

Boletín 1.- Introducción a la Mecánica de Robots

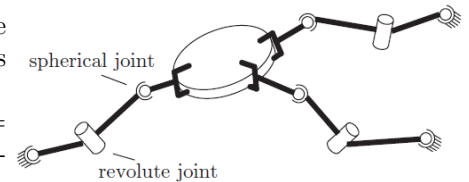
Definiciones, clasificaciones, grados de libertad y espacio de configuraciones

Los siguientes ejercicios fueron tomados del libro *Modern Robotics*, Lynch and Park, Cambridge U. Press, 2017.
<http://modernrobotics.org>

Ejercicio 1

En la figura se muestra un disco sujeto por 3 brazos robóticos con articulaciones SRS. ¿ Cuántos grados de libertad tiene el sistema? ¿ y si en lugar de 3 brazos tubiese n brazos? ¿ y si reemplazamos las articulaciones esféricas por articulaciones universales?

Resultado: (a) $N=8$; $J=9$; $\sum(f_i) = 21$; $\text{dof}=9$. (b) $N=2$; $J=n$; $\sum(f_i) = 7n$; $\text{dof}=n+6$. (c) (brazos SRU) $N=2n+2$; $J=3n$; $\sum(f_i) = 6n$; $\text{dof}=6$ (independiente de n) (brazos URU) $N=2n+2$; $J=3n$; $\sum(f_i) = 5n$; $\text{dof}=6-n$



Ejercicio 2

Calcula el número de grados de libertad de tu brazo, desde el torso hasta la palma, sin tener en cuenta los dedos y considerando que le hombro está fijo. ¿ Cuántos grados de libertad quedan si pones la mano sobre la mesa y no permites que se mueva?

Resultado: (a) Hombro (S) + codo (R) + muñeca (S); $\text{dof}=7$. (b) 6 restricciones \Rightarrow 1 dof

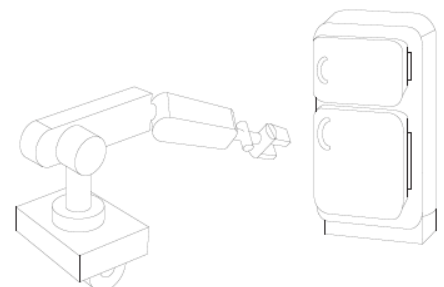
Ejercicio 3

Al conducir un coche, idealmente el torso está fijo pegado al respaldo del asiento y sujeto con el cinturón de seguridad. Si suponemos que cada brazo tiene n grados de libertad y tienes las dos manos sujetando el volante, ¿ cuántos grados de libertad tiene el sistema formado por tus brazos y el volante?

Resultado: $\text{dof} = 2n - 11$

Ejercicio 4

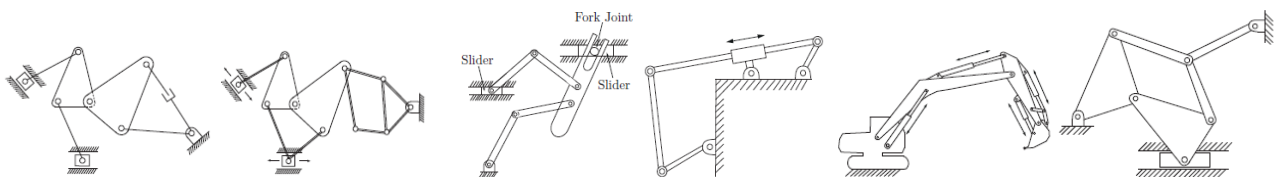
La figura representa un manipulador móvil formado por un brazo 6R sobre una base móvil de una sola rueda. La rueda y la base pueden girar sobre un eje perpendicular al suelo y la rueda no se puede deslizar sobre el suelo mientras gira entorno a su eje de rotación (no derrapa). Además, la base tiene un mecanismo que hace que siempre permanezca horizontal. (a) Describe el espacio de configuraciones del manipulador móvil; (b) si el robot sujeta el asa de la puerta con su mano y tanto la rueda como la base permanecen en una posición fija, ¿ cuántos grados de libertad tiene el mecanismo formado por el brazo y la puerta?; (c) si consideramos otro robot idéntico en la misma situación (base y rueda en una posición fija y la mano sujetando la puerta), ¿ cuántos grados de libertad tiene el sistema resultante formado por los dos robots y la puerta?

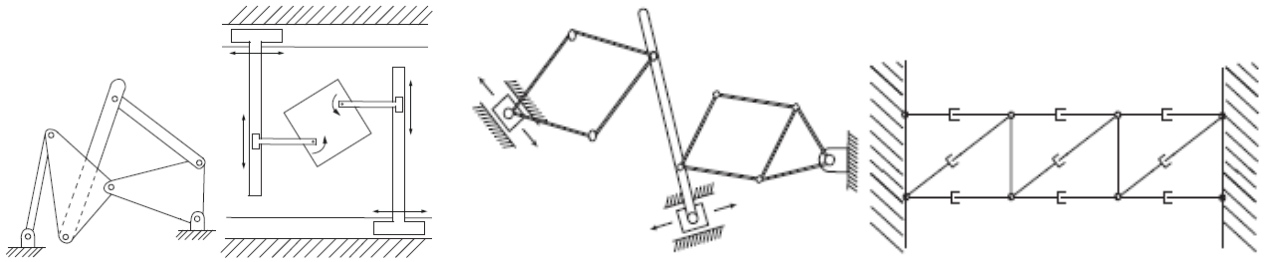


Resultado: (a) $\mathbb{R}^2 \times T^8$. (b) $N=7$; $J=7$; $\sum(f_i) = 7$; $\text{dof}=1$. (c) $N=12$; $J=13$; $\sum(f_i) = 13$; $\text{dof}=1$

Ejercicio 5

Utiliza la fórmula de Grübler para determinar el número de grados de libertad de los siguientes mecanismos planos.





Resultado: (a) $N=8$; $J=10$; $\sum(f_i) = 12$; $\text{dof}=3$. (b) $N=14$; $J=18$; $\sum(f_i) = 18$; $\text{dof}=3$. (c) $N=8$; $J=9$; $\sum(f_i) = 10$; $\text{dof}=4$. (d) $N=6$; $J=7$; $\sum(f_i) = 7$; $\text{dof}=1$. (e) $N=14$; $J=18$; $\sum(f_i) = 18$; $\text{dof}=3$. (f) $N=7$; $J=9$; $\sum(f_i) = 9$; $\text{dof}=0$. (g) $N=6$; $J=7$; $\sum(f_i) = 7$; $\text{dof}=1$. (h) $N=6$; $J=6$; $\sum(f_i) = 6$; $\text{dof}=3$. (i) $N=14$; $J=18$; $\sum(f_i) = 18$; $\text{dof}=3$. (j) $N=21$; $J=27$; $\sum(f_i) = 27$; $\text{dof}=6$ (ojo con las articulaciones compartidas entre 4 eslabones, cuentan como 3)

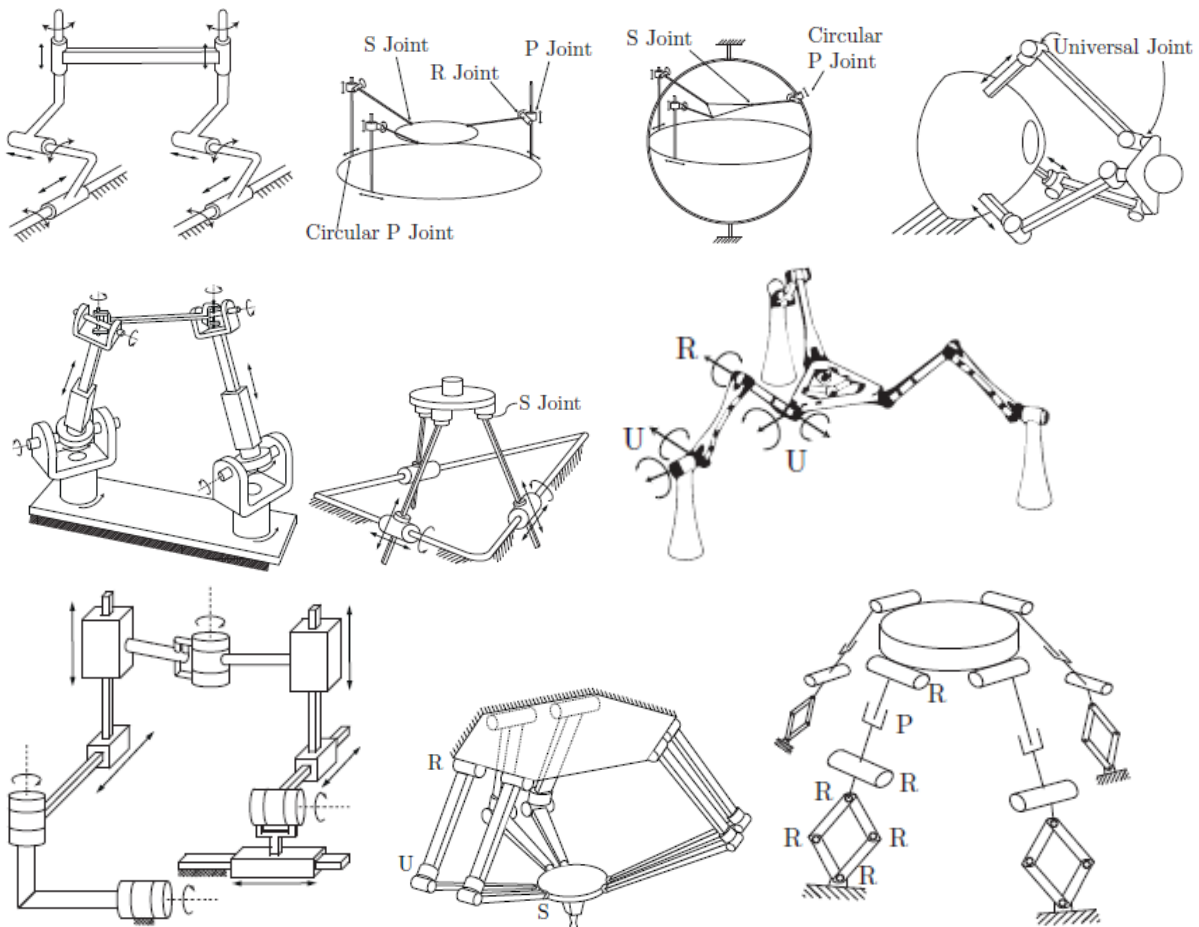
Ejercicio 6

Considera un mecanismo de 2 discos paralelos conectados por n patas idénticas. Si uno de los discos está fijo, ¿cuántos grados de libertad debe tener cada pata para que el disco móvil tenga exactamente 6 grados de libertad? (da el resultado en función de n).

Resultado: dof de cada pata= p ; $N=2$; $J=n$; $\text{suma}(f_i)=pn$; $\text{dof}=6=6(p-6)n \Rightarrow p=6$ (independiente de n)

Ejercicio 7

Utiliza la fórmula de Grübler para determinar el número de grados de libertad de los siguientes mecanismos en el espacio 3D.



Resultado: (a) $N=6$; $J=6$; $\sum(f_i) = 12$; $\text{dof}=6$. (b) $N=11$; $J=12$; $\sum(f_i) = 18$; $\text{dof}=6$. (c) $N=7$; $J=8$; $\sum(f_i) = 17$; $\text{dof}=5$. (d) $N=8$; $J=9$; $\sum(f_i) = 15$; $\text{dof}=3$. (e) $N=8$; $J=8$; $\sum(f_i) = 12$; $\text{dof}=6$. (f) $N=5$; $J=6$; $\sum(f_i) = 18$; $\text{dof}=6$. (g) $N=8$; $J=9$; $\sum(f_i) = 15$; $\text{dof}=3$. (h) $N=9$; $J=9$; $\sum(f_i) = 9$; $\text{dof}=3$. (i) $N=14$; $J=18$; $\sum(f_i) = 36$; $\text{dof}=6$. (j) $N=2$; $J=4$; $\sum(f_i) = 24$; $\text{dof}=6$

Ejercicio 8

El robot de 2 brazos de la figura está sujetando la caja que está sobre la mesa. Si la superficie inferior de la caja no se puede despegar de la mesa, ¿ cuántos grados de libertad tiene el sistema?

Resultado: $N=7$; $J=8$ ($3R+4S+1$ entre caja y tabla con 2 dof de traslación y 1 dof de rotación); $dof=6$

