

MECATRÓNICA – Apuntes 2021 – Parte 5

Licenciatura en Artes Electrónicas UNTREF

Mecanismos

En los apuntes y clases anteriores hablamos con detenimiento sobre **Mecanismos de transmisión del movimiento** (palancas, poleas, aparejos, correas, engranajes) que son los que transmiten el movimiento de un punto a otro y de **Mecanismos de transformación del movimiento** (torno con manivela, tornillo sin fin, cremallera) utilizados para transformar el movimiento rotativo en rectilíneo.

Si bien éstas suelen ser las partes más importantes de cualquier dispositivo mecánico, existen una serie de mecanismos auxiliares que también son importantes a la hora de diseñar un dispositivo mecánico más complejo y que veremos en esta unidad.

En la Figura 1 presentamos una de las muchas clasificaciones existentes para los mecanismos, en cuya tercera fila, se enumeran varios de esos mecanismos auxiliares.

Tipo	Función	Mecanismos
Mecanismos de transmisión del movimiento	Transmiten el movimiento, la fuerza y la potencia producidos por un elemento motriz a otro punto.	Mecanismos de transmisión lineal
		Polea
		Polipasto
		Palanca
		Mecanismos de transmisión circular
		Ruedas de fricción
Mecanismos de transformación del movimiento	Transforman el movimiento circular en rectilíneo, o de rectilíneo a circular.	Sistemas de polea y correa
		Engranajes
		Cadenas
		Mecanismos de transformación del movimiento circular en rectilíneo o viceversa.
		Manivela-torno
		Piñón-cremallera
Mecanismos auxiliares	Son toda una serie de elementos mecánicos que sirven para modificar o controlar algunos parámetros del movimiento, como permitir el giro en un solo sentido (trinquete), reducir la velocidad de giro (frenos), Absorber energía (resortes) y permitir el acoplamiento de ejes y árboles de transmisión (embragues y acoplamientos)	Tornillo-tuerca
		Tornillo sin fin
		Mecanismos de transformación del movimiento circular en rectilíneo alternativo o viceversa.
		Biela-manivela
		Leva y excéntrica
		Cigüeñal
Trinquetes		
Frenos		
Resortes		
Embragues		
Acoplamientos		

Figura 1: Clasificación de los principales Mecanismos (Fuente: Manuel Torres Búa. Licencia CC-BY-SA)

Para una mejor comprensión, definiremos también otros componentes mecánicos básicos, presentes en todo tipo de mecanismos, ordenados por complejidad, de menor a mayor.

Eje

Un eje es un pieza de sección circular destinado a soportar otra pieza que gira, como una rueda, un volante, una polea o un engranaje. Si el eje está fijo (emportado, con cero grados de libertad) con respecto a otra estructura, el elemento giratorio deberá tener al menos un grado de libertad con respecto al eje, para que pueda girar (Figura 2).

En otros casos, la rueda o polea será solidaria con el eje y será este el que deberá estar vinculado al resto de la estructura mediante un vínculo con 1 grado de libertad, de modo que el eje completo pueda girar junto con la rueda o pieza giratoria correspondiente, como en el caso de la polea enclavada en el eje, de la Figura 3.



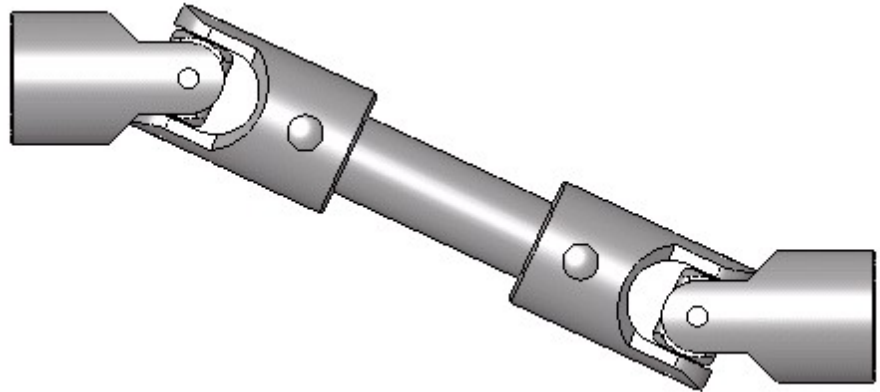
Figura 2: Ejemplo de eje fijo y elemento giratorio con 1 grado de libertad con respecto al eje



Figura 3: Ejemplo de eje con 1 grado de libertad (giro) y polea enclavada en el mismo. Eje y polea giran solidariamente.

Árbol

Aunque es muy común que se usen las denominaciones árbol y eje como si fueran sinónimos, no son exactamente lo mismo. Un árbol es una pieza constructivamente similar a un eje, pero destinada a transmitir potencia mecánica de un extremo al otro. El árbol se vincula solidariamente a un eje motor por un extremo, y con la pieza a conducir por el otro, transmitiendo el giro de uno al otro. Se muestra un ejemplo en la Figura 4, incluyendo un link adonde se puede ver la misma en forma animada.



*Figura 4: Árbol de transmisión mecánica.
Imagen GIF animada
Fuente: Silberwolf (talk),
CC BY-SA 2.5,*

<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=4397936>

Cojinetes

Se denomina cojinete en forma genérica a los elementos mecánicos destinados a soportar un eje o una pieza similar, a la que le permite el giro, el desplazamiento lineal o ambos (uno o dos grados de libertad).

Los cojinetes se construyen de manera de minimizar el rozamiento entre las piezas móviles y las piezas fijas que los sostienen. Pueden ser cojinetes de rodadura o "rodamientos" si solo permiten el giro (los más comunes) o cojinetes de desplazamiento o "lineales", si permiten que el eje se desplace linealmente hacia adelante y atrás.

Tipos de cojinete

Buje. Es la forma más simple de cojinete, tanto para rodamiento como para desplazamiento lineal.

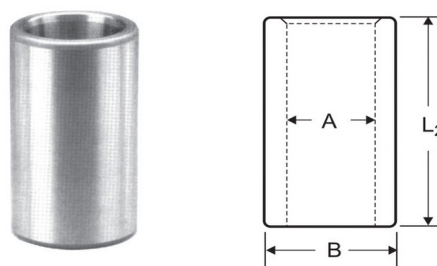


Figura 5: Buje recto con especificaciones de diámetro interno (A), diámetro externo (B) y largo (L2)

En muchos casos se trata de un simple tubo (Figura 5) en el que el eje o pieza rotativa encaja en forma muy justa pero sin presión, y que se fija solidariamente a la carcasa o pieza de soporte mediante tornillos, a presión u otra forma de fijación que permita un fácil recambio del buje, llegado el caso.

Los bujes se construyen de materiales con bajo coeficiente de rozamiento o con materiales considerados “autolubricantes”, en los que su propio desgaste funciona como un agente lubricante. Los materiales más comunes son el bronce fosforoso (bronce con 0,1 a 0,5% de fósforo), metal blanco (Babbitt, una aleación de plomo, estaño, antimonio y cobre) y ciertos plásticos de ingeniería como el PTFE (teflón) o las resinas acetálicas (polioximetileno)

Al tratarse de elementos de bajo costo y fácil reemplazo, se pretende que sean éstos los elementos que se desgastan con el uso, manteniendo a los ejes y las partes fijas prácticamente sin desgaste.

Cojinetes de bolillas y de cilindros

Se trata del otro gran tipo de cojinete, de mayor costo y mejor rendimiento que los bujes, ampliamente usado en todo tipo de mecanismos, tanto de rotación (rodamientos de bolillas, y rodamientos de cilindros, Figura 6) como de desplazamiento lineal (bolillas fijas o recirculantes).



Figura 6: Rodamientos de bolillas y de cilindros típicos

Existen millares de formas y diseños de cojinetes de bolillas o “rulemanes”, como se los designa coloquialmente, pero en general están constituidos por dos pistas concéntricas, de acero muy duro, separadas por un conjunto de bolillas, también de acero, que encajan perfectamente entre ambas. La pista interior se monta solidaria con el eje y la pista exterior se empotra en el soporte o carcasa que sostiene el conjunto.

Habitualmente se monta uno de estos rodamientos en cada extremo del eje, de modo que el eje queda firmemente sostenido en su posición, sin posibilidad de desplazarse hacia adelante, atrás o los lados, pero puede girar con gran facilidad y muy bajo rozamiento (1 grado de libertad), debido a la acción de las bolillas (Figura 7).



Figura 7: Eje montado con rodamientos de bolillas

En el caso de ejes que deban desplazarse linealmente (adelante-atrás, con o sin giro, según el caso) se utilizan cojinetes lineales, en los que las bolillas se ubican longitudinalmente con respecto al eje, tanto en forma de múltiples líneas paralelas (Figura 8), como en un único canal sinusoidal interno, que permite que las bolillas se desplacen internamente, circulando por ese canal.

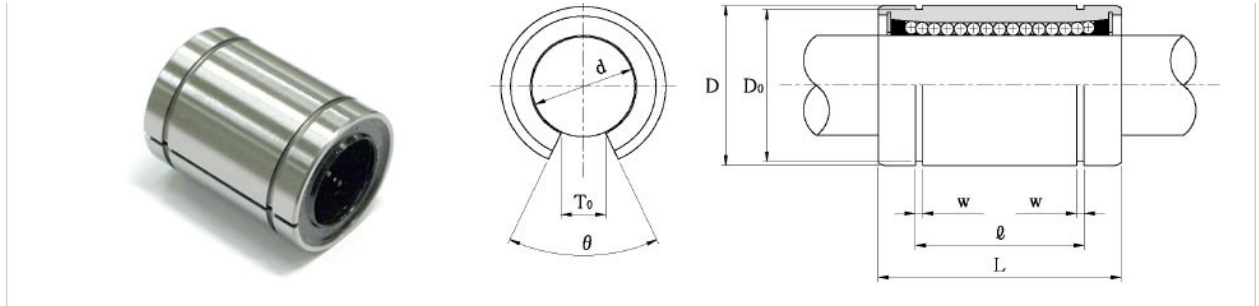


Figura 8: Rodamiento lineal de bolillas en líneas paralelas.

Esto último se conoce como rodamiento de bolillas recirculantes (Figura 9, izquierda) y minimiza aún mas el rozamiento entre el eje y el soporte externo.

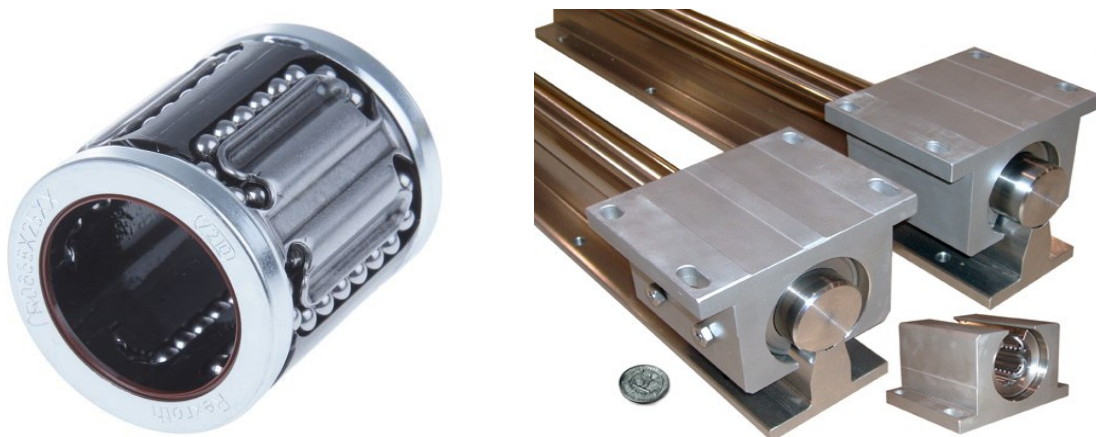


Figura 9: Cojinete de bolillas recirculantes (izquierda) y cojinete abierto (derecha). Este último, montado sobre el eje adecuado, restringe estrictamente el giro, permitiendo solo un grado de libertad

Existen múltiples otros modelos de cojinetes de desplazamiento lineal, incluyendo el de la Figura 9, a la derecha, que solo permite el desplazamiento hacia adelante y atrás, restringiendo por su cuenta totalmente el giro, como si se tratara de una bancada prismática.

Otro caso es el de los rodamientos que hacen las veces de “tuerca” de un tornillo diseñado especialmente (Figura 10). Las bolillas cumplen la función hilos de rosca de esa tuerca, que se desplaza linealmente cuando el tornillo gira. Esto permite un ajuste muy firme entre tornillo y tuerca, lográndose mucha precisión en el movimiento, con muy bajo o nulo *backlash*, sin incrementar el rozamiento.



Figura 10: Vista del interior de un rodamiento a bolillas recirculantes para tornillo

Resortes

Un resorte es un elemento basado en la capacidad de recuperar la forma de una pieza, o material (elasticidad), diseñado de forma que pueda almacenar energía mecánica.

Las forma más común de resorte es el de tipo helicoidal: un alambre usualmente de acero, arrollado en varias vueltas alrededor de una forma cilíndrica.

Según el tipo de esfuerzo al que deban trabajar, los resortes pueden ser de Tracción, (Figura 11) o de Compresión (Figura 12)



Figura 11: Resorte helicoidal de tracción o estiramiento

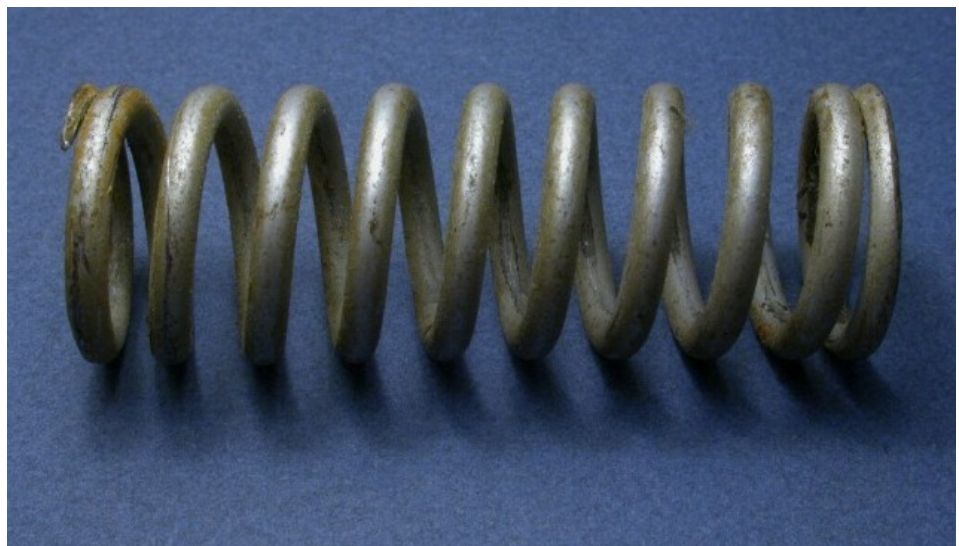


Figura 12: Resorte helicoidal de compresión

Cuando se aplica una fuerza a un resorte, este se deforma, ejerciendo gracias a su elasticidad, una fuerza de reacción de sentido contrario a la fuerza que lo deformó. Manteniendo el resorte deformado por acción de una traba u otro mecanismo similar, se tiene una energía acumulada, denominada Energía potencia elástica. Es posible recuperar luego esa fuerza o energía, liberando en forma parcial o total la traba que sostiene al resorte.

Ley de Hooke

En forma simplificada, puede decirse que la fuerza que es capaz de ejercer un resorte cuando se lo libera es proporcional a la deformación que ha sufrido. Esto se expresa en la denominada Ley de Hooke, con la siguiente expresión:

$$\vec{F} = -k \vec{x}$$

Donde F es el vector Fuerza, x el vector desplazamiento y k la constante de elasticidad del resorte, que depende del material con que está construido, la cantidad de espiras que tiene, la separación entre cada una de ellas y la sección del alambre. Nótese el signo negativo, indicador de que la Fuerza de recuperación tendrá dirección contraria al vector que indica el desplazamiento que ha sufrido el resorte al deformarse.

En general la constante de elasticidad se expresa en Newton / metros, de modo que si se mide el desplazamiento en metros, se obtendrá el valor de la fuerza en Newtons.

Otros tipos de resortes

Además de los más comunes resorte helicoidales de tracción y compresión, existen otros tipos de resorte como los de torsión que pueden ofrecer un par de rotación o torque (Figura 13) y los de flexión, como las barras de elásticos de suspensión de muchos tipos de vehículo. (Figura 14)



*Figura 13:
Broche de ropa
acionado por un
resorte de torsión*



*Figura 14: Paquete
de hojas de elástico
de suspensión de un
vehículo a motor*

Trinquete

Es un mecanismo que permite el giro de una rueda en un solo sentido, bloqueando el giro en sentido contrario. Una aplicación típica es la del piñon fijo de la bicicleta, o el mecanismos de regulación de altura de las parrillas.

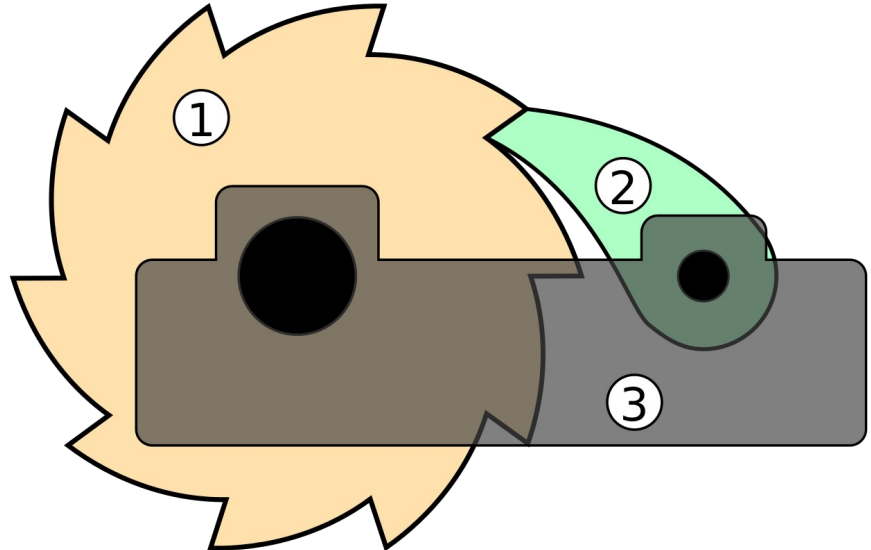


Figura 15: Mecanismo de trinquete. La rueda (1) puede girar libremente en sentido positivo (contrario a las agujas del reloj), pero el gatillo (2) bloquea su giro en el sentido negativo.

Acoplamiento

Son dispositivos que permiten conectar un eje motor con uno conducido. Los más simples son una pieza cilíndrica, perforada de manera que en cada extremo se pueda encajar uno de los ejes.



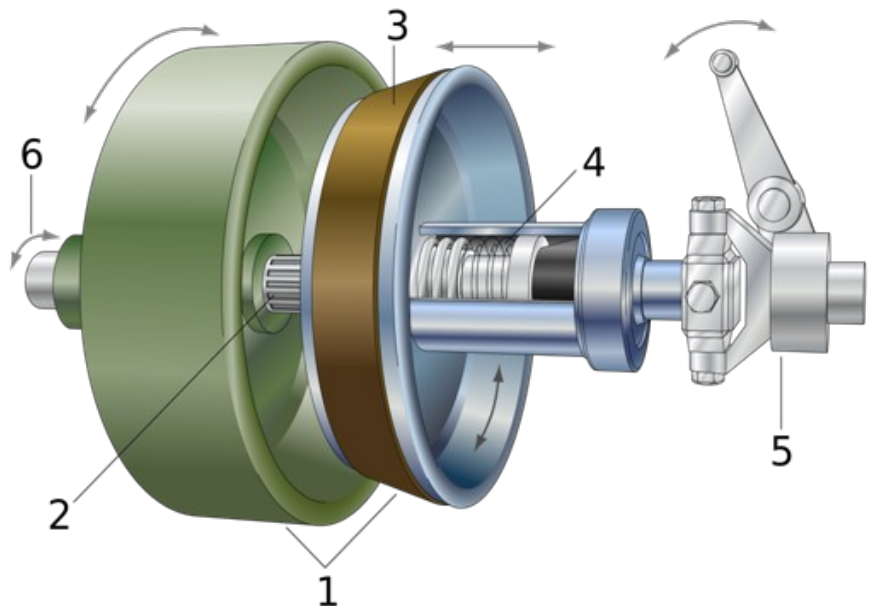
Figura 16: Diferentes tipos de Acoples: Fijo (1), flexible mecanizado (2) y flexibles con elastómero (3 y 4)

Sirven además para adaptar ejes de diámetros distintos y en el caso de los acoplos flexibles, compensan automáticamente pequeñas desalineaciones entre ambos ejes a la vez que minimizan la transmisión de vibraciones.

Embrague

Es un tipo de acoplamiento mecánico utilizado para conectar/desconectar a voluntad el eje conductor del eje conducido, con el fin de detener temporalmente el movimiento de salida de un mecanismo, sin detener el motor.

Figura 17: Embrague de fricción. Cuando el cono celeste es empujado por la palanca (5) y la banda de fricción (3) hace contacto con la campana verde, la arrastra y el movimiento permanente del eje (4) es transmitido al eje de salida (6).
Moviendo la palanca hacia el lado contrario, el mecanismo se desacopla y el eje de salida deja de girar, sin necesidad de detener el eje (4).



Existen muchas formas de acoplar mecanismos, siendo las más usuales los embragues de fricción (Figura 17), los de tipo centrífugo que acoplan cuando el eje alcanza cierta velocidad, y los de tipo electromagnético que acoplan mediante la acción de un electroimán.

Frenos

Son mecanismos diseñados para detener rápidamente el giro de un eje u otro movimiento, mediante la aplicación de una fuerza de rozamiento que permita disipar la energía mecánica mediante calor. Su accionamiento suele ser hidráulico o neumático, mediante un pedal

