

TSI2	Validation de solutions techniques pour un entraînement mécanique	
DC20 DC21 DC22 DC23	Chaîne d'énergie de l'axe vertical (Z) du palettiseur	Série 1

Problématique

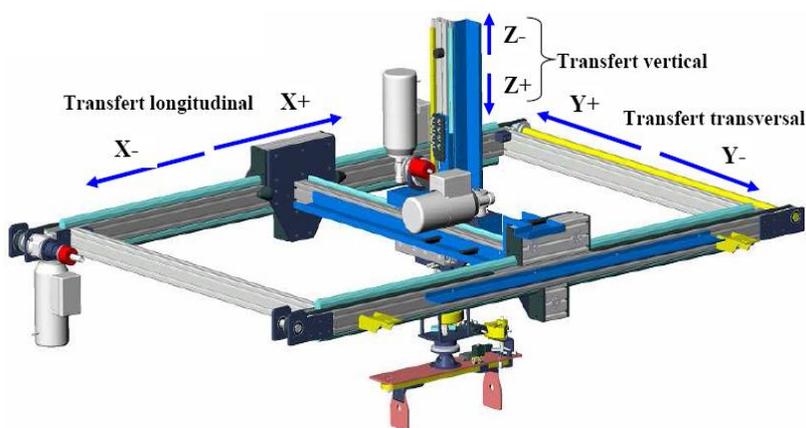
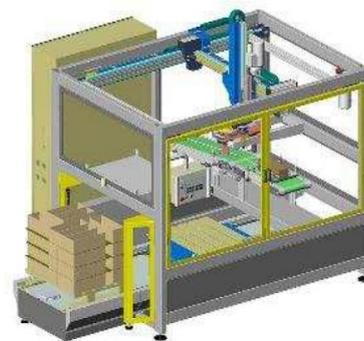
La conception d'un système s'appuie en partie sur des modélisations. Vous êtes chargés de vérifier et de valider pour un entraînement mécanique, les modélisations et les solutions techniques, du point de vue cinématique et motorisation électrique.

Présentation du système

Le palettiseur est un système de manutention. Il permet de grouper automatiquement un certain nombre de colis sur une "palette".

La réalisation de palettes permet de rationaliser la manutention, le stockage et le transport de marchandises.

Un palettiseur doit être configurable afin de pouvoir s'adapter à des formats d'emballage différents et à des groupages différents des produits sur la palette.



Pour positionner chacun des colis sur la palette, le palettiseur comporte une cinématique de préhension du colis (pince) et trois mouvements rectilignes dits de transfert selon les axes repérés X, Y et Z.

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 :

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.

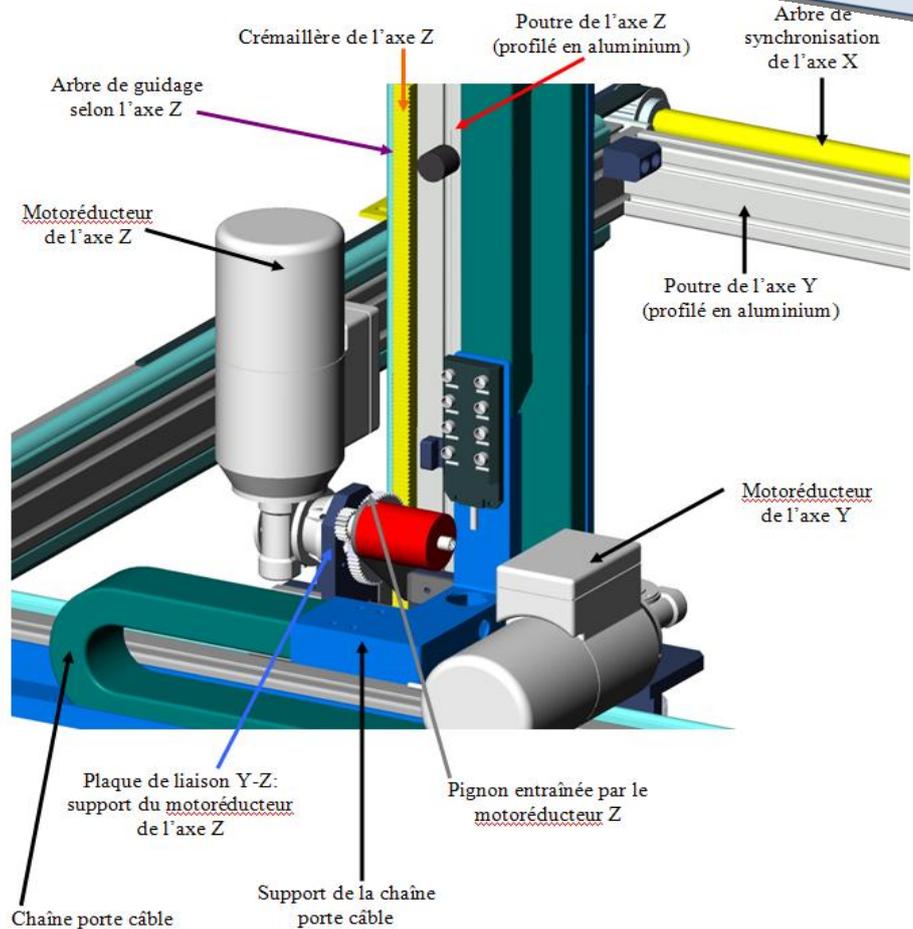
Activité 1 / DC20 Cinématique des systèmes

Chef de projet

Le motoréducteur de l'axe Z entraîne l'unité de préhension grâce à la crémaillère fixée sur la poutre de l'axe Z.

Le déplacement de l'ensemble se fait grâce à une **roue de 60 dents de module 1,5** engrenant sur la crémaillère.

Le motoréducteur comprend un moteur asynchrone triphasé de **vitesse nominale 1320 tr/min** associé à un réducteur de type roue et vis sans fin de rapport de réduction **R = 1/15**.



Dans l'extrait de nomenclature du matériel suivant, la vitesse indiquée est celle en sortie du réducteur.

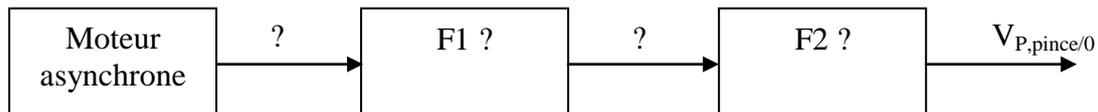
MOTOREDUCTEUR ROUE ET VIS AVEC FREIN P=0,18KW N=88TRS POS MONT V6 BAB POS E	VF30F115P63B14V6 BN63B4 CLFB14 E FD3.5 RNB230 SAAB	BONFIGLIOLI
--	---	-------------

Un fichier numérique Soliworks du mécanisme est disponible.

Travail demandé

Pour l'étude suivante, on suppose aucun mouvement selon les axes X et Y

1. A partir de l'observation du système et des différents documents mis à votre disposition, compléter sur votre compte-rendu le diagramme fonctionnel suivant pour le mouvement de l'axe Z :



2. Etablir le graphe des liaisons pour le mouvement selon Z entre le stator du moteur supposé solidaire à la poutre horizontale dans le plan X,Y (repéré 0) et la crémaillère de l'axe Z solidaire de la poutre axe Z. *Bien déterminer auparavant les classes d'équivalence cinématiques.*
3. Etablir le schéma cinématique correspondant. *Mettre en place le repère, utiliser les symboles normalisés pour chaque liaison et pour plus de clarté faire 2 vues planes perpendiculaires ou une vue en perspective sur trame isométrique.*
4. Etablir la loi entrée /sortie entre la vitesse de rotation du rotor moteur notée $\Omega_{rotor/0}$ en rad.s^{-1} et la vitesse de translation verticale $V_{P,pince/0}$ en m.s^{-1} .
5. Pour la vitesse nominale du moteur, déterminer numériquement la vitesse de déplacement $V_{P,pince/0}$ en m.s^{-1} .
6. Estimer par une mesure sur le système la course maximale possible selon l'axe Z en m ; et la mettre en relation avec une des dimensions des cartons palettisables.
7. Indiquer en justifiant d'un point de vue technologique la réversibilité ou non de l'entraînement mécanique.
8. Dédire, en justifiant qualitativement, les quadrants de fonctionnement du moteur dans le plan couple/vitesse lors du fonctionnement du palettiseur, en régime établi puis en régime transitoire.

Activité 2 / DC21 Sources alternatives et DC22 Machines asynchrones

A) Exploitation du dossier électrique

Le schéma d'alimentation de l'axe Z étant fourni (*document Alim palettiseur axe Z.pdf*)

1. Indiquer le type d'alimentation principale du palettiseur à partir du réseau de distribution et ses caractéristiques.
2. Donner le nom et rôle des appareils électriques Q1 et KM1 du folio 5.
3. Indiquer le composant qui réalise la fonction « moduler » sur le folio 8 et le type de son alimentation (donner ses caractéristiques). Indiquer le rôle de cette fonction « moduler » pour le moteur asynchrone triphasé.
4. Donner le nom et rôle des appareils électriques F6, Y3 et R1 du folio 8.
5. Indiquer le type de couplage du moteur et représenter sa plaque à bornes couplée.

B) Exploitation de la notice du moteur

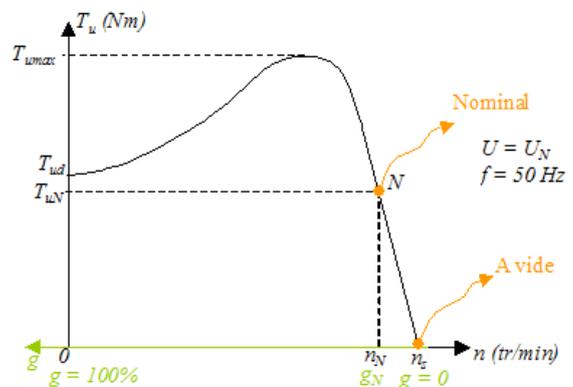
Un extrait de la notice du constructeur du moteur est fourni ci-dessous.

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

6. Retrouver la ligne correspondant au moteur de l'axe Z, 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.
7. 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.
8. 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 $C = K \cdot \frac{U^2}{f^2}$.



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

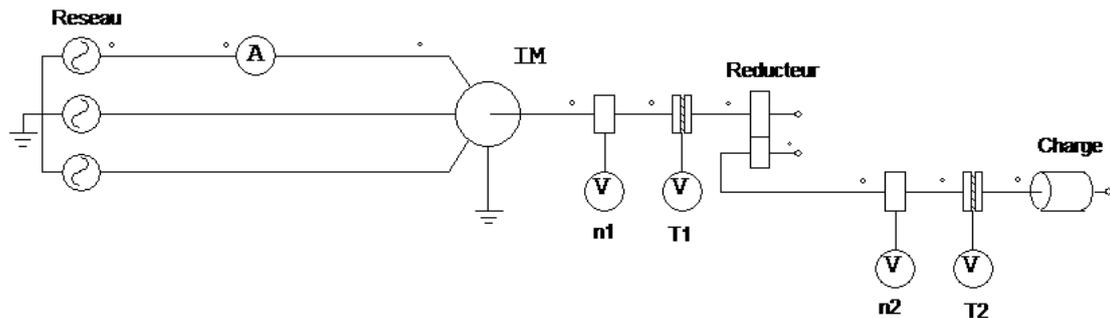
D) Bilan de l'activité

12. 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 n_1 , T_1 , n_2 , T_2 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 T_1 .
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 , puis le couple M 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, ainsi que 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.