

1 – ETUDE DE LA MOTORISATION.

11 – Etude du balancement.

Objectif : Justifier le cycle de mise en vitesse d'un pont roulant à partir de contraintes mécaniques et de recommandations industrielles.

Dans tous les mouvements horizontaux, tels que la translation des ponts roulants, un problème se pose : déplacer rapidement une charge en évitant les balancements.

Considérons la figure 1 du dossier technique DT 8/11 ; la charge transportée est suspendue au tambour ; le treuil est solidaire d'un chariot animé d'un mouvement horizontal de translation. Sans reprendre l'étude mathématique complète du mouvement, nous rappelons certaines lois régissant ce système lorsque la vitesse du chariot est variable, le câble de suspension fait un angle α variable avec la verticale.

Si on considère l'état qui s'instaure après amortissement des oscillations, on peut écrire :

- au démarrage (accélération), la charge est "en retard" sur le chariot (figure 1a) ;
- au freinage (décélération), la charge est "en avance" sur le chariot (figure 1b).

Ces quelques rappels montrent qu'une charge transportée, suspendue à l'extrémité d'un câble de levage, se comporte comme un pendule dont les balancements sont néfastes pour :

- les organes mécaniques (contraintes dans les poutres et charpentes) ;
- la précision d'arrêt ;
- la sécurité du personnel travaillant à proximité du pont.

Conclusion : A partir de ces considérations, l'allure de la vitesse du pont roulant est donnée sur le document DT 3/11.

Question 1 :

DT 3/11

DR 1/6

Sur le document réponse DR1 (DR page 1/6), on donne l'évolution de α durant le cycle de mise en vitesse du pont roulant.

Rechercher, au cours du mouvement, l'angle $|\alpha|$ maximal. En déduire $\tan(|\alpha|)$.

Question 2 :

Feuille de copie

Dans le cas où la charge se situe à une distance de 7 m par rapport au point d'appui sur le tambour, calculer la valeur du déplacement horizontal de la charge.

12 – Couple utile en régime permanent.

Objectif : Déterminer le couple utile du moteur permettant de déplacer le pont roulant en régime permanent.

Les études de mise en mouvement du pont roulant, transportant une charge de 30 tonnes, en régime établi, conduisent à un **couple utile** en sortie d'un **motoréducteur** de **95,5 Nm**.

Question 3 :

DT 7/11

Feuille de copie

Déterminer le couple utile C_u moteur sur l'arbre d'un moteur.

13 – Caractéristique mécanique $C_{\text{moteur}} = f(N_{\text{mot}})$ pour un moteur.

Objectif : Analyse statique et dynamique de la caractéristique du couple utile du moteur.

La référence du motoréducteur triphasé retenu est : **MUB 2402 LS112 4 kW 230 V**. Ses caractéristiques sont données dans le dossier technique DT 7/11. On rappelle que celles-ci sont données pour un fonctionnement du moteur alimenté par un réseau 50 Hz.

On donne $C_{utilenominale} = 26,6 \text{ Nm}$.

Sur le document réponse DR2 (DR page 2/6), on a tracé la relation $C_{umoteur} = f(N_{mot})$ pour une fréquence est de 50 Hz. On assimile cette caractéristique à une droite passant par les deux points suivants :

- vitesse de synchronisme et $C_{umoteur} = 0$.
- vitesse nominale et $C_{umoteur} = C_{utilenominale}$.

Question 4 :

DT 7/11 Calculer les vitesses de synchronisme et nominale du moteur pour la fréquence
DR 2/6 50 Hz.
Feuille de copie Tracer et déduire le couple pour la vitesse nominale du moteur.

On vérifie que le choix de la puissance du moteur est surtout lié aux phases de démarrage.
Le couple résistant est : **$C_{résistant} = 3,17 \text{ Nm}$** .

Question 5 :

DT 9/11 Exprimer $C_{umoteur}$ en fonction de $\int \frac{d\Omega_{mot}}{dt}$ et $C_{résistant}$.
Feuille de copie

Question 6:

DT 2/11 Vérifier que $\frac{d\Omega_{mot}}{dt} = 6,27 \text{ rad.s}^{-2}$.
DT 3/11
Feuille de copie

Question 7:

DT 9/11 En déduire $C_{umoteur}$.
Feuille de copie

14 – Câblage du moteur retenu.

Objectif : Déterminer le couplage du moteur afin de le connecter au système.

La référence du motoréducteur triphasé retenu est : **MUB 2402 LS112 4 kW 230 V**. Ses caractéristiques sont données dans le dossier technique DT 7/11. On rappelle que celles-ci sont données pour un fonctionnement du moteur alimenté par un réseau 50 Hz.

Question 8 :

DT 4/11 A l'aide du dossier technique, déterminer le couplage des enroulements du moteur
DT 7/11 retenu. Expliquer votre réponse.
Feuille de copie

Question 9 :

Feuille de copie Dessiner sur votre copie la plaque à bornes normalisée, ainsi que le couplage trouvé précédemment.

2 – ETUDE DE L'ARBRE ELECTRIQUE.

Sur les ponts roulants de faible envergure, la liaison entre les deux galets est réalisée par l'intermédiaire d'un arbre mécanique entraîné par un moteur. Ceci permet aux deux galets de fonctionner à la même vitesse.

Au niveau du pont roulant PR4, étant donné l'éloignement des deux galets, la technologie utilisée est celle de l'arbre électrique. Celui-ci est constitué de deux moteurs pilotés par un seul variateur de vitesse.

21 – Etude du variateur de vitesse.

Objectif : Choisir, câbler et paramétrer un variateur de vitesse pour obtenir le cycle de fonctionnement donné dans le dossier technique DT 3/11.

La référence du motoréducteur triphasé retenu est : **MUB 2402 LS112 4 kW 230 V**. Ses caractéristiques sont données dans le dossier technique DT 7/11. On rappelle que celles-ci sont données pour un fonctionnement du moteur alimenté par un réseau 50 Hz.

Question 10 :

DT 4/11 A l'aide de la documentation technique du variateur de vitesse, déterminer la
DT 10/11 référence du variateur de vitesse à associer avec la motorisation retenue.
Feuille de copie

Question 11 :

DT 5/11
DT 6/11 En cas de défaut du variateur de vitesse, le frein à manque de courant stoppe le pont
DR 3/6 roulant. Sur les documents réponse DR3 et DR4 (DR page 3/6 et 4/6), compléter les
DR 4/6 schémas de puissance et de commande concernant l'alimentation du frein à manque
de courant en vous aidant du schéma de commande du variateur (DT 6/11).

La phase de démarrage lors du déplacement en charge est décomposée en trois étapes. Ce type de démarrage permet de limiter le balancement de la charge et la fatigue de la mécanique. La vitesse de déplacement est maximale lorsque le variateur de vitesse délivre une tension de fréquence 50 Hz.

Question 12 :

DT 2/11 A l'aide du cycle de fonctionnement (DT 3/11), compléter les tableaux sur le document
DT 3/11 réponse DR5 (DR page 5/6) pour déterminer les réglages des paramètres ACC et
DR 5/6 DEC à effectuer au niveau du variateur de vitesse.

Le variateur est paramétré en mode de fonctionnement $U/f = \text{constant}$. Au niveau de la caractéristique donnée sur le document réponse DR2 (DR page 2/6), on rappelle qu'à tout changement de fréquence des tensions de sortie du variateur, on fait correspondre un déplacement parallèle de la caractéristique $\text{Cumoteur} = f(N_{\text{mot}})$. On rappelle également que $\text{Crésistant} = 3,17 \text{ Nm}$.

Question 13 :

DT 3/11 On se place aux instants où le pont roulant se déplace en moyenne vitesse (vitesse
DT 9/11 constante). Quelle relation a-t-on entre Cumoteur et Crésistant ?
Feuille de copie

Question 14 :

DT 3/11 Vérifier que $N_{\text{mot}} = 419,2 \text{ tr.min}^{-1}$.
DT 7/11
Feuille de copie

Question 15 :

DR 2/6 Placer ce point de fonctionnement sur le document réponse DR2 (DR page 2/6).

Question 16 :

DT 7/11 Sur le document réponse DR2 (DR page 2/6), tracer la nouvelle caractéristique
DR 2/6 $\text{Cumoteur} = f(N_{\text{mot}})$.
Feuille de copie En déduire la nouvelle vitesse de synchronisme.
Déterminer la fréquence des tensions à la sortie du variateur.
Déterminer la valeur efficace de la tension entre phases en sortie du variateur.

Etude de la phase de freinage.**Question 17 :**

DT 2,3 et 9/11 Calculer l'énergie cinétique emmagasinée par le pont roulant en charge juste avant le freinage.
Feuille de copie

Question 18 :

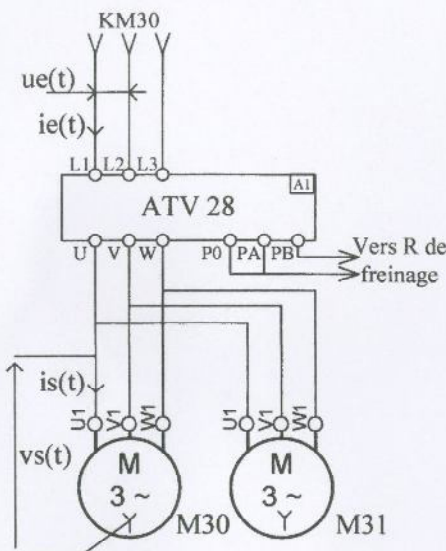
DT 3 et 9/11 Pendant la phase de freinage, calculer la puissance moyenne fournie au variateur.
Feuille de copie

Question 19 :

DT 4/11 Rechercher les caractéristiques de la résistance de freinage.
Feuille de copie Calculer la valeur efficace du courant circulant dans la résistance de freinage.

22 – Etude des grandeurs électriques en amont et en aval du variateur.

Objectif : A partir de relevés industriels, rechercher les caractéristiques électriques et mécaniques.



Sur le document réponse DR6 (DR page 6/6), on donne le relevé des grandeurs suivantes :

- $ue(t)$: Tension entre les phases 1 et 2 à l'entrée du variateur.
- $ie(t)$: Courant dans la phase 1 à l'entrée du variateur.
- $vs(t)$: Tension simple entre la phase 1 et le neutre au niveau du moteur.
- $is(t)$: Courant dans la phase 1 du moteur.

Question 20 :

DR 6/6 Sur le document réponse DR6, attribuer à chaque voie d'oscilloscope une des quatre grandeurs précédemment définies.

Question 21 :

DT 2/11 On suppose que la voie 2 (Relevé1) correspond à l'observation du courant absorbé par un moteur.
DT 3/11 Rechercher la valeur maximale de ce courant.
DR 6/6 En déduire sa valeur efficace.
Feuille de copie Déterminer la fréquence de ce courant.
Cette fréquence correspond-elle à la petite, moyenne ou vitesse maximale ?

Question 22 :

DR 6/6 On donne l'origine des phases (axe OO').
Feuille de copie Rechercher le déphasage (φ) du courant étudié question 21 par rapport à cette origine.
En déduire le $\cos(\varphi)$ de ce courant.

Question 23 :

DT 8/11 Dans le dossier technique (DT 8/11), on donne le relevé du spectre des harmoniques d'une des quatre grandeurs précédentes.
Feuille de copie Indiquer à quelle grandeur correspond le relevé.

3 – ETUDE DE LA SYNCHRONISATION DES GALETS MOTEURS.

Pour s'assurer que les deux galets moteurs du pont roulant se déplacent à la même vitesse, chaque axe moteur est équipé d'un codeur absolu. Les informations issues des codeurs sont comparées entre elles et en cas d'inégalité le pont roulant s'arrête. Lors du déplacement, la différence de position entre les deux galets doit être inférieure à 1 cm.

Etude du codeur absolu.

Objectif : Choisir un codeur pour satisfaire au cahier des charges.

Question 24 :

Feuille de copie Citer les types de codeur que vous connaissez.

Question 25 :

Feuille de copie Dans notre système, quel est l'intérêt d'utiliser un codeur absolu ?

Question 26 :

DT 2/11 A l'aide de la documentation technique (DT 11/11), rechercher la référence du codeur installé.

DT 11/11

Feuille de copie Nota : le codeur a une taille 18, simple tour à axe plein.

Question 27 :

DT 2/11 Le codeur absolu utilisé est de type « Code Gray ». La période du signal correspond à 4 points.

DT 3/11

Lors de la phase retour :

- Calculer la vitesse du galet, en déduire la durée d'un tour.
- Déterminer le nombre de périodes sur un tour codeur.
- Calculer la durée d'une période, en déduire la fréquence émise par le codeur.