Concours National Commun (CNC), Maroc

Session 2002, filière MP

Sciences industrielles

Durée : 4 heures

Ce que traite le sujet

- Présentation
- Partie I : Étude du système
- Partie II : Études statique et hyperstatisme
- Partie III : Étude dynamique
- Partie IV : Logique séquentielle
- Partie V : Asservissements
- Partie VI : Grafcet

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/2002/si

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

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

Session : 2002
Filières : M & M'

Epreuve de : Sciences industrielles

Durée : 4 heures

Composition du sujet :
Le sujet comporte 6 parties totalement indépendantes.
Texte de sujet : pages de 1 à 5 (sans cette page)
En annexe :

Document 1 : *Schéma d'implantation*
Document 2 : *Schéma cinématique*
Document 3 : *Module 4*
Document 4 : *Diagrammes SADT (à compléter)*
Document 5 : *Etude statique*
Document 6 : *Etude dynamique et logique séquentielle*
Document 7 : *Asservissement*
Document 8 : *GRAFCET*
Document 9 : *GRAFCET (suite)*
Document 10 : *GRAFCET (à compléter).*

Aucun document supplémentaire n'est autorisé.
Les calculatrices sont strictement interdites

En fin de l'épreuve, le candidat doit rendre :

- *La copie d'examen soigneusement paginée*
- *Le document 4*
- *Le document 10.*

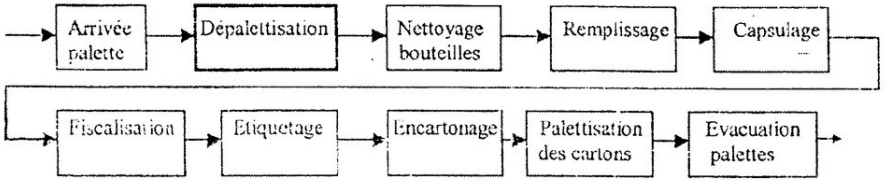
(Si au cours de l'épreuve le candidat repère ce qui lui semble une erreur d'énoncé, il le signal sur sa copie et poursuit sa composition en notant et expliquant les raisons des initiatives qu'il est amené à prendre.
Les hypothèses classiques utilisées par l'ingénieur en sciences industrielles lors de l'étude d'un système ne sont pas systématiquement énoncées dans le sujet, le candidat pourra formuler celles qu'il juge nécessaire.)

Présentation

1- L'activité de l'entreprise

L'usine est spécialisée dans le conditionnement des boissons gazeuses distribuées dans le marché national.

2- Synoptique de la chaîne d'embouteillage des boissons (document 1).

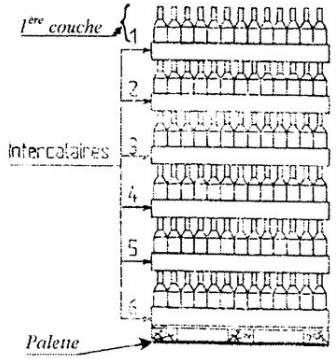


Les palettes, contenant des bouteilles vides, arrivent au dépalettiseur qui permet : d'évacuer les bouteilles vers la souffleuse pour le nettoyage, d'évacuer les intercalaires et d'évacuer les palettes vides ; les bouteilles passent ensuite vers la tireuse pour le remplissage par le liquide gazeux ensuite vers le poste de capsulage pour fermer les bouteilles remplies ; le parcours continu vers la fiscalisation, l'étiquetage pour coller les étiquettes, l'encartonnage qui permet de mettre les bouteilles dans des couches, la palettisation des cartons qui permet de mettre 6 couches sur une palette,enfin l'évacuation des palettes.

3- L'étude proposée (document 1)

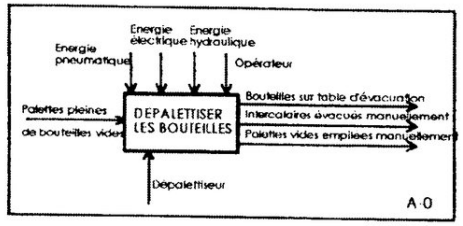
Elle portera sur la chaîne d'embouteillage et plus particulièrement sur la ***dépalettisation*** *des bouteilles vides en vue de leurs nettoyages puis leurs remplissages.*

4- Le produit



5- Le dépalettiseur (document 2)

A- Fonction



B- Caractéristiques

- Dimensions des palettes : 1,2 x 1 m.
- Nombre de bouteilles par couche : 13 x 11=143.
- Nombre de couches : 6 couches par palette.
- Cadence : 8600 bouteilles/heure environ.
- Capacité : Temps requis : 15 heures/jour ; 6 jours/semaine.
- Energies utilisées : Electrique ⟶ 380 V
  Pneumatique ⟶ 6 Bar
  Hydraulique ⟶ 300 Bar

C- Modules du dépaletisseur (document 2)

Le dépalettiseur est composé principalement de 3 modules:
Le module1 : permet le déplacement des palettes suivant l'axe $\vec{y}$, par des pignons-chaîne qui transforment la rotation du moteur MR1 en translation du tapis.
Le module 2 : permet le déplacement du centreur de bouteilles, suivant l'axe $\vec{z}$, par le moteur MR2 et des pignons-chaîne.
Le module 3 composé de :

- Un moteur MR3 qui permet de déplacer le préhenseur de bouteilles et les coussins d'airs suivant l'axe $\vec{z}$.
- Un moteur MR4 qui permet de déplacer suivant l'axe $\vec{y}$, le chariot H de transfert de préhenseur, le préhenseur de bouteilles et les coussins d'airs.

D- Fonctionnement du dépalettiseur

(document 2) et (texte ci-dessous **ou** Grafcet documents 8 et 9)

La palette, qui contient 6 couches et des bouteilles vides, arrive sur le tapis du dépalettiseur, le moteur MR1 entraîne le tapis pour amener la palette sous le centreur de bouteilles, ce dernier descend, par l'intermédiaire du moteur MR2, pour centrer la première couche ; le moteur MR3 fait descendre le préhenseur, les coussins d'airs se gonflent afin de serrer les bouteilles par leurs têtes ; l'ensemble, des bouteilles serrées, remonte par MR3 puis déplacé vers la table d'évacuation dans le sens négatif de l'axe $\vec{y}$ par le moteur MR4, ensuite le préhenseur descend, les coussins d'airs se dégonflent pour déposer les bouteilles sur la table d'évacuation, puis l'intercalaire est enlevé manuellement par l'opérateur ; un compteur permet de compter les couches qui restent, ainsi les opérations se répètent pour les autres couches, à la fin le centreur remonte et la palette est évacuée manuellement.

6- Intervention du service de maintenance (document 3)

Le service de maintenance a été sollicité afin d'augmenter la cadence de dépalettisation et passer d'un traitement de 8600 à 10300 bouteilles par heures environ.
Pour y parvenir, il a été envisagé de réaliser certaines opérations simultanément qui nécessitent l'ajout d'un châssis 2 au chariot H. Le châssis 2 porte : un moteur MR5, une centrale d'air comprimé C.P et un cadre 1, équipé de 5 ventouses V : C'est le module 4.

7- Modification du cycle de dépalettisation

Phase1 : Par une translation suivant l'axe $\vec{y}$ dans le sens négatif, le chariot H actionné par le moteur MR4, amène le préhenseur au-dessus de la table d'évacuation des bouteilles et le cadre 1,muni de ventouses, au-dessus de l'intercalaire.

Phase2 :Pendant que le préhenseur descend pour déposer la couche de bouteilles et revient en position initiale haute ; le cadre 1 descend pour atteindre un intercalaire, le saisit par aspiration et revient en position initiale haute.

Phase3 :Par une translation suivant l'axe $\vec{y}$ dans le sens positif, le chariot H amène le préhenseur au-dessus de la palette et l'intercalaire hors la zone de travail.
Libéré par les ventouses, l'intercalaire est alors évacué, sans arrêt de la machine et sans danger.

PARTIE I : Etude du système (document 4)

A partir de l'actigramme A-0 du dépalettiseur donné dans la page 1:

I-1 : Compléter le diagramme SADT niveau A0 du dépalettiseur (document 4, figure1), en détaillant la fonction globale.
I-2 : Compléter le diagramme SADT, du module 3 (document 4, figure2), en détaillant le niveau A3

PARTIE II : Etudes statique et hyperstatisme (document 5)

Cette étude est une première phase pour dimensionner le moteur MR4.

Hypothèses :- Le poids de {1+2+H} est $\vec{P}$ appliqué en G.

- Les poids des 5 galets, du moteur+pignon sont négligés devant $\vec{P}$.
- Toutes les pièces sont rigides.
- Toutes les liaisons sont parfaites sauf les contacts des 5 galets sur le bâti qui sont assimilées à des contacts ponctuels de même angle de frottement **β (connu).**
- Dans l'étude on se place à l'équilibre strict (début de glissement sans roulement aux points de contact).

On note : $\vec{g} = -g\vec{z}$
So ={ crémaillère + bâti 0 }
S1 ={1+2+H+moteur+pignon} ; S={S1+5Galets}

le torseur des efforts exercés par So sur le galet A est :

$$\{So \longrightarrow galet\ A\} = \left\{ \begin{array}{l} A\cos\beta\,\vec{u} + A\sin\beta\,\vec{v} \\ \end{array} \right\}_A ;$$

A cosβ : effort normal
A sin β : effort tangentiel
$\vec{u}$: l'axe normal : Pour l'action au point A ⟶ $\vec{u} = \vec{z}$.
$\vec{v}$:l'axe tangentiel :Pour l'action au point A ⟶ $\vec{v} = \vec{y}$.
A : Module de l'effort global au point A (inconnu).

On retiendra la même notation pour les torseurs des efforts exercés par So sur les autres galets .

On donne : le torseur des efforts de la crémaillère sur pignon est :

$$\{So \longrightarrow S1\} = \left\{ \begin{array}{l} -F\cos\alpha\,\vec{y} + F\sin\alpha\,\vec{z} \\ \vec{0} \end{array} \right\}_H \qquad \alpha = 20^\circ \text{ et } F : \text{effort inconnu.}$$

II-1 : Donner le graphe d'analyse des actions mécaniques mises en jeu.
II-2 :a) A l'aide d'un schéma, définir en général, le torseur d'action mécanique d'un contact ponctuel avec frottement entre deux solides 1 et 2 en précisant les lois de Coulomb .
b) Donner alors chaque torseur d'effort extérieur à S en son point d'application.
c) Déterminer les équations issues du principe fondamental de la statique appliqué à S au point E.
d) Peut-on résoudre le problème ? justifier ?

On suppose maintenant que les contacts des galets sur le bâti sont sans frottement.

II-3 :Par une étude statique ; donner la liaison équivalente entre S2 et S0 ; avec S2={ 5 galets}
En déduire le degré d'hyperstatisme.

PARTIE III- Etude dynamique (document 6)

On désire étudier le module de préhension, dans le cas où les moteurs MR3 et MR4 sont actionnés en même temps, afin de dimensionner le moteur MR3 et la liaison glissière entre S1 et S2.

III.A- *La figure 2 du document 6 représente une partie du module 3 qui permet le transfert des bouteilles vers la table d'évacuation.*

Soit :

**) R(O, $\vec{x}, \vec{y}, \vec{z}$) repère lié à So supposé galiléen, le champ de pesanteur est défini par $\vec{g} = -g\vec{z}$*

**) S1 un solide de masse m1 de centre d'inertie G1,en translation par rapport à So suivant l'axe $\vec{y}$, à l'aide de MR4.*

**) S2 un solide de masse m2 de centre d'inertie G2,en translation par rapport à S1 suivant l'axe $\vec{z}$, par S3. Les pièces sont indéformables ;les liaisons sont parfaites.*

On donne:

$$I(G1,S1) = \begin{bmatrix} A1 & 0 & 0 \\ 0 & B1 & 0 \\ 0 & 0 & C1 \end{bmatrix}_{(\vec{x},\vec{y},\vec{z})} \qquad I(G2,S2) = \begin{bmatrix} A2 & 0 & 0 \\ 0 & B2 & 0 \\ 0 & 0 & C2 \end{bmatrix}_{(\vec{x},\vec{y},\vec{z})} \qquad \{S3 \to S2\} = \begin{Bmatrix} \vec{T} \\ \vec{0} \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} T\vec{z} \\ \vec{0} \end{Bmatrix} \quad T$$

III.A-1: *Donner le torseur des efforts extérieurs à S2 au point B*

III.A-2: *Donner le torseur cinétique de S2 par rapport à R en B*

III.A-3: *Donner le torseur dynamique de S2 par rapport à R en B*

III.A-4: *En appliquant le principe fondamental de la dynamique déterminer :*
l'effort $\vec{T}$ et les inconnues de liaison

III.B- *La figure 1 du document 6, représentant le moteur MR3 avec le système de transformation de mouvement (pignon-chaîne).*

III.B-1: *En appliquant le théorème du moment dynamique au solide S3 par rapport à R en projection sur l'axe $\vec{x}$, Déterminer la relation entre : T , Cm3 et les autres paramètres du système ; on négligera $\vec{T}$.*

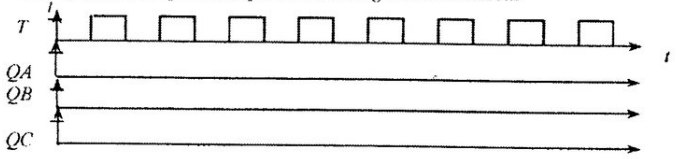
III.B-2: *En déduire l'expression de Cm3 en fonction des paramètres retrouvés dans la question A-4*

PARTIE IV :Logique séquentielle (document 6)

La figure 4 du document 6,représente un circuit utilisé pour informer le centreur et le préhenseur de la couche de bouteilles à déplacer ;

On donne la table de vérité de la bascule JK (figure3 du document 6) qui fonctionne sur le front descendant de l'horloge T.

IV-1 :*Recopier sur la copie et compléter le chronogramme ci-dessous*



IV-2 :*Expliquer brièvement le fonctionnement du circuit*

PARTIE V : Asservissements (document 7)

Le déplacement du tapis est assuré par un moteur hydraulique asservi MR1 (document 7 figure1).Le but de cette étude est de réaliser une correction proportionnelle pour satisfaire les contraintes de précisions et de stabilité imposées par le centrage des bouteilles.

Les équations simplifiées du comportement du système :

Equation hydraulique : $q(t) = D.\omega_m(t) + \frac{V}{4\beta}\frac{d.\Delta p(t)}{dt}$

Equation dynamique : $J_e \frac{d\omega_m(t)}{dt} = D.\Delta p(t) - f.\omega_m(t) - Cre(t)$

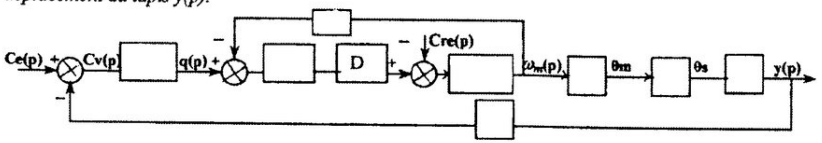
Distributeur : $q(t) = Ka\,.\,Cv(t)$ *Pignon-chaine :* $y(t) = R\,.\,\theta s(t)$

Réducteur : $\theta m(t) = K.\,\theta s(t)$ *Comparateur :* $Cv(t) = Ce(t) - yr(t)$

Capteur : $yr(t) = y(t)\,.\,Kr$

V-1 : *Donner la transformée de Laplace des équations du comportement du système ;on suppose que les conditions initiales sont nulles.*

V-2 : *Recopier sur la copie et compléter le schéma fonctionnel de consigne d'entrée Ce(p) et de sortie le déplacement du tapis y(p).*



Dans la suite on prend Cre(p) = 0.

V-3 : *Exprimer $\omega m(p)$ sous la forme suivante :* $\omega_m(p) = F_1(p).\,Cv(p)$

V-4: *Exprimer $F_1(p)$ sous forme canonique :* $F_1(p) = K_1 / (1 + 2\,z_1\,p/\omega_{n1} + p^2/\omega_n{}^2{}_1)$
et en déduire les expressions de K_1, z_1, ω_{n1}.

V-5 : *Donner le schéma fonctionnel en fonction de $F_1(p)$*

Dans la suit on fait apparaître: K_1 ; z_1 ; ωn_1 sans les remplacer par leurs expressions

V-6 : **a)** *Donner l'expression de l'erreur $\varepsilon(p) = Cv(p)$ en fonction de Ce(p) et $F_1(p)$*

b) Calculer :

ε_s l'erreur statique (lim $\varepsilon(t)$ quand $t \to +\infty$) ; pour Ce(t) une entrée à échelon unitaire.

ε_t l'erreur de traînage (lim $\varepsilon(t)$ quand $t \to +\infty$) ; pour Ce(t)= t u(t)

V-7 : *On donne dans document 7 figure 2, le diagramme de Bode de la fonction de transfert en boucle ouverte Hbo (p) de l'ensemble du système.*

a) Sachant que la réponse indicielle du moteur seul (d'entrée q(t) et de sortie $\omega_m(t)$) est la plus rapide possible et sans dépassement, Choisir un modèle pour Hbo(p) et identifier ses constantes caractéristiques.

b) Donner la marge de phase MP et la marge de gain MG.

c) On désire varier la marge de stabilité pour influencer la précision, par un correcteur proportionnel A; déterminer la valeur de Adb pour avoir une marge de phase $MP_1 = 45°$; en déduire la marge de gain MG_1 .

PARTIE VI : Grafcet (documents 8 – 9 – 10)

L'intervention du service de maintenance permet :

- L'amélioration de la sécurité, par la suppression de l'intervention manuelle de l'opérateur.

- L'augmentation de la cadence de dépaletisation en passant de : environ 8600 bouteilles par heure à environ 10300 bouteilles par heure, en exploitant le temps passé par l'opérateur pour arrêter la machine, enlever un intercalaire, remettre la machine en marche qui est de 90 secondes.

Pour 8600 bouteilles: la durée d'un cycle de palette est de 6 minutes, y compris (90 secondes) le temps passé par l'opérateur pour faire sa tâche.

VI-A : *Pour atteindre une cadence d'environ 10300 bouteilles par heure (voir les caractéristiques page 2)*

VI-A1: *Calculer le nombre de palettes à traiter par heure*

VI-A2: *Calculer la durée d'un cycle pour une palette*

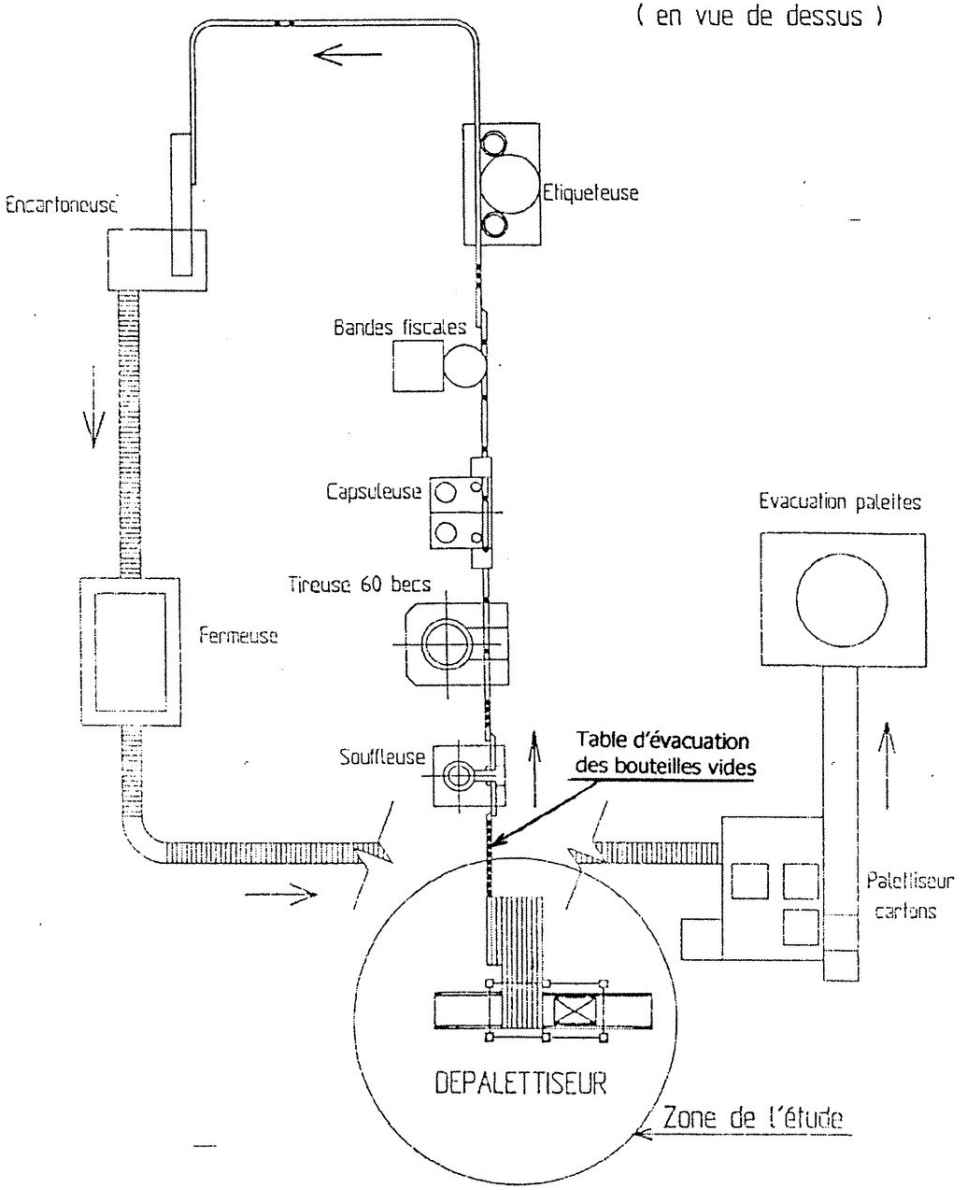
VI-A3: *En déduire le temps à gagner par palette*

VI-A4: *Vérifier la validité de cette augmentation de cadence*

VI-B : *On donne le GRAFCET de fonctionnement du système dans les documents 8 et 9*
D'après le cycle de dépalettisation modifié décrit page 2.
Compléter le grafcet du cycle de dépalettisation modifié (document 10) à partir de l'étape 8.

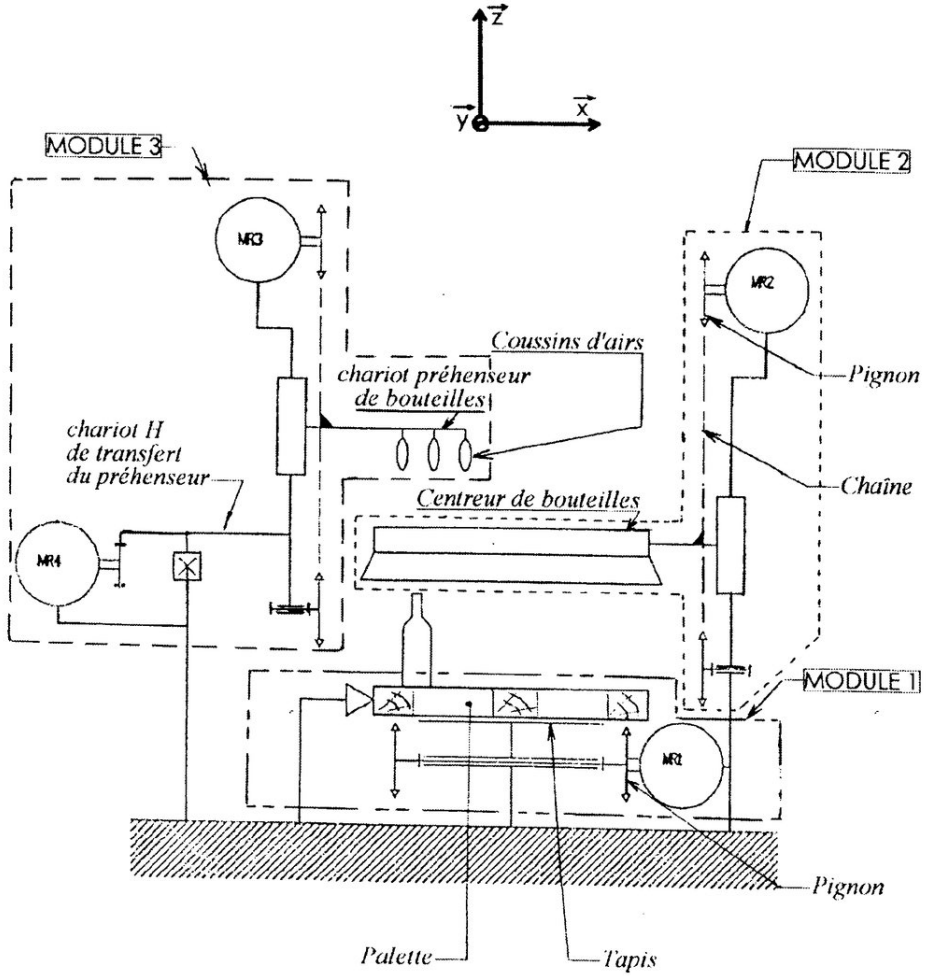
SCHEMA D'IMPLANTATION

(en vue de dessus)



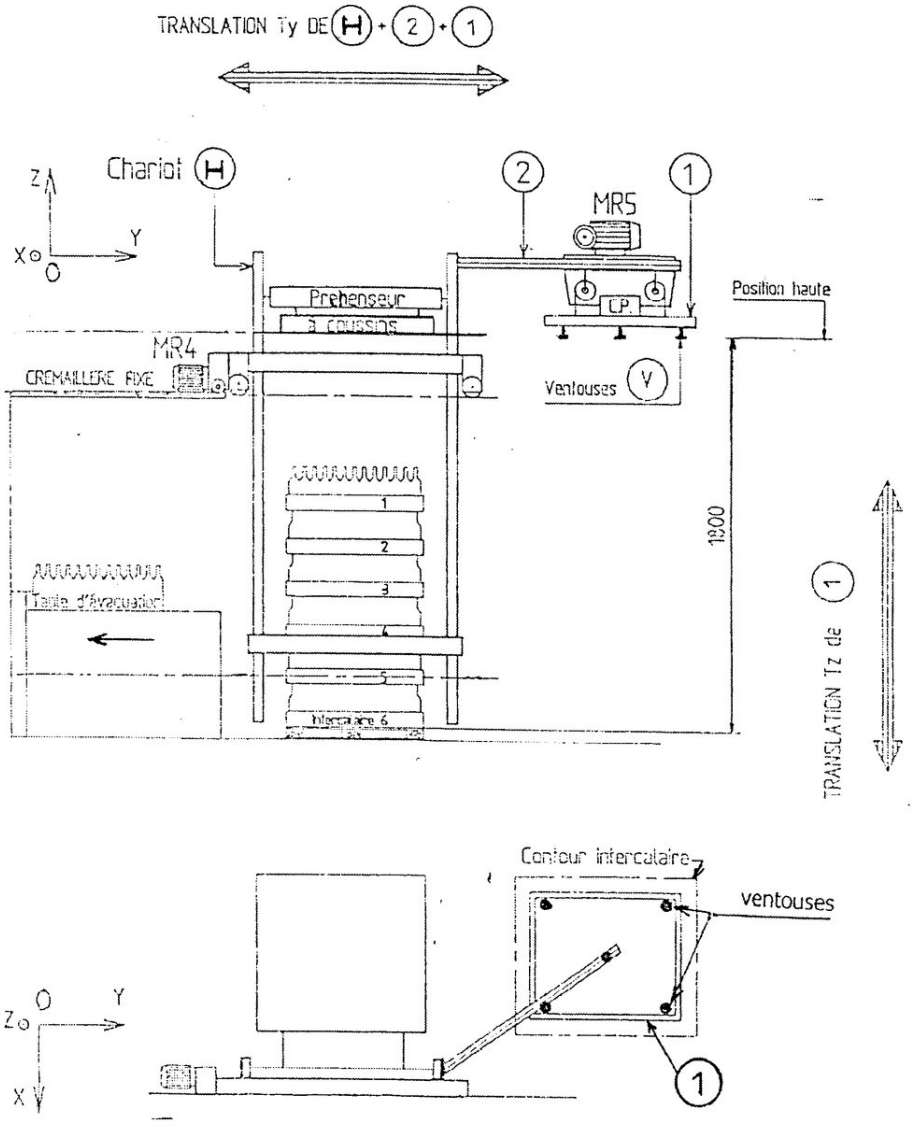
Document 1

SCHEMA CINEMATIQUE



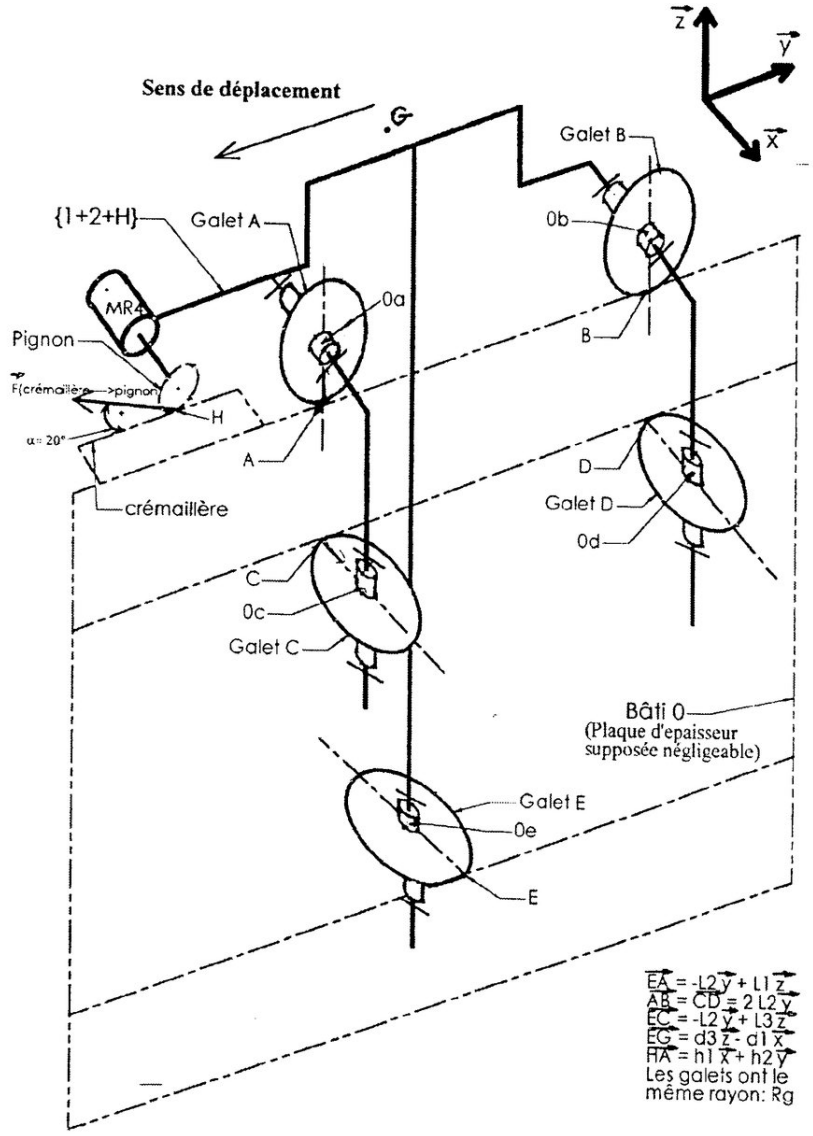
Document 2

MODULE 4



Document 3

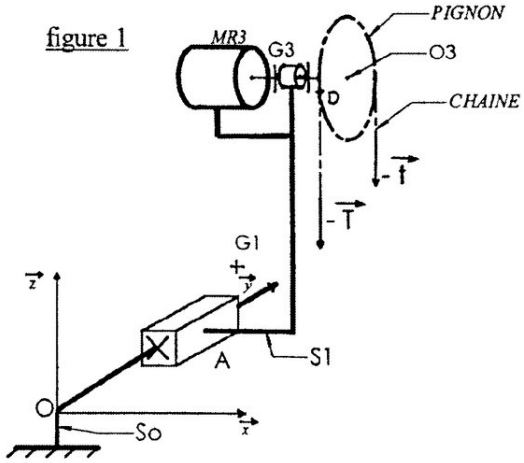
ETUDE STATIQUE



Document 5

ETUDE DYNAMIQUE

figure 1



S3 = {axe + pignon} de masse m3, de centre d'inertie G3

$\overrightarrow{OG3} = k1\,\vec{x} + y\,\vec{y} + k2\,\vec{z}$

$\overrightarrow{G3O3} = k3\,\vec{x}$; $\overrightarrow{DO3} = r3\,\vec{y}$

$\overrightarrow{OA} = y\,\vec{y}$;

$I(G3,S3) = \begin{pmatrix} A3 & 0 & 0 \\ 0 & B3 & 0 \\ 0 & 0 & B3 \end{pmatrix}_{(\vec{x},\vec{y},\vec{z})}$

$\{MR3 \rightarrow S3\} = \left\{ \begin{matrix} \vec{0} \\ Cm3\,\vec{x} \end{matrix} \right\}$

Θ3: Angle de rotation du pignon
r3: Rayon du pignon
k1, k2, k3 et r3 sont constantes

figure 3

J	K	Q_{t+}
0	0	Q_t
0	1	0
1	0	1
1	1	$\overline{Q_t}$

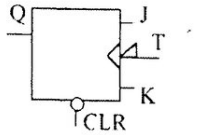
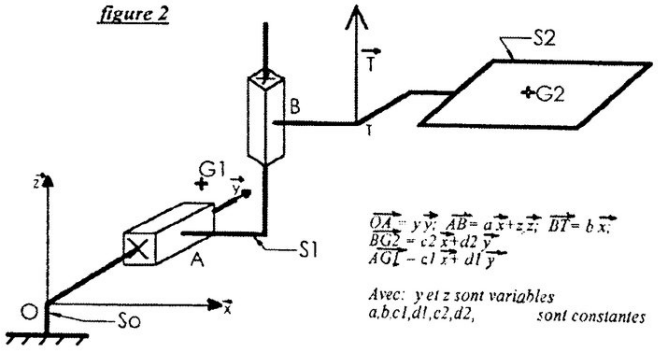


figure 2



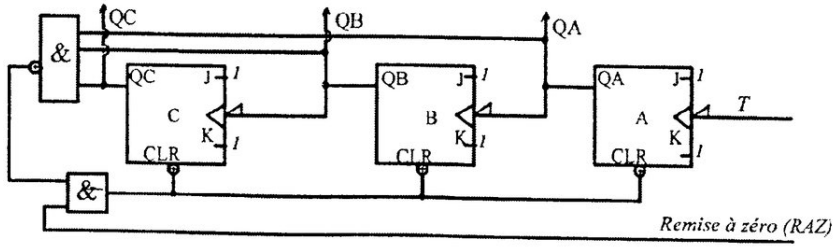
$\overrightarrow{OA} = y\,\vec{y}$; $\overrightarrow{AB} = a\,\vec{x} + z\,\vec{z}$; $\overrightarrow{BT} = b\,\vec{x}$;

$\overrightarrow{BG2} = c2\,\vec{x} + d2\,\vec{y}$

$\overrightarrow{AG1} = c1\,\vec{x} + d1\,\vec{y}$

Avec: y et z sont variables
a,b,c1,d1,c2,d2, sont constantes

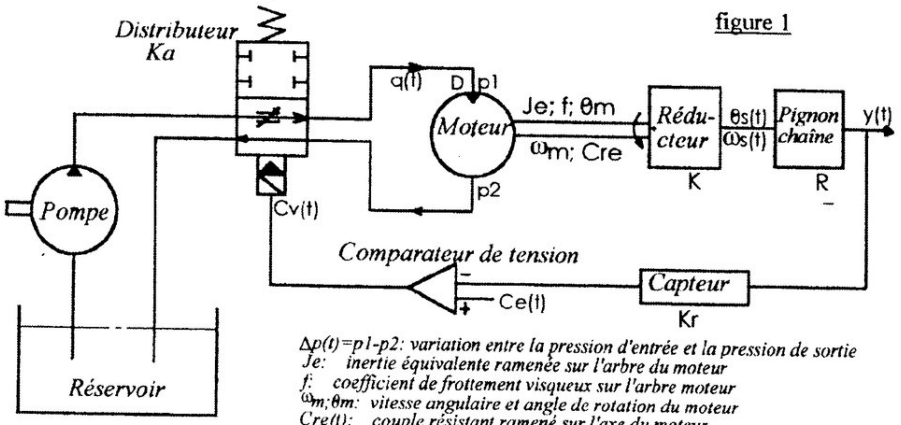
figure 4



Document 6

ASSERVISSEMENT

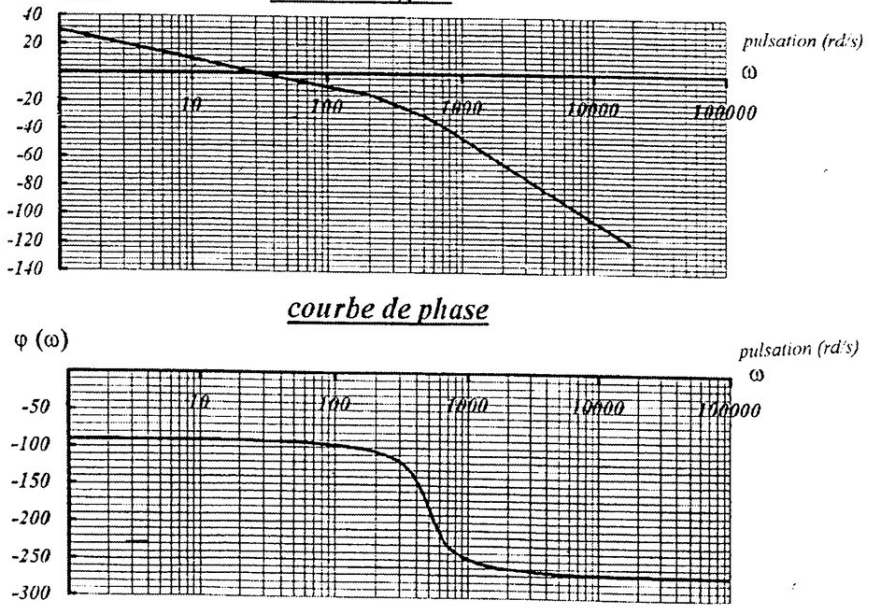
figure 1



Δp(t)=p1-p2: variation entre la pression d'entrée et la pression de sortie
Je: inertie équivalente ramenée sur l'arbre du moteur
f: coefficient de frottement visqueux sur l'arbre moteur
ωm;θm: vitesse angulaire et angle de rotation du moteur
Cre(t): couple résistant ramené sur l'axe du moteur
ωs(t); θs(t): vitesse et angle de rotation de l'arbre de sortie
Ce(t): consigne d'entrée
V/4β: constante en fonction du fluide utilisé, du volume du moteur...
y(t): déplacement du tapis
Kr: coefficient du capteur.

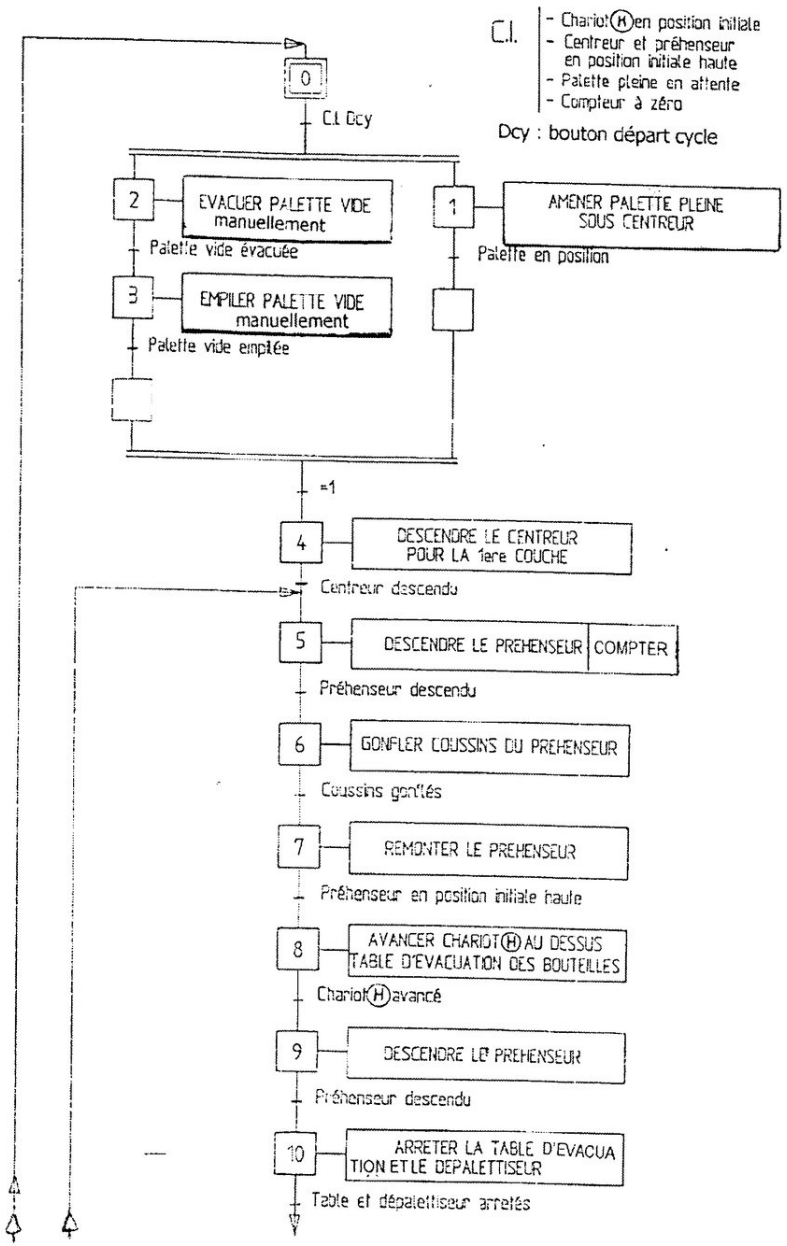
q(t): débit rentrant dans le moteur
D: Cylindrée du moteur (volume)
K: rapport de réduction
R: rayon du pignon

figure2



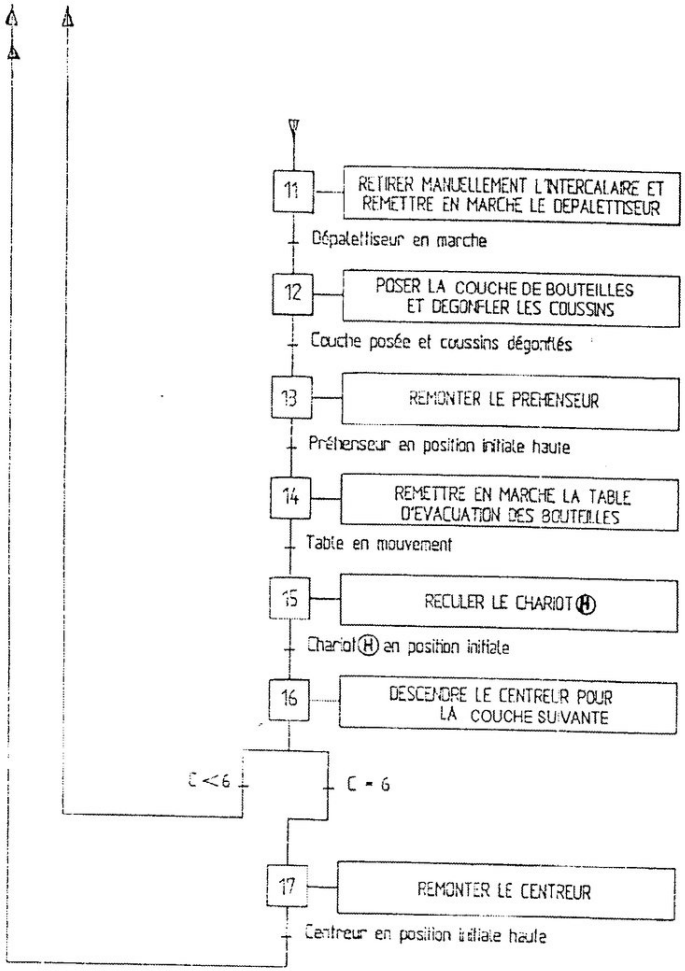
Document 7

GRAFCET



Document 8

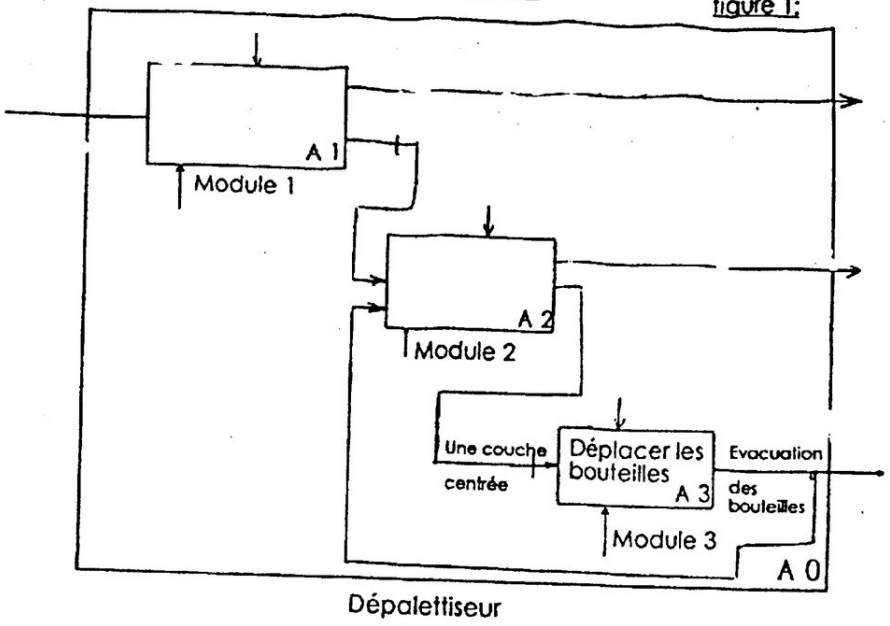
GRAFCET (SUITE)



Document 9

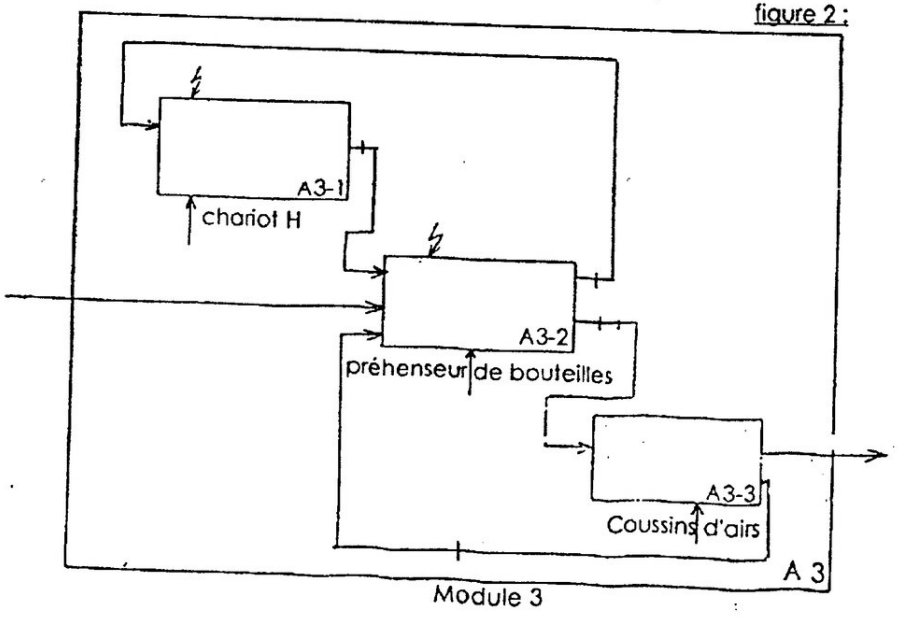
DIAGRAMMES S.A.D.T

figure 1:



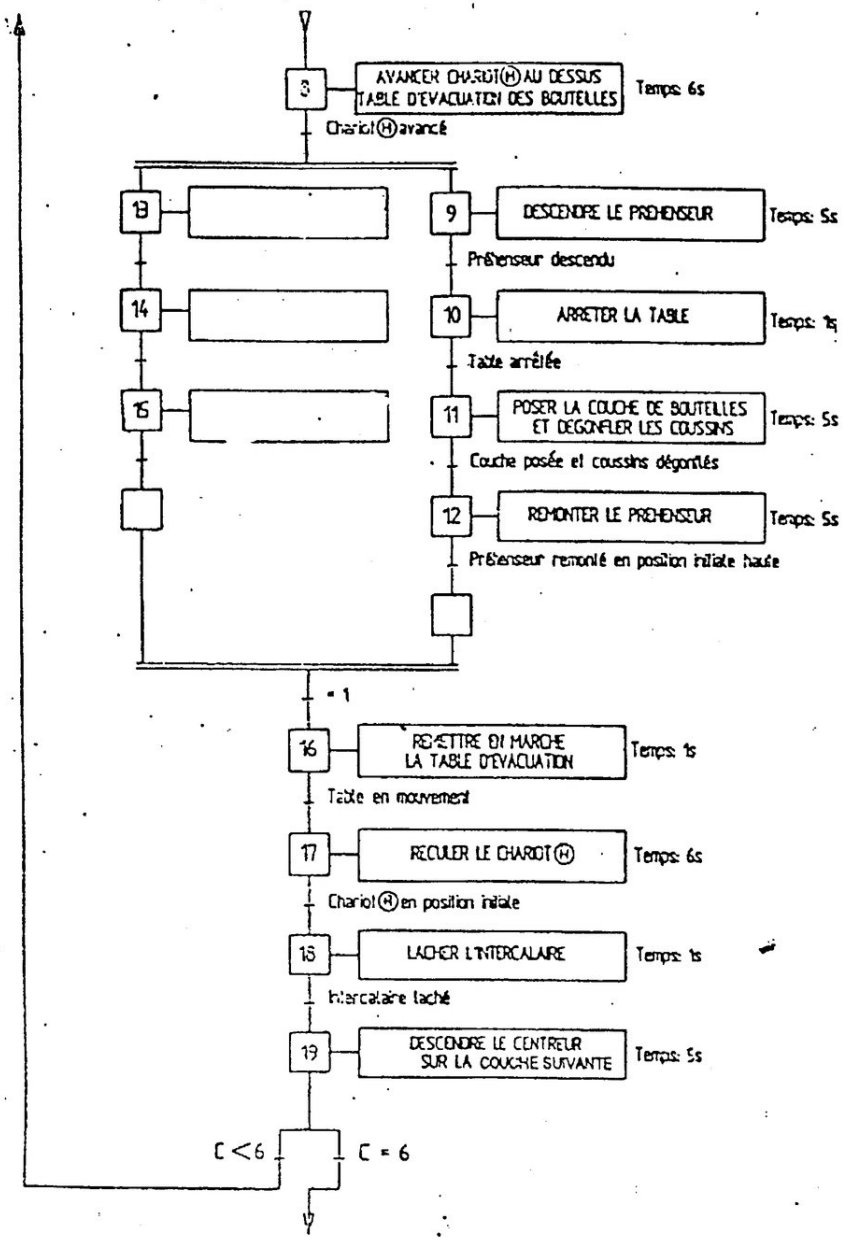
Dépalettiseur

figure 2 :



Document 4 :

GRAFCET à compléter



Document 10

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

- Architecture fonctionnelle et structurelle : chaînes d'information et de puissance
- Ingénierie système : besoin, exigences et diagrammes SysML
- Modélisation des liaisons, graphe des liaisons et schéma cinématique
- Dynamique des systèmes de solides : principe fondamental, stratégie d'isolement, équilibrage
- Cinétique : torseurs cinétique et dynamique, énergie cinétique, inertie équivalente
- Géométrie des masses : centre d'inertie, matrice d'inertie, théorème de Huygens
- Amplificateur linéaire intégré, stabilité et rétroaction
- 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