Royaume du Maroc

Ministère de l'Education Nationale
de l'Enseignement Supérieur, de la Formation des Cadres
et de la Recherche Scientifique

Présidence du Concours National Commun 2005
Ecole Hassania des Travaux Publics
EHTP

Concours National Commun d'Admission
aux Grandes Ecoles d'Ingénieurs ou Assimilées
Session 2005

EPREUVE DE SCIENCES INDUSTRIELLES

FILIERE MP

Durée de l'épreuve : 4 heures

wadifa-info.com نماذج المباريات من موقع وظيفة إنفو

Source: www.wadifa-info.com/fr/modele-concours/1727 - Wadifa Info - page 1/14

CONCOURS NATIONAL COMMUN
D'ADMISSION AUX GRANDES ECOLES D'INGENIEURS MAROCAINES

Session : 2005
Filière : MP

Epreuve de Sciences Industrielles
Durée : 4 heures

Composition du sujet :

Le sujet comporte :
- Enoncé du sujet : pages de **1** à **7**
- Documents : Documents **1 - 2 – 3 –4 -5**

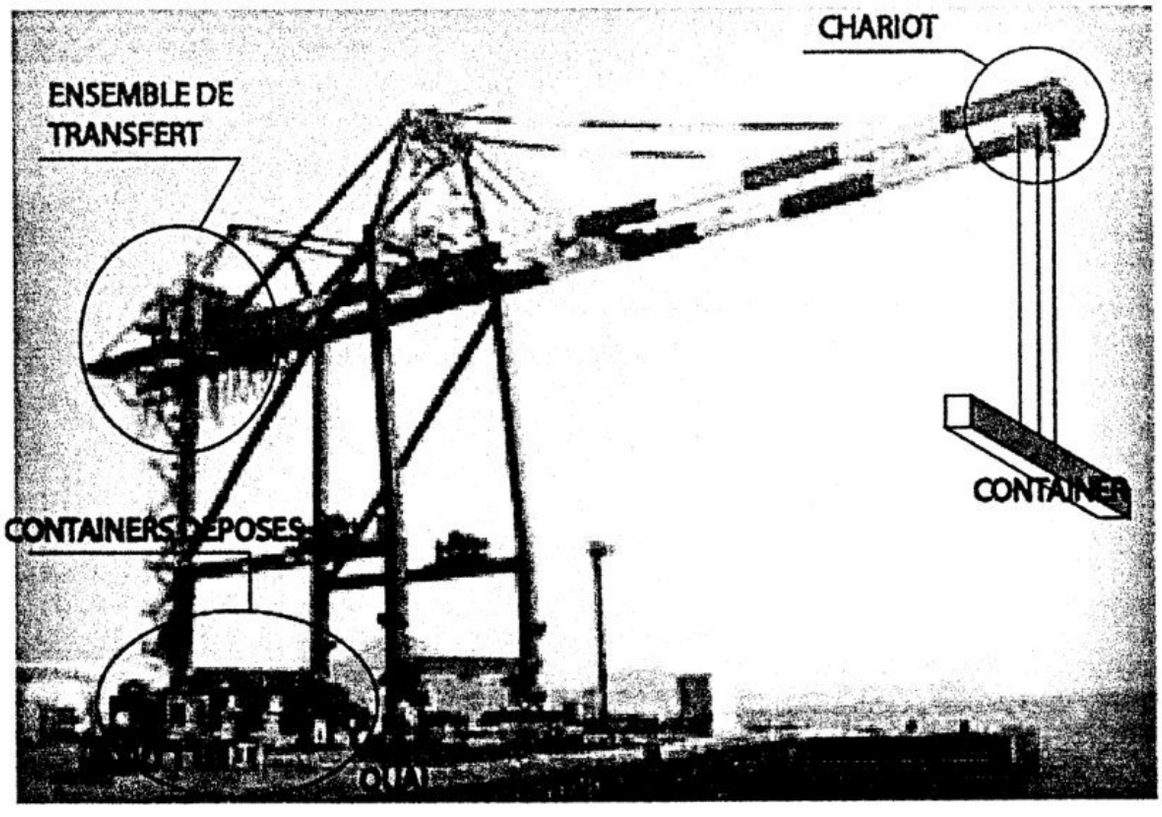
Il est conseillé de :
-Lire la totalité de l'énoncé avant de commencer l'épreuve. Si au cours de l'épreuve le candidat repère ce qui semble être une erreur d'énoncé, il le signale sur sa copie et poursuit sa composition en expliquant les raisons des initiatives qu'il est amené à prendre.
-Indiquer les numéros de chaque réponses.
-Encadrer les résultats finals.
-Faire attention à la présentation .

Aucun document supplémentaire n'est autorisé.
Calculatrice autorisée.

wadifa-info.com نماذج المباريات من موقع وظيفة إنفو
Source: www.wadifa-info.com/fr/modele-concours/1727 - Wadifa Info - page 2/14

GRUE A CONTAINERS

Cette grue (voir photographie ci-dessous) est destinée à décharger les containers d'un navire sur le quai et inversement. Le modèle proposé pour l'étude est un modèle simplifié.



I-ANALYSE FONCTIONNELLE ET STRUCTURALE.

Un pignon moteur entraîne deux tambours de montée / descente du container par l'intermédiaire d'un train d'engrenages (figure 1 document 1). Chaque tambour de montée / descente (TMD) et (TMD') comporte un régulateur de vitesse de descente (figures 1 et 2, document 1).

Le transfert du container est réalisé par un ensemble (moto-réducteur , tambours de transfert , câbles...) .(figures 1 et 3 , document 1).

Le diagramme FAST partiel de la figure 1 document 2 , décrit les fonctions principales et techniques qui seront étudiées au cours de ce sujet.

Question 1 : A partir du FAST du document-2- et des figures du document -1-, quels sont les moyens permettant de réaliser les fonctions techniques suivantes : **FT123, FT22, FT231, FT232** et **FT32 .**

II- ETUDE DE FT11 : SUPPORTER LE POIDS DU CONTAINER.

L'objet de l'étude est d'évaluer l'effort de tension maximal supporté par un câble. Ce qui permettra de déterminer, pour un matériau donné, le diamètre du câble.

wadifa-info.com نماذج المباريات من موقع وظيفة إنفو

Source: www.wadifa-info.com/fr/modele-concours/1727 - Wadifa Info - page 3/14

	Fonction technique	critère	Niveau
FT11	Supporter le poids du container	Poids du container position du centre d'inertie	Masse: 20 tonnes centre d'inertie: voir doc-3-

Hypothèses de l'étude : figure-1- du document-3-

Le container, de masse maximale M =20 tonnes , est en équilibre statique dans la position indiquée par la figure-1- du docment-3- .Les quatre câbles sont de masses négligeable , inextensibles et infiniment flexibles. Chacun des brins (i) (i=1,2,3,4) est modélisé par un solide indéformable, en liaison rotule parfaite avec le chariot en A_i et en liaison rotule parfaite avec le container en B_i .

Question 2 : Justifier cette modélisation .

Question 3 : Montrer que la résultante des actions mécaniques exercées par un câble (i) sur le container (6) est telle que : $\vec{R}(i \to 6) = -T_i\,\vec{x}$, $T_i > 0$, puis écrire les 3 équations issues du PFS (théorème de la résultante statique et celui du moment statique en C) appliqué au container (6). Quel est le degré d'hyperstatisme du système ?

Le poids du container étant très important, chaque brin (i) a subi un petit allongement élastique Δl_i tel que : $T_i = k.\Delta l_i$ où $\begin{cases} T_i : tension\ dans\ le\ cable\ (i) \\ k = 2000N/mm : constante\ de\ raideur\ du\ cable \end{cases}$

Question 4 : Montrer que l'on obtient :

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^{4} \Delta l_i - \dfrac{M.g}{k} = 0 & (1) \\ -\Delta l_1 - \Delta l_2 + \Delta l_3 + \Delta l_4 + \dfrac{2M.g.c}{k.L} = 0 & (2) \\ -\Delta l_1 + \Delta l_2 + \Delta l_3 - \Delta l_4 - \dfrac{2M.g.b}{k.l} = 0 & (3) \end{cases}$$

Des déplacements Δl_i des câbles résulte un petit déplacement du container qu'on peut décrire en un de ses points Q par le torseur des petits déplacements :

$$\{D(6)\}_Q = \begin{Bmatrix} \vec{\theta}(6) \\ \vec{u}(Q) \end{Bmatrix} \quad où \quad \begin{cases} \vec{\theta}(6)\ est\ le\ vecteur\ rotation\ de\ 6. \|\vec{\theta}(6)\|\ en\ radian \\ \vec{u}(Q)\ est\ le\ vecteur\ deplacement\ du\ point\ Q\ du\ solide\ 6. \|\vec{u}(Q)\|\ en\ mètre \end{cases}$$

Question 5 : Donner la relation vectorielle liant $\vec{u}(B_i)$ *à* $\vec{u}(C)$.

On pose $\vec{u}(C) = \delta\vec{x}$, $\vec{\theta}(6) = \alpha\vec{x} + \beta\vec{y} + \gamma\vec{z}$, $\overrightarrow{CB_i} = Y\,\vec{y} + Z\,\vec{z}$, $\vec{u}(B_i) = \Delta l_i\,\vec{x}$.

Exprimer Δl_i en fonction de $\delta, \beta, \gamma, Y\ et\ Z$. En déduire $\Delta l_1, \Delta l_2, \Delta l_3\ et\ \Delta l_4$ en fonction de $\beta, \gamma, \delta, l\ et\ L$.

Question 6 : Après avoir déterminé, puis calculé $\{D(6)\}_C = \begin{Bmatrix} \vec{\theta}(6) \\ \vec{u}(C) \end{Bmatrix}$, déterminer puis calculer $T_1, T_2, T_3\ et\ T_4$.

wadifa-info.com نماذج المباريات من موقع وظيفة إنفو

Source: www.wadifa-info.com/fr/modele-concours/1727 - Wadifa Info - page 4/14

III- ETUDE DE FT2 : TRANSFERER LE CONTAINER

	Fonction technique	critères	Niveau
FT2	Transferer le container	Accélération du chariot Vitesse du chariot Position du chariot Oscillations du container	-Longueur de transfert 60m avec ecart statique de position nul -rapidité -Angle d'oscillation $\|\theta\| \leq 5^\circ$

A- Commande en position du chariot.

La commande en position et en vitesse du chariot est réalisée selon le schéma fonctionnel (simplifié) de la figure -1-.du document-4-.

Pour obtenir la position souhaitée, on utilise une loi de commande en trapèze comme indiquée sur la fig-2- du document-4-. La vitesse maximale du chariot est obtenue pour une tension de commande Uc_{Max}=500volts.

Question 7: Calculer pour cette loi **théorique** de commande en vitesse (sans tenir compte du comportement réel du chariot):

- l'accélération a.
- les dates T2 et T3.

Question 8 : En déduire le graphe de la tension de commande Uc(t) (identique à celui ci-dessus) , puis déterminer son équation temporel en fonction de : la pente (k_c) des rampes , le temps ,l'échelon unitaire u(t) et T1 , T2 et T3 .

Déterminer alors la transformée de Laplace Uc(p) de Uc(t).

Question 9 : En utilisant la figure-1- du document -4- quel est l'écart statique de position :

$$\varepsilon_s = y(+\infty) - C \qquad où\ C : course\ (C = 60m).$$

B- Transfert du container

Pendant le transfert, le container est soumis à des oscillations au démarrage et à l'arrêt où le rangement devrait se faire sans chocs importants.

Hypothèses et données : figure-2- du document-3-

Le repère $(O;\vec{x},\vec{y},\vec{z})$ lié au bâti (0) de la grue est un repère galiléen. L'axe $(O;\vec{x})$ est verticale descendant.

Le repère $(P;\vec{x},\vec{y},\vec{z})$ est lié au chariot (5), de masse m, tel que : $\overrightarrow{OP} = y\,\vec{y}$.

Le container (6) de masse M, suspendu par quatre câbles ,infiniment flexibles, de masse négligeable, de même longueur l et qui restent parallèles, oscille par rapport au chariot 5 dans le plan $(O,\vec{x},\vec{y})$. On note $\theta = (\vec{x},\vec{x}_1) = (\vec{y},\vec{y}_1)$.

La liaison glissière entre (5) et (0) est parfaite. Le problème est supposé plan (le plan $(O;\vec{x},\vec{y})$).

Question 10 : Quelle est la nature du mouvement du container (6) par rapport au chariot (5).
En déduire le vecteur taux de rotation : $\vec{\Omega}(6/0)$.

wadifa-info.com نماذج المباريات من موقع وظيفة إنفو

Source: www.wadifa-info.com/fr/modele-concours/1727 - Wadifa Info - page 5/14

Question 11 : Déterminer le vecteur vitesse puis le vecteur accélération du centre d'inertie G du container (6) dans son mouvement par rapport au bâti (0), en fonction des paramètres θ *et* y.

Question 12 : Par application du théorème de la résultante dynamique appliqué à l'ensemble $\Sigma = \{5 \cup 6 \cup \textit{cables de suspension du container}\}$, en projection selon $\vec{y}$, déterminer la première équation de mouvement (La résultante des actions mécaniques des câbles de traction sera notée : $\vec{R}(CT \to 5).\vec{y} = \Delta T$).

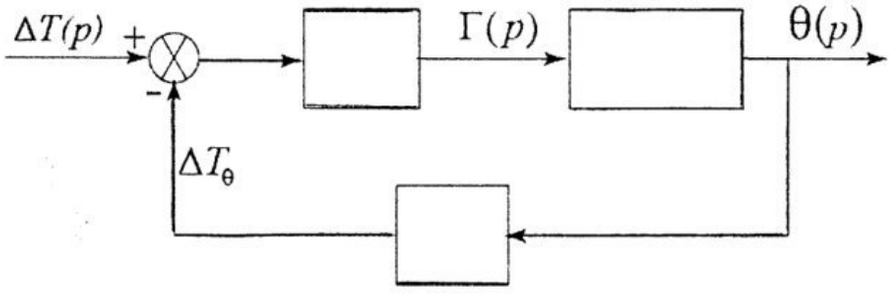
Question 13 : Par application du théorème de la résultante dynamique appliqué au container (6), en projection selon $\vec{y}_1$, déterminer la deuxième équation de mouvement.

Question 14 : Montrer, après linéarisation des équations au voisinage de $\theta = 0$, que l'on obtient les équations suivantes :

$$\begin{cases} (M+m)\ddot{y} + Ml\ddot{\theta} = \Delta T & (1) \\ \theta + \dfrac{\ddot{y}}{g} + \dfrac{l}{g}\ddot{\theta} = 0 & (2) \end{cases}$$

On note $\theta(p), \Delta T(P)$ *et* $\Gamma(p)$ *les transformées de Laplace respctivement de* $\theta(t), \Delta T(t)$ *et* $\ddot{y}(t)$.

Question 15 : Donner les transformées de Laplace des deux équations .Reproduire puis compléter le schéma bloc suivant.(Conditions initiales nulles).



Question 16 : Déterminer la fonction de transfert $\dfrac{\theta(p)}{\Delta T(p)}$, l'écrire sous forme canonique, conclure sur l'amortissement des oscillations du container.

On choisit d'agir sur l'accélération pour amortir les oscillations. La grandeur ΔT_θ sera mesurée par un capteur, corrigé par un correcteur qui délivre une tension électrique qui s'ajoute à la tension de commande du moteur : U_c .

Pour la suite , on considère le transfert des containers de masses faibles (M).

Question17 :On considère l'équation (2), quelle devrait être l'accélération $\ddot{y}$ *en fonction de* $\dot{\theta}, g, \omega_0, et\, \xi$; (ξ : le coefficient d'amortissement réduit ; ω_o : pulsation propre du container non amortie) pour que le mouvement d'oscillation du container soit libre amorti.

On pose : $\ddot{y}(t) = \Gamma_0 + \gamma(t)$ où $\Gamma_0 = u(t)\ ms^{-2}$ et $\gamma(t) = \dfrac{2.\xi}{\omega_o}.\dot{\theta}.g$.

Phase d'accélération :

Question 18 : Réécrire l'équation (2). Pour $\xi = 0,2$, tracer l'allure de $\theta(t)$ .Calculer en degrés $|\theta_{Max}|$.

wadifa-info.com نماذج المباريات من موقع وظيفة إنفو

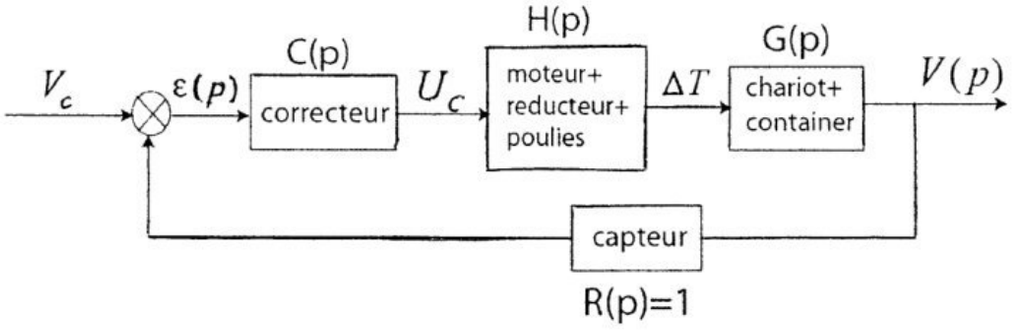
Source: www.wadifa-info.com/fr/modele-concours/1727 - Wadifa Info - page 6/14

Phase de transfert à vitesse constante :

Question 19 : L'accélération Γ_0 est nulle .Quelle est la valeur de θ en régime permanent ?

Asservissement de vitesse :

L'asservissement de la vitesse du chariot est réalisé selon le schéma bloc suivant :



On pose $\dot{y}(t) = V_0 + v(t)$ où $V_0 = u(t)$ $en\, ms^{-1}$.

La figure -3- du document -4- représente la réponse $\Delta T(t)$ à un échelon d'amplitude $U_C(t) = 500\, volts$

Question 20 : identification de $\frac{\Delta T(p)}{U_c(p)}$

20-a- Quel est l'ordre du système, justifier.
20-b- Quel est son gain statique K et quel est son temps de réponse à 5%.
20-c- On admet pour ce système un modèle de premier ordre.

Quelle est sa constante de temps τ ? En déduire $\frac{\Delta T(p)}{U_c(p)}$ sous forme canonique.

Dans le domaine fréquentiel, et pour des faibles fréquences, on admet que:

$$\frac{V(p)}{U_c(p)} = \frac{10^{-3}}{p.(1+0.5p)} .$$

Question 21 : Pour C(p)=1, Tracer (sur votre copie) les diagrammes asymptotiques et l'allure des courbes de Bode de la fonction de transfert en boucle ouverte Hbo(p) de l'asservissement.
Placer sur les diagrammes la marge de phase . Quelle est sa valeur?

Question 22 : Pour C(p)=C=constante ,déterminer C pour que la réponse indicielle $\dot{y}(t)$ soit la plus rapide possible.

Question 23 : L'étude du système non linéaire d'un transfert donne les courbes de variation de :

(document-5-)

-la vitesse du chariot pour amortir les oscillations du container
-l'angle d'oscillation
-la position du chariot.

wadifa-info.com نماذج المباريات من موقع وظيفة إنفو
Source: www.wadifa-info.com/fr/modele-concours/1727 - Wadifa Info - page 7/14

23-a- Identifier les trois courbes I, II et III,

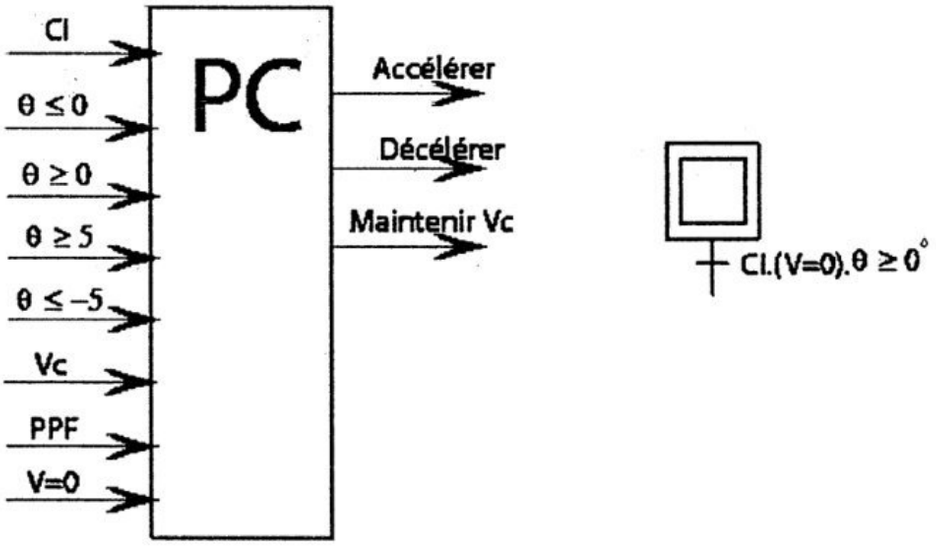
23-b- Quelle est la vitesse en régime permanent du chariot avant l'arrêt.

23-c- Quelle est l'amplitude maximale des oscillations du container autour de la position d'arrêt.

COMMANDE LOGIQUE : Cahier des charges fonctionnel.

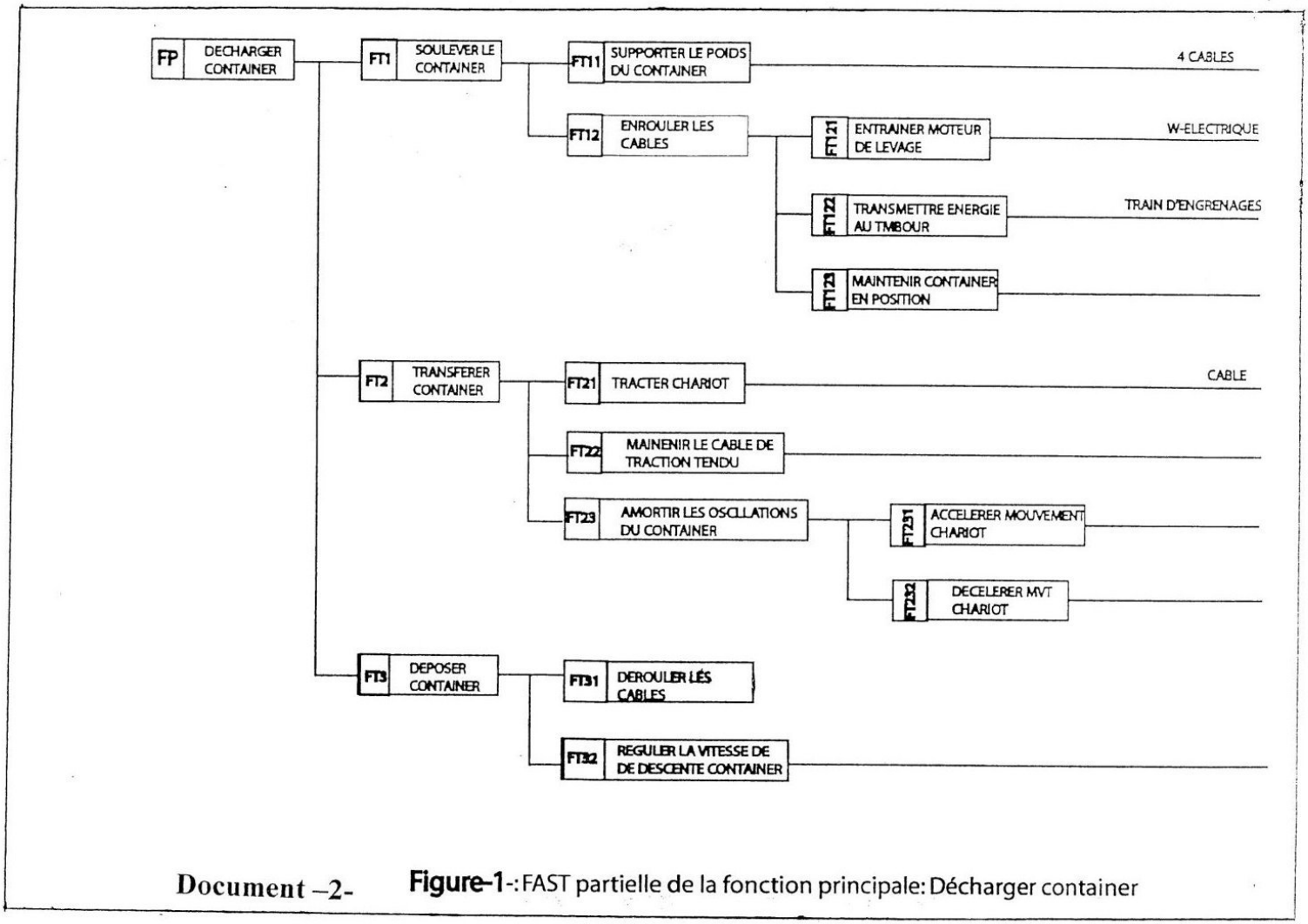
Initialement le container soulevé, oscille, la vitesse du chariot V est nulle. Dès que θ devient supérieur ou égale à 0°, le chariot accélère jusqu'à ce que θ atteint (-5°). Il décélère alors jusqu'à ce que θ devient supérieur ou égale à (0°). Puis accélère, et ainsi de suite jusqu'à ce que V soit égal à la vitesse de consigne V_C. Cette vitesse est maintenue tant que la positon pré- final (PPF) du chariot n'est pas atteinte. Lorsque PPF devient vraie, le chariot décélère jusqu'à ce que θ atteint (5°), puis accélère jusqu'à ce que θ devient inférieur ou égal à 0° et ainsi de suite jusqu'à l'arrêt complet du chariot.

Question 24 : À partir de l'inventaire des Entrées/sorties ci-dessous ; décrire au moyen d'un Grafcet, le comportement de la partie commande du chariot.



wadifa-info.com نماذج المباريات من موقع وظيفة إنفو

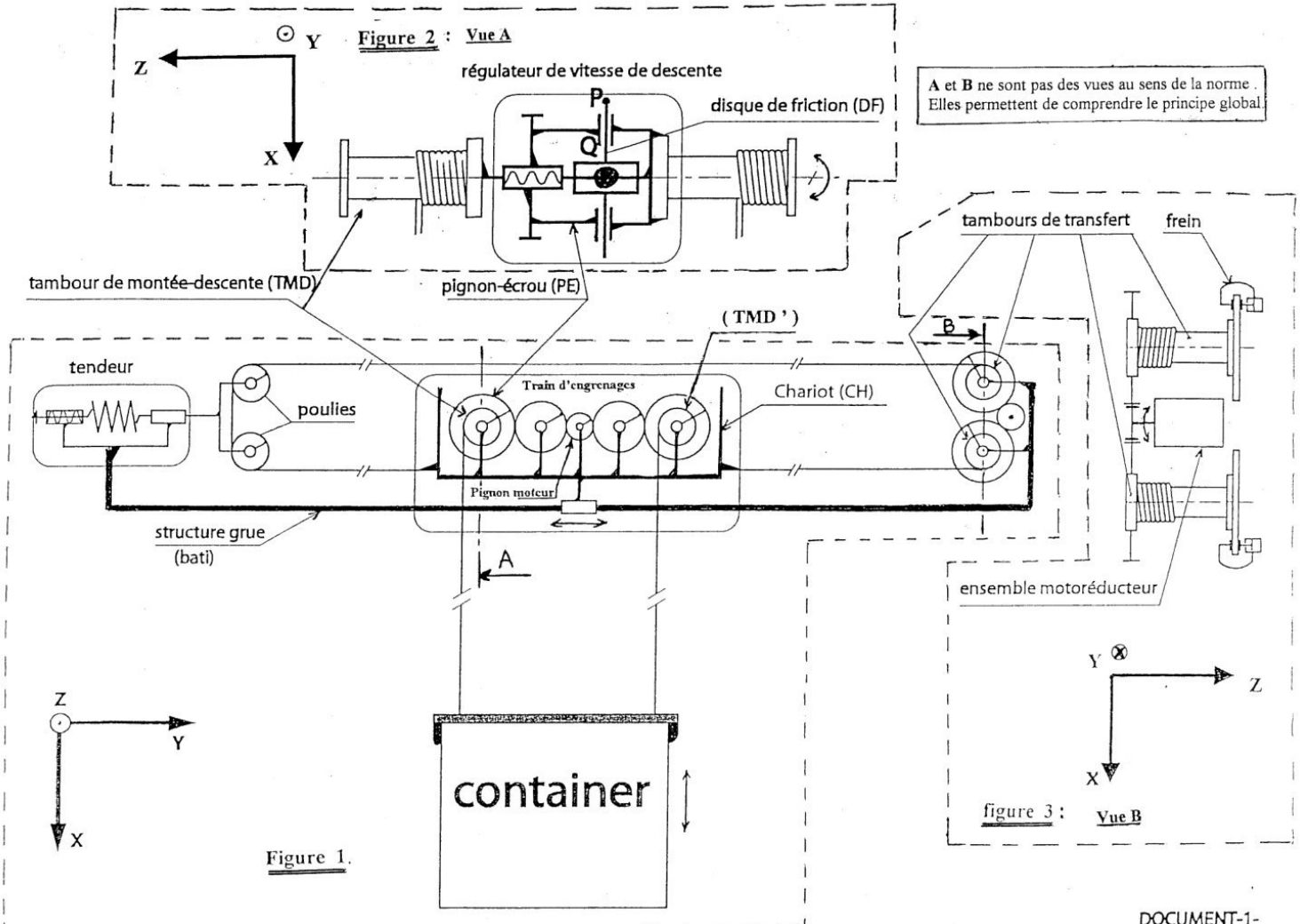
Source: www.wadifa-info.com/fr/modele-concours/1727 - Wadifa Info - page 8/14



Document –2- **Figure-1**-: FAST partielle de la fonction principale: Décharger container

wadifa-info.com نماذج المباريات من موقع وظيفة إنفو

Source: www.wadifa-info.com/fr/modele-concours/1727 - Wadifa Info - page 9/14



wadifa-info.com نماذج المباريات من موقع وظيفة إنفو

Source: www.wadifa-info.com/fr/modele-concours/1727 - Wadifa Info - page 10/14

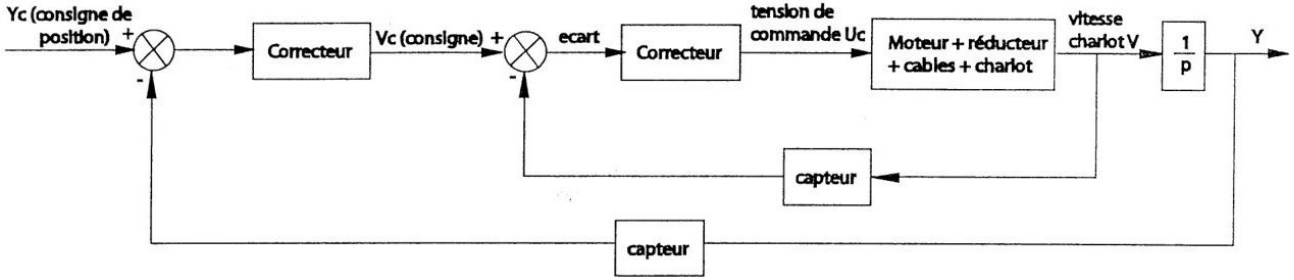


Figure-1- : Asservissement de la position et de la vitesse du charlot

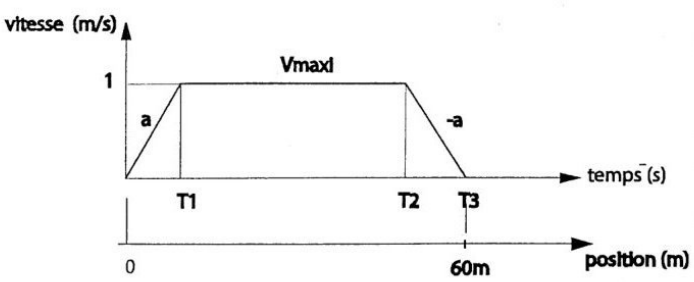


Figure-2- loi théorique de commande en vitesse du charlot.

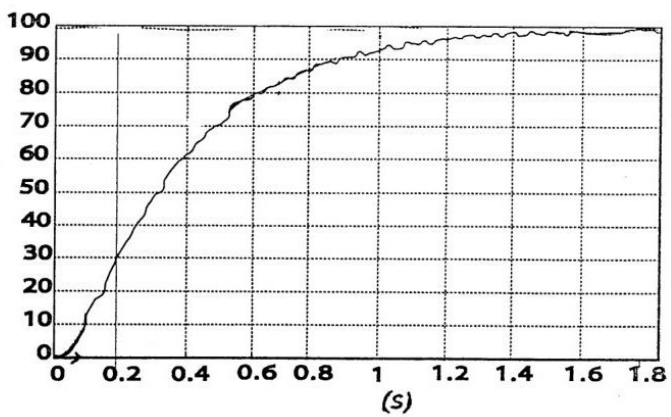
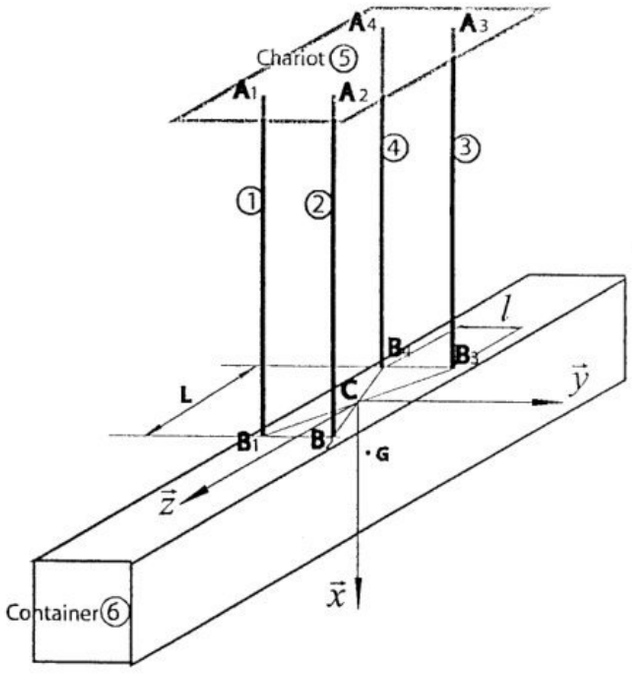


Figure-3- réponse ΔT en Newtons à un echelon de tension de 500volts

DOCUMENT-4-

wadifa-info.com نماذج المباريات من موقع وظيفة إنفو



$\overrightarrow{B_4B_1} = \overrightarrow{B_3B_2} = L\vec{z}$; $L = 3m.$

$\overrightarrow{B_1B_2} = \overrightarrow{B_4B_3} = l\vec{y}$; $l = 1,75m$

$\overrightarrow{CG} = a\vec{x} + b\vec{y} + c\vec{z}$; $b = 0,3m$; $c = 0,8m$

Accéleration de la pesanteur: $\vec{g} = g.\vec{x}$; $g = 10m.s^{-2}$.

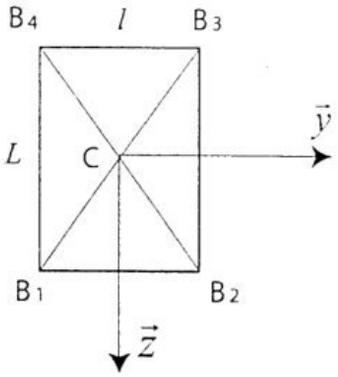


Figure-1-: Equilibre du container

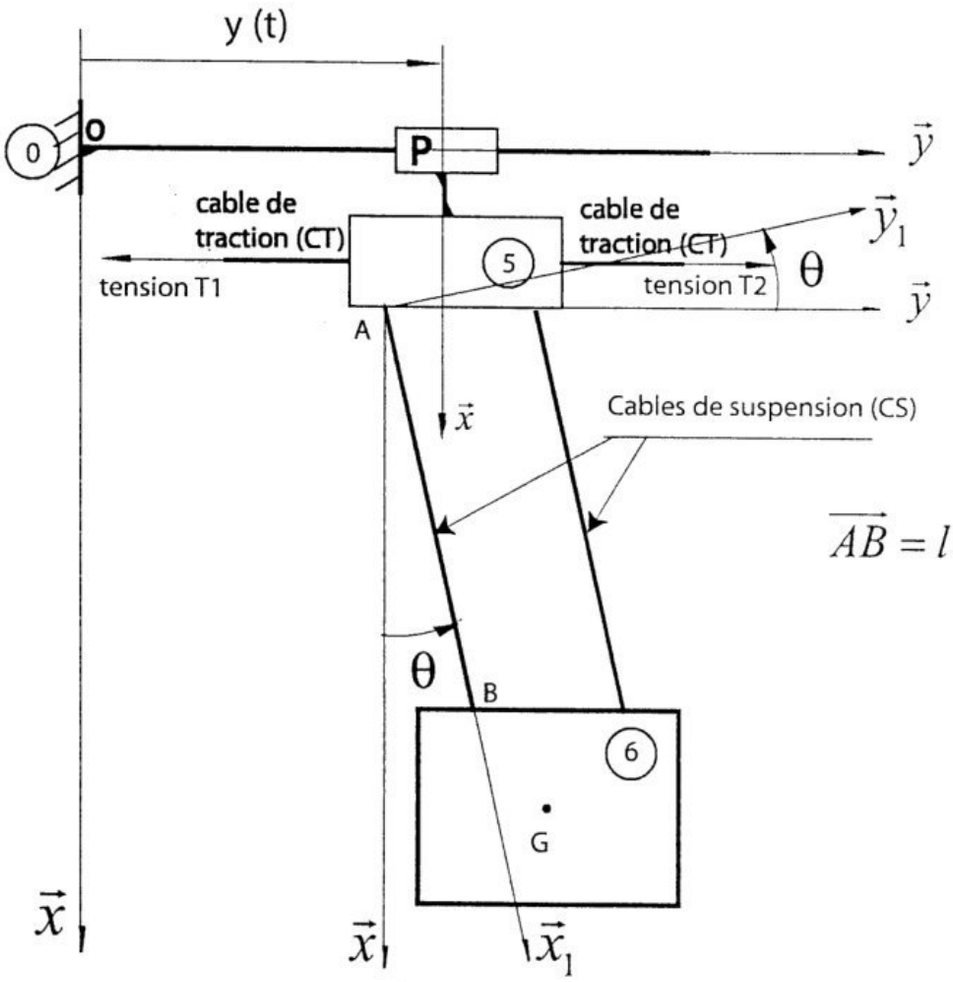
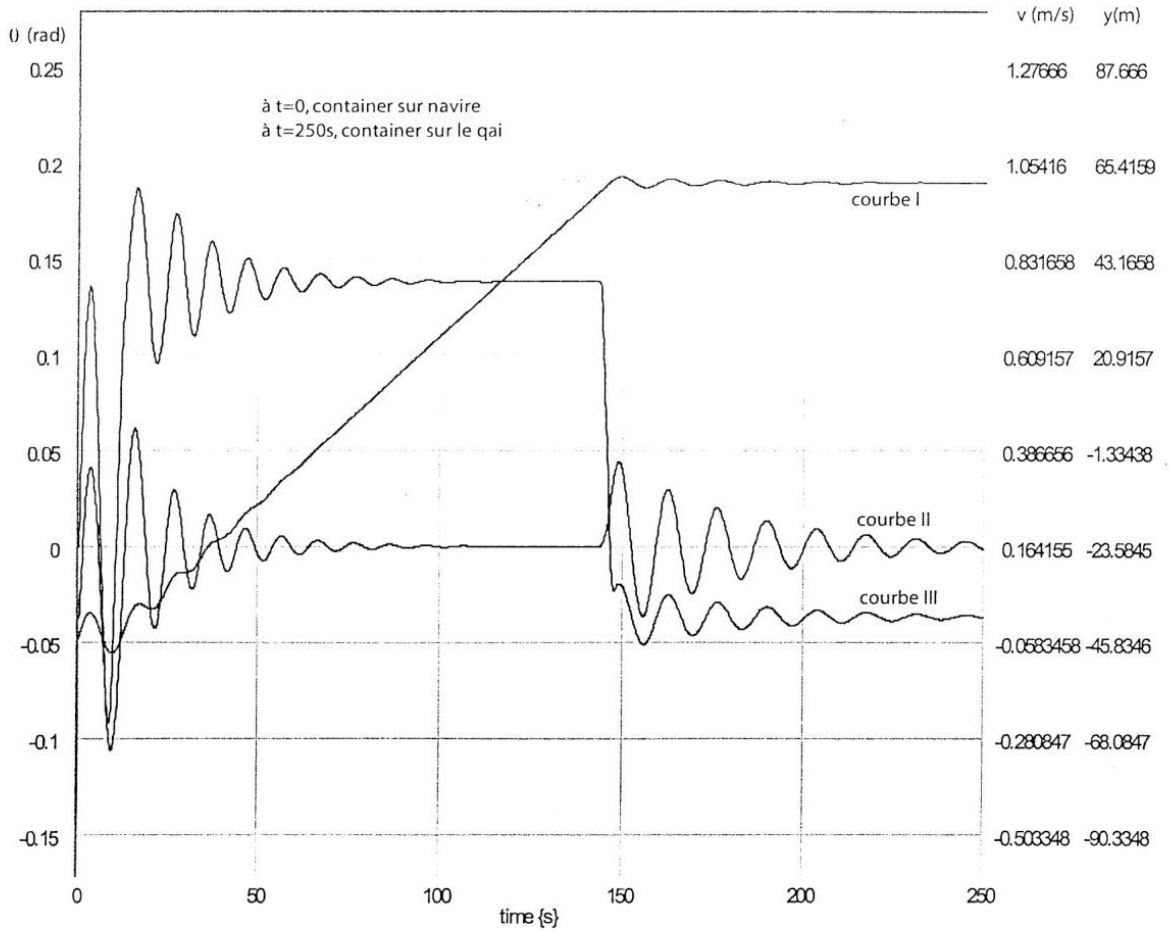


Figure-2-

DOCUMENT-3-

wadifa-info.com نماذج المباريات من موقع وظيفة إنفو

Source: www.wadifa-info.com/fr/modele-concours/1727 - Wadifa Info - page 12/14



DOCUMENT-5-

wadifa-info.com
نماذج المباريات من موقع وظيفة إنفو

Wadifa Info

www.wadifa-info.com

Le sujet suivant à préparer — **النموذج التالي للتحضير**

نموذج مباراة ولوج سلك التكوين الأساسي - المدرسة الوطنية العليا للإدارة - دورة 26 نونبر 2016 -

Modèle de concours d'accès au cycle de formation initiale – École Nationale Supérieure de l'Administration – 26 novembre

www.wadifa-info.com/fr/modele-concours/640

Chaîne WhatsApp — **قناة واتساب**

المباريات الجديدة والنتائج كل يوم

Nouveaux concours et résultats chaque jour

wadifa-info.com/wa

Chaîne YouTube — **قناة يوتيوب**

امتحانات تجريبية بالتصحيح، بالدارجة

Examens blancs corrigés, expliqués en darija

youtube.com/@wadifainfo

Envoyer à un ami — **أرسل النموذج لصديق**

شارك هذا النموذج على واتساب مع من يحضّر معك

Partagez ce sujet sur WhatsApp

wa.me