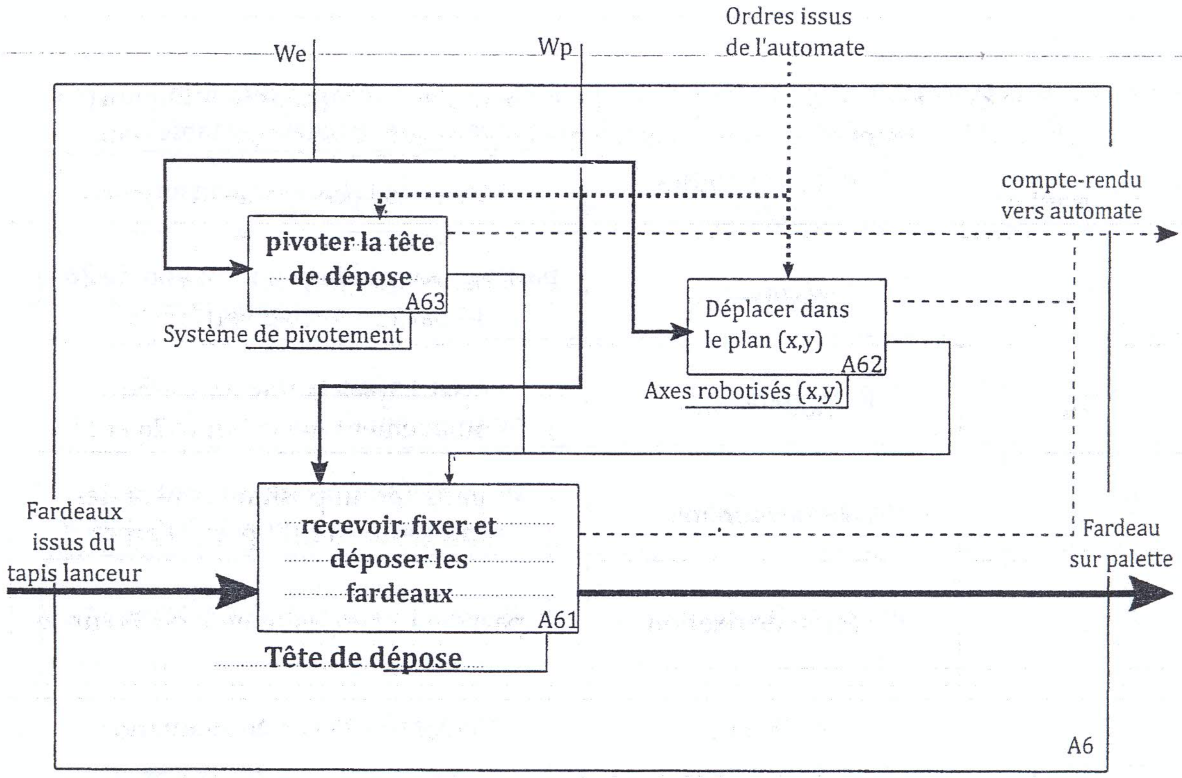
Partie A

Conception mécanique

1 Analyse fonctionnelle

A.1: Compléter le diagramme SADT niveau A6 de l'unité de dépose en :
- inscrivant les expressions adéquates à la place des pointillés,
- en complétant les chemins des énergies "We" et "Wp" et celui des ordres.



Unité de dépose

2 Communication technique

A.2: Analyser le schéma cinématique de la figure 5 du dossier *"Mise en situation, Données et Hypothèses"*, tracer alors le graphe de liaison de la chaine de transmission.

A.3: Utiliser le document technique "DT-02" pour identifier les composants indiqués par leur numéro. Préciser leurs rôles dans la chaine de transmission. Compléter le tableau.

Composant N°	Nom technologique du composant	Rôle dans la chaine de transmission
23		
24		
27		
32		
39		

Partie B

Mécanique des solides indéformables

1 Etude cinématique et géométrique

B.1: Utiliser les repères liés aux bras pour déterminer les torseurs cinématiques, représentant les mouvements par rapport au bâti (0), des solides suivants :

a. du bras (1) au point O puis au point C

b. du bras (2) au point A puis au point B a.

$\{\mathcal{V}_{1/0}\}_O =$

$\{\mathcal{V}_{1/0}\}_C =$

b.

$\{\mathcal{V}_{2/0}\}_A =$

$\{\mathcal{V}_{2/0}\}_B =$

B.2: Déterminer le vecteur $\left.\frac{d\overrightarrow{BC}}{dt}\right]_{\mathcal{R}_0}$

a. Par dérivation directe

b. En utilisant les vitesses $\vec{V}_{B/\mathcal{R}_0}$ et $\vec{V}_{C/\mathcal{R}_0}$

a.

$\left.\frac{d\overrightarrow{BC}}{dt}\right]_{\mathcal{R}_0} =$

b.

$\left.\frac{d\overrightarrow{BC}}{dt}\right]_{\mathcal{R}_0} =$

B.3: Déterminer la vitesse représentant la variation de la longueur du vérin (V1) en fonction de la vitesse angulaire du bras (1). Donner un nom à cette relation.

L'égalité des expressions donne ce qu'on appelle "loi entrée sortie cinématique" :

B.4: Déterminer la vitesse de G_1 par rapport au bâti, l'exprimer dans la base $\mathcal{B}_1 = (\vec{x}_1, \vec{y}_1, \vec{z}_1)$.

$$\vec{V}_{G_1/\mathcal{R}_0} =$$

B.5: Déterminer l'accélération du centre d'inertie G_1 par rapport au bâti, on retiendra l'hypothèse : $\omega = \text{Cte}$, l'exprimer dans la base $\mathcal{B}_1 = ($[illegible]

$$\vec{\Gamma}_{G_1/\mathcal{R}_0} =$$

B.6: Utiliser la chaine cinématique 2-0-1 pour exprimer λ en fonction de L_0, R, L et α. Donner un nom à cette relation.

$$\lambda =$$

B.7: En considérant la position fermée de la pince pour laquelle λ s'annule ($\lambda = 0$), quelle serait la relation entre α_0 et L_0 ? Exprimer λ en fonction de R, α et α_0.

$$\lambda =$$

B.8: Exprimer, en fonction de α, β, θ, r, d et L les relations traduisant la fermeture de la chaine : 0-2-5-1-0. En déduire l'expression de tgθ en fonction du déplacement angulaire α et des données géométriques β, r, d et L.

$\text{tg}\theta =$

2 Étude dynamique

B.9: Préciser la forme de la matrice d'inertie du bras (1), au point O, l'exprimer dans la base $\mathcal{B}_1 = (\vec{x}_1, \vec{y}_1, \vec{z}_1)$.

$[I_O(1)]_{\mathcal{B}_1} =$

B.10: Simplifier l'écriture de $\overrightarrow{\mathscr{R}}(5 \to 1)$ en introduisant le déplacement angulaire θ et en l'exprimant dans la base $\mathcal{B}_0 = (\vec{x}_0, \vec{y}_0, \vec{z}_0)$.

$\overrightarrow{\mathscr{R}}(5 \to 1) =$

B.11: Déterminer le torseur dynamique au point O du bras 1 dans son mouvement par rapport au caisson (0) en l'exprimant dans la base $\mathcal{B}_1$.

$\{\mathscr{D}_{1/0}\}_O =$

B.12: Déterminer la résultante de toutes les forces extérieures s'exerçant sur le bras (1).

$\vec{\mathscr{R}}(\bar{1}\to 1) \cdot \vec{x}_0 =$

$\vec{\mathscr{R}}(\bar{1}\to 1) \cdot \vec{z}_0 =$

B.13: Déterminer le moment résultant, au point O, de toutes les forces extérieures s'exerçant sur le bras (1).

$\vec{\mathcal{M}}_O(\bar{1}\to 1) =$

B.14: Écrire l'équation qui découle du théorème du moment dynamique appliqué au bras (1) dans son mouvement par rapport au caisson.

B.15: En déduire la relation exprimant F_E en fonction de F_C, R, r, a, b, m_1, α et θ.

$F_E =$

B.16: La condition de non alignement de la biellette (5) avec le segment $[O, E]$ est exprimée par : $0 < \alpha + \theta < \pi$. Dans la position fermée de la pince, l'effort de la tige s'annule ($F_C = 0$). Pour éviter la collision des extrémités inférieures de la pince, la biellette doit travailler en compression ($F_E \geq 0$). Traduire ces conditions en précisant la valeur minimale α_0 associée à la position fermée de la pince.

$\alpha_0 =$

B.17: Déterminer l'effort développé par la tige (4), lorsque la biellette n'est pas chargée.

$F_C =$

B.18: Écrire les équations dynamiques qui découlent du théorème de la résultante dynamique appliquée au bras (1) dans son mouvement par rapport au caisson (0).

B.19: Déterminer les efforts transmis par la liaison du bras (1) avec le caisson(0).

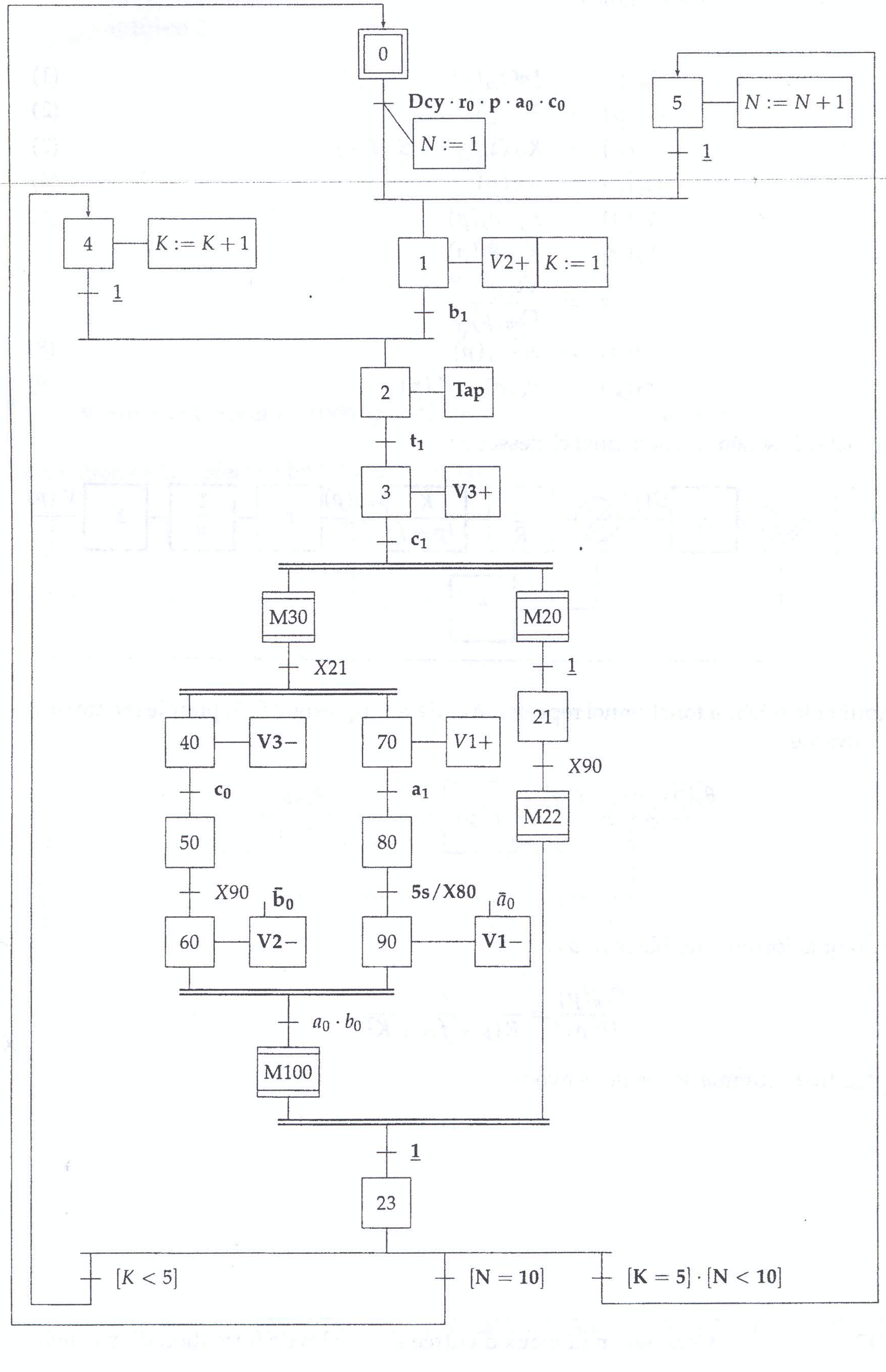
$X_0 =$	$Z_0 =$

Partie C

Automatique

1 Étude de FP : Déposer les fardeaux sur la palette

C.1: Compléter le Grafcet décrivant le fonctionnement du système.



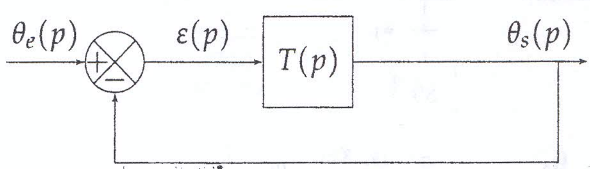
2 Étude du Positionnement de la tête de dépose.

2.1 Commande du système simplifié (inductance $L = 0$)

C.2: Écrire les équations du système de (1) à (9) dans le domaine de Laplace en supposant que les conditions initiales sont nulles.

C.3: Compléter le schéma fonctionnel ci-dessous :

C.4: Simplifier le schéma fonctionnel représenté ci-dessus (question C.3) pour le mettre sous la forme suivante :



Pour avoir le retour unitaire :

C.5: Donner l'expression de $T(p)$.

$T(p) =$

C.6: Écrire $T(p)$ sous la forme : $T(p) = \frac{K_2 A}{p(1+\tau p)}$. Donner les expressions de K_2 et τ.

$K_2 =$	$\tau =$

C.7: Montrer que la fonction de transfert en boucle fermée, s'écrivant en fonction de K_2, τ et A peut se mettre sous la forme :

$$H(p) = \frac{\theta_s(p)}{\theta_e(p)} = \frac{\omega_0^2}{p^2 + 2m\omega_0 p + \omega_0^2}$$

$H(p) =$

C.8: Préciser les expressions de la pulsation propre non amortie du système ω_0 et du coefficient d'amortissement m en fonction de K_2, τ et A.

$\omega_0 =$

$m =$

C.9: Si $K_2 = 0.4$ et $\tau = 0.2s$, pour quelle valeur de «A» a-t-on : $\omega_0 = 6rad/s$?

$A =$

C.10: En déduire la valeur du coefficient d'amortissement m.

$m =$

C.11: Calculer l'amplitude et l'instant du premier dépassement $D\%$ et T_{pic}.

$D\% =$	$T_{pic} =$

C.12: A partir du résultat de la question C.9, calculer l'erreur statique de position et celle de traînage unitaires de la boucle de commande, $\varepsilon_p(\infty)$ et $\varepsilon_v(\infty)$.

$\varepsilon_p(\infty) =$	$\varepsilon_v(\infty) =$

C.13: Sur la base des exigences du cahier des charges, commenter les résultats des questions C.11 et C.12.

2.2 Commande du système non simplifié (inductance $L \neq 0$)

C.14: En se référant à la table 3 du «Dossier Mise en situation, Données et Hypothèses» et sur la base des marges de stabilité, conclure quant au respect des performances exigées par le cahier des charges.

C.15: Afin de pallier à cette problématique, nous utilisons un correcteur dont la fonction de transfert est donnée par :

$$C(p) = B \cdot \frac{p+20}{p+10}$$

où B représente le gain du correcteur.

Déterminer la fonction de transfert en boucle ouverte $T_2(p)$ et en boucle fermée $H_2(p)$.

$T_2(p) =$	$H_2(p) =$

C.16: Étudier la stabilité du système en boucle fermée en fonction de B.
l'équation caractéristique du système est donnée par :

$$p^3 + 10,5p^2 + 5p + 80B = 0$$

C.17: Déterminer l'erreur de traînage unitaire $\varepsilon_v(\infty)$ en régime permanent.

$\varepsilon_v(\infty) =$

C.18: Pour quelle valeur de B a-t-on une erreur de traînage unitaire de 10% ?

$B =$