

27 Septembre 2025

Q1 : C'est un diagramme des exigences, Req dans le langage SysML

Q2 : L'arthromoteur permet la rééducation du genou.

$\theta_g(t)$, quantifie la position angulaire du genou comme montré figure 3

En extension -5° et en flexion 110°

Q3 : En revanche dans le cadre d'une opération des ligaments croisés θ_g est plafonné à 35° en extension et 85° en flexion. Ce qui donne un $\Delta\theta_g = 85 - 35 = 50^\circ$.

Le fait de plier le genou génère des efforts importants dans les tendons, en limitant $\Delta\theta_g$ on limite les efforts.

Q4 : $\ddot{\theta}_g$ préconisée = $\frac{240^\circ}{60} \times \frac{2\pi}{360} = 7 \times 10^{-2} \text{ rad.s}^{-1}$

Q5 : C'est un diagramme de définition de blocs (BDD)

C'est un diagramme Structural

Q6: Les éléments de même niveau qui constituent l'Arthromoteur sont: l'ensemble moteur, le pupitre de commande, la carte de commande, l'attelle articulée et l'Alimentation.

Q7: Le berceau crural soutient la cuisse.

Q8: $\dot{\theta}_g(t)$ est la vitesse angulaire entre le berceau crural et le berceau jambier.

$\dot{z}(t)$ est la vitesse de déplacement linéaire de la coulisse.

Q9:

0: Bâti de l'Arthromoteur

1: Vis

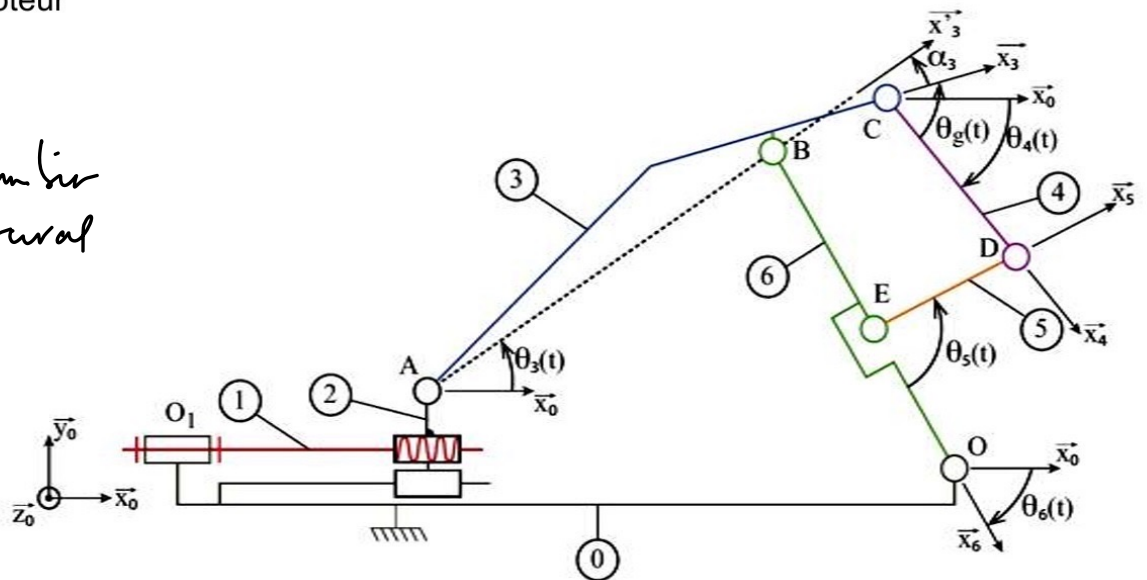
2: Coulisse

3: Berceau Jambier

4: Berceau Crural

5: Bielle

6: Bras



$$\begin{aligned} Q_{10}: \theta_g(t) &= (\vec{x}_4, \vec{x}_3) = (\vec{x}_4, \vec{x}_0) + (\vec{x}_0, \vec{x}_3') + (\vec{x}_3', \vec{x}_3) \\ &= -\theta_4(t) + \theta_3(t) - \alpha_3 \end{aligned}$$

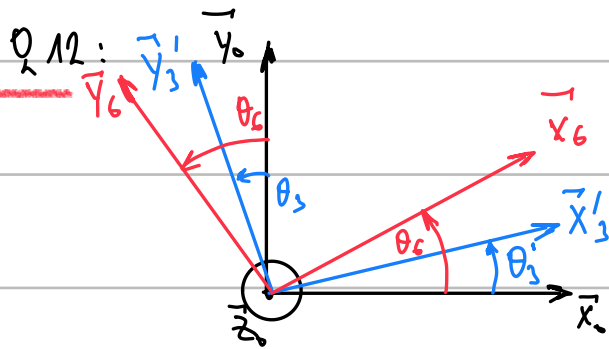
$$\theta_g(t) = \theta_3(t) - \theta_4(t) - \alpha_3$$

Q11: Fermeture géométrique vectorielle :

$$\vec{OA} + \vec{AB} + \vec{BO} + \vec{OO} = \vec{0}$$

$$\lambda(t) \vec{x}_0 + h_0 \vec{y}_0 + L_3 \vec{x}'_3 + L_6 \vec{x}_6 - L_0 \vec{x}_0 + h \vec{y}_0 = \vec{0}$$

$$(\lambda(t) - L_0) \vec{x}_0 + h_0 \vec{y}_0 + L_3 \vec{x}'_3 + L_6 \vec{x}_6 = \vec{0} = \vec{F}$$



Q13: $\vec{F} = (\lambda(t) - L_0) \vec{x}_0 + h_0 \vec{y}_0 + L_3 (\cos \theta_3 \vec{x}_0 + \sin \theta_3 \vec{y}_0) + L_6 (\cos \theta_6 \vec{x}_0 + \sin \theta_6 \vec{y}_0)$

d'où $\vec{F} \cdot \vec{x}_0 = \lambda(t) - L_0 + L_3 \cos \theta_3 + L_6 \cos \theta_6 = 0$

$\vec{F} \cdot \vec{y}_0 = h_0 + L_3 \sin \theta_3 + L_6 \sin \theta_6 + h = 0$

Q14: $L_6 \cos \theta_6 = L_0 - \lambda(t) - L_3 \cos \theta_3$

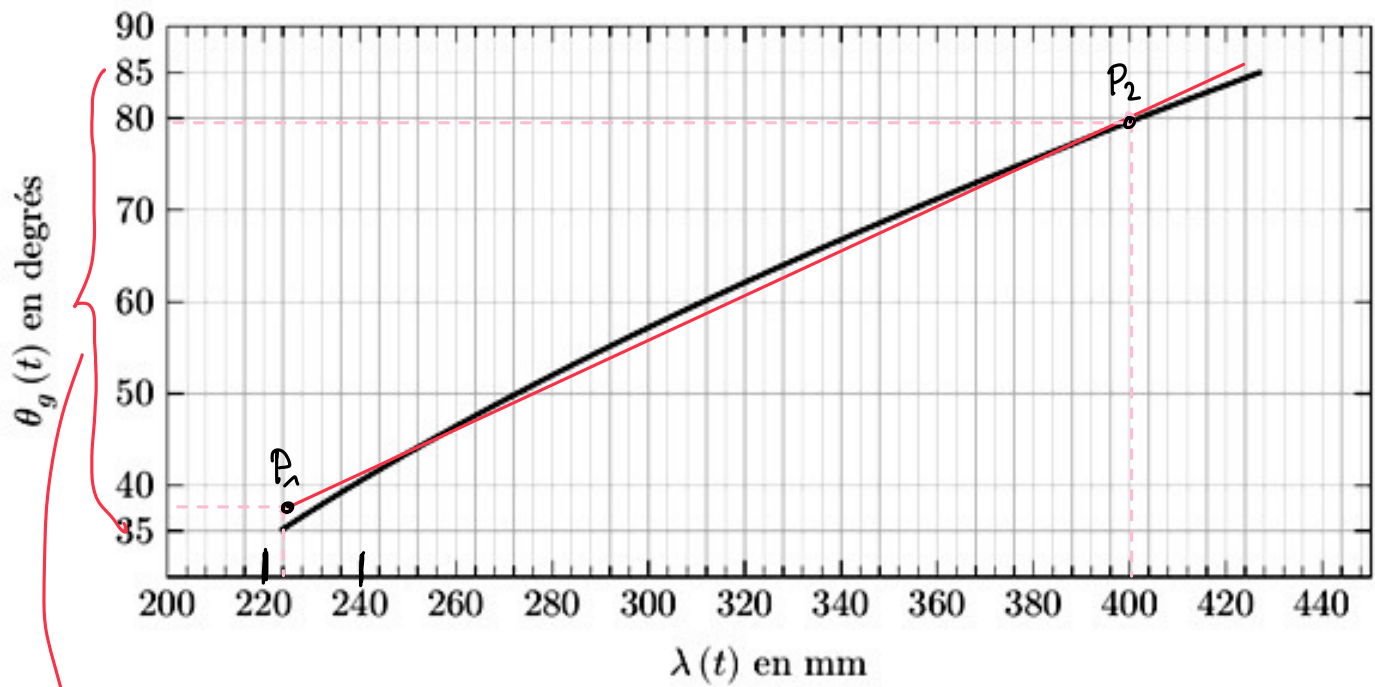
$L_6 \sin \theta_6 = -h_0 - L_3 \sin \theta_3 - h$

$(L_6 \cos \theta_6)^2 + (L_6 \sin \theta_6)^2 = L_6^2 = (L_0 - \lambda(t) - L_3 \cos \theta_3)^2 + (h_0 + h + L_3 \sin \theta_3)^2$

Q15: $(L_0 - \lambda(t) - L_3 \cos \theta_3) = \sqrt{L_6^2 - (h_0 + h + L_3 \sin \theta_3)^2}$

$\lambda(t) = L_0 - L_3 \cos \theta_3 - \sqrt{L_6^2 - (h_0 + h + L_3 \sin \theta_3)^2}$

Q16: Régression linéaire graphique:



Plage d'utilisation de l'arthromoteur

On suppose une évolution linéaire de $\theta_g(t)$ en fonction de $\lambda(t)$ $\theta_g(t) = A\lambda(t) + B$

Au point P_1 $\lambda = 224$ mm et $\theta_g = 37,5$

" " P_2 $\lambda = 400$ mm et $\theta_g = 80$

$$(1) A \times 224 + B = 37,5$$

$$(2) A \times 400 + B = 80$$

$$(2) - (1) \quad A(400 - 224) = 80 - 37,5 \quad A = + \frac{42,5}{176} = +0,24$$

$$\text{donc } B = 37,5 - 0,24 \times 224 = -16,26$$

$$\theta_g(t) = 0,24\lambda(t) - 16,46$$

Q17: Le diagramme et le BDD (figure 4), les éléments structurels sont Partie commande, Bras rétractable, système de déplacement vertical, système de prise/dépose de bac, Châssis, Système de déplacement au sol.

Q18:

La fonction principale du robot Skypod est de transporter des bacs entre les stations et les étages. Ce robot fait partie d'une flotte de robots qui peut atteindre 1000 unités. Le paquet transporté ne peut pas avoir une masse qui excède 30kg et un encombrement supérieur à 600x800x380 mm³. Les déplacements au sol sont assurés par 2 roues motrices et la stabilité par 2 roues libres, la vitesse de déplacement est constante et égale à 2m/s. Pour accéder ou déposer des paquets le Skypod doit pouvoir se déplacer verticalement sur les racks où sont stockés les paquets. Ce déplacement est assuré par un système composé de piques qui sont engainés sur des chaînes tendues... verticalement. Les paquets sont déposés dans les racks grâce à une fourche.

Q19: En déplacement au sol, il doit y avoir une optimisation de la trajectoire et une intégration de la position des autres robots. En déplacement vertical le robot doit rester horizontal.

