

Examen final

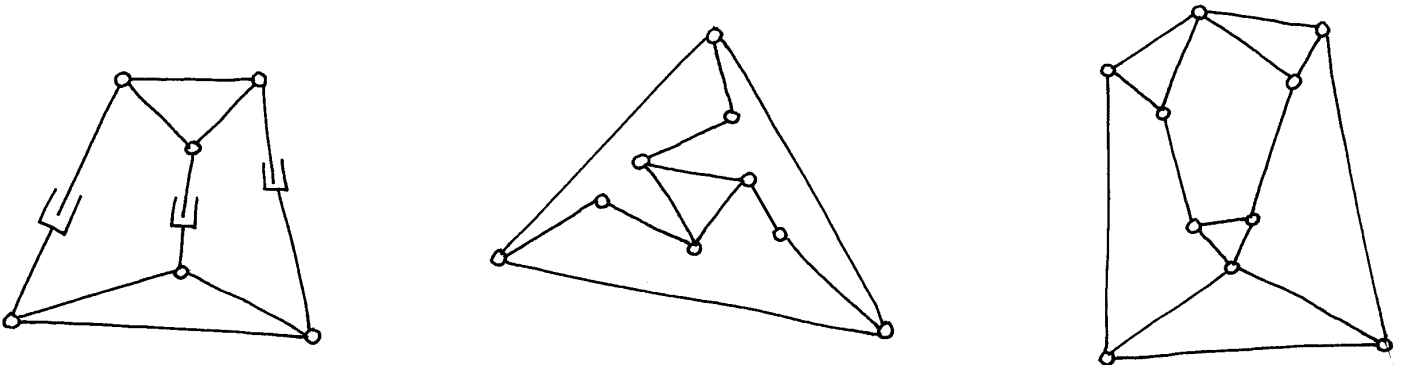
8 de junio de 2009

Marca la respuesta correcta en la hoja de respuestas anexa. Para cada pregunta, sólo hay una respuesta válida. Las respuestas incorrectas restan la mitad de la puntuación indicada.

1. **(2 puntos)** Señala la afirmación incorrecta:

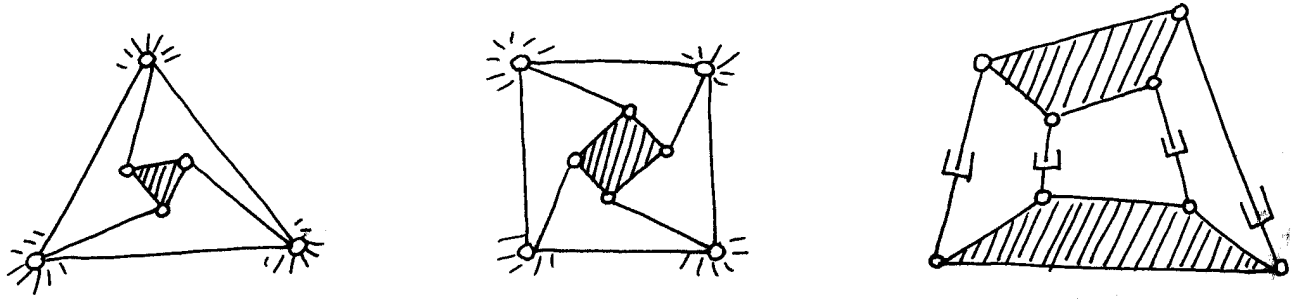
- a) En un manipulador serie el análisis de desplazamiento directo siempre tiene solución, y ésta es única.
- b) En un manipulador serie el análisis de desplazamiento inverso puede tener varias soluciones.
- c) En un manipulador paralelo el análisis de desplazamiento directo siempre tiene solución, y ésta es única.
- d) Cuando en un manipulador paralelo fijamos la posición y orientación de la plataforma móvil, las longitudes de las patas quedan unívocamente determinadas.
- e) En un manipulador serie el espacio de trabajo diestro (“dexterous workspace”) está siempre incluido dentro del espacio de trabajo posicional (“position workspace”).

2. **(3 puntos)** Predice la movilidad de los siguientes mecanismos:

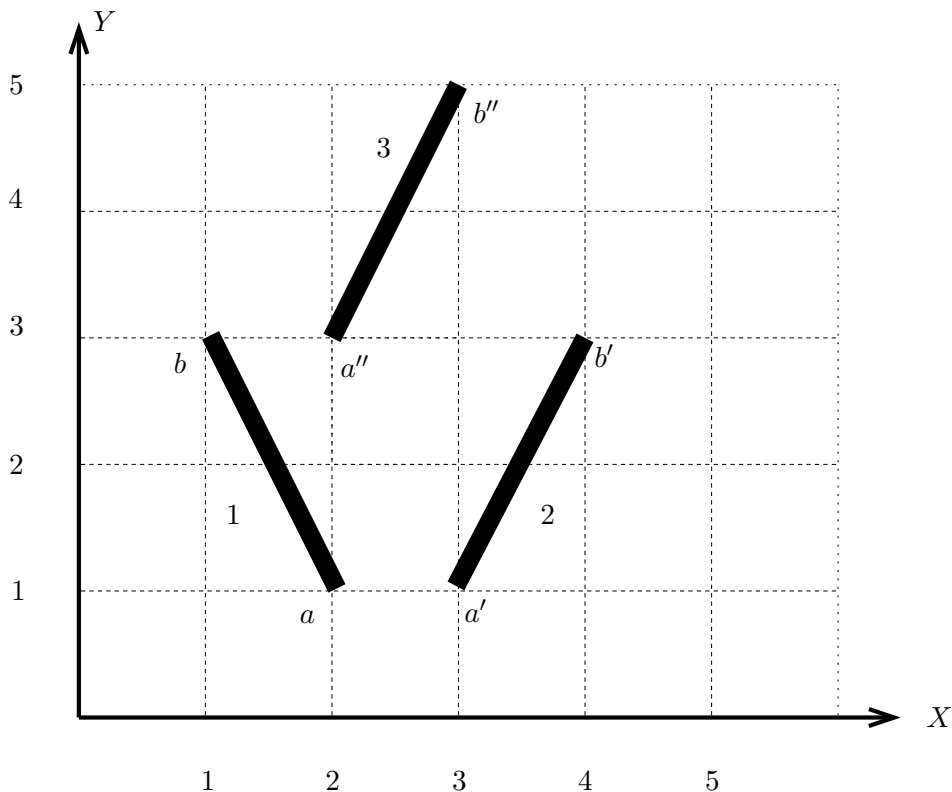


- a) Izquierdo: 3. Centro: 3. Derecho: 1.
- b) Izquierdo: 3. Centro: 3. Derecho: -1.
- c) Izquierdo: 1. Centro: 3. Derecho: 3.
- d) Izquierdo: 2. Centro: 4. Derecho: 2.
- e) Ninguna de las anteriores.

3. (3 puntos) De entre los mecanismos siguientes indica cuáles son sobrerrestringidos (la movilidad predicha es negativa):



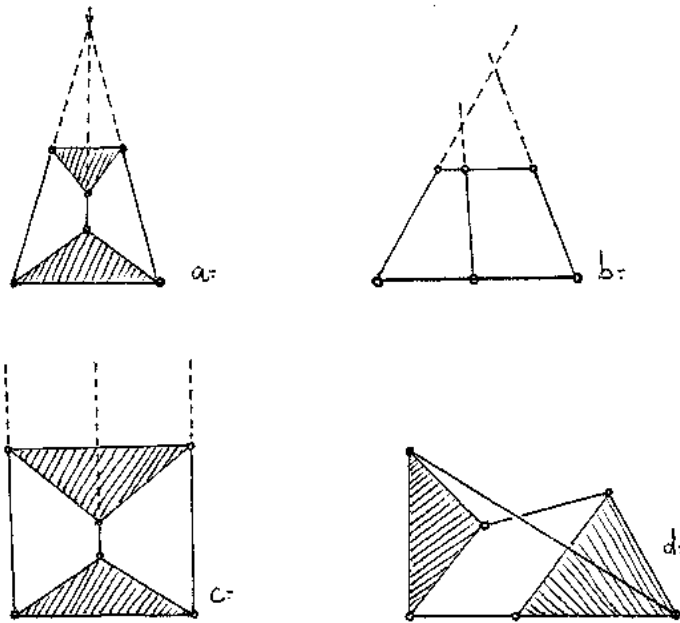
- a) El izquierdo y el derecho.
 b) El central y el derecho.
 c) El izquierdo y el central.
 d) Todos.
 e) El central solamente.
4. (2 puntos) La barra siguiente se desplaza desde la posición 1, a las posiciones 2, y 3, haciendo coincidir los puntos a y b con los puntos homólogos a' , b' , y a'' , b'' .



Si P_{ij} es el polo del desplazamiento entre las posiciones i y j , es falso que:

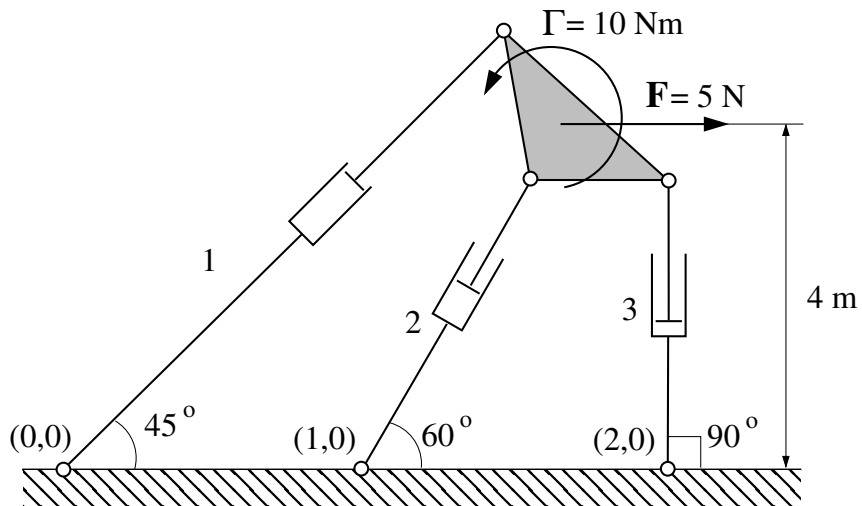
- a) $P_{13} = (4, 2)$
 b) P_{12} puede ser cualquier punto de la recta $x = 5/2$.
 c) P_{23} se encuentra en la mediatriz del segmento $a' - a''$.
 d) P_{23} es el punto del infinito correspondiente a la dirección del vector $(2, 1)$.
 e) P_{12} se encuentra en la mediatriz del segmento $a - a'$.

5. (2 puntos) Cuáles de las configuraciones siguientes de un manipulador $3RPR$ son singulares?



- a) a y b
- b) a, b y d
- c) a y c
- d) a, b y c
- e) b y c

6. (4 puntos) La siguiente figura muestra un manipulador paralelo $3RPR$ en una determinada configuración y con una determinada fuerza y par ejercidos sobre su elemento terminal:

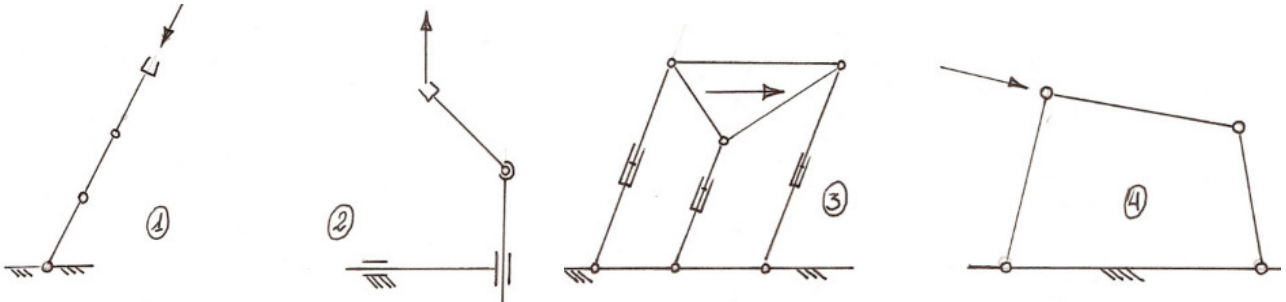


Señala la respuesta correcta:

- a) La pata 1 está en tensión, con valor de $5\sqrt{2}$ N, las patas 2 y 3 en compresión, con valor de 5 N.
- b) Las patas 1 y 2 están en tensión, con valor de $5\sqrt{2}$ N, y la 3 en compresión con valor de 5 N.
- c) La pata 1 está en tensión, con valor de $5\sqrt{2}$ N, la pata 2 no trabaja, y la pata 3 está en compresión, con valor de 5 N.
- d) Todas las patas están en tensión.
- e) Variando la orientación y magnitud de la fuerza externa, se puede alcanzar una singularidad.

7. (2 puntos) Cada una de las afirmaciones **A-D** es aplicable exclusivamente a uno de los mecanismos, en las configuraciones que se muestran:

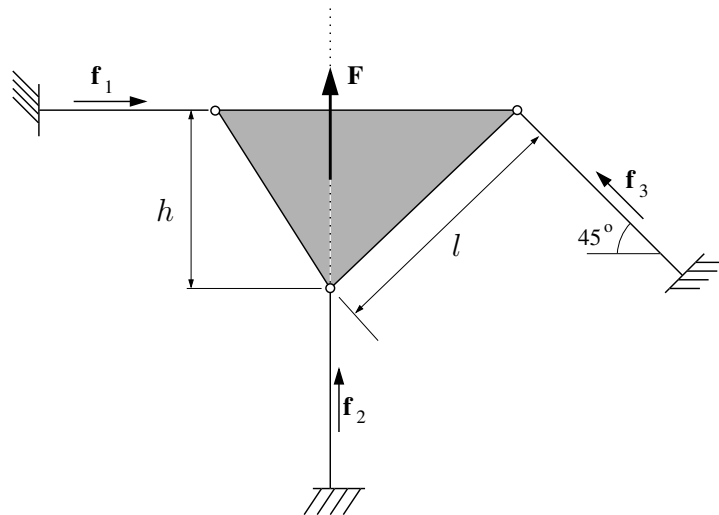
- A** En la presente configuración, hay determinadas fuerzas (no necesariamente la que se muestra) que no pueden ser equilibradas por los actuadores.
- B** Este manipulador está en una configuración que no necesita aplicar momentos a las articulaciones para equilibrar la fuerza ejercida.
- C** La fuerza que se muestra puede ser equilibrada actuando sólo una de las articulaciones del mecanismo.
- D** Este mecanismo nunca puede estar en una configuración singular.



Señala la correspondencia correcta:

- a) A-2, B-1, C-3, D-4
- b) A-4, B-3, C-2, D-1
- c) A-2, B-4, C-1, D-3
- d) A-3, B-1, C-4, D-2
- e) A-1, B-3, C-2, D-4

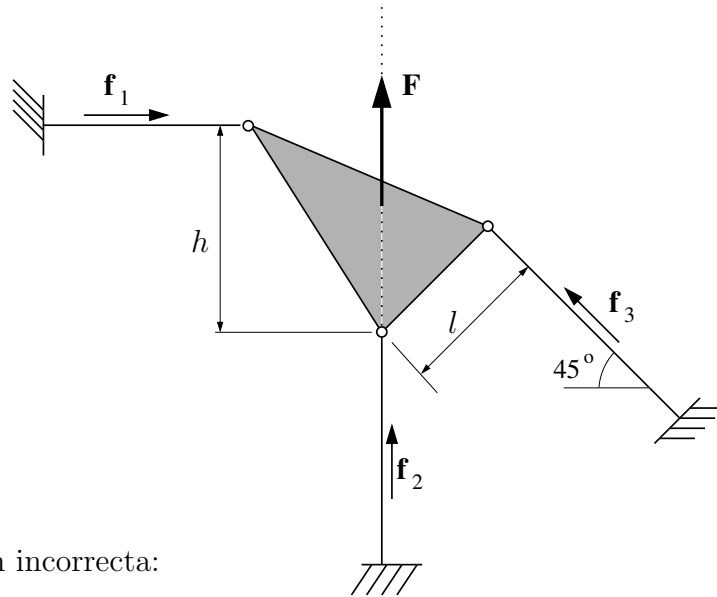
8. (4 puntos) En el mecanismo de la figura se aplica una única fuerza, tal como se muestra:



Señala la respuesta correcta:

- a) $f_1 = f_3 = 0$ y $f_2 = F$
- b) $f_1 = f_2 = f_3 = F/3$
- c) $f_1 = f_2 = 0$ y $f_3 = F$
- d) $f_2 = f_3 = 0$ y $f_1 = F \cos(l/h)$
- e) $f_1 = F \cos(l/h)$, $f_2 = F\sqrt{2}/2$ y $f_3 = F\sqrt{2}/2$

9. (3 puntos) El mecanismo del ejercicio anterior es modificado, manteniendo las orientaciones de las patas, hasta que $l = h \cdot \sqrt{2}/2$, como muestra la figura.



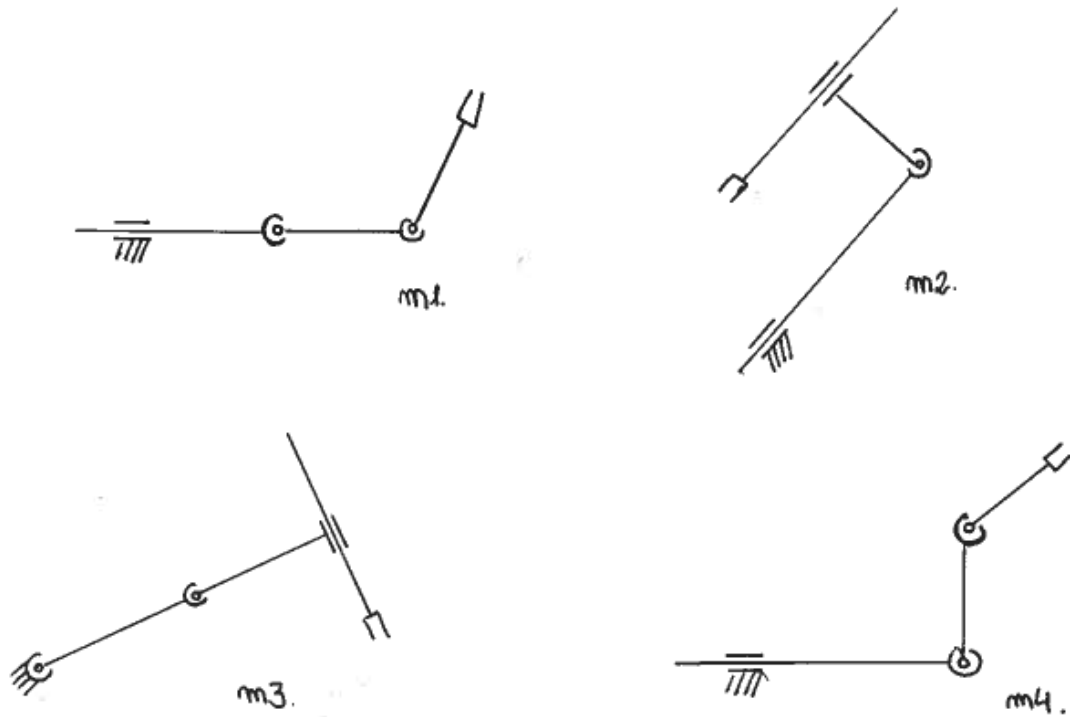
Señala la afirmación incorrecta:

- Se trata de una configuración singular.
 - Diferentes valores de f_1 , f_2 y f_3 pueden equilibrar \mathbf{F} , siempre y cuando respeten ciertas relaciones entre sí.
 - Si \mathbf{F} se aplicara según una recta paralela a la indicada, pero desplazada a la derecha o a la izquierda, las fuerzas en los conectores tenderían a ∞ a medida que $l \rightarrow h \cdot \sqrt{2}/2$
 - Una fuerza \mathbf{F} aplicada según una recta horizontal coincidente con el conector 1 no puede ser compensada por ninguna combinación de fuerzas en los conectores.
 - Un par de fuerzas puro aplicado sobre el triángulo no puede ser compensado por valores finitos de fuerzas en los conectores para $l = h \cdot \sqrt{2}/2$
10. (2 puntos) En un determinado sistema de referencia, el rotor del efector final de un robot es $\hat{T} = [10\text{m/s}, -5\text{m/s}, 5\text{rad/s}]$. ¿Cuáles de estas afirmaciones son ciertas?
- El centro instantáneo de rotación está en las coordenadas (1, 2), la velocidad angular del efector es de 5 rad/s en sentido antihorario.
 - El centro instantáneo de rotación está en las coordenadas (5, 10), y la velocidad angular del efector es de 5 rad/s en sentido horario.
 - La velocidad del origen, considerado como punto del efector final, es $\mathbf{v}_o = (10, -5)$ m/s.
 - La velocidad del punto $P = (2, 1)$ del efector final es $\mathbf{v}_p = (5, 5)$ m/s.

Respuestas posibles:

- Son ciertas B, C, y D.
- Son ciertas A, C, y D.
- Ninguna es cierta.
- Todas son ciertas.
- Sólo es cierta D.

11. (2 puntos) ¿Cuáles de los manipuladores siguientes se encuentran en una configuración singular?



- a) m1 y m2.
- b) m2.
- c) Todos.
- d) m3 y m4.
- e) m2, m3, y m4.

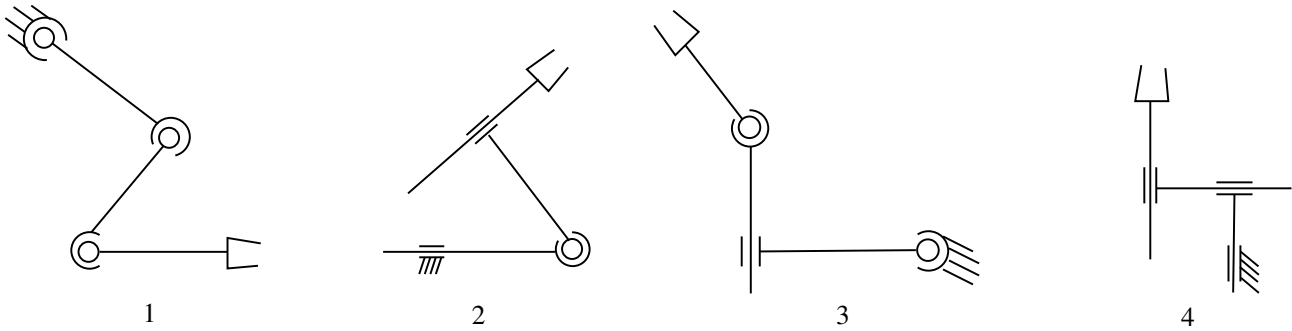
12. (2 puntos) Considera la siguiente matriz jacobiana de un manipulador serie:

$$J = \begin{pmatrix} 1 & 0 & \cos \gamma & m \\ 0 & -b & \sin \gamma & -n \\ 0 & 1 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Señala la afirmación incorrecta:

- a) Se trata de un manipulador *PRPR*.
- b) Es un mecanismo redundante.
- c) La segunda articulación está situada en $(0, b)$.
- d) La cuarta articulación está situada en (n, m) .
- e) El centro instantáneo de rotación de la primera articulación se encuentra en el infinito.

13. (2 puntos) Considera los siguientes manipuladores:



y los siguientes jacobianos:

$$A = \begin{pmatrix} y_1 & 0 & y_3 \\ -x_1 & 1 & -x_3 \\ 1 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad B = \begin{pmatrix} y_1 & y_2 & y_3 \\ -x_1 & -x_2 & -x_3 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix} \quad C = \begin{pmatrix} 0 & -1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \quad D = \begin{pmatrix} 1 & 0 & \cos \gamma \\ 0 & -x_2 & \sin \gamma \\ 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}$$

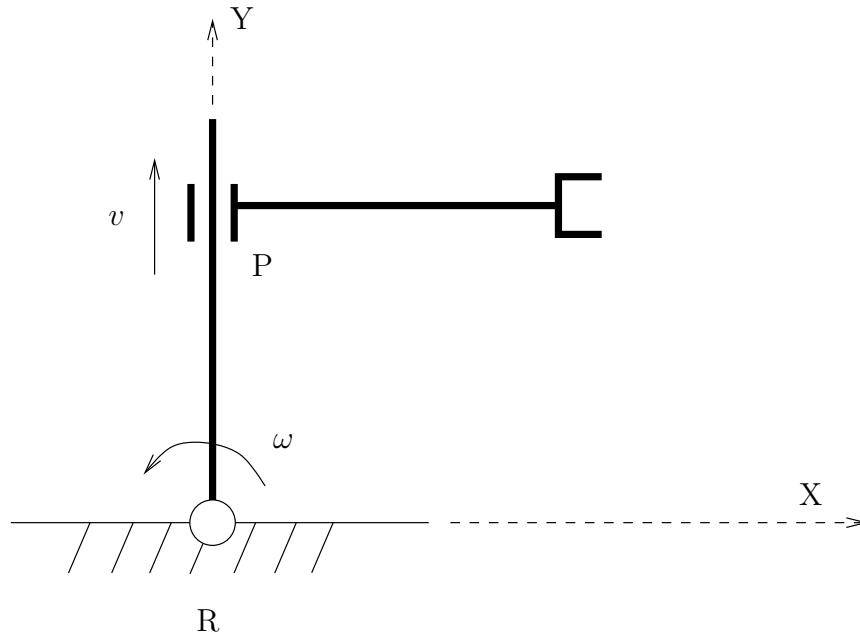
Señala la respuesta que corresponde al correcto emparejamiento entre las dos filas:

- A-2, B-1, C-3, D-4
- A-4, B-1, C-2, D-3
- A-2, B-4, C-1, D-3
- A-3, B-1, C-4, D-2
- A-1, B-3, C-2, D-4

14. (2 puntos) Joe y Ken han ido a parar accidentalmente a un campo de velocidades. Bob los observa desde un globo aerostático, y puede medir sus velocidades instantáneas, v_{joe} y v_{ken} . Señala la afirmación correcta:

- $v_{joe} = 2$ apuntando al oeste, y $v_{ken} = 1$ apuntando al este. El centro instantáneo de rotación se encuentra sobre la recta que une sus posiciones, más cerca de Joe que de Ken.
- $v_{joe} = 2$ dirigida al norte, y $v_{ken} = 1$ señalando hacia el este. El centro instantáneo de rotación se encuentra sobre la recta que une sus posiciones, más cerca de Ken que de Joe, y justo bajo la posición de Bob.
- $v_{joe} = 2$ dirigida hacia el sur, y $v_{ken} = 1$ apuntando también en dirección meridional. El centro instantáneo de rotación se encuentra en el infinito.
- $v_{joe} = 2$ apunta al este, y $v_{ken} = 2$ señalando hacia el este. Bob se da cuenta de que todos los puntos tienen la misma velocidad que Joe y Ken.
- Bob decide tomar tierra. En el instante en que el globo toca tierra, equidistante a Joe y Ken, $v_{joe} = 2$ al lado izquierdo de Bob, apuntando hacia delante, mientras que $v_{ken} = 1$ a la derecha de Bob, apuntando hacia atrás. Bob se marea rápidamente, puesto que ha aterrizado justo en el centro instantáneo de rotación.

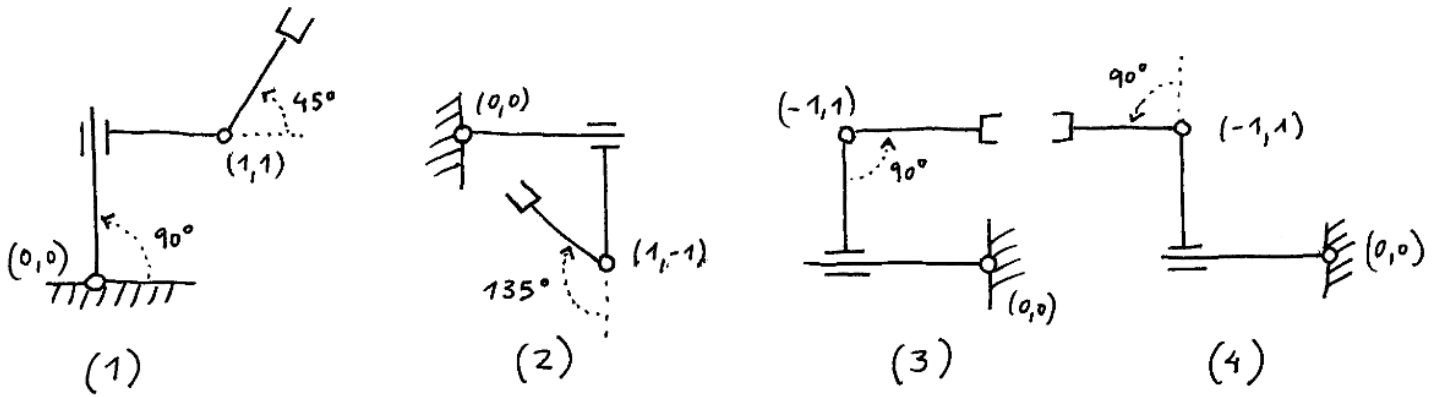
15. (2 puntos) Considera el manipulador RP siguiente, en la configuración dibujada, donde la articulación R gira con velocidad angular ω , y la articulación P se desplaza con velocidad lineal v en la dirección Y.



¿Cuál de las siguientes afirmaciones es falsa?

- Los rotores de libertad del efector final tienen la forma $[0, v; \omega]^T$.
 - Las fuerzas de restricción del efector final tienen la forma $[F, 0; 0]^T$.
 - Los rotores de libertad del efector forman un espacio vectorial de dimension dos.
 - Las fuerzas de restricción forman un espacio vectorial de dimension uno.
 - El efector final puede soportar cualquier par sin necesidad de actuar las articulaciones.
16. (4 puntos) Recordemos que el comportamiento estático y cinemático de un manipulador serie viene dado por las relaciones $\tau = J^T \cdot \hat{w}$, y $\hat{T} = J \cdot \gamma$, respectivamente. Si el manipulador se encuentra en una singularidad, ¿cuál de las siguientes afirmaciones es falsa?
- Hay velocidades articulares γ no nulas que dan lugar a un rotor \hat{T} nulo para el efector final.
 - Ciertos rotores \hat{T} pueden ser producidos por infinitas velocidades articulares γ .
 - Aproximándonos a la singularidad, hay rotores \hat{T} pequeños que requieren velocidades articulares muy grandes.
 - En la singularidad, el efector final puede soportar determinadas fuerzas \hat{w} , con un par nulo en las articulaciones.
 - Hay pares articulares τ no nulos que producen una resultante \hat{w} nula en el efector final.

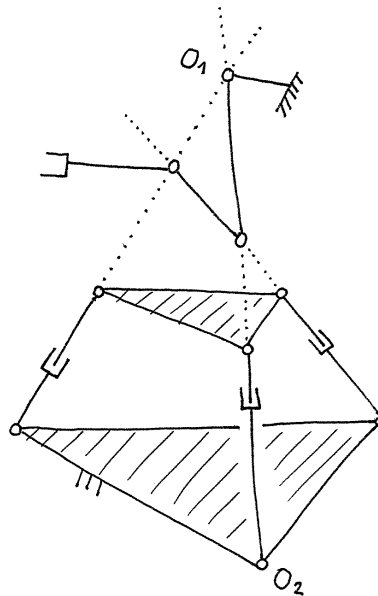
17. (2 puntos) Considera las siguientes cuatro configuraciones de un mismo manipulador RPR. Todos los brazos tienen una longitud de un metro.



Si d_i es el valor de $\det(J)$ para la configuración i , se cumple que:

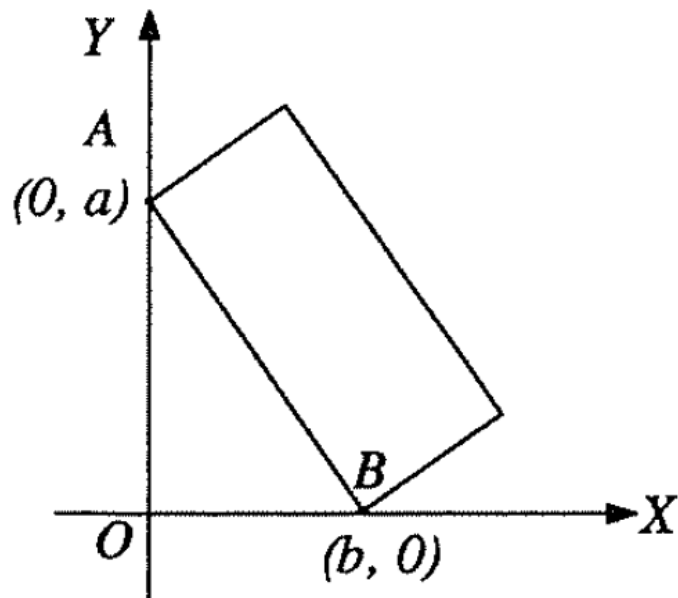
- a) $d_1 > d_2 > d_3 > d_4$.
- b) $d_4 > d_3 > d_2 > d_1$.
- c) $d_1 = d_2 = d_3 = d_4$
- d) $d_1 = d_2$, y $d_3 = -d_4$
- e) Ninguna de las anteriores es cierta.

18. (2 puntos) Sean j y J los jacobianos de los manipuladores paralelo y serie de la figura.



Para la configuración dibujada se verifica que:

- a) $\det(J)$ puede ser mayor, igual, o menor que $\det(j)$, dependiendo de las dimensiones particulares de los manipuladores. Sin embargo, los valores $\det(J)$ y $\det(j)$ serán invariantes ante translaciones y rotaciones del sistema de referencia.
- b) $\det(J) = \det(j)$ independientemente de la ubicación del sistema de referencia.
- c) Cuando el sistema de referencia tiene origen en O_1 entonces $\det(J) > \det(j)$.
- d) Cuando el sistema de referencia tiene origen en O_2 entonces $\det(J) > \det(j)$.
- e) $\det(J) > \det(j)$ independientemente de la ubicación del sistema de referencia.



19. (3 puntos) La siguiente viga mantiene contacto con la pared y el suelo en los puntos A y B indicados ($a = 3\text{m}$ y $b = 2\text{m}$), y se encuentra cayendo hacia el suelo, con velocidad angular $\omega = 1 \text{ rad/s}$. Se puede suponer que no hay fricción en los contactos.

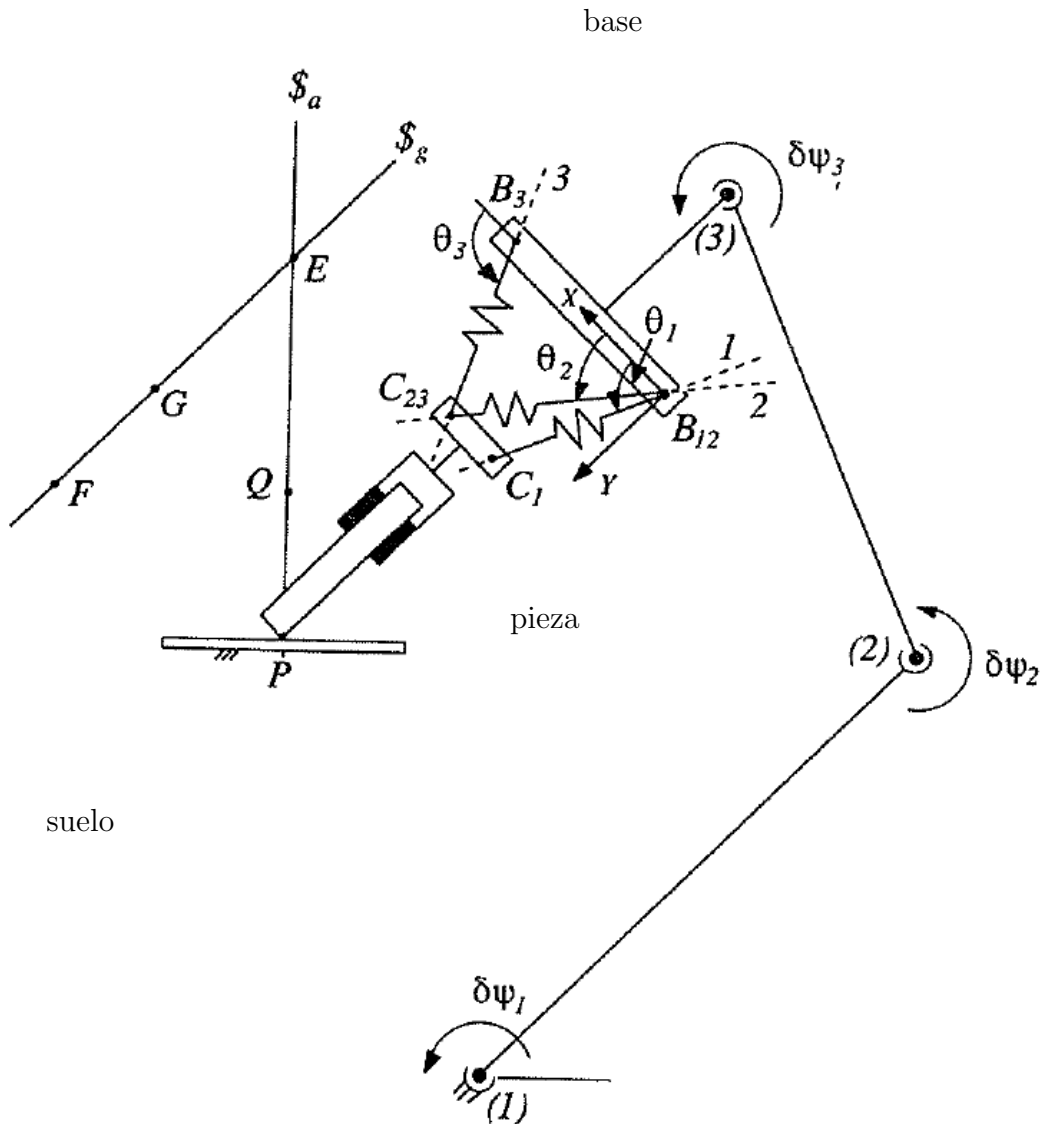
Qué sucede si con un robot aplicamos una de estas dos fuerzas sobre la viga?

$$\hat{w}_1 = [-2 \text{ N}, -3 \text{ N}; 0 \text{ Nm}]^T$$

$$\hat{w}_2 = [-1 \text{ N}, 0 \text{ N}; 0 \text{ Nm}]^T$$

- No se sabe qué sucederá, ya que se desconocen los puntos de aplicación de las fuerzas.
- Aplicando \hat{w}_2 tendemos a frenar la caída.
- Aplicando \hat{w}_1 tendemos a acelerar la caída.
- Aplicando cualquiera de las dos fuerzas tendemos a frenar la caída.
- Ninguna de las anteriores.

20. (4 puntos) El efector final de un robot 3R está desplazando una pieza en contacto con el suelo, tal como se indica en la figura.



Supóngase que no hay fricción en el punto P de contacto. Entre la pieza y el último brazo del robot hay una muñeca flexible, con la estructura de una plataforma paralela.

Es falso que:

- El C.I.R. de la pieza con respecto al suelo es un punto E sobre la recta S_a .
- Si el C.I.R. de la base con respecto al suelo es G , y el C.I.R. de la pieza con respecto al suelo es E , entonces el C.I.R. de la base con respecto a la pieza es un punto F , sobre la recta $E - G$.
- El C.I.R. de la pieza con respecto al suelo sólo puede ser el punto P .
- Podemos controlar cualquier fuerza de contacto en P que actúe sobre la recta S_a y, simultáneamente, cualquier rotor de la forma $\omega[y_E, -x_E; 1]^T$, donde (x_E, y_E) son las coordenadas de cualquier punto E sobre la recta S_a .
- Cualquier fuerza que el suelo ejerza sobre la pieza, es recíproca a cualquier rotor de la pieza con respecto al suelo que mantenga el contacto pieza-suelo.