

Cinemática de Robots.

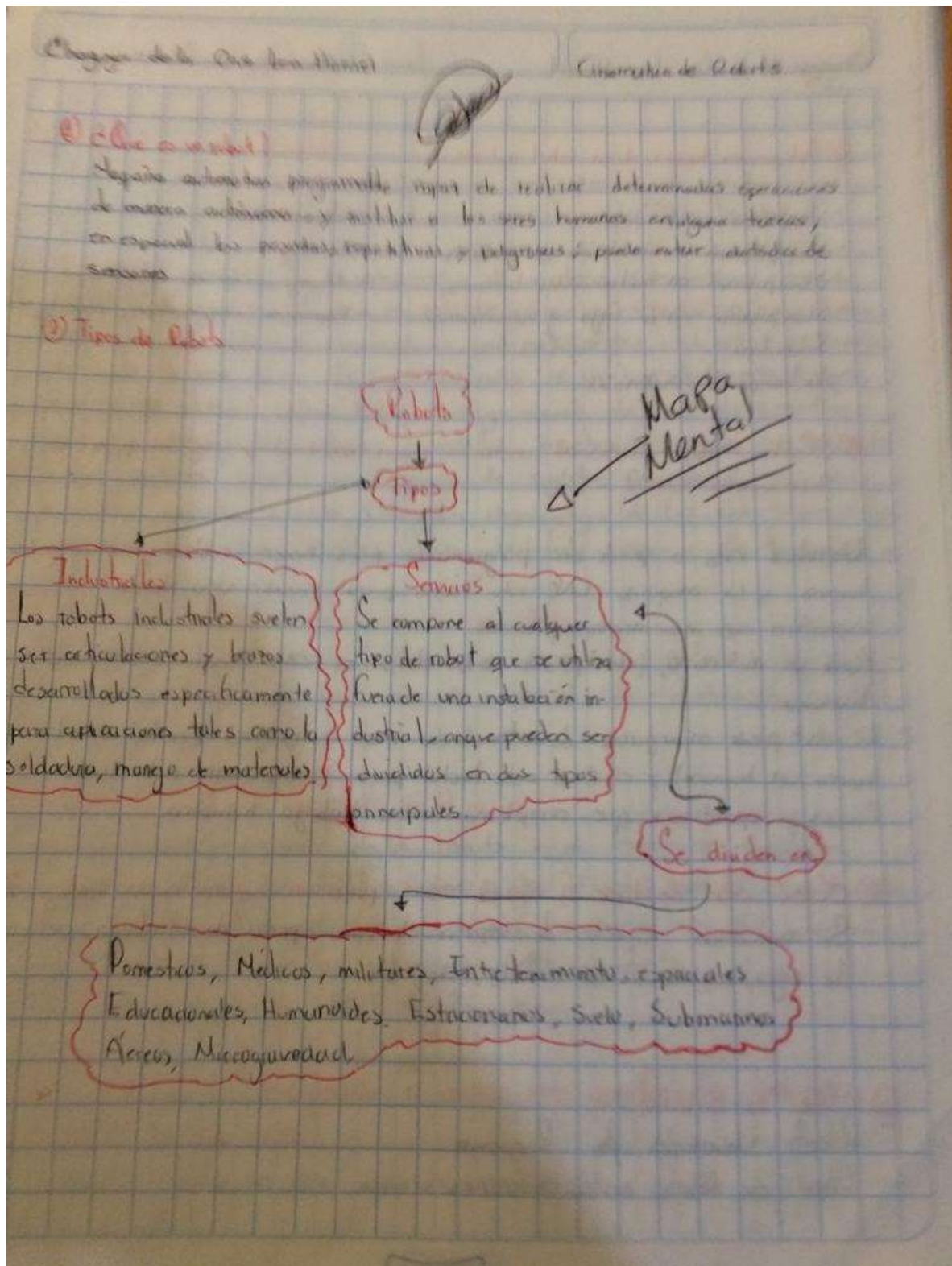
Chagoya de la Cruz Levi Hazael.

EVIDENCIAS.

Mtro. Enrique Moran Garabito.

Ingeniería Mecatrónica.

UPZMG.



Chagoya de la Cruz Levi Hazael

Cinemática de Robots.

① Aplicaciones típicas de un robot industrial.

- Manipulación en fundición.
- Manipulación en moldado de plásticos.
- Manipulación en tratamientos térmicos.
- Manipulación en la forja y estampación.
- Soldadura.
- Aplicación de materiales.
- Mecanización.
- Montaje.
- Manipulación de Materiales.
- Formación, enseñanza e investigación.

② ¿Cuáles son las diferencias entre un robot industrial y una máquina y herramienta CNC?

- Un robot está o puede ser programado para hacer muchas y diferentes tareas, y la máquina CNC está hecha para repetir una tarea específica con movimientos precisos.
- Puede ser autónomo, tele-operado o los dos, y el CNC requiere intervención humana.
- El robot puede encargarse de actividades más complejas (casi como lo haría un humano), y el CNC está hecho para reemplazar actividades físicas y operativas que complementan el trabajo humano.

③ ¿Cómo debe decidirse el tipo de robot para un determinado trabajo?

Se consideran aspectos decisivos como espacio de trabajo, velocidad de carga, capacidad de control, coste, etc.

④ ¿Qué es R.U.P.?

Robots Universales de Rossum
Libro de Robots contra humanos

Chagoya de la Cruz Levi Hazael

⑦ Robots Seriales y Paralelos

Los robots seriales presentan una configuración de eslabones conectados en forma secuencial, empezando por la base hasta el efector final.

El robot paralelo es un mecanismo de cadena cinemática cerrada en el cual una plataforma móvil se encuentra unida a una base por varias cadenas cinemáticas independientes. El robot paralelo consiste de una base fija conectada a una plataforma móvil mediante articulaciones. Esta configuración de cadena cinemática cerrada otorga a los robots paralelos ciertas ventajas con respecto a los robots seriales, en términos de rigidez, velocidad, precisión e inercia en movimiento. Una gran desventaja de los robots paralelos con respecto a los seriales es su reducido espacio de trabajo.

⑧ Problemas de seguridad en el uso de los robots?

Los estudios de seguridad automoción promueven criterios básicos de diseño a humanos en el caso de colisión de distintas partes de cuerpos.

⑨ ¿Cuál es la población de robots en el mundo?

Según la investigación más de los robots en el mundo se emplean en China y Asia. En 2017 hubo cerca de 300 mil robots en el mundo y los analistas destacan que la población aumentó un 15% cada año y en 2019 mostrarán las actividades 44 mil robots. 1.63 robots en el planeta. 2019 → 2.6 millones.

10 ¿Qué industria es considerada el usuario más grande de robots industriales de tipo seriales?

La Kumar Saha es una empresa automotriz con la actividad grande de robots.

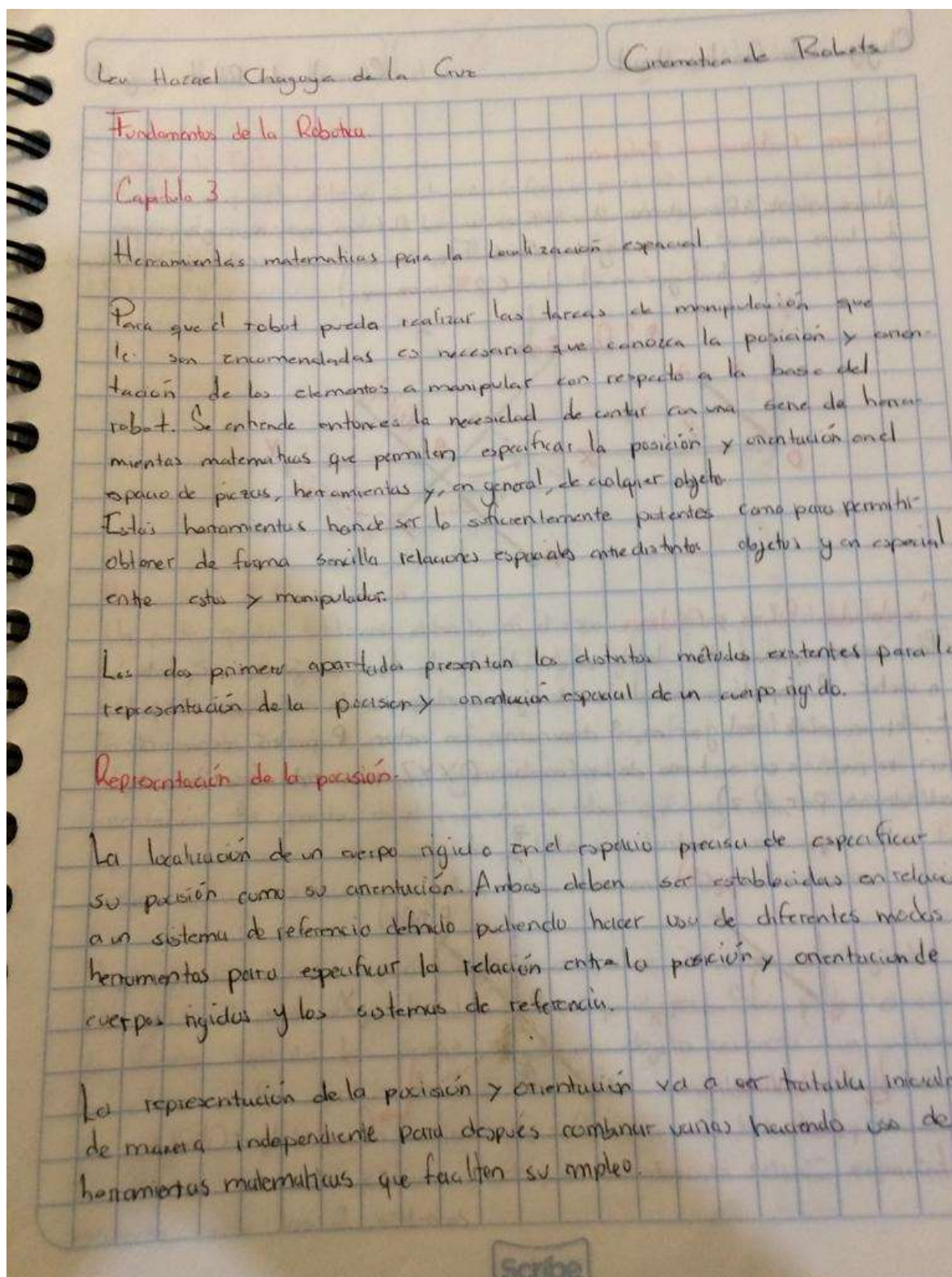
Chagoya de la Cruz Levi Hazael.

10. ¿Cuáles son las áreas nuevas de aplicaciones de los robots?

Neurología y Medicina con excelentes resultados.

12. ¿Cómo se expresa un robot industrial?

Es de manipulación automática, reprogramable y multifuncional con más de 30 grados de libertad.

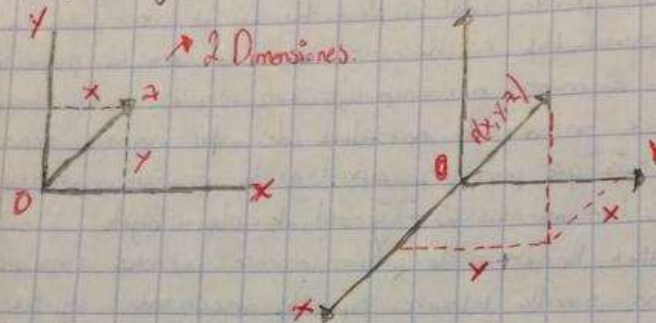


Chagoya de la Cruz Levi Hazel.

Cinemática de Robots.

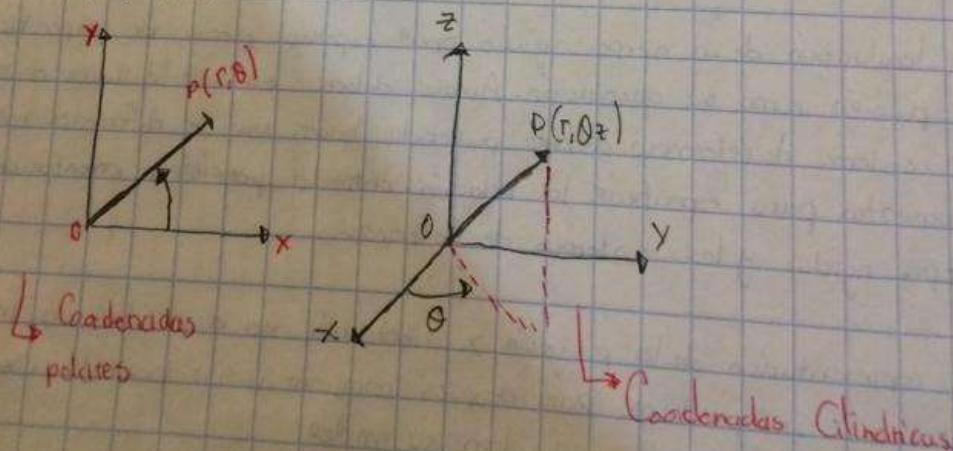
Sistema Cartesiano de Referencia

Normalmente los sistemas de referencia se definen mediante ejes perpendiculares entre sí con un origen definido. Estos se denominan sistemas cartesianos y en el caso de trabajar en el plano (2 dimensiones).



Coordenadas Polares y Cilíndricas

Para un plano, es posible también caracterizar la localización de un punto o vector P respecto a un sistema de ejes cartesianos de referencia OXY . En el caso de trabajar en 3 dimensiones, un vector P podrá expresarse con respecto a un sistema de referencia $OXYZ$, mediante coordenadas cilíndricas $P(r, \theta, z)$.

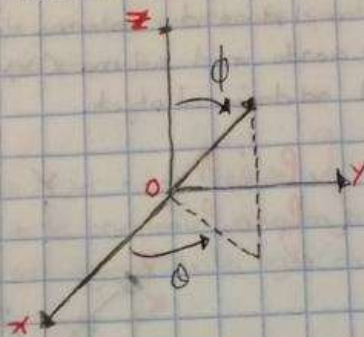


Chagoya de la Cruz Levi Hazael

Ingeniería Mecánica

Coordenadas Esféricas.

También es posible utilizar coordenadas esféricas para realizar la localización de un vector en un espacio de 3 dimensiones. Utilizando el sistema de referencia $OXYZ$, y el vector P tendrá coordenadas esféricas.



Representación de la orientación

Un punto queda totalmente definido en el espacio a través de los datos de su posición. Sin embargo, para el caso de un sólido rígido, es necesario además definir cuál es su orientación con respecto a un sistema de referencia.

En el caso de un robot, no es suficiente con especificar cuál debe ser la posición de su extremo, sino en general es también necesario indicar su orientación. Por ejemplo, en el caso de un robot que tenga que realizar sobre una pieza una operación de pulido, no bastará con especificar la punta de la superficie para situar adecuadamente la herramienta.

Una orientación en el espacio tridimensional, viene definida por 3 grados de libertad o 3 componentes linealmente independientes. Para poder describir de forma sencilla la orientación de un objeto respecto a un sistema de referencia, Para poder describir de forma sencilla la orientación de un objeto respecto a un sistema de referencia, es habitual solidarizar al objeto un nuevo sistema y después estudiar la relación espacial existente entre los 2 sistemas.

Cinemática de Robots

de la Cruz Levi Hazael

Rotaciones

matrices de rotación son el método más extendido para la descripción de
 direcciones debido principalmente a la comodidad que proporciona a los
 cálculos lineal (matricial).

imagina que se tiene en el plano dos sistemas de referencia OXY y $O'UV$
 en el mismo origen O , siendo en el sistema OXY el de referencia fijo y
 el sistema $O'UV$ el móvil, solidario al objeto.

$$\begin{bmatrix} p_x \\ p_y \end{bmatrix} = R \begin{bmatrix} p_u \\ p_v \end{bmatrix} \quad R = \begin{bmatrix} i_x i_u & i_x i_v \\ j_x i_u & j_x i_v \end{bmatrix}$$

matriz de rotación, que define la orientación del sistema $O'UV$
 respecto al sistema OXY , que sirve para transformar las coordenadas
 de un sistema a las del otro. También recibe el nombre de
 cosenos directores.

de las dimensiones, la orientación viene definida por un único
 independiente. Si se considera la posición relativa del sistema $O'UV$
 respecto al OXY ángulo α sobre el OXY .

$$R = \begin{bmatrix} \cos \alpha & -\sin \alpha \\ \sin \alpha & \cos \alpha \end{bmatrix}$$

Scribe

Chagoya de la Cruz Levi Hazael

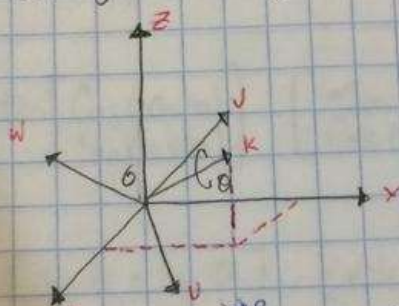
Cinemática de Robots

Ángulo Euler

Para la representación de orientación en un espacio tridimensional mediante una matriz de rotación es necesario definir nueve elementos aunque la utilización de las matrices de rotación presenta múltiples ventajas, como se verá en el siguiente epígrafe. Existen otros métodos de definición de orientación que hacen uso únicamente de 3 componentes para su descripción.

Por de Rotación

Al igual que los ángulos Euler, no se trata de un método que permita realizar una visualización sencilla de la orientación, salvo en casos muy concretos en los que el vector K coincide con alguno de los ejes coordenados del sistema.



Representación de orientación por eje > ángulo de giro.

Cuaternios

Los cuaternios, definidos por Hamilton pueden ser utilizados como herramienta matemática de gran versatilidad computacional para trabajar con giros y orientaciones.

En resumen, una matriz de transformación homogénea se puede aplicar

1. Representar la posición y orientación de un sistema girado y trasladado respecto a un sistema fijo de referencia $OXYZ$, que es lo mismo que represen

Chagoya de la Cruz Levi Hazael.

Cinemática de Robots.

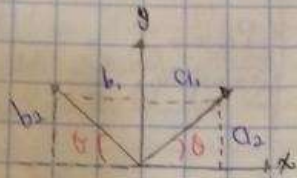
2. Transformar un vector r expresado en coordenadas con respecto a un sistema $O'UVW$, a su expresión en coordenadas del sistema de referencia $OXYZ$.

3. Rotar (R) y trasladar (D) un vector r con respecto a un sistema de referencia fijo $OXYZ$ para transformarlo en R .

Chagoya de la Cruz Levi Hazael

Cinemática de Robots.

- Matrices de Rotación -

Cos: Cateto opuesto de la
Adyacente

Sen:

 x_i Con relación a x : $a_1 = |x_i| \cos \theta \rightarrow (x, x)$ y_i Con relación a y : $a_2 = |x_i| \sin \theta \rightarrow (x, y)$ y_i Con relación a x : $-b_1 = |y_i| \cos(\theta + 90) \Rightarrow |y_i| \sin \theta \rightarrow (y, x)$ x_i Con relación a y : $b_2 = |y_i| \sin(\theta + 90) = |y_i| \cos \theta \rightarrow (y, y)$

$$x_i \begin{bmatrix} \cos \theta \\ \sin \theta \end{bmatrix} \quad y_i \begin{bmatrix} \cos(\theta + 90) \\ \sin(\theta + 90) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\sin \theta \\ \cos \theta \end{bmatrix}$$

$$R_i = \begin{bmatrix} x_i & y_i \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \theta & -\sin \theta \\ \sin \theta & \cos \theta \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} (x_i, x_0) & (x_i, y_0) \\ (y_i, x_0) & (y_i, y_0) \end{bmatrix}$$

$$\Rightarrow \begin{bmatrix} (x_i, x_0) & (y_i, x_0) & (z_i, x_0) \\ (x_i, y_0) & (y_i, y_0) & (z_i, y_0) \\ (x_i, z_0) & (y_i, z_0) & (z_i, z_0) \end{bmatrix} \rightarrow \text{Rotación}$$

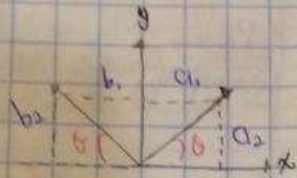
\hookrightarrow Todos van a ser 0
menos en el punto de intersección

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \theta & -\sin \theta \\ 0 & \sin \theta & \cos \theta \end{bmatrix}$$

Chagoya de la Cruz Levi Hazael

Cinemática de Robots.

- Matrices de Rotación -

Cos: Cateto opuesto de la
Adyacente

Sen:

 x_i Con relación a x : $a_1 = |x_i| \cos \theta \rightarrow (x, x)$ x_i Con relación a y : $a_2 = |x_i| \sin \theta \rightarrow (x, y)$ y_i Con relación a x : $-b_1 = |y_i| \cos(\theta + 90) \Rightarrow |y_i| \sin \theta \rightarrow (y, x)$ y_i Con relación a y : $b_2 = |y_i| \sin(\theta + 90) = |y_i| \cos \theta \rightarrow (y, y)$

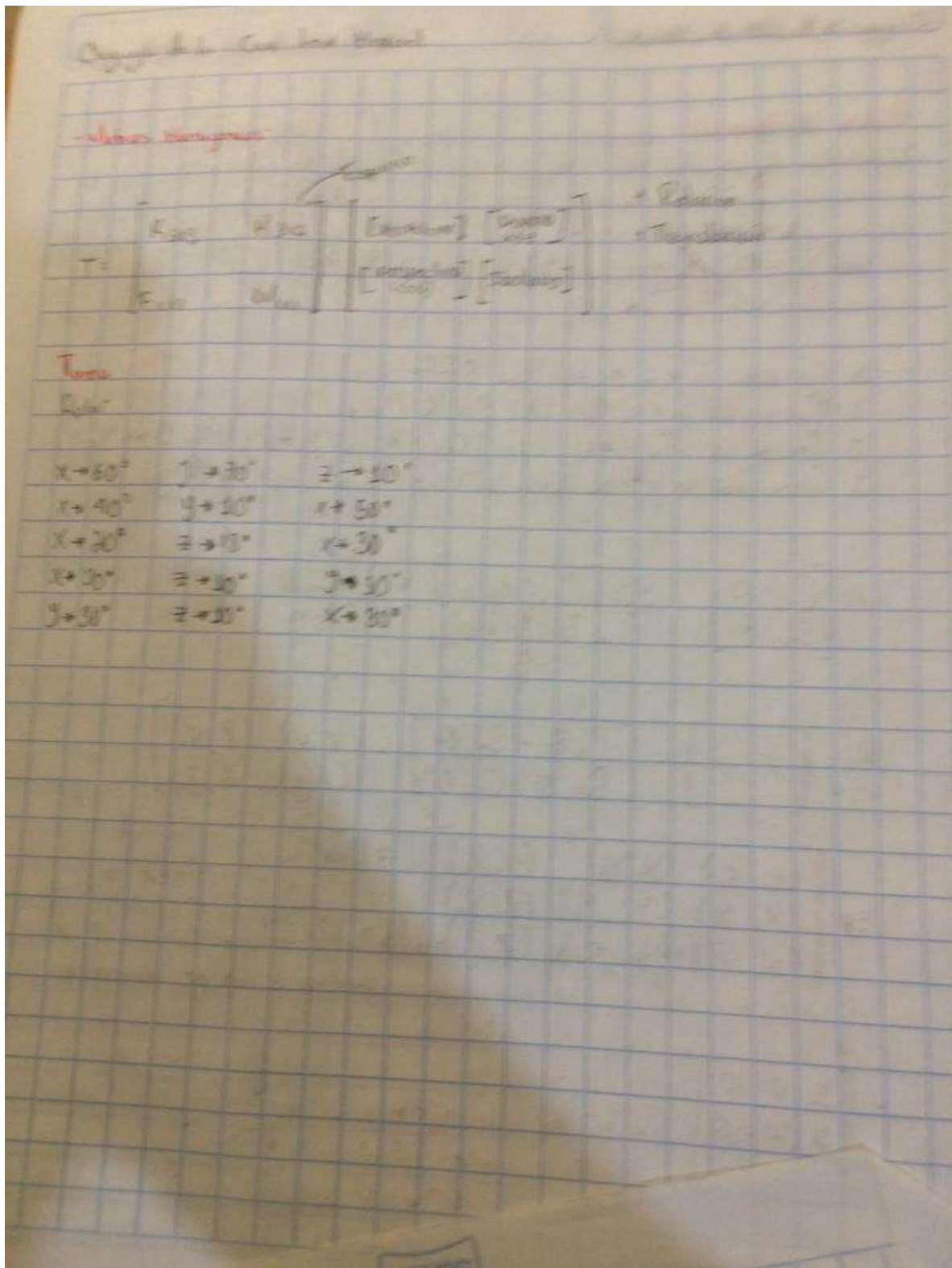
$$x_i \begin{bmatrix} \cos \theta \\ \sin \theta \end{bmatrix} \quad y_i \begin{bmatrix} \cos(\theta + 90) \\ \sin(\theta + 90) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\sin \theta \\ \cos \theta \end{bmatrix}$$

$$R_i = \begin{bmatrix} x_i & y_i \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \theta & -\sin \theta \\ \sin \theta & \cos \theta \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} (x_i, x_0) & (x_i, y_0) \\ (y_i, x_0) & (y_i, y_0) \end{bmatrix}$$

$$\Rightarrow \begin{bmatrix} (x_i, x_0) & (y_i, x_0) & (z_i, x_0) \\ (x_i, y_0) & (y_i, y_0) & (z_i, y_0) \\ (x_i, z_0) & (y_i, z_0) & (z_i, z_0) \end{bmatrix} \rightarrow \text{Rotación}$$

\hookrightarrow Todos van a ser 0
menos en el punto de intersección

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \theta & -\sin \theta \\ 0 & \sin \theta & \cos \theta \end{bmatrix}$$



Fecha? 22-Enero-2019
Cinemática de Robots

Chagoya de la Cruz Levi Hazael

① $\alpha = 60^\circ$

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos 60 & -\sin 60 \\ 0 & \sin 60 & \cos 60 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos 70 & 0 & \sin 70 \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin 70 & 0 & \cos 70 \end{bmatrix}$$

XY

$$\begin{bmatrix} 0.342 & 0 & 0.94 \\ 0.814 & 0.5 & -0.20 \\ -0.77 & 0.566 & 0.19 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \cos 10 & -\sin 10 & 0 \\ \sin 10 & \cos 10 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} =$$

XYZ

$$\begin{bmatrix} 0.336 & -0.6 & 0.94 \\ 0.888 & 0.351 & -0.276 \\ -0.312 & 0.434 & 0.191 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \cos 10 \\ \sin 10 \\ 0 \end{bmatrix}$$

② $\alpha = 40^\circ$

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos 40 & -\sin 40 \\ 0 & \sin 40 & \cos 40 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos 50 & 0 & \sin 50 \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin 50 & 0 & \cos 50 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos 50 & -\sin 50 \\ 0 & \sin 50 & \cos 50 \end{bmatrix}$$

XY

$$\begin{bmatrix} -0.834 & 0 & -0.544 \\ 0.405 & 0.660 & -0.625 \\ -0.362 & 0.745 & 0.558 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} -0.834 & 0.102 & -0.529 \\ -0.952 & -0.473 & -0.777 \\ -0.362 & 0.571 & 0.733 \end{bmatrix}$$

Scribe

Chagoya de la Cruz Levi Hazael. Cinemática de Robots.

③ $X = 20^\circ$ $Z = 18^\circ$ $Y = 30^\circ$

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos & -\sin \\ 0 & \sin & \cos \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \cos & -\sin & 0 \\ \sin & \cos & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$XZ \begin{bmatrix} 0.60 & 0.75 & 0 \\ -0.206 & 0.60 & -0.10 \\ -0.614 & 0.601 & 0.103 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0.921 & -0.309 & 0 \\ 0.290 & 0.699 & -0.373 \\ 0.105 & 0.226 & 0.971 \end{bmatrix}$$

④ $X \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & .866 & -.5 \\ 0 & .5 & .866 \end{bmatrix} Z \begin{bmatrix} .9992 & -.1736 & 0 \\ -.1736 & .98 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -.9897 & -.1736 & 0 \\ -.1503 & .8528 & -.5 \\ .0868 & .4924 & -.866 \end{bmatrix}$

$$XZ \begin{bmatrix} .9992 & 0 & 0 \\ .2960 & .8137 & -.5 \\ -.1709 & .4699 & -.866 \end{bmatrix} X \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & .866 & -.5 \\ 0 & .5 & .866 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} .9992 & 0 & 0 \\ .296 & .4546 & -.8398 \\ -.1709 & .839 & .5150 \end{bmatrix}$$

⑤ $Y = 30^\circ$ $Z = 10^\circ$

$$\begin{bmatrix} -.8660 & 0 & .5 \\ 0 & 1 & 0 \\ .5 & 0 & .866 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} .9848 & -.1736 & 0 \\ -.1736 & .9891 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} .8568 & -.1503 & .5 \\ -.1736 & .9819 & 0 \\ -.4924 & .0801 & -.866 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} .8528 & -.1503 & .5 \\ -.1736 & .9898 & 0 \\ -.4924 & .0868 & .866 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & .866 & -.5 \\ 0 & .5 & .866 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} .8528 & .1198 & -.5011 \\ -.1736 & .8528 & -.4029 \\ -.4924 & -.5081 & .7065 \end{bmatrix}$$

Scribe

Chagoya de la Cruz Levi Hazael. 25 Enero 2014
Cinemática de Robots.

Parametrización para Robots: Teoría, video y nueva aplicación libre.

Dennis Hahenberg.

- Forma parte de todo curso básico de Robótica
- Describe la geometría de un brazo manipulador robótico
- Se usa para resolver de forma trivial el problema de cinemática directa.

1. Número de Eslabones
La tierra es nombrada "0" a la "tercera" base fija donde se ancla el robot. (1)

2. Número de Articulaciones
La "1" está para ser el primer grado de libertad, y "n" el último.

3. Localización del eje en cada articulación

- Será el eje de giro
- Para prismáticos será el eje a lo largo del cual se mueve el eslabón.

4. Eje Z

- Colocamos los sistemas XYZ.

5. Sistemas de Coordenadas

- "0" Se sitúa el punto de origen en cualquier punto en Z_0 .
- La orientación de X_0 e Y_0 puede ser arbitraria, siempre que se respete evidentemente que XYZ sea un sistema dextrógiro.

6. Rotación de Sistemas

- Para el resto de sistemas $i=1$.
- Colocar el punto de origen en la intersección de Z_{i-1} con la norma común a Z_i y Z_{i+1} .

7. Ejes X
Que sea cada X_i sea en la de la normal común a Z_{i-1} y Z_i en la dirección de Z_{i-1} hacia Z_i .

8. Ejes Y
Una vez situados los ejes Z y X, los Y tienen su direcciones determinadas por la restricción de formar XYZ dextrógiro. ¿C.C.?

9: Sistema del extremo del robot.

El mismo sistema XYZ se coloca en el extremo del robot con su eje Z, X y Y en cualquier dirección válida.

10: Angulos theta

Cada θ_i es el ángulo de X_{i-1} hasta X_i girando alrededor de Z_i .

11: Distancia d_i

Cada d_i es la distancia desde el sistema XYZ.

12: Distancia a : Cada d_i es la longitud de dicha norma común.

13: Angulos Alfa: Se utiliza para rotar Z_{i-1} para llegar a Z_i , rotando alrededor de X_i .

14: Matrices Individuales

-Cada eslabón define una matriz de transformación.

15: Transformación Total

La matriz de transformación total que relaciona la base del robot con su herramienta.

15: Transformación total

15: Transformación total

Chagoya de la Cruz Levi Hazael

Cinemática de Robots

Robot #1 RRR

Medida

d_{i-1} → distancia de Z_{i-1} a Z_i → a lo largo del X_{i-1}
 α_{i-1} → Angulo entre Z_{i-1} y Z_i → Con respecto al eje X_{i-1}
 d_i → Distancia de X_{i-1} a X_i → A lo largo del eje Z_i
 θ_i → Angulo entre X_i y X_{i-1} → Con respecto al Z_i

i	d_{i-1}	α_{i-1}	d_i	θ_i
1	-90	0	0	θ_1
2	L_1	0	0	θ_2
3	L_2	0	0	θ_3

Robot #3

i	d_{i-1}	α_{i-1}	d_i	θ_i
1	0	-90	0	θ_1
2	L_1	90	d_2	θ_2
3	L_2	0	0	θ_3

Matrices Homógenas

Cinemática de Robots

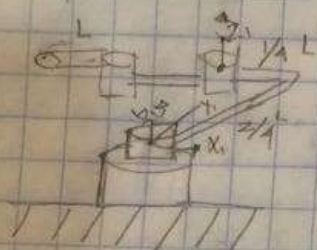
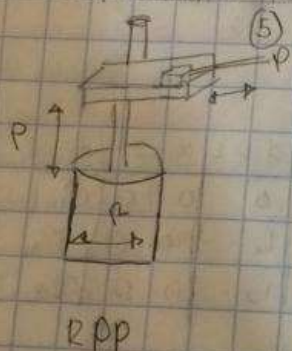


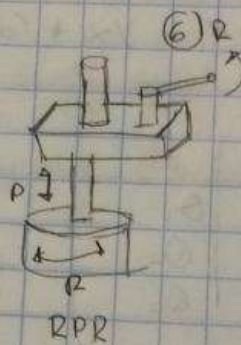
Tabla de Denavit-Hartenberg

i	a_{i-1}	α_{i-1}	d_i	Q_i
1	$L_1 \frac{3}{4}$	-90	0	Q_1
2	L_2	90	0	Q_2
3	L_3	-90	0	Q_3

Desplazamiento Prismático



RPP



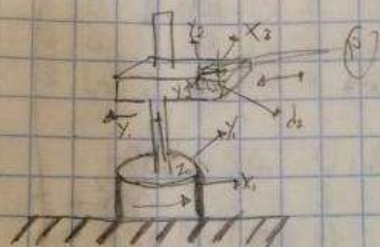
RPR

Chagoya de la Cruz Levi Hazael

12-02-19

Cinemática de Robots

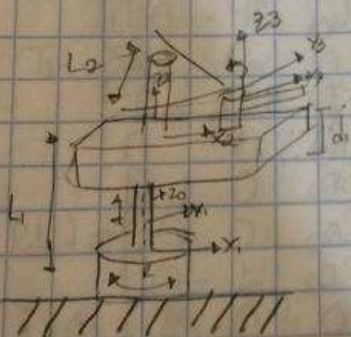
Robot RPP



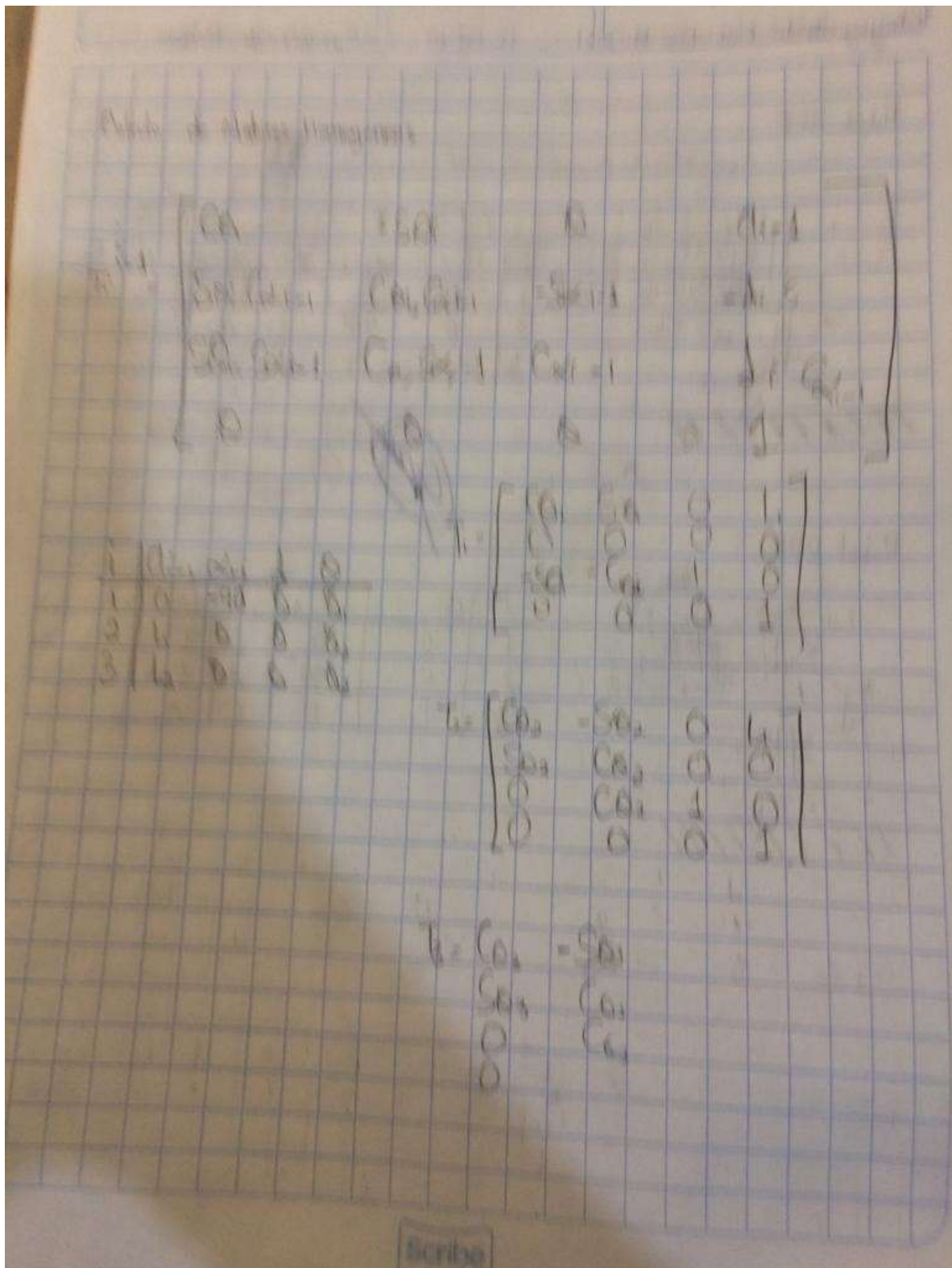
i	a_{i-2}	α_{i-1}	d_i	Q_i
1	0	0	d_1	Q_1
2	0	90°	d_2	Q_2
3	L_1	0	0	Q_3



Robot RPR



i	a_{i-2}	α_{i-1}	d_i	Q_i
1	0	0	d_1	Q_1
2	0	90°	d_2	Q_2
3	L_1	0	0	Q_3



Chagoya de la Cruz Levi Hazael.

Robot # 2

	d_{i-1}	α_{i-1}	d_i	Q_i
1	0	-90	0	Q_1
2	L_1	0	0	Q_2
3	L_2	0	0	Q_3

$$T_1 = \begin{bmatrix} C\theta_1 & -S\theta_1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ -S\theta_1 & -C\theta_1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$T_2 = \begin{bmatrix} C\theta_2 & -S\theta_2 & 0 & L_1 \\ S\theta_2 & C\theta_2 & 0 & 0 \\ 0 & C\theta_2 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$T_3 = \begin{bmatrix} C\theta_3 & -S\theta_3 & 0 & L_2 \\ S\theta_3 & C\theta_3 & 0 & 0 \\ 0 & C\theta_3 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$T_1 \times T_2 \times T_3 = \begin{bmatrix} C\theta_1 & -S\theta_1 & 0 & 0 \\ S\theta_1 & C\theta_1 & 0 & 0 \\ 0 & C\theta_2 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Robot # 3

i	d_{i-1}	α_{i-1}	d_i	Q_i
1	0	0	0	Q_1
2	L_1	-90	0	Q_2
3	L_2	0	0	Q_3

$$T_1 = \begin{bmatrix} C\theta_1 & -S\theta_1 & 0 & 0 \\ S\theta_1 & C\theta_1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$T_2 = \begin{bmatrix} C\theta_2 & -S\theta_2 & 0 & L_1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ -S\theta_2 & -C\theta_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$T_3 = \begin{bmatrix} C\theta_3 & -S\theta_3 & 0 & L_2 \\ S\theta_3 & C\theta_3 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Chagoya de la Cruz Levi Hazael

Cinemática de Robots.

Robot #4

i	d_{i-1}	α_{i-1}	d_i	a
1	0	-90	0	a_1
2	L_1	90	d_2	0_2
3	L_2	-90	0	0_3

$$T_3 = \begin{bmatrix} C\theta_1 & -S\theta_1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ -S\theta_1 & -C\theta_1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$T_1 \times T_2 \times T_3 = \begin{bmatrix} C\theta_1 & -S\theta_1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & d_2 \\ -S\theta_1 & -C\theta_1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$T_2 = \begin{bmatrix} C\theta_2 & -S\theta_2 & 0 & L_1 \\ 0 & 0 & -1 & d_2 \\ S\theta_2 & C\theta_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$T_3 = \begin{bmatrix} C\theta_3 & -S\theta_3 & 0 & L_2 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ -S\theta_3 & -C\theta_3 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Robot #5

i	a_{i-1}	α_{i-1}	d_i
0	0	0	d_1
1	0	90	d_2
2	L_1	0	0

$$T_1 = \begin{bmatrix} C\theta_1 & -S\theta_1 & 0 & 0 \\ S\theta_1 & C\theta_1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & d_1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$T_2 = \begin{bmatrix} C\theta_2 & -S\theta_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & d_2 \\ C\theta_2 & S\theta_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$T_3 = \begin{bmatrix} C\theta_3 & -S\theta_3 & 0 & L_1 \\ S\theta_3 & C\theta_3 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$T_1 \times T_2 \times T_3 = \begin{bmatrix} C\theta_1 & -S\theta_1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & d_2 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Scribe

Chagoya de la Cruz Levi Hazael

Cinemática de Robots.

Robot #4

i	d_{i-1}	α_{i-1}	d_i	a
1	0	-90	0	a_1
2	L_1	90	d_2	0_2
3	L_2	-90	0	0_3

$$T_1 = \begin{bmatrix} C\theta_1 & -S\theta_1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ -S\theta_1 & -C\theta_1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$T_1 \times T_2 \times T_3 = \begin{bmatrix} C\theta_1 & -S\theta_1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & d_2 \\ -S\theta_1 & -C\theta_1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$T_2 = \begin{bmatrix} C\theta_2 & -S\theta_2 & 0 & L_1 \\ 0 & 0 & -1 & d_2 \\ S\theta_2 & C\theta_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$T_3 = \begin{bmatrix} C\theta_3 & -S\theta_3 & 0 & L_2 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ -S\theta_3 & -C\theta_3 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Robot #5

i	a_{i-1}	α_{i-1}	d_i
0	0	0	d_1
1	0	90	d_2
2	L_1	0	0

$$T_1 = \begin{bmatrix} C\theta_1 & -S\theta_1 & 0 & 0 \\ S\theta_1 & C\theta_1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & d_1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$T_2 = \begin{bmatrix} C\theta_2 & -S\theta_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & d_2 \\ C\theta_2 & S\theta_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$T_3 = \begin{bmatrix} C\theta_3 & -S\theta_3 & 0 & L_1 \\ S\theta_3 & C\theta_3 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$T_1 \times T_2 \times T_3 = \begin{bmatrix} C\theta_1 & -S\theta_1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & d_2 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Scribe

Chagoya de la Cruz Levi Hazael

Cinemática de Robots.

El método más directo para la relación entre velocidades articulares y del extremo del robot consiste en diferenciar las ecuaciones correspondientes al modelo cinemático directo

$$\begin{aligned} x &= f_x(q_1, \dots, q_n) & y &= f_y(q_1, \dots, q_n) & z &= f_z(q_1, \dots, q_n) \\ d &= f_d(q_1, \dots, q_n) & \theta &= f_\theta(q_1, \dots, q_n) & \psi &= f_\psi(q_1, \dots, q_n) \end{aligned}$$

Si se derivan con respecto al tiempo ambos miembros del conjunto de ecuaciones anteriores, se tendrá:

$$\begin{aligned} \dot{x} &= \sum_{i=1}^n \frac{\partial f_x}{\partial q_i} \dot{q}_i & \dot{y} &= \sum_{i=1}^n \frac{\partial f_y}{\partial q_i} \dot{q}_i & \dot{z} &= \sum_{i=1}^n \frac{\partial f_z}{\partial q_i} \dot{q}_i \\ \dot{d} &= \sum_{i=1}^n \frac{\partial f_d}{\partial q_i} \dot{q}_i & \dot{\theta} &= \sum_{i=1}^n \frac{\partial f_\theta}{\partial q_i} \dot{q}_i & \dot{\psi} &= \sum_{i=1}^n \frac{\partial f_\psi}{\partial q_i} \dot{q}_i \end{aligned}$$

O expresado en forma matricial:

$$\begin{bmatrix} \dot{x} \\ \dot{y} \\ \dot{z} \\ \dot{d} \\ \dot{\theta} \\ \dot{\psi} \end{bmatrix} = J_a \begin{bmatrix} \dot{q}_1 \\ \vdots \\ \dot{q}_n \end{bmatrix} \quad \text{Con } J_a = \begin{bmatrix} \frac{\partial f_x}{\partial q_1} & \dots & \frac{\partial f_x}{\partial q_n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{\partial f_\psi}{\partial q_1} & \dots & \frac{\partial f_\psi}{\partial q_n} \end{bmatrix}$$

Chagoya de la Cruz Levi Hazael

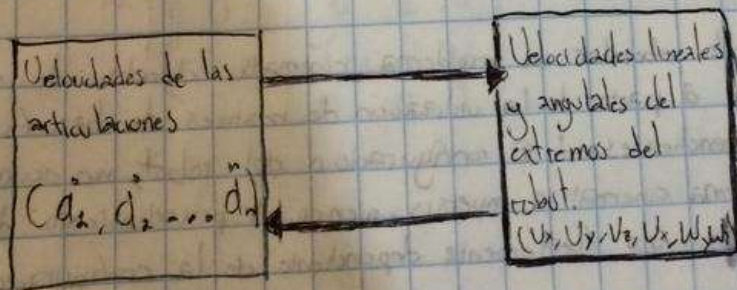
Cinemática de Robots

Jacobiana Geométrica

La jacobiana analítica presentada en el epígrafe anterior relaciona las velocidades de las articulaciones con la velocidad de variación de la posición y orientación del extremo del robot.

Otra posible relación de interés es la que se establece en las relaciones articulares y la velocidad lineal (v) y angular (w) del extremo del robot expresadas habitualmente en la sistema de referencia de la base del robot.

$$\begin{bmatrix} v_x \\ v_y \\ v_z \\ w_x \\ w_y \\ w_z \end{bmatrix} = J \begin{bmatrix} \dot{d}_1 \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ \dot{d}_n \end{bmatrix}$$



Obtención numérica de la Jacobiana Geométrica

Existen diferentes procedimientos que permiten la obtención numérica de la Jacobiana a partir de la información contenida de las matrices ${}^{i-1}A_i$ que definen el método cinemático.

El procedimiento de la jacobiana está basado en la propagación de las velocidades. Este método permite obtener las columnas de la matriz Jacobiana.

Chagoya de la Cruz Levi Hazael

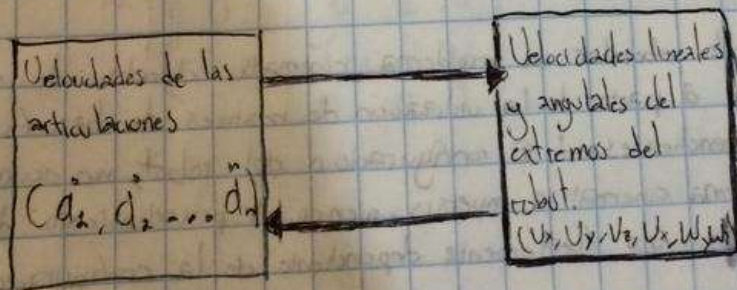
Cinemática de Robots

Jacobiana Geométrica

La jacobiana analítica presentada en el epígrafe anterior relaciona las velocidades de las articulaciones con la velocidad de variación de la posición y orientación del extremo del robot.

Otra posible relación de interés es la que se establece en las relaciones articulares y la velocidad lineal (v) y angular (w) del extremo del robot expresadas habitualmente en la sistema de referencia de la base del robot.

$$\begin{bmatrix} v_x \\ v_y \\ v_z \\ w_x \\ w_y \\ w_z \end{bmatrix} = J \begin{bmatrix} \dot{d}_1 \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ \dot{d}_n \end{bmatrix}$$

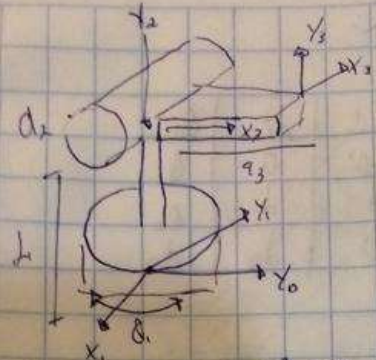


Obtención numérica de la Jacobiana Geométrica.

Existen diferentes procedimientos que permiten la obtención numérica de la Jacobiana a partir de la información contenida de las matrices ${}^{i-1}A_i$ que definen el método cinemático.

El procedimiento de la jacobiana está basado en la propagación de las velocidades. Este método permite obtener las columnas de la matriz Jacobiana.

Chagoya de la Cruz Levi Hazael



i	d_{i-1}	α_{i-1}	d_i	Q_i
1	0	0	0	q_1
2	l_1	-90	0	q_2
3	0	90	l_2	q_3

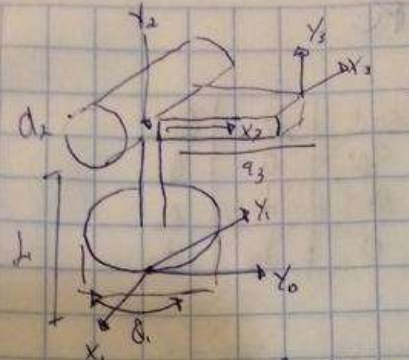
$T_0^0 = T_1^0 \quad T_2^1 \quad T_3^2$

$$T_1^0 = \begin{bmatrix} C q_1 & -S q_1 & 0 & 0 \\ S q_1 & C q_1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$T_3^2 = \begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & -l_2 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$T_2^1 = \begin{bmatrix} C q_2 & -S q_2 & 0 & l_1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ -S q_2 & -C q_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Chagoya de la Cruz Levi Hazael



i	d_{i-1}	α_{i-1}	d_i	Q_i
1	0	0	0	q_1
2	l_1	-90	0	q_2
3	0	90	l_3	q_3

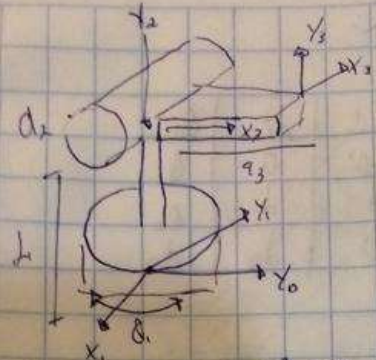
$T_0^0 = T_1^0 \quad T_2^1 \quad T_3^2$

$$T_1^0 = \begin{bmatrix} Cq_1 & -Sq_1 & 0 & 0 \\ Sq_1 & Cq_1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$T_3^2 = \begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & -l_3 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$T_2^1 = \begin{bmatrix} Cq_2 & -Sq_2 & 0 & l_1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ -Sq_2 & -Cq_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Chagoya de la Cruz Levi Hazael



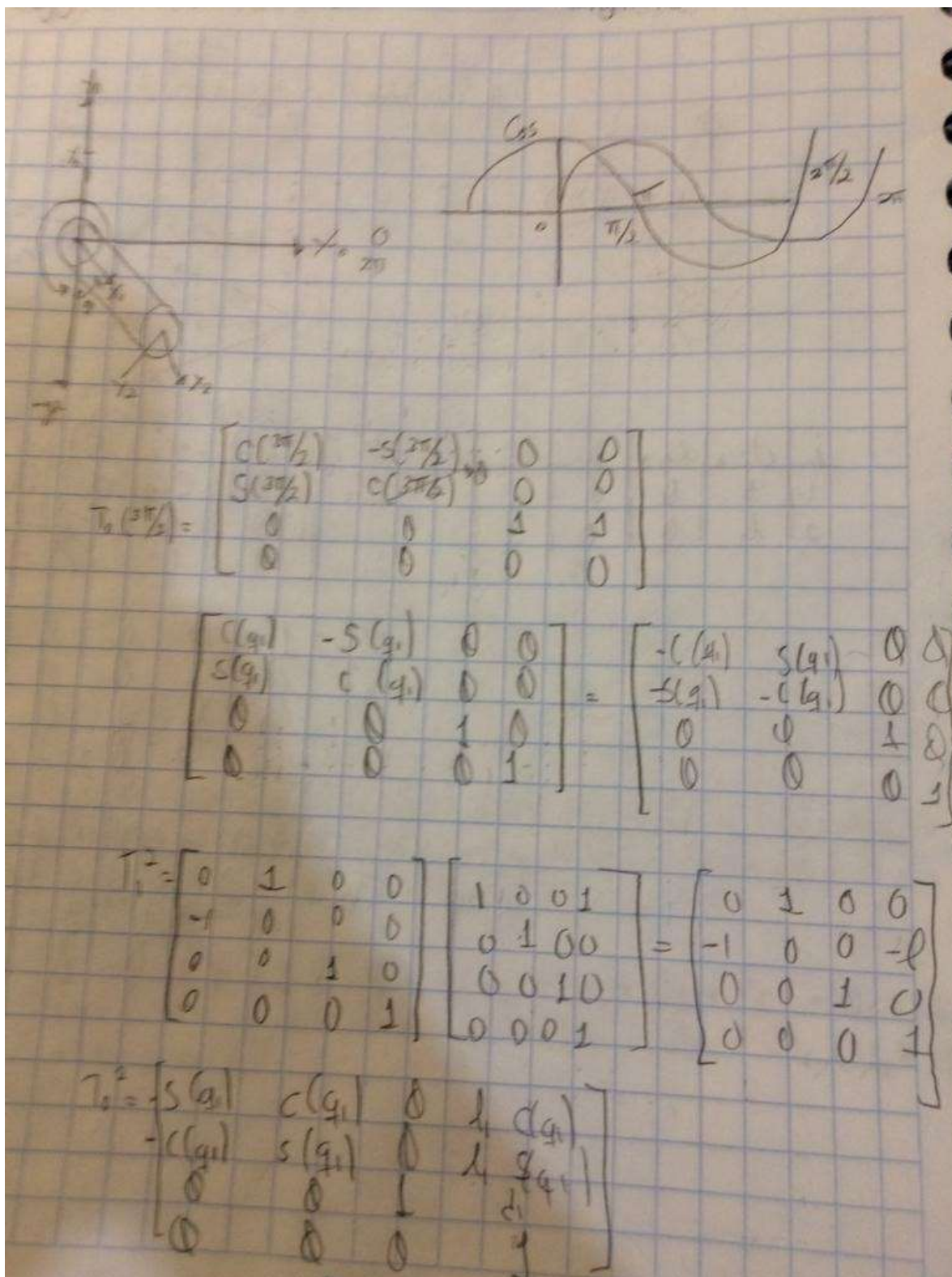
i	d_{i-1}	α_{i-1}	d_i	Q_i
1	0	0	0	q_1
2	l_1	-90	0	q_2
3	0	90	l_2	q_3

$T_0^0 = T_1^0 \quad T_2^1 \quad T_3^2$

$$T_1^0 = \begin{bmatrix} C q_1 & -S q_1 & 0 & 0 \\ S q_1 & C q_1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$T_3^2 = \begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & -q_3 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$T_2^1 = \begin{bmatrix} C q_2 & -S q_2 & 0 & l_1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ -S q_2 & -C q_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$



Chagoya de la Cruz Levi Hazael

Cinemática de Robots

$$W_2: R_0', W_0' \cdot O_0 Z_0 = [R] W_0 + O Z_0$$

$$= \begin{bmatrix} c(q_1) & -s(q_1) & 0 \\ s(q_1) & c(q_1) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} + q_1 \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$U_1' = R_0' V_0' + R_0' [W_0' \times r_1] = [R_1] [W_0' \times r_1]$$

$$= \begin{bmatrix} c(q_1) & -s(q_1) & 0 \\ s(q_1) & c(q_1) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} c(q_1) & -s(q_1) & 0 \\ s(q_1) & c(q_1) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$W_2 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}^T \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ q_1 \end{bmatrix} + q_1 \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} = q_1$$

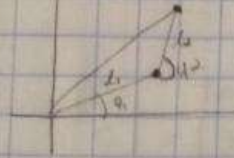
$$V_3^2 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}^T \left[\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ q_1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \right] = \begin{bmatrix} l_1 s(q_1) \\ l_1 c(q_1) \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$V_0^2 = V_2^2 = V \cdot d \begin{bmatrix} l_1 s(q_1) \\ l_1 c(q_1) \\ 0 \end{bmatrix} \begin{matrix} x \\ y \\ z \end{matrix} \quad \frac{2Fa}{0.91} = q_1 \begin{bmatrix} l_1 s(q_1) \\ l_1 c(q_1) \\ 0 \end{bmatrix} q_1$$

$$\begin{bmatrix} l_1 s(q_1) & 0 & 0 \\ 0 & l_1 c(q_1) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} q_1 \\ q_1 \\ q_1 \end{bmatrix} = J(q_1) \dot{q}_1$$

Chagoya de la Cruz Levi Hazael

Cinemática de Robots.



$$\begin{bmatrix} y \\ x \end{bmatrix} = T_e(q) = \begin{bmatrix} l_1 \cos(q_1) + l_2 \cos(q_1 + q_2) \\ l_1 \sin(q_1) + l_2 \sin(q_1 + q_2) \end{bmatrix}$$

$$q_2 = \arctan\left(\frac{x^2 + y^2 - l_1^2 - l_2^2}{2 l_1 l_2}\right)$$

$$q_1 = \arctan\left(\frac{y}{x}\right) - \arctan\left(\frac{l_2 \sin(q_2)}{l_1 + l_2 \cos(q_2)}\right)$$

Ecuación diferencial

$$\frac{d}{dx} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} = \frac{\partial f_x(q)}{\partial(q)}(q)$$

$$J(q) = \frac{\partial f_x(q)}{\partial(q)} \begin{bmatrix} -l_1 \sin(q_1) - l_2 \sin(q_1 + q_2) & -l_2 \sin(q_1 + q_2) \\ l_1 \cos(q_1) + l_2 \cos(q_1 + q_2) & l_2 \cos(q_1 + q_2) \end{bmatrix}$$

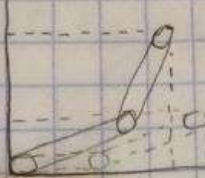
$$\begin{bmatrix} \dot{x} \\ \dot{y} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -l_1 \sin(q_1) - l_2 \sin(q_1 + q_2) & -l_2 \sin(q_1 + q_2) \\ l_1 \cos(q_1) + l_2 \cos(q_1 + q_2) & l_2 \cos(q_1 + q_2) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{q}_1 \\ \dot{q}_2 \end{bmatrix}$$

y la determinante es $\det[J(q)] = l_1 l_2 \sin(q_2)$ donde:
 $\det[J(q)] = 0$ para $q_2 = 0, \pm n\pi$

Chagoya de la Cruz Levi Hazael.

Cinemática de Robots.

Practica #2



Encontrar los ángulos de posición en posición original (4,6) $l_1 = 30$
 (x,y) $l_2 = 7$

$$1 = (3,8) (4,-1) (-5,3) (-8,-8)$$

$$2 = (5,2) (-2,1) (7,3)$$

$$3 = (6,-3) (5,2) (-4,3)$$

$$4 = (-7,-7) (2,-4) (-8,-3)$$

$$5 = (8,3) (1,5) (-1,1)$$

$$6 = (1,-7) (6,3) (-2,8)$$

$$7 = (-2,8) (-7,4) (-3,-9)$$

$$8 = (3,-9) (-8,5) (-4,-1)$$

$$9 = (-4,1) (9,6) (-5,-2)$$

$$10 = (5,-2) (-1,7) (-6,3)$$

Practica #3

- Como programar y diseñar su robot con ROS
- Cinemática inversa y directa en ROS

Carriño Christian Salvador
 Jugu de la Cruz Levi Hazael
 25-03-2019
 Draught #2

(4) $(-7, -7), (2, -9), (-8, -3)$ $\leftarrow (-7, -7)$

$$q_2 = \arctan\left(\frac{(-7)^2 + (-7)^2 - (30)^2 - (20)^2}{2(30)(20)}\right)$$

$$= -1.001 \quad q_2 = \arctan(-1.001) \quad q_2 = -45.04$$

$$q_1 = \arctan\left(\frac{8}{2}\right) - \arctan\left(\frac{20 \sin(-45.04)}{30 + 20 \cos(-45.335)}\right) = \frac{-14.45}{44.13}$$

$$q_1 = \arctan(4) - \arctan(-0.327) = 99.07$$

$(2, -9)$

$$q_2 = \arctan\left(\frac{(2)^2 + (-9)^2 - (30)^2 - (20)^2}{2(30)(20)}\right)$$

$$= -1.0125 \quad q_2 = \arctan(-1.0125) = -45.35$$

$$q_1 = \arctan\left(\frac{8}{2}\right) - \arctan\left(\frac{20 \sin(-45.35)}{30 + 20 \cos(-45.35)}\right) = \frac{-14.22}{44.05} = 0.3228$$

$$q_1 = \arctan(4) - \arctan(0.3228) = 58.07$$

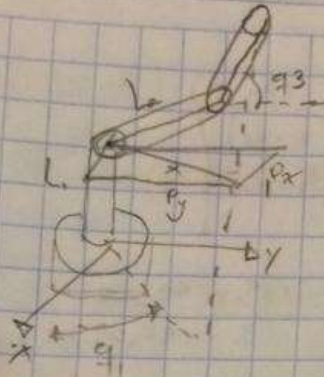
$(-8, -3)$

$$q_2 = \arctan\left(\frac{(-8)^2 + (-3)^2 - (30)^2 - (20)^2}{2(30)(20)}\right) = -1.1991$$

$$= -1.191 \quad q_2 = \arctan(-1.0125) = -48.89$$

$$q_1 = \arctan(8) - \arctan\left(\frac{20 \sin(-48.89)}{30 + 20 \cos(-48.89)}\right) = \frac{-15.05}{44.05} = 0.3459$$

Método Geométrico



$$q_1 = \arctan\left(\frac{P_y}{P_x}\right)$$

$$\cos q_3 = \frac{P_x^2 + P_y^2 + l_1^2 - l_2^2}{2 l_1 l_2}$$

$$\sin q_3 = \pm \sqrt{1 - \cos^2 q_3}$$

$$q_3 = \arctan\left(\frac{\pm \sqrt{1 - \cos^2 q_3}}{\cos q_3}\right)$$

Datos: P_x, P_y, P_z donde
se quiere situar el
extremo del robot

Para q_2

$$q_2 = \beta - \alpha$$

$$\beta = \arctan\left(\frac{P_z}{r}\right)$$

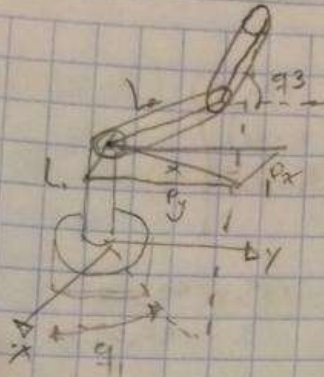
$$= \frac{P_z}{\pm \sqrt{P_x^2 + P_y^2}}$$

$$\alpha = \arctan\left(\frac{l_3 \sin q_3}{l_2 + l_3 \cos q_3}\right)$$

$$q_2 = \arctan\left(\frac{P_z}{\pm \sqrt{P_x^2 + P_y^2}}\right)$$

$$= \arctan\left(\frac{l_3 \sin q_3}{l_2 + l_3 \cos q_3}\right)$$

Método Geométrico



$$q_1 = \arctan\left(\frac{P_y}{P_x}\right)$$

$$\cos q_3 = \frac{P_x^2 + P_y^2 + P_z^2 - l^2 - l_3^2}{2 l_1 l_2}$$

$$\sin q_3 = \pm \sqrt{1 - \cos^2 q_3}$$

$$q_3 = \arctan\left(\frac{\pm \sqrt{1 - \cos^2 q_3}}{\cos q_3}\right)$$

Datos: P_x, P_y, P_z donde
se quiere situar el
extremo del robot

Para q_2

$$q_2 = \beta - \alpha$$

$$\beta = \arctan\left(\frac{P_z}{r}\right)$$

$$= \frac{P_z}{\pm \sqrt{P_x^2 + P_y^2}}$$

$$\alpha = \arctan\left(\frac{l_3 \sin q_3}{l_2 + l_3 \cos q_3}\right)$$

$$q_2 = \arctan\left(\frac{P_z}{\pm \sqrt{P_x^2 + P_y^2}}\right)$$

$$= \arctan\left(\frac{l_3 \sin q_3}{l_2 + l_3 \cos q_3}\right)$$

Chagoya de la Cruz Levi Hazael.

Ingeniería Térmica.

Principales ciclos.

• De potencia

Ideal de Carnot.

Rankine.

Brayton.

Stirling.

• De refrigeración

De Carnot inverso

Refrigeración por compresión.

Por absorción.

Ciclo de Brayton.

Modela el comportamiento ideal de una turbina de gas (normalmente aire). Aunque es un ciclo de potencia de combustión interna abierto (los gases de salida no se reutilizan normalmente), es conveniente para el análisis termodinámico suponer que los gases de escape son reutilizados en el ingreso, permitiendo el análisis como ciclo cerrado.

El rendimiento en función de las temperaturas podrá expresarse como:

$$\eta = \frac{|Q_1| - |Q_2|}{|Q_1|} = 1 - \frac{(T_D - T_A)}{T_C - T_B}$$

Motor de Stirling.

El motor Stirling (1816) compitió en sus inicios con la máquina de vapor. En los últimos años ha estado de nuevo interés por qué:

- Su rendimiento puede, teóricamente, alcanzar el límite máximo de Carnot.
 - El fluido de trabajo opera en un ciclo cerrado con una fuente de calor externa.
- Esto hace que este motor sea, potencialmente, de muy bajo nivel de emisiones.

Ventajas:

Fluido de trabajo es un gas lo que acarrea dificultades operativas. General se utiliza el hidrógeno y el helio por sus buenas propiedades termodinámicas.

Scribe

Chagoya de la Cruz Levi Hazael.

Representación (gráfica) Termodinámica del ciclo

A → B: Compresión isoterma: Del gas a la temperatura inferior, T_f . Se cede calor Q_1 a la fuente fría por absorción del trabajo mecánico para la compresión.

B → C: Calentamiento Isocórico: El gas absorbe del calor, Q_2 , aumentando su temperatura hasta T_c y su presión.

C → D: Expansión isoterma del gas a alta temperatura, T_c . El gas toma el calor Q_2 de la fuente caliente produciendo una cantidad equivalente de trabajo.

D → A: Enfriamiento isocórico hasta la temperatura del foco frío T_f por cesión del calor Q_1 .

Rendimiento del Ciclo.

Se absorbe calor en el calentamiento isocórico y en la expansión isoterma, se cede en los otros dos procesos:

$$\text{Calor neto absorbido: } |Q_c| = |Q_{A \rightarrow B}| + |Q_{B \rightarrow C}| = nRT_f \ln \frac{V_A}{V_B} + nC_v(T_c - T_f)$$

$$\text{Calor neto cedido: } |Q_f| = |Q_{C \rightarrow D}| + |Q_{D \rightarrow A}| = nRT_c \ln \frac{V_A}{V_B} + nC_v(T_c - T_f)$$

Un sistema que realiza el ciclo Stirling está formado por un cilindro, un pistón de trabajo y un pistón de desplazamiento con un regenerador de calor que divide al sistema en dos zonas, caliente a T_c y una zona fría a T_f .

Ciclo de Rankine.

El calor suministrado por una fuente externa se convierte parcialmente en trabajo utilizando normalmente agua. Se aprovecha la entalpía de cambio de fase.

En un ciclo real la compresión en la bomba y la expansión en la turbina no son isentrópicas, por lo que son procesos reversibles con aumento de entropía mayor consumo en la bomba y menor rendimiento global.

Chagoya de la Cruz Levi Hazael

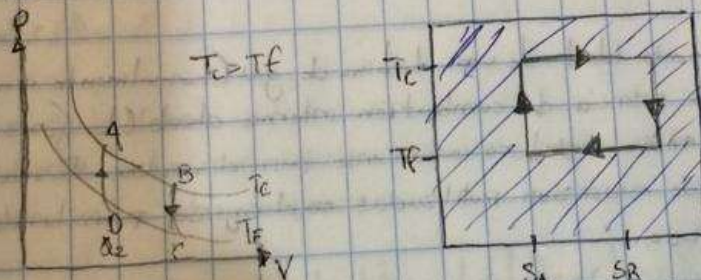
Ingeniería Técnica

- Ciclo termodinámico. -

Es un proceso o conjunto de procesos por los que un sistema evoluciona volviendo al mismo estado inicial.

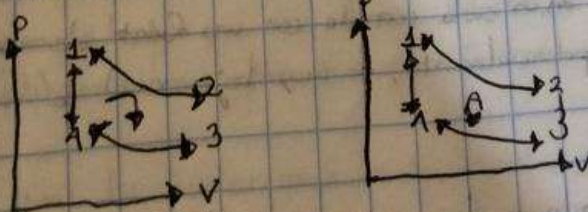
Para todo ciclo se cumple que: $\Delta U = 0$; $Q = W$

Ciclo Reversible: (Todos los estados son de equilibrio). Puede representarse en diagramas PV, TS.



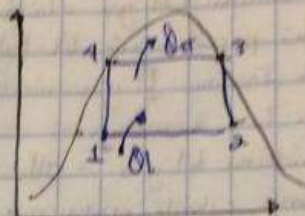
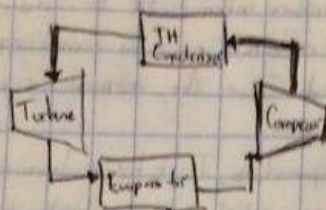
Los ciclos termodinámicos permiten:

- Convertir calor en trabajo por interacción con dos focos térmicos: Maquinas o motores térmicos. Se describen en sentido horario.
- Pasar calor de un foco frío a otro mayor o temperatura: Engranajes o bombas de calor. Se describen en sentido antihorario.



Chagoya de la Cruz Levi Hazael

1. Ciclo de Carnot: ciclo ideal descrito por un gas (no condensable).



Las máquinas frigoríficas de aire funcionan según el ciclo de Joule. Aunque tienen un elevado consumo de energía se usan por la seguridad que suponen el aire como fluido así como por el poco peso de las instalaciones.

Ciclo de refrigeración por absorción.

La refrigeración por absorción es un medio de producir frío aprovechando la variación de entalpía asociada al cambio de fase L \leftrightarrow V.

El ciclo se basa físicamente en:

- Cambio de solubilidad con la temperatura por ejemplo agua-NH₃ (<1 NH₃ es el soluto).
- La capacidad de algunas sustancias, como el bromuro de litio de absorber otra sustancia -agua- en fase de vapor.

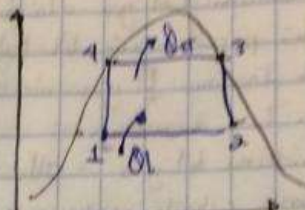
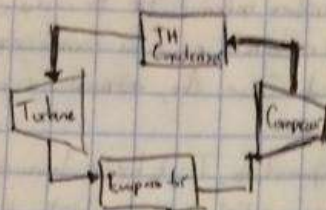
Ciclo NH₃-H₂O

- El fluido que se mueve e intercambia calor es el NH₃.
- El agua o la sustancia absorbente.
- Los ciclos termodinámicos son los inversos de Rankine o Joule.
- Presencia de una bomba para llevar la disolución concentrada al evaporador.

$$COP = \frac{Q_{\text{Extraído Frío}}}{Q_{\text{Fuente Externa}} + W_{\text{Bomba}}} \approx \frac{Q_{\text{Extraído}}}{A.C.}$$

Chagoya de la Cruz Levi Hazael

1. Ciclo de Carnot: ciclo ideal diseñado por un gas (no condensable).



Las máquinas frigoríficas de aire funcionan según el ciclo de Joule. Aunque tienen un elevado consumo de energía se usan por la seguridad que suponen el aire como fluido así como por el poco peso de las instalaciones.

Ciclo de refrigeración por absorción.

La refrigeración por absorción es un medio de producir frío aprovechando la variación de entalpía asociada al cambio de fase L-V.

El ciclo se basa básicamente en:

- Cambio de solubilidad con la temperatura por ejemplo agua-NH₃ (<1 NH₃ es el soluto).
- La capacidad de algunas sustancias, como el bromuro de litio de absorber otra sustancia -agua- en fase de vapor.

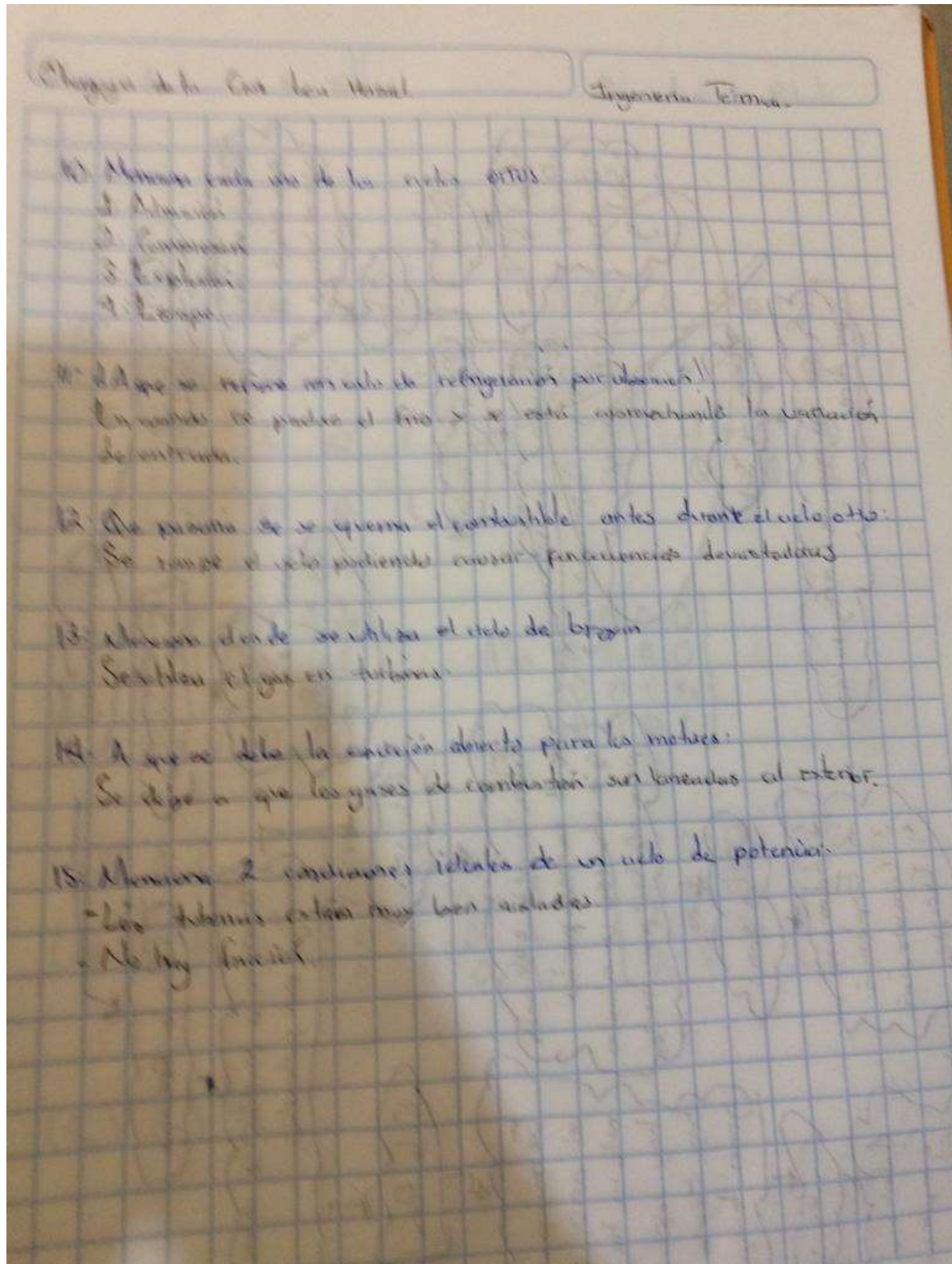
Ciclo NH₃-H₂O

- El fluido que se mueve e intercambia calor es el NH₃.
- El agua o la sustancia absorbente.
- Los ciclos termodinámicos son los inversos de Rankine o Joule.
- Presencia de una bomba para llevar la disolución concentrada al evaporador.

$$COP = \frac{Q_{\text{Extraído Frío}}}{Q_{\text{Fuente Externa}} + W_{\text{Bomba}}} \approx \frac{Q_{\text{Extraído}}}{A.C.}$$

Chagoya de la Cruz Levi Hazael

1. Menciona en que tipo de ciclo se utiliza la ideal constante
En el ciclo de potencia.
2. Describeme brevemente un ciclo termodinámico.
Es un proceso de conjunto de procesos por los que un sistema evoluciona volviendo al mismo estado inicial.
3. Menciona 2 ejemplos de ciclo termodinámicos:
↓ Convierten calor en trabajo por interacción con 2 focos térmicos.
4. Explica de que manera se mejora el rendimiento de una turbina:
Se mejora si parte de los gases de salida se introducen en un intercambiador para precalentar el gas antes de la combustión.
5. Menciona en que tipo de utiliza el ideal de carnot
En el ciclo de potencia.
6. Menciona en que tipo de ciclo se utiliza el ciclo de carnot inverso:
En el ciclo de refrigeración.
7. Teóricamente porque el motor shirling ha suscitado nuevamente interés.
Su rendimiento teóricamente puede alcanzar el límite máximo de carnot.
8. Menciona por lo mismo una desventaja del mismo.
El fluido es un gas que acarrea dificultades operativas.
9. Por cuantos ciclos esta compuesto el ciclo OTTO?
El ciclo otto básicamente se conoce por funcionar en 4 tiempos.



Chagoya de la Cruz Levi Hazael

Cinemática de Robots.

$$A_1^0 = \begin{bmatrix} C_{q_1} & 0 & S_{q_1} & 0 \\ S_{q_1} & 0 & -C_{q_1} & 0 \\ 0 & 1 & 0 & L_1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = A_2 = \begin{bmatrix} C_{q_2} & 0 & -S_{q_2} & 0 \\ S_{q_2} & 0 & C_{q_2} & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$A_3^2 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & q_3 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$A_3^2 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & q_3 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$T_3 = A_1^0 A_2 A_3$$

$$(A_1^0)^{-1} T_3 = A_2' A_3^2 \rightarrow \begin{bmatrix} C_{q_1} & 0 & S_{q_1} & 0 \\ S_{q_1} & 0 & -C_{q_1} & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} n_x & o_x & a_x & p_x \\ n_y & c_y & 0 & p_y \\ n_z & 0 & 0 & p_z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$(A_3^2)(A_1^0)^{-1} T_3 =$$

Chagoya de la Cruz Levi Hazael

Cinemática de Robots.

$$A_1^0 = \begin{bmatrix} C_{q_1} & 0 & S_{q_1} & 0 \\ S_{q_1} & 0 & -C_{q_1} & 0 \\ 0 & 1 & 0 & L_1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = A_2 = \begin{bmatrix} C_{q_2} & 0 & -S_{q_2} & 0 \\ S_{q_2} & 0 & C_{q_2} & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

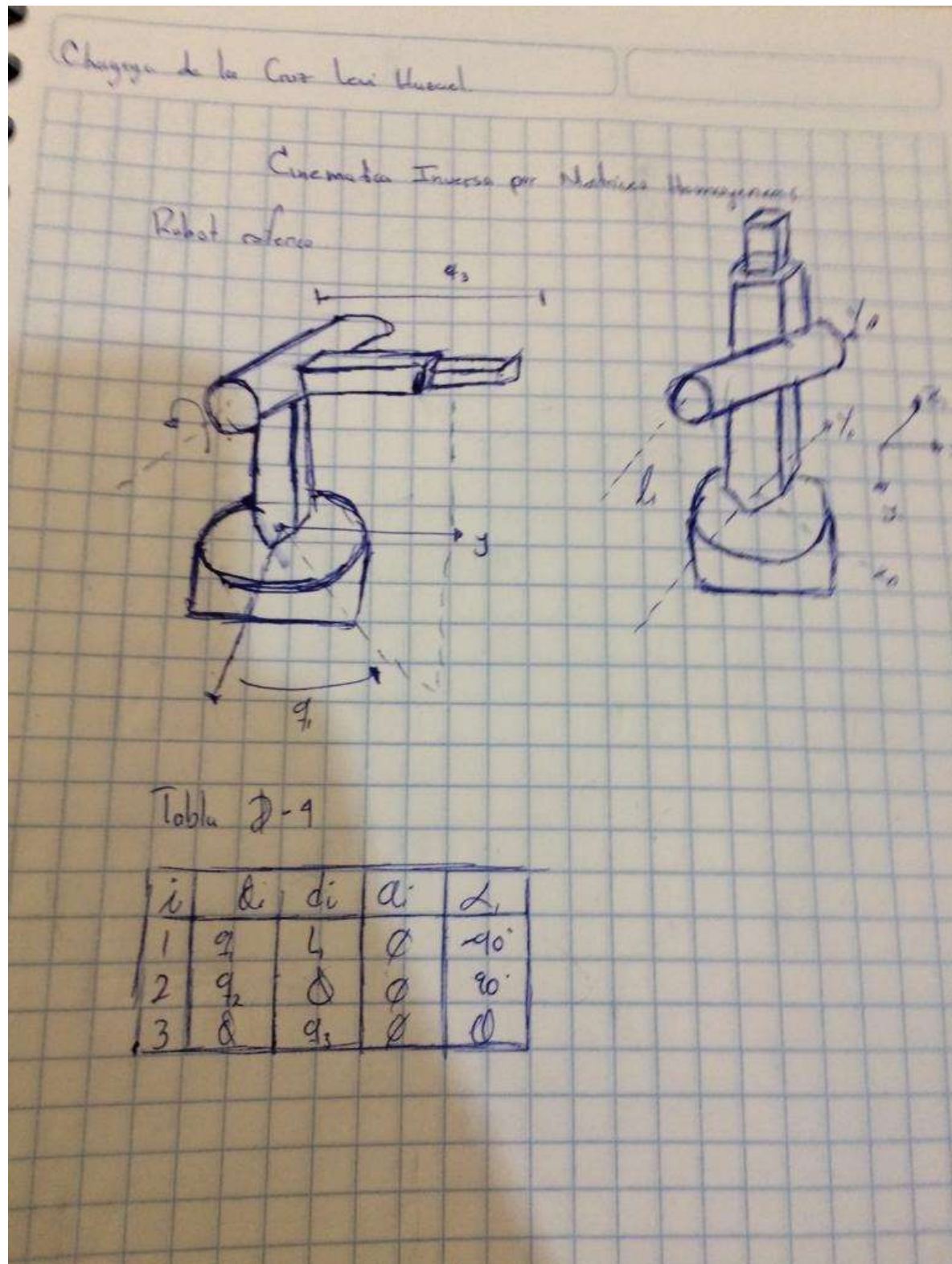
$$A_3^2 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & q_3 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$A_3^2 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & q_3 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$T_3 = A_1^0 A_2 A_3$$

$$(A_1^0)^{-1} T_3 = A_2' A_3^2 \rightarrow \begin{bmatrix} C_{q_1} & 0 & S_{q_1} & 0 \\ S_{q_1} & 0 & -C_{q_1} & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} n_x & o_x & a_x & p_x \\ n_y & c_y & 0 & p_y \\ n_z & 0 & 0 & p_z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$(A_3^2)' (A_1^0)' T_3 =$$



Chagoya de la Cruz Levi Hazael

08 Abril 2019

Práctica # 3.

Robot State Publisher: Este paquete le permite publicar el estado de un robot para tf. Una vez que el estado se publica, está disponible para todos los componentes del sistema que también usen tf. El paquete toma los ángulos de unión del robot como entrada y publica las poses 3D de las eslabones del robot, utilizando un modelo de árbol cinemático del robot. El paquete se puede utilizar como biblioteca y como nodo ROS. Este paquete ha sido bien probado y el código es estable. No se plantean cambios importantes en el futuro cercano.

ROS base (actionlib): Action Lib proporciona una interfaz estandarizada para interactuar con tareas paralelas. Los ejemplos de esto incluyen mover la base a una ubicación de destino, realizar un escaneo láser y devolver la nube de puntos resultantes, detectar el uso de una puerta, etc.

Common msgs: common msgs contiene mensajes que son ampliamente utilizados por otros paquetes ROS. Este incluye mensajes para acciones (actionlib), diagnósticos (diagnostic_msgs), primitivas geométricas (geometry_msgs), navegación de robots (nav_msgs) y sensores comunes (sensor_msgs), como buscadores láser de rango, cámara, nube de puntos.

Chagoya de la Cruz Levi Hazael

08 Abril 2019

Práctica # 3.

Robot State Publisher: Este paquete le permite publicar el estado de un robot para tf. Una vez que el estado se publica, está disponible para todos los componentes del sistema que también usen tf. El paquete toma los ángulos de unión del robot como entrada y publica las poses 3D de las eslabones del robot, utilizando un modelo de árbol cinemático del robot. El paquete se puede utilizar como biblioteca y como nodo ROS. Este paquete ha sido bien probado y el código es estable. No se plantean cambios importantes en el futuro cercano.

ROS base (actionlib): Action Lib proporciona una interfaz estandarizada para interactuar con tareas paralelas. Los ejemplos de esto incluyen mover la base a una ubicación de destino, realizar un escaneo láser y devolver la nube de puntos resultantes, detectar el uso de una puerta, etc.

Common msgs: common msgs contiene mensajes que son ampliamente utilizados por otros paquetes ROS. Este incluye mensajes para acciones (actionlib), diagnósticos (diagnostic_msgs), primitivas geométricas (geometry_msgs), navegación de robots (nav_msgs) y sensores comunes (sensor_msgs), como buscadores láser de rango, cámara, nube de puntos.