

Año III, No. 06, Julio-Diciembre 2015

ISSN: 2395-9029

# PROYECTOS INSTITUCIONALES Y DE VINCULACIÓN



**UANL**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



**FIME**

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA

P.I. 39 - P.F. 48

**“DISEÑO DE UN MECANISMO PROGRAMABLE PARA MOVER UN CONTENEDOR DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS, EN TRES POSICIONES.”**

**M.C. Daniel Ramirez Villarreal,  
dramirezv\_2000@yahoo.com, FIME-UANL**

**RESUMEN.**

Se diseñó la síntesis de un mecanismo tipo Grashoff de 4 barras de tipo seguidor-seguidor, con una diada para controlar y limitar la entrada y salida del movimiento para tres posiciones de exactitud, realizando el análisis cinemático para determinar las características de posición, velocidad y aceleración, tanto para el eslabón de salida, acoplador y eslabón de entrada; así como para un punto acoplador, un punto de entrada y un punto de salida, utilizando el software “Working Model”, obteniendo como resultado el movimiento de un contenedor para tres puntos de exactitud en su trayectoria que representan las posiciones deseadas del movimiento y finalmente de control a través de un circuito de control electrónico arduino programado para su movimiento automático. Se realizó el prototipo experimental en el que se obtuvieron los resultados esperados.

**PALABRAS CLAVES:** síntesis, Grashoff, diada, movimiento cinemático, acoplador, contenedor, arduino, puntos de exactitud.

**ABSTRACT**

Grashoff synthesis of a 4-bar mechanism type of follower - follower type, with a dyad to control and limit the entry and exit of the movement was designed, making kinematic analysis to determine the characteristics of position, velocity and acceleration, both the link output coupler and input link; as well as a coupling point, an entry point and an exit point, using the " Working Model " software, resulting in the movement of a container for three-point accuracy in his career representing the desired position of the movement and finally of control through an electronic control circuit Arduino scheduled for automatic movement.

**KEYWORDS:** Synthesis, Grashoff, dyad, kinematics, coupler, container, Arduino, points of accuracy.

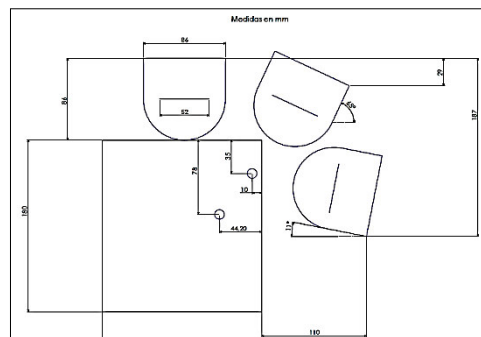
**INTRODUCCIÓN.**

Un mecanismo es un dispositivo que transforma el movimiento en un patrón deseable, y por lo general desarrolla fuerzas muy bajas y transmite poca potencia. Se define un mecanismo como un medio de transmisión, control o restricción del movimiento relativo. Una máquina, en general, contiene mecanismos que están diseñados para producir y transmitir fuerzas significativas.

Algunos ejemplos comunes de mecanismos pueden ser un sacapuntas, un obturador de cámara fotográfica, un reloj análogo, una silla plegable, una lámpara de escritorio ajustable y un paraguas. Algunos ejemplos de máquinas que poseen movimientos similares a los mecanismos antes mencionados son un procesador de alimentos, la puerta de la bóveda de un banco, la transmisión de un automóvil, una niveladora, un robot y un juego mecánico de un parque de diversiones. (G. Erdman, 2008). No existe una clara línea divisoria entre mecanismos y máquinas. Difieren en su grado y no en su clase. Si las fuerzas o niveles de energía en el dispositivo son significativos, se considerará como una máquina; si no es así, será considerado como un mecanismo. Una definición útil de trabajo de un mecanismo es un sistema de elementos acomodados para transmitir movimiento de una forma predeterminada. Ésta puede ser convertida en una definición de una máquina si se le agregan las palabras y energía después de la palabra movimiento. (D. Miska, 2012).

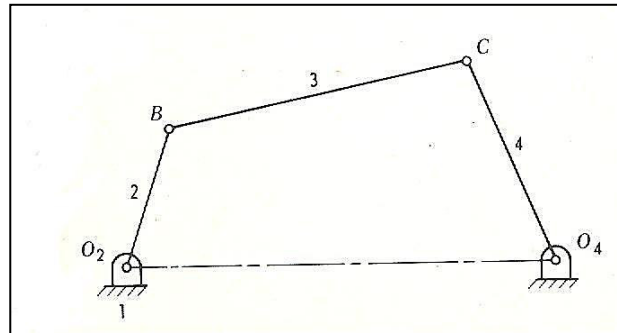
**DESARROLLO.**

1. *Planteamiento del diseño propuesto.* Diseño de un mecanismo de cuatro barras para mover el contenedor mostrado, por las posiciones 1 a 2 a 3 en su orden numerado omitiendo los pivotes fijos señalados. Usando cualesquier puntos en el objeto como puntos de fijación. Los pivotes fijos deberán estar en la base.



**Figura 1.** Propuesta de síntesis para un contenedor.

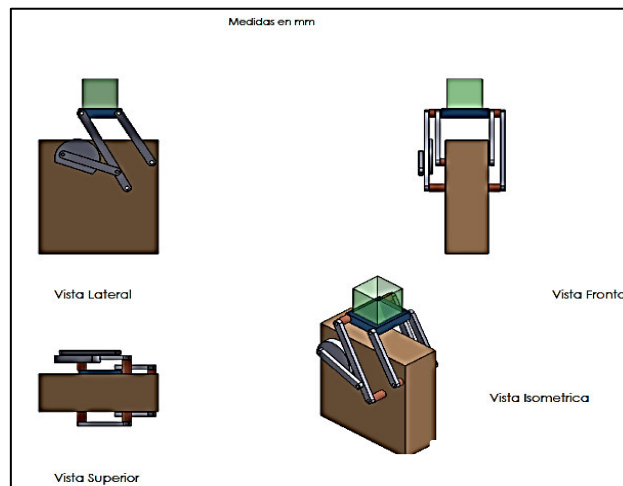
2. *Fundamentación.* El análisis de un mecanismo es encontrar las velocidades, aceleraciones y fuerzas en los eslabones del mismo, a partir de la trayectoria del movimiento del eslabón acoplador en 3 posiciones. (Shigley, 2010). En función del objetivo del análisis pueden emplearse diversos métodos para determinar las magnitudes de interés entre ellos: método de la aceleración relativa, método de la velocidad relativa, análisis dinámico, teoría de control y programación C. En ingeniería mecánica un mecanismo de cuatro barras o cuadrilátero articulado es un mecanismo formado por tres barras móviles y una cuarta barra fija (por ejemplo, el suelo), unidas mediante nudos articulados (unión de revoluta o pivotes). Las barras móviles están unidas a la fija mediante pivotes. Usualmente las barras se numeran de la siguiente manera: Barra 1. Barra imaginaria que vincula la unión de revoluta de la barra 2 con la unión de revoluta de la barra 4 con el suelo. Barra 2. Barra que proporciona movimiento al mecanismo. Barra 3. Barra superior. Barra 4. Barra que recibe el movimiento.



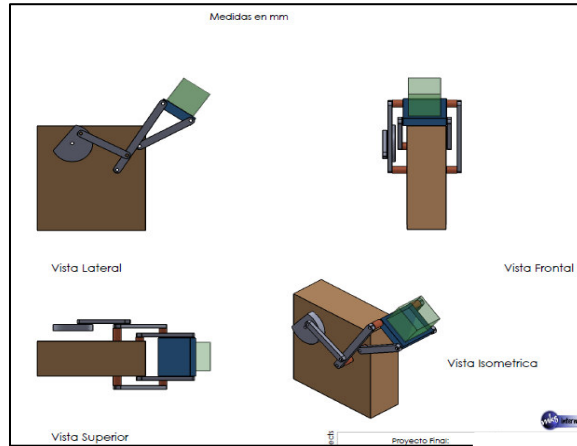
**Figura 2.** Mecanismo de 4 barras.

El mecanismo diseñado es de cuatro barras, el diseño del mismo es de tipo seguidor-seguidor. Contiene una diada para controlar y limitar la entrada y la salida del movimiento. A continuación se muestran las vistas del mecanismo en las tres posiciones. El mecanismo es de tipo Grashoff ya que la suma de la barra más larga con la barra más corta es menor que la suma de las demás barras, además al momento de realizar las pruebas de funcionamiento los eslabones del mecanismo en ningún momento se trabaron ni llegaron a 180° grados. Utilizando el solidwork se realizó el modelado del prototipo del mecanismo.

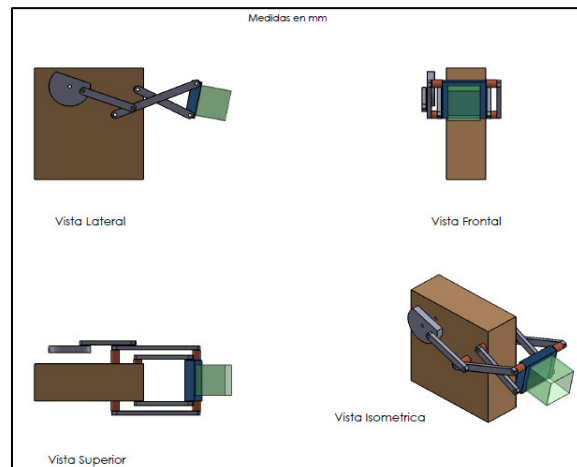
En las figuras 3, 4, y 5 se muestra las tres posiciones del mecanismo en el modelado a través de Solidwork.



**Figura 3.** Posición 1 del mecanismo.

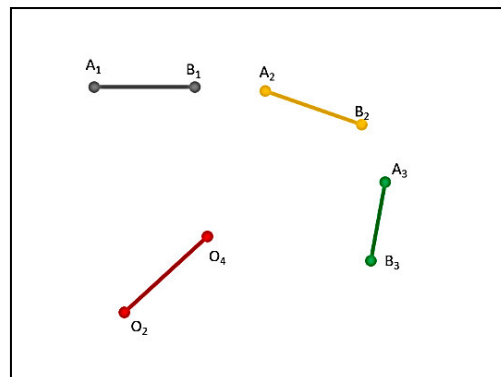


**Figura 4.** Posición 2 del mecanismo.



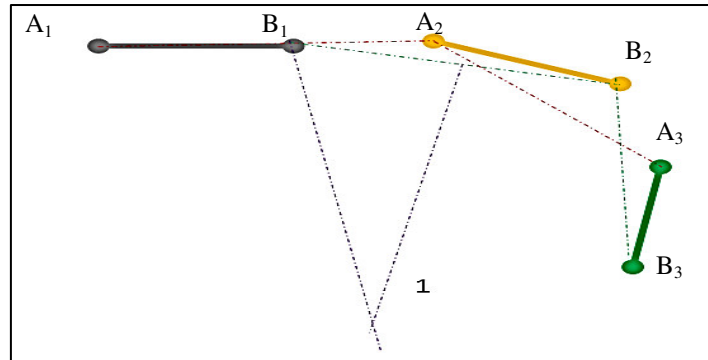
**Figura 5.** Posición 3 del mecanismo.

3. *Desarrollo de la síntesis y diseño del mecanismo.* En las siguientes imágenes se muestra el método gráfico que se siguió en la síntesis del mecanismo.

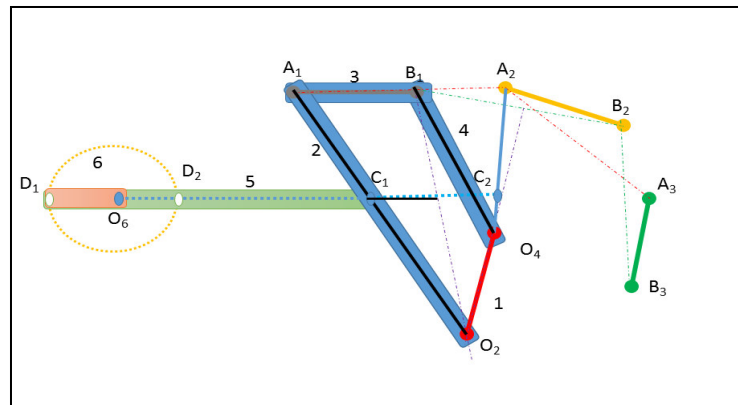


**Figura 4.** Tres posiciones deseadas del mecanismo a partir de  $O_1O_2$ .

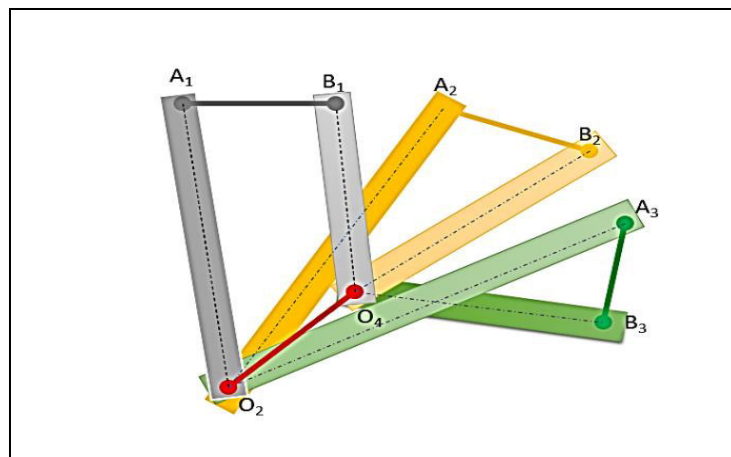
A continuación desarrollaremos el análisis y diseño de las componentes de la máquina. Trasmision por banda en 'v' geometria propuesta y selección de la banda:



**Figura 5.** Trazo de bisectrices.



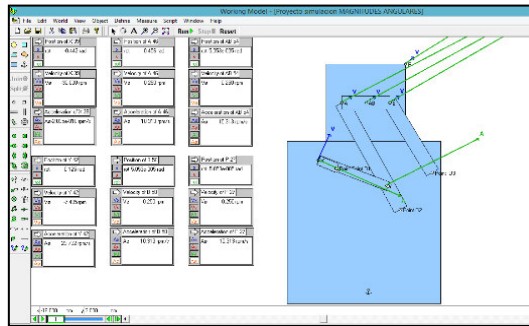
**Figura 6.** Tres posiciones del mecanismo con eslabones.



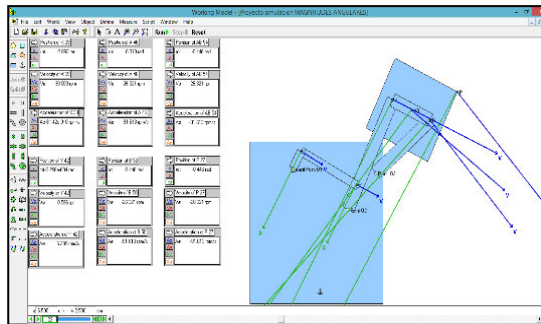
**Figura 7.** Construcción de diada.

4. *Desarrollo del análisis cinemático de los eslabones del mecanismo a través del Working Model.* A continuación se muestra el análisis cinemático de posiciones, velocidades y aceleraciones angulares para todos los eslabones en las tres posiciones de interés. Este estudio se realizó a través del software de simulación Working Model.

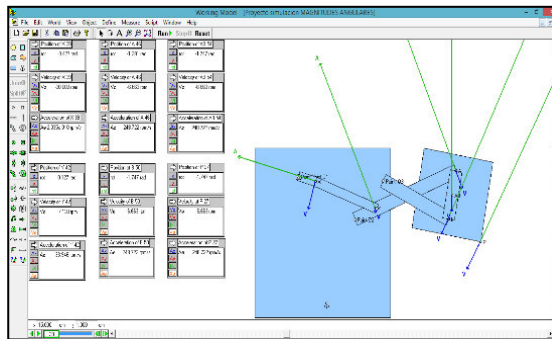
**Posición 1**



**Posición 2**

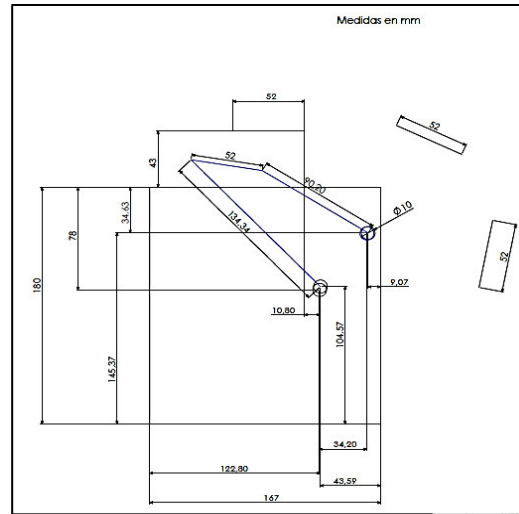


**Posición 3**

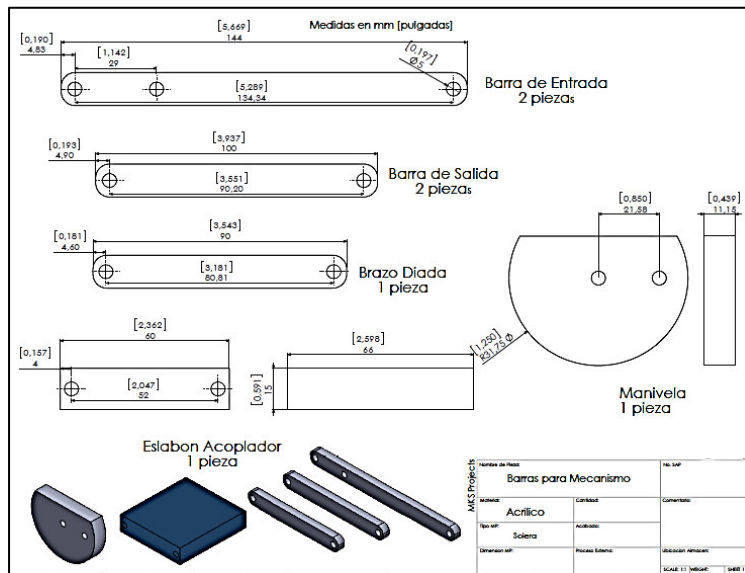


**Figura 10.** Aplicación del Working Model para análisis cinemático.

5. **Discusión de Resultados.** Los resultados se presentan en las siguientes figuras en cuanto a la síntesis gráfica aplicada. En las que se muestran las medidas finales tanto del mecanismo completo, como de los eslabones, diada, la placa de sujeción y los acopladores, realizados a través del Solidwork.



**Figura 8.** Medidas finales del mecanismo.



**Figura 12.** Descripción y medidas de partes del mecanismo.



En la siguiente tabla se muestran los resultados del análisis cinemático de las variables angulares: posición, velocidad y aceleración en los tres estados de movimiento.

**Tabla 1.** Comportamiento de variables angulares para los tres estados de posición.

Eslabón de entrada "X" de Diada				Eslabón de salida "Y" de Diada			
Estado	Posición (rad)	Velocidad (RPM)	Aceleración (Rev/s <sup>2</sup> )	Estado	Posición (rad)	Velocidad (RPM)	Aceleración (Rev/s <sup>2</sup> )
1	-0.442	-30	0	1	0.125	-7.495	23.732
2	-2.095	-30	0	2	-0.00032	0.586	6.299
3	-3.427	-30	0	3	0.127	7.13	33.946

Eslabón de entrada "A" del Mecanismo				Eslabón de entrada "B" del Mecanismo			
Estado	Posición (rad)	Velocidad (RPM)	Aceleración (Rev/s <sup>2</sup> )	Estado	Posición (rad)	Velocidad (RPM)	Aceleración (Rev/s <sup>2</sup> )
1	0.125	-7.495	23.732	1	0.00005	0.25	10.313
2	0.01	-26.321	-91.613	2	-0.446	-26.321	-91.613
3	-1.291	-6.663	248.722	3	-1.747	-6.663	248.722

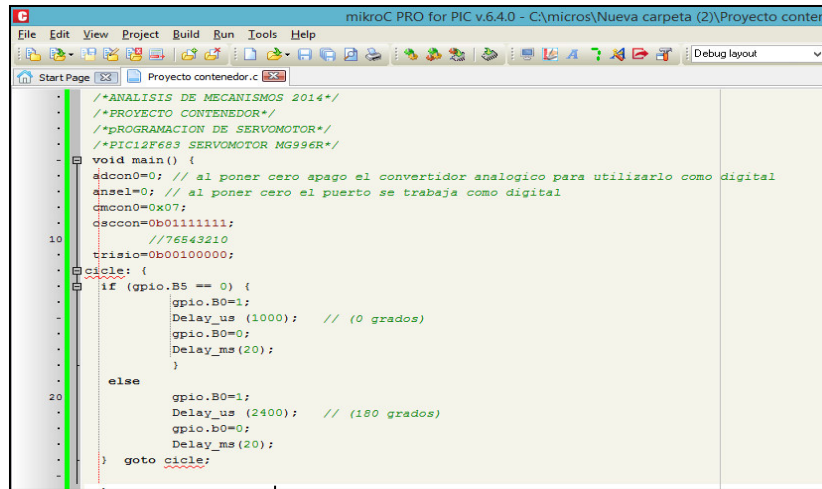
Eslabón "AB" acoplador			
Estado	Posición (rad)	Velocidad (RPM)	Aceleración (Rev/s <sup>2</sup> )
1	0.00005	0.25	10.313
2	-0.446	-26.321	-91.613
3	-1.747	-6.663	248.722

En la Tabla 2 se muestra los resultados del comportamiento de las variables lineales del punto acoplador de salida en los tres estados de movimiento.

**Tabla 2.** Resultados del Análisis cinemático de variables lineales punto acoplador.

Estado	Posición (cm)		Velocidad (cm/s)		Aceleración (cm/s <sup>2</sup> )			
	X	Y	Vx	Vy	V	Ax	Ay	A
1	12.874	26.59	2.212	1.435	2.637	97.393	61.914	115.407
2	26.023	23.586	31.126	35.374	47.119	-88.643	149.12	173.477
3	27.793	8.059	-3.511	-6.35	7.256	128.114	240.17	272.204

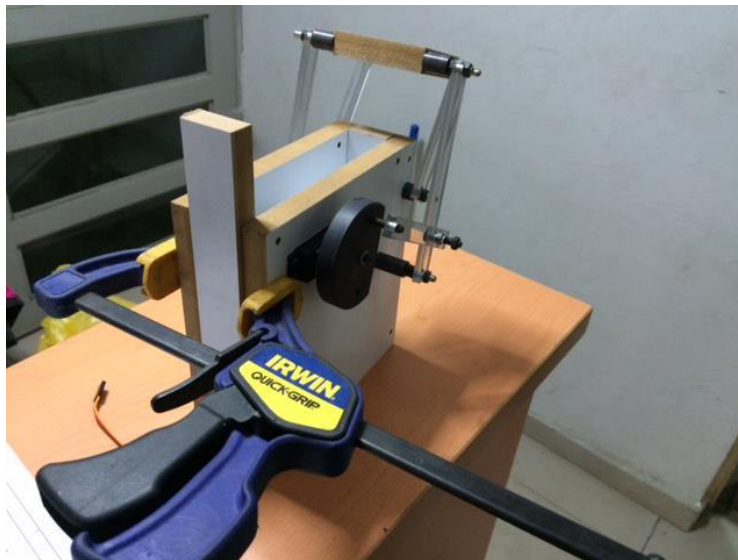
6. **Automatización del mecanismo.** Para automatizar el mecanismo mediante Micro controlador y el Servo-Motor antes mencionados, se utilizó el programa mikro C PRO v.6.4.0 con el siguiente código:



```
void main() {
    adcon0=0; // al poner cero apago el convertidor analogico para utilizarlo como digital
    ansel=0; // al poner cero el puerto se trabaja como digital
    cmcon0=0x07;
    dscon=0b01111111;
    //76543210
    crsio=0b00100000;
    ciclo: {
        if (gpio.B5 == 0) {
            gpio.B0=1;
            Delay_us (1000); // (0 grados)
            gpio.B0=0;
            Delay_ms (20);
        }
        else
            gpio.B0=1;
            Delay_us (2400); // (180 grados)
            gpio.B0=0;
            Delay_ms (20);
        goto ciclo;
    }
```

**Figura 13.** Programación del mecanismo con programa mikro C PRO v.6.4.0

A continuación se muestran las imágenes del prototipo ya armado, en las vistas superior, posterior e isométrica.



**Figura 14.** Construcción del prototipo del Mecanismo Programable para Mover el Contenedor en tres posiciones de exactitud.

## CONCLUSIÓN.

De acuerdo al análisis cinemática realizado, el prototipo cumple con las velocidades, aceleraciones y posiciones, tanto lineales como angulares, deseadas. También se concluye que el mecanismo es de tipo Grashoff, después de las pruebas realizadas para su comprobación.

En cuanto a la teoría de síntesis cinemática se concluyó; que la construcción grafica basada en tres posiciones para originalmente un mecanismo de cuatro barras no logro la transmisión de la fuerza suficiente para la trayectoria y el movimiento deseado, por lo que se tuvo que optar como solución, agregar una diada a la entrada del mecanismo para aumentar la transmisión de la fuerza y que se cumpliera con el objetivo de funcionamiento del mismo, mas, considerando que este mecanismo estaría en operación continua en una etapa de la producción de piezas, para lo cual se diseñó para dos turnos continuos de operación.

En el uso de los software o programas como el Working Model, ya diseño el mecanismo se modelo y se analizó sus características cinemáticas concluyéndose con el análisis de los resultados que el margen de error calculado fue de un 0.5% arriba del valor deseado por lo que se concluyó que es tolerable para el grado de exactitud que demanda el funcionamiento cíclico en operación del mecanismos diseñado y construido como prototipo alfa.

## BIBLIOGRAFÍA.

Arthur G Erdman., George Sandor, Siridhar Kota, 2008, Mechanism Design. Analysis and synthesis Prentice Hall.

Robert L. Norton, 2006, Diseño de Maquinaria. Pearson, Prentice Hall. (4° Ed.)

Richard S. Hartenberg, Jacques Deanavit, 2001, Kinematics Synthesis of Linkages. Mc Graw Hill.

Rogué Calero Pérez, José A. Carta González, 2005, Fundamentos de mecanismos y maquinas. Mc Graw Hill.

David H. Myska, 2012, Maquinas y Mecanismos, cuarta edición, PEARSON.

Wilson, Charles and Sadler, Peter, 2003, Kinematics and Dynamics of Machinery Pearson Education.

Uicker, John, Shigley Gordon, Joseph, 2010, Theory of Machines and mechanisms 4a. Edition Oxford University Press. NY.