

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA, UNIDAD AZCAPOTZALCO,
DIVISIÓN DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA**

LABORATORIO DE MECANISMOS TRIMESTRE _____

PRÁCTICA 1.

1. NOMBRE Y CARRERA:

2. NOMBRE DE LA PRÁCTICA: Ley de Grashof.

3. MATERIAL Y ARCHIVOS: Eslabones y elementos de ensamble físicos.

ARCHIVOS:

- Libro de Texto de Mecanismos P1.doc
- Mecanismo de cuatro eslabones RRRR E 1.ipt
- Mecanismo de cuatro eslabones RRRR E 2.ipt
- Mecanismo de cuatro eslabones RRRR E 3.ipt
- Mecanismo de cuatro eslabones RRRR E 4.ipt
- Mecanismo de cuatro eslabones RRRRp.iam
- Mecanismo de cuatro eslabones RRRRs.iam
- Mecanismo de cuatro eslabones RRRRt.iam

4. DATOS: Para la cadena de cuatro eslabones; las longitudes cinemáticas de sus eslabones 1, 2, 3 y 4 son, respectivamente, 7, 3, 8 y 6 milímetros. El eslabón 2, forma un ángulo de θ_2 grados con el eje x positivo el cual se variará entre 0 y 360 grados.

5. INTRODUCCIÓN.- En esta práctica se analizará:

- La ley de Grashof con el eslabón de mayor longitud cinemática adyacente al eslabón de menor longitud cinemática, en uno de los lados de éste.
- La ley de Grashof con el eslabón de mayor longitud cinemática adyacente al eslabón de menor longitud cinemática, en el otro de los lados de éste.
- La ley de Grashof con el eslabón de mayor longitud cinemática opuesto al eslabón de menor longitud cinemática.

6. **OBJETIVO.**- Al final de la práctica el alumno será capaz de analizar cualitativa y cuantitativamente la cinemática del mecanismo de cuatro eslabones RRRR desde el punto de vista de la Ley de Grashof.

7. FUNDAMENTO:

Ley de Grashof.

Evidentemente, una de las consideraciones de mayor importancia cuando se diseña un mecanismo a impulsar con un motor, es asegurarse de que el eslabón de entrada sea una manivela, es decir, pueda realizar una revolución completa. Los mecanismos en los que ningún eslabón pueda realizar una revolución completa no serían útiles para estas aplicaciones. Cuando se trata de una cadena cinemática cerrada de cuatro eslabones, existe una prueba muy sencilla para saber si se presenta este caso.

La Ley de Grashof afirma que, “para un eslabonamiento plano de cuatro barras, la suma de las longitudes del eslabón más corto y del eslabón más largo no puede ser mayor que la suma de las longitudes de los eslabones restantes, si se desea que exista una rotación relativa continua entre dos elementos” (Shigley, 1988, p. 18). Esto se ilustra en las figuras 1.1 a 1.4, en donde el eslabón más largo tiene una *longitud l*, el más corto tiene una *longitud s* y los dos restantes tienen *longitudes p* y *q*. Siguiendo esta notación, la Ley de Grashof especifica que uno de los eslabones, en particular el más corto, girará continuamente en relación con los otros tres solo cuando

$$s + l \leq p + q \quad (1.1)$$

Si no se satisface esta desigualdad, ningún eslabón efectuará una revolución completa en relación con otro.

Conviene notar el hecho de que nada en la Ley de Grashof especifica el orden en el que los eslabones se conectan, o cuál de los eslabones de la cadena es el fijo en el

mecanismo de cuatro barras. En consecuencia estamos en libertad de fijar cualquiera de los cuatro que se crea conveniente, de este modo se crean las cuatro inversiones de la cadena cerrada de cuatro barras ilustrado en las figuras 1.1 a 1.4. Las cuatro se ajustan a la Ley de Grashof y en cada una de ellas el eslabón de *longitud s* describe una revolución completa en relación con los otros eslabones. Las diferentes inversiones se distinguen por la **ubicación del eslabón de longitud s en relación con el marco**.

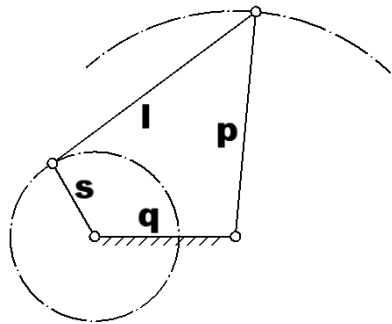


Figura 1.1. Mecanismo manivela oscilador, fijo q. oscilador, fijo l.

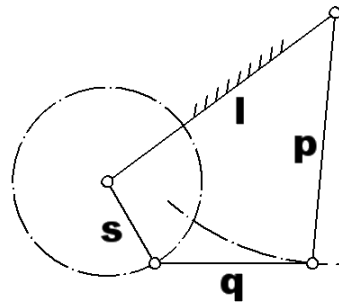


Figura 1.2. Mecanismo manivela

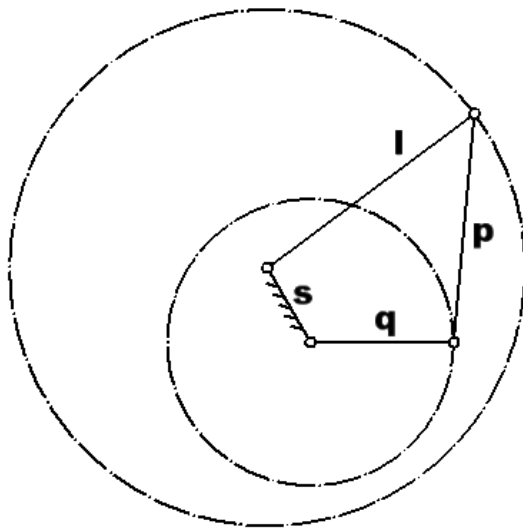


Figura 1.3. Mecanismo de doble manivela oscilador.

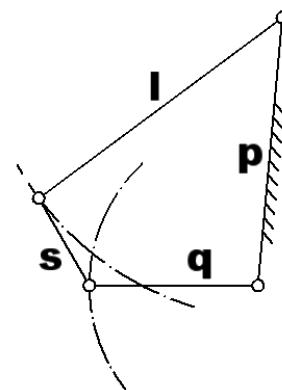


Figura 1.4. Mecanismo de doble

Si el eslabón más corto (de *longitud s*) es adyacente al marco, como se muestra en las figuras 1.1 y 1.2, se obtiene un mecanismo de manivela oscilador. Por supuesto, el eslabón de *longitud s* es la manivela ya que es capaz de girar continuamente, y el eslabón de *longitud p* es el oscilador.

El mecanismo de eslabón de arrastre, llamado también de doble manivela, se obtiene seleccionando al eslabón más corto como el marco. En esta inversión, que se muestra en la figura 1.3, los dos eslabones adyacentes al más corto pueden girar en forma continua revoluciones completas y comúnmente el menor de ellos (en este caso sería el de *longitud q*) es usado como entrada.

Si se elige como marco al eslabón opuesto al de *longitud s*, se obtiene la cuarta inversión, es decir, el mecanismo de doble oscilador que se muestra en la figura 1.4. Observe que el eslabón de *longitud s* es capaz de efectuar revoluciones completas, ninguno de los adyacentes al marco puede hacer lo mismo, ambos deben oscilar entre límites y son, por lo tanto, osciladores.

En cada una de las inversiones, el eslabón más corto de *longitud s* es adyacente al mayor de *longitud l*. No obstante, se tendrán exactamente los mismos tipos de inversiones si el eslabón mayor de *longitud l* está opuesto al más corto de *longitud s*; **el alumno debe demostrar esto para comprobar que así es en efecto.**

8. **PROCEDIMIENTO.**- El análisis incluirá mecanismo físico y virtual. El grupo se organizará en equipos de 2; uno experimentará con el mecanismo físico y otro con el virtual. Para el análisis del mecanismo virtual, primero se deberá abrir cada uno de los archivos de los cuatro eslabones para conocer medidas y detalles de los mismos. El procedimiento, en ambos casos, es el siguiente:

- Analizar la cadena cinemática de cuatro eslabones RRRR; con las configuraciones indicadas en las Figuras 1.5, 1.6 y 1.7.
- En el Mecanismo de cuatro eslabones RRRRp.iam variar el valor de θ_2 de cero a 360 grados, efectuando la animación del sistema para cada una de las inversiones cinemáticas.
- Registrar sus observaciones en las Tablas 1.1 a 1.4.
- En el archivo Mecanismo de cuatro eslabones RRRRs.iam, repetir el paso 2 y registrar sus observaciones en las Tablas 2.1 a 2.4.
- En el archivo Mecanismo de cuatro eslabones RRRRt.iam, repetir el paso 2 y registrar sus observaciones en las Tablas 3.1 a 3.4.

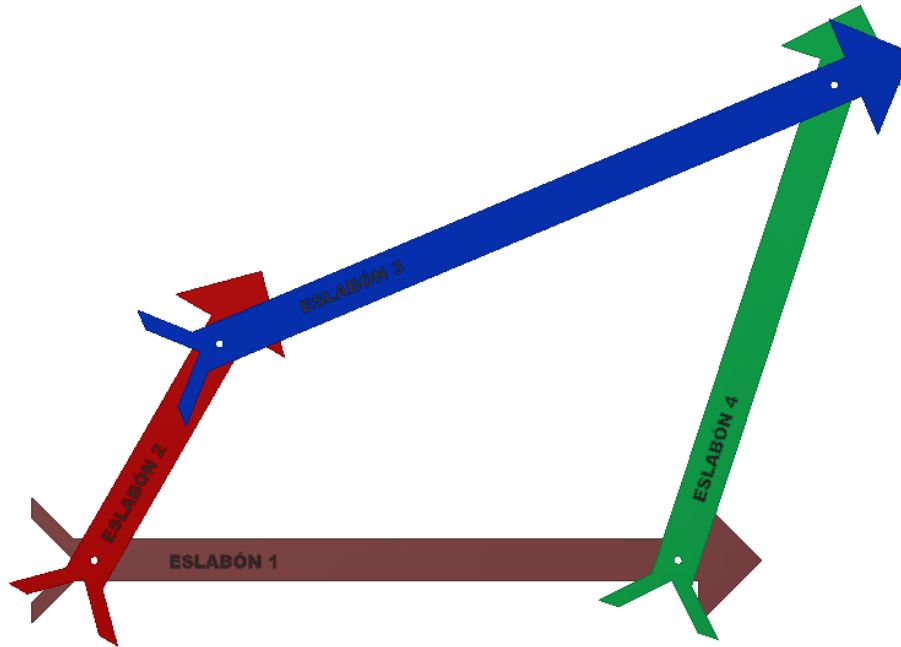


Figura 1.5.- Polígono de posiciones, primera configuración. Archivo Mecanismo de cuatro eslabones RRRRp.iam

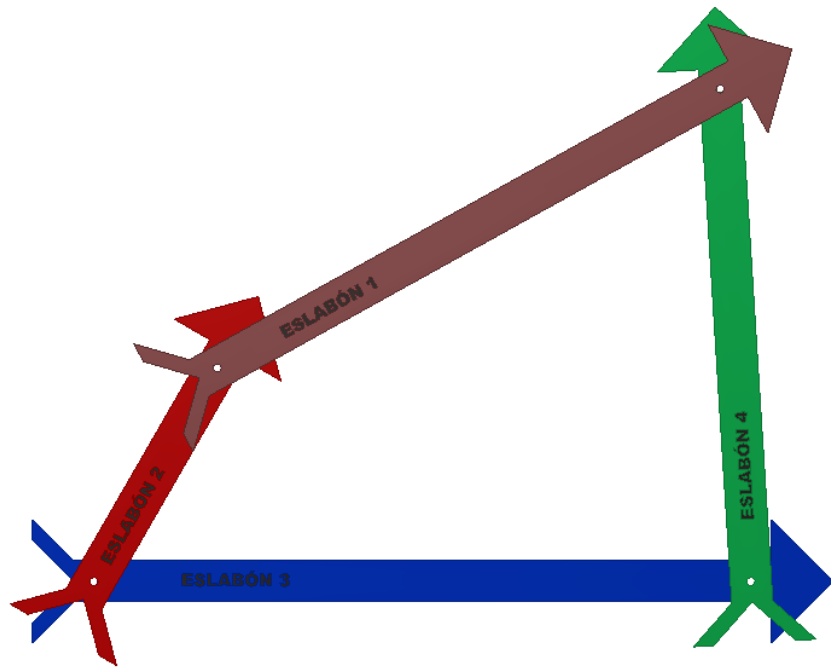


Figura 1.6.- Polígono de posiciones, segunda configuración. Archivo Mecanismo de cuatro eslabones RRRRs.iam

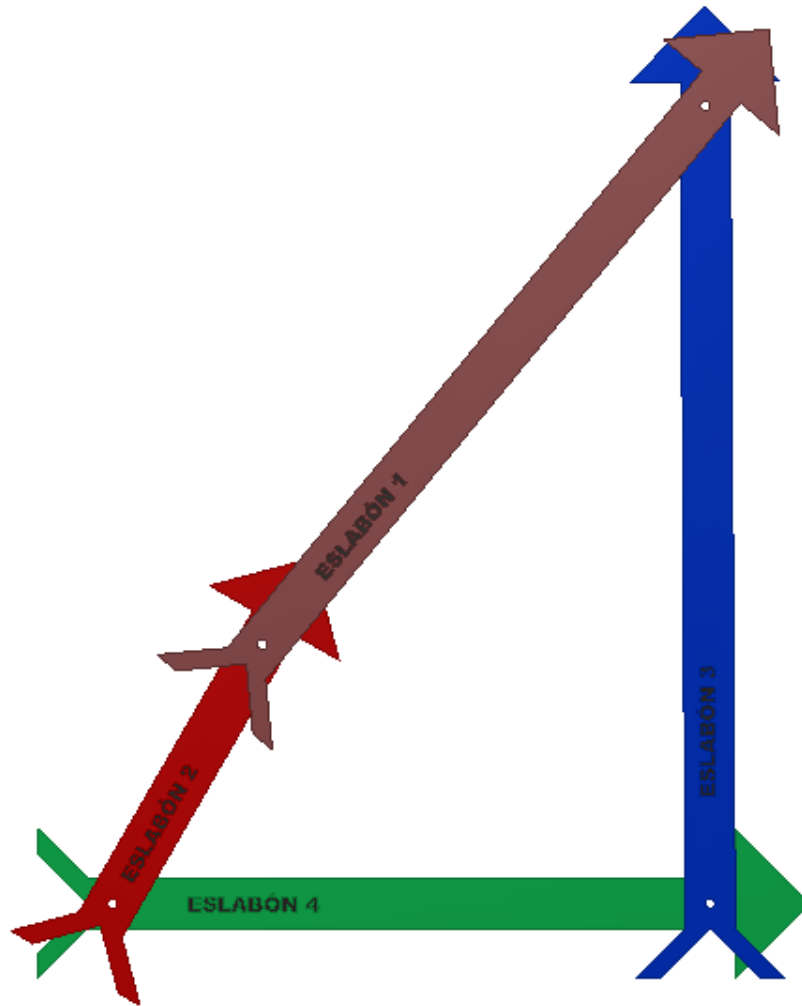


Figura 1.7.- Polígono de posiciones, tercera configuración. Archivo Mecanismo de cuatro eslabones RRRRt.iam

9. RESULTADOS:

Tabla 1.1.- Condición cinemática de los eslabones, primera configuración, fijo el eslabón 1.

Eslabón	Condición cinemática del eslabón		
	Manivela	Oscilador	Fijo
Mecanismo de cuatro eslabones			

Mecanismo de cuatro eslabones			
Mecanismo de cuatro eslabones			
Mecanismo de cuatro eslabones			

Tabla 1.2.- Condición cinemática de los eslabones, primera configuración, fijo el eslabón 2.

Eslabón	Condición cinemática del eslabón		
	Manivela	Oscilador	Fijo
Mecanismo de cuatro eslabones			
Mecanismo de cuatro eslabones			
Mecanismo de cuatro eslabones			
Mecanismo de cuatro eslabones			

Tabla 1.3.- Condición cinemática de los eslabones, primera configuración, fijo el eslabón 3.

Eslabón	Condición cinemática del eslabón		
	Manivela	Oscilador	Fijo
Mecanismo de cuatro eslabones			
Mecanismo de cuatro eslabones			
Mecanismo de cuatro eslabones			
Mecanismo de cuatro eslabones			

Tabla 1.4.- Condición cinemática de los eslabones, primera configuración, fijo el eslabón 4.

Eslabón	Condición cinemática del eslabón		
	Manivela	Oscilador	Fijo
Mecanismo de cuatro eslabones			
Mecanismo de cuatro eslabones			
Mecanismo de cuatro eslabones			
Mecanismo de cuatro eslabones			

Tabla 2.1- Condición cinemática de los eslabones, segunda configuración, fijo el eslabón 1.

Eslabón	Condición cinemática del eslabón		
	Manivela	Oscilador	Fijo
Mecanismo de cuatro eslabones			
Mecanismo de cuatro eslabones			
Mecanismo de cuatro eslabones			
Mecanismo de cuatro eslabones			

Tabla 2.2- Condición cinemática de los eslabones, segunda configuración, fijo el eslabón 2.

Eslabón	Condición cinemática del eslabón		
	Manivela	Oscilador	Fijo
Mecanismo de cuatro eslabones			
Mecanismo de cuatro eslabones			
Mecanismo de cuatro eslabones			
Mecanismo de cuatro eslabones			

Tabla 2.3- Condición cinemática de los eslabones, segunda configuración, fijo el eslabón 3.

Eslabón	Condición cinemática del eslabón		
	Manivela	Oscilador	Fijo
Mecanismo de cuatro eslabones			
Mecanismo de cuatro eslabones			
Mecanismo de cuatro eslabones			
Mecanismo de cuatro eslabones			

Tabla 2.4- Condición cinemática de los eslabones, segunda configuración, fijo el eslabón 4.

Eslabón	Condición cinemática del eslabón		
	Manivela	Oscilador	Fijo
Mecanismo de cuatro eslabones			
Mecanismo de cuatro eslabones			
Mecanismo de cuatro eslabones			
Mecanismo de cuatro eslabones			

Tabla 3.1.- Condición cinemática de los eslabones, tercera configuración, fijo el eslabón 1.

Eslabón	Condición cinemática del eslabón		
	Manivela	Oscilador	Fijo
Mecanismo de cuatro eslabones			
Mecanismo de cuatro eslabones			
Mecanismo de cuatro eslabones			
Mecanismo de cuatro eslabones			

Tabla 3.2.- Condición cinemática de los eslabones, tercera configuración, fijo el eslabón 2.

Eslabón	Condición cinemática del eslabón		
	Manivela	Oscilador	Fijo
Mecanismo de cuatro eslabones			
Mecanismo de cuatro eslabones			
Mecanismo de cuatro eslabones			
Mecanismo de cuatro eslabones			

Tabla 3.3.- Condición cinemática de los eslabones, tercera configuración, fijo el eslabón 3.

Eslabón	Condición cinemática del eslabón		
	Manivela	Oscilador	Fijo
Mecanismo de cuatro eslabones			
Mecanismo de cuatro eslabones			
Mecanismo de cuatro eslabones			
Mecanismo de cuatro eslabones			

Tabla 3.4.- Condición cinemática de los eslabones, tercera configuración, fijo el eslabón 4.

Eslabón	Condición cinemática del eslabón		
	Manivela	Oscilador	Fijo
Mecanismo de cuatro eslabones			
Mecanismo de cuatro eslabones			
Mecanismo de cuatro eslabones			
Mecanismo de cuatro eslabones			

10. CONCLUSIONES:

11. CUESTIONARIO:

- ¿Cómo se comportará el sistema si no se cumple la Ley de Grashof ?. Para la respuesta, experimentar con una cadena cinemática que no cumpla la Ley de Grashof.

12. REFERENCIAS:

13. PONDERACIÓN:

Sobre una escala de 100; cada respuesta en las tablas corresponderá a 1.5 puntos, si todas las respuestas son correctas se asignarán $48+24 = 72$ puntos, la respuesta al cuestionario corresponderá a 28 puntos.