

Perspectiva de los sistemas embebidos 2013

Tendencias, oportunidades y retos importantes que afectan hoy en día a los equipos de diseño de sistemas embebidos.

TECNOLOGÍAS

MÉTODOS DE DISEÑO

ESTRATEGIAS DE NEGOCIO

APLICACIONES COMPLEJAS





Es hora de que las herramientas salgan al paso

Vivimos en una época en que la innovación y los descubrimientos científicos son más necesarios que nunca. A pesar de los rápidos avances tecnológicos de la última década, los desafíos y las oportunidades que se nos presentan, desde la lucha contra el cambio climático hasta el suministro de energía en cualquier lugar mediante la fusión, son importantes.

Mientras que la sofisticación de los modernos sistemas embebidos crea nuevas oportunidades para abordar estos retos, la especialización requerida de la ingeniería amenaza con alejar a los expertos en dominios con ideas innovadoras y un profundo conocimiento de la materia objeto de la implementación de sus concepciones.

Como fuente de inspiración en el camino hacia adelante, podemos observar a uno de los inventores más prolíficos de todos los tiempos, Thomas Edison. Sus ideas revolucionarias desde el área de las comunicaciones al área de las imágenes estuvieron emparejadas con el acceso a un amplio laboratorio de herramientas y a una obsesión por la rápida iteración de prototipos.

Para volver a la edad de Edison, debemos facultar a los científicos, ingenieros y diseñadores de sistemas para que sigan este mismo método iterativo a la vez que se les proporciona acceso a las últimas tecnologías, desde procesadores integrados y FPGAs a las interfaces de E/S y sistemas operativos.

En National Instruments, nuestra visión consiste en ofrecer una plataforma estándar de hardware y software integrados que sea ampliamente accesible a los expertos de los dominios y a los expertos de sistemas embebidos por igual y que acelere la creación y el diseño de prototipos y de cualquier sistema que requiera medida o control. En resumen, nos esforzamos en impedir un panorama fragmentado de tecnologías, cadenas de herramientas y experiencias y “hacer para los sistemas embebidos lo que el PC hizo para el escritorio.”

Estamos animados por los enormes éxitos que nuestros clientes han reportado después de la adopción de las herramientas de NI y del método de diseño gráfico de sistemas. Un ejemplo es *Dynapower*, que desarrolla innovadores equipos de conversión de potencia para el mercado de almacenamiento de energía con conexión a la red. Recientemente, la compañía redujo el tiempo de

desarrollo de un proyecto de electrónica de potencia personalizado que implicaba una batería de carbón activado desde un periodo típico de 18 meses a tan sólo seis utilizando el enfoque basado en la plataforma NI. Otro ejemplo inspirador es *OptiMedica*, que está utilizando láseres de femtosegundos junto con escáneres de tomografía por coherencia óptica para realizar tratamientos de cirugía de cataratas mínimamente invasivos, más seguros y previsibles. Los miembros del equipo optaron por trabajar con las herramientas de National Instruments para traducir rápidamente su experiencia en enfermedades oculares en prototipos funcionales de alto rendimiento y finalmente, en la producción de sistemas de tratamiento.

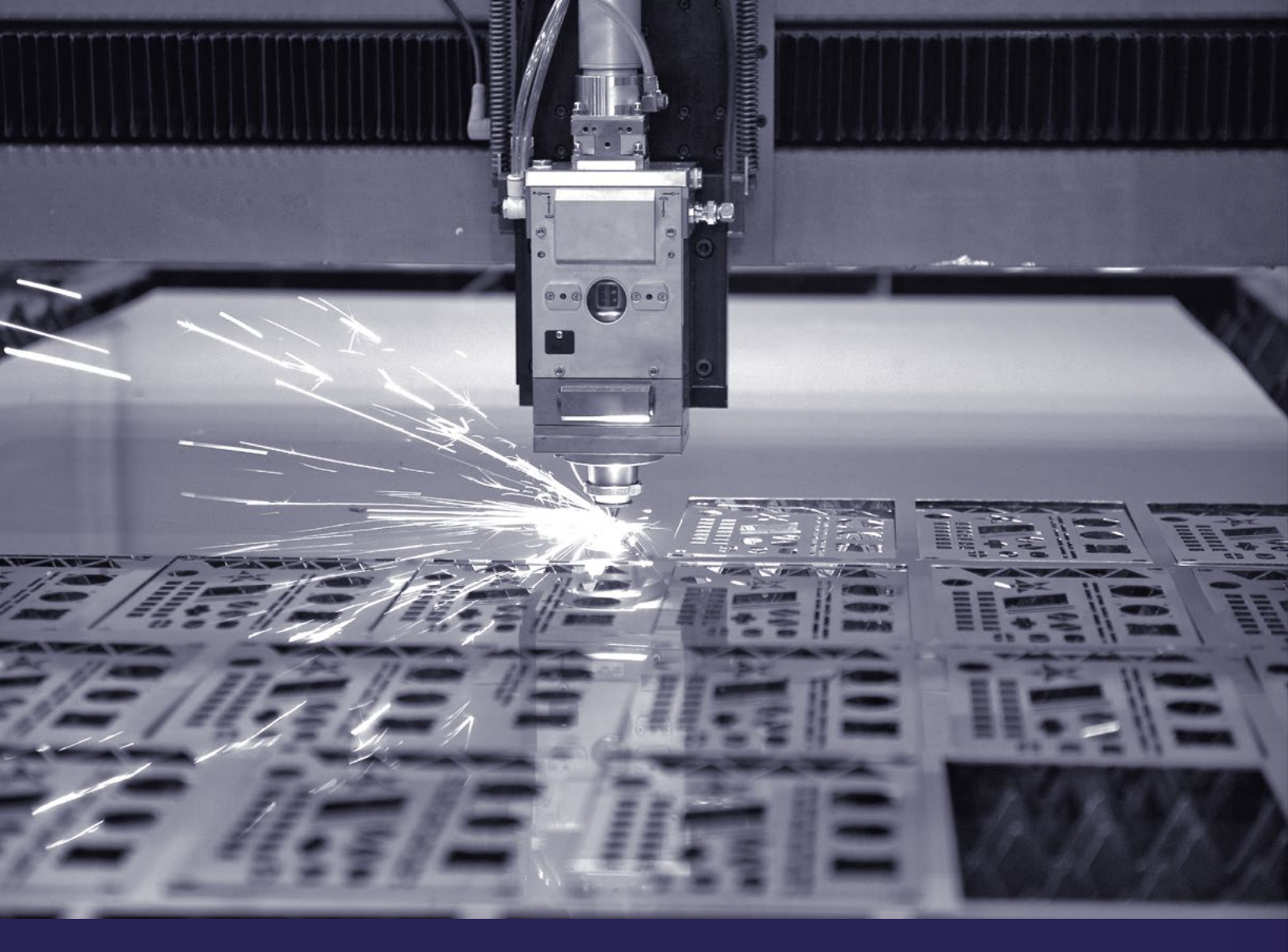
En resumen, nos esforzamos en impedir un panorama fragmentado de tecnologías, cadenas de herramientas y conocimientos y hacer por los sistemas embebidos lo que hizo el PC por el escritorio.

Aunque estas historias son convincentes, lo que es aún más emocionante son los miles de otros clientes que han informado de similares innovaciones, ahorros de coste y tiempos de lanzamiento al mercado en casi todas las áreas de aplicación imaginables.

Tenemos mucho trabajo por delante. Un retorno a la edad de Edison requerirá mejoras en la educación tecnológica, en las herramientas de ingeniería y en la forma en que enfocamos la creación de prototipos y el costo del diseño. National Instruments espera tener una colaboración continua con los innovadores del mundo; nuestro compromiso ha sido y sigue siendo proporcionar las mejores herramientas de ingeniería disponibles y garantizar que salgan al paso para que los ingenieros y los científicos puedan centrarse en la mejora de la vida cotidiana.

Saludos cordiales,

Dr. James Truchard
Presidente, director general y cofundador
de National Instruments



Antecedentes de la empresa

National Instruments ofrece herramientas a más de 35.000 empresas de todo el mundo y colabora estrechamente con los proveedores líderes en tecnología como *Intel*, *Xilinx* y *Analog Devices*. Además de servir a los clientes para crear sistemas innovadores de control y monitorización embebidos dentro de una amplia gama de áreas de aplicación que van desde las ciencias de la energía y la vida al control industrial y el transporte, National Instruments publica “*Panorama de los Sistemas Embebidos 2013*” para destacar las principales tendencias, oportunidades y retos que afectarán a número importante de equipos de diseño en el futuro inmediato.

Contenido

Arquitecturas heterogéneas reconfigurables

Cuando la velocidad de los núcleos de la CPU no es suficiente, los diseñadores de sistemas embebidos combinan elementos de procesamiento heterogéneos para satisfacer las necesidades de las aplicaciones avanzadas de control y monitorización embebidas.

La democratización del diseño de sistemas embebidos

Muchos equipos de diseño están abandonando los grandes equipos especializados en favor de los pequeños grupos centrados en la conversión de la experiencia en el dominio en la creación de innovación.

Rentabilidad económica total

Cada vez más empresas están adoptando un método integral que tiene en cuenta no sólo el análisis de la relación coste-beneficio, sino también de factores como la flexibilidad y el riesgo.

Revolución de la energía digital

Las tecnologías digitales están cambiando la forma de manipular, mover y almacenar la energía.

Visión artificial embebida

La incorporación de los datos visuales está llevando los sistemas embebidos a nuevos niveles de rendimiento.

Arquitecturas heterogéneas reconfigurables

Cuando los núcleos más rápidos de las CPUs se quedan cortos, los diseñadores de sistemas embebidos combinan elementos heterogéneos de procesamiento para satisfacer las necesidades de las aplicaciones de control avanzado embebido y de monitorización.

Los diseñadores de sistemas embebidos utilizan diversos elementos de procesamiento para tareas específicas de cada aplicación. El rendimiento de estos elementos se extiende desde los microcontroladores de propósito general a los procesadores multinúcleo que se encuentran a la vanguardia de la ley de Moore. Cada tecnología tiene sus fortalezas y debilidades que deben ser consideradas antes de decidir cuales se van a utilizar para el cerebro de un sistema embebido. Los dispositivos centrados en procesadores son más comunes en sistemas embebidos, pero pueden carecer de las características o prestaciones requeridas en los sistemas de control y monitorización de altas prestaciones. En estos casos, los diseñadores suelen construir sistemas informáticos heterogéneos. Estos sistemas utilizan múltiples elementos especializados de procesamiento para satisfacer las necesidades de computación y tener acceso a todos los periféricos necesarios. El rendimiento de un sistema heterogéneo de computación aumenta no sólo con los núcleos adicionales, sino también con las capacidades especializadas de procesamiento para realizar tareas específicas. La tecnología de lógica programable, tal como la de FPGAs, en combinación con elementos de procesamiento tradicionales, como microprocesadores, funciona bien para una amplia gama de sistemas complejos embebidos.

INNOVAR O QUEDARSE ATRÁS

Los procesadores de propósito general han sido el pilar de los sistemas embebidos. Un procesador ofrece diversas interfaces estándar con periféricos: Ethernet, RS232, USB, CAN, SPI, memoria y otras más. Al basar un sistema en un

microprocesador, los ingenieros crean típicamente E/S para la interfaz de una aplicación específica con una o más de estas interfaces de periféricos. Una vez que se selecciona el procesador, las posibles interfaces de E/S quedan fijadas y el sistema se vuelve rígido una vez desplegado.

Si se necesita una conectividad o funcionalidad especializada, los diseñadores pueden considerar la creación de un ASIC personalizado que combine el diseño de un procesador y una IP específica para la aplicación. Este enfoque es extremadamente común en las aplicaciones de gran volumen de consumo, tales como teléfonos móviles y decodificadores, pero los costes crecientes del diseño de ASICs han elevado el umbral de rentabilidad por asumir el riesgo de este tipo de diseño.

Este umbral creciente ha obligado a muchos equipos de diseño a reconsiderar los mecanismos de agregación de funciones específicas para la aplicación en sus sistemas embebidos. Cuando se tiene en cuenta el coste extremadamente elevado del diseño y el riesgo asociado a la naturaleza fija del ASIC en el producto final, muchos ingenieros han descubierto que la combinación de un procesador y una FPGA ofrece la combinación perfecta de rendimiento, flexibilidad y precio para superar estos retos.

La colocación de una FPGA entre el procesador y cualquier E/S específica de la aplicación incrementa la flexibilidad y capacidad de procesamiento del sistema general. La combinación de estos tres elementos: procesador, FPGA y E/S crea una arquitectura de E/S reconfigurable, en la que la FPGA puede servir como un motor de co-procesamiento, procesador de señal en línea, subsistema de seguridad o sistema de control de una extrema baja latencia. La naturaleza reconfigurable de las FPGAs ofrece un mecanismo para la actualización del hardware y la diferenciación de productos, lo cual amplía la vida del producto en un mundo de interfaces y estándares en evolución. El procesador, la estructura básica de la FPGA y las E/S son todas programables, por lo que los diseñadores pueden hacer cambios de las características definidos por software al final del proceso de diseño o incluso después de que el sistema sea desplegado. El sistema totalmente programable cuenta con un menor coste de diseño inicial y sigue siendo mucho más adaptable a los cambios de diseño que el método basado en un procesador único o ASIC.

Todos los SOC programables Zynq-7000 de Xilinx combinan la lógica programable y los periféricos en un SOC basado en procesador, por lo que los diseñadores de sistemas obtienen las ventajas de un ASIC sin el coste o el riesgo del diseño tradicional de un ASIC. Al usar un software de diseño de sistemas con la plataforma de Zynq-7000, los desarrolladores pueden crear rápidamente un sistema totalmente programable con todas las E/S y núcleos heterogéneos de procesamiento específicos de la aplicación.

► Larry Getman, vicepresidente de sistemas de procesamiento de Xilinx, Inc.

COMPUTACIÓN HETEROGÉNEA

Por definición, los sistemas informáticos heterogéneos son más complejos que los sistemas basados solo en procesadores. Los diseñadores deben crear particiones de una aplicación para aprovechar las ventajas de los puntos fuertes de los elementos individuales de procesamiento especializado. Por ejemplo, los microprocesadores tienen conjuntos flexibles de instrucciones, unidades de cálculo en coma flotante y un subconjunto de las interfaces comunes de periféricos estándar. Su factor limitante es que todos los cálculos deben hacerse en serie a través de un número limitado de núcleos de procesamiento. Los elementos de procesamiento de FPGAs son muy flexibles debido a que su comportamiento está configurado durante el tiempo de ejecución y es reconfigurable durante el funcionamiento. Las tareas múltiples funcionan realmente de manera paralela utilizando células lógicas especializadas dentro de la FPGA. Una sola FPGA puede ser dedicada a una tarea de procesamiento de la señal en línea, a la reducción de datos, a la detección de características y a otras tareas paralelas.

Para maximizar las ventajas de la fusión del procesador y la FPGA, los diseñadores deben abordar varias consideraciones. Además de la partición inteligente de un diseño entre los elementos de procesamiento, los diseñadores deben implementar drivers eficientes y mecanismos de comunicación entre los elementos de procesamiento. Los diseñadores también necesitan herramientas productivas para implementar sus algoritmos sobre los elementos específicos de procesamiento.

ARQUITECTURAS RECONFIGURABLES EN ACCIÓN

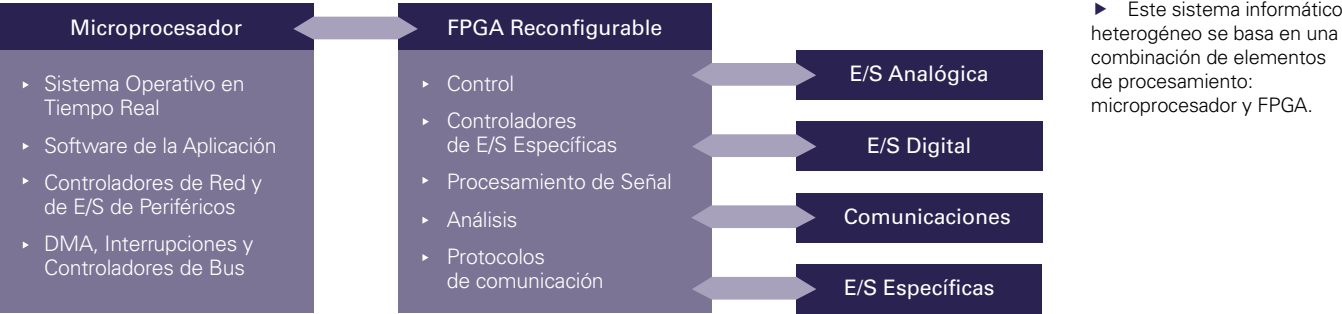
Varios vendedores de silicio están integrando varias arquitecturas reconfigurables de cálculo heterogéneo en un solo chip. *Stellarton de Intel, Microsemi SmartFusion*, PSOC (programable System-on-chip) de *Cypress Semiconductor*, SOCs totalmente reprogramables de *Xilinx Zynq* y las FPGAs de Altera son ejemplos actuales de blancos de cálculo heterogéneo reconfigurables integrados en un solo chip. Cada dispositivo combina una estructura básica de lógica programable con un más tradicional microprocesador o microcontrolador. La integración de los elementos de procesamiento a nivel de IC incrementa el rendimiento y reduce el tamaño, la potencia y el coste del sistema embebido

final. Por ejemplo, dentro de la familia Soc totalmente programable de Zynq Xilinx, el procesamiento y la interfaz de los subsistemas lógicos programables se realiza a través de más de 1.000 señales de interconexión dentro del CI, esto es un orden de magnitud superior a la conectividad posible cuando se realiza la integración de estas dos tecnologías a partir de componentes discretos.

Estas plataformas de computación son ideales para el control de máquinas de fabricación de altas prestaciones o inversores de energía eléctrica, así como para satisfacer las necesidades de procesamiento de las aplicaciones de visión artificial y de los sistemas de monitorización de redes inteligentes. Los ingenieros de *Hindustan Aeronautics Limited* (HAL) reacondicionaron una serie de motores aeronáuticos con un sistema embebido compuesto de un procesador y una FPGA. Su unidad universal de control electrónico del motor (uEEcu) superó las limitaciones de la anterior solución basada en un solo procesador que se consideraba demasiado lenta. El controlador universal de reemplazo puede detectar el tipo de motor que se conecta y adaptarse a cada motor mediante la reconfiguración de la parte de la lógica programable del controlador. Al normalizar el controlador para múltiples tipos de motores a partir de un solo diseño, los ingenieros eliminaron la necesidad de certificar varios controladores y redujeron el coste global del sistema.

IMPACTO SOBRE EL DISEÑO DE SISTEMAS EMBEBIDOS

Los diseñadores de sistemas y los proveedores de silicio se dan cuenta del valor de la combinación de la lógica programable reconfigurable con los procesadores tradicionales para obtener una arquitectura heterogénea de computación. Los diseñadores utilizan la lógica programable para añadir interfaces personalizadas de hardware y cálculo especializado para los sistemas basados en procesadores. La lógica programable añade un alto grado de flexibilidad al sistema y éste puede ser reconfigurado en campo para satisfacer las necesidades cambiantes de un sistema ya desplegado sin los costes y los tiempos de entrega típicos de las modificaciones de las PCBs. A medida que los procesadores convencionales se centran en los dispositivos de consumo, las arquitecturas reconfigurables heterogéneas de computación suponen una combinación ideal de flexibilidad, rendimiento y costo para los sistemas de control embebido y monitorización. ➤



La democratización del diseño de sistemas embebidos

Muchos equipos de diseño están abandonando los grandes equipos especializados en favor de los pequeños grupos centrados en la conversión de la experiencia en el dominio en la creación de innovación.

Vivimos en un mundo de rápida democratización de la tecnología. En el espacio de unas pocas décadas, los ordenadores han hecho la transición desde los caros dispositivos de investigación accesibles por un selecto grupo de asistentes personales ubicuos. El GPS ha progresado desde ser una tecnología militar a ser un componente presente en casi cada dispositivo electrónico móvil y ha pasado de servir para guiar misiles a servir para encontrar cafeterías cercanas.

UN CAMBIO EN LA COMPOSICIÓN DE LOS EQUIPOS DE DISEÑO DE SISTEMAS EMBEBIDOS
Esta misma democratización está ocurriendo en el diseño de sistemas embebidos. Para comprender este cambio, es útil examinar la estructura típica de los equipos de diseño y la forma en que está cambiando su estructura sobre la base de las demandas del mercado y las mejoras en la tecnología de diseño de sistemas.

Tradicionalmente, los equipos de diseño de sistemas embebidos se han compuesto de ingenieros de hardware, software y mecánica guiados por uno o más expertos en el dominio de la aplicación. Estos expertos en el dominio dirigen al equipo de diseño en base al conocimiento profundo de un tema dentro de un área determinada, como por ejemplo terapias médicas, exploración de yacimientos petrolíferos o monitorización de activos. El éxito de cada proyecto depende en gran medida de que los expertos de dominio transfieran con éxito su conocimiento a los ingenieros del equipo, quienes poseen los conocimientos especializados necesarios para utilizar cadenas de herramientas embebidas estándar.

Debido a que los expertos en el dominio de la aplicación carecen a menudo de experiencia en el conjunto de herramientas requeridas para construir complejos sistemas embebidos, estas herramientas actúan como una barrera entre la experiencia en la aplicación y el producto final, lo que dificulta los rápidos tiempos de iteración que son críticos para la mejora de los diseños y la consecución de un corto período de tiempo para el lanzamiento del producto al mercado. Más significativo aún es el hecho de que muchos expertos de dominio que no tienen un equipo de implementación complementario han sido históricamente incapaces de traducir sus ideas en diseños desde el primer momento. La misma complejidad y fragmentación de las

cadenas de herramientas embebidas que requieren grandes equipos de expertos en implementación plantean también una barrera de acceso a los nuevos sistemas embebidos.

Muchos de los equipos de diseño más importantes hoy en día están reconociendo la importancia de mover a los expertos en dominios al frente de los procesos de diseño y abandonar los grandes grupos especializados en favor de equipos más pequeños y ágiles centrados en la conversión de la experiencia en el dominio en la creación de innovación.

EJEMPLO DEL MERCADO: APORTACION DE INNOVADORES PRODUCTOS SANITARIOS AL MERCADO
Un ejemplo de este cambio es *KcBioMedix*, una compañía de dispositivos sanitarios que trabajan para hacer frente a la alta prevalencia de los problemas de alimentación de los lactantes nacidos prematuramente. *KcBioMedix* ha desarrollado un producto denominado “nTrainer System”, que es esencialmente un sistema automatizado compuesto por un chupete que ayuda a los médicos a evaluar la capacidad del bebé para alimentarse y que también sirve de ayuda a los bebés para aprender a succionar. En un principio, la empresa contaba con un equipo pequeño y había previsto inicialmente externalizar la comercialización del diseño. Sin embargo, para reducir costes, acortar el tiempo de desarrollo y aplicar directamente sus grandes conocimientos en la aplicación de la neurociencia y en la terapia de estimulación “*ororhythmic*”, los miembros del equipo decidieron completar ellos el diseño. Mediante la adopción de un método de hardware y software basado en una plataforma y evitando los esfuerzos de implementación de bajo nivel, *KcBioMedix* hizo posible que la iteración del diseño fuese más rápida con una mayor participación directa de los expertos de dominio. Recientemente, el tiempo de desarrollo se ha reducido desde cerca de cuatro meses a sólo cuatro semanas, con un ahorro previsto de gastos de \$ 250,000 USD.

PLATAFORMAS DE HARDWARE Y SOFTWARE INTEGRADOS COMO MOTORES DEL CAMBIO
¿Qué está causando un cambio en la accesibilidad al diseño de sistemas embebidos y acelerando el desarrollo de sistemas embebidos como el “nTrainer” de *KcBioMedix*? La clave reside en el examen del papel de las plataformas de hardware y software integrado y de los componentes que los integran. Mediante la adopción de un método

basado en plataforma, los diseñadores de sistemas embebidos pueden centrarse en el diseño de algoritmos, en la creación de prototipos y en la rapidez del despliegue en lugar de hacerlo en la complejidad artificial de las piezas del hardware y del software en sí mismas.

HARDWARE COMERCIAL RECONFIGURABLE
El primer componente clave en las plataformas de hardware y software integrados es el hardware comercial reconfigurable. Históricamente, muchos equipos de diseño de sistemas embebidos han invertido en arquitecturas personalizadas que requieren mucho tiempo y son costosas de llevar a cabo para satisfacer los exigentes requisitos de las aplicaciones. Las arquitecturas heterogéneas reconfigurables basadas en una combinación de microprocesadores integrados, lógica programable y E/S son capaces de satisfacer la conectividad, el rendimiento y los requisitos de actualización de una amplia gama de aplicaciones y se ofrecen ahora en una amplia gama de factores de forma que van desde sistemas embebidos empaquetados de tipo COTS (commercial off-the-shelf) a ordenadores incluidos en un sola placa y a sistemas en un chip (SoC: Systems-on-chip). Cuando se parte de una plataforma con hardware y software integrados, se puede reutilizar la IP entre la creación del prototipo y el despliegue, lo que facilita la portabilidad del código con un trabajo adicional mínimo. Para los expertos de dominio, la combinación de la capacidad y la disponibilidad en el comercio ayuda a evitar la pérdida de tiempo en el diseño del hardware, costosas subcontrataciones y grandes equipos que se alejan de sus concepciones.

E/S INTERCAMBIABLES Y ECOSISTEMAS
Otra parte fundamental de las plataformas de hardware y software integrados es la intercambiabilidad de las E/S. Las plataformas que incorporan E/S intercambiables no sólo proporcionan flexibilidad y reutilización de manera que una placa de ordenador se pueda utilizar para muchos diseños diferentes, cada una con su propio conjunto de E/S, sino que también permiten la creación de un ecosistema de COTS y E/S personalizadas. Estos ecosistemas son fundamentales para ampliar las capacidades de las plataformas embebidas, lo cual ayuda a los expertos del dominio a tener acceso a una amplia gama de E/S especiales, buses industriales, y otras señales y dispositivos sin tener que recurrir al diseño personalizado.

SOFTWARE DE DISEÑO DE SISTEMAS DE ALTO NIVEL
Un tercer componente clave de las plataformas de hardware y software integrados es el software de diseño de sistemas de alto nivel. Estas herramientas simplifican tanto la

arquitectura del sistema como las E/S durante el proceso de desarrollo para mejorar la productividad y reducir la necesidad de los diseñadores de sistemas de gestionar los detalles de implementación de bajo nivel, incluyendo la comunicación entre elementos, las llamadas del sistema operativo, la temporización del sistema y la interpretación de las E/S.

Cuando se utilizan sistemas embebidos para el desarrollo basados en arquitecturas heterogéneas, las herramientas de diseño de sistemas de alto nivel pueden simplificar las arquitecturas de los elementos individuales de computación, tales como FPGAs y proporcionar un modelo de programación unificado que los expertos de dominio pueden usar, ya que aprovechan las capacidades de los diferentes elementos. Recientemente, estas herramientas y el método basado en plataforma permiten simplificar en gran medida el proceso de diseño y ayudar a los expertos de dominio a desempeñar un papel más importante en la aplicación de sus ideas.

EXPERTOS EN EL DOMINIO Y LA INTERRUPCIÓN DEL DISEÑO DE SISTEMAS EMBEBIDOS
Mientras que *KcBioMedix* es un ejemplo del poder de la democratización y de los beneficios de los negocios del diseño de sistemas embebidos basados en plataformas, un estudio reciente y más general realizado por *Wilson Research* demostró que las organizaciones que siguen este método lanzaron productos al mercado en la mitad de tiempo y con un tercio de los recursos de ingeniería que los equipos que siguieron un método de diseño tradicional. Esto fue hecho posible gracias a la combinación de expertos en los dominios y las plataformas de hardware y software integrados, ahora se están implementando una “larga cola” de sistemas especializados integrados.

Al igual que en los primeros días del PC, solo estamos empezando a ver hasta qué punto se democratizará el diseño de los sistemas embebidos en la próxima década. Los equipos que adoptan un método sistémico basado en una plataforma de diseño hacen posible que los equipos de desarrollo más pequeños acorten el tiempo de comercialización y que los diseños verdaderamente innovadores promovidos por los expertos de dominio se mantengan competitivos. Otros verán sus diseños interrumpidos mientras que se enfrentan a la intensa competencia de un grupo mucho más amplio de diseñadores de sistemas embebidos, así como a los altos costos de diseño resultantes de los equipos de gran tamaño que utilizan herramientas fragmentadas.



► Al adoptar un método basado en plataforma, los diseñadores de sistemas embebidos son capaces de pasar más tiempo desarrollando IPs innovadoras y menos tiempo en detalles de implementación de bajo nivel

Rentabilidad económica total

Cada vez más empresas están adoptando un enfoque integral que tenga en cuenta no sólo el análisis de la relación coste-beneficio, sino también factores como la flexibilidad y el riesgo.

La mayoría de los equipos tradicionales de diseño de sistemas embebidos no tienen en cuenta los factores de costes, ya que continuamente pagan el precio de las decisiones de diseño mucho más allá del lanzamiento de los productos. Los mejores equipos de diseño de sistemas embebidos incorporan la flexibilidad y el riesgo en sus procesos de toma de decisiones y logran un mayor impacto económico para sus organizaciones.

RETOS CON EL COSTE TRADICIONAL DE LOS MODELOS DE DISEÑO

La forma tradicional de ver el coste de la mano de obra de ingeniería necesario para el desarrollo y el coste de los bienes vendidos (COGS: cost of goods sold) puede llevar a decisiones que optimicen las ganancias a corto plazo, pasando por alto implicaciones a largo plazo.

De acuerdo con el Estudio del mercado embebido de 2012 (2012 Embedded Market Study) realizado por UBM, por término medio, un equipo de 14 ingenieros trabajando en proyectos durante más de 12 meses tiene una probabilidad de casi el 60% de entregar el proyecto tarde o cancelarlo por completo. La escala de tiempo para el desarrollo de hardware y software puede ser larga y las habilidades que se necesitan son de carácter especial, lo que contribuye al gran tamaño del equipo y a mayores costes de desarrollo.

COSTES Y RIESGOS DEL POST-DESARROLLO

A veces las organizaciones se centran en la optimización del coste de las ventas sin hacer estimaciones viables sobre el crecimiento de los costes para administrar sus cadenas de suministro de dispositivos, llevar a cabo las pruebas de calidad, manejar las garantías y lidiar con final de su vida útil o con las cuestiones de mantenimiento.

El coste de la oportunidad es también importante, pero se pasa por alto a menudo. Los equipos asignan valiosos recursos para centrarse en estos temas en lugar de implementar las nuevas peticiones o innovaciones de los clientes para abrir nuevos mercados y aumentar los ingresos.

Esto ocurre principalmente porque los presupuestos para estas tareas proceden de diferentes departamentos que a menudo se centran en la optimización de los costes sin

coordinación. En su lugar, optan por pasar esa carga a otros grupos que reportan a una estructura de liderazgo diferente.

EL MEJOR DE SU CLASE PENSANDO

Las empresas que reconocen estos retos se centran en la rentabilidad económica total de sus diseños en lugar de seguir el coste tradicional del modelo de diseño. Se basan en las tecnologías fundamentadas en plataformas para reducir los costes totales de desarrollo, manteniendo la flexibilidad necesaria para responder rápidamente a las demandas de los clientes. Sus estrategias a largo plazo y la capacidad para mitigar los riesgos les hacen los mejores de su clase.

Estas empresas están marcando una tendencia que equilibra el coste tradicional del modelo de diseño con dos factores igualmente importantes: la flexibilidad y el riesgo. El análisis de la flexibilidad y el riesgo altera sus procesos de pensamiento y afecta a sus decisiones.

En el “Estudio de mercado embebido de 2012” (2012 Embedded Market Study) realizado por UBM, el problema N°1 identificado por los directores de diseño de los sistemas embebidos como su mayor reto para el 2013 fue la integración de las nuevas tecnologías y herramientas. Esto indica la necesidad de una plataforma de desarrollo flexible que ofrezca diversos dispositivos de hardware estable para que los equipos de sistemas embebidos desplieguen rápidamente sus más recientes IPs. Los equipos de las mejores compañías de su clase están considerando el valor futuro de la flexibilidad a la hora de tomar decisiones y no sólo el enfoque en el objetivo a corto plazo en la reducción del coste de las ventas.

ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN DE RIESGO

El reto identificado como el N°2 en el estudio es el de los “programas implacables”. Los mejores equipos tienen en cuenta con mayor precisión la probabilidad de que los costes de desarrollo tradicionales puedan ser más elevados que las estimaciones originales y que las previsiones de volumen de ventas puedan ser demasiado optimistas. La incorporación del riesgo en el proceso del planteamiento hace que la decisión final sea más realista y permite estrategias de mitigación de riesgos, como ofrecer una formación complementaria o requerir apoyo adicional de los proveedores de tecnología.

Estas empresas también evitan el riesgo de concentrar todo su talento en un grupo especializado. Ofrecen la plataforma tecnológica a sus expertos de dominio para que ellos también puedan participar en el proceso de desarrollo y despliegue. Esto ayuda con el problema del costo de la oportunidad, porque el equipo está gastando la mayor parte de su tiempo en el desarrollo del valor de los ingresos para el negocio en lugar de gastarlo en objetivos no relacionados con la competencia central de la empresa.

LOS MEJORES RESULTADOS DE SU CLASE

En 2012, un proveedor de terceras partes, *Wilson Research*, trabajó con *National Instruments* para encuestar a más de 1.000 de sus clientes de sistemas embebidos y compararon los resultados con el estudio anual del mercado embebido UBM. El estudio descubrió que por término medio el tamaño del equipo era de aproximadamente un tercio y la duración del proyecto típico era la mitad del correspondiente a las empresas tradicionales de diseño de sistemas embebidos. Además, las empresas encuestadas tenían una probabilidad de casi el 60 por ciento de entregar sus proyectos a tiempo o antes de lo previsto.

EJEMPLOS DEL MERCADO DE LA ENERGÍA

En algunos casos, las mejores organizaciones de su clase pueden terminar pagando una prima por sus plataformas de hardware, pero muchos de ellos han demostrado que pueden capturar la cuota de mercado de los competidores que siguen el modelo tradicional de diseño personalizado. *Lime Instruments* es una innovadora empresa de rápido crecimiento en la industria del petróleo y del gas con profundo conocimiento del dominio de la industria de servicios también. *Lime Instruments* ha capturado cuota de mercado de los competidores tradicionales que utilizan equipos más grandes, quienes necesitan más tiempo para innovar y enfrentarse a un mayor riesgo de perder sus plazos. “Tenemos una arquitectura reutilizable para nuestro sistema y la columna vertebral de nuestro sistema es el software

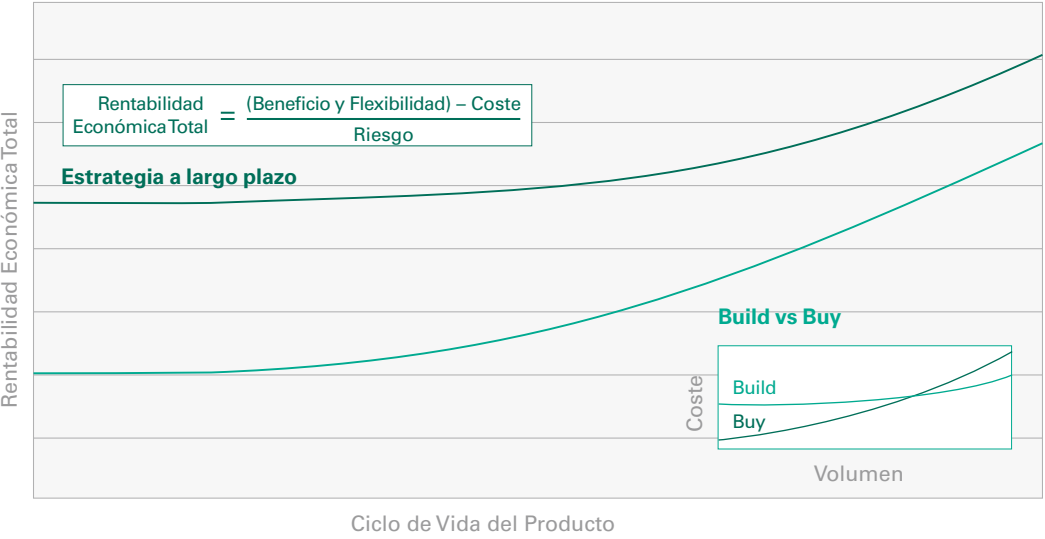
NI LabVIEW, el cual que nos permite programar nuevas aplicaciones para clientes a un ritmo mucho más rápido que nuestros competidores”, dijo Rob Stewart, presidente de *Lime Instruments*. Esto se tradujo en una tasa de crecimiento anual compuesto (CAGR) del 265 por ciento del reparto del mercado para *Lime Instruments* en el transcurso de cinco años.

Los miembros del equipo de diseño de *Dynapower* han comenzado recientemente a utilizar FPGAs para implementar sus algoritmos de control y procesamiento dedicados a convertidores de potencia y encontraron que podían lograr un rendimiento de procesamiento 40 veces superior por dólar que los tradicionales procesadores de señales digitales. “Hemos sido capaces de hacer frente de forma rentable a este reto mediante modernos sistemas de control basados en FPGAs”, dijo Kyle Clark, director de ingeniería de sistemas avanzados de *Dynapower Corporación*. En última instancia, el equipo de *Dynapower* fue capaz de disminuir el tiempo de desarrollo de 72 a 24 semanas mediante el uso de plataforma comercial estándar de hardware ya probado y un conjunto de herramientas de software integrado. Este es un ejemplo de un equipo que tuvo en cuenta la flexibilidad y el riesgo en su decisión, en lugar de centrarse sólo en el desarrollo de un diseño de bajo costo de ventas (COGS).

LA TOMA DE DECISIONES MÁS RENTABLE

La sabiduría convencional en el diseño de sistemas embebidos está dando paso a un enfoque más rentable e integral que tenga en cuenta no sólo el análisis de costes tradicional, sino también factores como la flexibilidad y el riesgo.

Muchos clientes de éxito adoptan este enfoque y alientan a sus compañeros a reconocer estos factores en sus procesos de decisión. Incluso si no cambian sus enfoques para calcular el coste total real del diseño de sistemas embebidos, los equipos pueden beneficiarse de las estimaciones de costes realistas y viables para tomar mejores decisiones de negocios.



► Los mejores equipos de su clase utilizan una estrategia a largo plazo que valora la flexibilidad y el menor riesgo para lograr una mayor rentabilidad económica. La decisión tradicional de fabricar con respecto a comprar es un enfoque basado en los costes que puede conducir a tomar decisiones que optimicen las ganancias a corto plazo, pasando por alto las implicaciones a largo plazo.

La revolución digital de la energía

Las tecnologías digitales están cambiando la forma de manipular, mover y almacenar energía.

Piense acerca de la búsqueda en Internet y cómo ha cambiado nuestra forma de encontrar información, cómo los medios sociales han cambiado la forma en que nos comunicamos, y cómo los libros electrónicos y lectores electrónicos han cambiado la forma en que leemos. Ahora la energía misma se encuentra en medio de una revolución digital, lo que nos permite convertirla digitalmente, controlarla, manipularla y almacenarla con una eficacia en aumento exponencial y coste decreciente.

La revolución digital de la energía está habilitada por las potentes herramientas de diseño, las amplias prestaciones del procesamiento integrado y los transistores de la electrónica de potencia de elevada eficiencia. Estos transistores de potencia fragmentan la energía en paquetes para convertirla y manipularla con precisión bajo el control de un sistema de control embebido de alta velocidad. Hoy en día,

Se puede acortar significativamente el tiempo de desarrollo de un montón de proyectos teniendo un solo conjunto de herramientas de diseño de sistemas que sirva durante todo el camino hasta el despliegue comercial. Ahora podemos tener hardware comercial para las pruebas de campo en tres meses haciendo la validación de nuestro prototipo en hardware desplegable que está prevalidado y es rentable para la producción. Con otras plataformas competitivas en tiempo real, necesitamos un equipo más grande de diseñadores de circuitos DSP, programadores, ingenieros y técnicos, y aún así no pudimos desplegarlo.

► Yakov Familant, ingeniero principal de sistemas y arquitecturas de potencia de Eaton Corporation

uno de los tipos de dispositivos más comúnmente usados son los transistores bipolares de puerta aislada o IGBTs. La tecnología de los IGBTs ha avanzado a lo largo de más de seis generaciones desde la década de los 80 y en término medio, han duplicado su eficiencia energética cada 11 años. En 2020, un inversor de 5 MW para un parque solar o eólica se espera que sea 27 veces más pequeño que la misma unidad construida utilizando la tecnología de la era 2000. Dado que la energía, al igual que la información, es fundamental para todas las tecnologías modernas, la digitalización de la energía tendrá un impacto significativo en las empresas y en la economía.

El rendimiento por dólar (PPD: performance per dollar) de los procesadores embebidos y de las FPGAs ha ido aumentando a velocidades asombrosas, más de 5 millones de veces desde 1980. El progreso de la ley de Moore ha permitido a los sistemas de control digital ir más allá que sus predecesores analógicos en los últimos años, mientras que los sistemas de control analógico tuvieron incluso un mayor PPD a finales de 1990. Más recientemente, se ha producido otro cambio de paradigma que involucra a la naturaleza de los chips de computación embebidos. Los microprocesadores, DSPs y FPGAs, las tres tecnologías de procesamiento embebido más utilizadas, se han integrado en un único circuito integrado heterogéneo. Cuando las FPGAs y los DSPs se fusionaron en un solo chipset hace varios años, se produjo un aumento de 40 veces en el PPD debido al ahorro en costos de la integración. Para los sistemas de energía digitales es de gran importancia el emparejamiento de las eficientes habilidades matemáticas de los DSPs con la naturaleza realmente paralela y acelerada por hardware de la estructura básica reconfigurable de las FPGAs.

El PPD de los chipsets de computación embebida se ha duplicado cada 14 meses y en los próximos años llegará a ser más corto que el tiempo promedio de desarrollo de sistemas embebidos que es de 13 meses. Esto está

forzando a muchos equipos de desarrollo de productos a una costosa y arriesgada rueda de rediseño permanente. En el momento del lanzamiento de los productos, ellos (y su competencia) pueden comprar un chipset con el doble de PPD. Al ritmo actual, el rendimiento del chipset de computación embebido se duplicará más de ocho veces antes del año 2020, por lo que un chip de procesamiento comprado en 2020 es probable que tenga al menos un PBI 256 veces (2^8) superior al de un chip de la era de 2010.

La realidad de tener que rediseñar continuamente líneas de productos para mantenerse al día con la aceleración exponencial de la ley de Moore es un reto cada vez más difícil para las empresas grandes y pequeñas. Muchos ejecutivos y directivos se preguntan si hay una alternativa.

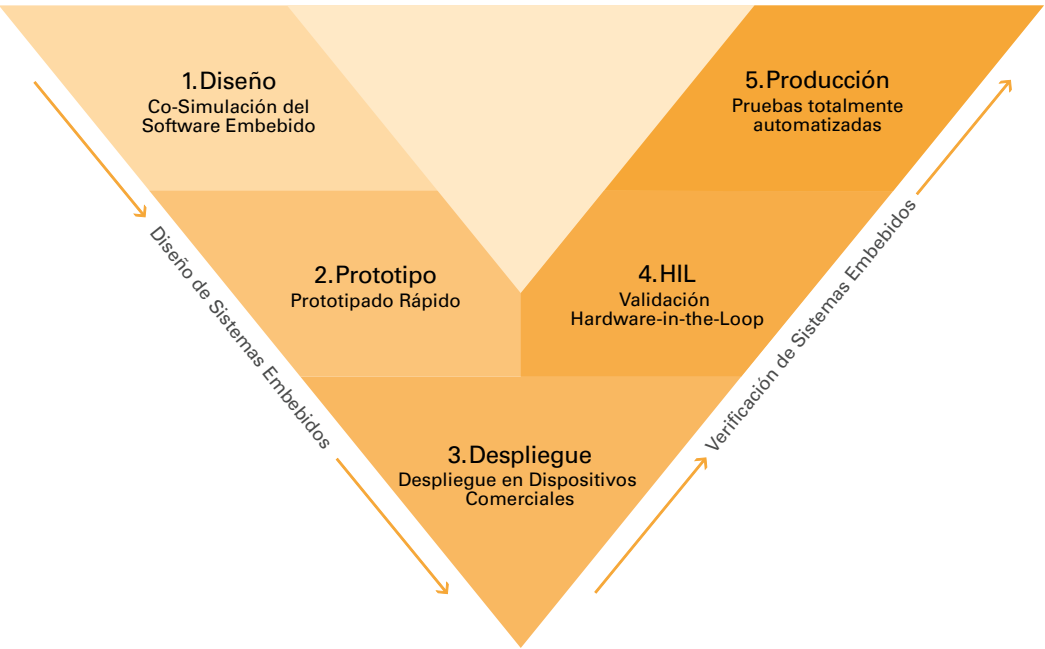
Afortunadamente hay una metodología de diseño embebido que permite a las compañías mantenerse de forma sostenible al frente de la curva de la ley de Moore, al mismo tiempo que gestionan los costes y los riesgos. La solución es un enfoque híbrido en el que la placa de desarrollo del procesador/DSP/FPGA se externaliza. Hay sistemas embebidos reconfigurables disponibles en el comercio (COTS) con bloques de interfaces de E/S prevalidadas y herramientas de diseño a nivel de sistema que son proporcionados por proveedores como NI, quien asume la tarea de actualizar continuamente el diseño con los chipsets más recientes y de valor más elevado del PPD, garantizando al mismo tiempo la continuidad del software y el soporte y el servicio a largo plazo. En lugar de ello, los equipos de ingeniería se centran en el diseño personalizado de los circuitos de medida, mecánica y electrónica de potencia en torno a un sistema embebido COTS. El impacto en el negocio resulta en un mejor uso de los recursos de ingeniería, una reducción del riesgo y la capacidad de innovar continuamente

y mantenerse por delante de la competencia mediante el desarrollo de nuevas características y capacidades habilitadas por el incremento exponencial del PPD.

Compare y contraste la asignación de gastos de ingeniería con los dos enfoques. En el caso del tradicional diseño completamente personalizado de una placa FPGA, aproximadamente del 70 al 80 por ciento del coste del desarrollo del software de la FPGA está dedicado al desarrollo de las interfaces de E/S, dejando sólo un 20 a 30 por ciento al desarrollo de algoritmos. Por lo tanto, la mayor parte de los gastos de la ingeniería no recurrente (NRE) se asigna a las tareas de valor relativamente bajo desde el punto de vista de la diferenciación de productos. Por el contrario, un equipo con un sistema reconfigurable COTS con bloques de interfaz de E/S incorporados y herramientas de diseño a nivel de sistema asigna comúnmente más del 90 por ciento de los gastos de desarrollo del software de la FPGA a tareas de alto valor, tales como el diseño de algoritmos, simulación del sistema y verificación de la calidad del software.

En la figura de abajo, se ilustra el proceso de diseño en V para el diseño de sistemas digitales de energía utilizando el método de diseño gráfico de sistemas de NI. Describe una metodología repetible para el diseño, desarrollo, validación y verificación de productos de alta calidad. El proceso de diseño en V se ha convertido en un estándar en las industrias de automoción y aeroespacial.

Si el diseño embebido no es lo que considera que es la competencia básica primaria, considere la construcción de los diseños embebidos en torno a un sistema embebido COTS para enfocar un mayor porcentaje de sus gastos de ingeniería en sus vectores principales de diferenciación.



► El proceso de diseño en V representa el estándar de la metodología repetible en el diseño de sistemas embebidos. Su uso del diseño a nivel de sistema, herramientas de verificación y sistemas embebidos reconfigurables COTS no sólo permite la reducción de costes y el riesgo, sino que también ayuda a los equipos a centrarse en las nuevas características e innovaciones gracias al rendimiento exponencialmente creciente por dólar.

Tecnología de la vision artificial embebida

La incorporación de los datos visuales está llevando a los sistemas embebidos a nuevos niveles de rendimiento.

La cantidad de información que el cerebro puede interpretar a partir de los datos visuales es impresionante. Podemos identificar objetos, medir distancias y tomar decisiones rápidamente sobre cómo actuar y reaccionar en diferentes situaciones. Aunque inconscientemente, estamos constantemente usando información visual como retroalimentación para controlar nuestro propio equilibrio y movimientos. De la misma forma que nuestros cerebros pueden aplicar algoritmos sofisticados a las imágenes visuales y puede darnos una comprensión increíble del mundo que nos rodea, los sistemas embebidos de todo el mundo están empezando a utilizar los sistemas de detección visual como uno de los principales medios para la adquisición de datos y la toma de decisiones inteligentes. Las universidades han estado investigando la visión artificial por ordenador desde la década de los 60s, pero la intersección de varias tecnologías de soporte está catalizando una revolución de la visión artificial embebida, donde los sensores de imagen, la tecnología de procesamiento y los algoritmos de software están contribuyendo a una nueva generación de sistemas embebidos.

ELEVADO VOLUMEN DE LA TECNOLOGIA DE VISION ARTIFICIAL EMBEBIDA COTS
Al igual que muchas tecnologías disponibles en el comercio (COTS), el elevado volumen de la electrónica de consumo ha elevado los límites en lo posible dentro de las limitaciones de potencia, tamaño y coste. Las pequeñas cámaras son ahora características estándar en los ordenadores portátiles, tabletas y teléfonos móviles, con millones de píxeles empaquetados en unos pocos milímetros cuadrados. Al mismo tiempo que el tamaño y las capacidades de los sensores de imagen actuales son impresionantes, el mayor avance tecnológico reciente de la visión artificial embebida ha sido la capacidad de procesamiento. Gracias a que el rendimiento de los procesadores se duplica cada dos años

El proceso de diseño en V representa el estándar de la metodología repetible en el diseño de sistemas embebidos. Su uso del diseño a nivel de sistema, herramientas de verificación y sistemas embebidos reconfigurables COTS no sólo permite la reducción de costes y el riesgo, sino que también ayuda a los equipos a centrarse en las nuevas características e innovaciones gracias al rendimiento exponencialmente creciente por dólar.

► Jeff Bier, presidente de Embedded Vision Alliance (embedded-vision.com)

y al continuo enfoque en las tecnologías de procesamiento paralelo como las CPUs multi-núcleo, GPUs y FPGAs, los diseñadores de sistemas embebidos pueden ahora aplicar algoritmos sofisticados a los datos visuales y crear sistemas más inteligentes. En lugar de confiar únicamente en medidas mecánicas como la temperatura, el sonido y las vibraciones, los sistemas embebidos tienen ahora también acceso a la información visual y la capacidad de procesamiento suficiente para responder de inmediato.

Todos hemos presenciado la incorporación masiva de las cámaras en los ordenadores, los teléfonos móviles y los automóviles e IMS Research estima que la tasa de crecimiento compuesto anual durante los cinco próximos años del mercado de la visión artificial embebida será de un 86 por ciento, llegando a casi los 700 millones de unidades en 2016. Un buen ejemplo de este crecimiento explosivo es el sensor de Microsoft Kinect, que se convirtió en el dispositivo de electrónica de consumo de más rápido crecimiento en la historia. Además, Samsung ha presentado recientemente su Smart TV con características integradas de reconocimiento facial y gestual. No pasará mucho tiempo antes de que las cámaras lleguen a convertirse en una característica estándar del frigorífico, microondas, lavadoras y otros electrodomésticos cotidianos. Esta ola de adopción de la visión artificial embebida seguirá penetrando a través de todos los tipos de sistemas de control y supervisión en industrias como la de fabricación, ciencias de la vida y transporte.

AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL
La visión artificial en la industria manufacturera ha sido utilizada en los sistemas de automatización industrial para mejorar la calidad de la producción y el rendimiento mediante la sustitución de la inspección manual practicada tradicionalmente por el hombre. La novedad es la integración de las tecnologías de toma de imágenes y los sistemas de movimiento para crear máquinas de fabricación de más alto rendimiento. Los datos de las imágenes se pueden procesar ya con suficiente rapidez para calcular los puntos de ajuste del movimiento y los constructores de máquinas están considerando ahora el “control visual” como un nuevo enfoque para aumentar el rendimiento de sus máquinas de automatización. Por ejemplo, en el procesamiento de obleas semiconductoras, una fuente común de problemas de calidad son los giros o desplazamientos menores que se producen cuando los chips recién cortados se manejan a través del proceso de fabricación. Las nuevas generaciones de máquinas de procesamiento de obleas están incorporando

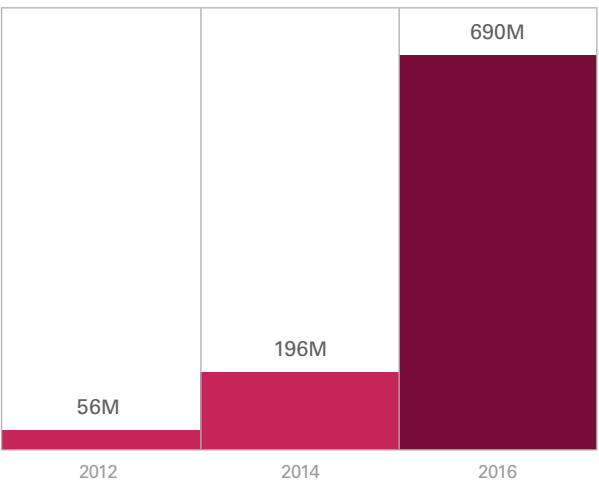
la visión artificial embebida para incrementar la inteligencia de sus sistemas de movimiento, lo que produce un incremento importante en los rendimientos de fabricación. Utilizando los datos de las imágenes, estas máquinas pueden determinar con precisión la orientación exacta de un chip y compensar las desviaciones. También se puede utilizar la misma imagen para inspeccionar los defectos y rechazar partes mucho antes del final de la línea.

CIENCIAS DE LA VIDA
Para las aplicaciones de las ciencias de la vida, la toma de imágenes en medicina es un campo de investigación enorme y probablemente no sea la primera cosa que le viene a uno a la mente cuando imagina pequeños sistemas embebidos de bajo consumo. Durante más de un siglo, las diferentes tecnologías se han utilizado para desarrollar técnicas no invasivas dedicadas al diagnóstico y tratamiento médico. Ya se trate de rayos X, campos electromagnéticos o ultrasonidos, la toma de imágenes en medicina implica típicamente un proceso de estímulo-respuesta y requiere sistemas de alta potencia para la generación y procesamiento de señales. Debido a los nuevos sensores de imagen dotados de mayor resolución y velocidad en la toma de fotogramas, la toma de imágenes pasiva se está convirtiendo en otro método de toma de imágenes en medicina y está permitiendo que los dispositivos de pequeño tamaño y menor costo puedan desplegarse en grandes volúmenes.

Un ejemplo es el “sistema nebulosa” creado por el Dr. Jairaj Kumar y sus colegas de la Universidad de Manipal en la India para detectar el desarrollo de las úlceras del pie en pacientes con neuropatía diabética. Para ello utilizaron la visión artificial embebida para la toma pasiva de imágenes de los pies de los pacientes mientras estaban descalzos sobre la base de cristal del “sistema nebulosa”. Del mismo modo, el equipo de investigación y desarrollo de Royal Philips Electronics ha desarrollado algoritmos de procesamiento de imágenes que media las fluctuaciones del color de la piel y las correlacionaron con el flujo de sangre a través del cuerpo. Imaginen el asombro del equipo cuando se dieron cuenta de que la última generación de ordenadores de tipo Tablet tenía cámaras incorporadas y el procesamiento de alto rendimiento suficiente como para que pudieran crear aplicaciones móviles que permitieran monitorizar pasivamente el ritmo cardíaco de una persona usando un iPad de Apple sin modificar. Yendo más allá de las interesantes aplicaciones del iPad, esto puede tener grandes implicaciones en el mercado del cuidado de la salud y cómo administrar la medicina en todo el mundo.

TRANSPORTE
La industria de automoción comenzó a abrazar la visión artificial embebida mediante el diseño de características de asistencia al conductor como cámaras de seguridad y otras similares a la electrónica de consumo, la naturaleza de alto volumen de las aplicaciones de automoción en última instancia tendrá impacto en todo tipo de aplicaciones de transporte. Por ejemplo, en la industria

VOLUMEN PREVISTO PARA EL MERCADO DE VISIÓN EMBEBIDA



► Se espera que el mercado de la visión artificial embebida alcance casi los 700 millones de unidades en 2016.¹

ferroviaria, la salud del carril es una preocupación constante y cualquier desplazamiento de la posición puede llevar a significativos tiempos de inactividad y a preocupaciones por la seguridad. Los operadores ferroviarios han tenido tradicionalmente que examinar manualmente los bordes de los carriles, pero NEW VISION TECHNOLOGIES en Francia desarrolló un sistema de visión artificial embebida llamado “RailShift” que puede monitorizar continuamente más de 30 m del carril y medir desplazamientos de la posición de 5 mm. La compañía ha instalado más de una docena de sistemas en el carril del “Paris regional Express”, que transporta más de 3 millones de pasajeros al año y envía alertas inmediatas a los operadores ferroviarios cuando se detectan defectos. Otro ejemplo de visión artificial embebida en la industria ferroviaria es cuando la división de sistemas ferroviarios de Siemens en Colorado desarrolló un sistema de registro de transitorios para el sistema de tren ligero de Denver. Durante años, los ingenieros de Siemens trataron de captar y caracterizar mejor los eventos de arcos eléctricos que podían ocurrir si que un repentino aumento de la tensión apareciera en las líneas de energía. La adición de datos de las imágenes al registro del sistema embebido implementado por Siemens mediante el hardware CompactRIO de NI dio a la empresa el conocimiento que necesitaba.

CÁMARAS EN TODAS PARTES
La tecnología de visión artificial embebida en las aplicaciones de consumo de alto volumen está impregnando todos los tipos de sistemas embebidos. Las tecnologías de sensores y procesamiento están incrementando su rendimiento y reduciendo las limitaciones de tamaño, potencia y coste. Ya hemos empezado a ver la proliferación de las tecnologías de la imagen en industrias como la automatización industrial, medicina y transporte, y es solo el principio. Prepárese para ser sorprendido por la creación de nuevos mercados y aplicaciones que nunca antes pensó que fueran posibles.

¹Source: IMS Research (now part of IHS Inc.) Forecast presented includes only embedded vision systems and systems predicted to include the installation of augmented reality, video analytics, or similar embedded vision applications.

