



FABRICACIÓN ASISTIDA POR ORDENADOR

Control Numérico

E.T.S.I. de Bilbao

Curso 2010-2011

Aitzol Lamikiz Mentxaka



FABRICACIÓN ASISTIDA POR ORDENADOR

Control Numérico

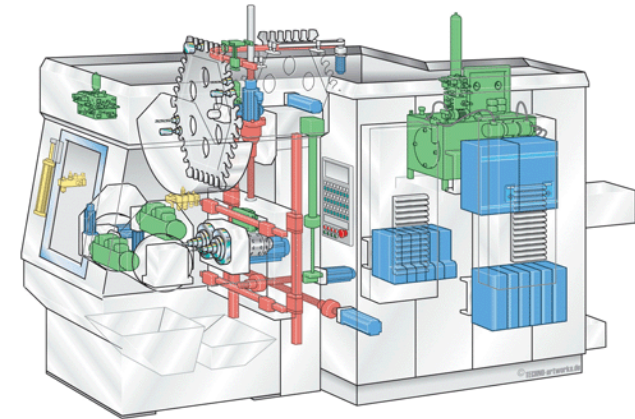
Tema 04: Accionamientos de M-H



- 1. Introducción**
- 2. Accionamientos basados en husillos a bolas**
- 3. Accionamientos basados en motores lineales**
- 4. Accionamientos basados en piñón-cremallera**

Introducción

- Los accionamientos son un elemento que siempre está presente en las máquinas-herramienta gobernadas por CN. Los accionamientos más extendidos son los servomotores eléctricos.
- Las necesidades de los servomotores empleados en máquina herramienta son:
 - Alta velocidad máxima y aceleración.
 - Respuesta rápida: bajo momento de inercia.
 - Amplia gama de velocidades en los dos sentidos.
 - Estabilidad del par frente a variaciones de velocidad.
 - Respuesta lineal.
 - Bajo mantenimiento y protección contra impurezas.
 - Precio ajustado.



Introducción

Dentro de los accionamientos, se dividen en 2 grupos:

Accionamientos de Avance:

- Los accionamientos de avance son los encargados de mover los ejes (X, Y, Z, A, B,...) de la máquina.
- No suelen requerir altas potencias: Entre 0.3 hasta 2 kW de potencia.
- Las velocidades de giro oscilan entre las 500 rpm hasta las 4.500 rpm.
- Pueden ser motores de corriente continua o motores trifásicos síncronos (Brushless).

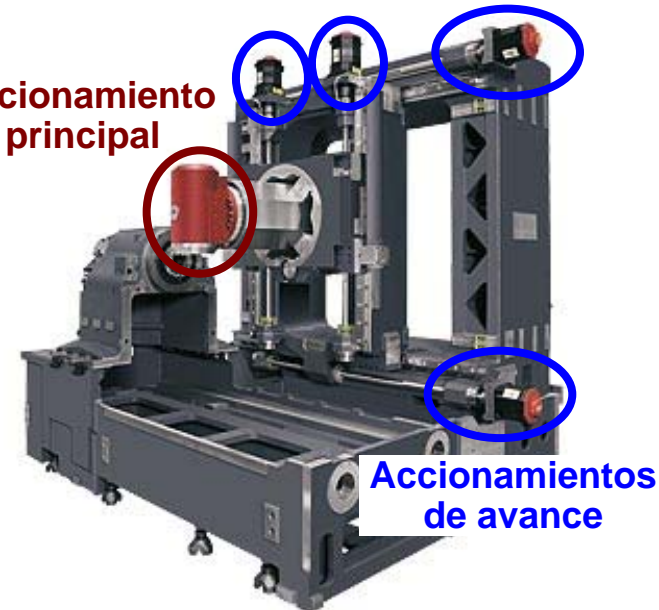
Accionamientos de Motor Principal

- Suelen ser motores trifásicos asíncronos de “jaula de ardilla”.
- Se requieren grandes potencias: entre 3kW hasta 70kW.
- La regulación se realiza mediante variadores de frecuencia.

Accionamiento principal



Accionamiento principal



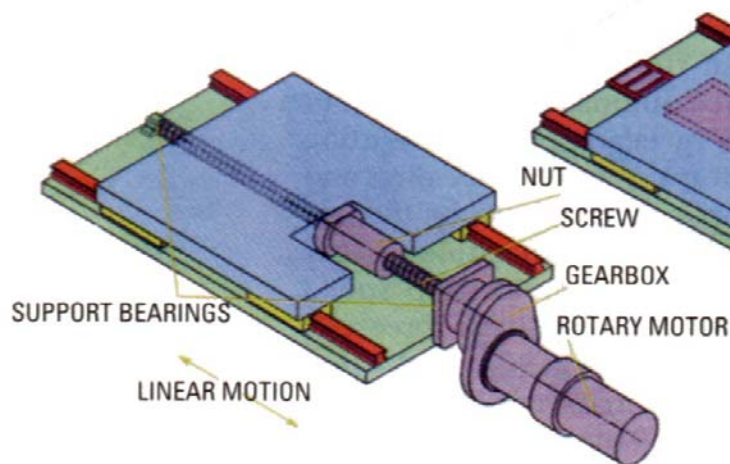
Accionamientos de avance

Introducción

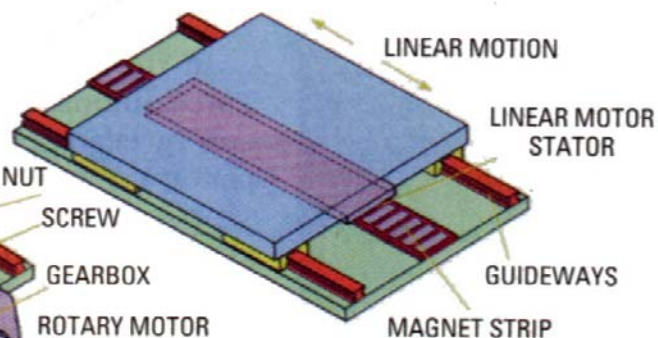
Dentro de los accionamientos de avance hay tres tipos de soluciones:

Accionamientos basados en husillos a bolas, motores lineales y piñón cremallera.

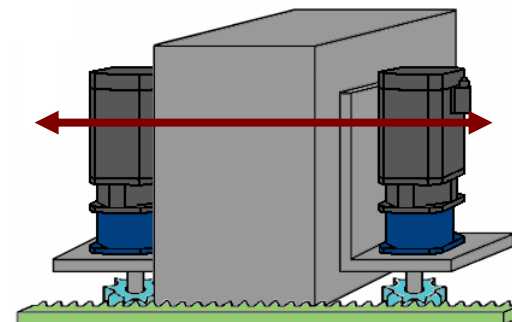
Husillo a bolas



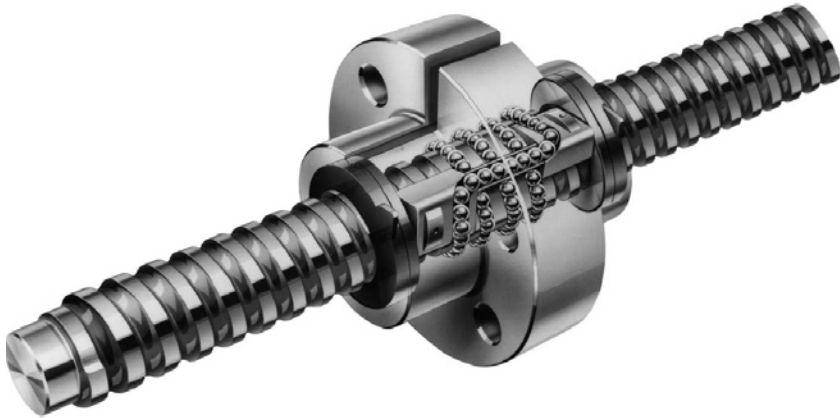
Motor Lineal



Piñón Cremallera



Accionamientos basados en husillos a bolas

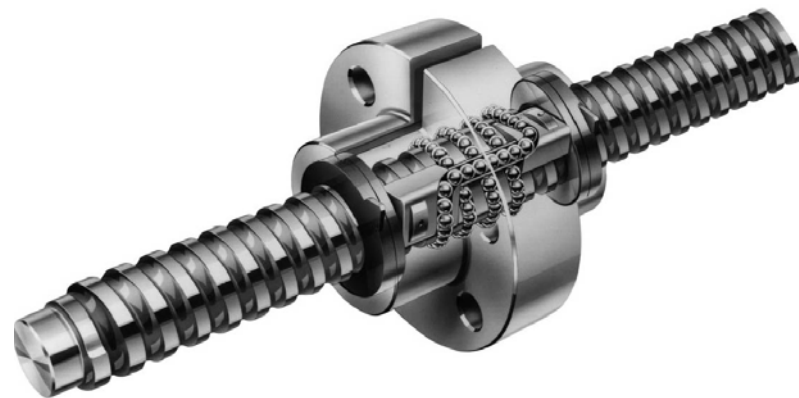
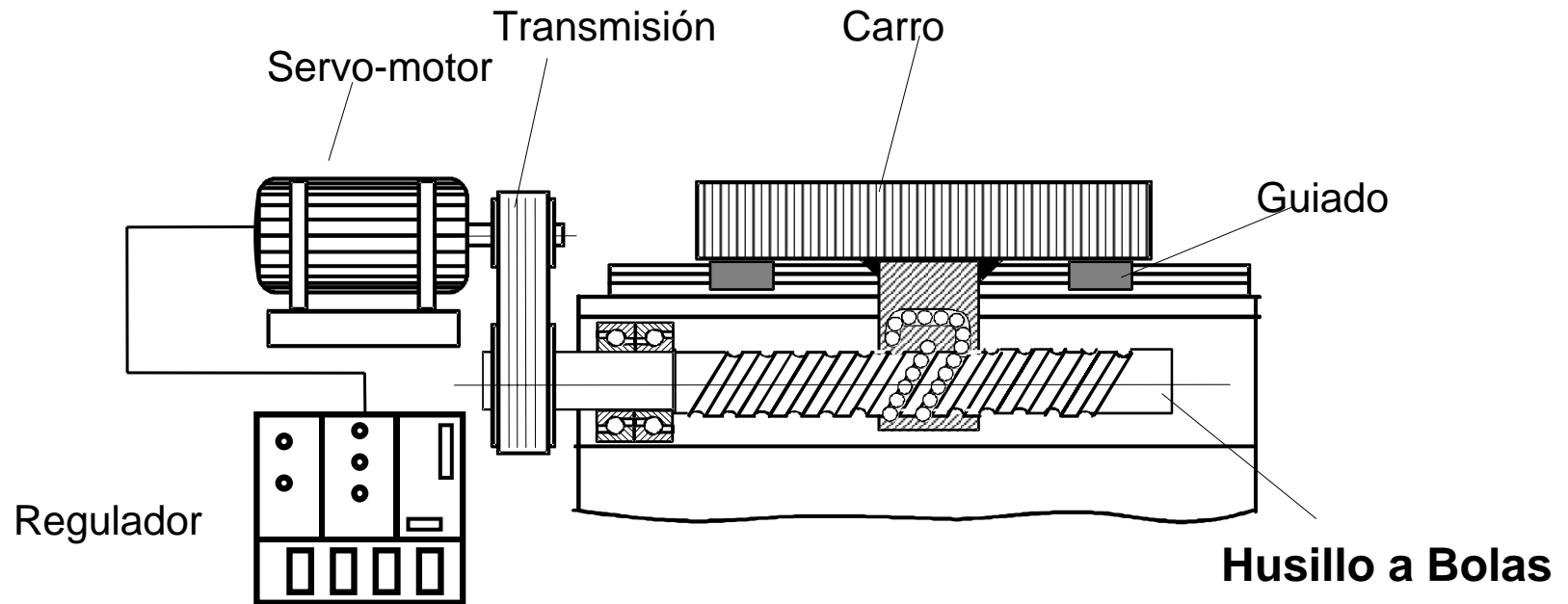


- + Es el método de accionamiento más empleado y cumple con los requisitos de la mayoría de las aplicaciones.
- + Las prestaciones logradas se mejoran de forma continua.

Valores máximos en aplicaciones industriales

- Velocidad máxima > 90 m/min
 - Aceleración hasta 10 m/s²
 - $K_v < 6$ m/min/mm
- Velocidad máxima limitada por la velocidad crítica del husillo.
 - Gran inercia del conjunto.
 - Limitación dinámica dada por la 1ª frecuencia de vibración del accionamiento.
 - Desgaste debido al contacto.

Accionamientos basados en husillos a bolas



Tipos de servomotores para accionamiento de husillos

Hay dos tipos de servomotores: **Servomotores de corriente continua y servomotores de corriente alterna**

Servomotor de corriente continua

Ventaja: Fácil de controlar, ya que la velocidad es proporcional a la tensión.

Desventaja: Necesita colectores para alimentar el devanado del rotor.

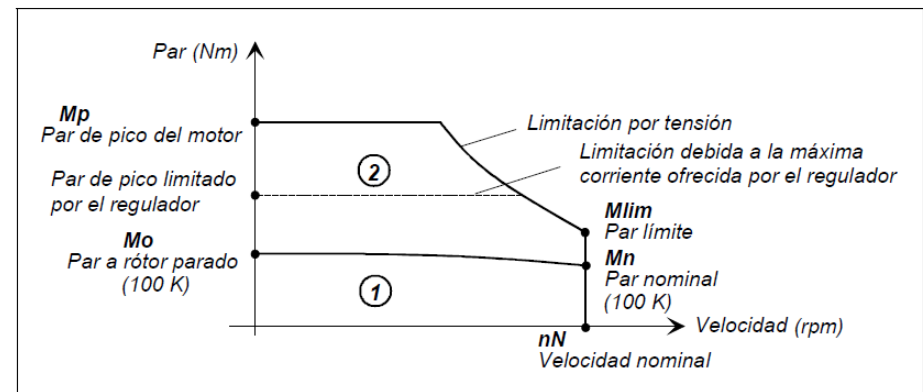
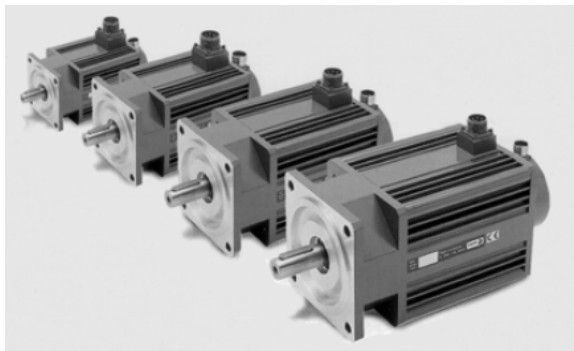
Servomotor de corriente alterna (Brushless)

Ventaja:

- No necesita colectores.
- Se consiguen mejores prestaciones de par y velocidad.
- Se evacua el calor fácilmente.

Desventaja:

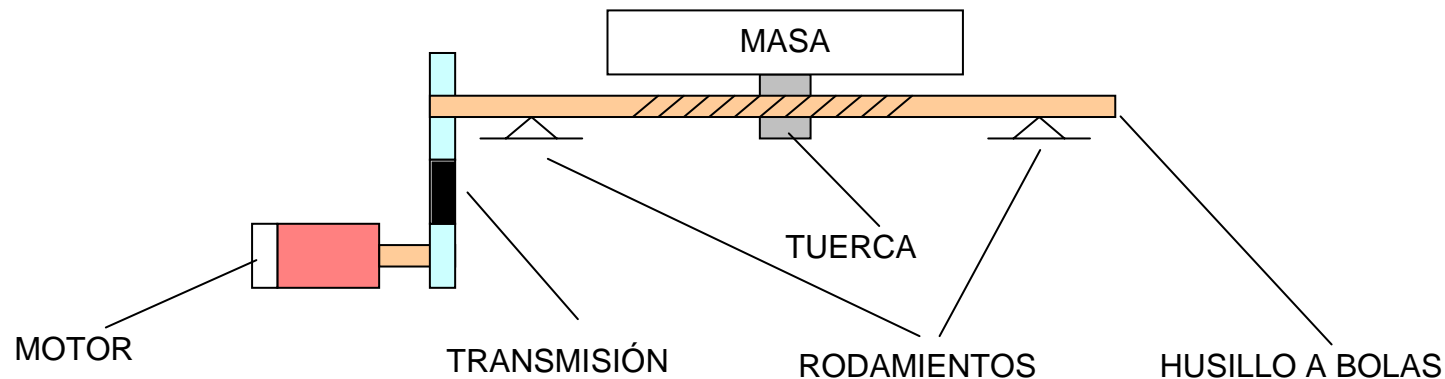
- El control de velocidad es más complejo.



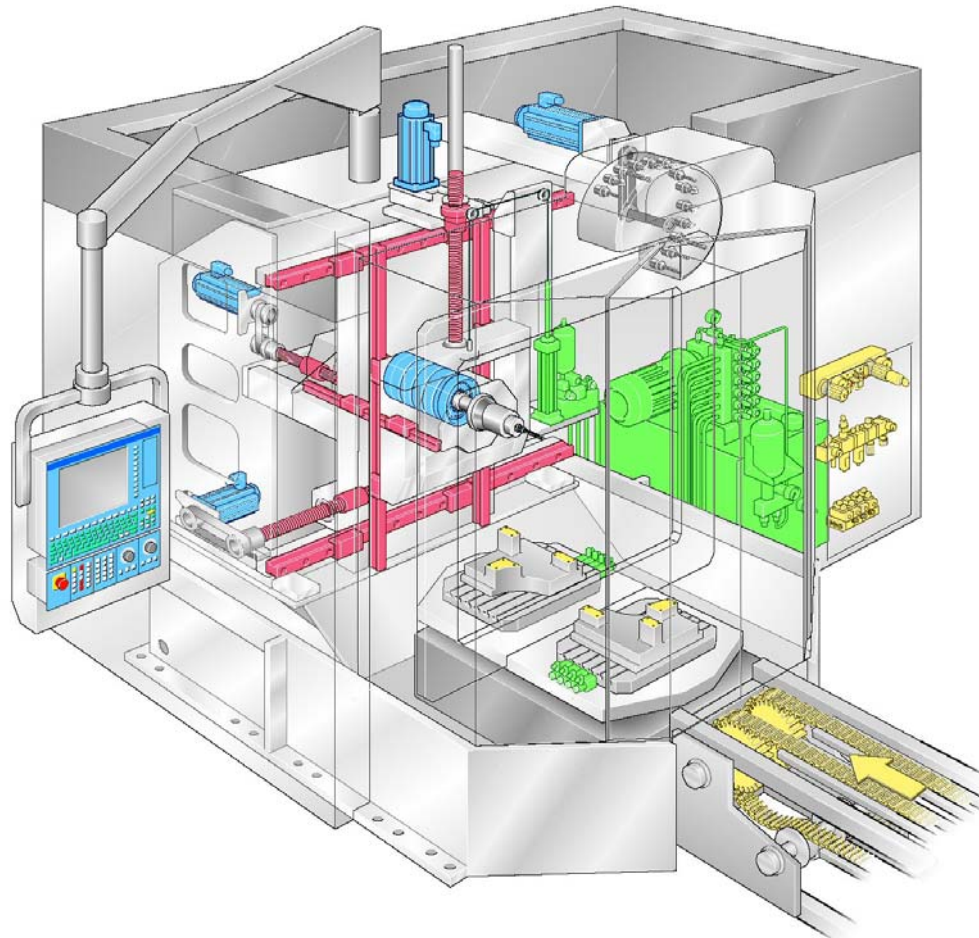
Soluciones constructivas: Accionamiento indirecto

- + La transmisión y el paso del husillo permiten ajustar las características de par requeridas.
- + Se emplea multitud de elementos mecánicos, por tanto incorporan inercia y flexibilidad del sistema $\Rightarrow a_{\max}$ y factor K_v quedan afectados.
- + Mayor coste derivado del empleo de más componentes.

Probablemente resulta ser la solución menos apta para aplicaciones de alta velocidad.

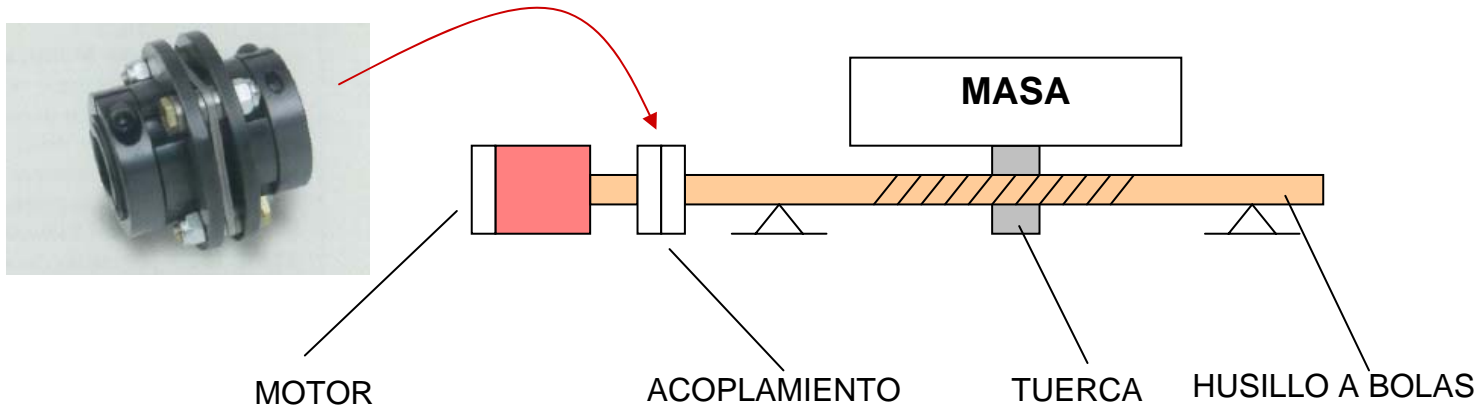


Soluciones constructivas: Accionamiento indirecto



Soluciones constructivas: Accionamiento directo

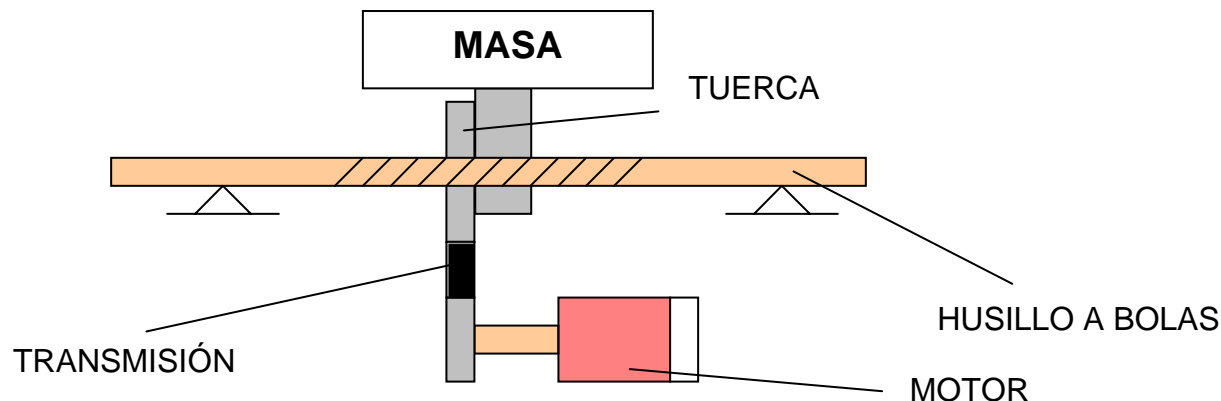
- + Mínimo número de elementos \Rightarrow reducción de inercias y aumento de la a_{\max} y del K_v
- + Menor coste en elementos de transmisión.
- Debe de existir algún medio de desahogo para absorber las variaciones de longitud del husillo debidas a la dilatación térmica. Se limita así la rigidez y por tanto la a_{\max} y el K_v .
- La velocidad crítica del husillo limita la velocidad máxima a alcanzable, en particular en aquellos accionamientos con cursos medios y largos.



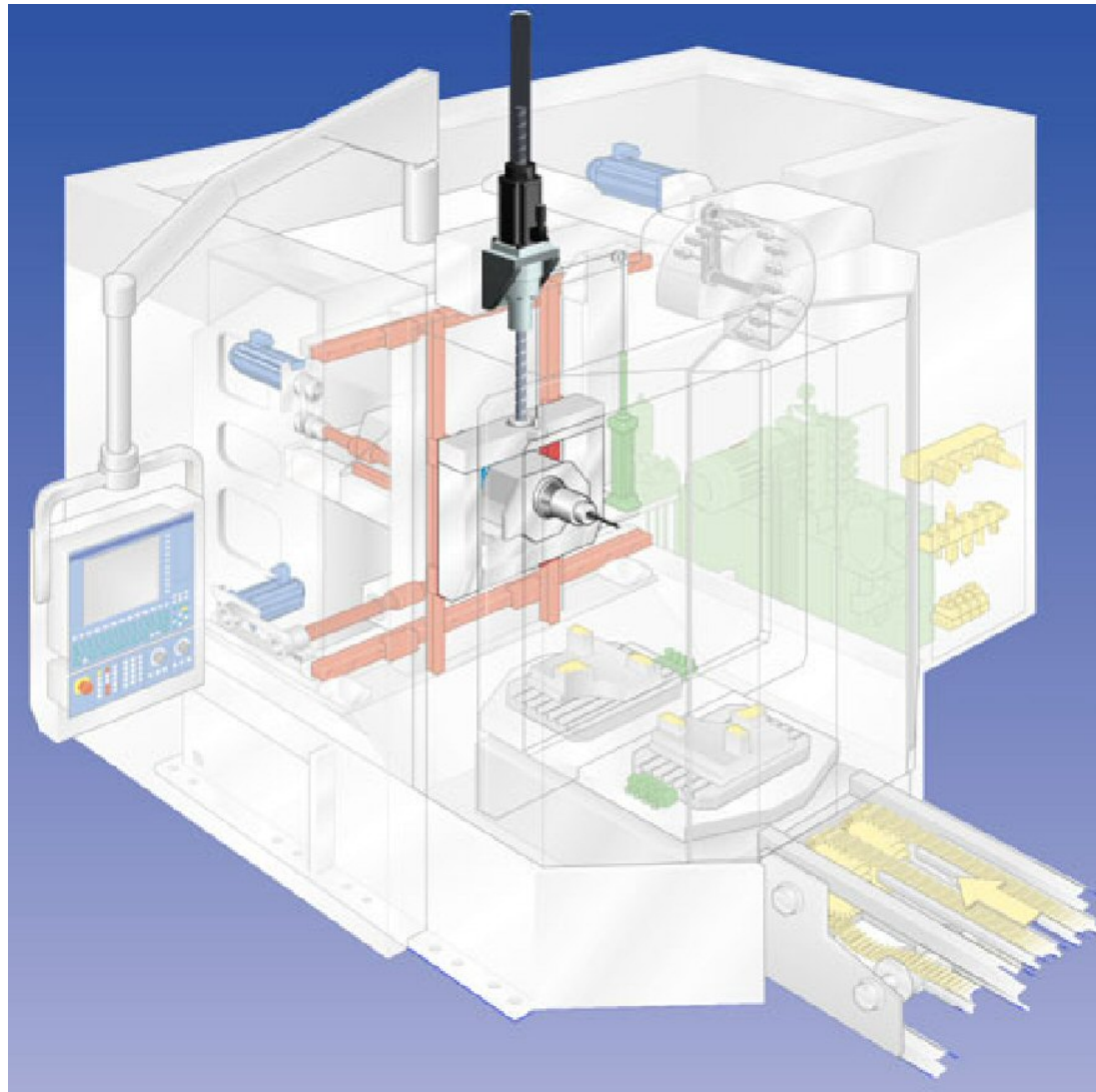
Soluciones constructivas: Accionamiento a la tuerca

- + No presenta limitación por velocidad crítica del husillo lo cual permite alcanzar una velocidad máxima elevada. Ventaja útil en accionamientos para cursos medios y largos.
- + Permite fijar y pretensar de una manera efectiva ambos extremos del husillo dando lugar a una solución más rígida: en consecuencia, potencialmente una K_v más alta.
- La tuerca del husillo se convierte en un importante foco de calor.

Apta para aplicaciones de alta velocidad y puede representar la alternativa a aquellas aplicaciones donde la limitación de la velocidad de giro crítica del husillo hace inviable la solución anterior.



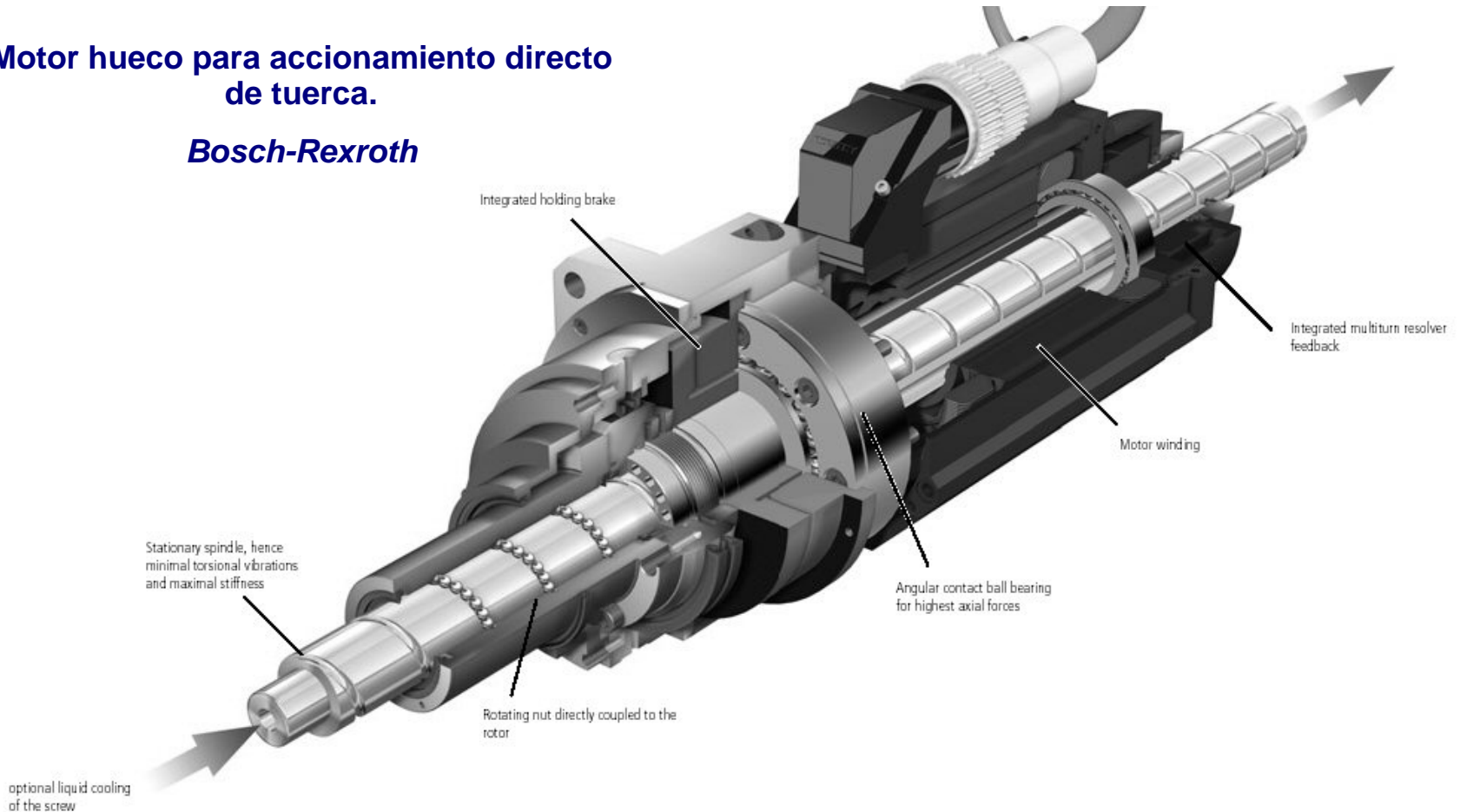
Soluciones constructivas: Accionamiento a la tuerca



Soluciones constructivas: Accionamiento a la tuerca

**Motor hueco para accionamiento directo
de tuerca.**

Bosch-Rexroth



Accionamientos basados en motores lineales

Surgen de un motor con un rotor y estátor plano.

Utilizan un número reducido de componentes y además no hay contacto entre primario y secundario, lo cual elimina desgastes y rozamientos.

Hay 2 tipos: Síncronos: Con imanes permanentes en el secundario.

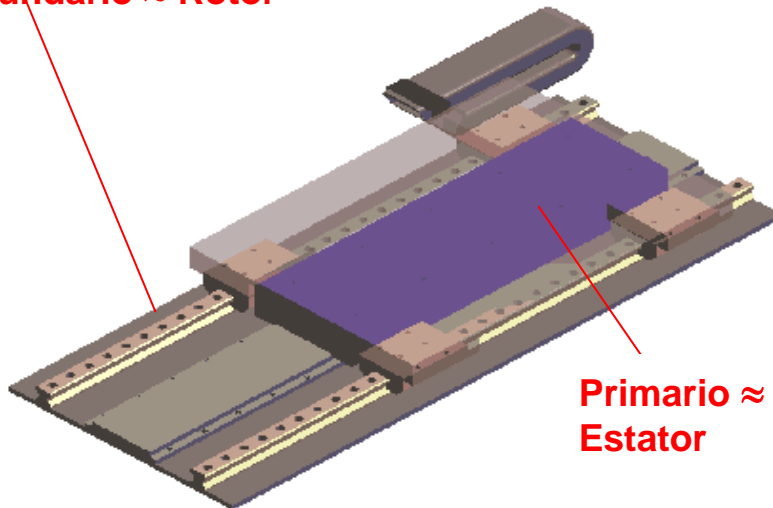
Asíncronos: Con bobinado en primario y secundario.

Vel. Máxima >120 m/min

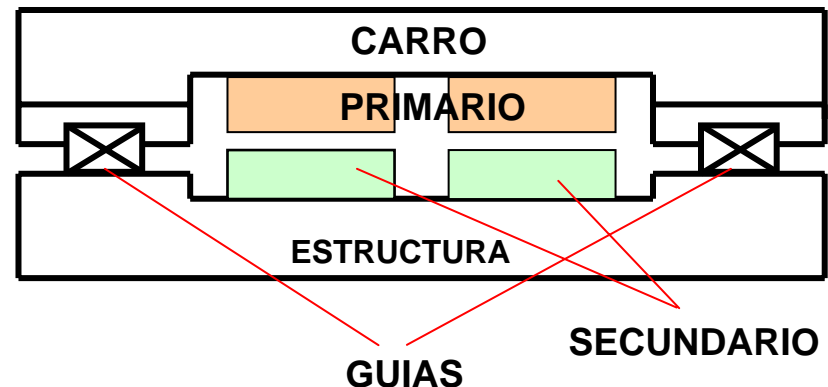
Aceleración >30 m/s²

Kv < 15 m/min/mm

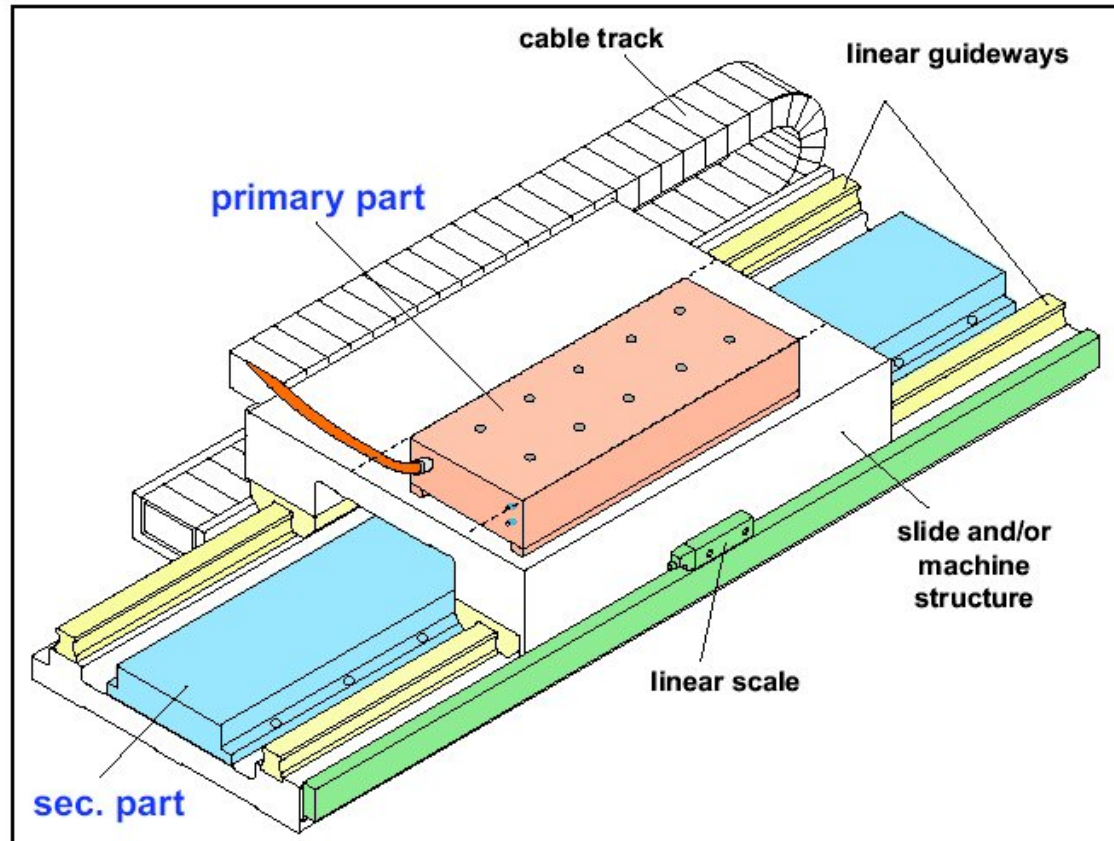
Secundario \approx Rotor



Primario \approx
Estator



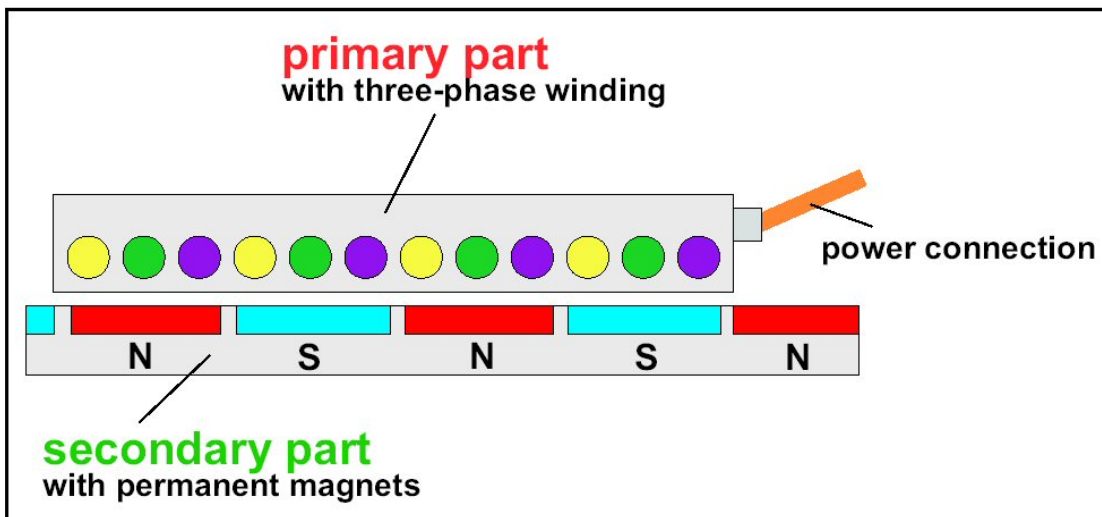
Accionamientos basados en motores lineales



Accionamientos basados en motores lineales

Además de Primario y secundario, se deben situar guías lineales para acompañar el movimiento y reglas ópticas en estas guías para poder medir la posición de estos ejes.

Debido a las pérdidas electromagnéticas que existen (mucho entrehierro), se genera gran cantidad de calor, por lo que es necesario contar con un refrigerador.



Accionamientos basados en motores lineales

VENTAJAS

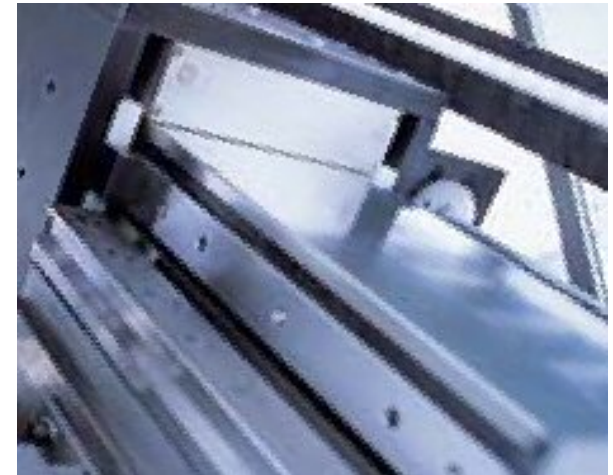
- Buen comportamiento dinámico: es posible alcanzar altos valores del factor de proporcionalidad del lazo de posición K_v .
- Capacidad para alcanzar altas aceleraciones y velocidades.
- Alta precisión de posicionado.
- No hay límites en cuanto a longitud de curso.
- Como consecuencia de no presentar contacto, no se producen fenómenos de desgaste.
- Fácil montaje de los componentes.

INCONVENIENTES

- Alto costo del accionamiento.
- Fuerza limitada frente a la proporcionada por un accionamiento basado en husillos \Rightarrow el rango de masas que pueden desplazar queda limitada.
- La eficiencia energética es baja debido a la generación de grandes pérdidas en forma de calor.
- Resulta imprescindible el empleo de un refrigerador para enfriar el motor lineal.
- Si se interrumpe la alimentación de energía eléctrica, quedan a merced de las fuerzas gravitatorias, por tanto es necesario el empleo de frenos y/o sistemas de compensación.
- Necesario aislar las guías contra la viruta

Accionamientos basados en motores lineales

Centro de torneado DMG



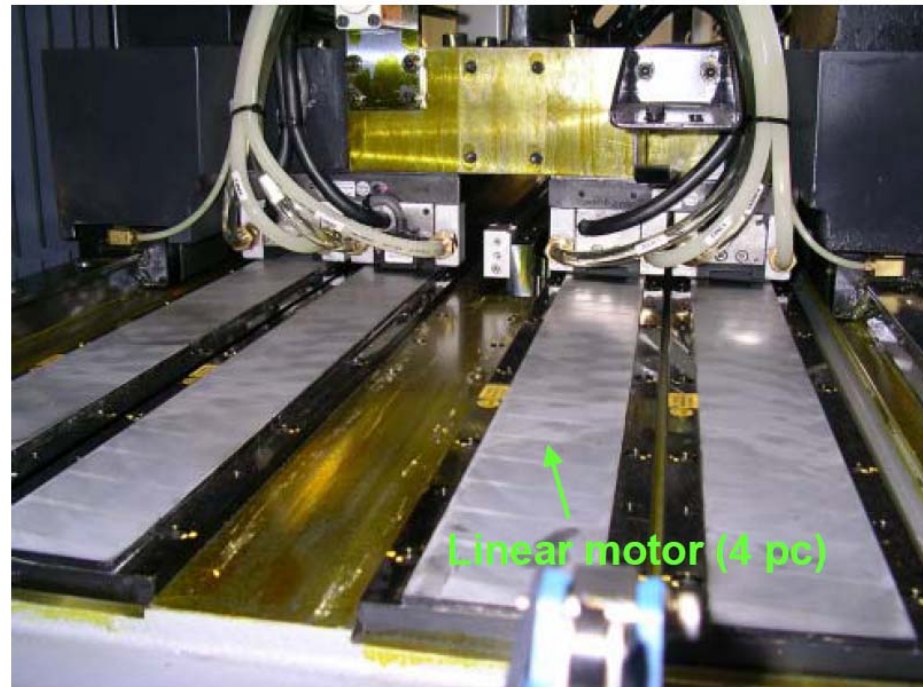
**Máquina dotada de eje
lineal en el X**

Accionamientos basados en motores lineales

Centro de mecanizado Sodick – MC430L



Máquina dotada de eje
lineal en el X, Y, Z



Detalle del eje X

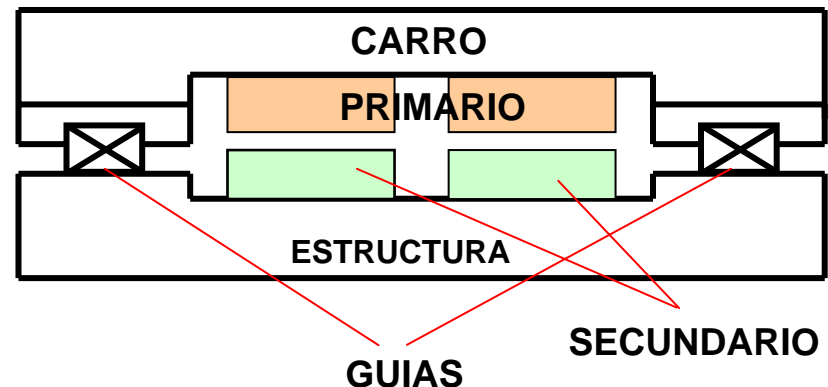
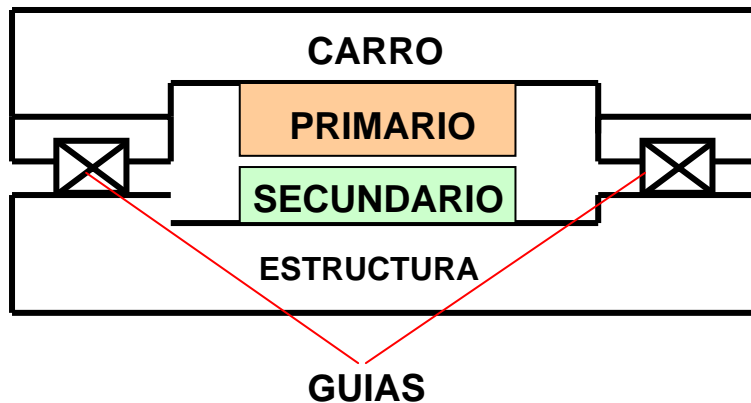
Soluciones constructivas: Emparejamiento paralelo

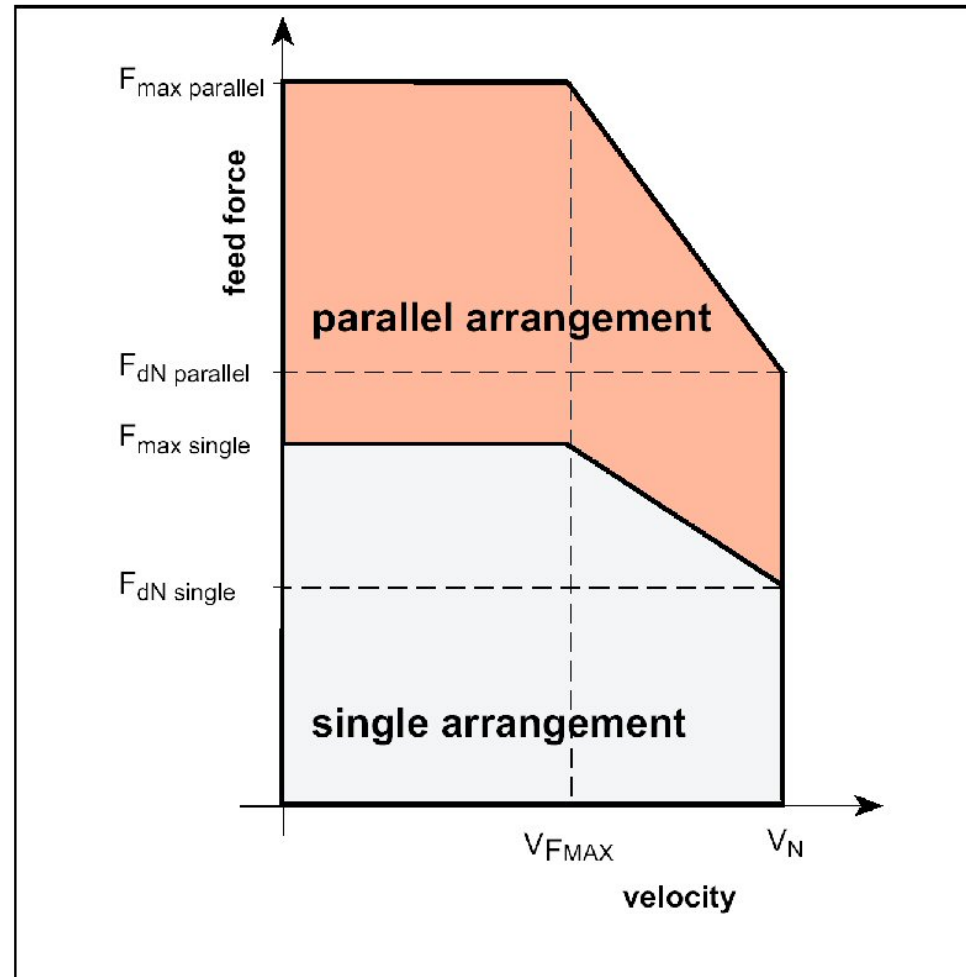
Emparejamiento paralelo al carro en su modalidad simple o doble

El primario y secundario se encuentran en un plano paralelo al formado por las guías del elemento que se acciona.

+ Proporcionan un diseño compacto.

- Es necesaria una construcción del carro muy rígida que impida la flexión derivada de la fuerza de atracción.
- En el caso del emparejamiento doble, resulta compleja la colocación de la regla de captación.



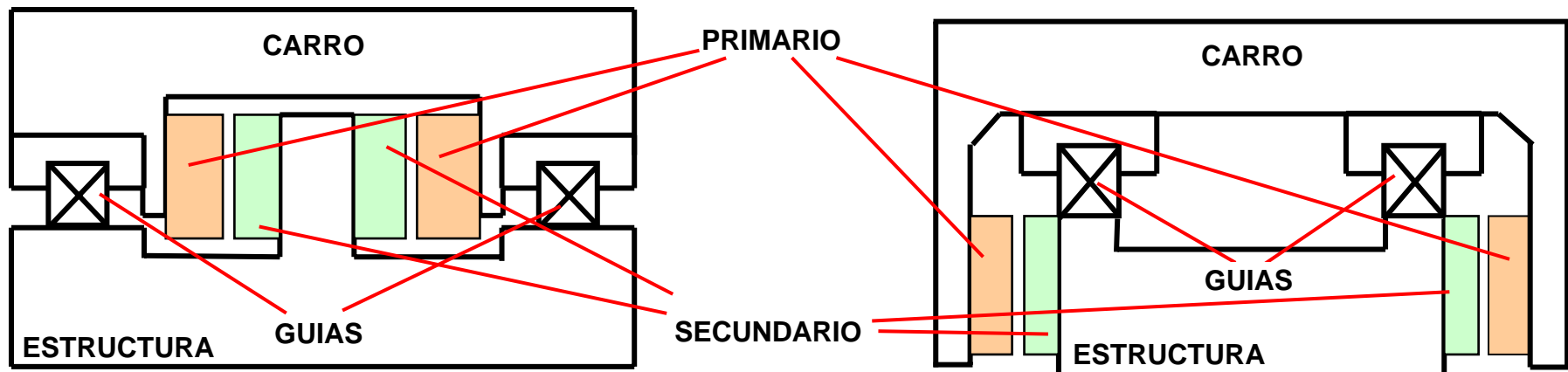


Relación Fuerza-Velocidad
 para emparejamientos paralelo simple y doble

Soluciones constructivas: Emparejamiento perpendicular

Emparejamiento perpendicular al carro

- + La disposición interior presenta una solución altamente rígida. Además, dada la proximidad entre ambos motores, permite que los problemas de paralelismo y alineación entre los motores no afecten al movimiento del carro.
- + Los fenómenos de flexión en el carro son de menor cuantía que en la solución de emparejamiento paralelo.
- Esta solución genera unos carros voluminosos que a menudo resultan inadecuados para muchas aplicaciones en máquinas herramienta.

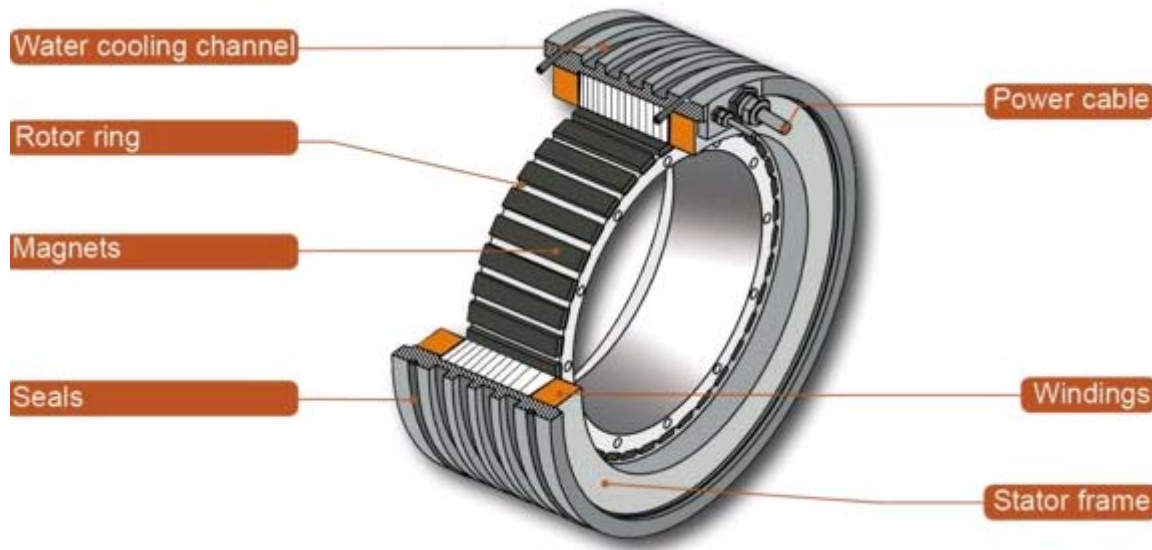


Motores de par

Son motores rotativos, pero con una construcción y montaje similar a los motores lineales.

Transmiten la potencia de forma directa a los elementos de máquina.

Se utilizan para **accionamientos de avance en ejes rotativos** de altas prestaciones y para los casos donde se utiliza el mismo sistema del eje rotativo como accionamiento principal: Máquinas multitarea, Eje C en centros de torneado,...



Ejemplos de uso de motores de par



Ejemplos de uso de motores de par



ISO40 - 35 kW - 24000 rpm

Accionamientos Piñón-Cremallera

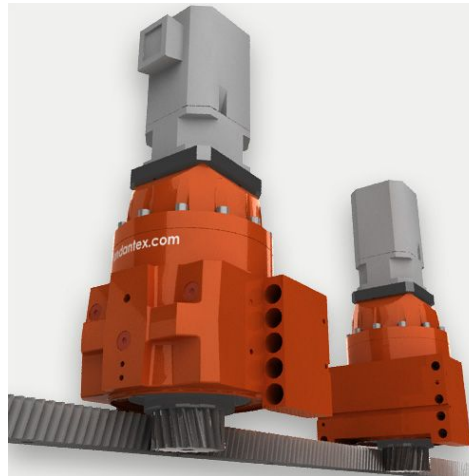
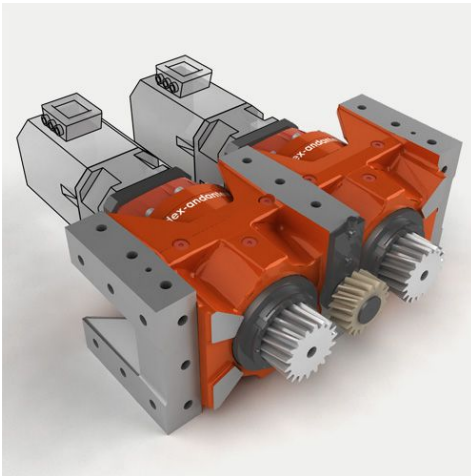
Útiles cuando los recorridos son largos.

Los accionamientos con husillos a bolas pierden rigidez si no se incrementa el diámetro. Esto supone un gran aumento de la inercia que debe mover el motor.

La transmisión de piñón-cremallera presenta una inercia y rigidez independiente del recorrido.

Se utilizan dos configuraciones:

- Piñones precargados para evitar holguras.
- Dos piñones en maestro-esclavo: la holgura es eliminada mediante estrategias de control.



www.redex-andantex.com

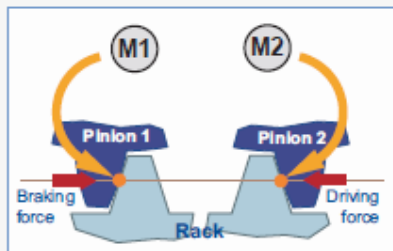
Accionamientos Piñón-Cremallera

Dos piñones en maestro-esclavo

Electrical preload

Electrically preloaded **TwinDRIVE** units achieve the preload by "electrical braking" one pinion against the other. One pinion is considered as the driving pinion, while the other is braking.

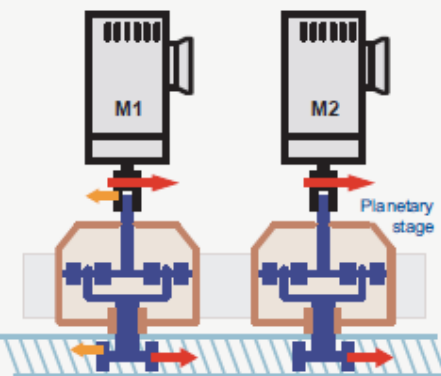
This system requires two motors and a special motor controller to handle the preload.



Precarga eléctrica

Las unidades **TwinDrive** están precargadas eléctricamente. La precarga se alcanza mediante un "frenado eléctrico" de un piñón respecto al otro. Un piñón realiza la función motriz y el otro de frenado.

Este sistema requiere dos motores y un control electrónico para la gestión de la precarga.



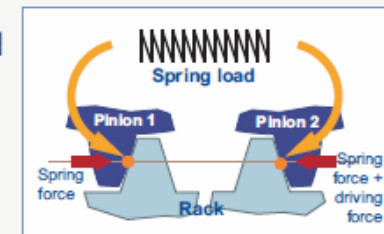
Precarga mecánica

Mechanical preload

Mechanically preloaded **DualDRIVE** units achieve the preload by torsionally winding one pinion against the other. One pinion is considered fixed and the other spring loaded.

This system is driven by only one motor and doesn't require any special motor controller.

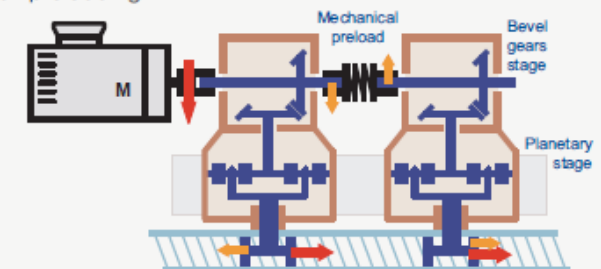
The preload is obtained with a REDEX patented preloading system.



Precarga mecánica

Las unidades **DualDRIVE** están precargadas mecánicamente.

La precarga se alcanza mediante un par de torsión entre los dos piñones. Un piñón se considera fijo y el otro cargado elásticamente.



Este sistema se acciona con un solo motor y no requiere un control electrónico específico de precarga. Este sistema de precarga ha sido patentado por REDEX.

Resumen

Comparativa entre los diferentes tipos de accionamientos:

	<i>Aceleración</i>	<i>Dinámica</i>	<i>Precisión</i>	<i>Repetitividad</i>	<i>Par / Fuerza</i>	<i>Rozamiento</i>	<i>Holgura</i>	<i>Precio</i>
<i>Husillo a bolas</i>	3	4 ($<3.5m$)	4	3	5	4	4	5
		2 ($>3.5m$)						
<i>Piñón-Cremallera Prec. Mecánica</i>	3	3	3	3	5	2	2	3
<i>Piñón-Cremallera Maestro-Esclavo</i>	4	4	4	4	5	2	4	3
<i>Motor Lineal</i>	5	5	5	5	2	5	5	1

5: Excelente; 4: Bueno; 3: Apto; 2: Pobre; 1: Deficiente