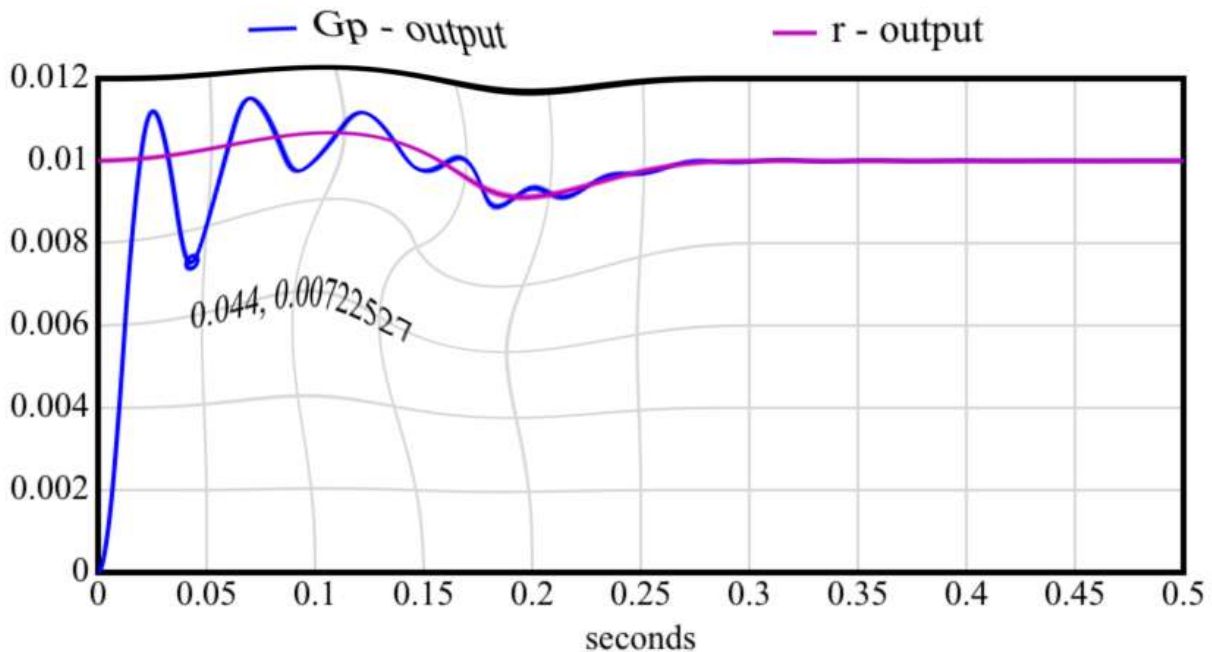


LES SYSTEMES ASSERVIS



Baccalauréat S Sciences de l'ingénieur

- A2 : Systèmes asservis
- B2 : Ordre d'un système

Objectifs

L'élève doit être capable de :

- Différencier un système asservis d'un système non asservis
- Identifier les paramètres à partir d'une réponse indicielle
- Associer un modèle de comportement (1er et 2nd ordre) à une réponse indicielle
- Valider l'influence de la structure sur les performances du système
- Proposer des modifications structurelles pour améliorer les performances du système

Principe

Le corps humain est doté de systèmes de défenses qui le protègent et lui assurent un fonctionnement cohérent.

- sudation pour réguler la température interne du corps
- contraction de la pupille pour éviter l'éblouissement
- contraction des muscles pour éviter de tomber en cas de déséquilibre
- etc...

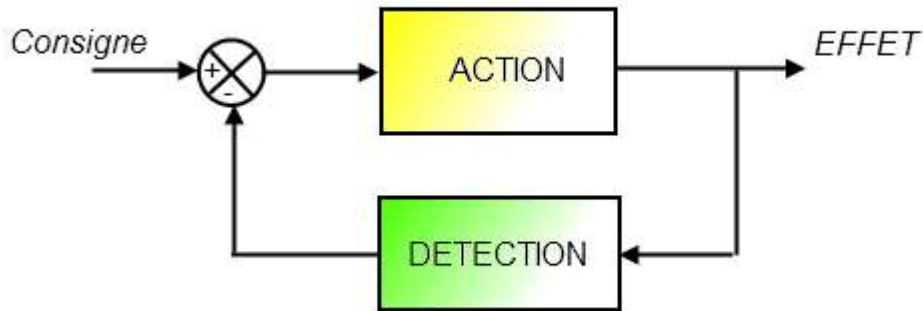
Ces phénomènes, le plus souvent non volontaires, se manifestent par une action déclenché par des informations physiologiques provenant des cellules nerveuses de notre corps.

- nerf sudoraux
- photorécepteurs sur la rétine
- oreille interne
- etc...

Tous ces mécanismes reposent sur 3 éléments :

- une fonction de détection
- une fonction de comparaison
- une fonction d'action

et peuvent être schématisés de la manière suivante :



Dans un environnement technique, les structures asservies sont omniprésentes et respectent globalement le même schéma :

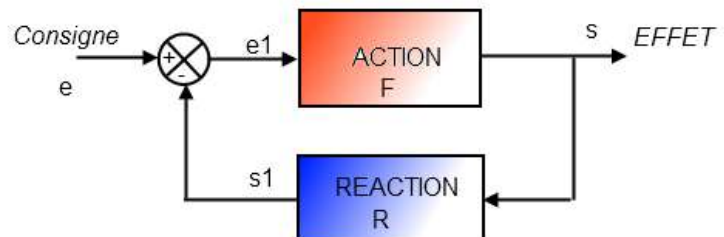
- Dans les antennes paraboliques positionnables
- Dans les systèmes de chauffage régulé
- Dans les régulateurs de vitesse de voiture

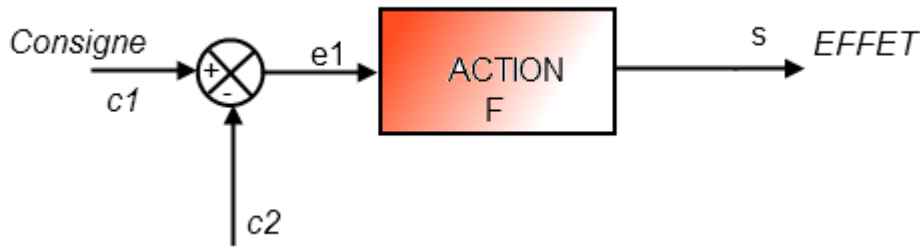
Modélisation

Schéma de principe

Comme on vient de le voir, un système asservi peut se schématiser par une *boucle fonctionnelle* ou **boucle fermée** composée d'une chaîne d'action et d'une chaîne de réaction.

A l'inverse, on parle de **boucle ouverte** pour un système non asservi.





Formule de Black

En reprenant le premier schéma, on peut écrire:

$$F = s/e1 \Rightarrow s = F.e1$$

$$R = s1/s \Rightarrow s1 = s.R$$

$$e1 = e - s1 \Rightarrow e = e1 + s1$$

La fonction de transfert globale est s/e

$$s = F.e1 \Rightarrow s = F. (e - s1) = F.(e - s.R)$$

On factorise s :

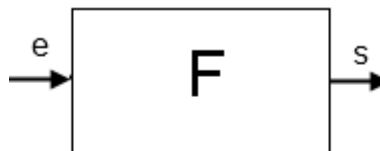
$$s.(1 + F.R) = e.F$$

Donc la fonction globale est :

$$s/e = F/(1 + F.R)$$

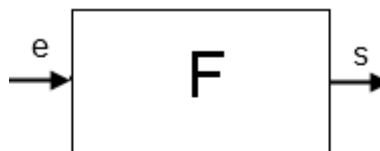
Ordre d'un système

Un système du **premier ordre** est tel que l'équation différentielle qui régit son fonctionnement est du premier ordre :



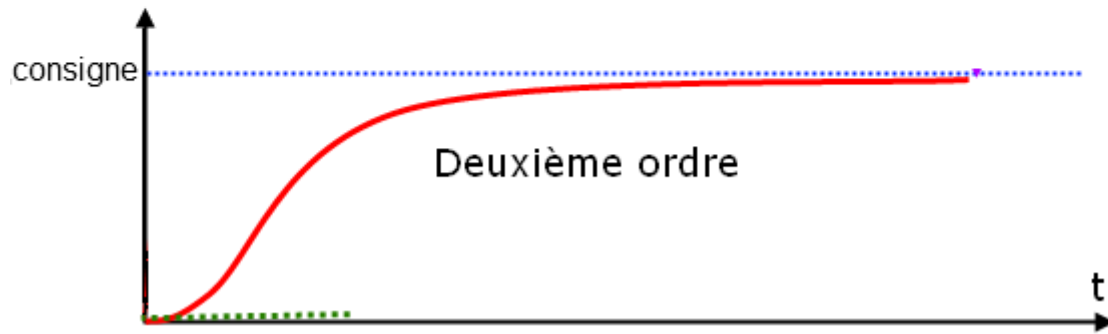
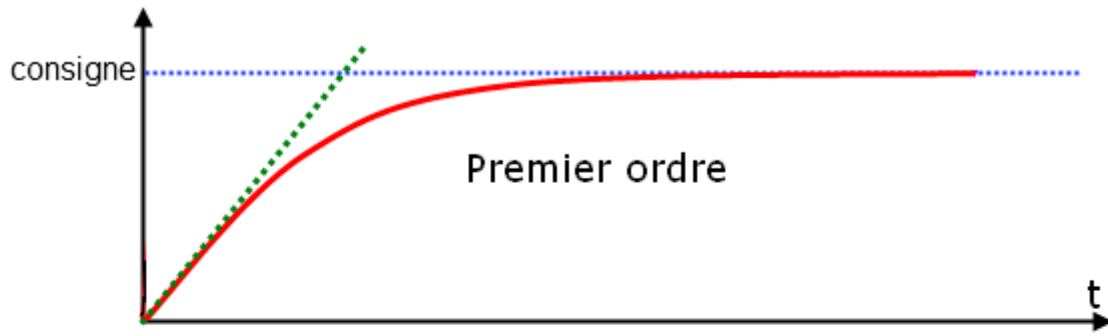
$$e = \tau \frac{ds}{dt} + s$$

Un système du deuxième ordre est tel que l'équation différentielle qui régit son fonctionnement est du 2^o ordre.



$$e = \tau_1 \frac{d^2s}{dt^2} + \tau_2 \frac{ds}{dt} + s$$

La tangente à l'origine de la réponse d'un système du second ordre est horizontale. Ce n'est pas le cas pour la réponse d'un système du premier ordre.

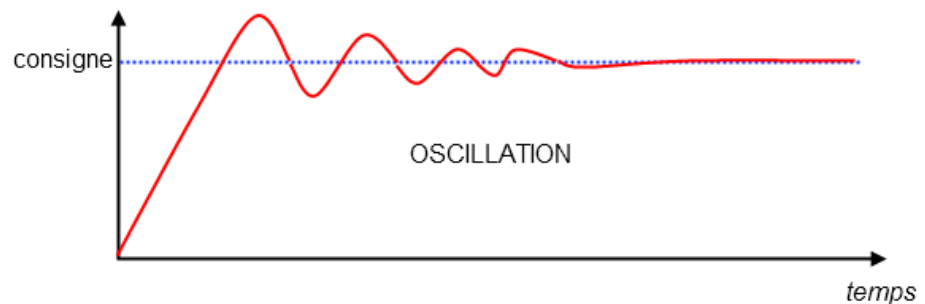
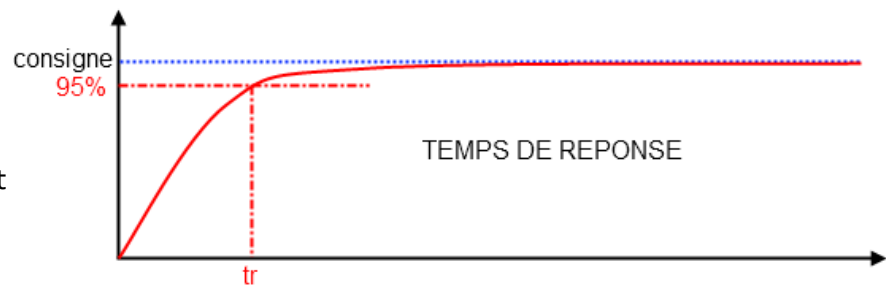
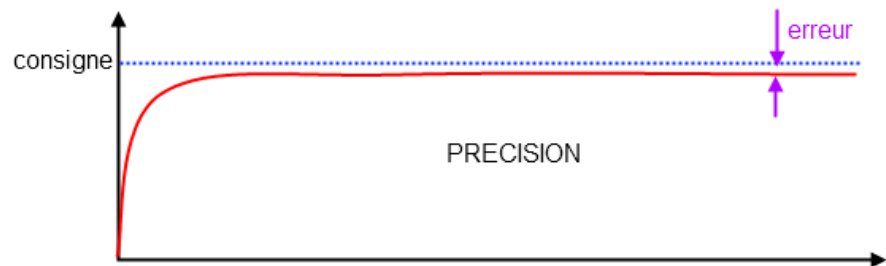


Performances

Pour qu'un système asservis soit performant il doit répondre à des contraintes le plus souvent contradictoires :

- précision
- rapidité
- Stabilité (oscillations limitées)

On peut comprendre aisément qu'un régulateur de vitesse de voiture doit réagir vite, doit être précis et ne doit pas avoir de variation de vitesse autour de la consigne.



Précision

Elle qualifie l'aptitude du système à atteindre la consigne donnée.

L'écart obtenu entre la valeur réelle et la valeur souhaitée est une erreur qui s'exprime dans la même unité que la grandeur de sortie.

Rapidité

On parle aussi de temps de réponse.

Le temps de réponse à 5% est le temps au bout duquel, pour une entrée en échelon, le système atteint sa valeur définitive à 5% près et reste ensuite compris entre 95% et 105%.

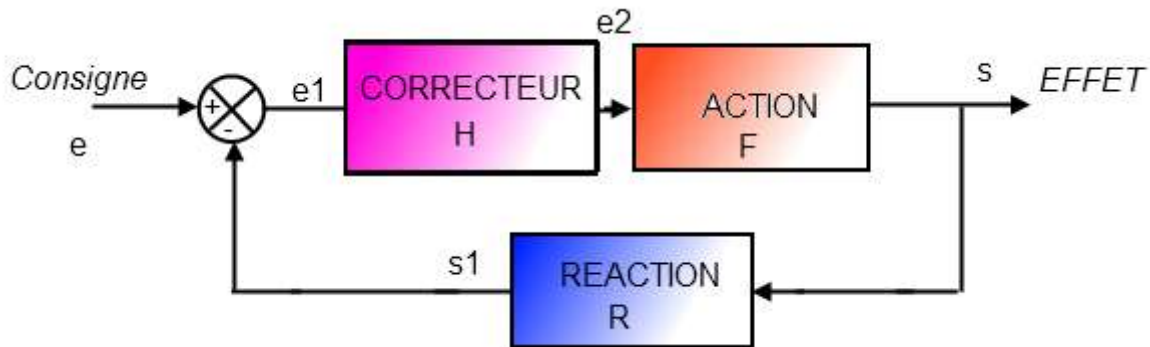
Stabilité

On détermine la stabilité d'un système en calculant le dépassement, s'il existe, et en l'exprimant en pourcentage par rapport à la valeur attendue.

On considère généralement qu'un système est stable si le dépassement est inférieur ou égal à 20%.

Correcteurs

Afin d'améliorer au mieux les performances, on insère dans l'asservissement des correcteurs. Le schéma de principe devient alors :



La fonction de transfert devient :

$$s/e = H.F/(1+H.F.R)$$

Les correcteurs

Types

Comme le nom l'indique, le correcteur a pour fonction de corriger les défauts et d'améliorer les performances des systèmes asservis.

Il existe 3 types de correction.

- **Correcteur proportionnel** : Il amplifie (ou atténue) les signaux dans la chaîne d'action.
- **Correcteur dérivateur** : Il dérive les signaux.
- **Correcteur intégrateur** : il intègre les signaux.

Pour obtenir une bonne correction on met en œuvre généralement des correcteurs combinant les performances de ces trois types : PI (Proportionnel intégral), PD (proportionnel dérivé), PID (proportionnel intégral dérivé)

Influences des correcteurs

Paramètre	Temps de montée	Dépassement	Erreur statique
Proportionnel	Plus court	Augmente	Diminue
Intégral	Plus grand	Augmente	Éliminée
Dérivé	Peu de changement	Diminue	Peu de changement

Remarque : un asservissement de position ne présente jamais d'erreur statique car la position angulaire est la dérivée de la vitesse angulaire, il y a donc une "intégration naturelle" qui est faite.

Méthode de réglage simple d'un correcteur PID

Si le système doit rester en production, une méthode de réglage consiste à mettre les valeurs I et D à zéro. Augmenter ensuite le gain P jusqu'à ce que la sortie de la boucle oscille. Puis, augmenter le gain I jusqu'à ce que cesse l'oscillation. Enfin, augmenter le gain D jusqu'à ce que la boucle soit suffisamment rapide pour atteindre rapidement sa consigne. Le réglage d'une boucle PID rapide provoque habituellement un léger dépassement de consigne pour avoir une montée plus rapide, mais certains systèmes ne le permettent pas.

sources : http://www.linuxcnc.org/docs/2.4/html/motion_pid_theory_fr.html