



1

Capítulo 2 Fundamentos Cinemáticos

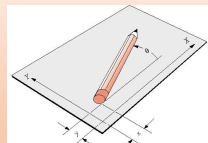
Todas las figuras fueron tomadas del libro Diseño de Maquinaria,
3rd ed. Robert Norton 2003

2

2.1 Grados de libertad (DOF) o Movilidad

- ▶ GDL: Número de **parámetros independientes** (mediciones) necesarios para definir de forma exclusiva la posición de un sistema en el espacio en cualquier instante de tiempo.

- Cuerpo rígido en el plano tiene 3 DOF: x, y, θ
- Cuerpo rígido en el espacio tiene 6 DOF (3 traslación & 3 rotación)

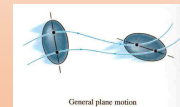


3

3

2.2 Tipos de Movimiento

- ▶ **Rotación pura:** el cuerpo posee un punto (centro de rotación) que no tiene movimiento con respecto al marco de referencia "estacionario". Todos los demás puntos se mueven en arcos circulares.
- ▶ **Traslación pura:** Todos los puntos del cuerpo describen caminos paralelos (curvilíneos o rectilíneos).
- ▶ **Movimiento complejo:** Una combinación simultánea de rotación y traslación.



4

4

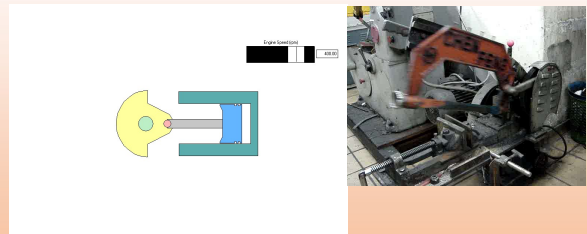
Retroexcavadora



5

5

Mecanismo de manivela deslizante

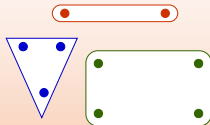


6

6

2.3 Eslabones, juntas y cadenas cinemáticas.

- ▶ Eslabón: miembro rígido que tiene nodos
- ▶ Nodo: puntos de fijación
 - ▶ Eslabón binario: 2 nodos
 - ▶ Eslabón ternario: 3 nodos
 - ▶ Eslabón quaternario: 4 nodos
- ▶ Junta: conexión entre dos o más enlaces (en sus nodos) que permite el movimiento
 - ▶ Clasificado por tipo de contacto, número de DOF (GDL), tipo de cierre físico o número de enlaces unidos

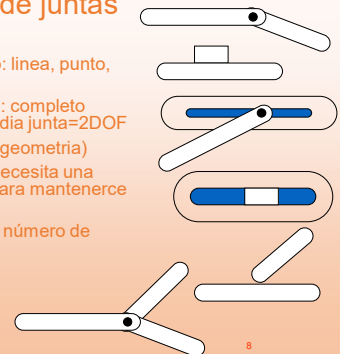


7

7

Clasificación de juntas

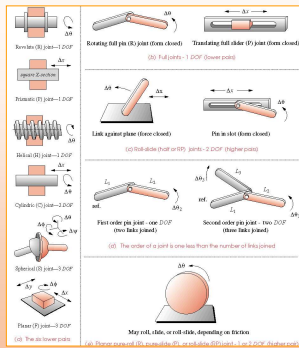
- ▶ Tipo de contacto: línea, punto, superficie
- ▶ Número de DOF: completo
junta=1DOF, media junta=2DOF
- ▶ **Forma cerrada**(geometría)
- ▶ **Force closed** (necesita una fuerza externa para mantenerse cerrada)
- ▶ Orden de junta= número de eslabones -1



8

8

Tipos de juntas



9

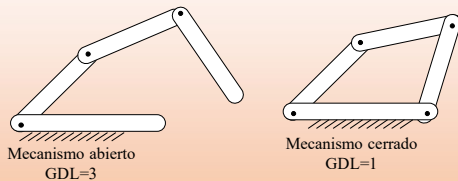
Cadenas cinemáticas, mecanismos, máquinas, clasificación de eslabones.

- Cadena cinemática: Un ensamble de eslabones y juntas interconectados para producir movimiento
- Mecanismo: cadena cinemática fijada
- Máquina: mecanismo diseñado para hacer el trabajo
- Clasificación de eslabones:
 - Tierra: fijado con respecto al marco de referencia.
 - Manivela: pivotada a tierra, realiza una revolución completa
 - Balancín: pivotado a tierra, eslabón que tiene rotación oscilatoria (de vaivén)
 - Acoplador (biela): eslabón que tiene movimiento complejo, no pivotado a tierra

10

Determinación del grado de libertad o movilidad

- Para mecanismos simples, calcular DOF es simple



11

11

Determinación del grado de libertad

Dos eslabones desconectados:
 $GDL = 6$
 (cada eslabón tiene 3 GDL)

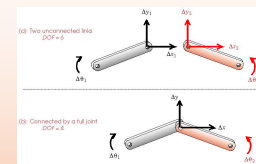
Conectados por una junta completa : $GDL = 4$
 (cada junta completa elimina 2 GDL)

Ecuación de Gruebler para mecanismos planar: $GDL = 3L - 2J - 3G$
 donde:

L: número de eslabones

J: número de juntas

G: número de eslabones conectados a tierra



12

12

2.4 Determinando los GDL

- La ecuación de Gruebler para mecanismos planos
 $M = 3L - 2J - 3G$
- donde
M = grado de libertad o movilidad
L = número de eslabones
J = número de juntas de 1 GDL (medias articulaciones cuentan como 0.5)
G = número de enlaces a tierra = 1

$$M = 3(L - 1) - 2J$$

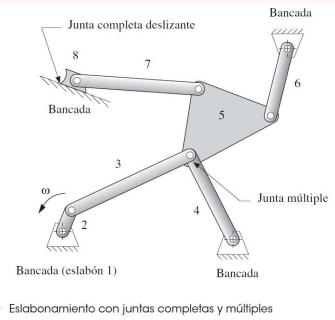
13

13

Ejemplo

Nota:
No hay juntas
rodantes y
deslizantes
(semijuntas)
en este
eslabonamiento

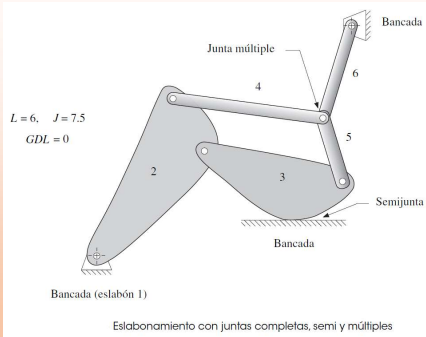
$L = 8, \quad J = 10$
 $GDL = 1$



14

14

Ejemplo



15

15

2.5 Mecanismos, estructuras y estructuras precargadas

- Mecanismo: $GDL > 0$
- Estructura: $GDL = 0$
- Estructuras precargadas – $GDL < 0$, puede requerir fuerza para ensamblar



16

16

2.7 Paradojas

- El criterio de Gruebler no incluye geometría, por lo que puede dar una predicción incorrecta
- Debemos usar inspección



17

17

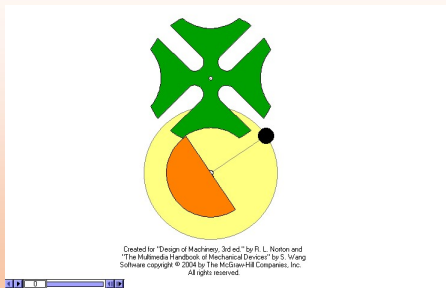
2.10 Movimiento intermitente

- Serie de movimientos y detenciones
- Tiempo de espera: sin movimiento de salida con movimiento de entrada
- Ejemplos: mecanismo de Ginebra, mecanismo lineal de Ginebra, rueda y trinquete

18

18

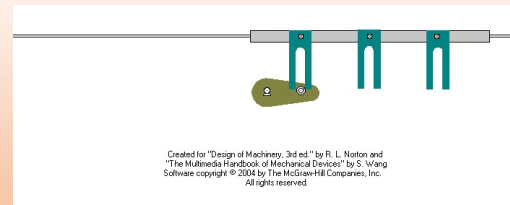
Mecanismo de Ginebra



19

19

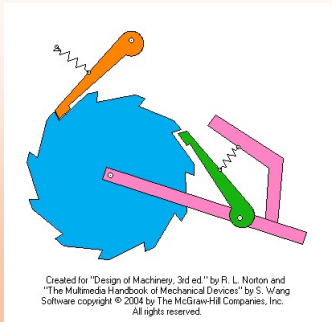
Mecanismo de Ginebra lineal



20

20

Rueda y trinquete



21

Mecanismo de cuatro barras

- Dos barras tienen -1 grados de libertad (estructura de precarga)
- Tres barras tienen 0 grados de libertad (estructura)
- Cuatro barras tienen 1 grado de libertad
- El eslabonamiento de cuatro barras es el mecanismo articulado por clavija más simple posible para un solo grado de libertad de movimiento controlado

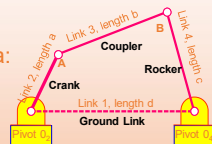


22

22

Nomenclatura de 4 barras

- Eslabón tierra
- Eslabones pivotados a tierra:
 - Manivela
 - Balancín
- Acoplador



23

23

¿Dónde verías los mecanismos de 4 barras?

24

24

Cizalla de chapa (taller mecánico)



25

25

Mecanismo de puerta (laboratorio ACMV)



26

26

Retroexcavadora



27

27

Freno de una silla de ruedas



Sofá plegable



28

28

Inversiones

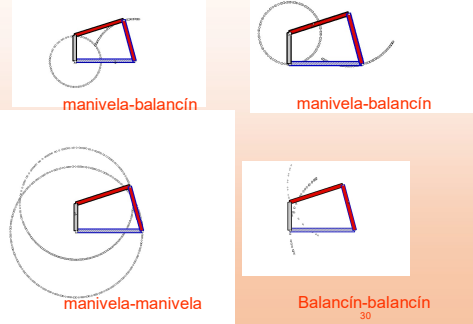
- Creado al adjuntar diferentes enlaces a tierra
- Comportamiento diferente para diferentes inversiones.



29

29

Inversiones de un mecanismo de 4 barras



30

30

2.12 La condición de grashof

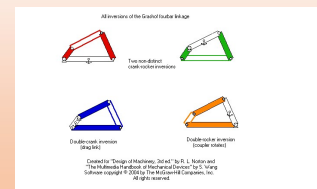
- La condición de Grashof predice el comportamiento del enlace basado solo en la longitud de los enlaces
 - S =longitud del eslabón más corto
 - L =longitud del eslabón más largo
 - P, Q =longitud de los 2 eslabones restantes
- Si $S+L \leq P+Q$ el eslabón es Grashof: al menos un eslabón es capaz de hacer una revolución completa
- De lo contrario, el eslabón no es Grashof: ningún eslabón es capaz de hacer una revolución completa

31

31

Para $S+L < P+Q$

- Manivela balancín si cualquiera de los enlaces adyacentes al más corto está conectado a tierra
- Doble manivela si el enlace más corto está conectado a tierra
- Doble balancín si el enlace opuesto al más corto está conectado a tierra

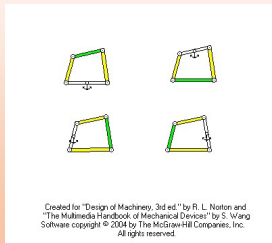


32

32

Para $S+L>P+Q$

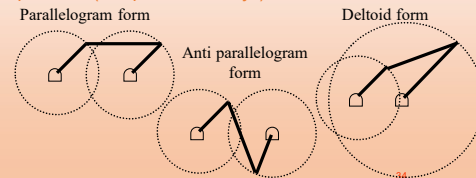
- ▶ Todas las inversiones serán dobles balancines.
- ▶ Ningún eslabón puede rotar completamente



33

Para $S+L=P+Q$ (Caso especial de Grashof)

- ▶ Todas las inversiones serán bielas o balancines
- ▶ El eslabón puede formar paralelogramo o antiparalelogramo
- ▶ A menudo se usa para mantener el acoplador paralelo (máquina de dibujo)



34

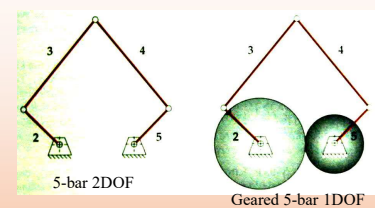
Problemas con Grashof especial

- Todas las inversiones tienen puntos de cambio dos veces por revolución de la manivela de entrada cuando todos los eslabones se vuelven colineales
- El comportamiento en los puntos de cambio es indeterminado.

35

35

2.13 Eslabones de más de 4 barras.



- Proporcionar movimiento más complejo.
- Vea los mecanismos de seis barras de Watt y de seis barras de Stephenson en el libro de texto

36

36

Enlaces de más de 4 barras.

Volvo 740 Hood



37

Volvo 740 Capó



38

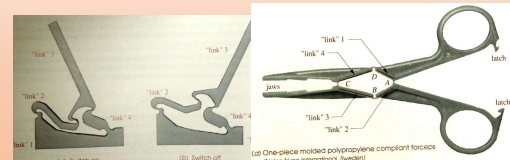
Bisagra de Gabinete



39

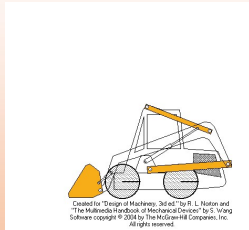
2.15 Mecanismos flexibles

- ▶ El "eslabón" compatible capaz de una desviación significativa actúa como una articulación
- ▶ También se llama "bisagra viva"
- ▶ Ventaja: simplicidad, sin montaje, poca fricción



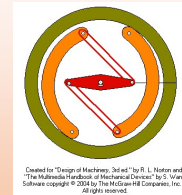
40

Más ejemplos: tractor frontal



41

Freno de tambor



42

Mecanismos - 7125

GRUPO 4II131

Universidad Tecnológica de Panama,
Centro Regional de Veraguas,
Facultad de Ingeniería Mecánica
I Semester - 2020
Deyka Garcia, PhD

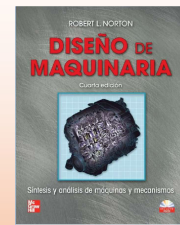
deyka.garcia@utp.ac.pa

<https://virtual.utp.ac.pa/moodle>

<https://teams.microsoft.com/>

43

DISEÑO DE MAQUINARIA
Síntesis y análisis de máquinas y
mecanismos Cuarta edición,
Robert L. Norton,
Worcester Polytechnic
Institute Worcester, Massachusetts
ISBN 978-970-10-6884-7
ISBN 0-07-312158-4



https://www.academia.edu/32100892/Dise%C3%B1o_de_Maquinaria_NORTON_4ta_Ed

44

Materiales opcionales del curso

Mechanisms and Dynamics of Machinery, Hamilton Horth Mabie, and Charles F. Reinholtz, 4ta edición, John Wiley & Sons, 1987.	
Kinematics and Dynamics of Machinery, 5th Edition, Robert L. Norton, McGraw-Hill, 2009	
Theory of Machines and Mechanisms, John Uicker, Gordon Pennock, and Joseph Shigley, 4rd edition, 2010.	
Kinematics and Dynamic of Machinery, Charles E. Wilson y J. Peter Sadler, 3rd edition.	
Kinematics, Dynamics, and Design of Machinery, K.J. Waldron and G. L. Kinzel, 2nd edition, John Wiley & Sons, 2003.	