

Asservissement Introduction Robotique

2. Introduction

Qu'est-ce que l'asservissement ?

Contrôle de l'univers qui nous entoure par de la technique industrielle pour asservir la tension, la température, la pression, la position de la vitesse ect....

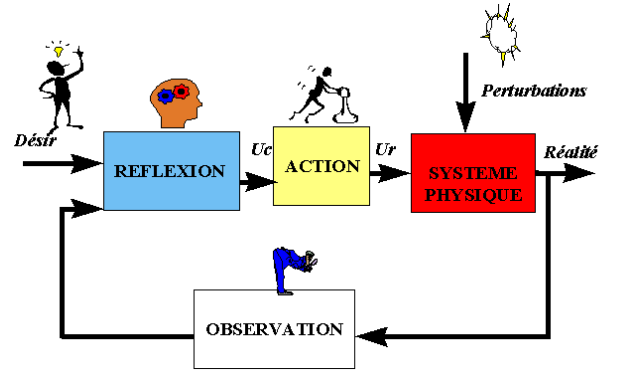
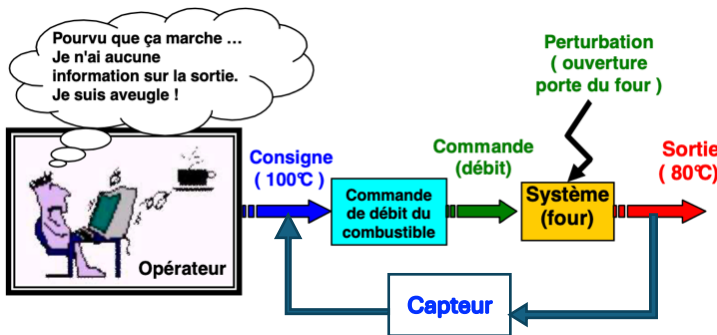
Des « systèmes », ou sujet d'étude et de réalisations, sont capables de répondre à nos attentes. Les grandeurs contrôlées sont les grandeurs de sortie du système. La demande ou l'ordre lors de l'utilisation de ces procédés se nomme la consigne !

Alors quels éléments doit comporter un système asservi ?

Quand vous avez pris la décision d'aller d'un point A à un point B et vous vous déplacez : Vous accélérez, décélerez, vous roulez à différentes vitesses et l'ajustez suivant la circulation, la réglementation, la forme de la route et vous réduisez la vitesse jusqu'à vous garer.. L'asservissement est semblable à votre comportement, votre psychologie:

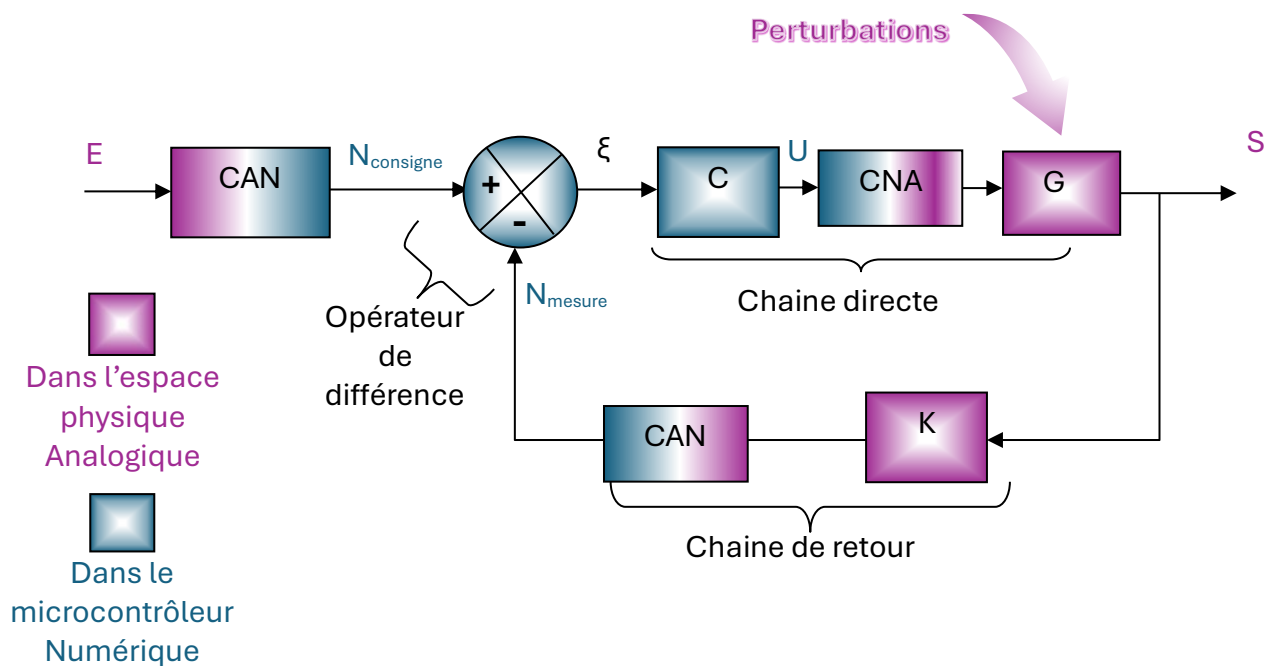
Distance à parcourir Positionnement du volant Réglementation de vitesse Accélération	consigne	Dans le micro-contrôleur (la tête)
Vous vous posez la question souvent lors du trajet ☹ il reste combien de km... ? Et le calculateur aussi calcul régulièrement l'écart de vitesse à intervalle de temps régulier pour adapter la vitesse.	Ecart ou Erreur	Dans le micro-contrôleur
Et il y a conduite et conduite !!! Les nerveux, les lents, les rapides, les précis...Ce sont des types de comportements que l'on peut changer dans asservissement, cela s'appelle le correcteur, qui agit plus ou moins sur la vitesse, qu'on soit proche du point B ou loin (la consigne)	Correcteur	Dans le micro-contrôleur
Il y a la voiture avec ses pédales, son essence et son moteur	pré-actionneur (convertisseur d'énergie) et actionneur.	Extérieur au micro-contrôleur
Il y a le tableau de bord, le compteur ,le GPS qui nous renseigne via des capteurs de notre allure, notre temps de parcours et des distances.	capteur	Information Extérieur retraduite par le micro-contrôleur
Il y a les pentes, les virages, le vent, le type de route....	perturbation	Extérieur

2. Schéma fonctionnel :



Éléments de l'asservissement :

E	Entrée ou consigne extérieure
CAN	Convertisseur Analogique Numérique
N_{consigne}	Consigne numérique
ε	Erreur ou écart
C	Correcteur
CNA	Convertisseur Numérique Analogique
U	Grandeur de commande
G	Processus (pré-actionneur et actionneur)
K	Capteur



2. Critères de performance

ILLUSTRATION

RAPIDITÉ	PRÉCISION	STABILITÉ
<p> $TR_{5\%}(1) < Tr_{5\%}(2)$ $\dots TR_{5\%}(1) < Tr_{5\%}(2) \dots$ </p>	<p>erreur statique...</p>	<p> ...système instable.... ...système stable.... Stable </p>
<p>Améliorer le temps de réponse du système ($tr_{5\%}$)</p> <p>$tr_{5\%} \searrow$ donc Rapidité \nearrow.</p>	<p>Diminuer l'erreur statique ε et si possible l'annuler</p> <p>$\varepsilon \searrow$ donc précision \nearrow</p>	<p>Eviter le dépassement D_1 de la valeur de commande</p> <p>Eviter que le signal réponse ne diverge ou oscille</p> <p>(Le signal prend une valeur de plus en plus éloignée par rapport à la commande.)</p> <p>$D_1 \searrow$ donc stabilité \nearrow</p>
<p><u>Conclusion :</u></p>		
<p><u>Trouver le meilleur compromis entre les 3 critères suivant le système étudié !!!!</u></p> <p>Souvent le cahier des charges impose le critère à prendre en compte : le temps de réponse, erreur statique maximum et dépassement...</p> <p>Le critère de précision dépend de la précision du capteur et du réglage du CORRECTEUR</p> <p>Le critère de vitesse dépend du temps de réponse du capteur des temps de conversions CAN et CNA(plutôt rapide), du temps des calculs et du réglage du CORRECTEUR</p> <p>La carte et le capteur étant choisis, la vitesse et la précision du système asservi ne dépend que du CORRECTEUR</p>		

2. Le Correcteur :

C'est le nerf de la guerre ! C'est le correcteur qui donnera le comportement : précision, rapidité et stabilité.

La précision : quand la sortie est égale à la consigne

Un système asservi est dit précis quand ε =ecart tend vers 0

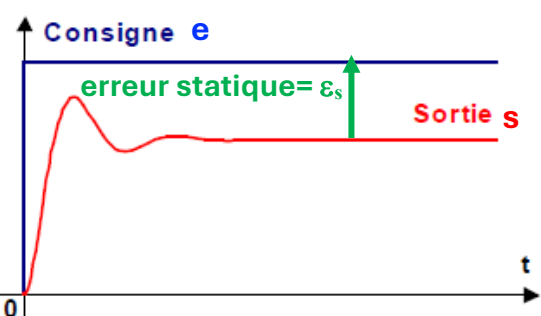
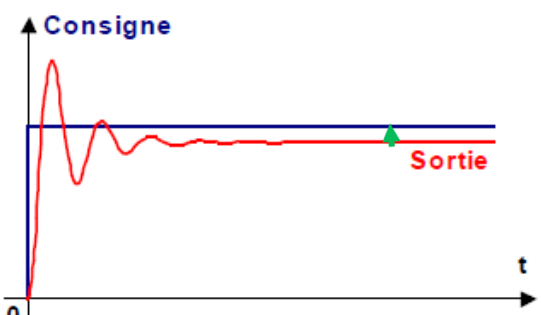
La rapidité : rapidité de la sortie à atteindre la consigne demandée, il faut que le temps de réponse à 5% soit le plus petit possible.

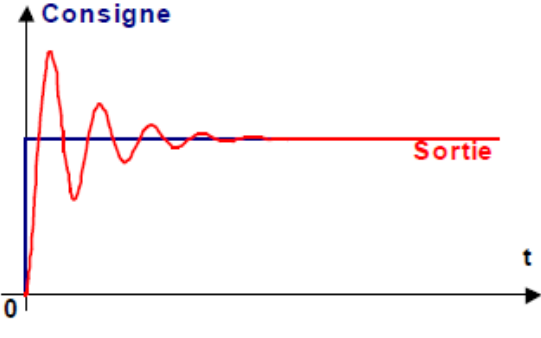
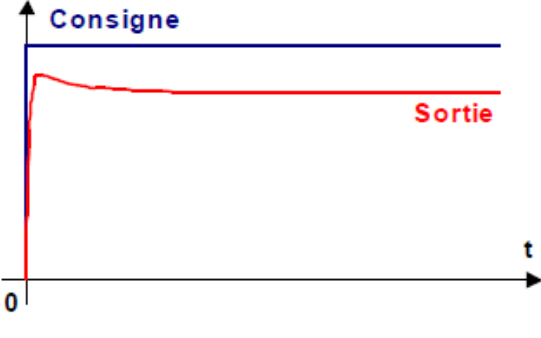
La stabilité : quand le système n'oscille plus ou ne diverge pas.

Le correcteur peut être réalisé par trois actions mathématiques qui agissent seuls, deux par deux, ou les trois réunis. Ces trois actions sont, dans le cas où l'entrée est « e »

- L'action proportionnel $P = K_p \times e$
- L'action intégrale $I = \frac{1}{\tau_i} \times \int e. dt$ avec $K_i = \frac{1}{\tau_i}$
- L'action dérivée..... $D = \tau_d \times \frac{de}{dt}$ avec $K_d = \tau_d$

a- Action des correcteurs sur une réponse indicielle

CORRECTION	Allure : Comparaison de la réponse du système (sortie) par rapport au signal consigne	EFFETS (des corrections sur la réponse du système)
Sans correction		<ul style="list-style-type: none"> ✓ Stabilité insuffisante ✓ Peu de précision : erreur statique importante (le système n'atteint jamais la valeur de consigne) ✓ Système lent : le temps de réponse élevé
Proportionnel : P		<ul style="list-style-type: none"> ✓ Précision ↗ : l'erreur statique diminue mais est toujours présente. ✓ Rapidité ↗ : le temps de réponse $tr_{5\%}$ ↘ ✓ Inconvénient : Stabilité ↘ apparition de dépassement de la valeur de consigne s'il y a trop de correcteur P.

<p>Ajout du correcteur I :</p> <p>P I</p>		<ul style="list-style-type: none"> ✓ Avantage de P : Rapidité suffisante. (même si le temps de réponse est plus élevé qu'avec le correcteur P seul). ✓ Avantage de I : Amélioration de la précision jusqu'à une erreur statique nulle : $\varepsilon = 0$ ✓ Inconvénient : Stabilité ↘, il existe toujours un dépassement et des oscillations.
<p>Ajout du correcteur D :</p> <p>P D</p>		<ul style="list-style-type: none"> ✓ Avantage de P : Rapidité suffisante. (même si le temps de réponse est plus élevé qu'avec le correcteur P seul). ✓ Avantage de D : stabilité ↗ Peu ou pas de dépassement. ✓ Inconvénient : la précision n'est pas optimisée : erreur pas annulée.

Conclusion :

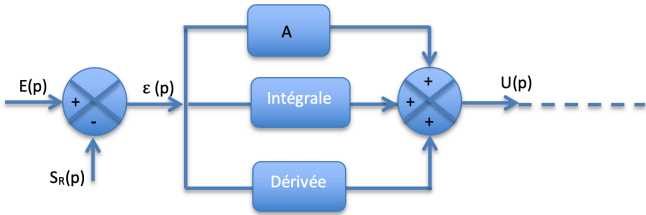
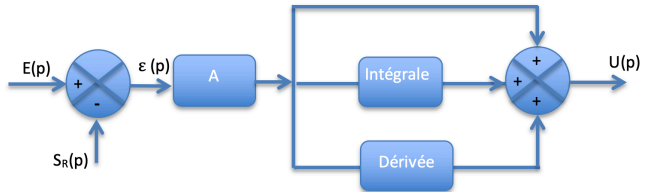
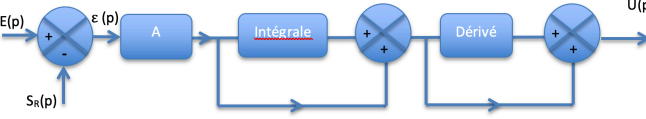
- Les correcteurs **I** et **D** sont toujours associés au minimum avec le correcteur **P** : **P I** ou **P D** ou **PID**
- Dans la pratique, le correcteur **P** peut être utilisé seul et souvent le correcteur **P I** suffit.

b- Choix d'un correcteur

Action ... P .	Action ... I ...	Action ... D ...
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Le correcteur est un amplificateur : Le signal de commande est proportionnel au signal d'erreur. ✓ permet d'augmenter la rapidité et de diminuer l'erreur ε ... 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ L'opération mathématique intégrale permet de « comptabiliser » : le correcteur tient compte des valeurs précédentes pour effectuer la correction. ✓ permet d'anticiper : ANNULER l'erreur ε : $\varepsilon = 0$ 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ L'opération mathématique dérivée permet de tenir compte « des variations du signal réponse » : le correcteur est sensible aux changements de pentes du signal. ✓ permet d'anticiper : diminuer le dépassement D_1, \dots

Paramètre Correcteur	Rapidité : effet sur Tr5%	Précision : effet sur ε	Stabilité : effet sur D_1
P	Tr5% \searrow	Valeur $\varepsilon \searrow$	
I	Tr5% \nearrow (par rapport à P seul) mais reste suffisant	Valeur $\varepsilon = 0$	$D_1 \nearrow$
D	Tr5% \nearrow (par rapport à P seul) mais reste suffisant		$D_1 \searrow$ voir s'annule

c- Structure des correcteurs

	<p>Structure parallèle</p> <p>Les coefficients de chaque opération (P I D) sont indépendants (chaque correcteur P, I et D est appliqué directement sur l'erreur ε)</p>
	<p>Structure série</p> <p>C'est historiquement la structure la plus ancienne. Les coefficients de chaque opération (P I D) sont dépendants de A</p>
	<p>Structure mixte</p> <p>Les coefficients de chaque opération (P I D) sont dépendants (on applique directement le correcteur P directement sur l'erreur ε mais pas les correcteurs I et D)</p>