

Assistance pour le maniement de charges dans l'industrie (CCS 2017)

L'exosquelette est un appareil qui apporte à un être humain des capacités qu'il ne possède pas ou qu'il a perdues à cause d'un accident. Ce type d'appareil peut permettre à une personne de soulever des charges lourdes et diminuer considérablement les efforts à fournir sans la moindre fatigue (figure 1). Après avoir revêtu un exosquelette adapté à sa morphologie et à sa taille, l'utilisateur peut faire ses mouvements en bénéficiant d'une grande fluidité.



Une piste prometteuse, étudiée par plusieurs chercheurs pour établir la consigne de déplacement, consiste à utiliser les signaux électriques apparaissant au niveau des muscles dès que la personne contracte ces derniers. Les modifications ioniques qui apparaissent alors entraînent des changements du potentiel électrique. Ces changements de potentiel sont recueillis par des électrodes posées sur la surface de la peau. Le signal recueilli, appelé EMG (électromyogramme), est fortement bruité et de faible amplitude. Sa bande passante est comprise entre 10 et 500 Hz.

Ce signal est amplifié et adapté pour atteindre un niveau compatible avec le convertisseur analogique-numérique (figure 1). Ce dernier présente une résolution de 12 bits et sa plage d'entrée est comprise entre 0 et 3 V.

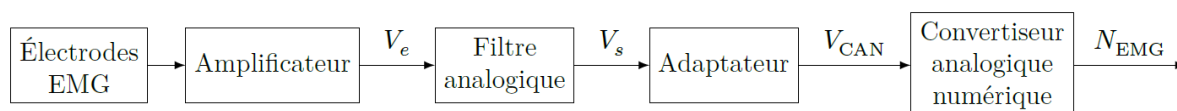


Figure 1

Chaine analogique

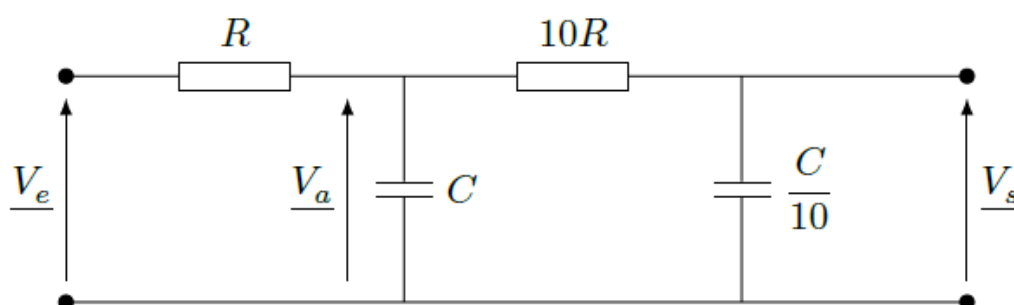


Figure 2 Filtre analogique passif

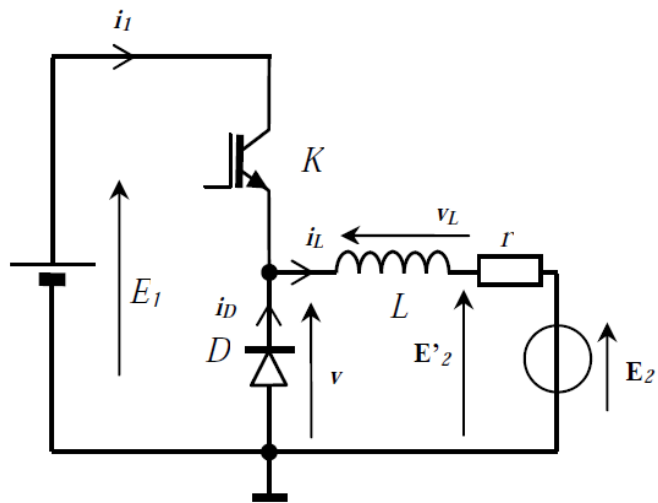
- Exprimer la tension $\underline{V_a}$ en fonction de $\underline{V_e}$, $\underline{V_s}$, R et C .
- Exprimer ensuite $\underline{V_s}$ en fonction de $\underline{V_a}$.
- En déduire l'expression de la fonction de transfert. La mettre sous forme canonique

Hacheur Série ou Amplificateur de commande d'une MCC

Le hacheur série du schéma ci contre possède les caractéristiques suivantes :

- Tension d'entrée $E_1 = 200 \text{ V}$
- Fréquence de hachage $f_h = 20 \text{ kHz}$
- Rapport cyclique de la commande α (le Tx est commandé de 0 à $\alpha \cdot T_h$)
- Charge : $E_2 = 110 \text{ V}$, $L = 20 \text{ mH}$, $r = 1 \Omega$

En supposant un débit non interrompu dans la bobine :



1. Préciser le principe de fonctionnement d'un hacheur. Quel est son rôle ?
2. Etablir l'expression de la tension $v(t)$
3. Exprimer la valeur moyenne de la f.c.e.m. E'_2
4. Sans calcul, quelle est la forme du courant $i_L(t)$ pour $0 \leq t \leq \alpha \cdot T_h$.

Le calcul de l'expression du courant dans ces conditions est très long (équation différentielle à résoudre) et rarement demandé lorsque l'on ne néglige pas la résistance de la charge.

Pour les questions suivantes, la résistance de la charge est négligée. On peut vérifier que $T_h \ll \tau$, la constante de temps de la charge.

5. Etablir l'équation du courant $i_L(t)$ pour $0 \leq t \leq \alpha \cdot T_h$ puis de $\alpha \cdot T_h \leq t \leq T_h$
6. En déduire la valeur de l'ondulation du courant $\Delta I_L = I_{LMAX} - I_{LMIN}$ En déduire la valeur de α qui maximise l'ondulation.
7. En déduire la valeur de l'ondulation max. Faire l'application numérique
8. Pour $\alpha = 0.6$, représentez sur un même chronogramme, $v(t)$, $i_1(t)$ et $i_L(t)$.

Manège Magic Arms

Présentation

Le manège Magic-Arms est composé d'une structure métallique d'environ 12 m de haut avec deux bras mobiles.

Les passagers s'assoient sur 39 sièges disposés sur une forme tournante. Dès que tous les passagers sont assis attachés, la nacelle tourne autour de son axe, le bras principal 1 et le bras secondaire 2, liés l'un à l'autre au début du cycle, commencent à tourner. Après neuf secondes, maximum de hauteur est atteints et les deux bras se désindexent et se mettent à tourner indépendamment l'un de l'autre.

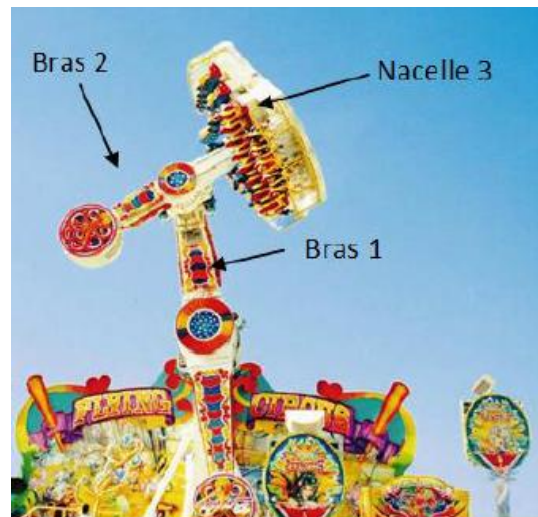


plate-
et
début
le
l'un de

La modélisation cinématique et le paramétrage du manège sont présentés ci-contre :

Constituants et paramétrage :

- un bras principal 1 en liaison pivot parfaite d'axe $(O_1, \vec{z}_1)$ avec le bâti 0. On pose $\alpha = (\vec{x}_0, \vec{x}_1)$ et $\vec{O_1O_2} = -l_1 \cdot \vec{y}_1$.
- un bras secondaire 2 est en liaison pivot parfaite d'axe $(O_2, \vec{z}_2)$ avec le bras principal 1. On pose $\beta = (\vec{x}_1, \vec{x}_2)$ et $\vec{O_2O_3} = -l_2 \cdot \vec{y}_2$.
- une nacelle 3, assimilée à un disque de centre, O_3 et de rayon R , est en liaison pivot parfaite d'axe $(O_3, \vec{y}_2)$. On pose $\varphi = (\vec{z}_2, \vec{z}_3)$.
- un passager est considéré comme un point matériel P tel que $\vec{O_3P} = -R \cdot \vec{z}_3$

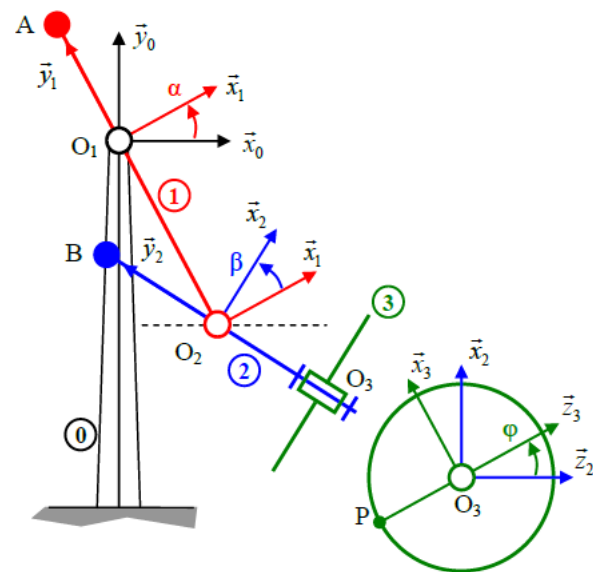


Schéma cinématique du Magic-Arms

On donne ci-dessous un extrait de cahier des charges du manège.

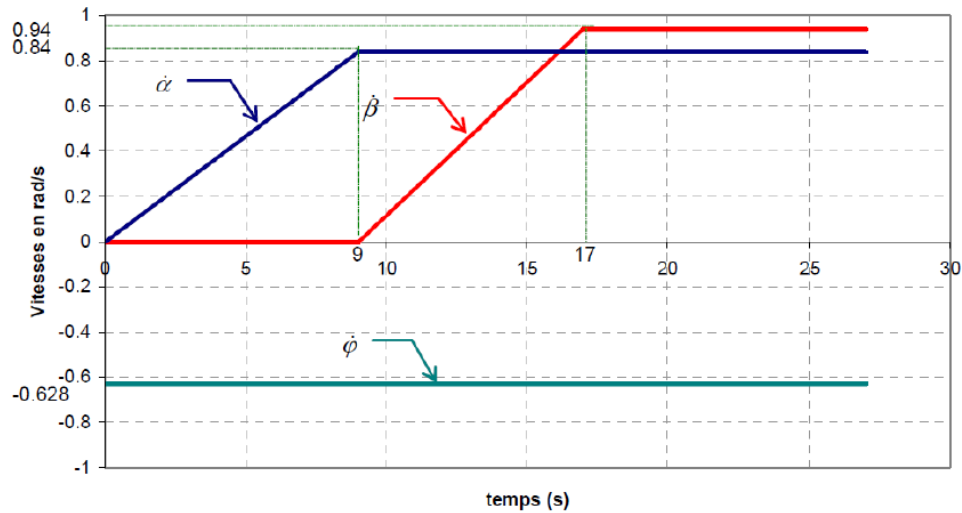
Exigence	Critère	Niveau	Flexibilité
Faire ressentir des accélérations aux passagers	Accélération subie	2,5g	maximum

Objectif : Valider le critère du cahier des charges.

Travail demandé :

1. Sur le schéma cinématique, repasser chaque solide d'une couleur différente.
2. Construire les figures planes de changement de base et indiquer sous chacune d'entre elles, les vecteurs vitesse angulaire correspondants.
3. Déterminer l'expression du vecteur vitesse, $\vec{V}_{P \in 3/0}$

On donne ci-dessous l'évolution des vitesses angulaires des moteurs du manège en fonction du temps.



Vitesses des moteurs du manège en fonction du temps

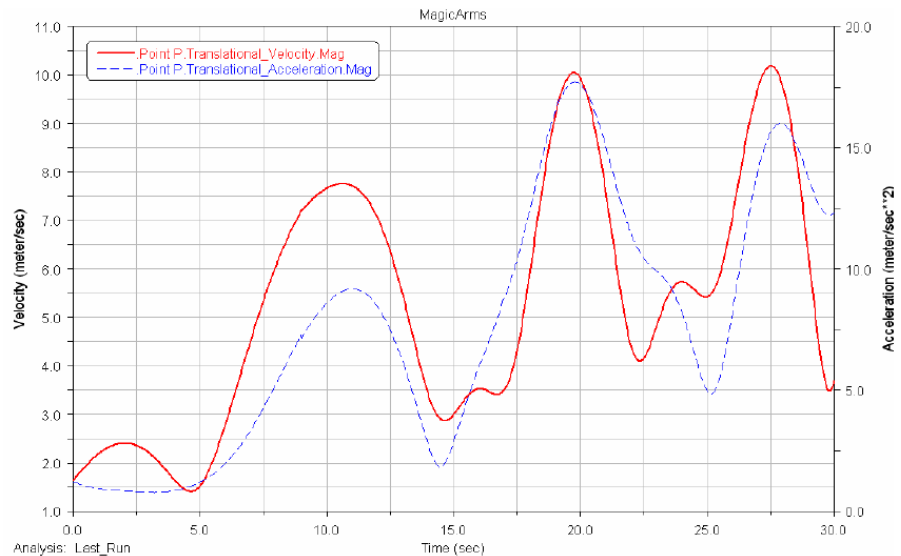
4. Déterminer les valeurs des paramètres $\dot{\alpha}$, $\dot{\beta}$ et $\dot{\varphi}$ dans l'intervalle de temps $[17 \text{ s} ; 27 \text{ s}]$.
5. En déduire l'expression analytique des paramètres de position angulaire $\alpha(t)$, $\beta(t)$ et $\varphi(t)$ dans cet intervalle de temps en sachant qu'à l'instant $t = 17 \text{ s}$, on a $\alpha = 10,5 \text{ rd}$, $\beta = 3,76 \text{ rd}$ et $\varphi = -10,68 \text{ rd}$.
6. Déterminer, à partir des équations obtenues précédemment, les valeurs numériques à l'instant $t = 19,8 \text{ s}$ de α , β et φ .

On pose : $\vec{V}_{P \in 3/0} = V_{x2} \cdot \vec{x}_2 + V_{y2} \cdot \vec{y}_2 + V_{z2} \cdot \vec{z}_2$

7. Déterminer les expressions littérales de V_{x2} , V_{y2} et V_{z2} . En déduire leurs valeurs numériques à l'instant $t = 19,8 \text{ s}$. On prendra, $l_1 = 3,9 \text{ m}$, $l_2 = 2,87 \text{ m}$ et $R = 2,61 \text{ m}$.

Le graphe ci-contre, obtenu par simulation numérique, présente les normes de la vitesse et de l'accélération du passager par rapport au bâti 0 en fonction du temps.

8. Comparer, à $t_1 = 19,8 \text{ s}$, les résultats obtenus précédemment avec ceux de la simulation.
9. Relever l'accélération maximale subie par le passager et conclure vis-à-vis du cahier des charges



Vitesse et accélération du passager en fonction du temps