

TSI2	Validation de solutions techniques pour un entraînement mécanique	
DC20 DC21 DC22 DC23	Chaîne d'énergie de la barrière Sympact	Série 1

Problématique

La conception d'un système s'appuie en partie sur des modélisations. Vous êtes chargés de vérifier et de valider pour un entraînement mécanique, les modélisations et les solutions techniques, du point de vue cinématique et motorisation électrique.

Présentation du système

La barrière SYMPACT est spécialement étudiée pour répondre au besoin de gestion du passage de véhicules des : entreprises, copropriétés, campings, autoroutes, Les vitesses d'ouverture et de fermeture de la lisse peuvent être adaptées en fonction du type de trafic à réguler.



Figure 1 : barrière de péage autoroutier

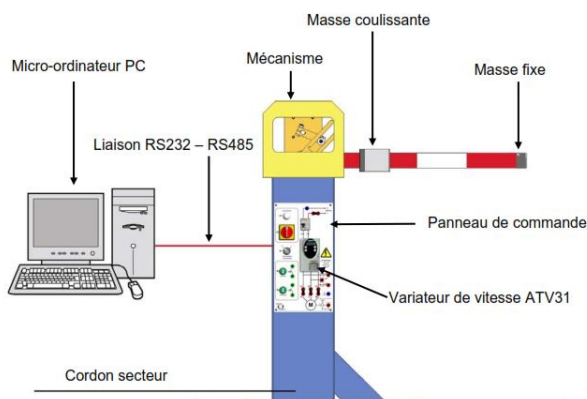


figure 2 : barrière didactisée Sympact

Démarche à suivre

On vous demande à partir de l'observation du système, de son dossier technique, de mesures et d'une simulation numérique de son comportement, de vérifier et valider les solutions techniques adoptées pour obtenir le mouvement nécessaire de la lisse.

La résolution de la problématique proposée se fera sous forme collaborative (activité commune).

Répartition des activités :

Activité 1 (2h15) / DC20 Cinématique des systèmes (Modéliser, résoudre, expérimenter)

Donner une description et un modèle de connaissance de la cinématique du mouvement afin d'établir sa loi entrée sortie et de déterminer son domaine d'emploi et sa réversibilité mécanique.

Chef de projet

Activité 2 (2h15) / DC21 Sources alternatives DC22 Machines alternatives (Analyser, résoudre)

Relever les caractéristiques électriques de la chaîne d'énergie de la source jusqu'au moteur afin de déterminer la plage de fonctionnement possible d'un point de vue électrique et mécanique.

Activité 3 (2h15) / DC23 Dynamique et énergétique des systèmes (Modéliser)

Exploiter un modèle numérique (logiciel PSIM) pour déterminer qualitativement l'influence de la charge (masses /inertie et effort/couple) sur le comportement mécanique et électrique du système.

Activité commune de synthèse et restitution orale (30' + 5') / (Communiquer)

A l'issue des temps d'activités, le chef de projet gère la mise en commun des travaux effectués. Il synthétise les études et résultats obtenus avec pour objectifs de :

- comprendre et expliquer le lien entre les 3 activités et la problématique posée,
- compléter la « fiche bilan » distribuée,
- qualifier et quantifier (dans la mesure du possible) les écarts constatés entre mesures, simulations et données du cahier des charges,
- présenter oralement au professeur cette synthèse ainsi que les principaux résultats obtenus en respectant les critères d'évaluation donnés.

Activité 1 / DC20 Cinématique des systèmes

Chef de projet

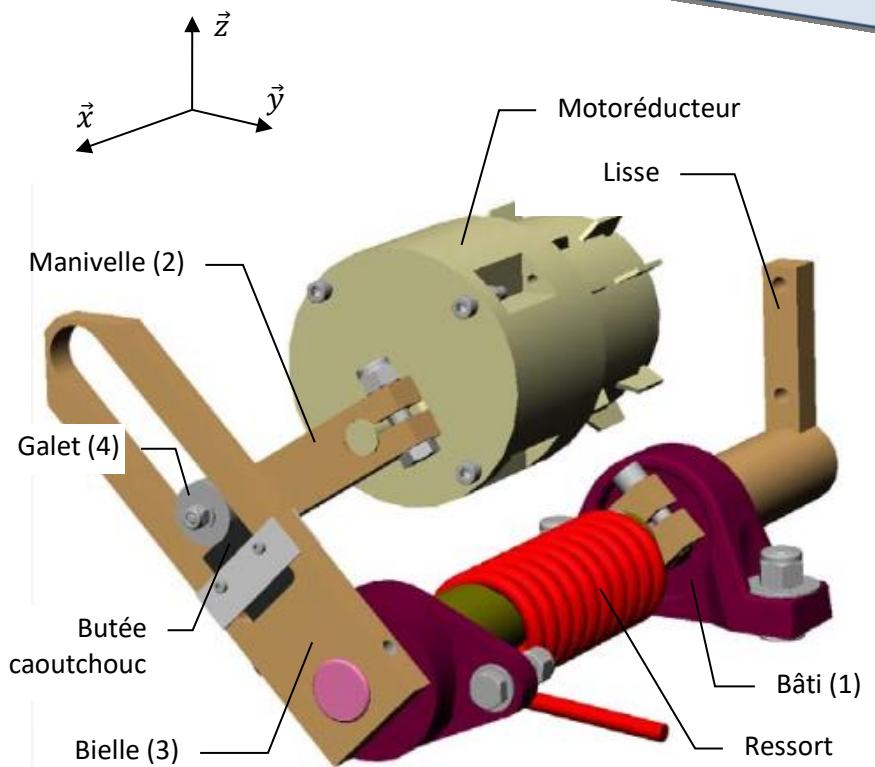
le système de transformation de mouvement est constitué d'une manivelle pivotant autour de l'axe du moteur sur une plage de 270°.

Le galet situé à l'extrémité de la manivelle vient rouler dans la rainure de la bielle fixée à une extrémité d'un axe dont l'autre extrémité supporte la lisse.

La limitation de la plage angulaire de rotation de la manivelle est assurée par une butée en caoutchouc située dans la partie basse de la rainure de la bielle et qui joue également le rôle d'amortisseur.

Rq : rôles du ressort :

- Rôle d'accumulateur d'énergie potentielle (sa compression permet l'accumulation d'une énergie potentielle élastique)
- Rôle de sécurité : en cas de coupure électrique, le ressort est taré pour permettre à la lisse de remonter sans l'aide d'une force extérieure.



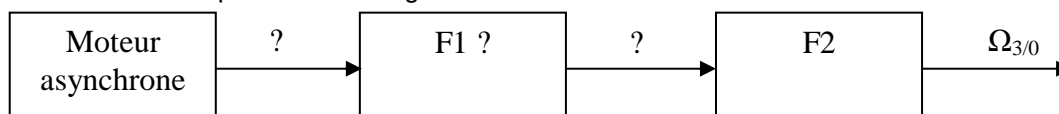
Travail demandé

Le schéma cinématique du mécanisme d'entraînement de la lisse est donné sur le document A1_DR1_SYMPACT.

1. A partir du modèle donné ci-dessus, reporter les repères sur le schéma cinématique.
2. Sur le bureau de l'environnement multimédia (logiciel « Sympact »), sélectionner « Le Mécanisme », puis ouvrir la « Modélisation du mécanisme complet ». Justifier le type de modélisation proposée entre la manivelle et l'axe de la lisse (bielle 3) au regard du fonctionnement réel du mécanisme.
3. Le mécanisme peut donc être étudié dans le plan (\vec{y}_1, \vec{z}_1) . En analysant le schéma cinématique, définir les paramètres géométriques (mobilités) définissant les 3 liaisons restantes. Les mettre en place sur le schéma ainsi que les repères associés à chaque CEC.

Pour la suite de l'étude, le point C sera supposé confondu avec le point D.

4. En écrivant la relation de fermeture géométrique $(\vec{AB} = \vec{AC} + \vec{CB})$ du mécanisme dans la base R_1 , établir la loi E/S en position ($\theta_{31} = f(\theta_{21})$). On donne : $\vec{AB} = H \cdot \vec{z}_1$, $\vec{BC} = R \cdot \vec{y}_2$ et $\vec{AC} = Y_{23} \cdot \vec{y}_3$
5. Mesurer H et R sur le système ; puis manipuler la barrière afin de mesurer l'amplitude angulaire de la manivelle ($\Delta\theta_{21}$).
6. Avec Excel, tracer la courbe associée à la fonction déterminée question 4 ($\theta_{31} = f(\theta_{21})$).
7. Quelle est l'allure de cette courbe dans l'intervalle de fonctionnement ? quelle conséquence cela a-t-il sur la vitesse de déplacement de la lisse ? A quelle fonction du cahier des charges cela correspond-il ? Conclure.
8. Se connecter au système réel. Vérifier que les valeurs des paramètres H et R pris en compte dans le logiciel correspondent aux cotes du système réel. Tracer à l'écran puis imprimer la courbe correspondant à l'allure de l'angle de sortie θ_{31} en degrés, en fonction de l'angle d'entrée θ_{21} en degrés.
9. Des écarts existent-ils entre vos 2 courbes ? Si oui, quelles peuvent en être les origines ?
10. Relever l'amplitude théorique de déplacement la bielle (donc de la lisse). Cela correspond-il au niveau d'exigence demandé au niveau de la FP1 ? quelle est l'amplitude réelle de la lisse et quel composant permet de limiter cette amplitude ? quel rôle joue cette pièce en plus lors de la phase « d'accostage » ?
11. A partir de l'observation du système, des différents documents mis à votre disposition et du travail effectué, compléter sur votre compte-rendu le diagramme fonctionnel suivant :



Question supplémentaire

12. Démontrer que la loi d'E/S en vitesse du mécanisme peut s'écrire $\dot{\theta}_{31} = \dot{\theta}_{21} \times \frac{R(R+H \sin \theta_{21})}{R^2 + H^2 + 2HR \sin \theta_{21}}$

Activité 2 / DC21 Sources alternatives et DC22 Machines asynchrones

A) Exploitation du dossier électrique

Le schéma d'alimentation du moteur de la barrière étant fourni (*extrait dossier technique page 24*)

1. Indiquer le type d'alimentation principale de la barrière à partir du réseau de distribution et ses caractéristiques.
2. Donner le nom et rôle des appareils électriques DJ01 et Q1.
3. Indiquer le composant qui réalise la fonction « moduler » sur ce schéma et le type de son alimentation (donner ses caractéristiques). Indiquer le rôle de cette fonction « moduler » pour le moteur asynchrone triphasé.
4. Le « modulateur » fournit une tension efficace entre phases qui ne dépasse pas 230V. Le moteur étant de type 230/400V, indiquer son couplage et représenter sa plaque à bornes couplée.

B) Exploitation de la plaque signalétique du motoréducteur

5. Relever l'ensemble des caractéristiques électriques et mécaniques de l'ensemble motoréducteur de la barrière sur laquelle vous intervenez.

On complétera par les données suivantes :

Courant de démarrage : $I_d/I_n = 4,2$; Couple de démarrage : $C_d/C_n = 2$; Couple maximal : $C_M/C_n = 2,2$

Moment d'inertie du rotor $J_r = 2,3 \cdot 10^{-4} \text{ kg.m}^2$

6. Pour l'ensemble moto réducteur :

- Donner la puissance utile mécanique, la puissance électrique absorbée et déduire son rendement global,
- Vérifier la puissance absorbée électrique à partir du courant nominal et du facteur de puissance,
- Donner la vitesse nominale et en déduire le couple nominal à partir de sa puissance utile.

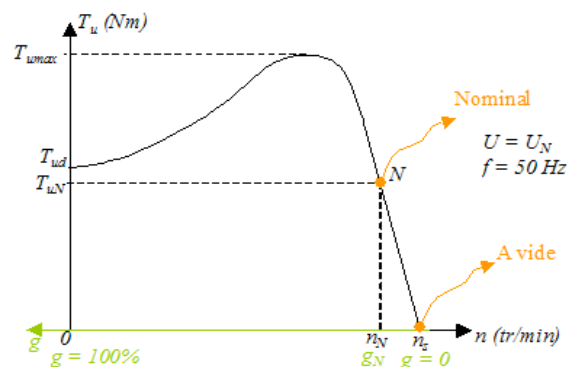
Courbe de couple en fonction de la vitesse

7. A partir des données fournies :

- déterminer le couple de démarrage du moteur et son couple maximal en Nm,
- la valeur de son glissement nominal en %.

8. Esquisser alors la courbe de couple en fonction de la vitesse et situer les 4 points connus (démarrage, couple max, point nominal et point à glissement nul).

9. Représenter cette même courbe de couple mais cette fois en fonction du glissement g .



C) Variation de vitesse du moteur et contrôle du couple

La vitesse du rotor N_R d'un moteur asynchrone est proportionnelle à la fréquence f de son alimentation, et si on tient compte du glissement on obtient $N_R = \frac{f(1-g)}{p}$ pour une vitesse en tr/s. Son couple en première approximation est de la forme $C = K \cdot \frac{U^2}{f^2}$.

10. Pour une fréquence de 10Hz puis 25Hz déterminer la vitesse du moteur en admettant le glissement constant et égal à g_n .
11. A partir du point de fonctionnement nominal du moteur sous 230V et 50Hz, déduire la valeur de la constante K de l'expression du couple.
12. Pour les 2 fréquences de 10Hz et 25Hz, déduire par le calcul les valeurs de tensions à appliquer pour conserver le couple constant.

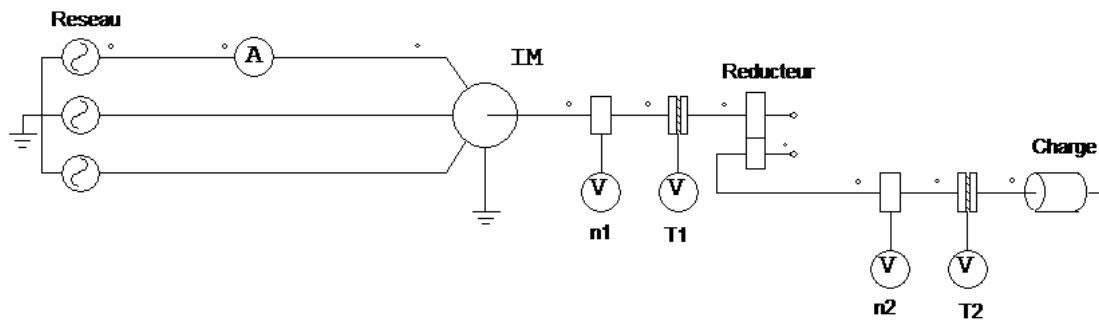
D) Bilan de l'activité

13. Préparer dans le document de synthèse et pour une intervention orale, le bilan de votre activité. Faire en particulier le bilan relatif :
 - aux caractéristiques de l'énergie utilisée sur le système étudiée,
 - aux propriétés du moteur et de l'entraînement en place,
 - aux moyens à mettre en œuvre pour piloter le moteur selon l'exigence de l'application (sens de rotation, vitesse, précision de positionnement...).

Activité 3 / DC23 Dynamique et énergétique des systèmes

A) Validation du modèle numérique de l'entraînement (logiciel PSIM Demo)

Le schéma ci-dessous décrit la partie électromécanique d'un entraînement par motoréducteur de type asynchrone triphasé (fichier « **MAS 0.25kw 4 poles élève.psimsch** »).



Utiliser la feuille en annexe 1 pour la description des éléments de simulation.

1. Ouvrir le fichier en double cliquant, puis identifier les différents éléments.
2. Compléter le modèle du moteur asynchrone (référence LS71M ; 0,25kW) par son nombre de pôles et par son moment d'inertie que l'on notera J_r .
3. Relever les valeurs de ses caractéristiques : courant I_n ; vitesse N_n ; couple M_n ; rapports I_d/I_n et M_m/M_n .
4. Identifier le rôle des éléments n1, T1, n2, T2 et préciser les unités de mesure.
5. Double cliquer sur le réducteur et vérifier que « gear ratio » est à 1, ce qui revient à négliger le réducteur.
6. Double cliquer sur la charge et exploiter l'aide Annexe 1 pour identifier la description de la charge mécanique.
Représenter sur papier l'allure de la fonction T_{load} en fonction la vitesse si $T_c = 1Nm$, $K_1 = 0,1$ et $K_2 = 0,01$ pour le domaine de vitesse $\Omega = \pm 100rd/s$.
7. Paramétrer dans le logiciel un modèle de charge de type couple résistant constant de valeur égale au couple nominal du moteur et de moment d'inertie de $J_c = 0,001 kg.m^2$, puis lancer la simulation (icône).
8. Afficher dans 3 fenêtres différentes (icône) , le courant d'une phase I_1 , la vitesse du rotor n_1 et le couple électromagnétique T_{em} groupé avec le couple sur l'arbre d'entrée noté T1.
9. Par la fonction mesure (Measure) du logiciel, vérifier et comparer aux valeurs constructeur :
 - les valeurs du courant nominal efficace et du courant de démarrage,
 - de la vitesse établie en tr/min
 - du couple maximum M_M et en régime établi.
 - Evaluer le temps de démarrage en seconde (temps mis pour atteindre 90% de la vitesse établie).
 - Calculer la puissance utile du moteur en régime établi à partir de T_1 et n_1 (attention aux unités).
10. Valider ou non le modèle du moteur que vous venez d'exploiter en justifiant.

La situation précédente et ses résultats sont considérés comme référence pour la suite de l'étude.

B) Influence du rapport de réduction et de la charge mécanique (Simulation)

L'objectif est d'observer l'influence du réducteur et de son rapport de réduction et de la charge mécanique sur le comportement du système en régime établi et sur sa réponse dynamique.

Sur votre compte-rendu, préparer et compléter un tableau avec les différents paramètres relevés

11. Dans un premier temps, augmenter le moment d'inertie coté charge à $J_c = 0,01kg.m^2$. Simuler et relever seulement le nouveau temps de démarrage.
12. Modifier le rapport de réduction à « gear ratio = 0,25 », sans modifier la charge. Simuler et relever seulement le nouveau temps de démarrage.
13. En conservant le rapport de réduction de 0,25, multiplier par 2 le couple de la charge T_c , relancer la simulation et relever en régime établi :
 - le courant efficace I_1 , la vitesse n_1 et le couple T_1 , calculer la puissance mécanique transmise (régime établi).
 - Evaluer le temps de démarrage en seconde.
 - Reporter les résultats dans le tableau.
14. En exploitant vos relevés, conclure quant à l'influence :
 - Du moment d'inertie de la charge sur la vitesse obtenue, le courant appelé et le temps de démarrage,
 - Du réducteur sur la vitesse obtenue, le courant appelé et le temps de démarrage.

C) Bilan de l'activité

15. Préparer dans le document de synthèse et pour une intervention orale, le bilan de votre activité en la mettant en relation avec le système réel attribué à votre groupe de travail. Faire en particulier le bilan sur cette application :
 - présence ou non d'un réducteur, origine du couple résistant et du moment d'inertie de la charge,
 - type de courbe de couple en fonction de la vitesse et du sens de rotation,
 - quadrants de fonctionnement du moteur.