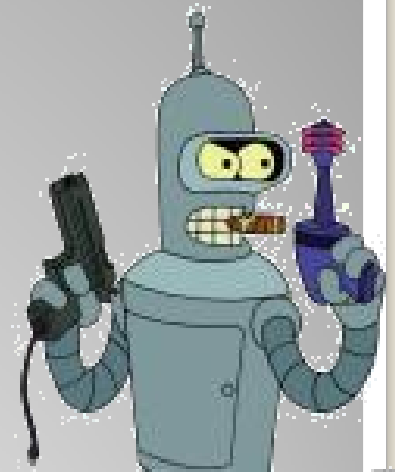


## II.- Morfología de robots.

Dr. Roberto Carlos García Gómez  
Departamento de Metal-Mecánica  
Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez

1. Estructura mecánica
2. Transmisiones y reductores
3. Actuadores
4. Sensores internos
5. Elementos terminales



# Arquitectura de robots

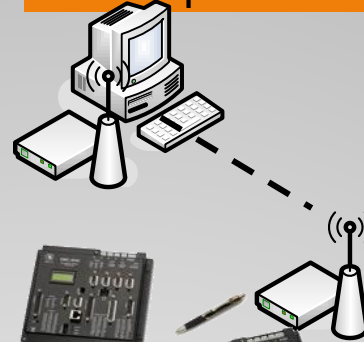
# Arquitectura de robots

Robot industrial

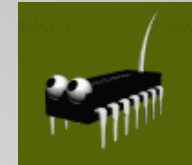
Robot teleoperado

Robot educacional

Nivel 4  
Unidad de programación



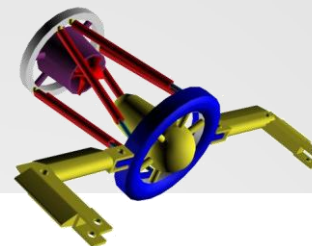
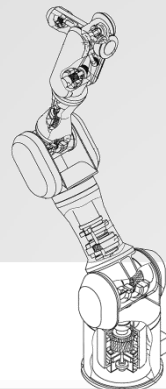
Nivel 3  
Unidad de control



Nivel 2  
Unidad de potencia



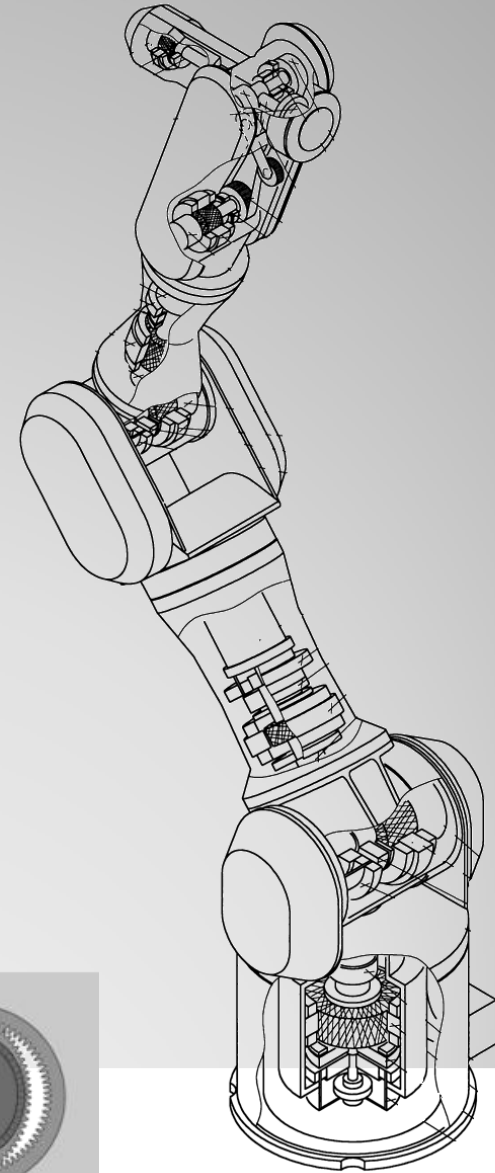
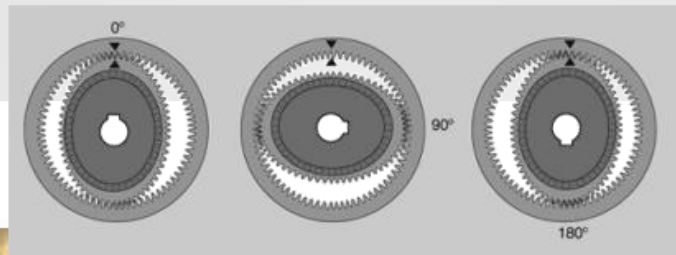
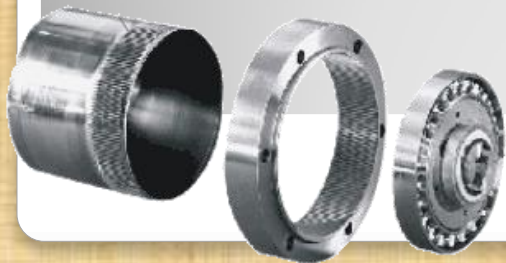
Nivel 1  
Unidad mecánica



# Arquitectura de robots: Unidad mecánica

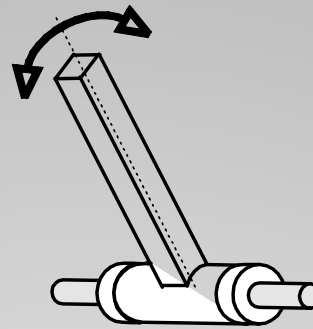
brazo mecánico:

- Eslabones,
- Articulaciones,
- Actuadores,
- Transmisiones y
- Reductores.

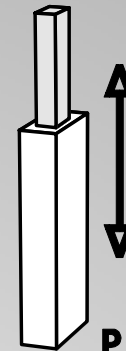


# Arquitectura de robots: Unidad mecánica

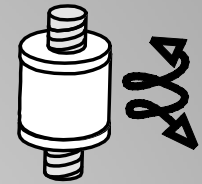
- Robot = elementos o eslabones unidos por articulaciones
- Similitud anatómica con el brazo humano
- Tipos de movimiento en articulaciones:
  - Desplazamiento
  - Giro
  - Combinación
- Grado de libertad (GDL): cada uno de los movimientos independientes que puede realizar cada articulación con respecto a la anterior



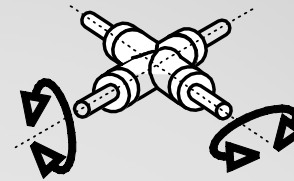
**R** - Rotacional



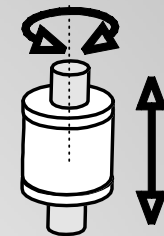
**P** - Prismática



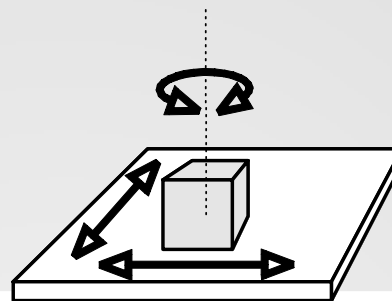
**H** - helicoidal o tornillo



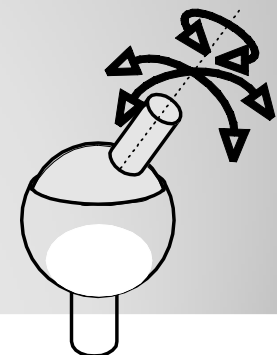
**U** - Universal - Hook



**C** - Cilíndrica



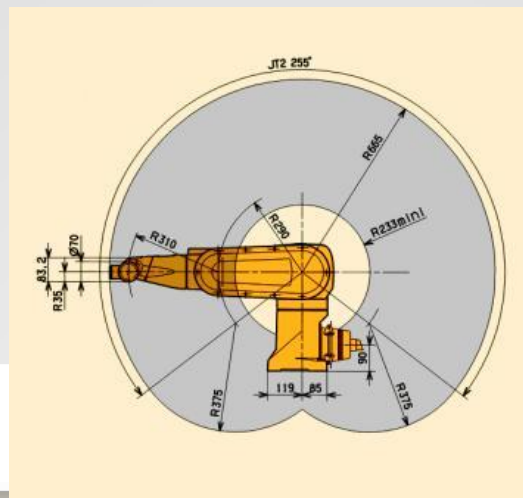
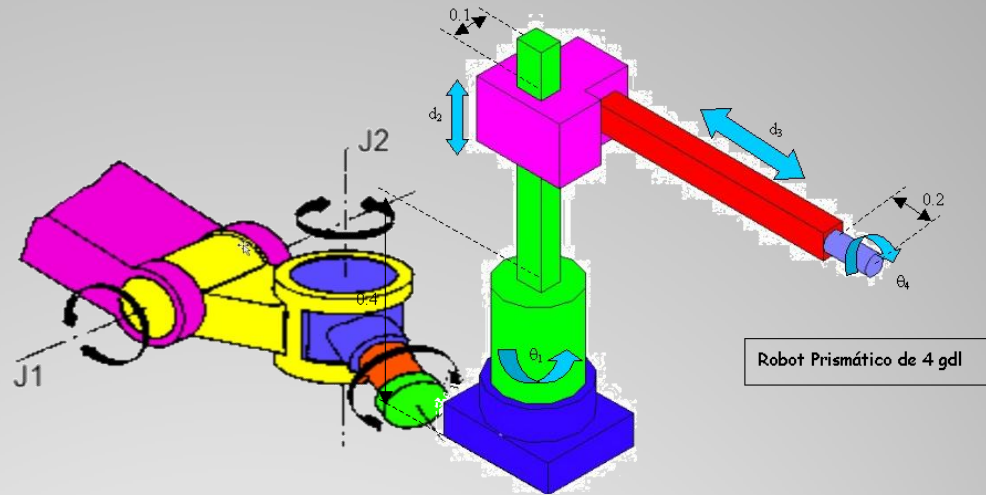
**PI** - Planar



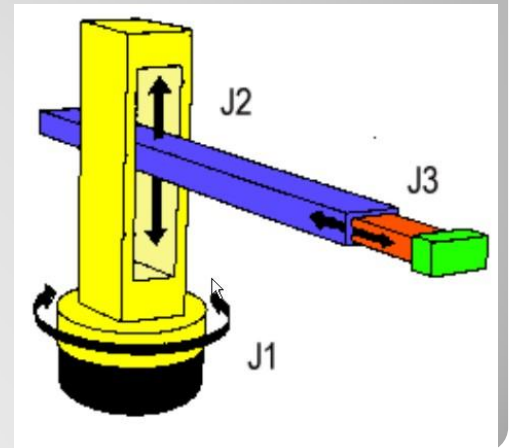
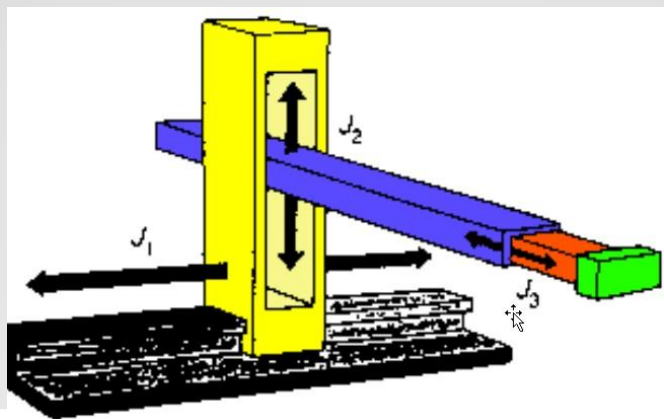
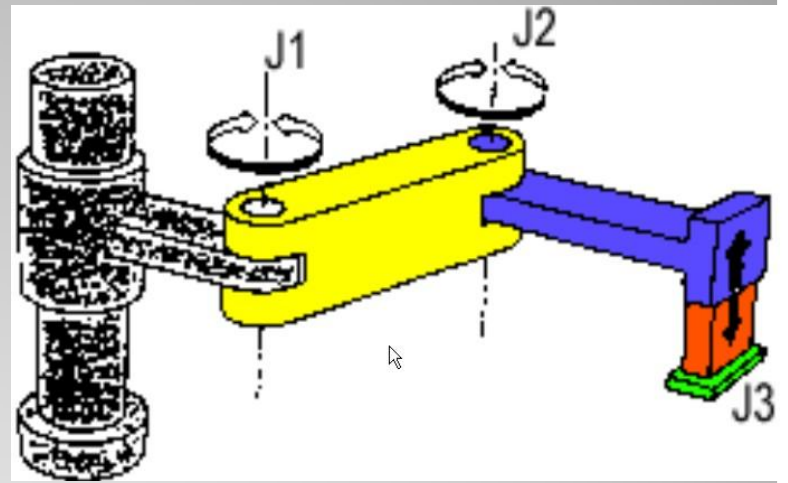
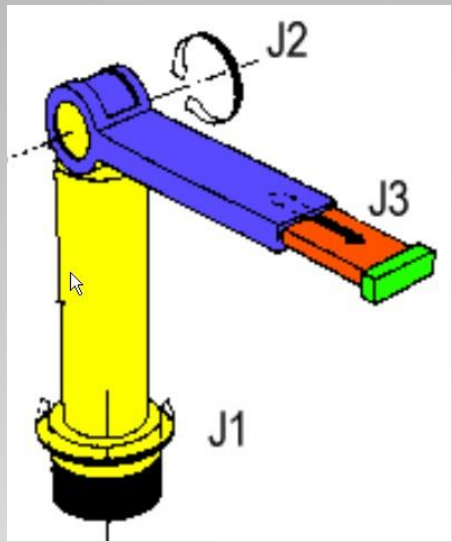
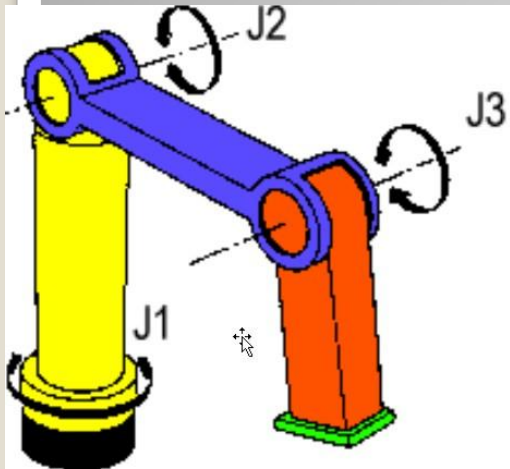
**S** - Esférica

# Arquitectura de robots: Unidad mecánica

- Grados de libertad
- Muñeca del Robot
- Espacio de trabajo

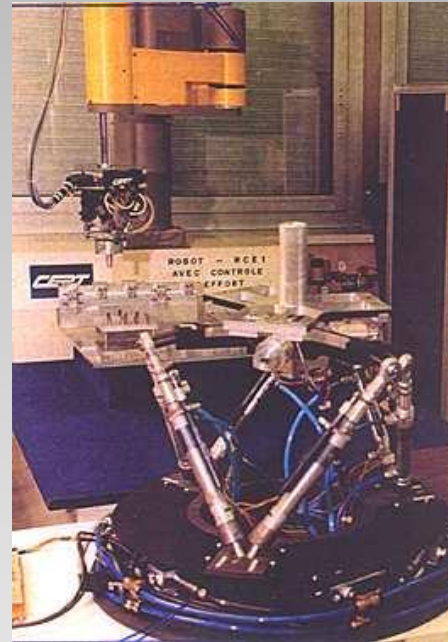


# Morfología: Robots seriales





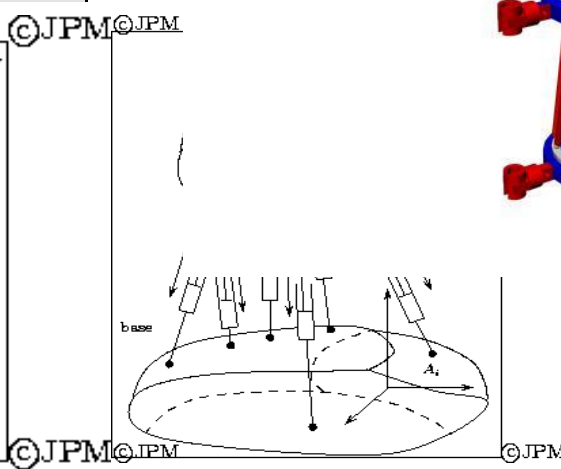
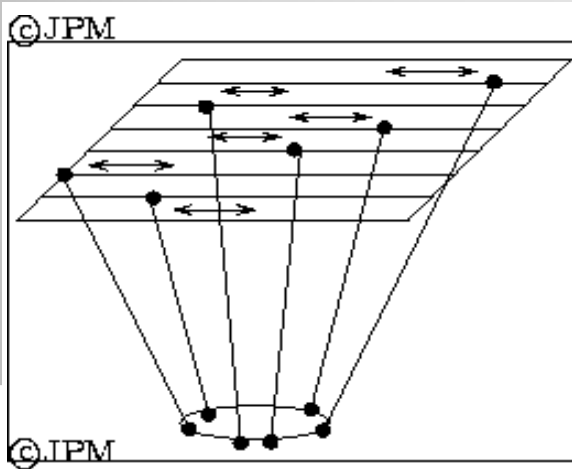
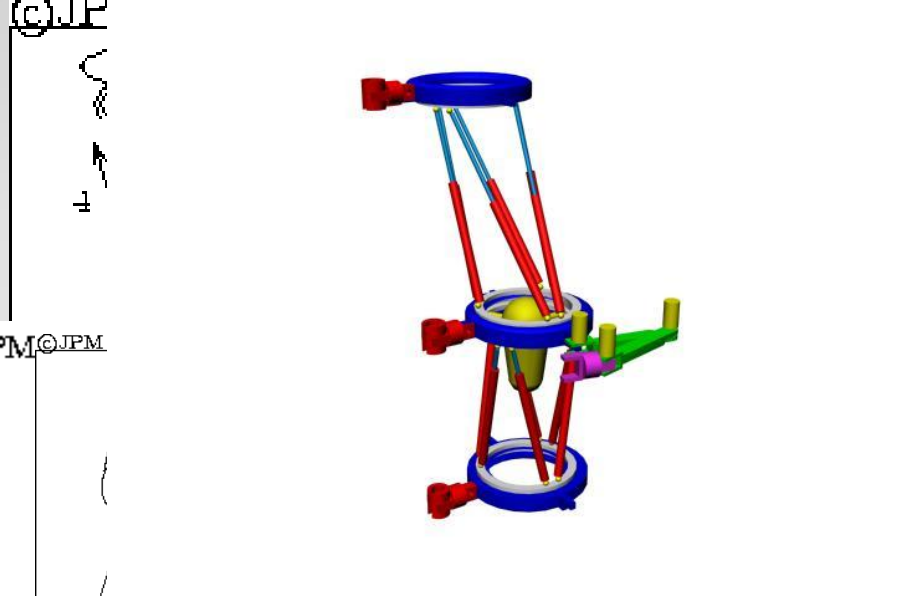
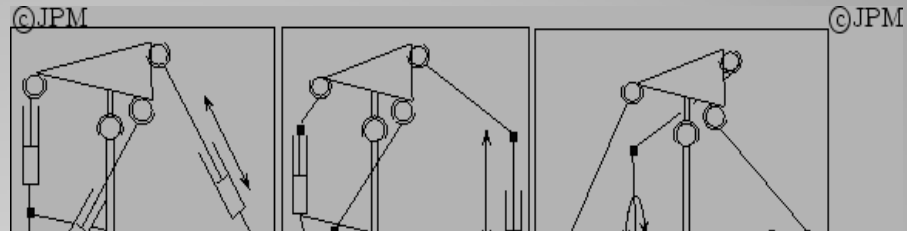
## Morfología: Robots paralelos





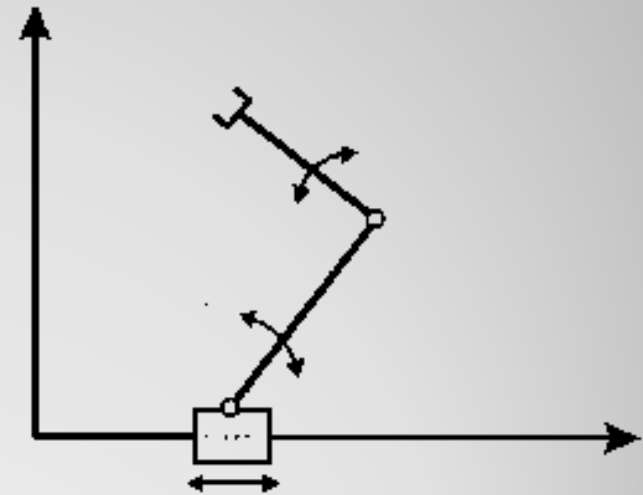
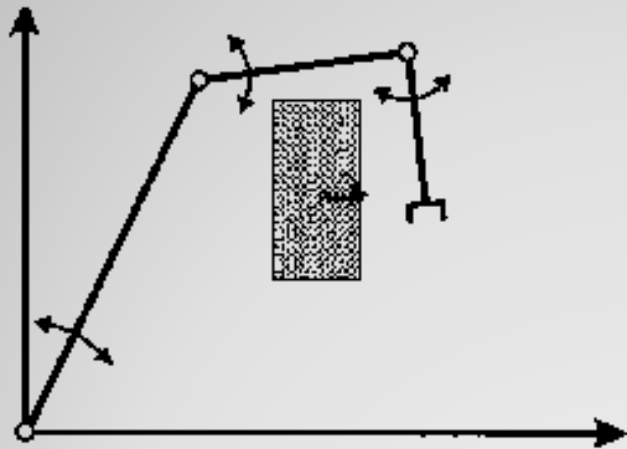
# Configuraciones de los robots paralelos

- Robots espaciales
- Existen múltiples configuraciones:
  - 3 GDL
  - 4 GDL
  - 5 GDL
  - 6 GDL



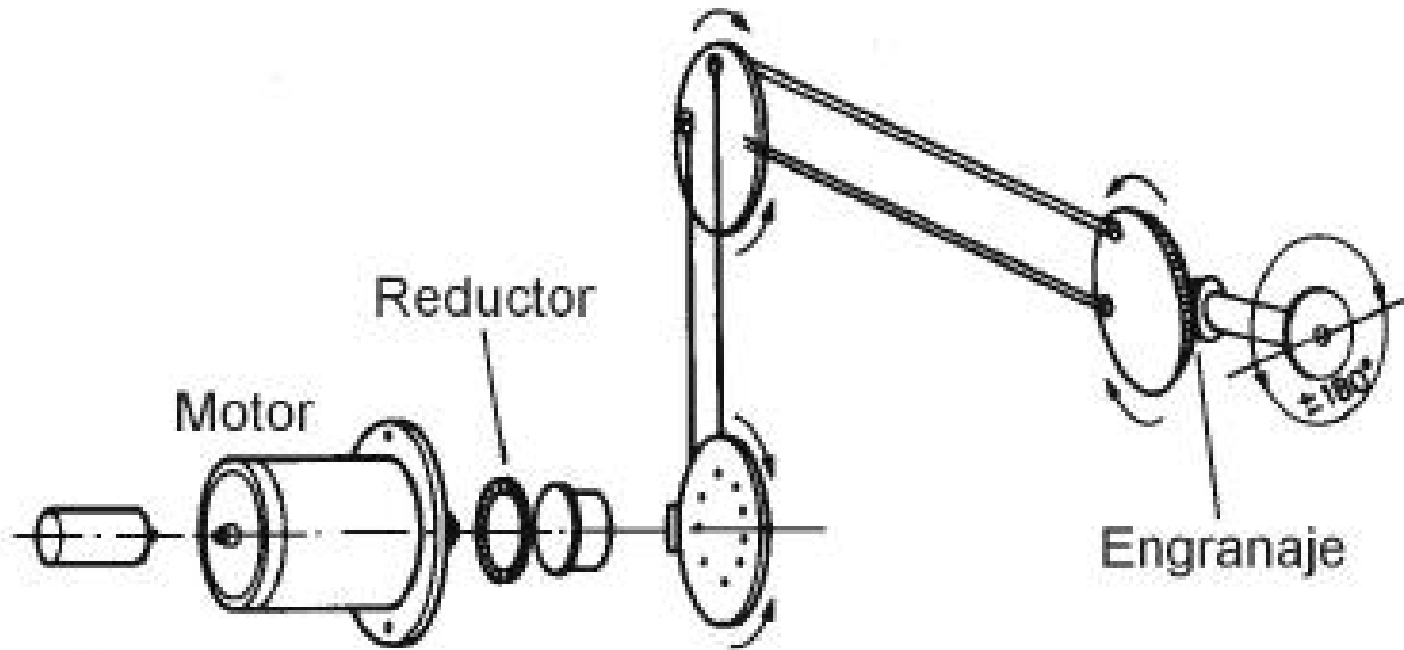
# Arquitectura de robots: Unidad mecánica

Robots Redundantes:



## Transmisiones

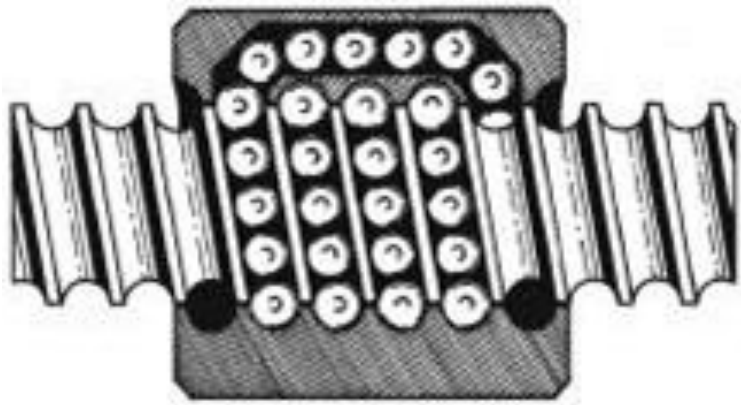
- Elementos encargados de transmitir el movimiento desde los actuadores hasta las articulaciones.
- Justificación
  - Reducción del momento de inercia (acercamiento de los actuadores a la base)
  - Pares estáticos dependen directamente de la distancia a las masas.
  - Conversión lineal- circular y viceversa
- Características necesarias (Altas prestaciones)
  - Tamaño y peso reducido
  - Mínimos juegos u holguras
  - Gran rendimiento
  - No debe afectar al movimiento
  - Capaz de soportar funcionamiento continuo a un par elevado



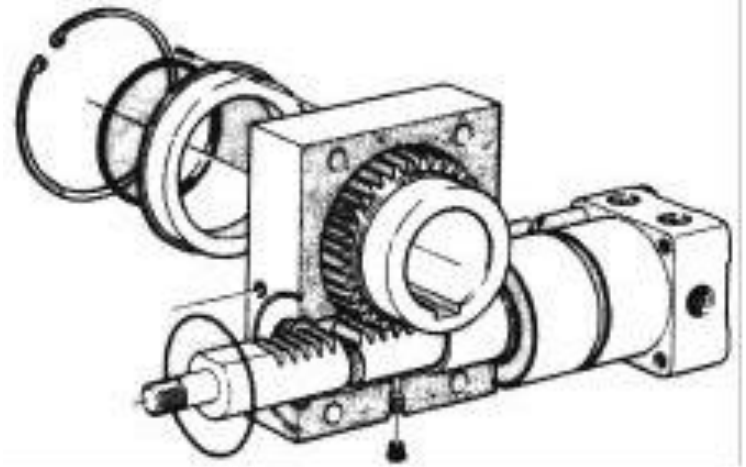
**Transmisión de movimiento correspondiente a la muñeca de un robot**

# Transmisiones

Entrada-Salida	Denominación	Ventajas	Inconvenientes
Circular-Circular	<b>Engranaje</b> Correa dentada Cadena Paralelogramo Cable	Pares altos Distancia grande Distancia grande --- ---	Holguras --- ruido giro limitado deformabilidad
Circular-lineal	Tornillo sin fin Cremallera	Poca holgura Holgura media	Rozamiento Rozamiento
Lineal- Circular	Paral. Articulado Cremallera	--- Holgura media	Control difícil Rozamiento



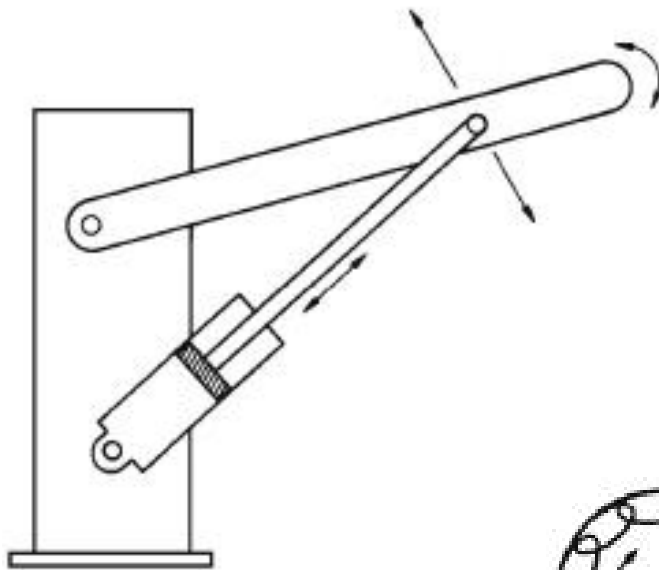
Tornillo sin fin de circulación de bolas



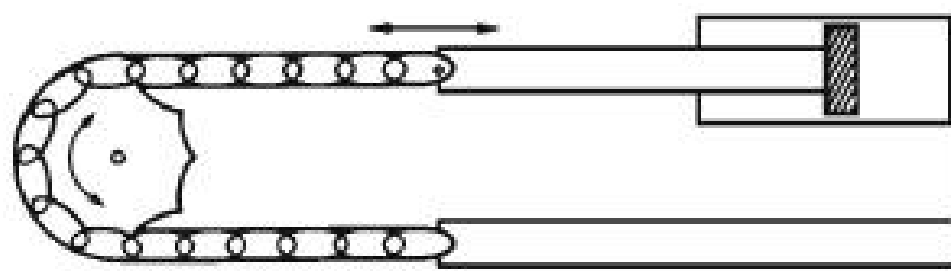
Conjunto piñón-cremallera



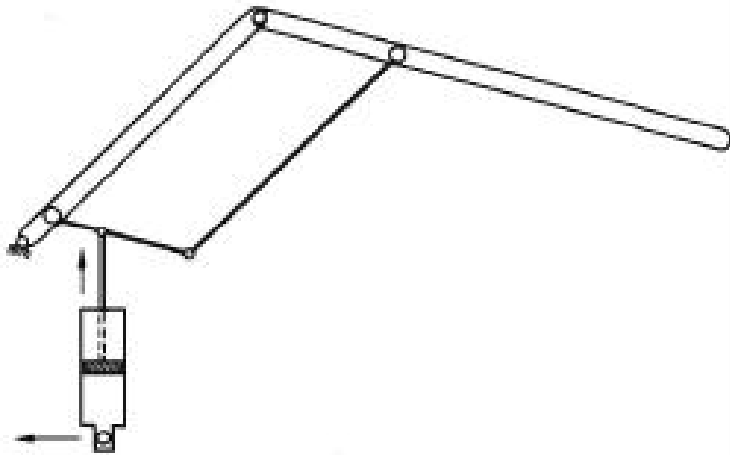
## Conversión del movimiento lineal en circular (I)



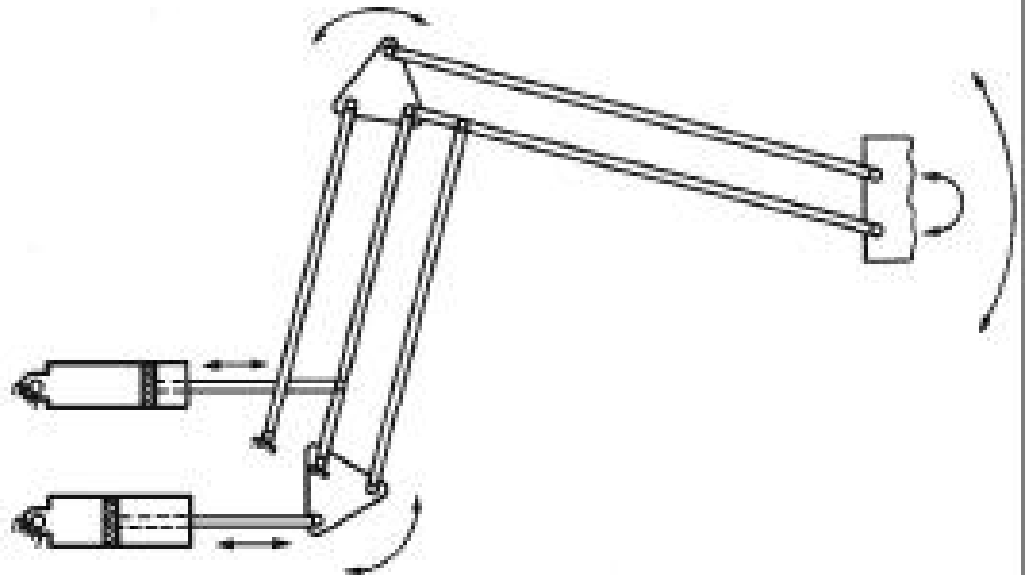
Mecanismo para efectuar un movimiento circular mediante un actuador de desplazamiento lineal



## Conversión del movimiento lineal en circular (II)



Paralelogramos articulados para la conversión de movimiento lineal en circular



# Reductores

$$\tau_2 = \eta * \tau_1 \frac{\omega_1}{\omega_2}$$

- Misión:

Adaptar par y velocidad de la salida del actuador a los valores adecuados para el movimiento de los eslabones del robot

- Específicos para robots:

altas prestaciones

- Características:

Bajo peso, tamaño y rozamiento

Capacidad de reducción elevada en un solo paso

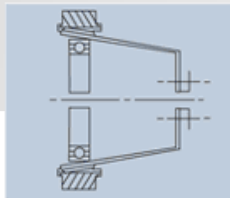
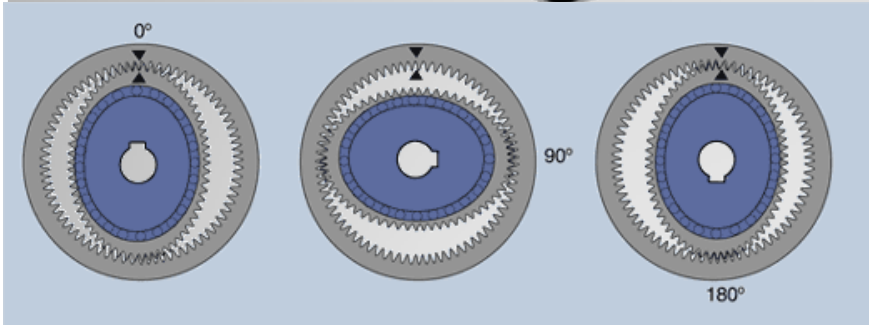
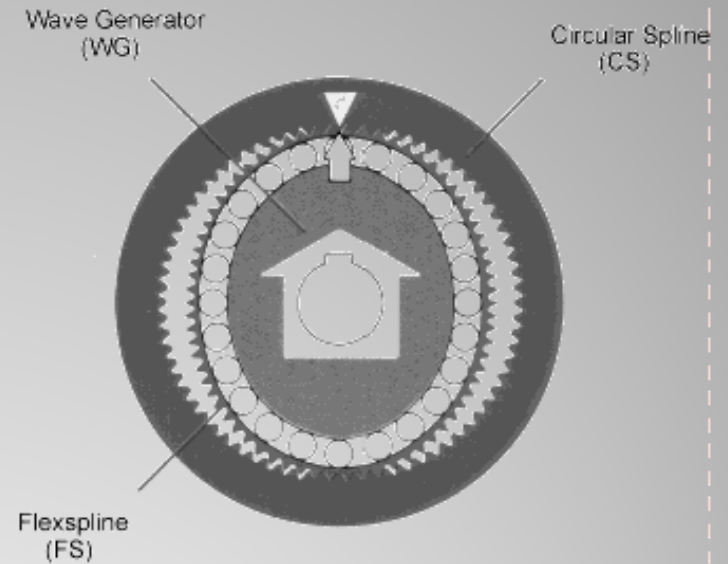
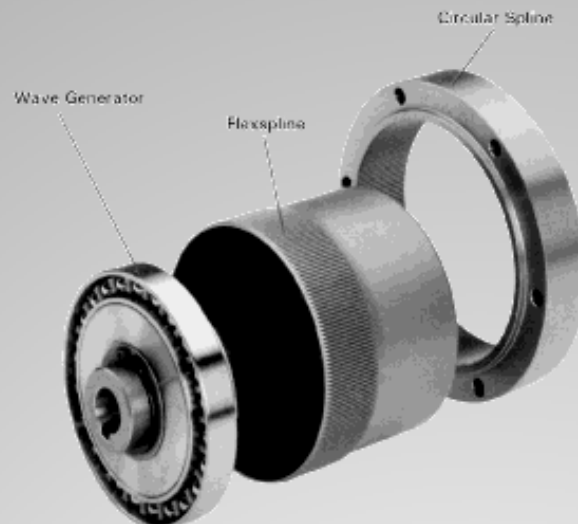
Mínimo momento de inercia

Mínimo juego o *Backslash* (se define como el ángulo que gira el eje de salida cuando se cambia el su sentido de giro sin que llegue a girar el eje de entrada)

Alta rigidez torsional

# Reductores

## Reductor Harmonic-Drive



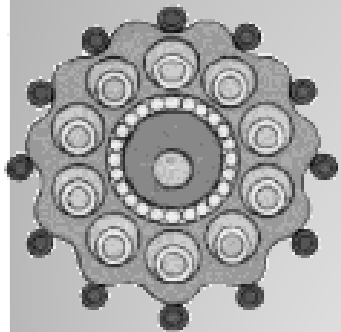
Diferencia entre dientes:  $Z = N_c - N_f$

Reducción:  $Z/N_f$

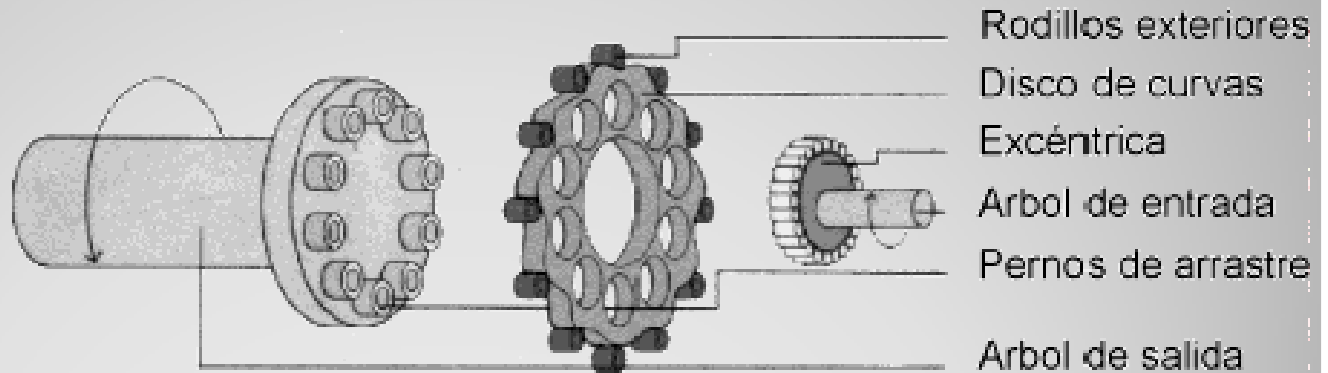
[www.harmonic-drive.com](http://www.harmonic-drive.com)

# Reductores

## Reductor CYCLO



Dibujo Esquemático



## Robots de accionamiento directo (DD)

Robots de accionamiento eléctrico sin reductores

Ventajas:

- Posicionamiento rápido y preciso
- Mayor controlabilidad (aunque más compleja)
- Simplificación del sistema mecánico

Desventajas:

- Necesidad de motores especiales (par elevado a bajas revoluciones con alta rigidez)
- Reducción de la resolución del codificador de posición

Típicos en robots SCARA



# Actuadores.

## **Misión:**

Generar el movimiento del robot según las órdenes dadas por la unidad de control.

## **Clasificación:**

Neumáticos (cilindros y motores).

Hidráulicos (cilindros y motores).

Eléctricos (motores DC, AC y paso a paso).

## **Características:**

Potencia.

Controlabilidad.

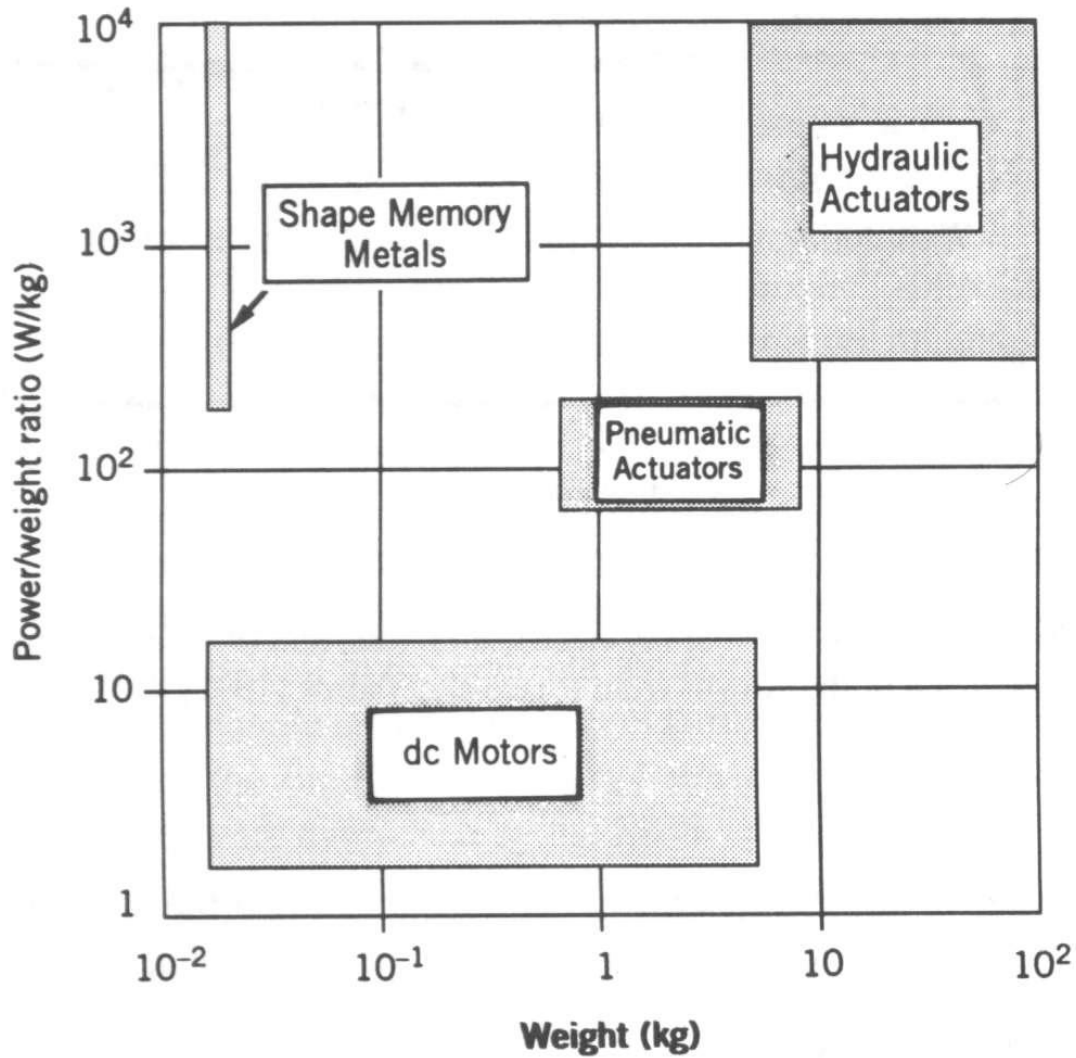
Peso y volumen.

Precisión.

Velocidad.

Costo y mantenimiento

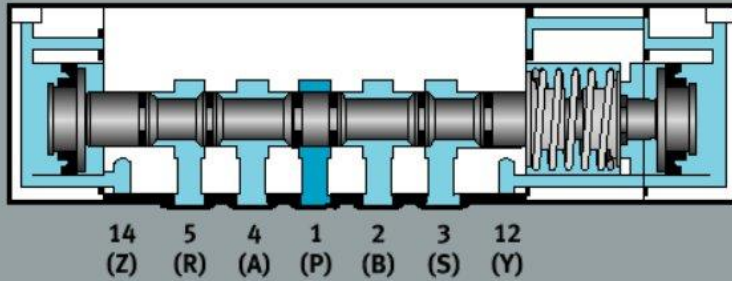
# Actuadores. (I) Tipos



# Actuadores (II) Características

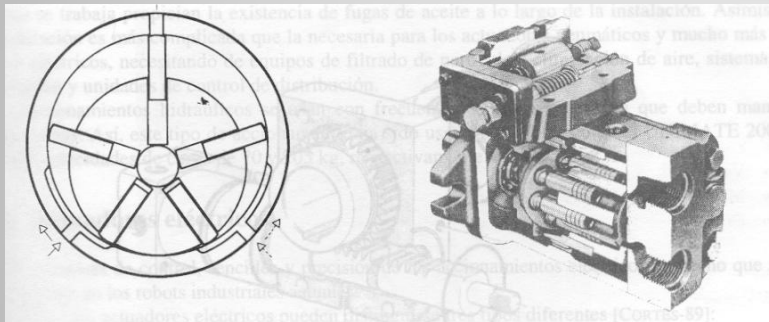
	<b>Neumático</b>	<b>Hidráulico</b>	<b>Eléctrico</b>
Energía	Aire a presión (5-10 bar)	Aceite mineral (50-100 bar )	Corriente eléctrica
Opciones	Cilindros Motor de paletas Motor de pistón	Cilindros Motor de paletas Motor pistones ax.	Corriente continua Corriente alterna Motor paso a paso
Ventajas	Baratos Rápidos Sencillos Robustos	Rápidos Alta relación potencia-peso Autolubricantes Alta capacidad de carga Estabilidad a cargas estáticas	Precisos Fiables Fácil control Sencilla instalación Silenciosos
Desventajas	Dificultad de control continuo Instalac. especial Ruidoso	Difícil mantenimiento Instalación especial Frecuentes fugas Caros	Potencia limitada

# Actuadores (III) neumática



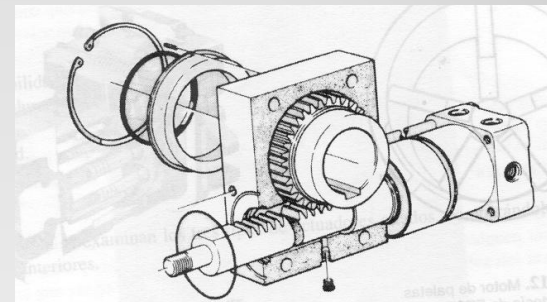
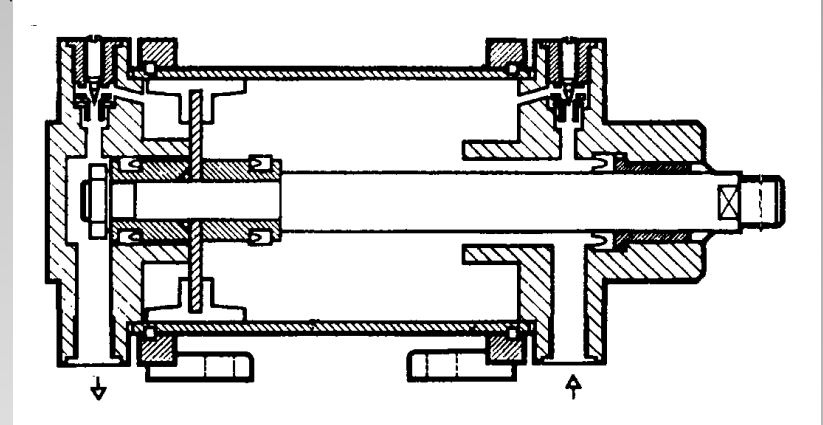
Cilindro neumático de doble efecto

Motor de paletas



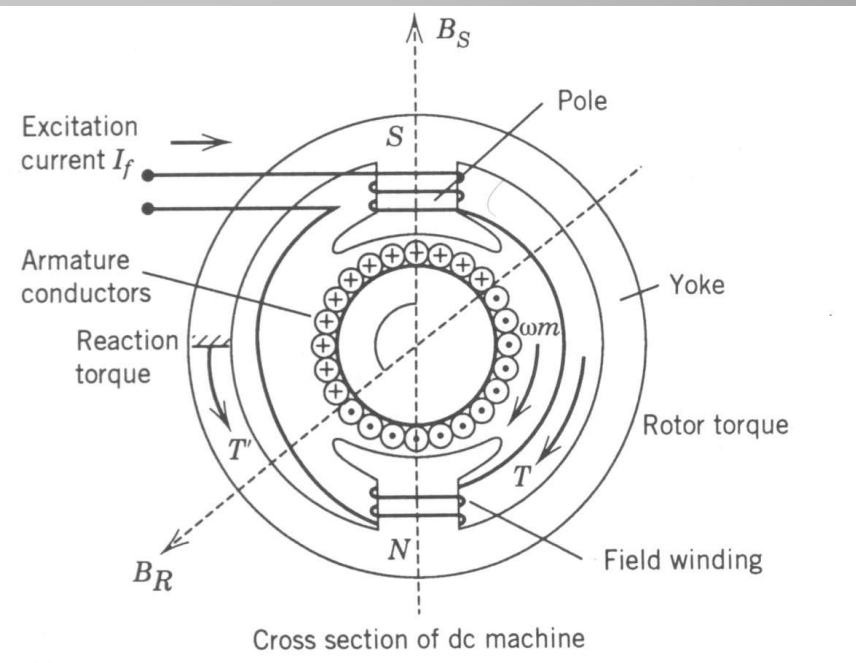
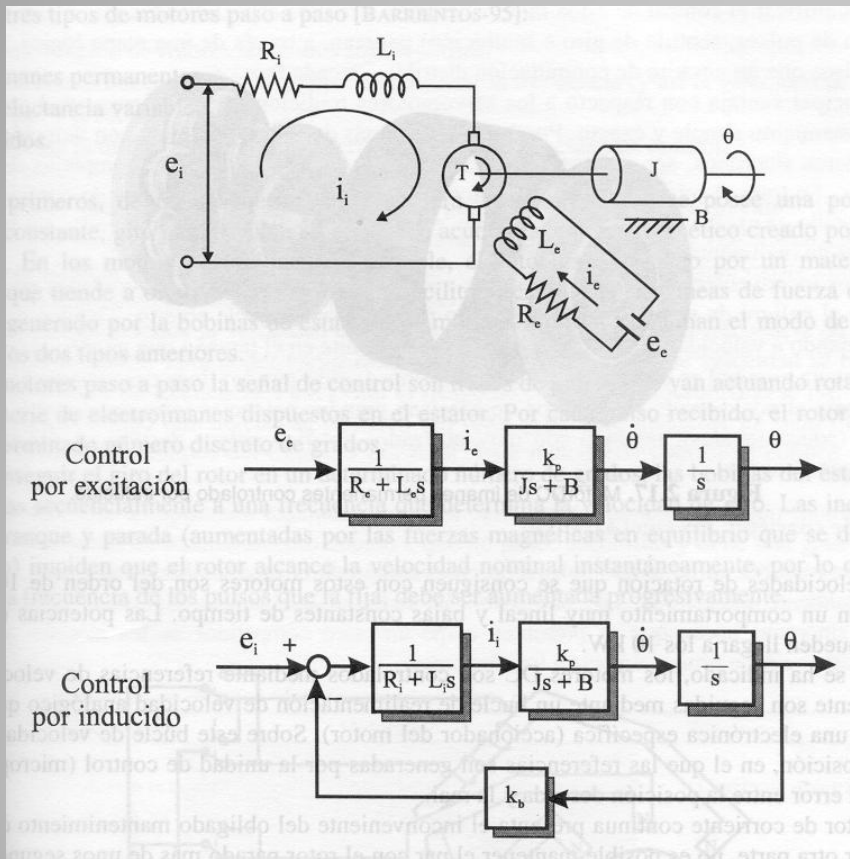
Motor de pistones axiales

Válvula neumática



Actuador rotativo piñon-cremallera

# Actuadores (IV) Eléctricos



Motor DC. Esquema y fdt

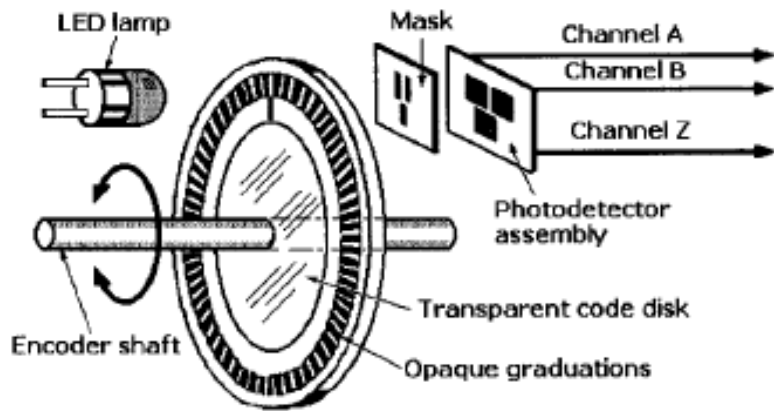
# Sensores internos. Tipos

- Posición:
  - Analógicos: { Potenciómetros,  
Inductosyn,  
Resolver, LVDT,  
Sincro
  - Digitales: { Encoders absolutos  
Regla óptica  
Encoders\_incrementales
- Velocidad:
  - Tacogeneratriz { Inductivo                      Óptico
- Presencia: { Capacitivo                      Ultrasónico  
Efecto Hall                      Contacto  
Célula Reed



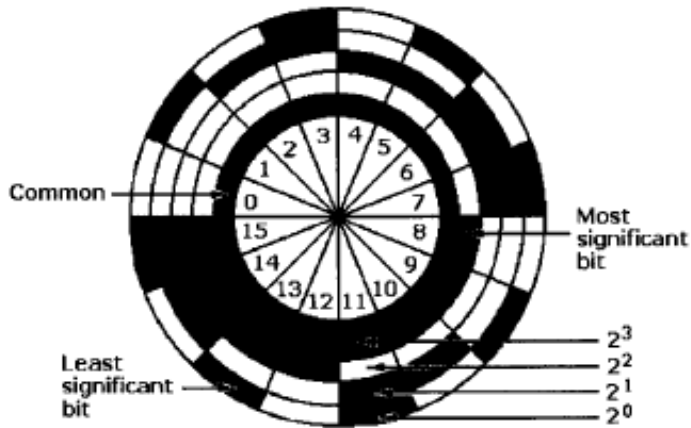
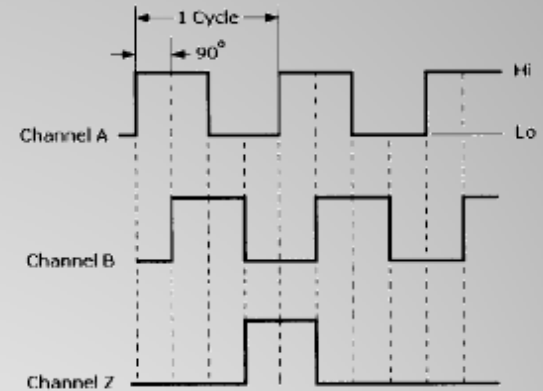
# Sensores internos (II)

## Funcionamiento



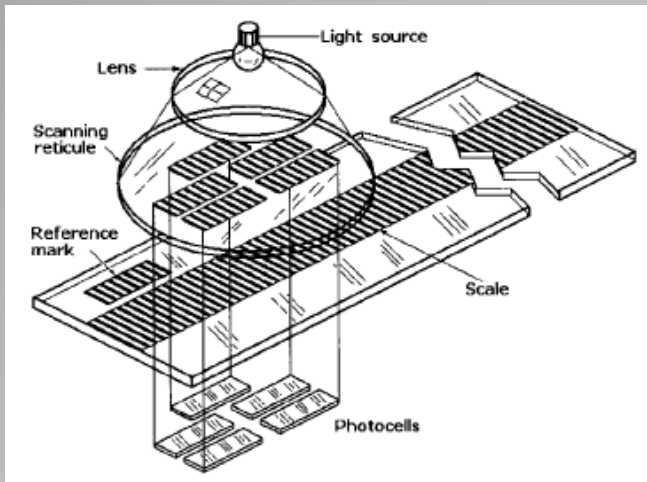
## Sensores angulares de posición

### Encoder incremental

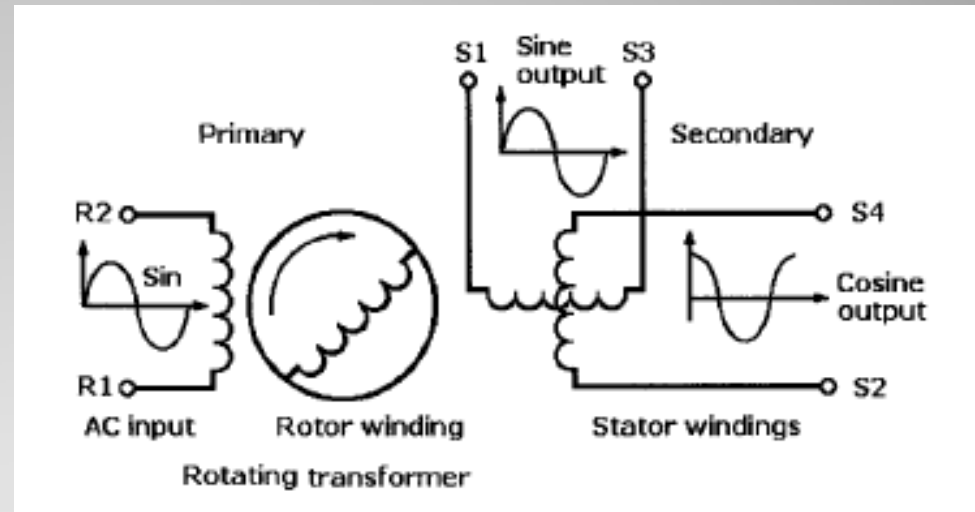


### Encoder absoluto

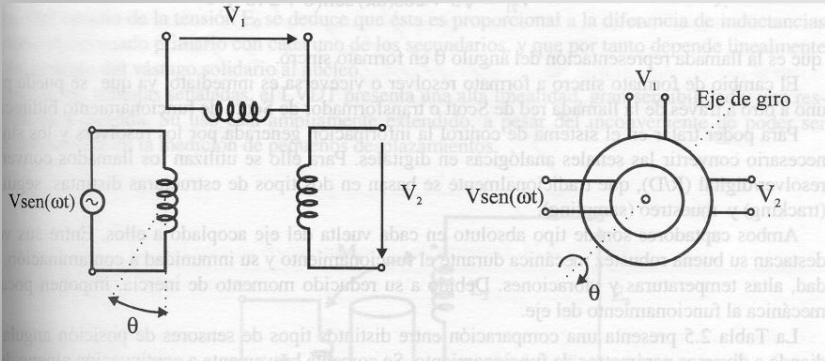
# Sensores internos. Funcionamiento



## Encoder lineal

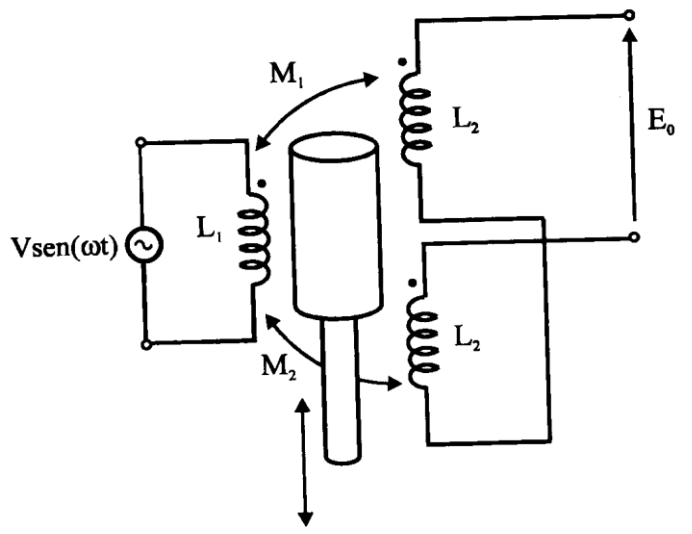


## resolver



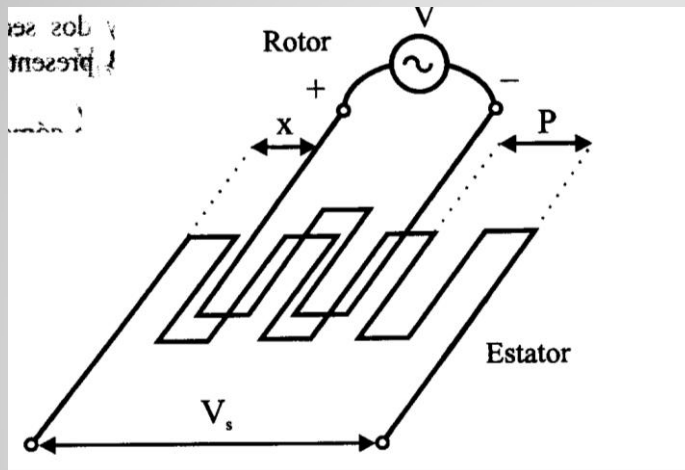
## Sincro-resolver

# Sensores internos (III) Funcionamiento



Sensores lineales de posición

$$\text{LVDT} \quad E_o \propto (M_1 - M_2)$$



Inductosyn

$$V_s = kV \cos\left(2\pi \frac{x}{p}\right)$$

# Elementos Terminales (I)

## Elementos de aprehensión o sujeción

### Sistemas de sujeción para robots

<b>Tipos de sujeción</b>	<b>Accionamiento</b>	<b>Uso</b>
Pinza de presión · desp. angular · desp. lineal	Neumático o eléctrico	Transporte y manipulación de piezas sobre las que no importe presionar
Pinza de enganche	Neumático o eléctrico	Piezas de grandes dimens. o sobre las que no se puede ejercer presión
Ventosas de vacío	Neumático	Cuerpos con superficie lisa poco porosa (cristal, plástico, etc.)
Electroimán	Eléctrico	Piezas ferromagnéticas.

# Elementos Terminales (II)

## Herramientas

### Tipo de herramienta

Pinza soldadura por puntos  
pieza a soldar

Soplete soldadura al arco

Cucharón para colada

Atornillador

Fresa- lija  
pulir, etc

Pistola de pintura

Cañón láser

Cañón de agua a presión

### Comentarios

Dos electrodos que se cierran sobre la

Aportan el flujo de electrodo que se funde

Para trabajos de fundición

Suelen incluir la alimentación de tornillos

Para perfilar, eliminar rebabas,

Por pulverización de la pintura

Para corte de materiales, soldadura o  
inspección.

Para corte de materiales.

# Elementos Terminales (III)



angular grippers  
parallel grippers



3 jaw grippers  
rotary grippers

