

técnica y *tecnología*

MARZO 2013 - WWW.INTEREMPRESAS.NET

Herramientas de corte

ARTÍCULO

HERRAMIENTAS DE CERÁMICA DE ALTA VELOCIDAD



ENTREVISTA

JORGE NOVELLA LLORCA, GERENTE DE MUNDIMOLD



REPORTAJE

APROVISIONAMIENTO DE HERRAMIENTA DE CORTE EN LA PYME DE MECANIZADO EUROPEA DEL SIGLO XXI



La solución perfecta para el Titanio, Superalesaciones y Aceros Inoxidables

Avance por diente hasta 0,6 mm

Gran estabilidad de la herramienta y plaquitas.

Con doble filo de corte.

Ocho filos de corte, en dos caras
de 4 posiciones.

MASTER-MILL



TOTAL TOOLING = CALIDAD x SERVICIO²

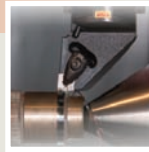


WNT Ibérica Herramientas de Precisión S.L. • Via de las Dos Castillas 9c Portal 2 - 1ºD
28224 - Pozuelo de Alarcón (Madrid) • Teléfono Gratuito: 900 101 196 • Fax: 91 352 85 36 • www.wnt.com

sumarioeditorial

ARTÍCULOS

- 12** Mayor eficiencia de costes en el torneado de piezas duras
- 16** Valoración de estrategias de fresado periférico
- 22** El macho multiaplicación
- 30** Control de vibraciones en sistemas de mecanizado
- 38** Herramientas de cerámica de alta velocidad
- 42** Laboratorio virtual para el desarrollo rápido de productos de carburo de tungsteno
- 46** Tecnología de sujeción por vacío: una opción a los dispositivos de sujeción estándar
- 50** La externalización del suministro de herramientas aporta beneficios significativos en los costos
- 52** Materiales de corte de alto rendimiento gracias al recubrimiento PVD con óxido de aluminio



Herramientas: el valor de las pequeñas cosas

Las herramientas son ese producto en el taller de mecanizado que hasta hace no mucho probablemente no era objeto de la atención que le corresponde. Un consumible que se compraba sin mucho rigor o, con mucha frecuencia, simplemente recurriendo al proveedor o proveedores habituales "para no compliarse uno la vida". Desde el punto de vista de los fabricantes esto, desde luego, es diferente. Las herramientas son el fruto de investigaciones y esfuerzos notables que parten de la propia metalurgia de los materiales, requieren de una infraestructura y unos medio de producción punteros y son determinantes en las estrategias de mecanizado. Hay muchas horas de conocimiento, de esfuerzo y de talento detrás de una herramienta. Muchas inversiones también. A lo largo de los años Interempresas ha podido visitar diversas fábricas de herramientas situadas en lugares muy diversos del mundo y ha tenido oportunidad de constatar que estamos ante una industria de alta tecnología que conoce muy bien el mercado y la tecnología que rodean a las herramientas.

Los grandes fabricantes de herramientas de corte desarrollan permanentemente herramientas cada vez más productivas y adaptadas a las necesidades de los mecanizadores. Así por ejemplo, en el artículo sobre torneado de piezas duras, unas páginas más adelante, se informa sobre unas mejoras de entre un 116% y un 322% en el proceso de mecanizado de componentes endurecidos. Y ello sin sustitución de la maquinaria o la aplicación de nuevos métodos. Simplemente mediante la sustitución del tipo de plaquita intercambiable utilizada en las operaciones de torneado de sus tornos de CNC. Impresionantes datos que vienen a poner de manifiesto lo que nos jugamos a la hora de decidirnos por una herramienta u otra y la relevancia de los fabricantes de herramientas como partners en los que confiar y a los que recurrir para afrontar adecuadamente una estrategia.

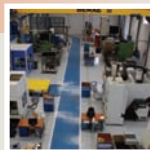
Pero los fabricantes de herramientas también atienden cuestiones de creciente influencia en la productividad de sus clientes, como la logística o la forma de hacerle llegar a la empresa las herramientas en el plazo más breve posible, facilitando además mucho la forma de hacer el pedido. No hay más que observar las tecnologías que se están utilizando con éxito para realizar pedidos online, hacer el seguimiento de esos pedidos, conocer la disponibilidad de lo que uno quiere, acceso a datos de corte, factores geométricos de la herramienta, etc. La evolución en los últimos años ha sido fascinante.

Sin embargo, siempre hay margen para la mejora. Lamentablemente, como se indica en uno de los artículos de esta publicación, hay una serie de factores que impiden a las empresas aprovechar al 100% las ventajas y beneficios que aportan los fabricantes. Son motivos diversos, unas veces internos y otras externos, pero en definitiva un conjunto de situaciones que hacen que parte de ese esfuerzo de los fabricantes por ofrecer lo mejor y lo más adecuado para cada pieza no llegue completamente a su destino.

La mejora de la productividad de un proceso es posible a través de las herramientas y todo lo que las rodean. Es hora de prestarles más atención, de recordar el valor de las pequeñas cosas.

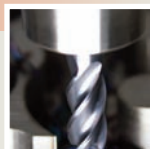
ENTREVISTAS

- 56** Jorge Novella Llorca, gerente de Mundimold



REPORTAJES

- 4** Aprovisionamiento de herramienta de corte en la pyme de mecanizado europeo del siglo XXI



nova àgora, s.l.

Amadeu Vives, 20-22 • 08750 Molins de Rei (Barcelona)
Tel. 93 680 20 27 • Fax 93 680 20 31

Delegación Madrid

Av. Sur del Aeropuerto de Barajas, 38
Centro de Negocios Eisenhower, edificio 3, planta 2, local 4 • 28042 Madrid
Tel. 91 329 14 31

comercial@interempresas.net • www.interempresas.net
redaccion@interempresas.net

Tirada y difusión de la revista y además en internet auditada y controlada por:



Análisis del modelo de aprovisionamiento y de los factores limitantes de competitividad dentro del nuevo entorno en el que se desarrollará el negocio de la pyme de mecanizado europea

FACTORES CLAVE EN EL APROVISIONAMIENTO DE HERRAMIENTA DE CORTE EN LA PYME DE MECANIZADO EUROPEA DEL SIGLO XXI

La pyme de mecanizado europea se enfrenta a los nuevos retos impuestos por un entorno totalmente cambiado. Desde 2008 hasta el momento actual se ha desarrollado un proceso de cambio profundo que ha dado lugar a dicho entorno totalmente cambiado. Es absurdo clasificar las circunstancias de este nuevo entorno de 'crisis económica'. Esta forma de ver el entorno actual es simplista y nos lleva a tomar decisiones erróneas. Lo acertado es pensar que el entorno, las circunstancias externas, han cambiado y esto es lo que ha quedado. Nos guste o no estas son las nuevas reglas de juego.

Rafael Pérez, Ramiro Bengochea.

WNT Ibérica Herramientas de Precisión S.L.

Quien gestiona su empresa a la espera de que 'todo vuelva a la normalidad' se confunde profundamente y, a medida que pasa el tiempo, este modelo de gestión amenaza más y más la supervivencia de su empresa. El que cree que su entorno cercano y conocido le va a volver a proporcionar el tipo y cantidad de actividad que tenía en su taller de mecanizado, cuando todo esto pase, se confunde. El que cree que va a volver a facturar la hora-máquina al mismo precio que facturaba antes, cuando todo esto pase, se confunde. El que cree que va a volver a fluir el crédito de los bancos para financiar la compra de máquinas con las mismas garantías de antes, cuando todo esto pase, se confunde. Y se confunde porque todo esto sencillamente no va a pasar. No va a pasar porque ya ha pasado. El cambio está aquí y cada mes que pase veremos más y más sus efectos, pero nunca volveremos a jugar bajo las mismas reglas de juego que en 2008.

Las principales diferencias que dicta el nuevo entorno en el que la pyme de mecanizado europea desarrolla su negocio son las siguientes:

Antes de 2008	Después de 2012
Competencia por lo escaso	Cooperación por lo abundante
La inversión es más importante que el conocimiento	El conocimiento es más importante que la inversión
El cliente contrata hora-máquina	El cliente contrata compromisos pactados en un proyecto
El capital es sinónimo de éxito	El talento es más importante que el capital

El nuevo entorno premiará a los empresarios que prefieran cooperar por lo abundante a competir por lo escaso. Esto significa en esencia que deja de tener sentido buscar la inversión en la máquina que 'no tiene nadie' y sin embargo es mucho más eficaz buscar mercados donde existe garantía de negocio abundante y dirigirse a ellos cooperando con empresas complementarias y en línea con la propia estrategia. El conocimiento es más importante que la inversión porque lo importante ahora es que la pyme de mecanizado se enfoque al mercado global, busque proyectos rentables, identifique nuevos componentes que fabricar y fidelice a clientes que le garanticen negocio a la vez que le abran nuevas posibilidades. Para hacer todo esto, es muy importante saber utilizar el conocimiento y la capacidad de análisis para tomar decisiones sobre la inversión que garanticen el éxito, quizá mucho más especializada y tecnológicamente mucho más avanzada porque la priorización del conocimiento lo va a permitir.



El cliente ya no contratará hora-máquina, esta forma de trabajar en Europa ha dejado de ser rentable. En el nuevo tiempo los clientes contratan a la pyme de mecanizado para que cumpla sus compromisos pactados mediante un proyecto. El proyecto incluye la mejora continua pensando en los intereses del cliente, es decir, mejora de calidad, reducción de costes, innovaciones en los procesos de fabricación y todo lo que asegure al cliente que su componente está en buenas manos.

Finalmente, resulta obvio que para hacer todo lo anterior el talento es mucho más importante que el capital. Talento que haga posible que la pyme de mecanizado sea hiperflexible para adaptarse rápidamente a los cambios, innovadora para buscar permanentemente proyecto de valor añadido, inteligente para manejar el conocimiento en la toma de decisiones, observadora del mercado para adaptar su estrategia y en permanente contacto con su cliente para gestionar su empresa con garantía de éxito.



Figura 1. En el nuevo entorno económico el talento tiene más peso que el capital, debido a la importancia que toman valores como la cooperación, los intangibles, el conocimiento y el trabajo por proyectos.

1. Los nuevos tiempos requieren nuevos modelos de aprovisionamiento

En el nuevo entorno al que debe adaptarse la pyme de mecanizado europea, ¿cómo debe ser el modelo de aprovisionamiento de herramienta de corte? Tomando las cuatro características del nuevo entorno expuestas anteriormente se ve fácilmente cómo debe ser el nuevo modelo de aprovisionamiento de herramientas de corte en la pyme de mecanizado.

1) Debe facilitar la tendencia a la cooperación.

Para ello hemos identificado tres puntos imprescindibles:

- Alto grado de estandarización de las herramientas.
- Acceso a una amplia gama de herramientas en un mismo proveedor.
- Proveedor multinacional.

Trabajar con herramientas estándar, con un proveedor que concentra una amplia gama de herramientas de corte y además que tenga presencia global, facilitará la comparativa de productividad o incluso la movilidad de trabajos de un entorno productivo a otro, tanto en el entorno cercano como entre pymes de mecanizado de otros países, y estas características incrementan la flexibilidad y por tanto facilitan posibles procesos de cooperación.

2) Debe potenciar el acceso y la actualización permanente de conocimiento.

En este sentido existen dos puntos importantes:

- Garantía de un excelente soporte técnico.
- Renovación permanente de información sobre nuevas herramientas y nuevas formas de uso.

El proveedor de herramienta ha de garantizar un excelente soporte técnico impartiendo formación continua a su red comercial y contratando personas que tengan altos conocimientos de mecanizado y experiencia en taller. Además debe garantizar que el conocimiento que llega al taller de mecanizado se renueva permanentemente. Por tanto es importante trabajar con un proveedor especialista y que incorpora un proceso de gestión del conocimiento técnico que hace llegar a sus clientes.

3) Debe facilitar a la pyme de mecanizado la adaptación a trabajar por proyectos.

Los dos puntos más importantes para ello son:

- Posibilidad de trabajar sin almacén de herramienta para minimizar el coste de cambio de trabajo.
- Sistema hiperflexible de aprovisionamiento que permita el cambio o la devolución de herramientas sin burocracias.

Cuando una pyme de mecanizado pasa de ver a sus clientes como contratistas de sus máquinas a verlos como empresas para las que realiza diferentes proyectos donde el mecanizado de piezas es uno de los factores de la cadena de valor, pero no el único, el aprovisionamiento de herramienta de corte para los proyectos debe ser hiperflexible para evitar costes innecesarios.

4) El proveedor de herramientas debe aportar una actitud que potencie el talento en la pyme de mecanizado.

En este apartado aparecen los intangibles asociados a la cultura del proveedor de herramienta y a las actitudes de las personas que nos hacen llegar esa cultura, hemos identificado los siguientes puntos como imprescindibles:

- Actitud dinámica, abierta y colaboradora del proveedor.
- Actitud innovadora del proveedor en cuanto a nuevos modelos de gestión.
- Respeto por el tiempo dedicado a la visita; actitud de eficacia y enfoque.
- Contribuye a mantener en contacto a la pyme de mecanizado con otras pymes de mecanizado para potenciar la actitud colaboradora.

El talento es una combinación de aptitudes y actitudes, por tanto el proveedor que posea una cultura con actitudes positivas y enriquecedoras potenciará el desarrollo de actitudes positivas y por tanto el talento de la pyme de mecanizado. En el análisis anterior se aprecia como el modelo de aprovisionamiento adoptado es más importante de lo que puede parecer a simple vista para adaptarse a los nuevos tiempos. Dentro de este nuevo modelo de aprovisionamiento es muy importante la selección adecuada del proveedor de herramienta de corte.

Y por supuesto una gestión inteligente en este sentido está muy lejos de seleccionar el proveedor por cercanía, amistad o porque se 'debe dar de comer a todos', frase que hemos escuchado con frecuencia para expresar la tendencia a trabajar con todos los proveedores que visitan la pyme de mecanizado y que denota una falta de criterio en la selección de proveedor de herramienta de corte.

Estos factores emocionales y obsoletos de selección del proveedor de herramienta de corte limitan la competitividad de la pyme de mecanizado mucho más de lo que algunos piensan.



Figura 2. Las cuatro características del nuevo modelo de aprovisionamiento de herramienta de corte en la pyme de mecanizado a fin de que facilite su adaptación al nuevo entorno económico.

2. Factores que limitan la competitividad en el proceso de aprovisionamiento de herramienta de corte en el nuevo paradigma de la pyme de mecanizado europea

Los grandes fabricantes de herramientas de corte en el mundo, no dejan de desarrollar herramientas cada vez más productivas y adaptadas a las necesidades a las pymes de mecanizado. También proyectan soluciones innovadoras en lo referente a sistemas de logística que mejoran día a día la

rapidez con la que la pyme de mecanizado dispone de la herramienta de corte, incluso algunos sistemas como los armarios dispensadores garantizan la disponibilidad inmediata. Sin olvidar el amplio campo de desarrollo abierto con el uso de las nuevas tecnologías para realizar pedidos online, seguimiento de esos pedidos, visibilidad de la disponibilidad, acceso a datos de corte, factores geométricos de la herramienta, etc.

Dichos desarrollos están pensados para maximizar la calidad del producto y servicio, pero debido a una serie de factores internos y externos a la pyme de mecanizado el aprovechamiento de las máximas prestaciones de las herramientas o los servicios disponibles no siempre es posible, lo que nos condiciona en la selección de éstas y nos lleva a perder competitividad respecto a los que mejor aprovechan estos recursos.

A continuación se identifican y analizan dichos factores limitantes de competitividad en el proceso de aprovisionamiento.



Figura 3. Representación de los factores que limitan el aprovechamiento de los nuevos desarrollos de los fabricantes de herramienta de corte.

2.1. Identificación

En el presente trabajo hemos identificado 14 factores que limitan la competitividad de la pyme de mecanizado europea en el proceso de aprovisionamiento de herramienta de corte. Siete de ellos son de carácter interno y siete de ellos de carácter externo.

Los factores de carácter interno a priori son los más fáciles de controlar porque por definición dependen de la propia empresa, no obstante, sorprendentemente se observa una alta dificultad para manejar estos factores por parte de los directivos de la pyme de mecanizado. Quizá sea debido a la escasa importancia que se le atribuye a la herramienta sobre su influencia en la competitividad.

Los siete factores internos son:

1. Formación técnica del operario.
2. La máquina- herramienta.
3. Programas de CAD-CAM y programación directa o manual en máquina.
4. Tamaño de las series (serie de piezas, largas o cortas).
5. Temor o falta de tiempo para probar herramientas más competitivas.
6. Falta de carga de trabajo.
7. Aspectos emocionales que limitan la libertad de selección de proveedor.

Los factores de carácter externo resultan sorprendentemente los más fáciles de controlar, ya que la mayoría de ellos se controlan con la selección de un proveedor adecuado. Claro que para ello se deben manejar adecuadamente los aspectos emocionales que limitan la libertad de selección de proveedor, que es el séptimo factor interno identificado. Los siete factores externos son:

8. Los materiales a mecanizar.
9. Conocimiento del técnico comercial.
10. Productividad y calidad de la herramienta.
11. Versatilidad de la herramienta.
12. Tiempos de suministro de la herramienta.
13. Grado de especialización del proveedor.
14. Gama de herramientas que el proveedor de herramientas es capaz de suministrar.

2.2.- Análisis

2.2.1.- Factores internos

1. El grado de preparación técnica del operario será el que limite el aprovechamiento de todos los demás recursos existentes por lo que es muy importante personal bien formado en el conocimiento de la máquina, de las herramientas de corte, del utillaje de sujeción, de los programas, de los materiales, de la metrología, etc.
2. La máquina-herramienta influye de manera decisiva en la elección de la herramienta de corte. Actualmente es todavía frecuente encontrar talleres que por ejemplo están realizando todo tipo de operaciones en aceros inoxidables o en aleaciones resistentes al calor y cuyas máquinas no poseen refrigeración interna, por lo que la elección de las herramientas se ve reducida a las que mejor funcionan en esas condiciones y no a las más productivas e ideales. Similares situaciones podemos encontrar respecto al número de revoluciones del husillo, potencia, velocidad de avance, número de ejes de trabajo, etc. Todas estas características son condicionantes a la hora de elegir la herramienta adecuada y en muchos de los casos, limitantes de las capacidades propias de las herramientas.
3. El uso de programas de CAD-CAM y su capacidad de manejo, también es un factor influyente en la elección de la herramienta de corte, talleres que disponen de ellos y los manejan con fluidez, no muestran 'pereza' a la hora de reprogramar una herramienta que le aporte mayor productividad. En estos talleres también hemos obser-

vado grandes ventajas al utilizar herramientas estándar para realizar trabajos que otros requieren de herramientas especiales; normalmente más caras, con tiempos más largos de adquisición y con una productividad y seguridad de proceso menor que las herramientas estándar. Un buen manejo de estos programas también permite que de forma relativamente sencilla, hagamos simulaciones con nuevas herramientas, supuestamente más productivas y con sus parámetros, viendo de forma rápida si éstas aportan una mejora en la productividad y liberándonos de las ataduras a las que nos sujetan algunas herramientas, que por el mero hecho de que el programa se realizó pensando en ellas, aun teniendo una menor productividad, siguen siendo las que realizan el trabajo.

4. El tamaño de la serie también condiciona la elección de la herramienta, en series de piezas cortas o muy cortas, buscamos herramientas más económicas (a veces elegimos HSS en lugar de HM), o buscamos herramientas muy universales de forma que podamos utilizarlas de forma recurrente en un amplio abanico de operaciones. En estos casos se hacen muy útiles las herramientas de plaquitas intercambiables; simplemente cambiando la calidad de la plaquita, podemos utilizarla en materiales completamente distintos. Cuando se trata de largas series, se requiere que la herramienta sea lo más productiva y de la mejor calidad posible, para reducir al máximo los tiempos de producción junto con una alta seguridad en el proceso.
5. El temor o falta de tiempo para probar herramientas más productivas, en muchas ocasiones lleva a no plantearnos nuevas herramientas que puedan mejorar nuestros procesos. En este caso es muy importante la confianza en un técnico comercial bien formado, que analice de forma rápida y sencilla, el proceso de mecanizado y asesore sobre posibles mejoras.
6. La falta de carga de trabajo nos lleva muchas veces a seleccionar herramientas más económicas y menos productivas, lo que pensamos que nos lleva a ser menos competitivos. Desde nuestro punto de vista, todo el tiempo que seamos capaces de ahorrar en el mecanizado gracias al uso de una herramienta de alta productividad es tiempo que podemos emplear en pensar cómo mejorar todos nuestros procesos de forma que entremos en un círculo muy positivo de permanente mejora.



7. Los aspectos emocionales que limitan la selección de proveedor apartan a la pyme de mecanizado del análisis objetivo de sus intereses como empresa y en ocasiones suponen un lastre para la mejora continua del sistema de aprovisionamiento. Lo mejor es tener criterios de selección y evaluación continua de los proveedores asentados en objetivos concretos. De esta forma aunque las emociones sigan siendo importantes en la relación con los proveedores, estas no serán un factor limitante.

2.2.2.- Factores externos

8. Los distintos materiales a trabajar condicionan la elección de la herramienta de corte, pero en este caso no nos podemos pronunciar sobre una influencia positiva o negativa.

9. El técnico comercial quizás sea el factor externo que más fuertemente puede influir en la selección de la herramienta más adecuada. Un buen conocimiento de las herramientas que recomienda y un buen asesoramiento técnico (datos de corte, recomendaciones de uso, posibles estrategias, etc.), puede ser una ayuda fundamental para el personal del taller. Para poder llevar a cabo con éxito su trabajo, el técnico requerirá una buena formación técnica y un aprendizaje constante. La empatía también es funda-

mental en el trabajo diario del técnico comercial, el conocer cuáles son las necesidades reales de cada taller y saber ofrecer las herramientas que mejor se adapten a éstas, la realización de pruebas de nuevas herramientas cuando honestamente se piense que realmente se puede ofrecer una mejora en el proceso.

10. La productividad y la calidad de la herramienta influyen directamente en la competitividad del taller, una herramienta de alto rendimiento y por lo tanto productiva y de calidad nos ayudará a reducir los tiempos de mecanizado con total seguridad de procesos y con una vida de herramienta considerable. La selección de herramientas hoy en día están dirigidas casi siempre al "mecanizado de alto rendimiento" o HPC por sus siglas en inglés, o al "mecanizado alta velocidad" o HSC.

11. La versatilidad de la herramienta. La selección de herramientas versátiles y universales como alternativa a herramientas especiales, pueden hacernos ganar competitividad. Este tipo de herramientas han ido ganado en productividad, debido a que son productos que han tenido tiempo de evolución y se les ha realizado modificaciones y han ido incorporando mejoras que los hacen más fiables y de mayor rendimiento.

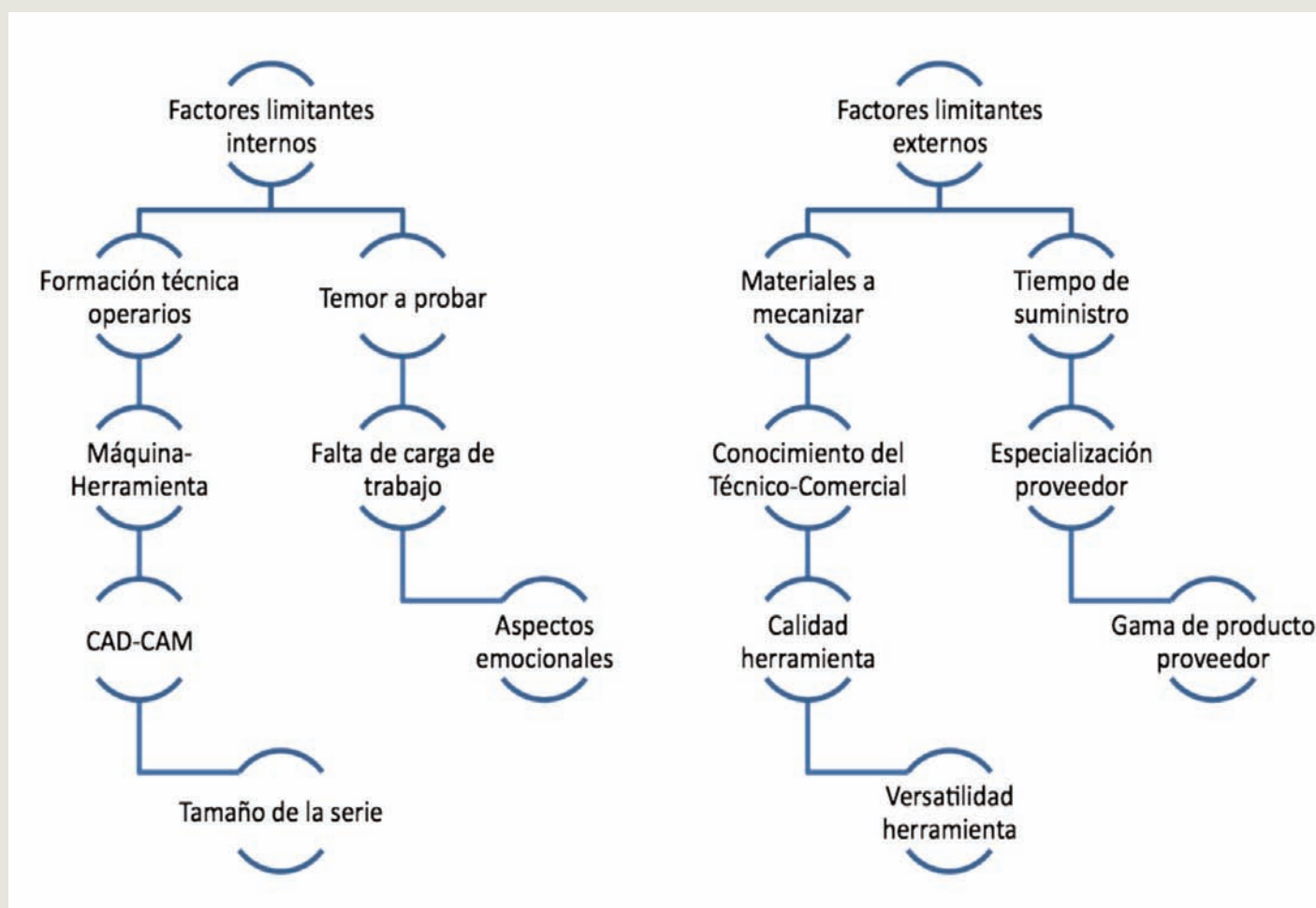
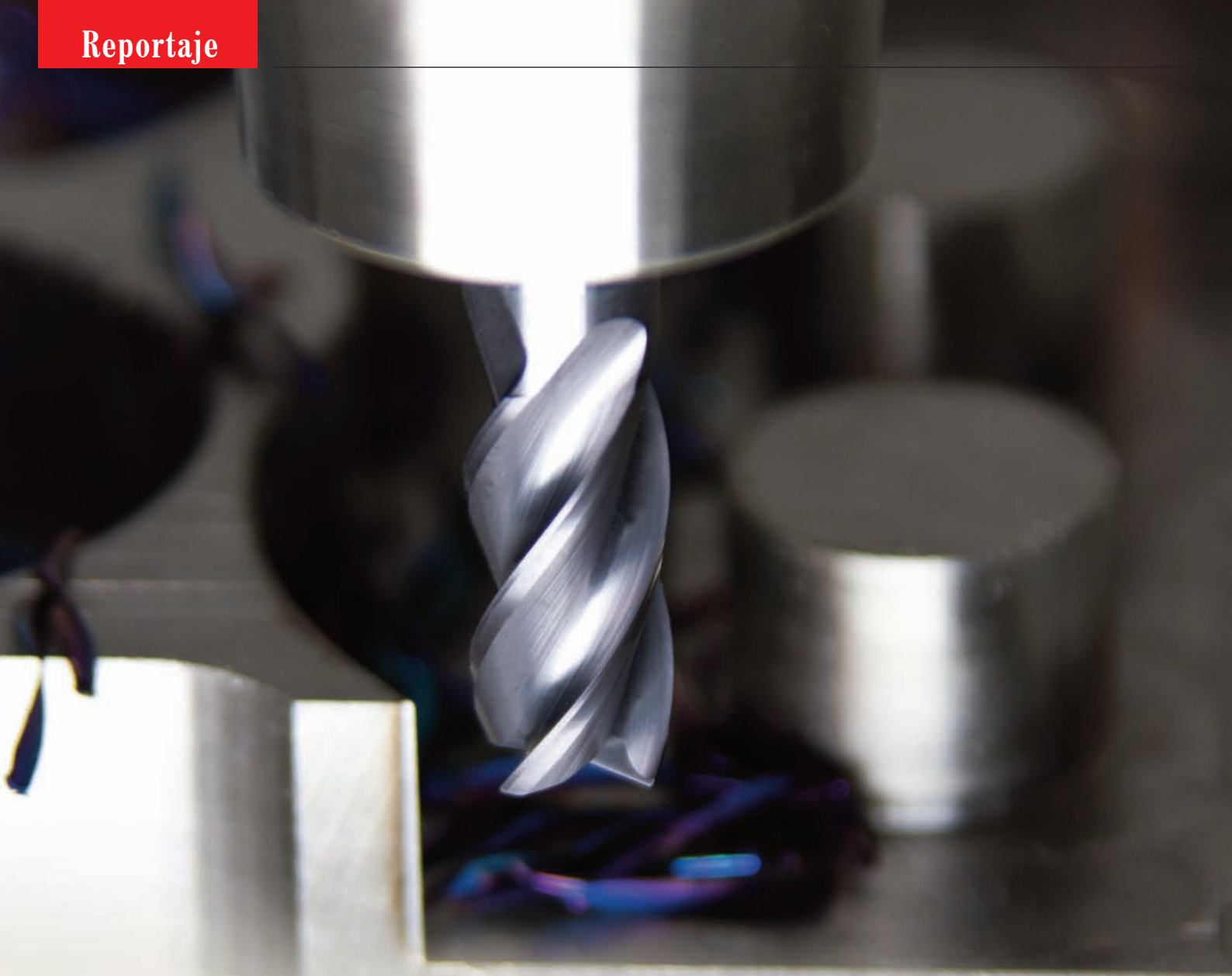


Figura 4. Esquema de factores internos y externos que limitan la competitividad en pyme de mecanizado.



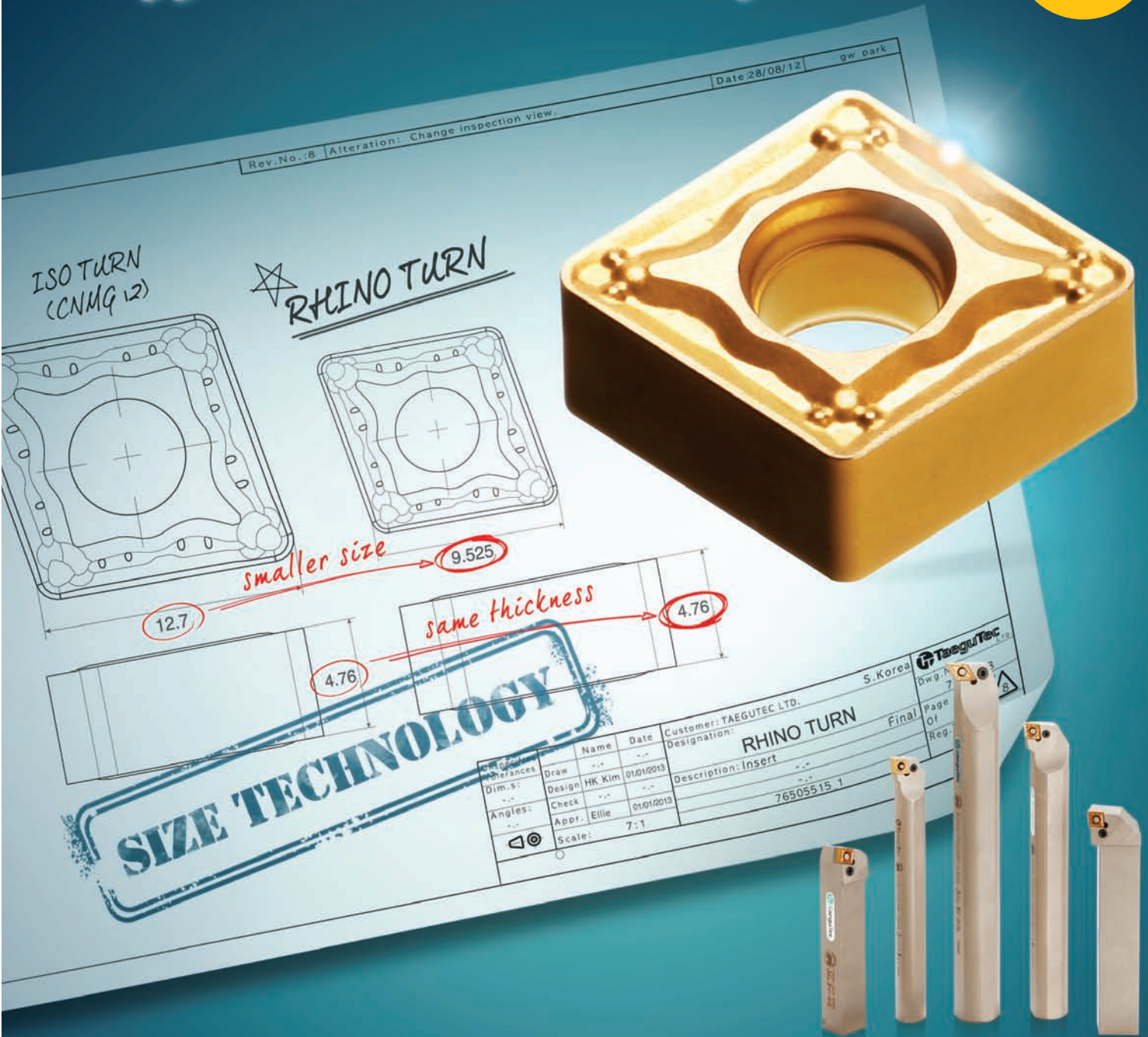
12. Los tiempos de suministro de la herramienta. En la situación de crisis actual y que venimos padeciendo desde el 2008, el poder abastecernos de forma rápida y segura de las herramientas de corte, nos permite la reducción de inversiones en stock de herramientas en el taller y el poder hacer uso de ese dinero para otras necesidades, lo que también nos aporta un plus de competitividad.
13. Grado de especialización del proveedor, la influencia que tiene el abastecernos de herramientas de la mano de un proveedor altamente especializado es de doble sentido, desde el lado del proveedor se reportará todo el conocimiento sobre el producto vendido al cliente y desde el lado del mecanizador se generará un feedback que irá directamente al fabricante, que hará sin duda que el producto mejore.
14. Gama de herramientas capaz de suministrar. La posibilidad de poder abastecernos en un porcentaje muy alto de todas las necesidades de herramienta de un taller, además de comodidad, nos hará ahorrar en tiempos de búsqueda de herramientas.

3. Conclusiones

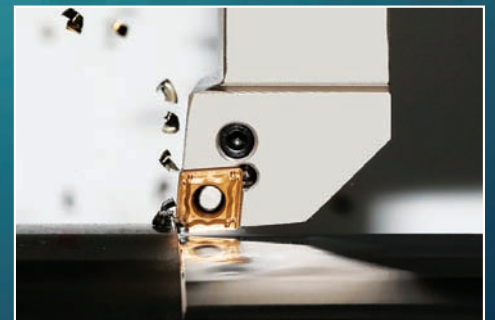
Tras la crisis económica iniciada 2008 el entorno de la pyme del mecanizado europea ha pasado por un importante proceso de cambio y ha dado lugar a un nuevo entorno económico con nuevas reglas de juego. En este nuevo entorno la cooperación entre empresas es y será clave para aportar mayor flexibilidad a los negocios, los clientes contratan empresas que desarrollen proyectos en lugar de hora-máquina, y el conocimiento y el talento toman fuerza frente al capital y la inversión. Los nuevos tiempos también demandan nuevos modelos de aprovisionamiento en los que los proveedores de herramienta de corte deben ser analizados bajo nuevos criterios.

En el artículo también se analizan los factores que limitan el aprovechamiento de los desarrollos disponibles en el mercado de herramienta de corte. Desarrollos en los que los grandes grupos multinacionales fabricantes de herramienta de corte invierten muchos recursos, pero que llegan de forma parcial a la pyme de mecanizado debido a factores internos y externos. Aspiramos a que el análisis de estos factores contribuya a su control y por tanto a una disminución de su efecto negativo sobre la competitividad de la pyme de mecanizado. /

RHINO TURN



- Más pequeña y robusta que la plaquita de torneado ISO
- Nuevo sistema de anclaje
 - Dos fuerzas de sujeción direccionales
- Excelente productividad y vida de la herramienta más larga y estable



TaeguTec Spain S.L

Miquel Servet, 35 P.I.Buflavent - 08243 Manresa (Barcelona), Spain
Tel: +34-93-878-7309 E-mail: info@taegutec.es
<http://www.taegutec.com>

MAYOR EFICIENCIA DE COSTES EN EL TORNEADO DE PIEZAS DURAS

CHRISTER RICHT, SANDVIK COROMANT

Los nuevos desarrollos en herramientas de corte y su aplicación en las operaciones de torneado de piezas endurecidas están elevando el proceso a nuevos y optimizados niveles de eficiencia. Como alternativa o complemento al rectificado, el torneado de piezas duras (HPT) ofrece una serie de ventajas ahora incluso más atractivas gracias a los nuevos conceptos especiales de plaquita.

La plaquita Xcel es un concepto de plaquita especial, patentado, especialmente indicado para las exigencias necesarias para un torneado de piezas duras productivo, que requiere acabado superficial y seguridad, además de operaciones de desbaste con altas velocidades de arranque de metal.

Recientemente, dos fabricantes han logrado optimizar sus procesos de mecanizado de componentes endurecidos un 116 y un 322%, respectivamente, de la noche a la mañana. Estos beneficios no implicaron la sustitución de la maquinaria o la aplicación de nuevos métodos, sino simplemente la sustitución del tipo de plaquita intercambiable utilizada en las operaciones de torneado de sus tornos de CNC. Este cambio permitió triplicar la velocidad de avance anterior. Y, el avance, como todos sabemos, determina el tiempo necesario para realizar un corte en una

operación de torneado. Como resultado, se consiguió ahorrar un número considerable de horas de producción (al igual que costes) al año.

“La velocidad de avance es el elemento que realmente nos permitirá optimizar las operaciones, tal y como ilustran estos dos ejemplos de optimización de la productividad” explica Martin Saunders, especialista en aplicaciones de torneado. “Y, lo que es mejor aún, este incremento en la velocidad de avance seguirá proporcionando excelentes acabados superficiales. Por ejemplo, un avance de 0,3



mm/rev genera un acabado superficial inferior a Rz 1 micra y un avance de 0,5 genera uno inferior a Rz 5. Como referencia, con el fin obtener un acabado superficial convencional de una pieza torneada de Rz 6,3, con una plaquita redonda estándar, se requerirían avances un 60 ó 65% inferiores”.

La responsable de estas optimizaciones de la productividad es la plaquita Xcel, una innovación en la tecnología del filo de corte que ha tenido un fuerte efecto en el sector del torneado de piezas duras.

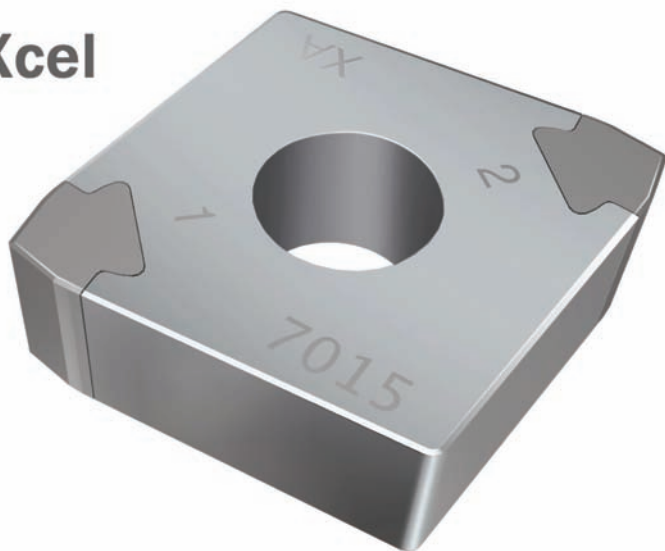
El mecanizado de componentes en su estado endurecido, ya sea templado o cementado, ofrece grandes ventajas a la hora de conseguir una mayor precisión de una forma más eficiente. En esta creciente área de mecanizado, el torneado de piezas duras ha sido objeto de múltiples desarrollos de herramienta. Un obstáculo superado hace ya unos años fue disponer de las máquinas-herramientas adecuadas y, a pesar de que algunos tornos son más indicados que otros para garantizar los estables reglajes necesarios para esta área, la mayoría de los tornos de CNC cumplen los requisitos necesarios.

El torneado de piezas duras es una alternativa y un método de mecanizado complementario al rectificado de piezas endurecidas, típicamente dentro de la gama de 55 a 65 HRc. Las actuales calidades de CBN han jugado un papel fundamental en el suministro de herramientas robustas y duraderas; y la actual tecnología de plaquita ha proporcionado filos de corte que incrementan tanto la productividad como las posibilidades de acabado.

Torneado de piezas duras

El HPT presenta su propio conjunto de exigencias, ya que las fuerzas de corte y la presión en la herramienta son más extremas. Asimismo, el material endurecido de la pieza es abrasivo, lo que conlleva un mayor desgaste y una mayor generación de calor. Existen, no obstante, materiales de herramienta muy adecuados para esta área, principalmente el nitruro de boro cúbico (CBN), ya que se trata del segundo en dureza después del diamante. En la actualidad, está disponible una gama de excelentes calidades de plaquita con partículas de CBN, como principal componente, para el torneado de piezas duras.

Xcel



Las puntas de CBN unidas mecánicamente ofrecen la resistencia y la seguridad necesarias para que las plaquitas multi-punta sean rentables y estén optimizadas para la fiabilidad. La tecnología Safe-Lock (bloqueo seguro) multi-punta dispone de puntas de CBN soldadas lejos de las zonas de corte más calurosas típicas de las operaciones de torneado de piezas duras.

El concepto de la plaquita Xcel ha supuesto un salto generacional de rendimiento en el torneado de piezas duras. Sacha Kotarac, especialista en aplicaciones con experiencia en la asistencia a empresas de ingeniería, deja que el acabado superficial determine su aplicación de la plaquita. "Introduzco la plaquita Xcel lo máximo posible para el torneado en acabado, siempre que las exigencias de acabado superficial sean alcanzables", dice Sacha, "y también aprovecho la capacidad de la velocidad de avance lo máximo posible para las operaciones de desbaste. Siempre que disponga de la incidencia suficiente al hacer frente a cualquier escuadra, puedo aplicar Xcel con avances hasta 0,5 mm/rev, si dispongo de una estabilidad normal. Estamos hablando de velocidades dos veces superiores a las de las plaquitas Wiper. Además, las plaquitas Xcel y Wiper deben considerarse como complementarias, ya que, a menudo, ofrecen una operación estable con resultados predecibles". "Un empresa de fabricación con la que trabajamos estaba planeando sustituir sus afiladoras por tornos para sus operaciones de torneado de piezas duras. En este caso, vimos que la mejor solución era utilizar Xcel para el desbaste, seguida de la plaquita Wiper WG para la operación de acabado. Hicimos unas pruebas en sus máquinas y les presentamos los resultados junto con los tiempos de mecanizado. Como consecuencia, el cliente consideró que compensaba cambiar todos los planos de sus componentes para introducir la incidencia necesaria para beneficiarse de la capacidad de la plaquita Xcel, y nos solicitaron que equipáramos totalmente su máquina. Les recomendamos una velocidad de avance de 0,4 mm/rev para el desbaste con Xcel, generando un acabado superficial de Ra 0,5 micras. Y, para la plaquita WG, la velocidad de avance recomendada fue de 0,33 mm/rev, generando un acabado de Ra 0,42 micras".

Estabilidad

La estabilidad, por supuesto, es un requisito para garantizar el éxito de todas las aplicaciones con plaquitas de CBN, pero con la plaquita Xcel es incluso más importante. Al utilizar una plaquita Xcel, con el fin de garantizar que se dispone de las condiciones necesarias para el éxito de la operación, la relación longitud-diámetro debe mantenerse inferior a 4-1. Esto no quiere decir que si es superior la operación no será exitosa, pero, si es inferior, se cuenta con las mejores condiciones posibles.

El HPT presenta su propio conjunto de exigencias ya que las fuerzas de corte y la presión en la herramienta son más extremas. Hoy en día existe una gama de excelentes calidades de plaquita con partículas de nitruro de boro cúbico (CBN) como principal componente, para el torneado de piezas duras

La plaquita redonda estándar genera menores fuerzas de corte, pero la velocidad de avance se ve muy limitada por la relación entre el radio de punta y el acabado superficial. La plaquita Wiper con geometría WH ofrece un buen acabado superficial con un mayor avance, además de unos requisitos de estabilidad relativamente bajos. La plaquita Wiper con la geometría WG ofrece un acabado superficial incluso mayor a una velocidad de avance también superior, pero requiere una mayor estabilidad. Cuando existe la posibilidad de utilizar la plaquita Xcel, su rendimiento es inigualable, ya que ofrece un gran acabado superficial a altas velocidades de avance, pero requiere estabilidad. Incluso a bajas velocidades de avance, Xcel generará un muy buen acabado superficial. La relación entre la velocidad de avance y el acabado superficial siempre es un parámetro clave cuando buscamos minimizar los tiempos de corte.

Al disponer de un ángulo de posición reducido, de 10°, la profundidad de corte es limitada, pero, en el HPT, es limitada de todos modos. Con las plaquitas redondas convencionales, el grosor de la viruta varía a lo largo del filo, pero, con Xcel, se crea una viruta uniforme y delgada que ofrece la capacidad de aplicar mayores velocidades de avance. Un elemento fundamental de la innovación en el concepto Xcel es la manera en que la parte recta del filo se funde con la geometría Wiper especialmente desarrollada, la cual forma la transición hacia la incidencia posterior del filo.

La profundidad de corte se ve determinada por el filo recto pero, por lo general, es lo suficientemente amplia para la operación de torneado; la cual a menudo requiere una tolerancia de trabajo ligeramente superior a la del rectificado.

La capacidad de la plaquita se aprovecha al máximo cuando se pueden aplicar operaciones de una pasada, utilizando todo el filo con la capacidad de profundidad de corte y el avance máximo que el límite de acabado superficial permita. Para las operaciones de semi-acabado, la estabilidad es a veces el factor restrictivo.

Vida útil de la herramienta

La vida útil también se ve optimizada con el concepto de plaquita Xcel. Con una plaquita redonda estándar, el desgaste es mayor en la profundidad de corte del filo; lo cual limita considerablemente su duración. En la plaquita Xcel, el desgaste se distribuye uniformemente a lo largo del filo. La optimización con Xcel se debe, en parte, a que el tiempo de contacto reducido durante el corte genera menores temperaturas y éstas se distribuyen a lo largo de un filo recto más extenso. Como consecuencia, con Xcel, se pueden mecanizar más piezas, incluso con avances muy elevados. Las plaquitas Xcel están disponibles en dos calidades basadas en CBN. Éste es un material de herramienta de elevada dureza en caliente y por consiguiente con una gran resistencia a la deformación plástica; lo cual permite que la plaquita sea sometida a altas combinaciones de avance y velocidad de corte en materiales endurecidos. Las calidades de hoy en día también son muy tenaces, robustas y resistentes a los choques térmicos. Las calidades actuales disponen entre un 40 y un 65% de CBN, con un aglomerante cerámico que añade la resistencia al desgaste químico necesaria para las altas temperaturas. Asimismo, ofrecen una resistencia mecánica que garantiza una buena resistencia al desgaste por abrasión. Además, existen calidades de mayor contenido de CBN con aglomerantes metálicos para una mayor tenacidad.

Cortes continuos o interrumpidos

Los cortes continuos o interrumpidos suponen diferentes exigencias para las herramientas de corte. Para optimizar las operaciones de torneado de piezas duras, es importante aplicar las calidades más apropiadas. Para el torneado en acabado con cortes continuos, especialmente en piezas templadas, que requiere una buena resistencia al desgaste, la calidad CB7015 ofrece una muy buena combinación de altas velocidades de arranque de metal y duración. Ésta se basa en un tamaño de grano fino en un aglomerante cerámico especialmente desarrollado que permite que el desgaste se desarrolle lentamente, de manera controlada, a lo largo del filo de la plaquita Xcel. Los cortes continuos, con o sin intermitencia ligera, son ideales para esta calidad. Cuando los cortes intermitentes predominan y son más pesados, la mejor elección es una calidad más tenaz como la CB7025. Esta calidad genera buenos acabados superficiales cuando la superficie no es lisa (como en las ruedas de engranajes o en las ranuras de ejes) y cuando el reglaje no es totalmente estable. Ésta también es una calidad

Los cortes continuos o interrumpidos suponen diferentes exigencias para las herramientas de corte. Para optimizar las operaciones de torneado de piezas duras, es importante aplicar las calidades más apropiadas

moderna de grano fino de CBN en un aglomerante cerámico desarrollado para ofrecer la resistencia necesaria para soportar este tipo de exigencias.

Datos sobre Xcel

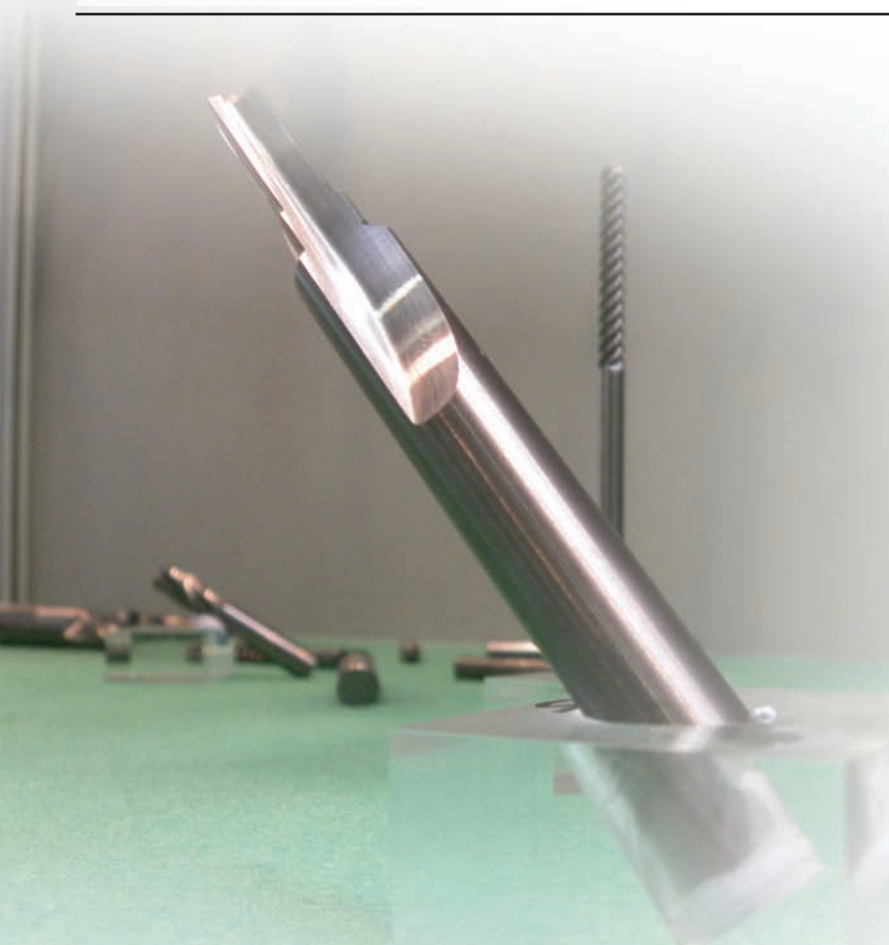
Las velocidades de avance de Xcel idealmente se encuentran entre la gama de 0,3 a 0,5 mm/rev. La profundidad de corte máxima recomendada con una plaquita Xcel es de 0,25 mm. Se deben tomar precauciones al mecanizar escuadras con plaquitas CNGX debido a la forma de la misma: manteniendo un mínimo de 2,7 mm, a menos que exista un rebaje. Si bien es cierto que se pueden alcanzar velocidades de corte hasta 300 m/min, se recomiendan, generalmente, velocidades entre 150 y 200 m/min, si la velocidad de avance tiene como objetivo principal conseguir una gran velocidad de mecanizado y la velocidad de corte tiene como fin optimizar la productividad.

Los componentes ideales son engranajes, manguitos y ejes de gran diámetro que requieren operaciones de torneado longitudinal y refrentado y que disponen de una buena estabilidad. Los materiales son típicamente aceros cementados o templados que pueden incluir 16MnCr5, por encima de 60 HRc, o 17CrNiMo6. En concreto, en las ruedas de engranaje se aplica un mecanizado de duro a blando, donde el material puede ser de 62 HRc en el diámetro exterior y descender a 30 HRc en el centro. El CBN no está recomendada para durezas inferiores a 45 HRc pero, con una calidad y aplicación adecuada, se puede trabajar con una combinación de CBN y de metal duro.

Los cortes pueden ser continuos o intermitentes, como en los dientes de un engranaje o las características de un eje, y la mejor manera de optimizar estos cortes es a través de la elección de la calidad de la plaquita. La calidad superficial es generalmente de Rz 1 o Ra 0,25 micras con tolerancias dimensionales dentro de 0,01 mm. Además, se puede conseguir un buen acabado superficial con grandes avances: 0,3 mm/rev ofrece un acabado de Ra 0,3 micras; 0,4 mm/rev ofrece un acabado de Ra 0,5; y un avance de 0,5 mm/rev ofrece uno de Ra 0,8. Asimismo, en lo referente a la capacidad de semi-desbaste, Xcel alcanzará velocidades de mecanizado inigualables. /

VALORACIÓN DE ESTRATEGIAS DE FRESADO PERIFÉRICO

HILDE PÉREZ, UNIVERSIDAD DE LEÓN. ANTONIO VIZÁN,
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID. EDUARDO DIEZ,
UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA, CHILE



El fresado periférico es un proceso de mecanizado que presenta una gran versatilidad con la que es posible generar una gran variedad de formas y de piezas. Para conseguir una buena productividad en la realización de estas formas y piezas se proponen desde hace algún tiempo la aplicación de estrategias de mecanizado. Una estrategia de mecanizado es una forma de realizar el mecanizado distinta de la que normalmente se venía aplicando hasta ahora.

La denominación de estrategia de mecanizado se aplica al modo de trabajo más adecuado de una herramienta en una operación concreta y determina las trayectorias a realizar en la operación de mecanizado, el ancho y la profundidad de corte y la velocidad de corte y de avance. En definitiva supone aplicar un mejor y mayor conocimiento del comportamiento de la herramienta a cada caso particular de utilización.

Por este motivo, han sido los fabricantes de herramientas los que han propuesto un conjunto de estrategias de mecanizado como un modo más científico de utilización de sus herramientas.

La elección de una estrategia de mecanizado es normalmente asumida por el procesista y aunque no es lo más habitual, algunas de ellas se pueden encontrar en algunas aplicaciones CAM. Rara vez están incorporadas como una función en los controles numéricos, aunque a través de la programación paramétrica es posible realizar alguna de ellas. Por lo tanto es el procesista o el programador el que introduce estas 'buenas prácticas' de mecanizado y responsables de mejorar la productividad de los procesos.

De las muchas estrategias que pueden definirse, en la figura 1 se recogen aquellas que son más sencillas y por lo tanto, de mayor utilización. Estas estrategias se corresponden con operaciones donde la profundidad de corte es constante. En ellas se ajusta el ancho de corte y la velocidad de corte y las trayectorias a efectuar, para de esta forma, tener controlado el espesor de viruta, que es lo que en definitiva persiguen estas estrategias. Las estrategias recogidas en esta figura 1 corresponden a operaciones de mecanizado de entrada de la herramienta en la pieza, de inicio de contornos de la herramienta en la pieza, de ranurado y de cajeadado.

Las ventajas de estas estrategias son principalmente dos: reducir los tiempos de mecanizado y a la vez conseguir una operación segura e incrementar el aprovechamiento de la herramienta consiguiendo unas mayores duraciones de las mismas.

A pesar de la información de los fabricantes disponible, no es fácil encontrar en la literatura científica o técnica ninguna justificación cuantitativa de los posibles beneficios de su utilización que permita en cada momento valorar con rapidez las ventajas que puedan obtenerse en una operación concreta. Los fabricantes ofrecen casos concretos en los

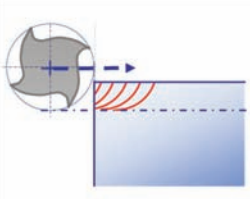
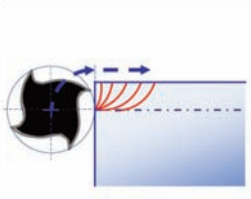
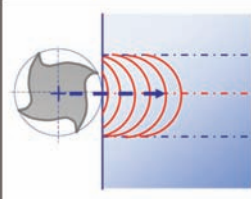
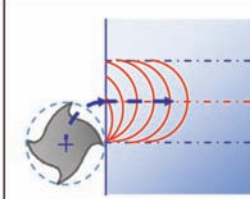
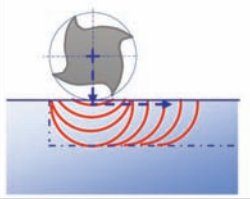
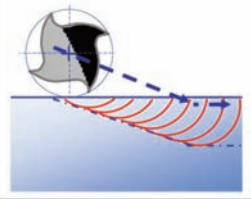
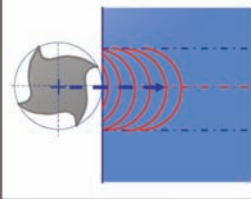
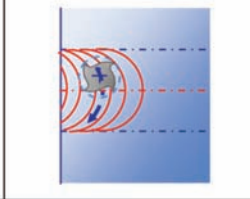
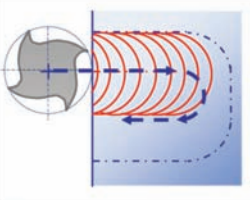
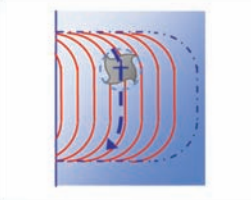


			
Convencional	Estrategia	Convencional	Estrategia
Mayor duración de la herramienta		Mayor duración de la herramienta	
			
Convencional	Estrategia	Convencional	Estrategia
Mayor duración de la herramienta		Mayor duración de la herramienta con una velocidad de corte y avance más elevada. Mayor profundidad de corte.	
			
Convencional	Estrategia	Convencional	Estrategia
Reduce vibraciones. Se puede incrementar la profundidad y la velocidad de corte y de avance		Reduce vibraciones. Se puede incrementar la profundidad y la velocidad de corte y de avance	

Figura 1. Estrategias de fresado periférico.

que se ponen de manifiesto las ventajas de alguna estrategia, pero no es fácil generalizarla para otras situaciones de mecanizado.

Las estrategias que proponen la realización de trayectorias más complejas que las que se venían normalmente haciendo, como por ejemplo en las operaciones de ranurado, busca reducir el tiempo de operación, lo que para unos costes sensiblemente parecidos, la productividad se elevaría. La propuesta de estas estrategias es que mecanizando con anchos de corte más reducidos y herramientas de diámetros más pequeños, aun cuando den lugar a menores espesores de viruta, las velocidades de corte pueden incrementarse considerablemente así como también la profundidad de corte, dando lugar finalmente, a tiempos de mecanizados más bajos y modos de trabajos más seguros. En definitiva se trataría de aplicar las condiciones de mecanizado de alta velocidad a operaciones normales.

Las ventajas a obtener con estas estrategias dependerá del modo como varíen las condiciones de corte, la velocidad de corte y de avance en función del ancho y profundidad de corte. Estas variaciones lógicamente van a depender sobre todo del material de la pieza y del tipo de operación a realizar. En principio por lo tanto, cabe esperar que cuanto más duro o difícil de mecanizar sea un material mayores ventajas se tendrá en la aplicación de estas estrategias.

Estrategias de fresado periférico

Las estrategias de fresado periférico tienen como objetivo buscar una combinación adecuada de espesor de viruta-ancho de corte, una la longitud del arco de empañe y una combinación velocidad de corte-ancho de corte óptima, de manera que la formación de la viruta en el proceso de corte sea la más adecuada. Esto dará lugar a una duración de la herramienta más larga y a un incremento de la tasa de arranque de material.

Las estrategias pueden justificarse y por lo tanto encontrar sus beneficios en la reducción del tiempo de mecanizado o lo que es lo mismo maximizar la tasa de material arrancado o bien se consigue un aprovechamiento mejor de la herramienta persiguiendo una duración de la herramienta más larga.

La relación adecuada entre espesor de viruta-ancho de corte establece que cuando los anchos de corte son reducidos el espesor de viruta puede incrementarse considerablemente con el fin de mantener el espesor de viruta máximo propio de la herramienta para la sección máxima de viruta. En estas circunstancias, la longitud del arco de empañe es más pequeña. Por lo tanto, la temperatura del filo se reduce, aumentando la vida de herramienta.

La formación de viruta en las estrategias de fresado es un

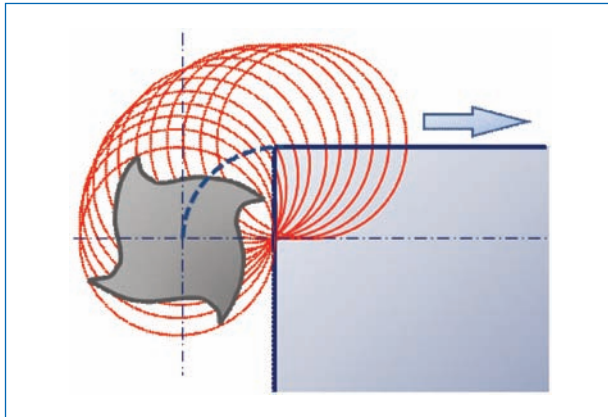


Figura 2. Entrada de la herramienta con pivotamiento.

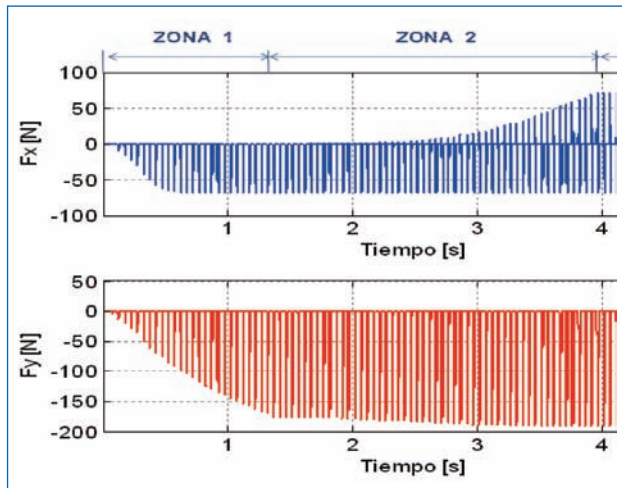


Figura 3. Fuerzas F_x y F_y para la entrada en la pieza con pivotamiento ($D=8$ mm; $z=2$; $\lambda_s=30^\circ$; $f_z=0,08$ mm; $a_e=4$ mm).

aspecto fundamental por su influencia en el desgaste de la fresa. Las entradas de la herramienta con espesores de viruta nulos provocan rozamientos elevados que incrementan considerablemente el desgaste en la superficie de incidencia, siendo preferible que la entrada de los filos en la pieza se realice con espesores más altos. La salida del filo de la pieza con espesores nulos o muy reducidos favorece la duración de la herramienta.

Secciones de viruta y arcos de empañe reducidos que dan lugar a duraciones de herramienta muy altas permiten que, para una vida de herramienta determinada, pueda elevarse considerablemente la velocidad de corte. La aplicación de este conjunto de ideas es lo que inspira la definición de las estrategias óptimas de mecanizado.

Además, la reducción en muchos casos de la fuerza de corte y del nivel de vibraciones permite aumentar la profundidad de corte o la longitud de la herramienta, lo que puede ser muy ventajoso en determinadas condiciones.

Estrategia de entrada de la herramienta en la pieza

Dentro de las distintas estrategias que se proponen en la figura 1 para fresado periférico como solución para mejorar la eficiencia en general del proceso de corte, la más frecuente es la que se aplica a la entrada de la herramienta en la pieza.

Esta estrategia que se propone consiste en realizar la entrada con la herramienta pivotando, tal y como se indica en la figura 2, de forma que ésta entra progresivamente hasta alcanzar el empañe completo en la pieza. El objetivo principal de esta estrategia es que el filo de la herramienta siga unas trayectorias de mecanizado tales que el espesor de viruta en la salida sea nulo. De esta forma, se garantiza una entrada progresiva con arcos de empañe que aumentan gradualmente hasta alcanzar el ancho de corte deseado. Este aumento progresivo de los arcos de empañe conlleva unas fuerzas que aumentan en la misma proporción.

En la figura 3 se muestran las fuerzas en la dirección de avance F_x y en la dirección transversal F_y , que actúan sobre la herramienta con esta estrategia. En ella pueden distinguirse tres zonas distintas de corte. La primera de ellas, corresponde al mecanizado del flanco de la pieza hasta que se alcanza la esquina superior izquierda de la pieza, según la figura 2. Es una zona en la que los arcos de empañe son pequeños y con pequeños espesores de viruta y por lo tanto, las fuerzas de corte generadas son pequeñas.

La herramienta progresa y en la zona 2 comienza a cortar desde la parte superior de la pieza. En esta zona las trayectorias son cada vez mayores pero se mantiene la situación de corte transitorio porque la herramienta todavía no ha alcanzado el empañe completo. En esta zona su amplitud crece, así como el ancho de la onda de fuerzas.

En la zona 3 la herramienta termina el recorrido del arco de pivotamiento y alcanza el ancho de corte completo. Se trata de una zona de corte uniforme en el que las condiciones de mecanizado son estables.



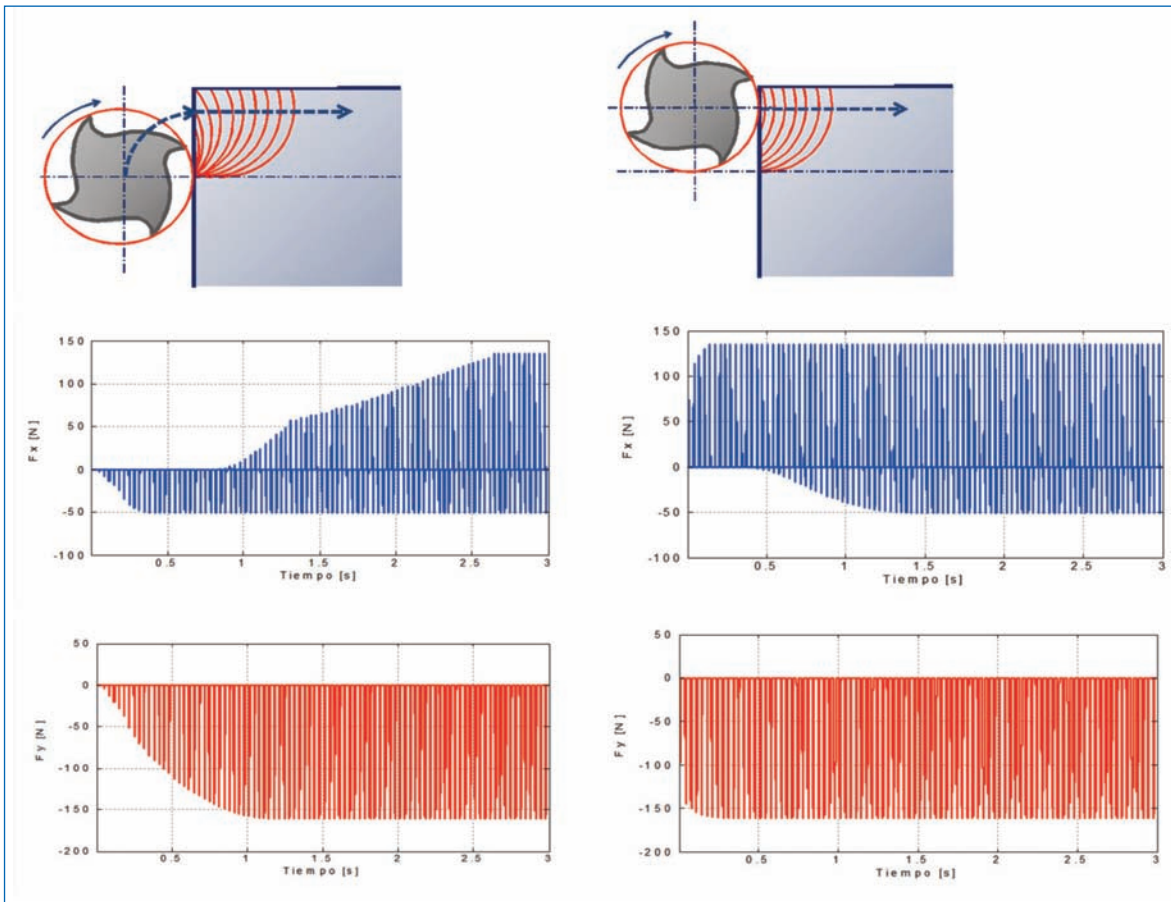


Figura 4. Entrada de la fresa en el material según la estrategia de pivotamiento y la entrada frontal.

Discusión y resultados

Para comprobar las ventajas de esta estrategia, se compara la operación de corte convencional con la estrategia de fresado. Para ello, se va a analizar la evolución de las fuerzas de corte, la formación de viruta y la tasa de material mecanizado, cuando la operación se realiza pivotando y con entrada frontal. Con la estrategia de pivotamiento, la entrada se realiza de forma gradual hasta alcanzar el valor del ancho de corte mientras que con el segundo método la herramienta empaña el material con todo el avance desde la primera vuelta. En la figura 4 se muestra un esquema de ambas operaciones, así como las fuerzas resultantes para una herramienta de 8 mm de diámetro, con avance 0,08 mm,

$a_e=5,6$ mm y $a_p=2$ mm. Se puede comprobar que la evolución de las fuerzas hasta alcanzar el empañe total es mucho más suave para el caso del pivotamiento.

La evolución de los espesores de viruta y las longitudes de los arcos tienen un gran efecto sobre el desgaste de la herramienta. En la figura 4 se observa que las longitudes de los arcos de empañe para el caso de la estrategia propuesta evolucionan más lentamente que para la entrada frontal. El valor de la longitud del arco para el caso de entrada pivotando es siempre menor que para la entrada frontal. Por lo tanto, el calentamiento que va sufrir el filo es más reducido y por lo tanto, también el desgaste de la herramienta.

Por otra parte, la evolución de los espesores de viruta también se representa en la figura 5. En ella se puede apre-

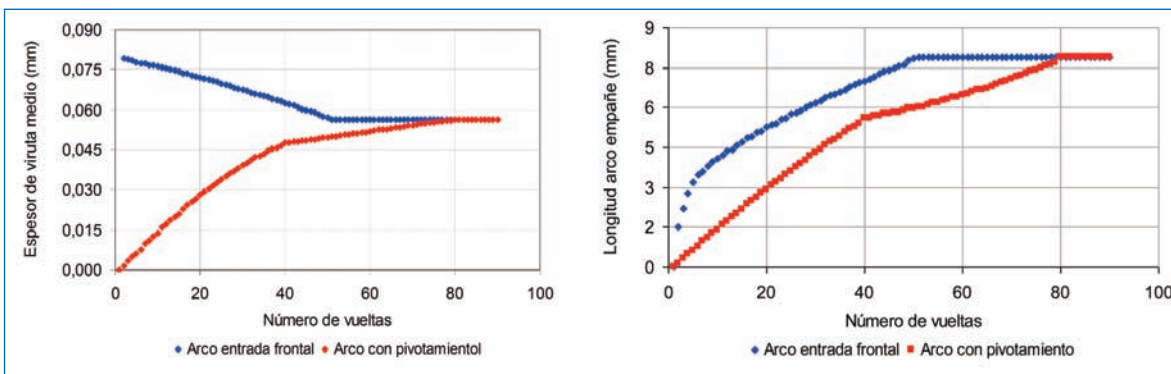


Figura 5. Longitudes de arco de empañe y espesores de viruta para la entrada frontal y entrada pivotando.



ciar que el espesor de viruta en la entrada con pivotamiento, es menor que el que se corresponde con la entrada frontal. Cuando los espesores de viruta son menores, la solicitud de la herramienta es menor y por lo tanto su duración es mayor.

Estos resultados concuerdan con las ideas básicas que se tienen del fresado y por lo tanto, harían más aconsejable la entrada con pivotamiento. El problema ahora es verificar si estas mejores condiciones de mecanizado dan lugar a un desgaste menor de la herramienta. Para ello se ha hecho una valoración experimental. Se ha preparado un conjunto de ensayos que nos permita determinar el efecto que tiene la entrada frontal y la entrada pivotando sobre la vida de herramienta.

Se ha procedido a ensayar la entrada de la herramienta en una pieza de acero aleado 1.2510 siguiendo el procedimiento convencional y el propuesto por la estrategia. El ensayo realizado, ha consistido en realizar sucesivas entradas de la

herramienta en la pieza hasta alcanzar el ancho de corte máximo, midiendo periódicamente la evolución del diámetro. En la figura 7 se puede observar que a partir de 200 entradas la diferencia de desgaste, medida indirectamente a partir del diámetro de la fresa, se mantiene a favor de la entrada con pivotamiento. Por lo que desde este punto de vista, resulta más favorable la entrada pivotando.

Este mismo ensayo se ha realizado también sobre materiales más blandos y concretamente para el aluminio 3.4365. Sin embargo en este caso, las diferencias no han sido tan evidentes y tan solo se consiguen diferencias apreciables cuando el número de entradas que hace la herramienta alcanza valores en torno a 1.000 entradas.

De los ensayos realizados y de datos disponibles en los manuales de fabricantes de herramientas, se deduce también que estas estrategias son más adecuadas conforme el material de la pieza tiene una mayor dureza.

Conclusiones

A la vista de los ensayos realizados y que aquí tan sólo se han mostrado los relativos a la estrategia para la entrada de la herramienta a la pieza se pone en evidencia varias afirmaciones como:

Las estrategias que se proponen para fresado periférico pueden proporcionar mejoras sobre todo para materiales de elevada dureza o de difícil mecanizado.

Las teorías básicas de fresado que recomiendan la salida de la herramienta para espesores pequeños es correcta, ya que dan lugar a duraciones de la herramienta más largas.

En materiales ligeros no se aprecian ventajas importantes en el uso de estas estrategias ya que se obtienen para tiempos de utilización de las herramientas muy largos.

Las estrategias de fresado periférico permiten la utilización de profundidades de corte o voladizos más grandes.

Por todo ello, las estrategias de mecanizado son una buena práctica en todos los casos, pero sus ventajas son mayores cuanto mayor es la dureza de los materiales a procesar. /

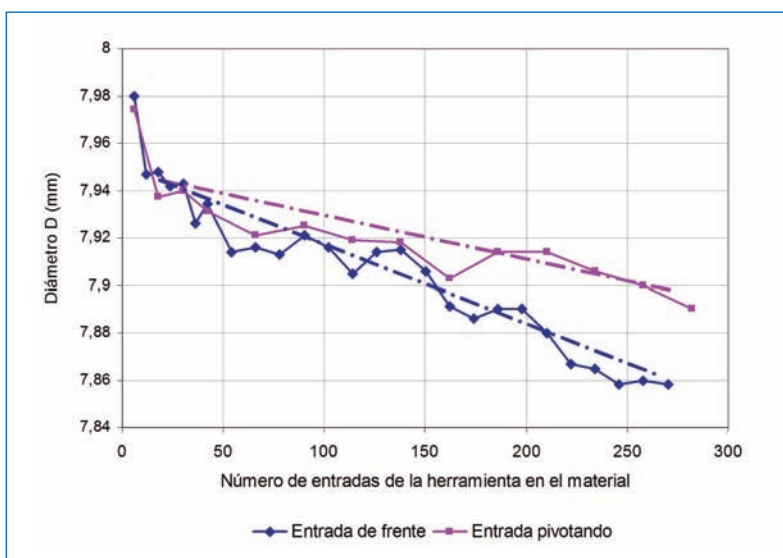


Figura 7. Desgaste de la herramienta a partir de la medida del diámetro para la entrada frontal y entrada pivotando para un material 1.2510.



EL MACHO MULTIAPLICACIÓN

JOSÉ LUIS URIZAR, DIRECTOR TÉCNICO EN I+D DE TIVOLY-NECO

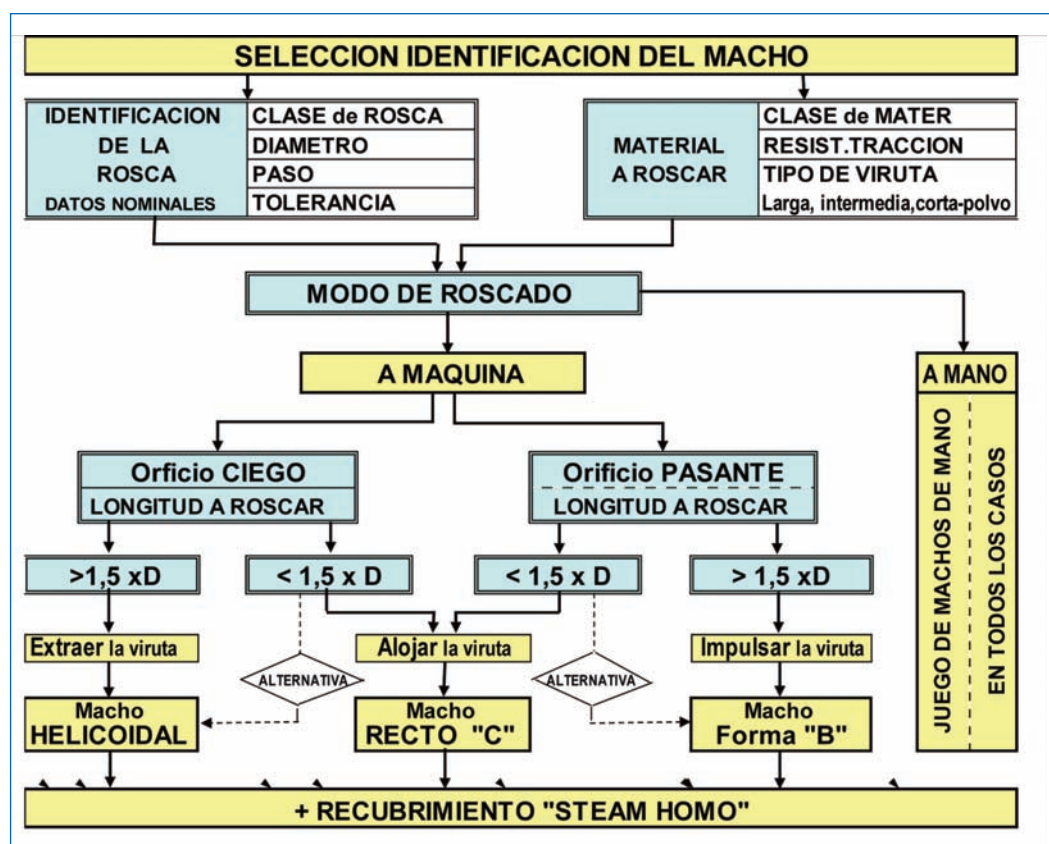
La construcción o elaboración de roscas interiores mediante aplicación del macho de roscar constituye una de las operaciones de mecanizado más importantes en el contexto global de la fabricación mecánica y está presente en la práctica totalidad de los sectores industriales, desde el automóvil hasta el aeronáutico pasando por el ferrocarril, energía eólica, construcción naval, construcción de maquinaria y bienes de equipo etc. y terminando por la industria médica.

En comparación con otras modalidades de mecanizado con herramienta rotativa como taladrado, fresado, escariado, la temática asociada al roscado con macho presenta unos niveles de complejidad notablemente superiores a causa de la variedad, volumen y alcance técnico/económico del conjunto de las variables implicadas. Ocupa posiciones preferentes en el ranking tanto por volúmenes de operación (el tercer puesto tras taladrado y fresado) como por responsabilidad económica —la primera posición— por tratarse con frecuencia de una operación final que culmina un proceso de mecanizado múltiple.

Desde un punto de vista conceptual podríamos definir una rosca como un arrollamiento espiral de un hilo con un perfil geométrico definido, siendo el más habitual triangular 60° por ser el correspondiente a roscas Sistema Métrico DIN-ISO y roscas del sistema ANSI (EEUU).

Desde el punto de vista funcional los cometidos más importantes de las roscas se pueden englobar en 2 grandes áreas:

- Como elementos de unión /fijación principalmente.
- Como elementos de accionamiento en menor proporción.



El binomio rosca – macho de roscar

A título de referencia orientativa el esquema que figura a continuación 'selección/identificación del macho de roscar' recoge una panorámica general de roscado con macho. De acuerdo con el mismo vamos a realizar un repaso abreviado de los principales factores implicados.

Fundamentos de la rosca a mecanizar

Este capítulo se compone de 3 áreas o apartados fundamentales:

- Características de la rosca
- Características del orificio
- Características del material a trabajar

1) Características de la rosca

Como premisa inicial, resulta imperativo identificar con claridad las características básicas de la rosca a mecanizar: clase de rosca, medida, paso y tolerancia.

A efectos explicativos vamos a tomar como ejemplo referencial una rosca M 10 x 1,50 6H.

M: el dato hace referencia a la clase de rosca. En este caso rosca Métrica, regulada por la Normativa DIN-ISO. A este respecto indicar que a nivel mundial existen 4 grandes normativas:

- **DIN-ISO:** Sistema europeo predominante en Europa y en crecimiento constante en el resto del mundo.
- **ANSI:** Sistema de EEUU predominante en América del Norte, Centro y Sur
- **JIS:** Sistema Japonés, predominante en Asia
- **BSI:** Sistema Británico limitado al área de influencia anglosajona

Todo ello configura un gran número de tipos de rosca cuya relación se puede consultar en la norma DIN 202.

10: este dato hace referencia a la medida nominal de la rosca en mm. A este respecto indicar que las roscas de los sistemas ANSI (EEUU) y BSI (británico) el dato se expresa en fracciones o decimales de pulgada (ejemplo: 3 / 8" equivalente a 9,525 mm).

En realidad las roscas presentan 3 medidas diametrales:

- **Diámetro exterior (o diámetro nominal):** se mide sobre las crestas de las roscas y sus niveles de criticidad/exigencia respecto a la precisión son inferiores al diámetro de flancos.
- **Diámetro de flancos o diámetro medio:** se mide sobre la línea virtual que discurre longitudinalmente por el punto medio del perfil de la rosca, dividiendo exactamente entre 2 el paso, generando por tanto, idénticas magnitudes entre la porción maciza y la porción vaciada del perfil de rosca. Es el parámetro determinante en la tolerancia de la rosca y por tanto su nivel de exigencia es el más elevado de los 3.



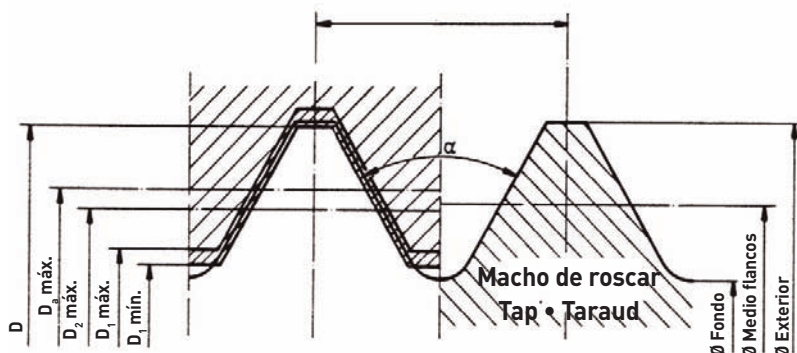
- **Diámetro del núcleo o fondo:** se mide sobre los fondos de rosca y sus niveles de criticidad/exigencia son notablemente inferiores a los otros dos parámetros.

1,50: es el paso de rosca o distancia entre dos perfiles contiguos, expresada en mm. En las roscas de los sistemas ANSI (EEUU) y anglosajón BS, el dato se expresa en Nº de hilos o perfiles en 1 pulgada (ejemplo: 16 hilos, $25,40/16 = 1.5875$ mm). Es un parámetro altamente crítico para la precisión de las roscas y en consecuencia está sometido a severas exigencias de Tolerancia a nivel de cota unitaria como acumulativa en los sucesivos pasos a lo largo de la longitud roscada. Dichas tolerancias están fijadas por cada una de las Normativas y con carácter general el máximo error admitido es el 0,10% aproximadamente.

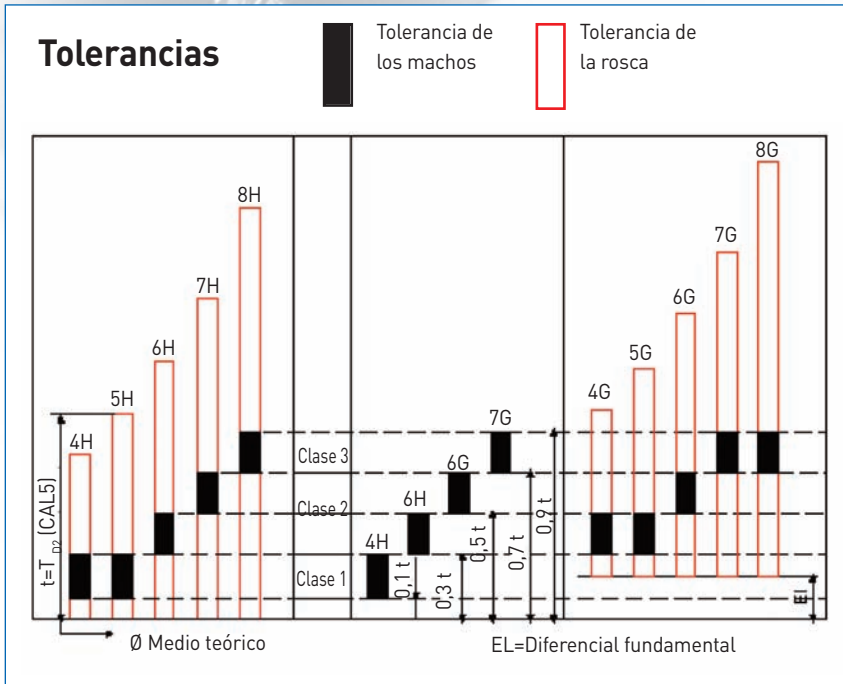
6H: hace referencia a la tolerancia diametral de la rosca interior en el sistema DIN-ISO. En combinación con la tolerancia de la rosca exterior determina el nivel de ajuste entre ambas.

Corresponde a la clase Media (6H tuerca - 6g tornillo) de las 3 calidades típicas Fina, Media, Gruesa y se sobreentiende como la tolerancia normal típica siempre que de manera expresa no se indique otra calidad. La estructuración de las tolerancias en 3 categorías, Fina, Media y Gruesa es un criterio común en todas las normativas.

Sentido de la rosca (a derecha / a izquierda): Como criterio estandar se sobreentiende que la rosca es a derecha: giro de atornillado en sentido horario, visto desde la cabeza del tornillo. La opción a izquierda (opuesta a derecha) es de utilización marginal y será objeto de indicación expresa y tratamiento específico.



D = Medida nominal D1 máx = Diámetro de fondo máximo D1 mín = Diámetro de fondo mínimo D2 máx = Diámetro de flancos máximo D2 mín = Diámetro de flancos mínimo



La norma permite modificaciones de las tolerancias para casos específicos; 4Hx, 6Hx, 6GX

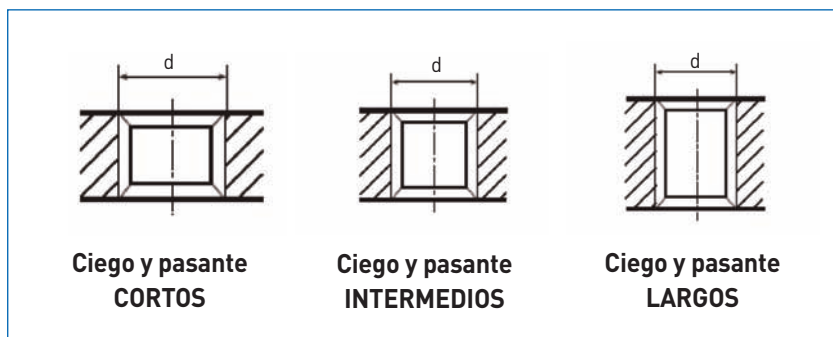
Norma; 6 H.

2) Características del orificio

Por causas que explicamos en la descripción del macho, la tipología del orificio a roscar constituye un factor determinante para el roscado con macho. Por tanto la adecuada identificación de sus características: forma o tipo y profundidad o longitud roscada constituye la 2ª premisa fundamental.

Si bien la casuística es muy amplia, a efectos prácticos se puede agrupar en 6 variantes principales (2 tipos x 3 longitudes roscadas en cada uno de ellos):

- Orificio ciego (sin salida): con longitud roscada Corta ($\approx 1xD$), Media (1,5 xD), Larga (2,5xD);
- Orificio pasante (con salida): con longitud roscada Corta ($\approx 1xD$), Media (1,5 xD), Larga (2,5xD), (D=diámetro nominal de la rosca).



3) Material del sustrato

Como en toda operación de mecanizado, la importancia del material trabajado resulta totalmente obvia en el roscado con macho.

Dado el amplio espectro de factores y condiciones que intervienen en la caracterización del material, desde el punto de vista práctico interesa su simplificación al máximo posible, siempre dentro de límites racionales que garanticen los niveles de eficiencia requeridos.

De acuerdo con lo citado resumimos la temática en 3 condiciones genuinamente representativas: Clase/ naturaleza, Características mecánicas y tipología de viruta.

• Clase / naturaleza

En el contexto que nos ocupa centramos el tema en materiales metálicos de uso más común en la industria de Fabricación Mecánica y áreas aledañas:

- Aceros de construcción mecánica (baja y media aleación)
- Aceros aleados para tratamiento térmico
- Aceros inoxidables / refractarios preferentemente austeníticos (AISI 304, 316 y similares)
- Fundiciones, preferentemente Nodulares (GGG).
- Aluminio y aleaciones con contenidos de Silicio $\leq 8\%$

• Características mecánicas

Las centramos en resistencia a tracción y/o dureza, con limitación preferente a un máximo de 1000 Mpa (350 HB). En el apartado específico de roscado por laminación o conformado plástico —roll forming— sin desprendimiento de viruta, es necesario tener en cuenta, además, la plasticidad o coeficiente de deformación plástica (no inferior al 10%).

• Tipo de viruta

Es un factor directamente asociado a los dos anteriores y a efectos de simplificación práctica resumimos 3 tipos referenciales: larga, típica de materiales de reducida dureza y/o alta plasticidad en general, como aceros de baja aleación, inoxidables y aluminios bajos en Si; intermedia, típica de materiales de dureza intermedia y/o contenido medio de Carbono $\rightarrow 0,50\%$ o aceros de fácil mecanización, aleados con adición estratégica de Pb (plomo) o S (azufre); y muy corta/polvo, típica de fundiciones.

El macho de roscar

Lo podemos definir como herramienta rotativa de corte de precisión específicamente diseñada para el mecanizado de roscas interiores. Por tanto la herramienta por excelencia para el objeto en cuestión. Desde el punto de vista tecnológico global podemos distinguir 2 tipologías principales:

- Macho de laminación (rolling tap) que trabaja por tecnología de conformado plástico sin presencia de viruta. Sus volúmenes de utilización son muy inferiores al macho de corte a pesar de sus propiedades y potencialidades y su tratamiento ocuparía un amplio capítulo que en principio queda fuera del presente trabajo.

- Macho de corte (cutting tap) que trabaja por tecnología de corte o desprendimiento de viruta. Es el tipo predominante a nivel universal y dentro del mismo como exponente destacado el macho multimetal que nos ocupa en el presente trabajo.

Velocidad de trabajo en roscado con macho

A título aclaratorio ante posibles errores de concepto, consideramos necesario hacer hincapié sobre este importante tema. En el mecanizado de orificios en general (taladrado, escariado, roscado con macho) la velocidad efectiva viene determinada por el ritmo de avance axial o velocidad de avance. La velocidad de giro o tangencial es un factor complementario. Bajo esta premisa resulta evidente que el macho de roscar es, per sé, una herramienta de alta velocidad a causa de la elevada velocidad de avance debida a su peculiar mecanismo de trabajo. En consecuencia rara vez el roscado con macho constituye un cuello de botella desde la perspectiva de tiempo de ciclo.

En comparación con el taladrado con brocas de metal duro —de alta velocidad— los ratios de avance x 1 rpm del macho son hasta 10x superiores, por lo que rara vez la velocidad de avance axial de la broca alcanza a el 75% de la velocidad axial del macho a pesar de la diferencia en velocidad tangencial o de giro (rpm) favorable a la broca (proporciones de 6x).

Mecanismos de trabajo del macho de roscar

El mecanismo fundamental de actuación del macho se caracteriza por una condición exclusiva y determinante como es la supeditación del giro, a un único valor o ratio de avance, con lo que el valor del avance x 1 rpm debe ser exactamente igual al valor del Paso de rosca. Es lo que se conoce como sincronización.

Del hecho se derivan 2 consecuencias principales:

- Cualquier posible error, por exceso o por defecto, en la exactitud de dicha sincronización comporta inevitables consecuencias negativas, bien en la calidad de la rosca labrada (medida y acabado) y/o bien en la propia vida de la herramienta.
- Todo giro parcial del macho, obliga imperativamente a un desplazamiento axial de magnitud proporcional al valor del giro.

La consecuencia final es que el éxito en el roscado con macho, está severamente supeditado a los factores asociados al sincronismo giro - avance.

Notas importantes

En la práctica, la obtención de una coordinación precisa y permanente entre ambos sincronismos —el propio del macho y el propio del sistema de avance— en todas las fases del roscado (avance, parada, inversión, retroceso)— puede resultar complicada en determinadas situaciones y/o circunstancias, incluso con sistemas CNC avanzados. Solamente el conocido sistema mecánico mediante husillo patrón ofrece garantías plenas y de hecho es utilizado con óptimos resultados por varios fabricantes de prestigio, de máquinas especializadas en roscado con macho, sin obstáculos para su combinación con sistemas CNC.

En la práctica la problemática asociada a posibles errores de sincronización, se resuelve con la utilización de un elemento de fijación del macho o portamachos, dotado de flotación axial (desplazamiento elástico retráctil a tracción principalmente (campo 25% mínimo de la longitud a roscar) y compresión (campo 20% aproximadamente de tracción). La flotación axial actúa compensando permanentemente los posibles errores de sincronización. Por otra parte, y sin obstáculo de posibles opiniones divergentes, podemos asegurar que este dispositivo no comporta riesgos de efectos negativos en ningún caso.

Además de lo anterior, la utilización de sistemas dotados con limitadores de par o embragues, puede resultar beneficiosa en teoría pero en la práctica se presentan complicaciones de carácter relevante que cuestionan su utilidad.

Características fundamentales de la herramienta

Desde el punto de vista funcional la calidad global del macho de roscar es el resultado de la suma de 4 calidades parciales interactivas:

Calidad del material del sustrato y tratamiento térmico apropiado + Calidad Geométrico -dimensional + Calidad de rectificado+ Calidad de acabado/tratamiento superficial.

A título referencial vamos realizar un breve recapitulativo.

• Material del sustrato

Los aceros rápidos o súper rápidos constituyen la opción prácticamente totalitaria, con una participación marginal del metal duro WC carburo de Tungsteno. Las razones son de orden técnico y radican especialmente en la indiscutible superior tenacidad (minimización de riesgos de fragilidad) de los aceros rápidos respecto a los carburos, a pesar de los notables progresos experimentados en los últimos.

Dentro de los aceros rápidos destacar las 2 calidades específicas: M2 (1.3343, S 6-5-2) que es el acero rápido por excelencia hasta el punto de que sus capacidades reales pueden resultar insuficientemente apreciadas en algunos casos y M35 (1.3243, S6-5-2-5) calidad que sobre la base del M2 incorpora Co (Cobalto) en sus contenido de aleación, lo que le aporta una apreciable mejora en resistencia térmica (dureza en caliente) para trabajar a velocidades de corte muy elevadas. Como contrapartida incrementa moderadamente la fragilidad.

Ambos materiales son los utilizados en los machos multimetal.

• Dimensiones generales

Se entienden como tales la longitud total, longitud de cabeza (orientativo), diámetro del mango o mástil, medida e /caras del cuadrado de arrastre. Estos parámetros están definidos por cada una de las grandes normativas a mundiales antes citadas: DIN-ISO, ANSI, JIS, BSI y son diferentes para cada una de ellas. Los machos multimetal responden a la normativa DIN –ISO.

• Medidas diametrales de la rosca

Las medidas diametrales de la rosca del macho están estratégicamente dimensionadas —mediante criterios recogidos en las normativas correspondientes— para obtener las tolerancias exigidas en la rosca a mecanizar.

A título de observación destacar que por razones técnicas de cierta complejidad (niveles de esfuerzo y fricción), el macho no realiza el mecanizado del diámetro del núcleo o fondo de rosca por lo que esta medida diametral es obtenida en la fase anterior de mecanizado previo de los orificios.

Geometría activa

Engloba el conjunto de formas y elementos geométricos directamente implicados en la mecánica de trabajo del macho de roscar.

Ranuras o estrías: Además de configurar la cara de desprendimiento o corte y por consiguiente el ángulo de corte, son los elementos que se encargan del alojamiento y/o evacuación de la viruta cortada y de la conducción del fluido de corte o refrigerante.

Tienen una relación directa con el tipo de roscado a realizar y desde una perspectiva global se identifican 3 tipologías principales:

- Estrías rectas (straight flutes): típicas en los juegos machos de roscado manual. En trabajo a máquina se aplican para roscado de orificios ciegos o pasantes cortos, $\leq 1xD$ en general, así como largos $\leq 3xD$ en casos particulares como fundiciones. No pueden desplazar la viruta y por tanto deben alojarla en su interior, por lo que la relación volumen de viruta – capacidad /espacio de alojamiento resulta primordial.
- Estrías helicoidales (spiral flutes) típicas para extracción de la viruta en roscado de orificios ciegos con profundidad $> 1xD$. En caso de necesidad este tipo pueden roscar cualquier tipo de orificio aunque se reducen los niveles.
- Ranuras rectas con forma espiral en una zona determinada de la punta o entrada del macho, también conocidas como forma B, Gun o Entrada corregida (spiral point): típicas para impulsión de la viruta en roscado de orificios pasantes en general preferentemente $> 1xD$.

Cuña de corte: es el elemento que lleva a cabo la acción propiamente dicha de corte y está configurada por 3 ángulos típicos:

- α = ángulo de incidencia, destalonado o librado (relief angle)
- β = ángulo de corte o desprendimiento (rake angle)
- γ = ángulo del filo o cuña (edge angle) consecuencia de los otros 2

Si bien los 3 ángulos son importantes el de incidencia resulta especialmente crítico. En realidad los machos tienen 2 ángulos de incidencia:

- Ángulo de incidencia en los flancos de los dientes o perfiles de rosca. Es un parámetro clave para las prestaciones de los machos de roscar. Su dimensión es necesaria y estratégicamente reducida —inferior a 1° — a causa de su especial impacto sobre el comportamiento de los machos, incluso a niveles sub-grado (decimales de grado), por lo que su diseño resulta especialmente crítico. A partir del diseño, la extrema exigencia requerida— a nivel milesimal de mm— para un control preciso en la ejecución y en la medición de este parámetro, conlleva una especial complejidad técnica.
- Ángulo de incidencia en las crestas de los dientes del cono de entrada. Representa el 2º nivel de criticidad para las prestaciones del macho. A título orientativo su dimensión guarda una proporcionalidad aproximada de 10x respecto al anterior. Las exigencias requeridas para su tutorización —a nivel centésima de mm— presentan también una notable complejidad técnica.

Notas

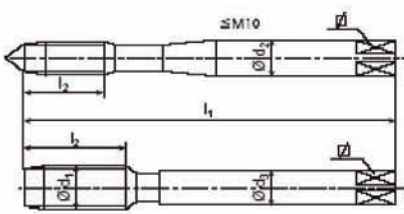

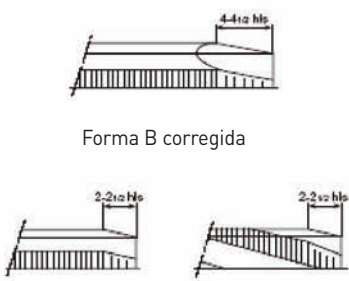
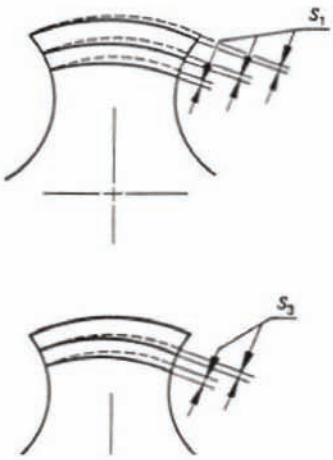
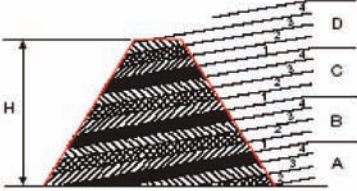
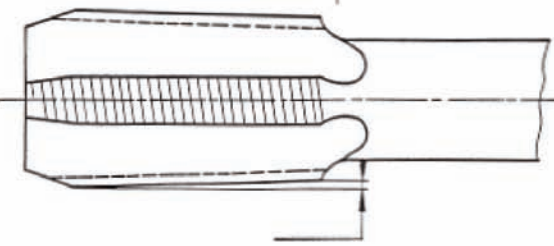
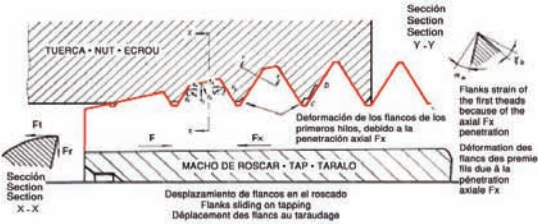
La garantía de una adecuada tutorización de los parámetros citados exige medios y recursos tecnológicos altamente cualificados. Un exponente de los medios es el equipo específico de tecnología puntera alemana recientemente adquirido por Neco-Tivoly, el cual proporciona garantías totales de medición y constituye una respuesta al reto permanente de innovación/mejora de nuestro macho de roscar.

Existe un 3º ángulo de incidencia, que afecta a las crestas de las roscas, pero dada su baja criticidad omitimos referencias al mismo.

Ángulo de corte o desprendimiento. En combinación con el ángulo de incidencia conforma la cuña de corte o cizalladura. Sus niveles de criticidad y exigencia son ligeramente inferiores al ángulo de incidencia. Desde el punto de vista conceptual su diseño está asociado a las características del material a trabajar.

No obstante en el macho multimaterial el diseño responde a criterios particulares basados en resultados experimentales para garantizar su polivalencia.

- **Conicidad inversa:** consiste en una reducción progresiva de la cota diametral en flancos y fondos de rosca. Orientada en dirección punta–mango, su objeto es reducir / minimizar el elevado componente de fricción o rozamiento congénito en el trabajo del macho por lo que se trata de un elemento altamente crítico. Su magnitud es obligatoriamente reducida ($> 0,5\%$) y los imperativos y

 <p>Dimensiones generales</p>	 <p>Tipo de orificio</p>	 <p>Conos de entrada del macho</p>
 <p>Destalonados rosca</p>	 <p>Distribución sobre perfil del espesor de viruta por diente</p>	
 <p>Conicidad U en el diámetro</p>	 <p>Espesor de viruta + detalle del cono</p>	

exigencias de calidad en su diseño y ejecución alcanzan niveles similares a los citados para la cuña de corte.

- **Cono de entrada:** zona o área de la punta con perfiles truncados en cono. Realiza el trabajo propiamente dicho de mecanizado o elaboración de la rosca. La función de los perfiles de rosca subsiguientes se limita exclusivamente a una acción de guiado o acompañamiento.

Además del destalonado o incidencia el otro parámetro característico es la longitud, habitualmente expresada en N° de hilos o dientes de rosca. La combinación entre n° de cortes o estrías [Z] y N° de hilos [N], determina el espesor

de la viruta cortada [E], de acuerdo a la fórmula $E = H / (N \times Z)$ donde H es la altura del perfil de rosca en mm (la título orientativo $H = 0,5 \times P$).

A efectos prácticos existen 2 variantes típicas de longitud:

- 2,5 hilos o pasos (tipo C o corta) típica de machos para orificios ciegos (machos helicoidales y rectos)
- 4,5 hilos o pasos (tipo B o media) típica de machos id, id pasantes (machos Forma B o Gun)

La limitación en la longitud del cono en los machos para orificios ciegos obedece a la exigencia habitual en los orificios ciegos, de minimización de la zona de roscas incomple-



tas —no útiles— debidas a la geometría del cono. Este detalle explica la inevitable diferencia en rendimiento a favor del macho forma B o pasante, cuya longitud de cono es netamente mayor (+ 80% aproximadamente respecto al tipo para orificios ciegos).

De acuerdo con todo lo citado, la importancia del cono resulta obvia y por tanto las exigencias de calidad se sitúan en niveles máximos.

Acabado superficial con vaporización steam homo (Urdin)

Se trata de un tratamiento superficial por vía térmica, que

genera una capa de óxido férrico Fe_3O_4 con espesor submicra y cuyo rasgo visual distintivo es su característico color negro-azulado. Se realiza en hornos de cámara atmosférica específicamente preparados y el proceso —que resulta totalmente inocuo desde el punto de vista sanitario y ecológico— consiste básicamente en un ciclo de tratamiento térmico estructurado en etapas con distintos escalados en el binomio tiempo-temperatura y con aportación de vapor de agua en una determinada fase del mismo. Dentro del marco genérico, los datos de detalle concreto quedan a criterio de cada fabricante lo que permite obtener propiedades relativamente diferentes. Obviamente la temperatura no puede superar, en ningún caso, el umbral de revenido (550°). Aparte del consabido efecto cosmético, aporta una notable contribución técnica en beneficio de la herramienta:

- El factor térmico aporta una reducción/eliminación el stress residual proveniente del proceso de fabricación (resultan imposibles en la) lo que contribuye a incrementar la vida de la herramienta (amolados totalmente exentos de estrés son imposibles en la práctica).
- El mismo factor aporta un afinado de las aristas de corte por debilitamiento (acción de quemado) de las microrebabas asociadas a la micro-deformación plástica de rectificado a muela lo que contribuye a incrementar la vida y la calidad superficial de las roscas (amolados totalmente exentos de deformación plástica son imposibles en la práctica).
- La oxidación aporta una micro-craterización de la superficie y como consecuencia en la generación de multitud de traduce en micro-depósitos de fluido lubricante, lo que contribuye reducir/ eliminar el deterioro por adhesión (filos de corte recrecidos por soldadura en frío del material trabajado problemática frecuente en materiales férricos sobre todo de baja aleación).

Conclusiones sobre el macho multimetal

- La razón fundamental de esta familia de machos es la polivalencia en términos de respuesta eficiente al roscado de diferentes materiales, superando las barreras técnicas tradicionales que imponían modelos con especialización mono-material y las consecuencias derivadas del hecho.
- Es el resultado de un desarrollo, basado en un profundo estudio y análisis de la problemática real en roscado con macho, a través de una larga y extensa experiencia como fabricante. El desarrollo se completa con la aplicación del 'know how' correspondiente para la amplia y compleja serie de rediseños innovativos necesarios en producto y proceso.
- Las garantías de eficiencia están avaladas por multitud de resultados experimentales tanto en el ámbito interno (tests de roscado en nuestro laboratorio de ensayos I+D) como en el ámbito externo a pie de obra.
- Sin obstáculo de su contrastada eficiencia todoterreno como objetivo principal, los machos presentan capacidades especialmente destacadas en aceros de construcción mecánica e inoxidable. /

RENDIMIENTO REVOLUCIONARIO PARA ACERO INOXIDABLE

NUEVA

NUEVA

FRESAS SMART MIRACLE

Nueva e innovadora tecnología Smart Miracle con recubrimiento en la superficie ZERO μ para una combinación definitiva.

Mayor nitidez con una protección superior en el filo de corte.



Rendimiento revolucionario para mecanizado de acero inoxidable, titanio, inconel y otros materiales difíciles de cortar. Fresas Smart Miracle con un recubrimiento del grupo (Al, Cr) N - que proporciona una resistencia mucho mayor al desgaste. Menor resistencia al corte para una larga vida útil y aumento de la eficiencia. Modificado el tamaño de corte y la geometría para aumentar la resistencia y una mejor evacuación de la viruta. VQMHV- 3 labios $\varnothing 1 - \varnothing 20$, VWMHZV - 4 labios $\varnothing 25$, y VQMHVRB - ángulo del radio $\varnothing 2 - \varnothing 20$

MITSUBISHI MATERIALS ESPAÑA S.A.
C/ Emperador, nº 2 - 46136 Museros (Valencia)
Tel.: 96.144.17.11 - Fax.: 96.144.37.86
Email: mme@mmevalencia.com www.mitsubishicarbide.com

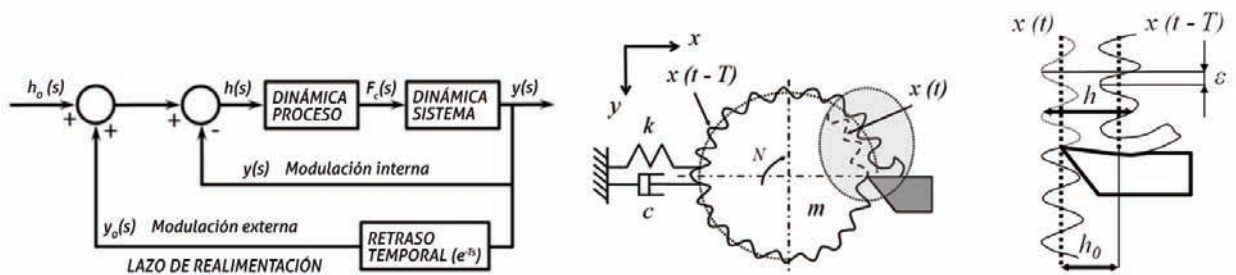
MITSUBISHI
MITSUBISHI MATERIALS

CONTROL DE VIBRACIONES EN SISTEMAS DE MECANIZADO

G. URBIKAIN, UNIVERSIDAD DEL PAÍS VASCO, UPV/EHU

El sistema máquina-herramienta - pieza es un conjunto formado por elementos estacionarios, ya sean fijos o móviles (bancada, guías, torreta, carros, etc.), sobre los cuales se conectan elementos temporales (piezas, amarres, herramientas y portaherramientas). Unos y otros forman un lazo cerrado (figura 1a) donde las fuerzas puestas en juego durante el corte en un cierto instante ($t-T$ en torneado o $t-T/Z$ en fresado) se transmiten al sistema. Éste se comporta de acuerdo a sus características modales generándose un desplazamiento relativo máquina-pieza que afecta a la dinámica del corte un período después (t). La herramienta, en lugar de encontrar una superficie lisa, encuentra en el período siguiente una superficie ondulada y elimina un espesor de viruta variable y dependiente del desfase entre las ondulaciones superficiales correspondientes al período actual y al anterior (figura 1b). La nueva superficie creada en el período actual vuelve a ser ondulada y la ondulación se regenera así, período a período.

Figura 1. Vibraciones tipo chatter. a. Diagrama de bloques; b. Efecto regenerativo.



El sistema puede entonces modelizarse a través de una ecuación diferencial de 2º grado con retraso temporal T , siendo T el período de giro (dado por las revoluciones de pieza en torneado o por el giro de la herramienta en fresado):

$$[M] \ddot{x}(t) + [C] \dot{x}(t) + [K] x(t) = F(t, x(t), x(t-T)) = K_s b h(t)$$

Esta ecuación permite describir el comportamiento dinámico del sistema a través de las características modales del sistema. Las matrices de masa $[M]$, amortiguamiento $[C]$ y rigidez $[K]$ definen lo que se denomina función de respuesta en frecuencia (FRF), es decir, la representación matemática

de la relación entre la entrada o esfuerzo de excitación de la estructura y la salida o deformación resultante del sistema de mecanizado, considerado lineal e invariante. K_s es el coeficiente de corte en la dirección de avance que relaciona la fuerza F con la sección instantánea de viruta $S_c(t)$, definida ésta como el producto de la profundidad de corte por el espesor de viruta completo. En general, los términos del primer miembro de la ecuación varían en el tiempo (posición variable de los elementos móviles, reducción de la masa de la pieza, etc.) aunque pueden suponerse, bajo ciertas condiciones, como constantes. Por tanto, el carácter no lineal de la ecuación se supondrá esencialmente ligado a la naturaleza compleja de los esfuerzos de corte.

1.- Reducción y control de vibraciones

1.1.- Métodos predictivos. Obtención de diagramas de lóbulos

Dentro de los distintos métodos desarrollados para obtención de lóbulos de estabilidad (analíticos, numéricos, EF, etc.), los llamados mecánicos o semi experimentales [Altintas 95] han tenido un éxito notable ya que simplifican la ecuación dinámica trasladándola al dominio frecuencial. Estos métodos se requieren ensayos de caracterización de herramienta de forma previa a su utilización como modelos predictivos. Partiendo de la figura 1, se define el espesor de viruta $h(t)$ en un instante cualquiera como:

$$h(t) = h_0 - x(t) - x(t-T)$$

Donde h_0 es el espesor de viruta estático o estacionario (igual al avance) y $x(t)-x(t-T)$ es el espesor de viruta dinámico. Utilizando las propiedades de la transformada de Laplace, la expresión para el espesor de viruta dinámico como función del desplazamiento resulta como:

$$h(s) = h_0 + (e^{-sT} - 1) x(s)$$

Para analizar cualitativamente si una determinada vibración tiene consecuencias sobre el comportamiento del sistema suele recurrirse al concepto anterior de FRF expresando la relación entre entrada y salida en el dominio frecuencial:

$$\Phi(s) = \frac{x(s)}{F(s)}$$

El significado físico de la FRF sería así el de la mayor o menor capacidad que tiene la estructura para transmitir la energía contenida en la señal de esfuerzo de la entrada, pudiendo contener una o más frecuencias fundamentales. Por tanto, el cociente entre la respuesta $x(s)$ del sistema frente a la excitación $F(s)$ será:

$$x(s) = F(s) \Phi(s) = K_s a_p h(s) \Phi(s)$$

Sustituyendo esta expresión sobre la ecuación del espesor de viruta dinámico, se obtiene la función de transferencia en lazo cerrado:

$$\frac{h(s)}{h_0(s)} = \frac{1}{1 + (1 - e^{-sT}) K_s a_p \Phi(s)}$$

Para estudiar la estabilidad del sistema, deben evaluarse las raíces de la ecuación característica. Si se suponen ceros de la forma $s = \sigma + j\omega_c$, pueden darse 3 situaciones posibles: raíces con parte real positiva ($\sigma > 0$) -> sistema inestable; raíces con parte real negativa ($\sigma < 0$) -> sistema estable; raíces con parte real nula ($\sigma = 0$) -> sistema críticamente estable. El estudio de vibraciones en el dominio de la frecuencia analiza la frontera entre los casos estables e

inestables ($\sigma = 0$) y sustituye dichas raíces ($s = j\omega_c$) sobre la ecuación característica. Tras separar e igualar a cero las partes real e imaginaria y realizar las oportunas transformaciones trigonométricas, se obtienen 2 relaciones fundamentales:

$$f_c T = \frac{f_c}{n} = k + \frac{\epsilon}{2\pi}$$

Donde se relacionan velocidad de giro del husillo n (en rps), frecuencia de chatter f_c (en Hz) y desfase ϵ (en rad) entre ondas pertenecientes a períodos consecutivos, y:

$$a_{p,lim} = -\frac{1}{2K_s G(\omega_c)}$$

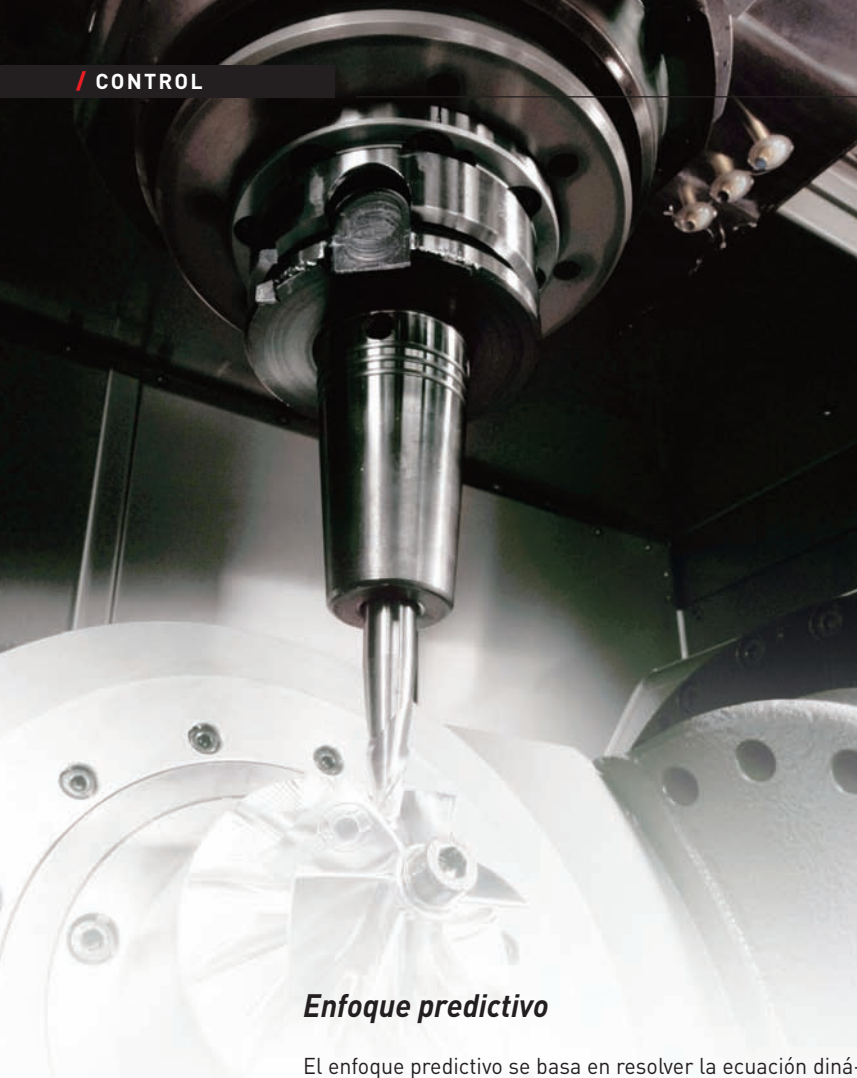
Donde G es la parte real de la función de transferencia. De forma resumida, los pasos a llevar a cabo en la obtención del diagrama de lóbulos son:

1. Seleccionar una frecuencia de chatter ω_c sobre la parte real negativa de la función de transferencia.
2. Calcular el ángulo de fase ϵ del sistema para dicha ω_c .
3. Calcular la profundidad de corte límite $a_{p,lim}$.
4. Calcular la velocidad de giro N en [rpm] para los distintos valores enteros de k : 0, 1, 2, etc.
5. Repetir los pasos anteriores realizando un barrido de frecuencias ω_c cerca de la frecuencia natural del sistema.

1.2.- Reducción de chatter en la práctica

En el apartado anterior, se ha esquematizado la forma de obtener los lóbulos de estabilidad en un software predictivo. Sin embargo, a día de hoy las soluciones prácticas encontradas en la industria pueden dividirse en dos tipos fundamentales de software: los predictivos y los iterativos o por aprendizaje.





Enfoque predictivo

El enfoque predictivo se basa en resolver la ecuación dinámica que describe el comportamiento del sistema de corte. Dependiendo del tipo de resolución, se habla de métodos analíticos o temporales.

- **Simulación analítica [Altintas 95, Budak 98]:** los métodos analíticos o en el dominio de la frecuencia estudian la estabilidad de la ecuación dinámica del proceso de corte y responden a la formulación expuesta en el apartado 2.1. Son métodos rápidos computacionalmente pero que, a cambio, proporcionan escasa información sobre el proceso. En general, obligan a hipótesis simplificadoras: fuerzas lineales, geometrías de corte sencillas, no permiten incluir no linealidades etc. Se clasifican en 2 grandes grupos:
 - Soluciones monofrecuencia y multifrecuencia: estudian las raíces de la ecuación característica del lazo cerrado del sistema de corte.
 - Métodos numéricos: se apoyan en la teoría de Floquet analizando los autovalores de una matriz de transición entre 2 períodos consecutivos (semi discretización, colocación de Chebyshev, etc.)
- **Simulación temporal [Tlustý 81]:** se basa en la integración numérica de las ecuaciones del movimiento y permite introducir de forma precisa la cinemática del proceso, la geometría de corte de la herramienta y posibles no linealidades. En una simulación en el dominio del tiempo, se predicen las fuerzas y vibraciones para un conjunto específico de parámetros de corte y las señales resultantes (fuerzas y desplazamientos) se analizan para determinar la presencia de chatter. Si los análisis en el dominio de la frecuencia suponen que la herramienta siempre mantiene el contacto con la pieza, con simulaciones temporales los efectos no lineales pueden introducirse de manera directa y la predicción de la estabilidad

será más precisa. De cara al estudio de la estabilidad, el mayor inconveniente es su gran coste computacional en comparación con los modelos analíticos. Para una velocidad de corte concreta, deben realizarse una serie de simulaciones bajo diferentes profundidades de corte con lo que el límite de estabilidad se calcula de forma iterativa. Para obtener el diagrama completo, el proceso se repite a distintas velocidades de corte.

Enfoque iterativo

El enfoque iterativo se basa en, partiendo de condiciones de corte inicialmente inestables, converger hacia una combinación de velocidad de corte y profundidad de pasada estables. En este tipo de métodos, se lleva a cabo una grabación sonora de la operación y se analiza y procesa para predecir unas nuevas condiciones de corte, fundamentalmente, una nueva velocidad de rotación. Ya se demostró en el apartado 2.1 la fuerte relación entre la frecuencia de vibración y la velocidad de giro. Pues bien, los distintos programas comerciales disponibles en el mercado (Harmonizer, AccordMill) buscan ubicar una nueva velocidad de rotación situada en un submúltiplo de la frecuencia principal del sistema.

3.- Estrategia integral de control de vibraciones

3.1.- Modelización dinámica

Para poseer un buen dominio y control sobre el proceso de corte, se debe disponer de un buen modelo dinámico del conjunto husillo-porta-herramienta. Algunos sistemas están orientados a detectar problemas en tiempo real, ya sea por análisis temporal de las señales de corte [Suh 02] o por análisis frecuencial de señales acústicas captadas por micrófonos [Weingaertner 06], con lo cual el sistema ya habrá sufrido las primeras consecuencias de un mal corte. El otro enfoque es el predictivo basado en técnicas RCSA (Receptance Coupling Substructure Analysis). Pensando que en un taller hay numerosas combinaciones de máquina-husillo-porta-herramienta, el número de ensayos de caracterización modal (por ejemplo, de impacto con martillo) sería demasiado pesado.

Es por ello que interesa disponer de un modelo representativo de los elementos herramienta, porta y husillo. Acoplado la función de respuesta dinámica de cada uno de ellos, puede conformarse un modelo dinámico de todo el conjunto. Por ejemplo, Namazi [Namazi 07] (figura.2a) modeliza el contacto cónico husillo-porta mediante resortes lineales y a torsión uniformemente distribuidos sobre la superficie de contacto. Filiz [Filiz 09] presenta un modelo de porta-herramientas incorporando técnicas espectrales de Chebyshev y teoría de Resistencia de materiales para obtener una solución paramétrica. La dinámica en punta de herramienta se completa con mediciones experimentales (figura 2b).

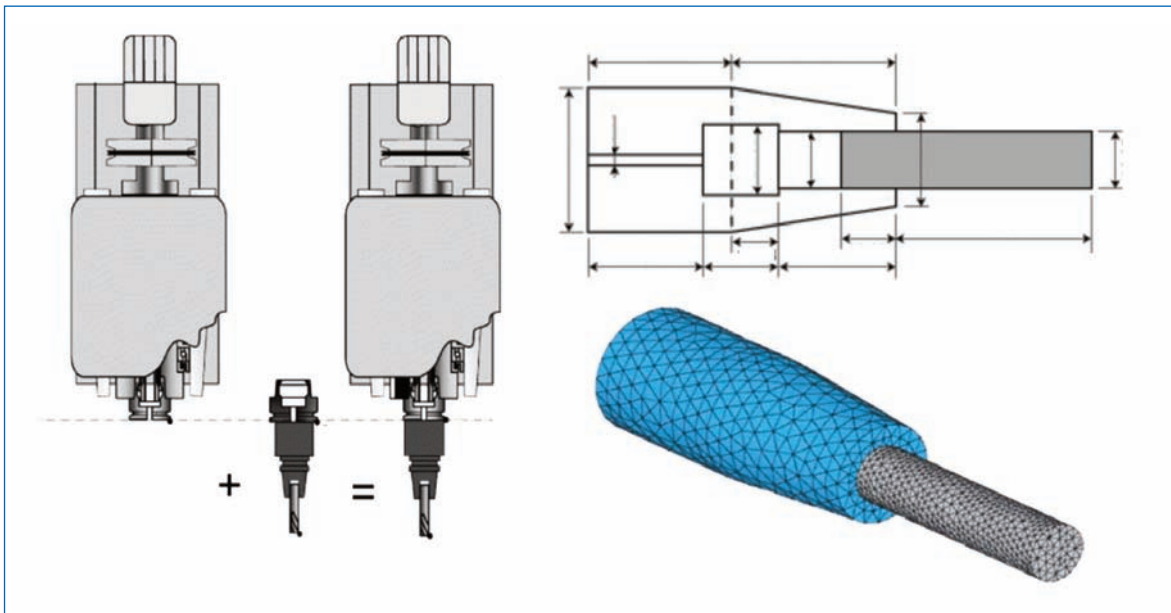


Figura 2 a. Acoplamiento de receptancias para obtención de FRF en punta de herramienta [Namazi 07]; b. Modelo de EF para el sub-sistema porta-herramienta [Filiz 09].

3.2.- Introducción de amortiguamiento

Otra forma efectiva de reducir o eliminar las vibraciones viene de la mano de incrementar la rigidez o el amortiguamiento. Los absorbentes de vibraciones pueden ser pasivos o activos, mediante la participación de accionamientos que actúan sobre la estructura dada una consigna determinada. Se trata de subsistemas masa-resorte que se añaden a la estructura para modificar el comportamiento dinámico del sistema resultante y puede ser la solución a adoptar en sistemas de un grado de libertad.

Las herramientas con amplios voladizos son cada vez más habituales en todo tipo de aplicaciones, tanto para solucionar problemas de accesibilidad como para potenciar la productividad. Esto conlleva al mismo tiempo un aumento de la probabilidad de aparición de vibraciones. Tal es el caso de las largas barras de mandrinar (figura 3). Para conseguir buenas tasas de arranque de material a profundidades aceptables es común el empleo de herramientas amortiguadoras o silenciosas (Silent Tools de Sandvi) presintonizadas a una frecuencia concreta dependiendo del voladizo con el que se vaya a trabajar. También se pueden usar placas de metal duro o aleaciones de tungsteno sinterizado con 2-4%

de cobre o níquel. Con ello, se consigue aumentar el módulo de Young y el amortiguamiento pudiendo la barra mecanizar de forma estable con relaciones de esbeltez de hasta $L/D > 7$.

En este sentido, otro punto importante en cualquier taller de fabricación lo constituyen los dispositivos de amarre puesto que representan un volumen importante de gastos, tanto a la hora del diseño como por el espacio ocupado en el taller.

El objetivo es restringir los desplazamientos en los puntos más problemáticos durante el mecanizado ya que cuando se manejan piezas flexibles o con paredes delgadas (gran superficie y bajo volumen) tienden a producirse problemas estáticos y dinámicos.

Para piezas de geometría compleja es muy habitual el uso de amarres flexibles o reconfigurables, adaptados al contorno de la misma. Las empresas alemanas Schmalz o Kostyrka (grupo Roemheld) vienen desarrollando dispositivos de amarre de vacío adaptados a las necesidades específicas de cada pieza. Estos equipos trabajan por succión (ventosas) y tienen como ventajas reducidos tiempos de preparación y alta flexibilidad.

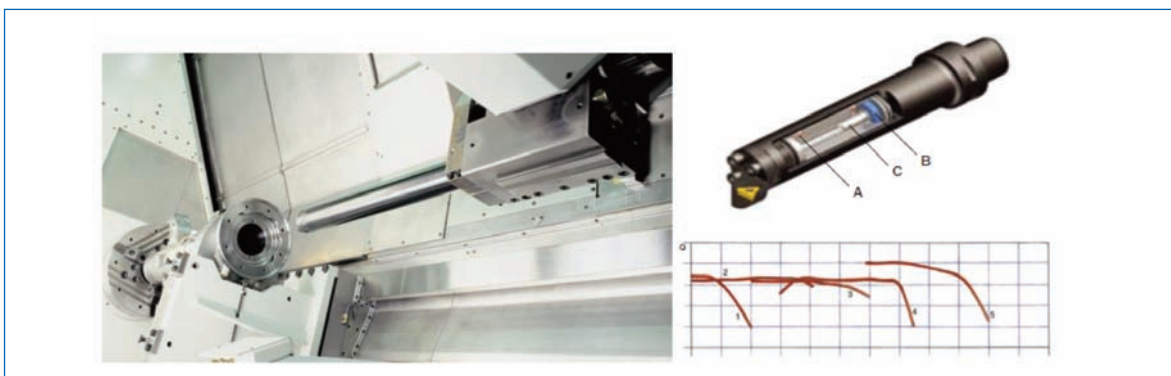


Figura 3. a. Barra anti-vibratoria de mandrinar [D=80 mm] con voladizo de 10xD; b. Elementos del sistema y variación de caudal de viruta Q frente a L/D; A-cuerpo sintonizable, B-cojinetes de goma; C-baño en aceite; 1- barra de acero; 2- barra de metal duro; 3/4/5- barras amortiguadas cortalarga-extralarga. [Sandvik 06].

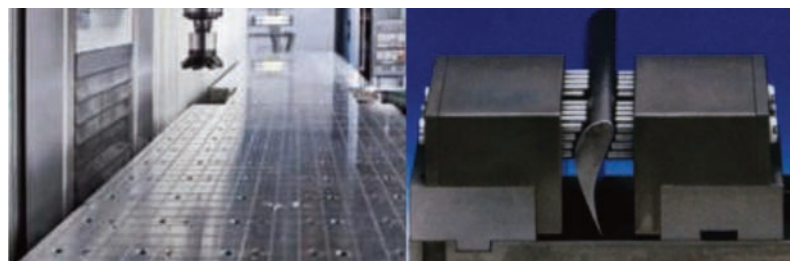
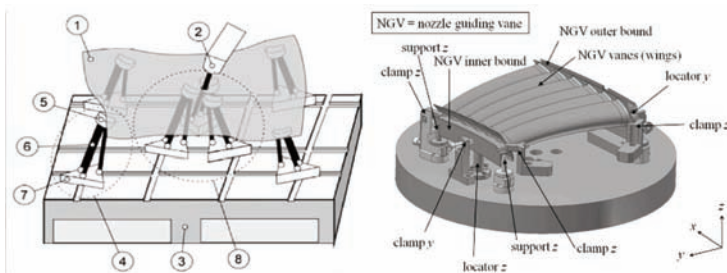


Figura 4 a. Placa-matriz de Schmalz para fijación de paneles aeronáuticos; b. Utillaje tipo array de pines para sujeción de álabes [Phuah 05] c. Esquema de amarre reconfigurable [Molfino 09]; d. Modelo sólido 3D del sistema de amarre de NGV y modelo EF [Bakker 10].

La figura 4 muestra una placa-matriz para fijación de paneles delgados. También, el consorcio europeo Affix que aglutina a distintas universidades (Sheffield, Nottingham, etc.), centros tecnológicos (entre ellos, Fatronik) y compañías (Rolls Royce, Volvo, etc.) han desarrollado distintos dispositivos y patentes para fijación de piezas complejas, principalmente álabes y NGVs.

3.3.- Selección adecuada de las condiciones de corte

En primer lugar, deben realizarse los ensayos de caracterización los cuales permiten definir un coeficiente específico para el par herramienta de corte-material mecanizado. Aunque esta energía de corte se suele tomar como constante dentro de la zona normal de trabajo, en general, no

tiene por qué serlo y deben realizarse ensayos en un amplio rango de trabajo para conocer la verdadera evolución de los coeficientes de corte con los parámetros velocidad de corte, profundidades axial y radial así como con el avance. También hay que distinguir entre coeficientes de corte correspondientes a una herramienta de geometría concreta y material y coeficientes de corte para herramienta-material. En este sentido, investigaciones recientes han conseguido calcular con buena precisión los esfuerzos generados por una fresa esférica a partir de coeficientes obtenidos por sencillos ensayos de corte ortogonal con una placa de torneado de la misma calidad [Altintas 96, Bissey 05], lo cual resulta muy interesante de cara a reducir el número de ensayos de caracterización para una misma familia de herramientas.

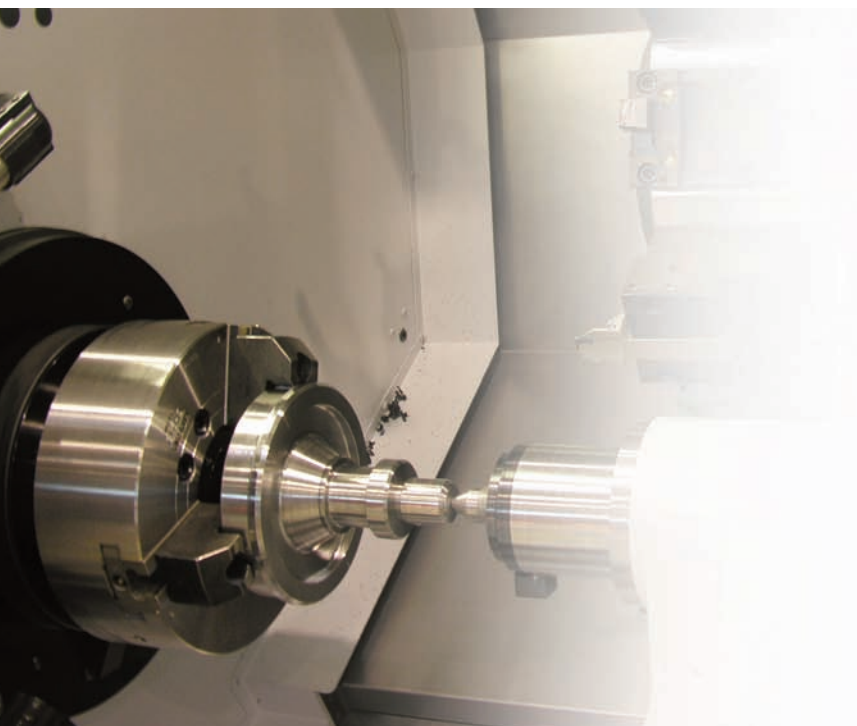
Una buena selección de las condiciones de corte pasa también por visualizar a priori, una vez obtenidos los parámetros modales del sistema y los coeficientes mencionados, las cartas de estabilidad y la evolución de la curva límite con las condiciones de corte. Esta es la verdadera utilidad de los diagramas de lóbulos: reconocer el aprovechamiento de ciertos espacios entre lóbulos e intentar acoplar estos condicionantes con las restricciones que impone el operario debido a las capacidades limitadas de la máquina. Una vez seleccionadas las condiciones de corte, deben probarse en condiciones reales de mecanizado. Anteriormente, deberán programarse trayectorias de herramienta que respeten la inmersión máxima permitida. En este sentido, ciertos autores vienen desarrollando intensos esfuerzos en intentar acoplar la información de los diagramas de lóbulos con programas tipo CAM (que únicamente resuelven el problema en su vertiente geométrica) como es el caso del profesor Altintas con el software MachPro.

3.4.- Vigilancia online del sistema de mecanizado

A pesar de los altos niveles de calidad y reproducibilidad, la MH de control numérico aporta relativamente poca información sobre el proceso de corte por lo que deben exigirse mayores dosis de instrumentación y auto-evaluación que permitan detectar desgastes prematuros de herramientas, roturas de filo, vibraciones, colisiones, ausencia de herramienta/pieza, etc. Esto debe hacerse antes del corte, por ejemplo, a través de palpadores de pieza que refieran el programa al bruto y sondas de herramienta que permitan identificar si una herramienta está partida (antes o después de la ejecución del programa), pero sobre todo, a lo largo del proceso en tiempo real. La cantidad de información es más pesada de manejar pero permite una mejor comprensión del corte, la detección del mal funcionamiento y la detención a tiempo del programa. Con ello, se consiguen reducir costes debidos a parada de máquina, reparaciones, daños en amarres, etc.

Los distintos elementos o captadores se eligen en base a los siguientes criterios: coste bajo, de fácil instalación y mantenimiento, que no restrinjan el espacio de trabajo de la máquina ni los parámetros de corte, que no interfieran en la rigidez de la máquina, medición lo más cercana al punto de interés, adecuada precisión, sensibilidad y robustez.

En torneado, la vigilancia online se lleva a cabo a través de



la medición de los esfuerzos de corte (Kistler, Brankamp). En torneado como en fresado, se utilizan mesas dinamométricas Kistler constituidas por captadores piezoeléctricos, tanto para caracterizar y trabajos de investigación como para detecciones online. También suele medirse la potencia y el par consumidos por el husillo (Artis, figura 5a; Digital-Way), tanto en fresado como en taladrado y roscado. Como ventajas, el uso de estas mesas aporta gran cantidad de información sobre el corte: pueden detectarse desgastes, roturas, obtener la frecuencia de vibración, etc. Sin embargo, son caras, reducen el espacio de trabajo y requieren adaptadores especiales para el amarre de pieza o herramienta. Por ello, no se utilizan habitualmente en producción.

Para resolver este inconveniente, es habitual encontrar cabezales instrumentados. Kistler ha fabricado un anillo que se monta intercalado entre la cubierta y el interior del husillo. Este captador integrado debe compensarse para que los primeros modos del conjunto rotativo no interfieran durante el giro del mismo. Ya se ha comentado que, en fresado, la medida de la potencia es una práctica muy frecuente ya que es una magnitud muy fácil de medir y a bajo coste. En el armario eléctrico, pueden colocarse captadores de efecto Hall que proporcionan la intensidad consumida. Al ser el ancho de banda limitado, esta magnitud es sólo un valor promedio. En controles numéricos más recientes, puede obtenerse información de la potencia consumida a través de parámetros internos obtenidos de los servomotores.

Por su parte, la medida de vibraciones se lleva a cabo bien con acelerómetros, piezoeléctricos de cuarzo o cerámicos que se utilizan profusamente por su pequeño peso, fácil manejo y precio bajo. Es importante elegir bien el lugar donde colocarlos así como el ancho de banda (varias decenas de kHz). El otro elemento típico de captura son los micrófonos. En este caso, el ancho de banda se amplía a los MHz. La medida de desplazamientos suele realizarse a nivel de la nariz del husillo utilizando captadores capacitivos [Altintas 02] o inductivos [Muller 02]. Tienen la ventaja de no interferir con el espacio de trabajo y poseen una gran precisión, hasta 0,1 mm. De hecho, suelen utilizarse para

compensar las dilataciones térmicas del husillo de alta velocidad. Resultan, por otro lado, bastante caros.

El siguiente paso es el tratamiento de las señales en las cuales interesan los picos, valores promedio y eficaces, valores pico a pico, resultantes, niveles de dB o presiones acústicas en MPa. Las señales deben filtrarse con cuidado de cara a no distorsionar en exceso la señal original. La forma de asegurar que el proceso de corte marcha conforme a lo previsto es colocar un acelerómetro cerca del husillo que detecte la rotura o colisión de la herramienta a través de un pico que sobrepasa un umbral fijado (por ejemplo, si se sobrepasa la magnitud de la fuerza hasta niveles superiores al 300% respecto al corte normal). La determinación de este umbral no es fácil y suele hacerse de forma experimental. Como distintas etapas en el mecanizado de la pieza pueden referirse a umbrales diferentes, muchas máquinas disponen de modo de aprendizaje, durante el cual se lleva a cabo el mecanizado de una o varias piezas tests y donde deben establecerse los distintos niveles permitidos (curvas de aprendizaje) a cada etapa del proceso. Esta forma de proceder es habitual en la industria del automóvil y para grandes series. Para cadencias de producción más bajas como en aeronáutica, se adapta peor y se suele fijar un umbral único.

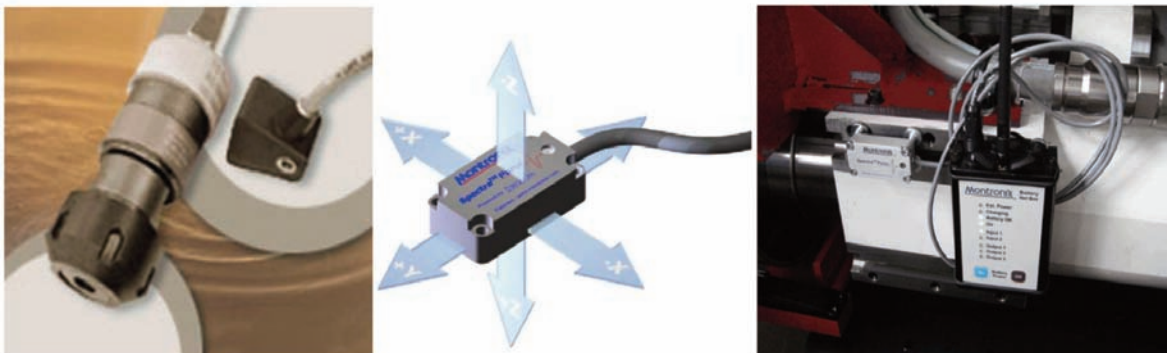


Figura 5 a. Sistema Artis para medición inalámbrica de par y potencia; b. Sistema Spectra Pulse de Montronix para detección de colisiones y desequilibrios; c. Montaje para medición.

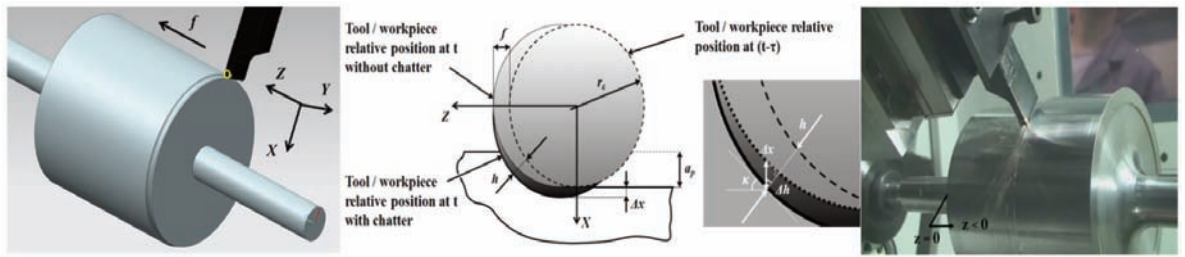


Figura 6. Modelo de 1 GDL de pieza flexible en dirección radial y fotografía durante un ensayo de corte.

En la industria, deben adoptarse soluciones ágiles y fiables, que no distorsionen la zona de trabajo. En principio, el acelerómetro debe colocarse del lado del husillo y no sobre la mesa, ya que proporciona una magnitud más realista. En general, y debido al mantenimiento del husillo, estos captadores suelen tener que colocarse en el exterior del husillo (fig.5b/c, sistema Spectra Pulse de Montronix) lo cual no es recomendable ya que además de señal de corte pueden introducirse señales provenientes de otros puntos. Otro punto importante es el seguimiento y control del nivel vibratorio que permite proteger el deterioro de la herramienta y del husillo e igualmente garantizar una calidad geométrica de la pieza suficiente. Para las típicas máquinas de arranque de viruta y velocidades de rotación corriente, se suele utilizar el ‘criterio de la velocidad de oscilación’ (RMS), obtenida por integración de las señales brutas de

aceleración en la banda de frecuencia entre 10-1.000 Hz (ISO 2372). La velocidad RMS da una buena idea de los esfuerzos generados durante el mecanizado, ya sea de vibraciones forzadas o de chatter. Por ello, muchos programas de vigilancia están basados en esta norma: VibroSmart (Vibrometer), VibroControl (Brüel & Kjaer). Suele establecerse un primer límite que para los avances de los ejes y un segundo más alto que ordena parar la rotación del husillo. Aproximadamente, un husillo debe girar en vacío con menos de 1 mm/s y en corte a no más de 7-8 mm/s. Valores superiores acortarán la vida del cabezal. El ancho de banda se suele fijar entre 10-1.000 Hz para máquinas convencionales (3.000-6.000 rpm) y se amplía a varios kHz en máquinas de alta velocidad, para integrar en el cálculo de la velocidad de oscilación los armónicos de la frecuencia de rotación del husillo. Para detectar de forma específica un caso de chat-

Distancia respecto al inicio del mecanizado [mm] & N [rpm]	Caso 1: $a_p = 0,75$ [mm]			Caso 2: $a_p = 1,00$ [mm]		
	Frecuencia	Rigidez	Amortig.	Frecuencia	Rigidez	Amortig.
	f [Hz]	k [N/m]	ξ [%]	f [Hz]	k [N/m]	ξ [%]
$z=-30$ / 1.700-1.800	156	5,63e7	0,00850	157	5,92e7	0,00941
$z=-60$ / 1.500-1.600	156	5,71e7	0,00880	157	5,95e7	0,01018
$z=-90$ / 1.300-1.400	156	5,81e7	0,00907	157	6,32e7	0,01055
$z=-120$ / 1.100-1.200	156	6,18e7	0,00920	157	6,75e7	0,01088

Tabla 1. Parámetros modales de simulación casos 1 y 2.

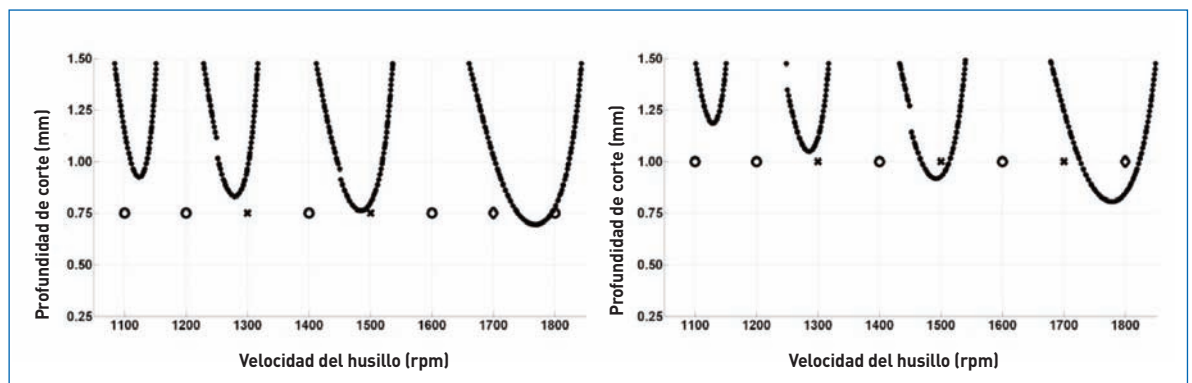


Figura 6. Simulación vs. resultados experimentales. Casos 1 y 2.

Distancia respecto al inicio del mecanizado [mm] & N [rpm]	Caso 1: $a_p = 0,75$ [mm]			Caso 2: $a_p = 1,00$ [mm]		
	Frecuencia	Rigidez	Amortig.	Frecuencia	Rigidez	Amortig.
	f [Hz]	k [N/m]	ξ [%]	f [Hz]	k [N/m]	ξ [%]
z=-30 / 1.700-1.800	158	6,51e7	0,00966	162	7,78e7	0,00991
z=-60 / 1.500-1.600	158	6,62e7	0,01009	162	7,85e7	0,01027
z=-90 / 1.300-1.400	158	6,50e7	0,01052	162	8,00e7	0,01076
z=-120 / 1.100-1.200	158	6,89e7	0,01023	162	7,92e7	0,01050

Tabla 2. Parámetros modales de simulación: Casos 3 y 4.

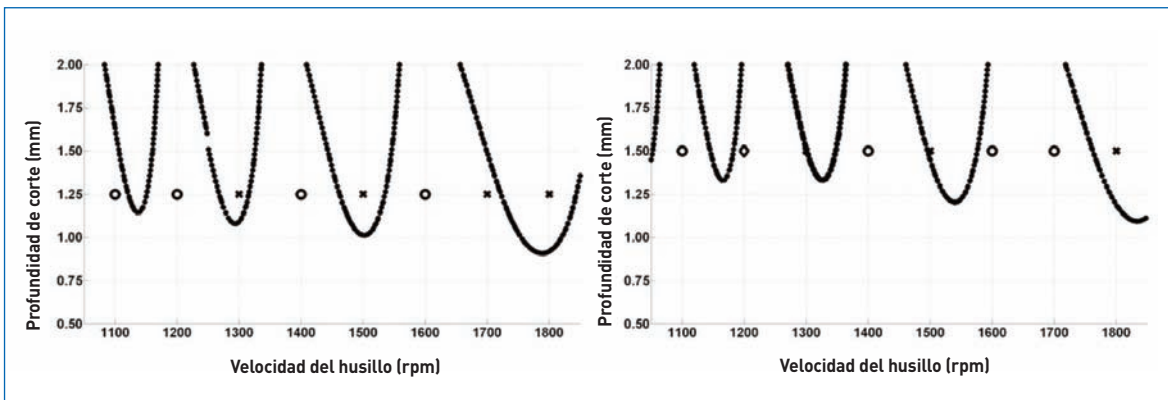


Figura 7. Simulación vs. resultados experimentales. Casos 3 y 4.

ter, se puede utilizar un filtro de Kalman que elimine del espectro en frecuencias todos los armónicos correspondientes a la frecuencia de giro del husillo. Sin embargo, en este caso, hay que tener cuidado si la frecuencia de chatter está muy cerca de un armónico ya que puede quedar suprimida al no ser detectada.

3.- Aplicación: Torneado de pieza de baja rigidez y dinámica variable

A continuación, se presenta un caso de estudio llevado a cabo en la UPV/EHU donde se aplica la teoría expuesta anteriormente en torno a métodos predictivos al torneado de una pieza de baja rigidez y dinámica variable en el tiempo [Urbikain 12].

El uso de plaquitas redondas en el torneado de carcasas aeronáuticas es bastante común ya que son herramientas que permiten combinar distintas direcciones de mecani-

zado, ganando la operación en flexibilidad y accesibilidad. El caso de estudio expuesto a continuación se llevó a cabo sobre una pieza que se diseñó con forma de polea y cuyos parámetros modales iban variando a lo largo de las operaciones de mecanizado.

El modelo de estabilidad desarrollado se basaba en un modelo de fuerzas de corte no lineal con coeficientes variables dependientes de la profundidad y de la velocidad de corte.

Por otro lado, se realizó la suposición de pieza flexible en la dirección radial y herramienta rígida.

Para la verificación experimental, se realizaron distintas pasadas haciendo un barrido de velocidades. Antes de cada test de corte y para cada pasada, se obtuvieron los parámetros modales (promedio de 10 impactos) en 4 puntos de la periferia de la pieza.

Las condiciones de algunos de los tests se muestran en las tablas 1 y 2 y la correlación entre modelo y resultados experimentales en las figuras 7 y 8. /

Referencias

Las referencias de este artículo pueden consultarse en el siguiente enlace: www.interempresas.net/A107843

HERRAMIENTAS DE CERÁMICA DE ALTA VELOCIDAD

YOAV CERRALBA, ESPECIALISTA DE MARKETING DE TAEGUTEC

En general, la cerámica tiene una alta dureza y una buena resistencia a la oxidación en comparación con cualquier otro material, teniendo una alta resistencia a la fractura a temperaturas elevadas. También tiene una buena fiabilidad ya que puede soportar un aumento gradual de temperatura y resistencia al choque mecánico por encima de 1.000 °C. Sin embargo, es relativamente frágil a temperatura ambiente.

El óxido de aluminio (Al_2O_3), tiene una resistencia a la oxidación muy buena y una excelente vida de herramienta en el mecanizado continuo de alta velocidad de metales a base de hierro.


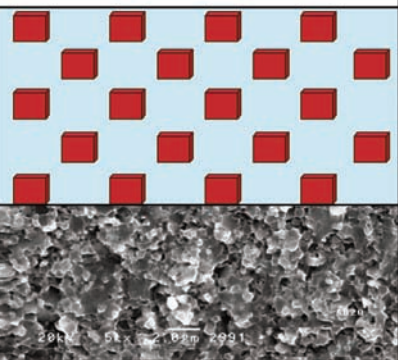
Por otra parte, el nitruro de silicio (Si_3N_4) tiene una alta resistencia a la fractura y resistencia a la oxidación. Es el mejor material para aplicaciones de desbaste en materiales a base de hierro. Las herramientas de corte de cerámica tienen una vida útil más larga y pueden alcanzar mayores niveles de productividad en comparación con herramientas de metal duro.

En la tabla 1 se muestran las propiedades mecánicas y térmicas de los diferentes materiales de las herramientas de corte.

	Al_2O_3	Si_3N_4	PCBN	PCD	Metal duro
Densidad (g/cm ³)	4,0	3,2	3,4	3,5	14,9
Dureza (HV)	1.900	1,700	3.700	7.000	1.400
Tenacidad de fractura (MPa/m ^{1/2})	3	6	5	5	12
Conductividad térmica (Wm ⁻¹ K ⁻¹)	30	40	100	120	100
Temperatura de oxidación (°C)	2.000	1.300	1.200	650	500

El mejor trabajo para las herramientas de corte de cerámica

Sabemos que las herramientas de corte de cerámica se utilizan para cortar material extremadamente duro. El óxido de aluminio es bueno para el mecanizado de corte continuo de hierro fundido y del acero endurecido. El nitruro de silicio se utiliza para aplicaciones de desbaste en fundición y para aplicaciones de acabado de alta velocidad en aleaciones a base de Níquel.

Calidad		AS500 (Nitruro de silicio)	AB20 (Aluminio)
Composición	Principal	Si_3N_4	Al_2O_3
	Aditivos	Al_2O_3 Óxido	TiC, TiN, etc.
Resistencia a la fractura		5-7	3-4
Dureza (HV)		1.600-1.900	1.800-2.100
Diagrama esquemático y microestructura			

En la tabla 3 se demuestra la comparación entre el nitruro de silicio y las herramientas de óxido de aluminio a base de cerámica.

1) Mecanizado de Alta Velocidad de camisas de cilindros

La calidad de Taegutec AW20 (o bien la AW1030 – calidad cerámica de óxido de aluminio con una capa recubierta de AlTiN), es una calidad muy buena para el mecanizado de alta velocidad de camisas de cilindros. Tiene una excelente resistencia al desgaste y una mayor vida de la herramienta que cualquier otra calidad de cerámica. Un ejemplo del éxito de esta aplicación se muestra en la figura 2. La vida de la herramienta de la AW1030 es casi el doble que la competencia, la calidad A1. La calidad de Taegutec AW1030 es una calidad pura de óxido de aluminio con una capa de recubrimiento PVD TiAlN y con un tratamiento especial del filo de corte. La excelente vida de la herramienta proviene de una combinación de su calidad y preparación del filo de corte. Está protegido por la patente PCT, PCT/KR06/05707.

2) Mecanizado de discos de freno

Recientemente hemos desarrollado la nueva calidad SiAlON (AS500) para el mecanizado de alta velocidad de los discos de freno. Tiene una alta dureza y alta resistencia a la fractura debido a su aleación, diseñada especialmente con tecnología de sinterización. Cuenta con una fuerte fiabilidad gracias al gran número de pruebas realizadas en el mercado global. La figura 3 muestra los patrones de desgaste de las plaquitas de cerámica después de mecanizar los discos de freno. La calidad AS500 tiene una vida de la herramienta 30% más larga que la herramienta de la competencia con las mismas condiciones de desgaste del flanco.

La larga vida de la herramienta se debe a su fase doble alfa / beta microestructura SiAlON. La fase Alfa SiAlON contribuye a la alta resistencia al desgaste y la fase beta contribuye a incrementar la resistencia a la fractura. Mecanizando discos de freno se puede garantizar mayor productividad que cualquier otra herramienta.

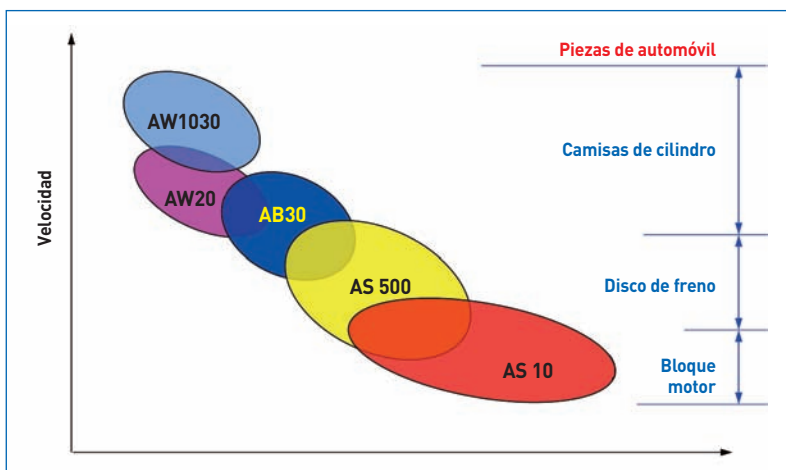
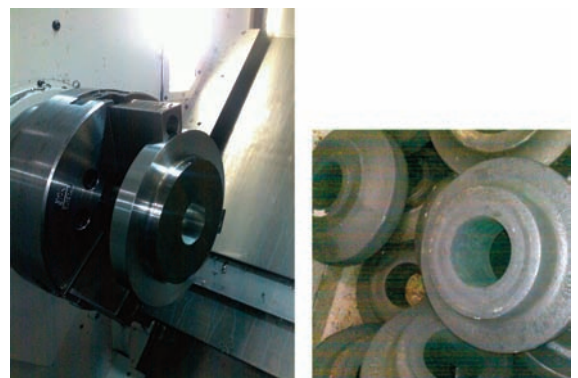


Figura 2. La calidad de Taegutec AW20 (o bien la AW1030 – calidad cerámica de óxido de aluminio con una capa recubierta de AlTiN), es una calidad muy buena para el mecanizado de alta velocidad de camisas de cilindros.



La figura 3. Muestra los patrones de desgaste de las plaquitas de cerámica después de mecanizar los discos de freno.

3) Rodillos de acero

Las herramientas de corte de cerámica son una buena elección para mecanizados pesados de rodillos de acero con alta dureza, especialmente, acero rápido, acero cromado, rodillos de Níquel y rodillos adamite. La calidad AS500 se recomienda para aplicaciones de desbaste, mientras que la AB20 se recomienda, en torneado, para acabado de rodillos extremadamente duros. El ejemplo de torneado de desbaste de rodillo adamite se muestra en la figura 4. En esta se demuestra que la calidad de Taegutec AS500 tiene una vida útil de un 40% más que la calidad de la competencia (SiN) en el mercado coreano. El resultado de las prueba de torneado en acabado se muestra en la figura 5. La calidad AB20 tiene una excelente vida de la herramienta en aplicaciones de acabado de rodillos de acero a alta velocidad.

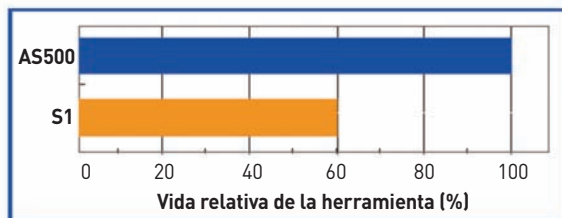


Figura 4. Torneado en desbaste de rodillos de adamite (HS50), 313 mm de diámetro, rpm=51 / V= 50 m/mm, f= 0,50 mm/rev, DOC=26 mm, plaquita sin refrigeración: LNU6688T, AS500 (Taegutec), S1 (competidor).

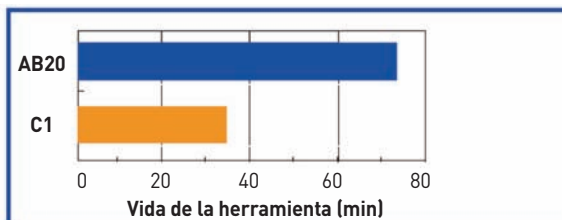


Figura 5. Acabado torneado de rodillo de alta velocidad (HS85), diámetro de 610 mm, rpm=25 / V= 48 m/min, f= 0,32 mm/rev, DOC= 4,3 mm, Dry Insert: T11-3219, AB20 (Taegutec), C1 (competidor).



Conclusión

Taegutec produce herramientas de corte de cerámica únicas y de alta calidad para diversas aplicaciones tales como el mecanizado de alta velocidad de camisas de cilindros, y para rodillos de acero. La calidad AS500 de SiAlON se ha desarrollado para el mecanizado de alta velocidad de los discos de freno y para desbaste de rodillos de acero. La calidad AW1030 con recubrimiento PVD es una calidad excelente para el corte continuo de piezas de hierro gris y grafito compactado. Mientras que la calidad AB2010 recubierta en PVD tiene una vida de la herramienta más larga que las herramientas de cerámica mixtas de la competencia en el mecanizado de acero templado.

Taegutec se esfuerza por suministrar herramientas de cerámica únicas que sirven para aumentar la productividad y disminuir los costos de producción de nuestros clientes. /



LABORATORIO VIRTUAL PARA EL DESARROLLO RÁPIDO DE PRODUCTOS DE CARBURO DE TUNGSTENO

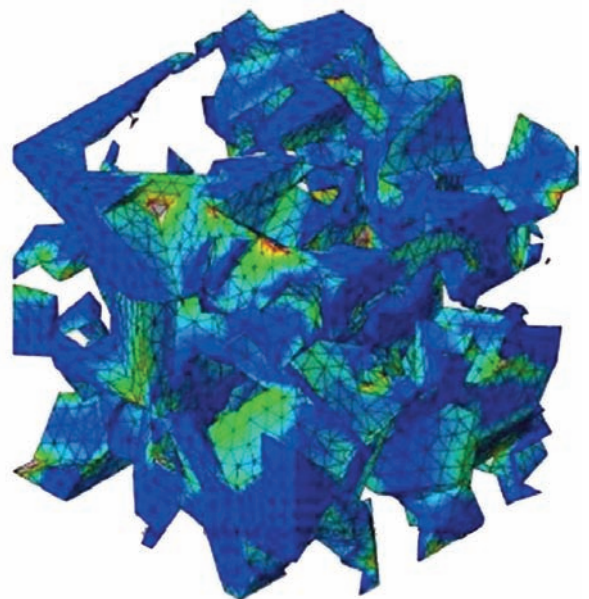
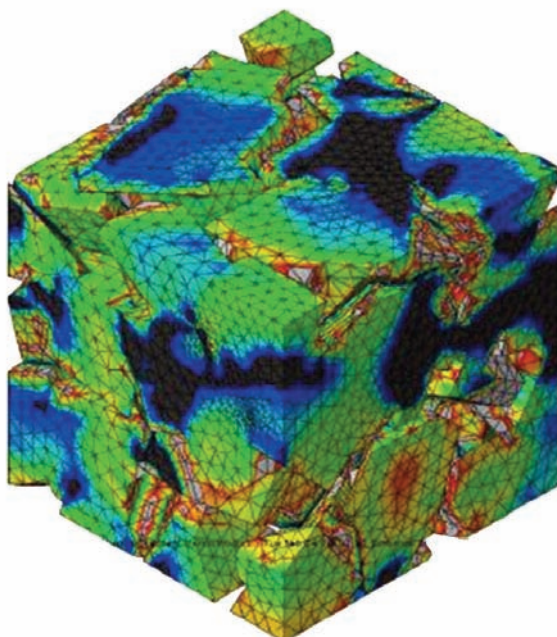
BERNARDO FITTSCHEN. SALES MANAGER DE CERATIZIT

Los metales duros tienen una calidad excelente. Se caracterizan por su alta dureza y por lo tanto gran resistencia al desgaste, o por su sustancial tenacidad manteniendo una resistencia al desgaste suficiente. Los campos de aplicación de las piezas de desgaste y del sector de las herramientas de corte están por lo tanto en continuo aumento. Sin embargo, debido a las características del material, el metal duro puede también reaccionar sensiblemente cuando se trata a tensión, por ejemplo.

Particularmente, cuando se diseña un nuevo producto, en el que por supuesto tiene que tenerse en cuenta hasta qué punto el material estará bajo esfuerzo mecánico, térmico y químico, a fin de poder ser elegidos el carburo de tungsteno óptimo y los procesos de producción adecuados y con el fin de comprender mejor los complejos factores individuales y sus efectos, es necesario calcular todas las variables que se aplican con el método de los elementos finitos (FEM).

Por ello, previamente a la producción de prototipos de carburo de tungsteno para piezas de desgaste y el sector de herramientas de corte, es especialmente adecuado realizar un detallado análisis, simulando los procesos de producción y los esfuerzos de los productos. Posteriormente, las comparaciones con los experimentos prácticos muestran si los efectos de los resultados calculados anteriormente coinciden con lo que sucede en las pruebas. Los laboratorios virtuales como los de Ceratizit aseguran, pues, el desarrollo rápido y adaptado individualmente de las soluciones del carburo de tungsteno.

¿En qué medida está el carburo de tungsteno bajo tensión después del sinterizado?
Izquierda: Tensión principal en el carburo. Derecha: Expansión plástica en el aglutinante.



Estructura de material combinada óptimamente

Se hace evidente cuán importante es la simulación, ya en la primera fase del desarrollo. Esto permite sacar conclusiones acerca de las reacciones químicas y físicas de la calidad. "Analizamos de qué manera el material está bajo tensión después del sinterizado", explica Michael Magin, responsable de desarrollo de piezas de desgaste de Ceratizit. Mientras que el MD se encuentra bajo tensión, el aglutinante se expande plásticamente. De esta manera, ya queda claro qué combinación de material es adecuado para evitar rupturas en la pieza sinterizada.

Densidad de compresión homogénea después de la simulación de procesos

Los procesos en la cadena de producción pulvimetalúrgica son variados y complejos. Un número de diferentes procedimientos de simulación proporcionan claridad a la definición de los parámetros del proceso durante el prensado y el sinterizado.

Si un componente se contrae o se deforma irregularmente después del sinterizado, la razón es la densidad no homogénea de compresión. Para evitar esto, todos los procesos durante el procedimiento del prensado deben de llevarse a cabo de manera óptima: las herramientas de prensado deben de estar diseñadas correctamente y la prensa tiene que funcionar con la fuerza de prensado necesaria. En Ceratizit probamos estos parámetros en la simulación de los procesos y posteriormente los definimos. De esta manera tanto la distribución regular de la densidad y la contracción homogénea del sinterizado, están garantizadas.

La estabilidad del filo de corte y el control de viruta durante el mecanizado

Además de los procesos de producción, se pueden calcular los procesos de mecanizado de forma mucho más realista. Antes de fabricar el prototipo de una plaquita, especialistas en el desarrollo de producto simulan el proceso completo de mecanizado, comprobando el diseño con respecto a la estabilidad y esfuerzo mecánico del filo de corte. "Además analizamos como se forma la viruta en los distintos materiales a mecanizar", explica Uwe Schleinkofer, director de I + D de la división.

Herramientas de Corte en Ceratizit. "Esto es decisivo para la capacidad de rendimiento de la herramienta en aplicaciones prácticas. La temperatura y la tensión en el filo de corte en particular, proporcionan información sobre el desgaste resultante y por lo tanto sobre la vida de la herramienta esperada".

Durante el proceso de fresado de titanio, los especialistas en desarrollo analizaron cómo se producían las microfisuras en el filo de corte. Los resultados de la simulación se integraron en el sistema de herramientas con rompevirutas



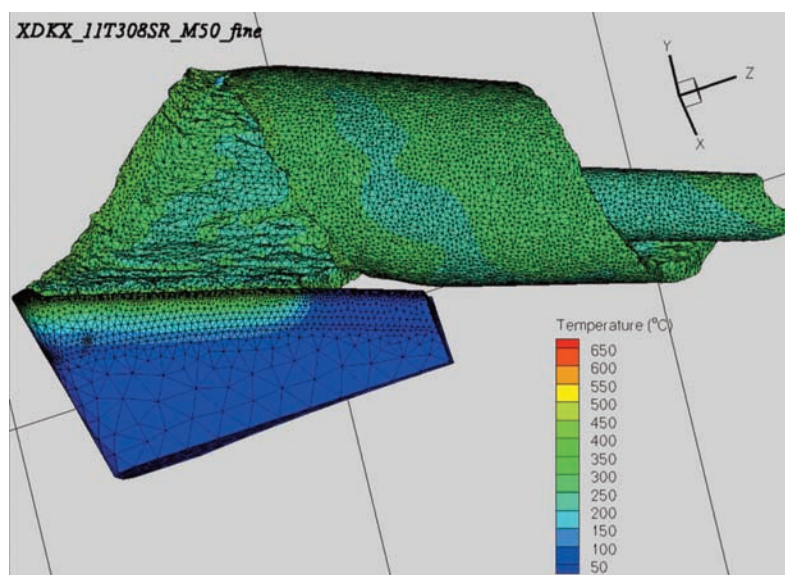
F40, en el diseño de los filos de corte y en la novedosa calidad de herramienta de corte CTC5240 que representa una innovación mundial. Así es como podemos ofrecer a los clientes uno de los sistemas de mayor rendimiento disponibles en el mercado para el fresado de titanios.

La aleación de la soldadura de una capa conduce a una tensión de adherencia en la punta de la sierra (imagen derecha). Las tres capas de la aleación de la soldadura (imagen izquierda) soportan el esfuerzo transversal a la rotura.

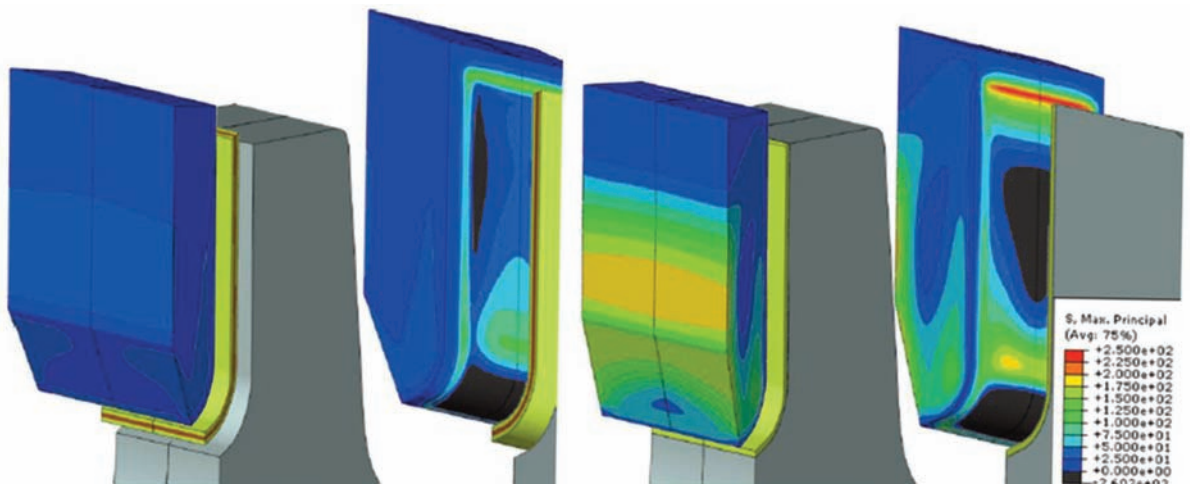
Las 3 capas de la aleación de la soldadura de cobre reducen la rotura por esfuerzo transversal en los dientes de las sierras

Si el carburo de tungsteno se combina con otro material, como el acero, la tensión que se produce entonces es alta. Esto es debido a las propiedades mecánicas de los materiales, tales como la expansión térmica. La llamada tensión de

La manera en la que la viruta se forma durante el fresado muestra si la herramienta tiene suficiente capacidad de rendimiento práctico.



La aleación de la soldadura de una capa conduce a una tensión de adherencia en la punta de la sierra (imagen derecha). Las tres capas de la aleación de la soldadura (imagen izquierda) soportan el esfuerzo transversal a la rotura.



adherencia puede conducir a un fallo grave durante el mecanizado. Durante la simulación de la unión de todo el proceso puede verse que la forma de la costura de la soldadura influye fuertemente en el proceso de soldado. Cuando la costura de soldadura es demasiado grande, se restringe el flujo regular de la aleación de soldadura, mientras que una costura de soldadura demasiado pequeña puede dañar la pieza de MD. Al soldar los dientes de las sierras, puede verse que usando un fundente de una capa pone al carburo bajo una tensión extrema, provocándole que se rasgue cuando se le somete a una excesiva fuerza transversal. Las simulaciones muestran que el uso de una aleación de soldadura de tres capas conduce a una tensión considerablemente inferior y los límites de la aplicación de los componentes se amplían.

Además de la simulación, en Ceratizit se llevan a cabo experimentos prácticos. Y los resultados de estas pruebas revelan (por ejemplo en los dientes de la sierra) que los patrones

de agrietamiento señalados coincidían con precisión con las roturas calculadas. Así lo exponen los directores de I+D, Magin y Schleinkofer: "Los sistemas actuales son capaces de simular todos los procesos de forma fiable y con resultados realistas. La simulación contribuye de manera decisiva a un desarrollo rápido y preciso de las soluciones del metal duro". /





HERCOIN[®]
HERRAMIENTAS DE CORTE INDUSTRIALES S.L.

Desde 1982.....

**+ 30
AÑOS**

Soluciones Completas para un mecanizado más rentable

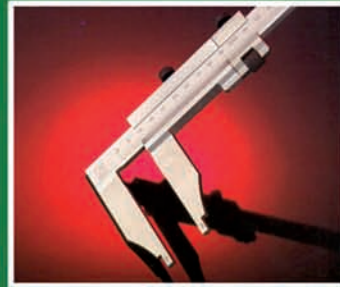
PRODUCTOS:

Herramientas de Corte

Lubricantes para mecanizado

Servicio de reafilado y herramientas bajo plano.

Metrología



NUESTROS PUNTOS FUERTES:

Herramientas de primera calidad

Lubricantes de Alto Rendimiento

Servicio personalizado

Plazos de entrega muy reducidos

Amplia Red de Ventas en toda España



Ribera de Axpe, 11 - D1 - Local 108 48950 ERANDIO - BIZKAIA
Tel. 944634761 - Fax 944632399 - www.hercoin.com - info@hercoin.com

TECNOLOGÍA DE SUJECCIÓN POR VACÍO: UNA OPCIÓN A LOS DISPOSITIVOS DE SUJECCIÓN ESTÁNDAR

MATTHIAS POGUNTKE, MBA, DIPL.-ING. (FH) BUSINESS UNIT
MANAGER PRODUCT AND PORTFOLIO MANAGEMENT CLAMPING
TECHNOLOGY AND GRIPPING SYSTEMS DE SCHUNK INTEC

En comparación con los soportes de sujeción, los bloques de sujeción, las garras de fijación, los sistemas de fijación en punto cero o la tecnología de fijación magnética, la tecnología de sujeción por vacío es prácticamente desconocida en la industria de corte de metal. Sin embargo, la tecnología de sujeción por vacío puede ser muy útil aquí, especialmente al mecanizar piezas delgadas susceptibles a la deformación o piezas de aluminio y de otros materiales no ferromagnéticos. Particularmente cuando están en forma de versátiles placas matriz, son una opción útil y fácil de manejar a los dispositivos de sujeción ya en uso.

Si las placas matriz se combinan entre sí, como aquí en este sistema para construcción de aeronaves, las partes largas de aluminio se pueden sujetar sin deformarse.



En primer lugar, destacar algunos conceptos básicos acerca de cómo funcionan los sistemas de sujeción por vacío. Un vacío se produce, según la norma DIN 28400, cuando la densidad del número de partículas de un gas es menor que la densidad del número de partículas de la atmósfera en la superficie terrestre, o, en otras palabras, cuando la presión de un gas es menor que la presión atmosférica. Es precisamente la diferencia de presión entre el espacio evacuado debajo de una pieza y la presión atmosférica natural sobre una pieza la que utiliza un sistema de sujeción por vacío para sujetar piezas de trabajo. En contraste con la creencia de que una pieza está sometida a succión cuando se sujeta por vacío, de hecho, la fuerza de sujeción se crea debido a que la presión de aire natural presiona la pieza de trabajo de manera uniforme en toda su superficie sobre la placa de sujeción.

Como norma en el área de la tecnología de sujeción por vacío, los valores de vacío se dan en términos de la diferencia entre la presión ambiente y subpresión, tomando como punto de referencia la presión ambiente y suponiendo que es de 0 bar. Los valores de vacío también llevan siempre un signo menos delante de ellos, por ejemplo, -0,3 bar (1 bar es igual a la fuerza de 10 N en una superficie de 1 cm²). Con el fin de determinar la fuerza de sujeción (F) para un sistema de sujeción por vacío, la diferencia de presión (p) se multiplica por la superficie efectiva (A). Si para una pieza de 160 mm x 160 mm, se evacúa un área superficial de 150 mm x 150 mm a -0,6 bar, la fuerza de retención (fuerza de succión) en la dirección z es $F = 6 \text{ N/cm}^2 \times 15 \text{ cm} \times 15 \text{ cm} = 1.350 \text{ N}$. La fuerza de retención y la subpresión tienen un comportamiento proporcional entre sí. En contraste, el tiempo de evacuación, así como la energía necesaria aumentan desproporcionadamente si la subpresión y la fuerza de retención se incrementan. En el ejemplo anterior, si la subpresión se incrementó 1,5 veces a -0,9 bar, la fuerza de retención se incrementa proporcionalmente a 2025 N. La energía necesaria y el tiempo de evacuación aumentan desproporcionadamente en un factor de 3.



Las piezas de trabajo planas se pueden sujetar de forma fácil, rápida y fiable bajo subpresión en placas matriz Planos.

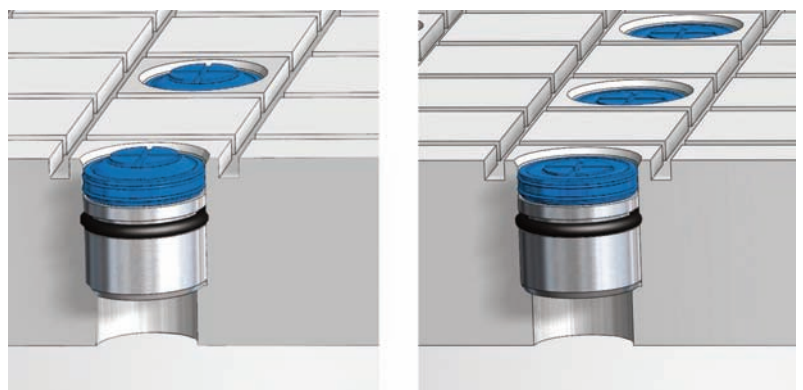
Sujeción de piezas delgadas sin riesgo de deformación

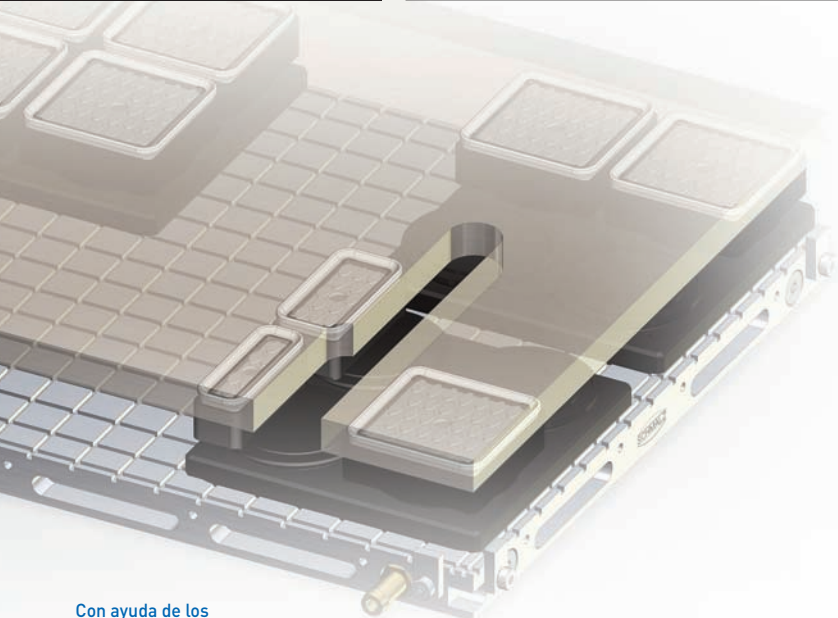
Al cortar productos metálicos, los sistemas de sujeción por vacío en forma de placas matriz, cuyo cuerpo base consiste en aluminio de alta resistencia, han demostrado ser los mejores. Pueden producirse con dimensiones normalizadas y dimensiones de rejilla de diferentes grados de finura. La superficie de sujeción se puede ampliar mediante la conexión de varias placas matriz. En base a la geometría de la pieza, se pueden determinar el mecanizado y las fuerzas horizontales, la superficie de succión y las dimensiones de rejilla necesarias. Cuanto más fina sea la rejilla, más compleja puede ser la geometría de las piezas.

Con el fin de sujetar una pieza de trabajo, en la rejilla se coloca una tira de calafateo que corresponde con la geometría de la pieza. Los topes traseros mecánicos de uso variable facilitan el posicionamiento y evitan que la pieza se desplace horizontalmente, por ejemplo durante la molienda en plano. Posteriormente, la pieza de trabajo se coloca boca abajo y se activa el vacío. En cuestión de segundos, la pieza queda sujeta en plano, de forma segura y precisa. Las diferencias de altura se pueden compensar a través del denominado dispositivo de succión de la mesa de rejilla. Con su ayuda, el corte de las placas matriz también se puede producir sin riesgo.

Las placas matriz son las mejores para sujetar piezas de trabajo delgadas. Incluso las hojas metálicas se pueden montar con precisión y sin riesgo de deformación. Sujetar las piezas en plano evita que se produzcan vibraciones y marcas de rectificado. Es cierto, sin embargo, que en comparación con las placas de fijación magnéticas, las placas matriz tienen menos fuerza de retención. Sin embargo, se pueden utilizar en el mecanizado de piezas no ferromagnéticas, tales como piezas de aluminio o de materiales compuestos. Con la ayuda de placas matriz incluso se pueden sujetar de forma fiable placas delgadas o láminas de metal, para las que el campo magnético de las placas de

Con las islas de fricción patentadas de Planos, las fuerzas horizontales se pueden incrementar hasta en un 30%. Éstas se activan automáticamente a través del vacío (on).





Con ayuda de los dispositivos de succión de mesa con rejilla, las diferencias de altura se pueden compensar y los cortes se mecanizan.

La sujeción magnética no proporcionaría sujeción. Debido a su peso comparativamente más bajo, las placas matriz se pueden utilizar como una solución de sujeción adicional. Con ayuda de bloques de sujeción, soportes de sujeción o placas de sujeción magnéticas, se pueden montar rápida y fácilmente en la mesa de mecanizado. Para su uso como un sistema de fijación en punto cero, vienen con orificios roscados de la fábrica para los vástagos de sujeción.

Ventajas de una unidad de vacío

Para producir subpresión en el mecanizado, se utilizan dos métodos. Toberas Venturi de bajo coste que se pueden integrar directamente en las placas matriz. Son compactas,

Las placas matriz ligeras de Schunk también se pueden utilizar flexiblemente en dispositivos de sujeción ya existentes.



ligeras, de poco desgaste, no generan calor y permiten generar rápidamente el vacío. Sin embargo, tienen una capacidad limitada de succión, lo que significa que sólo se pueden sujetar superficies relativamente pequeñas y completamente selladas. Los líquidos succionados sólo se pueden eliminar con toberas Venturi. Además, las toberas crean un ruido bastante elevado. Los usuarios que requieren una gran flexibilidad y fiabilidad por lo general se deciden por unidades de vacío de bajo mantenimiento, que son silenciosas y con poca vibración y se pueden utilizar con una o varias placas matriz.

Con ellas se pueden producir elevadas subpresiones a flujos volumétricos simultáneamente elevados. Las unidades de vacío con un depósito integrado proporcionan un fuerte impulso de succión y evitan una repentina caída del vacío. Idealmente, las unidades cuentan con varios componentes para supervisar el sistema e interfaces para la integración en el sistema de control de la máquina. Con funciones especiales de parada de emergencia, la bomba de vacío está protegida de los daños causados por líquidos succionados, o detiene la máquina si se produce una pérdida repentina de la fuerza de sujeción.

Una solución sofisticada para sujetar la pieza en la zona de mecanizado es el sistema modular de sujeción por vacío Planos de Schunk, cuya unidad de vacío tiene todas estas características de seguridad. Aparte de eso, las bombas de vacío lubricadas con aceite están equipadas con un separador de líquidos, que también sirve como un depósito de vacío. Un centro de operación en vacío hace posible vaciar automáticamente la unidad durante la ejecución de operaciones, si es necesario, sin interrumpir el proceso. Como la bomba de vacío se activa únicamente cuando el vacío cae por debajo del 85%, las unidades consumen poca energía y son silenciosas. En caso necesario, la unidad de control se puede desactivar, de modo que la bomba pueda funcionar en modo de funcionamiento continuo. Las placas matriz Planos se ofrecen en los siguientes tamaños, 300 x 200, 300 x 400 y 400 x 600 mm con dimensiones de rejilla de 12,5, 25 y 30 mm. Las piezas de trabajo con una tolerancia de altura de +/- 0,02 mm se pueden sujetar en ellas. A petición, las placas matriz pueden equiparse con islas de fricción patentadas.

Estas se activan automáticamente a través de la fuente de vacío y permiten mayores fuerzas de cizallamiento. En comparación con las placas matriz sin islas de fricción, las fuerzas horizontales de sujeción aumentan hasta en un 30% con islas de fricción. Al mismo tiempo, esto no añade fuerza sobre la pieza de trabajo.

Las islas de fricción son resistentes al aceite y al ozono y se pueden sustituir individualmente si es necesario. Las placas matriz se utilizan a menudo como una solución de sujeción adicional. Como parte del programa modular más grande en todo el mundo para sujetar piezas de trabajo estacionarias, se pueden montar de forma rápida y sencilla sobre los dispositivos de sujeción ya existentes, en placas de sujeción magnéticas Magnos, por ejemplo, o en el sistema de fijación en punto cero Vero-S. /



MECANIZANDO INTELIGENTEMENTE



ISCAR IBAQUS

IBAQUS, la primera aplicación tecnológica para todo tipo de tablets y smartphones que combina aplicaciones tan útiles como: ITA (Asesor para la búsqueda de herramientas), CMS (Catálogo Electrónico), etc.



Mecanizado Continuo Sin Interrupciones
con Productos ISCAR HIGH QLINE
Tiempos Muertos Reducidos al Mínimo!

Member IMC Group
ISCAR
www.iscarib.es
www.iscarportugal.pt

LA EXTERNALIZACIÓN DEL SUMINISTRO DE HERRAMIENTAS APORTA BENEFICIOS SIGNIFICATIVOS EN LOS COSTOS

ORIOI CABALLÉ, DIRECTOR GENERAL DE KROMI

Todo aquel que quiera hacer un uso productivo del potencial tecnológico del mecanizado y las herramientas de corte, necesita una gran cantidad de conocimientos y no puede evitar tener una gran variedad de productos y fabricantes. La consecuencia es una enorme inversión de capital debido al stock necesario.

El capital invertido se ha convertido en un problema tomado muy en serio por muchas empresas: para obtener mejores precios, muchos de ellos habían llenado sus almacenes a plena capacidad, además de concluir acuerdos de suministro a largo plazo con sus proveedores.

En las empresas de producción, la logística de aprovisionamiento se considera un punto crítico del proceso de producción. Una gran cantidad de variables internas y externas, obstáculos organizativos y los intereses de cada departamento, a menudo entorpecen el funcionamiento normal y, a pesar del aumento de inventarios, provocan interrupciones en la producción y cuellos de botella en las entregas.



Hoy en día, en muchos sectores de la industria, contar con los mejores proveedores es considerado un factor clave de éxito para una producción rentable. El servicio global (Gestión de compras, logística, suministro, asesoría, etc.) completo por parte de los proveedores ofrece una alternativa muy a tener en cuenta frente al servicio tradicional, generalmente conllevando un enorme potencial de ahorro en costes. Lo que ha resultado ser un concepto logístico estándar para los accesorios y repuestos, se está también poniendo en funcionamiento para las herramientas de corte. En este proceso de cambio, el típico almacén de herramientas gestionado manualmente, se sustituye completamente por dispensadores automáticos de herramientas, armarios Kanban y catálogos electrónicos a medida del cliente. Gracias a la flexibilidad que permiten sistemas como los implementados por Kromi, la planificación de materiales puede resolverse de una manera rápida y sin complicaciones, con la gestión integral de la herramienta, suministro, logística, asistencia técnica, realizada por personal de la empresa, lo que libera al cliente de esta tarea.



Tool Center, Kanban o catálogo electrónico: una solución para cada aplicación

El Kromi Tool Center o dispensador de herramientas (KTC) es el elemento central del concepto de suministro de herramientas e incluye la gestión de compras, la planificación de materiales, y la recepción y almacenamiento de estas en un único sistema gestionado por personal de Kromi, sin intervención del personal del cliente, y sin embargo el suministro se realiza directamente en la planta de producción. Las herramientas incorporadas al KTC son seleccionadas junto con el cliente y el maestro de artículos queda registrado en un catálogo electrónico creado específicamente, en el sistema de PC que incorpora el dispensador. Los empleados pueden identificarse en la consola a través de una llave codificada individual para acceder al stock actual. Con sólo pulsar un botón, el artículo solicitado es expendido automáticamente por el KTC, actuando como un almacén en consignación. Las herramientas son por tanto facturadas en el momento del consumo cuando son extraídas del KTC (Stock en consignación)

Considerando que el KTC es adecuado para artículos de uso frecuente y rotación habitual, debido a su practicidad y rápido acceso los dispensadores especiales de cajones y los armarios Kanban proporcionan la infraestructura adecuada para las herramientas de gran tamaño, portaherramientas, accesorios y repuestos.

El software KEC de comercio electrónico ha sido especialmente desarrollado para su uso dentro del servicio de logística Kromi, teniendo en cuenta las necesidades especiales de la industria. Permite realizar pedidos online de una amplia gama de productos específicamente seleccionados. Gracias a este moderno sistema de compras, los empleados pueden realizar pedidos del catálogo electrónico creado a medida del cliente durante 24 horas al día. Más allá del KTC, por lo tanto, el cliente tiene acceso directo también a una amplia gama de herramientas y artículos complementarios (herramientas puntuales, solicitud de ofertas, equipamientos, etc.) /

Logística, gestión integral, ingeniería y control

El sistema desarrollado por Kromi destaca por algunos aspectos diferenciales como:

- Trabaja con todas las marcas: independencia de los fabricantes de herramientas.
- Compra del stock que se incorpora a los dispensadores: stock propiedad de Kromi.
- Una única factura mensual con todos los consumos.
- Equipos propiedad de Kromi, sin realizar ningún tipo de inversión.
- Gestión automática: no hay pedidos, ni albaranes, ni recepción de mercancía. Kromi repone los dispensadores y gestiona los reafilados, reparaciones...
- Información online, estadísticas, consumos, banco de datos de las herramientas, etc.

El objetivo de este sistema es reducir los costes indirectos (compras, almacén, contabilidad, producción, etc.), los costes financieros (capital inmovilizado, stocks) y la reducción de costes de producción (mejora continua, cost drivers, etc.).

MATERIALES DE CORTE DE ALTO RENDIMIENTO GRACIAS AL RECUBRIMIENTO PVD CON ÓXIDO DE ALUMINIO

DEPARTAMENTO TÉCNICO DE WALTER TOOLS

El recubrimiento PVD con óxido de aluminio le confiere al material de corte de alto rendimiento un traje de plata, aportando un aumento de rendimiento del orden del 30% mediante la aplicación de una capa dura de Al_2O_3 usando un proceso PVD (deposición física de vapor). La ventaja: las placas intercambiables con óxido de aluminio PVD combinan las propiedades clásicas de los recubrimientos PVD con las propiedades de los recubrimientos CVD (deposición química de vapor).

Esto supone una extraordinaria resistencia al desgaste gracias al Al_2O_3 y, al mismo tiempo proporcionan unas buenas propiedades en tenacidad. Esto es debido al hecho de que el proceso PVD requiere una significativa menor temperatura, alrededor de 500 °C. Además, los recubrimientos PVD están sujetos a tensiones de compresión residual, por lo que hay una significativa menor influencia sobre las propiedades del sustrato. El recubrimiento PVD- Al_2O_3 crea por lo tanto un material de corte que es el que más se acerca al material de corte ideal 'Goma de Diamante' (que obviamente sólo existe en la teoría) de los conocidos hasta la fecha.

Los objetivos de los expertos en materiales de corte se pueden ver en las dos líneas de desarrollo de Walter Tools. Los objetivos aquí son la optimización de los recubrimientos PVD para alcanzar una mayor resistencia a la temperatura y optimizar los recubrimientos CVD para mejorar su tenacidad. La distancia entre los recubrimientos CVD y los PVD por lo tanto, se hace más pequeña. En otras palabras, una aproximación al material de corte ideal proviene por ambas direcciones. Como tal, el cruce del recubrimiento PVD con

Placa ranurada tipo GX con el recubrimiento Tiger•tec Silver PVD. Walter está inicialmente suministrando el recubrimiento Tiger•tec Silver PVD en herramientas de ranurado-tronzado. Sin embargo, el rango de herramientas se ampliará en los próximos dos o tres años al fresado y al torneado ISO.

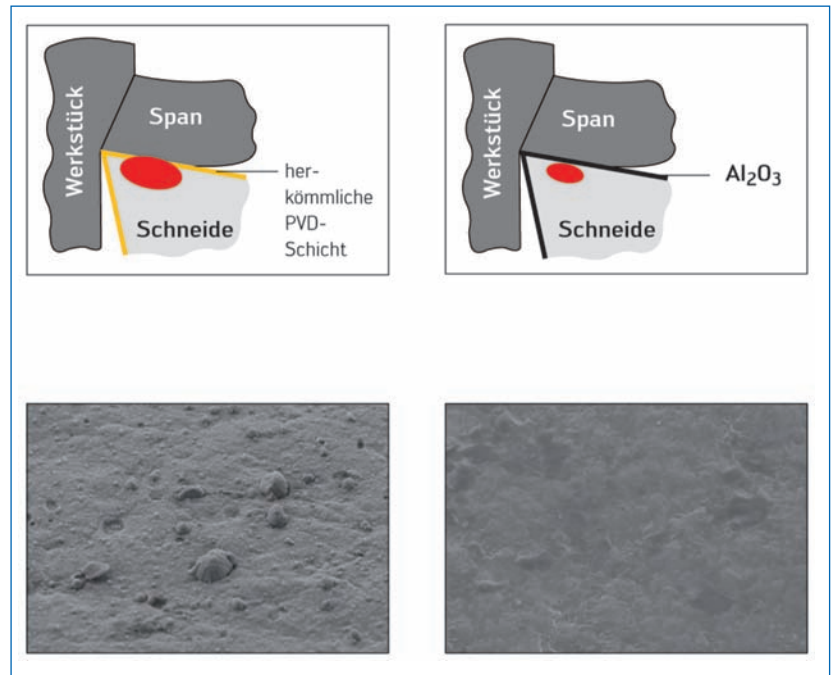
óxido de aluminio con la tecnología Tiger•tec Silver representa un paso lógico para Walter. PVD Tiger•tec y Tiger•tec Silver entonces se unen para crear el Tiger•tec Silver PVD. Sin embargo, el nuevo material de corte es más que una combinación de tecnologías conocidas. “Hemos incrementado la dureza del óxido de aluminio al mismo tiempo que hemos mejorado la microestructura de la superficie del recubrimiento” —explica Jörg Drobniowski, responsable de materiales de corte y desarrollo de recubrimientos en Walter AG— “esto nos proporciona una cara de desprendimiento particularmente suave con una fricción extremadamente baja”. Estas optimizaciones hacen al recubrimiento Tiger•tec Silver PVD el referente en los materiales de corte para las tareas cada más más difíciles en los procesos de mecanizado que requieren que las placas intercambiables sean extremadamente tenaces y resistentes a la temperatura al mismo tiempo. Esto es, por ejemplo, el caso de los materiales difíciles de mecanizar, como las aleaciones de titanio y níquel. Como también fue el caso de su predecesor, Walter recomienda el PVD Silver Tiger para el mecanizado de materiales ISO-S e ISO-M. Sin embargo, también se utiliza para materiales ISO-P, en particular cuando las aplicaciones son con amarres inestables o con cortes interrumpidos. Gracias a las nuevas características antes mencionadas, los usuarios se beneficiarán de un aumento de rendimiento del orden del 30%.

Todo empieza con el ranurado

La compañía está lanzando este material de corte para todas las aplicaciones de mecanizado con un método paso a paso. Esto comienza con el ranurado con el cuarteto formado por WSM13S, WSM23S, WSM33S y WSM43S. Los dos grados intermedios en realidad ya cubren la mayoría de las aplicaciones de ranurado. Esto es particularmente cierto con el grado WSM33S, que Walter recomienda para la mayoría de las ‘condiciones estándares’. Este grado nos ofrece una ideal relación dureza-tenacidad para la mayoría de las aplicaciones.

El grado más duro WSM13S, por otra parte, ofrece el máximo rendimiento para aplicaciones con condiciones de mecanizado estables, por ejemplo, en aplicaciones de acabados en discos y carcasas de Inconel. El grado más tenaz, el WSM43S, ha sido diseñado para condiciones de trabajo inestables y con corte interrumpido. Los cuatro grados de material de corte son adecuados para todos los grupos de materiales a mecanizar. Durante el ranurado, las condiciones de mecanizado son siempre específicas, por lo que el grupo de material ISO tiene menos influencia en ellas. Las operaciones de ranurado normalmente necesitan un material de corte con una tenacidad alta, lo que significa que materiales de alto rendimiento de corte como los Tiger•tec Silver PVD también pueden jugar con sus fortalezas en el mecanizado de aceros. Los que usan estos grados, para hacer los necesarios ajustes finos sólo necesitan seleccionar el rompevirutas adecuado.

Con los cuatro materiales de corte de alto rendimiento ya



Flujo de calor al interior, diferentes acabados superficiales. Comparación de un recubrimiento convencional PVD (izq.) y el recubrimiento Tiger•tec Silver PVD (dcha.). La mejora en la estructura superficial de la placas con el recubrimiento Tiger•tec Silver PVD reduce la fricción y de esta manera nos asegura una reducción de la formación de calor. Con los recubrimientos convencionales PVD, hay un flujo mayor al interior del sustrato de metal duro. Los nuevos grados Tiger•tec PVD, el Al₂O₃ actúa como un escudo protector de calor, lo que nos garantiza una mayor vida de herramienta.

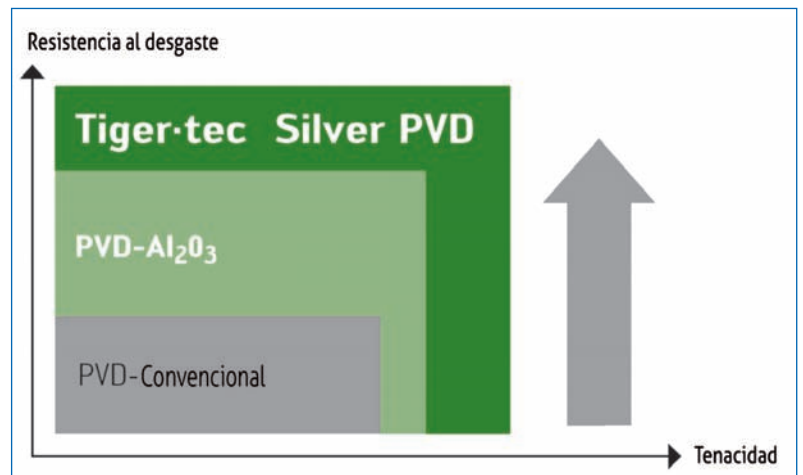


Diagrama de resistencia a la temperatura-tenacidad.

mencionados, el fabricante con base en Tübingen nos ofrece una amplia gama de geometrías para el tronzado y el ranurado. En una prueba comparativa, el nuevo grado WSM33S compitió con su predecesor, el WSM33, y contra otros productos. La tarea fue ranurar y cortar en las pistas de los rodamientos de bolas en material 100Cr6 (1.3505). El PVD Silver Tiger claramente les sacó una cabeza en términos de vida de herramienta y se produjeron 950 piezas, 150 piezas más que su predecesor. Otros recubrimientos PVD convencionales sólo alcanzaron como máximo las 450 piezas en vida de herramienta. Según Jörg Drobniowski, “la prueba demuestra que hemos superado con las Tiger•tec Silver PVD a nuestro propio rendimiento. Como tal, estamos ampliando nuestra posición en el mercado de recubrimientos PVD que ya estaba ocupada por los PVD Tiger. La recu-

A veces menos es más

La optimización de la adaptación del tamaño de la placa a la pieza y a la pasada da como resultado un ahorro de costos y también una reducción de los recursos de polvo de metal duro. Walter ha tomado esto en cuenta al expandir su rango de placas intercambiables de la familia Tiger•tec Silver ISO P. En algunos casos donde la placa utilizada es la CNMG1204, la placa de tamaño inferior CNMG0903 puede ser suficiente.

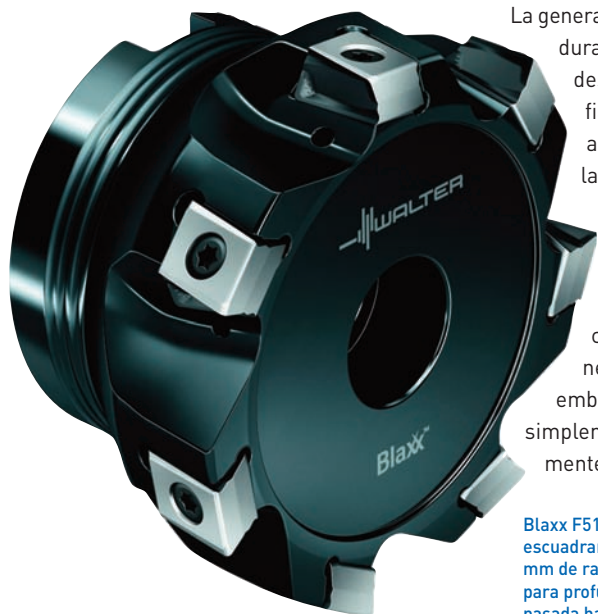
El hecho de que los 'pequeños' en muchos casos resultan ser los verdaderos ahorradores de costos ya que al tener un costo más bajo se pasa por alto. Walter por lo tanto ha incorporado el tamaño de placa 09 dentro de su familia Tiger•tec Silver para el torneado de materiales ISO-P. Con la intención de cubrir todas las aplicaciones típicas de esos tamaños, los usuarios pueden elegir entre las siguientes formas básicas CNMG0903, SNMG0903 y TNMG1103 en dos rompevirutas FP5 y MP3 para los trabajos de afino y mecanizado medio. Todas las geometrías son en placas negativas, lo que nos permite tener el máximo número de filos de corte. Las formas 'C' y 'S' tienen ocho filos de corte, mientras que la forma 'T' tiene seis. Las operaciones que como regla, antes se hacían con placas positivas pequeñas, ahora también pueden ser hechas con placas negativas mucho más eficientes en costos (ejemplos pueden ser mandrinados internos de pequeños diámetros, mecanizados en máquinas multihusillos con cargadores de barra, etc.) con la ventaja añadida de los ahorros obtenidos por la utilización de la nueva familia de materiales de corte Tiger•tec Silver. Su excelente productividad (+75%) ha sido ya demostrada en muchísimas ocasiones, y por supuesto, el beneficio de la producción donde pequeñas pasadas son requeridas.

Walter suministra sistema de portaherramientas para el mecanizado interno y externo y estos mismos sistemas de amarre son estándares para estas placas pequeñas, incluyendo barras de mandrinar con refrigeración interna comenzando en diámetro de 16 milímetros. Para mecanizado externo, el usuario puede elegir entre fijación por brida o por palanca, comenzando en cuadrado de 12 milímetros. El rango de portaherramientas tiene en cuenta todos los tipos de torneado que se encuentran normalmente.

Junto a la ampliación de las placas pequeñas, el rango de Walter está también creciendo. Por ejemplo, los dos rompevirutas de placas negativas de una sola cara NRF y NRR para el mecanizado universal y gran desbaste, ya los disponemos en la familia Tiger•tec Silver. Por ejemplo para el mecanizado de piezas forjadas hasta 18 milímetros de pasada.

brimiento PVD con óxido de aluminio sitúa a Walter en otro escalón dentro del mercado internacional de herramientas". En el futuro, la firma se prepara para lanzar los grados correspondientes a fresado y a torneado ISO durante los próximos dos o tres años, cambiando los grados previos Tiger•tec PVD a grados Tiger•tec Silver PVD.

Un concepto innovador en el fresado



La generación de fresas Blaxx, muy duras gracias a sus propiedades 'potentes, precisas y fiables' que, merecen el atributo de 'noble', para las cuales se ha creado un concepto innovador de herramienta con el más alto nivel técnico posible y con un acabado completamente nuevo en negro brillante. Sin embargo, este acabado no es simplemente atractivo visualmente ya que también tiene la

Blaxx F5141, una fresa de escuadrar desde 40 a 125 mm de rango de diámetros, para profundidades de pasada hasta 12 mm.

función de ser extremadamente resistente. Reduce sustancialmente los efectos del desgaste y la corrosión. La alta precisión de los asientos de las placas intercambiables agarran los filos de corte como los caballeros agarran con sus guantes forjados sus espadas brillantes. Equipadas con estas características, las primeras herramientas, dos fresas de escuadrar F5041 y F5141, cuentan además de placas tangenciales como una característica extra. Por un lado, esto nos permite un diseño extremadamente estable y, por otro lado, nos proporciona un gran volumen de metal duro en término de fuerzas de corte, por ejemplo, un nivel superior a la media en fiabilidad de proceso. El resultado es un diseño robusto, que nos garantiza un mecanizado silencioso sin vibraciones.

Las placas de precisión producidas en tamaños LNHU0904 y LNHU1306 tienen cuatro filos de corte positivizados. El alto nivel de concentricidad del cuerpo, el escaso salto entre placa y placa y los 90° justos en la pieza mecanizada, nos aseguran resultados exactos. Con esta placa, se pueden obtener profundidades de pasada hasta 12 milímetros. Dado que los alojamientos de las placas y la zona de evacuación de viruta exigen menos material del cuerpo de la herramienta, se pueden conseguir diámetros más pequeños, mientras que se puede colocar un número superior de dientes (placas) en el mismo diámetro. Las herramientas de escuadrado Blaxx están disponibles desde un diámetro de 25 milímetros. Equipada con más filos de corte, también nos permite hasta un 30% más de avance lineal. /



POTENTE, PRECISO, SEGURO.

Nueva generación de fresas de Walter

Blaxx™ apuesta por un sistema fiable que ofrece una precisión absoluta y una productividad máxima. Por ello, las fresas de escuadrar F5041 y F5141 de Blaxx™ se basan en un cuerpo de herramienta increíblemente robusto de nuevo diseño equipado con las placas de alto rendimiento de Walter: con la tecnología de Tiger-tec® Silver.

Conozca ahora la imbatible combinación de Blaxx™ y Tiger-tec® Silver:
www.walter-tools.com



Walter Tools Ibérica S.A.U.
El Prat de Llobregat, España
+34 (0) 934 796760
service.iberica@walter-tools.com

Blaxx™
powered by Tiger-tec® Silver



Jorge Novella Llorca, gerente de Mundimold

“Nuestras máquinas trabajan 24 h 7 días a la semana, así que necesitamos herramientas fiables y de máximo rendimiento, como las Hitachi”

Mundimold es una empresa especializada en la fabricación de moldes para la inyección de termoplásticos que inició su actividad como empresa de apoyo a una planta inyectora especializada en menaje y cajas de plástico. En 1986 se constituyó como razón social independiente denominada Mundimold S.A. y, en 2010, inauguró unas nuevas instalaciones en la población de Ribarroja del Turia (Valencia) que cuentan con más de 3.000 metros cuadrados para permitir la expansión de la empresa y cubrir el crecimiento de la demanda mundial de sus productos y servicios, incluyendo la ampliación de los departamentos de producción de alto rendimiento así como el departamento de I+D+i.

Esther Güell

El centro principal de producción de Mundimold se encuentra en Valencia pero desde 2009 cuenta con sede permanente en Miami (EE UU) y, posteriormente amplió su departamento de I+D+i en Milán (Italia). Del mismo modo, cuenta con colaboradores estratégicos permanentes en Colombia e Italia. “Pero además del compromiso con el cliente, Mundimold tiene desde hace años un compromiso con la calidad, seguridad laboral e innovación que se ha visto premiado con la obtención de la Certificación de Calidad ISO 9001, la de Medio Ambiente ISO 14001 por ENAC y el reconocimiento del proyecto de I+D para el diseño y desarrollo de moldes de alto rendimiento por parte del Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial perteneciente al Ministerio de Ciencia e Innovación”, explica Jorge Novella Llorca, gerente de Mundimold.

¿Qué tipos de moldes hacen y qué capacidad de producción tienen en la empresa?

Mundimold ofrece soluciones globales para la industria de packaging a nivel mundial. Nuestros servicios incluyen la gestión e implantación completa de proyectos, la investigación y el desarrollo de nuevos artículos plásticos y la fabricación de los moldes metálicos para su inyección. Los moldes que produce Mundimold, y que se encuentran en el rango de pesos entre 3 y 80 toneladas, están diseñados para la optimización del ciclo de producción y nos ha permitido ser líderes mundiales dentro de esta especialización en el sector del packaging.

¿Qué aplicaciones tienen sus moldes, para qué productos están diseñados?

Clientes nacionales e internacionales como Coca-Cola, Pepsi-cola, Fontvella, Schoeller Arca System, etc. han depositado su confianza en Mundimold para el desarrollo de sus nuevos proyectos dentro del sector del packaging. Mundimold está especializada en el embalaje rígido, cajas agrícolas, cajas de botellas, cajas industriales, palés, grandes contenedores y menaje de alta gama. La investigación y el desarrollo interno y la aplicación de nuevas tecnologías nos ha permitido cubrir todas las necesidades de nuestros clientes en el desarrollo colaborativo de sus necesidades. Además, la empresa ha llevado la investigación y el desarrollo a todos los procesos de la empresa, mediante la utilización de metodologías Lean Product Development y Lean Management, permitiéndonos analizar los flujos de materiales y de información de todo el proceso, visualizando las oportunidades de mejora.

Mundimold se ha establecido el objetivo de estandarizar las acciones definidas por el equipo multidisciplinar de mejora, asegurar la fiabilidad del producto y de los plazos de entrega y, además reducir los costes y aumentar la productividad en el 'Design to Manufacture'.

Para alcanzar nuestra meta, que es crear una cultura de mejora continua y gestión del conocimiento que se mantenga en el tiempo, ponemos en práctica de forma continuada actividades de trabajo en equipo (Workshops) con las herramientas Lean Management.

Y en su opinión, ¿cuál será la tendencia en los próximos años en el sector del packaging?

Mundimold guía sus pasos siguiendo una planificación estratégica que incluye estudios de mercado internacionales así como la gestión del conocimiento de las necesidades actuales y futuras relativas al ámbito geográfico como al ámbito de evolución de los productos. Esta planificación permite identificar los clientes potenciales así como anticiparse a sus necesidades. Por ello, Mundimold inició hace ya 15 años la inserción en mercados tan dispares como Latinoamérica, EE UU, consolidando esta posición en los últimos años en áreas determinadas como Chile, Perú y México.

Respecto a las futuras tendencias de producto, Mundimold apuesta por la introducción de nuevos materiales plásticos, 'compounds' en los artículos y la combinación de procesos productivos hasta ahora independientes, que permitan a nuestros clientes reducir los costes de fabricación sin reducir ni la calidad ni el uso final de los mismos.

Mundimold tiene clientes en multitud de países. ¿Hay diferencias en cuanto a la demanda de moldes según los países? ¿Cuáles?

La demanda de proyectos está relacionada directamente



En Mundimold, el 90% de herramientas que utilizan son de Hitachi.

con la situación sociopolítica y económica del país, su crecimiento demográfico así como el aumento de la renta per cápita que influye directamente en las tendencias de consumo de su población. Por otro lado, respecto a nuestros desarrollos para el sector agrícola, se encuentra influenciada por la nueva localización de las áreas productivas agrícolas, hace años España e Italia eran zonas prioritarias y, actualmente, todo se está desplazando a países o áreas emergentes. Por ejemplo, el crecimiento del sector agrícola en Perú es superior al 20% anual.

¿En qué máquinas y herramientas confían para cumplir con las exigencias de sus clientes?

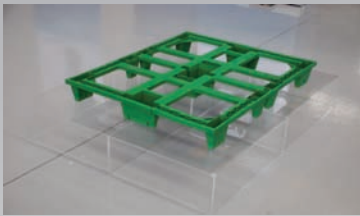
Mundimold, tras la investigación de procesos y la mejora continua en la fabricación, junto a la especialización ha implantado una planificación de adquisición de recursos y activos con, entre otros, el objetivo estratégico de reducir el plazo de entrega de los proyectos. Para ello, Mundimold dispone, entre otros, de 5 centros de mecanizado Mikron de alta velocidad, 3 de ellos de tres ejes, 2 centros de mecanizado de alto rendimiento robotizado de 5 ejes con cambiadores de palés, así como un centro Mecof de 3+2 ejes que permite mecanizar placas hasta 4.000 x 2.500 x 1.500 milímetros multipuesto.

En cuanto a herramientas casi el 90% de las que utilizamos son Hitachi.

Precisamente respecto a estas herramientas Hitachi, ¿de cuáles disponen y para qué trabajos?

Disponemos de una especializada gama de herramientas de placa intercambiable de desbaste y acabado (ASR Pico, Pico Maxi, ASM Mini, ASPV, ARPF, etc.). Por la particularidad de nuestros moldes nos encontramos con la necesidad de





Mundimold está especializada en el embalaje rígido, cajas agrícolas, cajas de botellas, cajas industriales, palés, grandes contenedores y menaje de alta gama.

mecanizar ranuras para nervios de todo tipo de profundidad, (habiendo desplazado la electroerosión a un empleo residual)- También tenemos una alta gama de fresas miniatura de metal duro con más de 3.000 referencias en stock de entrega inmediata, planas, tóricas y esféricas con una amplísima gama de voladizos con diámetros que van desde 0,2 hasta 3 milímetros de diámetro.

**¿Qué ventajas les aportan estas herramientas?
¿Qué les hizo decantarse por ellas?**

Nuestra filosofía es que las máquinas trabajen 24 horas 7 días a la semana, por lo tanto necesitamos herramientas que nos den fiabilidad en nuestros procesos, el máximo rendimiento a nivel de condiciones de corte y, además que nos garanticen un tiempo de trabajo prolongado sin sufrir roturas ni desgastes. Estos condicionantes los cumplen de forma muy notable las herramientas de Hitachi.

¿Qué valoran de la empresa como proveedores?

La rapidez en la entrega de las herramientas en menos de 24h, su especialización como fabricantes o el apoyo de su estructura de técnicos, que aporta un valor añadido como asesores de mecanizado. Además, gracias a la amplia red de Hitachi Tool en todo el mundo, la compañía puede dar asistencia personalizada y adaptada a las necesidades particulares en un mercado cada vez más competitivo. Y con el Production 50 y una estrecha colaboración bilateral, aumentamos la rentabilidad mediante el análisis y optimización de los procesos productivos.

Mundimold dispone, entre otros, de 5 centros de mecanizado de alta velocidad, 2 centros de mecanizado de alto rendimiento robotizado y un centro de 3+2 ejes.



Los fabricantes de herramientas trabajan en nuevas soluciones para cubrir las necesidades con las que puedan encontrarse sus clientes, ya sea en cuanto a materiales, durezas, etc. ¿Es suficiente? ¿La relación cliente-fabricante de herramientas impulsa este trabajo de innovación?

La evolución continua en nuevos materiales y en nuevos procesos de fabricación implica una necesidad de relación colaborativa con nuestros proveedores, en el caso de Hitachi, la relación se basa en la investigación y el desarrollo conjunto, dedicando por ambas partes recursos semanales a la mejora continua. Ni Mundimold ni Hitachi ven otra manera de crecer en la gestión del conocimiento.

Por otra parte, también la gestión de las herramientas es un servicio que ofrecen los fabricantes. ¿Es importante para ustedes?

En nuestro caso, y debido a la especialización y a la implantación de sistemas just in time que proveedores como Hitachi gestionan de una manera eficiente, este servicio no significa una mejora competitiva para Mundimold. Pero creemos realmente que la gestión de cualquier aspecto o activo de la empresa y el control del mismo es una necesidad a cubrir en cualquier tipo de organización.

Para finalizar, ¿puede explicarnos algún proyecto actual en el que estén trabajando, donde las herramientas puedan aportar un factor diferencial?

Actualmente estamos desarrollando un nuevo concepto de palé para el mercado latinoamericano. Hemos comprobado, tras un complejo proyecto en colaboración con Hitachi, una reducción significativa de nuestros costes en el proceso de fabricación de los nervios, las ranuras que configuran la base del palé. Esta mejora, que ha supuesto la eliminación completa del proceso de electroerosión por penetración y que nos ha permitido cumplir con unos estándares de acabado superficial y de reducción de ajuste en el ensamblaje, se ha traducido en una reducción de un 35% en el plazo de entrega del molde y una reducción de costes de un 20%.

La flexibilidad en la política de asistencia al cliente de Hitachi nos ha permitido obtener estos resultados ya en el primer proyecto real. /

Optimice sus resultados con nuestra tecnología



P50 F PRODUCTION50® *QuickFinder*

Hitachi Tool es uno de los fabricantes de herramientas más innovadores en el mundo y ofrece a sus usuarios no sólo herramientas de alta tecnología, sino también un servicio y asesoramiento de alta calidad y todo ello a unos precios altamente competitivos.

Con el inicio de nuestra actividad directa en España deseamos poder demostrarle cuan rentable puede llegar a ser el uso de tecnología punta en la optimización de sus procesos productivos. (www.Production50.com)

El Production50® incluye, además de la correcta selección de las herramientas, el análisis en profundidad de las estrategias a utilizar y de la estructura empresarial existente.

Nuestro equipo de técnicos esta a su disposición para informarle mas ampliamente si Ud. lo desea. Solicítelo a spain@hitachitool-eu.com y nos pondremos en contacto inmediatamente.



KROMI

LOGISTIK AG

One partner for everything!

TOOLMANAGEMENT

GESTIÓN HERRAMIENTA DE CORTE

