

# PControl

The New Automation Technology Magazine

## 18 | entrevista

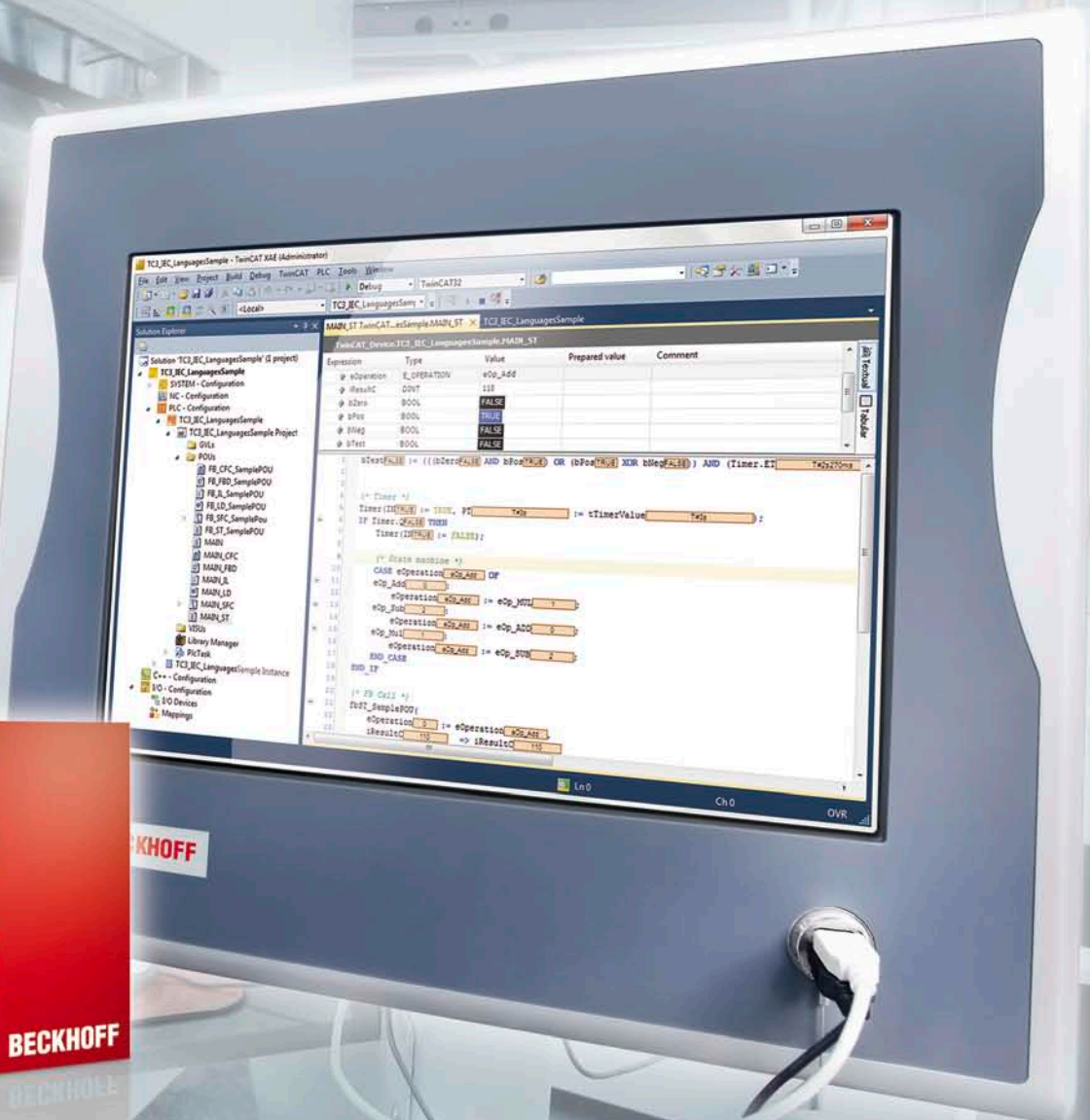
El pionero de los PCs Industriales:  
Hans Beckhoff habla sobre los  
25 años de control basado en PC

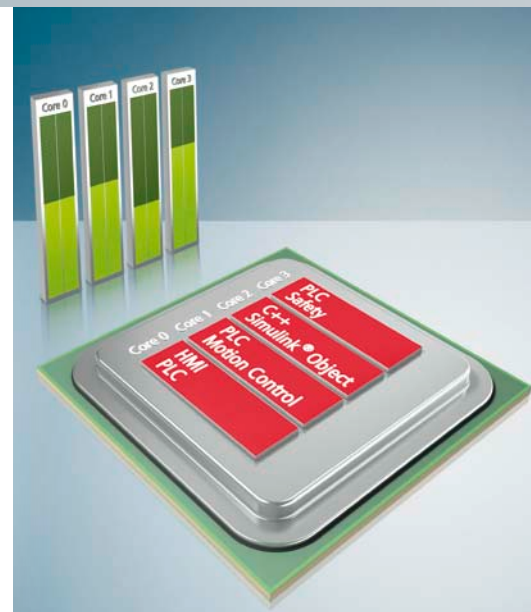
## 30 | tecnología

eXtended Automation Engineering:  
TwinCAT 3 – C++ drives Automation

## 56 | tecnología

Intel: Excitantes tendencias de procesadores  
para IT y Automatización industrial





## 4 | tecnología

6 | La tecnología del PC a través de los años:  
25 años de historia del PC en Beckhoff

10 | El software le da vida al control  
basado en PC

## 14 | hitos

25 años de control por PC:  
de la idea al estándar mundial

## 18 | entrevista

Hans Beckhoff sobre los 25 años de  
tecnología de control basado en PC:  
El pionero de los PCs industriales

## 22 | tecnología

Beckhoff Real Time Kernel: proceso  
en tiempo real: la base para el control por PC

27 | EtherCAT: Un control de alto nivel requiere  
una comunicación de alto rendimiento

30 | TwinCAT 3 – C++ drives Automation

33 | Conectividad: del sensor a la nube IT

## imprint

**PC Control –**  
The New Automation Technology Magazine

Published:  
Beckhoff Automation GmbH  
Eiserstraße 5  
33415 Verl/Germany  
Phone: +49 (0) 52 46 / 9 63-0  
Fax: +49 (0) 52 46 / 9 63 -1 98  
info@beckhoff.com  
www.beckhoff.com

Editor-in-Chief:  
Frank Metzner

Editors:  
Gabriele Kerkhoff  
Martina Fallmann  
Phone: +49 (0) 52 46 / 9 63 - 1 40  
Fax: +49 (0) 52 46 / 9 63 - 1 99  
editorial@pc-control.net  
www.pc-control.net



## 36 | entrevista

Dr. Josef Papenfort y Michael Jost:  
la automatización científica (Scientific  
Automation) integra campos de aplicación  
de alta tecnología en la automatización

## 42 | tecnología

TwinCAT 3 Seguridad

45 | El PC industrial lleva a cabo funciones  
de seguridad

## 48 | mundial

El control basado en PC de Beckhoff se  
aplica a nivel mundial en casi todos los  
sectores

## 56 | tecnología

Intel: Excitantes tendencias de procesadores  
para IT y automatización industrial

60 | Microsoft: la plataforma de software:  
tres pilares para el éxito

### Picture Proof:

Acciona, Spain  
AquaDom & SEA LIFE, Germany  
BMW, Germany  
Bugsy Gedlek (Twizzle), Netherlands  
Deutsches Zentrum für Luft- und  
Raumfahrt, Germany  
Ferag AG, Switzerland  
GTD, Spain  
Haeusler AG, Switzerland

Husky, Canada  
Intel, Germany  
LSG Sky Chefs, Germany  
Michael Fritschi, foto-werk.ch  
Microsoft, Germany  
Multibrid, Germany  
Nobilia, Germany  
Otto Bock HealthCare GmbH, Germany  
Paktech Oregon Precision  
Industries, Inc., USA

Q-Cells SE, Germany  
Spidercam, Austria  
The Dolder Grand, Switzerland  
United States Bowling Congress, USA  
Volkswagen Motorsport, Germany

Graphic Design: [www.a3plus.de](http://www.a3plus.de)

Printed by: Richter Druck- und  
Mediencenter, Germany

Circulation: 2,000

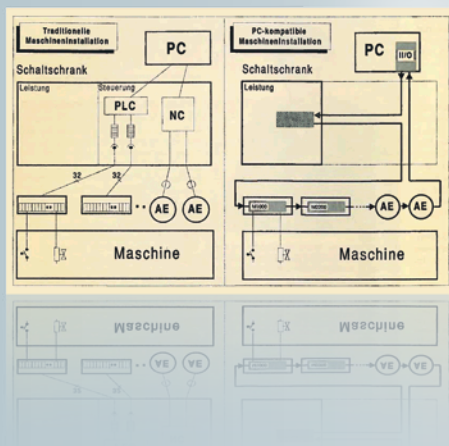
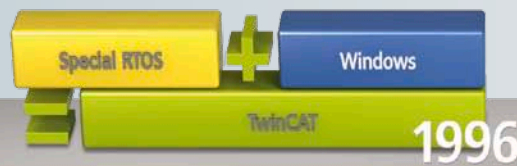
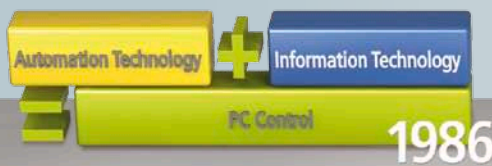


# 25 años de la revolución del control por PC: Convergencia de las tecnologías

Beckhoff Automation se fundó en 1980, y el primer controlador de Beckhoff basado en PC se suministró seis años más tarde. Se trataba de un control «simple» para una sierra ingletadora doble, que comprendía el control de posicionamiento de un eje con algunas funciones de secuencia para la máquina. La sierra era una máquina estándar bien conocida, que gracias a la nueva tecnología de control por PC se convirtió rápidamente en un éxito de ventas para el constructor de ese tipo de maquinaria. La combinación de funciones IT con la tecnología de automatización en un controlador era y sigue siendo una revolución. El beneficio del uso de esta integración fue reconocido por los constructores de máquinas y los usuarios, que aceptaron encantados esta innovación. De esta forma se podía, por ejemplo, leer datos en medios estándar de IT (floppy disks) directamente en el control de la máquina. En el año 1986 esto representó un verdadero progreso en la productividad.

En los años siguientes, Beckhoff amplió rápida y consecuentemente su concepto de control por PC: funciones NC Multi-ejes y un software PLC completo e integrado hicieron posible el control basado en PC de máquinas e instalaciones altamente complejas. Desde entonces este exitoso concepto prácticamente no ha cambiado: la abstracción de la función de control del hardware de los aparatos y el uso consecuente de las tecnologías «mainstream» del mundo IT para la convergencia con los principios de la tecnología de la automatización conllevan, por un lado, un aumento constante del rendimiento y de funcionalidades y, por otro, una reducción de costes.

El concepto del control por PC es sumamente sencillo: un potente PC industrial, un bus de campo igual de potente al cual le podamos conectar periféricos para los sistemas de sensores y actuadores y un software de control con capacidad de tiempo real para la lógica de control y Motion.





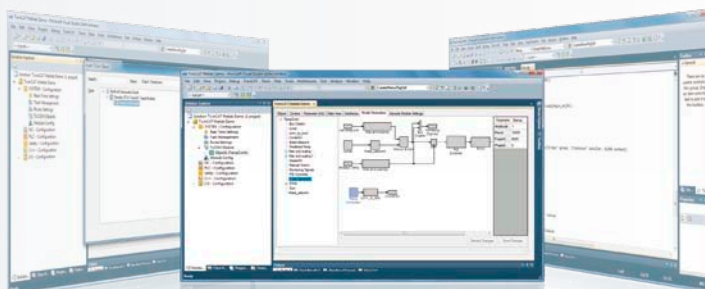
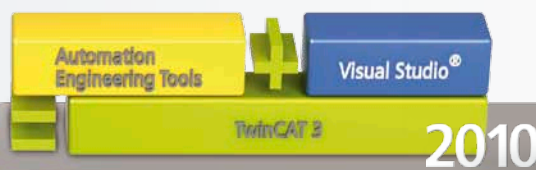
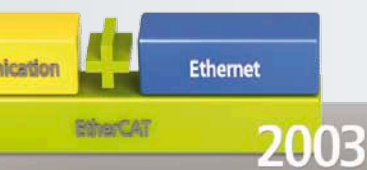
En los últimos 25 años, Beckhoff ha desarrollado otros productos importantes, considerados verdaderas innovaciones, ya que en parte representan por sí mismos una pequeña o gran revolución y además contribuyeron de forma determinante para lograr el estado actual de la automatización basada en PC.

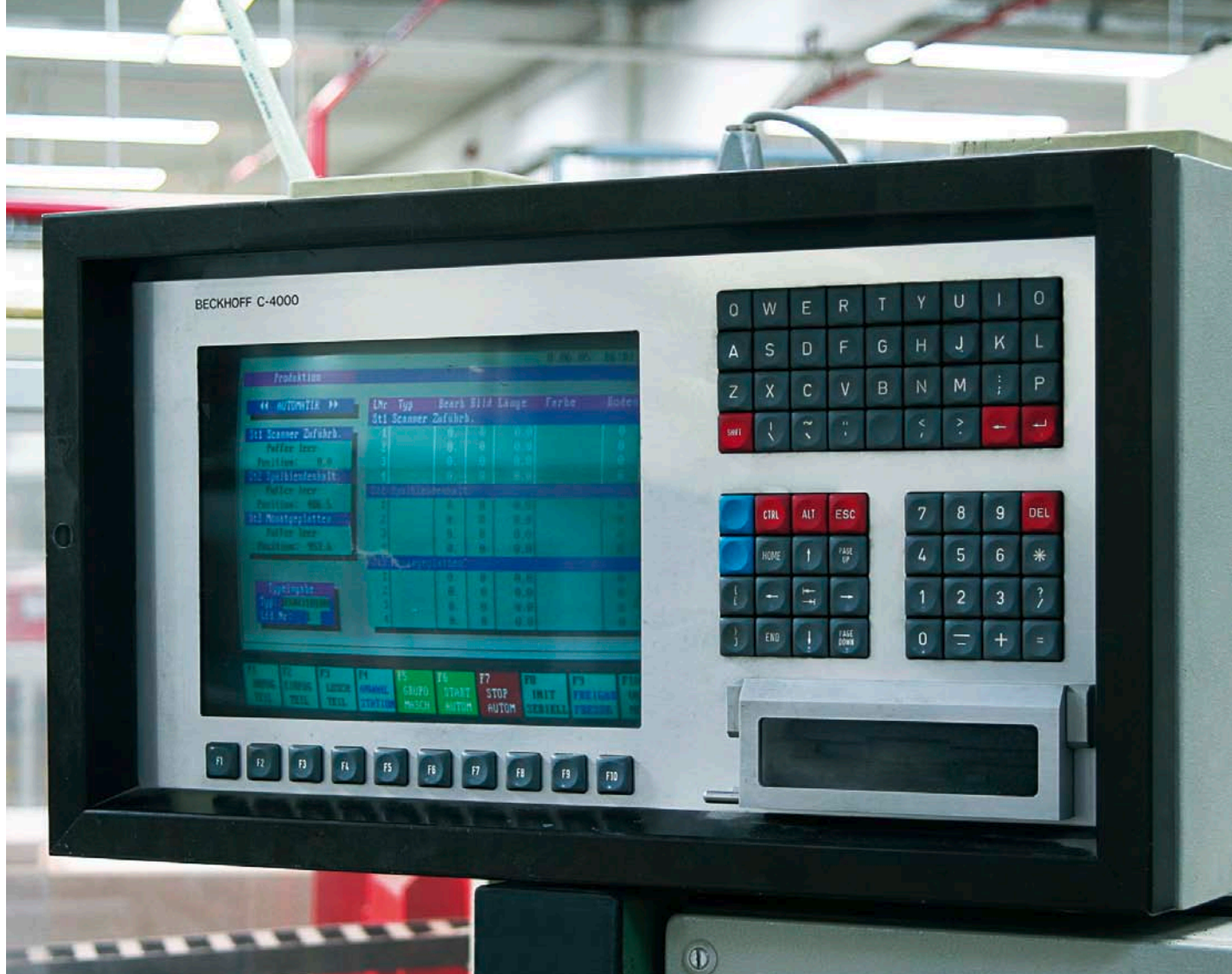
- 1989** | Lightbus – Bus de campo basado en fibra óptica para el acoplamiento de I/O
- 1995** | Terminal de bus – I/O de todo tipo
- 1996** | TwinCAT – Software de tiempo real de automatización estándar bajo Windows
- 2003** | EtherCAT – Ethernet de tiempo real para la automatización
- 2005** | TwinSAFE – Seguridad funcional en entornos no seguros
- 2006** | Scientific Automation – Técnica de medición e ingeniería como componente de control
- 2008** | XFC – Controles ultrarrápidos para máquinas e instalaciones eficientes
- 2010** | TwinCAT 3 – Herramienta de ingeniería y runtime para la automatización modular y orientada a objetos

La tecnología del control por PC ha encontrado una extensa aplicación a nivel mundial. En la construcción de máquinas e instalaciones, en las técnicas de medición y de ensayo, en los aerogeneradores y la producción de energía fotovoltaica, en edificios de oficinas y viviendas unifamiliares, en la técnica de escenarios y en yates de lujo, en la tecnología médica y en los aceleradores de partículas... en todos los sectores, el control por ordenador de Beckhoff es la base para hacer realidad tecnologías de control inteligentes, potentes y fiables.

Y la revolución continúa, impulsada por los desarrollos de hardware y software en IT y la tecnología de automatización.

La tecnología multi-núcleo permite poner a disposición del usuario una capacidad de cálculo prácticamente ilimitada, y las nuevas herramientas de software mejoran la ingeniería. Todos los ingenieros de automatización están llamados a aprovechar este aumento de rendimiento, por ejemplo, para controlar máquinas, instalaciones y edificios de manera más eficiente y con bajo consumo de recursos, y ante todo, para dejarse llevar por la imaginación y aportar su grano de arena a la revolución de los próximos 25 años.





La tecnología del PC con el paso del tiempo

## 25 años de historia del PC en Beckhoff

Desde hace un cuarto de siglo, el ordenador personal (PC) se utiliza como «locomotora de la tecnología de automatización» en Beckhoff. Al mismo tiempo, en el año 2011 el mundo festeja los (tan solo) 30 años de existencia del PC, que ha tenido una influencia marcada en el mundo técnico, el comercial y el privado, y continuará teniéndola.

### El «Big Bang» del PC hace 30 años

En el mundo de la tecnología, tanto 25 como 30 años representan un largo período de tiempo. No obstante, esto tiene la ventaja de que varias generaciones «vivieron» este impresionante desarrollo y pueden contarlos desde su perspectiva personal. Estoy seguro de que los lectores asentirán con la cabeza y encontrarán confirmadas sus propias experiencias en muchos pasajes de este artículo.

En Beckhoff, el desarrollo de los controles basados en PC fue de la mano con el progreso de la tecnología del ordenador personal y encontró su manifestación en numerosos aparatos, que pusieron a disposición del mundo industrial la flexibilidad y universalidad de esta plataforma.

Al final de la década de los 70 y comienzo de los 80 el paisaje informático estaba en auge y presentó una serie de ordenadores que, de alguna forma, pretendían denominarse «Personal Computer» porque realmente esa era la idea: una máquina de cálculo asequible, que transformaba una persona «normal» para aquel entonces, en un entusiasta de la tecnología, se consideraba algo muy personal. A este grupo de ordenadores «domésticos» pertenecían, por ejemplo:

**1979** | Atari 400 (con CPU MOS-6502, 1,77 MHz)

**1980** | Sinclair Z80 (con CPU Z80, 3,25 MHz)

**1981** | Commodore VC 20 (con CPU MOS-6502, 1,10 MHz)

**1982** | Commodore 64 (con CPU MOS-6510, 985 kHz)

Como año de nacimiento del PC, tal cual lo conocemos hoy en día, se considera sin embargo el 1981. Ese fue el año en el que la empresa IBM introdujo en el mercado el primer PC con una CPU x86. El PC de IBM del tipo 5150 estaba equipado con un procesador 8088 de 4,77 MHz. IBM se decidió por este procesador por cuestiones de coste, ya que al contrario de lo que lo sucedía con el ya existente y más potente 8086, este permitía la conexión a una periferia de 8 bits más económica. Además seguramente se querían contrarrestar de algún modo los crecientes éxitos de mercado de los procesadores Z80 y Motorola 68000. El PC de IBM con procesador x86 coexistió en los años 80 con competidores, tanto del ámbito privado como comercial (p. ej. Atari, Apple Macintosh, Commodore Amiga). Sin embargo, la arquitectura x86 se fue imponiendo con el paso del tiempo.

Me acuerdo perfectamente del día en que nuestro club del Z80 se disolvió de forma repentina porque sus miembros se pasaban por bandadas al IBM XT. Las razones fueron por aquel entonces (en el año 1984) más o menos las mismas que hoy en día se dan por sentadas: el PC prometía una comunidad establecida y numerosa con hardware y software compatible y de utilización sencilla, incluyendo además un "gigantesco" disco duro de 10 MB como medio de memoria masiva. Gracias a ello, por fin se terminó la trabajosa tarea de grabar los programas en cassetes de audio.

A este éxito también contribuyó seguramente el nuevo sistema operativo DOS de Microsoft que, por lo visto, encontró su camino al PC de IBM únicamente porque IBM y Digital Research (el fabricante de CP/M) no lograron llegar entenderse sobre la firma de un acuerdo de confidencialidad.

### Intel®: el impulsor del PC

Además de IBM hay un segundo nombre que uno asocia inmediatamente con el PC: se trata de la empresa Intel fundada por Gordon Moore y Robert Noyce en 1968. Poco tiempo después, Andy Grove se asoció con los primeros fundadores y fue Director (CEO) de Intel hasta 1998 y Presidente del Consejo de Administración hasta 2004. Él inició la transformación decisiva que sufrió la empresa Intel de un fabricante de chips de memoria, al desarrollo y la fabricación de procesadores. La abreviatura del nombre de la empresa se deriva de «INTEgrated ELEctronics».

Hoy por hoy, Intel cuenta con 93.000 empleados, repartidos en 151 emplazamientos en 62 países y tiene un volumen de venta de 43 mil millones de dólares 1). Para ello, Intel ha recorrido un largo camino: comenzando por el

primer procesador 4004 (4 bits, 1971) y el sucesor de 8 bits 8008 (1972) hasta el primer procesador de PC 8080 (1974). Se considera que el primer procesador x86 fue el procesador de 16 bits 8086, fabricado en 1978, que por cuestiones de coste (la periferia de 16 bits era por aquel entonces demasiado cara) no encontró su camino al mercado de masas del PC hasta 1979 en una versión reducida de 8 bits, como procesador 8088.

La tabla 1 muestra los principales desarrollos de procesadores, que desde 1985 también se emplearon y en parte se siguen empleando en Beckhoff. Analizando los anchos de estructura y el número de transistores integrados de los procesadores individuales, se vislumbra la validez de la afirmación de Gordon Moore, según la cual el número de transistores en un chip se multiplica por dos aproximadamente cada 18 meses. Una comprobación exacta de este hecho es sin embargo una tarea difícil debido a la numerosa cantidad de derivados introducidos en el mercado de las distintas familias de procesadores. En 2) se puede encontrar un resumen detallado de los procesadores fabricados desde el comienzo por Intel. Intel pone a disposición en 3) una referencia rápida sobre los datos técnicos de los distintos procesadores y chipsets.

Intel jugó y sigue jugando un papel determinante en la invención y especificación de importantes tecnologías de PC, como ISA, PCI, PCI-Express y USB. No obstante, también existen otras interfaces importantes, como DDI, ATA, ATAPI (Western Digital) y SATA (SATA International Org.), que corresponden a otras empresas. Si bien en el pasado numerosas empresas fabricaron procesadores compatibles con la familia x86 (p. ej. IDT, Texas Instruments, SGS Thomson, Cyrix, National Semiconductor, Transmeta, UMC), hoy por hoy solamente las empresas AMD y VIA siguen en el mercado como verdaderos competidores de Intel.



Andreas Thome,  
Product Manager Control por PC,  
Beckhoff Automation



Andreas Thome: «mi "PC" en el año 1983 era un Casio FP1100 con CPU Z80, 3,9936 MHz, con C82 Basic en ROM y CP/M2.2 en disquetes de 5¼ pulgadas, que funciona perfectamente aún hoy en día.»



Un PC IBM 5150, totalmente funcional



## Beckhoff: el PC industrial cumple 25 años

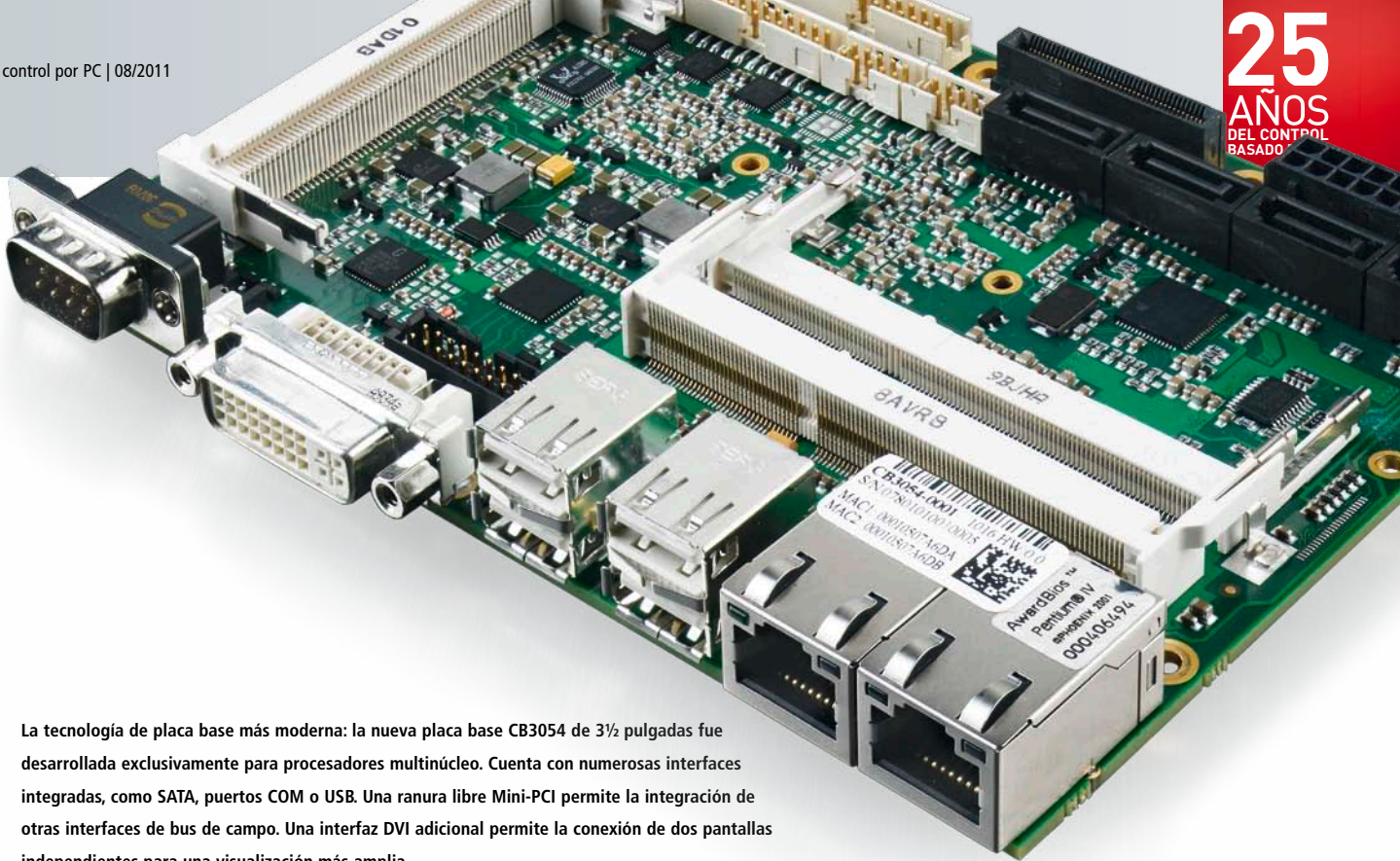
Lo que hoy es una obviedad, en su día fue una idea revolucionaria para la tecnología de control industrial; Beckhoff comenzó en 1986 con la fabricación y aplicación de ordenadores industriales. Esto provocó un cambio de rumbo en la historia de Beckhoff, que dejó atrás los controles fabricados hasta el momento en base a procesadores Motorola 6809 de 8 bits, para pasar a los controladores IPC basados en procesadores x86. Estrechamente ligada a este desarrollo se encuentra la cuestión del registro y salida de señales entre el PC y la máquina. Por este motivo, también se tiene en cuenta en la siguiente enumeración cronológica, el desarrollo de algunas tecnologías y módulos de I/O importantes.

- 1986** | Primeros controladores de Beckhoff basados en PC XT en el campo de las máquinas de mecanizado de madera. Por un lado se trataba de controladores para sierras ingletadoras dobles, es decir, a ambos lados de un listón perfilado se desplazaban las hojas de sierra a la longitud deseada y se realizaban cortes en ángulos, y por otro lado, de máquinas de mecanizado de cantos. Al comienzo, los PC se utilizaban como unidad de mando, cálculo y almacenamiento, el control en tiempo real aún se realizaba con el hardware de Motorola. Pero rápidamente se descubrió que el PC podía asumir todas las funciones de un control. De esta forma, el hardware 6809 adicional resultó superfluo y nació la idea del control multifuncional y en tiempo real por PC.
- 1987** | B5000 – Tarjeta de expansión para PC para la lectura y salida de señales eléctricas para el control de la máquina. La tarjeta contaba con direcciones de memoria o puerto configurables y permitía al PC tener un acceso directo a la imagen de proceso de las señales como I/O paralelo desacoplado del controlador.
- 1989** | C1210 – Tarjeta de interfaz de Lightbus y primeros módulos Lightbus M1000. Es interesante observar que la tarjeta C1210 estaba equipada con un procesador Motorola 6809, pero que, sin embargo, únicamente

se encargaba del funcionamiento del bus de campo por fibra óptica. El procesador del PC asumía la función maestra.

- 1990** | C2000 – Placa base de PC todo en uno con Intel® 386SX, chipset Cirrus e interfaz Lightbus integrada.
- | C1100 – Núcleo de PC de placa única con interfaz a Siemens S5 (tecnología: 80386SX, 82370SX, módulo de puerto 8255, Xilinx XC3030 como interfaz de Lightbus, DPR para S5). Internamente este PC recibía el nombre de «PC de prensas», ya que su campo de aplicación eran las prensas de metal.
- | C1200, C1220 – Tarjetas maestro ISA para Lightbus. C1200 era una tarjeta pasiva (sin procesador propio), mientras que la C1220 estaba equipada con una CPU propia para el procesamiento de los telegramas de Lightbus.
- 1992** | C1600 – Tarjeta de interfaz de Lightbus para PLC de Mitsubishi
- 1993** | C1110 – PC de placa única con interfaz a Siemens S5 (PC completo con 80486DX, controlador de vídeo, disco duro + disquetera, interfaz de Lightbus, DPR a S5)
- 1994** | C1120 – Tarjeta de interfaz de Lightbus para Siemens S5 con procesador Infineon 80C166 y anchura de construcción simple
- 2002** | Desarrollo de una placa base para el PC embebido CX1000 con procesador de semiconductores National SC2200 (luego AMD) compatible con Pentium MMX. El desarrollo de la placa base para este aparato marcó, tras una pausa de varios años, el resurgimiento de Beckhoff en el desarrollo propio de placas base y BIOS, y el comienzo de una serie de PCs embebidos para montaje en guía DIN con conexión directa a terminales de bus I/O.
- 2003** | Nacimiento de EtherCAT, el bus de campo Ethernet de alta velocidad.
- 2004** | Desarrollo de placas base en los formatos CX, 3½", Slot, ATX y PC/104 con chipset 855 y procesadores Intel®-Celeron®-M-/Pentium®-M.
- 2006** | Desarrollo de placas base en los formatos 3½", Slot, ATX y PC/104 con chipset 945 y procesadores Intel®-Core™-Duo-/Core™2-Duo.

Año	Procesador	Bits	Frecuencia	Transistores	Proceso	Nota
1974	Intel® 8080	8 Bit	2 MHz	6.000	6 µm	utilizado en semáforos, cajeros y primeros PCs, p. ej. Altair 8800
1976	Intel® 8085	8 Bit	5 MHz	6.500	6 µm	utilizado p. ej. en máquinas recreativas, prácticamente no utilizado en otros ámbitos
1978	Intel® 8086	16 Bit	4,77 – 10 Mhz	29.000	3 µm	primer procesador «x86», utilizado p. ej. en el Schneider PC 1640
1979	Intel® 8088	16 Bit	4,77 – 8 MHz	29.000	3 µm	más económico que el 8086, utilizado en el PC IBM 5150 acuñó la abreviatura «PC» desde 1981 con 4,77 MHz
1982	Intel® 80286	16 Bit	6 – 12,5 MHz	134.000	1,5 µm	utilizado en el IBM-PC/AT (5170) desde 1984 con 6 MHz
1985	Intel® 80386	32 Bit	16 – 33 MHz	275.000	1 µm	DX contaba con un bus de datos de 32 bits, SX con uno de 16 bits
1989	Intel® 80486	32 Bit	25 – 100 MHz	1.200.000	1 – 0,8 µm	Por fin: una CPU con unidad de coma flotante (FPU) integrada
1993	Intel® Pentium®	32 Bit	30 – 233 MHz	3.100.000	0,8 – 0,35 µm	80586 no se pudo proteger como marca, por eso la transición a la denominación de los procesadores con nombres en forma de texto
1996	Intel® Pentium® MMX	32 Bit	166 – 233 Mhz	4.500.000	0,35 µm	primer Pentium con comandos MMX (MultiMedia eXtension)
1997	Intel® Pentium® II	32 Bit	233 – 450 MHz	7.500.000	0,35 – 0,25 µm	1997 Intel® Pentium® II 32 Bit 233 – 450 MHz 7.500.000 0,35 – 0,25 µm arquitectura P6, no utilizado en Beckhoff, incluido para completar la lista
1998	Intel® Celeron®	32 Bit	300 – 533 MHz	19.000.000	0,25 µm	«Celeron» = variantes de CPU más simples y económicos
1999	Intel® Pentium® III	32 Bit	550 – 1,4 GHz	28.000.000	0,18 µm – 013 µm	primer Pentium con comandos SIMD (Single Instruction/Multiple Data)
2000	Intel® Pentium® 4	32/64 Bit	1,3 GHz – 2 GHz	42.000.000	0,18 µm	arquitectura Netburst, «130 W», primeros procesadores con Intel® 64
2002	Intel® Pentium® 4-M	32 Bit	1,6 GHz – 2,4 GHz	55.000.000	0,13 µm	arquitectura Netburst, «35 W» en vez de procesadores para portátiles «130 W»
2004	Intel® Pentium® M / Celeron® M	32 Bit	600 MHz – 2,26 GHz	144.000.000	0,13 – 0,065 µm	abandono de la arquitectura Netburst, salto atrás hacia la arquitectura P6 como Pentium® Pro/II
2006	Intel® Core™ Duo	32 Bit	1,5 GHz – 2,33 GHz	151.000.000	0,065 µm	introducción del nombre de marca «Core», arquitectura P6 modificada, sin Intel® 64
2006	Intel® Core™2 Duo	32/64 Bit	3 GHz	291.000.000	0,065 µm	microarquitectura Core, primera generación
2007	Intel® Core™2 Quad	32/64 Bit	3 GHz	582.000.000	0,065 – 0,045 µm	microarquitectura Core, primera generación
2008	Intel® Core™ Z510/Z530	32 Bit	1,1 – 1,6 GHz	47.000.000	0,045 µm	CPU «2,5 W» de baja potencia, arquitectura en orden como Pentium®, sin Intel® 64
2011	Intel® Core™ i3,5,7 (Sandy Bridge)	32/64 Bit	1,1 – 3,46 GHz	995.000.000	0,032 µm	microarquitectura Core, segunda generación



La tecnología de placa base más moderna: la nueva placa base CB3054 de 3½ pulgadas fue desarrollada exclusivamente para procesadores multinúcleo. Cuenta con numerosas interfaces integradas, como SATA, puertos COM o USB. Una ranura libre Mini-PCI permite la integración de otras interfaces de bus de campo. Una interfaz DVI adicional permite la conexión de dos pantallas independientes para una visualización más amplia.

**2009** | Desarrollo de placas base en los formatos 3½", ATX y PC/104 con chipset GS45 y procesadores Intel®-Core™2-Duo. Se dejó de producir el factor de forma Slot. En los factores de forma CX, 3½" y PC/104 se utilizó Intel® Atom™ con chipset US15W.

**2011** | Se están desarrollando nuevas placas base con los formatos 3½", ATX y PC/104, con nuevas CPU y chipsets de la generación «Sandy Bridge». En el campo de las CPU Atom™ se introducirán el «Pineview D», así como el «Cedarview» en los productos de Beckhoff.

## El futuro del PC seguirá siendo fascinante.

Sin lugar a dudas, el PC industrial está tecnológicamente vinculado con el desarrollo de los sistemas de PC del mercado comercial. El pasado ha mostrado que siempre se encuentran nuevos procedimientos físico-químicos para reducir las estructuras de los transistores. En este sentido, Intel está sentando precedente con las estructuras (procesadores Ivy Bridge) 22 nm. Si se extrapola el desarrollo temporal de las reducciones de tamaño de los procesadores Intel® (fig. 4) mediante una función exponencial, se puede prever un tamaño de estructura de aproximadamente 15 nm para el año 2015 y de aproximadamente 8 nm para el 2020. Otras estimaciones menos conservadoras ya prevén 11 nm para el año 2015.

Este desarrollo beneficiará la aplicación de procesadores complejos en PC industriales más pequeños y diminutos, pero también, en el otro extremo de la escala de complejidad, impulsará aún más el desarrollo de procesadores multinúcleo y «many-core» (véase artículo de Intel en la página 56). También será posible la integración de todas las funcionalidades de un PC en un único chip. Los primeros pasos hacia el System-on-Chip (SoC) se llevaron a cabo mediante la fusión de la CPU y el «puente norte» en los procesadores Intel® actuales.

Los sistemas de bus internos y externos aumentan su velocidad: mientras que el USB 3.0 con 5 GBit/s ya se encuentra implementado en algunos productos, actualmente se está especificando la 4ª generación de PCI Express, que presenta una velocidad de datos teórica de 16 GT/s (gigatransferencias por segundo, que corresponde a una velocidad bruta de datos de 16 Gigabit/s) y que pre-

visiblemente se implementará en el año 2015 en CPU y chipsets. Para los PC industriales, esto significa que los datos de proceso pueden ser traspasados y procesados de forma aún más rápida. Esto, en combinación con rápidos procesadores multinúcleo y rápidos sistemas de bus de campo como EtherCAT, abre el camino de la automatización a métodos científico-ingenieros basados en valores de medición más precisos y rápidos. Beckhoff ha creado para ello la expresión «automatización científica».

Microsoft ha causado un verdadero shock al anunciar que el siguiente sistema operativo, Windows 8, también estará disponible para procesadores ARM. Se espera conocer más detalles al respecto a finales de 2011. Este anuncio podría desacoplar el actual término «PC» de la arquitectura x86, y nuevamente se plantea la pregunta ya planteada en 1980: ¿Y esto es un PC? Por supuesto que sí.

<sup>1)</sup> Fuente: Intel Corporate Overview June 2011

<sup>2)</sup> <http://www.intel.com/pressroom/kits/quickreffam.htm>

<sup>3)</sup> <http://ark.intel.com>

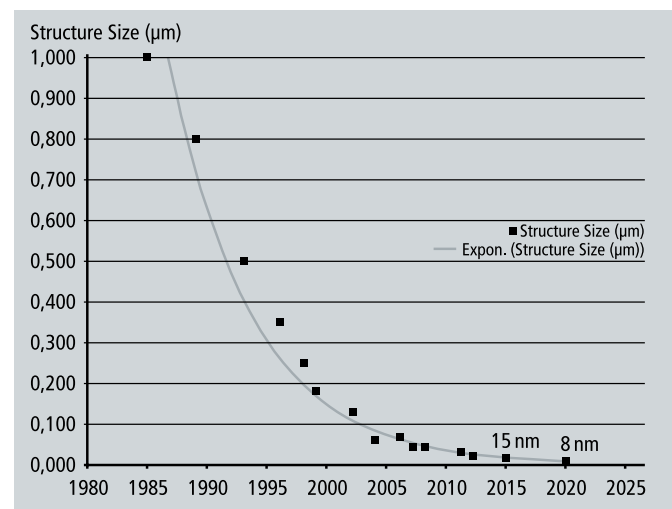


Fig. 4: Estimación del futuro tamaño de estructura de los chips.





## El software le da vida al control basado en PC

Beckhoff tuvo la idea de utilizar un PC como unidad de control en el año 1986. Hace 25 años se decidió integrar una disquetera en los controladores desarrollados hasta entonces por Beckhoff con procesadores Motorola. Ya que esta tarea no era fácil de solucionar, se decidió utilizar el PC como CPU, contando de esta forma automáticamente con una disquetera. Tal como quedaría demostrado en el desarrollo posterior, el PC como CPU (Central Processing Unit) brindaba muchas más ventajas para el control y Motion Control: una vez escrito, el software para el control, Motion y HMI puede traspasarse de forma sencilla de una generación de procesadores a otra. De esta forma, el aumento de rendimiento de los procesadores en el mercado de los PC pone a disposición de los usuarios cada vez más potencia, sin que se requieran grandes adaptaciones del software de automatización. Un control basado en PC requiere un PC que actúe como CPU y un bus de campo, con el cual se puedan leer y escribir datos de entrada y salida. Sin embargo, es el software lo que le da vida al PC.



## S1000 y S2000 – PLC y Motion Control bajo DOS

Con las primeras plataformas de software de control ejecutables en PC S1000 y S2000, Beckhoff puso a disposición de sus clientes ya desde 1988 funciones de PLC y Motion Control, CNC inclusive. Miles de máquinas de los más diversos sectores se automatizaron con el software S1000 y S2000. La capacidad de tiempo real de los PCs bajo el sistema operativo DOS se realizó mediante una ampliación de tiempo real desarrollada por la propia empresa Beckhoff. La programación del control propiamente dicho se realizó en un lenguaje de programación similar al Step 5. Ya en aquel entonces se podían escribir partes de la aplicación, como por ejemplo, la visualización, en el lenguaje de programación C.

## TwinCAT – The Windows Control and Automation Technology

Beckhoff comenzó la transición al sistema operativo Windows y hacia una nueva filosofía de programación en 1995. Desde la introducción de TwinCAT, en el año 1996, el usuario tiene a su disposición todo el mundo de la automatización, desde el nivel I/O y el PLC y Motion, hasta el CNC. TwinCAT además hace realidad el tiempo real, es decir, la ejecución de tareas determinística y prácticamente libre de jitter, en un PC con sistema operativo Windows. Beckhoff ha tenido muy presente el desarrollo de tiempo real desde el comienzo por su cuenta y por lo tanto ha mantenido los conocimientos siempre en su mano. Sólo mediante el elevado determinismo del tiempo real es posible realizar el ajuste de un eje en menos de un milisegundo en un sistema operativo que no es de tiempo real, como Windows XP.

En base al tiempo real, los controladores de los distintos buses de campo representan la conexión con el mundo exterior. Además del bus de campo de Beckhoff Lightbus, las primeras versiones de software ya eran compatibles con PROFIBUS, CANopen y DeviceNet; hoy por hoy son compatibles con 18 sistemas de bus de campo distintos. Gracias al concepto de asignaciones entre las distintas imágenes de proceso ya presente en las primeras versiones, el desarrollo e integración de nuevos buses de campo fue fácil de realizar. Cada bus de campo tiene una propia imagen de proceso con entradas y salidas. Lo mismo es válido para el PLC y el Motion Control: entre el software y el hardware hay que realizar vinculaciones de variables. Estas asignaciones se actualizan en los ciclos de las tareas conectadas, es decir, que los valores de las variables se copian de una imagen de proceso a la otra. El desacoplamiento de dispositivos de software y buses de campo permite mediante un simple «recableado» cambiar de un bus de campo a otro sin tener que realizar adaptaciones en el software.

El software de aplicación propiamente dicho, se realiza generalmente en el PLC. La programación se realiza en los lenguajes estandarizados del IEC 6113-3. Además de dos idiomas textuales, lista de instrucciones (IL) y texto estructurado (ST), también se tienen a disposición los lenguajes gráficos, Ladder (LD), diagrama de bloques funcionales (FBD) y diagrama secuencial de funciones (SFC). El IEC 61131-3 suministra además una arquitectura de software que se puede conectar perfectamente con las propiedades de tiempo real del sistema TwinCAT. La norma define tareas y programas, que pueden ser conectadas directamente con las tareas de tiempo real.

Motion Control bajo TwinCAT significa en primera instancia el dominio completo de ejes individuales. Cada eje se representa en el software mediante un objeto de eje virtual, que asume la generación del valor nominal, el escalado y la regulación. En el caso de simulación (siempre automáticamente disponible en TwinCAT) los valores de salida de los ejes se igualan a los valores de entra-





Gracias a la posibilidad de poder ejecutar los módulos TwinCAT en los núcleos de CPU multinúcleo, TwinCAT 3 está preparado para el futuro y representa la base para los próximos años de la tecnología de control basada en PC.

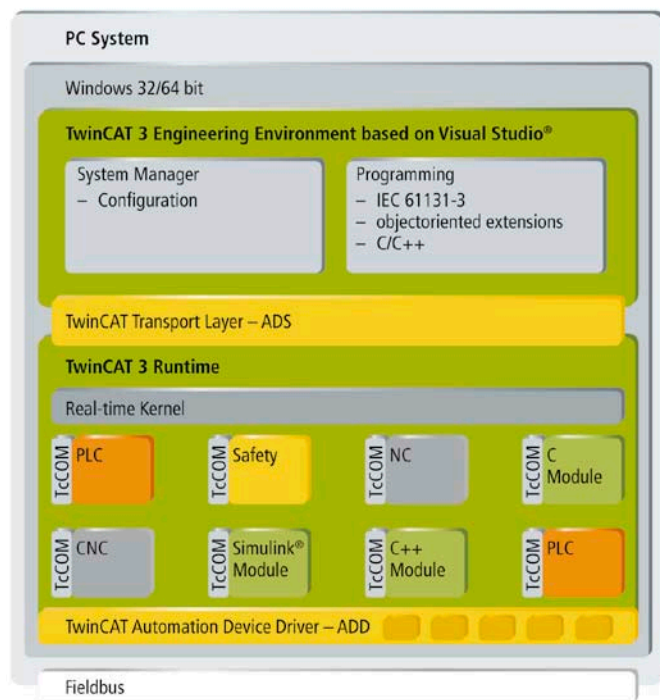
da. El objeto de eje también asume la tarea de acoplar el eje real. Los objetos de eje pueden abstraer diferentes tipos de eje con distintas interfaces de bus de campo. Las capas de abstracción permiten que el usuario de TwinCAT pueda cambiar fácilmente entre distintos tipos de eje sin modificar el código PLC. El movimiento de un eje desde una aplicación PLC puede realizarse tanto en un servoeje a través de EtherCAT como en un eje paso a paso a través de PROFIBUS. Además, en TwinCAT hay disponibles otras funciones para el acoplamiento de ejes: los acoplamientos lineales se llevan a cabo con el «Gearing», los no lineales con las bibliotecas TwinCAT «Camming» o «Sierra volante». Todos estos acoplamientos se controlan desde el PLC a través de módulos de funciones para aplicaciones de Motion Control, que fueron estandarizadas por la asociación PLCopen. Beckhoff colaboró activamente en el diseño de esta casi-norma. El comportamiento y el aspecto unificado a nivel mundial de estos módulos llevaron a una rápida expansión de este estándar. Actualmente se está trabajando en nuevas estandarizaciones.

La madre de todas las disciplinas en el sector del Motion Control es el procedimiento de ejes interpolantes, en el cual varios ejes se mueven en conjunto de forma interpolada. Los campos de aplicación son, por ejemplo, los clásicos centros de mecanizado para madera y metal, pórticos y, por supuesto, robots. En el sistema TwinCAT hay disponibles dos niveles para la interpolación. Con TwinCAT NC I se pueden interpolar hasta tres ejes al mismo tiempo y conducirse hasta cinco ejes auxiliares en la vía. La programación de la vía, es decir, el movimiento de los ejes en el espacio se realiza por lo general según DIN 66025. Para ello se definen segmentos de la vía mediante los denominados comandos G. La programación se puede realizar en el sistema NC-I pero también en el PLC y tiene la ventaja de ser más fácil de aprender para programadores de PLC. Con el nivel CNC de TwinCAT se pueden interpolar simultáneamente hasta cinco ejes. En el paquete de software CNC hay disponible una serie de opciones utilizadas frecuentemente en centros de mecanizado, tales como la funcionalidad de transformación y la tecnología de corte de alta velocidad.

### TwinCAT 3: revolución y evolución

En el año 2010 se presentó con TwinCAT 3, la última generación de TwinCAT, una arquitectura totalmente nueva, denominada eXtended Automation. Una revolución en el campo de la ingeniería es el empleo de Microsoft Visual Studio® como marco de las herramientas de ingeniería TwinCAT. Visual Studio®, conocido y aceptado a nivel mundial, integra los componentes TwinCAT para configuraciones de sistema y programación de PLC y permite el empleo de lenguajes existentes, como C y C++, para tareas en tiempo real. De esta forma se pueden aprovechar los extensos códigos fuente existentes en C/C++. También los lenguajes de programación .Net, como C# o VB.Net están disponibles en el mismo entorno de programación para aplicaciones que no son en tiempo real. Para el usuario esto significa una ingeniería continuada: Visual Studio® conforma el marco común para todos los lenguajes y todos los configuradores. Adicionalmente se dispone de una serie de complementos para Visual Studio®, como por ejemplo la posibilidad de control de código fuente. Todos los códigos fuente de todos los lenguajes de programación, da-





Arquitectura del software de automatización TwinCAT 3

tos de configuración inclusive, se pueden administrar completamente en una base de datos de código fuente. Gracias a ello, se simplifica enormemente la gestión de versiones y la solución de errores en un equipo de programadores.

### No se puede prescindir de Matlab®/Simulink® en el sector universitario.

TwinCAT 3 ofrece la posibilidad de ejecutar códigos de Matlab®/Simulink® directamente en tiempo real. Para el desarrollo de reguladores o para la simulación están disponibles una serie de diversos cuadros de herramientas para Matlab®/Simulink®, que simplifican enormemente el desarrollo. Mediante el TwinCAT Target y a través del Realtime Workshop se genera el código en C o C++, que se compila con la ayuda del compilador C de Microsoft. Adicionalmente se genera un archivo de descripción basado en XML. El archivo de descripción y el código compilado se pueden integrar en cualquier sistema TwinCAT 3, incluso sin tener Matlab®/Simulink® instalado. En el sistema TwinCAT se puede visualizar la estructura de la red de Matlab®/Simulink® y modificar sus parámetros.

Hasta el momento, la orientación a objetos solo estaba disponible de forma rudimentaria en la programación de PLC. Esto cambiará por completo con TwinCAT 3: ahora todas las funciones para poder utilizar códigos PLC orientados a objetos están disponibles. Además de la definición de clases y métodos existen la herencia y las clases virtuales (interfaces). Estas estructuras, bien utilizadas, están pensadas para aumentar la calidad del software de PLC y disminuir los costes de la ingeniería. En la tercera edición de IEC 61131-3,



Dr. Josef Papenfort, Product  
Manager de TwinCAT, Beckhoff  
Automation

la orientación a objetos se manifestará como estándar a nivel mundial.

En TwinCAT 3 se adoptó ampliamente de la versión anterior, la eficiente configuración de I/Os y de los ejes mediante el TwinCAT System Manager, así como el Sistema Motion Control. También se adoptó la ampliación del tiempo real de Beckhoff para sistemas operativos Windows, pero ampliada a la posibilidad de distribuir funciones en los núcleos de una CPU multinúcleo. Mediante la configuración, el usuario puede determinar las funcionalidades que corren en cada núcleo. De esta forma el rendimiento de las nuevas CPU multinúcleo está completamente a disposición del usuario.

Con TwinCAT 3, Beckhoff también ha impulsado la estandarización de módulos de tiempo real. De forma similar a lo que ocurre con EtherCAT, todos los módulos de software cuentan con interfaces y una máquina de estados normalizada. Los módulos de tiempo de ejecución TwinCAT obedecen al TwinCAT Component Object Model (TcCOM). De forma similar al COM para la programación en Windows, los módulos de tiempo real pueden poner sus métodos a disposición de otros módulos. Esta estandarización garantiza que los módulos de tiempo de ejecución, que fueron escritos en diferentes lenguajes, puedan actuar entre sí. Los módulos de tiempo de ejecución pueden ser ejecutados cíclicamente de forma directa por las tareas o ser llamados por otros módulos. De esta forma, por ejemplo, un módulo PLC puede utilizar directamente un regulador escrito en Matlab®/Simulink®.

### Resumen

Desde hace 25 años, Beckhoff pone a disposición de sus clientes paquetes de software con los cuales se pueden automatizar máquinas e instalaciones. Siempre teniendo en cuenta, tanto la evolución de cada sistema operativo nuevo, como el continuo aumento de potencia de los procesadores. Especialmente con TwinCAT 3, Beckhoff ha establecido una nueva revolución. En la ingeniería se dio especial importancia a la creación eficiente del software de aplicación. Para cada problema se puede elegir el lenguaje de programación óptimo, reduciendo los costes de ingeniería.

Gracias a la posibilidad de poder ejecutar los módulos TwinCAT en los núcleos de CPU multinúcleo, TwinCAT 3 está preparado para el futuro y representa la base para los próximos años de la tecnología de control basada en PC.

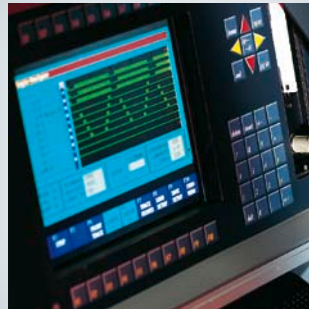
TwinCAT [www.beckhoff.es/TwinCAT](http://www.beckhoff.es/TwinCAT)



# 25 años de control por PC: de la idea al estándar mundial



μC-based Control



PC-based Control



1980 1981 1982 1983 1984 1985

1987

## 1986

Beckhoff suministra el primer control de máquina basado en PC.

### Microprocesador Intel® 386™

- 32 bits
- 275 000 transistores

## 1988

S1000: PLC/CN de software en el PC (DOS)

### MS DOS 3.3

- 3½ pulgadas, 1,44 MB HD Disquetera
- posibilidad de partición del disco duro

## 1989

Lightbus: Bus de campo basado en fibra óptica para el acoplamiento de I/O

### Microprocesador Intel® 486™

- 1,2 millones de transistores
- Mathemat integrado

## 1990

C2000 : Placa base de PC todo en uno



PC-based Control

1991

1992

1994

1997

1993

**S2000:**  
 PLC/CN/CNC  
 de software  
 en el PC (DOS)

1995

**Terminales  
 de bus: I/O**

1996

**TwinCAT:**  
 Software de  
 tiempo real de  
 automatización  
 estándar bajo  
 Windows

1998

**CP-Link:**  
 monitores  
 separados  
 hasta 100 m  
 del IPC

**MS DOS 5.0**

- memoria RAM adicional disponible: HMA, EMS, XMS
- particiones de disco duro más grandes: 2 GB en lugar de 32 MB

**Procesador Intel® Pentium®**

- 3,1 millones de transistores
- unidad de coma flotante (FPU) integrada

**MS DOS 6.22**

- Compresión de discos DrvSpace

**Windows 95**

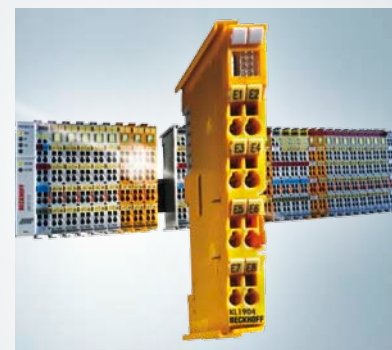
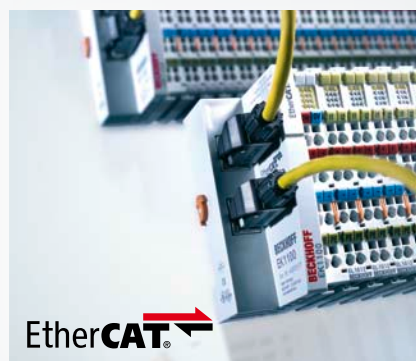
- sistema operativo de 16/32 bits
- moderna interfaz gráfica de usuario

**Windows NT 4.0 Workstation**

- interfaz gráfica de usuario similar a Windows 95
- sistema operativo de 32 bits exclusivamente
- protección de memoria mediante espacios separados de direcciones
- moderno sistema de archivos NTFS
- compatible con multi-CPU

**Procesador Intel® Celeron®**

- 7,5 millones de transistores



PC-based Control

2000

2001

2004

1999

**Feldbus Box:**  
los compactos  
módulos IP 67

2002

**CX1000:**  
PC embebido:  
PC industriales  
modulares  
para guía DIN

2003

**EtherCAT:**  
Ethernet de tiempo  
real para la auto-  
matización

2005

**TwinSAFE:**  
La solución de se-  
guridad compacta

**AX5000:**  
Servoamplificador  
EtherCAT

**Procesador Intel®  
Pentium® III**  
■ 28 millones  
de transistores

**Procesador Intel®  
Pentium® 4**  
■ 42 millones  
de transistores

**Procesador Intel®  
Pentium® 4 M**  
■ 55 millones  
de transistores

**Procesador de  
red Intel® IXP420**  
■ procesador Sytem  
on-Chip integrado

**Windows 2000**  
■ Compatibilidad  
USB  
■ Plug and Play  
para PCI y USB

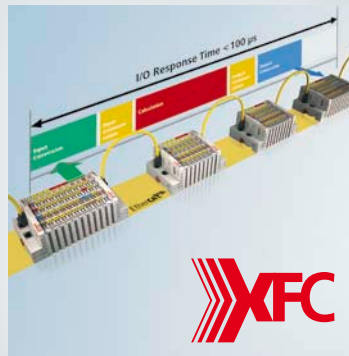
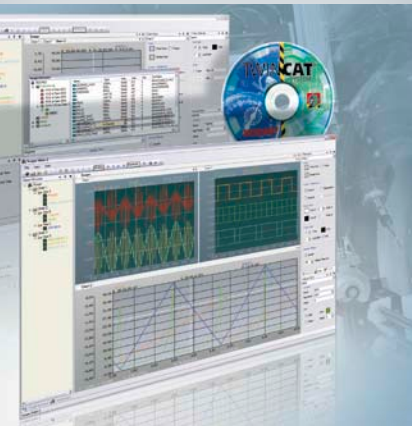
**Windows  
Embedded CE 3.0**  
■ Soporta tiempo  
real

**Windows XP**  
■ Plug and Play mejorado  
■ nuevo diseño de interfaz gráfica  
■ cortafuegos  
■ rápido cambio de usuario

**Windows Embedded CE 4.2**  
■ interfaz gráfica de usuario  
■ sistema operativo de tiempo real con 256 prioridades  
de subprocesos, 32 procesos, 32 MB de espacio de  
direcciones por proceso, «infinita cantidad de v subprocesos»  
■ requerimiento de memoria escalable, mínimo 400 kB

**Windows Embedded CE 5.0**  
■ compatibilidad de hardware  
mejorada  
■ sistema de archivos TFAT no  
volátil, basado en transacciones





PC-based Control

2007

2009

2011

**2006**

**Scientific Automation:**  
Técnica de medición e ingeniería como componente de control

**2008**

**XFC:**  
Controles ultrarrápidos para máquinas e instalaciones eficientes

**2010**

**TwinCAT 3:**  
Herramienta de ingeniería para la automatización modular y orientada a objetos

**Procesador Intel® Core™2 Duo**

- CPU multinúcleo
- 291 millones de transistores

**Procesador Intel® Core™2 Quad**

- CPU multinúcleo
- 582 millones de transistores

**Procesador Intel® Celeron®**

- 105 millones de transistores

**Procesador Intel® Atom™**

- diseño económico y energéticamente eficiente
- 47 millones de transistores

**Procesador Intel® Xeon®**

- CPU de 8 núcleos

**Windows Embedded CE 6.0**

- aumento del número disponible de procesos a 65 535
- espacio de direcciones virtual por proceso aumentado a 2 GB

**Windows 7**

- funciones de seguridad mejoradas contra ataques de malware
- nuevo diseño de interfaz gráfica
- orientación confortable del usuario
- versión de 64 bits

**Windows Embedded Standard 7**

- sistema escalable
- footprints más pequeño
- soporte de lenguajes instalable
- características embebidas, p. ej. EWF (Enhanced Write Filter)

**Windows Embedded Compact 7**

- compatible con multi-CPU
- Silverlight para Windows Embedded

Entrevista sobre los 25 años de la tecnología de control basado en PC

## Trabajo pionero de éxito

Pionero del control por PC:  
Hans Beckhoff,  
director-gerente de  
Beckhoff Automation

Beckhoff presentó el primer control de máquina basado en PC en el año 1986, es decir hace ya un cuarto de siglo, y abrió de esta forma el camino de las IT hacia el entorno de la producción industrial. Stefan Ziegler, redactor jefe de «Elektro Automation», entrevistó con motivo de este aniversario a Hans Beckhoff, fundador de la empresa y principal estratega sobre el desarrollo histórico y el potencial de futuro de la tecnología del PC industrial.

**Elektro Automation: Sr. Beckhoff, 25 años de control basado en PC; la enhorabuena resulta ahora muy fácil, sin embargo al comienzo seguramente las miradas perplejas estaban a la orden del día. ¿Cómo veía usted la situación en aquel entonces?**

**Hans Beckhoff:** Así es, en el año 1986 ya suministramos el primer control basado en PC. La presentación al público en general fue en 1990 en la feria de Hanóver. Durante cuatro años probamos la nueva tecnología junto a muchos de nuestros clientes, entre otros, de la industria del mecanizado de la madera y la industria de la fabricación de ventanas. Esta colaboración a media escala fue en parte determinante en el desarrollo exitoso del control por PC. Nuestros clientes descubrieron las ventajas de la tecnología de control basada en PC y confiaron en nosotros. Así fue cómo las características del PC en nuestra tecnología de control fueron rápidamente aceptadas. De la noche a la mañana los disquetes podían utilizarse directamente en la máquina para la introducción de datos; esto representó un gran avance que hasta entonces era inviable con la tecnología de control estándar utilizada. Además, el PC ofrecía una potencia de cálculo muy elevada, que permitía, por ejemplo, ejecutar programas de optimización para el corte de material directamente en el control de la máquina, lo que también representó una novedad. Nosotros contábamos con un rendimiento mucho mayor al que se podía alcanzar con la tecnología de control normal de aquel entonces.

En los años siguientes, ampliamos rápida y consecuentemente nuestro concepto de control por PC: la funcionalidad de CN de ejes múltiples y el software PLC completo e integrado hicieron posible el control basado en PC de máquinas e instalaciones altamente complejas. En 1990 la tecnología de control por PC estaba lo suficientemente desarrollada y Beckhoff presentó el concepto por primera vez al público en general en la feria de Hanóver. Los expertos estaban sorprendidos e impresionados, pero lo veían con escepticismo. Sin embargo, el alto rendimiento y también la valoración de los precios convencieron rápidamente a muchos clientes. Desde la feria de Hanóver, el control por PC se ha ido imponiendo a nivel mundial como una tecnología estándar de la automatización y ha impulsado el crecimiento de Beckhoff, de sus 40 empleados de entonces a los más de 2000 de hoy en día.

**¿Cómo surgió la idea por aquel entonces de desarrollar una tecnología de control basada en PC?**

**Hans Beckhoff:** Fundamos la empresa en el año 1980 y comenzamos con controles de Motion de 1, 2 y 3 ejes basados en microprocesadores, combinados con PLC estándar. A medida que los planteamientos de tareas de los constructores de máquinas se volvieron cada vez más complejos, los sistemas de un procesador ya no eran suficientes y desarrollamos

sistemas de varios procesadores completos con tarjeta gráfica y sistema de bus propios. Gracias a ello, Beckhoff contaba en el año 1984 con una excelente plataforma de control y tuvo bastante éxito, comercialmente hablando. El desarrollo económico posterior estaba por lo tanto asegurado. Luego, sin embargo, vimos un posible cambio de paradigmas. Nos dimos cuenta de que nuestro hardware de Motion se podía sustituir por software en un ordenador de uso general. El verdadero desencadenante del concepto de control por ordenador fue un cliente para el cual debíamos integrar un disco duro para el almacenamiento de datos en nuestro control de microprocesadores. En aquel entonces considerábamos la idea de desarrollar un propio controlador de disco duro una tarea muy compleja. En lugar de eso, decidimos «ocultar» en el cuadro de control uno de los nuevos PC XT presentados por IBM y lo acoplamos a través de una interfaz serie a nuestro control de microprocesadores. El resultado fue un control de máquina basado en microprocesador en un procesador de 8 bit y una frecuencia de reloj de 2 MHz, combinado con un controlador de disco duro en forma de PC de 16 bit con 8 MHz de frecuencia de reloj y ya en aquel momento con un monitor a color. Esta discrepancia en los datos de rendimiento nos llevó a pensar en intercambiar el papel jugado

«El concepto del control por PC es sumamente sencillo: un potente PC industrial, un circuito de bus de campo igual de potente, periféricos conectados a estos para los sistemas de sensores y actuadores y un software de control con capacidad de tiempo real para el control Motion y lógico, más no se necesita.»

por el PC y el control de la máquina. De esta forma surgió la idea de traspasar nuestros conocimientos de software del mundo de los microprocesadores al PC. La arquitectura de PC resultó poseer una capacidad de tiempo real asombrosamente buena y ser apta para el uso industrial, de forma que medio año más tarde ya presentamos los primeros controles de máquina basados en PC.

¿La imagen de poca fiabilidad de los PC de oficina no tuvo ninguna importancia?

**Hans Beckhoff:** Eso naturalmente era un tema constante de discusión, pero nuestros primeros controles por ordenador en el año 1986 ya demostraron su idoneidad en el duro día a día de la producción industrial. Además, el PC contaba con increíbles ventajas en comparación con el controlador normal: además de la potencia de cálculo, la integración de la comunicación TI, excelentes HMI y su arquitectura abierta, pero especialmente, espacio disponible de memoria. En aquel entonces, incluso 32 kbytes para un PLC eran prácticamente impagables y el PC ponía a disposición 640 Kbytes, de los cuales casi la mitad podían ser utilizados como memoria de PLC. Para los constructores de máquinas esto fue como una verdadera liberación. Además, gracias a la elevada potencia de cálculo y los cortos tiempos de ciclo se podían realizar, no solo máquinas de 3 ejes, sino también de 12 ejes. Para los tiempos que corrían, esto representaba una verdadera sensación, ya que los controladores de 12 ejes eran en realidad impagables, pero en nuestro sistema de control solo un pequeño trozo de software. Tecnológicamente hablando estábamos tan avanzados que muchos clientes nuevos estaban dispuestos a correr el «aparente» riesgo que suponía la utilización de un PC.

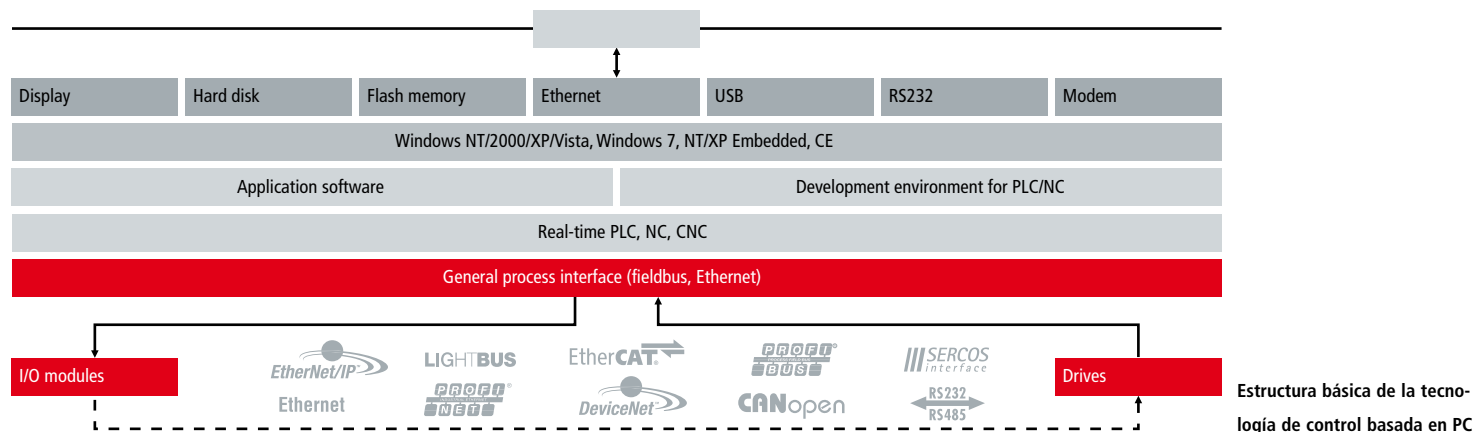
¿El traspaso del software al PC significó el fin del desarrollo de la tecnología de control basada en microprocesadores?

**Hans Beckhoff:** Naturalmente siempre continuamos actualizando nuestras series de productos. En este sentido, la tecnología de control basada en microprocesador se continuó desarrollando activamente, aunque a menor escala, hasta 1989 y se sigue suministrando incluso hoy en día. A partir de 1985 hemos realizado un cambio de paradigmas relativamente pronunciado, es decir, hemos desarrollado software de PC y concentramos nuestro desarrollo de hardware en tarjetas de expansión para PC. Este tipo de cambio de paradigmas, es decir, cuestionar un producto existente y comenzar una nueva línea de productos, ocurrió varias veces en la historia de nuestra empresa. Por ejemplo, el perfeccionamiento de los módulos de bus de campo desarrollados desde 1988 hasta 1994 se fue abandonando consecuentemente, una vez que la idea de los terminales de bus modulares estuvo lo suficientemente desarrollada en el año 1993. Lo bueno a veces tiene que dejar lugar a lo mejor. Pero naturalmente continuamos suministrando los módulos de bus de campo hasta el día de hoy. La tecnología del PC y también la correspondiente tecnología de bus de campo se caracterizan principalmente por prolongados ciclos de vida, una buena característica para todos los usuarios, que nosotros mismos no vimos así desde el comienzo. El exitoso concepto del control por PC no ha sufrido cambios importantes desde entonces: la abstracción de la función de control del hardware de los aparatos y el uso consecuente de las tecnologías «mainstream» del mundo IT para la convergencia con los principios de la tecnología de la automatización conllevan, por un lado, un aumento constante del rendimiento y de funcionalidades y, por otro, una reducción de costes. El concepto del control por PC es sumamente sencillo: un potente PC industrial, un circuito de bus de campo igual de potente, periféricos conectados a estos para los sistemas de sensores y actuadores y un software de control con capacidad de tiempo real para el control Motion y lógico, más no se necesita. En los últimos 25 años, Beckhoff ha desarrollado otros productos importantes, considerados verdaderas innovaciones, ya que en parte representan por sí mismos una pequeña o gran revolución y además contribuyeron de forma determinante para lograr el estado actual de la automatización basada en PC.

Elektro Automation: Desde el controlador PC y el terminal de bus hasta el Ethernet industrial han sucedido muchas cosas. ¿Cuáles han sido desde su punto de vista los hitos más importantes de estos 25 años de control basado en PC?

**Hans Beckhoff:** El primer verdadero hito tuvo lugar naturalmente en 1986 con la presentación de la tecnología de control basada en PC, seguido de la introducción del primer sistema de bus de campo, nuestro propio bus de fibra óptica Lightbus en el año 1989. Con una velocidad de transferencia de 2,5 MBaud, estructura de bus de anillo y determinismo rígido, era muy avanzado para su época y por aquel entonces ya podía procesar 1000 entradas/salidas por milisegundo o controlar ejes en tiempo real. Durante el desarrollo aprendimos mucho sobre comunicaciones y algún que otro principio de funcionamiento del Lightbus se encuentra hoy en día en EtherCAT. En 1988 se alcanzó un nuevo hito con el software S1000 de programación libre y compatible con Step 5, que sirvió de plataforma de trabajo para los próximos seis años. En 1996 le siguió la generación de software TwinCAT desarrollada para sistemas basados en Windows.





Para mí personalmente también fue esencial nuestra primera placa base propia para PC del año 1990. Como placa todo en uno con coprocesador FPU (en aquel entonces era aún un chip propio), gráfica integrada, disco ROM e interfaces de comunicación y de bus de campo, representaba un PC con una sola placa y, por lo tanto, un control de máquina de una "single-board", lo que hoy en día es algo estándar, pero en aquel momento era un poco adelantado para la época.

El siguiente gran paso se dio seguramente en 1995 con el terminal de bus, con el cual tomamos la idea de un terminal de serie eléctrico, que transformamos en un terminal de serie electrónico. Desde nuestro punto de vista, con ello introdujimos al mercado un desarrollo, no sólo evolutivo, sino también revolucionario, ya que consideramos que influyó a nivel mundial y de forma duradera en las formas constructivas de la automatización. Un desarrollo de similar importancia es el Control-Panel-

«Desde hace 25 años estamos convencidos de la convergencia de las IT y la técnica de automatización y pensamos que el paso siguiente y consecuente consiste en que la técnica de medición y la programación en C también se transformen en una parte estándar de la automatización.»

Link (CP-Link) del año 1998. Esta forma simple de conectar monitores situados a gran distancia mediante dos cables coaxiales al PC ha ayudado enormemente a la tecnología del control por PC en cuanto a su robustez en la aplicación práctica.

Desde nuestro punto de vista presentamos otra revolución técnica en el año 2003: EtherCAT: Ethernet for Control Automation Technology. EtherCAT muestra el potencial de la idea de unificar las IT y la automatización, es decir de aprovechar la convergencia de las tecnologías. Beckhoff reflejó toda su experiencia en el campo del tiempo real, de las comunicaciones y de I/O en EtherCAT, y lo puso a disposición para ser utilizado a nivel mundial. Hoy por hoy, EtherCAT es una estándar mundial normalizado por IEC; la comunidad de usuarios comprende 1700 miembros industriales y continúa creciendo. EtherCAT ayuda a diario a desplazar los límites de la tecnología de la automatización; EtherCAT brinda las bases para los controles de máquina más potentes, que luego automatizan máquinas e instalaciones de forma eficiente y con bajo consumo de recursos.

En 2005 llegó el siguiente hito con TwinSAFE. TwinSAFE, es decir, comunicación relevante para la seguridad en entornos de comunicación

industriales no seguros, es la base para la integración de la tecnología de control y de seguridad en una arquitectura de sistema. Pensamos que este desarrollo es extremadamente importante y en el futuro seguiremos impulsando precisamente las tecnologías de seguridad.

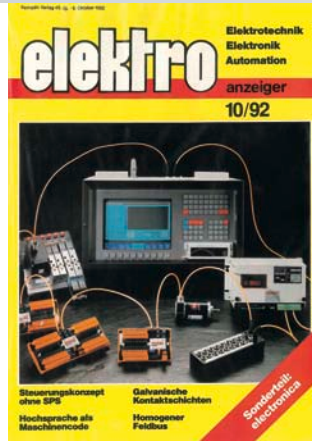
Dos recientes tecnologías de Beckhoff me producen personalmente una gran satisfacción: XFC (eXtreme Fast Control) y Scientific Automation. XFC permite una tecnología de control ultrarrápida, mediante la cual se puede reducir el tiempo de ciclo a 100 µs, mejorando de esta forma los límites de la tecnología de control en un orden de magnitud. Scientific Automation permite la integración de la técnica de medición y de los conocimientos de la ciencia de la ingeniería en la tecnología de control y abre, por lo tanto, nuevos campos de trabajo para el perfeccionamiento tecnológico de la tecnología de automatización.

En 2010 presentamos TwinCAT 3, que representó nuevamente un gran paso para nuestros usuarios y para nosotros mismos, ya que integramos nuestra herramienta de ingeniería aún más en el mundo IT, con Visual Studio® como framework y C como lenguaje de programación completamente integrado.

¿Además de estos destacados desarrollos, existen otros aspectos que caractericen especialmente a Beckhoff como empresa?

**Hans Beckhoff:** Somos claramente una empresa de tecnología. Pero precisamente por ello es para nosotros muy importante colaborar de forma estrecha con nuestros clientes. Por este motivo, además del desarrollo de tecnologías propiamente dicho, siempre hemos impulsado también la expansión de nuestro soporte, distribución y red de marketing. En 1990 estuvimos por primera vez presentes en una feria especializada y, hoy por hoy, en las 30 empresas de Beckhoff trabajan a nivel mundial 500 empleados en la distribución y el soporte. Otra característica de nuestra filosofía consiste en que nosotros mismos podamos dominar las tecnologías de base de la automatización hasta en el más mínimo detalle. Así es que, por ejemplo, nuestros productos de control por PC se basan lógicamente en placas base desarrolladas por nosotros mismos con BIOS propia; nuestro software de tiempo real se basa en una ampliación del tiempo real patentada; en el sector de las comunicaciones contamos con propios stacks de comunicación y especialistas en comunicaciones para un campo muy extenso de protocolos industriales y nuestros especialistas de hardware diseñan propios ASICs. En el campo de la tecnología de I/O y la técnica de accionamiento dominamos todas «las pequeñas y grandes corrientes y tensiones», en combinación con software mucho

Elektro Automation, por aquel entonces Elektro Anzeiger, publicó ya en 1992 el primer artículo de portada sobre el control por PC de Beckhoff.



Stefan Ziegler,  
redactor jefe de  
Elektro Automation



más inteligente. Y, por supuesto, contamos con muchos especialistas en automatización, que dominan y continúan impulsando la tecnología «hasta el último bit» en los correspondientes campos especializados de la automatización, como PLC, Motion, técnica de regulación, técnica de medición, etc. Este entendimiento en profundidad de las tecnologías base de la automatización le abre las puertas del futuro a Beckhoff para nuevas posibilidades de desarrollo.

**Elektro Automation: La unión de las funcionalidades de control, Motion Control y robótica, así como la integración de la programación C/C++ y el registro de datos de medición son características que Beckhoff se fijó como meta. ¿Cómo las valora a día de hoy y para el futuro cercano?**

**Hans Beckhoff:** Desde hace 25 años estamos convencidos de la convergencia de las IT y la tecnología de automatización y pensamos que el paso siguiente y consecuente consiste en que la técnica de medición y la programación en C también se transformen en una parte estándar de la automatización. La tecnología basada en PC puede brindar perfectamente esta «Automatización Científica», mientras que con la tecnología de control por PLC estándar esto sería más difícil. En el futuro habrá que construir máquinas más eficientes y por ello estamos convencidos de que la idea de la automatización científica, es decir, la integración de la técnica de medición y la automatización ampliará las posibilidades de aplicación de nuestra tecnología de control por PC. La revolución del control por PC seguirá su camino, impulsada por los avances en hardware y software en las IT y la automatización. Las tecnologías multinúcleo permiten poner a disposición una capacidad de cálculo prácticamente ilimitada y las nuevas herramientas de software mejoran la ingeniería. Todos los ingenieros de automatización son llamados a aprovechar este aumento de rendimiento, p. ej., para controlar máquinas, instalaciones y edificios de manera más eficiente y con bajo consumo de recursos.

**El sistema Ethernet de tiempo real EtherCAT también puede apuntarse ya ocho años de éxitos. ¿Cómo valora su desarrollo y su potencial de desarrollo futuro?**

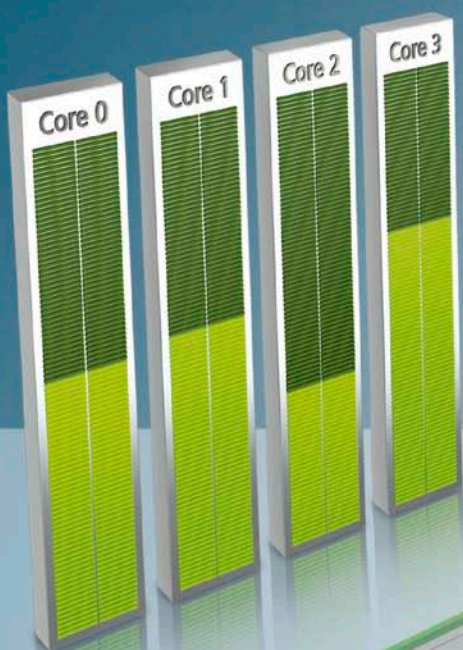
**Hans Beckhoff:** Aquí pienso que hay tres factores de éxito: Por un lado la tecnología propiamente dicha, que para los ingenieros es simplemente convincente y, por lo tanto, muy atractiva. EtherCAT ofrece exactamente lo que los ingenieros necesitan, y ellos entienden las características exclusivas de la tecnología. A esto hay que añadir la consecuente arquitectura

abierta. Toda empresa interesada en implementar EtherCAT puede entrar a la organización de usuarios ETG y recibe soporte. Si bien Beckhoff sigue siendo determinante para EtherCAT, los miembros de ETG colaboran activamente en el perfeccionamiento de la tecnología; de esta forma se definen, por ejemplo, perfiles para diferentes casos de aplicación. Gracias a esta colaboración, por un lado se logró terminar de «pulir» EtherCAT muy rápidamente, y por otro, la propia tecnología de base es totalmente estable desde el año 2004. Esto también representa para nosotros un importante factor de éxito. EtherCAT cuenta con potencial de perfeccionamiento adicional en todos los ámbitos. El hito más reciente al respecto es la integración de la interfaz EtherCAT en varias líneas de producción de microprocesadores, que Texas Instruments anunció en la feria de Hanóver 2011. De esta forma, EtherCAT se transforma en una tecnología mainstream que va más allá del puro mercado de la automatización. Y naturalmente nos alegramos de que EtherCAT sea la primera tecnología Ethernet de tiempo real que logró el salto a los productos estándar.

**Elektro Automation: Beckhoff se convirtió además recientemente en un fabricante de accionamientos a través de la joint venture con Fertig Motors. ¿Cómo encaja esto en la imagen de un especialista de automatización basada en PC?**

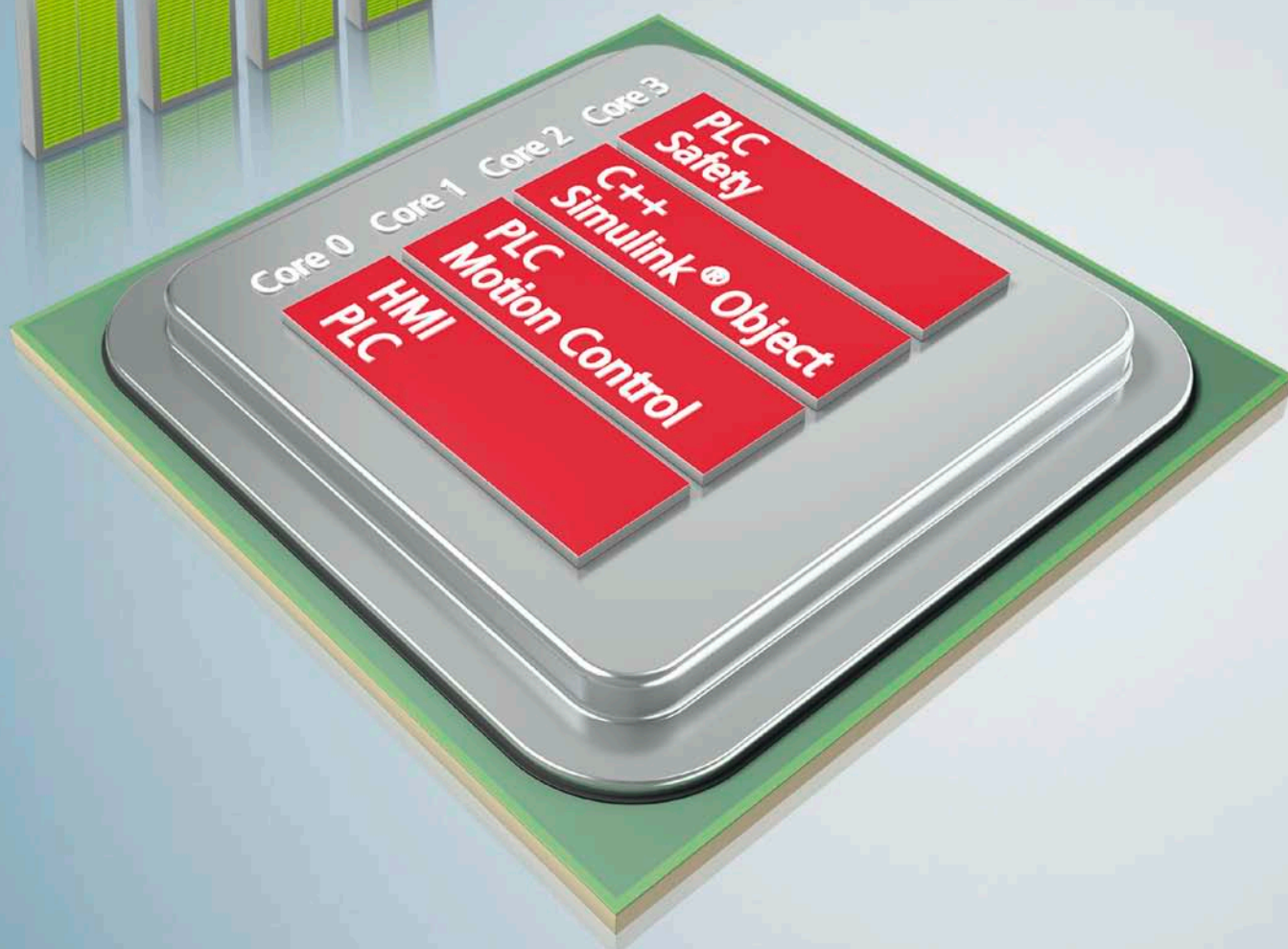
**Hans Beckhoff:** Somos especialistas en la automatización basada en PC, pero ante todo somos especialistas en automatización. Y para una empresa de automatización es lógicamente muy conveniente poder dominar todo el rango de aparatos de automatización, es decir, la tecnología de control, o sea la inteligencia, de la máquina, pero también los actuadores. Y a ellos pertenecen también los motores y los correspondientes accionamientos. Estamos muy orgullosos de dominar, no sólo la BIOS de la placa base, el último bit de las I/Os y el tiempo real de 100 µs, sino ahora también el diseño del campo magnético. De la combinación de todos estos conocimientos se pueden obtener muy buenas sinergias. Esto afecta sobre todo al equilibrio de las funcionalidades, es decir, qué funciones del control de accionamiento asume el PC, cuáles realiza el servoamplificador, y cuáles se esconden en el propio motor. Además, nuestros conocimientos de sector de las comunicaciones tendrán una importancia decisiva en nuestros nuevos diseños de motores. Estamos en el buen camino y a finales de este año esperamos presentar los primeros productos.





Núcleo de tiempo real de Beckhoff para DOS, Windows, SO embebido y CPU multinúcleo

## Procesamiento en tiempo real: la base para el control por PC



Beckhoff apuesta por los sistemas operativos de Microsoft en su tecnología de control basado en PC. Para su empleo en la automatización industrial, el sistema operativo tiene que ser llevado al nivel más bajo para el comportamiento de tiempo real determinístico. Base para ello son los núcleos de tiempo real desarrollados por Beckhoff para MS-DOS y Windows. Como socio tecnológico de Microsoft, Beckhoff tiene acceso prioritario a las nuevas tecnologías de Windows y, gracias a ello, es capaz de garantizar la capacidad funcional de los nuevos sistemas operativos y sus variantes embebidas, así como la compatibilidad multinúcleo para aplicaciones de tiempo real.



Ramon Barth, director de desarrollo de software, sistema, HMI y tiempo real, Beckhoff Automation

La gran ventaja del control basado en PC radica en la posibilidad de realizar un procesamiento paralelo de funciones y tareas IT generales, que deben ejecutarse en tiempo real. Una ejecución con capacidad de tiempo real significa, que el inicio y el final de una operación de cálculo, o de una secuencia de operaciones de cálculo, es reproducible de forma determinística. Para lograr la coexistencia de estos mundos diferentes, el PC estándar para el control por PC se amplía en su capacidad de tiempo real.

Los sistemas operativos disponibles a nivel general con cuotas de mercado significativas solo cuentan con una limitada capacidad de tiempo real, ya que esto no es requerido ni en los niveles altos del software, ni en los niveles de aplicación de un PC. No obstante, el procesamiento de las señales de hardware y de interrupciones también se tiene que realizar de forma rápida y determinística, tanto en los ordenadores de oficina como en los domésticos, para que no se pierdan los acontecimientos generados en secuencia rápida por el hardware. Por este motivo, en los niveles más bajos de los sistemas operativos generales de PC también se presta gran atención a un procesamiento determinístico y a tiempos de respuesta cortos. Aquí es donde entra en juego la ampliación de tiempo real para un sistema operativo general.

El punto de partida central para la distribución temporal de la capacidad de cálculo del PC y el control de las funciones de tiempo real del controlador PC es la interrupción de temporizador. La fuente de esta interrupción controlada por tiempo depende de la historia del desarrollo de la arquitectura del PC, en donde el temporizador (timer) que activaba la interrupción de tiempo real bajo MS-DOS, sigue estando disponible en el hardware de PC actual. No obstante, hoy en día el empleo de otras fuentes de interrupción es más eficiente.

La interrupción de temporizador interrumpe, tras un tiempo configurable, el procesamiento de comando actual de la CPU y ramifica a través de la tabla de vectores de interrupción en el código específico para las interrupciones afectadas. De esta forma se puede garantizar que el código de tiempo real se procese cíclicamente. El cumplimiento preciso de la duración de tiempo entre dos interrupciones es la base para la calidad de la funcionalidad de tiempo real del sistema de control por PC. Con cada interrupción se puede realizar opcionalmente un cambio de contexto entre los diferentes tramos de procesamiento a través de un planificador.

### Control por PC – Tiempo real bajo MS-DOS

MMS-DOS ó PC-DOS (en adelante denominado DOS) es desde el punto de vista actual un sistema operativo de «bajo nivel». DOS (Disk Operating System) administra con la ayuda de la BIOS del PC principalmente recursos de hardware del PC, tales como memoria masiva e interfaces a aparatos conectados. Como sistema operativo de «tarea única», DOS puede ejecutar siempre sólo un programa. Si otro programa debe ser ejecutado, se debe finalizar primero el programa que está siendo procesado actualmente. Para permitir de todas formas la ejecución de funciones en un segundo plano, el TSR (Terminate Stay Resident) dispone de una «puerta trasera», para que una vez finalizado el programa queden pequeños programas auxiliares en la memoria. Estos pro-

gramas TSR pueden ser activados mediante interrupciones. Un ejemplo de ello son programas de control remoto de PC, que permiten el acceso por módem a un ordenador basado en DOS.

Beckhoff desarrolló en 1988 bajo el nombre de S1000 su primera solución de PLC de software basada en DOS. En 1993 le siguió con el S2000 el perfeccionamiento hacia el PLC/CN/CNC basado en software con interfaz de usuario en un programa.

El software S2000 diferenciaba tres niveles de tareas: la tarea CN con máxima prioridad, seguido por la tarea PLC y la tarea en primer plano, la interfaz de

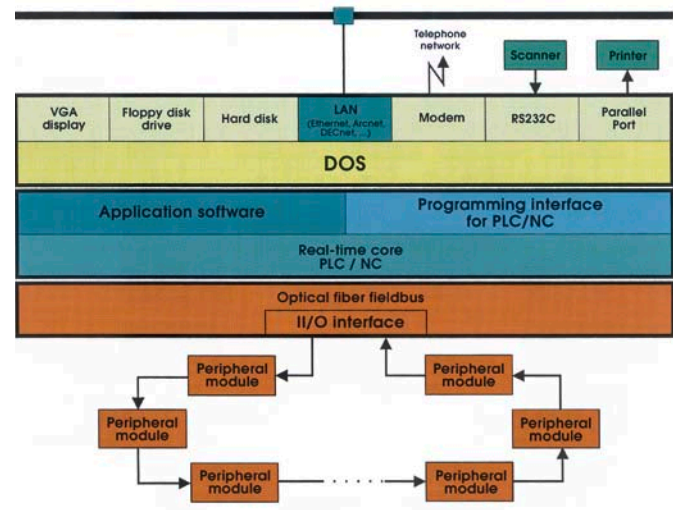


Fig. 1: Control por PC – Tiempo real bajo MS-DOS

usuario, que se ejecutaba en el tiempo de cálculo restante disponible del PC. La conmutación entre los niveles de tarea se realizaba mediante un planificador, que era llamado por una interrupción de temporizador en unidades ajustables de múltiplos enteros de milisegundos. La funcionalidad CN tenía prioridad sobre la función PLC de programación libre. El PLC era una tarea que podía ser programada por el usuario en un dialecto IL S5. La entrada y salida de los sensores y actuadores de la máquina a controlar se realizaban mediante el Lightbus de Beckhoff.

La tarea en primer plano del S2000 contenía una multitarea cooperativa, que permitía al usuario realizar entradas de forma paralela a las funciones en segundo plano, con lo cual la limitación de tarea única del sistema operativo DOS quedaba anulada. La representación visual de la interfaz de usuario se realizó mediante gráficos textuales con caracteres 80 x 25 y juego de caracteres ASCII. DOS se utilizaba para la administración de los recursos del PC y principalmente para el almacenamiento de datos en memorias masivas.



### Control por PC sobre la base de Microsoft Windows

Con el desarrollo posterior de la tecnología general de los ordenadores, con su mayor capacidad de cálculo y representación gráfica completa, se hizo necesario ampliar extensamente los sistemas operativos, para poder aprovechar las nuevas posibilidades que se presentaban. Con Windows se creó para el PC una interfaz gráfica de usuario basada en DOS, que a partir de la versión 3.1 encontró cada vez más adeptos. Windows 95 empleaba procesadores de 32 bit e introdujo la multitarea preferente, así como una moderna interfaz de usuario. Microsoft desarrolló con Windows NT un sistema operativo totalmente nuevo para sistemas de servidor y estaciones de trabajo, pensado originalmente para el sector profesional. Debido a la mayor estabilidad de Windows NT en comparación con Windows 95 (que seguía basándose internamente en MS-DOS), en el entorno industrial Windows NT obtuvo mejor aceptación que Windows 95. Windows NT fue a su vez la base para TwinCAT, la primera solución de control por PC de Beckhoff basada en Windows. Con TwinCAT (The Windows Control and Automation Technology) se creó un sistema de automatización totalmente nuevo en base a la idea del control por PC, que sustituía los tradicionales controles PLC y CN/CNC, así como dispositivos de mando.

Los componentes de hardware conocidos de la tecnología de automatización tradicional, como PLC, CN, cartas de eje, etc., están implementados como los denominados dispositivos de software en TwinCAT. De esta forma, TwinCAT se puede ampliar modularmente según las necesidades sin tener que modificar las estructuras de software existentes.

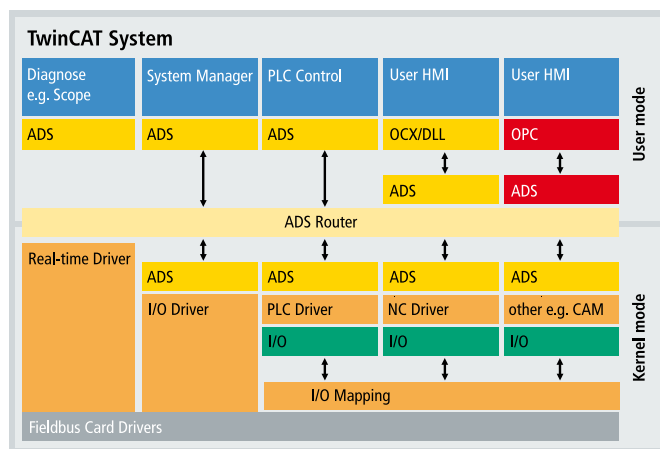


Fig. 2: Los componentes de hardware conocidos de la tecnología de automatización tradicional, como PLC, CN, cartas de eje, etc., están implementados como los denominados dispositivos de software en TwinCAT. De esta forma, TwinCAT se puede ampliar modularmente según las necesidades sin tener que modificar las estructuras de software existentes.

Los dispositivos de software de TwinCAT se distribuyen en diferentes componentes según los requerimientos: los programas PLC de TwinCAT pueden ejecutarse tanto en los PC de Beckhoff, como en los controladores de terminales de bus. Un denominado enrutador de mensajes (Message-Router) administra y distribuye todos los mensajes en el sistema a través de conexiones TCP/IP o a través de interfaces seriales y buses de campo (controlador de terminales de bus).

### Funcionalidad de tiempo real bajo Windows

La integración de una ampliación de tiempo real en un sistema operativo complejo, como Windows NT (Windows 2000, Windows XP, Windows Vista y Windows 7 están estrechamente relacionados en este sentido) es considerablemente más difícil que en el caso de MS-DOS. Windows cuenta ya por su cuenta con capacidad de multitarea, de forma que muchos procesos pueden ejecutarse en paralelo. Por este motivo, el acceso al hardware sólo puede realizarse en el modo de núcleo protegido. El controlador y el sistema operativo esperan un comportamiento de tiempo definido del hardware del PC. Para lograr una integración de la funcionalidad de tiempo real en Windows lo más transparente posible y para no modificar el sistema operativo ni otros componentes de software estándar, en Beckhoff se desarrolló para TwinCAT una implementación de temporizador patentada: el «doble tick».

Bajo la denominación de «doble tick» se esconde la propiedad del sistema de activar una interrupción al conmutar del modo de tiempo no real al modo de tiempo real y viceversa. En la conmutación al modo de tiempo real, la interrupción se emplea simultáneamente para la activación del planificador de TwinCAT. La conmutación activa y determinística al modo de tiempo no real tras una duración de tiempo determinada, garantiza, no solo que Windows disponga de suficiente tiempo de cálculo de la respectiva CPU, sino que también se cumplan los tiempos de respuesta necesarios para determinadas funciones de hardware, como módem, red, o USB.

El modo de tiempo real de TwinCAT se interrumpe en el funcionamiento normal sólo por la interrupción de doble tick, que activa el planificador del núcleo de tiempo real y dado el caso conmuta nuevamente a Windows. Sin embargo, el NMI (Non Maskable Interrupt), que se activa ante errores de hardware no tolerables, y el SMI (System Management Interrupt) son excepciones en este sentido. No obstante, en casos excepcionales, estos eventos también pueden ser suprimidos por TwinCAT. Todas las interrupciones regulares y requeridas para el funcionamiento del sistema de PC son admitidas en el modo de tiempo no real y también se procesan allí. Bajo las condiciones expuestas, TwinCAT puede garantizar la funcionalidad de tiempo real requerida sin distorsionar el funcionamiento del sistema de PC.

A diferencia del software S2000, TwinCAT está construido de forma modular y ofrece una mayor funcionalidad de automatización. Para soportar esta modularidad y granularidad más fina en el control de tiempo y en la priorización, se desarrolló un núcleo de tiempo real para TwinCAT que permite asignar 64 prioridades de tareas que se ejecutan en modo de tiempo real. El núcleo de tiempo real ofrece también funciones para la sincronización de tareas y CPU y para la comunicación entre tareas. El planificador preferente se encarga de que la tarea de mayor prioridad se inicie en el momento deseado y llegue a su fin. Las tareas restantes de menor prioridad se reparten el tiempo de cálculo restante según su rango.

### Windows CE – El control por PC se escala para sistemas embebidos

Los sistemas de PC con cada vez más prestaciones, con sistemas operativos cada vez más potentes e interfaces de usuario cada vez más confortables, están muchas veces sobredimensionados para aplicaciones simples de automatización. Con Windows CE, Microsoft ha desarrollado un sistema operativo compatible con el Windows de escritorio, que se puede escalar finamente en tamaño y funcionalidad. Si bien originalmente fue pensado sobre todo para su



Fig. 3: La serie de PC embebidos CX9000 integra la tecnología de control basada en PC en un chasis de acoplador de bus compacto con el sistema operativo Windows CE.

aplicación en dispositivos móviles, Windows CE cuenta desde la versión 3.0 con capacidad de tiempo real y se aplica ampliamente en el entorno industrial. Debido a la relación de Windows CE con las versiones «grandes» de Windows, fue posible adaptar «TwinCAT CE» a «TwinCAT XP» con códigos fuente compatibles. Esto significa que todas las funciones de TwinCAT actuales y futuras estarán disponibles también bajo Windows CE. Las únicas restricciones son las debidas a las plataformas disponibles de hardware.

TwinCAT CE aprovecha la capacidad de tiempo real nativa de Windows CE extendida en un temporizador de granulación fina (resolución < 1 ms) en PC embebidos de Beckhoff. Dado que TwinCAT ha representado todas las funciones de tiempo real en Windows CE, las aplicaciones de TwinCAT, como p. ej., PLC y Motion Control de software, pueden coexistir con aplicaciones de tiempo real de otro origen.

Desde la versión 3.0 de Windows CE del año 2000, el sistema operativo se ha ido perfeccionando continuamente, aunque se queda siempre por lo menos un paso por detrás del Windows de escritorio. La versión actual de Windows CE es Windows Embedded Compact 7. Soporta por primera vez SMP (Symetric Multi-Processing) en sistemas multiprocesadores. TwinCAT CE 3 también utilizará y soportará esta funcionalidad del sistema operativo.

### Multinúcleo – La potencia de cálculo del control por PC se multiplica

Actualmente se encuentran disponibles, aparte de CPU de doble núcleo, CPU de cuatro u ocho núcleos a un precio aceptable. Este desarrollo beneficia a las soluciones de automatización basadas en software, ya que estas pueden distribuir las tareas según la cantidad de núcleos de CPU disponibles. En otras palabras: unidades funcionales, como HMI, control de PLC, tiempo de ejecución de PLC y CN pueden distribuirse en núcleos dedicados con menos esfuerzo que hasta ahora. Beckhoff facilita al usuario el uso de sistemas multinúcleo mediante las correspondientes herramientas de configuración y diagnóstico. Por ejemplo, el «TwinCAT System Manager» permite visualizar los tiempos de ejecución de tareas de tiempo real y configurar manualmente las prioridades y las secuencias de desarrollo de las tareas. Las tareas se asignan de forma estática a un

núcleo con afinidades de núcleo configurables. Con ello y mediante perfiles predefinidos, se puede volver a crear una división clásica en sistemas en tiempo de ejecución de PLC y CN. En el desarrollo de aplicaciones de tiempo real o de PLC en el entorno de sistema TwinCAT la transición de sistemas de un núcleo a sistemas de doble núcleo se realiza a la perfección, ya que TwinCAT utiliza aquí un único núcleo. Pero también la transición del sistema de un núcleo o de doble núcleo al sistema multinúcleo se realizará de forma fluida, haciendo que TwinCAT libere varios núcleos para poder utilizar la potencia de cálculo disponible. El entorno de tiempo de ejecución de tiempo real continúa utilizando sólo una CPU; de esta forma se pueden traspasar 1:1 proyectos de PLC existentes sin perder ninguna ventaja. Una característica especial de la generación de software TwinCAT 3 radica en que cada núcleo utilizado ajusta el ciclo de sistema óptimo en función del tiempo de ciclo de su tarea. Esto ahorra capacidades de cálculo y reduce la demanda de energía.

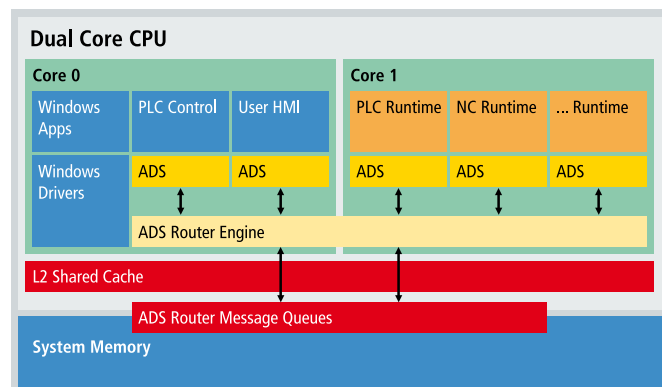


Fig. 4: CPU doble núcleo. Mediante la utilización de sistemas multinúcleo se pueden distribuir las unidades funcionales (p. ej. tiempo de ejecución PLC y CN, HMI) en núcleos individuales del PC.

Dado que TwinCAT pone a disposición el tiempo de CPU no utilizado para aplicaciones de Windows, el sistema operativo Windows ve dos CPU, uno de los cuales está parcialmente ocupado. De esto pueden sacar ventaja las aplicaciones de Windows construidas por varios subprocesos de programa (threads). El sistema operativo Windows distribuye los subprocesos de aplicaciones en las CPU disponibles, que físicamente corren en paralelo, utilizando el hardware de CPU de forma óptima. Sin embargo, es más probable que surjan huecos de sincronización en la aplicación del procesamiento físico en paralelo y no en el procesamiento cuasi-paralelo de subprocesos, en el cual la CPU conmuta muy rápidamente entre los diferentes programas, de forma que da la impresión de un procesamiento en paralelo, aunque en realidad se realiza de forma secuencial. Para poder utilizar en el futuro también los sistemas multinúcleo de forma óptima, las aplicaciones tienen que dividirse modularmente lo máximo posible en subprocesos o tareas. Esto permite que Windows, así como TwinCAT, puedan distribuir la ejecución de componentes de programa de forma óptima en los núcleos de CPU disponibles. Si bien los programas monolíticos seguirán funcionando, éstos podrán utilizar una parte cada vez menor de la capacidad de cálculo disponible.

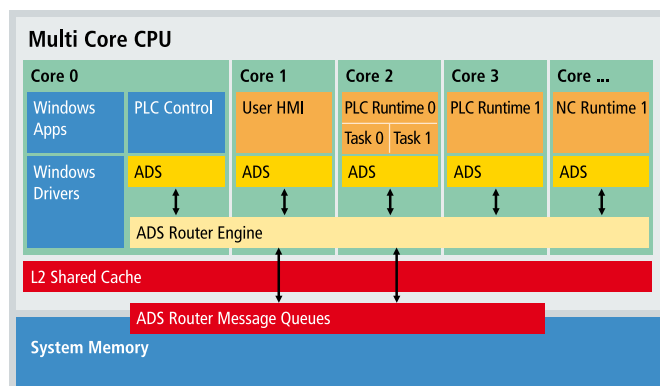


Fig. 5: Ejemplo de aplicación de la ocupación de una CPU multinúcleo

Debido a la reducción de precios de la memoria RAM dinámica y los requerimientos de memoria cada vez más altos de aplicaciones hambrientas de recursos, como por ejemplo el procesamiento de vídeo HD, los nuevos PC se ofrecen cada vez más con memorias que superan los 4 GB. Dado que esto representa el límite teórico del espacio de memoria de una CPU de 32 bit (en la realidad física hay disponibles realmente aprox. 3,5 GB), los PC modernos se basan cada vez más en un sistema operativo de 64 bit. El Windows de 64 bit utiliza un modo de las CPU x86 modernas, que permite ejecutar aplicaciones de 32 bit sin modificaciones y de forma paralela a aplicaciones de 64 bit. Esta forma de operación desarrollada por AMD permite una transición fluida del entorno de 32 bit al entorno de 64 bit. AMD denomina este modo de procesador «64 bit longmode», mientras que Intel® ofrece CPU con esta característica bajo el nombre de «IA-32e mode». Ambas tecnologías son compatibles entre sí y ofrecen el modo de compatibilidad de 32 bit y de 64 bit como submodos. Basándose en la historia x86 de los respectivos procesadores, Microsoft nombra este modo de operación X64 en las herramientas de desarrollo actuales. Gracias a la propiedad nombrada del procesador, Windows puede ejecutar aplicaciones de 32 y 64 bit en la versión de 64 bit. Sin embargo, las aplicaciones de 32 bit deben aceptar ligeras pérdidas de velocidad, dado que todos los accesos al sistema operativo de 64 bit deben ser convertidos de 32 a 64 bit. Al igual que el sistema operativo para x64, los controladores de dispositivos que se ejecutan en modo núcleo tienen que estar compilados y firmados. Mediante la firma se pretende lograr una determinación inequívoca del origen de un controlador de dispositivo y de esta forma evitar que se cargue un código maligno en el espacio de direcciones del sistema operativo.

Los programas que fueron compilados para x64 trabajan en un espacio de direcciones de 64 bit y tienen acceso a ocho registros de propósito general (General Purpose Register) adicionales de 64 bit de ancho. Además, los registros conocidos del x86 también cuentan con un ancho de 64 bit. Los registros de segmentación ya no son requeridos o no tienen importancia, con excepción del registro GS para el direccionamiento de estructuras de sistema operativo. En el modo de 64 bit, las características descritas anteriormente resultan en ventaja y desventaja respecto al rendimiento del sistema completo, en función de la aplicación. Por un lado, se cuenta con más memoria y más registro y, por otro lado, el código compilado es también significativamente más grande, lo que a su vez significa un mayor requerimiento de memoria y caché. Una ga-

nancia general del rendimiento sólo se puede lograr si todas las características se utilizan de forma consistente o si una aplicación requiere forzosamente de un espacio de direcciones más grande.

Para aplicaciones de automatización generalmente es suficiente el espacio de direcciones de 32 bit. Un espacio de memoria extendido resulta, naturalmente, en un mayor potencial para aplicaciones, como p. ej. Condition Monitoring o el análisis digital de imágenes, que el PC puede ejecutar además de las tareas que ya realizaba. Beckhoff denomina a estas tecnologías «Scientific Automation».

### Utilización óptima de las arquitecturas modernas de procesador

Una de las principales características de la arquitectura x86 es, aparte del continuo crecimiento de la capacidad de cálculo, la compatibilidad entre las generaciones de CPU. Los procesadores x86 de última generación siguen siendo capaces de ejecutar programas que fueron compilados para la CPU 8086 de Intel® del año 1978. Por cuestiones de compatibilidad, muchas aplicaciones de 32 bit emplean hasta hoy en día sólo el entorno de comandos o las propiedades de una CPU 8086. Si bien incluso con estos programas se aprecia un incremento de la velocidad con cada nueva generación de procesadores, la capacidad de las nuevas arquitecturas de procesador se aprovecha cada vez menos. Como dificultad añadida, algunas funciones de compatibilidad de los procesadores actuales se emulan con la ayuda de microcódigos, lo que puede resultar incluso en una ligera disminución de rendimiento.

Una solución en este sentido puede brindar hyperthreading, que logra una mejor utilización de recursos mediante paralelización, siempre y cuando esta característica sea soportada por el software en cuestión. Sin embargo, a medio plazo, la utilización óptima de la capacidad de cálculo sólo se puede alcanzar utilizando los nuevos conjuntos de comandos. TwinCAT 3 fue totalmente actualizado teniendo esto en cuenta y puede optimizarse opcionalmente para tipos de CPU actuales. Esto afecta entre otros a los cálculos de coma flotante y a la utilización del caché de CPU.

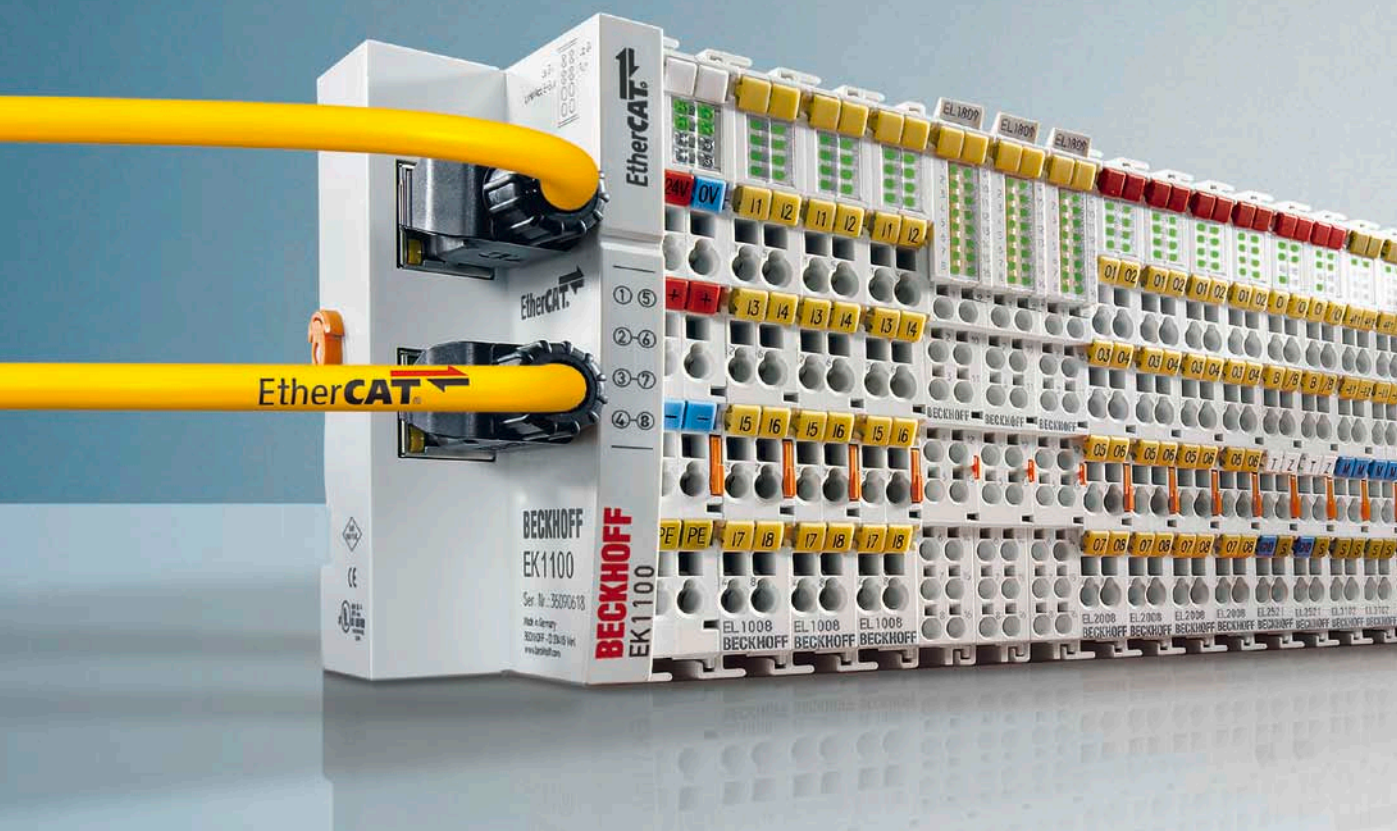
### Después del multinúcleo llega el procesamiento paralelo general

El éxito del control por ordenador radica en la convergencia de los logros técnicos del mundo de las IT con la tecnología de automatización. La tecnología de automatización se beneficia para ello del desarrollo continuo del hardware y software a precios razonables. El avance técnico se nota especialmente en el desarrollo de nuevos procesadores, pero también en el campo del desarrollo general de software se presentan nuevas e interesantes posibilidades para su aplicación en la tecnología de automatización.

La palabra clave actual en este sentido es AMP (Accelerated Massive Parallelism), una extensión del lenguaje de programación C++, pensada para aprovechar mejor la capacidad de cálculo disponible. Con la ayuda de AMP, en el futuro los desarrolladores pueden acceder a todo tipo de recursos en el sistema de PC y distribuir instrucciones en CPU, GPU y procesadores gráficos discretos. En el futuro se espera que sea soportada también la distribución de funciones en otros ordenadores y máquinas virtuales.

Para que esta nueva tecnología sea adecuada para su aplicación técnica en la automatización, debe disponer de la capacidad de tiempo real necesaria. Pero el control por PC también está en este aspecto en el camino adecuando con TwinCAT 3 y la integración de C/C++.





## EtherCAT: el control de alto rendimiento requiere una comunicación de alto rendimiento

El primer controlador basado en PC de 1986 ya era de alto rendimiento, dado que, gracias a los rápidos procesadores de PC, era más potente y rápido que los entonces denominados controladores de hardware. Y ya por aquel entonces era un verdadero desafío hacer llegar esta potencia de cálculo al exterior, es decir, a los sensores y actuadores de la instalación a controlar. Si bien las tarjetas de expansión de I/O representaban una solución, estas acoplaban el número máximo de entradas y salidas a la cantidad de ranuras libres y conducían, por su naturaleza, a cableados múltiples e inflexibles de todos los dispositivos periféricos hasta el ordenador en el armario central. Por consiguiente, se requería un bus de campo serie, pero a fines de los 80 aún no se contaba con un sistema convincente en este sentido: Interbus, Sercos y compañía se encontraban aún en pañales y soportaban en un principio I/Os o accionamientos. PROFIBUS DP y CANopen aún no se habían inventado. Beckhoff hizo de la necesidad una virtud y desarrolló el Lightbus, que constituyó la base tecnológica para los actuales buses de campo Ethernet de tiempo real: EtherCAT.



Con el principio operativo del Lightbus del procesamiento de telegramas «on the fly» emparejado con canales de comunicación lógicos y controlados por prioridades, se lograron impresionantes valores de rendimiento ya en el año 1989: mientras que se accedía a más de 1000 I/Os distribuidas cada milisegundo, mediante el Lightbus se podían actualizar simultáneamente varios reguladores de accionamiento cada 100  $\mu$ s. Gracias a ello, el Lightbus ofrecía un mayor rendimiento que las CPU de PC rápidas de aquel momento y fue, por lo tanto, la base para la prolongada vida de esta tecnología de bus de campo basada en fibra óptica.

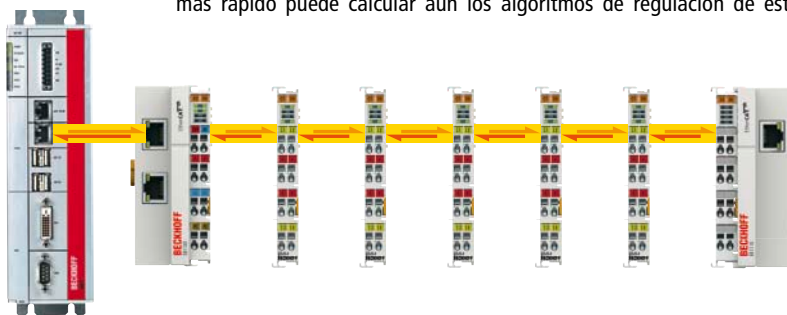
Incluso 20 años después de su desarrollo, el sistema de Lightbus sigue siendo más rápido que prácticamente todos los buses de campo y también que casi todas las variantes de Ethernet industrial, que representan la última generación del bus de campo. Pero el Lightbus tampoco es lo suficientemente rápido como para representar la actual potencia de cálculo de las actuales CPU de PC en la periferia de la instalación. Por este motivo, Beckhoff ha desarrollado EtherCAT, que es, por así decirlo, la siguiente generación de Lightbus. EtherCAT también utiliza el principio del procesamiento «on the fly» y soporta infinitos canales de comunicación lógicos, pero en un medio cuarenta veces más rápido, el Fast Ethernet de 100 Mbit/s. EtherCAT es capaz de comunicar, por ejemplo, con 100 servomotores cada 100  $\mu$ s. Sin embargo, ni siquiera el ordenador industrial más rápido puede calcular aún los algoritmos de regulación de esta

cantidad de ejes cada 100  $\mu$ s. Con ello, Beckhoff ha desarrollado nuevamente un sistema de bus «a prueba del futuro» y que previsiblemente no representará un cuello de botella en el sistema de control a corto plazo.

### El bus de campo se convierte en un cuello de botella para el control basado en PC

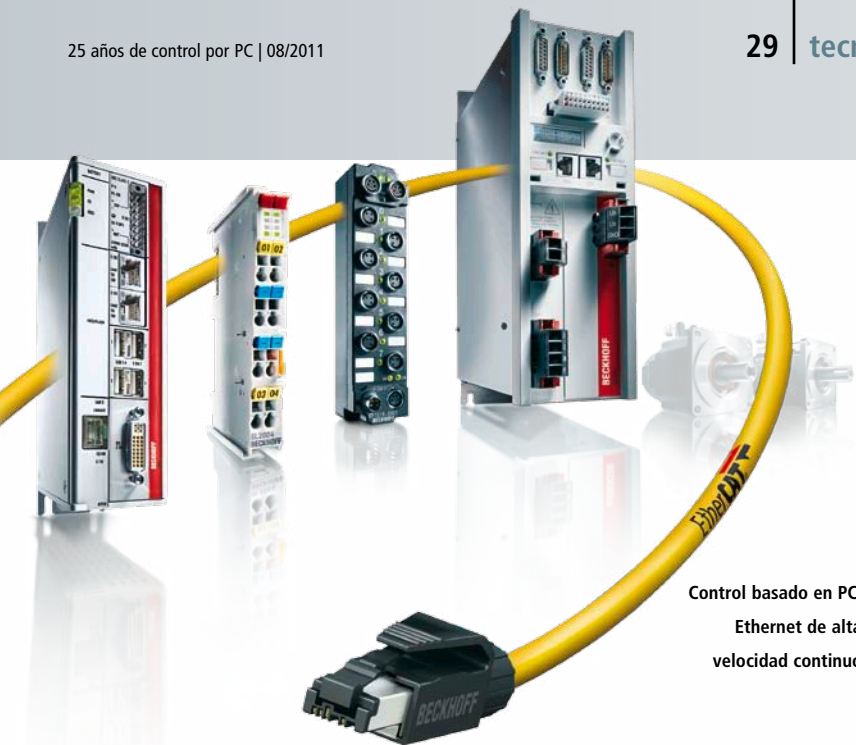
Los buses de campo convencionales no están a la altura de la capacidad de rendimiento del controlador basado en PC. Por este motivo, al seleccionar un sistema de bus de campo o Ethernet industrial más lento, se utilizan frecuentemente controles y reguladores especiales adicionales y descentralizados para el pre-procesamiento descentralizado de datos. Estos tienen que ser programados y configurados por separado. Algunos ejemplos en este sentido son controladores especiales de sistemas hidráulicos, controles integrados de accionamiento o posicionamiento o incluso los controladores de flujo de masa en instalaciones de producción de semiconductores. La diversidad de hardware y herramientas requeridas para ello aumenta considerablemente los costes de adquisición, ingeniería y mantenimiento. Si bien los controladores distribuidos de forma descentralizada en máquinas modulares representan un medio de eficacia comprobada, su origen en muchas aplicaciones se debe a la necesidad creada por el cuello de botella existente en la comunicación.

Con EtherCAT y TwinCAT también se pueden cerrar circuitos de regulación muy rápidos por medio del bus: los complejos reguladores especiales y sus herramientas de programación propietarias resultan superfluos y pueden ser sustituidos por rápidos terminales I/O y un módulo de regulación de TwinCAT. Esto no solamente es más rentable, sino que además abre la «caja negra» del regulador especial. Si fuese necesario, el constructor de máquinas o el integrador de sistemas puede optimizar el software de regulación para su aplicación o sustituirlo completamente por propios algoritmos de regulación, con los cuales puede destacarse de la competencia. Con TwinCAT 3 puede incluso desarrollarlos elegantemente con Matlab®/Simulink® o C/C++ y depurarlos en línea.



Ethernet hasta en el terminal: Ethernet full duplex en anillo, un telegrama para muchos dispositivos. Conexión directa al puerto Ethernet estándar.





Control basado en PC:  
Ethernet de alta  
velocidad continuo



Martin Rostan, Director de Technology  
Marketing, Beckhoff Automation

### La arquitectura de EtherCAT permite reducir dimensiones en PCs industriales

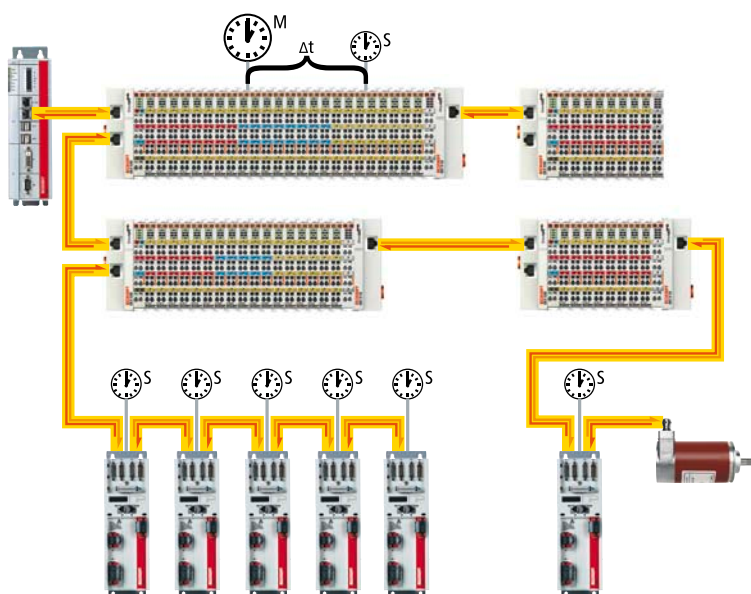
El extraordinario rendimiento de EtherCAT no sólo conduce a arquitecturas de control más simples, sino también a estructuras de hardware más simples en el propio PC industrial: Las interfaces de bus de campo (que siguen siendo requeridas en muchas instalaciones por motivos de la protección de inversión y de la migración a EtherCAT o de la conectividad con sistemas vecinos) pueden realizarse como terminal EtherCAT y, por lo tanto, conectarse de forma descentralizada. El número de slots en el bus de PC local ya no determina la forma constructiva y la expansibilidad del sistema: los IPC se vuelven más compactos y los cables del bus de campo más cortos, permitiendo una velocidad en baudios más elevado, es decir, un aumento adicional del rendimiento.

Pero no solamente las aplicaciones con circuitos de regulación cerrados se benefician de la combinación de control de alto rendimiento y comunica-

ción de alto rendimiento: se aceleran también todas las aplicaciones con control dependiente de eventos. El siguiente paso de trabajo depende a menudo de que ocurra un evento: continúa en cuanto la pieza a mecanizar ha llegado, el cilindro neumático ha alcanzado su posición de destino, la pieza a montar se encuentra realmente en la pinza o se ha alcanzado la presión deseada. Para ello, los sensores se consultan continuamente de forma cíclica, dependiendo el tiempo de reacción al acontecimiento de un evento directamente de la frecuencia de consulta y de la eficacia de la comunicación. Con un bus ultrarrápido como EtherCAT, módulos de I/O, TwinCAT y el controlador PC se acortan estos tiempos de espera de forma significativa. La consecuencia es un aumento notable de la eficiencia de la instalación en comparación con las tecnologías de control convencionales. Por ejemplo, en una instalación de montaje con dos eventos de este tipo por segundo se logra aumentar el rendimiento aprox. un 3% mediante el cambio del «PLC con bus de campo convencional» al «PLC de software con EtherCAT».

### EtherCAT – rápido, flexible, económico

EtherCAT es el bus de campo más rápido y por ese motivo muchas veces se simplifica con la denominación de «alto rendimiento». Sin embargo, esta denominación se queda corta, así como «basado en PC» en TwinCAT no sólo significa ultrarrápido, sino también escalable, flexible, altamente integrado, económico y de fácil manejo. Muchos usuarios implementan EtherCAT aunque no necesitan las ventajas de rendimiento que presenta. Para ellos cuenta el precio asequible, la topología flexible sin componentes activos de infraestructura, la configuración sencilla gracias a la asignación automática de direcciones, las excelentes características de diagnóstico con localización de errores o la aceptación global y la gran selección disponible de dispositivos EtherCAT. O simplemente por la ventaja de que el master EtherCAT no requiere de ningún hardware adicional; es suficiente con la interfaz Ethernet, que está presente de todos modos en el ordenador. Ya por este motivo, EtherCAT es el socio natural para la tecnología de control basada en PC, y de «alto rendimiento» son ambas tecnologías de todas formas.



Distributed Clocks: sincronización de sistema descentralizado y absoluta para CPU,  
I/O y dispositivos de accionamiento





eXtended Automation Engineering

## TwinCAT 3: C++ drives Automation

Con TwinCAT 3, la última generación de software de Beckhoff, los programadores de PLC pueden utilizar ahora también C/C++ para una programación confortable, además de los lenguajes IEC 61131-3 tradicionales. No obstante, el uso de C++ como diagrama secuencial de funciones en el control de Beckhoff no es nuevo: ya el control por PC S2000 basado en DOS, desarrollado por Beckhoff en el año 1993, podía integrar C como diagrama secuencial de funciones.

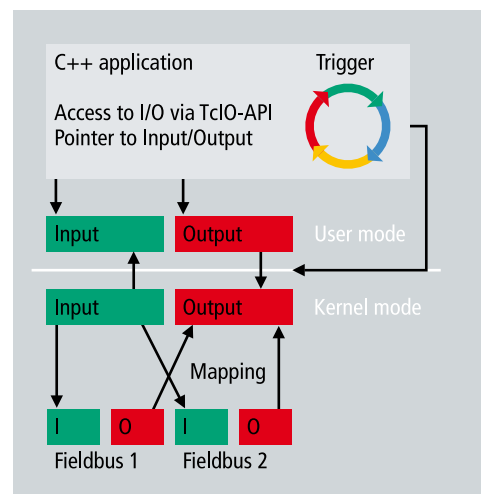
Con S2000, Beckhoff introdujo en el mercado un sistema de control con capacidad de tiempo real mediante únicamente ampliaciones de software, basado en MS-DOS, que permitía la ejecución de PLC, Motion y visualización en una única CPU. Como sistema operativo de «tarea única», DOS podía ejecutar siempre sólo un programa. Si otro programa debía ser ejecutado, se debía finalizar primero el programa que estaba siendo procesado actualmente. Para permitir de todas formas la ejecución de funciones en un segundo plano y para que luego de finalizado el programa quedasen pequeños programas auxiliares en la memoria, se empleó TSR (Terminate Stay Resident) activado por interrupciones. El software S2000 diferenciaba tres niveles de tareas: la tarea CN con máxima prioridad, seguido por la tarea PLC y la tarea en primer plano, la interfaz de usuario, que se ejecutaba en el tiempo de cálculo restante disponible del PC. La conmutación entre los diferentes niveles de tarea se realizó mediante un planificador. La tarea en primer plano del S2000 contenía una multitarea cooperativa, que permitía al usuario realizar entradas de forma paralela a las funciones en segundo plano, con lo cual la limitación de tarea única del sistema operativo DOS quedaba anulada. La representación visual de la interfaz de usuario se realizó mediante gráficos textuales con caracteres 80 x 25 y juego de caracteres ASCII. Como tarea en segundo plano, se podía p. ej. establecer con C++ la comunicación con una base de datos, para recibir nuevos encargos de la máquina o para confirmar encargos completados.

#### Recursos limitados de hardware: uno de los mayores desafíos

Uno de los mayores desafíos para los desarrolladores C++ consistió en aplicar la ingeniería sobre una plataforma con recursos limitados de hardware: DOS ponía a disposición únicamente 640 kB de memoria RAM, que debía ser suficiente para Motion, PLC, HMI y el código C++ propio. Las herramientas de ayuda como QEMM (Quarterdeck Expanded Memory Manager) brindaban «momentos de gloria», ya que gracias a estas se podía aumentar el rango de memoria disponible un poco por encima del límite de 640 kB. No obstante, casi nunca era posible cargar en la memoria toda la aplicación en el nuevo código C/C++ creado para su depuración y con informaciones de depuración. Esto significaba que encontrar errores se convertía en todo un arte, ya que en la limitada memoria sólo se podían ejecutar unos pocos módulos parciales con información de depuración. Los actuales programadores de C++ de TwinCAT sonríen al pensar en limitaciones de recursos o de memoria y eso que hoy en día este punto sigue siendo una pelea diaria para muchos desarrolladores que no trabajan con soluciones embebidas de Beckhoff: la falta de posibilidades de monitorización en línea, de diagnóstico o de depuración se solventa con la emisión de señales de prueba en un puerto serie: «Bienvenidos a la historia»

#### TwinCAT CE brinda una infraestructura de bus de campo para C++

Con Windows CE, Microsoft ha desarrollado un sistema operativo compatible con el Windows de escritorio, que se puede escalar en tamaño y funcionalidad. Si bien originalmente fue pensado sobre todo para su aplicación en dispositivos móviles, Windows CE cuenta desde la versión 3.0 con capacidad de tiempo real y se aplica ampliamente en el entorno industrial. Debido a la relación de Windows CE con las versiones «grandes» de Windows, fue posible adaptar «TwinCAT CE» a «TwinCAT XP» con códigos fuente compatibles. Dado que TwinCAT ha representado todas las funciones de tiempo real en Windows CE, las aplicaciones de TwinCAT, como por ejemplo, PLC y Motion Control de software, pueden coexistir con aplicaciones de tiempo real de otro origen. TwinCAT CE ofrece, aparte de las funcionalidades de PLC y Motion, también la posibilidad de ejecutar un ciclo determinístico y sincronizado hasta en el bus de campo desde su propio código C nativo. El sistema TwinCAT es lo suficientemente flexible como para asignar las entradas y salidas físicas de los más diferentes sistemas de bus de campo en primera instancia a tareas I/O lógicas. Los punteros a las imágenes de proceso de las entradas y salidas lógicas están disponibles en la aplicación C, así como en el callback de tiempo real de TwinCAT. A partir de este callback determinístico y cíclico se puede activar inicialmente, con un cierto método, la lectura de las entradas físicas, antes de que se realice, tras el cálculo lógico propiamente dicho, la distribución de las salidas lógicas en salidas físicas. Los usuarios de C valoran el poder contar con una plataforma de automatización abierta en la solución TwinCAT CE, que permite continuar utilizando con modificaciones mínimas el código C ejecutable hasta el momento en otros sistemas operativos como código lógico cíclico. Ni las conexiones a diferentes sistemas de bus de campo, ni la conectividad con el mundo HMI y ERP tienen que implementarse adicionalmente, ya que están previamente contenidas en la infraestructura del sistema TwinCAT CE.



Los dispositivos TwinCAT 2 CE permiten procesar código C determinístico hasta en los diferentes sistemas de bus de campo.

### TwinCAT 3 C++: Extended

Para los desarrolladores, C++ con TwinCAT significa que tienen a su disposición Microsoft Visual Studio® 2010, un editor moderno y potente: la conexión a Source Safe o Team Foundation para el respaldo y la gestión de versiones del código representa sólo una de las ventajas del nuevo entorno de ingeniería, que simplifica ante todo el trabajo en equipo. Una ingeniería más rápida y efectiva del código C suena a puro marketing pero, de hecho, la plataforma de automatización TwinCAT 3 brinda a los programadores de C posibilidades y libertades desconocidas hasta el momento. El código C puede correr de forma cíclica para acceder al nivel I/O físico, o simplemente poner a disposición funciones matemáticas que pueden ser llamadas a demanda por otros módulos C o también por los programadores de PLC. Con la base de CPU multinúcleo y mediante una simple configuración, ahora es posible distribuir de forma sencilla varias instancias del módulo C creado en diferentes núcleos de CPU. También para ello están disponibles todas las funcionalidades básicas: si en el código C se deben iniciar acciones que requieren un procesamiento más prolongado que el permitido por el tiempo de ciclo, entonces estas tareas deben ser desacopladas. Para ello, Beckhoff pone a disposición un «Software Development Kit» (SDK) que permite iniciar acciones desde el desarrollo de tiempo real determinístico y poder supervisar el estado de procesamiento. La lectura o escritura de archivos, el inicio de subprocesos, la asignación de memoria y la comunicación con las bases de datos se realizan con funciones desde el SDK y se corresponden, por lo tanto, con el mecanismo de la utilización de librerías PLC conocido para los programadores de PLC. El compilador de C contenido en Microsoft Visual Studio® 2010 se utiliza para generar el código C. El código destino se carga después de compilado en forma de bibliotecas de enlace dinámico (DLL) en el sistema de tiempo real. Gracias a ello, el usuario puede ampliar el sistema TwinCAT mediante módulos de programa. Las posibilidades de diagnóstico, como la monitorización o la modificación de variables de proceso durante un ciclo PLC en ejecución, son algo obvio para los programadores de PLC.



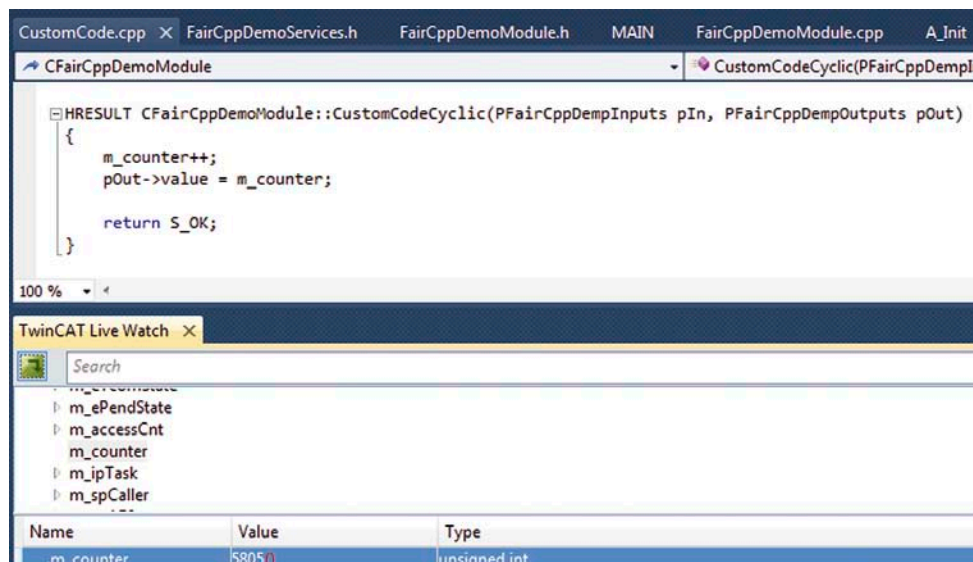
Stefan Hoppe, Product Manager  
de TwinCAT, Beckhoff Automation

Un desarrollador C tiene que detener la ejecución de un código colocando primero un punto de interrupción para poder modificar el estado de los símbolos en ventanas de inspección. Beckhoff ha ampliado las posibilidades de Visual Studio® también en este sentido, creando nuevas opciones de diagnóstico óptimas para la aplicación de C/C++ en la tecnología de la automatización: se creó un canal de transporte de depuración propio con la ayuda del «Custom Debugger Interface». Los datos en línea se encuentran posteriormente disponibles para su monitorización y modificación en la ventana «TwinCAT-Watch», y sin necesidad de detener la secuencia de la máquina mediante puntos de interrupción. Este diagnóstico de la aplicación en tiempo real se encuentra disponible tanto de forma local como a través de la red.

### ¡Bienvenidos al futuro!

C++ en la tecnología de automatización no es algo nuevo; sin embargo con TwinCAT 3 se dispone de un nuevo y potente concepto modular que, en combinación con las opciones escalables de las CPU multinúcleo y la monitorización de C++ de Visual Studio® ampliada por Beckhoff, permite una ingeniería mucho más flexible y rápida: «¡bienvenidos al futuro!»

[www.beckhoff.es/TwinCAT3](http://www.beckhoff.es/TwinCAT3)



Con TwinCAT 3, la monitorización de las variables de C++ se puede realizar con o sin puntos de interrupción.



## Conectividad: del sensor a la nube IT



La aplicación de la tecnología de control basada en PC es una historia de éxito. Las ventajas de la plataforma de PC escalable y ampliable se han descrito en muchas facetas, tales como los núcleos de CPU de alto rendimiento y las numerosas funcionalidades de software de PLC, Motion y Scientific Automation. La «conectividad» es otro aspecto importante del control por PC que se ha perfeccionado en el transcurso de los años. Es por este motivo que este artículo no se centra en el nivel de capacidad de tiempo real de los buses de campo, sino en la conexión a visualizaciones, ordenadores maestro, bases de datos y a otras aplicaciones de terceros.

### Historia

Con el control de Beckhoff S2000, a partir del año 1993 se disponía de un sistema de control con capacidad de tiempo real como pura ampliación de software, basado en MS-DOS, que permitía la ejecución de PLC, Motion y visualización en una única CPU. Ya entonces, desde este sistema se podía realizar una comunicación hacia el «exterior» mediante TCP: Como estándar por defecto estaba establecida la utilización del protocolo RK3964 entre ordenadores maestro y controles de máquina. Las bases de datos o el propio sistema de archivos servían también como posibilidad adicional para el intercambio de datos: mediante la comprobación cíclica de cambios en la base de datos o

de la existencia de archivos especiales se intercambiaba el estado o proceso de la máquina con el mundo exterior. La configuración de las estructuras de datos a intercambiar (p. ej. la lista de asignaciones en los módulos de datos) se acordaba siempre antes de la implementación por teléfono o fax entre los desarrolladores y luego se codificaba de forma fija. Toda modificación hacía necesaria una adaptación posterior de la aplicación. Si bien hoy en día esbozamos una sonrisa al pensar en este tipo de artilugios, las posibilidades de comunicación del S2000 eran por aquel entonces inalcanzables con otros sistemas de control.

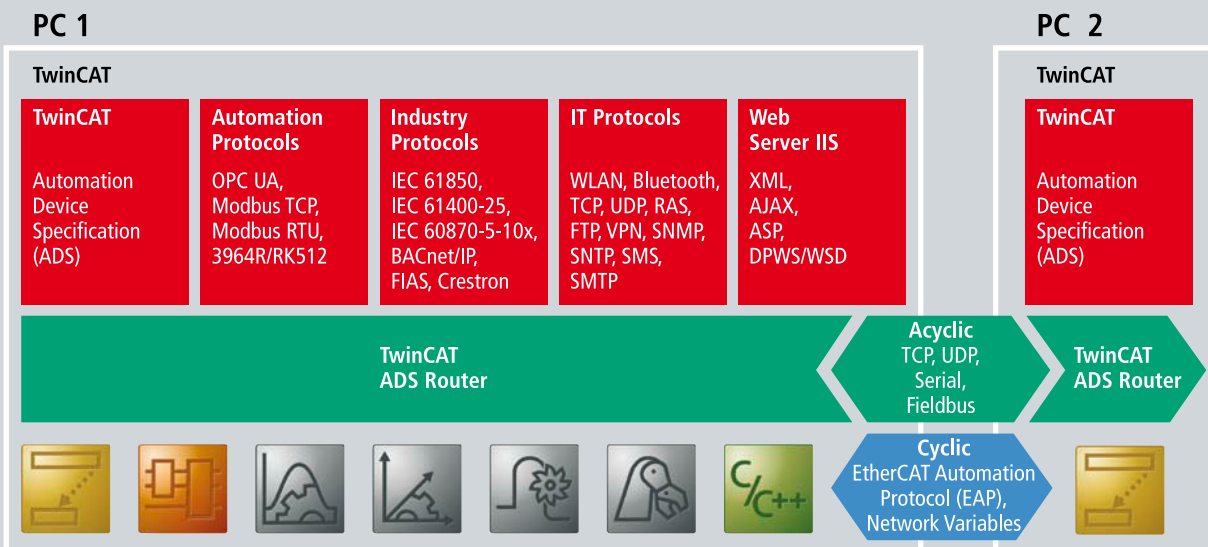


Fig. 1: Para el intercambio cíclico entre dos PC de control TwinCAT hay disponibles dos categorías de conexión: para la comunicación acíclica puede utilizarse ADS como protocolo con capacidad de enrutamiento. Un rendimiento notablemente más elevado ofrece el EtherCAT Automation Protocol (EAP): a través de mecanismos de publisher/subscriber, los datos de proceso pueden intercambiarse entre maestros de EtherCAT en el rango cíclico más pequeño de ms e incluso de  $\mu$ s.

## Estado

El sistema TwinCAT de hoy en día ofrece una conectividad prácticamente universal. La base para ello la representa el estándar ADS (Automation Device Specification) definido por Beckhoff: una capa de transporte basada en mensajes, con capacidad de enrutamiento y diseñada para ofrecer un gran rendimiento, que sirve tanto en sentido vertical entre las aplicaciones de Windows y las aplicaciones a tiempo real en el núcleo, como en sentido horizontal en red a otras aplicaciones, p. ej. las visualizaciones. ADS está disponible de forma gratuita para los entornos de Windows; muchos fabricantes de visualizaciones lo implementaron directamente como controlador en sus sistemas. Al igual que la arquitectura abierta de ADS, su estructura está documentada y puede implementarse también para otros sistemas operativos, diferentes de Windows. Numerosos productos suplementarios se crearon con un framework de ADS, también disponible para clientes, con el principio de un «convertidor de protocolos»: por ejemplo, con el «TwinCAT FTP Client» como convertidor, mediante ADS y desde el PLC, se puede acceder a comandos de FTP internacionales y activar una transferencia FTP de archivos desde el control de PLC.

Pero TwinCAT no sólo utiliza las posibilidades de protocolo basadas en IT, como FTP, VPN, páginas web o el envío de correos electrónicos o SMS desde el control de PLC, sino que también pone a disposición los protocolos generales de automatización, como los antiguos y conocidos 3964 o Modbus. OPC DA se convirtió desde 1996 y a nivel mundial en una iniciativa exitosa para la interoperabilidad: la tecnología de Microsoft basada en COM/DCOM contribuyó a la rápida expansión de los sistemas de visualización.

Beckhoff reconoció tempranamente la ventaja tecnológica del sucesor de OPC «Unified Architecture» (OPC-UA) e implementó el estándar, ahora basado en TCP/HTTP, hasta en el controlador embebido más pequeño. Este estándar equipado con todos los aspectos de seguridad internacionales permite ahora la conexión directa desde los pequeños controladores embe-

bidos CX80xx, más allá del HMI, hasta en el nivel MES/ERP, y directamente al sistema SAP. Con el transcurso de los años se fueron creando protocolos industriales específicos en muchos sectores, p. ej. para la automatización de edificios, la energía eólica, entre otros, con el objetivo de establecer los componentes de Beckhoff rápidamente en estos mercados.

Para el intercambio cíclico entre dos PC de control TwinCAT hay disponibles dos categorías de conexión (fig. 1): para la comunicación acíclica puede utilizarse ADS como protocolo con capacidad de enrutamiento. Los datos se envían por el stack de red regular del sistema operativo y están sujetos, por lo tanto, a las reglas de la carga general de la red. Como resultado, una conexión puede intercambiar datos en el rango bajo de ms (milisegundos). Un rendimiento notablemente más elevado ofrece el EtherCAT Automation Protocol (EAP): a través de mecanismos de publisher/subscriber, los datos de proceso pueden intercambiarse entre maestros de EtherCAT en el rango cíclico más pequeño de ms e incluso de  $\mu$ s.

## Futuro

Al formular las posibilidades futuras de la conectividad no estamos de ninguna manera jugando a ser adivinos y dando predicciones vagas: los desarrollos, los trabajos gremiales, y las cooperaciones entre asociaciones ya tienen lugar en la actualidad, pero no serán reconocibles en muchas empresas, y por lo tanto tampoco por el público en general hasta dentro de uno o dos años, como productos en el mercado.

El EtherCAT Automation Protocol (EAP) no sólo se utilizará para el intercambio horizontal y rápido entre maestros EtherCAT, sino también por aplicaciones de visualización que se han especializado en un volumen de datos elevado, p. ej. en el sector de la técnica de medición. EtherCAT crece de esta manera del puro «protocolo de dispositivo» como bus de campo de tiempo

real al más bajo nivel, al «protocolo de automatización» EAP, hasta en la interconexión de máquinas y en el campo HMI. Como capa de transporte superpuesta, OPC-UA podría poner de forma idónea el modelo de información EAP a disposición para la configuración, pero también para la transferencia de datos hasta el nivel del MES/ERP.

Por el contrario, OPC-UA va a penetrar del actual escenario «del controlador hacia arriba al nivel ERP Enterprise» también hacia abajo al nivel de campo: el punto central no será el bus de campo determinístico y con capacidad de tiempo real; existen numerosos dispositivos de campo, que simplemente tienen que ser «rápidos» y accesibles para datos de proceso o para su configuración con una autenticación UA y cifrado UA mediante TCP. Varios proveedores, como Siemens, han anunciado públicamente que ofrecerán UA hasta el nivel de campo.

Los grupos de trabajo conjuntos de PLCopen y OPC-Foundation tendrán como resultado, además del acceso interoperable a controles ya existente, módulos de funciones PLC estandarizados para la comunicación UA desde el controlador IEC 61131-3. Para Beckhoff, esto ya forma parte hoy en día del producto UA. Un nuevo grupo de trabajo «MES-Connectivity» definirá, en colaboración con la OPC Foundation y otros gremios y asociaciones activos en el campo MES, un acceso estándar desde sistemas MES al nivel de control de PLC.

Los componentes ADS de Beckhoff soportan actualmente no sólo plataformas de sistemas operativos x64 y CPU multinúcleo, sino que permiten la integración confortable en todas las tendencias de las IT: los pequeños controles TwinCAT embebidos con una memoria local limitada pueden colo-

car, mediante conexión ADS, los datos de medición registrados directamente en la «Microsoft-Azure-Cloud» o soluciones de Cloud de otros proveedores. Estos datos estarán disponibles entonces a nivel mundial para otras aplicaciones para su procesamiento posterior. Se seguirán implementando de todas formas nuevos protocolos industriales específicos para introducir en nuevos mercados las exitosas soluciones del sistema modular de automatización de Beckhoff.

¡La conectividad seguirá siendo fascinante! Con la filosofía de control escalable y basada en PC y la arquitectura interna ADS, Beckhoff ha desarrollado una plataforma ideal para el futuro.

[www.beckhoff.es/TC-ADS](http://www.beckhoff.es/TC-ADS)

[www.beckhoff.es/TC-OPC](http://www.beckhoff.es/TC-OPC)

Stefan Hoppe, Product Manager de  
TwinCAT, Beckhoff Automation

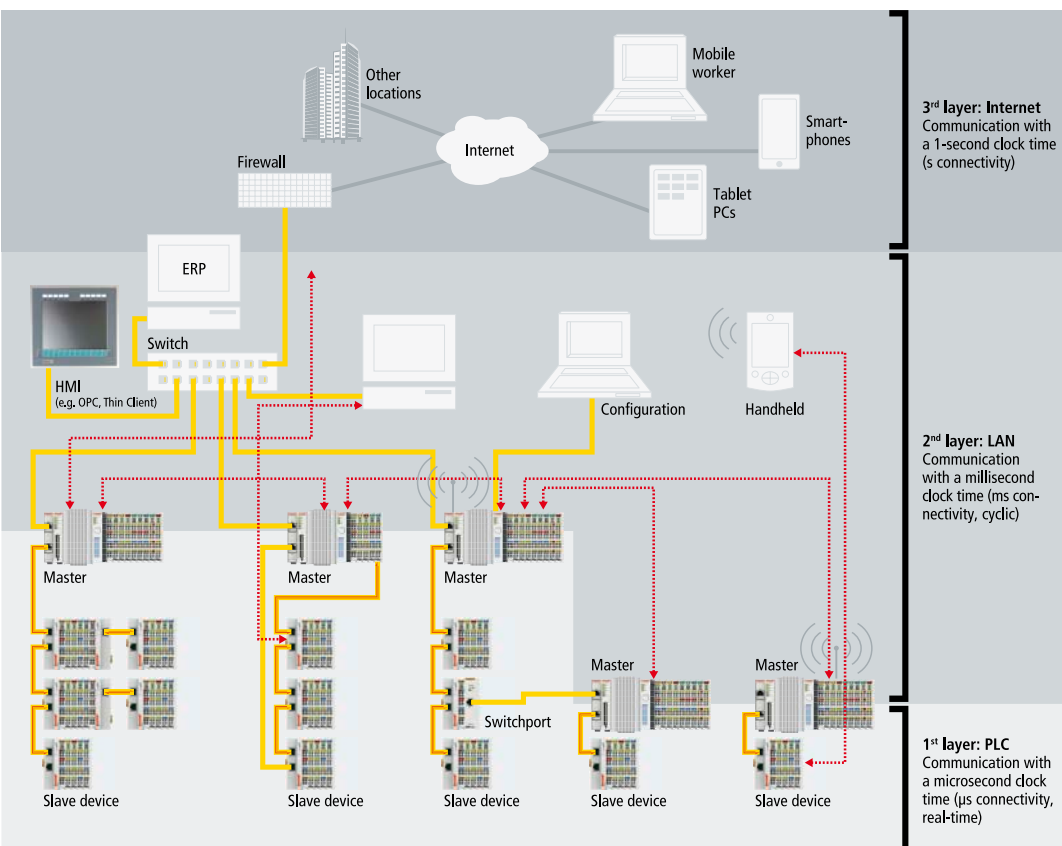
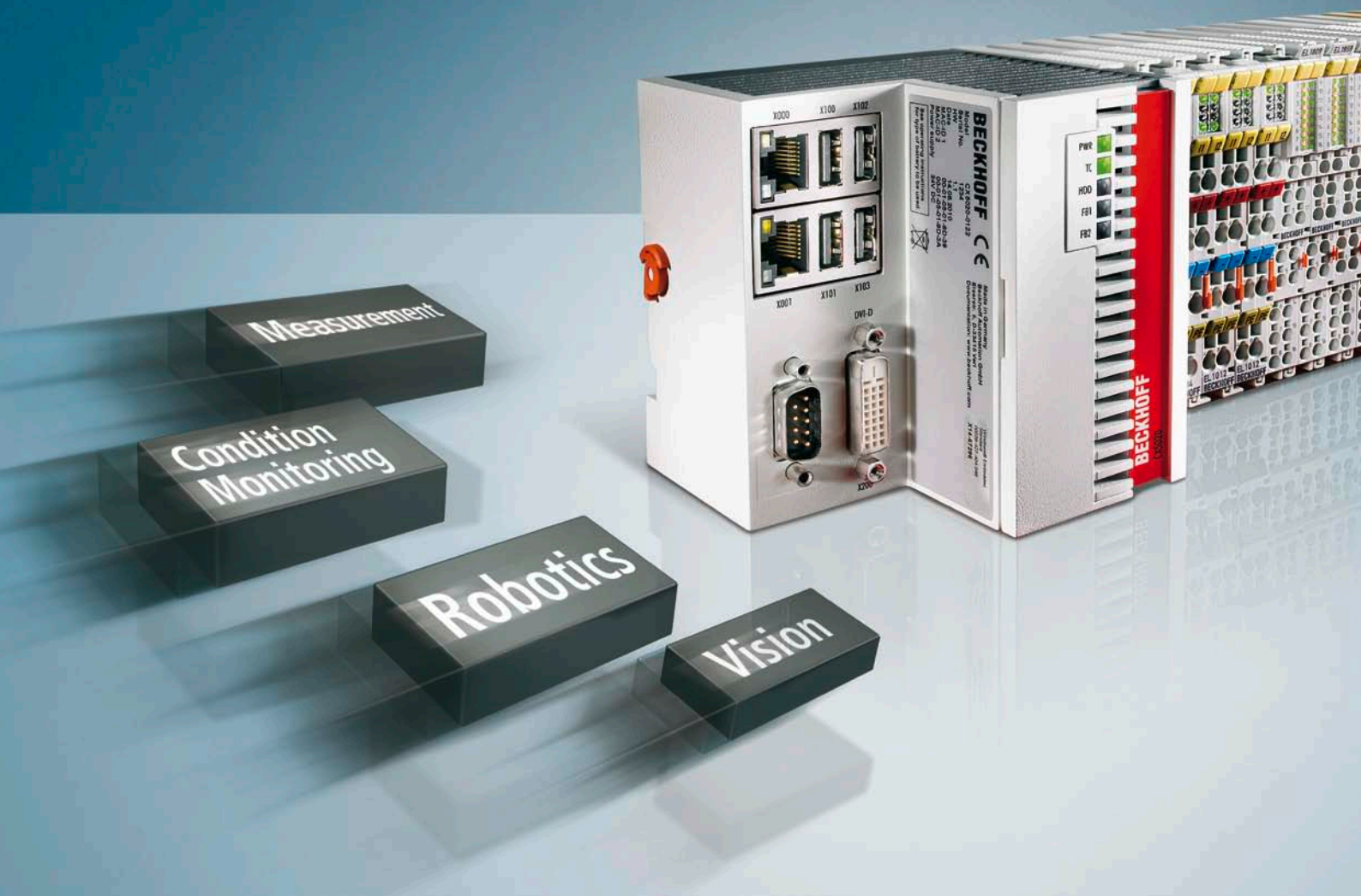


Fig. 2: El EtherCAT Automation Protocol (EAP) penetra en el segundo nivel de las redes de máquinas. Como contrapartida, OPC UA se integrará hasta en los dispositivos de campo. La plataforma IPC de Beckhoff ofrece con ADS una solución de comunicación escalable «desde el sensor hasta la nube».





## La automatización científica (Scientific Automation) integra campos de aplicación de alta tecnología en la automatización

Con los potentes PCs industriales de Beckhoff, el rápido bus de campo EtherCAT, los rápidos terminales I/O y TwinCAT como software, se pueden integrar diferentes campos de aplicación, como la técnica de medición de alta precisión, Condition Monitoring, así como transformaciones cinemáticas de robots, en la plataforma del PC. Beckhoff denomina a esta ampliación de la tecnología de control estándar «Automatización Científica» (Scientific Automation) y ofrece para ello un sistema modular. La oferta de módulos de hardware y software se amplía constantemente y se orienta a las necesidades del mercado, explican Michael Jost, Product Manager de EtherCAT y Sistemas I/O, y Dr. Josef Papenfort, Product Manager de TwinCAT, en una entrevista con la redacción de PC Control.

**PC-Control:** Con el control basado en PC, EtherCAT, la tecnología XFC (eXtreme Fast Control), así como el sistema de software TwinCAT, Beckhoff ha sentado las bases fundamentales para la Scientific Automation. ¿En qué aplicaciones se emplea Scientific Automation?

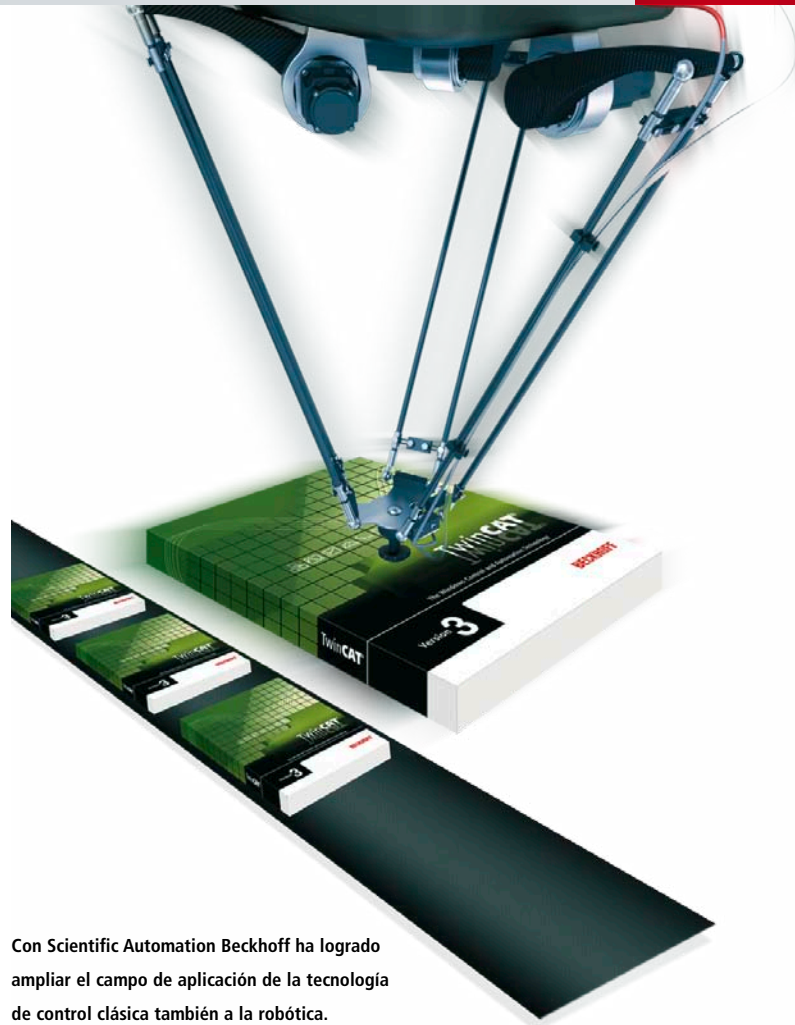
**Michael Jost:** Los módulos del sistema modular de Scientific Automation se han establecido en diferentes sectores y las más diversas aplicaciones. Se puede decir que Scientific Automation «ha tomado impulso» en muchos ámbitos y ha llegado a aplicaciones como, por ejemplo, la tecnología de los bancos de pruebas. La ventaja fundamental de nuestra tecnología radica en que la tecnología de control existente se puede ampliar de forma sencilla mediante módulos adicionales de software o nuevos terminales I/O. Con nuestra oferta actual de terminales para la técnica de medición, actualmente ya se pueden realizar funciones de alto nivel para técnicas de medición mediante terminales EtherCAT. Entre las aplicaciones más demandadas se encuentran las soluciones para el sector del Condition Monitoring, como el equilibrado, y las aplicaciones de pesaje. Además, muchas veces se puede prescindir de los sistemas técnicos de medición propios para la supervisión de la calidad del producto, porque la supervisión precisa requerida de la presión, temperatura, peso, etc. se puede integrar en el sistema de control.

**PC-Control:** ¿Esto también es válido para los aspectos del software?

**Josef Papenfort:** El sector del software está involucrado en igual medida. Los campos de aplicación son amplios, desde el Condition Monitoring hasta la integración de la robótica en el PC central. La filosofía general de Beckhoff es implementar lo máximo posible como software. Los módulos de I/O se diseñan de la forma más simple posible y suministran los datos en bruto para el PC. En el software se pueden analizar ahora los datos en bruto recibidos. El PC es excepcionalmente apropiado para esta tarea. El alto rendimiento, entre otros también por la unidad de coma flotante siempre disponible, permite calcular incluso el algoritmo más complicado en tiempo real.

**PC-Control:** ¿En cuanto a las aplicaciones mencionadas de Scientific Automation, se trata de soluciones a problemas puntuales o se reconoce una tendencia más generalizada?

**Josef Papenfort:** Se reconoce claramente una tendencia generalizada y nosotros ampliamos continuamente nuestra gama de productos según las demandas o los deseos de nuestros clientes. Además de los módulos de software estándar, en el desarrollo de aplicaciones para Scientific Automation nos centramos en tareas concretas. Esto también ocurre en el sector de la robótica, un campo de desarrollo muy actual, para el cual nos centramos en diversas soluciones en relación con los sistemas cinemáticos.



Con Scientific Automation Beckhoff ha logrado ampliar el campo de aplicación de la tecnología de control clásica también a la robótica.

**PC-Control:** Beckhoff ofrece numerosas bibliotecas de software para TwinCAT. ¿Qué bibliotecas están dirigidas especialmente a la Scientific Automation?

**Josef Papenfort:** Nuestro software TwinCAT es de estructura modular y por lo tanto puede configurarse o ampliarse modularmente. Se complementa con una serie de bibliotecas y los denominados Supplements. Tomemos por ejemplo el Supplement para la tecnología de control. Con el TwinCAT Controller Toolbox pueden configurarse de forma sencilla las estructuras de regulación más complejas y ejecutarse en tiempos de ciclo mínimos. La biblioteca de transformación cinemática permite el control y la regulación de robots con diferentes sistemas cinemáticos. Otras ventajas adicionales son la programación y configuración en TwinCAT. Una herramienta auxiliar importante para todas las aplicaciones de Scientific Automation es el TwinCAT Scope 2. Esta herramienta permite el registro y la representación de distintas señales incluso para tiempos de barrido en el rango de los 100 kHz. Para el Condition Monitoring desarrollamos una biblioteca de software que se emplea en diversas aplicaciones, por ejemplo en máquinas perforadoras y para el equilibrado. En la feria de Hanoíver 2011 presentamos una aplicación de este tipo para el equilibrado, que contó con una muy buena repercusión entre los visitantes de la feria.



«Con nuestros terminales EtherCAT y a través de Distributed Clocks podemos adquirir con alta precisión datos en bruto de sensores a una velocidad de hasta 100 000 muestras/s (analógico) o 1 000 000 muestras/s (digital), que son procesados en el PC central.»

## Técnica de medición de gama alta

En la actual gama de terminales I/O ya hay disponible hardware de medición para varias unidades físicas. ¿Qué unidades físicas faltan o, mejor dicho, qué necesitan los clientes?

**Michael Jost:** Nuestros sistemas I/O en IP 20 e IP 76 cubren prácticamente todas las señales estándar. Para el sector de la técnica estándar de medición ofrecemos módulos I/O para la medición de corriente, tensión, temperatura, frecuencia, posición y presión. Bajo Scientific Automation entendemos más bien la técnica de medición de gama alta con terminales para medición de alta velocidad o de alta precisión, así como la monitorización de energía o red. A esto se le suma el rango completo de productos de los terminales XFC, con los cuales podemos adquirir con alta precisión a través de Distributed Clocks, por ejemplo con el procedimiento de over-sampling, datos en bruto de sensores a una velocidad de hasta 100 000 muestras/s (analógico) o 1 000 000 muestras/s (digital). Hay numerosas peticiones de nuevos desarrollos, por ejemplo para interfaces especiales de sensores para la medición del valor de pH. En especial desde el sector de la tecnología de los bancos de pruebas se plantean requisitos, que tienen como objetivo realizar el banco de prueba completo con un único sistema. Una razón frecuentemente mencionada para la aplicación del sistema Beckhoff es, por un lado, la escalabilidad del hardware (módulos analógicos de 12, 16, 24 bit) y, por otro lado, la arquitectura abierta de las interfaces de hardware y software.



Michael Jost, Product Manager de EtherCAT y Sistemas I/O, Beckhoff Automation

**PC-Control:** El sistema de terminales EtherCAT se complementó en los últimos años con numerosos terminales de la categoría «técnica de medición de alta precisión». ¿Cómo define Beckhoff la expresión «de alta precisión»?

**Michael Jost:** Como ejemplo se puede nombrar aquí el terminal de entrada analógico de  $\pm 10V$  EL3602 con una precisión de 0,01% como «de alta precisión» en comparación con los terminales estándar que presentan un error de medición de 0,3%. En el sector de los termopares hemos comparado la precisión y estudiado la exactitud de medición habitual. El resultado fue que nuestros terminales estándar ya son muy buenos en comparación con otros proveedores de sistemas de automatización. En la técnica de medición de temperatura de alta precisión somos incluso varios órdenes de magnitud más precisos y nos podemos comparar con proveedores líderes del sector de la técnica de medición. En especial con el terminal de termopar EL3314-0010 presentado recientemente nos movemos en el límite de exactitud alcanzable con esta tecnología de sensores. Para determinados clientes de la industria solar y de los semiconductores, la exactitud de medición y regulación de la temperatura es un criterio decisivo para el control de procesos. La temperatura tiene un efecto directo en la calidad del producto. El terminal para medición de temperatura PT100 ya se encuentra hace tiempo en nuestra cartera de productos. La variante de alta precisión EL3201-0020 con certificado de calibración y un error de medición  $< 0,1^\circ C$  se emplea en aplicaciones industriales, así como para la investigación.



Medición de temperatura de alta precisión y registro de señales en el sistema de control de calidad de Miele



**PC-Control:** Los terminales I/O de alta precisión también están disponibles para la medición de resistencia y para la evaluación de puentes de resistencia. ¿Cuáles son sus campos de aplicación?

**Michael Jost:** Para la medición de alta precisión de resistencias, tanto en el rango de los  $m\Omega$ , como en el rango de los  $M\Omega$ , se desarrolló el terminal EtherCAT EL3692. Dispone de diferentes rangos de medición y permite, de esta forma, un extenso campo de aplicación. Su campo de aplicación clásico son los bancos de prueba; por ejemplo, uno de nuestros clientes emplea este terminal para medir calefacciones de asientos en el proceso de producción. Estas calefacciones deben presentar un determinado valor de resistencia preestablecido. Otros campos de aplicación son, por ejemplo, las mediciones de resistencias de paso definidas en puntos de terminales, conectores y mazos de cables. Para otros sectores de desarrollo, en especial para la técnica de pesaje, Beckhoff desarrolló a demanda de numerosos clientes el terminal EtherCAT EL3356-0010 con una resolución de 24 bit y un tiempo de conversión rápido de 100  $\mu s$ , que presenta muchas posibilidades de aplicación. Un ejemplo es la medición dinámica de pares. La ventaja para nuestros clientes es que tienen una técnica de pesaje integrada en su máquina y no requieren hardware y software adicional de otros proveedores.

**PC-Control:** Los terminales EtherCAT estándar ofrecen ya una resolución de 16 bit. Los terminales de medición de gama alta se ofrecen con 24 bit. ¿Cuáles son las ventajas para el usuario?

**Michael Jost:** La alta resolución de señal es requerida por algunos usuarios familiarizados con los sistemas de medición. En relación con la exactitud absoluta, la alta resolución no siempre parece necesaria. Sin embargo, en muchas aplicaciones no es decisiva la exactitud absoluta, sino la exactitud relativa, es decir, qué tan bien se pueden realizar mediciones comparables. Para la reproducibilidad de regulaciones, especialmente cuando se realiza una calibración adicional de toda la cadena de medición, la alta resolución es de gran ayuda porque se pueden detectar incluso pequeñas desviaciones.

**PC-Control:** En la feria de Hanóver 2011 se presentó como novedad el terminal de monitorización de red. ¿Cuáles son las características principales del nuevo desarrollo?

**Michael Jost:** El desarrollo del terminal de monitorización de red representa una nueva ampliación de nuestro terminal de medición de energía. La idea es el registro completo de los datos en bruto, lo más independientemente posible del ciclo de PLC. La evaluación se realiza posteriormente con el software en el PC. Esta tarea sólo se puede solucionar con el principio del oversampling, que es un componente integrado en EtherCAT. Con el terminal EtherCAT EL3773 se exploran a alta velocidad y de forma sincronizada los datos en bruto de tensión y corriente. Para ello se utiliza la función Distributed Clock de EtherCAT. Los siguientes pasos de análisis se realizan luego por completo en el software del PC. Un ejemplo de aplicación es la sincronización de un generador en una central hidroeléctrica en la red.



Medición de temperatura de alta precisión en el sistema de terminales EtherCAT: gracias a la exactitud de base se reduce el error de medición a  $\pm 0.1$  K del rango de temperatura. La calibración realizada en la fábrica se registra en un certificado individual.

## Condition Monitoring

**PC-Control:** Para el Condition Monitoring existe una biblioteca TwinCAT. ¿Qué funcionalidades ofrece?

**Josef Papenfort:** La TwinCAT Condition Monitoring Library es una biblioteca de software que recibe los datos en bruto, por ejemplo, del terminal EtherCAT EL3632. El EL3632 es un terminal especial para la conexión de sensores de oscilación. Los sensores se conectan directamente al terminal de oscilación, sin convertidores eléctricos. De esta forma se reducen enormemente los costes. Para transportar los datos al PC se requiere EtherCAT. Para la evaluación de los datos en el PC se necesita la TwinCAT Condition Monitoring Library. Además de los clásicos algoritmos de filtrado, como la transformación de Fourier, existe una serie de módulos que realizan cálculos estáticos. Los algoritmos de reconocimiento de patrones deben filtrar la información relevante de una inmensa cantidad de datos. Nuestra solución CMS es básicamente independiente del sensor. Los campos principales de aplicación de esta biblioteca de software se encuentran en la construcción de máquinas y en el sector de las instalaciones eólicas. La automatización basada en PC de Beckhoff ofrece la gran ventaja de poder tener los datos de todas las señales registradas en el PC. De esta forma es posible vincular los datos de diferentes señales, es decir, que se puede, por ejemplo, combinar una señal de temperatura con una de oscilación y con el estado de carga, y realizar una evaluación correspondiente.

## TwinCAT Scope 2

**PC-Control:** El TwinCAT Scope 2 es una herramienta importante y popular para muchos usuarios

**Josef Pappenfort:** TwinCAT Scope 2 es una herramienta central de la Scientific Automation. Está compuesta por dos unidades funcionales, el Viewer para representar los datos, y el Server, que en principio recopila los datos. Esto puede realizarse naturalmente en el mismo PC, pero también de forma distribuida por la red. Todos los datos recopilados reciben una marca de tiempo de alta precisión. El registro de terminales de oversampling también está soportado. Mediante la activación de desencadenadores se puede iniciar el almacenamiento de determinados datos interesantes en momentos determinados. La arquitectura del Scope 2 se refleja también en las extensas interfaces de exportación. Por ejemplo, los datos pueden ser almacenados en el formato CSV para poder verlos en Excel.

**PC-Control:** Si la técnica de medición requiere de un dispositivo de ensayo con Hardware-in-the-Loop, puede ser necesaria la calibración de la conexión del sensor. ¿Para ello se puede utilizar TwinCAT Scope 2?

**Michael Jost:** Para las señales estándar no es necesaria una recalibración, pero es un aspecto importante para algunos circuitos de medición de temperatura. Nuestros terminales de medición permiten en principio que el cliente realice una denominada igualación personalizada. Y nuestros clientes realmente utilizan esta función, tanto para las señales estándar de  $\pm 10V$  o  $4 \dots 20mA$ , como para los terminales de medición de temperatura de alta precisión. De esta forma pueden regular completamente sus circuitos de medición y también lograr la exactitud requerida. El tema de la calibración es cada vez más importante para algunos clientes. Nuestra oferta ya incluye terminales que se suministran con un certificado de calibración adicional. En él se certifica que el terminal individual presenta la correspondiente exactitud. Si el cliente lo desea repetimos con gusto este proceso de calibración. Sin embargo, con mayor frecuencia se calibra el circuito de medición completo, incluyendo

el sensor. Nos podemos imaginar un objetivo similar al de la técnica de medición de temperatura en la técnica de pesaje.

## Robótica

**PC-Control:** Otro campo de aplicación de Scientific Automation es la robótica. ¿Qué ventajas ofrece la integración de las transformaciones cinemáticas en el IPC central?

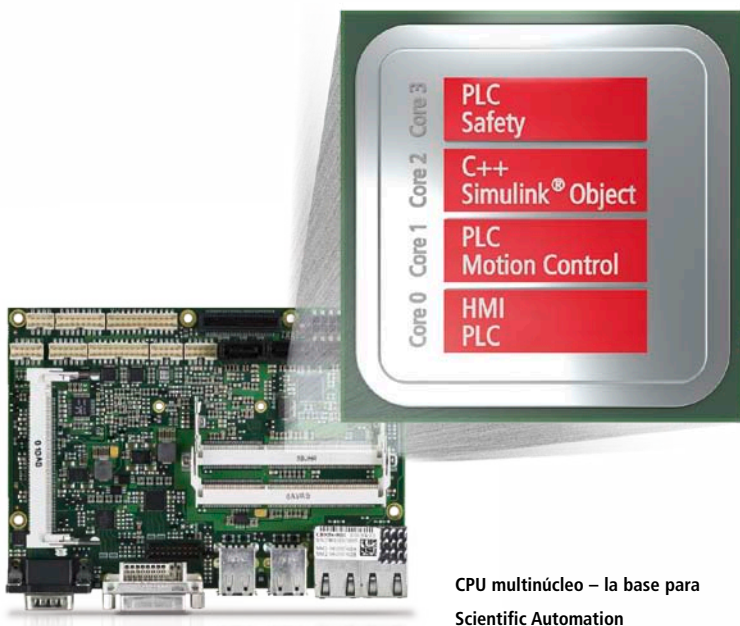
**Josef Pappenfort:** La transformación cinemática o, expresado de otra forma, el control y la regulación de robots con software en la misma CPU en la que también se ejecuta el control «normal», ejemplifica las enormes ventajas del principio de la Scientific Automation para el usuario. Por un lado, el usuario ahorra dinero, puesto que el control del robot ya no tiene que correr en un hardware dedicado. Pero se ahorra aún mucho más en la ingeniería. Ya no es necesario que el programador de robots programe el robot en el lenguaje del robot; el programador de PLC se encarga de ello programando en su conocido lenguaje de programación de PLC. Además, las instalaciones con robot integrado tienen más prestaciones. Si el control de movimiento de una cinta transportadora se procesa en el mismo PC y con el mismo tiempo de ciclo que el robot que tiene que sincronizarse con la cinta transportadora, entonces los retardos se reducen prácticamente a cero. TwinCAT integra actualmente sistemas cinemáticos para cinemática paralela 2D, Delta 3D, cinemática de cizallas, SCARA, portales cartesianos y cinemáticas para grúas y rodillos. Actualmente estamos trabajando en el desarrollo de la transformación cinemática del robot de brazo articulado de seis ejes. El objetivo estratégico es controlar y regular cualquier tipo de robot de brazo articulado y conectar este módulo de solución con la automatización estándar. Nuestros usuarios compran robots del mercado y nuestra meta es integrar estas aplicaciones de robot en una solución de automatización completa.

**PC-Control:** Una función requerida en muchas aplicaciones de robot está relacionada con la integración del procesamiento industrial de imágenes, por ejemplo para permitir el tracking. ¿Esto podrá realizarse con TwinCAT?

**Josef Pappenfort:** Hoy en día, el sistema de procesamiento industrial de imágenes se combina ya frecuentemente con TwinCAT en un PC. Esta es una de las ventajas de la tecnología de control abierta, basada en PC. Nuestros clientes utilizan este sistema, por ejemplo, para el reconocimiento de la posición de piezas sobre una cinta transportadora en movimiento. Otro caso de aplicación es el control de calidad de productos en una cadena de producción automática. Una solución made by Beckhoff está en camino y se presentará en breve. El procesamiento de imágenes es un módulo importante de Scientific Automation.

**PC-Control:** ¿Qué importancia tiene la simulación para la automatización?

**Josef Pappenfort:** Mediante la integración de Matlab®/Simulink® en TwinCAT 3 se abren numerosos campos de aplicación, por ejemplo en el sector de la energía eólica, de la construcción de máquinas, en la ingeniería de plantas y en la tecnología de procesos. La simulación con Matlab®/Simulink® permite el desarrollo y la optimización de reguladores. Estos



CPU multinúcleo – la base para Scientific Automation



**Dr. Josef Papenfort, Product Manager  
de TwinCAT, Beckhoff Automation**

reguladores se construyen y optimizan específicamente para la aplicación y luego se utilizan apretando simplemente un botón, por ejemplo, en el PLC. Este es uno de los posibles casos de aplicación. Otro ejemplo de aplicación es la simulación de una máquina o instalación antes de su montaje en el emplazamiento del cliente final. De esta forma, los estados críticos pueden ensayarse antes de la puesta en marcha. La simulación puede abarcar procesos cinemáticos y dinámicos. Por ejemplo se puede comprobar si un accionamiento logra alcanzar el número de revoluciones deseado en una determinada ventana de tiempo. Otro tipo de simulación está relacionada con el dominio de situaciones de emergencia: ¿Cómo reacciona la máquina cuando se pulsa un botón de parada de emergencia? ¿Cómo es su proceso de parada y cómo se vuelve a arrancar?

## Futuro

**PC-Control:** La base para Scientific Automation es el aumento constante de la potencia de los procesadores. Una propiedad importante de TwinCAT 3 es el soporte activo

**Josef Papenfort:** La tecnología del multinúcleo trae consigo un nuevo empuje de rendimiento para el control basado en PC. Numerosas aplicaciones demandan una elevada potencia de cálculo. Donde hace 15 años aún se utilizaban de 10 a 20 ejes para el movimiento de la máquina, hoy en día y debido al aumento continuo del grado de automatización, en la misma máquina se aprecian de 50 a 100 ejes. Muchos acoplamientos mecánicos y discos de levas se sustituyen en la actualidad por acoplamientos y discos de levas electrónicos. Lo mismo sucede con los reguladores. Mientras que hace 15 años se utilizaban todavía muchos reguladores

**Dr. Josef Papenfort:** «Basándonos en Scientific Automation estamos en posición de realizar el control y la regulación de un robot completamente en un PC industrial o de integrarlos en una solución de automatización y de ejecutarlos conjuntamente a tiempo real.»

compactos dedicados, actualmente esto se realiza con software en el control central. Scientific Automation naturalmente también servirá para aprovechar recursos que estarán disponibles en el futuro. Los nuevos procesadores contarán con cada vez más núcleos y se aplicarán naturalmente también en el entorno industrial. Dentro de pocos años, las nuevas generaciones de procesadores estarán equipadas con 16 o incluso 50 núcleos. Para su utilización, TwinCAT 3 ofrece la posibilidad de distribuir funcionalidades en los diferentes núcleos. Para el objetivo a corto plazo, es decir, realizar sistemas de procesamiento de imágenes en software en el PC, se podría realizar una distribución en una serie de núcleos, mientras que los núcleos restantes podrían utilizarse para ejecutar las tareas de PLC o Motion así como la técnica de medición.

**PC-Control:** El sistema modular Scientific Automation se amplía constantemente. ¿Qué planes existen actualmente en el ámbito del software y hardware?

**Michael Jost:** Por razones obvias no voy a nombrar aquí futuros proyectos de desarrollo. Básicamente cabe destacar, que aún podemos realizar mucho en el campo técnico de la medición con la diversidad de señales existentes, ya que EtherCAT brinda las posibilidades necesarias para ello. Seguirán existiendo actividades relacionadas con las calidad de las señales y con nuevos tipos de señales. Además, consideramos que todavía existe potencial de desarrollo en los campos de velocidad y resolución.

**Josef Papenfort:** En los planes para el software está previsto el lanzamiento de TwinCAT 3 en la feria SPS/IPC/DRIVES en noviembre de 2011. Además de la programación IEC 61131 con las extensiones orientadas a objetos, también estará integrado Matlab®/Simulink® y la compatibilidad con C++. Con TwinCAT 3 ofrecemos un sistema que está totalmente integrado en Visual Studio® del lado de la ingeniería. Se utiliza la tecnología plug-in de Visual Studio®, ofreciendo la posibilidad de integrar fácilmente en el futuro muchos componentes de ingeniería adicionales en el entorno existente. También esperamos que en el futuro se creen muchos módulos que se ejecuten en el tiempo de ejecución de TwinCAT 3.

[www.beckhoff.es/scientific-automation](http://www.beckhoff.es/scientific-automation)



**PLC**

- IEC 61131
- C/C++
- Matlab®/Simulink®

**Safety PLC**

- FUP/FBD
- Safety C

TwinCAT® 3

## TwinCAT 3 Safety – eXtended Automation Engineering y Runtime

TwinCAT 3 Safety le ofrece al usuario funcionalidades adicionales para la creación y administración de aplicaciones relevantes para la seguridad. Además de la alta flexibilidad y de la portabilidad mejorada, esta herramienta de software se caracteriza por su elevado confort.

El nuevo editor gráfico para la seguridad e integrado en TwinCAT 3 es adecuado para la programación de los conocidos terminales lógicos KL6904 y EL6900. Además, se puede proyectar el nuevo TwinCAT Safety PLC, que representa una solución de seguridad integrada, basada en tecnología PC. De esta forma, componentes hasta ahora puramente funcionales pueden ser utilizados para la realización de aplicaciones de seguridad. La lógica se puede programar con ayuda del lenguaje de diagrama de bloques funcionales en una representación gráfica, pudiendo-

se organizar en redes para una mejor visualización general. Los módulos de funciones se pueden ubicar y conectar libremente. Gracias a la región de zoom prácticamente ilimitada es posible editar y documentar incluso proyectos muy grandes de manera confortable. Para la rápida navegación dentro del proyecto existe adicionalmente una vista general del proyecto en miniatura, mediante la cual se puede cambiar rápidamente entre las diferentes partes de la aplicación (véase fig. 1).

### Flexibilidad aumentada

La programación inicialmente se realiza de forma independiente del hardware empleado. Esto se logra poniendo a disposición inicialmente el sistema destino, así como todos los posibles dispositivos de entrada y salida, como denominados dispositivos alias. Con esta base se pueden realizar todos los ajustes relevantes para la seguridad de antemano (véase fig. 2). Para el traspaso del proyecto al hardware en el cual será ejecutado, los dispositivos tienen que ser asignados a los dispositivos físicos realmente existentes.

Aparte de los módulos de función para los terminales lógicos KL6904 y EL6900, ya conocidos de TwinCAT 2.11, se ponen a disposición bibliotecas adicionales y precertificadas en el marco del TwinCAT Safety PLC. El usuario tiene además la opción de programar sus propios módulos de funciones. Estos se pueden basar en los módulos de funciones ya existentes o se pueden programar directamente en Safety C. Safety C representa un derivado sin limitaciones del C estándar, que sólo está disponible en Modo de experto. Los módulos de funciones definidos por el usuario se guardan en la biblioteca de TwinCAT 3 y están disponibles para todos los proyectos futuros. Para aplicaciones de seguridad se pueden utilizar las conocidos estructuras de control, como por ejemplo, IF-THEN-ELSE, SWITCH-CASE, así como los tipos de datos típicos de C. Con ello se pueden estructurar y realizar prácticamente todas las aplicaciones deseadas.

Una característica esencial de la programación de aplicaciones técnicas de seguridad en TwinCAT 3 es la nueva y ampliada administración de usuarios. En el denominado Modo básico, el usuario sólo puede crear aplicaciones en base a módulos de fun-

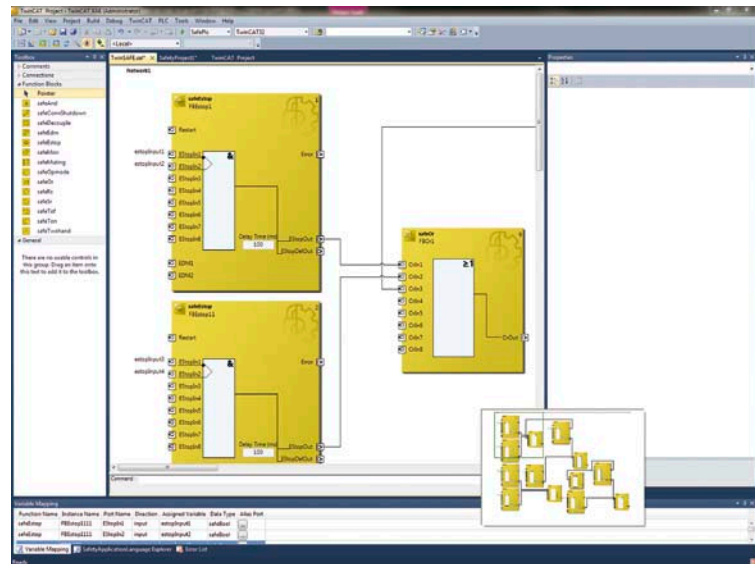


Fig. 1: Vista del editor gráfico para TwinCAT 3. La vista general del proyecto en miniatura permite cambiar rápidamente entre las diferentes partes de la aplicación.

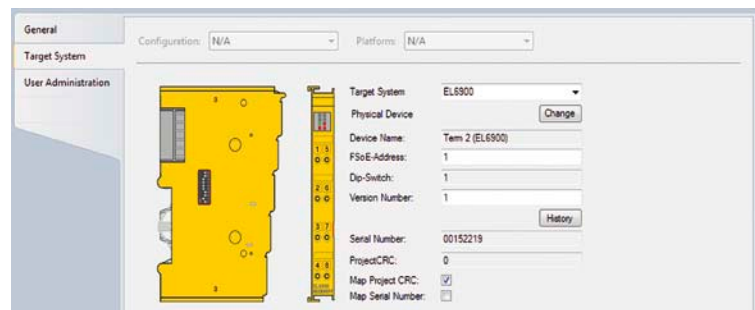
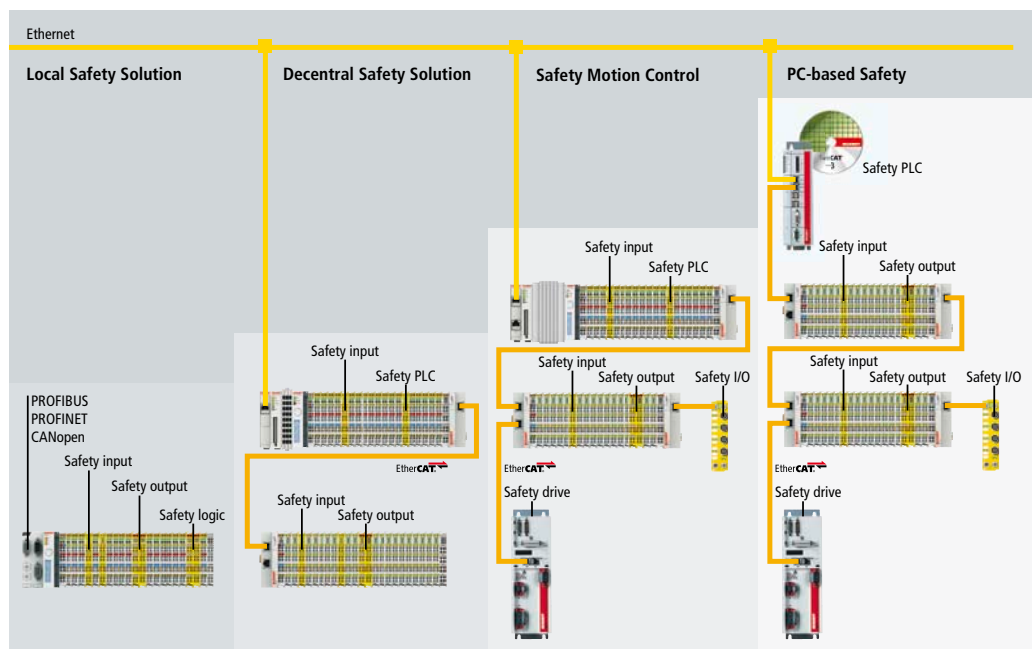


Fig. 2: Configuración del sistema de destino

Fig. 3: TwinSafe – La solución de seguridad escalable, desde el pequeño control descentralizado hasta la compleja aplicación de seguridad.



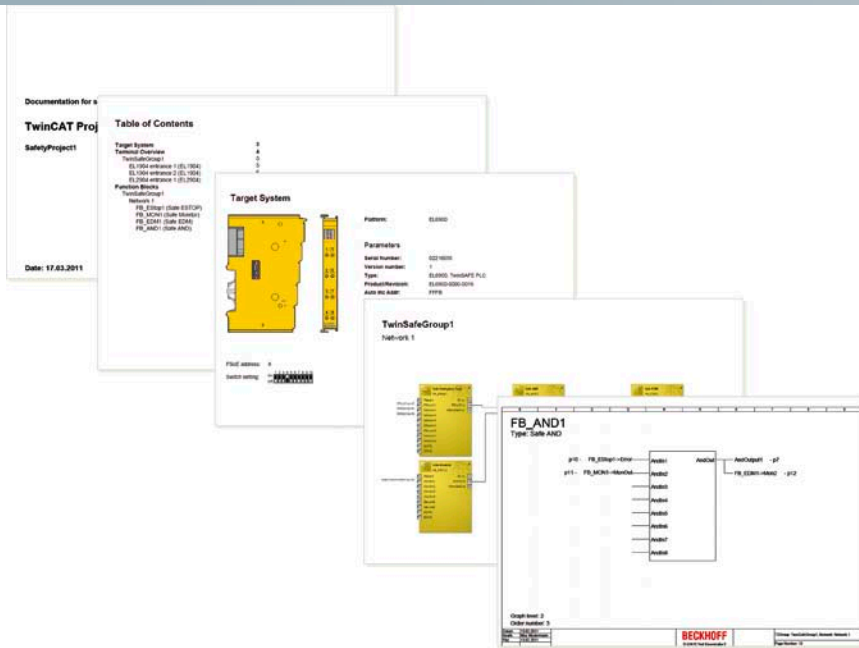


Fig. 4: La documentación generada automáticamente muestra todos los datos relevantes del proyecto de forma detallada.

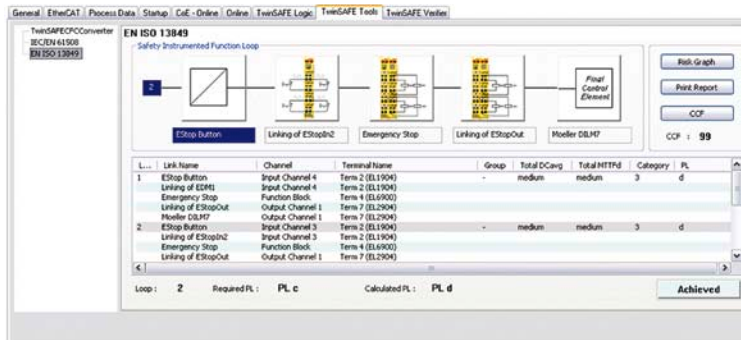


Fig. 5: El TwinSAFE Calculator integrado en TwinCAT 3 sirve para calcular el nivel de rendimiento para adaptar la instalación de forma óptima a los respectivos requisitos de seguridad.

ciones predeterminados y, por lo tanto, certificados. Entre ellos también cuentan los módulos de funciones creados por él mismo, que estén basados en módulos precertificados. Por el contrario, en el Modo de experto también es posible crear módulos de funciones en Safety C y, por lo tanto, crear bibliotecas propias. Antes de cargarlos en el control de seguridad, se comprueba si la lógica programada a partir de módulos de funciones ya certificados es consistente o si la aplicación creada necesita una nueva comprobación.

### Programación en Visual Studio®

Además de la programación, también se soportan las fases de depuración y de prueba mediante herramientas mejoradas. Los programas se pueden depurar como es habitual en Visual Studio®: los valores de variables en línea y los estados de los módulos de funciones se muestran directamente en el entorno gráfico y permiten una depuración rápida y sencilla de la aplicación. TwinCAT



Martin Früchtl, Product Manager de TwinSAFE, Beckhoff Automation

3 Safety ofrece además un entorno de ingeniería que permite simular el proyecto completo sin conexión y, por lo tanto, probar la lógica de forma independiente del hardware que será empleado, antes de cargarlo en el control. De esta forma es posible acortar o simplificar notablemente la puesta en marcha in situ.

El editor para los programas técnicos de seguridad dispone de un mecanismo de verificación automática que sirve para reconocer alteraciones de datos de forma automática. Se pueden reconocer tanto manipulaciones intencionadas como casuales. Por lo tanto, se prescinde de la verificación manual de programas. El mecanismo de verificación automática comprueba de forma autónoma si el proyecto guardado se corresponde con el creado en el editor. Gracias a ello, la ingeniería es más sencilla, rápida y segura.

### Documentación de proyecto generada automáticamente

La documentación generada automáticamente muestra todos los datos relevantes del proyecto de forma detallada (véase fig. 4). Desde la representación de los terminales de hardware con ajustes relevantes para la seguridad (dirección FSoE, cableado de los terminales, etc.), hasta el listado detallado de los módulos de funciones utilizados y sus interconexiones, esta documentación contiene todos los datos importantes para simplificar el cableado de la instalación, la búsqueda de errores y el mantenimiento. La versión digital de la documentación permite que el usuario pueda navegar cómodamente por el documento mediante enlaces, de forma que las conexiones e interconexiones sean fáciles de interpretar.

En el punto de mira de TwinCAT 3 Safety se encuentra, además de la proyección y programación mejoradas, también el apoyo al diseño de instalaciones y a la puesta en marcha en campo. En TwinCAT 3 se integró el TwinSAFE Calculator para la planificación de la aplicación de seguridad (véase fig. 5). Sirve para calcular el nivel de rendimiento según la norma EN ISO 13 849-1, para adaptar la instalación de forma óptima a los respectivos requisitos de seguridad.





## El PC industrial lleva a cabo funciones de seguridad

Los modernos sistemas de automatización se equipan cada vez más con potentes PC industriales para la ejecución de tareas de control. Sin embargo, hasta ahora faltaba la posibilidad de poder utilizar esta capacidad de rendimiento también para la ejecución de funciones de seguridad. La complejidad de los PC industriales impedía las comprobaciones de seguridad de acuerdo a las normas de seguridad internacionales, cuando se trataba simplemente de traspasar las soluciones de control convencionales al PC. Mediante el uso de códigos matemáticos, ahora es posible ejecutar funciones de seguridad según SIL 3 en el PC.

Cuando a finales de los años ochenta se aplicaron los primeros controles basados en PC, el escepticismo era grande. Al fin y al cabo, todos los usuarios tenían experiencia en el uso diario de ordenadores de oficina y no querían traspasar la (poca) fiabilidad encontrada a su producción. A pesar de que por aquel entonces los PC industriales ya contaban con un alto estándar de calidad y desde entonces se han ido mejorando y ha aumentado su rendimiento permanentemente, hoy en día se sigue percibiendo un leve escepticismo. Por lo tanto no es de extrañar que algunos se sorprendan al ver que los PC industriales incluso se pueden aplicar para funciones de seguridad.

## ¿Por qué seguridad basada en IPC?

La base para la aplicación de IPC (Industrial PC) para funciones de seguridad se debe en primer lugar a la alta calidad de los IPC modernos y de los firmware específicamente desarrollados para estos. El desarrollo de terminales a prueba de fallos y el elevado estándar de la comunicación a prueba de fallos, como Safety-over-EtherCAT, también contribuyen a esta exitosa aplicación.

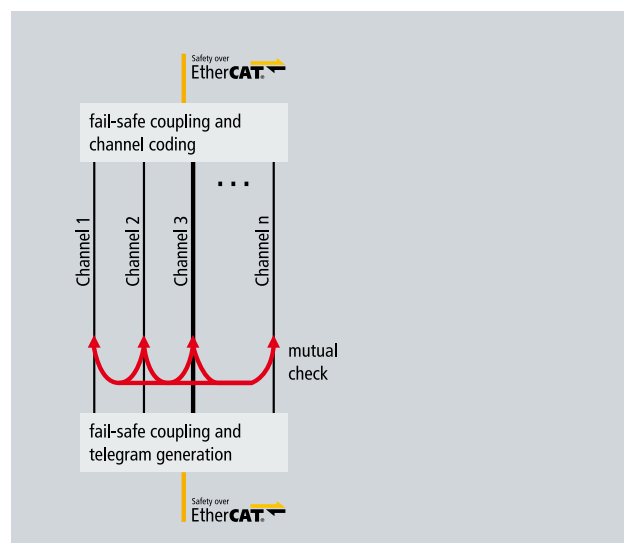
Pero, ¿cómo se pueden realizar cálculos en un plataforma de control basada en PC con una seguridad comprobable? Las tareas de los sistemas de automatización a prueba de fallos consisten en un

reconocimiento de errores con una alta probabilidad comprobable y una reacción segura a través de la periferia. Para reconocer errores se utilizan habitualmente canales de hardware y software redundantes; sólo si los canales suministran datos consistentes entre sí, los resultados se consideran correctos y se continúan utilizando. Se puede reconocer fácilmente, que el uso de más canales también significa mayores costes.

Además, para cumplir con los estándares de seguridad internacionales, también se debe comprobar que no exista ningún error singular, que tenga el mismo efecto en muchos canales, de forma que la comparación se realice sin detectar el error (denominado common cause). También al utilizar varios núcleos de procesadores en procesadores multinúcleo se debe comprobar esta característica de forma extremadamente crítica, ya que muchos recursos son utilizados por varios o todos los núcleos a la vez. Por el contrario es más eficiente el empleo de métodos matemáticos, que también soportan el uso de procesadores multinúcleo, pero en donde la distribución de las tareas parciales en los procesadores individuales y el tipo de uso de los recursos comunes no representan características de seguridad que tienen que ser comprobadas.

La combinación de varios canales de software con diferentes codificaciones, que es posible y sencillo de lograr en un IPC, eleva la calidad de la detección de errores y reduce considerablemente la probabilidad de errores residuales (véase fig. 1). Si bien se multiplican los requerimientos de memoria (tipos de datos más largos, mayor número de operaciones por canal, canales redundantes) y el tiempo de procesamiento aumenta potencialmente porque los canales de software se procesan realmente uno tras otro, esta supuesta desventaja se vuelve insignificante si se utilizan los IPC de alto rendimiento.

Fig. 1: Arquitectura del IPC a prueba de fallos



### Principio básico de los PC industriales a prueba de fallos

Además de la redundancia en el sentido de la ejecución repetida de tareas iguales o similares, también la redundancia de datos tiene cada vez más importancia. Esta puede considerarse también como codificación matemática: a partir de los datos originales y a través de una regla de asignación se generan datos de imagen en un nuevo rango de valores mucho mayor. Si los datos adoptan valores que se encuentran dentro del rango de valores pero no se corresponden con la regla de asignación, no pertenecen al código. Por lo tanto son inválidos y sólo pueden haberse generado debido a errores en el mantenimiento o el procesamiento de datos. Los códigos aritméticos que se utilizan se basan en los números primos. Se describieron por primera vez detalladamente en [1]. Allí se multiplican los datos originales con un número primo en una unidad previa, como p. ej. en sensores seguros especiales, y se suma un offset específico. Si al restar el offset no se obtiene un múltiplo de este número primo, se ha detectado un error. Por este motivo, en [1] se describe incluso una solución de un canal (hardware de un canal y software de un canal). El valor de una variable codificada  $x_c$  puede representarse entonces como el producto del valor original  $x_f$  y un número primo  $A$  (compárese con [1, 5]):

$$x_c = A \cdot x_f$$

Además, al valor codificado se le puede sumar un offset  $B_x$  específico de la variable de modo que

$$x_c = A \cdot x_f + B_x$$

es válido.  $B_x$  también se denomina firma estática. De esta forma, en la memoria no se encuentran simplemente múltiplos del número primo  $A$ , sino diferentes valores, de los cuales, en función de la ubicación, hay que restar primero un determinado valor, antes de que se genere un múltiplo de  $A$ .

La codificación se completa con un offset  $D_t$ , adicional, que contiene el correspondiente ciclo de procesador, la denominada firma dinámica:

$$x_c = A \cdot x_f + B_x + D_t$$

Con la ayuda de la firma dinámica ahora también es reconocible la utilización errónea de valores anticuados. Esta detección de errores se explica a continuación en un ejemplo de una adición.

Además de la variable codificada  $x_c$  se dispone también de la variable  $y_c$ , siendo

$$y_c = A \cdot y_f + B_y + D_t$$

La adición codificada con el resultado  $z_c$ , con la correspondiente composición,

$$z_c = A \cdot z_f + B_z + D_t$$

debe realizarse de la siguiente manera:

$$z_c = x_c + y_c + (B_z - B_x - B_y) - D_t.$$

El valor  $(B_z - B_x - B_y)$  es una constante, que contiene información sobre las variables implicadas y la operación. Si en la codificación se determinan, por ejemplo, los offsets  $B_x$ ,  $B_y$  y  $B_z$  con 1093, 5012 y 8913, en el programa codificado se encuentra en la ubicación correspondiente el valor 2808. Aquí hay que restar la firma dinámica, ya que cada variable codificada  $x_c$  e  $y_c$  contiene un  $D_t$  y la suma codificada correcta  $z_c$  también contiene sólo un  $D_t$ .

Una comprobación simple y de un canal de que  $z_c$  está libre de error sólo prueba si el valor es válido:

$$(z_c - B_z - D_t) \bmod A \equiv 0?$$

De esta forma se pueden detectar: alteraciones de los valores de  $x_c$  e  $y_c$ , lecturas de ubicaciones de memoria erróneas, la utilización de valores anticuados y errores de la unidad de cálculo. La probabilidad de que un error no sea detectado (es decir, la probabilidad de errores residuales) se calcula mediante  $1/A$  (compárese p. ej. [3]). La separación entre dos valores válidos es  $A$ . Todos los valores intermedios se reconocen como erróneos (véase fig. 2). Por lo tanto, debe utilizarse un valor de  $A$  lo más grande posible.

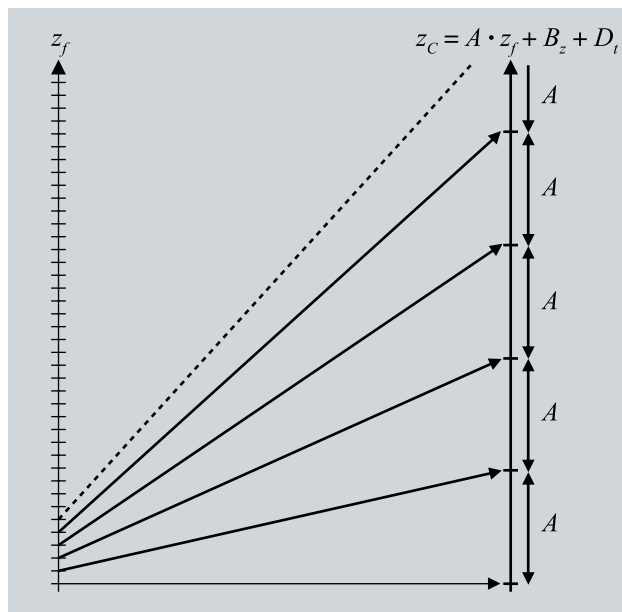


Fig. 2: Rango de valores de las variables codificadas

Una mejora sustancial de la detección de errores se consigue con la ayuda de datos codificados de distintos canales de software [4]. Por ejemplo, para dos canales codificados, la comprobación es:

$$A_2 \cdot (z_{c1} - B_{z1} - D_{t1}) \equiv A_1 \cdot (z_{c2} - B_{z2} - D_{t2})?$$

La probabilidad de errores residuales baja notablemente si se utilizan varios canales.

### Ventajas de la utilización de codificaciones matemáticas

Los rápidos ciclos de innovación para microprocesadores hacen que cualquier comprobación de seguridad basada en hardware quede obsoleta al poco tiempo [5]. Por eso se requieren constantemente nuevas comprobaciones. Debido a la base estrictamente matemática aquí seleccionada, la comprobación de la seguridad no tiene que ser referenciada al respectivo procesador ni a su entorno. Las propiedades del código matemático determinan la probabilidad de errores residuales y, con ello, el SIL según IEC 61508.



Prof. Dr.-Ing. Frank Schiller, Director Científico  
Safety and Security, Beckhoff Automation

Además, es posible la ejecución cuasi simultánea de programas de control relevantes y no relevantes para la seguridad en un IPC, de manera que el rendimiento disponible se puede aprovechar de forma óptima.

### Sumario

El estado actual de desarrollo del PC industrial permite la utilización racional de códigos aritméticos para el procesamiento de programas de control relevantes para la seguridad. Los elevados requisitos de memoria y la gran cantidad de extensas operaciones codificadas no representan ningún problema para un IPC. La calidad de los PC industriales ha alcanzado tal nivel, que se puede garantizar un funcionamiento continuo y la detección de errores no provoca constantemente un cambio al estado de funcionamiento seguro por lo general no productivo.

La solución presentada emplea una codificación ampliada para alcanzar una alta tasa de detección de errores en el procesamiento de datos de un PC industrial. Un informe de ensayo del TÜV SÜD confirmó la certificabilidad según IEC 61508 de este principio de solución. El acoplamiento seguro y requerido a la periferia del proceso se realiza mediante Safety-over-EtherCAT.

### Bibliografía

- [1] Forin, P.: Vital Coded Microprocessor Principles and Application for Various Transit Systems. IFAC Control, Computers, Communications, Paris, 1989, S. 79-84.
- [2] Wappler, U., Fetzner, C.: Software Encoded Processing: Building Dependable Systems with Commodity Hardware. International Conference on Computer Safety, Reliability and Security, SAFECOMP 2007, LNCS 4680, München, Springer, 2007, S. 356-369.
- [3] Ozello, P.: The Coded Microprocessor Certification. International Conference on Computer Safety, Reliability and Security, SAFECOMP 1992, München, Springer, 1992, S. 185-190.
- [4] Oh, N., Mitra, S., McCluskey, E.J.: ED4I: Error Detection by Diverse Data and Duplicated Instructions. IEEE Transactions on Computers, 51, 2002, S. 180-199.
- [5] Mottok, J., Schiller, F., Völkl, T., Zeitler, T.: A Concept for a Safe Realization of a State Machine in Embedded Automotive Applications. International Conference on Computer Safety, Reliability and Security, SAFECOMP 2007, LNCS 4680, München, Springer, 2007, S. 283-288.



# El control basado en PC de Beckhoff se aplica a nivel mundial en casi todos los sectores

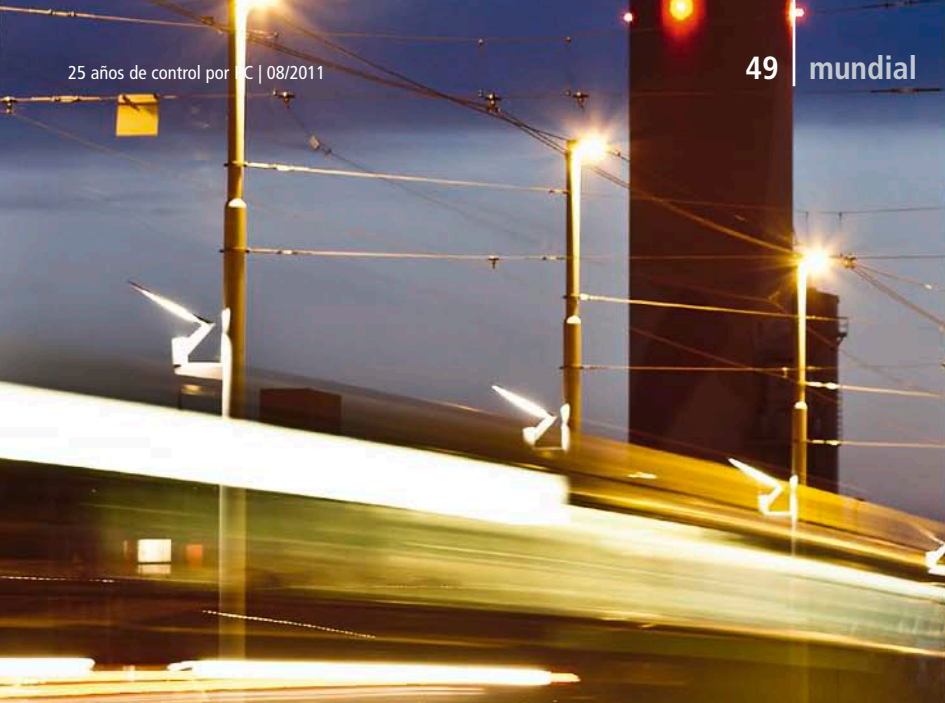
La «New Automation Technology» (nueva tecnología de automatización) de Beckhoff implica soluciones de control y automatización universales e independientes del sector, que entran en acción mundialmente en distintas aplicaciones desde la máquina-herramienta controlada mediante CNC y el aerogenerador, hasta el control inteligente de edificios.

▼ Máquinas embaladoras, Paktech | EE.UU.  
Montaje de asas de transporte en botellas de bebidas en cuestión de segundos  
[www.paktech-opi.com](http://www.paktech-opi.com)

▼ Técnica de escenarios y espectáculos, EXPO Shanghai 2010 | China |  
Péndulo interactivo en el pabellón alemán, que oscila con los gritos de los espectadores.  
<http://en.expo2010.cn>



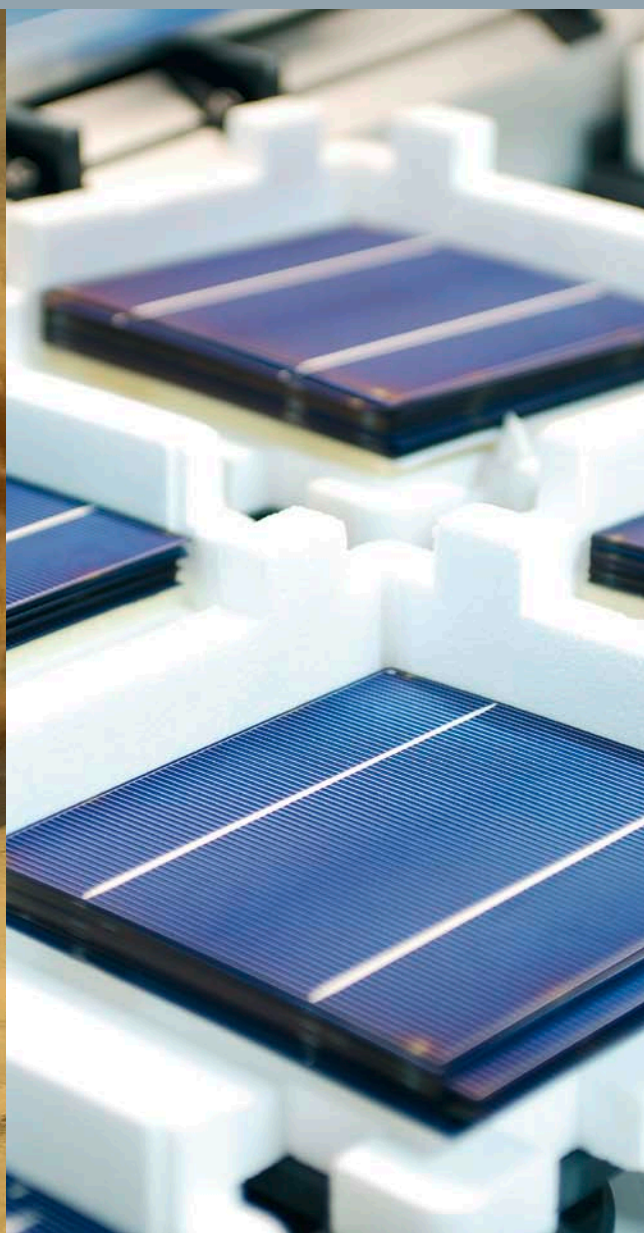




▲ Proyecto de infraestructura, Tangente Norte Basilea | Suiza | Control de las instalaciones de operación y seguridad de la Tangente Norte de Basilea  
[www.baselnord.bs.ch](http://www.baselnord.bs.ch)

▼ Tecnología de bancos de pruebas, Volkswagen Motorsport | Alemania | Tecnología de banco de prueba para motores de carrera basada en PC y EtherCAT  
[www.volkswagen-motorsport.com](http://www.volkswagen-motorsport.com)

▼ Sistemas fotovoltaicos, Q-Cells | Alemania | Manipulación y transporte de células solares  
[www.q-cells.com](http://www.q-cells.com)







▲ Máquinas de imprenta y papel, Ferag | Suiza | Módulos de producción de alta tecnología para la imprenta del periódico «Neuen Zürcher Zeitung» [www.ferag.com](http://www.ferag.com)

▼ Transporte y logística, LSG Sky Chefs | Alemania | Control y visualización de los procesos de producción [www.lsgskychefs.com](http://www.lsgskychefs.com)

▲ Instalaciones eólicas, Multibrid | Alemania | Instalación offshore de 5 MW para aplicaciones marítimas [www.multibrid.com](http://www.multibrid.com)



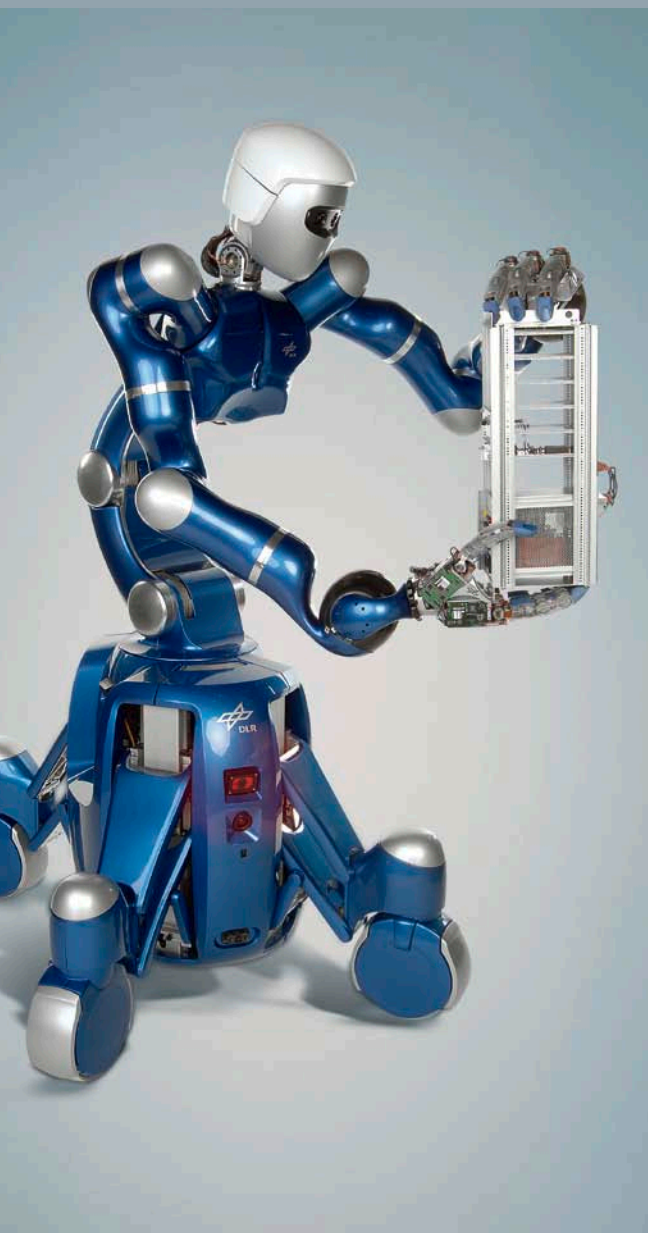




▼ Robótica, Centro Alemán Aeroespacial | Alemania | Robot «Rollin' Justin» para manipulaciones complejas a dos manos  
[www.dlr.de](http://www.dlr.de)

▲ Construcción de túneles, Acciona | España | Tuneladora para la construcción de un túnel ferroviario  
[www.acciona.es](http://www.acciona.es)

▼ Tecnología de conformación/Mecanizado de chapas, Haeusler | Suiza | Dobladora de chapa para la producción de tubos de grandes dimensiones con cordón de soldadura longitudinal [www.haeusler.com](http://www.haeusler.com)







25 años de control por PC | 08/2011

▼ Ingeniería de plantas, AquaDom & SEA LIFE | Alemania | AquaDom presenta un fascinante mundo submarino  
[www.visitsealife.com](http://www.visitsealife.com)

▲ Building Automation, Dolder Grand Hotel | Suiza | Automatización de edificios de gama alta  
[www.thedoldergrand.com](http://www.thedoldergrand.com)

▲ Aeronáutica, GTD | España | Sistemas de control y supervisión de la plataforma de lanzamiento del cohete portador ruso Soyuz en el Puerto espacial Kourou  
[www.gtd.es](http://www.gtd.es)

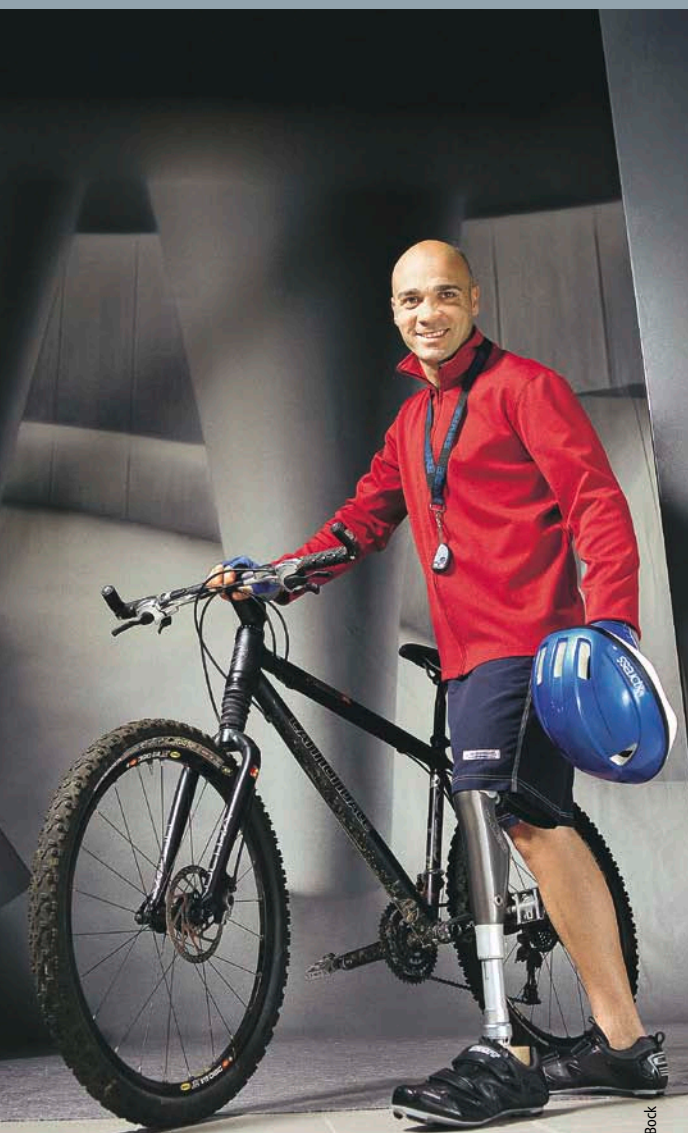


► Construcción naval, Royal Huisman | Países Bajos | Yate de vela «Twizzle» con tecnología de control  
[www.royalhuisman.com](http://www.royalhuisman.com)





▲ Técnica de escenarios y espectáculos, TTS Theater technische Systeme | Alemania | Remodelación de toda la técnica de escenarios y del edificio del Schauspielhaus Nürnberg [www.ttssyke.de](http://www.ttssyke.de)



© by Otto Bock



◀ Tecnología médica, Otto Bock HealthCare GmbH | Alemania | Dispositivo de ensayo para pie ortopédico [www.ottobock.de](http://www.ottobock.de)

▲ Máquinas embaladoras, KOCH Pac-Systeme | Alemania | Solución de gama alta para blísters [www.koch-pac-systeme.com](http://www.koch-pac-systeme.com)







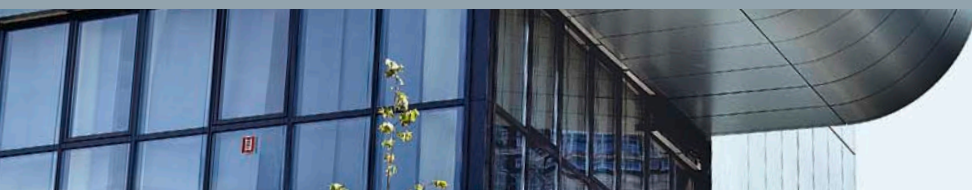
▲ Máquinas para la fabricación de ventanas, BJM | Alemania | Máquina para el mecanizado de perfiles totalmente automática para ventanas de material plástico y aluminio  
[www.bjm-gmbh.de](http://www.bjm-gmbh.de)

▲ Técnica de escenarios y espectáculos, SpiderCam | Austria | SpiderCam permite el movimiento tridimensional de cámaras en espacios abiertos.  
[www.spidercam.tv](http://www.spidercam.tv)

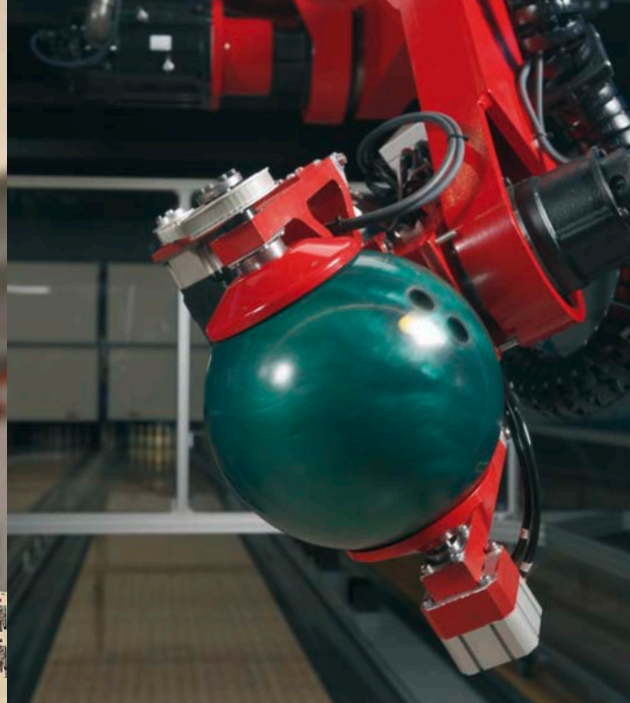


▲ Building Automation, Filial de Microsoft en Colonia | Alemania | Automatización de edificios de última tecnología, en combinación con las IT y la tecnología de medios más modernas [www.microsoft.com](http://www.microsoft.com)

► Máquinas de mecanizado de madera, Nobilia | Alemania | Línea de producción para muebles de cocina  
[www.nobilia.de](http://www.nobilia.de)







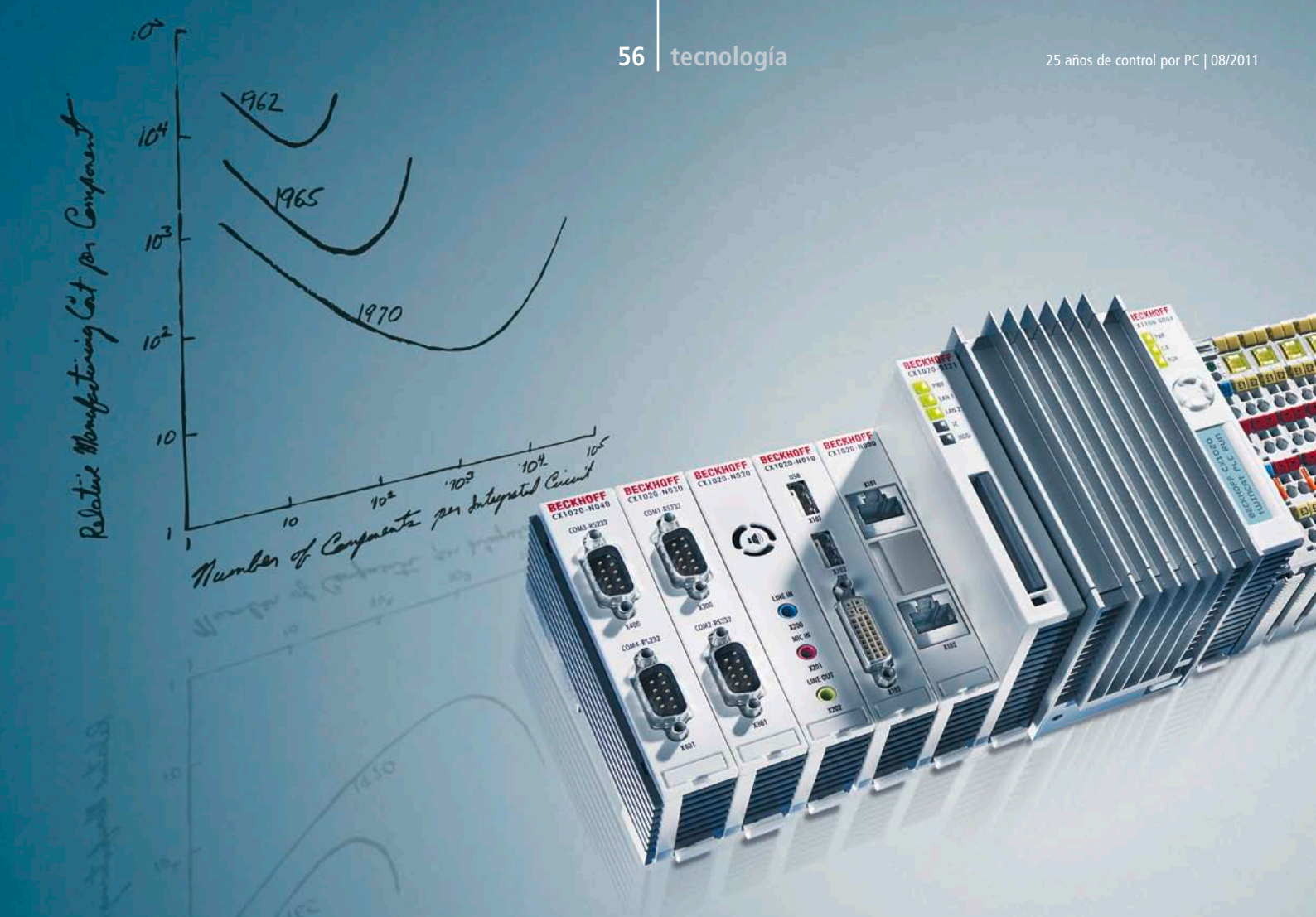
▲ Máquinas de plásticos, Husky Injection Molding Systems | Canadá | Fabricación de plásticos mediante el procedimiento de moldeo por inyección [www.husky.com](http://www.husky.com)

▼ Industria del automóvil, BMW | Alemania | Montaje de la junta de goma para el techo eléctrico corredizo y abatible de la serie 5 [www.bmw.de](http://www.bmw.de)

▲ Robótica, ARM Automation | EE.UU. | Robot de bowling E.A.R.L. de alto rendimiento para la simulación perfecta de la secuencia de movimiento durante el bowling [www.armautomation.com](http://www.armautomation.com)







Intel – Tendencias de procesadores para la TIC y la automatización industrial

## El futuro es de los dispositivos inteligentes e interconectados

Internet conectará en el futuro numerosos dispositivos inteligentes entre sí: en el hogar, la oficina, el coche y el bolsillo. Intel ofrece las tecnologías para una experiencia de «Personal Computing» unificada en todas las plataformas. El punto central en este sentido son el rendimiento energéticamente eficiente, la seguridad y el acceso a internet.



El ordenador se convirtió en un componente indispensable de nuestras vidas. Y la tendencia continúa hacia el denominado «Pervasive Computing». Se trata de la interconectividad universal entre la vida laboral y la privada a través de internet mediante «dispositivos inteligentes». Estos dispositivos finales no sólo son servidores, ordenadores, portátiles, tablets o smartphones. Internet conecta entre sí objetos de todo tipo: coches, paneles digitales, cuyo contenido se adapta a distancia, televisores Smart TV, sistemas domóticos para la gestión inteligente de la energía en el hogar y muchos más.

También la forma de utilizar estos dispositivos ha cambiado y sigue cambiando: actualmente, las personas quieren estar en contacto con sus amigos, tener acceso a información y entretenerse a través de aplicaciones que le son familiares, de forma fluida y a través de diferentes plataformas. Para ello querrán utilizar el dispositivo que mejor se adapte a sus necesidades. La visión de Intel es la experiencia del «Personal Computing» universal, fluida y global en todas las plataformas, entre todos los dispositivos conectados a internet. La tecnología de Intel pretende ser el corazón de esta solución.

Intel se transforma de este modo del fabricante de chips para ordenadores al proveedor de plataformas completas de hardware y software con servicios incluidos. Para ello,

**Andreas Thome, Beckhoff:** Beckhoff utiliza CPU de Intel desde hace más de 25 años en sus propios productos. Para poder aplicar la tecnología del PC en el sector de la automatización, se requiere de profundos conocimientos de la electrónica de los procesadores y PC en general, así como de la posibilidad de poder fabricar en todo momento placas base con factores de forma propios. Esta es la razón por la cual Beckhoff fabrica sus propias placas base y adapta la BIOS a los requisitos específicos. Las empresas como Intel y Microsoft representan socios tecnológicos importantes y fiables para Beckhoff.



Intel pone en el centro de mira el rendimiento energéticamente eficiente y la seguridad, así como la capacidad de acceso a internet para un amplio abanico de categorías de dispositivos. Para lograrlo, Intel traspasa las ventajas de la ley de Moore y su tecnología punta de transistores para procesadores potentes y energéticamente eficientes a otros segmentos computacionales.

### Eficiencia energética y la ley de Moore

**Andreas Thome, Beckhoff:** Tanto «Tick» como «Tock» son pasos importantes para la tecnología de automatización; por un lado se reduce la potencia consumida de los procesadores y, por otro lado, con cada nueva arquitectura de procesador aumenta la capacidad de rendimiento y típicamente también la velocidad de proceso de los algoritmos de control y regulación. Por consiguiente, los PC industriales pueden ser más pequeños, ahorrando espacio en el cuadro de control. Los procesadores de la serie Sandy Bridge/Ivy Bridge se emplearán en el futuro también en los productos industriales de Beckhoff.

Los microprocesadores son cada vez más rápidos y pequeños, trabajan de forma energéticamente eficiente e integran cada vez más funciones en un chip. El vertiginoso perfeccionamiento de la tecnología de los semiconductores queda patente en el número de transistores, del núcleo de los microprocesadores. De los 2300 transistores del primer microprocesador 4004 de Intel del año 1971 se pasó a los 1170 millones de transistores en el procesador Intel®-Core™ i7 Extreme. Un nanómetro (nm) es la milmillonésima parte de un metro; esto representa la anchura que ocupan aproximadamente tres átomos vecinos en un trozo de metal. A modo comparativo: un pelo humano tiene un espesor de aproximadamente 90 000 nm.

Con ello se sigue cumpliendo la ley de Moore, formulada por el cofundador de Intel, Gordon Moore, ya en 1965. Esta regla sigue siendo válida actualmente y es uno de los principios fundamentales de la industria de las IT. La ley de Moore predice que la densidad de transistores (el número de transistores por unidad de superficie) en un microchip se duplica aproximadamente cada 24 meses. La duplicidad de la superficie útil y la miniaturización de las estructuras de circuitos hacen posible más funciones, más potencia de cálculo y menores costes de producción por chip, dado que los transistores más pequeños son más baratos de fabricar, conmutan más rápido, requieren una menor tensión de alimentación, generan menos calor y consumen menos corriente.

Para poder seguir cumpliendo con la ley de Moore, Intel se ha comprometido con la innovación. El denominado modelo Tick-Tock para el diseño de procesadores es un claro ejemplo de ello. Se basa en la alternancia anual de la miniaturización estructural para la producción de chips (Tick) y la nueva arquitectura de procesador (Tock). 2010 fue un año Tock, es decir, que con la segunda generación de procesadores Intel® Core™ (nombre clave «Sandy Bridge») se presentó una nueva arquitectura de procesadores, que hasta finales de 2011 se fabricará en el probado proceso de 32 nm. A finales de 2011 se realizará el shrink en la producción a 22 nm (Tick; nombre clave «Ivy Bridge») y en 2012 otra vez una nueva arquitectura de procesador (Tock; nombre clave «Haswell»).

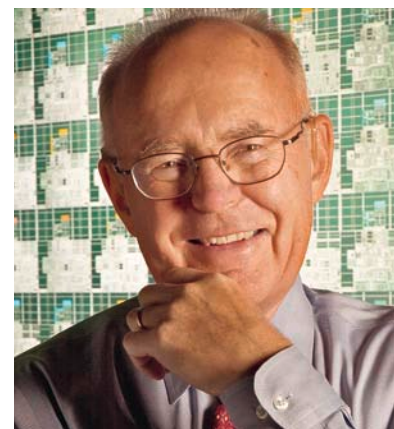
**Andreas Thome, Beckhoff:** La gráfica integrada en los procesadores Intel® es suficiente para la mayoría de las aplicaciones del sector industrial, incluso para gráficos tridimensionales en movimiento con aceleración de hardware. Normalmente, el empleo de un hardware gráfico dedicado tampoco tiene sentido por cuestiones de coste. Además, los fabricantes de CPU como Intel y AMD desarrollan sus unidades gráficas a una velocidad vertiginosa debido a los cada vez más exigentes «Multimedia-Internet-Devices» (dispositivos multimedia y de Internet), de forma que la unidad gráfica de la CPU principal hace cada vez más competencia también como «Number-Cruncher» genérico.

### Tendencia: Procesador con gráfica integrada

Con sus procesadores actuales (Sandy Bridge), Intel nos muestra hacia dónde se dirige el futuro: a procesadores que integran cada vez más funciones en un chip y que adaptan inteligentemente su rendimiento, así como consumo de corriente según los requerimientos de la aplicación. La segunda generación de los procesadores Intel® Core™ combina la tecnología gráfica visual y 3D con potentes microprocesadores en una única pieza de silicio.

Esta integración mejora el rendimiento gráfico gracias al acoplamiento aún más cercano de GPU y CPU. El motor de gráficos está directamente conectado al caché del procesador. Por esta razón, éste ya no se denomina L3-Cache, sino Last-Level-Cache. Intercepta accesos de memoria tanto de los núcleos de la CPU, así como del motor de gráficos. En esta arquitectura «circular», la gráfica y los núcleos del procesador comparten recursos como el caché o las áreas de memoria. El acceso al caché resulta en un mayor rendimiento para la gráfica en comparación con el acceso a memoria tradicional.

Otro punto central son las funciones multimedia mejoradas y aceleradas para aplicaciones como el procesamiento profesional de imágenes, gráficos 3D, procesamiento de videos (HD) y gaming. El nuevo conjunto de instrucciones, Intel® Advanced Vector Extensions (Intel® AVX) con conjunto de instrucciones ampliado a 256 bit, aproximadamente



El cofundador de Intel, Gordon Moore, formuló la ley de Moore en 1965.



El procesador Intel® Core™ i7 Extreme integra 1.17 mil millones de transistores.



Intel pone a disposición la nueva versión 2.0 de la tecnología Intel® Turbo Boost para el rendimiento óptimo de aplicaciones individuales

duplicará el rendimiento de las aplicaciones de coma flotante (p. ej. procesamiento de imágenes, vídeos, modelación 3D, simulaciones científicas, análisis financieros), así como de las aplicaciones multimedia.

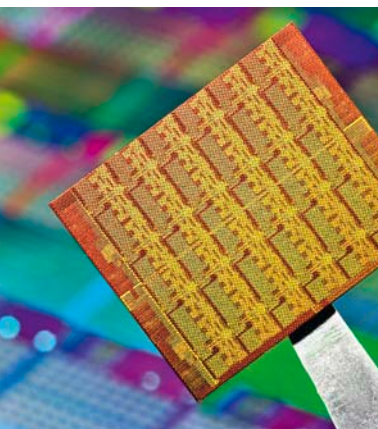
### Tendencia: Rendimiento inteligente

Otro factor que aumenta el rendimiento es la tecnología Intel® Hyper Threading. Cuatro núcleos de procesador de la segunda generación de procesadores Intel® Core™ pueden procesar conjuntamente hasta 8 subprocesos de forma simultánea. A esto se le suma la versión 2.0 de la tecnología Intel® Turbo Boost, que está optimizada para la nueva microarquitectura y acelera todas las aplicaciones, independientemente de que estén basadas en uno u ocho subprocesos. Intel ha ampliado la tecnología Turbo Boost en los nuevos procesadores también a los núcleos gráficos.

Turbo Boost 2.0 selecciona automáticamente y en función de la carga de trabajo, si se deben acelerar los núcleos del procesador o la gráfica, y brinda siempre el rendimiento óptimo según los requisitos individuales. Si, por ejemplo, se utiliza un programa que solo necesita dos de los cuatro núcleos, se desconectan dos núcleos y se aumenta la frecuencia de los dos núcleos activos restantes. Si solo se necesita un único núcleo, éste se somete a un overclocking hasta un límite razonable. De este modo, el procesador reacciona de forma autónoma a los requerimientos actuales y pone a disposición siempre el máximo rendimiento.

### Tendencia: Many-Core

Intel presentará aún en 2011 versiones de la segunda generación de procesadores Intel® Core™ con ocho núcleos de cálculo. El objetivo de Intel a largo plazo es alojar muchos más núcleos de procesadores en un chip. De este modo, los futuros ordenadores podrían soportar interfaces hombre-máquina y aplicaciones de software totalmente nuevas. Un hito en este sentido representa el procesador de investigación de 48 núcleos Single-Chip Computer Cloud (SCC) de Intel. El SCC se presentó en diciembre de 2009 y fue desarrollado con la cooperación decisiva de Intel Braunschweig/Alemania. El procesador comprende 48 núcleos de cálculo con arquitectura Intel, totalmente programables, y representa el máximo número de núcleos integrados en un único chip de silicio hasta el momento. El chip cuenta además con una red muy rápida, que permite el intercambio de datos entre los núcleos de cálculo, así como nuevas tecnologías de gestión de energía para una eficiencia energética extremadamente alta. Los 48 núcleos apenas requieren 25 Watt en estado idle o 125 Watt para máximo rendimiento; esto es comparable con el consumo de energía de dos bombillas domésticas estándar.



El Single-Chip Computer Cloud (SCC) de Intel unifica 48 núcleos de procesadores en un chip.

Para acelerar el desarrollo de aplicaciones y software de última generación para procesadores de varios núcleos (programación paralela), Intel creó en septiembre de 2011 la iniciativa MARC (Many-Core Applications Research Community). A MARC pertenecen más de 80 instalaciones de investigación en todo el mundo con más de 100 proyectos que emplean el procesador de investigación de 48 núcleos Single-Chip Computer Cloud (SCC) de Intel. A diferencia de lo que sucede con los procesadores de cuatro núcleos, para la programación de software many-core se plantea el desafío de distribuir diferentes aplicaciones ejecutadas en paralelo en la correcta cantidad de núcleos. Al mismo tiempo tienen que estar garantizados los requisitos estándar, tales como memoria, interfaces I/O y una transferencia de datos eficiente.

### Mercado con futuro: procesadores embebidos

Todos los desarrollos nombrados, como la potencia de cálculo más elevada con un consumo de corriente más bajo, las numerosas funciones integradas y la flexibilidad, también son válidos para los procesadores Intel® Atom™, que junto a los procesadores Intel® Core™ e Intel® Xeon® se aplican en el mercado de la tecnología embebida. Entre los campos de aplicación se encuentran la automatización industrial, la tecnología médica, los sistemas In-Vehicle-Infotainment (IVI) en coches, los teléfonos multimedia, los contadores de corriente inteligentes o los paneles digitales, cuyos contenidos se adaptan a distancia.

**Andreas Thome, Beckhoff:** Turbo Boost sólo es útil en la automatización, si el PC industrial no se utiliza para el control en milisegundos o en el rango de los microsegundos, sino que se utiliza para realizar otras tareas, como p. ej. visualizaciones o como servidor de base de datos. El overclocking temporal de un núcleo conduce a fluctuaciones del tiempo de ejecución y choca con los requisitos de la tecnología de automatización relacionados con la capacidad de tiempo real.

**Andreas Thome, Beckhoff:** Con

TwinCAT 3, Beckhoff está tomando inicialmente el camino del multinúcleo, es decir, las tareas individuales de la solución de automatización se distribuyen en núcleos individuales físicos de una CPU multinúcleo (hoy en día habitualmente cuatro que, en función de la CPU, también presentan capacidad de Hyper-Threading, es decir, en la suma ocho núcleos «visibles»). El principio del multinúcleo es aún muy lejano para el mundo de la automatización, ya que aún se tienen que definir y desarrollar las correspondientes herramientas de programación.

**Andreas Thome, Beckhoff:** En este sentido, «Embedded» (embebido) significa el aumento de prestaciones de procesadores mediante la implementación de hardware y funciones adicionales para servir a sectores de mercado específicamente escogidos. En otro contexto, la palabra «Embedded» significa que Intel garantiza el suministro de estos procesadores por 7 años. Beckhoff emplea procesadores, chipsets y controladores Ethernet exclusivamente de esta serie de productos embebidos con disponibilidad a largo plazo.



Michael Vierheilig, Architecture Conversion Manager, EMEA-ESG, Intel GmbH

Las variantes con tecnología embebida de los procesadores Atom™ son a menudo versiones especialmente adaptadas de modelos Atom™, originalmente diseñados para smartphones (nombre clave «Moorestown», versión futura «Medfield») o tablets (nombre clave «Oak Trail»). Así es que, por ejemplo, los procesadores Intel® Atom™ de la serie E6xx (nombre clave «Tunnel Creek»; «E» significa embebido «Embedded») se derivaron del procesador de la plataforma para smartphones «Moorestown». La solución System-on-a-Chip (SoC) de 45 nm integra procesador, controlador de memoria, gráfica, codificación y decodificación de vídeo, así como audio, en un paquete. Además, la serie Intel® Atom™ E6xx ofrece la posibilidad de conectar ASIC, FPGA, hubs I/O específicos del segmento o módulos discretos de interfaces directamente al complejo de CPU mediante PCI-Express. Esto garantiza la flexibilidad requerida del mundo de la tecnología embebida y sus diversos requisitos de interfaces.

Los futuros procesadores Atom™ de Intel se fabricarán con anchos de estructura más pequeños que los actuales 45 nm. Por ejemplo, la siguiente generación de la plataforma para smartphones de Intel «Medfield» será una solución System-on-a-Chip (SoC) de 32 nm, que permitirá factores de forma aún más pequeños y un menor consumo de energía. Además, los futuros procesadores Atom™ embebidos serán aún más escalables en relación al rendimiento, consumo de potencia y funcionalidad. Los procesadores Atom™ embebidos ya se encuentran disponibles hoy en día en sus variantes de uno o dos núcleos, es decir, cuentan con uno o dos núcleos en un chip. Además, los procesadores se optimizarán aún más a los duros requisitos de tiempo real de las unidades de control electrónicas de alto rendimiento del sector de la construcción de máquinas, coches y aviones.

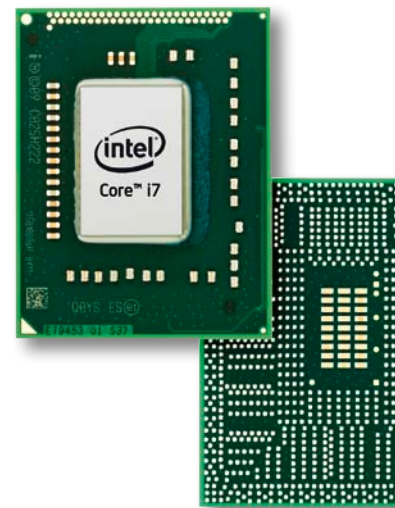
### Seguridad y acceso a internet

Además del rendimiento energéticamente eficiente, la seguridad es un aspecto fundamental para los usuarios de ordenadores. Las actuales soluciones de seguridad no están dirigidas a la totalidad de los miles de millones de dispositivos y a los peligros asociados en internet, como teléfonos móviles, coches, televisores, aparatos médicos y cajeros automáticos. Para poder ofrecer protección a un mundo online tan diverso, se requiere de un enfoque totalmente nuevo para el software, el hardware y los servicios empleados. Para poder hacer frente a estos requisitos, Intel ha adquirido la empresa especialista en seguridad McAfee.

El papel importante que juega la seguridad en los productos de Intel queda patente en la segunda generación de procesadores Intel® Core™ vPro. Estos brindan protección contra la pérdida de datos en caso de robo de un PC o portátil con la tecnología Intel® Anti Theft versión 3.0 (AT 3.0). Mediante esta tecnología, un administrador puede enviar una «píldora venenosa» en forma de mensaje de texto a través de la red de telefonía móvil 3G para desactivar el dispositivo robado momentos después de que el portátil robado sea encendido. Si el PC pasa nuevamente a las manos de su verdadero propietario, se puede reactivar de forma similar mediante mensaje de texto. La nueva función Locator Beacon permite, por ejemplo, que una entidad pública pueda rastrear la localización de un portátil perdido mediante GPS utilizando módems 3G seleccionados.

Con la nueva tecnología Identity-Protection (IPT) de Intel® se ofrece una mejor protección ante ataques de phishing, es decir, contra intentos de acceder ilegalmente a páginas web de empresas, bancos, etc. IPT sustituye la protección por contraseña convencional, generando cada 30 segundos una nueva contraseña numérica de seis dígitos. De esta forma se garantiza que únicamente las personas autorizadas tengan el correspondiente acceso. Para acelerar la expansión de dispositivos inteligentes conectados a internet, como portátiles, coches, smartphones, tablets, y televisores Smart TV, Intel compró además la empresa de telefonía móvil (Wireless Solutions – WLS) de Infineon Technologies AG. Esta adquisición amplía la oferta de Intel de productos WiFi y 4G-WiMAX con tecnología 3G de Infineon WLS y apoya además el plan de Intel de acelerar el desarrollo de 4G-LTE. La nueva unidad de negocios Intel Mobile Communications (IMC) pone a disposición de sus clientes a nivel mundial una plataforma WiFi y de telefonía móvil de última generación.

[www.intel.com](http://www.intel.com)



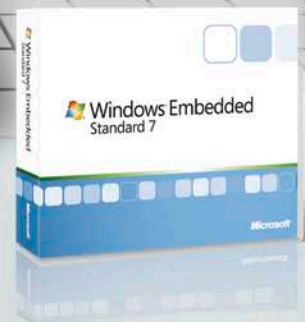
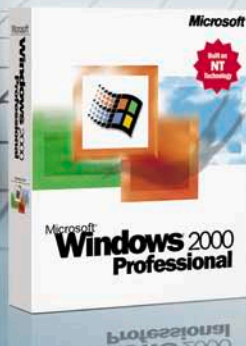
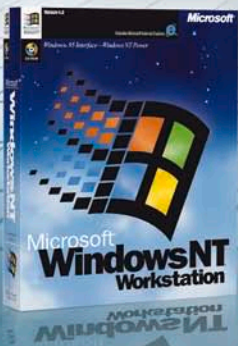
También en el ámbito de la tecnología embebida se consolidan los procesadores Intel® Core™, además de los procesadores Intel® Atom™ e Intel® Xeon®.



Intel Mobile Communications (IMC) se especializará en el futuro en dispositivos móviles inteligentes.

**Andreas Thome, Beckhoff:** La adquisición de la empresa McAfee por parte de Intel está relacionada con los esfuerzos por parte de Intel de ofrecer más que solamente la funcionalidad de un procesador. La fusión entre software de seguridad y hardware de Intel también es relevante para la tecnología de automatización, sin embargo Intel aún no ha dado detalles al respecto. Esta fusión es bienvenida mientras que las nuevas soluciones creadas estén disponibles también para otros proveedores de productos de seguridad.






## Microsoft: la plataforma de software: tres pilares para el éxito

Microsoft es un proveedor líder a nivel mundial de software, que ayuda todos los días a personas y empresas en todos los sectores y en todas partes del mundo, a ser más productivas y exitosas en el alcance de nuevos objetivos. Este software se encuentra hoy en día en empresas grandes y pequeñas, en el ámbito privado, en dispositivos móviles y especializados, está disponible en forma de servicios web siempre utilizables y, para los socios de Microsoft, conforma la base de productos propios y exitosos. Esta historia de éxito fue posible gracias a la aplicación del principio de Microsoft de una plataforma amplia, unificada y flexible.

## Partner

   <b>DEVICES</b>	   <b>TOOLS</b>	      <b>SERVICES</b>
---	--	---

# Microsoft®

## El software como cimiento

Desde su fundación, Microsoft ha reconocido el potencial que presenta el software estándar para revolucionar la vida en todos los aspectos. De forma consecuente, la oferta de software desde Redmond ha ido aumentando constantemente en las últimas décadas: desde los primeros programas puramente basados en PC, software para servidores, sistemas operativos para dispositivos móviles y dispositivos embebidos, hasta los actuales servicios basados en la nube. Para ello, Microsoft no sólo apostó por productos terminados para clientes finales, sino que estableció conscientemente un ecosistema de socios, para los cuales, la gama de productos Microsoft representa la base para soluciones propias y especializadas.

Por ejemplo, Beckhoff introdujo al mercado hace 25 años el primer control de máquina basado en PC y, hoy en día, es uno de los socios más importantes de Microsoft en el sector del software embebido. El control por PC es un excelente ejemplo de cómo la adaptación de una plataforma estándar, en combinación con una gran fuerza de innovación en el propio campo de especialización, conduce a un éxito económico notable y duradero. Los productos especiales propios del comienzo se desarrollaron con el tiempo para crear una plataforma propia para el sector de la automatización industrial, que puede ser aplicada por los usuarios de forma flexible a nivel mundial.

Tanto en el ejemplo de Beckhoff, como en el de Microsoft, se muestra de forma muy instructiva, que una plataforma exitosa se apoya en varios pilares. Los tres más importantes son hoy en día las áreas de los Devices (dispositivos), los Services (servicios) y los Tools (herramientas).

## Dispositivos

Al pensar en Microsoft se piensa automáticamente en Windows. El sistema operativo gráfico es probablemente hoy en día el software más extendido en el mundo. Tras la marcha triunfal del primer PC, influenciada determinadamente por el primer sistema operativo de Microsoft, MS-DOS, Windows no sólo ha formado y determinado el «personal computing» para, literalmente, miles de millones de personas en todo el mundo y millones de empresas. ¡No!, además representa hoy en día la base de software en el campo de los servidores, en smartphones y en innumerables dispositivos especiales, cuyos fabricantes se benefician del software estándar pudiéndose concentrar en sus competencias centrales.

Beckhoff, como uno de estos fabricantes, ofrece desde hace años PCs y controladores industriales basados en Windows. En especial la línea de productos Windows Embedded, en su combinación de estandarización y adaptabilidad, demuestra ser la





**Encuentro Hans Beckhoff – Bill Gates:** El 31 de enero de 2005, Bill Gates, Presidente y Chief Software Architect de Microsoft Corporation inauguró la tecnología E-Home en el «Haus der Gegenwart» en Múnich. Durante la presentación de la tecnología domótica, Hans Beckhoff enseñó a Bill Gates el componente central de la tecnología E-home, el PC embebido CX1000 con sistema operativo Windows CE.

base ideal para poder plasmar los propios conceptos industriales en funciones especiales y ampliaciones, como por ejemplo, ampliaciones de tiempo real para adecuar productos Beckhoff al control de procesos de tiempo crítico en instalaciones de producción, o nuevos protocolos de transporte, optimizados a los requisitos especiales de la automatización industrial.

Mediante la disponibilidad de un software de sistema operativo compatible en un amplio rango de tipos de dispositivos diferentes, Microsoft garantiza que clientes y socios de sectores muy distintos puedan beneficiarse de la estandarización y unificación. Este es uno de los pilares fundamentales de una plataforma de software. Pero no el único.

## Servicios

El «Cloud Computing» es una de las nuevas tecnologías que están cambiando actualmente el mundo de las IT de forma permanente. Pero en realidad es la continuación lógica de la tendencia general hacia la interconexión y la puesta a disposición de potencia de cálculo y de datos «on demand», que, por ejemplo en forma de «Web services», ha roto estructuras

aisladas en los últimos años y permitido nuevos escenarios. No existe ningún proveedor de software o dispositivos de renombre que pueda escaparse de esta tendencia.

Los servicios, lógicamente, representan el segundo pilar importante en la estrategia de plataforma de Microsoft. Los servicios basados en la web son, desde hace una década, un componente central de la estrategia de software .NET y permiten que actualmente innumerables soluciones estándar y soluciones hechas a medida puedan comunicarse entre sí más allá de los límites de la plataforma. Beckhoff también ha demostrado ser pionero en este campo. Complementando su probada experiencia en el sector de los protocolos de comunicación industriales (por ejemplo EtherCAT), tempranamente se adaptaron nuevas interfaces como «Web Services on Devices (WSD)», facilitando con ello la aplicación de los propios productos en entornos heterogéneos.

Con el anuncio de la plataforma de Cloud Computing «Windows Azure» en otoño de 2008, Microsoft comenzó finalmente con la implementación de una nueva infraestructura, que permite a clientes y socios, disponer de potencia de cálculo y capacidad de memoria «a demanda» de Microsoft, para poder ofrecer servicios propios de forma flexible sobre ellos. Para



Dr. Said Zahedani, Senior  
Director Developer Platform  
& Strategy Group, Microsoft  
Deutschland GmbH



Dr. Frank Prengel, Technical  
Evangelist, Microsoft  
Deutschland GmbH

ello se aplican las mismas tecnologías que se utilizan en los diferentes tipos de dispositivos con Windows (PC, servidor, dispositivos móviles, dispositivos embebidos). Es decir, que esto queda ampliado con la plataforma en capacidades adicionales prácticamente ilimitadas. Para poder utilizar estas capacidades en los dispositivos y en la nube, se requiere, como tercer pilar de la estrategia de plataforma, de las herramientas adecuadas.

## Herramientas

Microsoft también introdujo en el mercado hace muchos años, y al mismo tiempo que anunció la nueva estrategia de software .NET, una caja de herramientas, totalmente nueva y optimizada: Visual Studio®. Desde su introducción evolucionó a una herramienta popular, altamente productiva y muy extendida. No sólo soporta hoy en día el desarrollo de software para todas las variantes de Windows, para la web, para bases de datos y para la plataforma de nube Windows Azure. No sólo sirve como herramienta de administración y configuración para numerosos productos de Microsoft. ¡No!, Microsoft licencia el entorno Visual Studio® en el marco de su programa «Visual Studio Industry Partner (VSIP)», fiel a su principio de plataforma, también para la utilización y la integración por parte de clientes y socios. Esto significa que los proveedores pueden integrar sus herramientas especiales (editores propios, compiladores, herramientas de configuración y muchos otros) en un entorno probado y conocido para los usuarios, en vez de tener que ocuparse del desarrollo y mantenimiento de un «marco» propio para estas funciones.

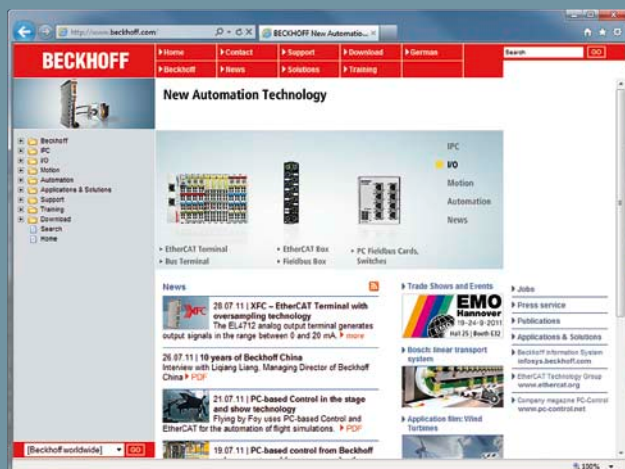
Beckhoff, desde hace tiempo activo como VSIP, utiliza por este motivo Microsoft Visual Studio® 2010 como entorno de ingeniería para la última generación de su software de automatización TwinCAT 3. Por lo tanto, los clientes de Beckhoff pueden aplicar las herramientas especiales y las tecnologías de Beckhoff de la misma forma que las herramientas estándar para la programación en C/C++, lenguajes .NET, Web Markup o el diseño de interfaces gráficas con Silverlight. Esto ahorra tiempo de capacitación, aumenta la productividad de los clientes que trabajan sobre la plataforma de automatización de Beckhoff y disminuye la tasa de errores. Esto demuestra que las herramientas desarrolladas representan actualmente un tercer pilar portante de una exitosa plataforma de software.

## El futuro de la plataforma

La evolución exponencial de la innovación en las IT tiene como consecuencia que las nuevas tendencias ganan en importancia en períodos de tiempo cada vez más cortos y tienen que ser adoptadas y solucionadas adecuadamente por los involucrados en el mercado. Por ejemplo, el tema «Consumerization of IT» representa actualmente un gran desafío para muchos proveedores, especialmente en el sector empresarial e industrial, es decir, la tendencia a que las necesidades del usuario de un producto tengan cada vez más importancia. También el Cloud Computing está comenzando ahora a ganar carrera. Y las nuevas tecnologías web como HTML5 & Co. se están preparando para reemplazar los conceptos existentes.

Microsoft está perfectamente preparado para ello, gracias a su extensa gama de productos y su capacidad de innovación. El anuncio de que la siguiente generación de Windows (nombre clave «Windows 8») será ejecutable en chipsets compatibles con ARM significa no menos que la expansión de la «experiencia Windows» a clases de dispositivos totalmente nuevas y, por lo tanto, una nueva unificación de la plataforma del lado de los dispositivos. Los servicios de Cloud Computing de Windows Azure se expanden constantemente con nuevos servicios y ofertas, abriendo el camino en escenarios innovadores. Del lado de las herramientas y tecnologías, HTML5, junto a las herramientas establecidas, jugará un papel más importante en el futuro, y podría unificar el desarrollo de interfaces gráficas gracias a su compatibilidad con todo tipo de dispositivos. Sea cual sea la dirección concreta que tome la plataforma en el futuro, sin lugar a dudas para Microsoft será esencial seguir acompañado de socios como Beckhoff, ya que un proveedor de plataformas puede ser sólo tan exitoso como quienes construyen sobre ella.





www.beckhoff.es



www.pc-control.net