

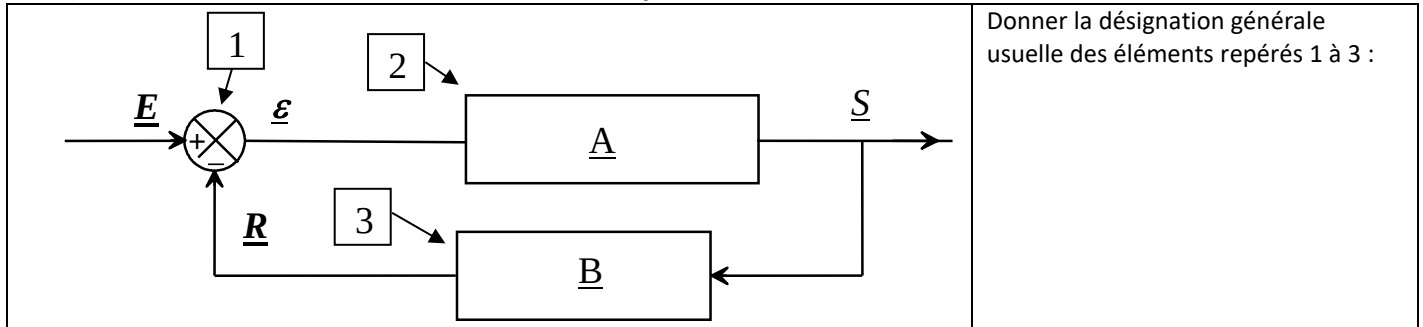
Révision des essentiels (cours de TSi1)

Pour étudier l'asservissement d'un système, on utilise le formalisme et le vocabulaire suivant :

- les **branches ou traits** représentent les variables (courant, tension, vitesse, température, position...)
- les **blocs** représentent les transmittances ou fonctions de transfert, c'est à dire les relations entre variable d'entrée et variable de sortie des différentes parties d'un système (par exemple pour un moteur, vitesse / tension appliquée...)
- les **sommateurs** ou **comparateurs** additionnent algébriquement les variables
- les **jonctions** servent à prélever les valeurs des variables.

On distingue la **chaîne directe** (celle qui agit sur le système) qui va de l'entrée à la sortie et la **chaîne de retour** (celle qui donne les informations sur la sortie) qui va de la sortie vers le comparateur

1) Vocabulaire et relations élémentaires d'un système bouclé ou asservissement



- Exprimer la fonction de transfert du système en boucle ouverte : $FTBO =$
- puis en boucle fermée (relation de Black) : $FTBF =$
- Donner la fonction de transfert de l'erreur (système fermé) : $T_\varepsilon = \frac{\varepsilon}{E}$

On donne $A_{(j\omega)} = \frac{10}{1 + j\frac{\omega}{\omega_1}}$ et $B = B = 10$. Exprimer $FTBO$, $FTBF$ et la fonction de transfert de l'erreur.

- Passer en Laplace et exprimer $E(p)$ s'il s'agit d'un échelon unitaire. Déterminer alors l'erreur finale $\varepsilon_{(00)}$ par le théorème de la valeur finale.
- Faire la même chose si on ajoute un intégrateur dans la chaîne directe.
- Rechercher la valeur finale pour une entrée de type rampe unitaire sans puis avec intégrateur dans la chaîne directe.

2) Relations dans les schémas blocs :

Le bloc, possède une entrée et une sortie, les flèches sont orientées de l'entrée vers la sortie, lorsque plusieurs blocs sont en série, leurs transmittances se multiplient.

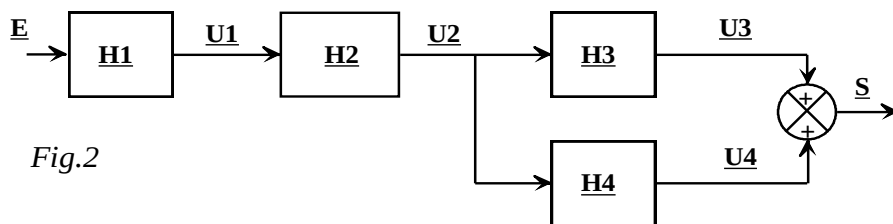


Fig.2

- Etablir pour le schéma de la figure 2 les fonctions de transfert suivantes:

$$\frac{U2}{E} =$$

$$\frac{U3}{E} =$$

$$\frac{S}{U2} =$$

$$\frac{S}{E} =$$

- 3) Pour le système de la figure 3 :

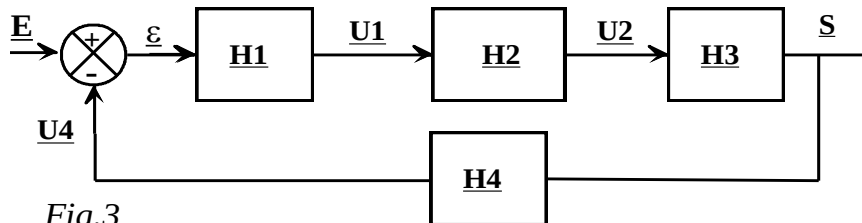


Fig.3

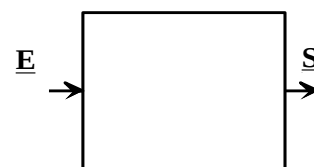


Fig.4

- Donner la transmittance de la chaîne directe, de la chaîne de retour.

La transmittance de boucle est le produit des transmittances de chaîne directe et de chaîne de retour.

- Donner la transmittance de boucle.

- Pour le système bouclé de la figure 3 établir la transmittance de boucle fermée:

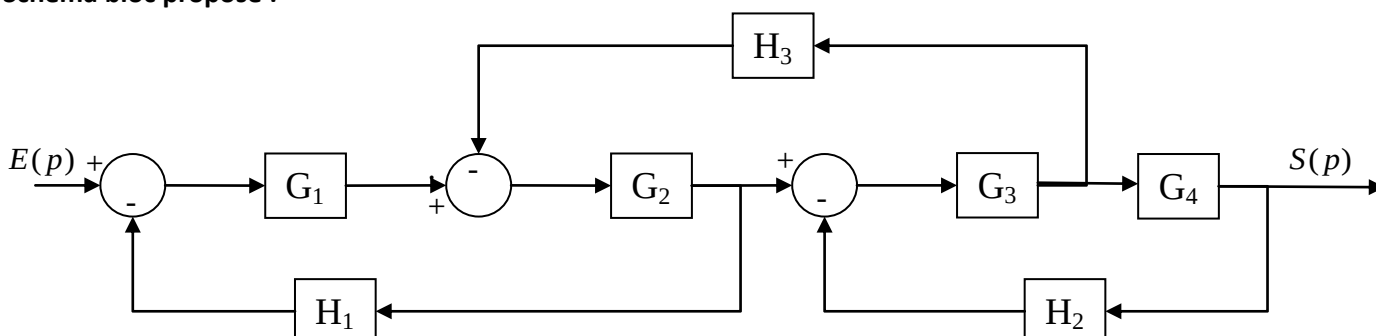
$$H_{BF} = \frac{S}{E} =$$

- Compléter alors le schéma bloc de la figure 4

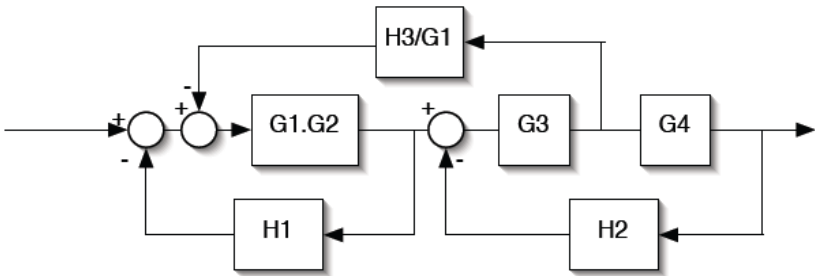
4) Réduction d'un schéma bloc

Pour un système à boucles imbriquées, on peut manipuler le schéma bloc afin de le réduire et de donner la fonction de transfert globale.

Schéma bloc proposé :



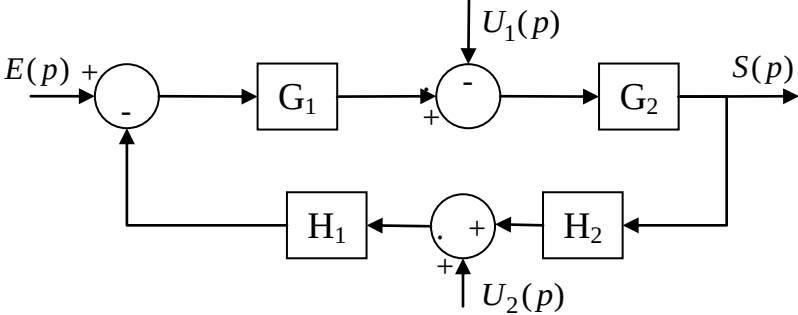
Première étape :



Continuer la réduction du schéma bloc en représentant les étapes successives et établir la fonction de transfert en boucle fermée $T(p) = S(p) / E(p)$.

Système linéaire à plusieurs entrées, utilisation du théorème de superposition.

Pour le système ci-dessous, on considère que $E(p)$ est l'entrée principale et que $U_1(p)$ et $U_2(p)$ sont des perturbations.



Si le système est linéaire, on peut utiliser le théorème de superposition. Pour cela on exprime la sortie pour chacune des entrées en considérant tour à tour une seule entrée présente et en établissant la fonction de transfert de $S(p)$ vis-à-vis de cette entrée. La fonction de transfert complète est alors la somme de toutes les fonctions de transfert.

Première étape : $S(p) / E(p)$ avec $U_1(p)$ et $U_2(p) = 0$	Seconde étape : $S(p) / U_1(p)$ avec $E(p)$ et $U_2(p) = 0$	Troisième étape : $S(p) / U_2(p)$ avec $E(p)$ et $U_1(p) = 0$
Relation finale : $S(p)$ en fonction de $E(p)$, $U_1(p)$ et $U_2(p)$		

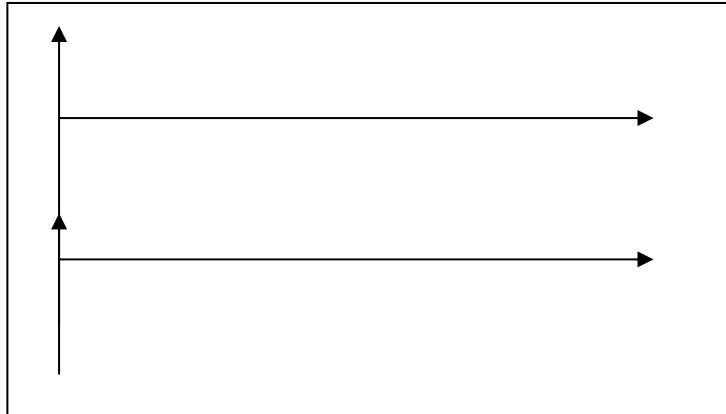
5) Tracés de Bode d'ordre 1 et 2 élémentaires et forme canoniques

Pour une étude efficace et rapide des systèmes dans le domaine fréquentiel, il est impératif de maîtriser les tracés de Bode en gain et phase des principales fonctions élémentaires rencontrées.

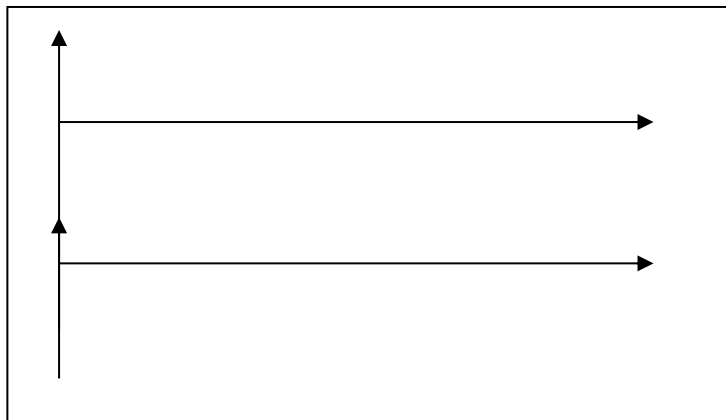
Compléter pour cela les graphes suivants.

- $H_{1(j\omega)} = K$ avec $K > 0$

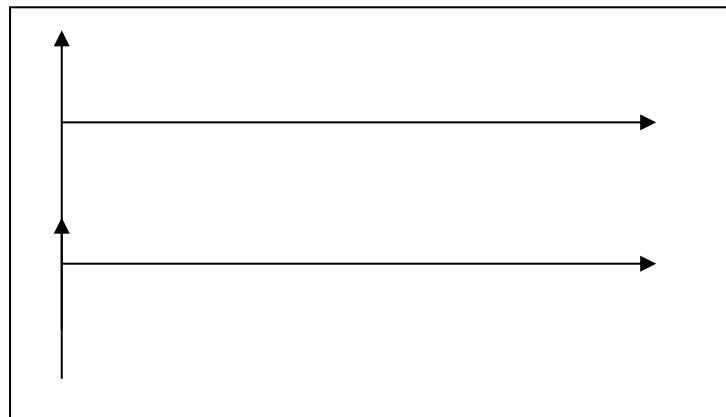
Que se passe-t-il si $K < 0$?



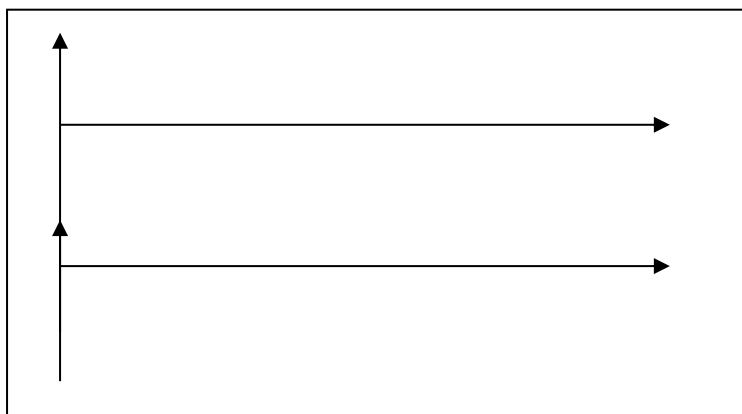
- $H_{1(j\omega)} = \frac{10}{1 + j \frac{\omega}{\omega_1}}$



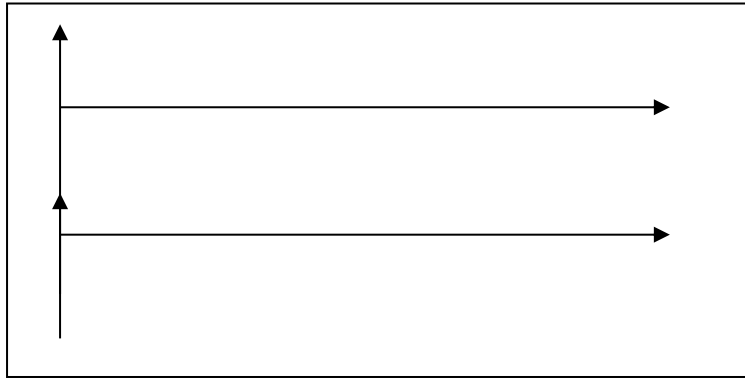
- $H_{2(j\omega)} = 1 + j \frac{\omega}{\omega_2}$



- $H_{3(j\omega)} = \frac{1}{j \cdot \frac{\omega}{\omega_3}}$



- $$H_{4(j\omega)} = K \cdot \frac{1 + j\omega/\omega_1}{j\omega/\omega_1}$$

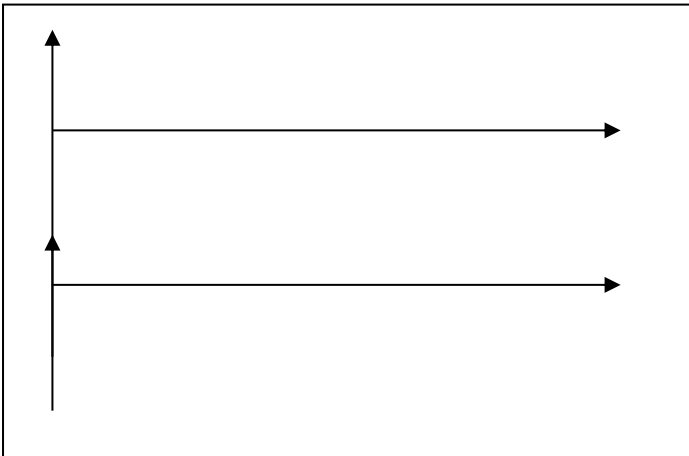
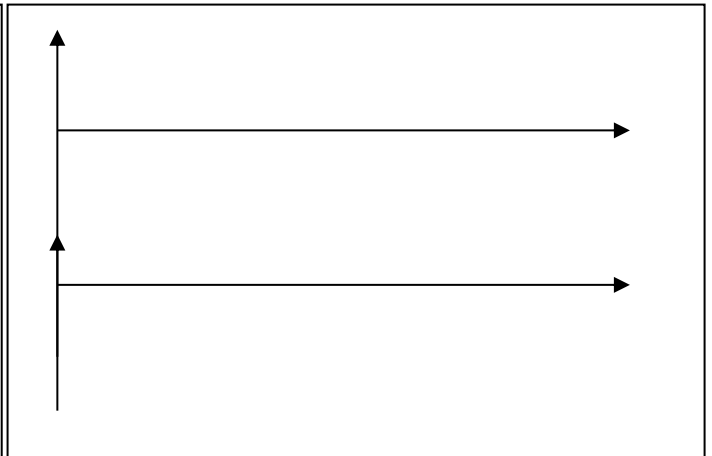


Systèmes passe bas d'ordre 2, importance de la résonance, donc de la valeur de m :

Cas $m < 1/\sqrt{2}$

$$H_{1(j\omega)} = \frac{1}{1 + j\frac{2m\omega}{\omega_o} + \left(\frac{j\omega}{\omega_o}\right)^2}$$

Cas $m > 1/\sqrt{2}$



DC24 Modéliser et contrôler les systèmes asservis

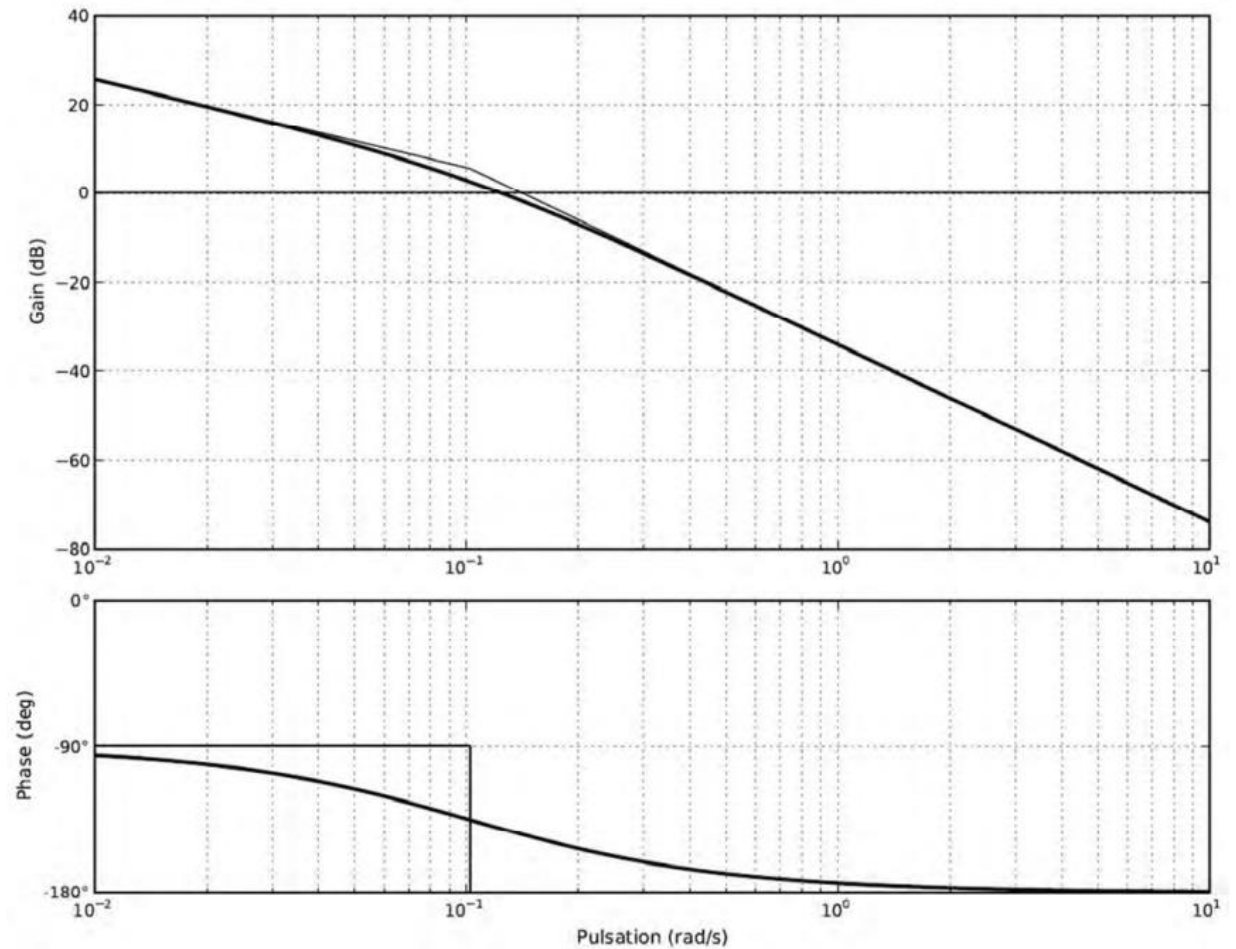
6) Lecture d'un tracé de Bode (exploiter réellement le tracé on doit trouver des éléments de réponse sur ce dernier...).

On donne le tracé de Bode suivant pour le comportement en boucle ouverte H_{BO} d'un système asservi. L'axe horizontal est gradué en pulsation (rd/s) :

- Relever jusqu'à quelle fréquence (Hz) le gain est positif
- Indiquer pour les basses fréquences la pente du gain en dB/décade ainsi que l'argument. Justifier alors la présence d'un intégrateur dans la chaîne directe.
- Donner la pulsation de la cassure en rd/s et déduire le tracé de la fonction de transfert de type passe bas que l'on obtient si on enlève l'intégration (tracé et expression).
- Exprimer alors complètement et sous forme numérique la fonction de transfert de boucle ouverte H_{BO} sous forme complexe puis en Laplace.

On définit la marge de phase comme étant la valeur de l'écart entre la phase lue et -180° si le gain vaut 0dB. Par exemple si on lit phase = -60° pour $G = 0\text{dB}$, la marge de phase vaut $180-60 = 120^\circ$. La marge de gain elle, est la valeur du gain lorsque la phase vaut -180° .

- Pour le système ci-dessous, relever la valeur de la marge de phase en degrés.

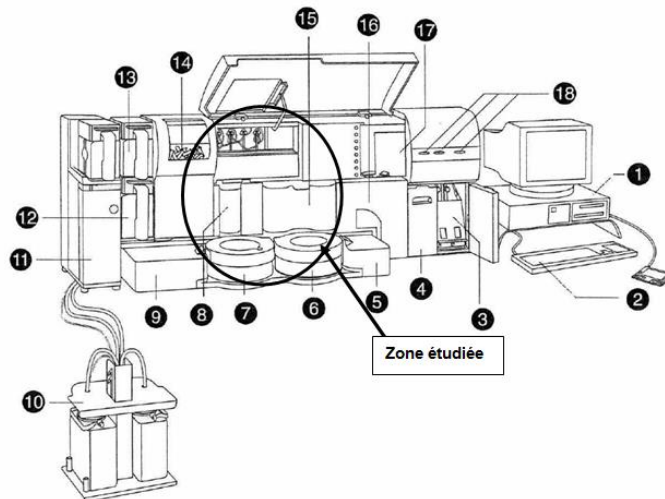


Le support de l'étude (système d'analyse sanguine) est tiré du sujet de concours CCP TSI 2008

La société BAYER fabrique et commercialise un ensemble de machines destinées à l'analyse sanguine. Ces machines sont utilisées dans des laboratoires d'analyses médicales ou des centres hospitaliers. Le parc installé en Europe est important.



Vue frontale de l'analyseur ACS:180 SE

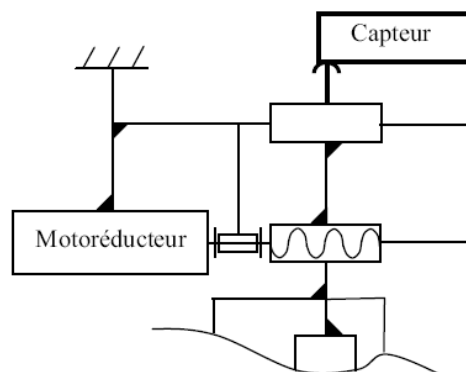


- Les échantillons sanguins et les réactifs sont déposés, respectivement, dans le plateau des échantillons (7) et dans le plateau des réactifs (6).
- Un des échantillons est prélevé et introduit dans une cuvette en (8). En fonction de l'analyse à effectuer, un système de trois seringues permet alors d'ajouter de 2 à 3 réactifs différents dans la cuvette en (15).
- Puis, deux solutions acide et base (Réactifs 1 et 2 contenus en (3)) seront placées dans la cuvette pour déclencher la réaction lumineuse à quantifier.
- La solution acide est placée dans la cuvette avant son introduction dans le luminomètre de précision en (17).
- Une fois transférée dans ce dernier, l'adjonction de la solution basique va déclencher la réaction chimique de retour à l'équilibre. Ce retour à l'équilibre se traduit par une émission lumineuse.
- Son intensité dépend de la composition sanguine initiale et des réactifs utilisés.
- Une analyse complète dure 15 minutes, un exemple d'analyse est le dosage de la vitamine B12

L'aiguille de prélèvement doit être introduite précisément dans la cuvette, dans la zone de lavage et dans le tube à essai ou dans le flacon de réactif.

Données :

- aiguille de prélèvement : $\varnothing$ 1 mm
- cuvette : zone rectangulaire de 3 mm (en x) x 9 mm (en y)
- zone de lavage : $\varnothing$ 5 mm
- tube à essai : $\varnothing$ 5 mm
- flacon de réactif : $\varnothing$ 20 mm



Seuls les éléments participant au déplacement suivant la direction des x seront étudiés.

Le déplacement suivant x est de 25mm quand l'aiguille doit aller vers une cuvette, on s'intéresse à ce cas.

Une très grande précision de positionnement est assurée par la présence d'un jeu le plus faible possible dans le système vis-écrou et par la maîtrise parfaite de l'angle de rotation de la vis.

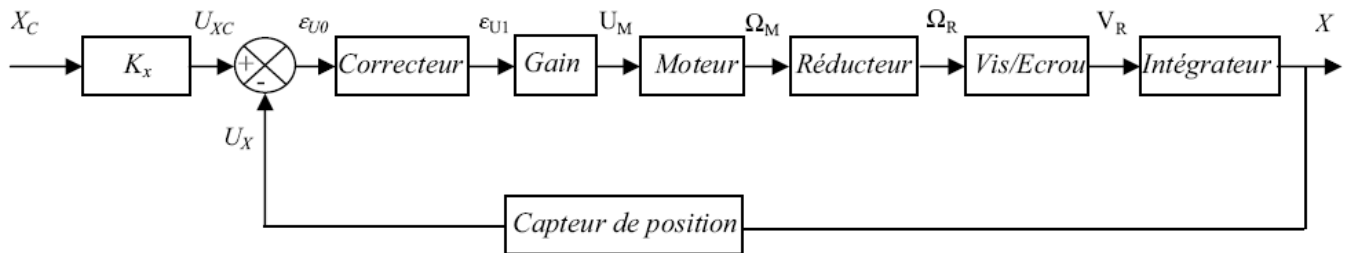
DC24 Modéliser et contrôler les systèmes asservis

Deux solutions de choix de motorisation sont alors envisageables : un moteur à courant continu asservi en position ou un moteur pas à pas.

Cas du moteur à courant continu :

Dans le cas du moteur à courant continu, il est nécessaire d'ajouter un capteur de recopie de position. Ce dernier doit être capable de se déplacer sur une course au moins égale à 90 mm et fournir une information sous forme de tension analogique.

L'asservissement de l'ensemble se ramène au diagramme fonctionnel suivant :



- L'indice de réduction du réducteur est de 200 ($i = \Omega_M/\Omega_R$)
- Le pas de l'ensemble vis/écrou est de 24 mm / tour
- L'alimentation du moteur se fait par un hacheur qui fournit une tension moyenne $\langle U_M \rangle$ variable de 0 à 40 V lorsque la tension d'entrée ϵ_{U1} varie de 0 à 10 V.
- Le moteur est assimilé à un premier ordre passe bas de gain statique $K_M = 29,4 \text{ rd.V.s}^{-1}$ et de constante de temps $T_m = 0,3 \text{ s}$.
- Le capteur de position délivre une tension de 10 V pour sa course totale de 100 mm.

Etablissement du modèle

On fait une mise à l'échelle en introduisant le coefficient K_x sur l'entrée de consigne.

1. Déterminer la valeur à donner à K_x pour que le signal d'erreur soit bien nul quand $X = X_c$.
2. D'après les données du système, compléter le schéma bloc suivant en mettant les fonctions de transfert de chacun des blocs en notation de Laplace, avec les valeurs numériques connues.

Désignation	Forme littérale	Forme numérique
Correcteur C(p)	$C(p) = K$	$C(p) = \text{réglage fixé plus loin...}$
K_x		
Gain G(p)		
Moteur M(p)		
Réducteur R(p)		
Vis/écrou V(p)		
Intégrateur		
Capteur Pos(p)		

3. Justifier la présence de l'intégrateur entre V_R et x en écrivant une relation temporelle que vous passerez dans le domaine de Laplace.
4. Déterminer l'expression de la fonction de transfert en boucle ouverte (FTBO) en fonction des éléments G, M...
5. D'après FTBO, que peut-on dire sans aucun calcul, de l'erreur statique ?
6. Esquisser le tracé de Bode de FTBO en gain et phase. Localiser ce que l'on appelle la marge de gain si cette dernière vaut 45° . Faire la même chose pour la marge de phase