

Devoir de contrôle du premier semestre
Automatique

Date : 01/11/2019. Durée : 1h 30mn.

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

Exercice 1

Soit le système dynamique suivant :

$$3\dot{s}(t) + s(t) = e(t - 0.1), \quad s(0) = 0.$$

d'entrée $e(t)$ et de sortie $s(t)$.

- Ce système est-il linéaire, stationnaire et causal ? Justifier.
- Calculer sa fonction de transfert $H(p) = \frac{S(p)}{E(p)}$. Déduire son ordre.
- Evaluer le gain statique et le retard pur de ce système.
- Calculer la réponse impulsionnelle $h(t)$.

Exercice 2

Un système dynamique a été modélisé comme suit :

$$G(p) = \frac{S(p)}{E(p)} = \frac{1}{1+p}$$

- Ecrire l'équation différentielle correspondant au système initialement au repos.
- Calculer la transformée de Laplace du signal d'entrée suivant :

$$e(t) = \begin{cases} t & 0 \leq t < 1 \\ -\frac{1}{4}t + \frac{5}{4} & 1 \leq t < 3 \\ \frac{1}{2} & t \geq 3 \end{cases}$$

- Calculer la réponse $s(t)$ de $G(p)$ pour l'entrée $e(t)$ donnée en (a).
- Quelle est la valeur finale de cette réponse ?

Exercice 3

Un système dynamique, d'entrée $e(t)$ et de sortie $s(t)$, est modélisé par l'équation différentielle suivante :

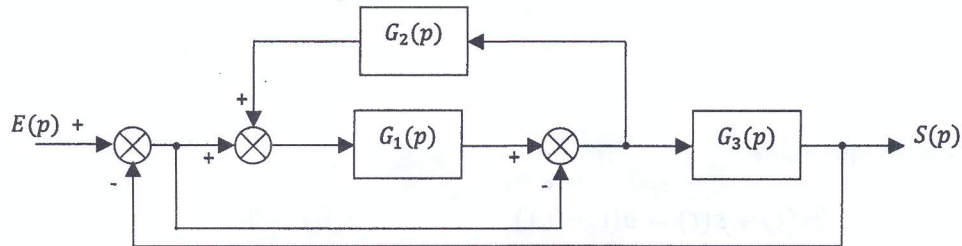
$$\ddot{s}(t + 0.5) + 6\dot{s}(t + 0.5) + 5s(t + 0.5) = 5\dot{e}(t) + e(t); \quad s(0) = 2, \dot{s}(0) = 0, u(0) = 0.$$

- Déterminer sa fonction de transfert $H(p) = \frac{S(p)}{E(p)}$.
- Evaluer sa classe, ses pôles et ses zéros.
- Calculer sa réponse $s(t)$ à l'entrée $e(t) = u(t)$ (échelon unitaire) pour les conditions initiales données.

- d) Retrouver sa fonction de transfert statique H_0 .
 e) Retrouver également sa fonction de transfert complexe $H(j\omega)$.

Exercice 4

Soit un système physique dont le schéma fonctionnel est :



Déterminer sa fonction de transfert $H(p) = \frac{S(p)}{E(p)}$.

Table de la transformée de Laplace

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

Propriétés de la transformée de Laplace

$f(t)$	$F(p) = \mathcal{L}(f(t))$
$Kf(t)$	$KF(p)$
$f_1(t) + f_2(t)$	$F_1(p) + F_2(p)$
$\frac{d}{dt}f(t)$	$pF(p) - f(0)$
$\int_0^t f(\alpha)d\alpha$	$\frac{F(p)}{p}$
$f(t-T)$	$e^{-pT}F(p)$
$e^{-at}f(t)$	$F(p+a)$
$f(\infty) = \lim_{t \rightarrow \infty} f(t)$	$\lim_{p \rightarrow 0} pF(p)$
$f(0) = \lim_{t \rightarrow 0} f(t)$	$\lim_{p \rightarrow \infty} pF(p)$
$\int_0^t f_1(\tau)f_2(t-\tau)d\tau$	$F_1(p)F_2(p)$

$u(t)$: Echelon unitaire.

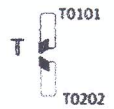
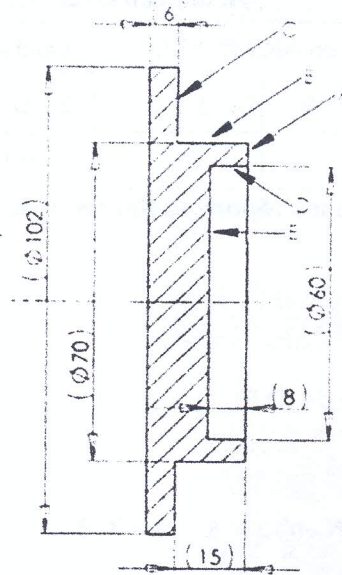
Année : 2019 / 2020 Classe : PT2
Épreuve : DC Semestre :1
Matière : CFM Partie : Technologie de Fabrication

Nom et Prénom :

Groupe :

Usinage CNC

Les surfaces A, B, C, D et E de la pièce représentée ci-dessous sont usinées en première phase de tournage en utilisant un tour à commande numérique à tourelle arrière et à l'aide d'un outil à contourner (T0101) et un outil à aléser et dresser (T0202). Les deux outils sont montrés ci-dessous au point de changement d'outil T de coordonnées (X130, Z50). Les surépaisseurs d'usinage sont de 0.5 mm sur les faces et de 0.2 mm sur les rayons.



Ainsi, un engagement (pré-coupe) et un dégagement de 2 mm sur le contour usiné (faces et rayons) seront adopté

- 1- Représenter ci-dessus (à droite) les trajectoires des 2 outils permettant d'usiner les surfaces A, B, C, D et E.
- 2- Compléter le programme ISO suivant pour l'usinage de ces surfaces (uniquement les trajectoires des outils)

%1017				
N0010	G54	T0101	G96	S120
N0020	G95	F0.15		
N0030	G92	S2200	M03	M08
N0040				
N0050				
N0060				
N0070				
N0080				
N0090				
N00100				
N00110				
N00120				

N00130				
N00140				
N00150				
N00160				
N00170				
N00180				
N00190				
N00200				
N00210				
N00220				
N00230				
N00240				
N00250				

- 3- Si on décide de réaliser un congé (F) entre les surfaces B et C (rayon : 5), que seraient les lignes de programme pour l'exécution des surfaces B-G-C:

Étude de la coupe

On se propose d'usiner la même pièce en séries renouvelables de 150 pièces/mois. L'ébauche des surfaces D et E est réalisée sur un tour parallèle en utilisant un outil à aléser et à dresser en carbure. La pièce contient un avant trou de fonderie. De plus, la profondeur de passe en ébauche est de 3 mm et la vitesse de coupe en alésage est obtenue par celle du chariotage corrigée par un facteur de 0,7. Finalement, le tableau ci-dessous donne les vitesses de coupe pour le chariotage du matériau en question en fonction des conditions d'usinage.

Ne rien écrire dans cet espace

Matériau : EN-GJL-150 Pression spécifique : 120 daN/mm ²	Vc (m/min) en chariotage			
	Outil en ARS (f=p/10)		Outil en carbure (f=p/8)	
	$3 \leq p \leq 5$	$0,5 \leq p \leq 1$	$3 \leq p \leq 5$	$0,5 \leq p \leq 1$
	45	60	160	200

Pour chacune des questions suivantes, mettre les réponses finales avec leurs unités dans les cadres !!!

1 – Trouver l'avance (f) pour l'ébauche de (D,E)

f =

2 – Trouver la vitesse de coupe (V_c) pour l'ébauche de (D,E)

V_c =

3 – Calculer la fréquence de rotation de la broche (N en rpm) lorsque X=60.

N =

4 – Calculer la vitesse d'avance (V_f) pour l'ébauche de (D,E)

V_f =

5 – Calculer le temps utile (effectif) T_u à l'ébauche de (D,E) .

T_u =

6 – La durée de vie de l'outil s'exprime par : $T = 2.3 \cdot 10^8 V_c^{-3.6}$. Combien d'outils (N_o) devrait-on utiliser pour réaliser l'ébauche des surfaces D et E pour une série de 150 pièces

N_o =

7 – Quelle devrait être la vitesse de coupe V'_c pour usiner les 150 pièces sans changer d'outil ? (f constante)

V'_c =

8 – Sachant que le tour utilisé est caractérisé par une puissance de 7KW et un rendement de 0.7 et que la matière à usiner a une pression spécifique maximale (voir tableau), quelle serait la vitesse de coupe maximale (V''_c) pouvant être atteinte par le tour en gardant la profondeur de passe et l'avance constantes ?

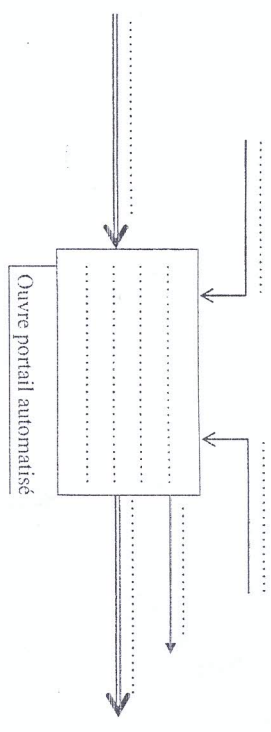
V''_c =

Partie A : Technologie de conception

A-I) ANALYSE FONCTIONNELLE

On s'intéresse dans cette partie à l'étude de la partie opérative de l'ouvre portail automatisé.

- Compléter l'actigramme A-0



A-II) ETUDE DE LA PARTIE OPERATIVE « VERIN ELECTROMECHANIQUE »

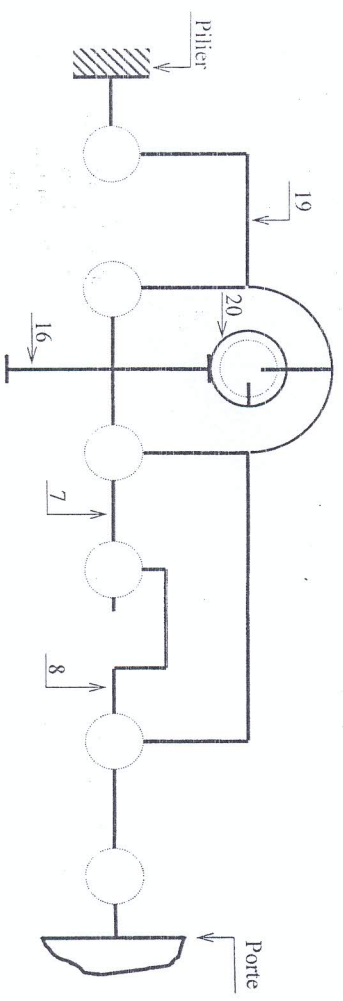
Le dessin d'ensemble de la page (5/5) représente à l'échelle 1:1, le vérin électromécanique qui assure le pivotement de la porte.

A-II-1) Etude cinématique et dimensionnement du moteur

A-II-1-1) Donner le type de la liaison entre chacun des couples de pièces indiqués dans le tableau suivant.

Couple de pièces	Liaison
(7)/(8)	
(8)/(14)	
(8)/(12)	

A-II-1-2) Compléter le schéma cinématique du vérin électromécanique par la représentation des symboles des liaisons dans les cercles prévus.



On donne :

- fréquence de rotation du moteur $N_m=3000 \text{ tr/min}$,
- dispositif (22) rendement $\eta_1=0,95$,
- Système roue et vis sans fin (20)/(16) $Z_{20}=1 \text{ filet}$, $Z_{16}=30 \text{ dents}$, rendement $\eta_2=0,6$,
- Système vis écrou (7)/(8) pas $=5 \text{ mm}$, rendement $\eta_3=0,4$.

A-II-1-3) Calculer la fréquence de rotation de la vis (7).

A-II-1-4) Calculer en m/s la vitesse de déplacement de la tige du vérin.

A-II-1-5) Le pivotement de chaque porte pendant l'ouverture ou la fermeture du portail nécessite une force maximale de 3000 N au niveau de l'articulation avec la pièce (12). Calculer dans ces conditions la puissance mécanique du moteur électrique.

A-II-2) Etude technologique

A-II-2-1) Donner la fonction de chacun des processeurs indiqués dans le tableau suivant.

Processeur	Fonction
(12)	
(13)	
(1)	
(2)	
(18)	
(24)	
(26)	

A-II-2-2) Quel est le nom du dispositif (22) ?

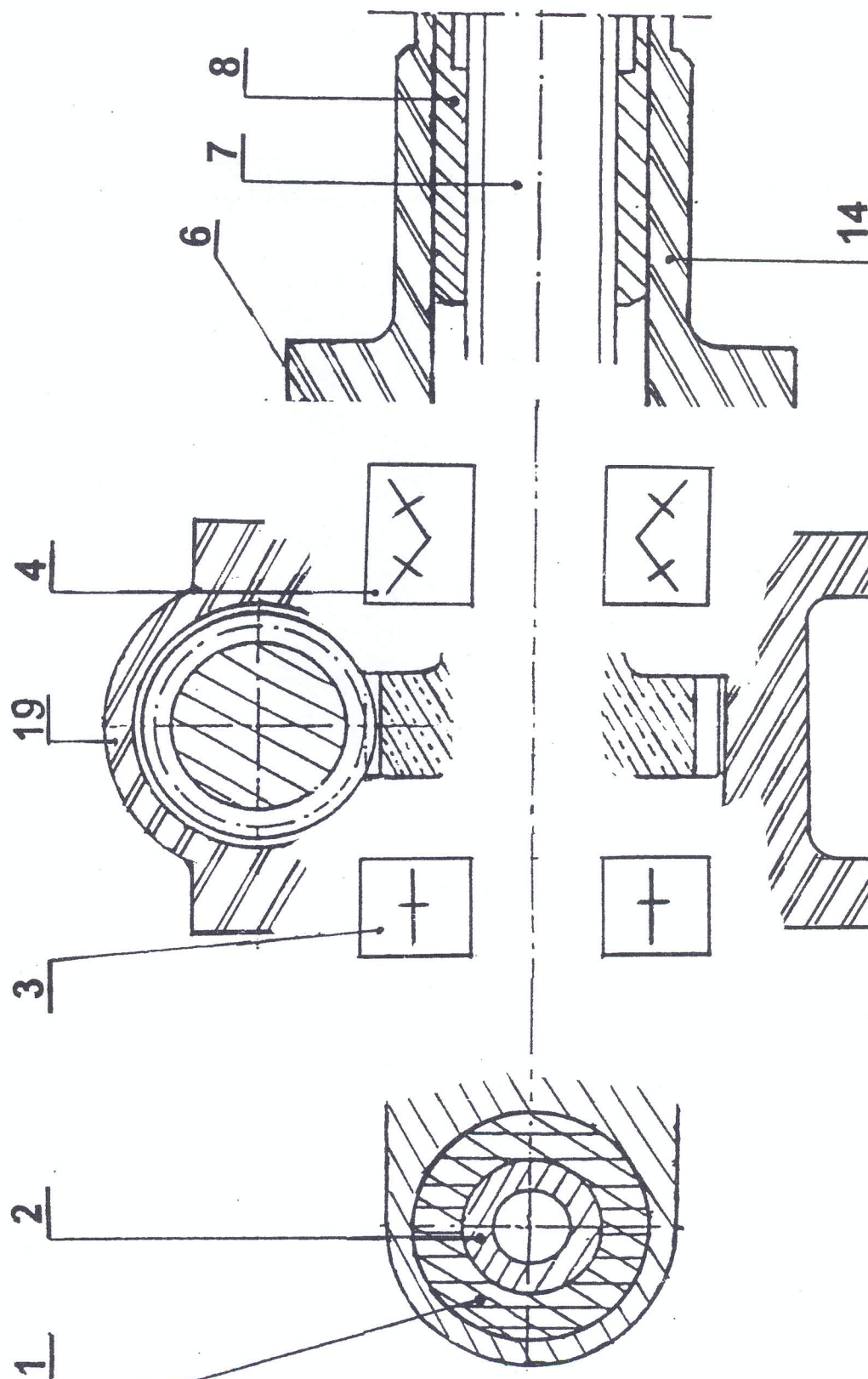
Ce dispositif peut assurer la transmission de puissance en présence de quels défauts d'alignement?

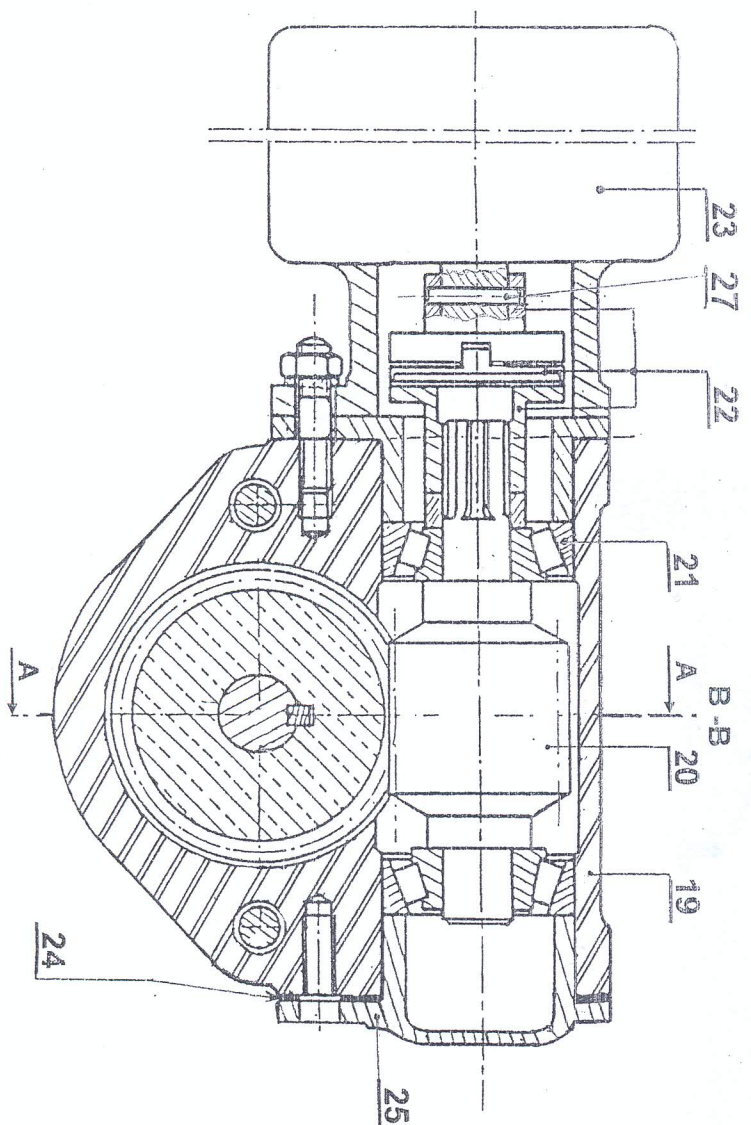
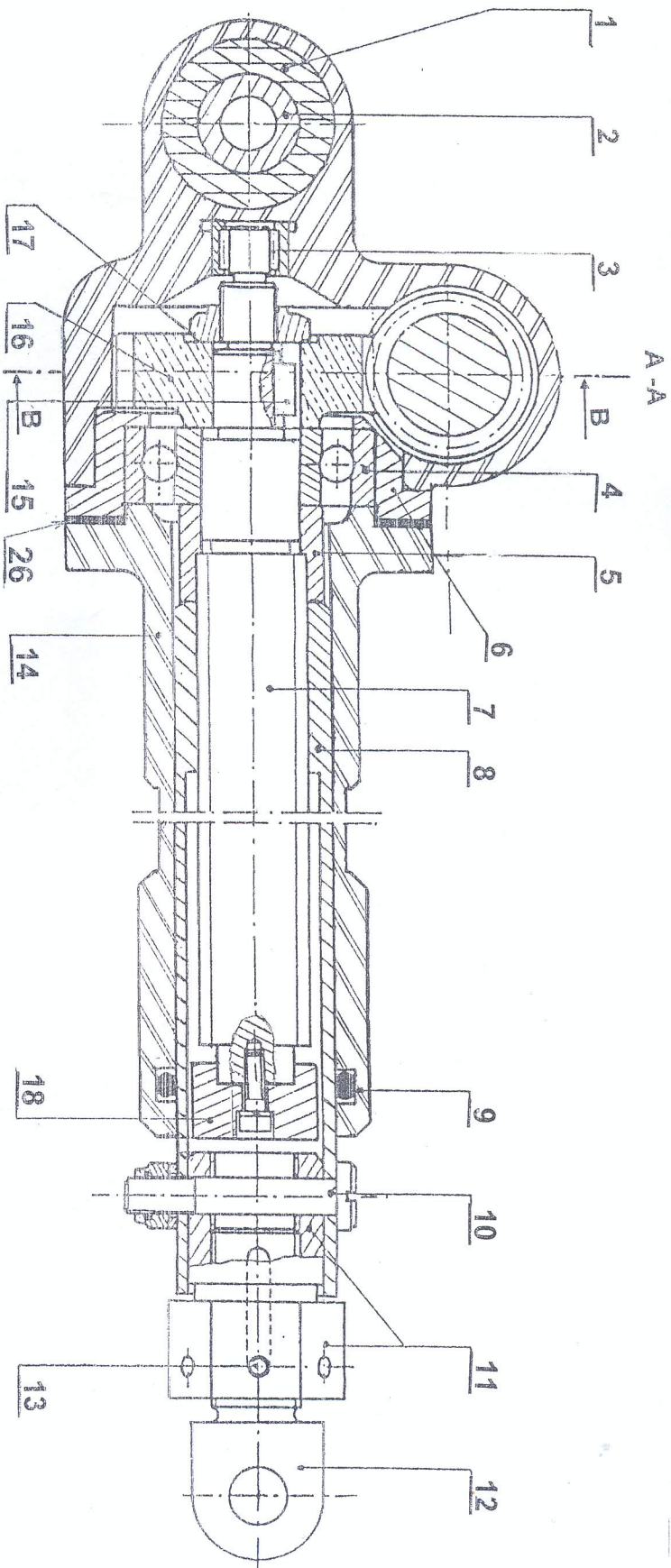
Donner l'ordre de grandeur des amplitudes maximales de ces défauts.

S'agit-il d'un dispositif homocinétique ou non homocinétique

Justifier l'utilité de ce dispositif pour transmettre la puissance mécanique entre l'arbre du moteur (23) et la vis sans fin (20).

Nom : Prénom :
 Classe : N° :





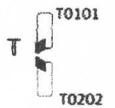
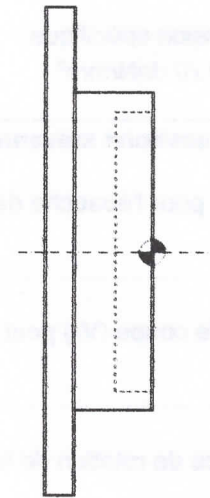
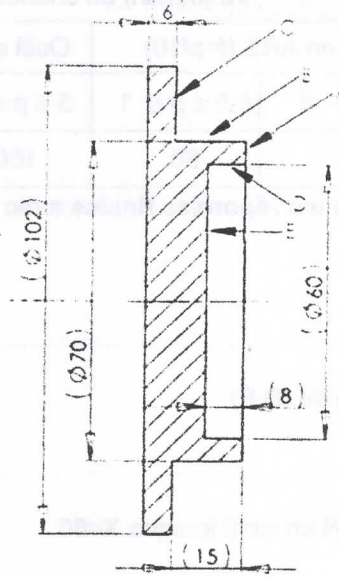
Année : 2019 / 2020 Classe : PT2
Épreuve : DC Semestre : 1
Matière : CFM Partie : Technologie de Fabrication

Nom et Prénom :

Groupe :

Usinage CNC

Les surfaces A, B, C, D et E de la pièce représentée ci-dessous sont usinées en première phase de tournage en utilisant un tour à commande numérique à tourelle arrière et à l'aide d'un outil à contourner (T0101) et un outil à aléser et dresser (T0202). Les deux outils sont montrés ci-dessous au point de changement d'outil T de coordonnées (X130, Z50). Les surépaisseurs d'usinage sont de 0.5 mm sur les faces et de 0.2 mm sur les rayons.



Ainsi, un engagement (pré-coupe) et un dégagement de 2 mm sur le contour usiné (faces et rayons) seront adopté

- 1- Représenter ci-dessus (à droite) les trajectoires des 2 outils permettant d'usiner les surfaces A, B, C, D et E.
- 2- Compléter le programme ISO suivant pour l'usinage de ces surfaces (uniquement les trajectoires des outils)

%1017				
N0010	G54	T0101	G96	S120
N0020	G95	F0.15		
N0030	G92	S2200	M03	M08
N0040				
N0050				
N0060				
N0070				
N0080				
N0090				
N00100				
N00110				
N00120				

N00130				
N00140				
N00150				
N00160				
N00170				
N00180				
N00190				
N00200				
N00210				
N00220				
N00230				
N00240				
N00250				

- 3- Si on décide de réaliser un congé (F) entre les surfaces B et C (rayon : 5), que seraient les lignes de programme pour l'exécution des surfaces B-G-C:

Étude de la coupe

On se propose d'usiner la même pièce en séries renouvelables de 150 pièces/mois. L'ébauche des surfaces D et E est réalisée sur un tour parallèle en utilisant un outil à aléser et à dresser en carbure. La pièce contient un avant trou de fonderie. De plus, la profondeur de passe en ébauche est de 3 mm et la vitesse de coupe en alésage est obtenue par celle du chariotage corrigée par un facteur de 0,7. Finalement, le tableau ci-dessous donne les vitesses de coupe pour le chariotage du matériau en question en fonction des conditions d'usinage.

Ne rien écrire dans cet espace

Matériau : EN-GJL-150 Pression spécifique : 120 daN/mm ²	Vc (m/min) en chariotage			
	Outil en ARS (f=p/10)		Outil en carbure (f=p/8)	
	3 ≤ p ≤ 5	0,5 ≤ p ≤ 1	3 ≤ p ≤ 5	0,5 ≤ p ≤ 1
	45	60	160	200

Pour chacune des questions suivantes, mettre les réponses finales avec leurs unités dans les cadres !!!

1 – Trouver l'avance (f) pour l'ébauche de (D,E)

f =

2 – Trouver la vitesse de coupe (V_c) pour l'ébauche de (D,E)

V_c =

3 – Calculer la fréquence de rotation de la broche (N en rpm) lorsque X=60.

N =

4 – Calculer la vitesse d'avance (V_f) pour l'ébauche de (D,E)

V_f =

5 – Calculer le temps utile (effectif) T_u à l'ébauche de (D,E) .

T_u =

6 – La durée de vie de l'outil s'exprime par : $T = 2.3 \cdot 10^8 V_c^{-3.6}$. Combien d'outils (N_o) devrait-on utiliser pour réaliser l'ébauche des surfaces D et E pour une série de 150 pièces

N_o =

7 – Quelle devrait être la vitesse de coupe V'_c pour usiner les 150 pièces sans changer d'outil ? (f constante)

V'_c =

8 – Sachant que le tour utilisé est caractérisé par une puissance de 7KW et un rendement de 0.7 et que la matière à usiner a une pression spécifique maximale (voir tableau), quelle serait la vitesse de coupe maximale (V''_c) pouvant être atteinte par le tour en gardant la profondeur de passe et l'avance constantes ?

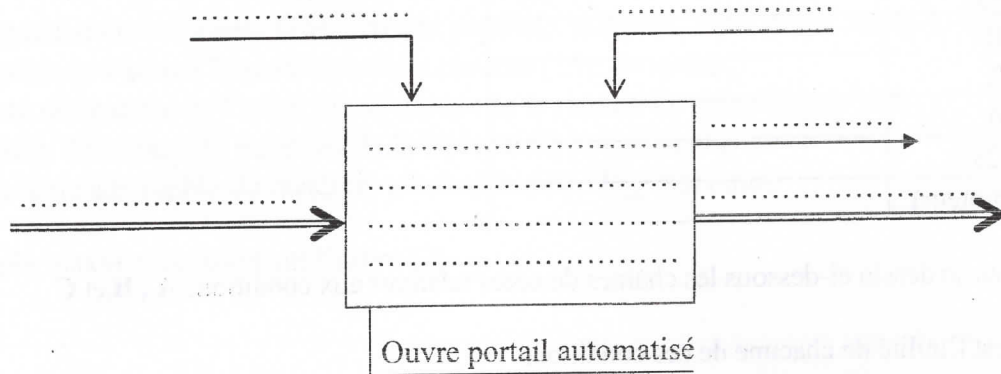
V''_c =

Partie A : Technologie de conception

A-I) ANALYSE FONCTIONNELLE

On s'intéresse dans cette partie à l'étude de la partie opérative de l'ouvre portail automatisé.

- Compléter l'actigramme A-0



A-II) ETUDE DE LA PARTIE OPERATIVE « VERIN ELECTROMECHANIQUE »

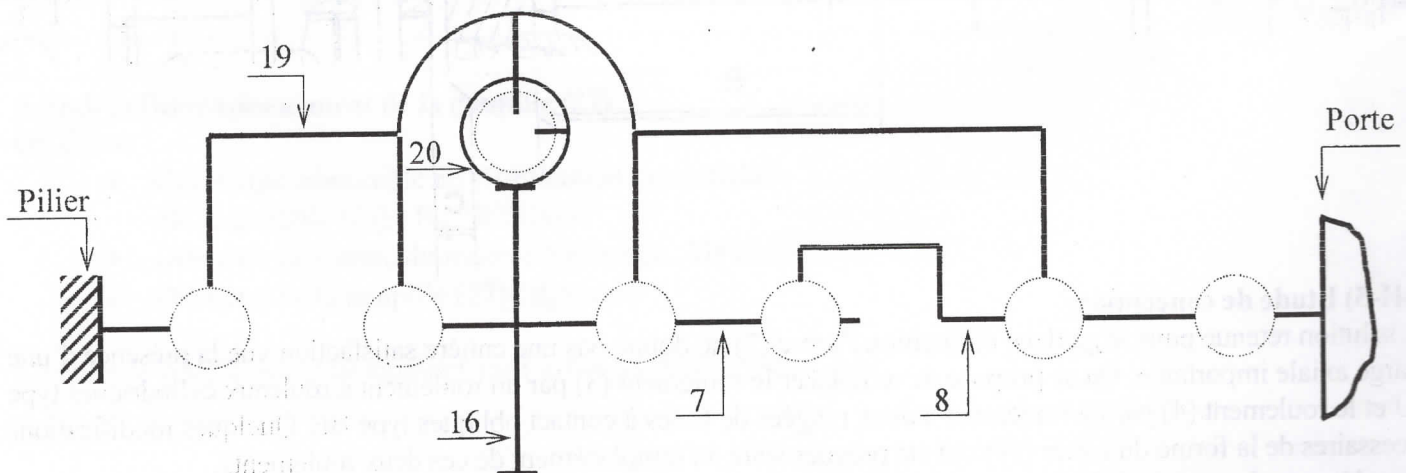
Le dessin d'ensemble de la page (5/5) représente à l'échelle 1 : 1, le vérin électromécanique qui assure le pivotement de la porte.

A-II-1) Etude cinématique et dimensionnement du moteur

A-II-1-1) Donner le type de la liaison entre chacun des couples de pièces indiqués dans le tableau suivant.

Couple de pièces	Liaison
(7)/(8)	
(8)/(14)	
(8)/(12)	

A-II-1-2) Compléter le schéma cinématique du vérin électromécanique par la représentation des symboles des liaisons dans les cercles prévus.



On donne :

- fréquence de rotation du moteur $N_m = 3000 \text{ tr/min}$,
- dispositif (22) rendement $\eta_1 = 0,95$,
- Système roue et vis sans fin (20)/(16) $Z_{20} = 1 \text{ filet}$, $Z_{16} = 30 \text{ dents}$, rendement $\eta_2 = 0,6$,
- Système vis écrou (7)/(8) pas = 5 mm, rendement $\eta_3 = 0,4$.

A-II-1-3) Calculer la fréquence de rotation de la vis (7).

A-II-1-4) Calculer en m/s la vitesse de déplacement de la tige du vérin.

A-II-1-5) Le pivotement de chaque porte pendant l'ouverture ou la fermeture du portail nécessite une force maximale de 3000 N au niveau de l'articulation avec la pièce (12). Calculer dans ces conditions la puissance mécanique du moteur électrique.

A-II-2) Etude technologique

A-II-2-1) Donner la fonction de chacun des processeurs indiqués dans le tableau suivant.

Processeur	Fonction
(12)	
(13)	
(1)	
(2)	
(18)	
(24)	
(26)	

A-II-2-2) Quel est le nom du dispositif (22) ?

Ce dispositif peut assurer la transmission de puissance en présence de quels défauts d'alignement?

Donner l'ordre de grandeur des amplitudes maximales de ces défauts.

S'agit-il d'un dispositif homocinétique ou non homocinétique.

Justifier l'utilité de ce dispositif pour transmettre la puissance mécanique entre l'arbre du moteur (23) et la vis sans fin (20).

A-II-4) Cotation fonctionnelle

A-II-4-1) Choisir les ajustements relatifs aux assemblages mentionnés dans le tableau ci-dessous (Voir page 4/10)

Assemblage	Ajustement
(8)/(14)	
(6)/(14)	
(6)/(4)	
(4)/(7)	
(7)/(5)	
(27)/(22)	
(27)/(arbre moteur)	

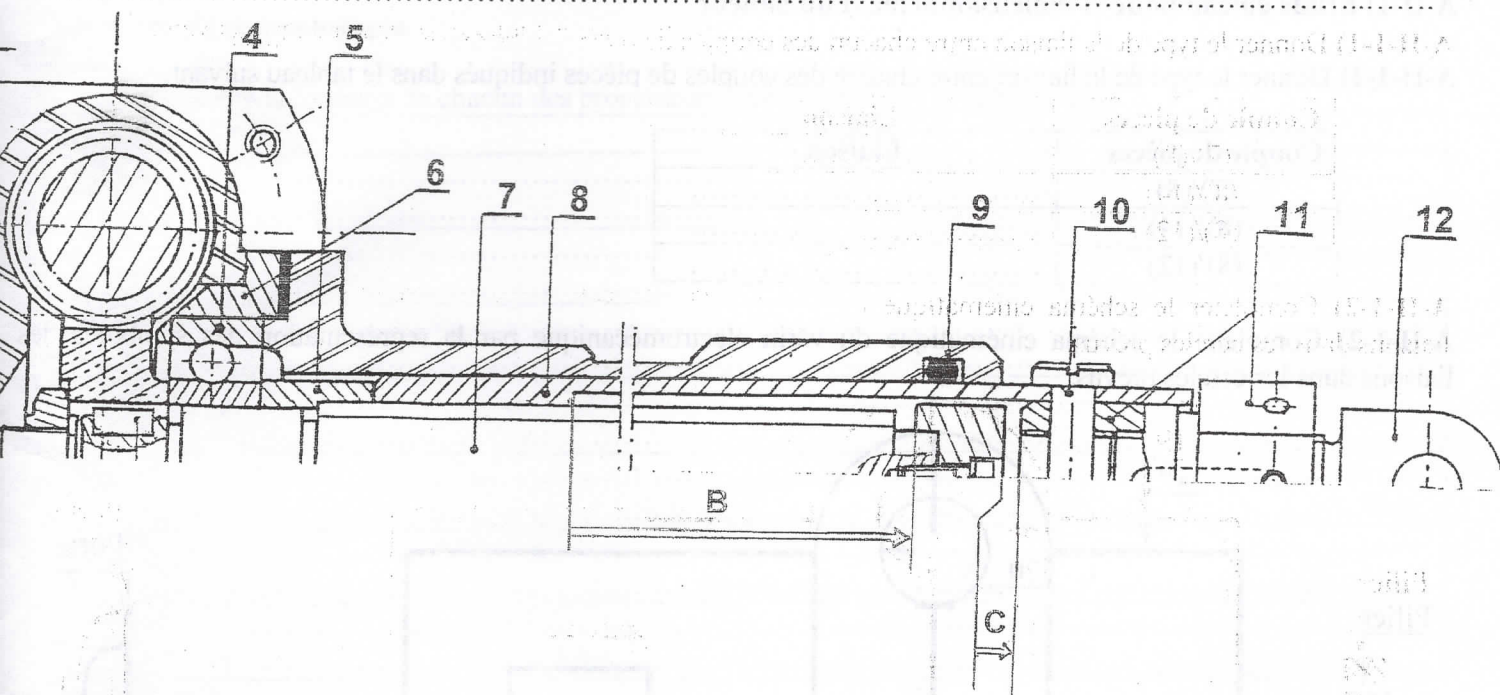
A-II-4-2) Tracer sur le dessin ci-dessous les chaînes de cotes relatives aux conditions A , B. et C

A-II-4-3) Quelle est l'utilité de chacune de ces conditions

Condition A :

Condition B :

Condition C :



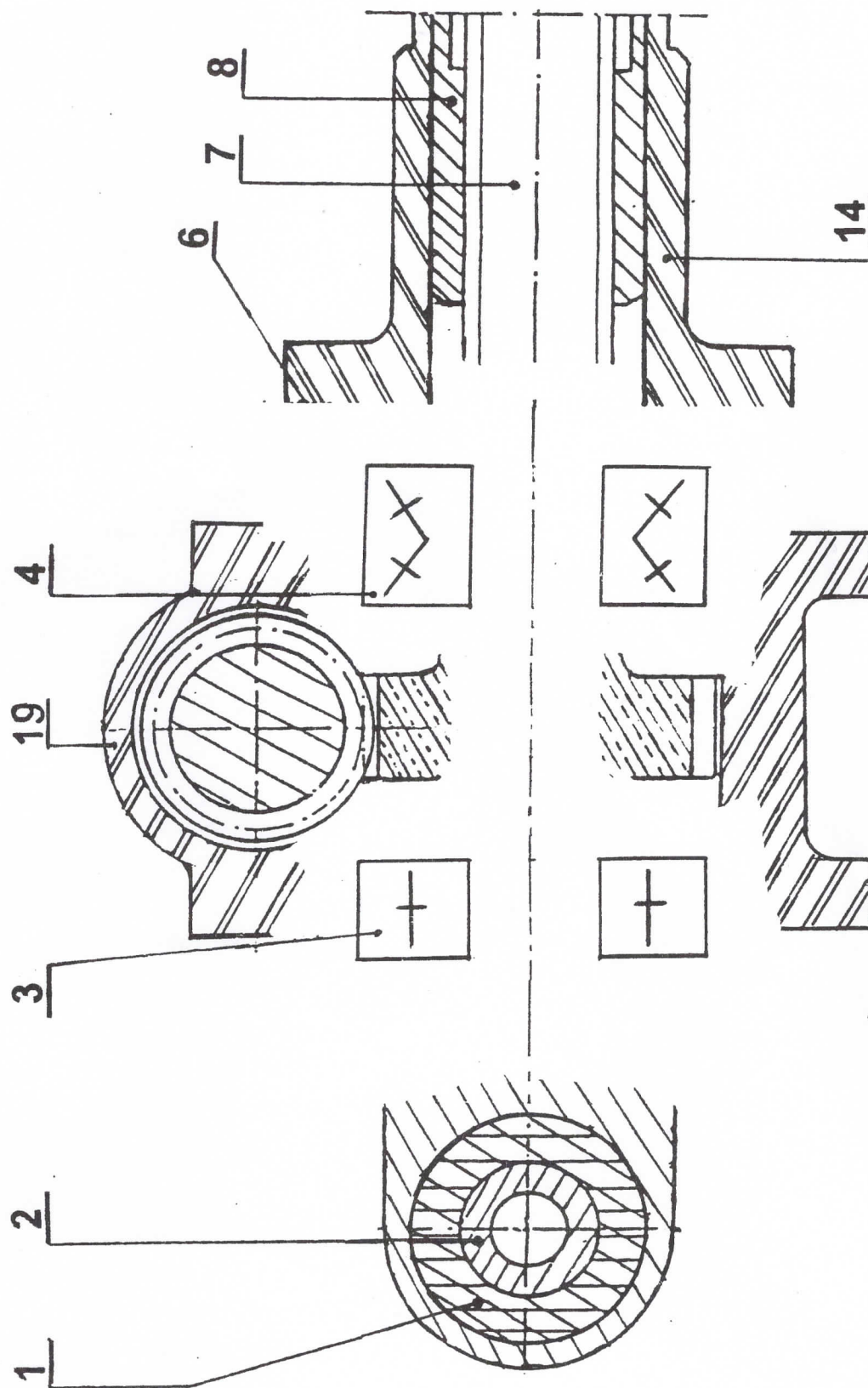
A-II-5) Etude de conception

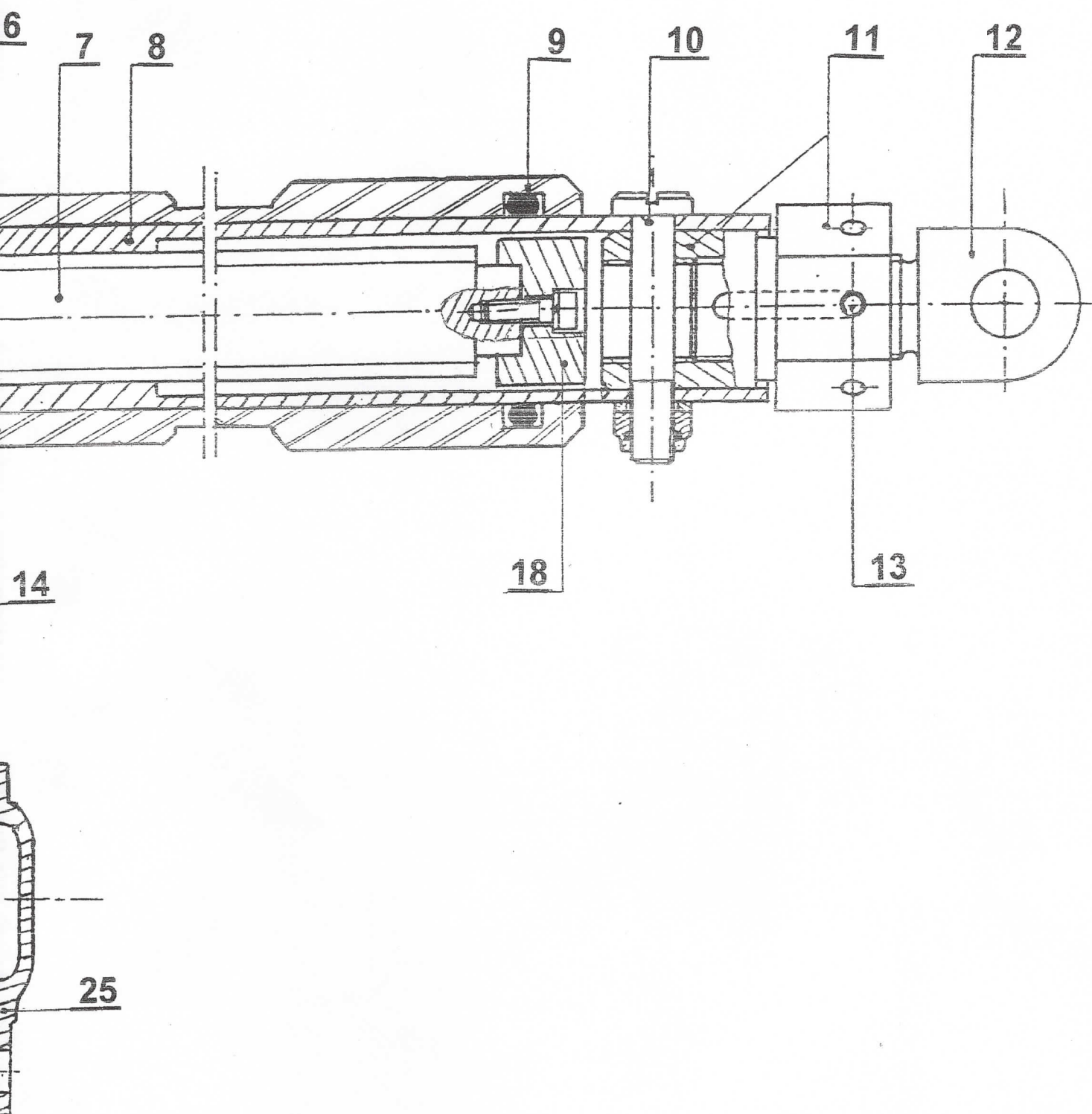
La solution retenue pour le guidage en rotation l'arbre (7) ne donne pas une entière satisfaction vue la présence d'une charge axiale importante. On se propose de remplacer le roulement (3) par un roulement à rouleaux cylindriques type RU et le roulement (4) par un roulement à deux rangées de billes à contact obliques type BE. Quelques modifications nécessaires de la forme du carter (19) ont été prévues suite au remplacement de ces deux roulements.

Compléter sur la page (4/5) le dessin d'ensemble partiel du vérin électromécanique en assurant :

- le guidage en rotation de l'arbre (7) par les deux nouveaux roulements (3) et (4) qui doivent être montés chacun sur un boîtier à prévoir,
- la liaison complète de la roue (16) par rapport à l'arbre (7),
- la liaison complète des bagues (1) et (2) par rapport au carter (19),
- l'étanchéité du mécanisme,
- la cotation des assemblages fonctionnels.

Nom : Prénom :
 Classe : N° :





INSTITUT PREPARATOIRE AUX ETUDES D'INGENIEURS DE SFAK

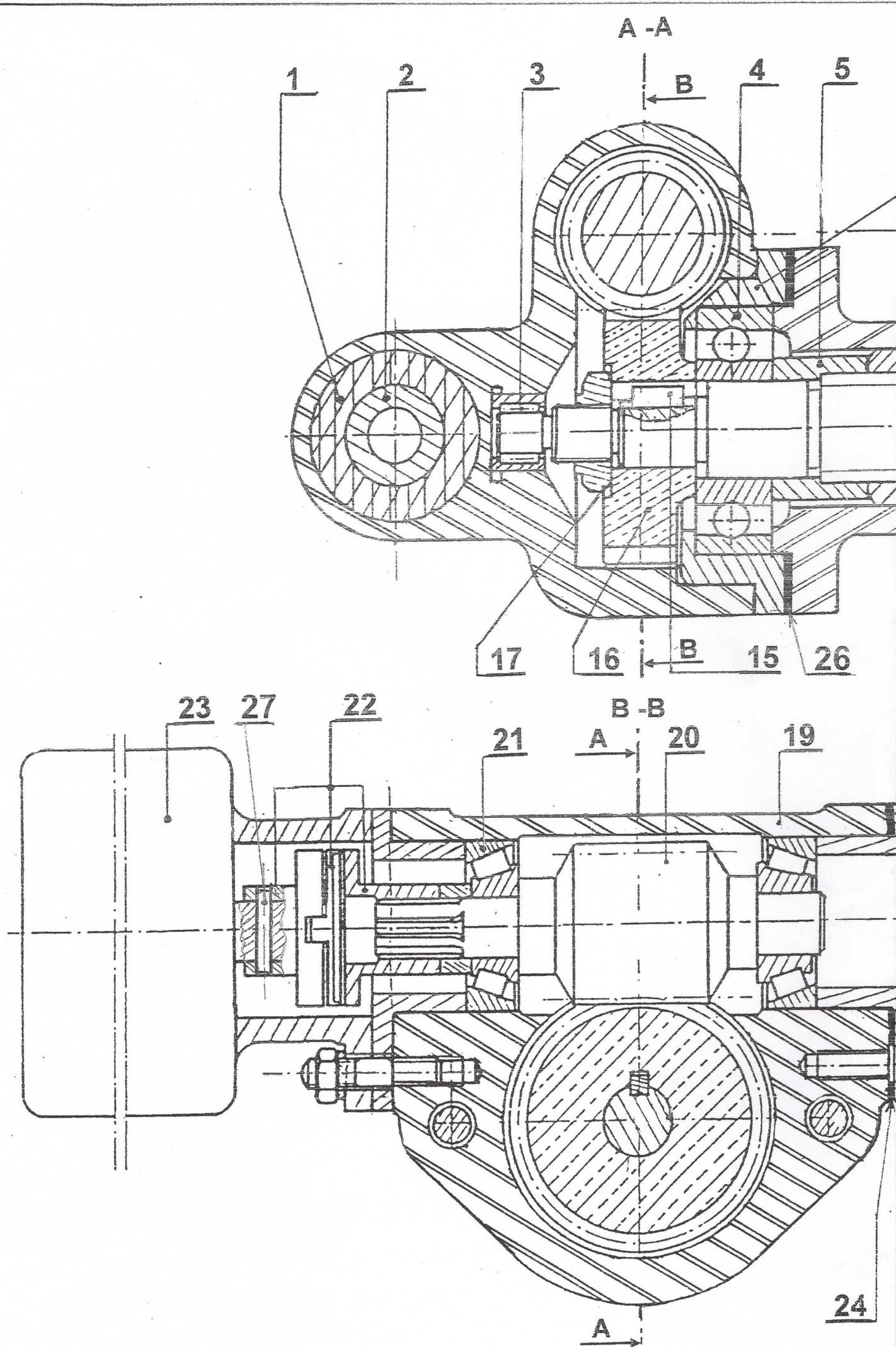
Epreuve STI

Page 5/ 5



Ech 1:1

OUVRE PORTAIL AUTOMATISE
(Vérin électromécanique)



Devoir de contrôle du premier semestre
Automatique

Date : 01/11/2019. Durée : 1h 30mn.

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

Exercice 1

Soit le système dynamique suivant :

$$3\dot{s}(t) + s(t) = e(t - 0.1), \quad s(0) = 0.$$

d'entrée $e(t)$ et de sortie $s(t)$.

- Ce système est-il linéaire, stationnaire et causal ? Justifier.
- Calculer sa fonction de transfert $H(p) = \frac{S(p)}{E(p)}$. Déduire son ordre.
- Evaluer le gain statique et le retard pur de ce système.
- Calculer la réponse impulsionnelle $h(t)$.

Exercice 2

Un système dynamique a été modélisé comme suit :

$$G(p) = \frac{S(p)}{E(p)} = \frac{1}{1+p}$$

- Ecrire l'équation différentielle correspondant au système initialement au repos.
- Calculer la transformée de Laplace du signal d'entrée suivant :

$$e(t) = \begin{cases} t & 0 \leq t < 1 \\ -\frac{1}{4}t + \frac{5}{4} & 1 \leq t < 3 \\ \frac{1}{2} & t \geq 3 \end{cases}$$

- Calculer la réponse $s(t)$ de $G(p)$ pour l'entrée $e(t)$ donnée en (a).
- Quelle est la valeur finale de cette réponse ?

Exercice 3

Un système dynamique, d'entrée $e(t)$ et de sortie $s(t)$, est modélisé par l'équation différentielle suivante :

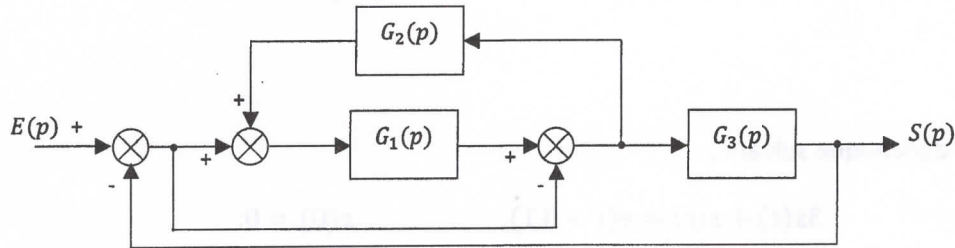
$$\ddot{s}(t + 0.5) + 6\dot{s}(t + 0.5) + 5s(t + 0.5) = 5\dot{e}(t) + e(t); \quad s(0) = 2, \dot{s}(0) = 0, u(0) = 0.$$

- Déterminer sa fonction de transfert $H(p) = \frac{S(p)}{E(p)}$.
- Evaluer sa classe, ses pôles et ses zéros.
- Calculer sa réponse $s(t)$ à l'entrée $e(t) = u(t)$ (échelon unitaire) pour les conditions initiales données.

- d) Retrouver sa fonction de transfert statique H_0 .
- e) Retrouver également sa fonction de transfert complexe $H(j\omega)$.

Exercice 4

Soit un système physique dont le schéma fonctionnel est :



Déterminer sa fonction de transfert $H(p) = \frac{S(p)}{E(p)}$.

Table de la transformée de Laplace

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

Propriétés de la transformée de Laplace

$f(t)$	$F(p) = \mathcal{L}(f(t))$
$Kf(t)$	$KF(p)$
$f_1(t) + f_2(t)$	$F_1(p) + F_2(p)$
$\frac{d}{dt}f(t)$	$pF(p) - f(0)$
$\int_0^t f(\alpha)d\alpha$	$\frac{F(p)}{p}$
$f(t-T)$	$e^{-pT}F(p)$
$e^{-at}f(t)$	$F(p+a)$
$f(\infty) = \lim_{t \rightarrow \infty} f(t)$	$\lim_{p \rightarrow 0} pF(p)$
$f(0) = \lim_{t \rightarrow 0} f(t)$	$\lim_{p \rightarrow \infty} pF(p)$
$\int_0^t f_1(\tau)f_2(t-\tau)d\tau$	$F_1(p)F_2(p)$

$u(t)$: Echelon unitaire.