

L'ASSERVISSEMENT

LES SYSTEMES AUTOMATISES

La fonction principale d'un système automatisé est de remplacer les commandes répétitives, pénibles, complexes ou impossibles réalisées par l'homme sur des machines.

Pour un automaticien, un système physique est une boîte noire définie par ses grandeurs "d'entrée" $e(t)$ et ses grandeurs de "sortie" $s(t)$.

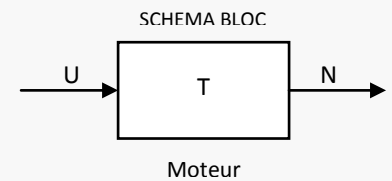
On se limitera à un système linéaire (les équations différentielles sont à coefficients constants)

Tout système linéaire sera alors représenté et modélisé sous forme de « schémas blocs » après avoir été mis en équation ou après identification (par des essais expérimentaux).

On appelle **transmittance ou fonction de transfert** la grandeur T telle que :

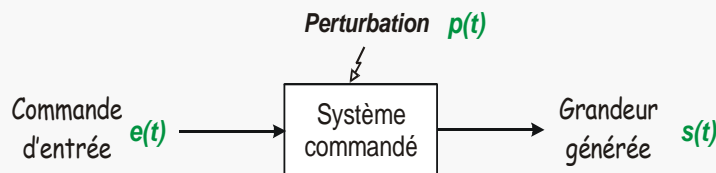
$$S \text{ (sortie)} = T \cdot E \text{ (entrée)}$$

Exemple : Pour le système «moteur» la grandeur de sortie est la vitesse N , la grandeur d'entrée est la tension U .
On peut alors définir la transmittance du moteur comme $T = N/U$.



Système commandé

Un système physique est dit commandé si la grandeur de sortie $s(t)$ est dépendante de l'entrée $e(t)$.

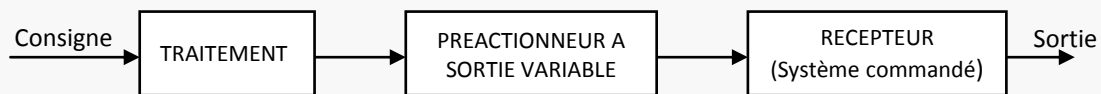


Une entrée particulière du système commandé nommée « perturbation » doit aussi être prise en compte :

Les 2 qualités essentielles d'un système commandé sont sa **fidélité** (insensibilité aux perturbations qui affectent le système) et sa **sensibilité**.

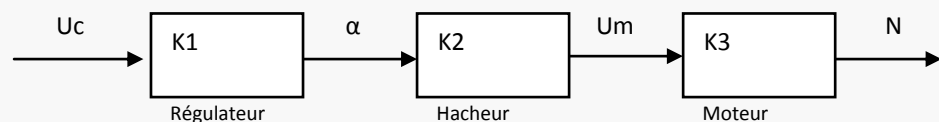
CHAINE DIRECTE OU BOUCLE OUVERTE:

La mise en cascade des systèmes suivants forme une chaîne directe, que l'on représente par le modèle de schémas blocs.



Exemple : Si un moteur est commandé en tension (U_m) par un hacheur de rapport cyclique α , lui-même piloté par une tension de consigne U_c , on obtient une chaîne directe de grandeur d'entrée U_c et de grandeur de sortie N .

Le schéma bloc devient:



- La transmittance de la chaîne directe est alors $K = \text{sortie}/\text{entrée} = N / U_c$
- $N = K_3 \times U_m$, $N = K_3 \times K_2 \alpha$ $N = K_3 \times K_2 \times K_1 \times U_c$, $K = N/U_c$ donc $K = K_1 \times K_2 \times K_3$
- **La transmittance de la chaîne directe est égale au produit des transmittances.**
- Si la consigne reste constante et que la charge du moteur diminue, **la vitesse augmente**
- Comment doit-on procéder pour retrouver la vitesse désirée ? **on augmente la consigne.**

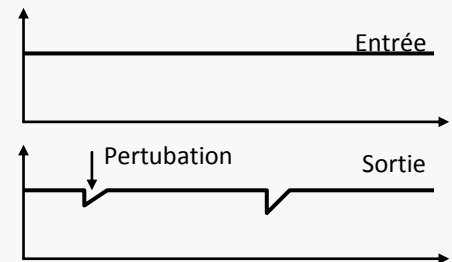
ASSERVISSEMENT ET REGULATION, SYSTEME BOUCLÉ OU EN BOUCLE FERMÉE

- Que se passe-t-il si une perturbation affecte le système précédent ?
 - la sortie ne respecte plus la consigne.
- Que manque-t-il à ce système pour être respecter une consigne quand apparait une perturbation ?
 - Un capteur : une chaîne de retour.

On utilise souvent indifféremment les termes **régulation** et **asservissement** alors que ces deux mots ont des significations différentes.

La régulation

La fonction régulation caractérise l'aptitude d'un système à maintenir la sortie constante pour une grandeur d'entrée constante, ce malgré des **perturbations** sur la sortie.

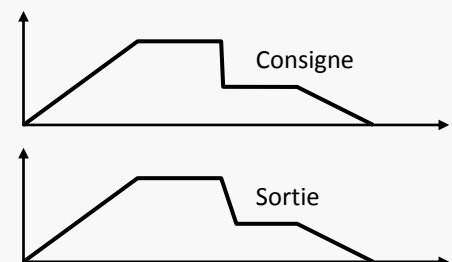


Asservissement

La fonction asservissement caractérise l'aptitude d'un système à obéir le plus fidèlement possible à des variations de la grandeur d'entrée :

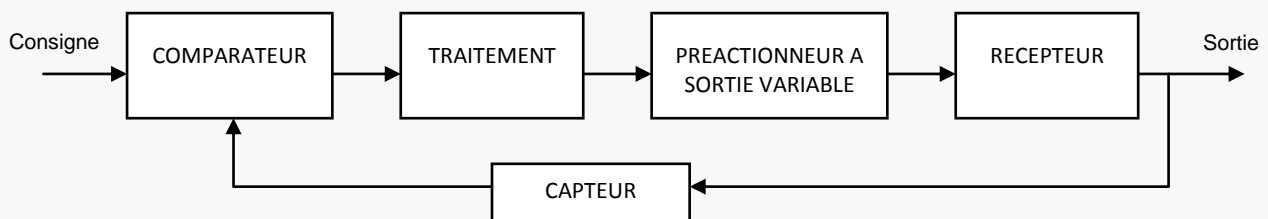
La consigne.

Notre étude va porter sur les systèmes asservis, cette étude peut se conduire à partir de la représentation du système sous la forme de schéma bloc.



SYSTEME BOUCLÉ OU EN BOUCLE FERMÉE

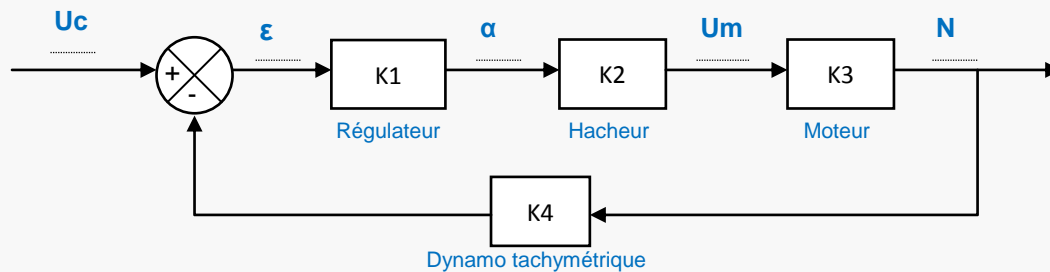
Dans un système bouclé on voit apparaître deux nouveaux éléments, le **comparateur** et le **capteur**.



Le **comparateur** est le fondement du fonctionnement de cette boucle. En effet, le principe de comportement de ce type de système est de détecter l'écart entre la consigne (ce que l'on souhaite) et la sortie (ce qui est ramené à l'entrée par l'intermédiaire du capteur) puis d'amplifier cet écart afin de modifier la sortie pour le réduire.

Exemple page suivante :

Une dynamo tachymétrique délivre une tension **Un**, proportionnelle à la vitesse du moteur. Le comparateur effectue alors la différence entre la tension de mesure **Un** et la tension de consigne **Uc**. Cette différence est appelée écart (ϵ) et commande alors la chaîne directe.



- Si la charge du moteur diminue, la vitesse mesurée **augmente**, la différence entre la consigne et la mesure **diminue**, l'écart **diminue**, la tension aux bornes du moteur **diminue** et la vitesse **diminue**.
- Si la charge du moteur augmente, la vitesse mesurée **diminue**, la différence entre la consigne et la mesure **augmente**, l'écart **augmente**, la tension aux bornes du moteur **augmente** et la vitesse **augmente**.

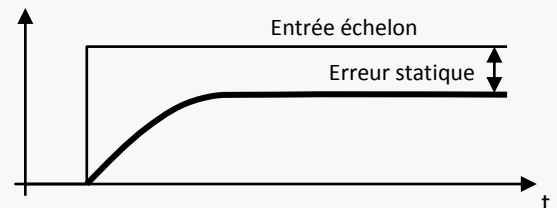
PERFORMANCES D'UN SYSTEME

Les performances des systèmes asservis se mesurent par les critères suivants :

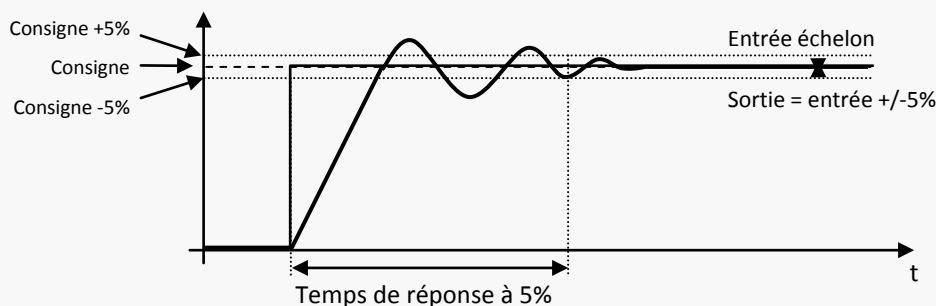
- La **précision** : un système est précis si la sortie suit la consigne en toutes circonstances avec un écart inférieur à la valeur définie dans un cahier des charges.
- La **rapidité** : elle correspond au temps de réaction de la sortie par rapport à la consigne.
- La **stabilité** : pour une consigne constante la sortie doit être constante.

Pour caractériser ces performances, on utilise les concepts suivants :

Erreur statique : c'est la différence entre la consigne et la valeur finale atteinte par la réponse indicielle.



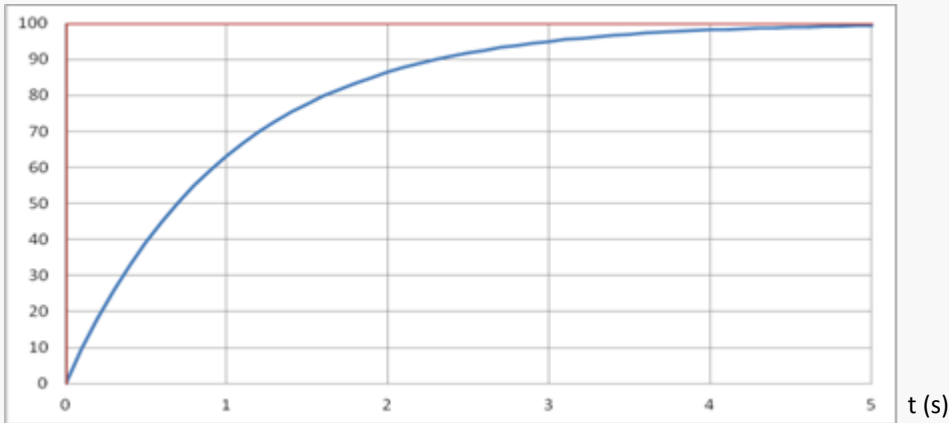
Temps de réponse à 5 % : c'est la durée au bout de laquelle la réponse se stabilise à plus ou moins 5 % autour de la **consigne**.



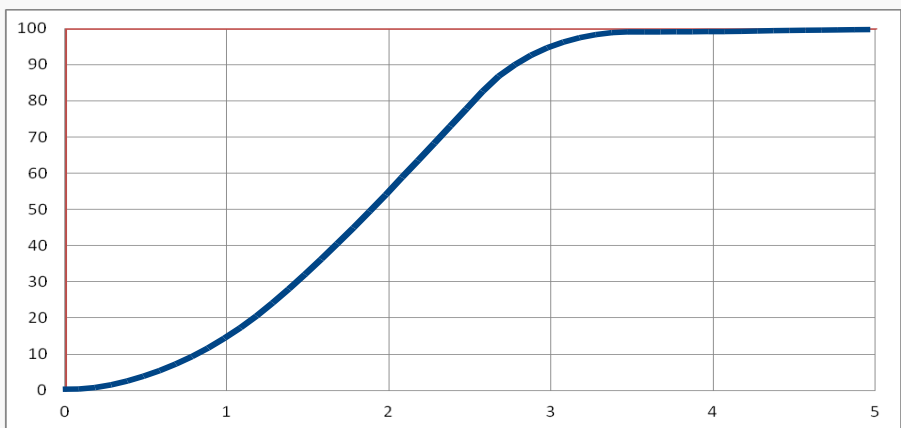
On distingue les systèmes asservis du 1er ordre et du 2ème ordre.

Pour déterminer l'ordre, on mesure la constante de temps τ obtenu à 63% de la valeur finale, on la divise par le temps de réponse à 5%. Si le rapport $T/\tau \approx 3$, il s'agit d'un système asservi du 1er ordre, sinon c'est un 2ème ordre

Exemples:



Relevés :
 $tr = 3$
 $\tau = 1$
 $tr/\tau = 3$
 Le système est du
 1^{er} ordre
 2nd ordre



Relevés :
 $tr = 3$
 $\tau = 2,2$
 $tr/\tau = 1,36$
 Le système est du
 1^{er} ordre
 2nd ordre

CORRECTEURS

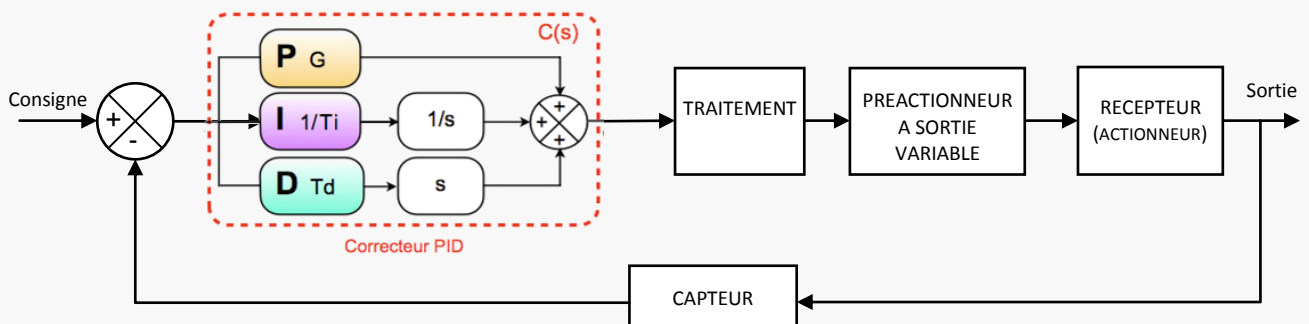
Les **correcteurs** ont pour but d'améliorer les performances du système asservis. On place en général ce bloc de correction dans la chaîne directe, juste en sortie du comparateur.

Un correcteur est un algorithme de calcul qui délivre un signal de commande à partir de la différence entre la consigne et la mesure.

Le correcteur PID agit de 3 manières :

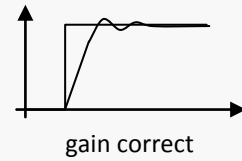
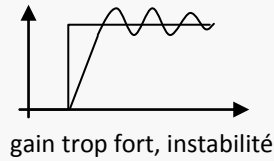
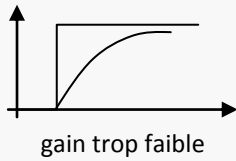
- action **Proportionnelle** : l'erreur est multipliée par un gain G
- action **Intégrale** : l'erreur est intégrée et divisée par un gain T_i
- action **Dérivée** : l'erreur est dérivée et multipliée par un gain T_d

Il existe plusieurs architectures possibles pour combiner les 3 effets, on présente ici une architecture parallèle :



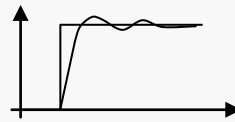
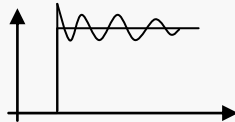
L'action Proportionnelle (P)

Le rôle de l'**action proportionnelle** ou **gain**, est de diminuer le temps de réponse ainsi que de diminuer l'erreur statique. Mais un gain trop important peut déstabiliser le système.



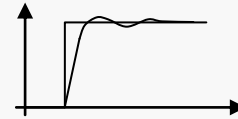
L'action dérivée (D)

Le rôle de l'**action dérivée** est d'éviter les temps morts, elle permet de « booster » la chaîne directe et donc d'améliorer la rapidité.



L'action intégrale

Le rôle de l'**action intégrale** est d'annuler l'écart entre la mesure et la consigne, c'est à dire d'annuler l'**erreur statique**.



EXEMPLE

Trouvez la valeur finale, l'erreur statique et le temps de réponse à 5% du signal suivant, puis déterminez l'ordre. (Sur l'axe des abscisses, 1cm = 10ms et sur l'axe des ordonnées, 1cm = 100 trs/min).

