

1.4 Exemple de référence

Certains véhicules sont équipés d'un système capable de réguler la vitesse courante de la voiture autour d'une vitesse, dite vitesse de consigne. Cette vitesse est fixée par l'utilisateur et représente la vitesse à laquelle il désire rouler automatiquement. Cet exemple se veut simple mais cependant suffisamment représentatif des problèmes que l'on peut rencontrer dans la modélisation d'applications embarquées pour une automobile. C'est un système qui doit être réactif, qui présente des comportements périodiques et qui doit être en forte interaction avec son environnement.

Le système que l'on veut réaliser est un régulateur d'allure capable de maintenir la vitesse d'un véhicule à une vitesse consigne cible fixée par le conducteur. Le maintien de la vitesse s'effectuera par envoi d'une variation de couple au système de contrôle du moteur. La loi de commande que le système de régulation de la vitesse utilise pour calculer la variation du couple est la suivante :

$$\delta C = \frac{\arctan(k \times (V_{\text{cible}} - V_{\text{véhicule}}))}{2}$$

Ainsi, si $V_{\text{cible}} > V_{\text{véhicule}}$ alors $\delta C > 0$ et le véhicule accélère. Sinon, $V_{\text{cible}} \leq V_{\text{véhicule}}$ alors

$\delta C \leq 0$ et le véhicule ralentit.

La mesure de la vitesse du véhicule s'effectue à l'aide d'un compteur de vitesse pourvu de son propre système d'affichage. La mesure est réalisée de façon cyclique à la fréquence de 2 Hz. La mise à jour de l'affichage de la vitesse s'effectue au même rythme. On suppose que ce compteur est capable de fournir la valeur courante de la vitesse du véhicule en m/s sous la forme d'un entier.

La mise en route du régulateur s'effectue à l'aide d'un signal émis par un bouton Marche/Arrêt du régulateur actionné par le conducteur. Le démarrage du système doit être effectué en moins de 1s suite à une action sur le bouton Marche/Arrêt de la régulation. La régulation du véhicule ne peut être mise en route que si la vitesse du véhicule est au moins égale à 50 km/h.

L'arrêt du système de régulation peut se faire de quatre façons différentes : soit implicitement, lorsque le conducteur appuie sur la pédale de frein ; soit explicitement par action du conducteur sur le bouton Marche/Arrêt du régulateur ; soit par arrêt du moteur du véhicule (l'arrêt du moteur s'effectue via le démarreur de la voiture) ; soit si la vitesse du véhicule devient inférieure à 50 km/h. Les temps de réponse attendus pour l'arrêt du système de régulation sont : par appui sur le frein ou par action sur le bouton Marche/Arrêt de 0,5 s ; et par arrêt du moteur ou si la vitesse du véhicule devenant inférieure à 50 km/h de 100 ms.

De plus, lorsque le conducteur appuie sur la pédale d'accélération alors que le système de régulation est enclenché, la régulation de vitesse est suspendue jusqu'à ce que le conducteur relâche l'accélérateur. La suspension doit être réalisée en au plus 200 ms et la reprise en au plus 250 ms. Le système reprend alors le contrôle de la vitesse du véhicule et l'amène progressivement à la vitesse de consigne fixée avant l'accélération.

En cas de simultanéité des actions de décélération et d'accélération, c'est l'action de décélération qui doit être prise en compte prioritairement. Le système de régulation doit alors être désenclenché et non suspendu.

Le régulateur de vitesse est doté d'un écran permettant l'affichage de la vitesse de consigne et de l'état du système de régulation (OFF, ON ou STDY).

Le système de contrôle moteur, que nous ne concevons pas ici, prend en entrée un couple conducteur et une variation de couple (sortie du régulateur) pour calculer la commande à envoyer au moteur. Cette commande (le couple moteur) est traitée par les différents actionneurs constituant le moteur (soupapes, papillon,...) afin de fournir le couple mécanique souhaité. La commande permettant de réaliser ce couple moteur est calculée en prenant en compte des paramètres conducteurs externes comme la position de la pédale d'accélération et la vitesse enclenchée. Ensuite, ce couple moteur est transmis à la chaîne de traction du véhicule qui transforme le couple mécanique fourni par le moteur en une vitesse du véhicule. Pour les besoins de prototypage d'un environnement du système de régulation de la vitesse, on peut regrouper le contrôle moteur et la chaîne de traction sous un même organe, le groupe moteur-propulseur, et prendre la loi suivante exprimant la vitesse en fonction des différents paramètres d'entrée pour fermer la boucle du système :

$$V = k \times (accP + \delta C) \times \left(\frac{c^3}{1500} + 1 \right) \times \left(\sqrt{\frac{50 - brkP}{50}} \right)$$

Dans cette formule, les variables utilisées ont la signification suivante :

- **k** est un coefficient caractéristique de l'environnement simulé. Il représente le rendement du moteur et de la chaîne de traction qui le compose ;

- **accP** représente la position de la pédale d'accélération et caractérise le couple demandé par le conducteur ;

- **δC** représente la variation de couple fournie par le système de régulation de la vitesse au contrôle du moteur ;

- **c** est un coefficient caractérisant une contrainte appliquée sur le véhicule. Si elle est positive, elle simule ainsi une contrainte pouvant représenter, par exemple, une montée ou un vent de face ayant pour effet de ralentir le véhicule. Si elle est négative, elle simule une contrainte comme une descente ou bien un vent de dos accélérant la vitesse du véhicule ;

- **brkP** représente la position de la pédale de frein.

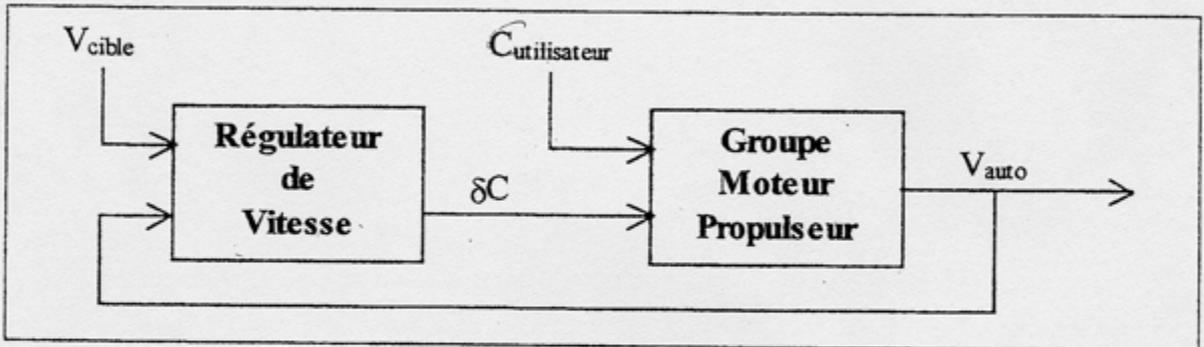


Figure 67 : Schéma de la boucle de commande du système de régulation de vitesse.