Concours National Commun (CNC), Maroc

Session 2005, filière MP

Sciences industrielles

Durée : 4 heures

Ce que traite le sujet

- I- Analyse fonctionnelle et structurale
- II- Étude de FT11 : supporter le poids du container
- III- Étude de FT2 : transférer le container, A- Commande en position du chariot
- III- Étude de FT2 : transférer le container, B- Transfert du container
- Commande logique

Sujet reproduit sans retouche à partir de la page suivante.

Résumé des parties, chapitres de cours liés et autres années : prepahelp.com/annales/cnc/mp/2005/si

Prepa Help ne revendique aucun droit sur le sujet, propriété de l'organisateur du concours.

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

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 :

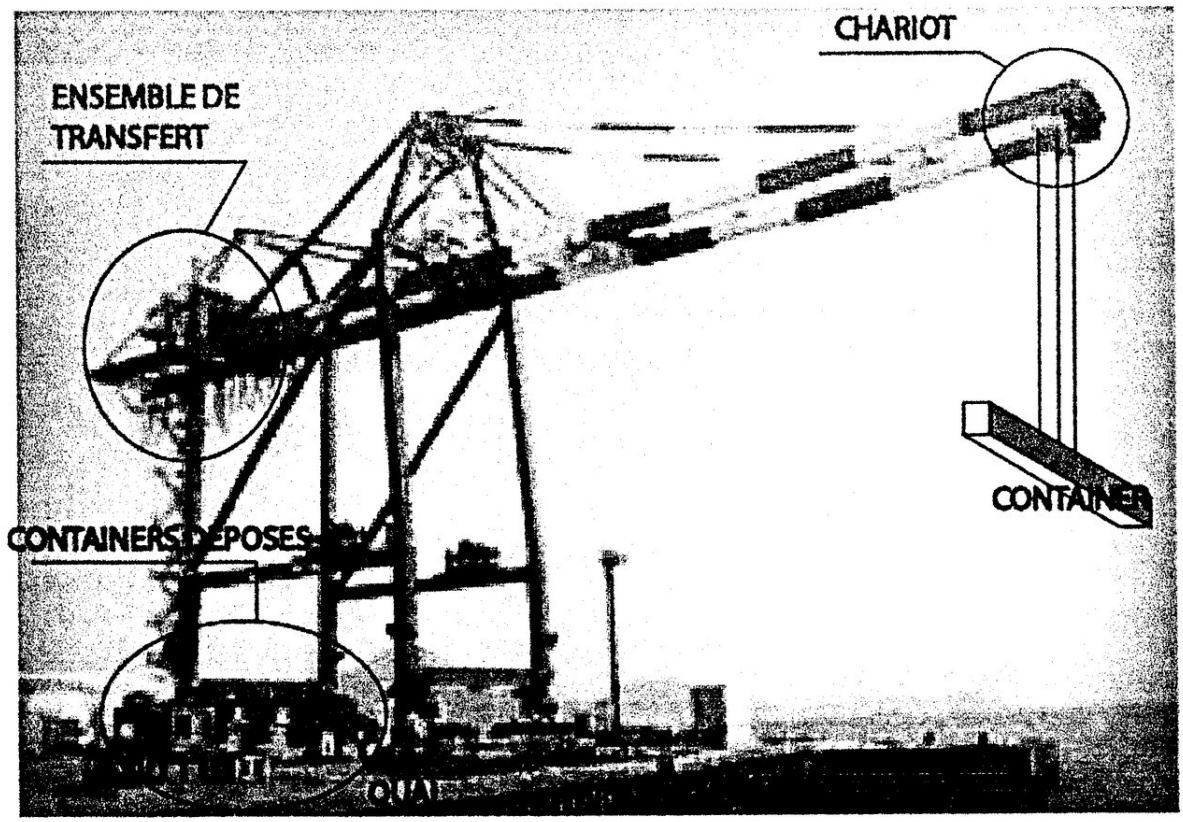
Le sujet comporte :
- Enoncé du sujet : pages de **1** à **7**
- Documents : Documents **1 - 2 – 3 –4 -5**

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.

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.

	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 :

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

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 $T_1, T_2, T_3\ et\ T_4$.

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 : $\vec{\Omega}(6/0)$.

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 : $\vec{R}(CT \rightarrow 5).\vec{y} = \Delta T$).

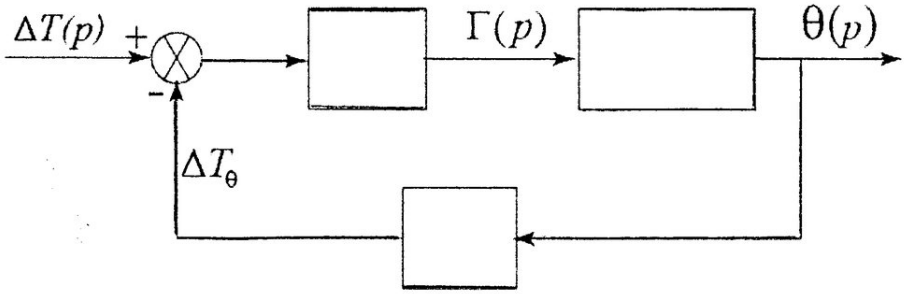
Question 13 : Par application du théorème de la résultante dynamique appliqué au container (6), en projection selon $\vec{y}_1$, déterminer la deuxième équation de mouvement.

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* ξ ; (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 :

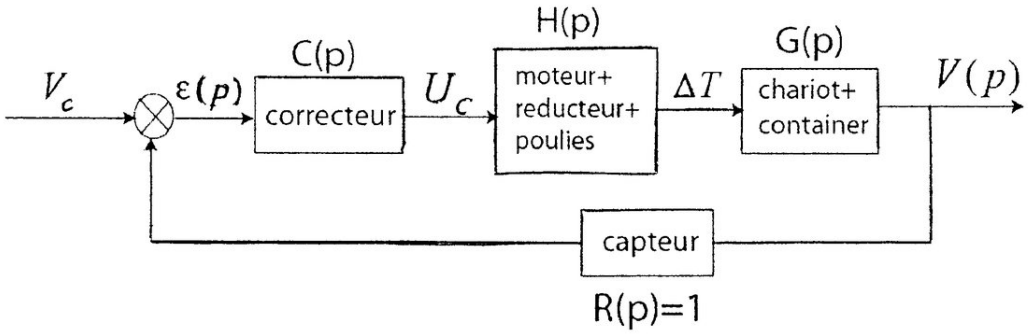
Question 18 : Réécrire l'équation (2). Pour $\xi = 0,2$, tracer l'allure de $\theta(t)$ .Calculer en degrés $|\theta_{Max}|$.

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 $\dfrac{\Delta T(p)}{U_c(p)}$

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 $\dfrac{\Delta T(p)}{U_c(p)}$ 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.

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

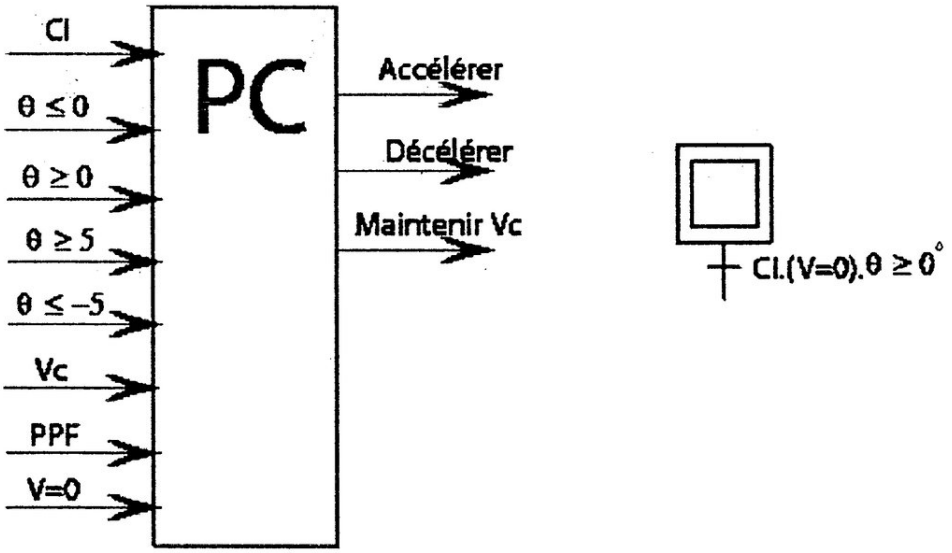
23-b- Quelle est la vitesse en régime permanent du chariot avant l'arrêt.

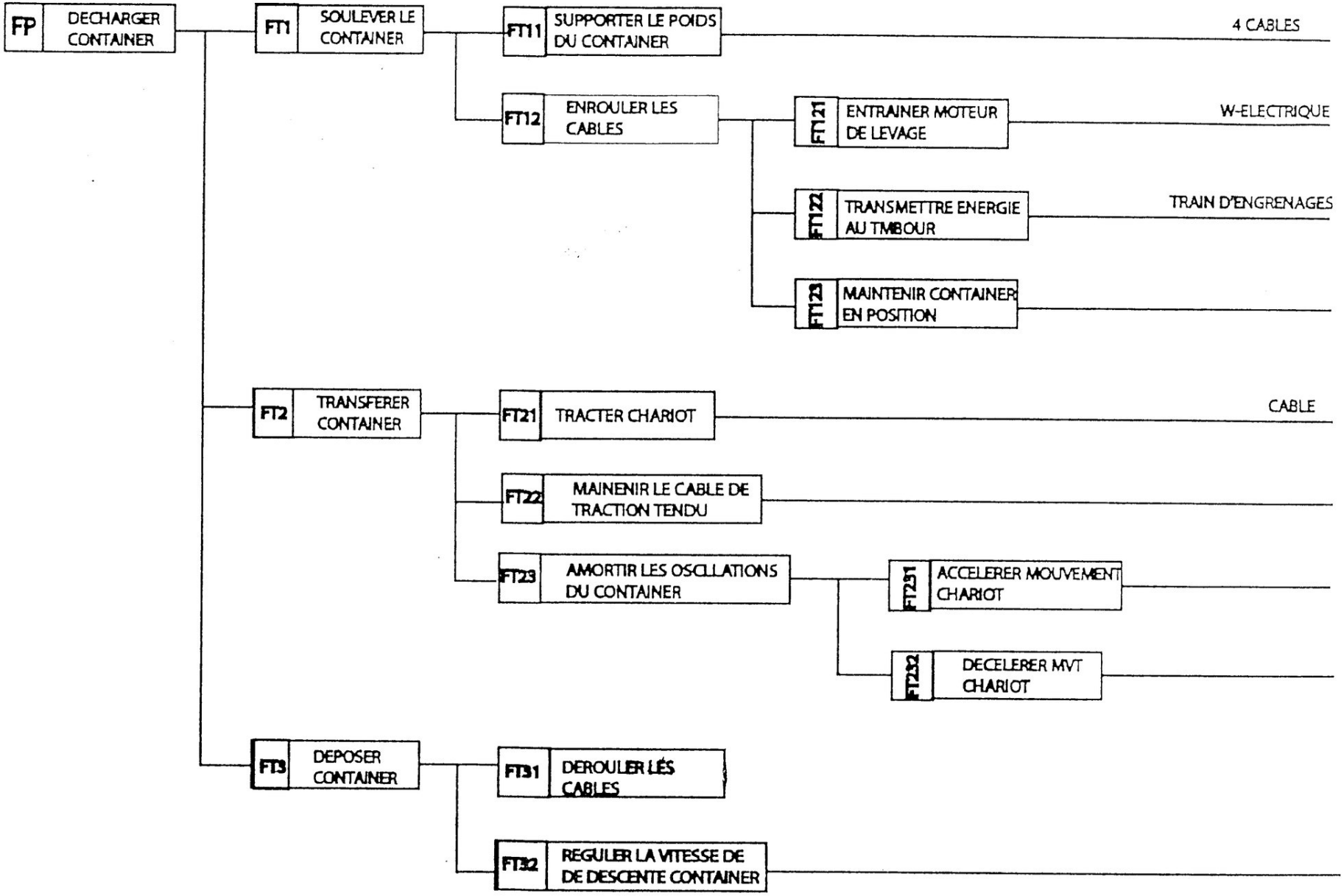
23-c- Quelle est l'amplitude maximale des oscillations du container autour de la position d'arrêt.

COMMANDE LOGIQUE : Cahier des charges fonctionnel.

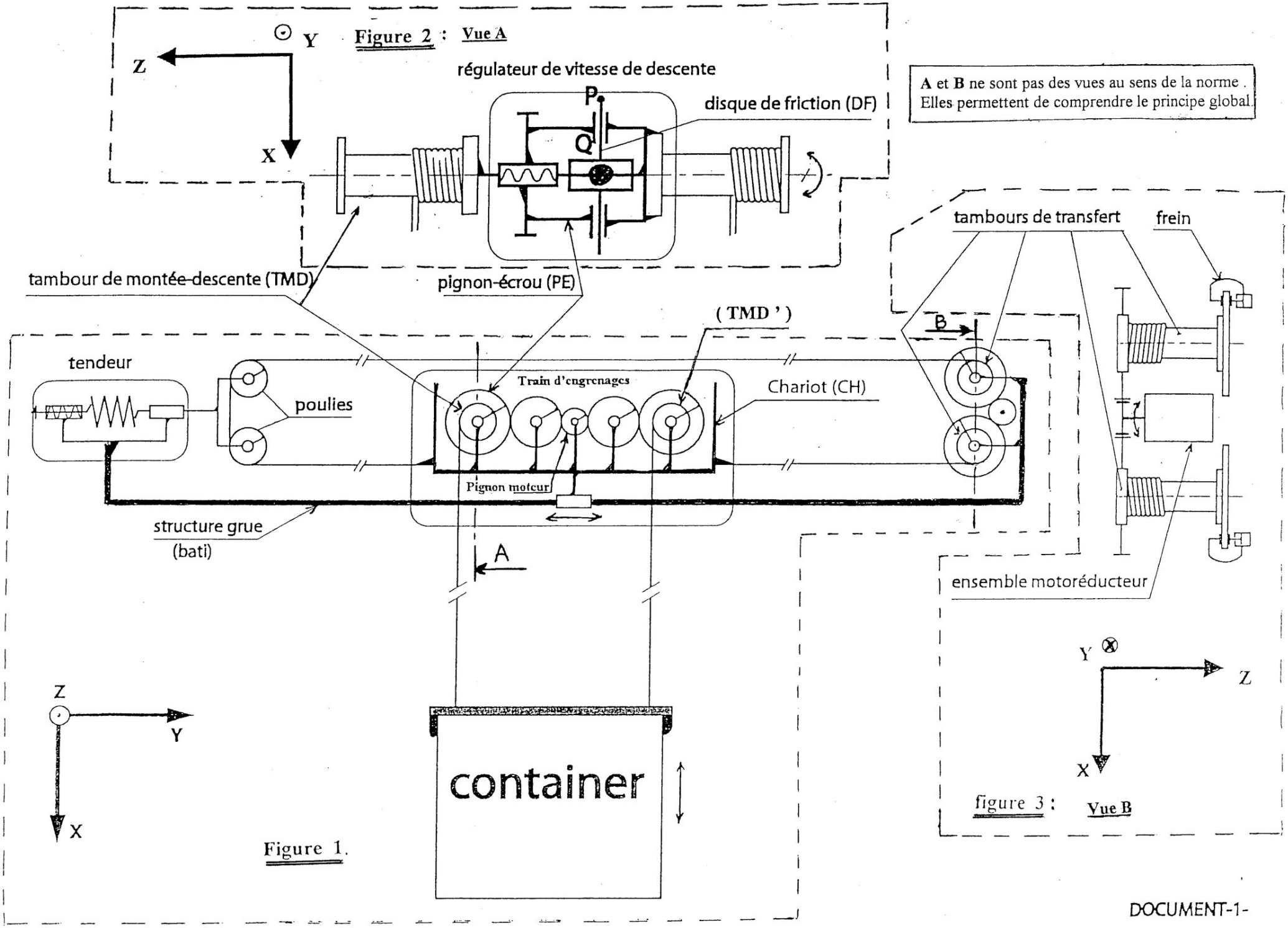
Initialement le container soulevé, oscille, la vitesse du chariot V est nulle. Dès que θ devient supérieur ou égale à 0°, le chariot accélère jusqu'à ce que θ atteint (-5°). Il décélère alors jusqu'à ce que θ devient supérieur ou égale à (0°). Puis accélère, et ainsi de suite jusqu'à ce que V soit égal 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.





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


Figure 2 : Vue A
régulateur de vitesse de descente
disque de friction (DF)
P
Q
Y
Z
X
A et B ne sont pas des vues au sens de la norme .
Elles permettent de comprendre le principe global.
tambour de montée-descente (TMD)
pignon-écrou (PE)
(TMD ')
tambours de transfert
frein
B
tendeur
poulies
Train d'engrenages
Chariot (CH)
Pignon moteur
structure grue
(bati)
A
ensemble motoréducteur
Z
Y
X
container
Figure 1.
Y
Z
X
figure 3 : Vue B

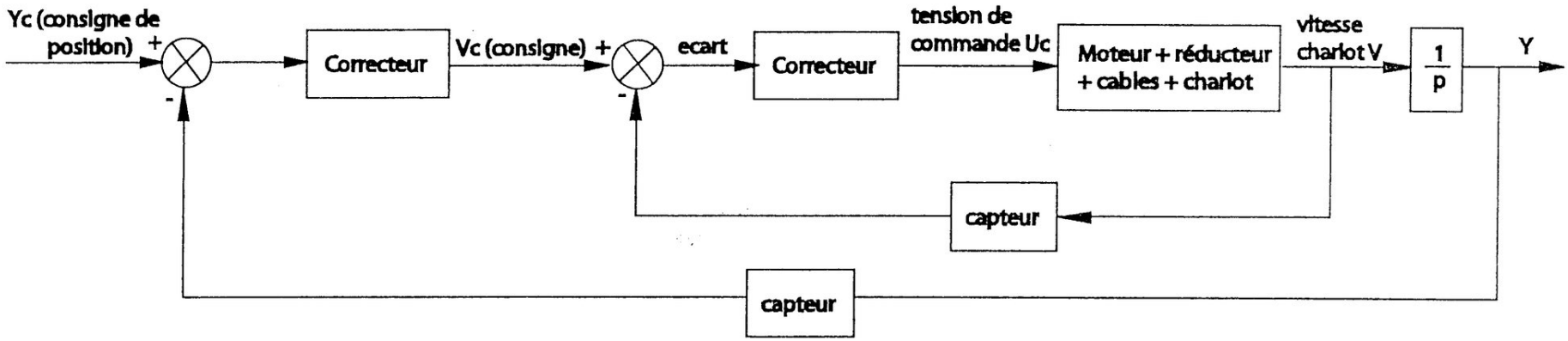
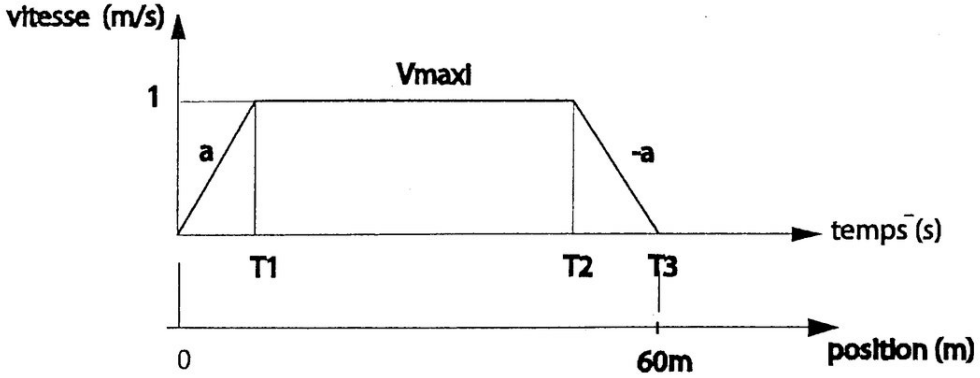


Figure-1- : Asservissement de la position et de la vitesse du chariot



T1 = 1 s T3 - T2 = 1 s
Course : 60 mètres

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

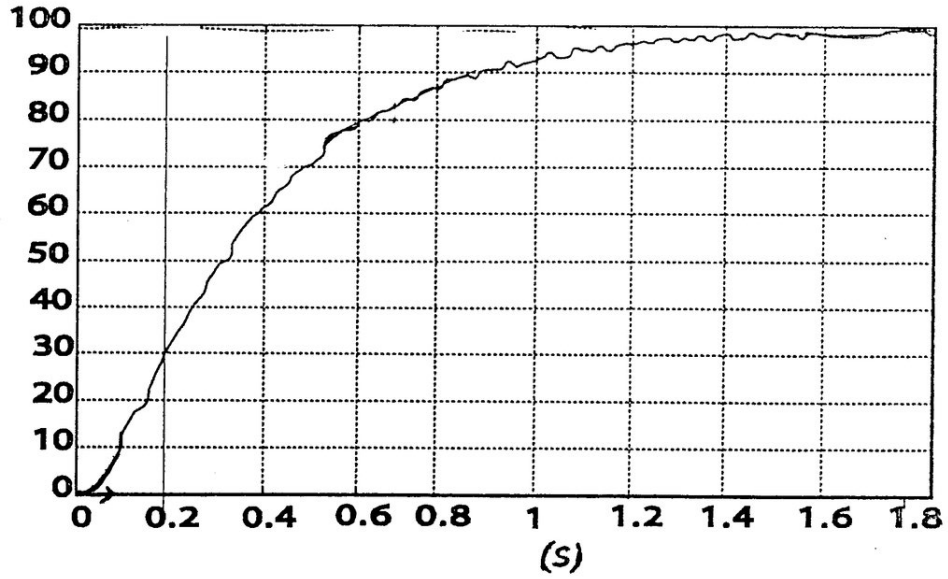
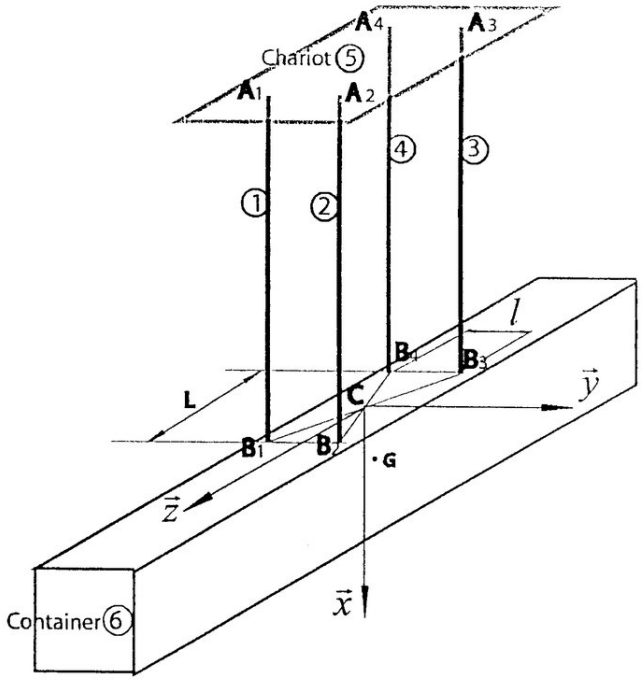


Figure-3- réponse ΔT en Newtons à un echelon de tension de 500volts

DOCUMENT-4-



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

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

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

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

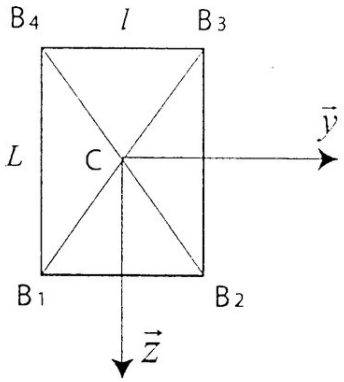


Figure-1-: Equilibre du container

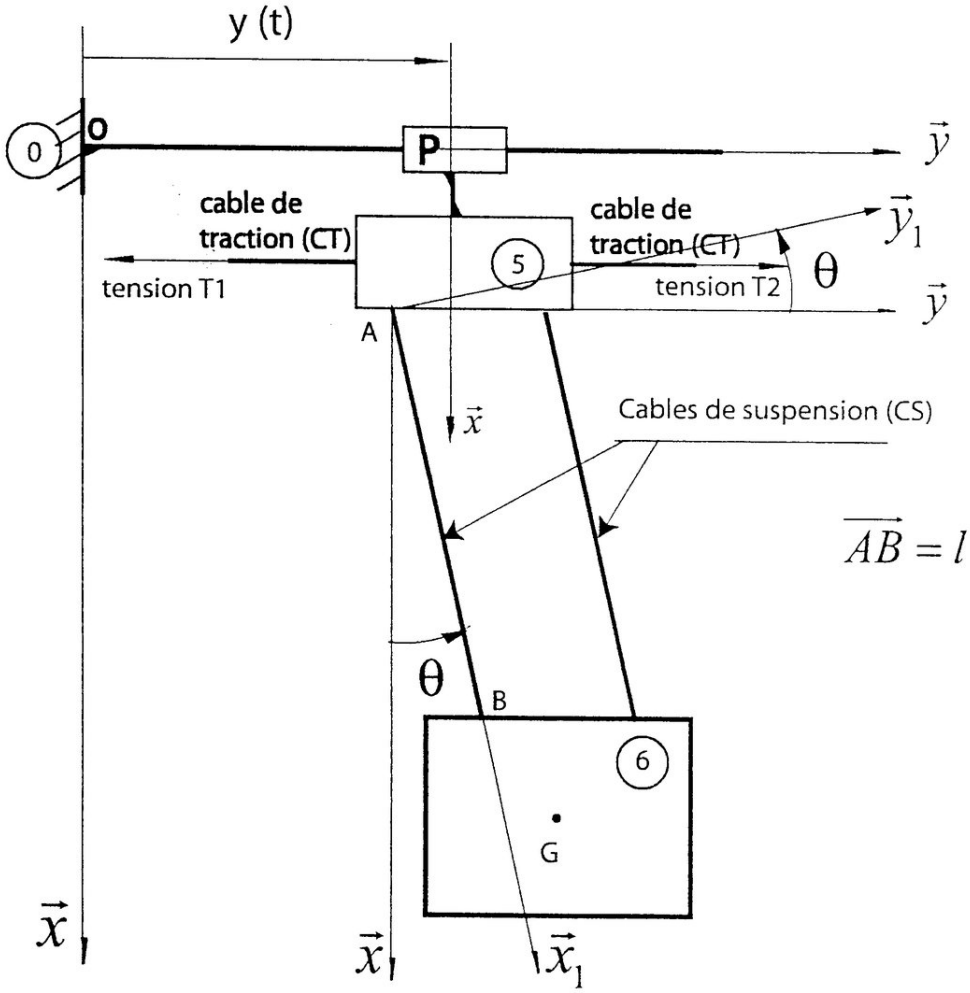
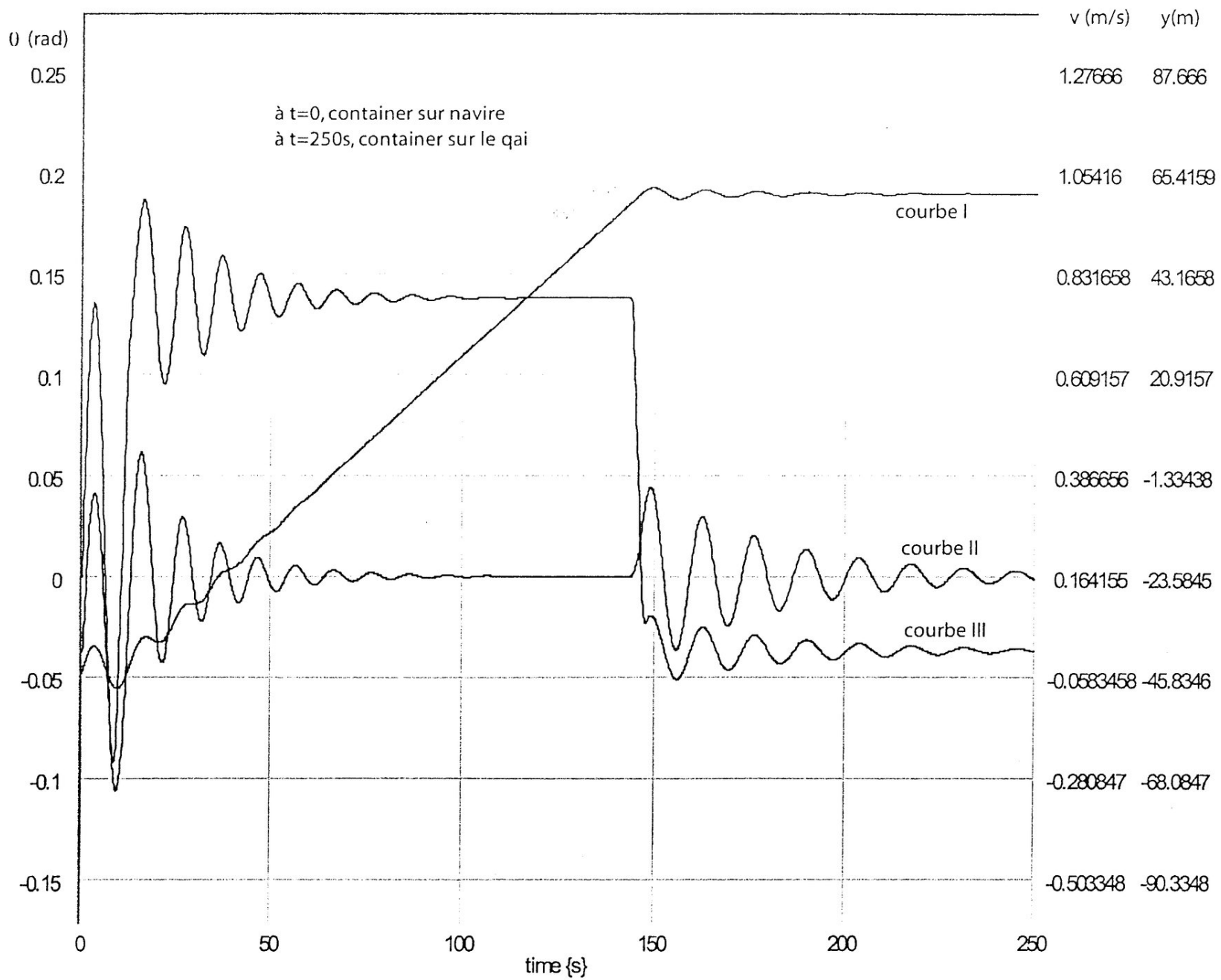


Figure-2-

DOCUMENT-3-


θ (rad)
0.25
0.2
0.15
0.1
0.05
0
-0.05
-0.1
-0.15
0
50
100
150
200
250
time {s}
à t=0, container sur navire
à t=250s, container sur le qai
courbe I
courbe II
courbe III
v (m/s)
y(m)
1.27666 87.666
1.05416 65.4159
0.831658 43.1658
0.609157 20.9157
0.386656 -1.33438
0.164155 -23.5845
-0.0583458 -45.8346
-0.280847 -68.0847
-0.503348 -90.3348

DOCUMENT-5-

Travailler les chapitres de ce sujet

Prepa Help suit le programme de MP chapitre par chapitre : cours détaillé, méthodes, pièges, exercices et problèmes corrigés pas à pas, tirés des concours. L'essai gratuit donne accès aux chapitres offerts de ta filière, sans carte bancaire.

Chapitres liés à ce sujet

- Ingénierie système : besoin, exigences et diagrammes SysML
- Architecture fonctionnelle et structurelle : chaînes d'information et de puissance
- Dynamique des systèmes de solides : principe fondamental, stratégie d'isolement, équilibrage
- Cinématique du solide : paramétrage, vitesse, taux de rotation et torseur cinématique
- Modélisation des liaisons, graphe des liaisons et schéma cinématique
- Amplificateur linéaire intégré, stabilité et rétroaction
- Équations différentielles linéaires du premier ordre
- Équations différentielles linéaires du second ordre

Ouvrir l'essai gratuit

Scanne le code ou clique sur le bouton.

prepahelp.com/#essai

Une question sur le concours ou sur ta filière : **écrire sur WhatsApp**

Les autres années et épreuves : prepahelp.com/annales/cnc/mp