,6% sobre el impacto de Ciclo de Vida |
| Cumplimiento de las especificaciones ambientales recogidas en el pliego de condiciones | Mínimo consumo eléctrico para el elemento ecodiseñado | Si | Reducción del 18% del impacto generado en la posición stand-by |
| | Marco legislativo | Si | Medida alineada con la Directiva EuP |
| | Mercado | Si | No supone la incorporación de motores de mayor eficiencia pero si permite incrementar la capacidad de producción |
| | Competencia | Si | La reducción del consumo eléctrico en posición stand-by puede permitir incorporar nuevos conceptos de marketing verde |
| | Proveedores | No | Supone optimizar el consumo eléctrico de elementos auxiliares existentes |
| | Imagen de la empresa | Si | Puede utilizarse para incorporar nuevos conceptos de marketing verde |
| | Innovación | No | No supone la incorporación de elementos novedoso a la máquina |
| Contribución a cumplimiento de los factores motivantes | | Si | Se logra incrementar la eficiencia de la prensa al reducir el despilfarro asociado al consumo eléctrico de la máquina cuando no está trabajando |

Respuesta de la medida "regulación y sincronización de una línea de prensas de estampación"



| Reducir el impacto asociado al método de transmisión de una prensa | | | |
|--|---|---|---|
| Criterios de Evaluación | Aplicabilidad | Comentario | |
| Viabilidad técnica | Si | Sustitución de los accionamientos hidráulicos por servo-accionamientos directos | |
| Viabilidad ambiental | Si | Supone una reducción del 12% de impacto total de la máquina | |
| Cumplimiento de las especificaciones ambientales recogidas en el pliego de condiciones | Mínimo consumo eléctrico para el elemento ecodiseñado | Si | Se obtiene una reducción del 20% del consumo eléctrico principal de la prensa |
| | Marco legislativo | Si | Supone una reducción muy importante en el consumo eléctrico de la prensa |
| Contribución a cumplimiento de los factores motivantes | Mercado | Si | La mejora ambiental lograda permite diferenciar el producto en el mercado |
| | Competencia | Si | La reducción en el consumo eléctrico permite incorporar marketing verde |
| | Proveedores | No | Los proveedores colaboran activamente en la incorporación de elementos innovadores |
| | Imagen de la empresa | Si | La reducción del consumo eléctrico principal supondrá una reducción del impacto ambiental de la máquina |
| | Innovación | No | Se incorporan cambios tecnológicos |
| Compromiso ambiental | Si | Se obtiene una importante reducción del impacto ambiental de la prensa | |

Respuesta de la medida "reducir el impacto asociado al método de transmisión de una prensa"

| Evitar fugas y pulverización del aceite con soportes y sistemas de recogida | | | |
|--|------------------------------------|---|--|
| Criterios de Evaluación | Aplicabilidad | Comentario | |
| Viabilidad técnica | Si | Exige la instalación de extractores de nieblas de aceite | |
| Viabilidad ambiental | Si | La reducción sobre el impacto ambiental total de la máquina es inferior al 2% | |
| Cumplimiento de las especificaciones ambientales recogidas en el pliego de condiciones | Reducir fugas y derrames de aceite | Si | Se reduce en un 16% el consumo de aceite |
| | Entorno Social | Si | La medida es un elemento más del respeto al medioambiente de las prensas |
| Contribución a cumplimiento de los factores motivantes | Calidad | Si | Uno de los factores motivantes para el ecodiseño es la menor mantenibilidad |
| | Compromiso ambiental | Si | Se facilita la reciclabilidad el aceite |
| | Motivación del personal | Si | La reducción de fugas y derrames de aceites es uno de los factores de motivación |

Respuesta de la medida "evitar fugas y pulverización del aceite con soportes y sistemas de recogida"

| Incrementar el uso de materiales más ligeros | | | |
|--|---|---|---|
| Criterios de Evaluación | Aplicabilidad | Comentario | |
| Viabilidad técnica | Si | La introducción de fibra de carbono en el crossbar es técnicamente sencilla | |
| Viabilidad ambiental | Si | Reducción alrededor del 2% sobre el Impacto de Ciclo de Vida Total de la prensa | |
| Cumplimiento de las especificaciones ambientales recogidas en el pliego de condiciones | Mínimo consumo eléctrico para el elemento ecodiseñado | Si | Una reducción de 17,31 kilogramos de peso en el crossbar permite reducir en un 2,2% el impacto asociado al consumo eléctrico |
| | Entorno Social | Si | Máquina más respetuosa con el medio ambiente al utilizar menos materiales en el crossbar y conseguir una reducción en el consumo de energía |
| Contribución a cumplimiento de los factores motivantes | Calidad | Si | Máquina más eficiente |
| | Compromiso ambiental | Si | Se consigue incrementar la eficiencia de la máquina |
| | Motivación del personal | Si | Se reduce el peso de la máquina, aunque en una cantidad muy pequeña |

Respuesta de la medida "incrementar el uso de materiales más ligeros"



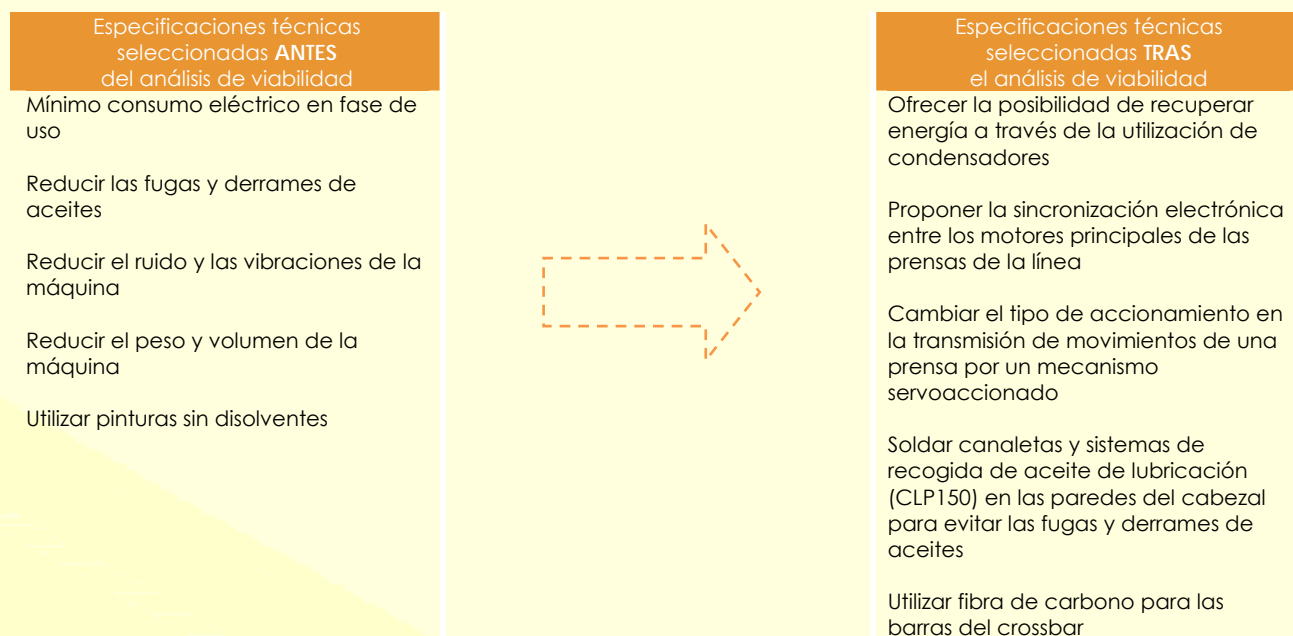
6.4.6.- Resultados y conclusiones

En la siguiente tabla se recogen y describen la evaluación de las estrategias y medidas de ecodiseño propuestas para la mejora ambiental de la prensa mecánica modelo SDM2-400-2400-1200 según los criterios de evaluación anteriormente mencionados:

| Estrategia | Medida | Viabilidad | | Especificaciones ambientales propuestas | Cumplimiento factores motivantes |
|------------------------------------|---|------------|-----------|---|----------------------------------|
| | | Técnica | Ambiental | | |
| Menor consumo de energía | Recuperación de la energía generada durante la estampación | Si | Si | Si | Si |
| Menor consumo de energía | Regulación y sincronización de una línea de prensas de estampación | Si | Si | Si | Si |
| Menor consumo de energía | Reducir el impacto asociado al método de transmisión de una prensa | Si | Si | Si | Si |
| Reducir el uso de materiales | Evitar fugas y pulverización del aceite con soportes y sistemas de recogida | Si | Si | Si | Si |
| Seleccionar materiales más ligeros | Incrementar el uso de materiales más ligeros | Si | Si | Si | Si |

Tabla resumen de la evaluación de los diferentes desarrollos propuestos

El siguiente esquema recoge los elementos a incorporar en el pliego de condiciones



Elementos a incorporar en el pliego de condiciones



6.5.- ONAPRES

6.5.1.- Presentación de la empresa

ONAPRES es una empresa fabricante de maquinaria especializada en prensas hidráulicas, que constituyen equipos utilizables en diversos sectores industriales y en gran variedad de procesos que van desde la embutición de chapa de características de todo tipo hasta el retoque de troqueles, pasando por el moldeo de plásticos reforzados, la fabricación de material de alumbrado, líneas de producción de chapa en prensas hidráulicas, etc. Los principales clientes a los que suministra ONAPRES están englobados en los sectores de troquelaría y embutición, y el sector de automoción.



Instalaciones de ONAPRES

Junto con FAGOR ARRASATE, y desde el año 1993, pertenece al GRUPO MONDRAGÓN, una de las mayores agrupaciones industriales de Europa. Hoy en día se muestra como una de las empresas europeas más importantes dedicadas al diseño y fabricación de prensas hidráulicas. Esta condición le obliga a asumir una posición de liderazgo en cuanto al desarrollo de nuevos sistemas e innovaciones tecnológicas a aplicar en sus productos. Por ello, la estrategia general de ONAPRES se centra en la innovación permanente de sus productos, por una parte, mediante la adaptación de sus máquinas a nuevas aplicaciones y, por otra, mediante la mejora de las prestaciones que ofrecen éstas.

Las prensas hidráulicas de estampación de ONAPRES se sitúan en la gama alta de potencias debido a que fabrica aplicaciones con grandes tonelajes de procesado, y por razones próximas a este hecho, se trata casi siempre de equipo especial diseñado para una aplicación particular para cada cliente.

Además de crecer por asistencia a nuevos mercados, entre los países preferentes de venta para el próximo cuatrienio ONAPRES se mantiene en Europa, con negocios en Eslovaquia, Eslovenia, Hungría, Chequia, Rusia y Polonia. Además intentará potenciar otros mercados como los de Irán, Turquía, Brasil y México como futuros receptores productivos de la empresa.

De este modo, el desarrollo tecnológico, junto con la calidad (dispone de la certificación ISO 9001:2000), constituyen la gran apuesta de ONAPRES para conseguir su objetivo de satisfacción de los clientes.

6.5.2.- Presentación del producto

ONAPRES produce bienes de equipo tanto para prensas de procesos de producción, prensas transfer, prensas de retoque de troqueles o moldes, prensado de composites, como sistemas especiales para diversas actividades. También es de destacar la labor que está realizando estos últimos años en el desarrollo de tecnologías para producir maquinaria de estampación para forja en grandes tonelajes, y maquinaria especial para el conformado de piezas para el sector aeronáutico.

El producto seleccionado para la aplicación práctica de la guía sectorial de ecodiseño para el sector de máquinas herramienta es la prensa EBT-225-4,6-AS. Prensa hidráulica de 2250 Tn, de doble efecto con pisador y embutidor. Cuenta con una mesa de 4.600 x 2.000mm de superficie, y con una carrera del carro de hasta 1.750mm.



Prensa hidráulica EBT-225-4,6-AS

Esta clase de prensas es muy adecuada y competitiva para poder realizar series grandes de piezas, e incluso es posible la implantación de esta máquina en una línea de prensas mecánicas, dada su posibilidad de adecuarla a altas velocidades de procesado.

Características técnicas de la prensa EBT-225-4,6-AS

| | | |
|-----------------------------------|------|---------------|
| Fuerza máxima de la prensa | KN | 22.500 |
| Fuerza máxima del embutidor | KN | 16.000 |
| Fuerza máxima del pisador | KN | 6.500 |
| Número de cilindros embutidor | Unit | 3 |
| Número cilindros pisador | Unit | 4 |
| Recorrido máximo del carro | Mm | 1.750 |
| Dimensiones de la mesa embutidora | mm | 4.000 x 2.000 |

Velocidades y potencias de la prensa EBT-225-4,6-AS

| | | |
|------------------------------|---------|---------|
| Velocidad de aproximación | Mm/sg | 800 |
| Velocidad de retroceso | Mm/sg | 800 |
| Potencia motores principales | Kw | 9 x 132 |
| Potencia total instalada | Kw | 1.200 |
| Capacidad de las bombas | Ltr/min | 9 x 520 |
| Nivel de presión sonora | dB (A) | 80 |
| Velocidad de aproximación | Mm/sg | 800 |

Cojin hidráulico CNC de 4 puntos EBT-225-4,6-AS

| | | |
|--|----|---------------|
| Fuerza ajustable hasta | KN | 6.000 |
| Dimensiones del cojín | Mm | 3.000 x 1.900 |
| Recorrido máximo programable del cojín | Mm | 390 |

Características de la prensa hidráulica EBT-225-4,6-AS



6.5.3.- Evaluación del producto inicial

Para realizar el diagnóstico ambiental se ha seleccionado la metodología de ACV (Análisis del ciclo de vida). El ACV es un proceso objetivo para evaluar las cargas ambientales asociadas a un producto, proceso o actividad que consiste en realizar un balance material y energético del sistema estudiado.

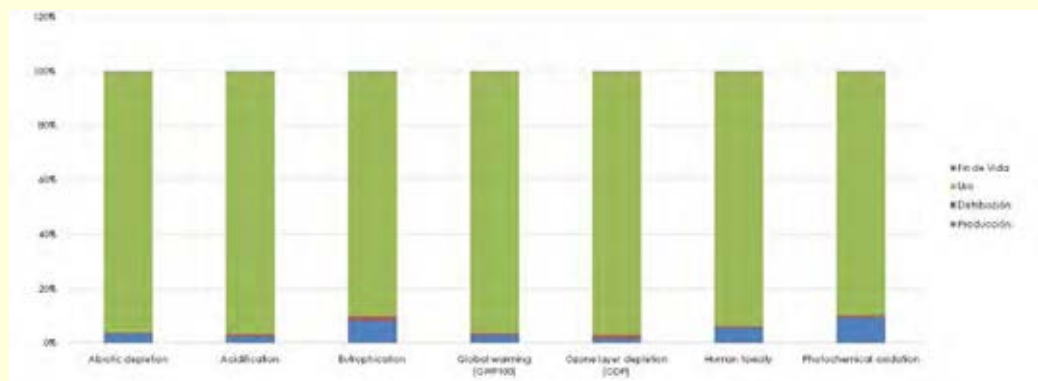
Este análisis permite evaluar los principales efectos ambientales de un producto o actividad, analizando su ciclo de vida completo, incluyendo la identificación y cuantificación de recursos materiales y energéticos utilizados en cada una de las etapas del mismo además de los residuos emitidos al medioambiente. Como resultado se obtiene una medida cuantitativa de los impactos ambientales más importantes de cada fase de vida utilizando distintas categorías de impactos.

La caracterización del escenario para la prensa hidráulica EBT-225-4,6-AS es la siguiente:

| Parámetro | Escenario |
|--------------------------|--|
| Vida útil | 20 años |
| Horas anuales de trabajo | 1.760 horas |
| Horas de parada | 32% de las horas de trabajo |
| Horas en Stand-by | 51% de las horas de trabajo (horas sin estampar) |

Alcance y suposiciones de la evaluación inicial de la prensa hidráulica EBT-225-4,6-AS

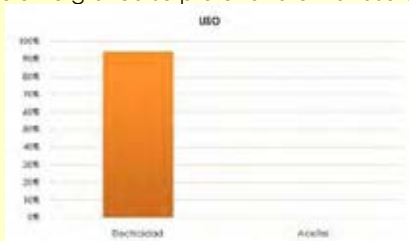
En la gráfica siguiente se muestra el perfil ambiental de la prensa hidráulica EBT-225-4,6-AS de acuerdo con las categorías de impacto establecidas por el método CML2000. Como media, el **94,4% de la carga ambiental total se origina en la fase de Uso/Mantenimiento** (suponiendo una importancia equivalente a todos los indicadores seleccionados para el estudio). Le sigue en importancia la **fase de fabricación con un 4,8%**.



Indicadores ambientales de la prensa hidráulica EBT-225-4,6-AS

El análisis del impacto ambiental medio de la prensa hidráulica EBT-225-4,6-AS muestra la importancia de la fase de uso por lo que es de gran interés analizar los aspectos ambientales causantes de dicho impacto puesto que serán los aspectos a identificar como potenciales aspectos donde focalizar la mejora ambiental.

En la siguiente gráfica se profundiza en la fase de uso:



Desglose de la fase de uso del Impacto medio de la prensa hidráulica EBT-225-4,6-AS

Se observa que el **consumo de electricidad es el causante del 94,4% del impacto ambiental de la fase de uso.**

La fase de fin de vida de la prensa no contribuye debido a la elevada reciclabilidad de los materiales que lo conforman, reciclabilidad que se ha tenido en cuenta en la fase de obtención de cada uno de los materiales utilizados en las diferentes fases de ciclo de vida del torno.



Como conclusión al análisis realizado para el caso de la prensa hidráulica EBT-225-4,6-AS, todos los indicadores señalan la fase de USO/Mantenimiento como la fase más importante desde un aspecto medioambiental. La carga ambiental de la fase de Uso (96,7%) se debe al consumo de electricidad.

El segundo impacto ambiental más importante, muy lejos del generado en la fase de Uso, se origina en la fase de producción debido al consumo de acero.

| Grado de impacto | Fase del ciclo de vida | Impacto |
|------------------|------------------------|-------------------------|
| Principal | Uso | Consumo de electricidad |
| Secundario | Producción | Fabricación de aceros |

Aspectos ambientales causantes de los impactos ambientales de la prensa hidráulica EBT-225-4,6-AS

De acuerdo a la metodología definida en el capítulo 4, se ha realizado una evaluación de los aspectos ambientales asociados a los factores motivantes definidos por ONAPRES. La significancia de los mismos llevará como resultado la identificación de los aspectos ambientales que deben incorporarse al pliego de condiciones.

| ASPECTOS AMBIENTALES | Coste de ciclo de vida | Implicaciones técnicas | Horizonte temporal | Calidad en el puesto de trabajo | Imagen de producto | Crear / asegurar mercado | Mantenibilidad | SIGNIFICANCIA |
|----------------------|------------------------|------------------------|--------------------|---------------------------------|--------------------|--------------------------|----------------|---------------|
| Consumo de energía | 7 | 9 | 8 | 3 | 9 | 8 | 7 | 75 |
| Ruido | 5 | 8 | 4 | 9 | 9 | 9 | 8 | 69 |
| Peso | 3 | 7 | 5 | 2 | 6 | 4 | 5 | 47 |
| Residuos | 2 | 5 | 6 | 5 | 7 | 6 | 5 | 49 |
| Pinturas | 3 | 5 | 3 | 8 | 7 | 5 | 6 | 48 |

Significancia de los aspectos ambientales asociados a los factores motivantes para la empresa ONAPRES

De la evaluación realizada se desprende que los aspectos ambientales asociados a los factores motivantes a los que ONAPRES debe dar respuesta son los siguientes:

- Consumo de energía
- Ruido
- Residuos
- Pinturas
- Peso

Realizando una comparativa de los resultados obtenidos tras el análisis ambiental y análisis de los factores motivantes, puede observarse la existencia de aspectos ambientales comunes en ambos análisis y que se recogen en la siguiente tabla:

| Comparativa aspectos ambientales identificados en análisis ambiental y factores motivantes | |
|--|---------------------------------|
| Aspectos ambientales comunes | Aspectos ambientales no comunes |
| Consumo de electricidad | Ruido |
| Peso (consumo de acero) | Residuos |
| | Pintura |

Comparativa aspectos ambientales identificados en análisis ambiental y factores motivantes

En base a los aspectos ambientales identificados tras el análisis ambiental y análisis de los factores motivantes, la propuesta de las especificaciones técnicas a incorporar al pliego de condiciones serían:

- Mínimo consumo eléctrico en fase de uso
- Reducir el ruido y vibraciones de la máquina
- Utilizar pintura en base agua
- Reducir el peso de la máquina



6.5.4.- Estrategias de mejora ambiental

En base al análisis realizado las estrategias o medidas de mejora seleccionadas son las siguientes:

| Implantación de un sistema de gestión energética eficiente de una línea de prensas de estampación | |
|--|---|
| Análisis técnico | <p>El sistema de gestión energética analiza en tiempo real todas las variables energéticas de la instalación y ofrece consejos útiles y avisos al operario de forma que se establecen dependencias entre las diferentes cargas y se optimizan los consumos energéticos</p> <p>Para implantar dicho sistema hay que instalar en la línea de prensas:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Unos analizadores de red para cada prensa, los cuales trabajarán como centrales de medida de precisión que controlen los parámetros eléctricos de la red, para después transmitirlos al usuario de la máquina. 2) Un PLC, para realizar el control de las medidas o mejoras. 3) Un software, para la adquisición y tratamiento de todos los datos de los analizadores. <p>Con una buena utilización de los parámetros y una adecuada gestión energética, derivados de los datos recogidos con el sistema de supervisión, se pueden llegar a obtener unos beneficios de hasta el 20% de consumo eléctrico anual en toda la línea.</p> |
| Análisis medioambiental | La optimización de la gestión energética de una línea de prensa hidráulicas afecta directamente al consumo eléctrico en la fase de uso. |
| Resultados de la medida | <p>La instalación de un sistema de gestión energética en una línea de prensas hidráulicas supone una reducción del 43% del impacto ambiental asociado al consumo eléctrico.</p> <p>La mejora ambiental lograda supone una reducción de alrededor del 30% sobre el impacto global durante toda su vida (dependiendo de la categoría del impacto).</p> |
| Resultados de la aplicación de la medida "implantación de un sistema de gestión energética eficiente de una línea de prensas de estampación" | |

| Rediseño de uniones/optimización de soldaduras en la parte móvil de la prensa | |
|--|--|
| Análisis técnico | <p>Se busca la reducción en el peso de los elementos de unión en las partes que no son fijos en la prensa. La medida busca lograr unos menores pesos e inercias, con la finalidad de reducir los consumos energéticos principalmente durante los movimientos que tiene que realizar la prensa en su uso.</p> <p>En el rediseño de una mesa desplazable de una prensa hidráulica, cuyo fin es la reducción del impacto ambiental que produce debido a sus dimensiones y pesos, se debe realizar un estudio de mejora y optimización del subconjunto de la mesa. De esta manera se puede reducir la cantidad de material utilizado para mecanosoldar la mesa desplazable.</p> <p>Se trata de realizar diferentes modelos o diseños de mesa posibles, en las cuales se realicen simulaciones mediante el Método de Elementos Finitos, a fin de asegurarse que el nuevo diseño sea el óptimo para poder continuar con su función durante la estampación de piezas.</p> |
| Análisis medioambiental | La optimización de las soldaduras de la parte móvil directamente a la fase de producción, produciendo una reducción muy pequeña del impacto ambiental. |
| Resultados de la medida | <p>La mejora ambiental lograda supone una reducción del 6% sobre el impacto de la mesa.</p> <p>La mejora ambiental lograda supone una reducción inferior al 1% sobre el impacto global durante toda su vida (dependiendo de la categoría del impacto).</p> |
| Resultados de la aplicación de la medida "rediseño de uniones/optimización de soldaduras en la parte móvil de la prensa" | |

**Aprovechamiento del calor generado durante la estampación**

| | |
|--------------------------------|--|
| Análisis técnico | <p>Se trata de aprovechar el calor generado durante la estampación, y la reutilización de la energía generada en el cojín durante los ciclos de trabajo de la prensa. Esta reutilización energética se aprovechará para calentar el agua caliente sanitaria.</p> <p>Para ello, es necesario instalar unos intercambiadores de calor. Se puede ahorrar el gasto generado por la empresa en calentar el Agua Caliente Sanitaria, durante la utilización de este sistema en el ciclo de vida de la máquina.</p> |
| Análisis medioambiental | <p>El beneficio ambiental asociado a esta medida es una reducción en fase de uso de la prensa de 50,78 toneladas de CO2 evitadas por no consumir electricidad para calentar el agua sanitaria.</p> |
| Resultados de la medida | <p>El beneficio que se logra con el aprovechamiento del calor para calentar el agua caliente sanitaria no se refleja como una mejora en el análisis de ciclo de vida de la prensa ya que lo que se evita la reducción en el consumo de electricidad para otra operación, calentar el agua caliente sanitaria.</p> |

Resultados de la aplicación de la medida "aprovechamiento del calor generado durante la estampación"

Pintura al agua para el acabado de la prensa

| | |
|--------------------------------|---|
| Análisis técnico | <p>Tiempos de secado al aire:</p> <ul style="list-style-type: none">• Pintura en base disolvente: 2 horas• Pintura en base agua: 2-3 horas |
| Análisis medioambiental | <p>La mejora ambiental resultante es inferior al 1%, no incidiendo la mejora sobre las categorías de impacto de cambio climático ni oxidación fotoquímica.</p> |
| Resultados de la medida | <p>La mejora ambiental lograda supone una reducción inferior al 1% sobre el impacto global durante todo el ciclo de vida.</p> |

Resultados de la aplicación de la medida "pintura al agua para el acabado de la prensa"

Reducir el peso del cabezal

| | |
|--------------------------------|---|
| Análisis técnico | <p>Partiendo de la posibilidad de usar los materiales que actualmente utilizan la mayoría de las empresas que fabrican maquinaria para la estampación, disminuir la cantidad de este material, realizando rediseños de los mismos bloques es un avance en cuanto a reducciones de peso y materiales.</p> <p>En estas últimas alternativas de diseño, hay que tener en consideración que los esfuerzos a aguantar por estos subconjuntos sea el mayor posible, y que el hecho de cambiar la geometría o el posicionamiento de las partes, no suponga una reducción de la vida útil de estos elementos móviles.</p> <p>En ONAPRES se puede reestructurar el cabezal buscando una mejor transmisión de las fuerzas a los puntos de apoyo, logrando así responder a las mismas solicitudes; pero utilizando una menor cantidad de placas y soldaduras.</p> <p>Normalmente se finaliza con la reducción de los espesores de los nervios del cabezal, por lo que puede llegar a suponer una reducción del 10% sobre el peso total del cabezal actual. Se ha aplicado el 10% de reducción al acero, no se ha aplicado la reducción al bronce ni al plástico.</p> |
| Análisis medioambiental | <p>La reducción del peso de la máquina es una variable que afecta directamente a la fase de producción. La mejora ambiental lograda supone una reducción inferior al 2% en las diferentes categorías de impacto. La evaluación del impacto ambiental al cabezal desprende que la mejora propuesta supone una reducción del orden del 10% del impacto asociado al cabezal.</p> |
| Resultados de la medida | <p>La mejora ambiental lograda supone una reducción inferior al 1% sobre el impacto global durante todo el ciclo de vida.</p> |

Resultados de la aplicación de la medida "reducir el peso del cabezal"



6.5.5.- Evaluación del producto final

A continuación se va a proceder a evaluación del desarrollo de cada medida de mejora propuesta:

| Implantación de un sistema de gestión energética eficiente de una línea de prensas de estampación | | | |
|---|---|--|--|
| Criterios de Evaluación | Aplicabilidad | Comentario | |
| Viabilidad técnica | Si | Requiere la instalación de analizadores de red, PLC y el software | |
| Viabilidad ambiental | Si | Supone una reducción del orden del 30% sobre el impacto de Ciclo de Vida Total | |
| Cumplimiento de las especificaciones ambientales recogidas en el pliego de condiciones | Mínimo consumo eléctrico para el elemento ecodiseñado | Si | Supone una reducción importante del consumo eléctrico |
| | Marco legislativo | Si | Mejora alineada con la Directiva EuP |
| Contribución a cumplimiento de los factores motivantes | Mercado | Si | Puede utilizarse como argumento de diferenciación del producto |
| | Organizaciones sectoriales | Si | Desde AFM se insiste en adelantarse a posibles requerimientos normativos europeos |
| | Proveedores | Si | Supone la colaboración con los proveedores |
| | Imagen de la empresa | Si | Puede utilizarse como argumento para mostrar el compromiso ambiental de la empresa |
| | Costes | Si | Los costes de la implantación se compensan con los ahorros derivados |
| | Innovación | Si | Supone un avance en la línea de productos sostenible a ofrecer al mercado |
| | Motivación del personal | Si | La reducción sobre el impacto de Ciclo de Vida Total es importante, lo que se traduce como satisfacción del personal involucrado |

Respuesta de la medida "implantación de un sistema de gestión energética eficiente de una línea de prensas de estampación"

| Rediseño de uniones /optimización de soldaduras en la parte móvil de la prensa | | | |
|--|-------------------------------|---|--|
| Criterios de Evaluación | Aplicabilidad | Comentario | |
| Viabilidad técnica | Si | Supone una reducción de 1.000 kg en la mesa desplazable | |
| Viabilidad ambiental | Si | La reducción lograda sobre el impacto de Ciclo de Vida Total es casi despreciable si bien se obtiene una reducción del 6,5% sobre el impacto asociado a la mesa desplazable | |
| Cumplimiento de las especificaciones ambientales recogidas en el pliego de condiciones | Reducir el peso de la máquina | Si | Se reduce en 1.000 kilogramos el peso de la prensa, lo que supone una reducción del 0,27% respecto al peso total de la máquina |
| | Mercado | Si | Puede utilizarse como argumento de diferenciación aunque el mercado parece más sensible a la reducción del consumo de energía en fase de uso |
| Contribución a cumplimiento de los factores motivantes | Calidad | Si | Se logra una reducción de peso para el transporte |
| | Costes | Si | Supone una reducción de costes |
| | Motivación del personal | Si | Diseños más enfocados a reducir pesos, volúmenes. |

Respuesta de la medida "rediseño de uniones /optimización de soldaduras en la parte móvil de la prensa"



| Aprovechamiento del calor generado durante la estampación | | | |
|--|---|--|--|
| Criterios de Evaluación | Aplicabilidad | Comentario | |
| Viabilidad técnica | Si | Instalación de intercambiadores de calor que sustituirán a la caldera de agua caliente sanitaria | |
| Viabilidad ambiental | Si | Implica una reducción del 1,5% del impacto total asociado a la máquina | |
| Cumplimiento de las especificaciones ambientales recogidas en el pliego de condiciones | Mínimo consumo eléctrico para el elemento ecodiseñado | Si | No supone un reducción del consumo eléctrico sino la eficiencia del consumo |
| | Marco legislativo | Si | No supone reducción del consumo de la máquina en fase de uso, aunque si su aprovechamiento |
| | Mercado | Si | Puede suponer un argumento novedoso a utilizar como marketing verde |
| Contribución a cumplimiento de los factores motivantes | Organizaciones sectoriales | Si | Puede suponer un argumento novedoso para destacar los esfuerzos del sector |
| | Proveedores | Si | Precisa la colaboración con los proveedores más avanzados |
| | Imagen de la empresa | Si | Puede resultar un argumento novedoso para llamar la atención del mercado |
| | Costes | No | No se reducen los costes de la máquina pero se ofrece un máquina más eficiente |
| | Innovación | Si | Supone un elemento innovador a introducir en el mercado |
| | Motivación del personal | Si | Se logra una máquina más eficientes que es uno de los factores motivantes para el personal |

Respuesta de la medida "aprovechamiento del calor generado durante la estampación"

| Pintura al agua | | | |
|--|-------------------------------|--|--|
| Criterios de Evaluación | Aplicabilidad | Comentario | |
| Viabilidad técnica | Si | Supone modificar el proceso de secado de las piezas | |
| Viabilidad ambiental | Si | Supone la eliminación de 136 kilogramos de COV's emitidos a la atmósfera | |
| Cumplimiento de las especificaciones ambientales recogidas en el pliego de condiciones | Utilizar pintura en base agua | Si | Puede suponer un argumento de marketing |
| Contribución a cumplimiento de los factores motivantes | Organizaciones sectoriales | Si | Supone alinearse con otros fabricantes de máquinas-herramienta |

Respuesta de la medida "pintura al agua"

| Reducción del peso del cabezal | | | |
|--|-------------------------------|---|--|
| Criterios de Evaluación | Aplicabilidad | Comentario | |
| Viabilidad técnica | Si | Supone una reducción del 10% del peso del cabezal | |
| Viabilidad ambiental | Si | La reducción sobre el impacto de la máquina no es importante, aunque supone una reducción del 10% del impacto asociado al cabezal | |
| Cumplimiento de las especificaciones ambientales recogidas en el pliego de condiciones | Reducir el peso de la máquina | Si | Se reduce 6.273 kilogramos de materiales, lo que supone una reducción del 1,7% del peso total de la máquina |
| | Mercado | Si | Puede utilizarse como argumento de diferenciación aunque el mercado parece más sensible a la reducción del consumo de energía en fase de uso |
| Contribución a cumplimiento de los factores motivantes | Calidad | Si | Se logra una reducción de peso para el transporte |
| | Costes | Si | Supone una reducción de costes |
| | Motivación del personal | Si | Diseños más enfocados a reducir pesos, volúmenes. |

Respuesta de la medida "reducción del peso del cabezal"



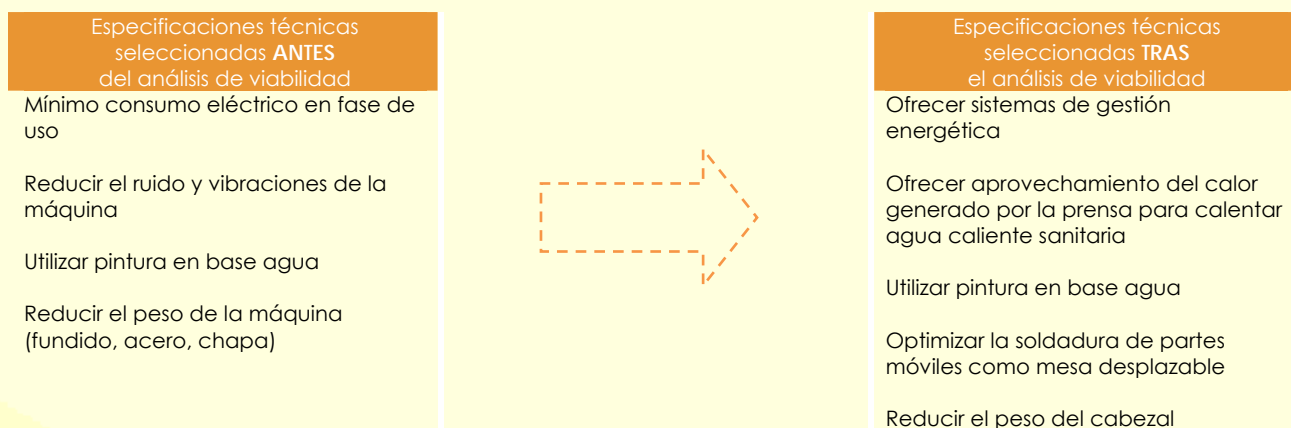
6.5.6.- Resultados y conclusiones

En la siguiente tabla se recogen y describen la evaluación de las estrategias y medidas de ecodiseño propuestas para la mejora ambiental de la prensa hidráulica modelo EBT-225-4,6-AS según los criterios de evaluación anteriormente mencionados:

| Estrategia | Medida | Viabilidad | | Especificaciones ambientales propuestas | Cumplimiento factores motivantes |
|------------------------------|---|------------|-----------|---|----------------------------------|
| | | Técnica | Ambiental | | |
| Menor consumo de energía | Implantar un sistema de gestión energética | Si | Si | Si | Si |
| Menor cantidad de materiales | Optimización de soldadura de partes móviles | Si | Si | Si | Si |
| Menor consumo de energía | Aprovechamiento del calor generado durante la estampación | Si | Si | Si | Si |
| Materiales más limpios | Utilización de pintura en base agua | Si | Si | Si | Si |
| Menor cantidad de materiales | Reducir el peso del cabezal | Si | Si | Si | Si |

Tabla resumen de la evaluación de los diferentes desarrollos propuestos

El siguiente esquema recoge los elementos a incorporar en el pliego de condiciones



Elementos a incorporar en el pliego de condiciones

