

La mecatronica

Por Jorge Alvarez

17 de Septiembre 2008

Versión 1

Índice del contenido

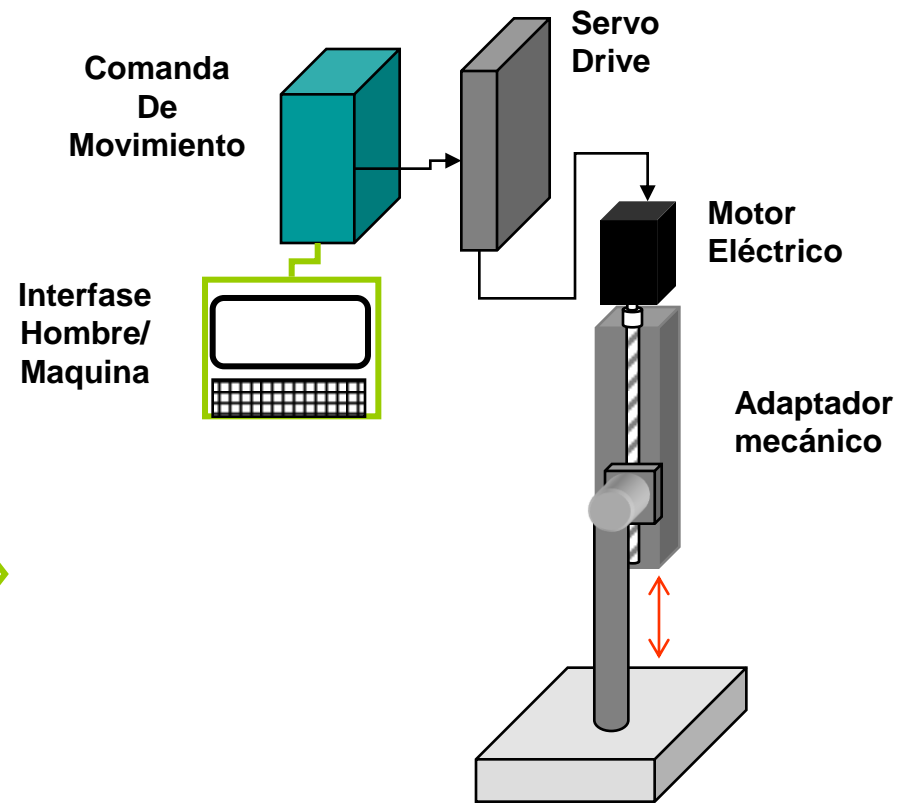
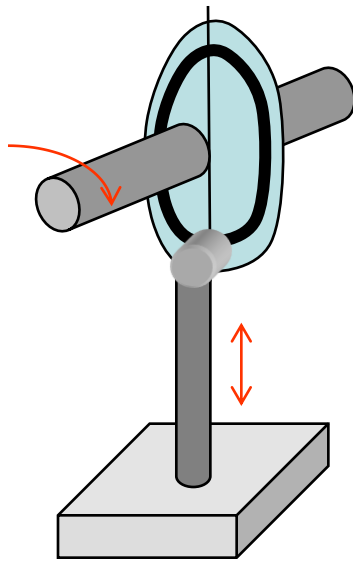
- ❑ Que es la mecatronica
- ❑ El interés de la mecatronica
- ❑ El mercado
- ❑ La aplicación al ámbito nacional peruano
- ❑ La aplicación de la Mecatronica y las tecnologías utilizadas.
- ❑ Los proveedores en Mecatronica

El lector encontrara algunas traducciones en ingles entre []

Que es la mecatronica

- ❑ Son las técnicas y tecnologías que se aplican a maquinas de tipo industrial, para transformar los elementos móviles realizados mecánicamente a una realización a base de:
 - ❑ Un adaptador mecánico para transformar el movimiento rotativo en linear [Linear Motion]
 - ❑ Motores eléctricos controlados por Servo Drive al cual se le llama eje [axes]
 - ❑ Estos últimos piloteados por un órgano de comando de movimiento [MC Motion controller]
 - ❑ Un órgano de interfase hombre-maquina [Human-Machine Interface] conectado al MC.

Realización con
Cama mecánica



El interés de la mecatronica

La industria moderna tiene un desafío económico que se resume en:

- ❑ Reducción de costos de fabricación:
 - ❑ Reducir los defectos de producción.
 - ❑ Reducir el tiempo de paro de las maquinas.
 - ❑ Reducir el tiempo de producción -> aumentar la velocidad de producción de las maquinas.
 - ❑ Producir diversos productos con la misma maquina.
- ❑ Mas calidad de productos fabricados.
 - ❑ Precisión de fabricación.
 - ❑ Producción con materiales sofisticados (fibras sintéticas, materiales compositos)
- ❑ Reducir el consumo de energía.
 - ❑ Reducción del consumo de corriente.
 - ❑ Aumento de la vida de las maquinas.
 - ❑ Utilización de materiales reciclables.

El aporte de la mecatronica

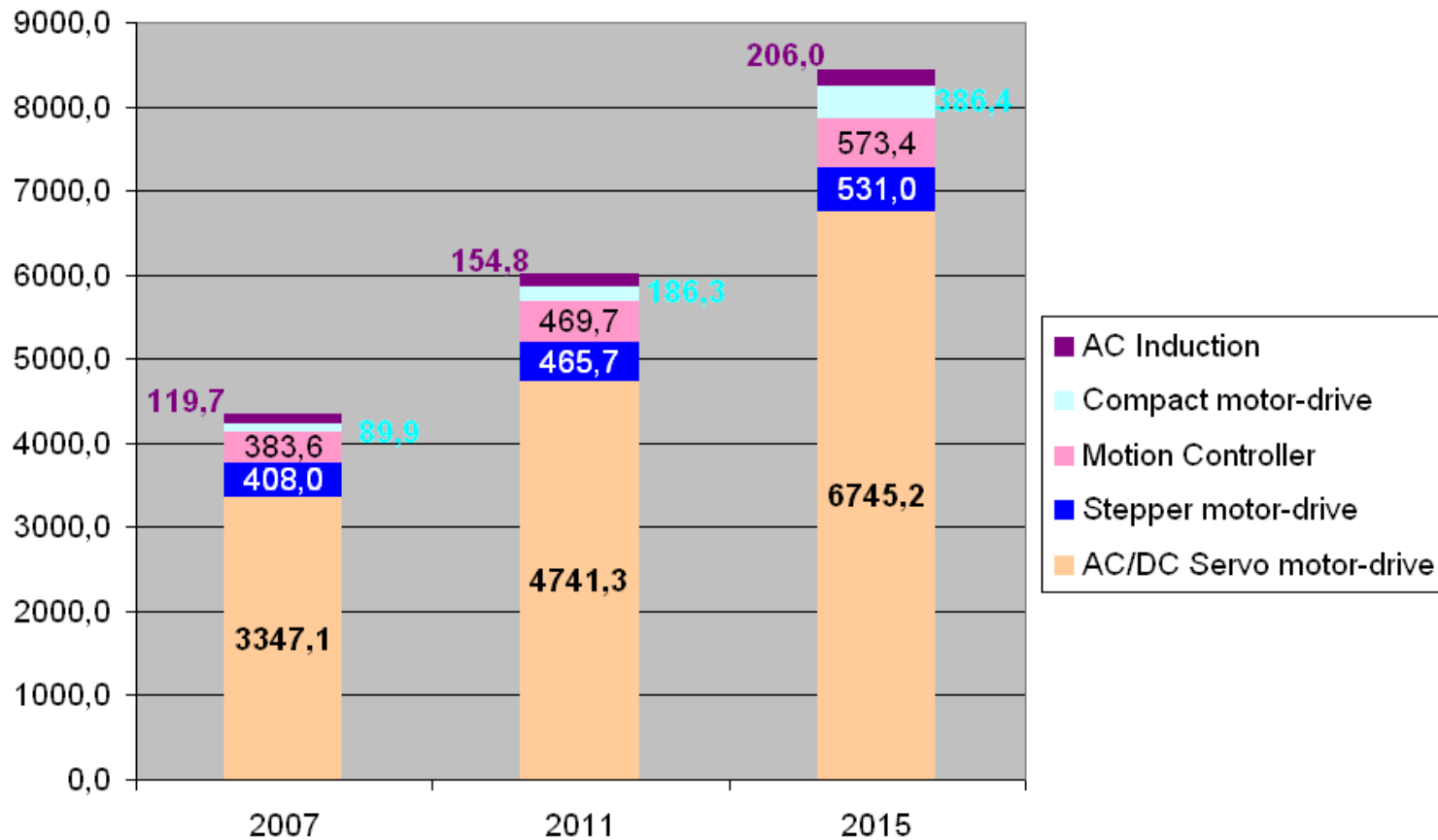
El reemplazo de los elementos mecánicos móviles con soluciones mecatronica permite de responder a los desafíos de la industria moderna. *Con la utilización de motores eléctricos se reduce el desgaste del dispositivo mecánico y se adquiere mas flexibilidad de producción.*

- ❑ Reducción de costos de fabricación:
 - ❑ Reducir los defectos de producción. Una mejor respetabilidad aumenta la calidad de producción.
 - ❑ Reducir el tiempo de paro de las maquinas. Los diagnósticos de averías son hechos electrónicamente con un vinculo hombre-maquina mas elaborado.
 - ❑ Reducir el tiempo de producción -> aumentar la velocidad de producción de las maquinas. El uso de motores eléctricos permite ir mas rápido con mecánica mas robustas.
 - ❑ Producir diversos productos con la misma maquina. La comanda electrónica permite de adaptar una maquina a productos de diversas dimensiones.
- ❑ Mas calidad de productos fabricados.
 - ❑ Precisión de fabricación. La mecatronica permite una mejor precisión de movimiento y de posicionamiento mecánico.
 - ❑ Producción con materiales sofisticados (fibras sintéticas, materiales compositor). Ciertas materias necesitan procesos de fabricación miniaturizados o de precisión que son obtenidos únicamente gracias a la Mecatronica.
- ❑ Reducir el consumo de energía.
 - ❑ Reducción del consumo de corriente. El rendimiento de un motor eléctrico es mas importante que el de una solución mecánica.
 - ❑ Aumento de la vida de las maquinas. Gracias a la mecatronica se puede realizar movimientos mas flexibles que reducen el desgaste.
 - ❑ Utilización de materiales reciclables. Los fabricantes de mecatronica usan normas de fabricación que recomiendan el uso de materiales reciclables y no agresivos para el medio ambiente.

El mercado

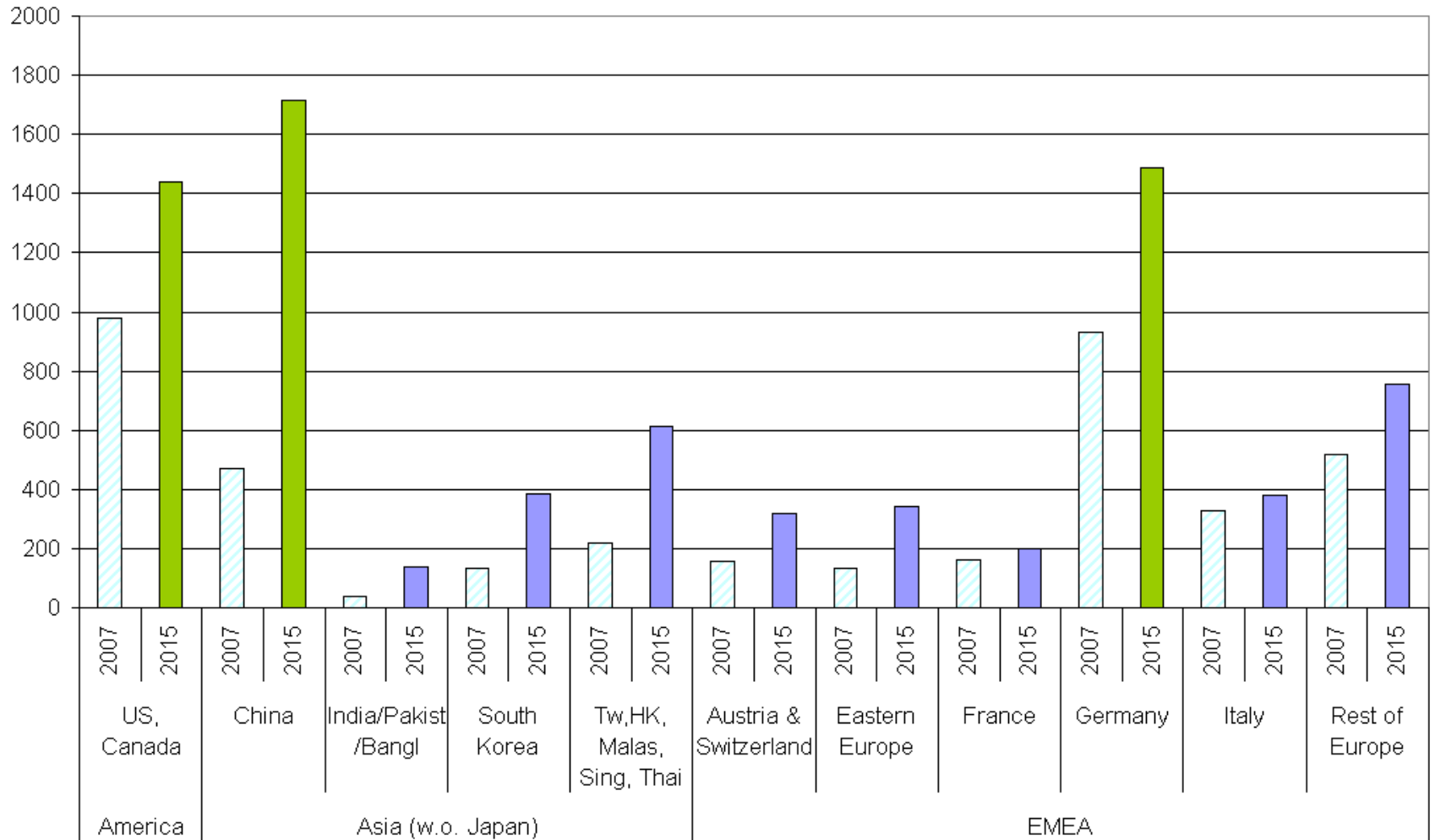
- ❑ El mercado de la Mecatronica es de ~ M\$ 5 000 en 2008.
- ❑ La mecatronica es utilizada sea en:
 - ❑ Mejora de maquinas existentes [RETROFIT].
 - ❑ Realización de nuevas maquinas.
- ❑ Grandes tipos de aplicaciones industriales:
 - ❑ Trabajo de materiales [Material Working or Machine Tool] (metal, madera, mármol, ..) en maquinas de corte, perforado, doblado, acabado..
 - ❑ Embalaje [Packaging] (alimentos, medicamentos, productos electrónicos..) en maquinas de encajado, ensaque, en blister, ..
 - ❑ Producción de alimentos [Food & Beverage] en maquinas cortadoras, molinos, cocido, vinícolas..
 - ❑ Textil: telares, bordadoras, tejedoras..
 - ❑ Diversas tal como los túneles de acceso a aviones en los aeropuertos, sistema de montaje de aviones
- ❑ Las regiones mas importantes en 2008 son:
 1. Europa: 1-Alemania, 2-Italia, 3-Austria/Suiza..
 2. Japón
 3. Asia fuera de Japón: 1-China, 2-Corea del Sur, 3-Taiwán
 4. América: 1-USA, 2-Canadá, 3-Brasil

La talla del mercado

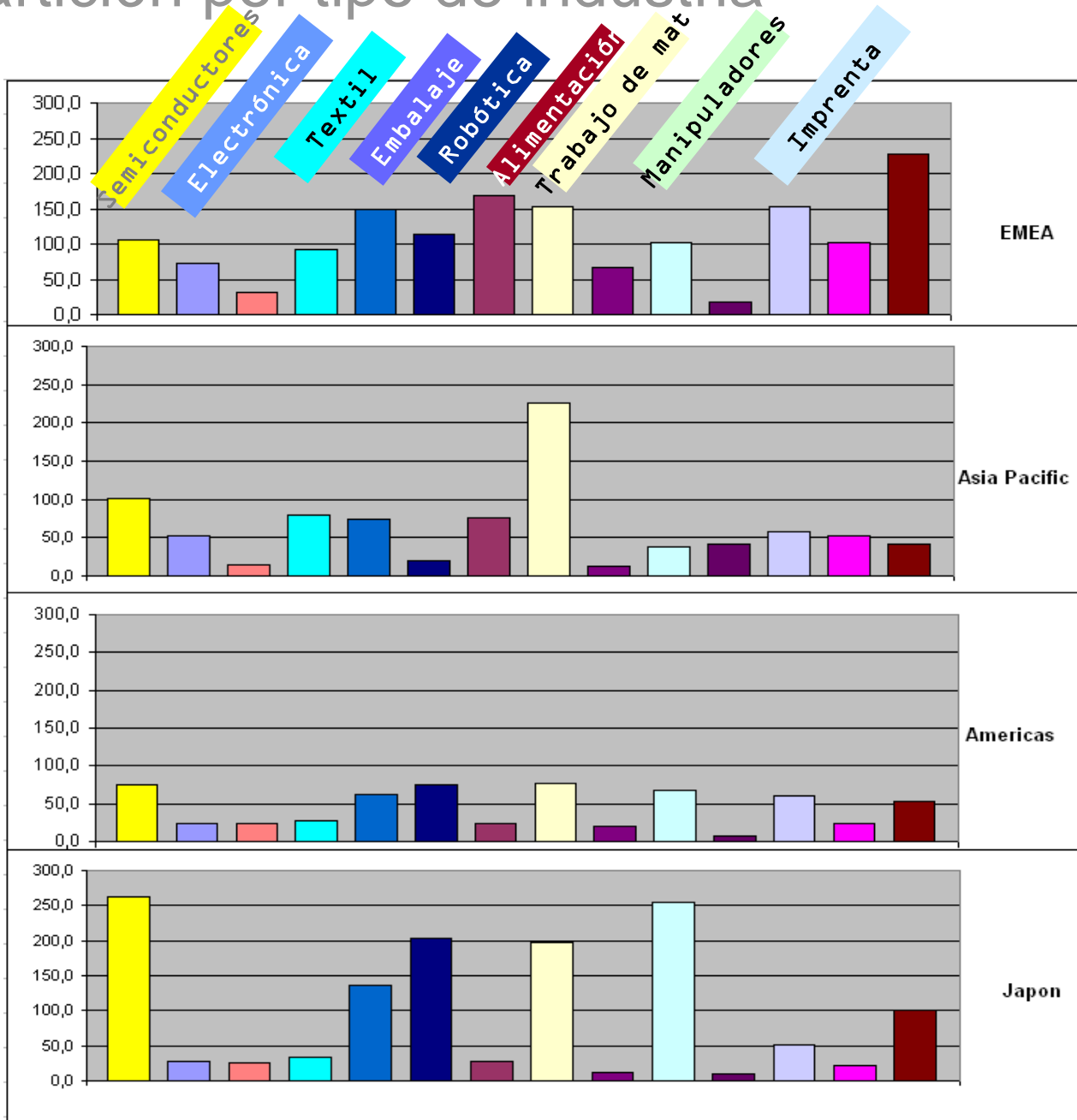


Hay que agregar 500 M€ en 2007 y 1000 M€ en 2015 de los adaptadores mecánicos

Repartición por regiones en el 2007 y el 2015



Repartición por tipo de industria



Aplicación a el ámbito nacional Peruano

La industria peruana debe de modernizarse para hacer frente al desafío económico de los años que vienen. Es así que el país debe de mejorar sus plantas y por lo tanto sus maquinas para ser mas eficaz o crear mas valor agregada. Las acciones a desarrollar.

- ❑ La capacitación de nuestros ingenieros y técnicos
- ❑ La difusión de información a nuestros industriales y políticos es vital para crear una sinergia para la aplicación de esta técnica moderna.

Es por lo tanto importante que tengamos ingenieros/técnicos e industriales listos para mejorar maquinas de concepción antigua o crear nuevas maquinas. Pero también para mantener maquinaria moderna utilizada en ciertos sectores industriales tal como la maquinas de embalaje y producción de alimentos sector clave en el país.

El efecto será:

- ❑ En el cuadro de modernización de maquinas antiguas estaremos en un proceso de recuperar el terreno.
- ❑ La creación de maquinas nuevas nos permitirá de limitar nuestra dependencia de fabricantes extranjeros. Sin embargo el concurso de partners fabricantes de productos Mecatronica o Fabricantes de maquinas son necesarios para comenzar y extender a largo plazo nuestra acción puesto que la talla del mercado interno será un limite económico.

Aplicación a el ámbito nacional Peruano EL METODO

La aplicación de esta tecnología requiere ciertamente una adquisición de conocimiento pero también un cúmulo de experiencia practica. Recomendaciones:

1. Creación de especialización en el sector Universitario Ingeniero sin dispersar esfuerzos, en Alemania solo 5 Universidades entre cien son especializadas en esta técnica. Los cursos deberán ser tanto teóricos pero con mucha practica.
2. Crear proyectos de partenariado con industriales nacionales o extranjeros primero para la mejora de maquinas, luego para la concepción de nuevas maquinas. Poco importa el sector lo importante es comenzar con maquinas simples para acumular experiencia.

Método de aplicación de la Mecatronica en

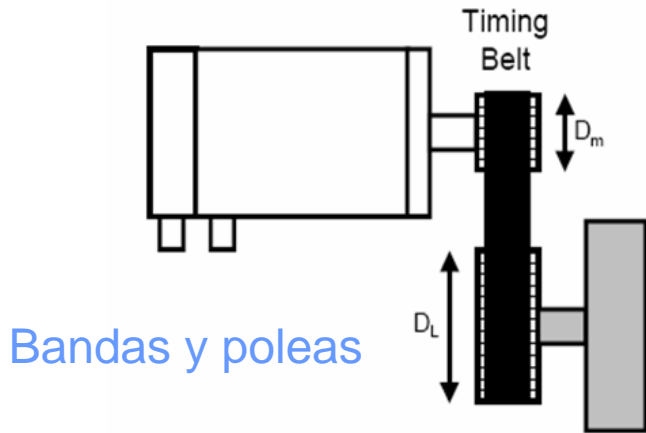
1. Identificar los elementos móviles de la maquina sobre el cual se puede aplicar.
2. Calculo del dispositivo mecánico [Linear Motion] de transformación.
3. Calculo del tipo de motor eléctrico necesario.
4. Calculo del tipo de Servo Drive.
5. Selección del tipo de comando de movimiento.
6. Puesta a punto y montaje de la parte mecánica.
7. Puesta a punto de la comanda de motor.
8. Programación y puesta apunto de comanda de movimiento del interfase hombre-maquina.

Técnicas y tecnología utilizada en Mecatronica

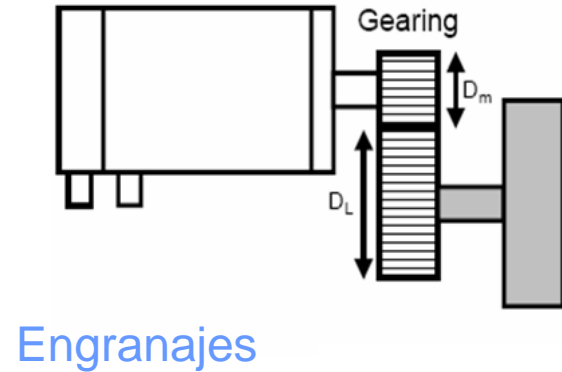
- ❑ Ingeniería mecánica para el calculo de aspectos mecánicos (cálculos de rigidez, vibración, fricción..)
- ❑ Ingeniería eléctrica/electrónica para el calculo del Motor y el Servo Drive.
- ❑ Técnicas de Automatismo (Lógica, Numérico) y Software (Tiempo real, redes, algorítmica numérica) para la programación de la Comanda de Movimiento.

Técnicas y tecnología utilizada en Mecatronica

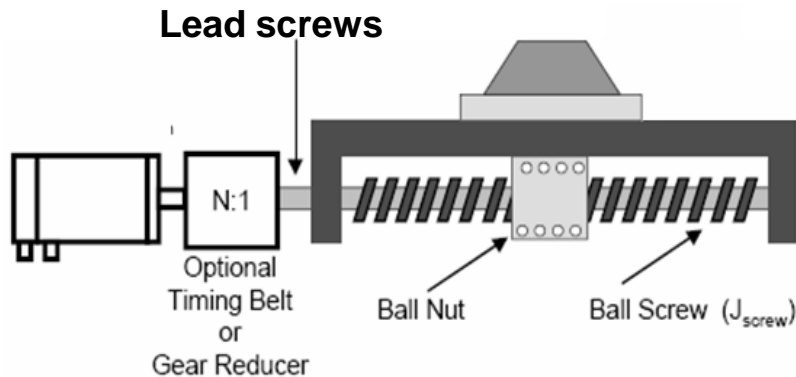
Elementos mecánicos mas frecuentemente usados:



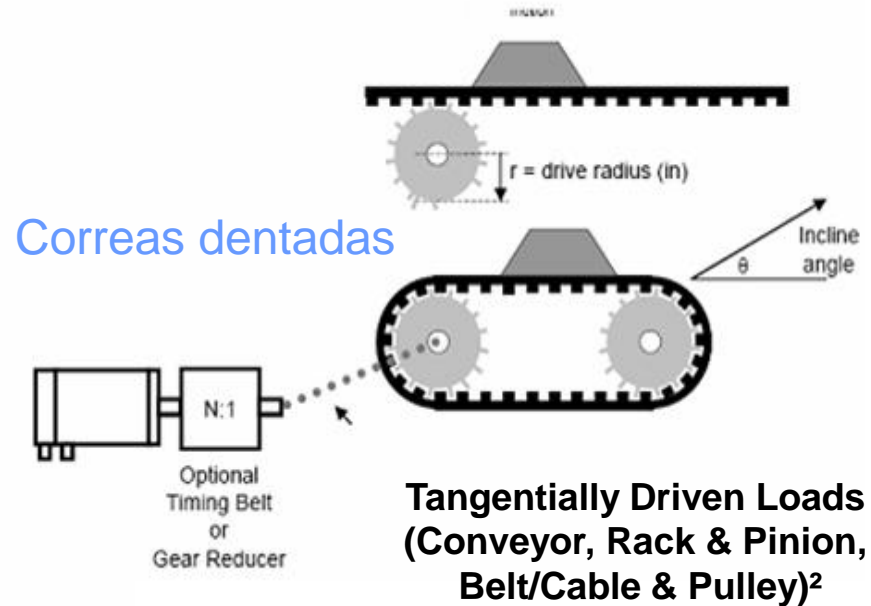
Bandas y poleas



Engranajes



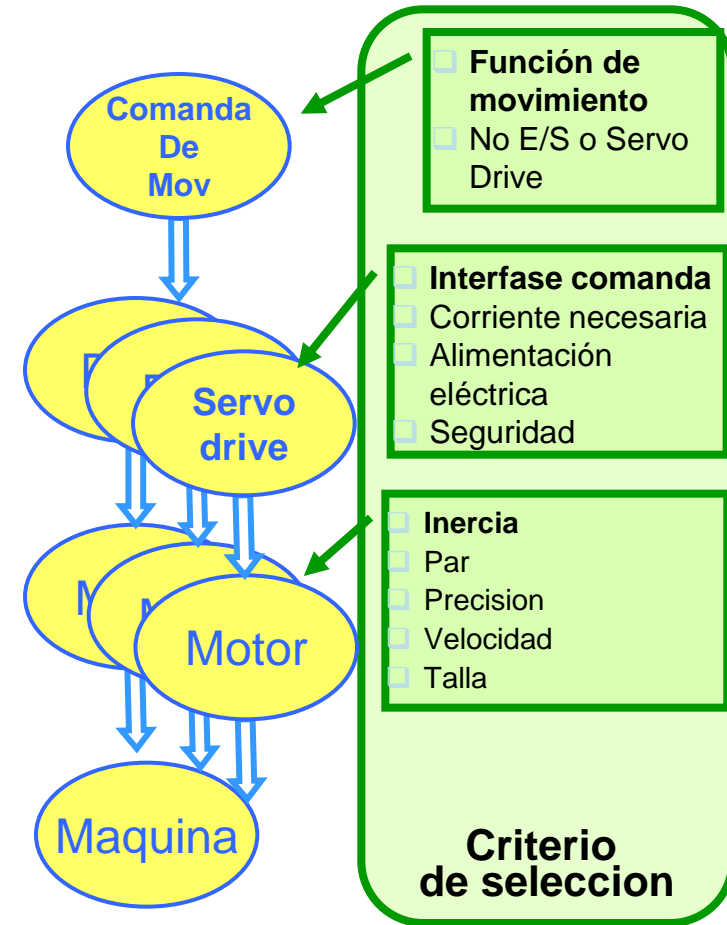
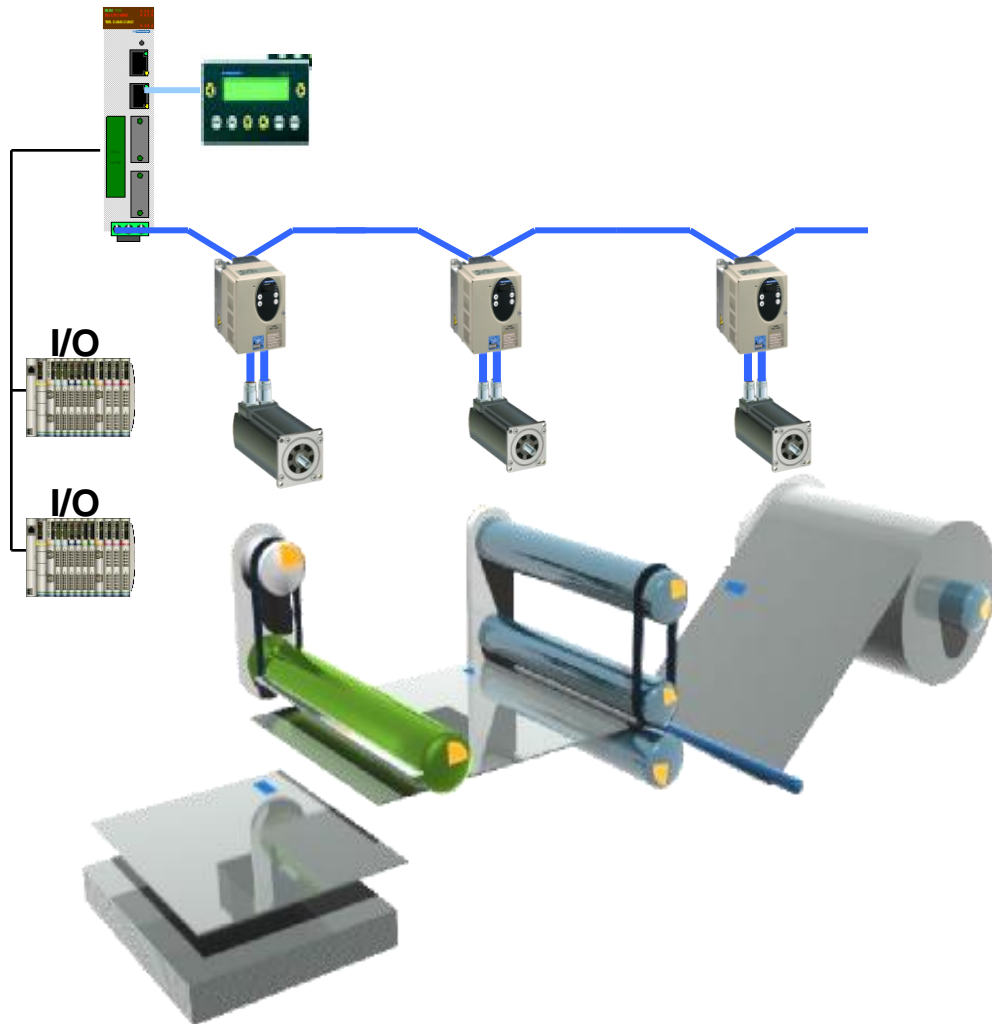
Tornillos sin fin



Correas dentadas

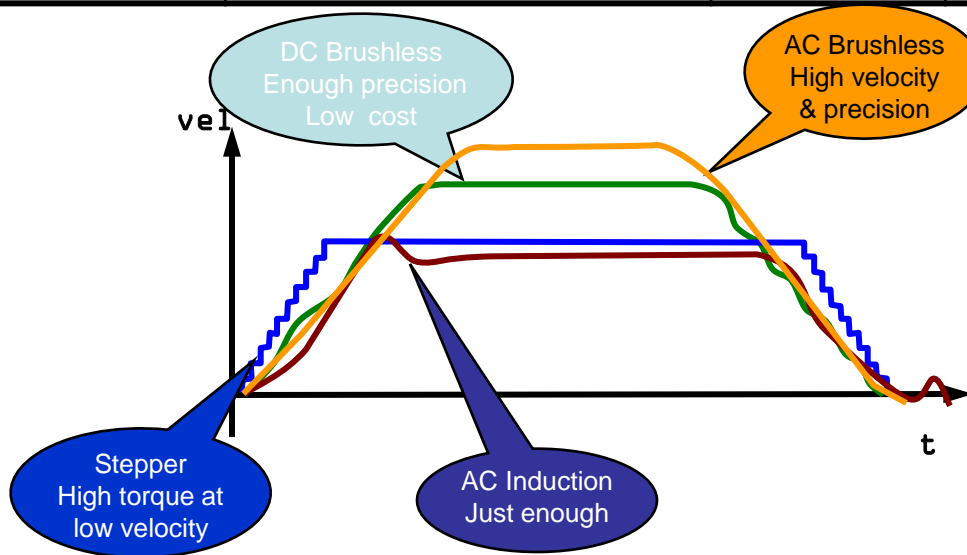
Tangentially Driven Loads
(Conveyor, Rack & Pinion,
Belt/Cable & Pulley)²

Un sistema mecatronico



Los tipos de motores eléctricos

| Motor | Rotor magnetization | Rotor turn by | Encoder | Typical Max Power in MKT | Motor ASP 1Nm or 750w |
|----------------|-----------------------------|---|---------------|--------------------------|-------------------------|
| AC Brushless ↗ | Permanent rare earths | Magnetic flow generate from stator using precise encoder | >1024 inc/rev | 40 Kw | 150€ |
| DC Brushed ↘ ↗ | None (Brushed rotor) | Permanent magnetic flow using rotor brush for commutation | None | < 2 Kw | 90€ |
| DC Brushless → | Permanent poor iron | Magnetic flow generate by stator using low end encoder | 16 inc/rev | 1 Kw | 90€ |
| Steppers → | Permanent iron magnet rotor | Magnetization of stator tooth (step) without encoder | None | < 3 Kw | 50€ (3 phases) |
| AC Induction | None | Induction magnetic flow generated by stator | None | >> 40 Kw | 60€ (+ ~30€ encoder...) |



Criterios de selección de un motor eléctrico

| Motor | Alta velocidad RPM | Par motor máximo Nm | Precisión mm | Par eficaz eje parado Nm | Fuerte aceleración m/s ² | Error de posición mm |
|-----------------|-----------------------|------------------------|-----------------|-----------------------------|--|-------------------------|
| AC Brushless | **** | *** | **** | *** | *** | *** |
| DC Brushed | Tecnología obsoleta | | | | | |
| DC Brushless | *** | * | ** | *** | ** | * |
| Steppers | ** | ** | *** | **** | **** | **** |
| AC Induction | ** | **** | ** | * | * | * |

Los Servo Drive

- ❑ Un Servo Drive es seleccionado según:
 - ❑ El tipo de motor seleccionado: AC Brushless -> AC Servo, Stepper -> Stepper Drive, DC Brushless -> DC Servo
 - ❑ La alimentación eléctrica: 400V tri fase, 200V tri o mono fase.
 - ❑ La corriente necesaria que es calculada con:
 - ❑ La carga a mover.
 - ❑ La aceleración/velocidad a producir.
 - ❑ La talla del motor y el Servo Drive, esto a obligado a los constructores a pensar en compactar funciones:
 - ❑ Motor y Servo drive integrado [Integrated Motor-Drive].
 - ❑ Comanda de movimiento y Servo Drive integrado (Smart Servo Drive).
 - ❑ La interfase a utilizar con la comanda de movimiento:
 - ❑ En frecuencia o amplitud [Pulse & Direction or Analogic]
 - ❑ Red a uso industrial (CANopen, Profi Bus, Device Net, Mecatrolink...)

La comanda de movimiento

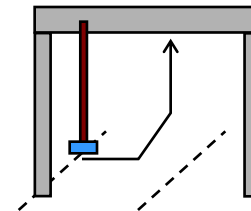
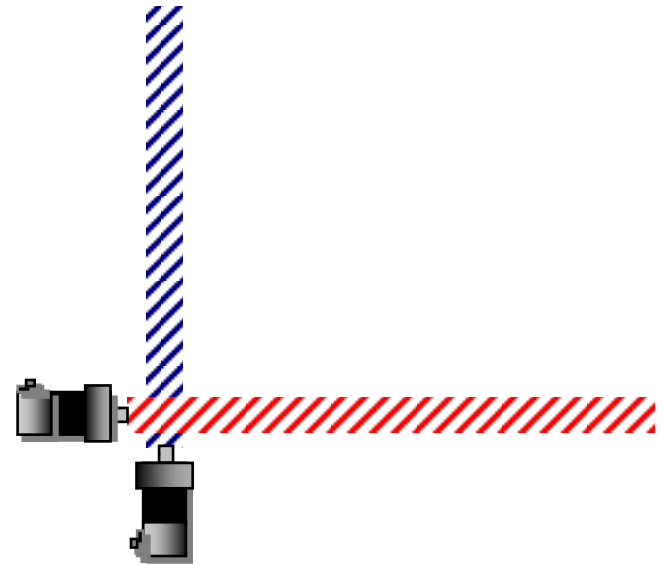
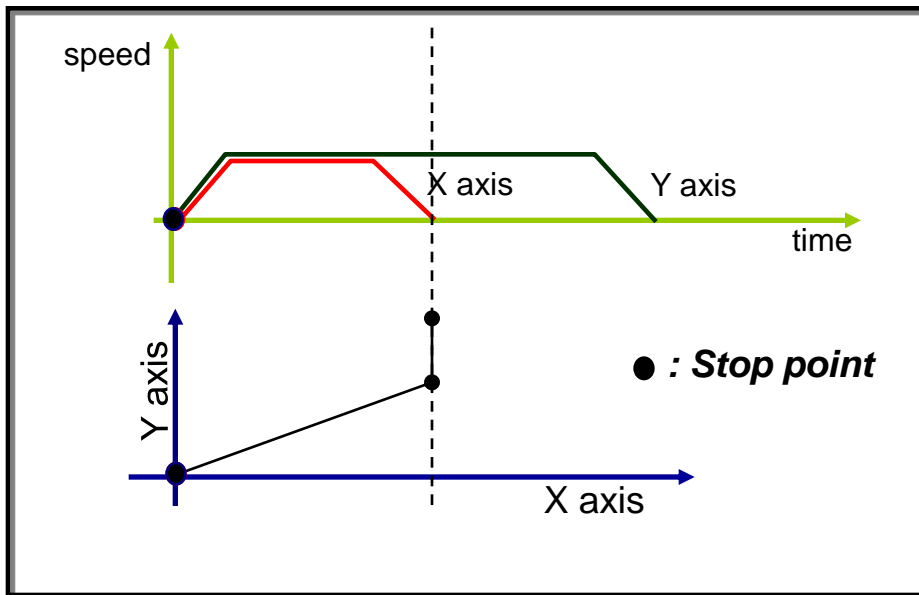
Es esta tecnología que ha tenido la mas grande evolución en los últimos años, y esto gracias a la evolución del Hardware (capacidad de calculo de microprocesadores, memoria, redes de comunicación) así que el Software (Mas simple, útiles de puesta punto grafico, normalización..).

- ❑ Sin embargo se encuentra en el mercado según el tipo de función de movimiento necesaria (ver slides siguientes) los tipos siguientes de Comanda de Movimiento:
 - ❑ Autómatas programables [Programable Logic Controller] clásicos (para movimientos simples] o con cartas especializadas en el pilotaje de Servo Drive.
 - ❑ CNC [Command Numeric Control] sobre todo en maquinas herramientas complejas.
 - ❑ MC Motion Controller que integran el PLC y funciones de pilotaje de ejes simples y complejas.
 - ❑ Industrial PC que integra el PLC el MC y el IHM.

La tendencia va hacia el uso de MC y de PC puesto que brindan mas posibilidades de integración y de una grande flexibilidad, sin embargo el PC tiene reputación de fragilidad en medio industrial.


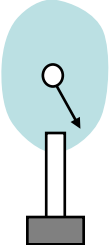
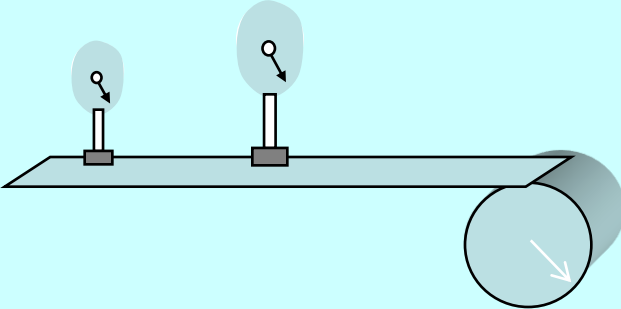
Función de movimiento: MULTI EJES AUTONOMOS

Los ejes son autónomos cuando varios ejes son piloteados par llegar a un punto sin tener en cuenta de la posición relativa de uno a otro, ninguna trayectoria es previamente determinada.



Función de movimiento: MASTER / SLAVE

Los ejes son Master / Slave cuando la posición de un motor (SINGLE) o de varios motores (MULTI AXES) son piloteados para seguir la posición o velocidad de un motor Master

| | |
|--|--|
| Simple vinculo en posición o velocidad |  |
| Simple perfil de cama |  |
| Múltiple perfil de perfil de cama |  |

Función de movimiento: MULTI EJES INTERPOLADOS

¿ Que son los Multi Ejes Interpolados ?

La interpolación es utilizada cuando es necesario de pilotear varios ejes para hacerlos seguir una trayectoria que puede ser:

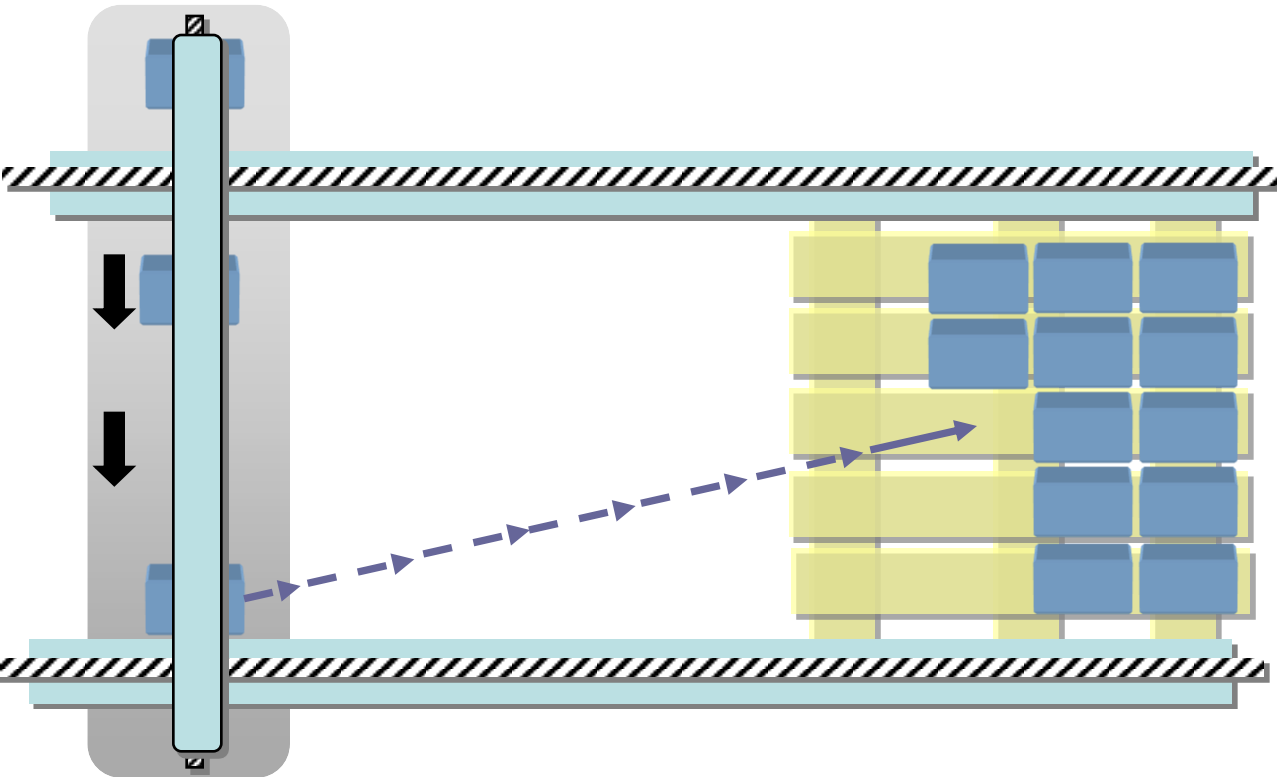
- Linear
- No Linear (Cúbica, Polinomial, Circular, Sinuosas)

El numero de ejes interpolados define el numero de dimensiones:

- Dos ejes nos permiten dirigir hacia un punto en una superficie 2D.
- Tres ejes nos permite dirigir hacia un punto espacial 3D.
- Varios ejes son necesarios para los otros tipos de trayectorias de las cuales la mas compleja son los robots.

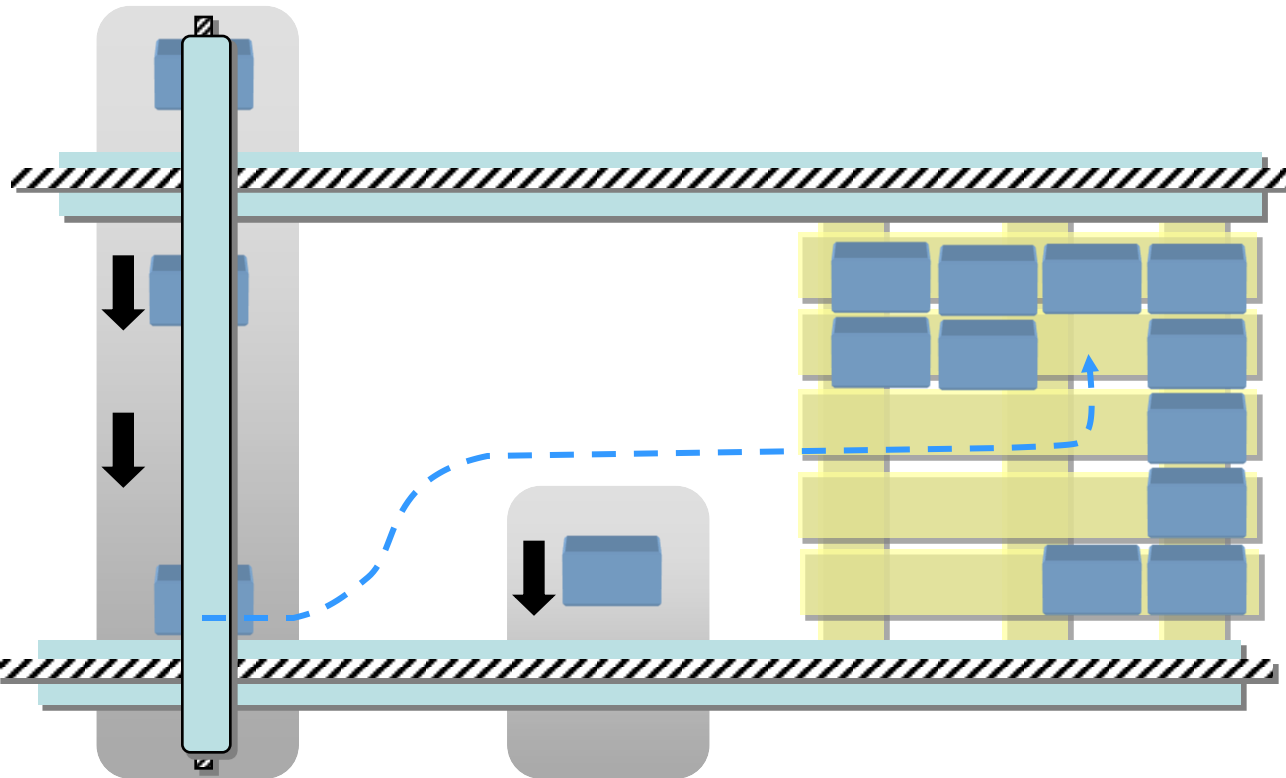
Función de movimiento: MULTI EJES A INTERPOLACION LINEAR

- ❑ La trayectoria a seguir es linear.
- ❑ La comanda de movimiento determina la posición para cada eje en todo punto de una línea.



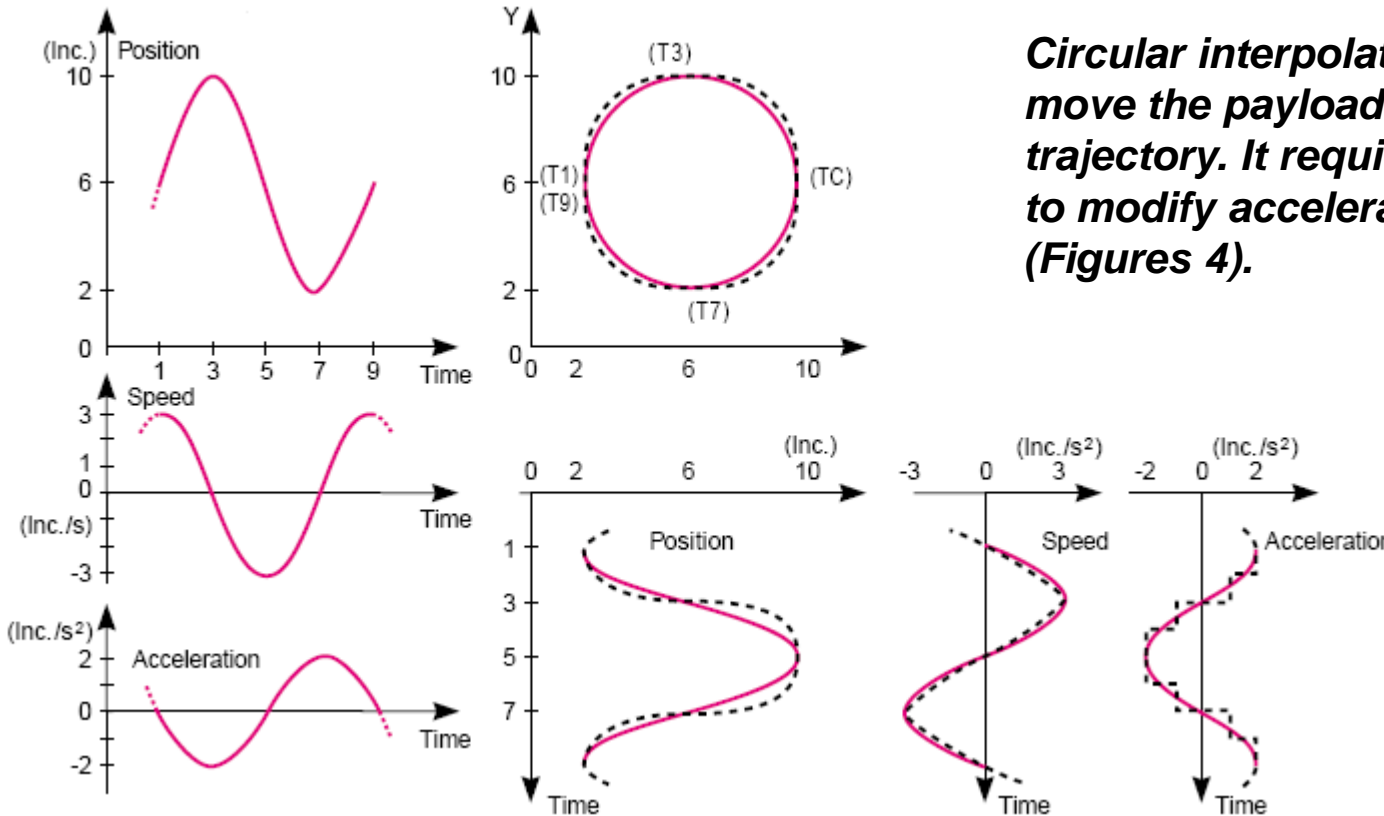
Función de movimiento: MULTI EJES A INTERPOLACION NO LINEAR Sinuosa

- ❑ La trayectoria a seguir es sinuosa.
- ❑ La comanda de movimiento determina la posición para cada eje en todo punto de una curva sinuosa.



Función de movimiento: MULTI EJES A INTERPOLACION NO LINEAR

Interpolación Circular



Circular interpolation is the ability to move the payload around a circular trajectory. It requires the controller to modify acceleration on the fly (Figures 4).

Figure 4 : To be able to control stages in “real” circular interpolation, a controller must be able to modify the acceleration on the fly

Función de movimiento: robótica

| | |
|------------------------|--|
| <p>Cartesian</p> |  A Cartesian robot with a rectangular frame and a central vertical axis, used for precise linear motion. |
| <p>SCARA</p> |  A SCARA robot with a vertical base and a horizontal arm, designed for high-speed pick-and-place tasks. |
| <p>Hexapod</p> |  Two hexapod robots with six legs each, used for mobile robotics and research in bio-inspired movement. |
| <p>Anthropomorphic</p> |  A yellow anthropomorphic robot arm with a base, shoulder, elbow, and wrist, mimicking human joint structure. |

El Software

El software es necesario en las diversas etapas de concepción y realización.

1. Calculo de elementos mecánicos [Linear Motion sizer].
2. Calculo de motores eléctrico y del Servo Drive asociado [Motor Sizer].
3. Puesta a punto del Servo Drive y Motor [Setup or Commissioning Servo Drive].
4. Programación y puesta a punto de la comanda de movimiento, lenguajes de programación utilizados:
 1. ISO (G code) para la CNC.
 2. IEC 61131 para el PLC o Motion Controller, este integra lenguajes gráficos y textuales tales como SFC (Structured Function Control o Grafcet), ST (Structured Text), Ladder (Relays language).
5. Programación y puesta punto de la interfase Hombre-Maquina.

El paradigma del Software

- ❑ A pesar que la llave del éxito es la parte mecánica y el motor, el know how (savoir faire) de un equipo de Mecatronica esta plasmada en el Software de programación de la Comanda de Movimiento. Es así que la mayor parte de proveedores de productos Mecatronica tratan de proponer su propio Software para ganar el negocio del resto de los equipos (Motores, Servo Drive..).
- ❑ Una respuesta a esta problemática a sido establecida por el editor Alemán de Software 3S (Smart Software Solution) que permiten a los usuarios de guardar al máximo su autonomía, así CoDeSys Software integra los lenguajes IEC 61131 en su totalidad para ser usados en una gama muy amplia de Comanda de Movimiento a base de MC o PC.

Los proveedores en Mecatronica

| Nombre | País de origen | Oferta producto | | | |
|------------------------|------------------|------------------------|---|-----------------------|---------------------------------|
| | | Dispositivos mecánicos | Motores Servo Drive | Comanda de movimiento | Software |
| 1) Siemens | Alemania | No | AC Brushless AC Induction DC Brushless | PLC/MC/PC | Step 7 Simotion IEC 61131 |
| 1) Yaskawa | Japón | No | AC Brushless AC Induction DC Brushless | MC | Si No estándar |
| 2) Mitsubishi | Japón | No | AC Brushless AC Induction DC Brushless | PLC/MC | Si No estándar |
| 3) Bosch Rexroth | Alemania | Yes | AC Brushless AC Induction | MC/PC | Based in CoDeSys |
| 4) Panasonic | Japón | No | AC Brushless | MC | Si No estándar |
| 5) Rockwell Automation | US | No | AC Brushless AC Induction | PLC/PC | Control Logix |
| 8) Schneider Electric | Francia-Alemania | Yes | AC Brushless Stepper Integrated motor-drive | PLC/MC/PC | Based in CoDeSys |