

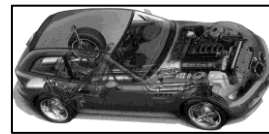
ANALYSE DES PERFORMANCES TEMPORELLES THEORIQUES

1/ Définitions : Fonctions de transfert d'un système asservi

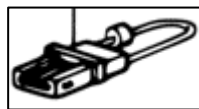
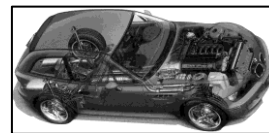
1.1/ Exemple introductif : Régulateur de vitesse de voiture

La vitesse d'un véhicule routier peut être pilotée humainement ou régulée automatiquement. Le passage d'un mode de fonctionnement à l'autre se fait par un simple appui sur un bouton.

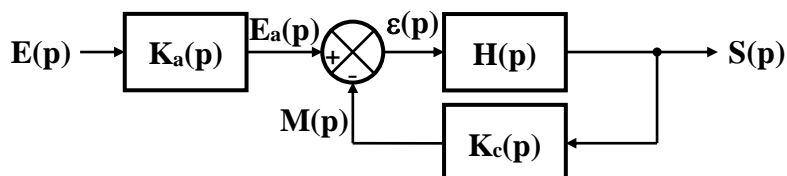
Pilotage manuel :



Régulation automatique :

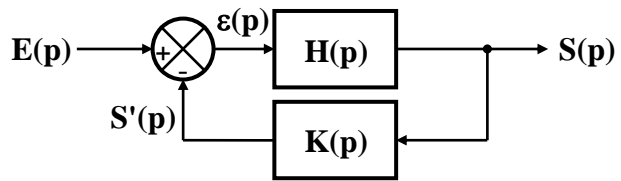


1.2/ Cadre général en prépas : présence d'un gain adaptation



1.3/ Fonction de transfert en boucle fermée

Soit un système asservi représenté par le schéma bloc ci-contre :

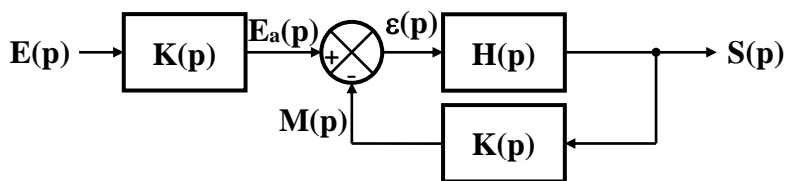


On note $H(p)$ et $K(p)$ les transmittances ou fonctions de transfert respectives de la chaîne directe et de la chaîne de retour.

L'utilisateur est surtout intéressé par le transfert global (Boucle Fermée) :

$$H_{BF}(p) = \frac{S(p)}{E(p)} = \frac{H(p)}{1 + K(p)H(p)} \quad (\text{Formule de Black})$$

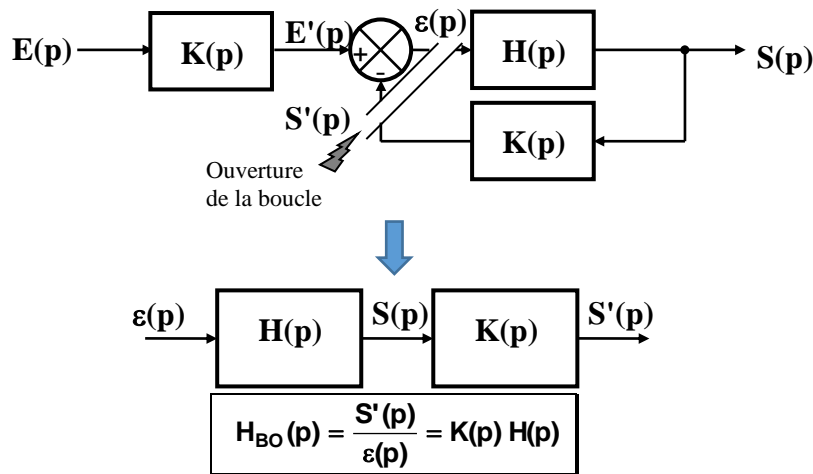
$H_{BF}(p)$ est appelée Fonction de Transfert en Boucle Fermée (notée FTBF).

1.4/ Système à retour unitaire

On remarque que pour un système sous forme à retour unitaire, on a : $H_{BF}(p) = \frac{K(p)H(p)}{1 + K(p)H(p)}$

1.5/ Fonction de transfert en boucle ouverte

On définit la Fonction de Transfert en Boucle Ouverte (FTBO) comme le rapport entre l'image de la sortie $S'(p)$ et l'écart $\varepsilon(p)$:



Elle correspond à l'ouverture de la boucle, soit sa coupure au niveau du comparateur. C'est le produit des fonctions de transfert des chaînes directe et de retour.

D'où la généralisation de l'expression de la fonction de transfert en boucle fermée :

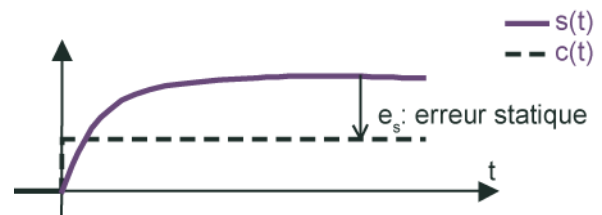
soit
$$H_{BF}(p) = \frac{H_{BO}(p)}{1 + H_{BO}(p)}$$

2/ Performances théoriques des systèmes asservis

Les performances théoriques sont déterminées à partir de la loi de comportement du système asservis.

2.1/ Précision : erreur statique

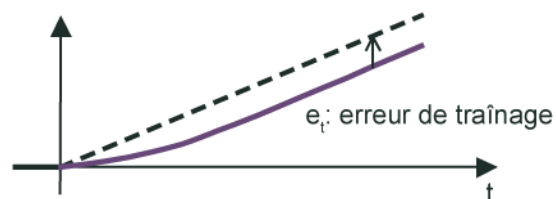
L'erreur statique est définie par : $\varepsilon_s = \lim_{t \rightarrow \infty} \varepsilon$ lorsque la consigne est un échelon d'amplitude A .



L'erreur relative est définie par $\varepsilon_r = \frac{\varepsilon_s}{A}$

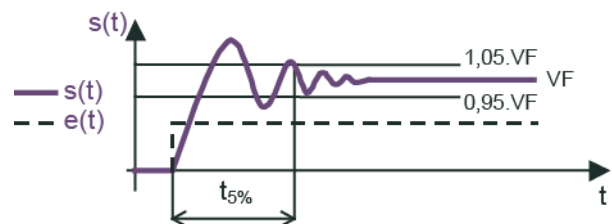
2.2/ Précision : erreur de traînage

L'erreur de traînage est définie par : $\varepsilon_t = \lim_{t \rightarrow \infty} \varepsilon$ lorsque la consigne est une rampe.



2.3/ Rapidité

En notant $VF = \lim_{t \rightarrow \infty} s(t)$, le temps de réponse T_R représente le temps nécessaire entre l'instant d'excitation et l'instant où la sortie entre dans la fourchette $VF \pm 5\%$.



Remarque : le critère de rapidité (qui ne dépend pas de la consigne $e(t)$) est indépendant du critère de précision.

2.4/ Dépassement

Il apparaît un dépassement si, **en régime transitoire**, la sortie dépasse la valeur finale. Pour certaines applications, les dépassements doivent être limités, voire interdits.

(les critères de stabilité seront vus en 2° année).

2.5/ Synthèse

Les performances théoriques d'un système asservi de comportement canonique (1° ou 2° ordre) dépendent des paramètres caractéristiques de sa fonction de transfert en boucle fermée (K_{BF} , τ_{BF} , Z_{BF} , ou ω_{0BF})

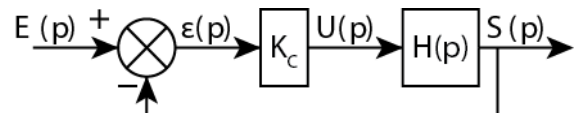
	Système du 1° ordre	Système du 2° ordre
Précision	$\varepsilon_s = A(1 - K_{BF})$ et $\varepsilon_r = 1 - K_{BF}$	
Rapidité	$T_R = 3 \cdot \tau_{BF}$	Abaque $T_R(Z_{BF}, \omega_{0BF})$
Dépassement	Pas de dépassement	Abaque $D\%(Z_{BF})$

Temps de réponse d'un deuxième ordre :

2.6/ Application : Démonstration dans le cas d'un premier ordre

On considère le système ci-contre, bouclé où K_c est un gain de correction variable.

$$H(p) = \frac{K}{1 + \tau p}$$



1. Déterminer l'erreur statique, l'erreur de trainage
2. Déterminer le temps de réponse à 5%

2.7/ Intérêt de la FTBO :

On rappelle : $H_{BO}(p) = \frac{S'(p)}{\varepsilon(p)} = K(p) H(p)$

La fonction de transfert en boucle ouverte exprime la sensibilité de la sortie à l'erreur, donc la capacité du système à s'autocorriger. Certaines performances du système asservi (en boucle fermée) pourront être déduites des caractéristiques de la fonction de transfert en boucle ouverte.

	Système du 1° ordre canonique	Système du 2° ordre canonique
Précision	$\varepsilon_s = \frac{A}{1+K_{BO}}$ et $\varepsilon_r = \frac{1}{1+K_{BO}}$	