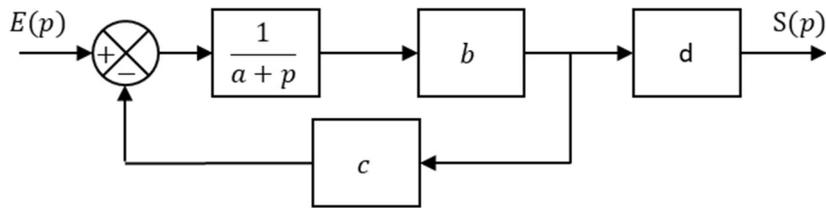


## Petite mise en jambe

Soit le schéma bloc suivant :



Avec  $a = 1, b = 0,5, c = 2, a = 1$  et  $d = 6$ .

- Q.1.** Déterminer la fonction de transfert on boucle fermer, que l'on notera  $H(p)$ , en fonction de  $a, b, c$  et  $d$ . Puis les remplacer par leur valeur numérique.
- Q.2.** On prend comme entrée  $e(t) = 4 \cdot u(t)$  ( $u(t)$  fonction échelon unité). En déduire l'expression de  $S(p)$ .
- Q.3.** En déduire l'expression de  $s(t)$ .

## Régulateur de vitesse

Un régulateur de vitesse est un dispositif électronique permettant au conducteur de ne plus se soucier d'ajuster en permanence la vitesse de son véhicule : le calculateur prend en charge l'accélérateur afin de maintenir la vitesse  $V(t)$  au plus près de la vitesse consigne  $V_c(t)$  demandée par le conducteur.

Les performances attendues de la part du client sont (cahier des charges) :

- un système stable et non oscillant (sans dépassements) ;
- un système précis ;
- un système suffisamment rapide (un temps de réponse à 5 % de 20 s maximum).

La figure 1 montre l'architecture de l'asservissement.

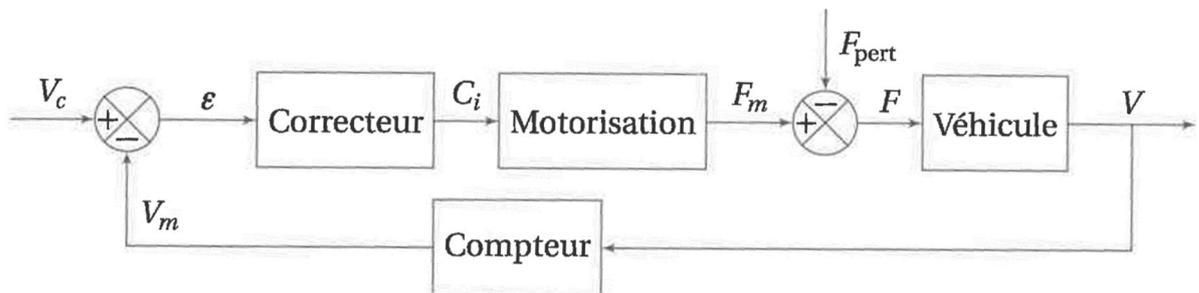


Figure 1. Architecture du régulateur de vitesse.

L'ensemble de la motorisation est modélisé par un gain  $K_m = 25N$  liant la commande des injecteurs  $C_i(t)$  à la force de traction exercée par les roues sur le véhicule  $F_m(t)$ . Une perturbation due au vent ou aux côtes applique un effort  $F_{pert}$  non prévisible sur le véhicule.

L'application du principe fondamental de la dynamique au véhicule conduit à l'équation liant la force totale  $F(t)$  à la vitesse  $V(t)$ :  $m \frac{dV}{dt}(t) = F(t) - f V(t)$  où  $m = 900 \text{ kg}$  est la masse et  $f = 30 \text{ N} \cdot \text{s} \cdot \text{m}^{-1}$  un coefficient de frottement aérodynamique.

Un compteur de vitesse, de gain unitaire  $K_C = 1$ , mesure la vitesse  $V(t)$  et fournit l'information  $V_m(t)$  qui est comparée à la vitesse consigne. Le correcteur  $C(p)$  établit à partir de l'écart  $\varepsilon$  la commande  $C_i(t)$ .

Dans une première approximation, la carte de commande est modélisée par un gain  $C(p) = K_p = 5 \text{ s} \cdot \text{m}^{-1}$ .

- Q.4.** L'asservissement est-il régulateur ou suiveur dans ce cas ?
- Q.5.** Transformer dans le domaine de Laplace l'équation de comportement du véhicule, dans l'hypothèse des conditions de Heaviside (conditions initiales nulles). En déduire la fonction de transfert  $\frac{V(p)}{F(p)}$ .
- Q.6.** Recopier le schéma-blocs figure 1 du système asservi en remplaçant chaque mot par une fonction de transfert.
- Q.7.** Déterminer la fonction de transfert en boucle ouverte  $\frac{V_m(p)}{\varepsilon(p)}$  ainsi que la fonction de transfert en boucle fermée  $\frac{V(p)}{V_c(p)}$  en considérant la perturbation nulle  $F_{pert}(p) = 0$ .
- Q.8.** Mettre la fonction de transfert en boucle fermée sous la forme canonique  $\frac{K}{1+\tau p}$  où  $K$  et la constante de temps  $\tau$  sont à déterminer. En déduire l'ordre et la classe du système.
- On souhaite désormais déterminer les performances du système.
- Q.9.** Déterminer le pôle de la fonction de transfert en boucle fermée et en déduire si le système est stable.
- Q.10.** À partir de l'ordre de la fonction de transfert, indiquer si le système présente des dépassements pour une entrée en échelon.
- Q.11.** Déterminer la valeur finale de  $V(t)$  pour une entrée en échelon  $V_c(t) = V_0 \cdot u(t)$  (et une perturbation nulle). En déduire si le système est précis ou non.
- Q.12.** Déterminer le temps de réponse à 5 % et comparer la valeur obtenue à celle exigée au cahier des charges.
- Q.13.** Dans le cas où le correcteur vaut  $C(p) = \frac{K_I}{p}$ , avec  $K_I = 0,01$  (correction intégrale pure), déterminer les nouvelles performances de stabilité et précision.