

TSI2	Validation de solutions techniques pour un entraînement mécanique	
DC20 DC21 DC22 DC23	Chaîne d'énergie du levage du chariot de la banderoleuse	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 ligne de conditionnement ERMAFLEX (figure 1) est utilisée pour fabriquer, conditionner, emballer et palettiser plusieurs contenants.

Sous-système étudié : « levage du chariot »

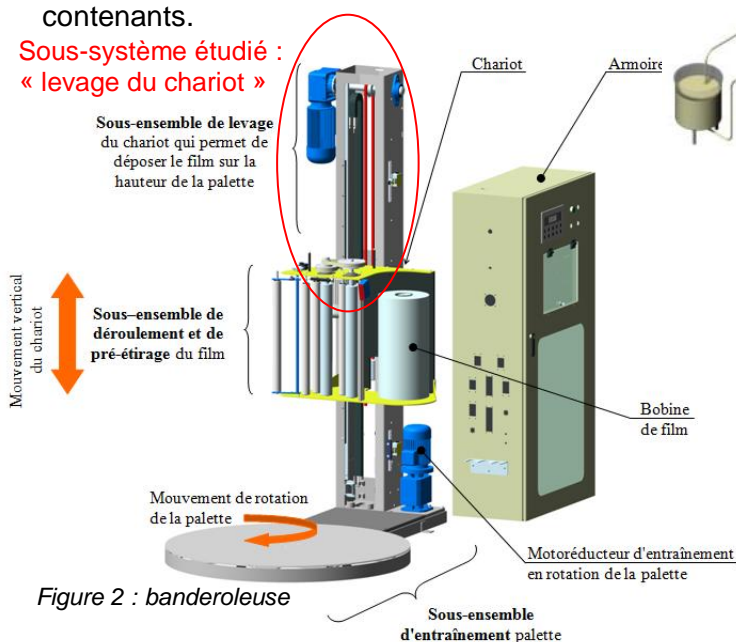


Figure 2 : banderoleuse

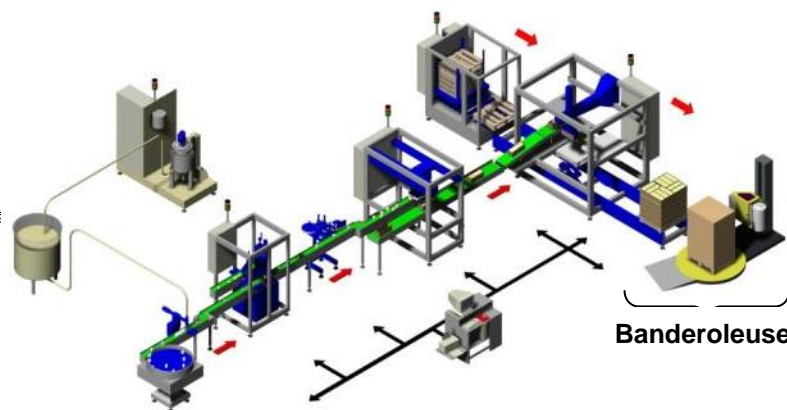


figure 1 : Ligne de conditionnement ERMAFLEX

La banderoleuse (figure 2) se trouve en fin de ligne de conditionnement, et est destinée à enrouler un film plastique transparent pré-étiré autour des palettes de produits qui sortent du poste de palettisation.

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 du plateau inférieur supportant la palette.

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

Répartition des activités :

<p>Activité 1 (2h15) / DC20 Cinématique des systèmes (Modéliser, résoudre, expérimenter)</p> <p>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.</p>	
<p>Activité 2 (2h15) / DC21 Sources alternatives DC22 Machines alternatives (Analyser, résoudre)</p> <p>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.</p>	
<p>Activité 3 (2h15) / DC23 Dynamique et énergétique des systèmes (Modéliser)</p> <p>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.</p>	
<p>Activité commune de synthèse et restitution orale (30' + 5') / (Communiquer)</p> <p>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 :</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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

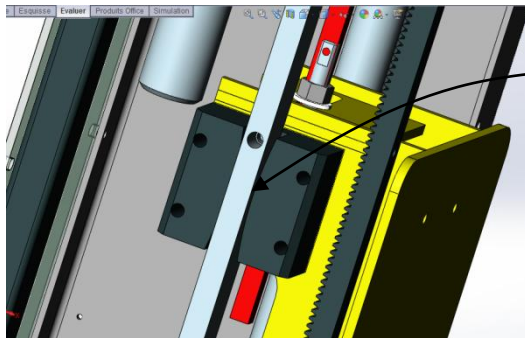
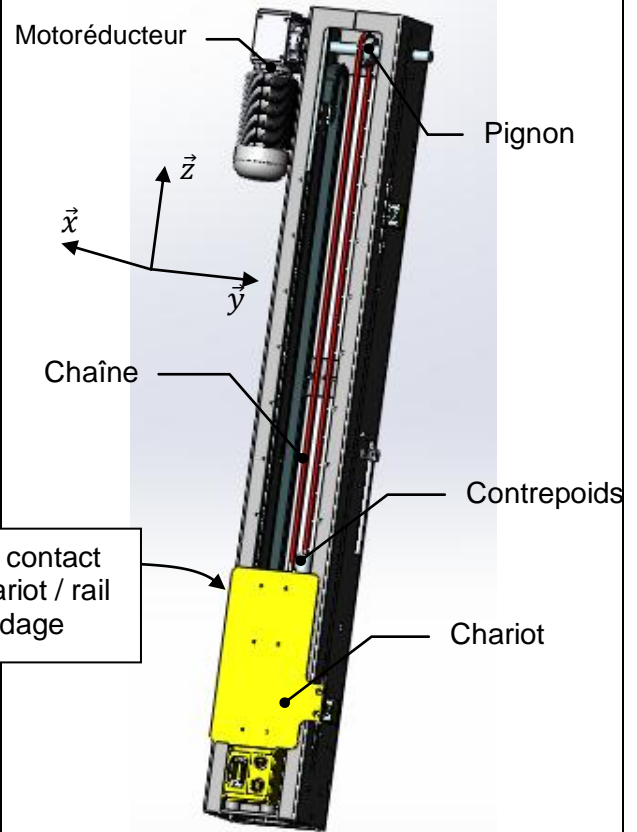
Chef de projet

Le banderolage des palettes de produits s'effectue principalement grâce à deux mouvements combinés : le mouvement de translation vertical alternatif du chariot qui porte le film et le mouvement de rotation continu du plateau sur lequel est posée la palette.

Le mouvement résultant du film est donc hélicoïdal, de pas d'hélice inférieur à la largeur du film pour obtenir une zone de recouvrement du film.

Le levage du chariot est principalement réalisée grâce à :

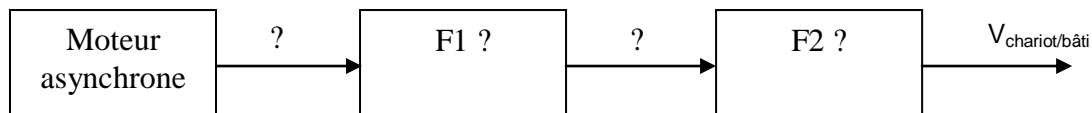
- un moto réducteur asynchrone triphasé BN71C (1,32 A, 0,55 kW, 1375 tr/mn sur l'arbre, 46 tr/mn en sortie du réducteur, rapport =29,89), associé à 1 pignon et une chaîne
- La chaîne est fixée sur le chariot porteur du système de dépose du film plastique



Détail du contact patins chariot / rail de guidage

Travail demandé

1. A partir de l'observation du système et du dessin d'ensemble DT 2, établir le graphe des liaisons entre l'axe de sortie du motoréducteur et le chariot. *Bien déterminer auparavant les classes d'équivalence cinématiques.*
2. Compléter le schéma cinématique donné en annexe 1. Indiquer le repère ainsi que la désignation des pièces principales ajoutées.
3. Comment est réalisée techniquement la liaison entre l'arbre 404 et le bâti 400 ? faire un croquis précisant la direction principale des efforts que supportent les éléments roulants. Quelle conséquence cela a-t-il sur le choix de ces roulements ?
4. Comment est réalisée techniquement la liaison entre le chariot 417 et le bâti 400 ? faire un croquis explicatif puis un schéma d'architecture découlant sur la liaison installée sur le schéma cinématique. Justifier le choix des matériaux utilisés.
5. Quelle solution technique permet d'obtenir la transformation du mouvement de rotation de l'arbre de sortie du motoréducteur en un mouvement de translation du chariot ? citer 4 autres systèmes permettant d'obtenir une transformation de mouvement.
6. Quel est le rôle du contrepoids installé en bout de chaîne ?
La fréquence de rotation du plateau est égale à : $N_{\text{plateau/bâti}} = 11 \text{ tr/min}$
Les dimensions d'une palette : $L = 800\text{mm}$, $l = 800\text{mm}$ et $H = 500\text{mm}$
Taux de recouvrement couramment utilisé : $t = 20\%$
7. Faire un croquis récapitulant les informations précédentes. De quelle hauteur h doit se déplacer le chariot par tour de palette ?
8. Connaissant la fréquence de rotation du plateau tournant, déterminer la vitesse de déplacement du chariot, notée $V_{\text{chariot/bâti}}$, exprimée en m.s^{-1} .
9. Compléter sur votre compte-rendu le diagramme fonctionnel suivant :



10. Déduire, en justifiant qualitativement, les quadrants de fonctionnement du moteur dans le plan couple/vitesse lors du fonctionnement du plateau, en régime établi puis en régime transitoire.

Activité 2 / DC21 Sources alternatives et DC22 Machines asynchrones


A) Exploitation du dossier électrique

Des extraits du schéma d'alimentation de la banderoleuse étant fournis (*documents : Schéma puissance banderoleuse.pdf et Schéma variateur plateau chariot.pdf*)

1. Indiquer le type d'alimentation principale de la banderoleuse à partir du réseau de distribution et ses caractéristiques.
2. Donner le nom et rôle des appareils électriques Q0 et KMP0 du folio 1 et F5 du folio 2.
3. Indiquer le composant qui réalise la fonction « moduler » sur le folio 2 et le type de son alimentation (donner ses caractéristiques). Indiquer le rôle de cette fonction « moduler » pour le moteur asynchrone triphasé.
4. Indiquer le type de couplage du moteur et représenter sa plaque à bornes couplée.

B) Exploitation de la notice du moteur

Un extrait de la notice du constructeur du moteur est fourni ci-dessous.

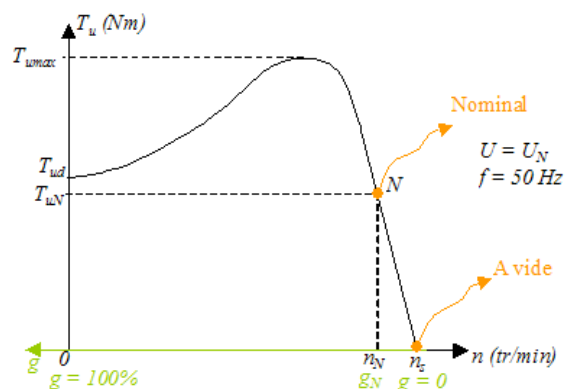
Pn kW		n min ⁻¹	Mn Nm	η %	cosφ	In A (400V)	Is/In	Ms/Mn	Ma/Mn	Jm x10 ⁻⁴ kgm ²	IMB5 Kg
0.12	BN63A 4	1310	0.88	51	0.68	0.5	2.6	1.9	1.8	2	3.5
0.18	BN63B 4	1320	1.3	53	0.68	0.72	2.6	2.2	2	2.3	3.9
0.25	BN63C 4	1320	1.81	60	0.69	0.87	2.7	2.1	1.9	3.3	5.1
0.25	BN71A 4	1375	1.74	62	0.77	0.76	3.3	1.9	1.7	5.8	5.1
0.37	BN71B 4	1370	2.6	65	0.77	1.07	3.7	2	1.9	6.9	5.9
0.55	BN71C 4	1380	3.8	69	0.74	1.55	4.1	2.3	2.3	9.1	7.3
0.55	BN80A 4	1390	3.8	72	0.77	1.43	4.1	2.3	2	15	8.2

5. Retrouver la ligne correspondant au moteur d'entraînement du plateau inférieur de la banderoleuse et relever :
 - sa puissance utile nominale, son rendement nominal et son facteur de puissance nominal,
 - sa vitesse nominale, son couple nominal et le rapport couple de démarrage (Ms) / couple nominal,
 - son courant nominal sous 400V et son rapport courant de démarrage (Is) / courant nominal.
6. Par le calcul et pour une alimentation de 230V entre phases :
 - déterminer la puissance électrique absorbée, et déduire le courant In,
 - vérifier le couple nominal,
 - déterminer le couple de démarrage et le courant de démarrage.
7. Déterminer le nombre de paires de pôles p de ce moteur et son glissement nominal gn.

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 $C = K \cdot \frac{U^2}{f^2}$.

8. Pour une fréquence de 10Hz puis 25Hz déterminer la vitesse du moteur en admettant le glissement constant et égal à gn.
9. 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.
10. Pour les 2 fréquences de 10Hz et 25Hz, déduire par le calcul les valeurs de tensions à appliquer pour conserver le couple constant.



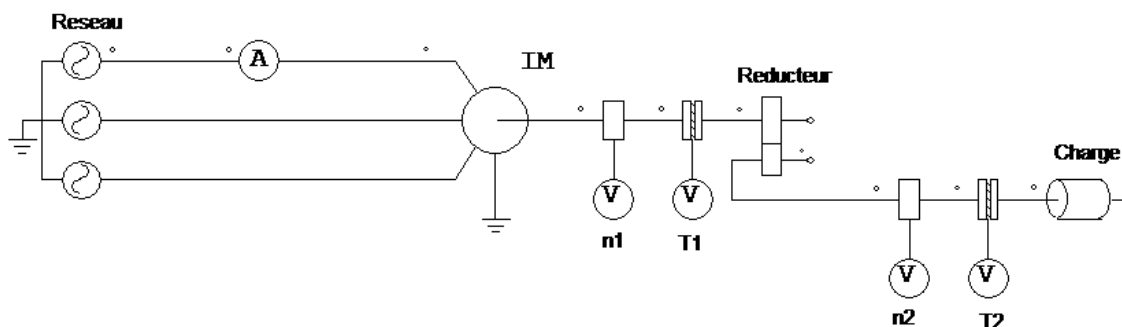
D) Bilan de l'activité

11. 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 de 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.