

**Dossier sujet**

**DS1.1 à DS1.2- DS2.1 à DS 2.4 - DS3.1 à DS3.2  
DS4.1 à DS4.2 - DS5.1 à DS5.3 - DS6.1 à DS6.3 - DS7.1 à DS7.3**

1ère PARTIE**ETUDE ECONOMIQUE DE LA MAINTENANCE DE LA  
PALETTISATION**

Durée : 1 h



Le service de maintenance de l'entreprise considère que les défaillances les plus pénalisantes des palettiseurs viennent du problème de soudure des liens de cerclage.

Afin de mesurer l'importance relative de chaque zone sur les coûts de maintenance, une étude comparative est nécessaire.

Dans le logiciel de GMAO sont définies 7 zones :

- ☞ zone 1 : convoyeur (permet d'amener les piles de produits en file unique à l'entrée du palettiseur),
- ☞ zone 2 : aiguillage (permet de réaliser 3 files de piles de produits à l'entrée de la table d'accumulation),
- ☞ zone 3 : table d'accumulation,
- ☞ zone 4 : groupage longitudinal (les piles sont resserrées dans le sens de la marche),
- ☞ zone 5 : pose des intercalaires (entre couches de piles),
- ☞ zone 6 : groupage transversal et évacuation (les piles sont resserrées dans le sens perpendiculaire à la marche et évacuées vers la palette portée par le vérin hydraulique),
- ☞ zone 7 : Mise en place des liens (cerclage d'une couche).

Documents techniques : DT1.1, DT1.2, DT1.3, DT1.4

Documents réponses : répondre sur feuille de copie

**ON DONNE :**

Sur les documents DT1.1 à DT1.4, les données brutes, issues de la GMAO, classées par zones pour la période d'observation.

Pour cette période, les coûts des pièces et consommables sont les suivants :

		Pièces et consommables
Total pour le palettiseur 1 :		1922.00 €
Palettiseur 2	zone 1	139.00 €
	zone 2	321.00 €
	zone 4	128.00 €
	zone 5	185.00 €
	zone 6	109.00 €
	zone 7	920.00 €

Le taux horaire « main d'œuvre maintenance » est de : 71,50 €

**QUESTIONS :**

**Q1.1** Calculer les coûts de maintenance des deux palettiseurs pour la période d'observation donnée.

**Q1.2** Pour le palettiseur 2, établir une analyse (PARETO) pour identifier la zone la plus pénalisante d'un point de vue coût de maintenance.

Hiérarchiser les résultats, qui seront exprimés en pourcentage et tracer le graphe correspondant.

Conclure.

## 2ème PARTIE

### **ANALYSE DU FONCTIONNEMENT ET OPTIMISATION DES REGLAGES DE LA TABLE D'ACCUMULATION**

Durée : 45 min



Les rouleaux sont entraînés en rotation par deux courroies situées sous le tapis qui viennent en contact ou non avec eux, sous l'action de mini-vérins pneumatiques.



Tournez la page S.V.P.

Les deux courroies sont entraînées en permanence par leur poulie motrice ; elles circulent sur des poulies "folles" dont les axes horizontaux sont solidaires de poutrelles mobiles verticalement. Des mini-vérins pneumatiques soulèvent ces poutrelles pour appliquer les courroies contre les rouleaux lorsque ces derniers doivent faire avancer les piles de cagettes.

Le service de maintenance intervient régulièrement suite à des immobilisations intempestives des piles de cagettes sur la table d'accumulation, ou suite à des échauffements des deux courroies. Un réglage fin de la pression d'alimentation des mini-vérins permet généralement d'obtenir un fonctionnement satisfaisant. Il est donc envisagé l'installation d'un régulateur de pression à commande proportionnelle qui permettrait d'adapter automatiquement la pression en fonction de la masse des produits convoyés en particulier, et peut-être aussi d'autres paramètres de fonctionnement à déterminer.

**Question 2.1 : Etudes partielles de l'équilibre d'une pile de cagettes et de celui d'un rouleau**

Documents ressources : DS2.1

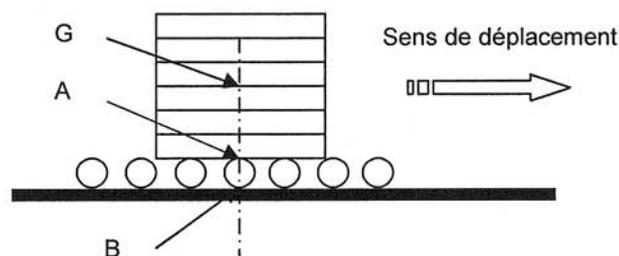
Documents réponses : Répondre sur feuille de copie

Hypothèses simplificatrices :

- les effets des résistances au roulement au niveau des contacts du rouleau avec la cagette et avec la courroie d'entraînement sont supposés négligeables par rapport à ceux des autres forces en présence.
- le rouleau est en liaison pivot supposée parfaite avec le bâti du tapis roulant.

On fait de plus l'hypothèse que la pile de cagettes ne porte que **sur un seul rouleau situé à l'aplomb de son centre de gravité « G »**, ce qui simplifie le modèle de calcul et est plutôt défavorable vis à vis de la capacité du système à entraîner la pile .

On note " $m_{pile}$ " la masse de la pile, et " $a_{pile}$ " l'accélération de son centre de gravité dans son mouvement de translation rectiligne sur le tapis à rouleaux.



**Q2.1.1** En s'inspirant du croquis ci-dessus, tracer, à main levée, une figure représentant la pile de cagettes seule ( isolée mécaniquement ), et représenter dessus l'action du rouleau sur la pile pendant la phase de démarrage du tapis à rouleaux.,

**Q2.1.2** Exprimer littéralement les composantes verticale et horizontale de cette action, en appliquant le théorème de la résultante dynamique .

- Q2.1.3** Exprimer une limite à respecter pour la valeur du facteur de frottement au contact entre la pile et le rouleau , noté " $\mu_{\text{pile/rouleau}}$ " , pour que la pile subisse effectivement l'accélération  $a_{\text{pile}}$ .
- Q2.1.4** Tracer à main levée, une figure représentant le rouleau qui entraîne seul la pile dans la situation du croquis de la première question (Q2.1.1) ; représenter l'action de la pile sur le rouleau au point A et l'action de la courroie sur le rouleau au point B, pendant la phase de démarrage du tapis à rouleaux .
- Q2.1.5** Sachant que le moment d'inertie d'un rouleau par rapport à son axe de rotation est faible mais non négligeable, exprimer la relation qui doit exister entre les composantes tangentielles des efforts de contact aux points A (contact rouleau/pile) et au point B (contact rouleau/courroie). (justifier la réponse en explicitant le raisonnement "mécanique" utilisé).
- Q2.1.6** Expliquer pourquoi les composantes normales des deux efforts de contact précédents peuvent avoir des valeurs différentes sans nuire à l'équilibre du rouleau.
- Q2.1.7** Exprimer, en fonction de la masse de la pile et de l'accélération qu'il faut lui communiquer, la valeur minimale de la composante normale " $B_{\text{Ncour/roul}}$ " de l'effort de contact exercé par la courroie sur le rouleau, pour permettre la phase de démarrage de la pile sans patinage de la courroie sur les rouleaux.

<b>Question 2.2 : Localisation préférentielle du patinage obligatoire</b>
---

Documents ressources : DS2.1
------------------------------

Documents réponses : Répondre sur feuille de copie
--

Pendant les phases de regroupement des piles sur le tapis d'accumulation, les piles de cagettes sont arrêtées par une butée escamotable, alors que les courroies d'entraînement sont appliquées contre les rouleaux.

Le service de maintenance souhaite que pendant ces phases-là, le patinage obligatoire se produise au niveau du contact pile/rouleau plutôt qu'au niveau du contact courroie/rouleau.

- Q2.2.1** Commenter ce choix.
- Q2.2.2** Exprimer littéralement ce que vaut l'effort tangentiel de contact entre la cagette stoppée par la butée escamotable et le rouleau qui continue à tourner.
- Q2.2.3** Exprimer une limite à respecter pour la valeur de la composante normale " $B_{\text{Ncour/roul}}$ " de l'effort de contact exercé par la courroie sur le rouleau pour permettre la phase de patinage au contact pile/rouleau, sans patinage de la courroie sur le rouleau.

**Question 2.3 : Contraintes relatives au choix de la pression d'alimentation des mini-vérins**

Documents ressources : DS2.1

Documents réponses : Répondre sur feuille de copie

Comme indiqué précédemment (DS2.2), les mini-vérins pneumatiques soulèvent des poutrelles pour appliquer les courroies contre les rouleaux, par l'intermédiaire de poulies "folles".

- Q2.3.1** On peut remarquer sur le document DS2.1, que les axes des poulies sont positionnés entre les rouleaux et non pas au droit (ou dans le plan vertical) de leurs axes. Justifier cette disposition constructive.
- Q2.3.2** Suite à un changement de production, les cagettes en carton sont remplacées par des cagettes en matière plastique. Le technicien de maintenance est conduit à augmenter la pression d'alimentation des vérins qui soulèvent les poutrelles et leurs poulies. Quelle incidence cela peut-il avoir sur la longévité des courroies ? Faire un croquis explicatif.
- Q2.3.3** L'augmentation de la pression d'alimentation des vérins permet d'éviter l'échauffement des courroies constaté par les opérateurs avec les nouvelles cagettes. Expliquer le phénomène et justifier la solution.

### 3ème PARTIE

## AMELIORATION DU FONCTIONNEMENT DU GROUPEGE TRANSVERSAL

Durée : 45 min



Butée longitudinale fixe

Poussoir transversal gauche

Les piles de cagettes sont poussées sur la trappe (fermée) située au-dessus de la palette en cours de constitution ; leur groupage et leur positionnement dans la direction transversale à ce mouvement sont assurés par deux poussoirs .

La cadence de production impose une course d'approche rapide suivie d'un accostage lent pour ne pas endommager le produit.

Pour optimiser le mouvement d'accostage on souhaite connaître la relation existant entre la vitesse de rotation du moteur et la vitesse de translation des poussoirs latéraux, au voisinage de la position d'accostage des piles de produits.

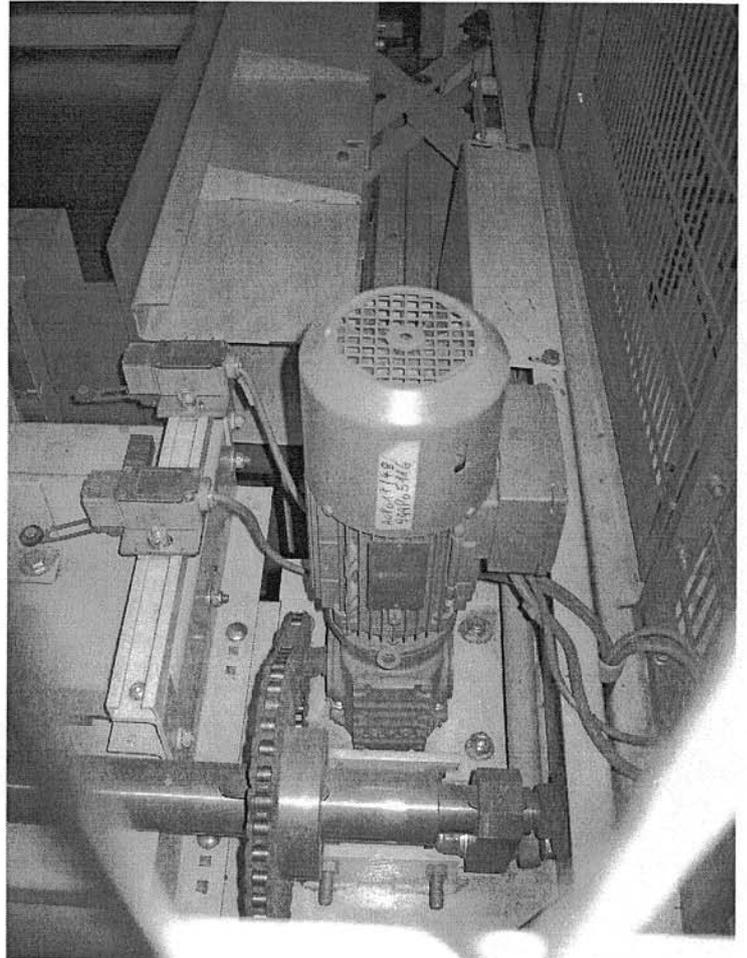
**Tournez la page S.V.P.**

**Question 3 : Détermination de la relation cinématique dans la position d'accostage**

Documents techniques : DT3.1 - DT3.2

Documents réponses : répondre sur feuille de copie et sur DR3.1(constructions graphiques)

**Q3.1:** A partir de la photo ci-contre et sachant que les pignons de la transmission par chaîne ont respectivement 13 dents et 38 dents, déterminer la fréquence de rotation de l'arbre de transmission repère N°7 (voir DT3.2), sachant que la fréquence de rotation en sortie du moto-réducteur est de 25 tr/min. En déduire la norme du vecteur vitesse du point « D », centre de la liaison sphérique entre la manivelle solidaire de l'arbre repère N°7 et la bielle repère N°8 qui transmet le mouvement au poussoir repère N°1.



**Q3.2:** Sur le document DR3.1, ont été rapportés des extraits des dessins techniques DT3.1 et DT3.2, suffisants pour déterminer graphiquement la position des éléments mobiles au moment de l'accostage. Déterminer graphiquement les positions des centres d'articulation A, B, C et D quand le profilé repère N°1 est dans la position correspondant à l'accostage. Le centre d'articulation O est fixe par rapport au bâti du palettiseur.

**Q3.3:** On donne la vitesse du point D à prendre en compte quel que soient les résultats précédents, elle est égale à  $0,08 \text{ m/s}$ . Sur le document DR3.1, construire à l'échelle indiquée les vecteurs vitesses des points D et A dans la position d'accostage. (laisser les constructions apparentes).

Calculer le rapport des normes de ces vecteurs vitesses, sur feuille de copie.

**Q3.4:** En exploitant le résultat de la question précédente, construire le vecteur vitesse d'un point quelconque du poussoir repère N°1 dans la position correspondant à l'accostage. La méthode graphique est à privilégier, en laissant les constructions apparentes et en citant sur le document réponse les outils méthodologiques de cinématique graphique utilisés ; l'utilisation du CIR de la bielle AC facilite la résolution.

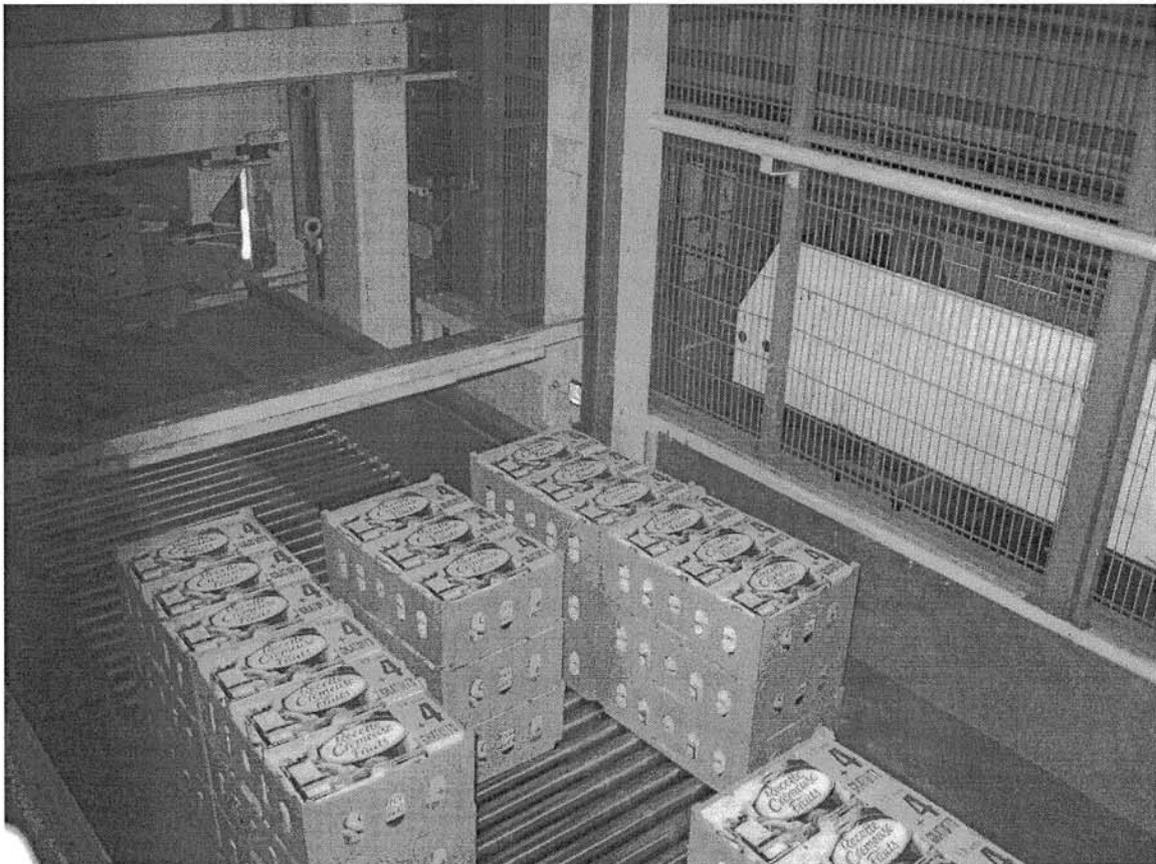
Calculer le rapport des normes des vecteurs vitesses du point A et du point choisi sur le profilé repère N°1, sur feuille de copie.

## 4ème PARTIE

### AMELIORATION D'UN DEPART MOTEUR

#### INSTALLATION D'UN VARIATEUR DE VITESSE POUR MOTEUR ASYNCHROME TRIPHASE A CAGE ET REGLAGE DES PARAMETRES

Durée : 1 h



L'entraînement des « barres poussoirs » qui permettent d'acheminer 3 rangées de 6 barquettes alignées vers la zone de palettisation est réalisée à partir du moteur asynchrone triphasé à cage M5.1 en démarrage direct sur le réseau électrique.

Lors de la phase d'essais du palettiseur, on a constaté que les « barres poussoirs » abîmaient le bas des petites barquettes lors du transfert vers le rideau.

Il s'est avéré nécessaire d'alimenter le moteur d'entraînement de ces barres par l'intermédiaire d'un variateur de vitesse.

**Tournez la page S.V.P.**

Documents techniques : DT4.1 - DT4.2 - DT4.3 - DT4.4 - DT4.5 - DT4.6

Documents réponses : DR4.1 - DR4.2 - DR4.3

**QUESTIONS :**

Le réseau d'alimentation en énergie électrique est triphasé 3 x 400V + PE.

**Q4.1** Donner et justifier le couplage du moteur M5.1

**Q4.2** Choisir le variateur de vitesse de type Altivar 28 associé au moteur M5.1.  
Justifier.

**Q4.3** Compléter les schémas donnés aux documents réponses DR4.2 et DR4.3 sachant que :

- l'alimentation de la partie commande du variateur est réalisée à partir d'une source externe 24VDC (alimentation automate TSX),
- l'inversion du sens de marche (sens avant ou sens arrière) du moteur M5.1 est réalisée à partir des sorties de l'automate Q4.36 et Q4.37,
- le choix des 2 vitesses (LSP et HSP) sur L13 à partir de la sortie automate Q4.38,
- la commutation des rampes d'accélération et de décélération sur L14 à partir de la sortie automate Q4.39,
- une information « alarme variateur » est envoyée à l'entrée automate I4.26,
- un contacteur KMF permet l'alimentation du frein à manque de courant MY5.1 pour un freinage rapide (la bobine de KMF, alimentée en 24VDC est pilotée par le variateur),

Représenter les liens électriques entre les 2 folios selon le format

(Numéro de folio – Numéro de colonne dans le folio)

Ex : (409 – 8)

**Q4.4** Donner, sur DR 4.1, les valeurs des paramètres du variateur de vitesse choisi qui permettent le fonctionnement suivant (les cellules grisées ne sont pas à compléter) :

- l'état « ouvert » ou « fermé » des entrées logiques LI1 et LI2 permet la commande « sens avant » ou « sens arrière »,
- LI3 permet de sélectionner 2 vitesses : LSP ou HSP,
- LI4 permet une commutation par rampe,
- la sortie analogique n'est pas affectée,
- le contact du relais R2 est fermé si la fréquence moteur est supérieure ou égale à 3Hz,
- la fréquence maximale de sortie du variateur est fixée à 90Hz,
- les temps des rampes d'accélération et de décélération sont réglés à 0,1s,
- la petite vitesse est réglée à 20Hz et la grande vitesse à 50Hz,
- l'intensité du courant de freinage par injection de courant continu est 3,6A.

## 5ème PARTIE

### ANALYSE DES RISQUES

### ANALYSE DU CONTRÔLE D'ACCES A LA ZONE « PALETTISEUR »

Durée : 45 min



Le palettiseur est entièrement automatisé et seuls les personnels autorisés peuvent pénétrer dans l'enceinte.

Les normes européennes EN 954 –1 et 2 fournissent des prescriptions de sécurité et des conseils sur les principes de conception des parties des systèmes de commande relatives à la sécurité.

La fonction de sécurité devant être maintenue en cas de défauts multiples, des blocs logiques pour la surveillance de protecteurs mobiles sont nécessaires.

Documents techniques : DT5.1 - DT5.2 - DT5.3 - DT5.4 - DT5.5 - DT5.6 - DT5.7 - DT5.8

Documents réponses : DR5.1 - DR5.2

**QUESTIONS :**

Les réponses aux questions suivantes doivent intégrer l'exploitation du PNOZ11 dans le palettiseur.

**Q5.1** L'accès à la zone du palettiseur se fait à l'aide de portes fermées par des systèmes d'inter-verrouillage de type « Safe Lock » contrôlés par des relais de sécurité PILZ « PNOZ11 ».

En cas d'arrêt du palettiseur, un technicien de maintenance intervient, en général seul, afin de le remettre en service le plus rapidement possible.

La zone d'intervention est peu protégée et on estime qu'il est difficile de prévenir des accidents (pouvant entraîner de graves lésions) dus à des remises en mouvement de parties mécaniques.

- ⇒ Déterminer les facteurs S, F et P. Justifier votre choix.
- ⇒ Pour les risques encourus, quelle est la catégorie du système de commande demandée par la norme européenne EN954-1 ?
- ⇒ Le composant choisi (PILZ PNOZ11) pour gérer la sécurité d'accès au palettiseur convient-il ? Justifier.

**Q5.2** Le « circuit d'entrée » du PNOZ11 est-il monocanal ou à 2 canaux ?  
Donner les repères du canal ou des canaux.

**Q5.3** La détection des courts-circuits sur le PNOZ11 entre les canaux est-elle réalisée ?  
Justifier.

**Q5.4** Le réarmement du PNOZ11 est-il automatique, manuel ou auto-contrôlé ?  
Justifier.

**Q5.5** Analyse du fonctionnement :

Q5.5.1 Expliquer de quelle façon K2 (PILZ PNOZ11) s'auto-contrôle.

Q5.5.2 Compléter les chronogrammes au DR5.1.  
(Négliger le temps de montée  $t_1$  et le temps de retombée  $t_2$ )

Conventions :      contact fermé (état logique 1),  
                              contact ouvert (état logique 0),  
                              tension d'alimentation présente (état logique1),  
                              tension d'alimentation absente (état logique0).

Q5.5.3 Expliquer le rôle du bouton-poussoir S1.5

- Q5.6** La résistance maximale de l'ensemble du câblage des circuits d'entrée est  $R_{\max} = 20 \Omega$  :  
Calculer la longueur maximale  $l_{\max}$  du câblage des circuits d'entrée.  
Les câbles utilisés sont du type HO7 RN-F 3G1,5.

La résistivité du cuivre est  $\rho = 22,5 \frac{m\Omega \times mm^2}{m}$

- Q5.7** Actuellement, l'automate commande l'allumage du voyant H2 à partir de la sortie Q4.2 lors du franchissement de la barrière immatérielle.

On demande de réaliser par une solution câblée la mémorisation de cette alarme visuelle jusqu'à l'appui sur le bouton-poussoir S2 d'acquiescement de la signalisation H2.

On donne

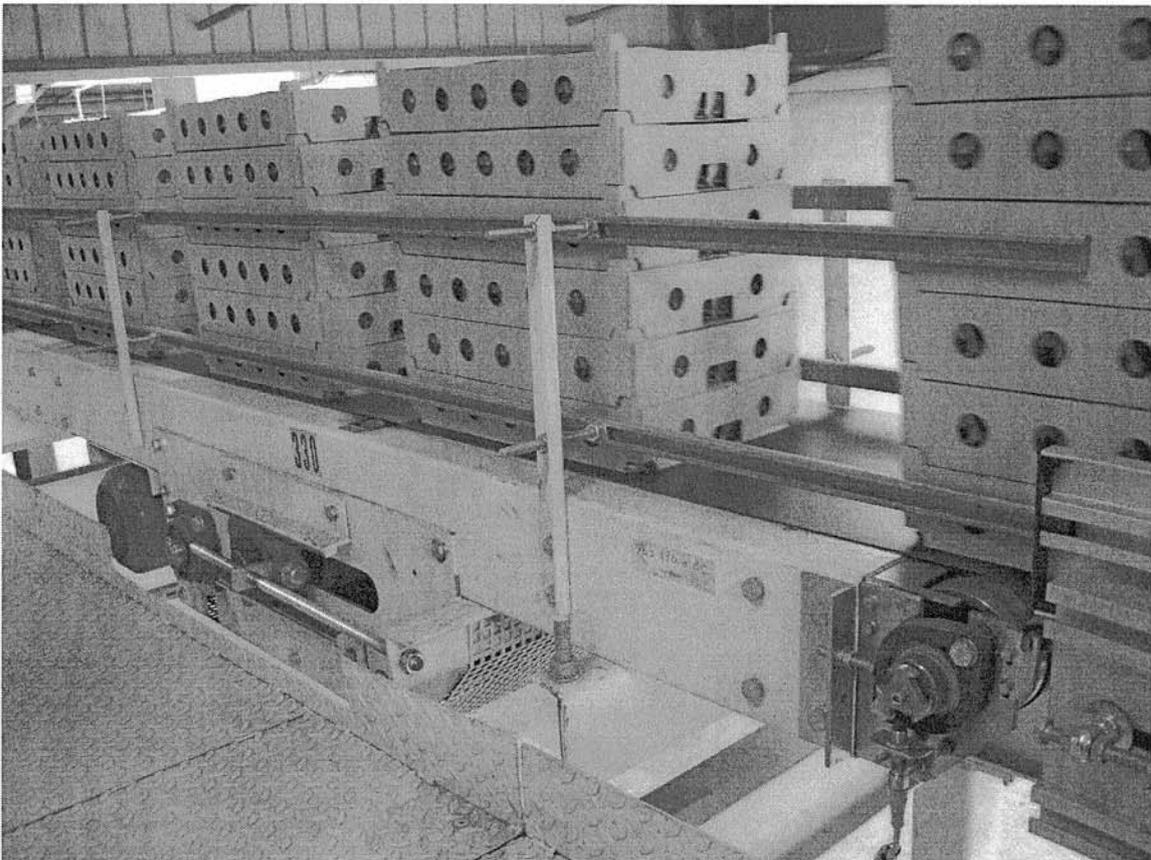
- ⇒ un voyant H2 (24VDC, 3W),
- ⇒ un bouton-poussoir S2 (1NO, 1NC),
- ⇒ un relais KAH2 (24VDC, 2NO, 2NC).

Réaliser la commande du voyant H2 sur le DR5.2.

## 6ème PARTIE

### AMELIORATION DU FONCTIONNEMENT DU CONVOYEUR

Durée : 45 min



Le convoyeur qui amène les piles de produits à l'entrée du palettiseur est un convoyeur à bande entraîné par un motoréducteur asynchrone piloté par un variateur de vitesse.

De temps en temps, le variateur se met en défaut et affiche « OCF » (surintensité).

Les causes probables données par la notice technique sont :

- rampe d'accélération trop courte,
- inertie ou charge trop forte,
- blocage mécanique,
- court-circuit phase-moteur.

La « procédure remède » proposée par la notice technique consiste à :

- vérifier les réglages,
- vérifier le dimensionnement moteur / variateur / charge,
- vérifier l'état de la mécanique,
- vérifier les câbles de liaison du variateur au moteur.

**Tournez la page S.V.P.**

Documents techniques : DT6.1 - DT6.2

Documents réponses : Répondre sur feuille de copie

**QUESTIONS :**

L'état de la mécanique ayant été vérifié ainsi que les câbles de liaison du variateur au moteur, on se propose de vérifier les réglages du variateur par rapport au dimensionnement moteur / variateur / charge.

Le motoréducteur M330 (4) est alimenté à partir du réseau électrique et piloté par un variateur de vitesse de type Altivar 28.

Il entraîne une bande transporteuse (courroie repérée 10) par un système « pignon (1), (3) – chaîne (2) », un tambour d'entraînement (8) et un tambour entraîné (5).

Un groupe de tension permet de tendre périodiquement la bande transporteuse afin d'éviter le patinage de celle-ci sur les tambours.

L'objectif de cette étude consiste à comparer  $C_{M330}$  (couple nominal du motoréducteur M330) à  $C_m$  (couple utile nécessaire à l'accélération et l'entraînement de la bande transporteuse à pleine charge ramené à l'arbre de M330) afin d'affiner les réglages du variateur.

**Q6.1** Calculer le couple nominal  $C_{M330}$  du motoréducteur.

**Q6.2** On considère que l'effort tangentiel  $F_t$  d'accélération des piles sur le tambour d'entraînement est  $\vec{F}_t = M \cdot \vec{a}$

- $a$  : accélération linéaire de la bande transporteuse,
- $M$  : charge maximale du transporteur (14 piles de 18kg chacune)

On donne :

- le temps d'accélération réglé sur le variateur  $ACC = 0,15s$ ,
- $C_{r/TE}$  : couple résistant maximal créé par la courroie repérée 10 sur le tambour d'entraînement (TE) repéré 8.
- les frottements secs dans les paliers du tambour d'entraînement repéré 8 génèrent un couple résistant de frottement  $\Sigma C_f = 0,2 \times C_{r/TE}$
- Le rendement du système pignon-chaîne  $\eta_{PC} = 0,8$

Calculer le couple résistant total  $C_{rT/M330}$  rapporté à l'arbre du motoréducteur M330.

**Q6.3** La plaque signalétique du moteur indique  $Nn = 1460 \text{ min}^{-1}$ .  
Calculer le rapport de réduction  $K$  du réducteur ( $K > 1$ ).

**Tournez la page S.V.P.**

**Q6.4** Calculer le moment d'inertie  $J_{rot/M330}$  du rotor du moteur rapporté à l'arbre de sortie du motoréducteur M330.

On donne :

- le moment d'inertie du rotor du moteur :  $J_{rot} = 0,003995 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$
- l'inertie équivalente d'un arbre rapide rapporté à un arbre lent est égale à l'inertie de cet arbre multiplié par le carré du rapport de réduction (supérieur à 1)

**Q6.5** Calculer le moment d'inertie  $J_{tambour/M330}$  du tambour d'entraînement rapporté à l'arbre de sortie du motoréducteur M330.

On donne :

- la masse volumique de l'acier des tambours :  $\mu_{acier} = 7,81 \cdot \text{tonne} / \text{m}^3$
- les tambours sont des cylindres pleins ( $J_{cylindre} = \frac{1}{2} \times m_{cylindre} \times R_{cylindre}^2$ ).

**Q6.6** On néglige l'inertie de l'arbre de sortie du réducteur et de ses composants.

Calculer  $C_m$  : couple utile nécessaire à l'accélération et l'entraînement de la bande transporteuse à pleine charge rapporté à l'arbre de M330.

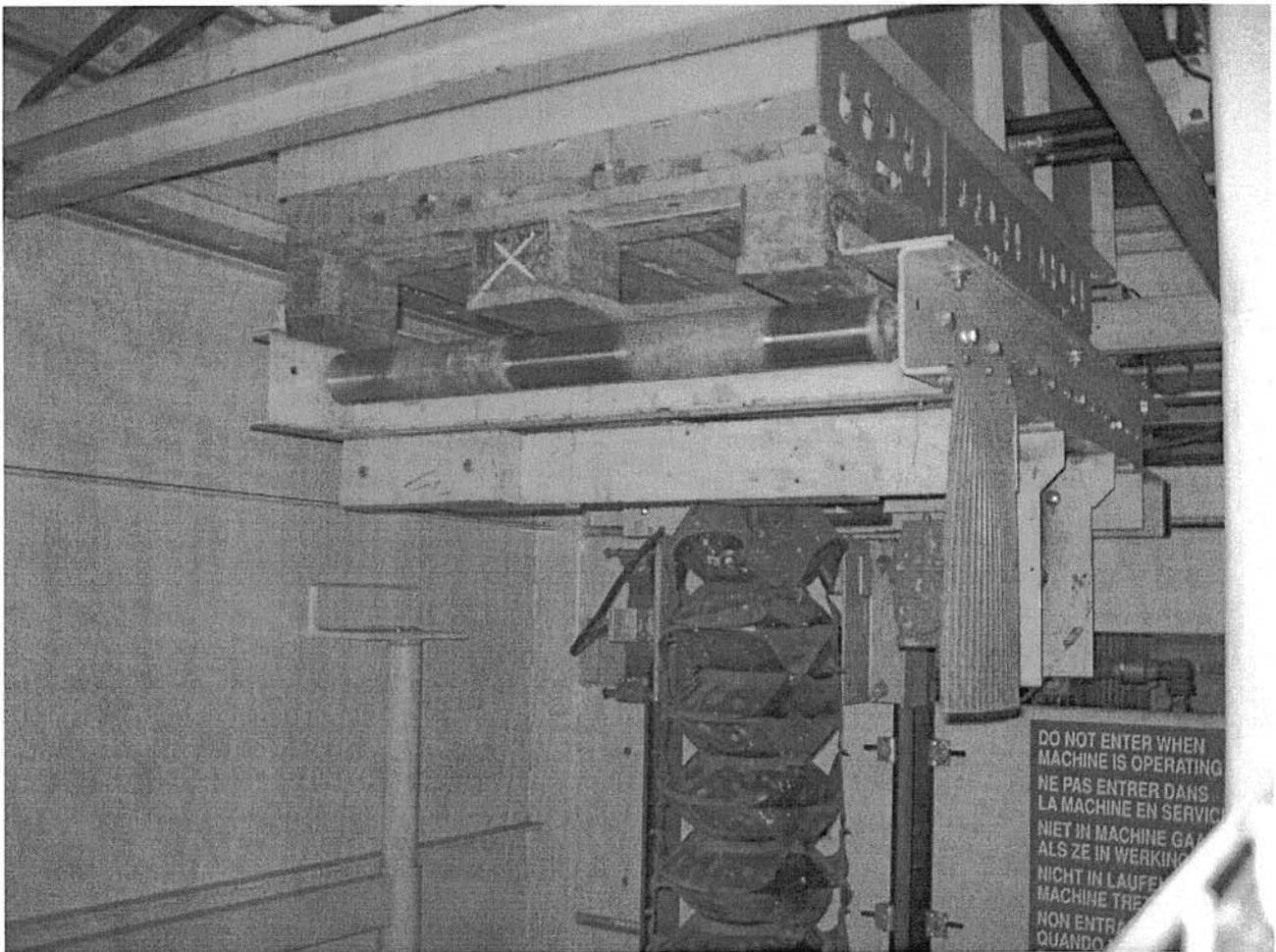
**Q6.7** Le convoyeur à bande ne véhicule pas systématiquement la charge maximale de 18 piles de 14kg chacune car les produits palettisés proviennent de 8 lignes de production de différents produits et les poids des piles varient d'une ligne à l'autre. Comparer  $C_{M330}$  (couple nominal du motoréducteur M330) et  $C_m$  (couple utile nécessaire à l'accélération et l'entraînement de la bande transporteuse à pleine charge ramené à l'arbre de M330) et expliquer les mises en défaut intempestives du variateur qui pilote M330.

Proposer une ou plusieurs solutions d'amélioration permettant d'améliorer la continuité de service du convoyeur.

## 7ème PARTIE

# ANALYSE ET AMELIORATION DU FONCTIONNEMENT DE L'ELEVATEUR HYDRAULIQUE

Durée : 1 h



Le vérin hydraulique qui supporte la palette en cours de constitution est le seul actionneur d'un groupe hydraulique conséquent dont le schéma est fourni sur le document technique DT7.1 .

Le vérin soulève très rapidement la palette vide jusqu'au niveau du tapis d'arrivée de la couche de cagettes . Il descend ensuite couche par couche jusqu'au niveau du tapis d'évacuation de la palette pleine .

Une panne interrompt le fonctionnement du palettiseur tout entier et oblige à faire passer toute la production de l'usine par le second palettiseur qui doit alors avoir une disponibilité de 98 % .

**Tournez la page S.V.P.**

Le service de maintenance ne dispose d'aucune information sur la commande du fonctionnement automatique de l'élévateur hydraulique.

Les caractéristiques des deux ensembles moteur-pompe sont les suivantes :

- un moteur de 4 kW tournant à 1 500 tr/min accouplé à une pompe de cylindrée 31,8 cm<sup>3</sup>/tr
- un moteur de 7,5 kW tournant à 1 500 tr/min accouplé à une pompe de cylindrée 213 cm<sup>3</sup>/tr

Le vérin hydraulique a les caractéristiques suivantes :

$$D_{\text{alésage}} = 100 \text{ mm}, d_{\text{tige}} = 70 \text{ mm}, \text{Course} = 2\,500 \text{ mm} .$$

Le service de maintenance souhaite se préparer aux éventuelles futures interventions correctives en analysant la composition et le fonctionnement du circuit hydraulique afin d'améliorer sa réactivité en terme de diagnostic . Par ailleurs la connaissance des caractéristiques de fonctionnement permet de mieux surveiller l'installation, en mesurant les débits et les pressions.

**Question 7.1 : Analyse du fonctionnement pendant la phase de montée rapide**

Documents techniques : DT7.1

Documents réponses : Répondre sur feuille de copie

On souhaite vérifier les caractéristiques de fonctionnement de la pompe repère N°20 , de cylindrée 213 cm<sup>3</sup>/tr, dont on suppose qu'elle assure seule la montée rapide de la palette vide .

Le déplacement vertical de la palette est de  $H = 2 \text{ m}$  .

On connaît : -le poids de la palette vide : 20 daN

- le poids du châssis mobile qui porte la palette : 60 daN .

On évalue les efforts résistants de frottement dans les glissières de guidage à : 20 daN .

**Q7.1.1** Calculer la pression utile dans le vérin pour un taux de charge de 80 % .

**Q7.1.2** Calculer le temps de montée si le vérin reçoit la totalité du débit de la pompe .

**Q7.1.3** Vérifier que cet ensemble moteur-pompe a la puissance nécessaire .

**Q7.1.4** En cas de défaillance de cette pompe N°20, on voit qu'on pourrait utiliser la pompe N°9 pour alimenter le vérin lors de la montée de la palette vide en modifiant légèrement la programmation. Indiquer l'incidence sur la production de ce fonctionnement en mode dégradé : justifier la réponse par un calcul simple.

**Question 7.2 : Analyse du fonctionnement pendant les phases de descente de la palette.**

Documents techniques : DT7.1

Documents réponses : Répondre sur feuille de copie

**Q7.2.1** Proposer pour tous les pré-actionneurs (distributeurs et contacteurs) intervenant dans la commande de cet élévateur hydraulique, l'état que doit lui dicter la partie commande pour obtenir la descente du vérin en fonctionnement normal (vanne repère N°27 fermée). Commenter ces propositions.

**Q7.2.2** La commande pneumatique de la vanne repère N°27 (utilisée uniquement en secours) comprend deux composants repère N°28 au lieu d'un seul du type de celui repéré N°14. Commenter ce choix .

**Question 7.3 : Amélioration du fonctionnement pendant les phases de remontée**

Documents techniques : DT7.1 - DT7.2

Documents réponses : Répondre sur DR7.1 , DR7.2 et sur feuille de copie

Après le dépôt d'une couche sur la palette en cours de constitution par ouverture de la trappe , et si ce n'est pas la dernière couche, le vérin descend d'une hauteur supérieure à celle de la couche afin de dégager les détecteurs de présence situés sous la trappe, puis il effectue une « remontée intermédiaire » jusqu'à les actionner à nouveau, ce qui provoque son arrêt.

La course de dégagement comme celle de la remontée intermédiaire est d'environ  $C = 150 \text{ mm}$  .

Le poids total des quatre couches de produits est de  $P_{\text{produits}} = 700 \text{ daN}$  .

- Q7.3.1** Calculer les pressions utiles dans le vérin pour chacune des remontées intermédiaires, pour un taux de charge 80% .
- Q7.3.2** Il apparaît que l'ensemble « moteur-pompe » repères N°6 et N°9 n'est nécessaire que pendant les phases de remontée intermédiaire.  
Expliquer le fonctionnement actuel pendant les phases de descente et de remontée intermédiaire :  
- on considèrera que l'ensemble « moteur-pompe » repères N°17 et N°20 est arrêté pendant ces phases-là de fonctionnement ;  
- on fera successivement l'hypothèse que l'ensemble « moteur-pompe » repères N°6 et N°9 fonctionne en permanence, puis l'hypothèse inverse.
- Q7.3.3** Le service de maintenance souhaite étudier la possibilité d'installer un accumulateur hydraulique pour fournir le débit d'huile nécessaire aux remontées intermédiaires .  
Indiquer les avantages attendus en terme de disponibilité du groupe hydraulique, en faisant successivement l'hypothèse que l'ensemble « moteur-pompe » repères N°6 et N°9 fonctionne actuellement en permanence, puis l'hypothèse inverse.
- Q7.3.4** Calculer le volume d'huile que devrait restituer un accumulateur hydraulique pour la constitution d'une palette, c'est à dire trois remontées intermédiaires.
- Q7.3.5** A l'aide du document technique DT7.2 et du document réponse DR7.1 , déterminer le volume restituable d'un accumulateur de 50 litres fonctionnant de manière adiabatique entre les niveaux de pression 45 bar et 10 bar . (la pression de gonflage est égale à 90% de la pression minimale d'utilisation).  
En déduire le nombre de palettes que cet accumulateur permettrait de constituer entre deux remplissages par l'ensemble « moteur-pompe » repères N°6 et N°9 .
- Q7.3.6** A l'aide du document technique DT7.2 et du document réponse DR7.2 , apporter les modifications nécessaires au schéma hydraulique pour l'implantation d'un accumulateur hydraulique destiné à limiter la durée de fonctionnement de l'ensemble « moteur-pompe » repères N°6 et N°9 ; on précisera en particulier :  
- les modifications du distributeur repère N°16 et éventuellement de ses raccords ;  
- les composants additionnels nécessaires à la future commande intermittente de l'ensemble « moteur-pompe » repères N°6 et N°9 .