

Diseño Conceptual y Estudio Cinemático de un Robot

Objetivo General

Diseño conceptual y estudio cinemático de un Robot.

Objetivos Específicos

- Seleccionar el tipo de Robot a diseñar.
- Diseñar un Robot con ayuda de una de las herramientas para modelado mecánico.
- Estudiar el movimiento del Robot seleccionado utilizando conceptos de Cinemática.

Planteamiento del Problema

A nivel industrial el empaquetado es el proceso mediante el cual se guardan, protegen y preservan los productos durante su distribución, almacenaje y manipulación, se necesita seleccionar el numero de ítems y seguido se procede al debido empaquetamiento.

Se ha propuesto el diseño conceptual, y, el estudio dinámico y cinemático de un Robot Delta para el encajado de productos unitarios en empresas que requieran empaquetamiento en estuches o blísteres.

Los sistemas PICK AND PLACE permiten trabajar a altas velocidades con una elevada precisión, sin deformar el producto ni dañar su superficie además son sistemas altamente flexibles en los que un cambio de formato o aplicación a menudo tan solo requiere un cambio de herramienta.

El proyecto fue planteado con el fin de reducir los tiempos de ciclo, disminuyendo los costes de fabricación e incrementando tanto la calidad como el nivel de producción.

El hecho de incrementar el nivel de producción indica utilizar al máximo el espacio físico y equipo llegando así a un potencial máximo, y variar el nivel de producción es ajustarse a las condiciones del mercado, entonces mayor producción significaría competir.

Robot

Es un dispositivo multifuncional y reprogramable diseñado para mover y manipular materiales, partes o herramientas a través de movimientos programados variables para la realización de una variedad de tareas especificadas.

Clasificación General de los Robots

Se pueden encontrar muchas clasificaciones de los robots dependiendo de su grado de control, inteligencia, arquitectura, grados de libertad, forma, fin para el que son desarrollados, etc.

Se clasifican generalmente como:

- Manipuladores
- Robots de Repetición
- Robots Controlados por Computador
- Robots Inteligentes
- Robots de Servicio
- Robots Paralelos

Robots Paralelos

Un robot paralelo está compuesto por una cadena cinemática cerrada, la cual consta de cadenas seriales separadas que conectan al eslabón fijo (plataforma fija) con el efector final o eslabón móvil (plataforma móvil).

Estos simplifican cadenas de forma que cada una de ellas dispone, en general de un único actuador, reduciendo así su complejidad y permitiendo canalizar mejor la energía de los accionadores hacia mejorar las prestaciones del robot, bien sea en cuanto a velocidad de movimiento o a capacidad de carga de su efector.

Robots Delta

Los robots Delta, conocidos también como robots araña, son un tipo de robot paralelo que consta de tres brazos conectados a articulaciones universales en una base ubicada encima del material que se mueve.

Los orígenes del manipulador delta se remontan a la patente 4,976,582 del gobierno estadounidense. La misma se encuentra adscrita al nombre de Reymond Clavel a quien se le reconoce como su creador.

Robot Delta según Reymond Clavel

Es un dispositivo para el movimiento y posicionamiento de un elemento en el espacio.

Ventajas de un Robot Delta

- La velocidad y flexibilidad de los robots Delta los hace ideales para aplicaciones donde las cargas son livianas y las distancias de movimiento son cortas.
- La geometría del robot le permite moverse rápidamente dentro de un espacio tridimensional y orientar una carga alrededor de su eje vertical.

- La capacidad de cambiar fácilmente a diferentes productos es una ventaja clave de la tecnología Delta.
- Además puesto que los motores están montados sobre una base y no se mueven, los cables del motor no necesitan ser flexibles, lo cual reduce el desgaste del cable y la frecuencia de reemplazo. Estas ventajas hacen que los robots Delta sean ideales para aplicaciones de recoger y colocar en la industria.

Registro de Robots Delta

- [1] D. Stewart. "A platform with six degrees of freedom". UK Institution of Mechanical Engineers Proceedings. Vol. 180 N° 15, pp. 71-379. 1965-66.

- [2] K.H. Hunt and E.J.F. Primrose. "Assembly Configurations of some In-Parallel-Actuated Manipulators". Mechanism and Machine Theory. Vol. 28 N° 1, pp. 31-42. 1993.

- [3] L.W. Tsai. "Kinematics of three d.o.f. platform with tree extensible limbs". Recent advances in robot kinematics, pp. 401-410. 1996.

- [4] D. Kim and W. K. Chung. "Kinematics condition analysis of three d.o.f. pure translational parallel manipulators". Journal of mechanical design. Vol. 125, pp. 323-331. 2003.

[5] H. S. Kim and L.W. Tsai. "Kinematics synthesis of spatial 3- RPS parallel manipulator". Vol. 125, pp. 92- 97. 2003.

[6] M. Carricato and V.P. Castelli. "A family of 3 - Dof translational parallel manipulators". Transactions of the ASME. Vol. 125, pp. 302-306. 2003.

[7] M. Carricato and V.P. Castelli. "Position analysis of a new family of 3 d.o.f. translational parallel manipulators". Transactions of the ASME. Vol. 125, pp. 316-322.2003.

[8] A. Cherfia, A. Zaatri and M. Giordano . "Kinematics analysis of a parallel robot with 3 DOF and 4 segments in pure translation". Mansoura Engineering journal (MEJ). Vol. 31 N° 2. 2006.

[9] X.J. Liu. "Mechanical and kinematics design of parallel robotic mechanisms with less than six degrees of freedom". Postdoctoral Research Report Tsinghua University . Beijing , China . 2001.

[10] X.J. Liu, J.I. Jeong and J. Kim. "A three translational DoFs parallel cube-manipulateur". Robotica. Vol. 21, pp. 645-653. Cambridge University Press. 2003.

Aplicaciones de un Robot Delta

Usados comúnmente en:

- Aplicaciones de pick & place.
- Robots empacadores.
- Robots de operación y ensamble de componentes electrónicos.
- Aplicaciones donde se puede aprovechar la alta velocidad de estos robots.

Aplicaciones de un Robot Delta en la Industria



En el ámbito industrial, el manipulador Delta ha sido principalmente empleado para lo que fue conceptualizado por su diseñador: para el traslado de objetos en el espacio ("pick-and-place"). En este sentido, **Demaurex** ofrece soluciones completas de automatización, no limitándose a la venta solamente de robots, sino de celdas completas para el traslado y empaquetamiento.



Adicionalmente, **ABB** incursionó en los sectores alimenticios, farmacéuticos y electrónicos con el desarrollo del manipulador Delta conocido como "FlexPicker".

Entre otras.

Tipos de Robot Delta

Este tipo de manipuladores tiene principalmente tres configuraciones: Delta con actuadores rotacionales, Delta con actuadores lineales y Delta lineal.

Robot Delta Lineal

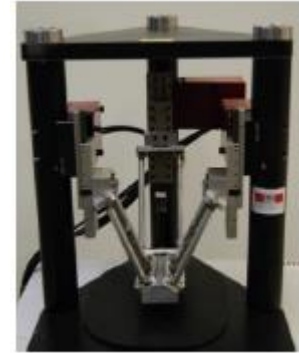
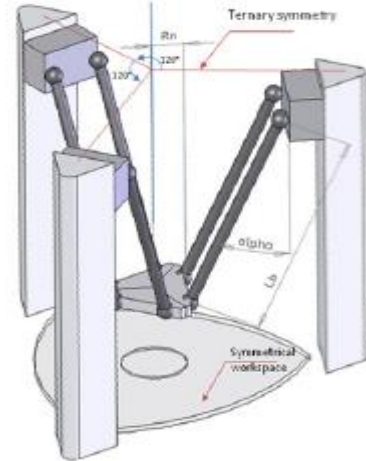
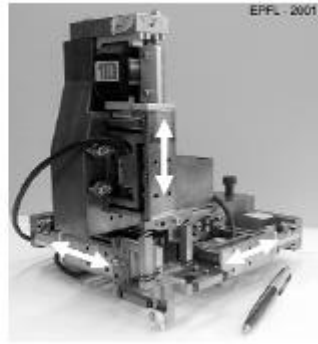
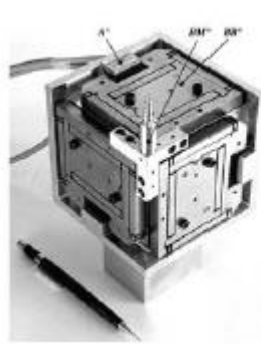
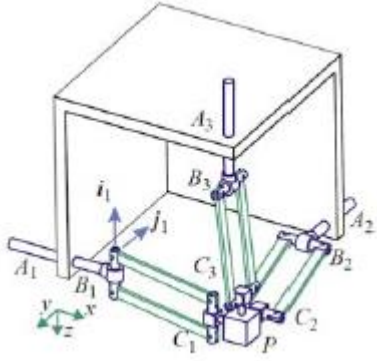
Un manipulador Delta que emplea actuadores lineales, sin embargo, la base móvil se desplaza en planos siempre paralelos a las guías del robot.

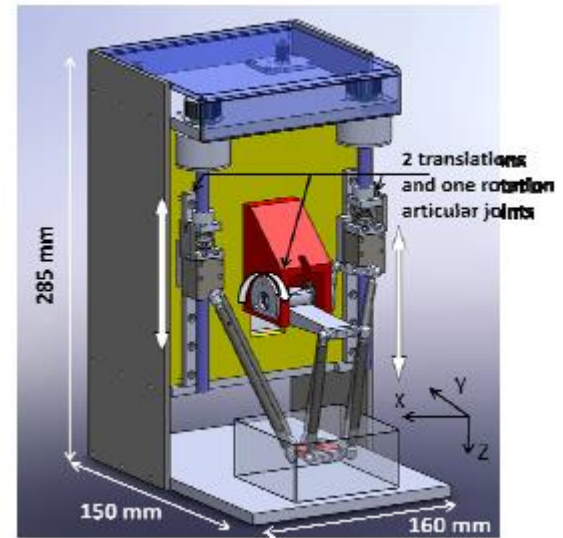
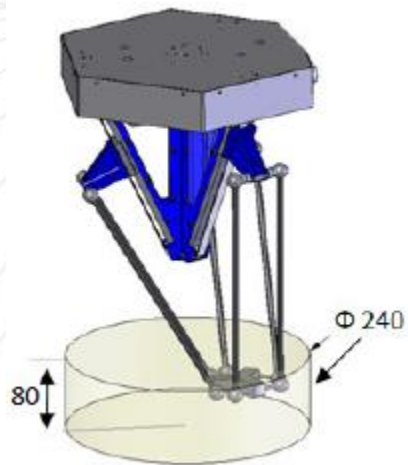
Componentes de un Robot Delta Lineal

Un manipulador Delta Lineal, consta de una plataforma fija, una plataforma móvil y de tres cadenas cinemáticas que unen a los mismos.

La Familia de los Robot Delta Lineal

Se han construidos diferentes estructuras pero principalmente se pueden distinguir el ortogonal, la familia horizontal, vertical, la inclinada mas conocida como Keeps y la hibrida llamada Ibis.





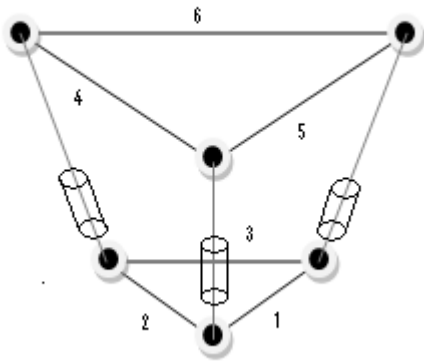
Grados de Libertad

Un cuerpo aislado puede desplazarse libremente en un movimiento que se puede descomponer en 3 rotaciones y 3 traslaciones geométricas independientes.

Para un cuerpo unido mecánicamente a otros cuerpos (mediante pares cinemáticos), algunos de estos movimientos elementales desaparecen.

Se conocen como grados de libertad los movimientos independientes que permanecen.

Grados de Libertad Robot Delta Lineal Tipo Keops



$$F = \lambda(n - j - 1) \sum_i f_i$$

λ = Grados de Libertad

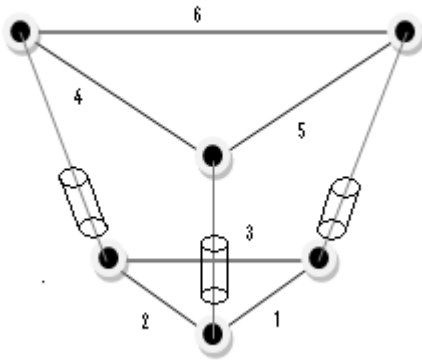
n = Numero de Eslabones

j = Numero de Juntas

f_i = Grados de Movimiento Permitido por la Junta

F = Grados de Libertad

Con 3 juntas Universales y 3 Esféricas



$$\lambda = 6$$

$$j = 6 + 3$$

$$n = 6 + 2$$

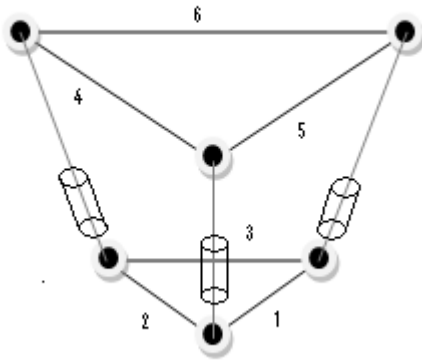
$$\sum_i = 3(3) + 3(2) + 3(1)$$

$$\sum_i = 18$$

$$F = 6(8 - 9 - 1) + 18$$

$$F = 6 \text{ Grados de Libertad}$$

Con 6 juntas Universales



$$\lambda = 6$$

$$j = 6 + 3$$

$$n = 6 + 2$$

$$\sum_i = 6(2) + 3(1)$$

$$\sum_i = 15$$

$$F = 6(8 - 9 - 1) + 15$$

$$F = 3 \text{ Grados de Libertad}$$

Actuadores

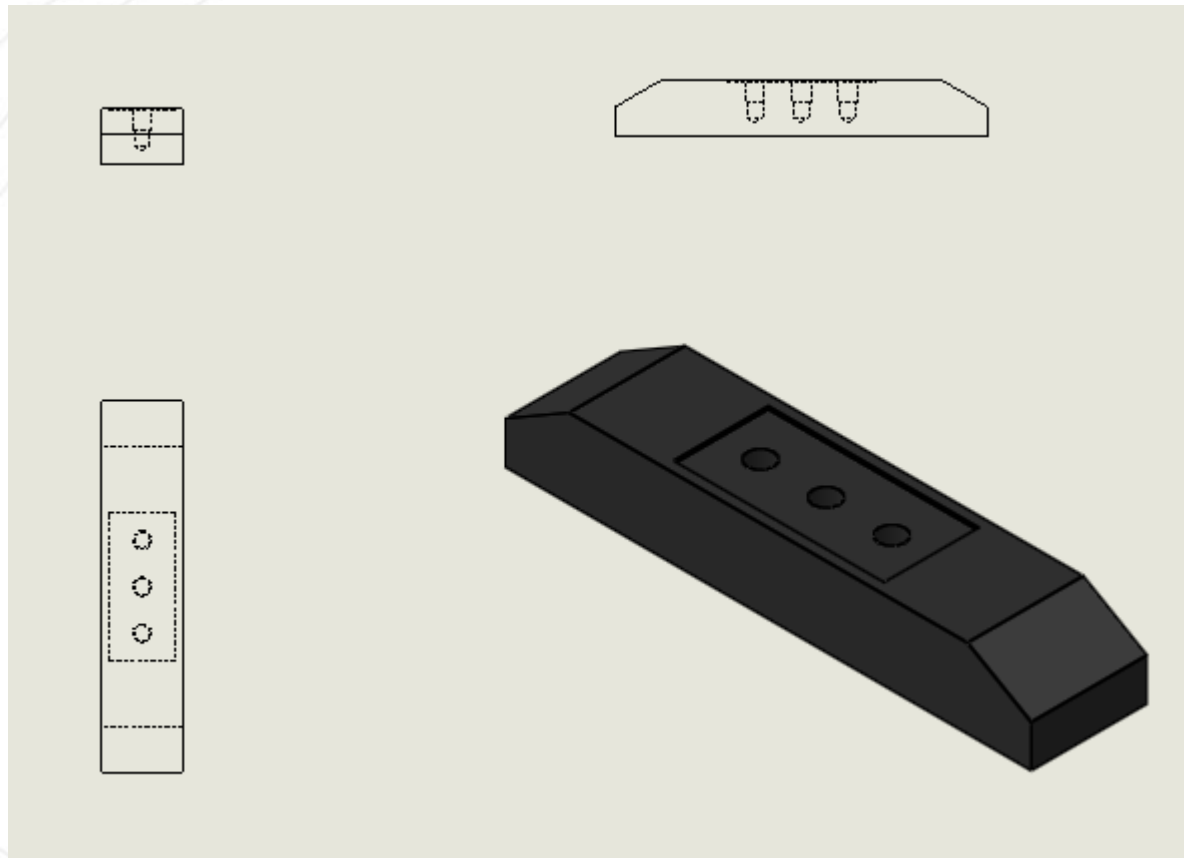
Generan el movimiento del robot, estos pueden ser neumáticos, hidráulicos o eléctricos.

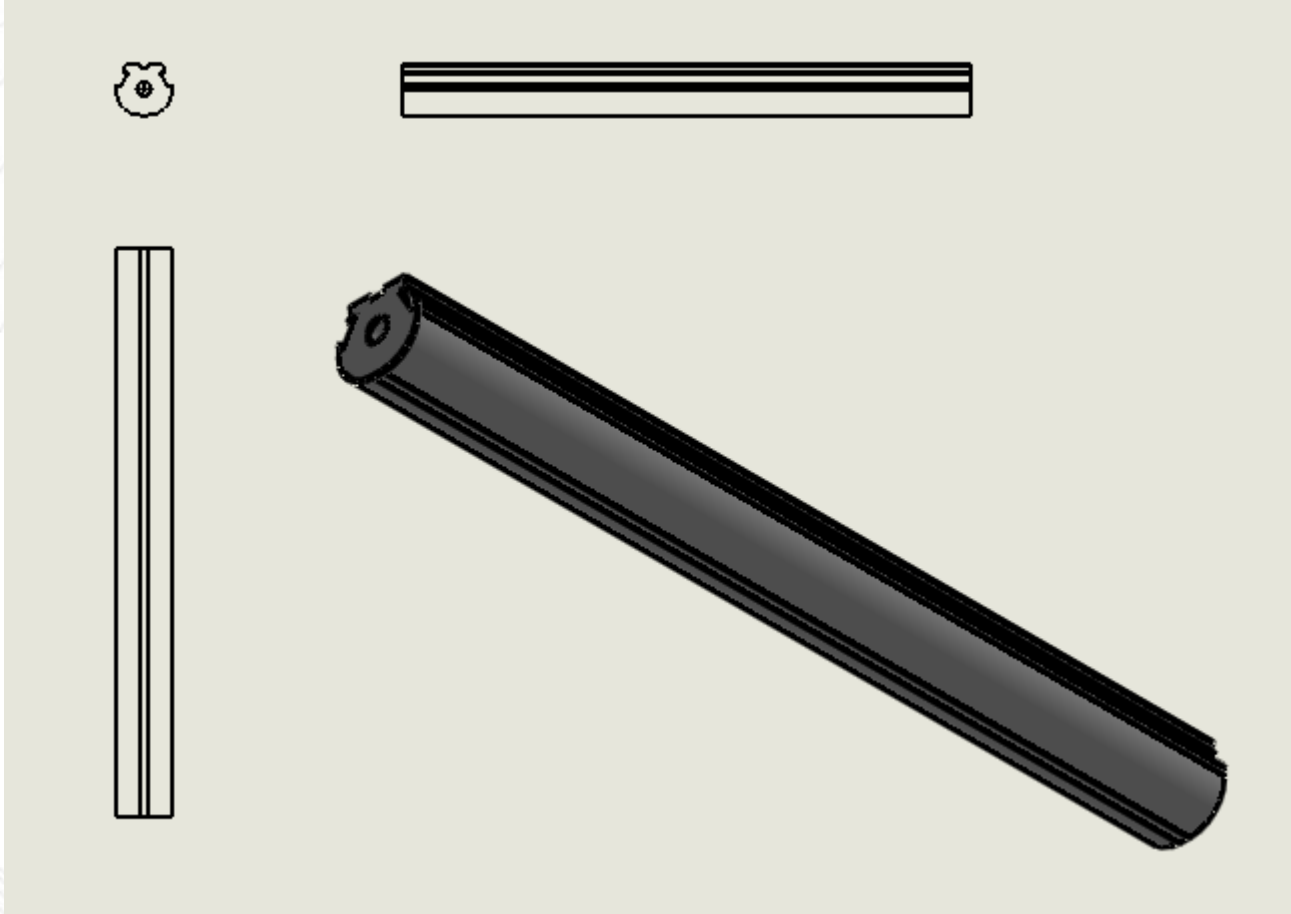
Actuadores Robot Delta Lineal Tipo Keops

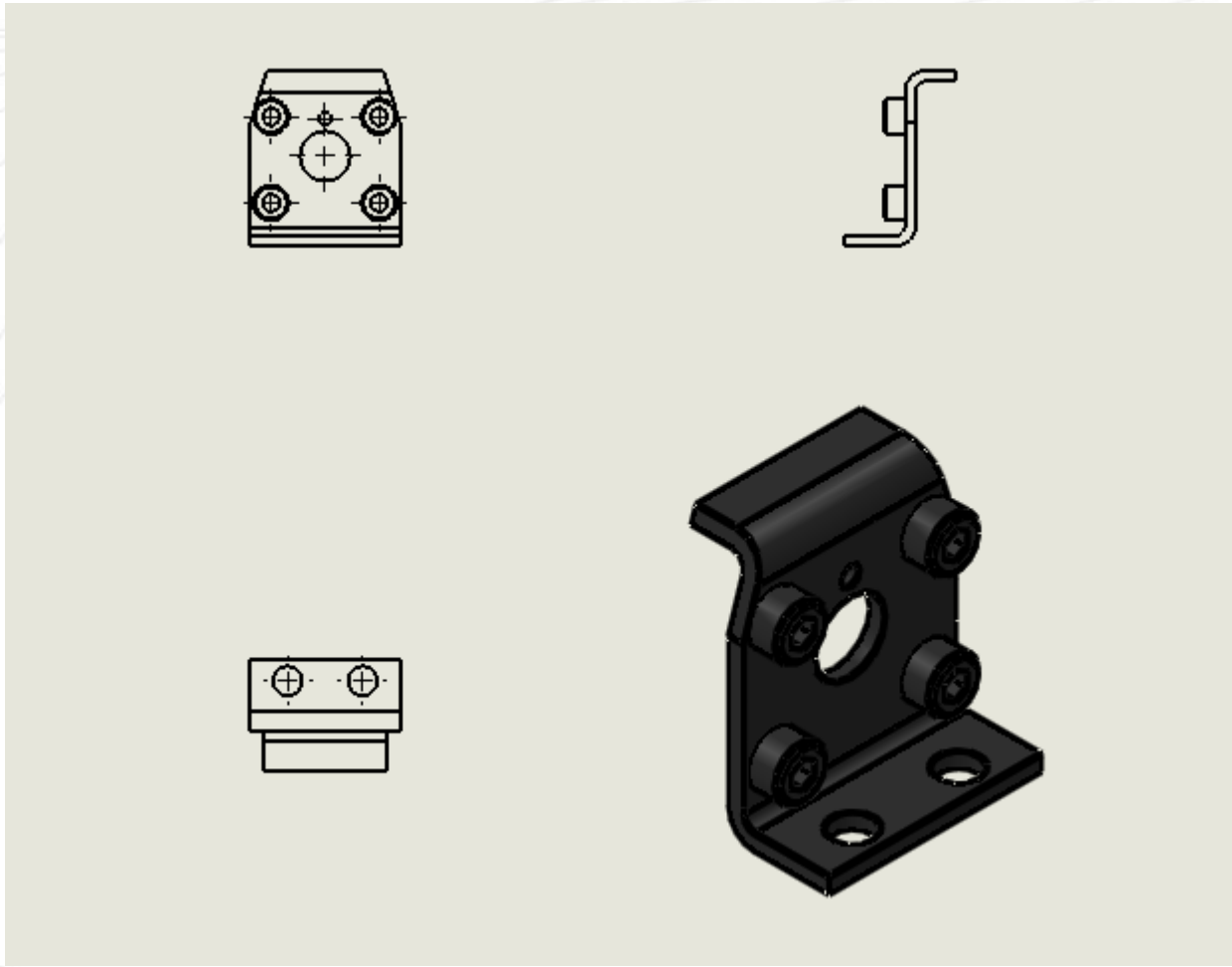
Posee tres actuadores rígidos unidos entre sí a las cadenas cinemáticas y cada uno con motor fijo que no se desplaza con la carga.

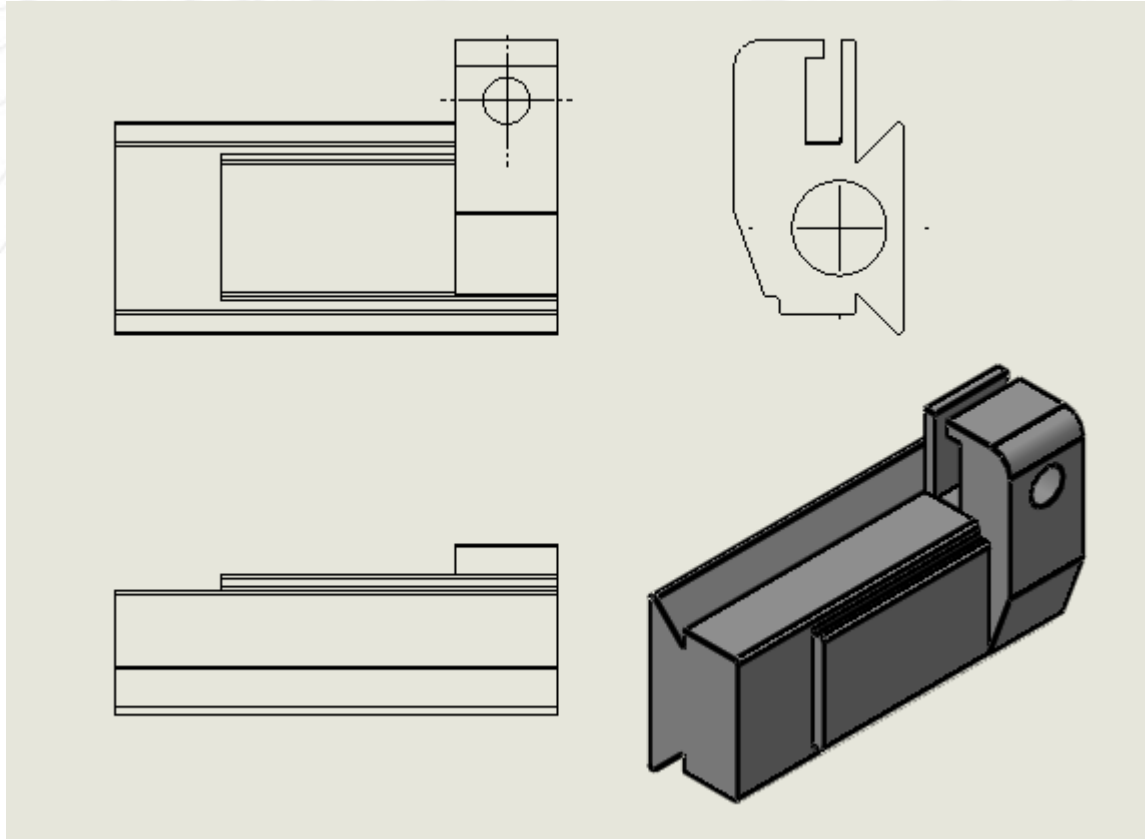


Diseño En SolidWorks Robot Delta Lineal













Para la selección del tipo de Robot tuvimos en cuenta la velocidad, la geometría y la flexibilidad, encontrando así un Robot Delta Lineal tipo Keops.

El cual posee las siguientes características:

- Velocidad y flexibilidad para aplicaciones donde las cargas son livianas y las distancias de movimiento son cortas.
- Geometría la cual le permite moverse rápido dentro de un espacio tridimensional y orientar una carga alrededor de su eje vertical.

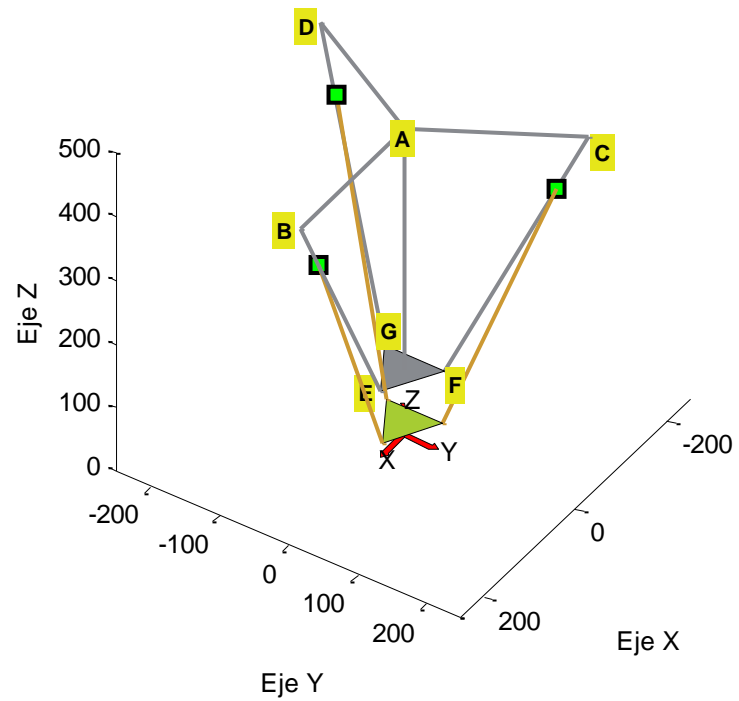
- Ahora, puesto que los motores están montados sobre una base y no se mueven, los cables del motor no necesitan ser flexibles, lo cual reduce el desgaste del cable y por lo mismo la frecuencia de reemplazo es más larga
- Ideal para aplicación Pick and Place a nivel industrial y de enseñanza.

Cinemática Inversa

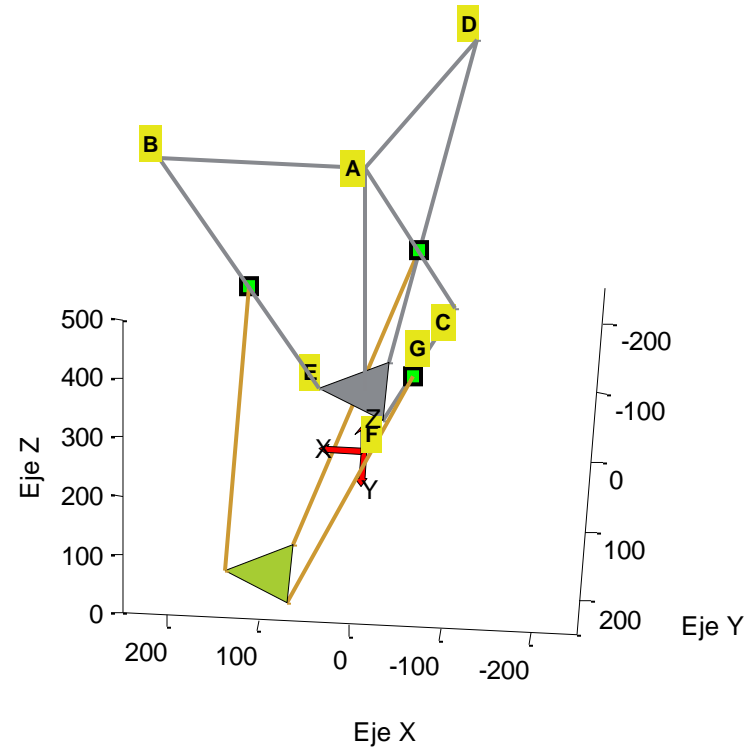
En Robótica, la Cinemática inversa es la técnica que permite determinar el movimiento de una cadena de articulaciones para lograr que un actuador final se ubique en una posición concreta.

Programa 1

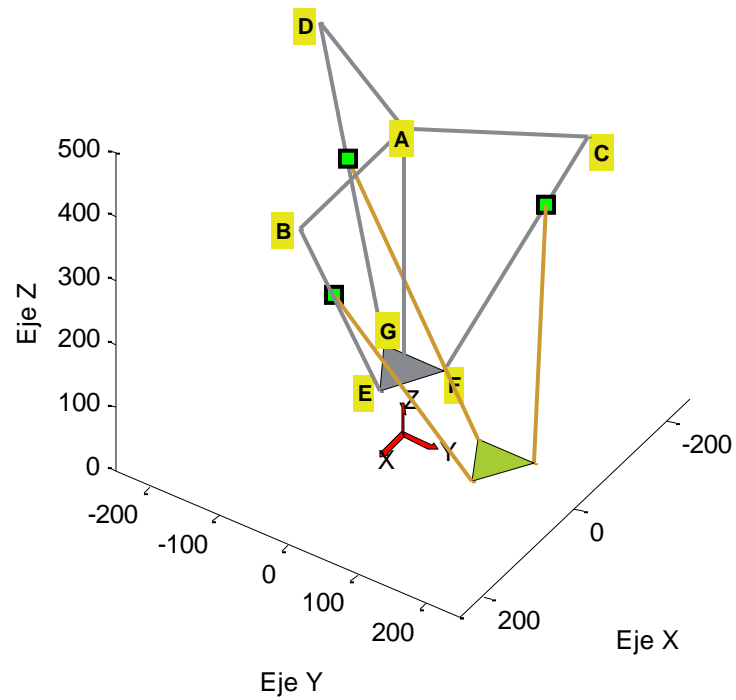
[0,0,0]



[100,80,-140]



[-50,100,-50]



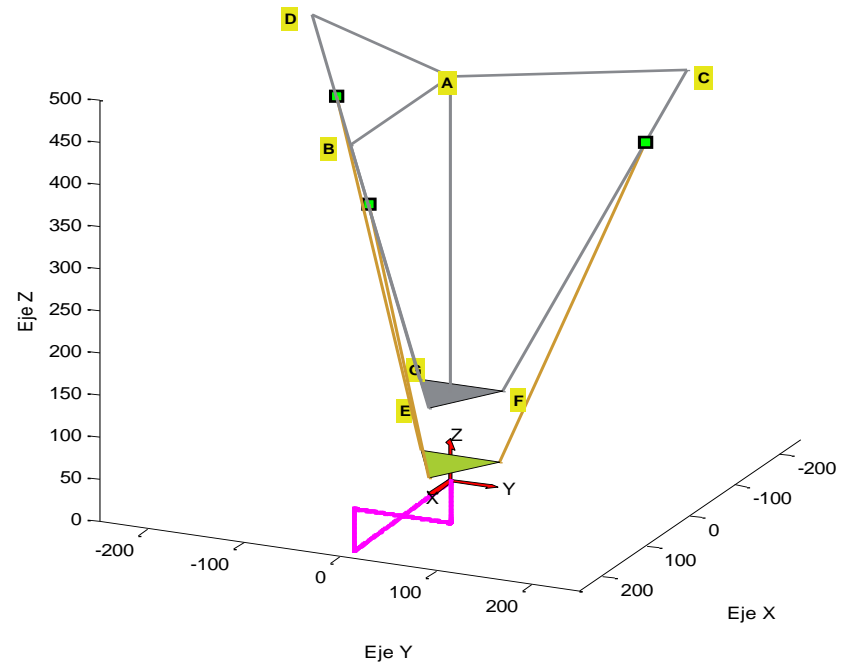
Programa 2

$[0,0,-50]$

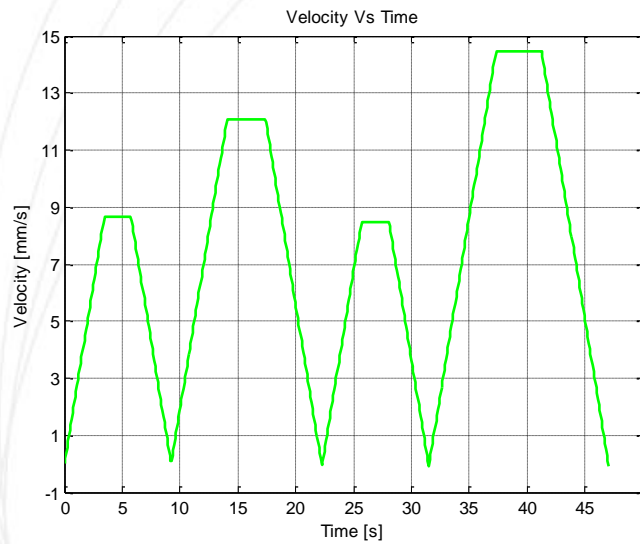
$[0,-100,-50]$

$[0,-100,-100]$

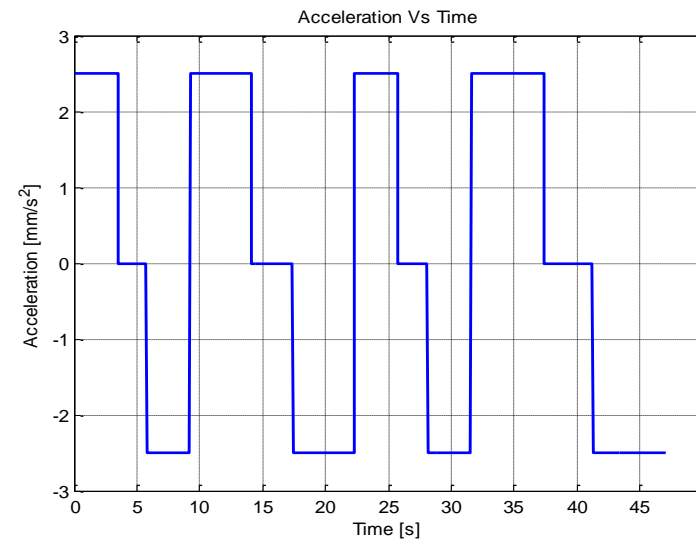
$[0,0,0]$



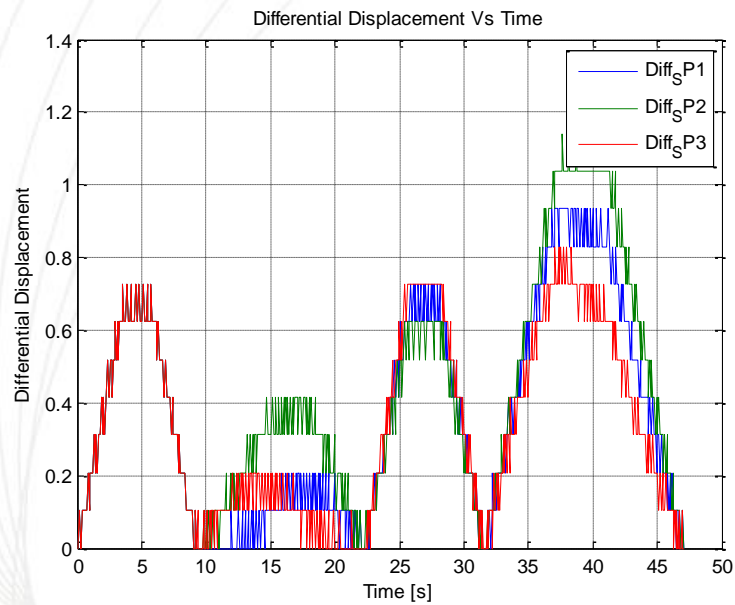
Velocidad



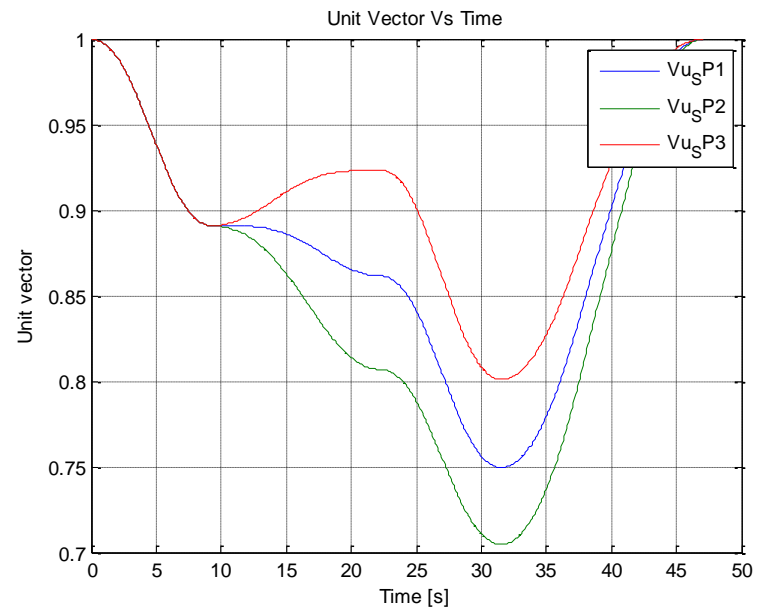
Aceleración



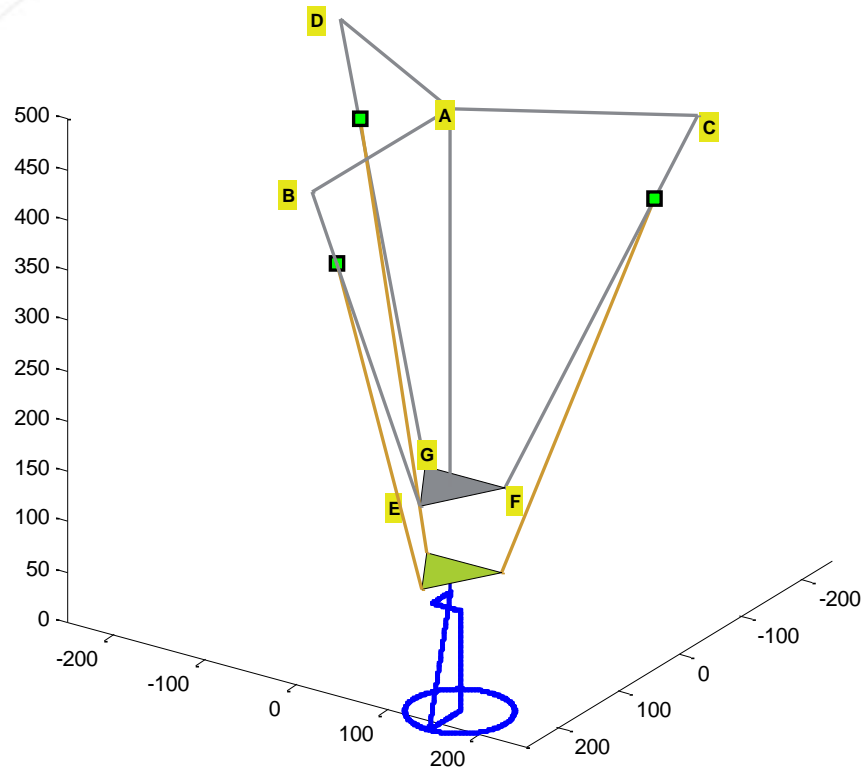
Desplazamiento Diferencial



Vector Unitario



Programa 3



Conclusiones

- Para la selección del tipo de robot a diseñar se tuvo en cuenta en primera instancia la problemática del proyecto que consistía en un dispositivo de almacenamiento para blísteres y en la cual requeríamos velocidad, precisión y flexibilidad ya que las cargas son livianas y las distancias de movimiento cortas, encontrando al Robot Delta como la solución al problema planteado.
- Con la herramienta SolidWorks (Programa de diseño asistido por computadora para modelado mecánico) diseñamos un Robot Delta Tipo Keops.

- En cuanto al estudio cinemático del Robot Delta Tipo Keops decidimos utilizar la cinemática inversa la cual es capaz de determinar el movimiento de una cadena de articulaciones para llegar a un punto determinado.
- Para encontrar la ubicación de cada una de los tres deslizadores se utilizo el método de iteración que consiste en repetir una serie de instrucciones para encontrar el punto en donde se encuentra la herramienta sin que las barras E, F y G cambien de magnitud.

- Para la Cinemática Inversa se crearon 3 programas a los cuales se le ingresan las coordenadas deseadas, la aceleración y la orientación de la herramienta y estos a su vez nos muestran la trayectoria y nos dan todos los datos de desplazamiento, velocidad y aceleración del sistema por medio de graficas.
- El vector unitario es una herramienta que se utilizo para calcular el punto de los deslizadores .

- Un vector unitario es una forma de representar un vector con una orientación específica en el espacio, la cual al multiplicarlo por una constante hace que se desplace en el espacio desde un punto al otro hasta llegar a otro en el cual medido desde ahí a la herramienta cumpla con la distancia de la barra (140 mm).
- La grafica de desplazamiento diferencial es la resta de la posición final menos la anterior de los actuadores sobre el tiempo.

- Desplazamientos, velocidades y aceleraciones angulares no se presentan debido a que los motores se mueven en un solo plano.

Gracias