

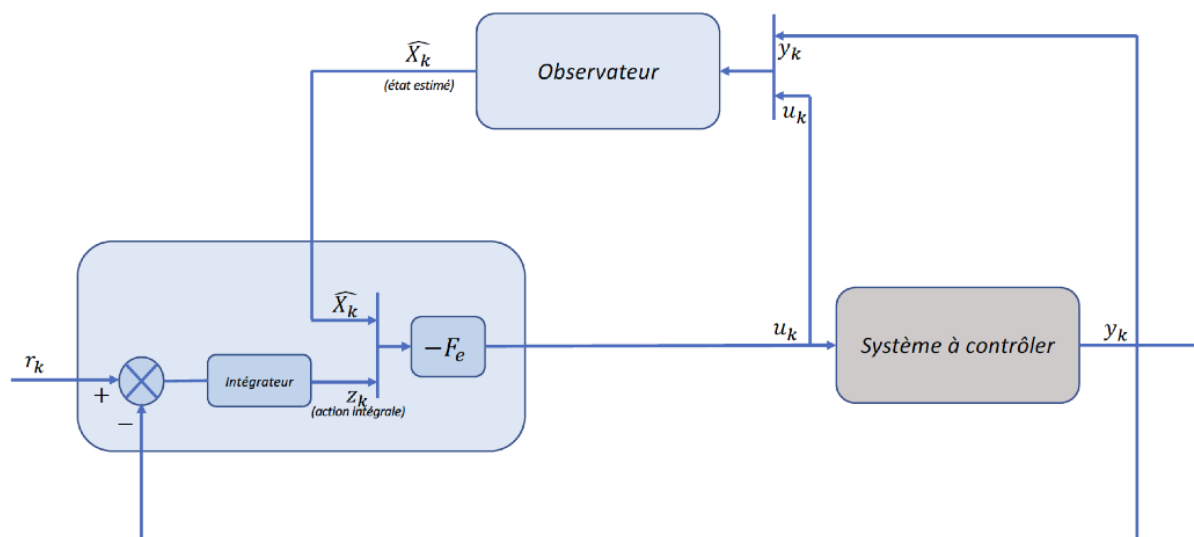
7 Asservissement numérique en position de la bille : commande par retour d'état avec action intégrale

A présent, on se propose de contrôler la position de la bille sur le rail avec une commande discrète par retour d'état. Le cahier des charges est inchangé.

- En tenant compte des simplifications liées à la dynamique des boucles internes (asservissement du courant du moteur et asservissement de l'angle du rail), montrer qu'une représentation d'état continue du système « bille sur un rail » peut s'écrire :

$$\begin{cases} \dot{X} = AX + Bu \\ y = CX + Du \end{cases} \text{ avec } A = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}, B = \begin{bmatrix} 0 \\ \frac{k_b}{k_2} \end{bmatrix}, C = [k_1 \ 0], D = 0, X = \begin{pmatrix} x \\ \dot{x} \end{pmatrix}, u = U_{c\theta} \text{ et } y = U_x$$

- En déduire une représentation d'état discrète (La discrétisation pourra être réalisée numériquement à l'aide de la fonction `c2d` de Matlab).
- L'observateur a déjà été réalisé fichier [bille_synthese_cdre.slx](#). Les pôles choisis pour l'observateur sont : $P_{obs} = \begin{bmatrix} 0.3 \\ 0.3 \end{bmatrix}$. Pour votre compréhension, vous pouvez représenter le schéma fonctionnel de l'observateur, rappeler l'équation d'état de l'observateur, justifier les pôles choisis pour l'observateur. On appellera \hat{X} l'état estimé. Compléter le fichier [init.m](#) en déterminant le gain L de l'observateur.
- Le schéma fonctionnel de la commande par retour d'état avec action intégrale est donné ci-dessous.



Calculer le gain du retour d'état F_e , permettant d'atteindre les objectifs de l'asservissement en position de la bille :

- Indication : Écrire les équations du système étendu de vecteur d'état $\begin{pmatrix} \hat{X}_k \\ Z_k \end{pmatrix}$. Effectuer ensuite un placement de pôles en choisissant judicieusement les pôles de la commande P_{com} .
- Observer la réponse de l'asservissement en position de la bille et la réponse à une perturbation sur l'angle du rail. Commenter et comparer avec la commande de type RST avec intégrateur. Conclure.