

Robótica

Dr. José Antonio Garrido Natarén

INGENIERÍA MECATRÓNICA

Unidad 1.- Morfología del robot

1.3 Transmisiones y reducciones

Equipo 1:

Acevedo Luna Benjamin

Aguilar Morales Gabriela

Barojas Vazquez Alejandro

Bautista Pacheco Rene

Benitez Sandria jose Abisai

30/08/2017

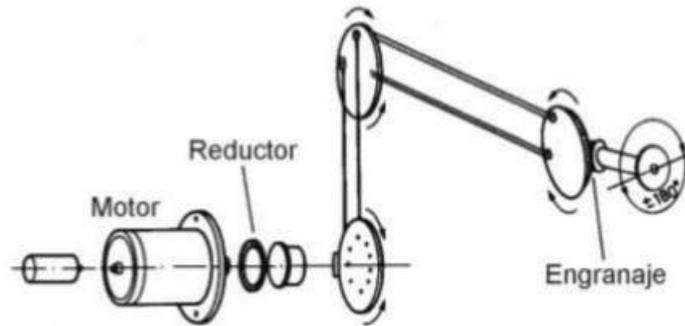
H. Veracruz, Ver.

Agosto – Diciembre 2017



Transmisiones

Las transmisiones son los elementos encargados de transmitir el movimiento desde los actuadores hasta las articulaciones. Se incluirán junto con las transmisiones a los reductores, encargados de adaptar el par y la velocidad de la salida del actuador a los valores adecuados para el movimiento de los elementos del robot.



Transmisión de movimiento correspondiente a la muñeca de un robot

Dado que un robot mueve su extremo con aceleraciones elevadas, es de gran importancia reducir al máximo su momento de inercia. Del mismo modo, los pares estáticos que deben vencer los **actuadores** dependen directamente de la distancia de las masas al actuador. Por estos motivos se procura que los actuadores, por lo general pesados, estén lo más cerca posible de la base del robot. Esta circunstancia obliga a utilizar sistemas de transmisión que trasladen el movimiento hasta las articulaciones, especialmente a las situadas en el extremo del robot. Asimismo, las transmisiones pueden ser utilizadas para convertir movimiento circular en lineal o viceversa, cuando sea necesario.

Las transmisiones son los elementos encargados de transmitir el movimiento desde los actuadores hasta las articulaciones. Se incluirán junto con las transmisiones a los reductores, encargados de adaptar el par y la velocidad de la salida del actuador a los valores adecuados para el movimiento de los elementos del robot.

Dado que un robot mueve su extremo con aceleraciones elevadas, es de gran importancia reducir al máximo su momento de inercia. Del mismo modo, los pares estáticos que deben vencer los actuadores dependen directamente de la distancia de las masas al actuador. Por estos motivos se procura que los actuadores, por lo general pesados, estén lo más cerca posible de la base del robot.

Esta circunstancia obliga a utilizar sistemas de transmisión que trasladen el movimiento hasta las articulaciones, especialmente a las situadas en el extremo



del robot. Asimismo, las transmisiones pueden ser utilizadas para convertir movimiento circular en lineal o viceversa, lo que en ocasiones puede ser necesario.

Existen actualmente en el mercado robots industriales con acoplamiento directo entre accionamiento y articulación. Se trata, sin embargo, de casos particulares dentro de la generalidad que en los robots industriales actuales supone la existencia de sistemas de transmisión junto con reductores para el acoplamiento entre actuadores y articulaciones. Es de esperar que un buen sistema de transmisión cumpla con una serie de características básicas: debe tener un tamaño y peso reducido, se ha de evitar que presente juegos u holguras considerables y se deben buscar transmisiones con gran rendimiento.

TRANSMISIONES Dado que un robot mueve su extremo con aceleraciones elevadas, es de gran importancia reducir al máximo su momento de inercia. Del mismo modo, los pares estáticos que deben vencer los actuadores dependen directamente de la distancia de las masas al actuador. Por estos motivos se procura que los actuadores, por lo general pesados, estén lo más cerca posible de la base del robot.

Esta circunstancia obliga a utilizar sistemas de transmisión que trasladen el movimiento hasta las articulaciones, especialmente a las situadas en el extremo del robot. Asimismo, las transmisiones pueden ser utilizadas para convertir movimiento circular en lineal o viceversa, lo que en ocasiones puede ser necesario.

Es de esperar que un buen sistema de transmisión cumpla una serie de características básicas:

- Debe tener un tamaño y peso reducido.
- Se ha de evitar que presente juegos u holguras considerables
- Se deben buscar transmisiones con gran rendimiento.

Aunque no existe un sistema de transmisión específico para robots, si existen algunos usados con mayor frecuencia. La clasificación se ha realizado en base al tipo de movimiento posible en la entrada y salida: lineal o circular.

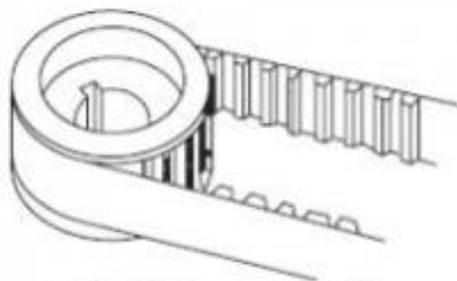
Es muy importante que el sistema de transmisión a utilizar no afecte al movimiento que transmite, ya sea por el rozamiento inherente a su funcionamiento o por las holguras que su desgaste pueda introducir.

Las transmisiones más habituales son aquellas que cuentan con movimiento circular tanto a la entrada como a la salida. Incluidas en éstas se hallan los engranajes, las correas dentadas y las cadenas.

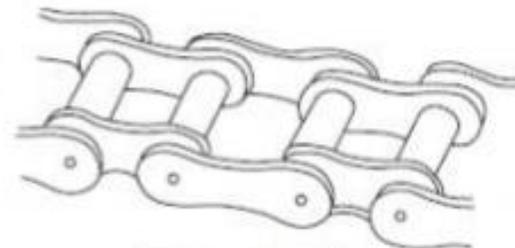


Transmisión por banda y cadena

Los accionamientos por banda se utilizan mucho en la robótica, especialmente la banda síncrona, como se muestra en la figura 2a). Sin embargo, su vida útil es breve, ya que dependen de la tensión de la banda para producir agarre a través de la polea. Las cadenas, por otro lado, como se muestra en la figura 2b), son por lo general más económicas. Tienen una mayor capacidad de carga y una vida útil más larga en comparación con las transmisiones por banda, aunque menor en comparación con los engranajes.



a) Banda síncrona o dentada



b) Cadena de rodillos

Engranajes

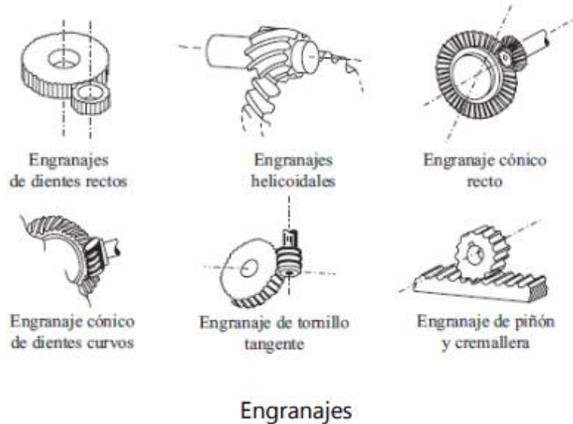
Entre todas las transmisiones mecánicas, los diferentes tipos de engranajes, como se muestra en la figura 3, son más confiables y duraderos, aunque un juego entre los dientes tendrá que tomarse en cuenta cuidadosamente durante la fase de diseño.

Se denomina engranaje al mecanismo utilizado para transmitir potencia mecánica de un componente a otro. Los engranajes están formados por dos ruedas dentadas, de las cuales la mayor se denomina corona y la menor piñón. Un engranaje sirve para transmitir movimiento circular mediante el contacto de ruedas dentadas.

La principal ventaja que tienen las transmisiones por engranaje respecto de la transmisión por poleas es que no patinan como las poleas, con lo que se obtiene exactitud en la relación de transmisión.



Tipos de engranajes



1. **Los engranajes cilíndricos** rectos son el tipo de engranaje más simple que existe. Se utilizan generalmente para velocidades pequeñas y medias; a grandes velocidades, si no son rectificadas, o ha sido corregido su tallado, producen ruido cuyo nivel depende de la velocidad de giro que tengan.
2. **Los engranajes cilíndricos** de dentado helicoidal están caracterizados por su dentado oblicuo con relación al eje de rotación. En estos engranajes el movimiento se transmite de modo igual que en los cilíndricos de dentado recto, pero con mayores ventajas. Los ejes de los engranajes helicoidales pueden ser paralelos o cruzarse, generalmente a 90° . Para eliminar el empuje axial el dentado puede hacerse doble helicoidal. Los engranajes helicoidales tienen la ventaja que transmiten más potencia que los rectos, y también pueden transmitir más velocidad, son más silenciosos y más duraderos; además, pueden transmitir el movimiento de ejes que se corten. De sus inconvenientes se puede decir que se desgastan más que los rectos, son más caros de fabricar y necesitan generalmente más engrase que los rectos.
3. **Los engranajes cónicos** tienen forma de tronco de cono y permiten transmitir movimiento entre ejes que se cortan. Efectúan la transmisión de movimiento de ejes que se cortan en un mismo plano, generalmente en ángulo recto aunque no es el único ángulo pues puede variar dicho ángulo como por ejemplo 45, 60, 70, etc., por medio de superficies cónicas dentadas. Los dientes convergen en el punto de intersección de los ejes. Son utilizados para efectuar reducción de velocidad con ejes en 90° . Estos

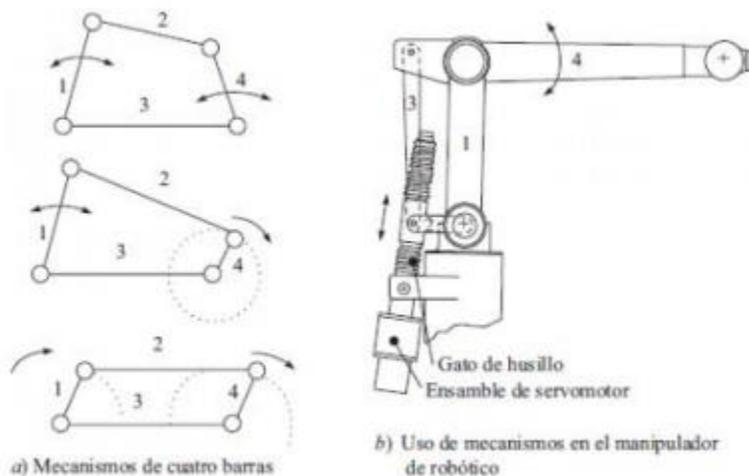


engranajes generan más ruido que los engranajes cónicos helicoidales. En la actualidad se usan muy poco.

4. **Tornillo sin fin** un mecanismo diseñado para transmitir grandes esfuerzos, que también se utiliza como reductor de velocidad aumentando el torque en la transmisión. Generalmente trabaja en ejes que se cruzan a 90° . Tiene la desventaja de que su sentido de giro no es reversible, sobre todo en grandes relaciones de transmisión, y de consumir en rozamiento una parte importante de la potencia. En las construcciones de mayor calidad la corona está fabricada de bronce y el tornillo sin fin, de acero templado con el fin de reducir el rozamiento. Si este mecanismo transmite grandes esfuerzos es necesario que esté muy bien lubricado para matizar los desgastes por fricción. El número de entradas de un tornillo sin fin suele ser de una a ocho. Los datos de cálculo de estos engranajes están en prontuarios de mecanizado.
5. **El mecanismo de cremallera** aplicado a los engranajes lo constituyen una barra con dientes la cual es considerada como un engranaje de diámetro infinito y un engranaje de diente recto de menor diámetro, y sirve para transformar un movimiento de rotación del piñón en un movimiento lineal de la cremallera, o viceversa.

Mecanismos de eslabones

A fin de reducir el peso y exceso de flexibilidad de los elementos de transmisión arriba mencionados, se emplean los mecanismos de eslabones de la figura 4a). La figura 4b) muestra cómo se utiliza un gato de husillo con un arreglo de cuatro barras para transmitir movimientos.





Mecanismo y su uso en el manipulador robótico

Reductores

Los reductores son los encargados de adaptar el par y la velocidad de la salida del actuador a los valores adecuados para el movimiento de los elementos del robot.

Al contrario que con las transmisiones, sí que existen determinados sistemas usados de manera preferente en los robots industriales. Esto se debe a que a los reductores utilizados en robótica se les exige unas condiciones de funcionamiento muy restrictivas. La exigencia de estas características viene motivada por las altas prestaciones que se le pide al robot en cuando a precisión y velocidad de posicionamiento. La figura 5 muestra valores típicos de los reductores para la robótica actualmente empleados.

Características de reductores para robótica

En cuanto a los reductores, al contrario que con las transmisiones, sí que existen determinados sistemas usados de manera preferente en los robots industriales. Esto se debe a que a los reductores utilizados en robótica se les exige unas condiciones de funcionamiento muy restrictivas. La exigencia de estas características viene motivada por las altas prestaciones que se le pide al robot en cuando a precisión y velocidad de posicionamiento. La siguiente figura muestra valores típicos de los reductores para la robótica actualmente empleados.



Se buscan reductores de bajo peso, reducido tamaño, bajo rozamiento y que al mismo tiempo sean capaces de realizar una reducción elevada de velocidad en un único paso. Se tiende también a minimizar su momento de inercia, de negativa influencia

en el **Tabla 2.2. Características de reductores para robótica**

Características	Valores típicos
Relación de reducción	50 ÷ 300
Peso y tamaño	0.1 ÷ 30 kg
Momento de inercia	10^{-4} kg m ²
Velocidades de entrada máxima	6000 ÷ 7000 rpm
Par de salida nominal	5700 Nm
Par de salida máximo	7900 Nm
Juego angular	0 ÷ 2 °
Rigidez torsional	100 ÷ 2000 Nm/rad
Rendimiento	85 % ÷ 98 %

funcionamiento del motor, especialmente en el caso de motores de baja inercia.

Limitaciones de reductores

Los reductores, por motivos de diseño, tienen una velocidad máxima de entrada admisible, que como regla general aumenta a medida que disminuye el tamaño del motor. También existe una limitación en cuanto al par de salida nominal permisible (T2) que depende del par de entrada (T1) y de relación de transmisión a través de la relación:

$$T2 = \eta T1 \omega1 \omega2 \text{ (Ecuación 1)}$$

Donde el rendimiento (η) puede llegar a ser cerca del 100% y la relación de reducción de velocidades (ω) = velocidad de entrada; $\omega2$ = velocidad de salida) varía entre 50 y 300.

Puesto que los robots trabajan en ciclos cortos que implican continuos arranques y paradas, es de gran importancia que el reductor sea capaz de soportar pares elevados puntuales.

También se busca que el juego angular sea lo menor posible. Este se define como el ángulo que gira el eje de salida cuando se cambia su sentido de giro sin que llegue a girar el eje de entrada.

Accionamiento directo



El accionamiento directo es el cual en el que el eje del actuador se conecta directamente a la carga o articulación, sin la utilización de un reductor intermedio.

Este tipo de accionamiento aparece a raíz de la necesidad de utilizar robots en aplicaciones que exigen combinar gran precisión con alta velocidad. Los reductores introducen una serie de efectos negativos, como son juego angular, rozamiento o disminución de la rigidez del accionador, que pueden impedir alcanzar los valores de precisión y velocidad requeridos.

Las principales ventajas que se derivan de la utilización de accionamientos directos son las siguientes:

- ✓ Posicionamiento rápido y preciso, pues se evitan los rozamiento y juegos de las transmisiones y reductores.
- ✓ Aumento de las posibilidades de controlabilidad del sistema a costa de una mayor complejidad.
- ✓ Simplificación del sistema mecánico al eliminarse el reductor.

El principal problema que existe para la aplicación práctica de un accionamiento directo radica en el motor a emplear. Debe tratarse de motores que proporcionen un par elevado (unas 50-100 veces mayor que con reductor) a bajas revoluciones manteniendo la máxima rigidez posible.

Otra cuestión importante a tener en cuenta en el empleo de accionamientos directos es la propia cinemática del robot. Colocar motores, generalmente pesados y voluminosos, junto a las articulaciones, no es factible para todas las configuraciones del robot debido a las inercias que se generan. Por este motivo, los robots de accionamiento directo son generalmente de tipo SCARA, cuyo diseño se corresponde bien con las necesidades que el accionamiento directo implica.

El primer robot comercial con accionamiento directo se presentó en 1984. Se trataba de un robot SCARA denominado AdeptOne, de la compañía norteamericana Adept Technology, Inc. A partir de entonces este tipo de robots se ha hecho popular para aplicaciones que requieran robots con altas prestaciones en velocidad y posicionamiento (montaje microelectrónico, corte de metal por láser, etc.).