Ce document a été mis en ligne par l'organisme FormaV®.

Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

Pour consulter tous nos sujets d'annales et corrigés du Bac Général Maths + SI, veuillez visiter :
bac-maths-si.fr/annales-sujets-et-corriges

BACCALAURÉAT Général

Enseignement de spécialité

Sciences de l'Ingénieur

Session 2025

Éléments de correction

PARTIE 1 - SCIENCES DE L'INGÉNIEUR

Rééducation robotisée LOKOMAT

Sous-partie 1 : Étude du confort du patient durant l'activité physique de marche

Question 1 Figure 3	À l'aide du diagramme des exigences figure 3, **calculer** le poids maximal P_{d_max} que le système peut délester. **Déduire** la plage de valeurs que peut prendre le poids apparent Pa selon les valeurs maximale et minimale de délestage du patient le plus lourd (P_{amin} et P_{amax} sont notés comme les deux poids extremums).

.

Au début du cycle d'entraînement, 50 % du poids max :

50 % x 185 kg = 92,5 kg

Pd = 92,5 x 9,81 = 907,4 N

Le poids apparent maximal correspond au cas non délesté :

P_{amax} *= 185 x 9,81 = 1814,9 N*

P_{amin} *= 1814,9 - 907,4 = 907,4 N*

Question 2 Figure 5	En isolant la masse ponctuelle dans la configuration (b), et en appliquant le théorème de la résultante du principe fondamental de la statique, **déterminer** l'allongement $\Delta y = y_0 - l_0$ du ressort en fonction de k, $\|\vec{P}\|$ et $\|\overrightarrow{P_d}\|$. **Calculer** la valeur numérique du plus grand allongement Δy_{max} que peut subir le ressort ($k = 348$ kN·m^{-1}).

Théorème de la résultante statique appliquée à la masse ponctuelle en projection sur y :

$\vec{P} - \vec{P}d - \vec{F}_{ressort} = \vec{0}$

$F_{ressort} = P - Pd = -Pa$

Le plus grand écart s'obtient dans le cas d'un délestage nul sur la personne la plus lourde. On a vu précédemment que P_{amax} = 1814,9 N

k x Δy_{max} = P_{amax}

$\Delta y = \frac{Pamax}{k} = \frac{1814,9}{348 \cdot 10^3}$ = 0,0052 m donc 5,2 mm.

Question 3	**Calculer** pour chaque vitesse de marche No, Mo, Le, et TLE, la fréquence et la pulsation du déplacement du bassin.
Figure 6	

No $f_{No} = \frac{1}{1,08} = 0,92\ Hz$ ωNo = $\frac{2.\Pi}{1,08}$ = 5,81 rad·s^{-1}

Mo $f_{Mo} = \frac{1}{0,83} = 1,2\ Hz$ ωMp = $\frac{2.\Pi}{0,83}$ = 7,5 rad·s^{-1}

Le $f_{LE} = \frac{1}{0,64} = 1,56\ Hz$ ωLe = $\frac{2.\Pi}{0,64}$ = 9,8 rad·s^{-1}

TLe $f_{No} = \frac{1}{0,36} = 2,77\ Hz$ ωTLE = $\frac{2.\Pi}{0,36}$ = 17,5 rad·s^{-1}

Question 4	**Commenter** les écarts d'amplitude entre le relevé de simulation donné figure 8 et les relevés du déplacement du bassin donnés figure 6 centrés sur la marche normale No.
Figure 6 Figure 8	

Réponse attendue :

- *Mode de comportement amplitude max 9 mm.*
- *Modèle de simulation amplitude max 12 mm.*

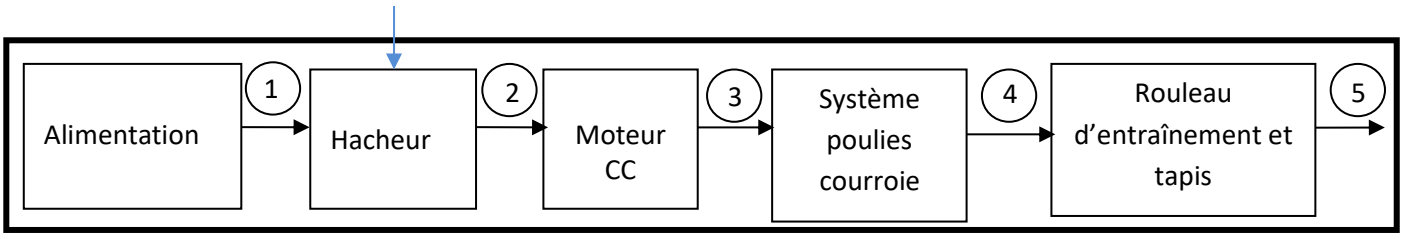
Question 5	**Estimer** l'écart le plus important entre les deux relevés sur l'ensemble du cycle de marche. En **déduire** l'écart maximal relatif en pourcentage. Celui-ci doit être inférieur à 10 %. **Conclure** sur la validité du modèle.
Figure 6 Figure 8	

Écart maxi absolu de 3 mm. Comme 3 / 12 = 0,25, on montre que l'écart maximal relatif est de 25 %.

Cet écart n'est pas négligeable et interpelle sur la validité du modèle.

Sous-partie 2 : Synchronisation de l'orthèse et du tapis roulant

Question 6 Figure 10 DR1	**Compléter** la chaîne de puissance dans le document réponse DR1 en indiquant les grandeurs de flux et d'effort (nom de la grandeur et unité).

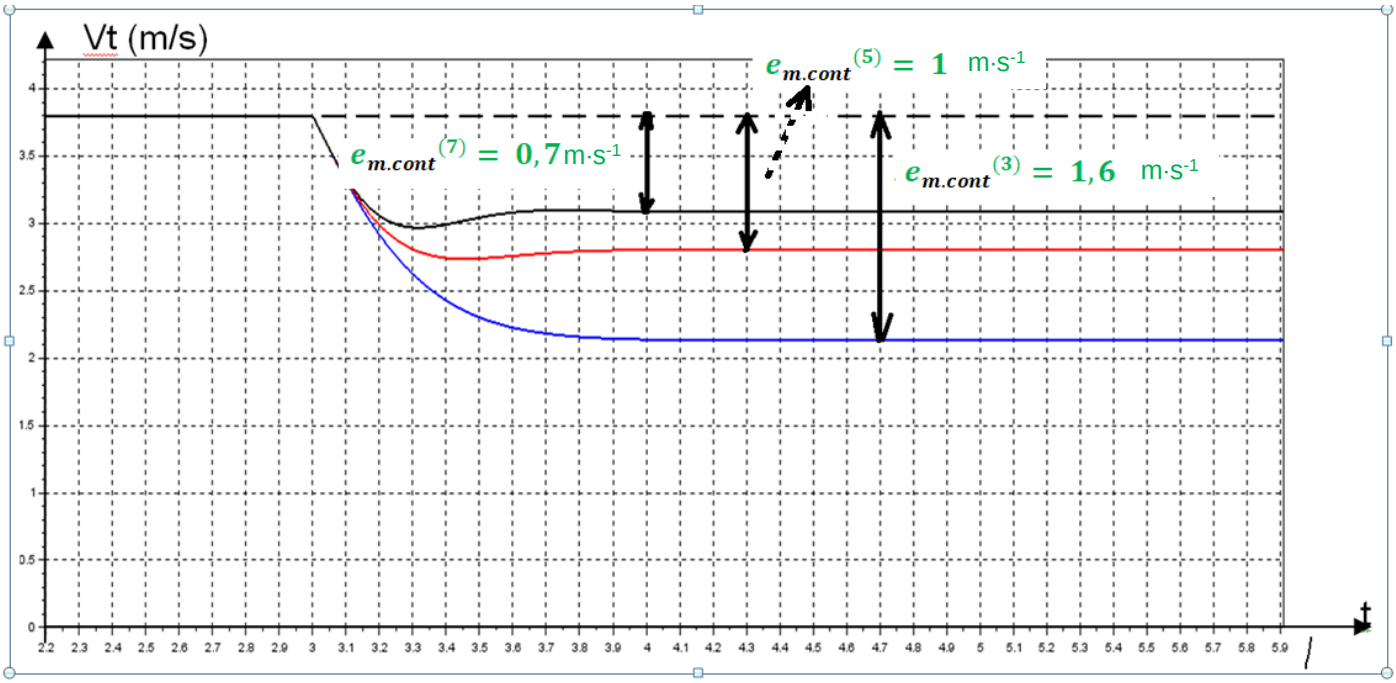


Numéro	Grandeurs de flux	Grandeurs d'effort
1	**Intensité A**	**Tension V**
2	**Intensité A**	**Tension V**
3	**Vitesse rotation rad·s^{-1}**	**Couple N·m**
4	**Vitesse rotation rad·s^{-1}**	**Couple N·m**
5	**Vitesse linéaire en m·s^{-1}**	**Force N**

Question 7 Figure 11	En prenant appui sur les réponses temporelles obtenues en simulation, et pour les trois valeurs du gain du correcteur, **donner** la valeur de l'erreur statique notée $\varepsilon_{\text{lanc}}$ dans la phase de lancement du tapis. L'exigence du cahier des charges Id 1.2.2.1 est-elle respectée ?

$e_{lanc} = 0$ oui, l'exigence de cahier des charges est respectée.

Question 8 DR1	Sur le document réponse DR1, **tracer** par une flèche à double sens l'erreur statique due à la perturbation pour chacun des trois gains du correcteur. Sur le tableau joint, **donner** la valeur de chacune de ces trois erreurs statiques.



Gain du correcteur ***K***	***Valeur de l'écart statique due à la perturbation*** $e_{m.cont}$.
K = 3	$e_{m.cont}{}^{(3)} = 1,6\ m{\cdot}s^{-1}$
K = 5	$e_{m.cont}{}^{(5)} = 1\ m{\cdot}s^{-1}$
K = 7	$e_{m.cont}{}^{(7)} = 0,7\ m{\cdot}s^{-1}$

Question 9 Figure 3	**Commenter** l'évolution de cette erreur statique due à la perturbation en fonction du gain du correcteur. **Préciser** si l'exigence id 1.2.2.1 du diagramme des exigences situé figure 3 est respectée avec ces 3 valeurs.

Quand k augmente l'erreur statique diminue. Exigence de cdcf non respectée car l'erreur statique n'est pas nulle.

Question 10 Figure 12	**Donner** les nouvelles valeurs de l'erreur statique due à la perturbation. **Préciser** si les exigences de précision avec ce type de correcteur sont respectées.

L'erreur devient nulle. Les exigences sont respectées.

Sous-partie 3 : Étude des réglages de l'exosquelette en fonction de la mobilité du patient

Question 11 Figure 19	**Calculer** la valeur de la butée logicielle maximale « butemax » qui permet de respecter la plage de mouvement du patient et en **déduire** à l'aide de la figure 19 les valeurs de la tension de sortie de la butée logicielle maximale et minimale.

La butée maximale = butée minimale + plage de mouvement

Soit butée maximale = 44° + 166° = 210°

D'après la lecture graphique, nous obtenons :

- une tension de sortie de 3,7 V pour la butée maximale ;
- une tension de sortie de 3,2 V pour la butée minimale.

Question 12 Figure 3	**Vérifier** que la résolution du convertisseur analogique numérique (en nombre de bits) est appropriée pour obtenir la précision du capteur souhaitée (exigence id 1.2.1) dans le diagramme des exigences figure 3.

Résolution = étendue des mesures / nombre de combinaisons

$= 354 / (2^{12}-1) = 0,086$

$0,086 < 0,1$

Le cahier des charges est bien respecté.

Question 13	**Calculer** les deux valeurs numériques des butées logicielles qui seront affectées dans le programme.

Butée minimale : $3,2 \times (2^{12}-1) / 5 = 2620$

Butée maximale : $3,7 \times (2^{12}-1) / 5 = 2948$

Question 14	**Compléter** le programme python du DR2 afin de respecter la marge de sécurité de l'amplitude de mouvement.
DR2	

```
##Algorithme de surveillance des butées numériques

#Déclaration des valeurs numériques des butées
butemin=2624
butemax=2964
#La variable anglehd renvoie la valeur numérique du capteur angulaire
#de la hanche droite

# Marge de sécurité de 0,5°
Mg_secu=11

def Mv_hd_hor():
    while anglehd>butemin:
        C_mot_hor=True
        #Surveillance du dépassement de la butée
        if anglehd <(butemin - Mg_secu):
            C_mot_hor=False
            defaut=1
    C_mot_hor=False


def Mv_hd_antihor():
    #Déplacement orthèse sens anti-horaire
    while anglehd<butemax:
        C_mot_antihor=True
        #Surveillance du dépassement de la butée
        if anglehd>(butemax + Mg_secu):
            C_mot_antihor=False
            defaut=1
    C_mot_hor=False
```

ou `anglehd < 2613`

`ou anglehd> 2975`

Question 15	**Conclure** sur le respect de l'exigence id = 1.2.1.1 donnée dans le diagramme des exigences partiel figure 3.
Figure 3	

➔ Exigence 1.2.1.1 respectée.

Copyright © 2027 FormaV®. Tous droits réservés.

FormaV® est une marque déposée auprès de l'INPI sous le numéro 5227897.

Ce document a été élaboré par FormaV® avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV®, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV® se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.