

CONCOURS GENERAL 2009

ELECTROTECHNIQUE

CORRIGE PARTIE D MECANIQUE

D.1. MISE EN SITUATION

D.1.1. Sur les plans de la salle de spectacle DT D1 et DT D2 :

- Repérer les porteuses en les coloriant en bleu.
- Repérer le grill en le coloriant en vert.
- Repérer les moto-réducteurs en les coloriant en rouge.

D.1.2. Trouver la longueur L d'une porteuse :

$$L = 19,4 \text{ m}$$

Les porteuses sont des tubes 52X2 en acier ; déterminer la masse m_p d'une porteuse en consultant le dossier technique :

$$m_p = 19,4 \cdot 2,47 = 47,918 \text{ kg}$$

D.1.3. Mesurer sur le document DT D1 la hauteur H entre le parquet de la scène et le grill.

$$H = 15 \text{ m}$$

En tenant compte de cette mesure et des indications données précédemment, quelle est la hauteur de levage minimale $H_{levée}$ que doit assurer le système ?

$$H_{levée} = 15 - 1 = 14 \text{ m}$$

Est-ce que la hauteur de levage annoncée par le constructeur (voir le plan de l' « ensemble motorisation » doc. DT D6) convient pour assurer la hauteur minimale de levage ?

Hauteur de levage constructeur : 15 m

$H_{levée} < H_{constructeur}$: la hauteur de levage constructeur convient

D.1.4. Quelle est la fonction du frein-moteur intégré dans les moto-réducteurs ?

En fonctionnement normal, freiner la porteuse pour l'arrêter en position.

D.1.5. Quelle est la fonction du frein interposé entre le moto-réducteur et le tambour ?

Si il y a casse du moto-réducteur, le frein de sécurité permet le freinage et l'arrêt rapide du tambour afin d'arrêter la chute des porteuses.

D.2. Vérification du système existant

D.2.1. Détermination des efforts exercés par les câbles sur la porteuse

En appliquant le Principe Fondamental de la Dynamique, déterminer la valeur de la force appliquée par chacun des câbles :

$$7.F - (m_p + m_a).g = (m_p + m_a)..a$$

$$F = (m_p + m_a).(g + a) / 7$$

$$F = 400.(9,81 + 0,75) / 7 = 4224/7 \quad F = 603,43 \text{ N}$$

D.2.2. Vérification du câble.

Déterminer, en consultant le dossier technique, un câble pouvant convenir en prenant un coefficient de sécurité adéquat (donner sa référence et son diamètre d) :

Coef. de sécurité : $2 \times 5 = 10$ (DT5), d'où la force de traction dans les câbles : $T = 603,43 \text{ daN}$

DT4 donne pour une charge de rupture de 650 daN, un câble KABAV130 de diamètre 3 mm

Est-ce que la valeur du câble existant est justifiée ?

Le constructeur a préféré choisir une section de câble (diamètre 4 mm) un peu supérieure à celle calculée, augmentant encore le coef de sécurité à moindre coût.

D.2.3. Vérification du diamètre du tambour d'enroulement

Déterminer le diamètre du tambour D_p afin de respecter les conditions imposées sur le document DT D7 (document relatif à l'usinage du tambour) et la longueur L_{max} :

Longueur de tambour correspondant au câble enroulé :

$$L_{\text{tambour enroul}} = L_{\text{max}} - L_{\text{espacement}} - L_{\text{reserve}} - L_{\text{entreflasque}}$$

$$L_{\text{tambour enroul}} = 1300 - (6 \cdot 60) - (7 \cdot 3 \text{ toursmorts} \cdot \text{pas}) - (2 \cdot \text{pas})$$

$$L_{\text{tambour enroul}} = 1300 - (6 \cdot 60) - (7 \cdot 3 \cdot 1,2 \cdot 4) - (2 \cdot 1,2 \cdot 4) = 829,6 \text{ mm}$$

$$\text{Longueur de câble enroulé (course du câble)} : L_{\text{max}} = 15000 = n \cdot \pi \cdot D_p$$

$$(n : \text{nombre d'enroulement}) ; \text{d'où } n = 15000/\pi \cdot D_p$$

$L_{\text{tambour enroul}}$ peut aussi s'exprimer en fonction de n : $L_{\text{tambour enroul}} = 7 \cdot n \cdot \text{pas}$

D'où :

$$L_{\text{tambour enroul}} = 7 \cdot (1,2 \cdot 4) \cdot (15000/\pi \cdot D_p) = 834,4$$

$$D_p = 7 \cdot 1,2 \cdot 4 \cdot 15000/\pi \cdot 829,6$$

$$D_p = 193,4 \text{ mm}$$

Est-ce que cette valeur s'approche de la valeur du diamètre existant ?

Valeur du diamètre existant : 215 mm, proche du diamètre calculé

La réglementation sur le diamètre d'enroulement est-elle vérifiée ?

$22 \times d = 88 \text{ mm} = \text{diamètre minimal d'enroulement ; vérifié avec } D_p = 193,4 \text{ mm}$

D.2.4. Vérification du moto-réducteur

Déterminer la puissance utile P_{u1} nécessaire pour soulever la longueur verticale des 7 câbles :

Masse des tronçons de câble verticaux : $m_c = 17 \cdot 7 \cdot 0,063 = 7,5 \text{ kg}$

$P_{u1} = (m_c \cdot g) \cdot V = 7,5 \cdot 9,81 \cdot 0,158$

$P_{u1} = 11,62 \text{ W}$

Déterminer la puissance utile P_{u2} nécessaire pour soulever la porteuse et sa charge

$P_{u2} = 400 \cdot 9,81 \cdot 0,158$

$P_{u2} = 620 \text{ W}$

Dans la suite on considérera que la puissance utile P_u totale est égale à la somme de P_{u1} et P_{u2} .

Déterminer la vitesse de rotation N_s à la sortie du réducteur (vitesse de rotation du tambour)

$\omega_s = V / R = 0,158 / (0,215/2)$

$\omega_s = 1,47 \text{ rad/s}$

$N_s = 14,04 \text{ tr/min}$

Déterminer le couple C_s à la sortie du réducteur

$P_s = P_u / (\eta_3 \cdot \eta_4) = (11,62 + 620) / (0,98 \cdot 0,9)$

$P_s = 716,1 \text{ W}$

$C_s = P_s / \omega_s = 716,1 / 1,47$

$C_s = 487,2 \text{ N.m}$

Déterminer la puissance P_m fournie par le moteur

$P_m = P_u / (\eta_1 \cdot \eta_3 \cdot \eta_4) = (11,62 + 620) / (0,66 \cdot 0,98 \cdot 0,9)$

$P_m = 1085 \text{ W}$

En tenant compte des calculs précédents, choisir dans la documentation un moto-réducteur convenant au mieux (réducteur à roue et vis sans fin) ; est-ce que ce moto-réducteur correspond à celui choisi par le constructeur ?

SAF 67 DT90S4

D.3. Détermination d'un nouveau système de levage

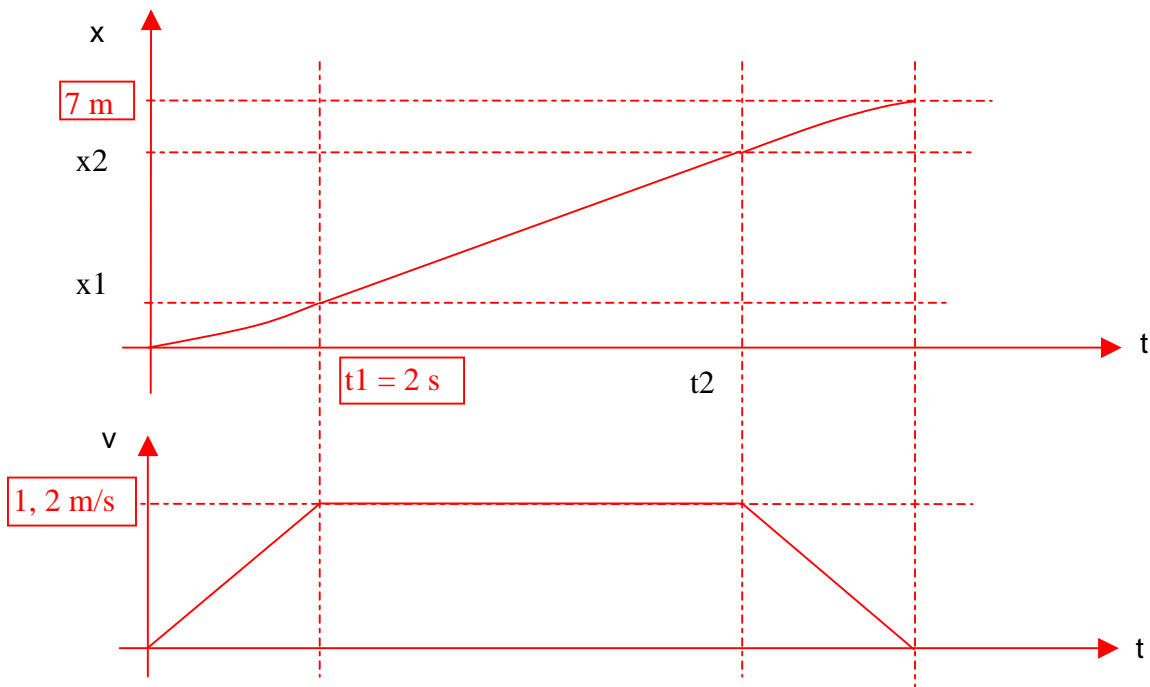
D.3.1. Détermination de l'accélération de la porteuse et de la durée du déplacement dans la nouvelle configuration.

On se place ici lors de la montée d'une porteuse durant un spectacle.

Tracer sur la figure ci-dessous l'allure des courbes de la vitesse v et déplacement x de la porteuse lors de sa montée.

Le long des axes correspondants :

- positionner les valeurs connues sur les axes (la durée totale du mouvement est pour l'instant inconnue)



Déterminer la valeur de l'accélération a :

Mvt uniformément varié : $a = \Delta v / \Delta t = 1,2 / 2$ $a = 0,6 \text{ m/s}^2$

Déterminer la durée totale du déplacement. Le cahier des charges est-il vérifié ?

Mvt uniformément varié : $x_1 = 1/2 (a \cdot t_1^2) = 0,6 \cdot 2^2 / 2$ $x_1 = 1,2 \text{ m}$
 $x_2 = 7 - 1,2$ $x_2 = 5,8 \text{ m}$

Mvt uniforme : $\Delta t = \Delta x / v$ $(t_2 - t_1) = (x_2 - x_1) / v$ $(t_2 - t_1) = 4,6 / 1,2 = 3,83 \text{ s}$

Durée totale : $t = 2 + 3,83 + 2$ $t = 7,83 \text{ s}$

D.3.2. Dimensionnement des nouveaux éléments de la transmission

A partir d'ici on se place comme dans la partie D.2. au début de la phase de montée d'une porteuse (phase d'accélération), la porteuse étant initialement chargée et située au niveau du sol.

D.3.2.1. Déterminer un câble convenant au mieux :

$$F = (m_p + m_a).(g + a) / 7 = (750 + 50). (9,81 + 0,6) / 7 \quad F = 8328 / 7 \quad F = 1190 \text{ N}$$

Avec le coef de sécurité, effort de traction : $T = 1190 \text{ daN}$

D'où le choix d'un câble KABAV145 de diamètre 4,5 mm (poids au m : 0,081 kg)

D.3.2.2. Déterminer le diamètre D_p du tambour d'enroulement

$$L_{\text{tambour enroul}} = 1300 - (6 \cdot 60) - (7 \cdot 3 \cdot 1,2 \cdot 4,5) - (2 \cdot 1,2 \cdot 4,5) = 816,8 \text{ mm}$$

$$L_{\text{tambour enroul}} = 7 \cdot (1,2 \cdot 4,5) \cdot (15000/\pi \cdot D_p) = 816,8$$

$$D_p = 221,2 \text{ mm}$$

D.3.2.4. Détermination du moto-réducteur

Avec les nouvelles données du cahier des charges et les résultats précédents, faire les calculs nécessaires au choix d'un moto-réducteur (réducteur à roue et vis sans fin) :

$$P_{u1} = (0,081 \cdot 17 \cdot 7) \cdot 9,81 \cdot 1,2 = 113,4 \text{ W}$$

$$P_{u2} = 800 \cdot 9,81 \cdot 1,2 = 9417,6 \text{ W}$$

$$P_u = 9531 \text{ W}$$

$$\omega_s = 1,2 / (0,2212/2)$$

$$\omega_s = 10,86 \text{ rad/s}$$

$$N_s = 103,7 \text{ tr/min}$$

$$P_s = P_u / (0,9 \cdot 0,98)$$

$$P_s = 10806 \text{ W}$$

$$C_s = 10806 / 10,86$$

$$C_s = 995 \text{ N.m}$$

$$P_m = 9531 / (0,9 \cdot 0,98 \cdot 0,66)$$

$$P_m = 16373 \text{ W}$$

Choix du moto-réducteur : SF 97 DV 180M4