

TALLER INTELIGENTE

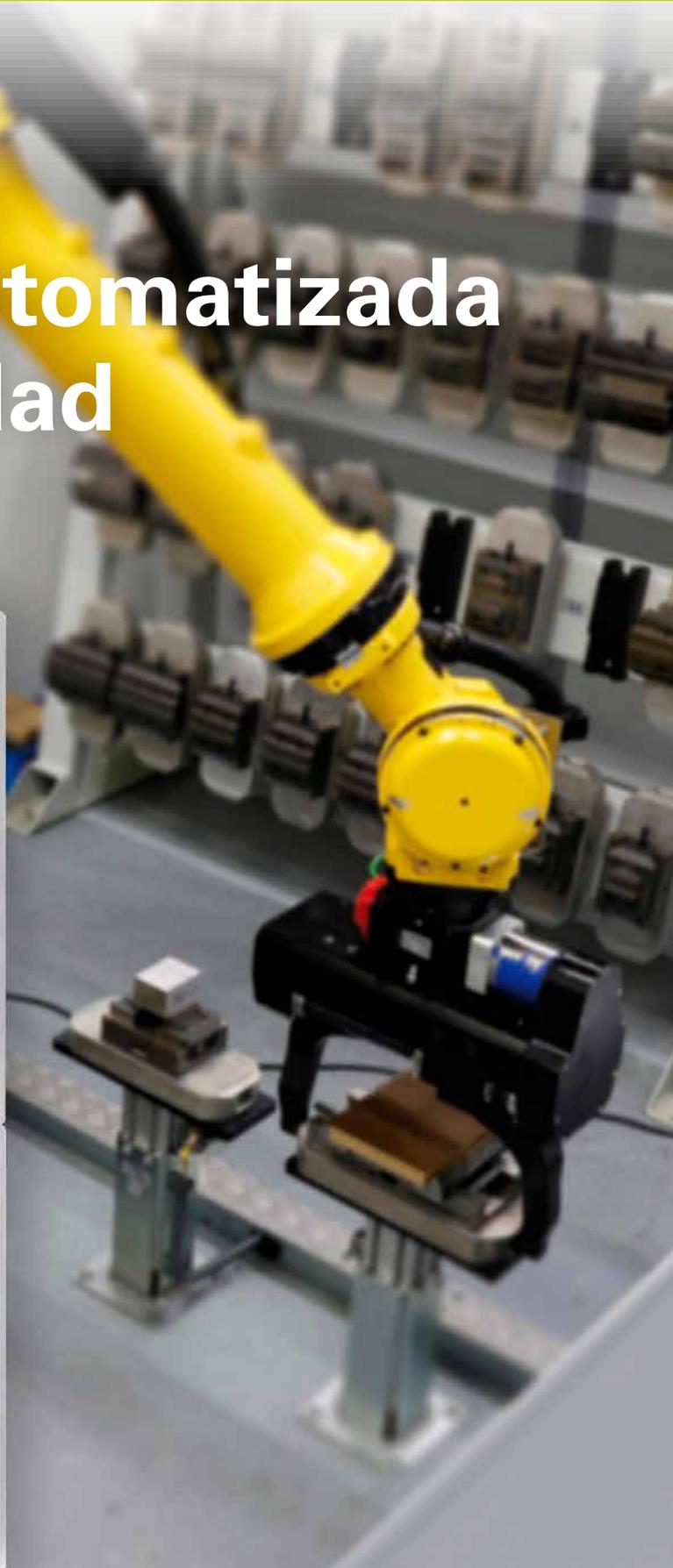
## Fabricación automatizada con conectividad

The image shows a Heidenhain control panel with a large touchscreen display and a physical keypad. The screen displays a software interface for a robotic cell, titled "HEIDENHAIN" and "Batch Process Manager". The interface includes a table of program data, a status section, and a pallet management section.

Program	Duration	End	Front Tool/Obj	Status
Pallet: House	21s 34s			✓ ✓ ✓ ✓
Pallet: Pocket	21s 3s			✓ ✓ ✓ ✓
3_Seitenbearbeitung_side_machin...	6s 38s	10:38	✓	✓ ✓ ✓ ✓
2_Haus_house.h	9s 4s	10:46	✓	✓ ✓ ✓ ✓
4_Taschen_pocket.h	6s 16s	10:53	✓	✓ ✓ ✓ ✓
Pallet: Line	10s 4s			✓ ✓ ✓ ✓
4_Steapel_stamp.h	7s 1s	11:02	✓	✓ ✓ ✓ ✓
5_Winkelstueck_bend.h	7s 4s	11:05	✓	✓ ✓ ✓ ✓
2_Flansch_Flange.h	11s 97s	11:21	✓	✓ ✓ ✓ ✓
Pallet: V	11s 48s			✓ ✓ ✓ ✓
1_Prisma_prisma.h	11s 48s	11:37	✓	✓ ✓ ✓ ✓

Next manual intervention: 59m 43s

Buttons: OPEN, OPEN THE PALLET, NEW FILE, EDIT, DETAILS, OFF, ON



# Editorial

## Estimados lectores,

Actualmente, los conceptos clave de automatización y conectividad digital aparecen siempre en los medios especializados de comunicación y en las ferias especializadas. ¿Se trata simplemente de mucho ruido y pocas nueces? ¿O bien es mejor escuchar atentamente, ya que hace tiempo que usted forma parte de dicho futuro aparentemente utópico o bien pronto formará parte del mismo? ¿Y en ese caso, qué dispositivos debe conocer y dominar?

Los especialistas de mecanizado por arranque de viruta de Trimatec, procedentes de la región de Münster, ya se han formulado dicha pregunta, cuya respuesta es una solución de automatización inteligente. Dichos especialistas fabrican pedidos a partir de tamaños de lote 1, produciendo en serie de modo totalmente automatizado y utilizando entre otros la interfaz HEIDENHAIN DNC del paquete de funciones Connected Machining.

Con el objetivo de que con la digitalización y la conectividad no desaparezca la individualidad, y asimismo se siga manteniendo el control de los datos y del tipo de la aplicación, en los artículos siguientes describiremos el software StateMonitor y una fabricación con conectividad. Y asimismo, se proporciona mucha información sobre las nuevas funciones de los TNC.

Esperamos ayudarle con nuestra selección de temas para que pueda posicionarse correctamente con equipos eficaces en relación con la competencia actual. Le deseamos que tenga una lectura amena.



*En su taller de producción, Trimatec dispone de una máquina de fresado de seis ejes totalmente automatizada, preparada a partir de tamaños de lote 1.*



*Aprendizaje interactivo e independiente de la plataforma con HIT 3.0*

## Pie de imprenta

### Editor

DR. JOHANNES HEIDENHAIN GmbH  
Apartado de correos 1260  
83292 Traunreut, Alemania  
Tel.: +49(8669)-31-003  
HEIDENHAIN en Internet:  
www.heidenhain.de

### Redacción y maquetación

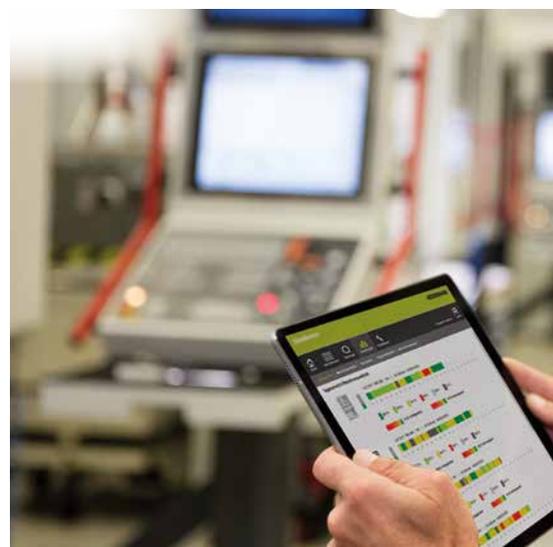
Expert Communication GmbH  
Richard-Reitzner-Allee 1  
85540 Haar, Alemania  
E-Mail: info@expert-communication.de  
www.expert-communication.de

### Redacción

Ulrich Poestgens (responsable),  
Judith Beck, Frank Muthmann  
Klartext en internet  
www.klartext-portal.de

### Imágenes

Todas las imágenes:  
© DR. JOHANNES HEIDENHAIN GmbH





04

# Klartext

68 + 10/2018

## Contenido



16



10

### Fabricación en serie de piezas individuales sin tiempo inactivo de preparación

Automatización inteligente en Trimatec

4

### Ventana al taller

StateMonitor: obtención y visualización de información de las máquinas

8

### Detalles sobre la conectividad en red

Connected Machining en las aplicaciones prácticas

10

### Entrada en la tercera dimensión

El nuevo visualizador CAD para datos tridimensionales

13

### Tallado de engranajes sencillo

Nuevos ciclos para procesos complejos

14

### Le presentamos el HIT

Aprendizaje interactivo con HIT 3.0

16

### Precisión por tradición

Medición de la posición en Closed Loop y el tren bala Shinkansen

18

Acceso rápido al estado actual de las máquinas mediante StateMonitor

# Fabricación en serie de piezas individuales sin tiempo inactivo de preparación

Trimatec implementó en su taller de producción un proceso inteligente automatizado con Fastems y HEIDENHAIN

*Fresado de seis ejes totalmente automatizado a partir del tamaño de lote 1, en Trimatec se plantean de este modo la fabricación de futuro. Con perseverancia, un gran bagaje de experiencia procedente de aplicaciones prácticas y la ayuda del especialista en tareas automatizadas Fastems, los experimentados especialistas en mecanizado por arranque de virutas de la región de Münster llevan su visión a la práctica: dos máquinas DMC 60 H equipadas con el control numérico más moderno de HEIDENHAIN, el TNC 640, son cargadas desde un almacén vertical por un robot, el cual incluso sujeta la pieza en bruto y la pieza semiacabada.*

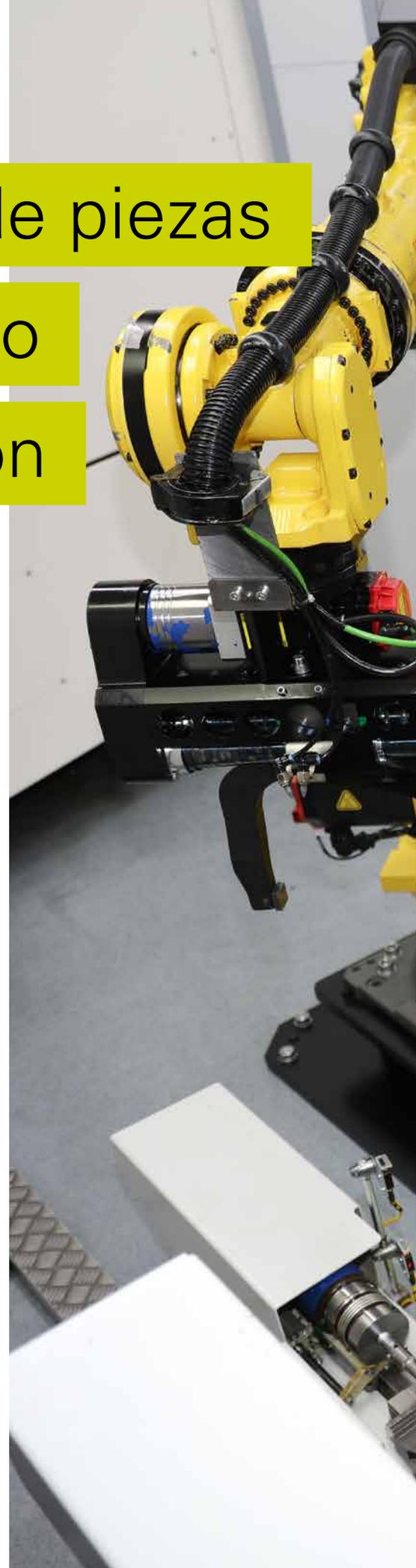
“Nuestra visión es un proceso productivo en el que deje de ser necesario que un empleado intervenga manualmente, en el caso, por ejemplo, de que deba girar la pieza con la mano para el mecanizado de la sexta cara”, Oliver Schöning, director de producción de Trimatec, resume de modo directo y conciso la solución de automatización. Y Carlos Beja, gerente de explotación de Trimatec, añade: “ahora estamos en disposición de fabricar pedidos con número de piezas 1 para fabricarlas de la noche a la mañana. Al mismo tiempo, también podemos conceder de buen grado a

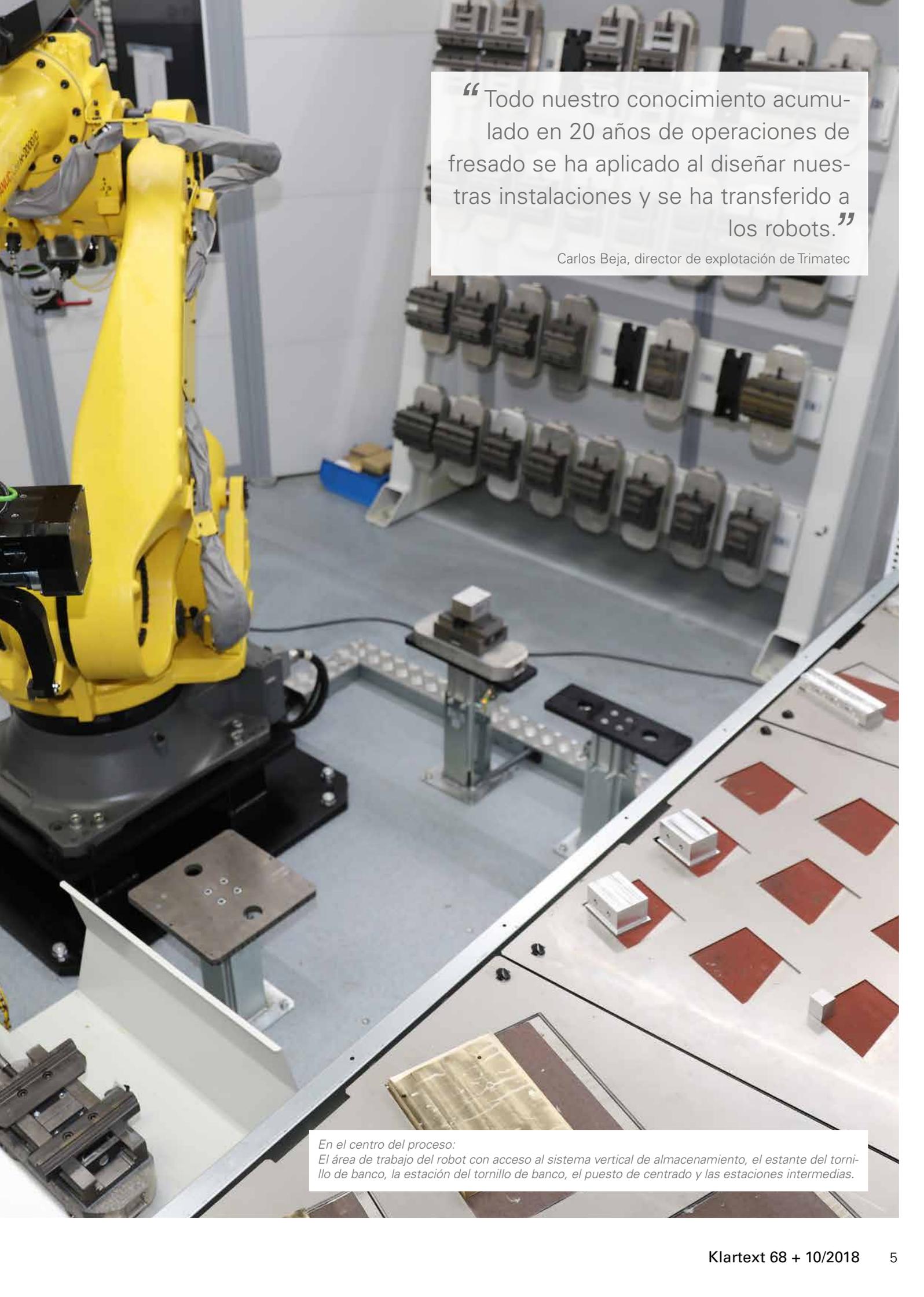
nuestros empleados jornadas laborales satisfactorias sin turnos de trabajo”. El nuevo y atractivo mundo de la producción. ¿Cómo lo ha logrado Trimatec?

## La automatización no empieza con el robot.

“Nuestras instalaciones no aparecieron hace dos o tres años. En dicho periodo, empezamos la fase de transformación. La automatización propiamente dicha la acometimos ya mucho antes”, Carlos Beja describe el largo proceso. “La automatización no empieza con el robot. Con un robot, todo finaliza. La intervención del robot solo funciona si anteriormente se han realizado el resto de tareas como es debido”, Carlos Beja resume la experiencia que Trimatec ha adquirido en su proyecto de automatización.

Entre las tareas que Trimatec debía llevar a cabo cabía destacar sobre todo el perfecto control del proceso de fabricación. “Antes de reflexionar sobre las soluciones de automatización, es imprescindible asegurarse de que en la producción manual normal todos los programas se ejecuten sin problemas. Es preciso asegurarse de conocer todas las herramientas y de controlar el proceso de su supervisión. Es preciso asegurarse al 100% de que la sujeción de la herramienta sea correcta. Es preciso





“ Todo nuestro conocimiento acumulado en 20 años de operaciones de fresado se ha aplicado al diseñar nuestras instalaciones y se ha transferido a los robots.”

Carlos Beja, director de explotación de Trimatec

*En el centro del proceso:*

*El área de trabajo del robot con acceso al sistema vertical de almacenamiento, el estante del tornillo de banco, la estación del tornillo de banco, el puesto de centrado y las estaciones intermedias.*

asegurarse de poder controlar el proceso de limpieza de las piezas y de los palés y, y, y...”, Carlos Beja recapitula la prolongada fase de aprendizaje.

Sin embargo, ¿cómo funciona la automatización de Trimatec en las aplicaciones prácticas? Si uno se encuentra en sus instalaciones, sobre todo podrá apreciar el imponente sistema vertical de almacenamiento, que mediante 17 cajones de alojamiento proporciona espacio para un total de 374 piezas. Los propios cajones de alojamiento se dividen en compartimentos destinados a piezas de distintos tamaños comprendidos entre 110 mm x 120 mm y 250 mm x 280 mm, con una altura máxima de 80 mm. A la izquierda, al lado de sistema vertical de almacenamiento, se encuentra el ordenador principal, que controla toda la planta. El robot está dispuesto en el centro, detrás del sistema vertical de almacenamiento. A su alrededor se agrupan, además del sistema vertical de almacenamiento, ambas máquinas DMC 60 H, la estación del tornillo de banco para la sujeción de la pieza, un estante del tornillo de banco, una estación de centrado, una estación de inversión y dos estaciones intermedias para piezas prefijadas, todo ello al alcance del robot, que desempeña sus tareas de modo autónomo.

## Un día Trimatec tiene 32 horas productivas

“Gracias a dicha configuración, y sobre todo los 374 puestos para piezas en el sistema vertical de almacenamiento y los correspondientes 243 puestos para herramientas en ambas máquinas, estamos en condiciones de efectuar mecanizados de seis caras durante 72 horas sin interrupción alguna, y si es necesario en 374 distintas piezas de trabajo individualmente”, apunta Oliver Schöning comentando los datos de la planta. “En el contexto de un turno de día normal de 8 horas, el operario de la máquina puede equipar las instalaciones, introducir los pedidos, encargarse de las herramientas necesarias para ambas máquinas y de suficiente refrigerante, así como ejecutar las tareas de mantenimiento necesarias. Posteriormente, y en parte también durante, todas las máquinas se encuentran en estado productivo por lo menos durante 16 horas”, añade Carlos Beja. “Gracias a nuestro grado de automatización, en un día una persona puede alcanzar 32 horas de tiempo de producción.” O bien disfrutar de un fin de semana relajado y al mismo tiempo muy productivo.

A este respecto, el ordenador principal de la automatización le ayuda, proporcionándole mucha información y herramientas útiles. Esto es así porque el ordenador principal desempeña muchas más tareas que el mero control del robot y del sistema vertical de almacenamiento. La red de automatización está diseñada como un sistema independiente de la intranet de la empresa. Así, el ordenador principal recoge periódicamente los datos de pedidos, junto con los programas NC, contenidos en una carpeta de red. Con dicho paquete de datos, el software FastWizard de Fastems se encarga de generar el pedido. No obstante, el ordenador principal verifica de nuevo la existencia de las herramientas necesarias, que su tiempo de vida útil sea suficiente y que se disponga de las piezas en bruto o semiacabadas correctas y en cantidad suficiente. Asimismo, el ordenador principal indica la duración de los pedidos planificados y de sus plazos de inicio previstos. En el caso de que falten algunos recursos, el ordenador principal no inicia el pedido. En lugar de ello, el ordenador salta automáticamente a la entrada siguiente de la lista de pedidos y entrega en consecuencia información al operario de la máquina, indicando la razón por la que se ha ignorado el pedido y lo que se debe hacer. En cualquier momento, el operario de la máquina puede intervenir y modificar manualmente las prioridades. Así, también es posible priorizar pedidos urgentes, por ejemplo, una solicitud de piezas de repuesto.

## Tareas compartidas de las máquinas

No obstante, mediante las herramientas estándar disponibles en ambas máquinas, es posible obtener una cierta flexibilidad. El ordenador principal está en condiciones de dividir los pedidos con mecanizados estándar entre ambas máquinas en caso de capacidad libre, de modo distinto a lo que se había planificado, siempre y cuando se disponga del juego de herramientas requerido. Los datos sobre las herramientas en las máquinas proceden de un proceso de medición de las herramientas configurado expresamente para la automa-



Socios potentes de un proceso de automatización innovador: Oliver Schöning, de Trimatec, y el director de proyectos de Fastems, Johannes Louven, junto al control numérico TNC 640 de una de ambas máquinas DMC automatizadas.

tización, y se transfieren directamente al ordenador principal y a los controles numéricos.

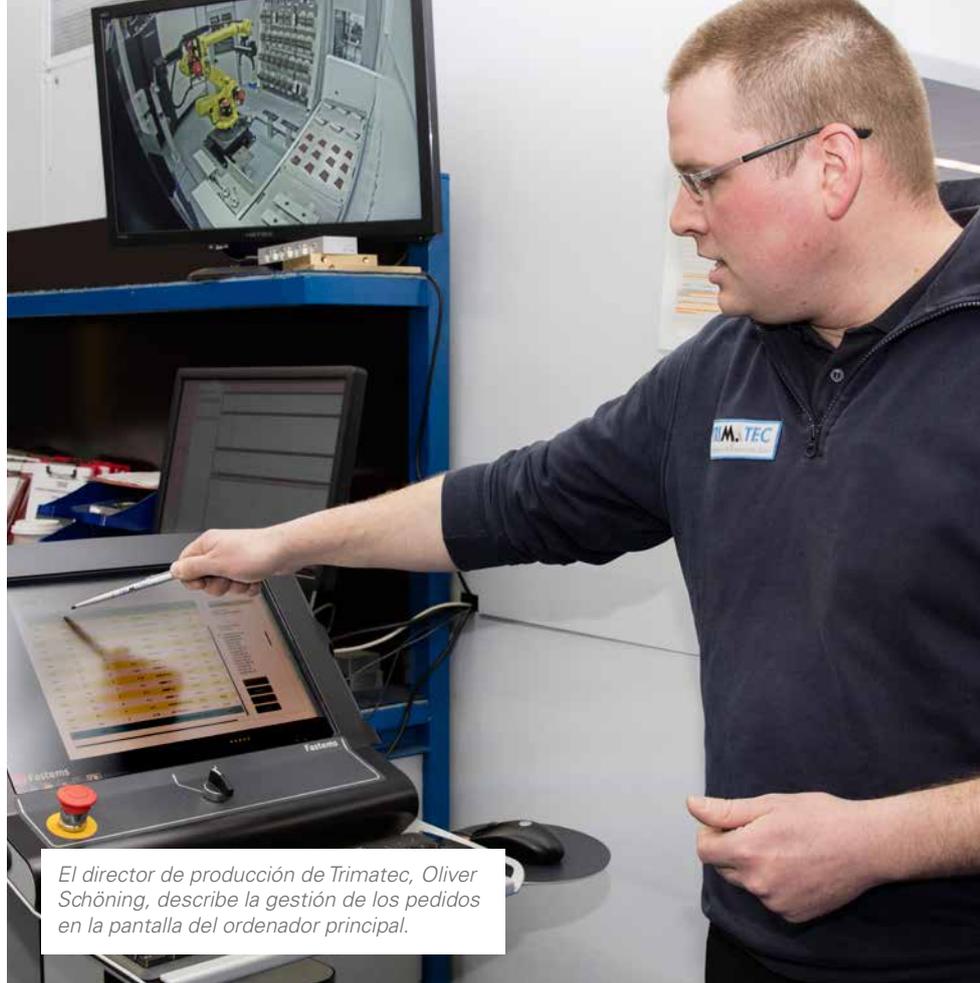
Con el objetivo de que durante el mecanizado la precisión sea del orden requerido de una centésima, las piezas se miden mediante un sistema de palpación, a fin de compensar las imprecisiones debidas al proceso de sujeción. Con este propósito, Trimatec utiliza los ciclos del sistema de palpación del control numérico TNC.

Los programas CAM para la planta proceden de la preparación de tareas. En dicha fase, se simulan completamente en una máquina virtual en el sistema CAM, antes de transferirlos. Mediante dicho esfuerzo suplementario, Trimatec se asegura de manera anticipada de que todas las tareas de la automatización discurran sin problemas. Se debe tener en cuenta que, una vez se ha introducido un proyecto en las tareas de automatización, a ser posible no debe ser necesario efectuar ninguna intervención más.

Además del programa de mecanizado, también se requiere siempre que el encabezamiento del programa contenga datos para los controles numéricos del robot. Dicho encabezamiento presenta en total 27 parámetros, mediante los cuales la planta puede gestionar las piezas sin que haya errores. Entre dichos parámetros, además de las dimensiones y del peso de la pieza, también cabe indicar la fuerza de mordaza de valor máximo del robot y la fuerza de sujeción de valor máximo para el tornillo de banco.

## En Trimatec, se dispone de controles numéricos de HEIDENHAIN.

Aunque el control de la planta se efectúa satisfactoria y completamente desde el puesto de mando, y nadie debe intervenir directamente en los controles numéricos, Trimatec sabía cuál era el control numérico necesario para las máquinas en el proceso de automatización. "Ya desde el principio estaba establecido que ambas máquinas DMC debían estar equipadas con controles numéricos TNC", afirma Carlos Beja.



*El director de producción de Trimatec, Oliver Schöning, describe la gestión de los pedidos en la pantalla del ordenador principal.*

Oliver Schöning añade: "Además, el concepto general de control numérico presenta para nosotros en el ámbito de fresado, en el que casi todos los programas proceden del sistema CAD/CAM, la ventaja de una interfaz unitaria, y por lo tanto también de un solo programa de procesamiento posterior. De este modo, al elaborarse los programas NC, la seguridad del proceso se incrementa notablemente. Asimismo, para la generación de programas utilizamos los ciclos de HEIDENHAIN." Y Carlos Beja todavía añade un argumento interesante: "En caso de estar buscando un refuerzo para nuestro equipo, encontramos especialistas altamente cualificados de modo relativamente fácil, ya que los controles numéricos de HEIDENHAIN están ampliamente difundidos en aplicaciones exigentes y por lo tanto muchas personas disponen de la formación necesaria en dicho ámbito, con una gran experiencia y conocimiento de dichos controles numéricos o que acumulan experiencia profesional."

En Fastems, el director de proyectos Johannes Louven se mostraba encantado en relación con la conexión de los controles numéricos de HEIDENHAIN al ordenador principal a través de la interfaz HEIDENHAIN DNC y a la máquina a través de PROFINET: "Las in-

terfaces de los controles numéricos de HEIDENHAIN están documentadas y descritas de modo muy fiable. La descripción de la interfaz refleja realmente la realidad existente. Desgraciadamente, ello no suele ocurrir a menudo", indica en conocimiento de otros proyectos. "Asimismo, por la parte de HEIDENHAIN se obtuvo un soporte muy adecuado en relación con la aclaración de las consultas detalladas y las adaptaciones específicas para cada aplicación. Rápidamente podíamos ponernos en contacto directamente con el departamento de desarrollo y de este modo disponer de la mejor asistencia posible y de amplia experiencia y conocimiento. Así, no existió ningún problema para integrar la comunicación con la interfaz HEIDENHAIN DNC directamente en el ordenador principal mediante nuestro software Fastems FastWizard."

Hasta el momento, la automatización se encuentra totalmente productiva desde mediados del 2017. En la ecuación de Trimatec, esto implica: ocho horas diarias más de productividad + posibilidades de producción automatizada y altamente flexibles de piezas exigentes a partir del número de piezas 1 = cliente satisfecho + empleado distendido. Verdaderamente, es todo un éxito.



Mediante el software StateMonitor, se dispone de un acceso rápido al estado de cada una de las máquinas.

## Ventana al taller

StateMonitor obtiene y visualiza información relevante de las máquinas, rápidamente y también de forma independiente del tipo de máquina y de control numérico

*Los tiempos cambian: antiguamente, realizar un paseo para contemplar los escaparates constituía la mejor posibilidad de modo privado de informarse sobre las novedades y las tendencias. Hoy en día, nos descargamos dicha información en línea en la pantalla de nuestro PC, tablet o teléfono inteligente. Adicionalmente, en dichos dispositivos también disponemos de la posibilidad de efectuar una comparativa y una valoración, con el objetivo de decidirnos por la mejor oferta. ¿De qué*

*modo tiene todo esto relación con usted, con su trabajo o con HEIDENHAIN? Tiene mucha relación...*

En muchas fábricas, una de las tareas como empleado de producción sigue siendo un paseo periódico por las distintas salas destinadas a las máquinas. Durante dicho paseo uno puede informarse sobre el estado actual de la situación: encargos en curso, progreso de las tareas de mecanizado, cambios de herramienta necesarios, nivel de los recolectores de virutas y contenedores de refrigerante, existencias de piezas

sin mecanizar, cantidad de piezas mecanizadas y acabadas en las máquinas, y mucho más.

De hecho, uno podría ahorrarse muchos trayectos, puesto que en un taller de producción digitalizado de extremo a extremo, los datos son accesibles directamente. Es preciso, además de la integración de las máquinas en la intranet de la empresa, por ejemplo, mediante Connected Machining, disponer de un software inteligente que capture los datos necesarios, los prepare gráficamente para visualización y abra una ventana al taller: StateMonitor.



*StateMonitor le informa eficazmente sobre lo que sucede en su taller de producción.*



**HEIDENHAIN**  
StateMonitor

+ Su enlace directo con StateMonitor:  
[www.heidenhain.es/statemonitor](http://www.heidenhain.es/statemonitor)



StateMonitor le proporciona una vista en tiempo real del estado de cada una de sus máquinas. Y esto no solo es posible para máquinas equipadas con controles numéricos de HEIDENHAIN. Es posible integrar cualquier máquina, siempre y cuando disponga de una de las interfaces siguientes: HEIDENHAIN DNC, OPC-UA, MTConnect o Modbus. En función del tipo de interfaz y del control numérico de la máquina, es posible visualizar entre otros el estado del modo operativo, el programa, los mensajes de las máquinas y los potenciómetros.

Mediante StateMonitor, se puede efectuar una valoración rápida y sencilla de dichos datos y utilizarlos para incrementar la eficiencia y la productividad. Mediante la adquisición y el acuse de recibo de los datos del pedido, también es posible efectuar un análisis de los datos de la máquina orientado a la tarea. A este respecto, lo que resulta importante es que usted sigue controlando sus datos, puesto que el software StateMonitor se

configura individualmente según sus requisitos y de acuerdo con las necesidades de su entorno de producción. Usted determina el alcance de la valoración a efectuar. Usted determina los derechos de acceso a sus datos. Usted determina la ubicación de almacenamiento, la que en su opinión sea más correcta y adecuada. Y usted facilita los datos a los sistemas MES y ERP. StateMonitor se adapta a sus exigencias, y no a la inversa.

# Detalles sobre la conectividad en red

¿Cómo funciona Connected Machining en las aplicaciones prácticas? Un ejemplo de aplicación...



*Digitalización, fabricación en red, taller inteligente... Éstas y muchas otras palabras clave ponen de manifiesto cuáles son los conceptos que actualmente constituyen el enfoque predominante de las plantas de producción. En este punto, nos gustaría describirle mediante un ejemplo, a saber la fabricación de un pedal de una bicicleta, qué implica para nosotros el software Connected Machining y las soluciones que podemos aportarle.*

¿Qué aspecto presentaría un taller de fabricación, si desde la fase de diseño hasta el suministro del componente acabado todas las tareas estuvieran conectadas digitalmente entre sí mediante Connected Machining? A primera vista, no sería distinto a un taller clásico de fabricación, puesto que los elementos que forman parte de la cadena siguen siendo los mismos. Únicamente, ahora cabe destacar que el flujo de datos entre las distintas estaciones pasa a ser digital y no se utiliza el papel, en el caso de Connected Machining con el control numérico de HEIDENHAIN en el taller como punto esencial de la comunicación.

**Generalmente, los participantes de la conectividad son los siguientes:**

- El diseño, junto con la programación CAD y la simulación
- La preparación y la disposición de las herramientas
- El taller, con la máquina herramienta y el control numérico de HEIDENHAIN
- El control de la calidad
- La logística de la adquisición de las piezas en bruto y de las herramientas
- La logística de suministro en relación con la entrega de los productos acabados
- El proceso de mecanizado y la planificación del encargo





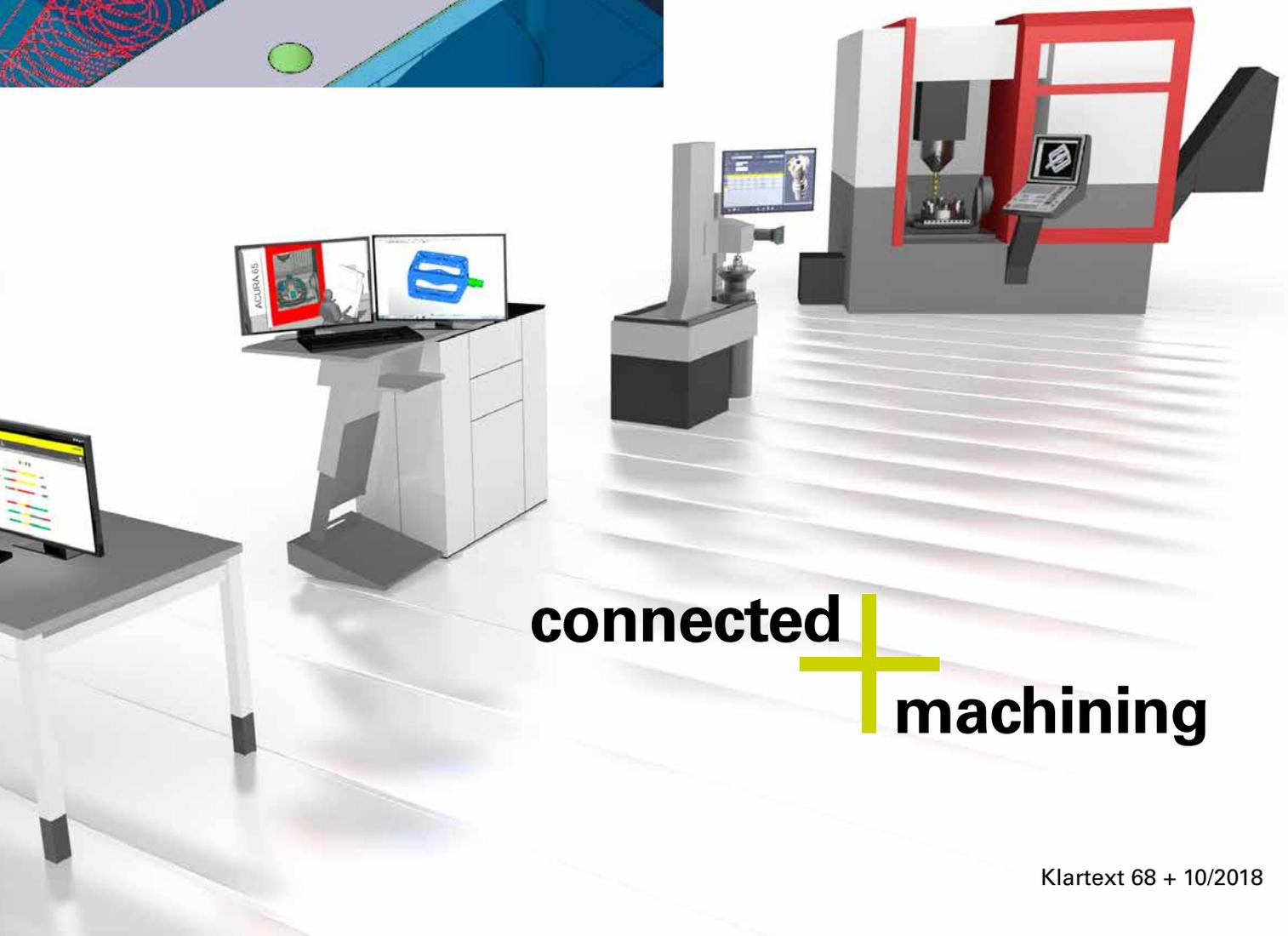
Conectividad digital de extremo a extremo con Connected Machining: el proceso completo desde el diseño hasta la fabricación, pasando por la simulación

## En el centro de la red digital: el control numérico de HEIDENHAIN

Iniciaremos nuestro ejemplo de fabricación digital con conectividad donde el valor añadido real genera beneficios: en el taller. Unas piezas en bruto sujetas están dispuestas sobre el palé en la máquina, pendientes de su mecanizado. Como usuario de la máquina, ¿cómo se sabe el modo de proceder?

Generalmente, se dispone de una carpeta o de un portafolios que contiene toda la información posible del pedido, impresa en más o menos papeles: dibujos, listas de piezas, listas de herramientas, plazos, etc. Entonces, es preciso ponerse a trabajar, sobre todo buscando información, puesto que muy raras veces los documentos están clasificados en la carpeta de modo que los datos relevantes para el proceso de fabricación estén accesibles a primer golpe de vista.

En un proceso de fabricación conectado digitalmente con Connected Machining, dicha carpeta deja de ser necesaria. El motivo es que desde el taller y mediante el control numérico, por ejemplo, un TNC 640, se posee acceso directo a todos los datos relevantes para el proceso de fabricación de la empresa, que además están vinculados entre sí.



**connected** + **machining**

## Intercambio directo: datos de diseño y programa NC

Mediante la opción Remote Desktop Manager proporcionada por HEIDENHAIN, desde el control numérico de HEIDENHAIN es posible acceder directamente al sistema CAM. A su vez, dicho sistema CAM utiliza la información contenida en la base de datos de herramientas para la elaboración del programa.

## Estar siempre informado: planificación del pedido

Mediante el Batch Process Manager del TNC 640, es posible planificar la ejecución del pedido de fabricación en la máquina. Los programas NC y la situación de la sujeción de la pieza de trabajo en el palé quedan vinculados, orientados a la tarea. Asimismo, el Batch Process Manager le proporciona información sobre la duración del mecanizado. Dicho tiempo se puede utilizar para la planificación del pedido, por ejemplo, para la planificación de la logística adicional de los componentes fabricados o para la planificación de los encargos posteriores de la máquina.

## Toda la información accesible: datos de herramientas y herramientas

En el almacén de herramientas de la máquina ya se han introducido herramientas medidas. Están dispuestas en el porta-herramientas, distinguibles unívocamente con un código. Al abastecer el almacén de herramientas, se obtiene fácilmente dicha identificación mediante un escáner. De este modo, el TNC 640 sabe rápidamente qué herramientas están disponibles en la máquina. Los datos se transfieren al control numérico a través de la interfaz Ethernet desde el sistema de gestión de herramientas.

Para más seguridad, el control numérico ajusta automáticamente entre sí las herramientas utilizadas en el programa NC y las existentes realmente en la máquina. A continuación, transmite una respuesta indicando las herramientas que todavía faltan y la duración prevista del mecanizado. Es posible visualizar una lista de diferencias de herramientas, que contenga únicamente aquellas herramientas que adicionalmente todavía es imprescindible preparar.

*La pieza fabricada:  
un pedal de bicicleta para  
corredores de descenso*



## A tiempo y con conectividad de red: pedido complementario de herramientas

Inmediatamente, se consultan los datos de la planificación del pedido, juntamente con los datos de la gestión de herramientas, con el objetivo de cursar un pedido complementario de nuevas herramientas. En la preparación de herramientas, inmediatamente se acumulan las solicitudes de herramientas adicionalmente necesarias. Con ayuda de los datos almacenados en la gestión de herramientas, mediante el proceso de preparación de herramientas se pueden preparar y calibrar de inmediato las nuevas herramientas en el aparato de preajuste.

Asimismo, en este caso, los datos de la configuración concreta de la herramienta se traspasan a la gestión de herramientas. En el portaherramientas, dichas herramientas previamente

te configuradas obtienen un código para su identificación unívoca. De este modo, de nuevo el programa CAM y la máquina virtual tienen acceso a dichos datos.

## Procesos cada vez mejores: control de calidad

Finalmente, una medición automática de la pieza en la máquina le proporciona datos relevantes para garantizar la calidad. Con ayuda del control numérico, dichos datos se pueden simplemente almacenar o bien pueden analizarse directamente. Asimismo, naturalmente dichos datos se encuentran disponibles de forma centralizada para el resto de sistemas, y en consecuencia desde el programa NC hasta las herramientas, todos los elementos de la cadena de producción se pueden optimizar.

# Entrada en la tercera dimensión

Desde hace aproximadamente 10 años, como usuario usted puede abrir directamente en el control numérico TNC ficheros de dibujo DXF e incorporar los datos en su programa NC. Ahora, el nuevo visualizador CAD inaugura la tercera dimensión.

*Durante largo tiempo, el formato DXF constituyó el estándar para el intercambio de datos de diseño, en dos dimensiones. Sin embargo, del mismo modo que en los cines el largometraje en 3D se ha convertido en la medida de todas las cosas, hoy en día se diseñan sobre todo modelos tridimensionales. Al fin y al cabo, los modelos tridimensionales facilitan notablemente la representación de piezas de trabajo complejas. Como resultado, es lógico que HEIDENHAIN siga el mismo ejemplo y el control numérico TNC se adapte para datos CAD de la tercera dimensión.*

Para trabajar con datos tridimensionales, los controles numéricos TNC le proporcionan un visualizador CAD. Por ejemplo, en el caso del TNC 640, a partir de la versión de software 05, dicho visualizador está incluido en las funciones estándar. Mediante dicho visualizador, es posible abrir y consultar directamente en el control numérico datos de tipo STEP, IGES o DXF. Así, por ejem-

plo, en el caso de falta de claridad es posible comprobar medidas en el dibujo o bien abrir dibujos modificados en el control numérico, a fin de revisar los datos. Como ampliación de las funcionalidades del visualizador CAD, mediante el proceso de importación CAD (opción 42) y a partir de la nueva versión de software 08, es posible la fácil utilización de datos de los formatos mencionados directamente en el programa NC.

**La opción de importación CAD es compatible y favorece la programación orientada al taller**

Mediante el proceso de importación CAD, es posible transferir contornos y posiciones procedentes de un modelo de datos tridimensional directamente en el programa NC, ya sea en el control numérico o en un puesto de programación HEIDENHAIN. Asimismo, el nuevo proceso de importación CAD es compatible con los formatos STEP y IGES, de empleo muy frecuente. A partir de mo-

delos tridimensionales existentes, deja de ser imprescindible obtener ficheros DXF independientes como fase intermedia. Adicionalmente a la incorporación de contornos y de posiciones, mediante el proceso de importación CAD, también es posible definir un punto cero y un espacio de trabajo inclinado. Asimismo, en el caso de los contornos de torneado, resulta útil la orientación arbitraria del sistema de coordenadas, en el caso de que no se haya creado el dibujo adecuadamente respecto a la posición de mecanizado.

Mediante el visualizador CAD y en especial su ampliación, el proceso de importación CAD, se obtienen herramientas eficaces para la programación orientada al taller. No únicamente se elaboran más rápidamente los programas, sino que asimismo la captura de los datos es mucho más segura. Al mismo tiempo, en la programación orientada al taller, su amplio grado de experiencia y conocimiento como usuario TNC se traslada directamente en la máquina al programa NC.



*Los datos tridimensionales de un componente complejo, por ejemplo, este soporte para manillar de una bicicleta de montaña, se pueden transferir directamente al programa NC.*





TENDENCIA EN EL TALLER

## Tallado de engranajes sencillo

El biselado constituye la tendencia del mecanizado actual en lo que se refiere al dentado interior. Nuevos ciclos hacen ahora sencilla la programación de procesos complejos.

*Para muchos especialistas en mecanizado por arranque de viruta, la fabricación de dentados sigue siendo un verdadero desafío, un ámbito de trabajo exclusivamente para especialistas. Tres nuevos ciclos del TNC 640 para dentados exteriores e interiores de elevada calidad cambian dicha percepción. Ud. puede fabricar de modo rentable dentados rectos, helicoidales o angulares, completamente en una sujeción y empleando procesos de biselado o de fresado por generación. El software permite ambos mecanizados tanto en fresado como en torneado.*

Los dentados interiores y exteriores trabajan múltiples veces permaneciendo ocultos, por ejemplo, en todos los vehículos. Desde una bicicleta hasta una máquina de construcción, desde un accionamiento a pedales ayudado por un motor eléctrico hasta un potente accionamiento hidráulico en máquinas de

gran tamaño, únicamente se progresa si los dentados engranan perfectamente en los bujes y los engranajes. A este respecto, a menudo la fabricación de los dentados se sigue efectuando en máquinas especiales, y en consecuencia es imprescindible que las piezas estén sujetas durante largo tiempo. Asimismo, los procedimientos convencionales para la producción de dentados son en sí mismo arduos y requieren mucho tiempo. El mecanizado en una sujeción mediante ciclos de dentados dinámicos de una máquina controlada por un TNC puede ahorrar mucho tiempo, esfuerzo y costes.

### Programación sencilla de movimientos complejos

El nuevo ciclo 287 "Biselado de rueda dentada" resulta útil al programar los procesos complejos de biselado. Solo deben introducirse previamente los datos de la geometría del engranaje y de la herramienta que va a ser utilizada. El

TNC 640 se encarga del resto de cálculos adicionales, en especial los necesarios para la costosa sincronización de los movimientos. De este modo, la fabricación de dentados interiores se convierte en un estándar fácilmente alcanzable.

El éxito actual del biselado, también denominado "Skiving", se basa en su elevada eficacia y productividad en comparación con los procesos de deformación convencionales. Mediante las nuevas tecnologías, las herramientas y el control dinámico del movimiento del TNC 640 en funcionamiento con dos husillos, es posible ejecutar los procesos complejos de biselado. La única condición imprescindible es una máquina que disponga de un husillo portapieza cuya velocidad de giro sea suficientemente elevada y una sincronización de husillo configurada adecuadamente.

## Fresado por generación hecho sencillo

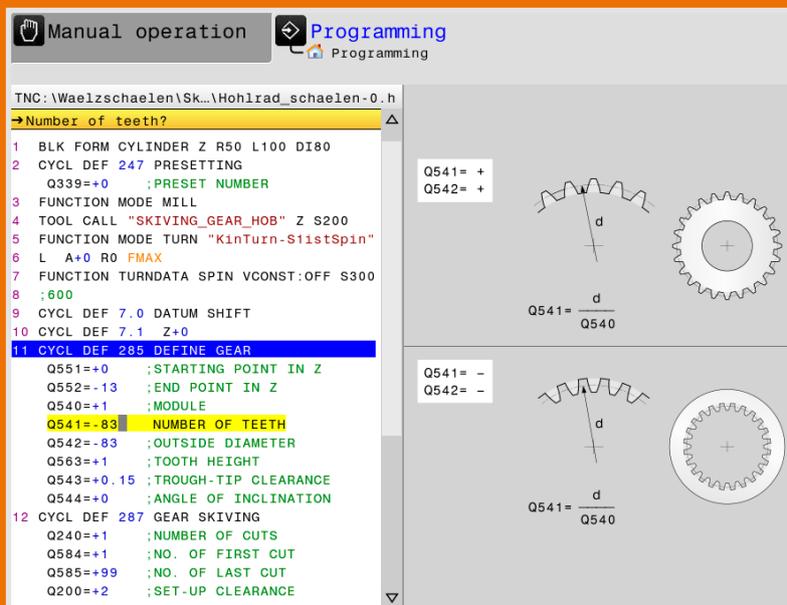
Del mismo modo simplificado que en el biselado, es decir mediante la generación del programa basándose en la geometría del dentado y la definición de la herramienta, el TNC 640 le resultará de ayuda con el ciclo 286 "fresado por generación de rueda dentada". El fresado por generación, también denominado "Hobbing", es idóneo sobre todo para dentados exteriores. Sus ventajas se encuentran en su gran productividad y en las múltiples formas del perfil del diente que pueden producirse con herramientas relativamente fáciles de fabricar.

## Definir una vez, utilizar repetidamente

El ciclo 285 "Definición de la rueda dentada" constituye la base de los nuevos ciclos de dentado. Tal como su nombre indica, sirve exclusivamente para la definición de la geometría del dentado. Con dicho objetivo, únicamente es imprescindible llevar a cabo la definición de la geometría una sola vez. El resto de etapas del mecanizado necesarias para los procesos de producción adicionales, por ejemplo, el desbaste y el acabado, recurren a dicha definición.

## Lift-off optimizado para una mayor seguridad

Además de la simplificación de la programación, la seguridad constituye una ventaja adicional de los nuevos ciclos. A fin de evitar daños debido a las interrupciones imprevistas del programa, por ejemplo, debido a la caída del suministro eléctrico, los ciclos 286 y 287 son compatibles con un Lift-off optimizado. Al mismo tiempo los ciclos determinan automáticamente tanto la dirección como el recorrido para la retirada de la herramienta de la pieza.



Para la programación, es necesaria menos información sobre el dentado y sobre la herramienta.

## ⚙ Biselado (Skiving)

Procedimiento para la fabricación de dentados exteriores y especialmente de dentados interiores en máquinas con husillos sincronizados.

### Ventajas:

- Mecanizado de la pieza completa en una sujeción
- No se precisa de máquinas especiales
- Sin cambios de máquina de lo que se deduce un ahorro de tiempo y un aumento de la calidad

## ⚙ Fresado por generación (Hobbing)

Procedimiento para la fabricación de dentados exteriores, y únicamente en casos excepcionales de dentados interiores. Los movimientos sincronizados requeridos entre el husillo de la herramienta y el husillo de la pieza se pueden efectuar mecánicamente, mediante engranajes acoplados, o bien electrónicamente, mediante acoplamiento en el control numérico.

### Ventajas:

- Fabricación de las formas de dentado más variadas y más complejas
- Gran oferta de herramientas estándar, herramientas especiales para la fabricación sencillas
- Proceso de fabricación de una alta productividad

## ⚙ Lift off

Designa un procedimiento controlado y sin colisiones de la herramienta y del husillo de la herramienta, alejado de la pieza en el caso de una interrupción imprevista.

### Ventajas:

- Prevención de posibles daños en piezas, herramientas y cabezales
- Tras un reinicio, se garantiza una continuación fluida y sin problemas del proceso de mecanizado interrumpido
- Proceso automático, sin requerir intervención manual



## Le presentamos el HIT

### Aprendizaje interactivo con HIT 3.0, la nueva generación de programas de formación HEIDENHAIN Interactive Training

*HIT constituye el concepto de aprendizaje multimedia para la programación NC de controles numéricos de HEIDENHAIN en lenguaje conversacional Klartext, el lenguaje de programación interactivo para el taller. HIT resulta útil para principiantes, profesionales o personas que procedan de otros ámbitos en lo que concierne a su formación profesional o a ampliar sus conocimientos de modo cualificado, tanto para el aprendizaje presencial como para uno autodidacta. Con la nueva versión, el aprendizaje también puede ser móvil.*

A finales del 2011, HEIDENHAIN presentó la primera versión de HIT. Desde entonces, más de 20.000 usuarios han utilizado dicho programa de aprendizaje interactivo, con el objetivo de familiarizarse con la programación en lenguaje conversacional Klartext. Ahora, los usuarios están en condiciones de utilizar la nueva versión 3.0, cuya instalación mediante el navegador de Internet usual es independiente de la plataforma y no resulta costosa, ya sea en la oficina, en casa, o bien estando de viaje: en ordenadores, en tablets o en teléfonos inteligentes.

El paquete de aprendizaje HIT "Fresado: mecanizado de tres ejes" profundiza en distintos módulos de aprendizaje y describe los elementos más relevantes de las fresadoras CNC y de los controles numéricos TNC, así como las funciones básicas del lenguaje de programación interactivo del TNC Klartext. Asimismo, está disponible un modo de aprendizaje

de programación DIN/ISO, en el cual se describen las diferencias esenciales con respecto a la programación Klartext.

**A este respecto, el HIT se rige por los conceptos didácticos eficaces siguientes:**

- Mediante vídeos y animaciones, se ilustran los contenidos de aprendizaje.
- La programación guiada (simulada) y ejercicios reales en el puesto de programación TNC constituyen una preparación orientada a la práctica para el manejo y la programación de una máquina herramienta controlada por TNC.
- Mediante pruebas de conocimiento interactivas, constantemente se averigua lo aprendido y se proporciona a los participantes una respuesta fiable sobre su estado de aprendizaje.

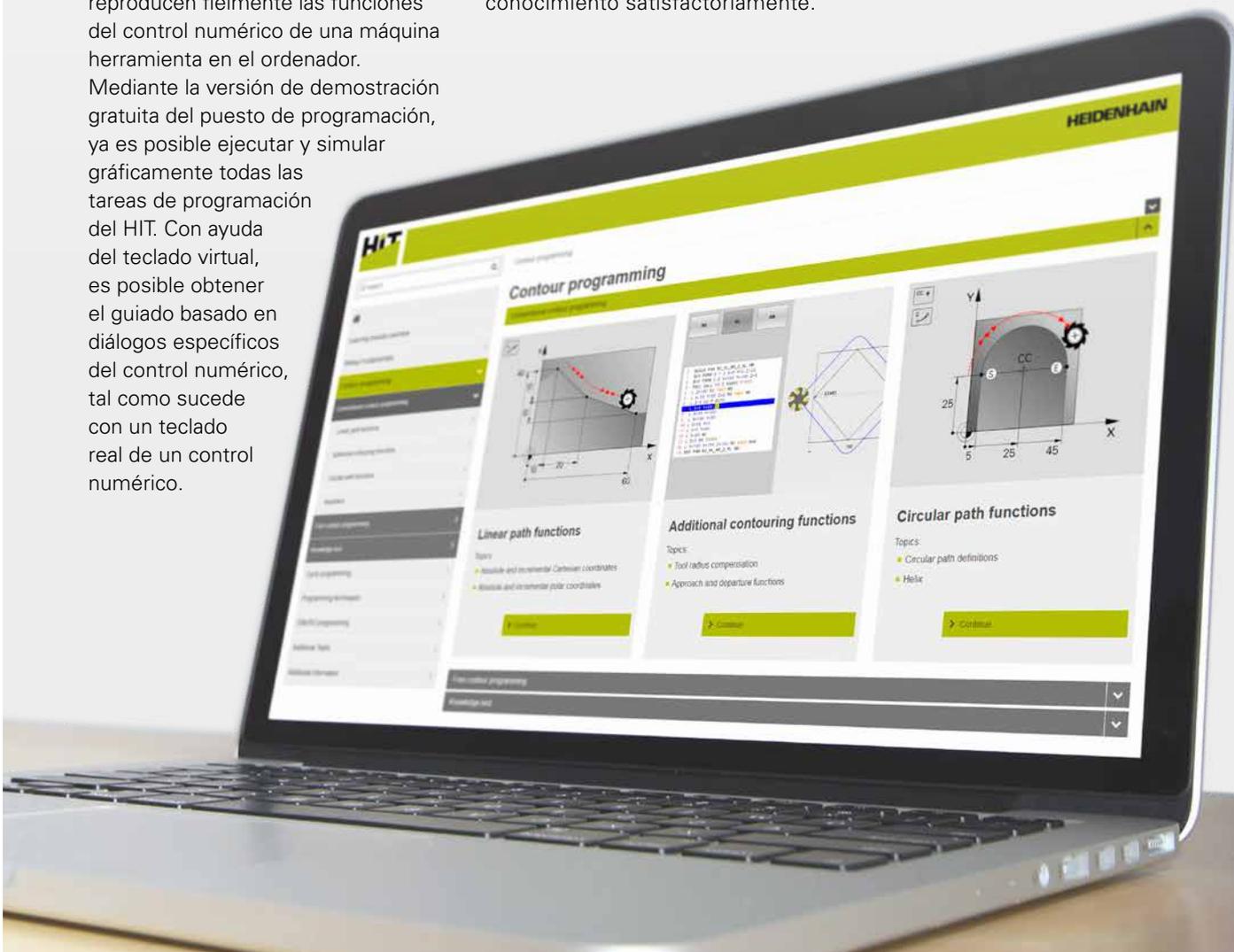
## Los elementos constitutivos del HIT

- En el paquete de aprendizaje HIT se describen todas las funciones necesarias de los controles numéricos.
- El cuaderno adjunto HIT se utiliza simultáneamente como manual para el software de aprendizaje HIT, como resumen del contenido relevante para la programación, y como obra de consulta tras la conclusión del paquete de aprendizaje.
- En el puesto de programación se reproducen fielmente las funciones del control numérico de una máquina herramienta en el ordenador. Mediante la versión de demostración gratuita del puesto de programación, ya es posible ejecutar y simular gráficamente todas las tareas de programación del HIT. Con ayuda del teclado virtual, es posible obtener el guiado basado en diálogos específicos del control numérico, tal como sucede con un teclado real de un control numérico.

Mediante la nueva **plataforma de aprendizaje de HEIDENHAIN**, se garantiza la gestión del nuevo software de aprendizaje HIT. Dicha plataforma de aprendizaje se basa en la plataforma de aprendizaje Moodle, de uso muy frecuente en escuelas y universidades, y proporciona en especial a los profesores fantásticas funciones auxiliares. Así, en la licencia de aula Premium, se pueden almacenar los propios contenidos y ponerlos a disposición de los alumnos adicionalmente al software de aprendizaje HIT. Asimismo, los profesores pueden elaborar un certificado personalizado para sus alumnos, siempre y cuando hayan terminado todas las pruebas de conocimiento satisfactoriamente.

## Los paquetes de aprendizaje

- El paquete de aprendizaje HIT "Fresado: mecanizado de tres ejes" en la nueva versión 3.0 reemplaza los paquetes de aprendizaje disponibles hasta la fecha "HIT Klartext" y "HIT DIN/ISO".
- El nuevo paquete de aprendizaje HIT "Fresado: mecanizado de 5 ejes" sustituirá el paquete de aprendizaje disponible hasta la fecha "HIT inclinación 3+2" a lo largo del próximo año.



+ Para información adicional acerca del paquete de aprendizaje HIT "Fresado: mecanizado de tres ejes" y en especial acerca de las distintas licencias, visite la página: [www.klartext-portal.com/es/formacion/hit](http://www.klartext-portal.com/es/formacion/hit)





FABRICACIÓN CON PRECISIÓN

## Precisión por tradición

¿Qué tienen en común el tren bala japonés Shinkansen y la medición de la posición en Closed Loop con sistemas lineales de medida de HEIDENHAIN? Ambos son muy precisos por tradición.

*La precisión de las máquinas herramienta para elevadas dinámicas constituye en el presente ejercicio uno de los temas principales de la feria JIMTOF de Tokio. HEIDENHAIN muestra en dos modelos Shinkansen mecanizados con una fresa la relevancia de una medición de la posición directa mediante sistemas lineales de medida. Al fin y al cabo, los trenes bala japoneses representan a escala mundial justamente dichas características: puntualidad (es decir, precisión) y dinámica.*

Mientras que un modelo luce en todo su esplendor con una superficie perfecta, en el otro modelo se nota una arista claramente visible y perceptible. El motivo de dicha pequeña diferencia es el tipo de la medición de la posición en el proceso de fabricación. En el modelo perfecto, sistemas lineales de medida registraron la posición real de mecanizado real en los ejes lineales con una regulación Closed Loop. Por el contrario, el modelo "anguloso" se obtuvo con una

máquina con detección de la posición a través de los encoders rotativos de los servomotores.

En este tipo de regulación Semi-Closed Loop, la causa esencial del error de posición en las máquinas herramienta modernas se hace patente: las desviaciones térmicas, esencialmente ocasionadas por el propio proceso de mecanizado. Así, en algunos estudios sobre los husillos de recirculación de bolas se pone de manifiesto que para elevadas velocidades de desplazamiento, la temperatura del husillo con bolas circulantes aumenta notablemente y de modo muy desigual en algunos puntos por encima de los 50°C.

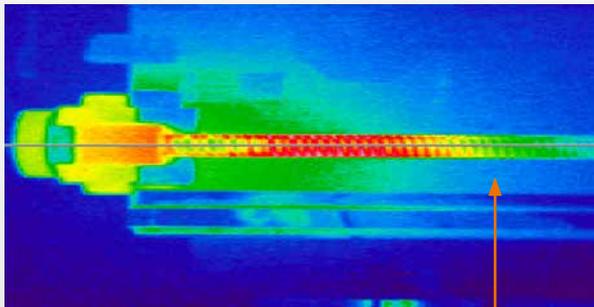
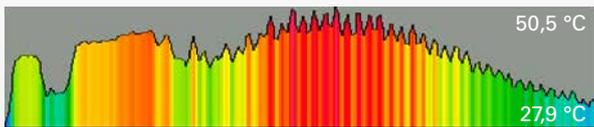
Dado que los componentes de la máquina se dilatan o se contraen en función de la temperatura, las fluctuaciones térmicas sin la correspondiente compensación del error ocasionan desviaciones asombrosas, tal como pueden apreciarse y son perceptibles en el modelo Shinkansen. Esto es debido a que dichas variaciones térmicas en la mecánica de avance no son apreciables sin sistemas lineales de medida.

Naturalmente, la utilización de sistemas lineales de medida de elevada precisión en una regulación Closed-Loop no cambia nada en lo que respecta al calentamiento en sí y con ello a la dilatación de la mecánica de avance. Los sistemas lineales de medida no miden la posición del eje en base a factores que son distorsionados por la dilatación térmica inducida. En lugar de ello, miden la posición actual del eje, de tal modo que en combinación con el control del feedback del eje, la dilatación inducida térmicamente del husillo de recirculación de bolas queda compensada.

Esto, naturalmente, también es válido para los ejes rotativos. Asimismo, en este caso es posible sustituir la determinación clásica de la posición mediante engranajes reductores en combinación con un generador de impulsos rotativos en el motor por una medición de la posición de elevada precisión, independiente de la temperatura, con ayuda de un sistema angular de medida directamente en el eje de la máquina. Dicho tipo de regulación Closed Loop en ejes rotativos produce una precisión y una repetibilidad notablemente más elevadas.



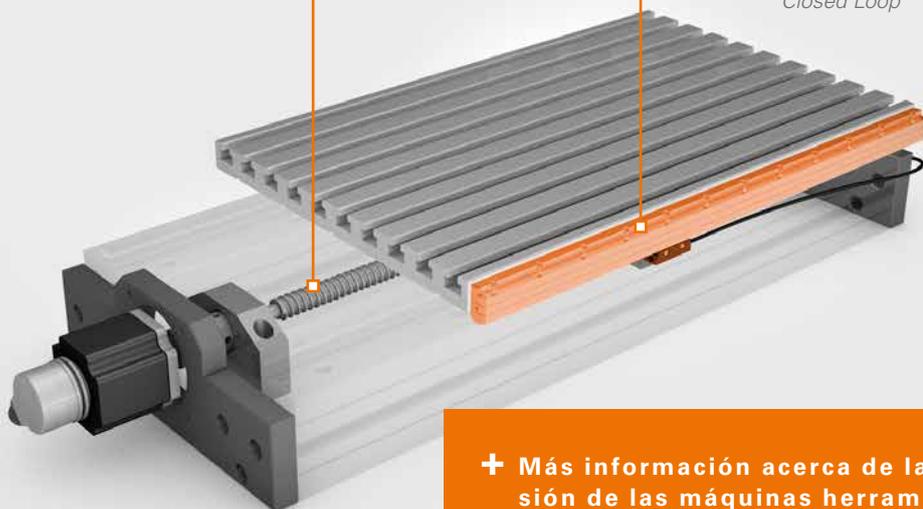
*Dos trenes Shinkansen, una diferencia decisiva: fabricado con una regulación Closed Loop, la superficie generada es perfecta, en el caso de una regulación Semi-Closed Loop, una arista aparece en el morro.*



*Desviaciones asombrosas: durante el funcionamiento, el husillo de recirculación de bolas se calienta notablemente y de modo muy desigual.*



*Compensación de desviaciones térmicas: sistemas lineales de medida de elevada precisión para la máquina herramienta en una regulación Closed Loop*

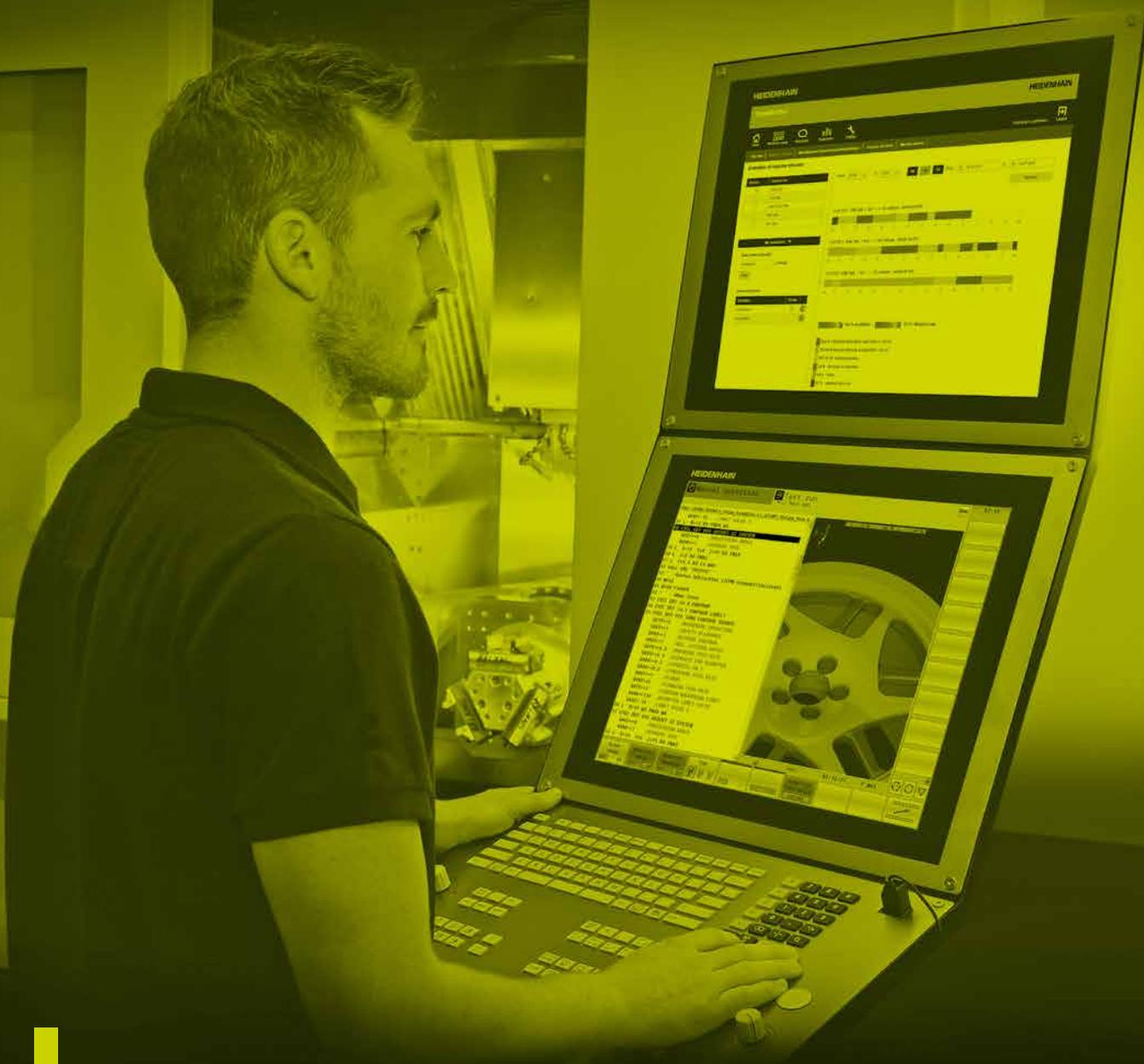


**+ Más información acerca de la precisión de las máquinas herramienta:**  
[www.heidenhain.es/closed-loop](http://www.heidenhain.es/closed-loop)





# HEIDENHAIN



## **Connected Machining – Procesos eficientes mediante una interconexión individualizada.**

La pieza se produce en la máquina, recayendo la responsabilidad en el personal cualificado del taller. Sus conocimientos y su cualificación son determinantes para una fabricación eficiente. No obstante, para ello debe poder aportar su know-how y hacer uso de todas las informaciones disponibles. Esto lo hace posible **Connected Machining** de HEIDENHAIN. **Connected Machining** convierte al control numérico de la máquina en el punto clave de una cadena de proceso, con un flujo de información totalmente digital, independiente de las circunstancias particulares.