

Devoir de contrôle du premier semestre
Automatique

Date : 02/11/2018.

Durée : 1h 30mn.

Documents, Calculatrice et GSM non autorisés. Tables de Laplace fournies au verso.

Exercice 1

Soit le système dynamique suivant :

$$\dot{s}(t) = -2(t+1)s(t) + 3e(t), \quad s(0) = 2.$$

d'entrée $e(t)$ et de sortie $s(t)$.

- Ce système est-il linéaire, stationnaire, causal et initialement au repos ? Justifier.
- Si ce système n'est pas causal, proposer une modification de l'équation pour qu'il le devienne. S'il est causal, proposer une modification de l'équation pour qu'il ne le soit plus.

Exercice 2Soit le système linéaire, stationnaire et monovarié (d'entrée $e(t)$ et de sortie $s(t)$) de fonction de transfert :

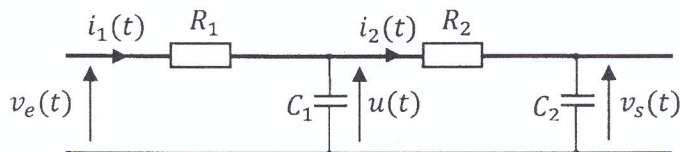
$$H(p) = \frac{1}{(p+2)(p+1)^2}$$

Dans le cas où $e(t)$ est une entrée échelon d'amplitude e_0 :

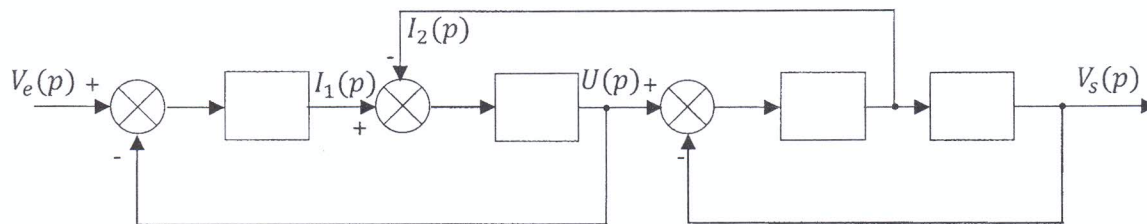
- Calculer les pôles, les zéros, l'ordre n et le gain statique k du système.
- Déterminer l'expression de $S(p)$ la transformée de $s(t)$.
- Déterminer les valeurs initiale et finale de $s(t)$.
- Déterminer les valeurs initiale et finale de $\dot{s}(t) = \frac{ds(t)}{dt}$.
- Déterminer l'expression de $s(t)$.

Exercice 3

On désire trouver la fonction de transfert modélisant un système en réduisant son schéma fonctionnel. Le système à étudier est le circuit suivant:



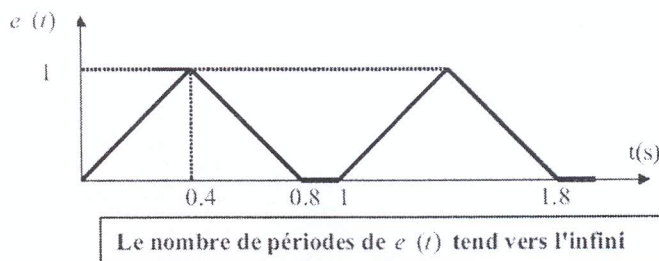
- Après avoir fait la mise en équation du circuit dans le domaine de LAPLACE, compléter le schéma bloc suivant:



- b) En transformant le schéma fonctionnel complété, trouver la fonction de transfert modélisant le circuit $\left(H(p) = \frac{V_s(p)}{V_e(p)}\right)$.

Exercice 4

- a) Calculer $E_T(p)$ la transformée de Laplace de la première onde du signal causal suivant :



$e(t)$ est périodique de période $T = 1s$.

- b) En déduire $E(p)$ sa transformée de Laplace sur \mathbb{R}^+ .

Table de la transformée de Laplace

$f(t)$	$F(p) = \mathcal{L}(f(t))$
$\delta(t)$	1
$u(t)$	$\frac{1}{p}$
$e^{-at}u(t)$	$\frac{1}{p+a}$
$\frac{t^{n-1}}{(n-1)!}e^{-at}u(t)$	$\frac{1}{(p+a)^n}$
$\sin(\omega t)u(t)$	$\frac{\omega}{p^2 + \omega^2}$
$\cos(\omega t)u(t)$	$\frac{p}{p^2 + \omega^2}$

Propriétés de la transformée de Laplace

<u>linéarité</u>	$f_1(t) + kf_2(t) \xrightarrow{\mathcal{L}} F_1(p) + kF_2(p)$
<u>dérivation</u>	<ul style="list-style-type: none"> $\dot{f}(t) \xrightarrow{\mathcal{L}} pF(p) - f(0)$ $\ddot{f}(t) \xrightarrow{\mathcal{L}} p^2F(p) - pf(0) - \dot{f}(0)$
<u>intégration</u>	$\int_0^{t \geq 0} f(\tau) d\tau \xrightarrow{\mathcal{L}} \frac{F(p)}{p}$
<u>retard</u>	$f(t - \theta) \xrightarrow{\mathcal{L}} e^{-\theta p} F(p)$
<u>valeur initiale</u>	$\lim_{t \rightarrow 0} f(t) = \lim_{p \rightarrow \infty} pF(p)$
<u>valeur finale</u>	$\lim_{t \rightarrow \infty} f(t) = \lim_{p \rightarrow 0} pF(p)$
<u>fonction périodique de période T</u>	$f(t) \mapsto F(p) = \frac{1}{1 - e^{-pT}} \int_0^T f(t)e^{-pt} dt$

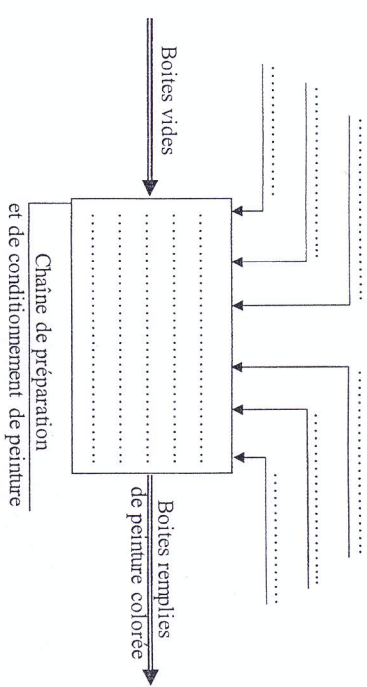
PARTIE A : CONCEPTION MECANIQUE

A-I) Analyse fonctionnelle

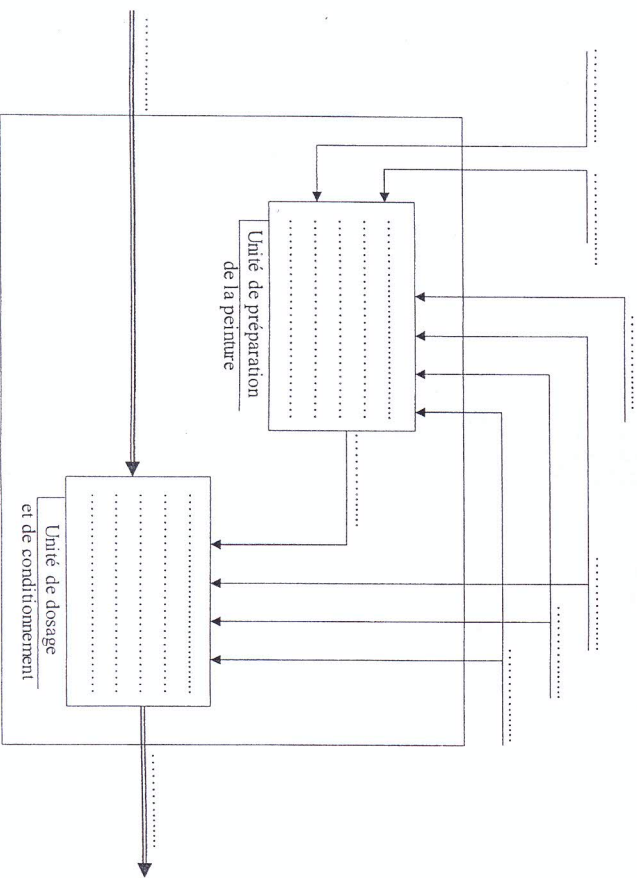
On s'intéresse dans cette partie à l'étude de la partie opérative de la chaîne de préparation et de conditionnement de peinture.

N.B. C_1 , C_2 , C_3 et C_4 sont des vérins pneumatiques, M_1 , M_2 et M_3 sont des moteurs électriques.

A-I-1) Compléter l'actigramme A-0.



A-I-2) Compléter l'actigramme A0.

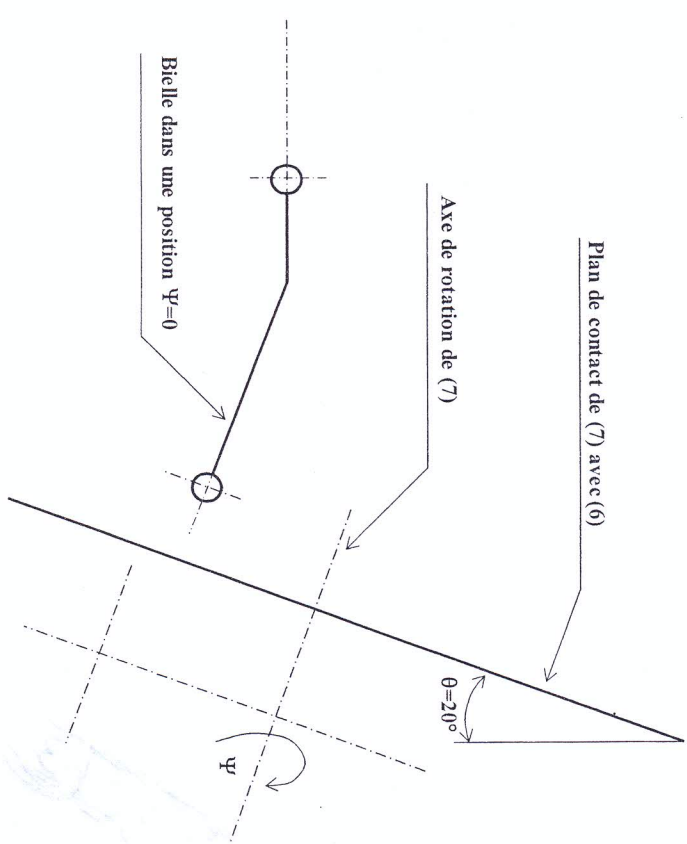


A-II) Etude de la partie opérative « Commande de la pompe doseuse »

Le dessin d'ensemble de la page 6/6 représente à l'échelle 1:1 le mécanisme de commande de la pompe doseuse. L'entraînement de la pompe est assuré par un moteur électrique (M_1) accouplé à la vis sans fin (2). Le réglage de la dose de peinture est obtenu par action de l'opérateur sur le volant gradué (8).

A-II-1) Quelle est la nature du mouvement du piston (5) pendant le fonctionnement de la pompe ?

A-II-2) Déterminer par construction graphique, sur le schéma ci-dessous à l'échelle 1, la course maximale C_{Max} du piston (5) sachant que la valeur maximale de l'angle θ est $\theta_{Max} = 20^\circ$.



$C_{Max} = \dots\dots\dots$

A-II-3) Que se passe-t-il si l'angle θ est nul ? Quelle sera alors la nature du mouvement du piston dans ce cas ?

.....

Devoir de contrôle du 1^{er} semestre

Nom :
Identifiant :

A-II-4) Pour une pompe à un seul piston ($n=1$), déterminer en l/min (litre par minute) le débit maximal Q_{max} .

On donne :

- fréquence de rotation du moteur M_1 $N_{M1}=1500$ tr/min,
- nombre de dents de la roue (3) $Z_3=30$ dents,
- nombre de filets de la vis (2) $Z_2=1$ filet,
- diamètre du piston $D=20$ mm.

A-II-5) Calculer le couple maximal C_3 agissant sur la roue (3).

On donne :

- puissance mécanique utile (maximale) du moteur M_1 $P_{M1}=0,5$ Ch,
- rendement de la transmission par roue (3) et vis sans fin (2) $\eta=0,6$.

A-II-6) Vérifier la résistance de la clavette (12).

On donne :

- diamètre de l'arbre au niveau de la clavette $d=14$ mm,
- clavette parallèle forme B, $5 \times 5 \times 10$ $a=5$ mm, $b=5$ mm, $l=10$ mm
- cote normalisée de l'arbre $j=d-3$
- résistance pratique au cisaillement du matériau de la clavette $R_{pg}=100$ MPa
- contrainte admissible au matage du matériau de la clavette $P_{adm}=80$ MPa

A-II-7) Quel est la fonction de la pièce (9) ?

A-II-8) Quel est la fonction de la pièce (10) ?

A-II-9) Quel est le rôle de l'usinage C exécuté sur le boîtier (11) ?

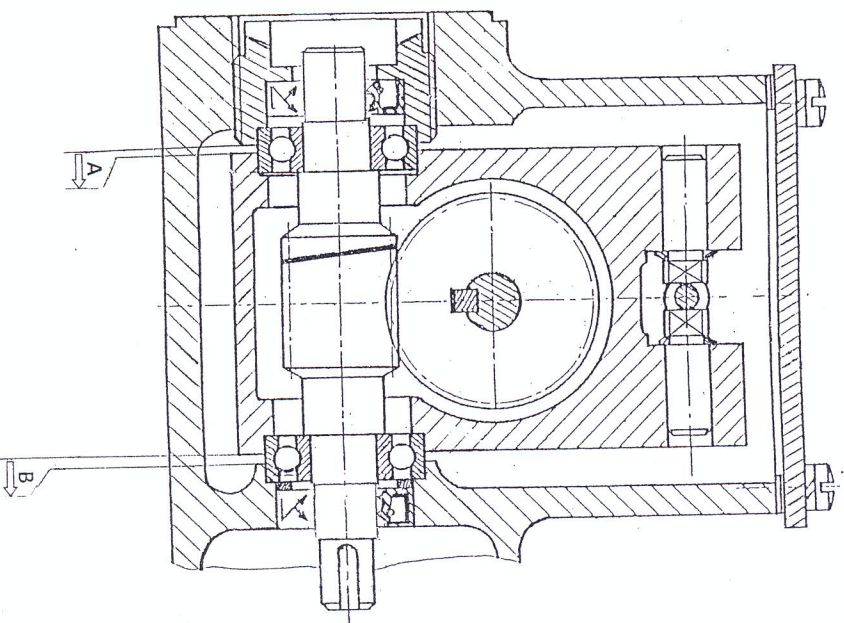
A-II-10) Critiquer la solution utilisée pour le montage du boîtier (11) sur le carter (1).

A-III) Cotation fonctionnelle

A-III-1) Choisir les ajustements relatifs aux assemblages mentionnés dans le tableau ci-contre (Voir page 6/6)

Assemblage	Ajustement
Φ_1
Φ_2
Φ_3
Φ_4
Φ_5
Φ_6
Φ_7

A-III-2) Tracer sur le dessin ci-dessous les chaînes de cotes relatives aux conditions A et B.

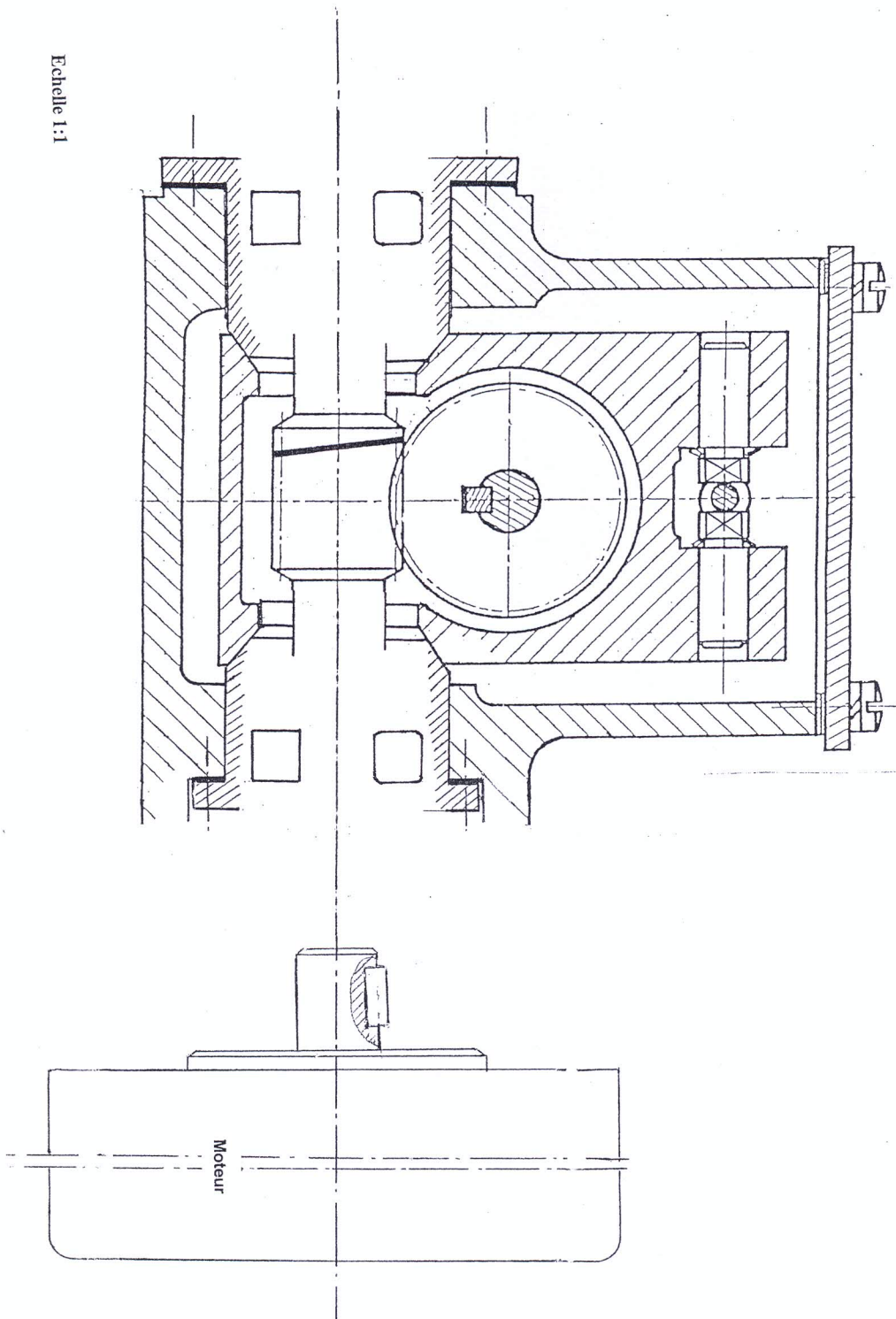


Ne rien écrire ici

A-IV) Etude de conception

La solution retenue pour le guidage en rotation de la vis sans fin (2) ne donne pas une entière satisfaction. On se propose de remplacer les deux roulements à une rangée de billes à contact radial (type BC) par deux roulements à une rangée de billes à contact oblique (type BT). Compléter le dessin d'ensemble ci-contre en assurant :

- le montage de ces roulements (déjà esquissés),
- l'accouplement de l'arbre moteur avec la vis sans fin (2) (utiliser un accouplement rigide),
- l'étanchéité du mécanisme,
- la cotation des assemblages fonctionnels.



Echelle 1:1

A-V) Etude de la partie opérative « Mélangeur »

L'hélice du mélangeur est une turbine de Rushton composée de 6 pales identiques (Figure 2). La rotation de cette hélice est assurée par un moteur électrique M_2 à travers un réducteur de vitesses à engrenages.

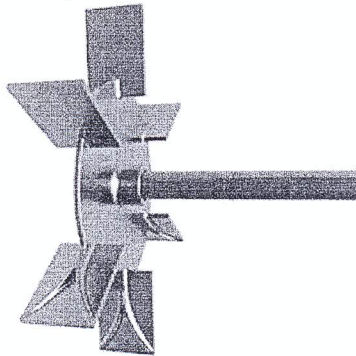


Figure 2

Soit $R(O, \vec{x}, \vec{y}, \vec{z})$ un repère lié au bâti et $R_i(O_i, \vec{x}_i, \vec{y}_i, \vec{z}_i)$ un repère lié à la pale P_i ($i=1$ à 6).

$\theta_i = (\vec{x}, \vec{x}_i) = (\vec{y}, \vec{y}_i)$.

L'action mécanique de la peinture sur la pale P_i se réduit à une résultante $\vec{F}_i = -F\vec{y}_i$ au point A_i tel que $\vec{OA}_i = L\vec{x}_i$ (Voir Figure 3).

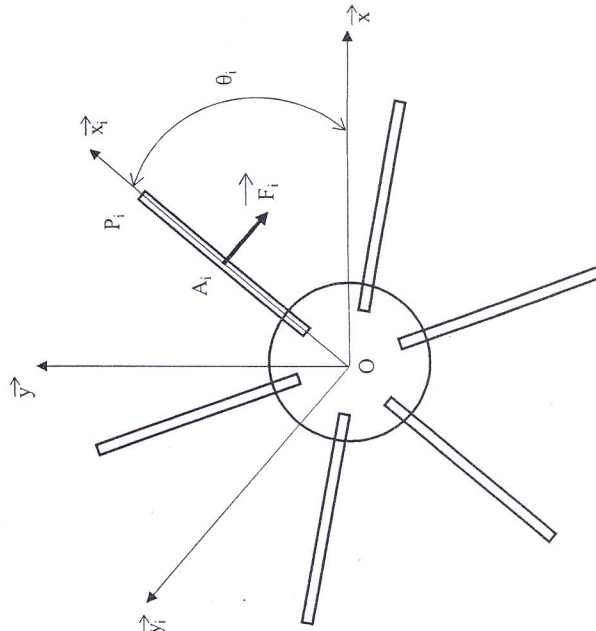


Figure 3

A-V-1) Ecrire par ses composantes dans la base du repère R_i et au point O le torseur $\{\tau_i\}$ de l'action mécanique de la peinture sur la pale P_i en fonction de F et L .

A-V-2) Déduire les composantes du torseur $\{\tau_i\}$ dans la base du repère R en fonction de F , L et θ_i .

A-V-3) Ecrire par ses composantes dans la base du repère R et au point O le torseur cinématique $\{9\}$ du mouvement de l'hélice par rapport au bâti en fonction de la fréquence de rotation N_{M_2} du moteur M_2 et du rapport de réduction r du réducteur à engrenages.

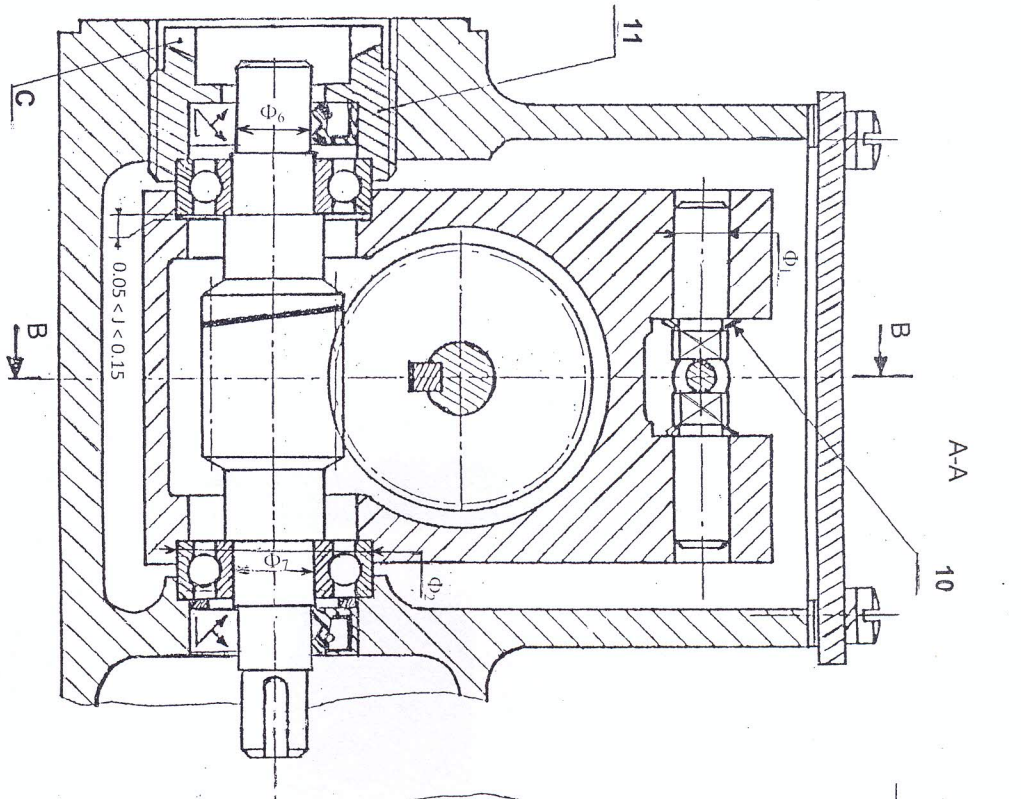
A-V-4) Etablir l'expression de la puissance P_{Si} développée par l'action mécanique de la peinture sur la pale P_i en fonction de F , L , N_{M_2} et r .

A-V-5) Déduire l'expression de la puissance P_S Développée par l'action mécanique de la peinture sur l'hélice entière.

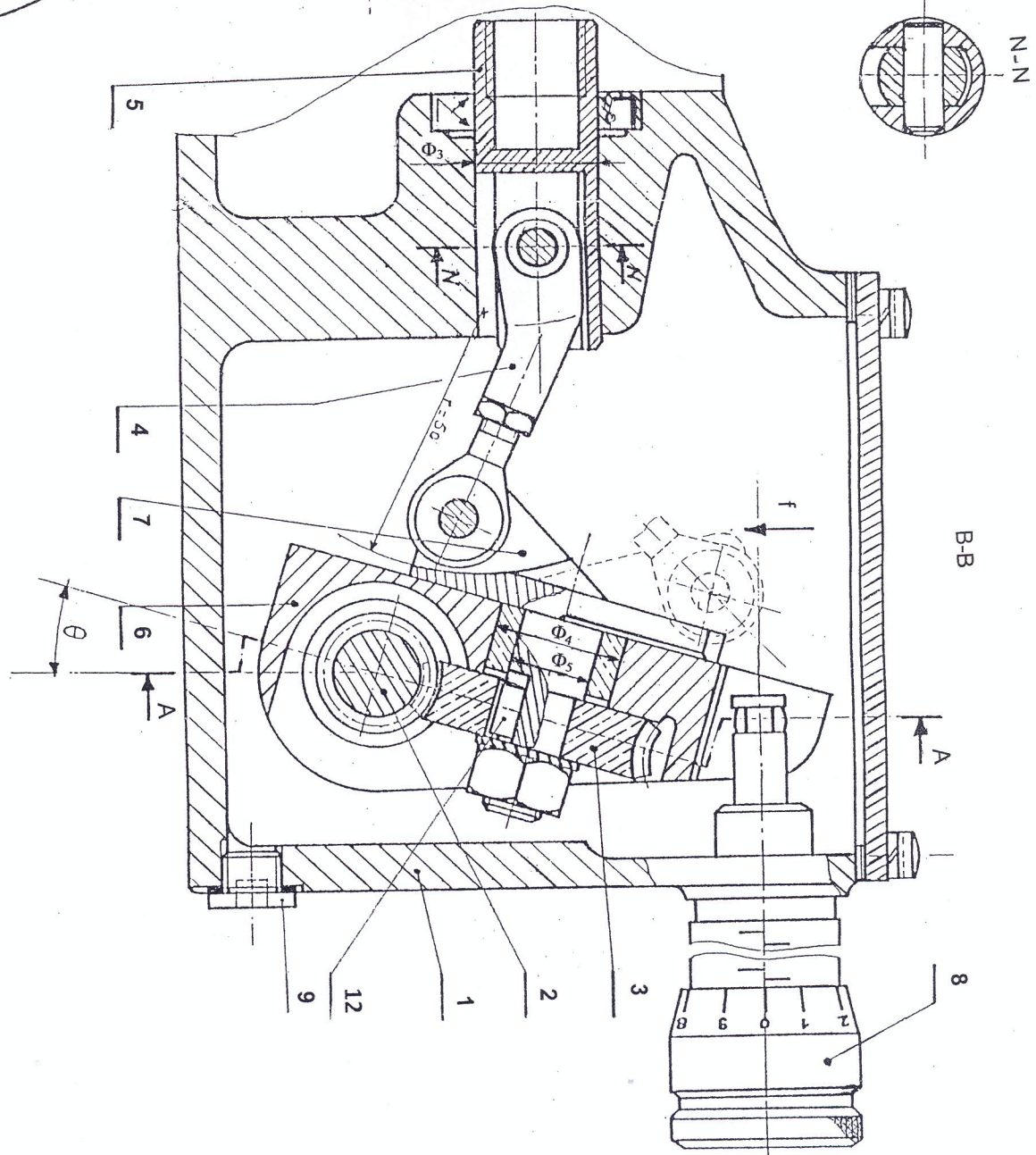
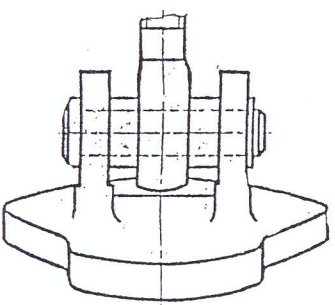
A-V-6) Exprimer puis calculer la puissance mécanique nominale P_{M_2} du moteur M_2 .

On donne :

$F=50\text{ N}$, $L=200\text{ mm}$, $N_{M_2}=1500\text{ tr/min}$, $r=0,05$ et le rendement du réducteur à engrenages $\eta_r=0,8$.



Vue simplifiée suivant f



<p>Echelle 1:1</p> <p>A3</p>	<p>CHAÎNE DE CONDITIONNEMENT DE PEINTURE</p> <p>Commande de la pompe</p>
<p>INSTITUT PRÉPARATOIRE AUX ÉTUDES D'INGÉNIEURS DE SEAX</p>	<p>Page 6/6</p>