



Laboratoire de **S**ciences **I**ndustrielles pour
l'**I**ngénieur

Activité de **T**ravaux **P**ratiques en première année
MPSI/MP2I de CPGE

Modélisation SLCI

Documents réponses

TP1 Cordeuse	page	2
TP2 Cheville Nao temporel	page	5
TP3 Maxpid	page	11
TP4 Cheville Nao fréquentiel	page	15
TP5 Moto	page	18
TP6 Control'X	page	20
TP7 Synthèse asservissements	page	24

Cyril CHERON

MODÉLISATION CORDEUSE

Question1 :

Question2 : Pourquoi le pince bouge-t-elle :

Conséquence sur la tension :

Précaution à prendre :

Question3

Question4 et 5

Tracé de la courbe

- phase **1** :

- phase **2** :

- phase **3** :

1^{er} pic de tension :

Valeurs des tensions avant et après :

Conclusion sur le précision :

Principe de mesure de la tension par la machine (Fr) :

pourquoi $F_c < F_r$:

Question6 erreur relative dans la tension de la corde :

.....

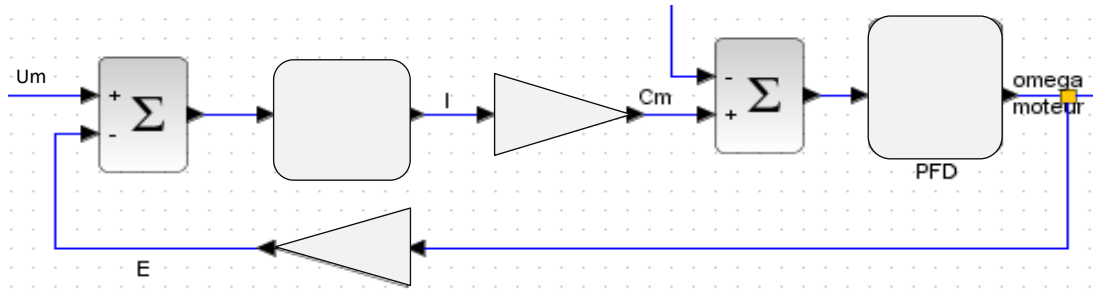
Question7

.....

Question8

.....

Question9



Question10 $\eta = \frac{\dots\dots\dots}{\dots\dots\dots} \frac{\dots\dots\dots}{\dots\dots\dots} = \dots\dots\dots$

Question11 $\frac{X(p)}{\omega_p(p)} = \frac{\dots\dots\dots}{\dots\dots\dots}$



Question12 le gain de la chaîne de retour permettant d'obtenir Cr(t) est :

Question13 $\frac{X_{ch}(p)}{X(p)} = \text{---}$

Question14 $G(p) = \text{---}$

Question 15

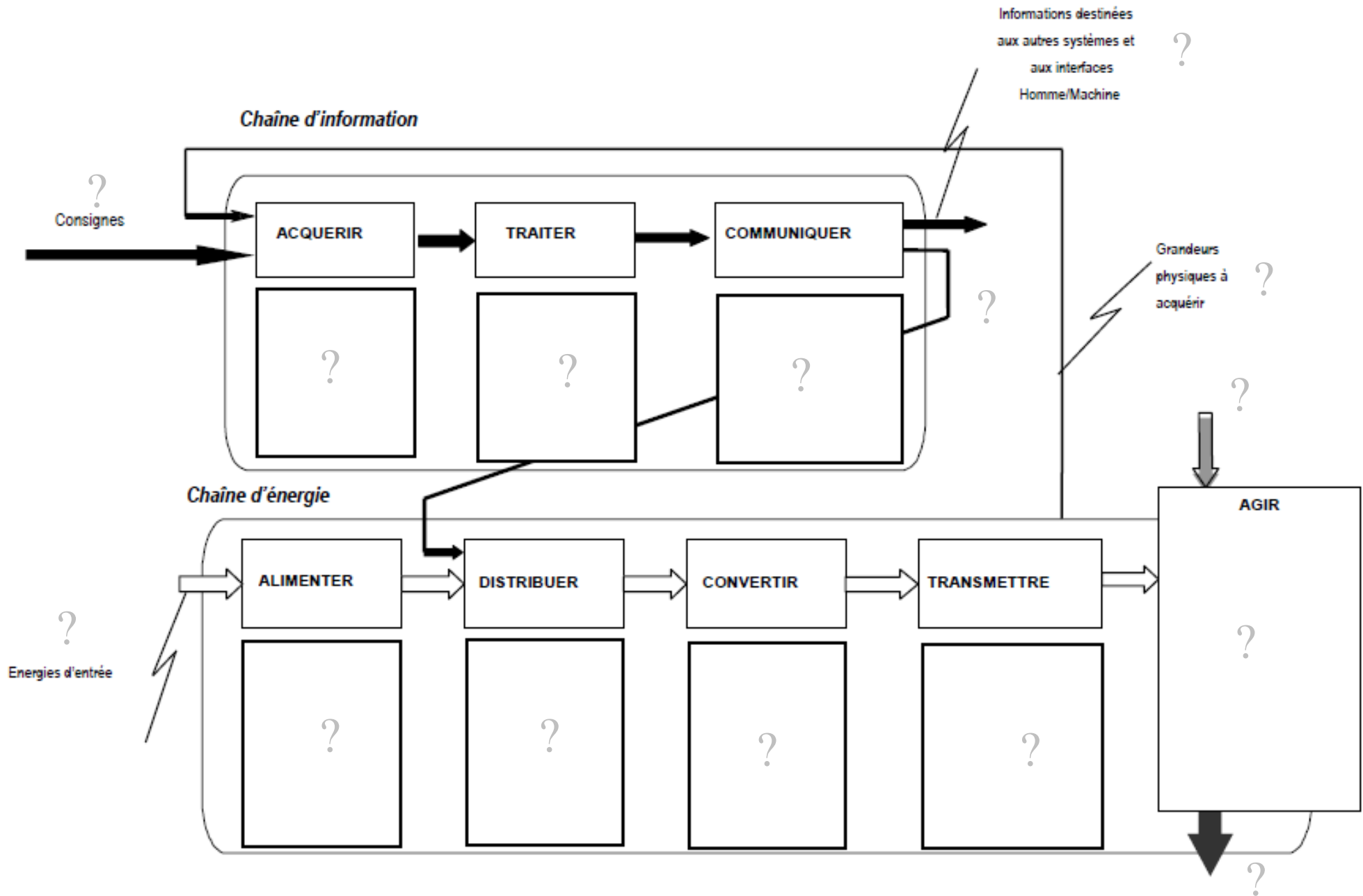
Tracés des courbes

Question16

.....

Question17

.....



MODÉLISATION CHEVILLE NAO

Q1 :

Q2 :
•
•
•
•

influence du gain proportionnel

Q3 :

Tracé des courbes ($K_p = 100, 500, 1000.$) avec constructions nécessaires

Démarche et détails des calculs :

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Tableau de synthèse :

Valeur du gain proportionnel K_p	Stabilité : valeur du 1 ^{er} dépassement en % de la valeur asymptotique	Rapidité : valeur du temps de réponse à 5% en seconde	Précision : Valeur de l'écart statique en position en °
100			
500			
1000			

Q4 : conclusions sur l'influence du gain proportionnel :

.....

.....

.....

.....

influence du gain intégral

Q5 :

Tracé des courbes ($K_p = 500$ et $K_i = 50, 100, 500, 1000$ et 2000)

Conclusions sur l'influence du gain intégral :

.....

.....

.....

.....

Q6 : valeur et justification du choix de la valeur de K_d :

.....

.....

.....

.....

Tracé des courbes avec les différentes valeurs de K_d testées.

Q7 :

Tracé des courbes en limite de stabilité

Démarche et calculs pour le réglage du correcteur avec la méthode Ziegler Nichols :

.....
.....
.....
.....
.....

Conclusions :

.....
.....
.....
.....

Q8 :

.....
.....
.....
.....

Tracé des courbes de réponse avec cheville équipée de la barre tibiale.
 $K_p = 100, 500, 1000$ puis $K_p = 500$ et $K_i = 50, 100, 500, 1000$.

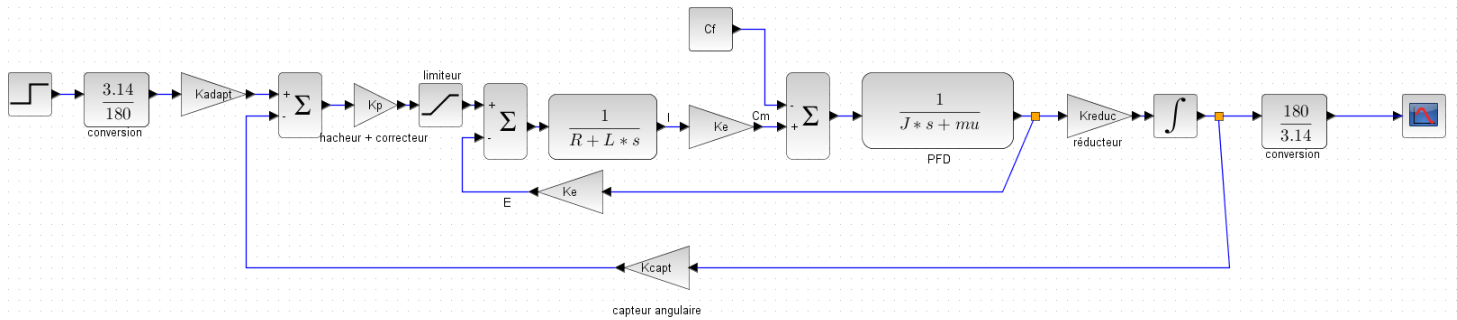
Q9 : Conclusions sur l'effet de la perturbation.

.....

.....

.....

Q10 :



Q11 : comparaison d'essais

.....

.....

.....

Q12 :

.....

.....

.....

Q13 : validation du modèle de la perturbation :

.....

.....

.....

Q14 :

.....

.....

.....

Q15 : validation et commentaires

.....

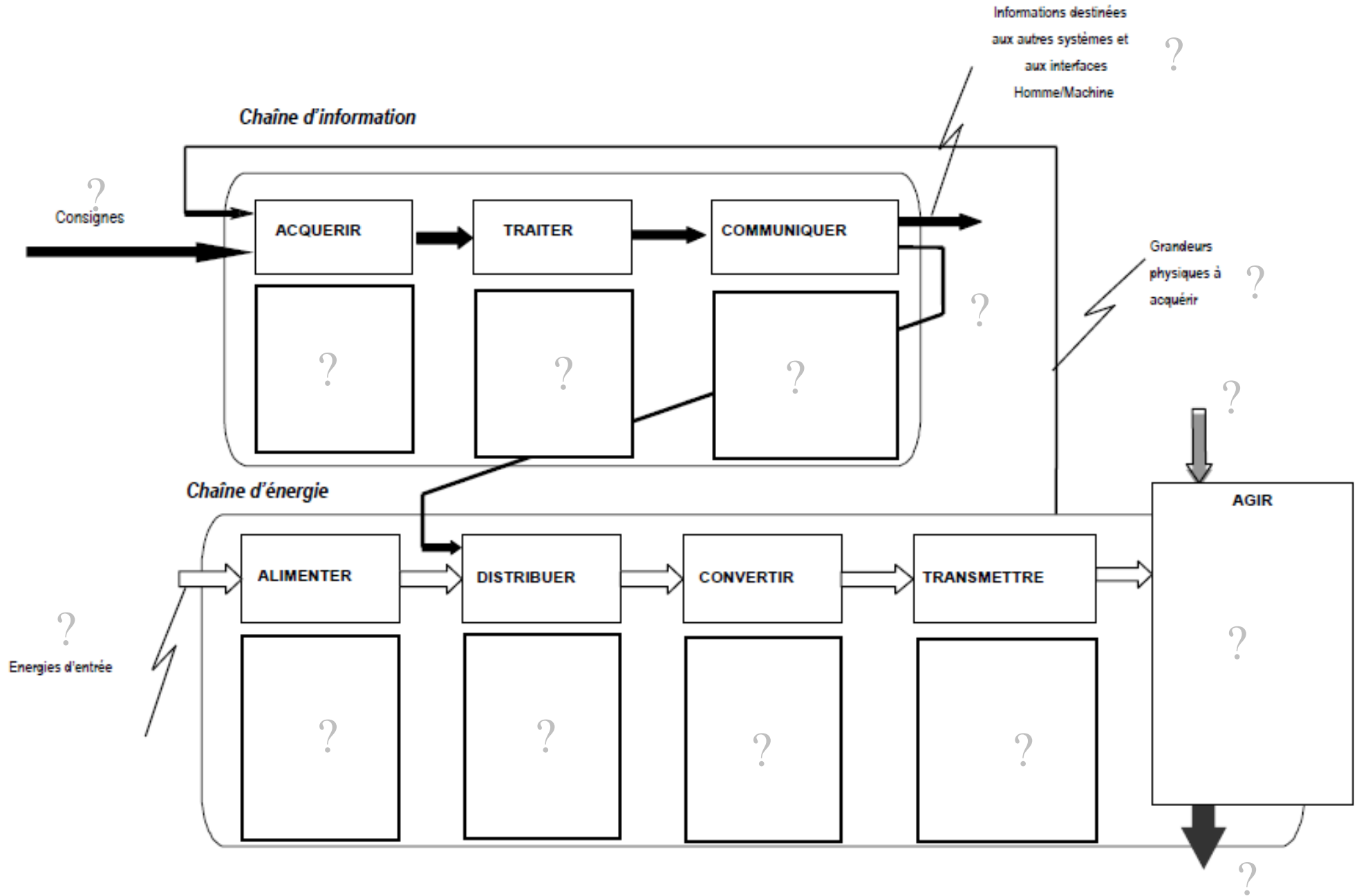
.....

.....

.....

.....

Tracé des courbes de réponse modèle Scilab et réel



Manip 5

K_p	ϵ_s en °	t_r à 5%	d_1 en %
11			
17			
20			
25			
100			
200			

Tracé d'une courbe de réponse avec dépassement

Q6 – détermination des caractéristiques :

.....

.....

.....

.....

.....

Q7– Influence de K_p sur les performances :

.....

.....

.....

Q8 – justification d'une phase d'évolution linéaire :

.....

.....

.....

Q9 – valeurs de saturation « simulation »: Valeurs saturation constructeur :

Valeurs de saturation réelle :

Gain statique moteur « simulation » :

constante de temps moteur « simulation » :

constante de temps moteur constructeur :

Détermination gain statique moteur « simulation » :

 Différence de valeurs de constante de temps :

Q10 – conclusion par rapport à la question 4 :

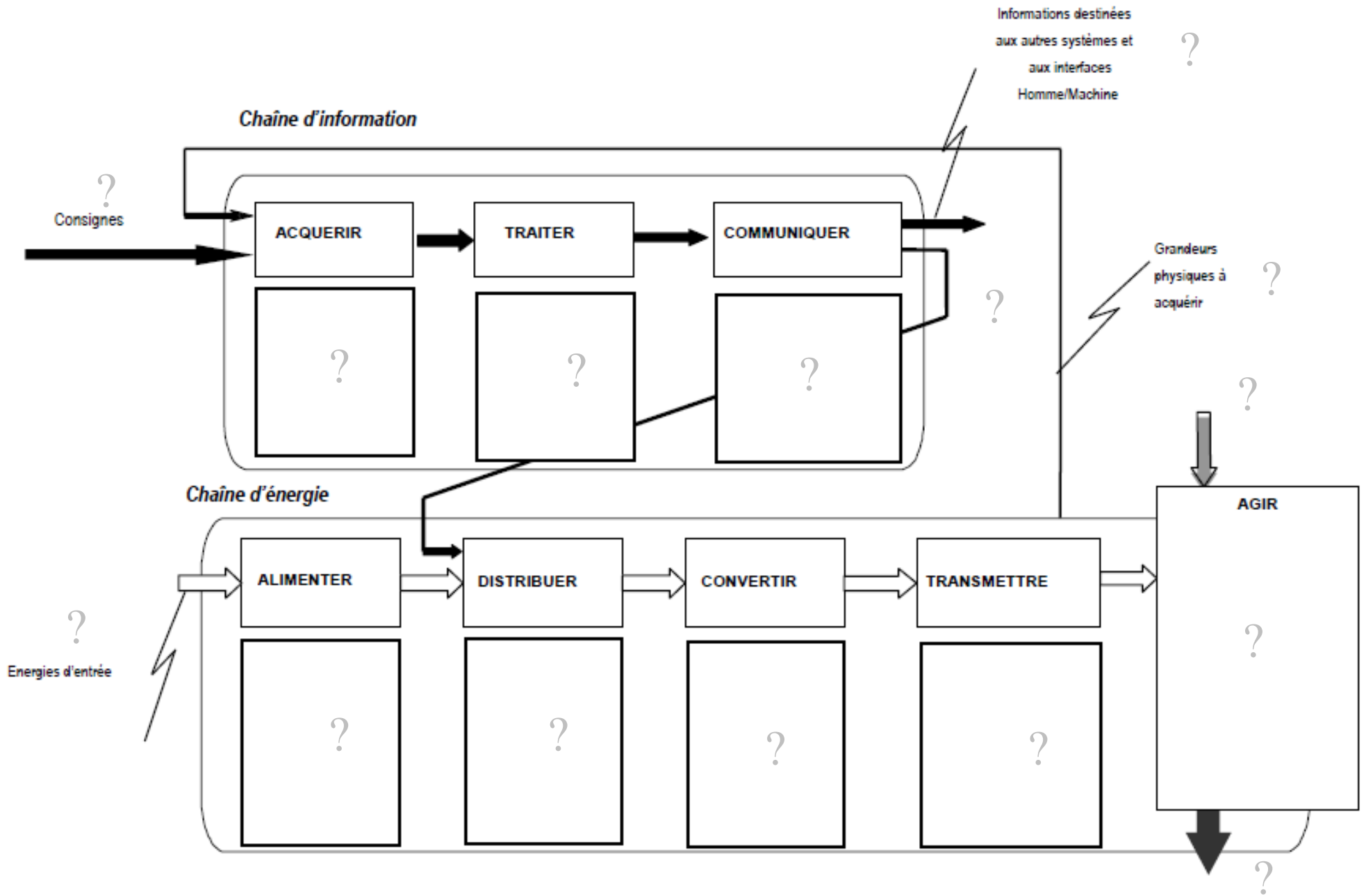
Manip 7

K_i	ϵ_s en °	t_r à 5%	D_1 en %
0			
5			
10			
20			
40			

Q11 – Influence de K_i sur les performances du système :

Q12 – justification sur l'intérêt de l'action intégrale :

Q13 – justification sur l'inconvénient de l'action intégrale :



MODÉLISATION CHEVILLE NAO (fréquentiel)

Q1 : Pour $K_p = 200$, on mesure : V.A. =° et tr5% =s

Forme de la fonction de transfert : $H(p) = \frac{\theta_s}{\theta_e} =$

Expression numérique de la fonction de transfert : $H(p) = \frac{\theta_s}{\theta_e} =$

Pour $K_p = 1200$, on mesure : V.A. =° $d_1 =$ % $T_p =$ s

Forme de la fonction de transfert : $H(p) = \frac{\theta_s}{\theta_e} =$

Expression numérique de la fonction de transfert : $H(p) = \frac{\theta_s}{\theta_e} =$

Q2 : Tableau de mesures et calculs :

		2	1	0.8	0.6	0.4	0.2	0.1
Période T en s								
Pulsation ω en rad.s ⁻¹								
K_p = 200	Amplitude A en °							
	Gain G en dB							
	Retard R en s							
	Déphasage ϕ en °							
K_p = 1200	Amplitude A en °							
	Gain G en dB							
	Retard R en s							
	Déphasage ϕ en °							

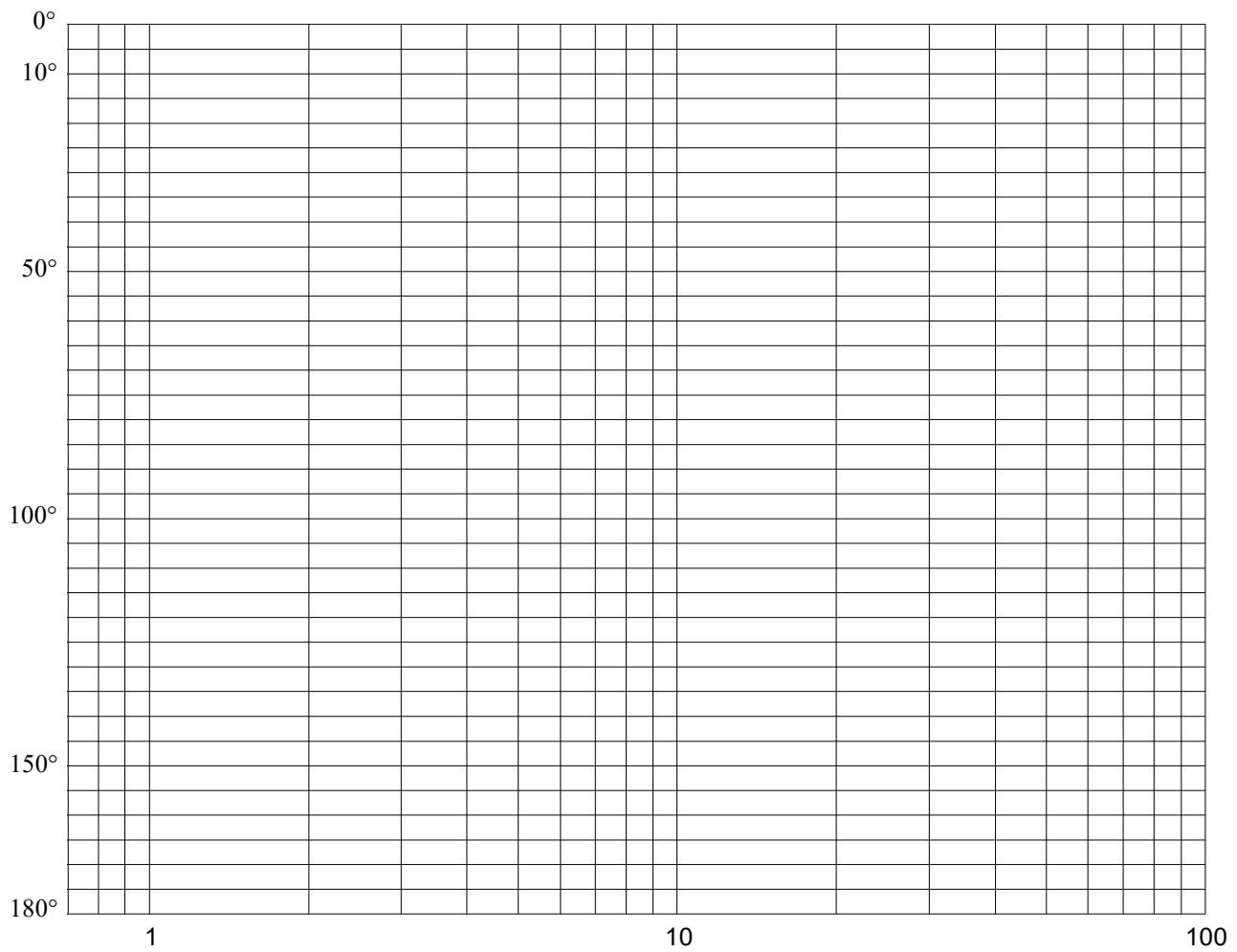
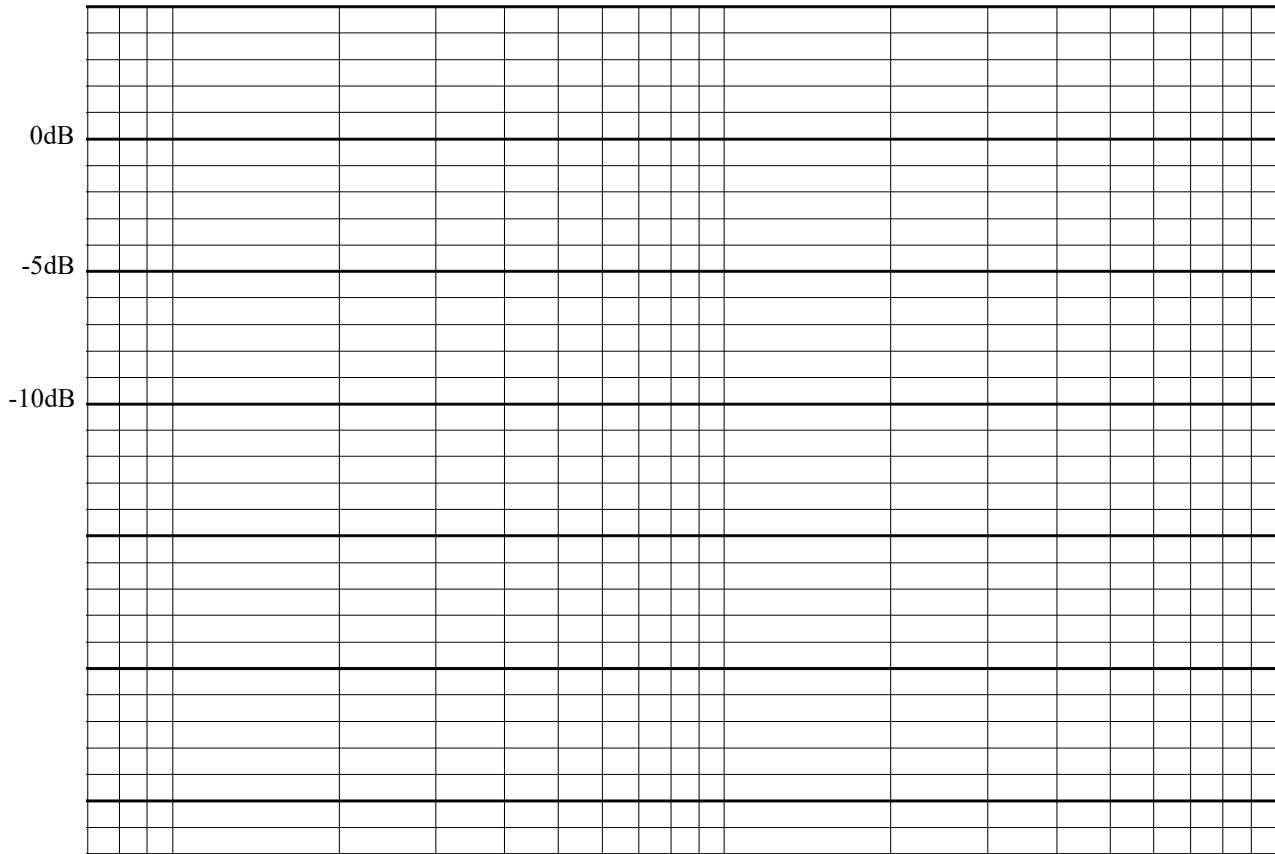
Expressions (en fonction de T, A et R) des grandeurs nécessaires aux tracés dans le plan de Bode :

Pulsation : $\omega =$

Gain en dB : GdB =

Déphasage en ° : $\phi =$

Diagrammes de Bode pour $K_p = 200$ et $K_p = 1200$:



Q3 : identification.

Pour $K_p = 200$:

Pour $K_p = 1200$:

Q4 : Conclusions.

Pour $K_p = 200$,

Pour $K_p = 1200$,

Q5 : résonance.

MODÉLISATION SUSPENSION MOTO (fréquentiel)

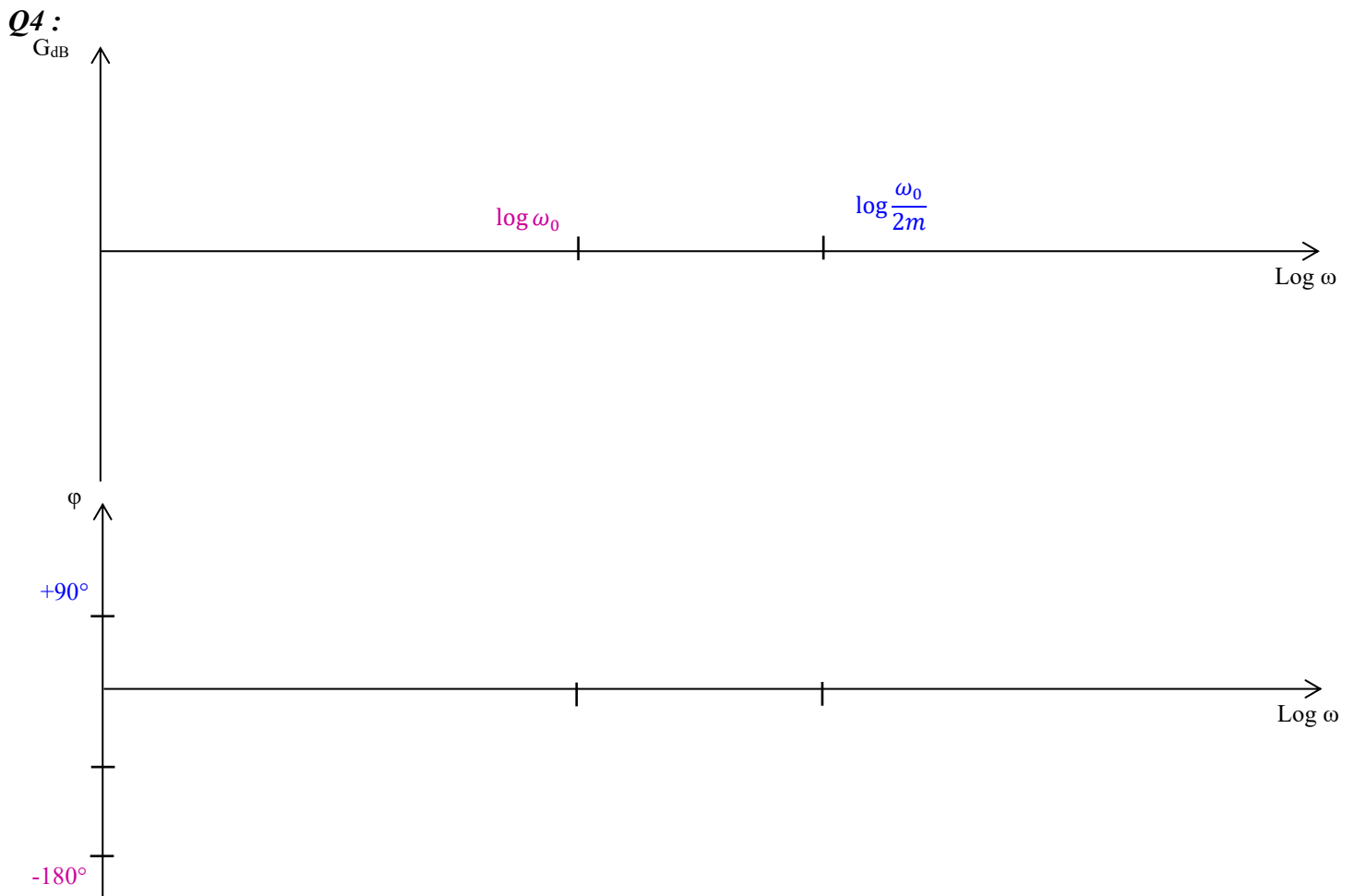
Q1 : équation de mouvement :

Q2 : En exprimant l'équation précédente dans le domaine symbolique et en supposant les CI nulles, on trouve :

D'où $H_1(p) = \text{_____}$

En posant $\omega_0^2 = \frac{k}{M}$ et $m = \frac{\mu}{2M\omega_0}$: la forme canonique de H_1 est $H_1(p) = \text{_____}$

Q3 : En supposant m faible (inférieur à 0,5) :



Q5 : évolutions de gain et de phase

Q6 :

- $T =$ et $\omega =$
- $\varphi =$
- $G_{dB} =$

Tracés des courbes

Q7 :

- influence de l'amortissement : si $m \uparrow$

- Influence de la charge : si charge \uparrow

Q8 : Gain max = dB = $20 \log \frac{K}{2m\sqrt{1-m^2}}$ d'où $m =$ avec $K =$

$$\omega_0 = \frac{\omega r}{\sqrt{1-2m^2}} = \dots\dots\dots$$

Q9 : D'où : $H_2(p) =$ _____ et $H_1(p) =$ _____

Ces fonctions de transfert sont équivalentes.....

MODELISATION CONTROL'X

Q1 : définition axe asservi :

.....

.....

Q2 : En boucle ouverte :

.....

tension consigne min :

tension moteur min :

Que permet-elle de compenser ? :

.....

Q3 : Validation du cahier des charges :

*Courbe Essai de réponse indicielle en boucle fermée,
gain proportionnel $G = 0.1$*

Critère C1 :

Critère C2 :

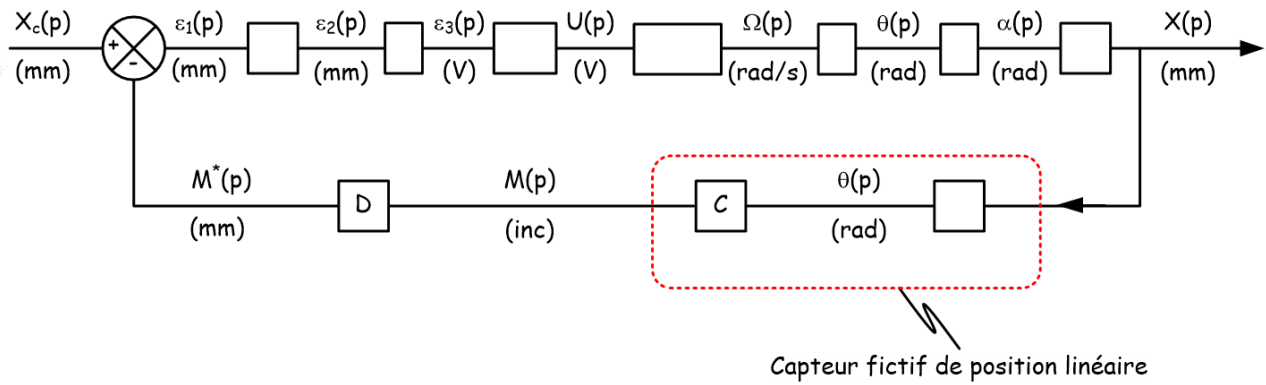
Critère C3 :

Critère C4 :

Q4 :

Echelon de 100 mm, $G = 0.1$	Echelon de 100 mm, $G = 0.5$

Q8 :

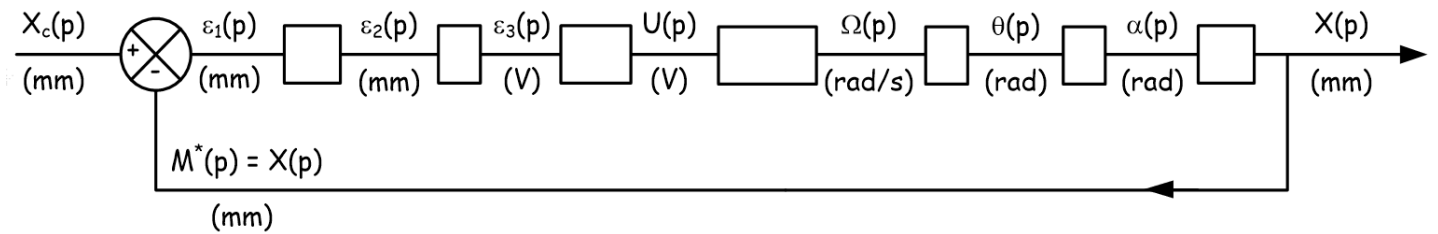


Q9 : Le gain du capteur fictif de position linéaire a donc pour gain :

Justification :

Q10 : Expression du gain de l'adaptateur : D =

Q11 :



Q12 : Expression de la vitesse en fonction de la position : $V(p) = \dots\dots\dots X(p)$

Q13 : Justification de l'expression de la fonction de transfert du moteur linéaire équivalent : $\frac{V(p)}{\varepsilon_2(p)} = \frac{B \cdot K_{mot} \cdot R}{1 + \tau_{mot} \cdot p}$

Q14 : Expression de la fonction de transfert en boucle ouverte : $H_{bo}(p) = \frac{G \cdot K_{\acute{e}q}}{p \cdot (1 + \tau_{\acute{e}q} \cdot p)}$

Avec $K_{\acute{e}q} =$ et $\tau_{\acute{e}q} =$

Q15 : Expression de la fonction de transfert en boucle fermée : $H_{bf}(p) = \frac{X(p)}{X_c(p)} = \frac{K_{bf}}{1 + \frac{2 \cdot z_{bf}}{\omega_{nbf}} \cdot p + \frac{p^2}{\omega_{nbf}^2}}$

Gain statique : $K_{bf} =$

Pulsation propre : $\omega_{n_{bf}} =$

Coefficient d'amortissement : $\xi_{bf} =$

Q16 :

Performance	Effet d'une augmentation du gain de correcteur G
Stabilité	
Amortissement	
Rapidité	
Précision	

Prévision qualitative du comportement en BF par analyse de la fonction de transfert en BF

Q17 : Confrontation des résultats Q4 et Q16 :

.....

Placement d'éventuelles perturbations sur le schéma blocs :

.....

Pourquoi le système n'est pas précis vis-à-vis d'une perturbation, contrairement à ce que précise la théorie (justifier par le TVF) :

.....

Comment régler le gain G pour rejeter au mieux les perturbations ? :

.....

Q18 : Inertie équivalente :

$EC_{totale} =$ d'où : $J_{eq} =$

Valeurs de constante de temps : $\tau_{mot} =$ $\tau_{eq} =$

Conclusion :

.....

SYNTHESE ASSERVISSEMENT SUR SCILAB

Q1 : $\omega_0 = \dots\dots\dots$ et $m = \dots\dots\dots$

Q2 : Allure des tracés asymptotique et réel :

- Gain :.....
.....
.....
- Phase :.....
.....

Q3 : valeur de la translation verticale du diagramme de gain :

Q4 : justification de la non influence :

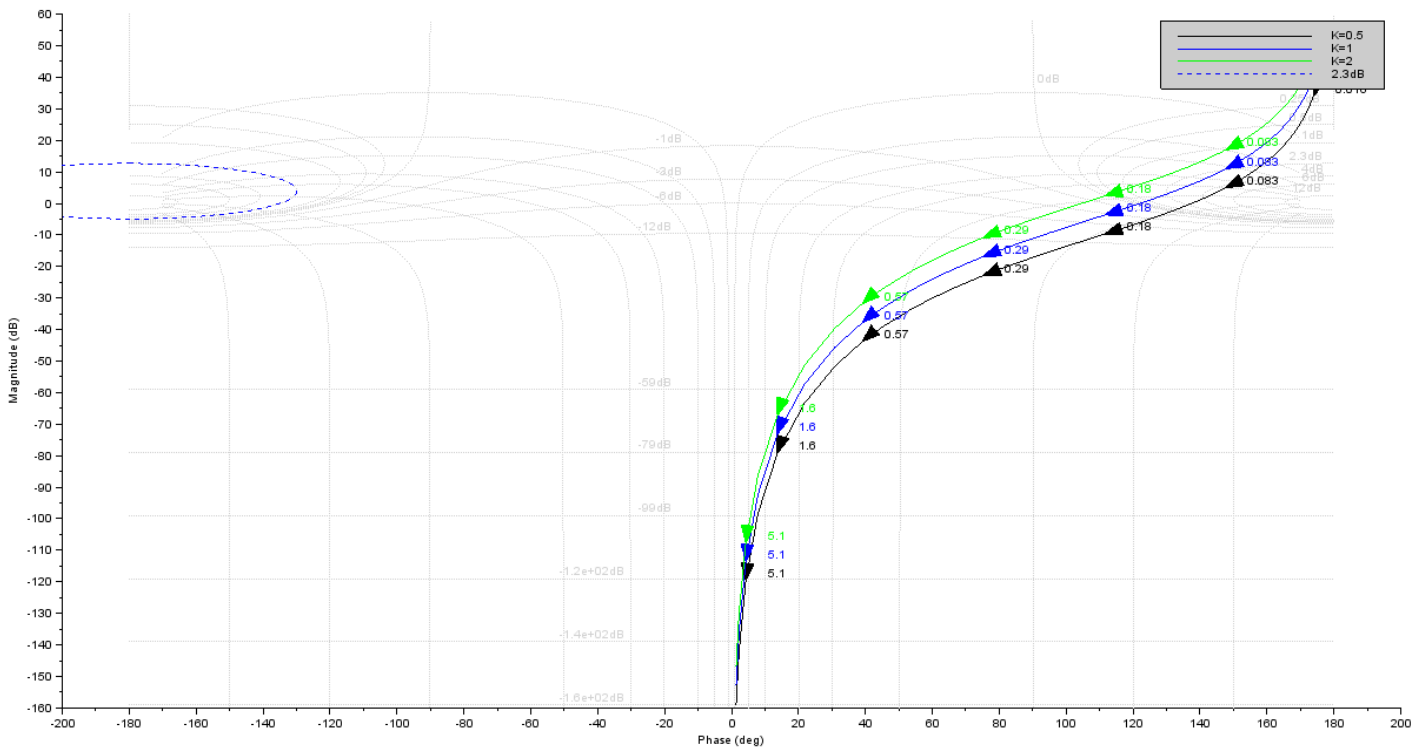
Q5 : application du critère de Revers dans Bode : le système est

Plus K est grand plus le système est

Q6 : l'augmentation du gain K se traduit par

Q7 : application du critère de Revers dans Black : le système est

Plus K est grand plus le système est



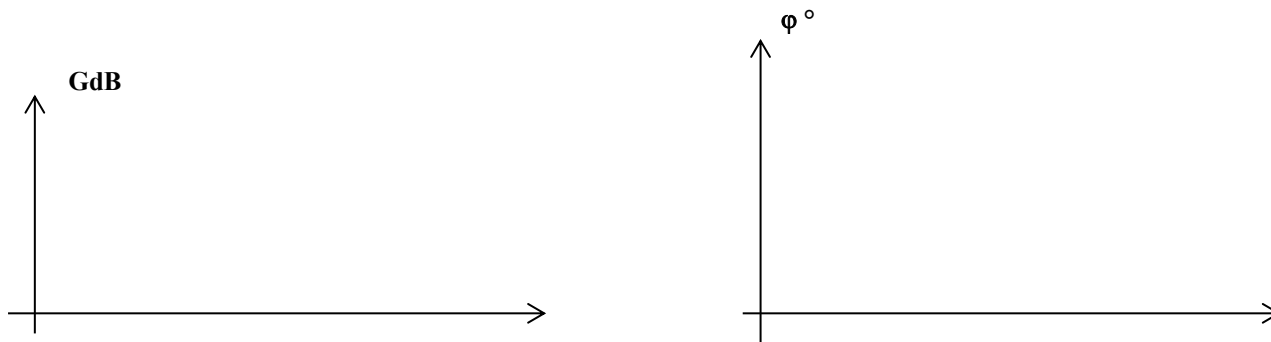
Q8 : Explications sur la déformation à apporter

Q9 : Correcteur choisi :

Pourquoi ? :

Q10 : Comportement de l'avion :

Q11 : Allure du tracé asymptotique du correcteur :



avance de phase apportée :

M4 : $\omega_{co} = \dots\dots$ rad/s valeur de la phase à ω_{co} : $\dots\dots^\circ$

Q12 : avance de phase apportée pour obtenir une marge de phase de 30° :

.....Choi
x de la valeur de la pulsation de cassure du correcteur :

Q13 : le système est-il stable ? :

Pourquoi ? :

Q14 : Modification à apporter :

Q15 : Valeur K_1 pour être à la limite de stabilité :

M7 : Comportement de l'avion à la limite de stabilité :

$Z_{max} = \dots\dots$ m et $Z_{moy} = \dots\dots$ m

Q16 : Valeur K_2 pour avoir une marge de gain de 20 dB :

M8 : on mesure $M_\phi = \dots\dots^\circ$

M9 : Le tracé de Bode présente une résonance. $\omega_r = \dots\dots$ rad/s $20\log Q = \dots\dots$ dB.

Justification du mode dominant :

Q18 : $\omega_r = \omega_n \sqrt{1 - 2m_1^2}$ et $Q = \frac{1}{2m_1 \sqrt{1 - m_1^2}}$ d'où : $m_1 = \dots\dots$ et $\omega_n = \dots\dots$ rad/s

Q19 : Allure de la réponse à un échelon de 300 d'un 2 ème ordre avec $m_1 = \dots\dots\dots$



premier dépassement relatif de D1 (%) = $e^{-\frac{\pi m_1}{\sqrt{1-m_1^2}}} = \dots\dots\dots$ d'où $Z_{max} = 300 + \dots\dots\dots$ m .

M 10 : écart statique = $\dots\dots\dots$ $Z_{max} = \dots\dots\dots$ m

Q20 : L'écart statique en position vaut : $\dots\dots\dots$ puisque la classe de la FTBO est $\dots\dots\dots$

Q21 : L'écart statique en vitesse (écart de traînage) vaut : $\dots\dots\dots$ puisque la classe de la FTBO est $\dots\dots\dots$

M 12 : L'écart d'altitude vaut $\dots\dots\dots$ m L'écart statique vaut $\dots\dots\dots$ m

Q22 : Il faudrait une FTBO de classe au moins égal $\dots\dots\dots$ pour que cet écart soit nul.

Calcul de l'écart en accélération : $\ddot{Z}_c = a u(t) \Rightarrow Z_c(p) = \dots\dots\dots$

$$\varepsilon_a(p) = Z_c(p) - Z_s(p) = Z_c(p) \left(\frac{1}{1 + FTBO} \right) = \frac{a}{p^2} \left(\frac{1}{1 + \frac{K(10p + 1)}{p^2(0.444p^2 + 1.066p + 1)}} \right)$$

$$\varepsilon_a(p) = \frac{a}{p^2} \left(\frac{p^2(0.444p^2 + 1.066p + 1)}{p^2(0.444p^2 + 1.066p + 1) + K(10p + 1)} \right)$$

D'où

$\varepsilon_a(\infty) = \lim_{p \rightarrow 0} \varepsilon_a(p) = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots$ m ce qui est conforme au résultat suivant.