

Control de ejes

En octubre del 2008 publicamos en Automática e Instrumentación un artículo titulado “Qué se entiende por Motion Control?” en el que se explicaba qué significa este concepto de control de movimiento, que cada vez está más implantado en la industria y que vemos aplicado en las máquinas que usamos o fabricamos. Ahora pretendemos ir un paso más allá, completar los conceptos que allí se mencionaron y tratar de explicar en detalle conceptos importantes que en algún momento de la gestión de la compra o del diseño de máquinas nuevas puede ser crucial conocer.

60

Uno de los componentes más importantes en el sistema de control de la máquina es el *motion controller*. Éste es el elemento que ejecuta la parte principal del control de movimiento de la máquina, y si es necesario, realiza acciones de control de la automatización. Para conseguirlo utiliza uno o varios buses de comunicaciones, separando las diferentes funciones según las necesidades. Por ejemplo, para hacer el control de movimiento se usan los llamados buses de comunicación de *motion control*, que básicamente son buses dedicados a gestionar datos de una forma muy rápida y con unas características importantes de determinación en el envío de la información. Estos buses de comunicación no son muy conocidos en la actualidad y en algunos casos son propietarios del fabricante del controlador. Sin embargo, hay algunos que destacan por ser utilizados por varios fabricantes, y son Ethernet PowerLink, Ethercat, Profibus IRT, Sercos-III, etc.

El *motion controller* dispone también de buses de comunicación para el control de la automatización, y aquí sí que, a parte de algunos buses propietarios, se encuentran los habituales en la automatización industrial (CANOpen, DeviceNet, Profibus DP, etc.).

El hecho de disponer de toda la información referente al estado de la máquina y de los ejes a controlar en un mismo dispositivo va a facilitar la coordinación entre los ejes y



■ Fuente: Omron.

el resto de la automatización de la máquina.

A todas estas características hay que añadir las posibilidades de comunicación con el usuario (HMI) y de comunicar con otros sistemas que integran el proceso industrial. Estas funciones han sido favorecidas por el uso de PC *embedded* para implementar el *motion controller*. Actualmente es habitual que este dispositivo incorpore una pantalla táctil y de comunicaciones para comunicarse con niveles superiores de la automatización (scada, telemantenimiento, etc.), usando principalmente protocolos estándar informáticos (TCP/IP, UDP, etc.).

Topologías del sistema

Es necesario precisar que los sistemas de *motion* se pueden implementar de diferentes formas. Tradicionalmente,

la estructura ha sido *centralizada*, de manera que todos los elementos estaban conectados al controlador; incluso los lazos de control de posición de los convertidores que accionan los motores *brushless*. Ésta es una estructura que aún se puede encontrar en algunas máquinas nuevas, pero la tendencia es a distribuir las funciones por la máquina. En una primera aproximación se trata de disponer de un sistema parcialmente distribuido, en el que algunas de las funciones son incorporadas en los periféricos y comunicadas mediante buses de comunicaciones. Gracias a la evolución de estas tecnologías se pueden encontrar aplicaciones totalmente distribuidas, donde los controles se ejecutan cerca de los accionamientos, de forma que las prestaciones conseguidas pueden ser superiores a utilizar esquemas cen-

tralizados. De esta forma, los lazos de control de posición se ejecutan en el mismo convertidor, de forma que se *descarga* el *motion controller* de estas funciones.

Lazos de control

Así pues, una de las características principales de los elementos que participan del sistema de *motion control* es la implementación de los lazos de control. Tradicionalmente se han implementado tres controles en cascada; el primero que se ejecuta es el de corriente. Es un control que tiene que ejecutarse de una forma muy rápida y es el que de alguna manera nos viene determinado por el motor usado, de forma que para sintonizar los parámetros es necesario conocer las características eléctricas del motor. Este lazo de control se implementa siempre en el convertidor. Por encima de este control se implementa el control de velocidad. En este caso, es necesario tener una realimentación de la velocidad (o en su defecto de la posición) del eje a controlar. En algunos casos esta lectura se realiza mediante un encóder en el eje del motor, y en otros se utiliza un sistema adicional para medir la posición del eje en el punto de la actuación. Por ejemplo, en algunos casos va a ser imprescindible medir la posición de un cabezal de la máquina para evitar los juegos, elongaciones, etc. en las cadenas de transmisión. Estas funciones tradicionalmente se han realizado en el *motion controller*, pero en los equipos actuales es posible realizarlas en el mismo convertidor, ya que incorporan entradas adicionales de encóder.

El tercer lazo es el de posición. Es un lazo que va a depender del sistema a controlar y que en general siempre lo realiza el *motion controller*. Igual que el lazo anterior, en estructuras de control distribuidas actualmente ya se implementa en el mismo convertidor. Por tanto, los parámetros de ajuste de este control también se realizan de forma local.

Observando las capacidades de los equipos actuales, cabe plantearse la

■ Fuente: *Schneider*.



siguiente pregunta: si muchas de las funciones que se implementaban en los *motion controller* ahora se implementan en los convertidores, ¿para qué se tiene que mantener este equipo?, ¿qué funciones va a realizar?

Generación de consignas

Una de las principales funciones del *motion controller* es la generación de las consignas de posición y de velocidad de los diferentes ejes de la máquina. Las consignas se van a calcular de forma continua y consultando las posiciones actuales de los ejes mediante los buses de comunicación. Así pues, el controlador va a calcular la posición deseada de un eje en función de diferentes parámetros, como pueden ser tiempos, posiciones de otros ejes, estado de la máquina, *recetas* guardadas en la memoria y que van a modificar la evolución de la máquina en función del producto a fabricar o gestionar, etc.

Estos cálculos tienen en cuenta las rampas necesarias para no estresar la mecánica del sistema. En este sentido se ha evolucionado mucho, ya que es posible hacer rampas de velocidad en forma de 'S', garantizando una aceleración en rampa y manteniendo una variación de la aceleración (*jerk*) constante. Así pues, la gestión de rampas es una de las características a tener en cuenta a la hora de comparar el controlador.

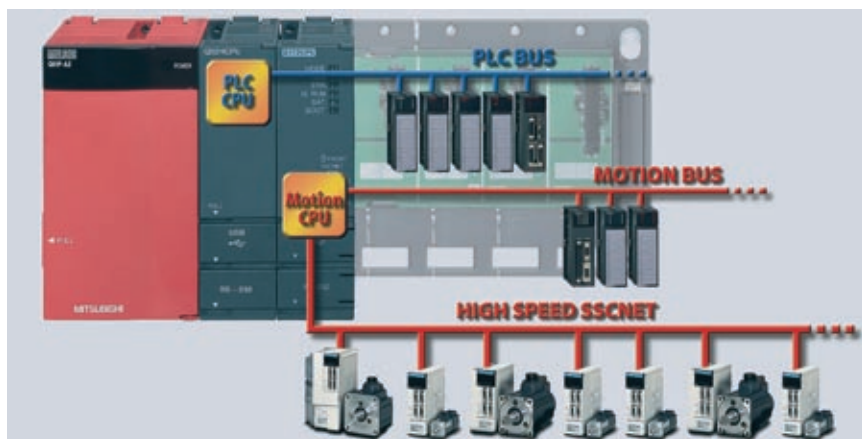
Gracias a la capacidad de comu-

nicación, actualmente es posible la implementación de controles que sin estas tecnologías era prácticamente imposible. Por ejemplo, hoy en día es posible generar consignas de posición o de velocidad en función de parámetros de otros ejes, como por ejemplo la corriente consumida por su convertidor. La gran capacidad de cálculo de los equipos permite la implementación de controles no tradicionales, como los adaptativos, los *feed forward*, controles repetitivos, etc.

Tipos de posicionamiento

Existen diferentes tipos de posicionamiento que podemos encontrar en diferentes aplicaciones. Los más conocidos son los que buscan una posición final, una trayectoria parcial o una trayectoria total.

Los más sencillos de implementar son los posicionamientos que buscan una posición final. Consiste en hacer cambiar la posición de un eje de un origen a un destino independientemente del camino a seguir y, en algunos casos, incluso de la velocidad. En este caso, el *motion controller* solamente se encarga de enviar al convertidor la posición final del eje y no va a intervenir en el movimiento hasta el final de éste. En algunas máquinas un parámetro importante será el tiempo en hacer el recorrido; en este caso, el controlador tiene que gestionar el trayecto para garantizar el posicionamiento en el tiempo definido.



■ Fuente: Mitsubishi.

El posicionamiento de trayectoria parcial es una de las funciones más espectaculares. Se trata de sincronizar en algún momento el movimiento de dos ejes. Es el caso, por ejemplo, de una cizalla volante, en el que el cabezal de corte se tiene que sincronizar con la cinta transportadora del material a cortar. En este caso, durante un momento el cabezal tiene que situarse en una posición concreta y a partir de este momento tiene que sincronizarse en posición con el soporte a cortar. El *motion controller* calculará la trayectoria del cabezal a partir de la lectura de posición del eje que gestiona el soporte a cortar.

El posicionado durante toda la trayectoria es teóricamente el más difícil de implementar. Esto es conocido por los fabricantes de equipos de *motion* y han implementado unos software que facilitan la implementación de estas aplicaciones, de forma que actualmente es muy fácil implementar este tipo de funciones. Para ello, el controlador realiza una serie de funciones de interpolación para calcular trayectorias entre puntos. Las más habituales son la interpolación lineal, la polinomial o en *splines*. Las funciones más habituales que se van a implementar son los engranajes electrónicos y las levas electrónicas.

Posicionamiento multiejes

Como se ha comentado, hay un conjunto de aplicaciones en las que es muy típico que un eje se tenga



■ Fuente: Beckhoff.

que sincronizar con otro. Un caso evidente es un eje que actúe como máster y otro (u otros) se comporten como seguidores (esclavos).

A partir de esta estructura se puede generar un conjunto de aplicaciones que pueden provocar cambios sustanciales en la estructura de las máquinas incluso a nivel constructivo. Es posible sustituir las costosas transmisiones mecánicas (árboles de levas, reductores, multiplicadores, etc.) mediante la sincronización de las posiciones de dos ejes, y haciendo que la posición del eje esclavo siga, por ejemplo, una velocidad proporcional a la del máster. Es posible incluso hacer relaciones de transmisión variables mediante una simple multiplicación en el software del controlador.

De la misma forma que se puede hacer que la velocidad de un eje sea proporcional a la de otro, se puede implementar una tabla de posiciones sincronizadas, como cuando se diseña una leva mecánica. Así, es posible

implementar lo que se llama tablas CAM en las que se provoca que un motor (o varios) mantengan diferentes constantes de proporcionalidad en posición o velocidad en diferentes tramos del recorrido.

Hasta ahora se ha hablado de que un eje se comporte como un máster. Es posible también que no sea éste el que actúe como elemento principal, pues es fácil que sea un elemento externo, como puede ser un encóder, o una tabla de tiempos implementada en el controlador. En este caso, todo el sincronismo se realiza con lo que se llama un *eje virtual*, es decir, que no es un eje físico, sino un eje generado mediante software.

A modo de conclusiones

Las características de los elementos de control de posición (*motion controllers*) han mejorado de una forma espectacular los últimos años. Gracias al esfuerzo de los fabricantes a la hora de implementar herramientas de parametrización de los equipos y de programación de las aplicaciones, las aplicaciones de *motion control* se han popularizado. Hay que destacar que algunos fabricantes incluso permiten implementar software de control mediante herramientas de cálculo muy potentes, como puede ser el Simulink de *Matlab*.

Otro factor importante y que ha favorecido la implementación de este tipo de sistemas es la reducción del coste de los materiales y de la instalación de los equipos. El uso de buses de comunicación estándares ha provocado que haya aparecido una mayor competencia entre los diferentes fabricantes, con la consiguiente reducción del precio de los elementos.

Sin ninguna duda auguramos un largo futuro a los sistemas de *motion control* en la fabricación de máquinas y sistemas industriales.

Guillem Coromina

CITCEA-UPC

guillem.coromina@citcea.upc.edu

Josep Rafecas

Cinergia

jrafecas@cinergia.coop

Características globales de las soluciones *motion control*

| Fabricante/Suministrador/ Web | Características globales | | | | |
|--|--------------------------|------------|---|----------------------|---|
| | Inteligencia | Safety bus | Gestion del bus de continua (potencia) | | Alimentacion de continua (control). Tipo de alimentacion |
| | | | Dispositivos para compartir el bus de continua? | Rectificador activo? | |
| Asea Brown Boveri, S.A/ Asea Brown Boveri, S.A www.abb.es | C | No | Sí | Sí | Fuentes conmutadas |
| B&R/B&R www.br-automation.com | C/D | Sí | Sí | Sí | Fuentes conmutadas / PFC |
| Beckhoff Automation, GMBH/ Beckhoff Automation, S.A www.beckhoff.esn | C | Sí | Sí | Sí | Fuentes conmutadas |
| CMZ/Intra Automation www.cmz.it | D | Sí | Sí | Sí | Fuentes conmutadas/ lineales |
| Fagor Automation, S.Coop./ Fagor Automation, S.Coop. www.fagorautomation.com | C | No | No | No | Fuentes conmutadas |
| Festo Pneumatic S.A.U/ Festo Pneumatic S.A.U www.festo.es | C/P/D | No | Sí | No | PFC a partir del bus de continua de potencia |
| Fuji Electric/Fuji Electric www.fujielectric.de | C/D | No | Sí | Sí | Fuentes conmutadas |
| KEB/Elion,S.A www.elion.es | C/D | No | Sí | Sí | PFC |
| Lenze www.lenze.com | C/D | Sí | Sí (max 120 kw) | Sí (40kW) | F comm/lineales/ PFC |
| Mitsubishi Electric/ Mitsubishi Electric www.mitsubishi-automation.es | C | No | Sí | Sí | Fuentes conmutadas |
| Omron Electronics Iberia S.A.U/ Omron Electronics Iberia S.A.U www.industrial.omron.es | C/D | No | Sí | No | PFC |
| Panasonic Electric Works España/ Panasonic Electric Works España www.panasonic-electric-works.es | C | No | No | No | Fuentes conmutadas |
| Parker/Parker Hannifin www.parker-eme.com/c3/ Intra Automation www.intraautomationsl.com | C/D | Sí | Sí | Sí | Fuentes conmutadas/li- neales |
| Pilz GmbH & Co. KG/ Pilz Industrielektronik, SL www.pilz.es | C/D | Sí | No | No | Fuentes conmutadas/ lineales |
| Schneider Electric/Schneider Electric www.schneiderelectric.es | C | No | Sí | No | Fuentes conmutadas |
| Serad Motion Control/ Mecánica Moderna, S.A www.serad.fr | C/D | No | No | No | Fuentes conmutadas |
| Sew Eurodrive/Sew Eurodrive www.sew-eurodrive.es | C/D | Sí | Sí | Sí | Fuentes conmutadas |
| Siemens/Siemens www.siemens.es | C/D | Sí | Sí | Sí | Fuentes conmutadas/ PFC |
| Sipro/BTB SL www.btbsl.com | P | No | No | No | Fuentes conmutadas/ lineales |
| Yaskawa/Berriola www.berriola.com | D | No | No | No | Externa 24VCC |

C: Centralizada; P: Parcialmente descentralizada; D: Descentralizada.

Soluciones motion control

| Fabricante/ Suministrador/Web | Sistema operativo | | Core | | | | | HMI | | |
|---|--------------------|-----------------------------|---|---------------------|-----------------------|-------------------|------------------------|--------------------------|-------------------------------|---|
| | OS | RT | Arquitectura | Procesador | Frecuencia de trabajo | Memoria RAM | Memoria FLASH | Pantalla | Resolución | Color |
| Asea Brown Boveri, S.A/ Asea Brown Boveri, S.A www.abb.es | PLC | Determinístico | PLC | - | - | - | - | STN y TFT | 160x80 (3") a 640x480 (10,4") | Niveles de grises/16 niveles de azul /64K colores |
| B&R/B&R www.br-automation.com | Automation Runtime | Determinístico | PC | Intel, AMD | 100 Mhz-2,16 Ghz | 64Mb-3GB | 64 MB-16 Gb(160 GB HD) | Líneas-TFT | 1280x1024 | 16,8M |
| Beckhoff Automation, GMBH/ Beckhoff Automation, S.A www.beckhoff.es | Windows TwinCAT | Determinístico, tiempo real | PC | Intel | 0,5 Hz a 2,26 GHz | Hasta 3 GB | 16 GB | TFT y LED | Hasta 1920x1200 | 16 millones colores |
| CMZ/ Intra Automation www.cmz.it | Precise MQX | Sí | PAC | PowerPC | 1.5Mhz | 256Mb | 128Mb | TFT | 800x480 | 65535 |
| Fagor Automation, S.Coop./Fagor Automation, S.Coop. www.fagorautomation.com | Linux | Sí | PCEmbedded | PowerPC | 400MHz | 32Mb | 32Mb | Caracteres/LCD monocromo | - | - |
| Festo Pneumatic S.A.U./Festo Pneumatic S.A.U www.festo.es | Linux, VX-Works | Tiempo real | PC embedded | ARHS, Poer PC | 400 Mhz | 32 MB | 32 MB | VGA, línea de caracteres | 1024 x 768 pixeles (xGA) | 64 |
| Fuji Electric/ Fuji Electric www.fujielectric.de | No (PLC) | Sí | PLC | 32bits OS Processor | 20ns/instrucción | Up to 262 k words | Up to 130 k words | TFT, STN | XGA, SVGA, VGA, QVGA | 65000 |
| KEB/Elion, S.A www.elion.es | Linux, Windows | Sí | PLC | Intel Celeron | 1GHz | 256Mb-1Gb | - | TFT | VGA | 16 millones colores |
| Lenze www.lenze.com | Windows Propio | Sí | Controlador, formato PC y formato Drive | - | 4-32 Khz | 50 MB | 1 GB | TFT/VGA | 800x600 | 65000 |

| Teclado | Dimensiones y peso | Tensión. Tipo de alimentación | Comunicaciones | | | Safety Protocol | Programación | | | | | |
|----------------------------|--|-------------------------------------|--|--|--|-----------------|--------------------------|---|-----------------------------|---|---------|-------------------------------------|
| | | | Bus de Motion | Bus E/S | Ethernet: protocols | | Software de programación | Lenguajes de programación | Admite programación gráfica | Vías de programación/comunicación <- > PC | PLCopen | Tiempo de ciclo del lazo de control |
| Táctil + teclado | 173 x 106 x 52/0,65 Kg a 297 x 222 x 52/1,90 Kg) | 24 VDC | EtherCAT, Profibus DP (Necesita tarjeta) | CAN, MODbus | TCP/IP | No | Control Builder PS501 | IEC 61131-3 | Sí | Ethernet, Memory Card | Sí | 100 ejes en 100 µs |
| Táctil/teclas | 37 x 99 x 85 mm, 100 g | 24 Vdc | Powerlink, X2X | POWER-LINK, X2X, Profibus, Profinet, CAN, CANopen, ModbusTCP, Ethernet/IP, DeviceNet, Ether cat | TCP/IP/VNC/ftp/email/web server/OPC server | Sí | Automation Studio | IEC 61131-3, C, C++, Matlab | Sí | Ethernet, Serie, USB, Memory Card | Sí | 200 µs |
| Todas las opciones | Según modelo | 24 Vcc a 220 Vac según modelo | EtherCAT, SERCOS, CANOpen | CAN, Modbus, EtherCAT, CANOpen, Profibus, ControlNet, DeviceNet, EtherNet TCP/IP, ProfiNet, etc. | TCP/IP, VNC, ftp, http, email, todos los que soporta Windows | Sí | Twincat | IEC 61131-3 | Sí | Ethernet, Memory Card | Sí | 100 ejes en 100 µs |
| Táctil | 221 x 164 y 0,9Kg | 24 Vdc | EtherCAT, CANOpen DS402 | CAN Open | TCP/IP/ftp/http | Sí | - | IEC 61161 | Sí | Ethernet, Serie, Memory Card | Sí | - |
| - | - | 24 Vdc | CAN Fagor | CAN Open, DeviceNet, Profibus, Modbus | TCP/IP/ftp/http/email Profinet/Ether cat | No | - | IEC 61161 | Sí | Ethernet, Serie, Profibus | Sí | 2 ms 3 ejes |
| Pantalla táctil. 12 teclas | 2 kg a 37 kg | 230 Vca, 400 Vcc | EtherCAT, SERCOS, CANOpen | CABOpen, Profibus, DeviceNet | TCP/IP | No | Co-desys | IEC 61131-3 | Sí | Ethernet, Serie | Sí | - |
| Táctil, teclas función | - | - | SX bus | CAN, MODbus, Profibus DP, Intelink, CC-Link, SX | TCP/IP | No | D300 WIN | IEC 61131-3 | Sí | Ethernet, Serie, USB, Memory Card | Sí | 0,5 ms para 16 ejes |
| Táctil | 250x210, 3,1 Kg | 24 Vdc/230 Vca | EtherCAT, PowerLink | Modbus, CAN | TCP/IP | No | - | IEC 61161 | No | Ethernet, Serie | Sí | <250 µs |
| Táctil+teclas | - | 24Vdc/230Vca mono/tirf/400 Vca trif | EtherCAT, CAN | CAN, Modbus | TCP/IP/ftp/http | Sí | Simotion Scout | IEC 61131-3, c++, FB, ST, MCC (Motion control Chart gráfica), DCC (Drive Control Chart gráfica) | Sí | Ethernet, USB, Memory Card | No | >500 |

Soluciones motion control

| Fabricante/ Suministrador/Web | Sistema operativo | | Core | | | | | HMI | | |
|--|-------------------------------------|----------------|------------------------------------|----------------|-----------------------|-------------|---------------|----------------|------------|-------------|
| | OS | RT | Arquitectura | Procesador | Frecuencia de trabajo | Memoria RAM | Memoria FLASH | Pantalla | Resolución | Color |
| En esta relación sólo aparecen aquellas empresas conocidas por esta redacción que han respondido a nuestra demanda de información. | | | | | | | | | | |
| Mitsubishi Electric/ Mitsubishi Electric www.mitsubishi-automation.es | Propio | Sí | PLC, PC embedded, PAC | Mitsubishi | - | - | - | XGA, SVGA, VGA | 1024x768 | 65536 |
| Omron Electronics Iberia S.A.U/ Omron Electronics Iberia S.A.U www.industrial.omron.es | Propio | Determinístico | PAC | Toshiba/TI / | 400MHz | 64Mb-3GB | 32Mb | STN/TFT | 1024*768 | G/65000 |
| Panasonic Electric Works España/ Panasonic Electric Works España www.panasonic-electric-works.es | Propio | Sí | PLC | - | - | - | - | TFT | - | - |
| Parker/ Intra Automation www.intraautomationsl.com Intra Automation www.cmz.it | Linux, VX-Works, Propietario Parker | Determinístico | PC-Embedded, PAC, depende familias | Intel | 2,2Mhz | 256Mb | Hasta 156 | TFT | 800x600 | 65535 |
| Pilz GmbH & Co. KG/ Pilz Industrietechnik, S.L www.pilz.es | - | Sí | - | - | - | 128kb | 2Mb | no | - | - |
| Schneider Electric/ Schneider Electric www.schneiderelectric.es | VX Works | Determinístico | PLC | 32-bit MCU-DSP | - | 64Mb | 128Mb | TFT | VGA | Monocromo |
| Serad Motion Control/ Mecánica Moderna, S.A www.serad.fr | Propio | Sí | PC Embedded | Intel Celeron | 400MHz | 64Mb | 64Mb | TFT | SVGA | - |
| Sew Eurodrive/ Sew Eurodrive www.sew-eurodrive.es | Windows | - | PLC | - | - | 4Mb | 8Mb | TFT | 800x609 | 64000 |
| Siemens/Siemens www.siemens.es | Propio | Sí | uP 32b | uP 32b | 330Mhz | 4 Mb | 8Mb | Varios | - | - |
| Sipro/BTB, S.L www.btbsl.com | Windows | - | PC | Coldfire, | 200MHz | 256Kb | 3,5Mb | TFT | 640x480 | 24bit color |
| Yaskawa/Berriola www.berriola.com | Stand Alone | Tiempo real | PAC | - | 200Mhz | 32 | 8 | - | - | - |

| Teclado | Dimensiones y peso | Tensión. Tipo de alimentación | Comunicaciones | | | Safety Protocol | Programación | | | | | |
|--|-----------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|--|--|-----------------|--------------------------|---|-----------------------------|---|---------|-------------------------------------|
| | | | Bus de Motion | Bus E/S | Ethernet: protocols | | Software de programación | Lenguajes de programación | Admite programación gráfica | Vías de programación/comunicación <-> PC | PLCopen | Tiempo de ciclo del lazo de control |
| Pantalla táctil, teclado numérico, alfanumérico, teclas varias | 15 pulgadas | Segun modelos | SSCNET-III de fibra óptica | CAN, MO-Dbus | TCP/IP /ftp/ http/ email | Sí | GX_Developer y MT-Works | IEC 61131-3 | Sí | Ethernet, Serie, USB | No | 0,44 ms |
| Táctil | - | 24Vdc/230Vca | Mechatrolink-II | Mechatrolink-II | TCP/IP/ftp /Modbus-TCP, Ethernet FINS | No | Cx-One, Trajexia Studio | IEC 61131-4, G-code, Ladder, Function Blocks y Basic motion | No | Ethernet, Serie, Paralel, USB, Memory, Card | Sí | 500µs para 4 ejes |
| Táctil | 3 a 15 pulgadas | - | RTEX (Ethernet) | CAN, MODbus, Profibus, Profinet, Devicenet | TCP/IP, ftp, http, email, | No | - | IEC61131-1 | No | Ethernet, Serie, USB | No | - |
| Táctil | - | 24Vts CC | Ether cat, SERCOS, CAN OPEN DS402 | CAN OPEN DS402 | TCP/IP, ftp, http | Sí | - | IEC 61131-3, C++ | Sí | Ethernet, Serie, USB, Memory Card | - | - |
| - | - | - | CANOpen | CAN Open | TCP/IP | Sí | Code Sys e P Motion | IEC 61131-3 | Sí | Ethernet, Serie | Sí | - |
| Teclas+rueda | 135 x 40 x 151 mm y 200 g | 24Vcd | CANMotion | Can Open | TCP/IP/ftp | No | SoMachine V2 | IEC61161 | Sí | Ethernet, Serie, USB | Sí | 2 ms para 4 ejes |
| - | - | 230Vac | Ether cat | CAN Open, Modbus, | TCP/IP | No | - | IEC61161 | Sí | Ethernet, Serie | No | 33 µs |
| Táctil | 142 x 90 x 3,5/ 0,5 Kg | 20-30Vdc | Ether cat, Power-Link, SERCOS | CAN Open, Modbus | TCP/IP /ftp/ http/ email Profinet/ Ether cat | Sí | Movitoools Motion Studio | IEC 61131-3,C | Sí | Ethernet, Serie, USB | Sí | - |
| - | 220 x 210 x 115 mm - 1,5 kg | 220 Vca | Propio | Profibus, CAN, Modbus | TCP/IP /ftp/ http/ email Profinet/ Ether-CAT | No | Motion Basic | IEC 61161, C++, Matlab, | Sí | Ethernet, Serie, Profibus | Sí | 250 µs |
| Táctil | 300 x 230 mm, 1.8 Kg | 24 Vdc | Otros | CAN, MODBUS | TCP/IP | No | - | IEC 61131-3 | Sí | Ethernet, Serie | Sí | 2 ms |
| - | 130 x 64 x 108 | 24VCC | Bus propio. Mechatrolink-II | Mechatrolink-II | - | - | - | IEC 61131-3 | No | Ethernet | Sí | 125 µs |

Servo drives en las soluciones *motion control*

En esta relación sólo aparecen aquellas empresas conocidas por esta redacción que han respondido a nuestra demanda de información.

| Fabricante/ Suministrador/ Web | Servo Drive | | | | | |
|---|-----------------|---|---------------------------------------|---|--|----------------------|
| | Potencias | Tensiones de trabajo | | Bus de Motion | Control de posición | |
| | KVA | Valores de tensión | Monofásico/ Trifásico (entrada) | Tarjeta de expansión | Tipo de interpolación | Tiempo de ciclo (µs) |
| Asea Brown Boveri, S.A/ Asea Brown Boveri, S.A www.abb.es | 0,75-110 | 380-480 | Trifásico | EtherCAT, Sercos, Profibus DP | Polinomial | - |
| B&R/B&R www.br-automation.com | <500 kW | 230-500 VAC, bus de continua 800 VDC | Ambas | Powerlink | Trapezoidal, polinomial, VDI 2143 | 400 µs |
| Beckhoff Automation, GMBH/Beckhoff Automation, S.A www.beckhoff.es | Hasta 120 kW | Desde 110 VAC hasta 480 VAC | Ambas | EtherCAT, Sercos, CANOpen | Trapezoidal, polinomial, s-curves, VDI 2143 | 125 µs |
| CMZ/Intra Automation www.cmz.it | 90 KVA | 230/400 | Ambas | Ethercat, CANOpen DS402 | Trapezoidal, polinomial | 500 µs |
| Fagor Automation, S.Coop./ Fagor Automation, S.Coop. www.fagorautomation.com | - | - | - | - | - | - |
| Festo Pneumatic S.A.U/ Festo Pneumatic S.A.U www.festo.es | 0,5-6 | 230 A 400 VCC | - | EtherCAT (necesita tarjeta), Sercos | Trapezoidal, polinomial, s-curves | 250 µs |
| Fuji Electric/Fuji Electric www.fujielectric.de | 0.05-5 kW | Según modelos | Ambas | SX bus | Trapezoidal, polinomial, s-curves | 250 µs |
| KEB/Elion,S.A www.elion.es | <1 kW | 230/690 VAC | Ambas | EtherCAT, Powerlink, Sercos | Trapezoidal, s-curves | 250 µs |
| Lenze www.lenze.com | <370 kW | 400 VCA | 3 | Ethernet, Powerlink, Propio | S-curves | 500 µs |
| Mitsubishi Electric/ Mitsubishi Electric www.mitsubishi-automation.es | 50 W- 55 kW | 220 VAC (1 y 3 fases) y 400VAC | Ambas | SSCNET-III de fibra óptica | Trapezoidal, polinomial, s-curves | 0,44 µs |
| Omron Electronics Iberia S.A.U/Omron Electronics Iberia S.A.U www.industrial.omron.es | <55 kW | 230 VAC y 400 VAC | Ambas | Mechatrolink II | Trapezoidal, polinomial, s-curves, e-gearboxes, e-cam, transformación de coordenadas, registro de posición | 62,5 µs |
| Panasonic Electric Works España/Panasonic Electric Works España www.panasonic-electric-works.es | 0,4-7,5 | 100/230 monofasi- co, 230/400 trifásico | Ambas | RTEX | Trapezoidal, s-curves | - |
| Parker Hannifin/ Parker Hannifin www.parker-eme.com/c3 Intra Automation www.cmz.it | 0,05-394 | 220 a 240/400 a 440 VAC | - | EtherCAT, Powerlink | Trapezoidal, s-curves | 250 µs |
| Pilz GmbH & Co. KG/Pilz Industrietechnik, S.L www.pilz.es | <50 KVA | 110/480 | Ambas | Sercos, CANOpen | Trapezoidal, polinomial, s-curves | 1000 µs |
| Schneider Electric/ Schneider Electric www.schneiderelectric.es | <7 kW | 125, 220 y 400 V | Ambas | CANMotion | Trapezoidal | 62,5 µs |
| Serad Motion Control/ Mecánica Moderna, S.A www.serad.fr | 8KVA | 230/400 | Ambas | EtherCAT | Trapezoidal, polinomial, s-curves | 330 µs |
| Sew Eurodrive/ Sew Eurodrive www.sew-eurodrive.es | <132 kW | 200/500 | Ambas | Propio, CAN | Trapezoidal, polinomial, s-curves | |
| Siemens/Siemens www.siemens.es | 0,12-1200 kW | 3/1x230 VCA, 3x400 VCA, 690 VDC | Ambas | Propio | Trapezoidal, polinomial, s-curves | 250 µs |
| Sipro/BTB, S.L www.btbsl.com | 12 KVA | 220/380 | Ambas | CAN | S-curves | 2 ms |
| Yaskawa/Berriola www.berriola.com | 50 W-55 kW | 230-400 | Ambas | Ethernet, Powerlink, Sercos. Bus propio MECH-II | - | 125 µs |