

Numéro d'inscription

Né(e) le

 / /

Signature

Nom

Prénom (s)

Épreuve : Sciences Industrielles

Les feuilles dont l'entête d'identification n'est pas entièrement renseigné ne seront pas prises en compte pour la correction.

Feuille

 /


Mines-Ponts

Document-réponses

Question 1 Sur la figure R1, tracer les liens et préciser les transitions autour de l'état « Mode sauvegarde ».

Question 2 Sur la figure R1, préciser dans l'état « Mode sauvegarde » les actions à effectuer.

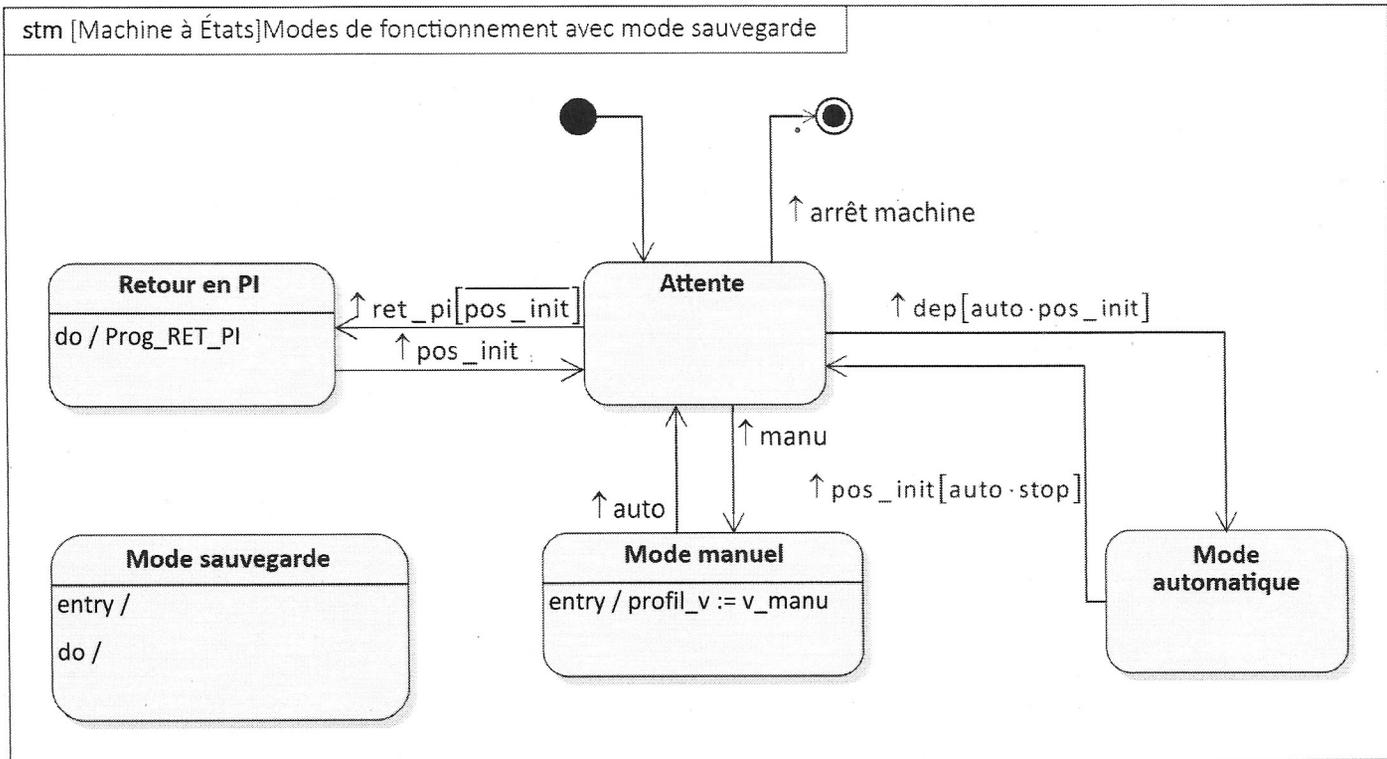


Figure R1 : diagramme d'états à compléter

Variable	Description	Variable	Description
pos_init	manipulateur en position initiale	manu	mode de fonctionnement manuel
dysfonc	=1 si une anomalie est détectée par le logiciel de pilotage des axes	auto	mode de fonctionnement automatique <i>Le choix du mode de fonctionnement est réalisé par un sélecteur 2 positions stables</i>
outil_haut	outil en position haute	dep	départ en mode automatique
profil_v	précise la loi de commande des moteurs = v_maxi : évolution à vitesse maxi = v_mini : évolution à vitesse lente = v_manu : vitesse choisie par l'opérateur = auto : vitesse déterminée par logiciel	stop	arrêt demandé (<i>variable mémorisée</i>)
MO	ordre monter outil	ret_pi	retour en position initiale demandé
DO	ordre descendre outil	Prog_RET_PI	exécution du programme de retour en position initiale

Tableau T1 : variables utilisées dans le diagramme d'états

NE RIEN ECRIRE

DANS CE CADRE

Question 3 Établir la relation entre $\Delta\theta_1, R_p, \Delta l_{x_1}$ et Δl_{y_1} et la relation entre $\Delta\theta_2, R_p, \Delta l_{x_2}$ et Δl_{y_2} .

Question 4 Établir les quatre équations de contrainte géométrique entre les variations de longueur Δl_{u_i} .

Question 5 Exprimer les variations de longueur Δl_{x_2} et Δl_{y_2} en fonction de $R_p, \Delta\theta_1$ et $\Delta\theta_2$.

Question 6 Exprimer les consignes articulaires $\Delta\theta_1$ et $\Delta\theta_2$ en fonction de Δl_{x_2} et Δl_{y_2} .

Question 7 Indiquer quel(s) moteur(s) doit(doivent) tourner pour obtenir un déplacement longitudinal du chariot caractérisé par : $\Delta l x_2 > 0$ et $\Delta l y_2 = 0$. Le cas échéant, préciser le sens de rotation (les valeurs des vitesses de rotation ne sont pas demandées).

Moteur	Rotation (oui/non)	Sens (+/-)
M1		
M2		

Question 8 Compléter sur la figure R2 l'algorithme de programmation du retour en position initiale du chariot (variables définies dans le tableau T2 page suivante).

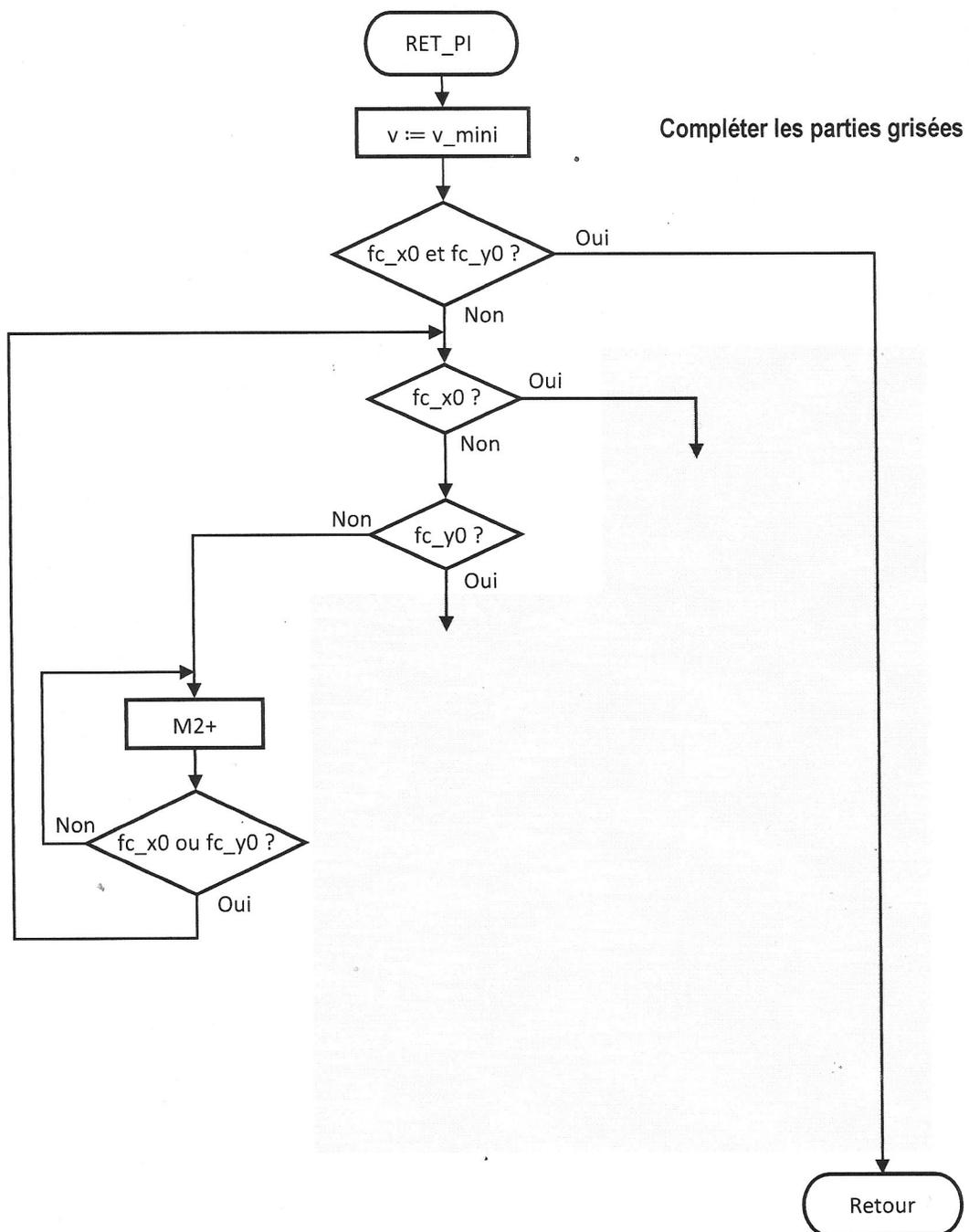


Figure R2 : processus de retour en position initiale

Variable	Description
v_mini	progression des axes à vitesse lente
M1-	Rotation moteur M1 dans le sens négatif
M2-	Rotation moteur M2 dans le sens négatif
fc_x0	traverse en fin de course de coordonnée minimale sur la direction \vec{x}
fc_y0	chariot en fin de course de coordonnée minimale sur la direction \vec{y}

Variable	Description
M1+	Rotation moteur M1 dans le sens positif
M2+	Rotation moteur M2 dans le sens positif
fc_x1	traverse en fin de course de coordonnée maximale sur la direction \vec{x}
fc_y1	chariot en fin de course de coordonnée maximale sur la direction \vec{y}

Tableau T2 : variables utilisées dans l'algorithme figure R2

Question 9 Compléter sur la figure R3 le modèle acausal afin de visualiser le déplacement de la masse totale sur un écran d'affichage.

Compléter la partie grisée

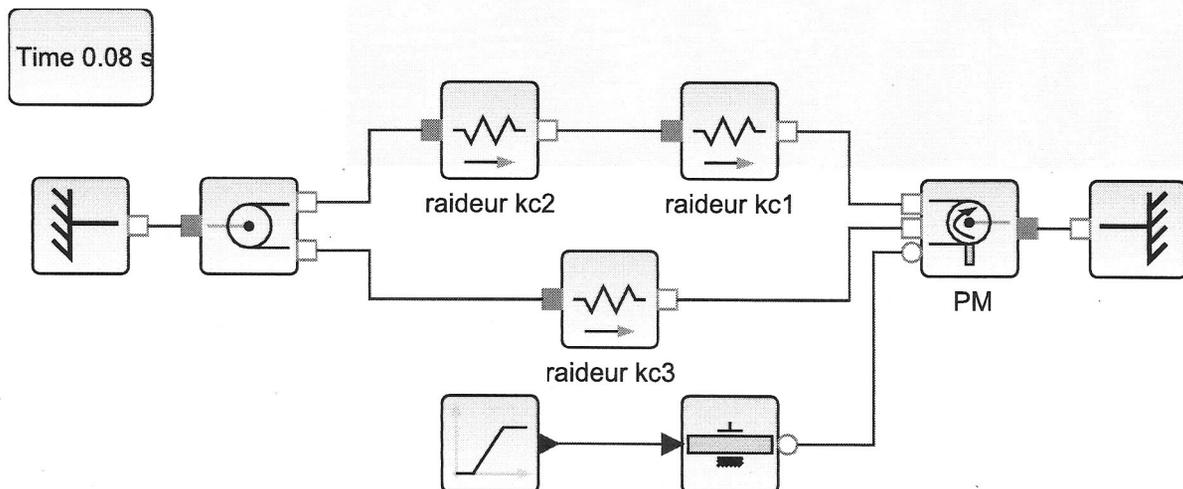


Figure R3 : modèle acausal incomplet de l'ensemble {poulies ; courroie}

Question 10 Relever la période T des oscillations observées sur la figure 9.

À partir des valeurs de T et de M_t , calculer une valeur approchée de K_{eq} .

Numéro d'inscription

Né(e) le

Signature



Nom

Prénom (s)

Épreuve : Sciences Industrielles

Les feuilles dont l'entête d'identification n'est pas entièrement renseigné ne seront pas prises en compte pour la correction.

Feuille



Question 11 Justifier l'expression de la fonction de transfert du bloc B1 et de celle du bloc B3. Préciser le(s) solide(s) isolé(s), les actions mécaniques prises en compte, les hypothèses effectuées, le théorème utilisé.

Grid area for Question 11 answer

Question 12 Justifier l'expression de la fonction de transfert du bloc B4.

Grid area for Question 12 answer

NE RIEN ECRIRE

DANS CE CADRE

Question 13 Justifier l'expression de la fonction de transfert du bloc B5. Préciser le(s) solide(s) isolé(s), les actions mécaniques prises en compte, les hypothèses effectuées, le théorème utilisé.

Question 14 Déterminer analytiquement l'expression de la fonction de transfert $H(p) = \frac{V_x(p)}{C_m(p)}$.

Exprimer $H(p)$ sous la forme : $H(p) = \frac{R_p K_{eq}}{a_0 + a_1 \cdot p + a_2 \cdot p^2 + a_3 \cdot p^3}$

a_0		b_0	$R_p K_{eq}$
a_1			
a_2			
a_3			

Question 15 Justifier que la fonction de transfert $H(p)$ peut être approchée par une fonction de transfert du premier ordre.

Question 16 En formulant l'hypothèse que la raideur équivalente K_{eq} est très grande, montrer que la fonction de transfert approchée $H_a(p)$ est indépendante de K_{eq} .

Question 17 Déterminer le gain K_{pos} de la chaîne d'acquisition de la boucle de position.

Question 18 Déterminer le gain K_a de l'adaptateur.

Question 19 Déterminer la précision de positionnement en millimètres de la traverse.

Conclure vis-à-vis du cahier des charges.

Question 20 Déterminer l'erreur statique de vitesse $\varepsilon_{\Omega\infty}$ pour une entrée en échelon unitaire de la boucle tachymétrique.

Conclure vis-à-vis du cahier des charges.

Question 21 Justifier l'utilisation d'un tel correcteur dans le cas présent.

Question 22 Indiquer quelle(s) valeur(s) du gain $K_{\text{cor}\Omega}$ proposée(s) sur la figure R4 permet(tent) de vérifier le cahier des charges de la boucle tachymétrique.

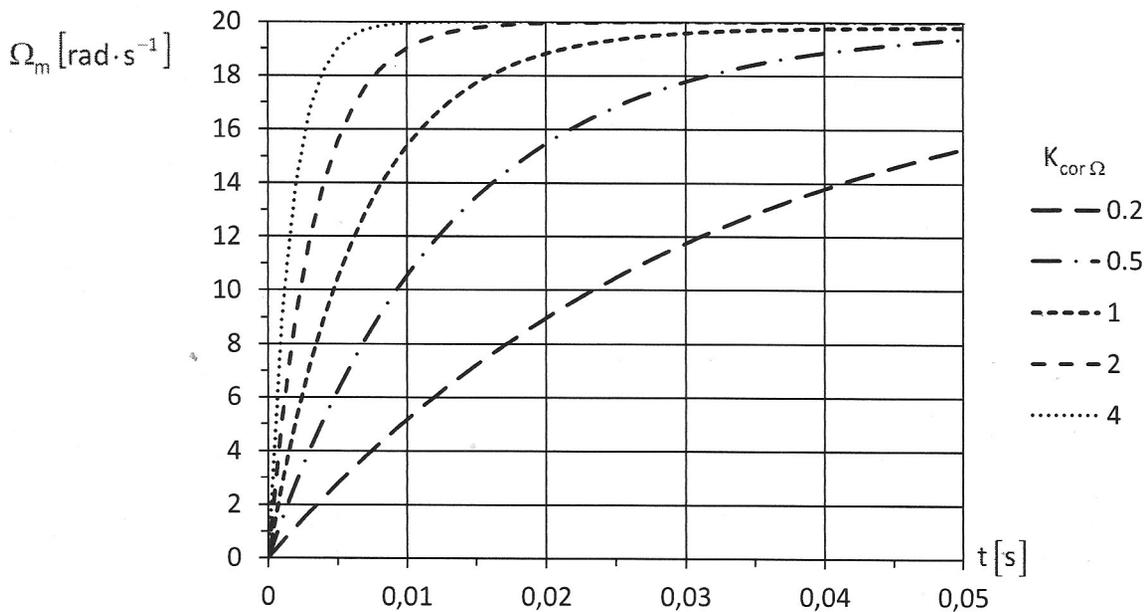


Figure R4 : réponse de la boucle tachymétrique à un échelon de vitesse de $20 \text{ rad}\cdot\text{s}^{-1}$ en fonction du gain $K_{\text{cor}\Omega}$ du correcteur $C_{\Omega}(p)$

Numéro d'inscription

Signature

Né(e) le

Nom

Prénom (s)



Épreuve : Sciences Industrielles

Les feuilles dont l'entête d'identification n'est pas entièrement renseigné ne seront pas prises en compte pour la correction.

Feuille /

Question 23 À partir du diagramme de Bode de la fonction de transfert en boucle ouverte $H_{bo_\Theta}(j\omega)$, tracer le diagramme asymptotique de cette fonction. Proposer une expression numérique de la fonction de transfert en boucle ouverte $H_{bo_\Theta}(p)$.

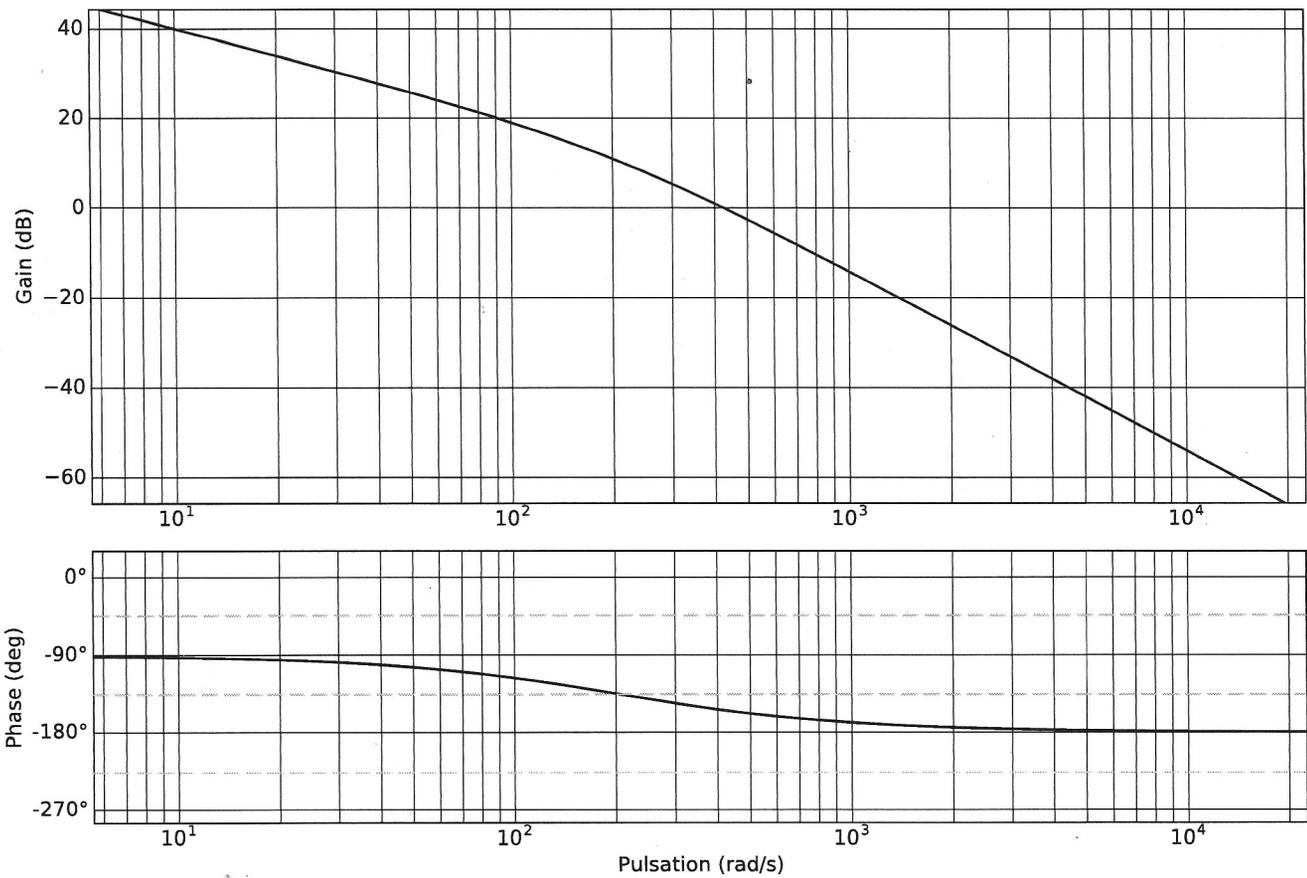


Figure R5 : diagramme de Bode de la fonction de transfert en boucle ouverte non corrigée de la boucle de position $H_{bo_\Theta}(j\omega)$

NE RIEN ECRIRE

DANS CE CADRE

Déterminer une expression numérique de la fonction de transfert en boucle fermée non corrigée de la boucle de position $H_{bf_\Theta}(p)$.

Préciser les valeurs approchées des paramètres caractéristiques de cette fonction de transfert.

Question 24 À partir de la fonction de transfert en boucle fermée $H_{bf_\Theta}(p)$ obtenue à la question précédente, déterminer l'amplitude du dépassement lors de la réponse à un échelon unitaire de position.

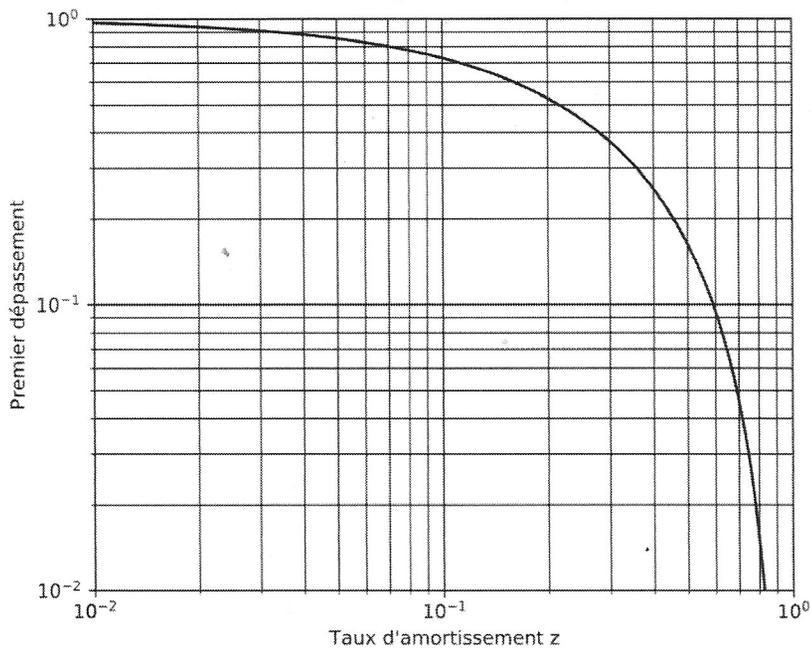


Figure R6 : Amplitude du premier dépassement d'un modèle du second ordre en fonction du taux d'amortissement z

Conclure quant au respect de l'exigence du cahier des charges.

question 25 À partir des résultats de la question 23, déterminer la fonction de transfert en boucle fermée de la boucle de position $H_{bf_cor}(p)$ en fonction de $K_{cor\Theta}$.

Déterminer la valeur maximale du gain $K_{cor\Theta}$ du correcteur assurant le respect de l'exigence de dépassement du cahier des charges.

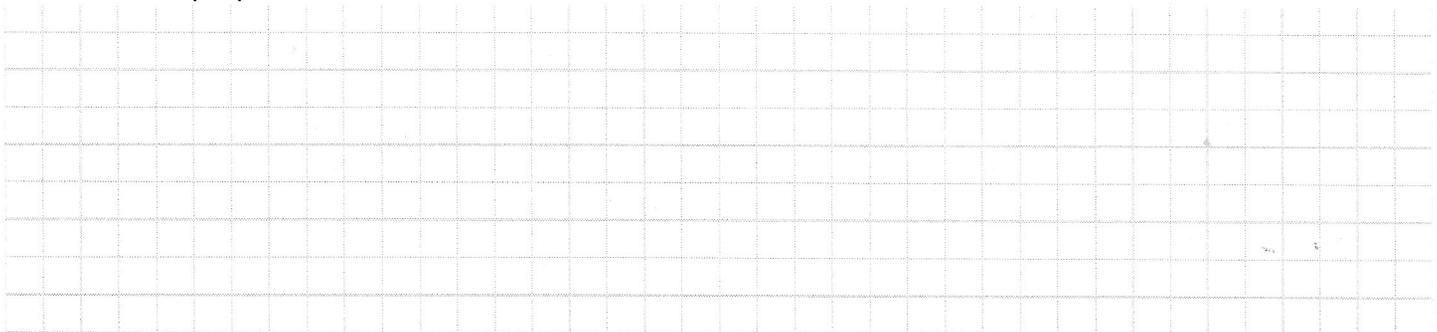
Question 26 Superposer en couleur sur la figure R5 le tracé asymptotique des courbes de gain et de phase de $H_{bo_cor}(j\omega)$. Préciser l'allure des courbes de gain et de phase.

Question 27 Justifier avec soin la stabilité en boucle fermée du modèle proposé.

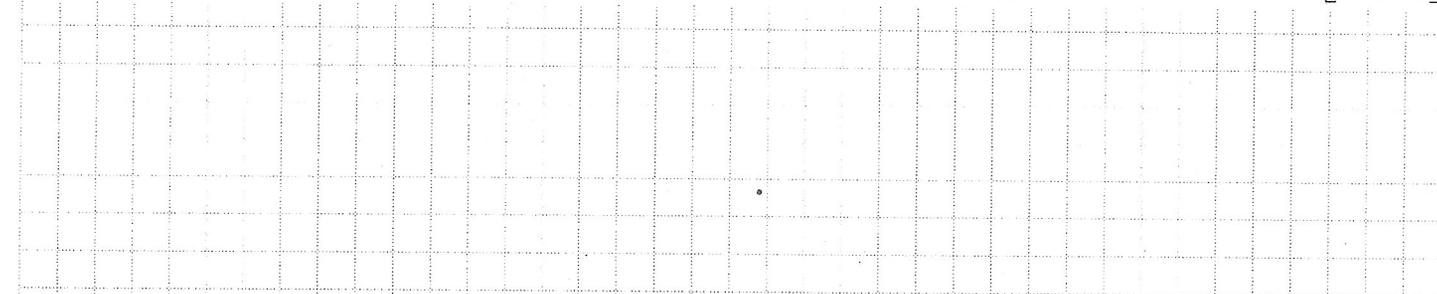
Mettre en évidence et déterminer graphiquement sur la figure R5 la marge de gain M_G et la marge de phase M_ϕ de la boucle de position corrigée.

Conclure quant au respect de l'exigence de stabilité du cahier des charges.

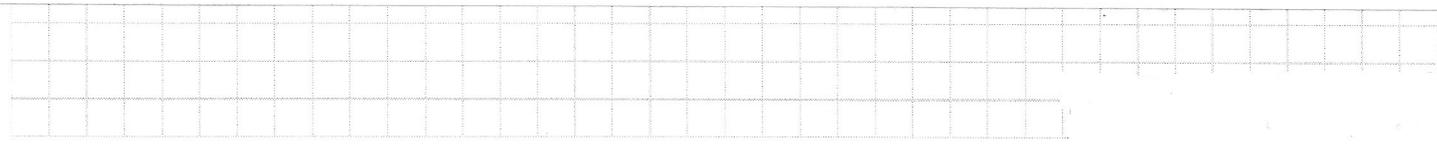
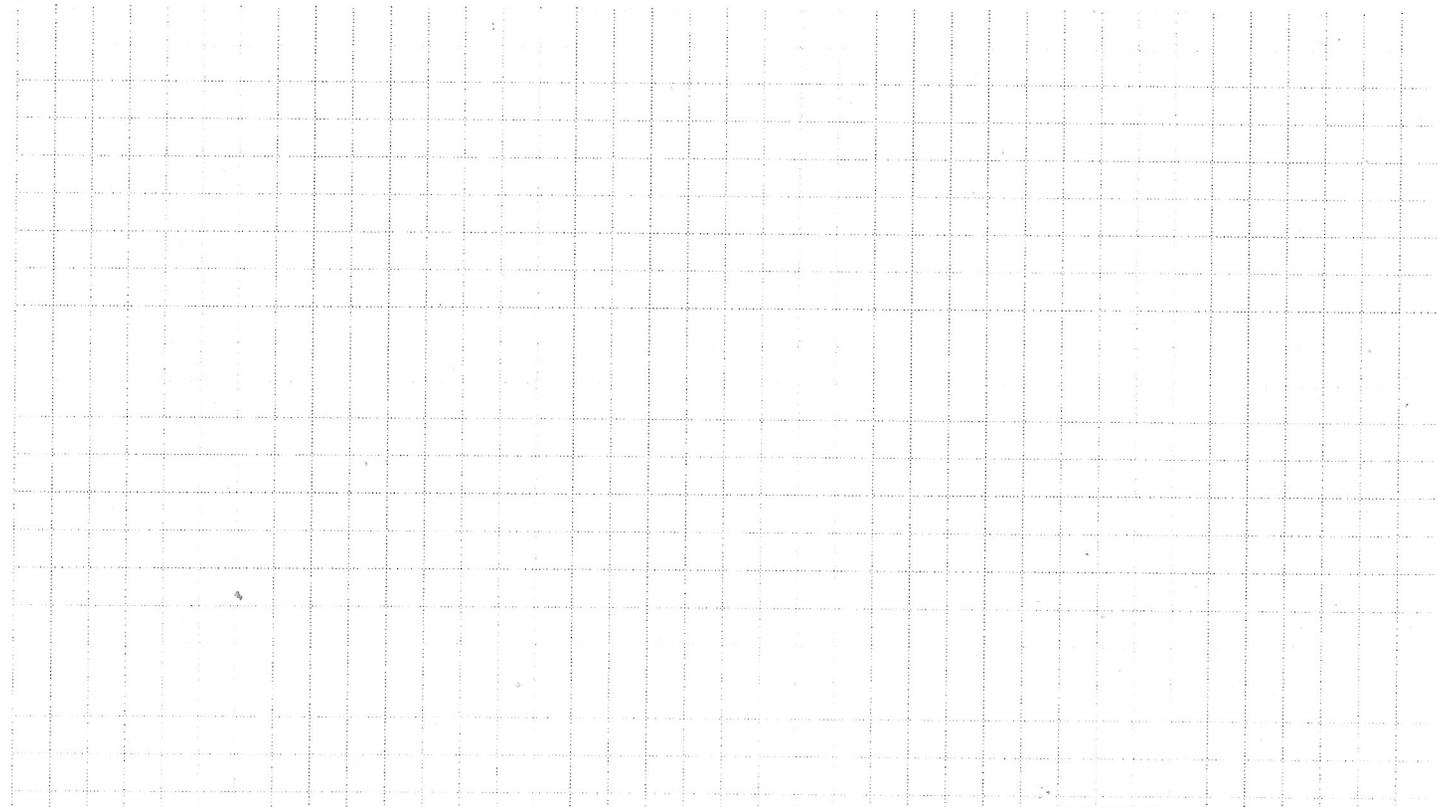
Question 28 Conclure quant à la validité de la commande de la boucle de position avec un correcteur proportionnel.



Question 29 Donner la forme simplifiée dans la base vectorielle $B_5(\vec{x}_5, \vec{y}_5, \vec{z})$ de la matrice d'inertie $[I(G_5, 5)]$.



Question 30 Calculer la coordonnée $\vec{\delta}(O_2, 5/0) \cdot \vec{y}$ du moment dynamique au point O_2 de la broche 5 en mouvement dans le référentiel bâti 0.



Question 31 Déterminer la coordonnée M_{32} du moment au point O_2 de l'action mécanique exercée par le porte-outil 3 sur le chariot 2. Préciser l'équation scalaire du principe fondamental de la dynamique utilisée, le(s) solide(s) isolé(s), les actions mécaniques prises en compte, les hypothèses effectuées.

Question 32. Relever sur la figure 19 les conditions de fonctionnement $\left(\frac{dv_x}{dt}; \frac{dv_z}{dt}\right)$ générant le moment M_{32} le plus contraignant pour la liaison complète porte-outil 3 / chariot 2. Préciser la valeur numérique correspondante de M_{32} .

Question 33 À partir du résultat précédent et compte tenu que la masse totale de l'ensemble {porte-outil 3 ; coulisseau 4 ; visseuse} est estimée à 1 kg, déterminer la valeur du facteur de charge dans la configuration étudiée.

Conclure en indiquant si l'utilisation de l'EXCM-30 sur le poste de vissage est possible d'un point de vue des efforts de liaison dans les guidages.