

Numéro
d'inscriptionNuméro
de table

Né(e) le

Nom : CORRECTION

Prénom : _____

Filière :

Session :

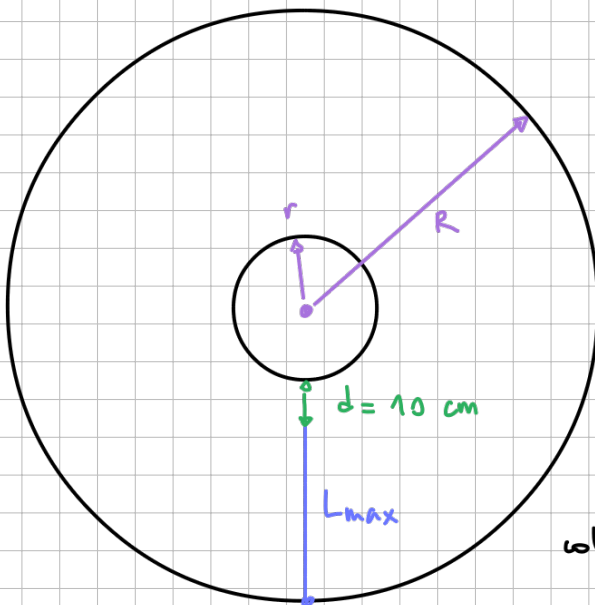
Épreuve de : SCIENCES INDUSTRIELLES

Consignes

- Remplir soigneusement l'en-tête de chaque feuille avant de commencer à composer
- Rédiger avec un stylo non effaçable bleu ou noir
- Ne rien écrire dans les marges (gauche et droite)
- Numéroté chaque page (cadre en bas à droite)
- Placer les feuilles A3 ouvertes, dans le même sens et dans l'ordre

Bras AIA (Articulated Inspection Arm) pour le Tore Supra

Question 1. Déterminer la longueur maximale d'un module porteur pouvant être inséré et orienté dans l'enceinte torique. On rappelle que le cahier des charges impose une distance de sécurité de 10 cm avec la paroi. Comparer cette valeur à celles des modules standards et conclure quant à la possibilité d'insertion sans risque de contact avec les parois.



$$\text{On a : } L_{\max} + d = R - r$$

$$\text{Et donc } L_{\max} = R - r - d$$

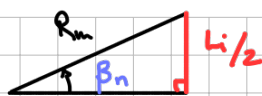
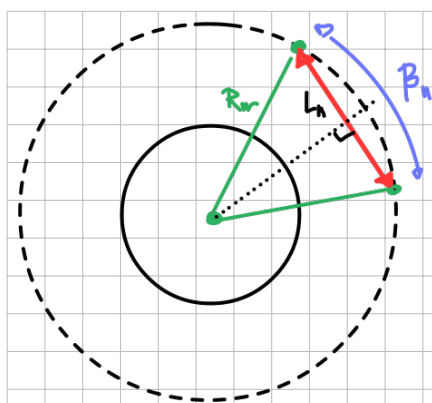
$$L_{\max} \leq 1,9 \text{ m}$$

$$L_{\max} > 1,66 \text{ m}$$

Longueur du plus grand
des modules

Il n'y a donc pas de risque de
collision avec la paroi.

Question 2. Pour un module porteur M_n déployé ($n \neq 5$) donner l'expression de l'angle β_n en fonction de R_m (rayon de C_m) et L_n (longueur du module porteur M_n). Donner la valeur numérique de chaque angle β_n ($n \neq 5$) et en déduire la valeur de l'angle d'enroulement β_d en faisant l'hypothèse que $\beta_5 \approx \beta_4$. Conclure vis-à-vis du cahier des charges.



$$\sin\left(\frac{\beta_n}{2}\right) = \frac{\frac{L_n}{2}}{R_m}$$

Donc $\beta_n = 2 \cdot \arcsin\left[\frac{L_n}{2 \cdot R_m}\right]$

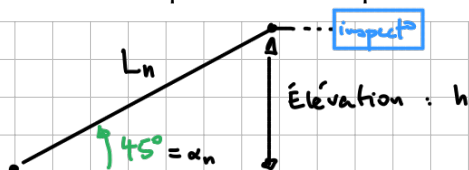
Ainsi $\beta_1 \approx 32^\circ$; $\beta_2 \approx 32^\circ$

$\beta_3 \approx 42^\circ$

$\beta_4 \approx 44^\circ$; $\beta_5 \approx 44^\circ$

On a donc $\beta_d = \sum \beta_n \approx 194^\circ > 180^\circ$: l'exigence "Amplitude angulaire" est respectée.

Question 3. Dans ces conditions, quelle est l'élévation verticale minimale du module d'inspection ? Faire l'application numérique. Conclure quant au respect du cahier des charges.



On a : $\sin \alpha_n = \frac{h}{L_n}$

donc $h = L_n \cdot \sin \alpha_n$

Dans le pire des cas : $L_n = L_{\min} = L_1 = L_2 = 1,21 \text{ m}$

Ainsi : $h_{\min} \approx 0,86 \text{ m}$

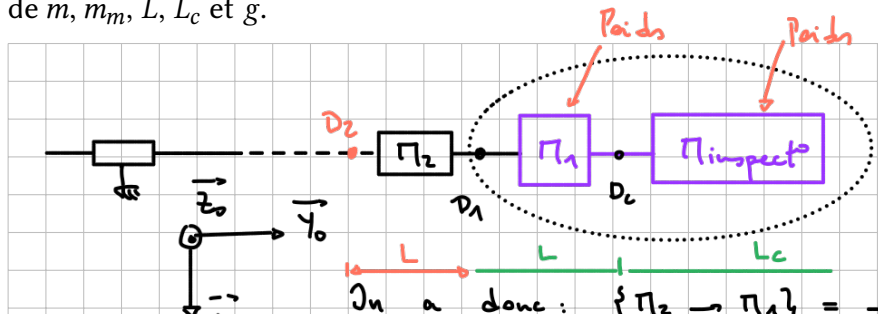
Au plus haut, le tore est situé à $\frac{3,2 - 1,2}{2} = 1 \text{ m}$. Avec la sécurité de 10 cm, il faut pouvoir monter de 90 cm $> h_{\min}$ donc le module d'inspection n'atteint pas exactement la limite attendue.

Question 4. Conclusion : dans le contexte de l'étude et en reprenant les réponses apportées aux questions précédentes, quel critère détermine principalement la longueur du module porteur le plus court et quel critère détermine la longueur du module porteur le plus long ?

• Module le plus long doit vérifier : $L_{\max} < 1,9 \text{ m}$ (jusqu'à la fin de la phase d'insertion).

- Module le plus court doit permettre :
 - d'inspecter le haut de la paroi
 - de faire la tour du tore (contrainte sur l'ensemble des modules).

Question 5. Par un isolement adéquat, déterminer les éléments de réduction au point D_1 du torseur d'action mécanique exercé par le module porteur M_2 sur le module porteur M_1 noté $\{T(M_2 \rightarrow M_1)\}$ au point D_1 , en fonction de m, m_m, L, L_c et g .



J'isole $\{\pi_1, \pi_{inspection}\}$ soumis aux actions mécaniques extérieures :

- $p_{ds} \rightarrow \pi_1$
- $p_{ds} \rightarrow \pi_{inspection}$
- $\pi_2 \rightarrow \pi_1$

On a donc : $\{\pi_2 \rightarrow \pi_1\} = -\{p_{ds} \rightarrow \pi_1\} - \{p_{ds} \rightarrow \pi_{inspection}\}$

Avec : $\{p_{ds} \rightarrow \pi_1\} = \begin{cases} \vec{R}_{p_{ds} \rightarrow \pi_1} = -m_m \cdot g \cdot \vec{z}_0 \\ \vec{M}_{G_1, p_{ds} \rightarrow \pi_1} = \vec{0} \end{cases}$

Et : $\{p_{ds} \rightarrow \pi_c\} = \begin{cases} \vec{R}_{p_{ds} \rightarrow \pi_c} = -m \cdot g \cdot \vec{z}_0 \\ \vec{M}_{G_c, p_{ds} \rightarrow \pi_c} = \vec{0} \end{cases}$

On a donc :

$$\vec{M}_{D_1, p_{ds} \rightarrow \pi_1} = \vec{M}_{G_1, p_{ds} \rightarrow \pi_1} + \overrightarrow{D_1 G_1} \wedge (-m_m \cdot g \cdot \vec{z}_0)$$

$$= -\frac{L}{2} \cdot m_m \cdot g \cdot \vec{x}_0$$

Et de même :

$$\vec{M}_{D_1, p_{ds} \rightarrow \pi_c} = -(L + \frac{L_c}{2}) \cdot m \cdot g \cdot \vec{x}_0$$

Ainsi :

$$\{\pi_2 \rightarrow \pi_1\} = \begin{cases} \vec{R}_{\pi_2 \rightarrow \pi_1} = -(m + m_m) \cdot g \cdot \vec{z}_0 \\ \vec{M}_{D_1, \pi_2 \rightarrow \pi_1} = -\frac{L}{2} \cdot m_m \cdot g \cdot \vec{x}_0 - (L + \frac{L_c}{2}) \cdot m \cdot g \cdot \vec{x}_0 \end{cases}$$

Question 6. En généralisant les relations pour n modules porteurs, établir l'expression de la norme de la résultante $\|\vec{R}_{(M_{n+1} \rightarrow M_n)}\|$ et du moment en D_n , $\|\vec{M}_{D_n(M_{n+1} \rightarrow M_n)}\|$ des actions mécaniques exercées par le module porteur M_{n+1} sur le module porteur M_n en fonction de n et de m, m_m, L, L_c et g .

J'isole $\{\pi_n, \pi_{n-1} \dots \pi_1, \pi_{inspection}\}$ et comme précédemment :

$$\{M_{n+1} \rightarrow M_n\} = - \left[\sum_{i=1}^n \{p_{ds} \rightarrow \pi_i\} + \{p_{ds} \rightarrow \pi_{inspection}\} \right]$$

Donc : $\|\vec{R}_{(\pi_{n+1} \rightarrow \pi_n)}\| = \sum_{i=1}^n m + m_m \cdot g = (n \cdot m + m_m) \cdot g$

Vérif: on a bien $\|\vec{R}_{\pi_2 \rightarrow \pi_1}\| = -(1 \times m + m_m) \cdot g$

Et: $\|\vec{\Pi}_{D_n}(\pi_{n+1} \rightarrow \pi_n)\| = \sum_{i=1}^n \left(\underbrace{\frac{L}{2} + (i-1) \cdot L}_{= (i - \frac{1}{2}) \cdot L} \right) \cdot m_m \cdot g + \left(n \cdot L + \frac{L_c}{2} \right) \cdot m \cdot g$

$$\left(\sum_{i=1}^n i - \frac{1}{2} \cdot n \right) \cdot L = \left(\frac{n \cdot (n+1)}{2} - \frac{n}{2} \right) \cdot L = \frac{n^2}{2} \cdot L$$

$$= \frac{n^2}{2} \cdot L \cdot m_m \cdot g + \left(n \cdot L + \frac{L_c}{2} \right) \cdot m \cdot g$$

Vérif: on a bien $\|\vec{\Pi}_{D_n}(\pi_{n+1} \rightarrow \pi_n)\| = \frac{L}{2} \cdot m_m \cdot g + \left(L + \frac{L_c}{2} \right) \cdot m \cdot g$

Question 7. Le nombre de modules porteurs nécessaires à une inspection dans le Tore Supra est-il compatible avec le critère de charge admissible énoncé précédemment ?

Il faut vérifier que $\|\vec{R}(6 \rightarrow \pi_5)\| < 1800 \text{ N}$ (joint le plus sollicité)
↑
chariot et $\|\vec{\Pi}_{D_5}(6 \rightarrow \pi_5)\| < 7200 \text{ N.m}$

L'application numérique donne: $\|\vec{R}(6 \rightarrow \pi_5)\| \approx 1570 \text{ N}$

et $\|\vec{\Pi}_{D_5}(6 \rightarrow \pi_5)\| \approx 6950 \text{ N.m}$

Le critère de charge admissible est donc bien respecté.

Question 8. Montrer que la résultante de l'action mécanique exercée par (2_n) sur (3_n) est dirigée par $\vec{Y}_{4n}$.

J'isole 2_n soumis aux actions mécaniques extérieures:

• $4_n \rightarrow 2_n$

• $3_n \rightarrow 2_n$

O₂

$$\{4_n \rightarrow 2_n\} = \left\{ \begin{array}{l} \vec{R}_{4_n \rightarrow 2_n} = X_{42} \cdot \vec{x}_{4n} + Y_{42} \cdot \vec{y}_{4n} + Z_{42} \cdot \vec{z}_0 \\ A_n \mid \vec{M}_{A_n, 4_n \rightarrow 2_n} = M_{42} \cdot \vec{y}_{4n} + N_{42} \cdot \vec{z}_0 = 0 \end{array} \right.$$

car pb. plan

Et de $\hat{n}$, $\{3_n \rightarrow 2_n\}$ est un glisseur de pt d'application C_n .

2_n n'est donc soumis qu'à deux glisseurs.

Les résultantes de ces glisseurs seront donc dirigées par $\vec{A_n C_n}$ et donc par $\vec{Y}_{4n}$.

On a donc:

$$\vec{R}_{2_n \rightarrow 3_n} = -\vec{R}_{3_n \rightarrow 2_n} = Y_{23} \cdot \vec{Y}_{4n}$$

Question 9. Exposer la méthode permettant de déterminer l'expression de la résultante d'action mécanique qu'exerce le ressort sur le solide (1_n) assurant de fait l'équilibre du module porteur M_n en fonction de m_m , m , H , g , d et

n. Pour cela, indiquer avec rigueur :

- les hypothèses nécessaires à ce calcul ;
- le ou les solides isolés, les inventaires des actions mécaniques extérieures ainsi que le ou les théorèmes utilisés pour la résolution.

• J'isole $3n$ soumis aux actions mécaniques extérieures :

- $\Pi_{n-1} \rightarrow 3n$
- $2n \rightarrow 3n$ $\times \rightarrow \vec{R}_{2n \rightarrow 3n} \cdot \vec{Z}_0 = 0$
- $1n \rightarrow 3n$

J'écris le th. de résultantes en projection sur $\vec{Z}_0$. On a directement :

$$Z_{1n \rightarrow 3n} = (m_{nn} \cdot (n-1) + m) \cdot g$$

• J'isole $1n$ soumis aux actions mécaniques extérieures :

- $4n \rightarrow 1n$ $\times \rightarrow \vec{M}_{0n, 4n \rightarrow 1n} \cdot \vec{X}_0 = 0$
- ressort $\rightarrow 1n$ $\checkmark$
- $3n \rightarrow 1n$ $\checkmark$ oui si $Z_{1n \rightarrow 3n}$ et pas $Y_{1n \rightarrow 3n}$
- grav $\rightarrow 1n$ $\checkmark$

J'écris donc le th. de moments en O_n et en projection sur $\vec{X}_0$.

Dans ce cas, on a bien :

$$\vec{M}_{0n, 3n \rightarrow 1n} \cdot \vec{X}_0 = \vec{M}_{0n, 1n \rightarrow 3n} \cdot \vec{X}_0 + (\overline{O_n B_n} \wedge (Z_{1n \rightarrow 3n} \cdot \vec{Z}_0 + Y_{1n \rightarrow 3n} \cdot \vec{Y}_n)) \cdot \vec{X}_0$$

$= d \cdot Y_{4n}$ s'annule !

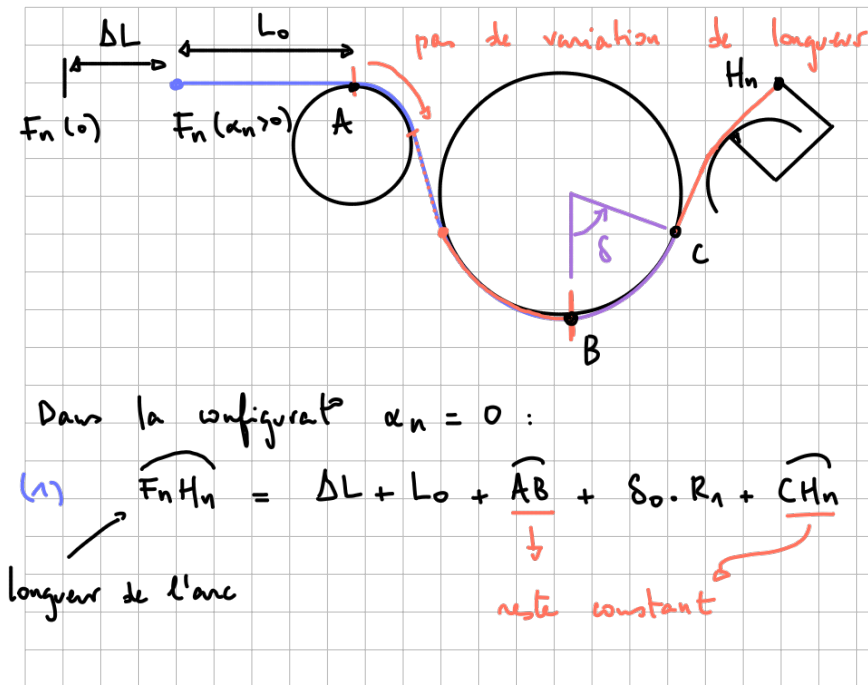
Question 10. Conclusion : expliquer en quoi la relation précédemment établie permet d'affirmer que la condition d'équilibre du module porteur M_n , dans la position de la figure présentée, ne dépend pas de la position relative de l'ensemble des modules porteurs M_{n-1} à M_1 et du module d'inspection par rapport au module porteur M_n .

La relation ne fait pas intervenir les angles α_i ou θ_i donc la position des modules n'intervient pas.

Seul intervient " n " qui représente le "numéro" du module.

Question 11. Sachant que $\delta = \delta_0 + \alpha_n$, déterminer, à l'aide des figures, la variation de position du point F_n appartenant au câble, notée ΔL , provoquée par la variation de l'angle de tangage α_n . Déterminer ensuite la variation

de l'angle de lacet θ_n provoquée par la variation ΔL . Dédurre l'expression de K_c des résultats précédents.



Lorsque $\alpha_n > 0$:

$$\widehat{F_n H_n} = L_0 + \widehat{AB} + s.R_1 + \widehat{CH_n} \quad (2)$$

Et comme $\widehat{F_n H_n}$ reste constant,

(1) - (2) donne :

$$0 = \Delta L + (s_0 - s).R_1 = -\alpha_n$$

$$\text{Donc } \Delta L = R_1 \cdot \alpha_n$$

$$\text{Aussi } \Delta L = R_0 \cdot \theta_n$$

$$\text{Donc } \theta_n = \boxed{\frac{R_1}{R_0}} \alpha_n = K_c$$

Question 12. En utilisant la condition de roulement sans glissement entre les roues 0 et 7, montrer, avec rigueur, que $K_T = \frac{R_0}{R_7}$. Faire l'application numérique.

$$\begin{aligned} \bullet \quad \vec{J}_{I_{07} \in 7/0} &= \vec{0} \quad (\text{roult sans glisse}) \\ \bullet \quad \vec{J}_{I_{07} \in 7/0} &= \vec{J}_{I_{07} \in 7/13} + \vec{J}_{I_{07} \in 13/0} \\ \bullet \quad \vec{J}_{I_{07} \in 7/13} &= \vec{J}_{O_7 \in 7/13} + \vec{I}_{O_7 O_7} \wedge \vec{\Omega}_{7/13} \\ &= R_7 \cdot \vec{Y}_1 \wedge (\omega_{7/(1+3)} \cdot \vec{Z}_0) \\ &= R_7 \cdot \omega_{7/(1+3)} \cdot \vec{X}_1 \\ \bullet \quad \vec{J}_{I_{07} \in 13/0} &= \vec{J}_{O_5 \in 13/0} + \vec{I}_{O_7 O_5} \wedge \vec{\Omega}_{13/0} \\ &= -R_0 \cdot \vec{Y}_1 \wedge (\omega_{(1+3)/0} \cdot \vec{Z}_0) \\ &= -R_0 \cdot \omega_{(1+3)/0} \end{aligned}$$

On a donc:

$$R_7 \cdot \omega_{7/(1+3)} - R_0 \cdot \omega_{(1+3)/0} = 0$$

Ainsi:

$$K_T = \frac{\omega_{7/(1+3)}}{\omega_{(1+3)/0}} = \frac{R_0}{R_7}$$

$$K_T \approx 1,36$$

Question 13. Évaluer le gain K_p du potentiomètre. On donnera le résultat en V/rad.

$$K_p = \text{pente de la courbe fournie} \approx \frac{5 - (-5)}{2 \cdot \pi} \approx 1,6 \text{ V/rad}$$

Question 14. Ces mesures permettent-elles de valider l'identification de la boucle de mesure ?

On a:

θ_{bras}	-45°	-30°	-15°	0°	15°	30°	45°
$\theta_{(1+s)/0}$							

Je sais que $U_{im} = K_p \cdot \theta_{(1+s)/0}$ $\sqrt{1/s}$

$= K_p \cdot K_T \cdot \theta_{(1+s)/0} \approx 2,16 \cdot \theta_{(1+s)/0}$

On a donc (normalement) :

$U_{im} (V)$	$-1,7$	$-1,13$	$-0,57$	0	$0,57$	$1,13$	$1,7$
Il a réél ^t mesuré :	$-1,71$	$-1,15$	$-0,6$	0	$0,55$	$1,13$	$1,72$

L'écart est au maximum de 5% ce qui permet de valider l'identification de la boucle de mesure.

Question 15. Déterminer l'expression du moment d'inertie J_{TOT} de l'ensemble autour de l'axe $(D_5, \vec{Z}_0)$.

$\vec{S}_{D_5, \vec{Z}_0} \cdot \vec{Z}_0 = J_{TOT} \cdot \ddot{\theta} = \sum_{n=1}^5 \vec{S}_{D_5, \Pi_n / 0} \cdot \vec{Z}_0 + \vec{S}_{D_5, \Pi_c / 0} \cdot \vec{Z}_0$

• $\vec{S}_{D_5, \Pi_c / 0} \cdot \vec{Z}_0 = (5 \cdot L + \frac{L_c}{2})^2 \cdot m \cdot \ddot{\theta}$

• $\vec{S}_{D_5, \Pi_1 / 0} \cdot \vec{Z}_0 = (4 \cdot L + \frac{L}{2})^2 \cdot m_m \cdot \ddot{\theta}$

• $\vec{S}_{D_5, \Pi_2 / 0} \cdot \vec{Z}_0 = (3 \cdot L + \frac{L}{2})^2 \cdot m_m \cdot \ddot{\theta}$

• $\vdots$

• $\vec{S}_{D_5, \Pi_n / 0} \cdot \vec{Z}_0 = ((5-n) \cdot L + \frac{L}{2})^2 \cdot m_m \cdot \ddot{\theta}$

On a donc :

$J_{TOT} = (5 \cdot L + \frac{L_c}{2})^2 \cdot m$

$+ \sum_{n=1}^5 ((5-n) \cdot L + \frac{L}{2})^2 \cdot m_m$

Question 16. Déterminer les expressions de A_λ et de B_λ en fonction de k , p_1 et R_0 . On pourra remarquer que $\lambda = u_1 - u_2$ où u_1 est l'avancement du câble créé par la translation de $5i$ par rapport à $4i$ ($i = a$ ou b) et u_2 la

longueur de câble s'étant enroulée sur la poulie fixe.

On donne $\lambda = v_1 - v_2 = \frac{P_1}{2\pi} \cdot \underbrace{\frac{\partial \varphi_a}{\partial t}}_{k \cdot \dot{\theta}_m} - R_0 \cdot \dot{\theta}$

$$= \frac{P_1}{2\pi} \cdot k \cdot \dot{\theta}_m - R_0 \cdot \dot{\theta} = A_\lambda \cdot \dot{\theta}_m - B_\lambda \cdot \dot{\theta}$$

Donc : $A_\lambda = \frac{P_1}{2\pi} \cdot k$ et $B_\lambda = R_0$

Question 17. En précisant le théorème utilisé, déterminer l'équation du mouvement du bras liant $\ddot{\theta}$, $\dot{\theta}$, θ , $\dot{\theta}_m$ et θ_m . Mettre cette relation sous la forme : $A\ddot{\theta}(t) + B\dot{\theta} + C\theta = D\dot{\theta}_m(t) + E\theta_m(t)$ où A , B , C , D et E sont des constantes à exprimer obligatoirement en fonction de A_λ , B_λ et des différents paramètres géométriques et mécaniques du système.

J'isole l'ensemble du bras soumis aux actions mécaniques extérieures :

- pds $\rightarrow$ bras
- câble G $\rightarrow$ Sa
- câble D $\rightarrow$ Sb
- D $\rightarrow$ bras
- visq $\rightarrow$ bras

J'écris donc le th. des moments en D_S et en projection sur $\vec{z}_0$:

$$\vec{M}_{D_S, \text{pds} \rightarrow \text{bras}} \cdot \vec{z}_0 + \vec{M}_{D_S, G \rightarrow Sa} \cdot \vec{z}_0 + \vec{M}_{D_S, D \rightarrow Sb} \cdot \vec{z}_0 + \vec{M}_{D_S, D \rightarrow \text{bras}} \cdot \vec{z}_0 + \vec{M}_{D_S, \text{visq} \rightarrow \text{bras}} \cdot \vec{z}_0 = J_{\text{TOT}} \cdot \ddot{\theta}$$

$\vec{M}_{D_S, \text{pds} \rightarrow \text{bras}} \cdot \vec{z}_0 = \vec{M}_{G_{\text{TOT}}, \text{pds} \rightarrow \text{bras}} \cdot \vec{z}_0 + (\overrightarrow{D_S G_{\text{TOT}}} \wedge (-m_{\text{TOT}} \cdot g \cdot \vec{z}_0)) \cdot \vec{z}_0 = 0$ (s'annule)

$\vec{M}_{D_S, G \rightarrow Sa} \cdot \vec{z}_0 = \vec{M}_{H_S', G \rightarrow Sa} \cdot \vec{z}_0 + (\overrightarrow{D_S H_S'} \wedge ((-k_c \cdot \lambda - f_c \cdot \dot{\lambda}) \cdot \vec{y}_1)) \cdot \vec{z}_0$
 $= -R_0 \cdot \vec{x}_1 + \dots \vec{y}_1$
 $= R_0 \cdot (k_c \cdot \lambda + f_c \cdot \dot{\lambda})$

$\vec{M}_{D_S, D \rightarrow Sb} \cdot \vec{z}_0 = \vec{M}_{H_S', D \rightarrow Sb} \cdot \vec{z}_0 + (\overrightarrow{D_S H_S'} \wedge ((k_c \cdot \lambda + f_c \cdot \dot{\lambda}) \cdot \vec{y}_1)) \cdot \vec{z}_0$
 $= R_0 \cdot (k_c \cdot \lambda + f_c \cdot \dot{\lambda})$

Ainsi : $J_{TOT} \ddot{\theta} + f_0 \dot{\theta} = 2 \cdot R_0 \cdot k_c \cdot \dot{\theta} + 2 \cdot R_0 \cdot f_c \cdot \dot{\theta}$ et $\dot{\theta} = A_1 \cdot \dot{\theta}_m - B_1 \cdot \dot{\theta}$

Donc $J_{TOT} \ddot{\theta} + \underbrace{(f_0 + 2 \cdot R_0 \cdot f_c \cdot B_1)}_B \dot{\theta} + \underbrace{2 \cdot R_0 \cdot k_c \cdot B_1}_C \theta = \underbrace{2 \cdot R_0 \cdot f_c \cdot A_1 \cdot \dot{\theta}_m}_D + \underbrace{2 \cdot R_0 \cdot k_c \cdot A_1 \cdot \theta}_E$

Question 18. Déterminer $\Delta\theta_m$ la résolution du codeur incrémental.

$\Delta\theta_m = \frac{360^\circ}{256 \times 2 \times 2} \approx 0,35^\circ$: résolution du codeur.

Question 19. Déterminer alors $\Delta\theta$ en fonction notamment des paramètres C et E de la question 17.

En "statique" : $C \cdot \theta = E \cdot \theta_m$ et donc $C \cdot \Delta\theta = E \cdot \Delta\theta_m$

On a alors : $\Delta\theta = \frac{E}{C} \cdot \Delta\theta_m$

Question 20. Déterminer la probabilité que le message initialisation apparaisse accidentellement dans le bruit ?

1 s laisse 100 caractères s'afficher

$\frac{1}{2^8}$

$\frac{1}{2^8}$

92 93 ... 100

0 Tirs pas les n caractères : proba de $(1 - \frac{1}{2^8})^{92}$

$\frac{1}{2}$ Pas les n caractères : proba de $1 - \frac{1}{2^8}$

$\frac{1}{4}$

$\frac{1}{8}$ caractères identiques à initialisation } probabilité de $\frac{1}{2^8}$

La probabilité recherchée est donc :

$$P = \sum_{i=0}^{92} \frac{1}{2^8} \cdot \left(1 - \frac{1}{2^8}\right)^i$$

$$P = \frac{1}{2^8} \cdot \frac{(1 + \frac{1}{2^8})^{93} - 1}{\frac{1}{2^8}} \approx 0,3$$

Question 21. Compléter la fonction `nettoyage(c)` qui prend en argument une chaîne de caractère `c` et qui renvoie cette chaîne de caractère "nettoyée", c'est-à-dire sans tous les caractères autres que des "0" ou des "1". Exemple : `nettoyage("0101a1 120")` renverra "0101110".

```
1 def nettoyage(c):
2     out = ''
3     for l in c:
4         if l=='0' or l=='1':
5             out = out + l
6     return out
```

Question 22. Compléter la fonction `parite(c)` qui prend en argument une chaîne de caractère composée de "0" et de "1" et qui l'entier correspondant au bit de parité.

```
1 def parite(c):
2     p = 0
3     for l in c:
4         p = p + int(l)
5     return p%2
```

Question 23. Compléter la fonction `extrait(s,init,conc)` qui prend en argument, une chaîne de caractère `s` correspondant à la description de `x` précédente, une chaîne de caractère d'initialisation `init` et une chaîne de caractères de conclusion `conc`, et qui renvoie les données `donnees` si le code de vérification est correct et `False` sinon.

```
1 def extrait(s,init,conc):
2     i = 0
3     ## attente
4     while message[i:i+8]!=init:
5         i = i+1
6     data = ''
7     i = i+8
8     p = 0
9     while message[i:i+8]!=conc:
10        data += s[i]
11        p = p + int(s[i])
12        i = i+1
13    p = p%2
14
15    if int(s[i+8])==p:
16        return data
17    else:
18        return False
```

Question 24. Compléter la fonction `temps(X,dt)` qui prend en argument, une chaîne de caractère `x` au format préalablement mentionné et le temps d'échantillonnage `dt`, et qui renvoie une liste de flottant correspondant au temps associé à chaque front montant ou descendant.

```

1 def temps(X,dt):
2     ti = 0
3     T = [ti]
4     for i in range(1,len(X)):
5         ti = ti + dt
6         if X[i] != X[i-1]:
7             T.append(ti)
8     return(T)

```

Question 25. Compléter la fonction `angle(T,D)` qui prend en argument, une liste de flottant correspondant au temps associé à chaque front montant ou descendant et un flottant `D` qui correspond la résolution, et qui renvoie une liste de flottant correspondant à l'angle associé à chaque mesure.

```

1 def angle(T,D):
2     ai = 0
3     A = [ai]
4     for ti in T:
5         ai = ai + D
6         A.append(ai)
7     return(A)

```

Question 26. Compléter le document-réponse afin d'importer les modules `numpy` avec l'alias `N` et `matplotlib.pyplot` avec l'alias `MP`.

```

1 import numpy as N...
2
3 import matplotlib.pyplot as MP

```

Question 27. Compléter le document-réponse afin que les instructions renvoient un graphique représentant l'angle θ_m (en radians) en fonction du temps (en secondes).

```

1 ## X, dt et D ont déjà été définis
2
3 T = temps(X,dt)
4 A = temps(T,D)
5
6 MP.plot(T,A)

```

Question 28. Proposer un modèle de comportement pour la fonction de transfert $\frac{\Omega_m(p)}{U(p)}$ où $\Omega_m(p)$ est la vitesse de rotation du moteur dans le domaine de Laplace et $U(p)$ la tension d'alimentation du moteur.

Pour une entrée en échelon, la réponse (w_m) :

- a une pente à l'origine non-nulle,
- ne présente pas de dépassements significatifs,
- tend vers une valeur finie.

Je propose donc : $\frac{\Omega_m(p)}{U(p)} = \frac{K_m}{1 + T \cdot p}$

► Je sais que $\lim_{t \rightarrow +\infty} \omega_m(t) = 90 \text{ rad/s} = K \cdot \overbrace{U_0}^{= 12 \text{ V}}$

donc $K \approx 7,5 \text{ (rad/s) / V}$

► Je sais que $tr_{5\%} = 3 \cdot T$. Je relève : $tr_{5\%} \approx 2,5 \text{ s}$

donc $T \approx 0,83 \text{ s}$

Question 29. La commande en lacet du bras vérifie-t-elle les exigences attendues d'un point de vue théorique et d'un point de vue expérimental ? Justifier brièvement votre réponse et indiquer l'effet sur les prises de photographies.

Exigence	Théoriquement
Pas de dépassement	Pas de dépassement : exigence respectée
Erreur de position nulle	Erreur de position nulle : " "
	Expérimentalement
Risque d'avoir des photographies floues.	De petits dépassements : exigence non-respectée
	Erreur de position nulle : exigence respectée

Question 30. Écrire une requête SQL donnant les identifiants de toutes les photographies au ratio 4:3, c'est-à-dire dont le rapport largeur sur hauteur vaut exactement 4/3.

```

SELECT PH-id
FROM Photo
(WHERE PH-largeur / PH-hauteur = 4/3)
WHERE 3 * PH-largeur = 4 * PH-hauteur

```

À éviter car il y a comparaison de flottants.

Mieux !

Question 31. Écrire une requête qui compte le nombre de photos prises par « Alice Dupont » ou « Bob Dupond ».

```

SELECT COUNT(*)
FROM Photo JOIN Personne ON PH_auteur = PE_id
WHERE (PE_nom = 'Alice' AND PE_prenom = 'Dupont')
      OR (PE_nom = 'Bob' AND PE_prenom = 'Dupond')

```

Question 32. Écrire une requête qui fournit l'identifiant et la date des photographies prises avant 2006 et associées au mot-clé « corrosion ».

```

SELECT Photo.PH_id, PH_date
FROM Photo JOIN Decrit ON Photo.PH_id = Decrit.PH_id
      JOIN Motcle ON Photo.MC_id = Motcle.MC_id
WHERE MC_texte = 'corrosion' and PH_date < '2006:01:01'

```

Question 33. Écrire une requête qui donne les identifiants des photographies ayant été prises le même jour qui ont la même largeur et la même hauteur.

```

SELECT P1.PH_id, P2.PH_id
FROM Photo AS P1 JOIN Photo AS P2
      ON P1.PH_date = P2.PH_date
WHERE P1.PH_larg = P2.PH_larg AND P1.PH_haut = P2.PH_haut

```