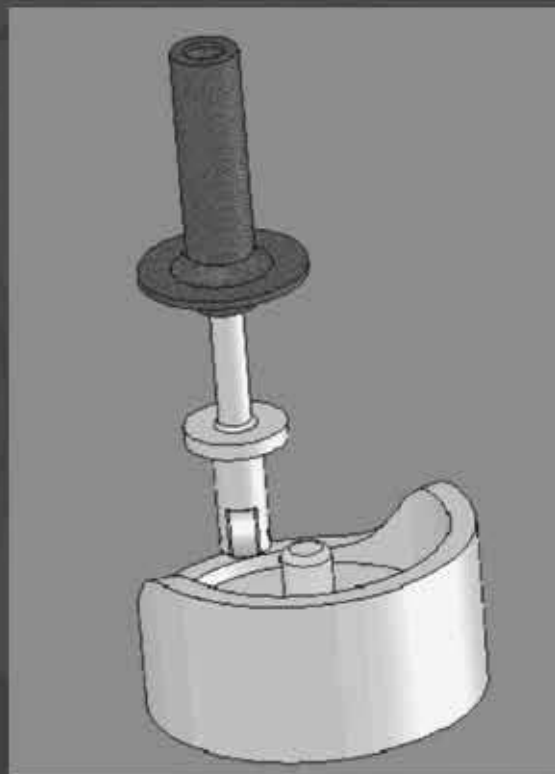


MÁQUINAS Y MECANISMOS

Implementación con
Wolfram Mathematica



José F. Olmedo S.
Jaime F. Echeverría Y.



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Máquinas y mecanismos, implementación con Wolfram Mathematica

José F. Olmedo S. y Jaime F. Echeverría Y.

Primera edición electrónica. Octubre de 2018

ISBN: 978-9942-765-41-3

Revisión científica: Christian Edmundo León Cárdenas y Jorge Isaías Caicedo Reyes

Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE

Crnl. Ing. Ramiro Pazmiño O.

Rector

Publicación autorizada por:

Comisión Editorial de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE

Cpnv. Hugo Pérez

Presidente

Edición y producción

David Andrade Aguirre

daa06@yahoo.es

Diseño

Pablo Zavala A.

Derechos reservados. Se prohíbe la reproducción de esta obra por cualquier medio impreso, reprográfico o electrónico.

El contenido, uso de fotografías, gráficos, cuadros, tablas y referencias es de **exclusiva responsabilidad del autor.**

Los derechos de esta edición electrónica son de la **Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE**, para consulta de profesores y estudiantes de la universidad e investigadores en: <http://www.repositorio.espe.edu.ec>.

Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE

Av. General Rumiñahui s/n, Sangolquí, Ecuador.

<http://www.espe.edu.ec>

MÁQUINAS Y MECANISMOS

Implementación con Wolfram Mathematica

José F. Olmedo S.
Jaime F. Echeverría Y.

Dedicatoria

Dedicamos este manual a todos los estudiantes que pasaron por las aulas del DECEM y que constituyen la razón de nuestro quehacer diario.

Resumen

Los mecanismos constituyen la parte medular de las máquinas, que son parte inherente de nuestra civilización y que nos proveen innumerables bienes y servicios. Este libro no pretende substituir a la excelente literatura que sobre el tema está muy difundida, literatura que el estudiante de la asignatura de mecanismos está obligado a revisar en la tranquilidad de su casa o en la biblioteca, donde podrá revisar los temas con mayor profundidad.

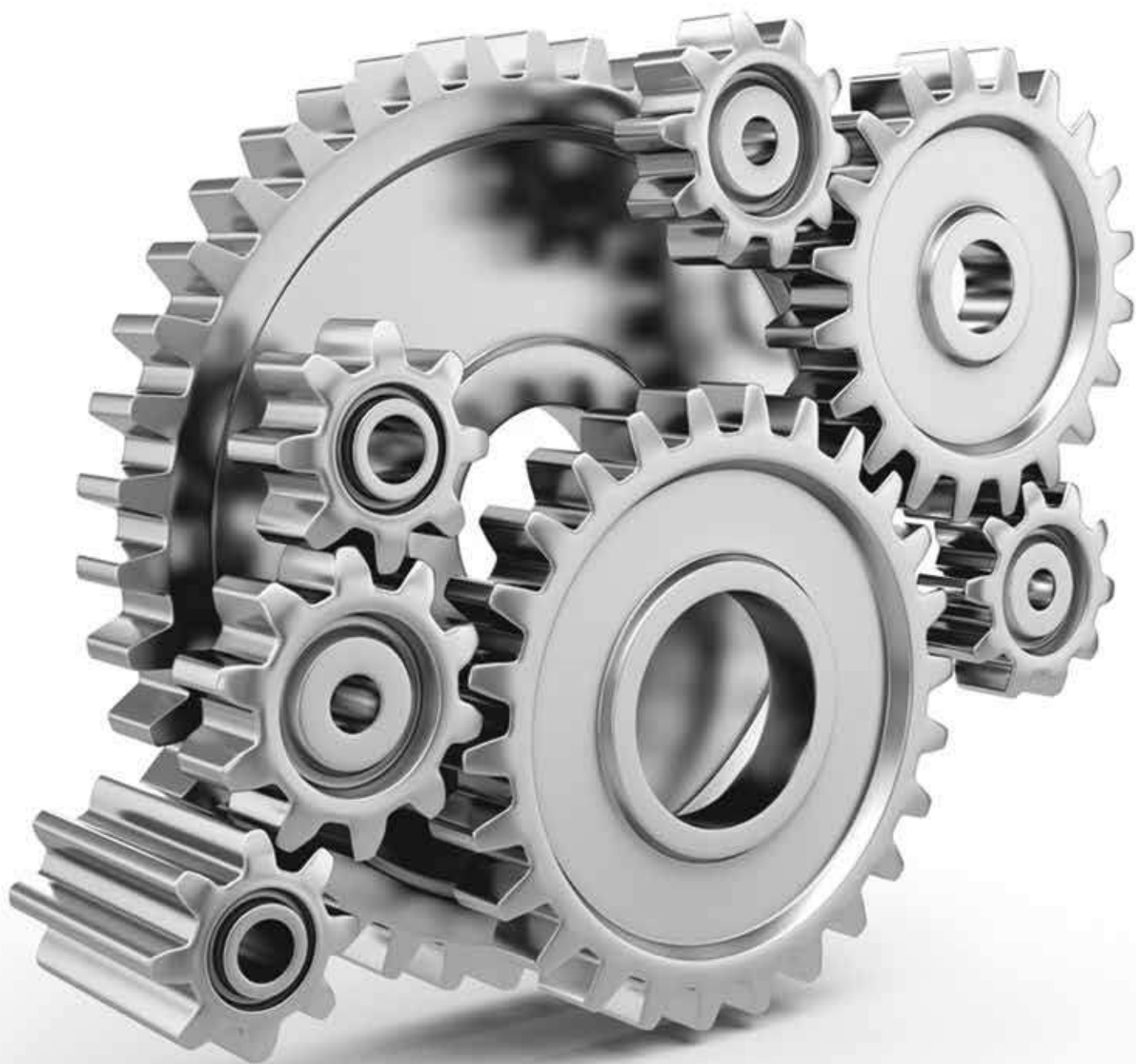
El presente libro está concebido para ser utilizado en el aula de clase donde junto con los modelos desarrollados en el laboratorio y los programas disponibles serán las herramientas para llevar a cabo el proceso de enseñanza aprendizaje de la asignatura, de la mejor manera posible.

La utilización del software Wolfram Mathematica y de pequeños programas del mismo lenguaje embebidos dentro del texto suponen una gran ventaja pedagógica ya que permiten al estudiante explorar rápidamente el comportamiento de cualquier eslabonamiento. Los efectos que producen las variaciones de las longitudes de los eslabones o relaciones de los mismos, velocidades y aceleraciones lineales o angulares del eslabón de entrada y los parámetros inerciales en el comportamiento de un mecanismo son fácilmente examinados con la herramienta manipular. A si mismo partiendo de un mecanismo conocido se puede fácilmente establecer nuevas aplicaciones que redundara en estimular la creatividad del estudiante, a la par que se incentiva la aplicación del programa en otras asignaturas.

El programa Wolfram Mathematica con sus gráficos dinámicos constituye una verdadera revolución en el campo de la computación técnica y sin lugar a dudas su aplicación en el presente texto ha sido bastante provechosa.

Adicionalmente se ha hecho acopio de modelos, tesis e investigaciones que sobre el campo de los mecanismos se han venido ejecutando durante más de 20 años de docencia en esta rama fantástica de la ingeniería.

Para el presente trabajo nos inspiramos en el mejor libro de mecanismos conocido actualmente que es el libro de diseño de maquinaria de Robert L. Norton, texto que cambió radicalmente la visión de la enseñanza de esta asignatura.



CAPÍTULO 1

MECANISMOS

1. - INTRODUCCIÓN

1.1 OBJETIVO:

En la era tecnológica actual las máquinas y los mecanismos que las componen, son un pilar fundamental sobre el que se apoya la actividad industrial del ser humano. El empleo de máquinas y mecanismos es una necesidad extendida e inevitable, razón por la cual se precisa una cada vez mayor y mejor formación de técnicos e ingenieros sin importar su especialidad, en esta área (Roque Alejandro Calero Pérez, 1999).

1.2 TEORÍA DE LOS MECANISMOS Y LAS MAQUINAS:

Un sistema mecánico está compuesto de multitud de elementos que se conjugan entre sí para generar movimientos determinados. La teoría de los mecanismos y las máquinas es una ciencia aplicada que sirve para comprender las relaciones causa efecto entre los componentes mecánicos y los movimientos producidos en una máquina o mecanismo.

1.3 MAQUINA:

En la era tecnológica actual, las máquinas se encuentra omnipresente en todas las actividades del ser humano, desde las utilizadas en la vida cotidiana hasta en el quehacer de todos los sectores productivos como la agricultura, ganadería, minería, alimentación, siderometalúrgica, electricidad, obras públicas, etc., pasando por el sector servicios, incluyendo los de formación. Se puede definir el término máquina como una combinación de cuerpos resistentes, móviles o fijos, en los cuales la energía de ciertas sustancias (vapor, agua, combustible) o la energía eléctrica, se convierte en energía mecánica, que es encauzada para realizar un trabajo útil. (Figura 1.1) (Nieto, 1978)

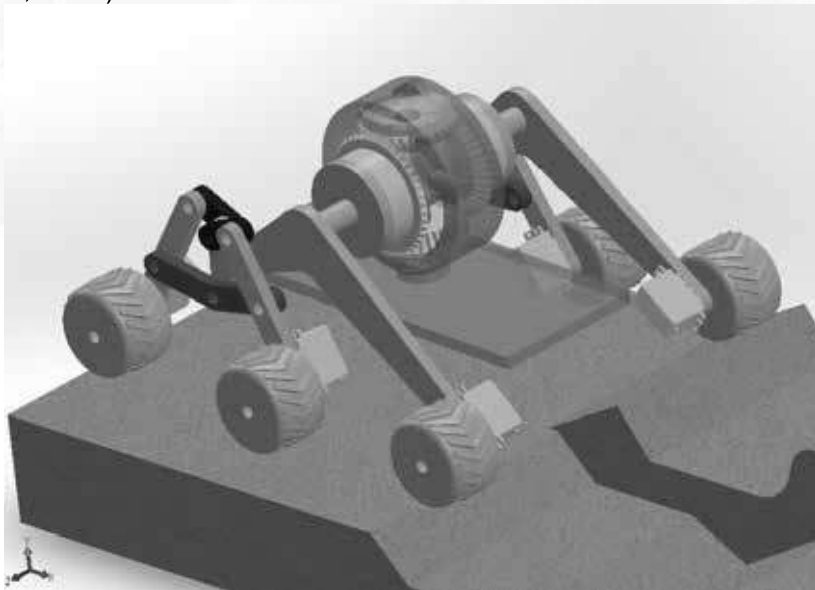


Figura 1.1. Aplicación de un diferencial en el control de los eslabones del vehículo

1.4 CLASIFICACIÓN DE LA CIENCIA DE LOS MECANISMOS:

La ciencia de los mecanismos desde el punto de vista pedagógico se divide en dos temáticas: **El Análisis y la Síntesis.**

1.4.1 EL ANALISIS

Análisis no es otra cosa que evaluar un mecanismo existente o propuesto para determinar los parámetros de diseño con el fin último de calcular la resistencia de sus elementos. El problema de evaluar un mecanismo se plantea del siguiente modo: Dado un mecanismo (número de miembros, número de pares (uniones) y dimensiones de los miembros) y conocida la velocidad de entrada del elemento conducido, determinar el estado de movimiento (trayectorias, velocidades y aceleraciones) del miembro de salida y de todos los demás que sean necesarios. ¿Que se evalúa?

Posición y Movimiento: Son importantes si el mecanismo ha de cumplir un propósito previsto o si el mecanismo deberá moverse en un espacio limitado. Para hacer un análisis de posición se puede utilizar **instrumentos de dibujo, álgebra compleja o software multicuerpo como el Working Model 2D.**

Velocidad: Es importante por cuanto ella afecta el rozamiento, el desgaste, el impacto, la aceleración, tiene aplicación directa para determinar la ventaja mecánica. Se utiliza la **cinemática.**

Aceleración: Es de interés por los esfuerzos que da lugar en las piezas de los mecanismos. Se utiliza la **cinemática.**

Fuerzas estáticas: Son importantes en los mecanismos que se desplazan lentamente como es el caso de una grúa, una herramienta, un sistema de cierre, etc. Se utiliza los elementos de la **estática.**

Fuerzas dinámicas: Son importantes en los mecanismos que se mueven a alta velocidad por ejemplo motores de combustión interna, maquinas herramientas, maquinaria textil. Se utilizan las herramientas de la **cinética.**

1.4.2 LA SINTESIS

En este caso se plantean requisitos y restricciones y se pide generar el mecanismo. La síntesis es un proceso creativo mientras que el análisis evalúa.

1.5 MECANISMO:

Es la combinación de cuerpos conectados por medio de articulaciones móviles para formar una cadena cinemática cerrada con un eslabón fijo y cuyo propósito es transformar el movimiento de un modo propuesto. El mecanismo fundamental para iniciar el conocimiento de mecanismos es el eslabonamiento de cuatro barras, que consta de los siguientes elementos, ver figura 1.2.

Eslabón Bastidor o Tierra	(1)
Eslabón de entrada, impulsor o manivela	(2)
Eslabón de salida, seguidor, balancín	(4)
Eslabón Acoplador o Biela	(3)

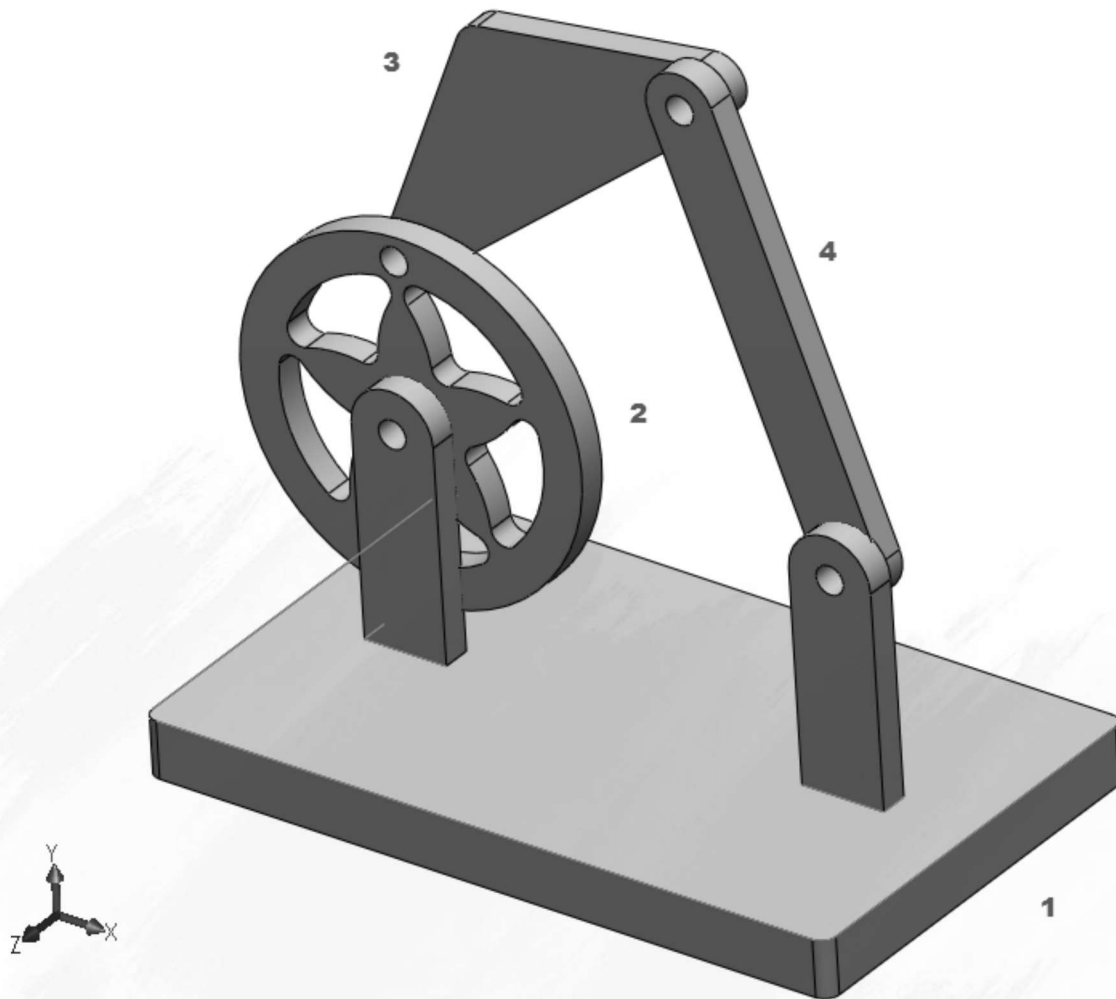


Figura 1.2. Mecanismo de cuatro barras

1.6 ANALISIS TOPOLÓGICO DE MECANISMOS

El estudio topológico de los mecanismos engloba los aspectos de su configuración geométrica

1.6.1 ESLABÓN O BARRA:

Se llama así a cada uno de los elementos que forman los sistemas mecánicos, existen los siguientes tipos de barras:

- **CUERPO SÓLIDO RÍGIDO:**

Son los eslabones rígidos de los cuales están constituidos los mecanismos, pero también se incluyen a las levas y ruedas dentadas (Nieto, 1978). Los eslabones se dividen en eslabones binarios, ternarios, cuaternarios, etc. Ver figura 1.3

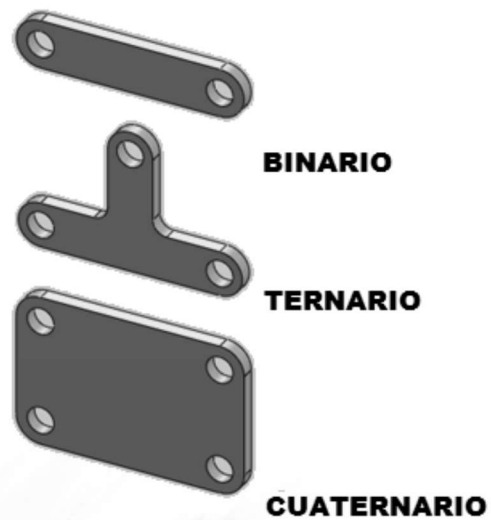


Figura 1.3. Eslabón rígido

- **CUERPO SÓLIDO UNIRRÍGIDO:**

Ejemplos: Correas, cables, bandas, cadenas, como órganos motrices principales. (Figura 1.4)



Figura 1.4. a) Elevador electrohidráulico a base de cables y poleas b) Polipasto

- **ELEMENTOS ELASTICOS :**

Ejemplos: resortes, ballestas, barras flexibles. En la figura 1.5 se observa un martinete de resorte donde un eslabón del mecanismo es un paquete de resorte. Se emplea este martillo para trabajos ligeros de forja

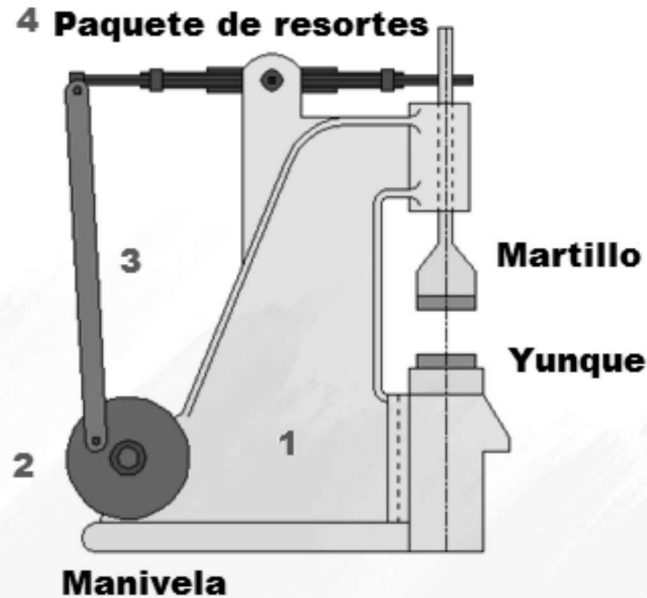


Figura 1.5. Martinete de resorte

1.6.2 CADENA CINEMATICA

Es la conexión de varios eslabones por medio de articulaciones o pares cinemáticos. Si los eslabones forman un circuito cerrado se tiene una **cadena cerrada**. De no ser así corresponde a una **cadena cinemática abierta** por ejemplo. Una retroexcavadora figura 1.6b, un brazo mecánico robot figura 1.6a, un brazo humano, los cuales son sistemas reconfigurables.



a) Brazo robótico



b) Retroexcavadora

Figura 1.6. Ejemplos de cadena abierta¹

1.6.3 PAR CINEMÁTICO

¹ a) Laboratorio Robótica, ESPE, Sangolquí, b) <https://es.dreamstime.com/imagen-de-archivo-retroexcavadoras->

Se llama así a la unión de dos barras, de forma que estas presenten un movimiento relativo de unas determinadas características debido a la constricción que impone esta unión (Norton, 2004).

Los pares se dividen en inferiores y superiores de acuerdo a la superficie de contacto entre los dos miembros que constituyen el par:

- **PARES INFERIORES O DE CONTACTO SUPERFICIAL:**

Los elementos del par hacen contacto en una superficie como es el caso de una articulación de pasador tabla 1.1.







Nombre	Grados de libertad	Ejemplo
Par o junta de rotación	1	
Par prismático	1	
Par cilíndrico	2	
Par de rótula	3	
Par plano	3	
Par helicoidal o tornillo	1	

Tabla 1.1. Pares inferiores

- **PARES SUPERIORES O DE CONTACTO LINEAL O PUNTUAL:**

Los elementos del par hacen contacto en una línea. Ejemplos: Dientes de engranajes acoplados, Una leva que hace contacto en un rodillo figura 1.8.

Nombre	Grados de libertad	Ejemplo
Pasador en ranura	2	
Par de leva	2	

Tabla 1.2. Pares superiores

1.7 CLASIFICACIÓN DE LOS MECANISMOS:

En la literatura existente diferentes criterios para clasificar a los mecanismos, sin embargo el más apropiado desde el punto de vista didáctico es el que toma en cuenta su funcionalidad. Según este punto de vista los mecanismos se clasifican en dos grupos:

1.7.1 MECANISMOS TRANSMISORES DE MOVIMIENTO

Los mecanismos de transmisión se encargan de transmitir movimientos de giro entre ejes. Están formados por un árbol motor (conductor), un árbol resistente (conducido) y otros elementos intermedios, que dependen del mecanismo particular.

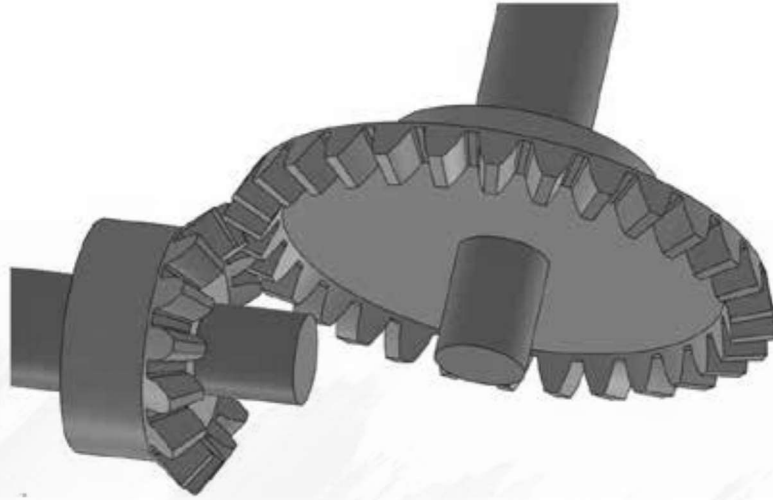


Figura 1.7. Transmisión engranes cónicos

1.7.2 MECANISMOS TRANSFORMADORES DE MOVIMIENTO

- **MECANISMO GENERADOR DE FUNCION**

Un generador de función es un eslabonamiento en el que el movimiento relativo (o fuerzas) entre eslabones conectados a **tierra** es de interés. La figura 1.9 es un eslabonamiento impulsor para un aspersor rotativo para césped que es ajustable para variar el ángulo de rotación de la cabeza del aspersor.



Figura 1.8. Transmisión engranes cónicos

Otro ejemplo es el mecanismo de dirección con su configuración de Ackerman que compensa el ángulo de giro del volante, la salida de la función es la rotación de las ruedas



Figura 1.9. Mecanismo de dirección Ackerman²

- **MECANISMO GENERADOR DE TRAYECTORIA**

En la generación de trayectoria interesa el trayecto en el plano de un punto trazador del eslabón acoplador. La grúa de amantillado a nivel (figura 1.10) es un eslabonamiento que genera aproximadamente un movimiento de línea recta del punto trazador. Las grúas de este tipo tienen una capacidad de 50 toneladas y un desplazamiento de cerca de 9 m de carga.



Figura 1.10. Grúa Lemniscata³

² <http://www.mekanizmalar.com>

³ <http://www.kranunion.de/nc/en/ardelt/products>