

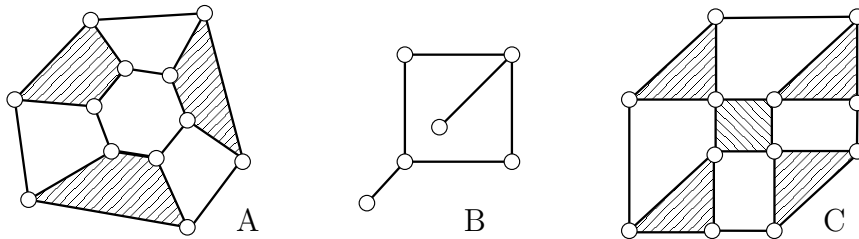
Examen final

7 de juny de 2010

Preguntes de test (10/30 punts)

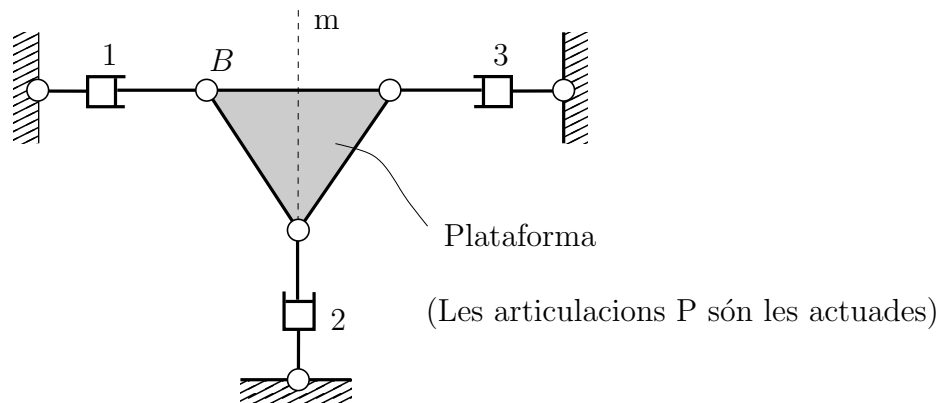
Marca la resposta correcta al full de respostes adjunt. Cada pregunta només té una resposta vàlida.

1. (1 punt) Calcula la mobilitat dels mecanismes de la figura, utilitzant el criteri de Grübler-Kutzbach:



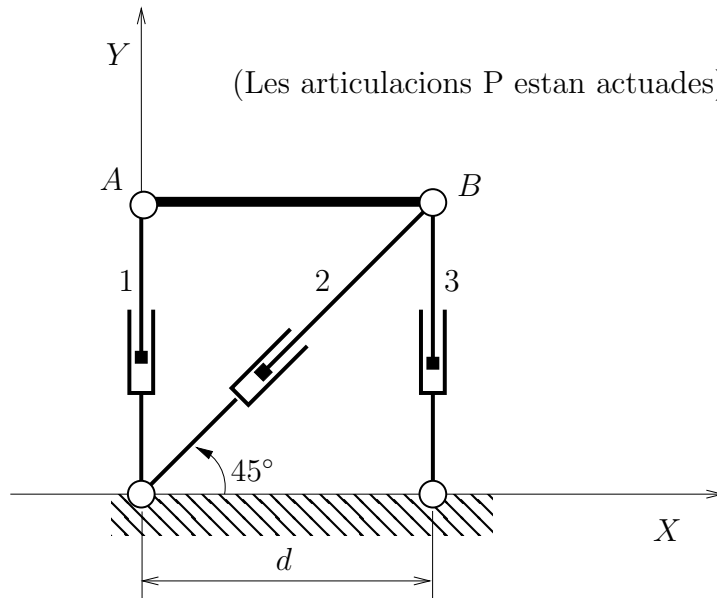
- a) A-0, B-1, C-1
- b) A-1, B-3, C-0
- c) A-0, B-3, C-0
- d) A-1, B-2, C-1
- e) Cap de les anteriors

2. (1 punt) Marca l'afirmació incorrecta respecte el robot 3RPR de la figura:



- a) El robot es troba en una singularitat.
- b) El robot pot equilibrar qualsevol força vertical de recta d'acció m , aplicada sobre la plataforma.
- c) Per equilibrar qualsevol força vertical de recta suport m , és suficient actuar la pota 2.
- d) El robot pot equilibrar qualsevol força vertical aplicada a B , actuant exclusivament la pota 2.
- e) El robot pot equilibrar una força horitzontal aplicada al punt B .

3. (1 punt) Marca l'afirmació correcta respecte el robot 3RPR de la figura:



- a) El robot es troba en una configuració singular.
 b) En la referència XY el Jacobià del robot és

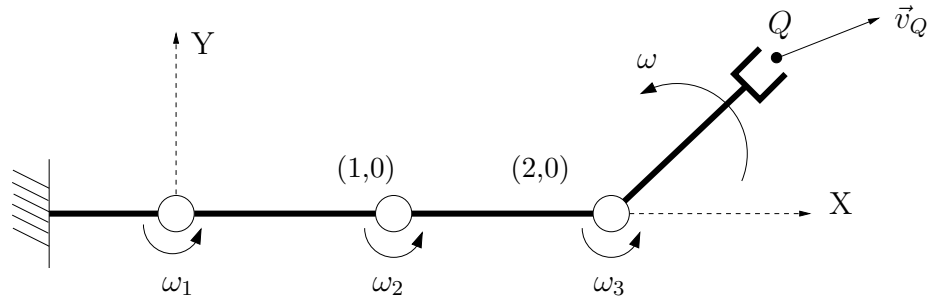
$$\begin{bmatrix} 0 & \sqrt{2}/2 & 1 \\ 1 & \sqrt{2}/2 & 0 \\ 0 & 0 & d \end{bmatrix}.$$

- c) Per equilibrar una força vertical aplicada a A , cal actuar només la pota 1.
 d) Si les potes 1 i 3 apliquen forces \vec{F}_1 i \vec{F}_3 a la plataforma (i la pota 2 no treballa) aquestes només poden ser equilibrades per una força exterior $-(\vec{F}_1 + \vec{F}_3)$ aplicada al punt B .
 e) Aquest robot mai pot assolir una configuració singular.
4. (1 punt) Considera una làmina que s'està movent en el pla, i un determinat sistema de referència. La velocitat de l'origen, considerat com un punt de la làmina, és $\vec{v}_o = (2, 0)$ m/s.

Marca l'afirmació incorrecta:

- a) Si la velocitat angular de la làmina és de 0.2 rad/s en sentit antihorari, el centre instantani de rotació es troba al punt de coordenades $(0, 10)$.
 b) Si la velocitat angular de la làmina és de 2 rad/s en sentit horari, el centre instantani de rotació es troba al punt de coordenades $(0, -1)$.
 c) Si la velocitat de qualsevol punt de la làmina és $\vec{v} = (2, 0)$ m/s, la velocitat angular és nul·la i el centre instantani de rotació es troba a l'infinit, en direcció de l'eix OX .
 d) Si el rotor de la làmina és $\hat{T} = [2\text{m/s}, 0\text{m/s}, -0.5 \text{ rad/s}]$, la velocitat al punt $P = (0, -4)$ és $\vec{v}_P = (0, 0)$ m/s.
 e) Si el rotor de la làmina és $\hat{T} = [2\text{m/s}, 0\text{m/s}, -0.5 \text{ rad/s}]$, la velocitat al punt $Q = (0, 4)$ és $\vec{v}_Q = (4, 0)$ m/s.

5. (1 punt) Considera la següent configuració d'un manipulador 3R, on ω_i és la velocitat angular de l'articulació i , \vec{v}_Q és la velocitat del punt Q de l'efector, i ω és la velocitat angular de l'efector. Tant \vec{v}_Q com ω es suposen relatives al sistema de referència absolut XY indicat a la figura.



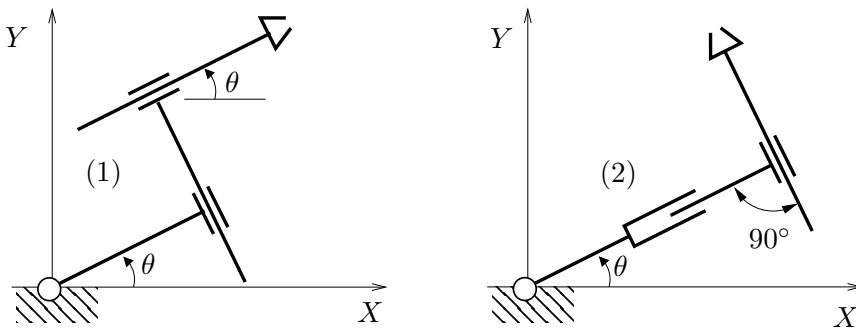
Quina de les següents afirmacions és falsa?

- El manipulador es troba a una singularitat.
- Variant ω_1 , ω_2 , i ω_3 podem produir velocitats \vec{v}_Q arbitràries en el pla XY .
- Donats uns valors desitjats per \vec{v}_Q i ω , sempre podem trobar velocitats angulars ω_1 , ω_2 , i ω_3 que els produeixen.
- Amb les ubicacions indicades per les articulacions, el rotor de l'efector, relatiu al sistema de referència XY , té la forma

$$\begin{bmatrix} 0 \\ -\omega_2 - 2\omega_3 \\ \omega_1 + \omega_2 + \omega_3 \end{bmatrix}$$

- Necessàriament, el centre instantani de rotació de l'efector estarà situat sobre l'eix X .

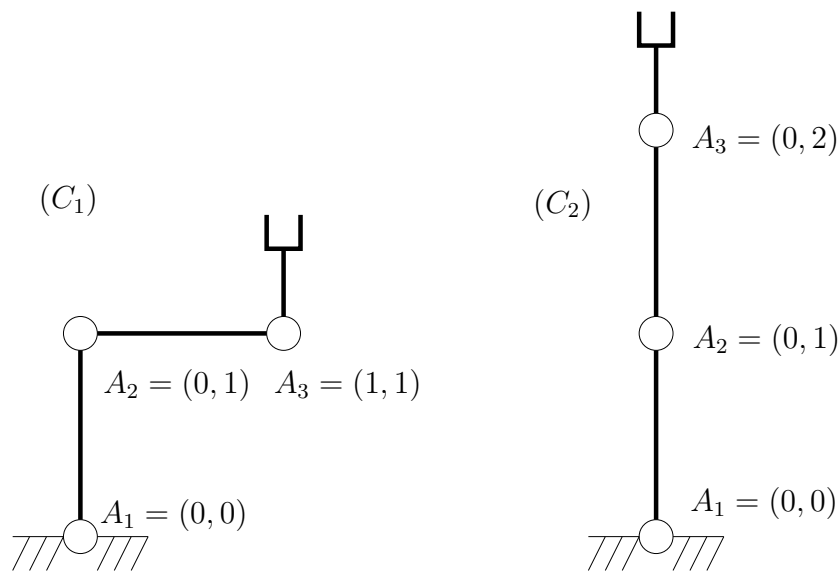
6. (1 punt) Considera els següents dos robots sèrie RPP:



Marca l'afirmació falsa:

- El robot 2 pot suportar estructuralment un torsor $\hat{w} = [-\cos \theta, -\sin \theta, 0]^T$ aplicat a l'efector (és a dir, sense necessitat d'actuar les articulacions).
- El determinant del Jacobià del robot 1 sempre té signe contrari al del robot 2.
- El robot 1 mai pot estar en una configuració singular.
- El robot 2 mai pot estar en una configuració singular.
- Cap dels dos robots pot tenir velocitats internes.

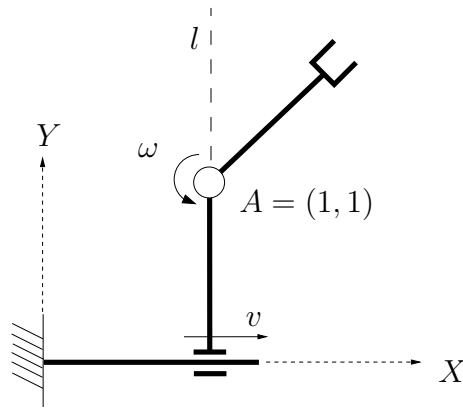
7. (1 punt) Considera un robot sèrie 3R. Si J és el Jacobià que transforma velocitats articulars $\vec{\gamma}$ en rotors \hat{T} de l'efector final, quina de les següents afirmacions és certa quan el robot passa d'una configuració no singular a una singular:
- $\text{Dim}(\text{Ker } J)$ augmenta, $\text{Dim}(\text{Im } J)$ disminueix, $\text{Dim}(\text{Ker } J^T)$ augmenta, $\text{Dim}(\text{Im } J^T)$ disminueix.
 - $\text{Dim}(\text{Ker } J)$ disminueix, $\text{Dim}(\text{Im } J)$ augmenta, $\text{Dim}(\text{Ker } J^T)$ disminueix, $\text{Dim}(\text{Im } J^T)$ augmenta.
 - $\text{Dim}(\text{Ker } J)$ augmenta, $\text{Dim}(\text{Im } J)$ augmenta, $\text{Dim}(\text{Ker } J^T)$ disminueix, $\text{Dim}(\text{Im } J^T)$ disminueix.
 - $\text{Dim}(\text{Ker } J)$ disminueix, $\text{Dim}(\text{Im } J)$ disminueix, $\text{Dim}(\text{Ker } J^T)$ augmenta, $\text{Dim}(\text{Im } J^T)$ augmenta.
 - Els quatre espais $\text{Ker } J$, $\text{Im } J$, $\text{Ker } J^T$, i $\text{Im } J^T$ disminueixen la seva dimensió.
8. (1 punt) Considera les dues configuracions següents d'un manipulador 3R, amb les coordenades indicades per les articulacions. (Utilitzem unitats del sistema internacional arreu.)



¿Quina de les següents afirmacions és falsa?

- En la configuració C_1 , l'espai de rotors de llibertat de l'efector té dimensió 3, i el de torsors de restricció té dimensió 0.
- En la configuració C_2 , l'espai de rotors de llibertat de l'efector té dimensió 2, i el de torsors de restricció té dimensió 1.
- En la configuració C_2 , el manipulador pot suportar estructuralment el torsor $\hat{w} = [-1, 0, 2]^T$ aplicat a l'efector.
- En la configuració C_1 , un torsor $\hat{w} = [-1, 0, 1]^T$, aplicat a l'efector, produeix un vector de parells resultants a les articulacions de $\vec{\tau} = [1, 0, 0]^T$.
- En la configuració C_2 , hi ha velocitats articulars que donen lloc a un rotor nul a l'efector.

9. (1 punt) Considera el manipulador PR següent:



(Coordenades en metres)

Siuin \mathbb{T} i \mathbb{W} , respectivament, l'espai de rotors de llibertat i el de torsors de restricció de l'efector, donats en el sistema de referència XY de la figura. Indica quines de les següents afirmacions són certes:

A1: En coordenades "axis",

$$\mathbb{T} = \left\langle \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \\ 1 \end{bmatrix} \right\rangle$$

A2: En coordenades "ray",

$$\mathbb{W} = \left\langle \begin{bmatrix} 0 \\ -2 \\ -2 \end{bmatrix} \right\rangle$$

A3: Qualsevol força aplicada a l'efector que actui sobre la recta l és estructuralment suportable.

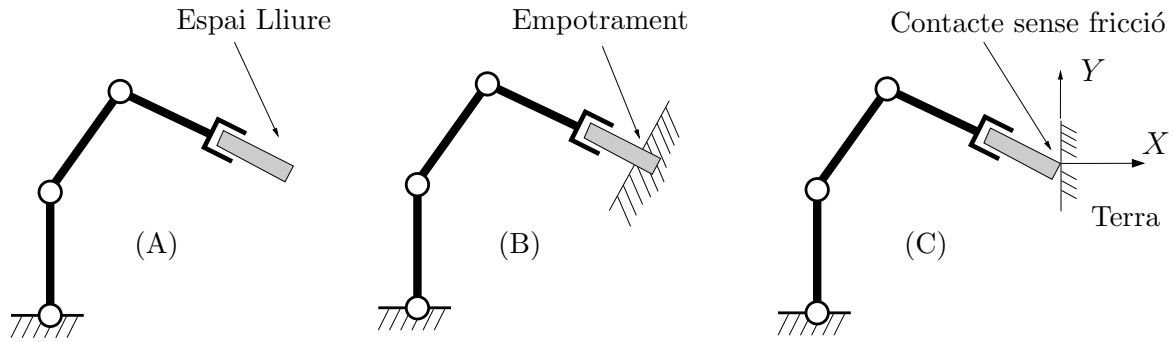
A4: Si $v = 1$ m/s, i $\omega = 2$ rad/s, llavors el centre instantani de l'efector està situat al punt $(1, \frac{3}{2})$.

A5: Per tot $\hat{w} \in \mathbb{W}$ i tot $\hat{T} \in \mathbb{T}$, s'esdevindrà que $\hat{w}^T \cdot \hat{T} = 0$.

Són certes:

- Totes les afirmacions.
- Cap de les afirmacions.
- Només A1, A4, i A5.
- Només A2 i A4.
- Només A1, A3, A4, i A5.

10. (1 punt) Considera les tres situacions de la figura. En (A) el robot manipula la peça a l'espai lliure, en (B) la peça està empotrada a terra, i en (C) la peça manté un contacte puntual sense fricció contra el terra.



Marca l'afirmació incorrecta (en *c*, *d* i *e* s'assumeix el sistema de coordenades XY):

- En (A) té sentit fer un control de velocitat: per efectuar un petit desplaçament $\delta\hat{D}$ a l'efector, cal fer que les articulacions realitzin una petita rotació $\delta\vec{\theta} = J^{-1}\delta\hat{D}$.
- En (B) té sentit fer un control de força: per variar el torsor que la peça fa sobre el terra en una quantitat $\delta\hat{w}$, cal fer que les articulacions variïn els parells que apliquen en la quantitat $\delta\vec{\tau} = J^T\delta\hat{w}$.
- Si en (C) adoptem una estratègia de control híbrid, només té sentit consignar petits desplaçaments $\delta\hat{D}$ de la peça, i variacions de força $\delta\hat{w}$ de la peça sobre el terra, tals que

$$\delta\hat{D} \in \left\langle \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} \right\rangle \quad \text{i} \quad \delta\hat{w} \in \left\langle \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \right\rangle.$$

- En (C) és possible mantenir la peça quieta, en la posició indicada, i fer que la peça apliqui, sobre el terra, el torsor

$$\hat{w} = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 2 \end{bmatrix}.$$

- En (C) és possible mantenir una força feta sobre el terra, i fer que la peça es mogui respecte del terra amb rotor

$$\hat{T} = \begin{bmatrix} 0 \\ 2 \\ 2 \end{bmatrix}.$$