



El amanecer del robot

ABB celebra cuarenta años de robótica industrial

DAVID MARSHALL, NICK CHAMBERS – En esta edición del centenario de *ABB Review* se puede celebrar otro aniversario importante: hace 40 años que ABB (entonces ASEA) presentó su primer robot, el ASEA IRB 6, que marcó el inicio de la apasionante historia de ABB en el campo de la robótica. Al ser el primer robot industrial completamente eléctrico controlado por microprocesador que se puso a la venta, el IRB 6 fue una máquina de gran trascendencia histórica. Desde su lanzamiento, el campo de la robótica ha cambiado drásticamente, hasta ser casi irreconocible. Aunque a lo largo de los años se han producido muchos avances revolucionarios, son las tecnologías que han hecho los robots más fáciles de utilizar y de implantar las que más han contribuido a acelerar el ritmo de adopción de la robótica.



Los avances que ha experimentado la tecnología robótica durante las cuatro últimas décadas han sido asombrosos.

Ahora hay robots industriales en entornos discretos de fabricación de todo el mundo. Aumentan la productividad, garantizan una calidad siempre elevada y mejoran la seguridad en el trabajo. Los avances que ha experimentado la tecnología robótica durante las cuatro últimas décadas han sido asombrosos: mientras que antes los robots llevaban a cabo tareas relativamente sencillas y monótonas en entornos peligrosos, ahora sistemas multirrobot sincronizados realizan misiones sofisticadas en celdas de producción flexibles.

Imagen del título

La tecnología robótica ha progresado de forma espectacular en las cuatro últimas décadas, y ahora los robots son mucho más sencillos de implantar y utilizar.

ABB ha desempeñado un papel fundamental en esta revolución del robot.

El primer robot industrial apareció en 1961, un "Unimate" accionado hidráulicamente entregado a General Motors para trabajar en una máquina de fundición a presión. La hidráulica dominaba la robótica hasta que, en 1974, la empresa sueca ASEA (que más tarde se fusionaría con Brown Boveri para formar ABB) desarrolló el IRB 6, el primer robot industrial totalmente eléctrico y controlado por microprocesadores que se comercializó → 1. Esta máquina de

6 kg de capacidad de carga era única, no sólo por su sistema de accionamiento,

La hidráulica dominaba la robótica hasta que, en 1974, ASEA desarrolló el IRB 6, el primer robot industrial totalmente eléctrico y controlado por microprocesadores comercializado.

sino también por su configuración antropomórfica y su uso innovador de un microprocesador para lograr un control preciso.

La más reciente incorporación a la gama ABB de robots de pintura es el compacto y nuevo IRB 5500 FlexPainter.

1 Primer cliente del IRB 6: vista de la celda de trabajo



Marcó una nueva referencia en tamaño, velocidad y repetibilidad de los movimientos, y tuvo numerosos imitadores.

La soldadura por puntos pronto se convirtió en un área de aplicación importante, y en 1982 se lanzó el IRB 90, diseñado especialmente para esta tarea. Este dispositivo de seis ejes, con alimentación de agua, aire y electricidad integradas en el brazo, irrumpió con fuerza en el sector de la soldadura por puntos.

Robots para pintar

No tardaron mucho tiempo los robots en llegar al campo de la pintura, y en 1985 ASEA presentó su primer robot pintor eléctrico, el TR 5000. Más tarde, en los años 90 del siglo pasado, ABB inventó el sistema de cartucho (CBS) para pintar componentes en el sector del automóvil. Este sistema utiliza cartuchos de pintura fáciles de sustituir para reducir el desperdicio de pintura y disolvente y, por tanto, los costes y las emisiones, ampliando al mismo tiempo la gama de colores.

La más reciente incorporación a la línea de robots de pintura de ABB es el nuevo y compacto IRB 5500 FlexPainter → 2. El diseño y la configuración únicos del FlexPainter de montaje mural ha creado la mayor y más flexible envolvente de trabajo de un robot de pintura de carrocerías de automóvil. Dos FlexPainter IRB 5500 pueden realizar trabajos que, hasta la fecha, requerían cuatro robots de pintura. Los resultados son menores costes, tanto iniciales como a largo plazo, instalación más rápida, mayor tiempo productivo y mayor fiabilidad.

Mecánica del robot

La elegancia del diseño del IRB 6 era tal que su cinemática antropomórfica básica con movimientos articulares giratorios se mantiene en la gama actual de robots de ABB. Lo que ha cambiado con los años es la velocidad, la precisión y el aprovechamiento del espacio.

Muy pronto, las cajas reductoras sin retroceso sustituyeron a los accionamientos de tornillo de bolas en los ejes de “cadera” y “hombro”, lo que se tradujo en una mejor cinemática espacial. El otro cambio importante fue el paso de los motores de corriente continua (CC) a los de corriente alterna (CA), que son más pequeños, sin escobillas (más fáciles de mantener), más potentes y más duraderos, todas ellas cualidades muy demandadas por los usuarios industriales.

Robots para trabajo pesado

Flexibilidad y adaptabilidad son características constantemente exigidas por los usuarios de robots. En 1991, ABB satisfizo estas exigencias con el IRB 6000 para trabajo pesado (150 kg de capacidad de carga) Diseñado principalmente para soldadura por puntos y manipulación de grandes componentes, el IRB 6000 es un conjunto de módulos de base, de brazo y de muñeca que permiten optimizarlo a la medida de las necesidades de cada usuario, una filosofía de diseño que ABB sigue utilizando. Con unas características atractivas para una gran variedad de clientes, el robot de soldadura por puntos IRB 6000 tuvo un éxito instantáneo. El último modelo de esta familia, el IRB 6700, sigue los pasos del IRB 6000 como robot de altas prestacio-



nes en el segmento de 150 a 300 kg. El IRB 6700 tiene un coste total de propiedad (TCO) un 20 por ciento menor que su predecesor inmediato, el IRB 6640, gracias a un diseño más robusto, unos intervalos de servicio más largos y un mantenimiento más sencillo. La fiabilidad fue una consideración clave en el diseño del IRB 6700, diseñado para un tiempo medio entre fallos (MTBF) de 400.000 horas. Para lograr este nivel de fiabilidad se analizaron todos y cada uno de los informes de fallo del IRB 6640, y las consecuencias extraídas se utilizaron en el diseño del IRB 6700. Con un consumo eléctrico un 15 por ciento menor, también es más respetuoso con el medio ambiente y con la factura de electricidad.

Bien equipado

La fiabilidad del equipamiento de un robot –los cables y tubos que suministran aire, electricidad, líquidos, hilo de soldadura, etc. en el extremo del brazo– es al menos tan importante como el propio robot. En muchos casos, el desgaste del equipamiento es lo que más complica el mantenimiento. Los cables sueltos no sólo se desgastan antes, sino que también limitan el movimiento libre del robot. El equipo totalmente integrado (ID), montado dentro del robot, es caro y puede limitar los materiales o servicios que puede conducir. El nuevo equipamiento ligero de ABB (Lean ID) equilibra coste y durabi-

lidad integrando las partes más expuestas del equipamiento en el interior del robot → 3. Esto hace que la programación y simulación sean más previsibles, ahorra espacio y, al reducir el desgaste, prolonga los intervalos de mantenimiento. El robot más reciente de ABB, el IRB 6700, se ha diseñado con LeanID desde el principio.

Lo pequeño es hermoso

A veces los robots tienen que ser pequeños. El robot industrial multiuso más pequeño de ABB, el IRB 120, pesa solo 25 kg y admite una carga útil de 3 kg (4 kg con muñeca vertical) con un alcance de 580 mm → 4. También se comercializa una versión acabada en blanco para salas limpias ISO 5 (clase 100), certificada por el IPA (Fraunhofer-Institut Produktionstechnik und Automatisierung).

La variante IRB 120T se utiliza para aplicaciones de recogida y colocación que requieren una extrema flexibilidad combinada con una repetibilidad de 10 µm, la mejor del sector. El IRB 120T de seis ejes ofrece un aumento sustancial de las velocidades máximas de los ejes cuatro, cinco y seis, lo que se traduce en una mejora del tiempo de ciclo de hasta un 25 por ciento.

Robots de recogida y colocación de alta velocidad

ABB presentó en 1998 el IRB 340 FlexPicker®, otra referencia histórica por

La elegancia del diseño del IRB 6 era tal que su cinemática antropomórfica básica con movimientos articulares giratorios se mantiene en la gama actual de robots de ABB.

La fiabilidad fue una consideración clave en el diseño del IRB 6700, creado para un tiempo medio entre fallos de 400.000 horas.

4 Un IRB 120 en ABB SACE, en Frosinone



ser el primer robot “estilo delta” para aplicaciones de recogida y colocación. Alcanzaba una impresionante aceleración de 10 G y 150 recogidas por minuto, superando al operario humano en varios órdenes de magnitud en velocidad y versatilidad de manipulación de objetos pequeños, como componentes electrónicos y alimentos.

El software del FlexPicker ofrece una combinación de control de movimientos de alto rendimiento que integra orientación visual y seguimiento de cinta transportadora. El modelo actual de serie (IRB 360) también se comercializa con brazos más largos y varias capacidades de carga de 1 a 8 kg dependiendo de las necesidades, con un radio de acción de hasta 1,6 m → 5. Estas nuevas funciones permiten a la máquina ejecutar acciones de recogida y colocación a mayores distancias que nunca y trabajar satisfactoriamente incluso en la recogida de varios componentes pesados.

Paletización

Un área de aplicación para los robots que ha crecido enormemente en los últimos años es la paletización → 6. El nuevo IRB 460 de ABB es el robot de paletización más rápido del mundo. De tamaño reducido y con una capacidad de elevación de 110 kg, este robot de cuatro ejes ejecuta hasta 2.190 ciclos por hora y es perfecto para la paletización de alta velocidad a final de línea y para la paletización de bolsas. El IRB 460 tiene un

radio de acción de 2,4 metros, ocupa un 20 por ciento menos espacio y es un 15% más rápido que sus competidores más próximos.

La oferta moderna de robots se extiende mucho más allá del propio robot y el IRB 460, por ejemplo, está equipado con el paquete de función PalletPack 460. Este paquete es un conjunto de productos prediseñados configurados para la paletización de final de línea que mejora considerablemente la facilidad de uso para los integradores.

Para paletización de alta producción y capa continua, ABB tiene el robot IRB 760. Con una capacidad de carga de 450 kg y un alcance de 3,2 m, este robot presenta una elevada inercia de muñeca, el doble que la competencia, que le permita girar productos más pesados y más grandes más deprisa que cualquier otro robot de su categoría. La mayor velocidad hace que el IRB 760 sea especialmente adecuado para la paletización de varias capas de bebidas, materiales de construcción y productos químicos.

Avances en sistemas de control

En 1974, el sistema de control del IRB 6 tenía solamente un microprocesador Intel 8008 de 8 bits, una interfaz de usuario con un visor LED de cuatro dígitos y 12 botones y un software rudimentario para interpolación de ejes y control de movimientos. El robot precisaba de conocimientos especializados para progra-

marlo y hacerlo funcionar. Cuarenta años y cuatro cambios de generación de sistemas de control más tarde, el panorama ha cambiado por completo: el IRC 5, el controlador robótico de quinta generación de ABB, está específicamente diseñado para que los robots sean más fáciles de usar e integrar en la fábrica → 7.

El IRC5 ofrece un control de movimientos superior e incorporación rápida de otros equipos. Su tecnología de control de movimientos, que incorpora TrueMove y QuickMove, es esencial para el comportamiento del robot en términos de precisión, velocidad, duración del ciclo, programabilidad y sincronización con dispositivos externos. QuickMove calcula la máxima aceleración posible en cada movimiento y la utiliza al menos en un eje para minimizar el tiempo hasta la posición final. TrueMove garantiza que la trayectoria del movimiento es la misma con independencia de la velocidad y evita la necesidad de ajustarla cuando los parámetros de velocidad se modifican en línea. Otras características son el conocido dispositivo de interfaz FlexPendant de ABB con pantalla táctil y programación con palanca tipo joystick, el flexible lenguaje RAPID y potentes capacidades de comunicación.

ABB presentó recientemente una versión más pequeña del IRC5 para aplicaciones en las que el espacio debía reducirse al mínimo, pero garantizando la funcionalidad completa IRC 5.



El componente central del sistema es RobotWare, con varios complementos opcionales diseñados para aumentar la funcionalidad y facilidad de uso para los usuarios de robots. Por ejemplo, multitarea, transferencia de información de un archivo al robot, comunicación con sistemas externos o tareas de movimiento avanzadas.

Una característica destacada de IEC 5 es su función MultiMove, que permite el control de hasta cuatro robots ABB además de posicionadores de trabajo y otros dispositivos servo, con un total de 36 ejes, de forma totalmente coordinada.

Pese a su complejidad, la configuración y el uso de este tipo de celda multirrobot con movimientos totalmente coordinados se hicieron más sencillos con FlexPendant, la primera interfaz abierta robot-operario del mundo, desarrollada para IRC 5.

Seguridad de los robots de última generación

Para garantizar la seguridad de las personas que trabajan con robots industriales, tradicionalmente los seres humanos y los robots estaban separados por vallas, y era necesario emplear un costoso equipo de seguridad. SafeMove de ABB disminuye la necesidad de esos equipos. SafeMove es un ordenador independiente alojado en el armario del IRC5 que permite la vigilancia fiable y con tolerancia a fallos de la velocidad y posición del robot y la detección de toda desviación de la norma no deseada o

sospechosa. Si se detecta un riesgo para la seguridad, SafeMove ejecuta una parada de emergencia, que detiene el robot en una fracción de segundo.

FlexFinishing y control de la fuerza

Otro avance reciente es el sistema FlexFinishing de ABB que incorpora control de la fuerza de mecanizado RobotWare para operaciones delicadas, en particular para rectificado, desbarbado y pulido de piezas de fundición. Esta exclusiva aplicación de robótica, presentada por primera vez en 2007, contiene un entorno de programación que permite al robot encontrar por sí mismo la trayectoria óptima. Un bucle de realimentación controla la velocidad y la presión de la herramienta.

La aplicación permite una programación sencilla y eficaz en la que el sensor de fuerza se utiliza para definir la trayectoria del robot; el operario se limita a mover el robot con la mano para mostrarle la trayectoria aproximada. El robot sigue automáticamente la pieza, registrando la trayectoria exacta y generando un programa de robot.

Este enfoque innovador no solo mejora la calidad de los componentes terminados, sino que además reduce el tiempo total de programación hasta en un 80%, acorta el ciclo del robot en un 20% y prolonga la vida útil de las herramientas de rectificado en un 20%. Se comercializan otros paquetes funcionales para tra-



El nuevo Lean ID de ABB equilibra coste y durabilidad integrando las partes más expuestas del equipamiento en el interior del robot.



El software del FlexPicker ofrece una combinación de control de movimientos de alto rendimiento que integra orientación visual y seguimiento de cinta transportadora.

bajo de precisión, como el encolado. El paquete de encolado programa movimientos del robot y dispensación de adhesivo perfectamente coordinados con la cinta transportadora. La aplicación y el encolado de alta precisión y uniformes realizados con robot no solo mejora la calidad de las piezas, sino que además reduce la duración de los ciclos → 8.

Programación por ordenador

A lo largo de los años, ha resultado evidente que la forma más fácil, rápida, precisa y flexible de programar robots es en un ordenador en la oficina, antes de tocar ningún equipo físico en el mundo real.

Esta es la mejor forma de aumentar la rentabilidad de la inversión en sistemas de robots, lo que se traduce en menores costes, acceso más rápido al mercado y productos de gama superior.

ABB RobotStudio permite programar en un ordenador sin tener que construir nada ni interferir con la producción real. Simplifica el proceso de programación de robots y facilita el diseño de soluciones para entornos de producción complejos.

Entre todas las soluciones de programación de robots por ordenador, RobotStudio es única porque se basa en el controlador virtual de ABB, una copia exacta del software real que se ejecuta en los robots ABB de producción. El uso de programas reales de los robots y de archivos de configuración idénticos a los utilizados en la fábrica garantiza que, en

el mundo virtual, todo funcione exactamente igual que en el real.

Para los desarrolladores, este método de programación es muy eficaz y puede llevarse a cabo sin la presión del tiempo y sin las limitaciones de la presencia de la maquinaria preexistente. La simplificación de la integración de robots gracias a una programación sencilla ha permitido a clientes e integradores reducir costes y llegar más deprisa al mercado, lo que se traduce en una recuperación de la inversión prácticamente instantánea.

Listo para usar

Las celdas de fabricación normalizadas están eliminando algunas de las últimas barreras que se oponían a la implantación de la robótica. En lugar de construir celdas de robots desde cero, los clientes pueden utilizar el concepto FlexLean de ABB, que ofrece una celda compacta en la que robots, controladores y cableado están premontados en una plataforma. FlexLean ofrece al sector de la automoción celdas de montaje geométrico y de reposición con diversas configuraciones predefinidas y una amplia gama de productos de robótica. Esto se traduce en celdas tan económicas que puede competir con el trabajo manual en países de bajos costes laborales.

Un complemento a la gama de celdas normalizadas es ABB FlexArc®, un completo paquete de soldadura por arco → 9. Incluye todos los componentes necesarios para la soldadura robótica al arco: robots,



IEC 5 con soporte para coordinación de varios robots, posicionadores y equipo de soldadura. Los clientes pueden elegir entre distintas soluciones de producción con un robot o con varios. Todos los cables internos se canalizan y conectan en fábrica. Todos los componentes de las celdas están montados en una base común, lo que ahorra la necesidad de trabajos de ingeniería en la planta. El software se ha prediseñado para facilitar la configuración y el funcionamiento. Como solución completa, una celda FlexArc se puede trasladar dentro del centro de producción o incluso a otro. Ello permite a los ingenieros diseñar distribuciones de fábrica muy flexibles que satisfacen la demanda actual de cambios rápidos de configuración.

Visión robótica

Incluso en la última década, la tecnología de la visión ha progresado muchísimo, y ABB se ha dado cuenta de que un sistema robótico potente guiado por la visión puede ayudar a superar muchos problemas de fabricación.

El producto Vision Integrada de ABB, que puede utilizarse en muchos sectores industriales, tiene 50 potentes herramientas de visión, enfoque automático, iluminación y óptica integradas, captura de imagen más rápida, capacidad de alimentar y controlar varias formas de alumbrado exterior y suficiente capacidad de entrada/salida para casi cualquier situación de inspección, todo ello en un paquete IP67 de reducidas dimensiones → 10.

La amplia librería de comandos de visión de Visión Integrada facilita su uso, incluso para quienes manejan sistemas de visión por primera vez. La herramienta de programación fuera de línea 3-D de ABB, RobotStudio, ofrece de serie componentes preparados para una fácil programación del robot y del sistema de visión.

Servicio a distancia

Un rendimiento insuficiente del robot puede afectar de forma sustancial a la producción. Ésta es la razón por la que ABB presentó las tecnologías de servicio a distancia y ahora ha creado un servicio mundial con 1.200 especialistas de servicio en más de 50 países y más de 100 sedes. La base instalada de ABB de más de 230.000 robots ofrece enormes ventajas de escala y permite prestar un servicio de categoría mundial a un coste razonable. Este aspecto es un elemento diferenciador fundamental para ABB en el mercado.

Con el servicio a distancia, los datos del robot se envían desde el controlador a un centro de servicio para su análisis automático y su escrutinio por parte de un experto. El experto puede identificar a distancia la causa del fallo y prestar un servicio rápido al usuario final. Muchos problemas se pueden resolver sin visitar el centro. El análisis automático no solo puede proporcionar una alerta de fallo, sino también predecir dificultades futuras. En cualquier momento y desde cualquier lugar, un usuario puede verificar el estado de los robots y acceder a información importante de mantenimiento sobre el



sistema de robots conectándose al portal MyRobot de ABB.

La era del robot industrial

Desde que ASEA presentó en 1974 su primer robot totalmente eléctrico controlado por microprocesador, la robótica industrial ha recorrido un largo camino, y el ritmo de cambio no deja de acelerarse. Este año, ABB espera vender su robot nº 250.000 y se prepara para continuar liderando nuevos avances y crear una completa gama de robots industriales, controladores de robots, software asociado y opciones innovadoras de servicio. En 40 años la precisión de posicionamiento ha mejorado desde 1 mm hasta 10 µm, las interfaces de usuario desde un visor LED de 4 dígitos hasta una pantalla totalmente táctil en Windows y desde una capacidad de memoria de 8 kb a muchos terabytes. Al mismo tiempo, la fiabilidad ha aumentado extraordinariamente, y los costes han bajado en tal medida que, en la actualidad, un robot cuesta menos de la mitad que costaba hace 10 años. Ha llegado la era del robot industrial.

David Marshall

ABB Robotics
Milton Keynes, Reino Unido
david.marshall@gb.abb.com

Nick Chambers

ABB Robotics
Auburn Hills, MI, Estados Unidos
nick.chambers@us.abb.com