

**TP de commande numérique 2<sup>o</sup> année ISN-SINERGIE 2018-2019**  
Régulation de vitesse Anti-windup

**Objectif :**

L'objectif de ce TP est de concevoir et mettre en œuvre un correcteur de type I.P. numérique sur un système industriel concret: une rame de métro. Le cahier des charges devra tenir compte de contraintes, en particulier de type saturation (phénomène d'emballement ou *windup*) et la présence d'un retard.

**Le problème et ses hypothèses :**

Pour modéliser simplement la rame de métro, on considère une masse  $M$ , soumise à une force de commande  $F$  et à diverses forces dépendant de la vitesse  $v$  et/ou de la position  $x$ . On notera ces forces  $\varphi(v, x)$ . On désire réguler la vitesse avec les spécifications suivantes:

- S1 Erreur statique nulle en régime établi (en présence d'une rampe);
- S2 Sur un changement de consigne en vitesse
  - a) temps de réponse le plus court possible;
  - b) pas de dépassement.

Les hypothèses sur le transfert d'information sont les suivantes:

- H1 La transmission des informations entre l'organe de commande et le moteur se fait avec un retard dont on estime la moyenne à 210ms (3 périodes d'échantillonnage).
- H2 La transmission des informations entre le capteur de vitesse et l'organe de commande se fait avec un retard de 70ms (1 période d'échantillonnage).
- H3 La masse est connue avec une faible précision ( $140t < M < 180t$ ).

La contrainte  $\gamma \leq G$  accélération maximale  $G = 0,9\text{ms}^{-2}$ .

**Le principe du correcteur :**

Pour résoudre le problème énoncé ci-dessus, on propose une structure simple (avec peu de paramètres de réglage) de type I.P. :

- De manière à assurer une erreur statique nulle (S1) en présence des incertitudes sur la masse et les forces  $\varphi(v, x)$ ;
- Le système fonctionnera essentiellement sur les contraintes lors des phases transitoires. Pour assurer un dépassement nul (S2-a)), il sera nécessaire d'introduire un dispositif anti-windup sur l'intégrateur lors du passage dans le mode linéaire (hors contraintes);
- On imposera un amortissement critique pour éviter les dépassements (S2-b));
- La conception du régulateur se fera sur le modèle nominal sans retard et on réglera les performances dynamiques avec le paramètre de pulsation propre, de manière à garantir la robustesse envers les incertitudes fortes sur la masse du train et sur les retards.

**La mise en œuvre du correcteur :**

- Construction d'un correcteur I.P. répondant au cahier des charges;
- Influence déstabilisatrice de la saturation d'accélération;
- Réalisation numérique. Introduction d'un dispositif anti-windup;
- Construction d'un correcteur de type RST, capable de prendre en compte le retard.