

### 1. Contexte

Le projet CAMEO s'inscrit dans le cadre du développement de système de régulation sur banc d'essai. Il existe actuellement des **systèmes temps réel** très efficaces mais qui sont très onéreux (**supérieur à 20.000€**) alors que la **carte Texas Instrument®** utilisée ne coûte que **200 €**. [1]

### 2. Objectifs

- ⇒ Simuler en **temps réel** sur une carte électronique à **faible coût**,
- ⇒ Etablir des bornes de faisabilité (**temps de calcul**, **temps de communication**,
- ⇒ Moyen de communication entre les cartes,
- ⇒ Avoir un moyen **simple et rapide** de **programmation**
- ⇒ Réaliser tous les calculs et communications en  $\leq 100\mu s$ .

A terme, l'**objectif** pour l'industriel est de pouvoir simuler **une boucle complète de régulation d'un moteur** Figure 4.

### 3. Détails du projet

#### 3.1 Programmation

La programmation des cartes se fait grâce à MATLAB®/SIMULINK® qui permet de **générer du code C** et de le compiler pour la carte TEXAS INSTRUMENT®. Le code est généré à **partir de blocs** configurables dans SIMULINK® (cf. Figure 1). [2]

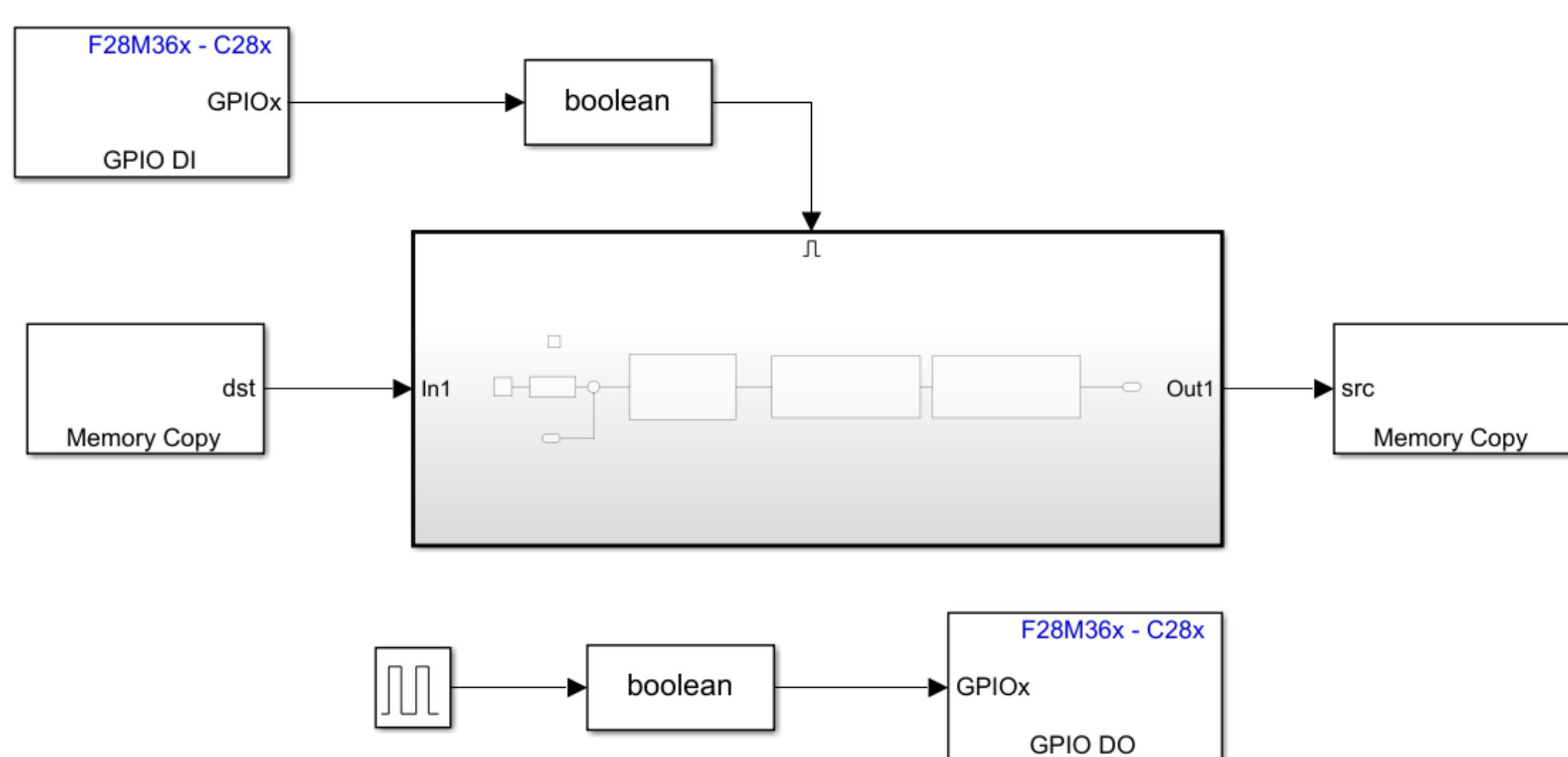


FIGURE 1 – Programmation en blocs dans SIMULINK®

#### 3.2 Délais

Les **délais** présents sont les **temps de calcul** et de **communication inter-cartes**. Le **temps de calcul** a été mesuré (cf. Figure 2) et cette mesure a été validée par le nombre de cycles utilisés en langage machine.

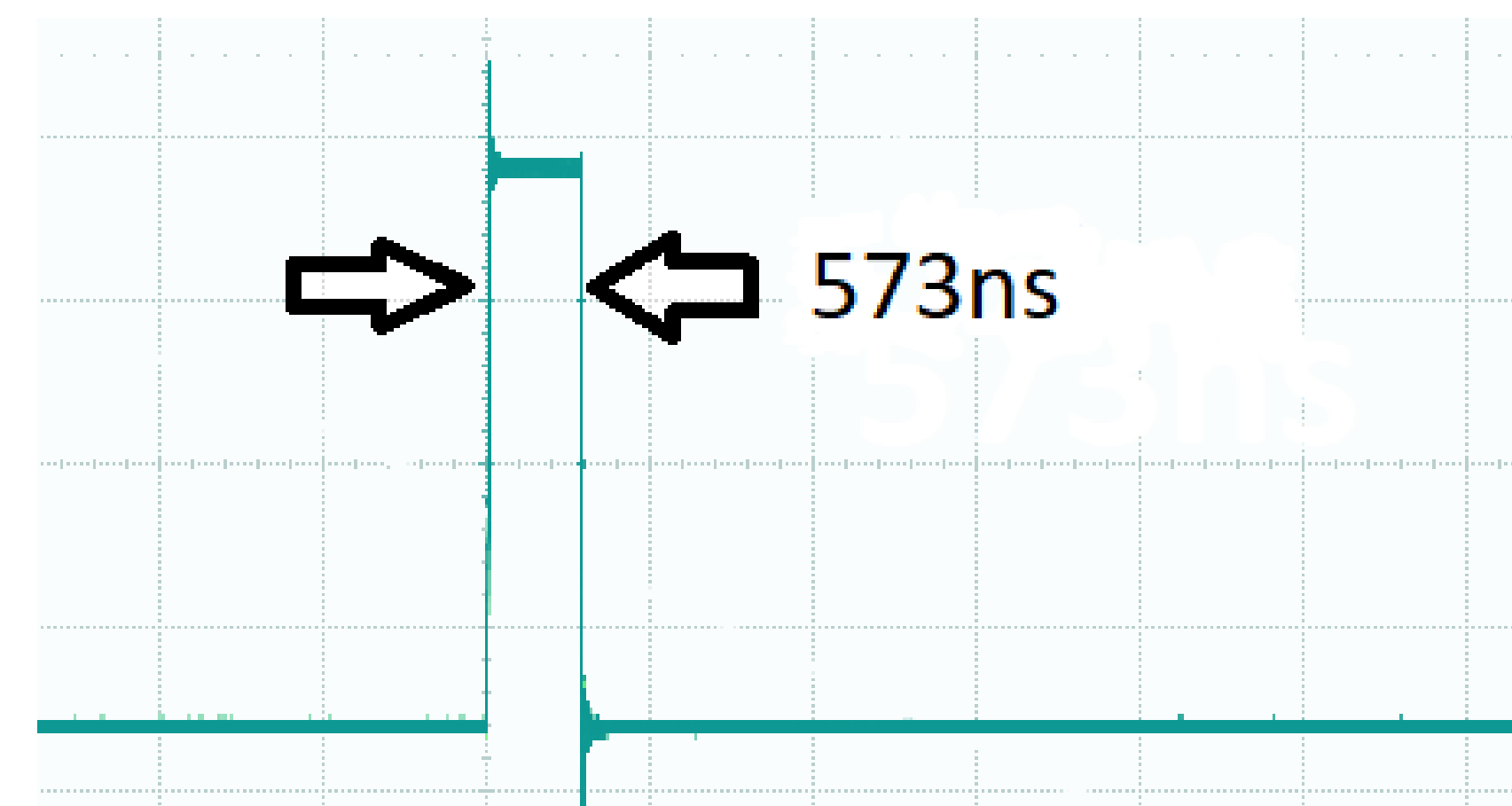


FIGURE 2 – Mesure du temps de calcul d'une fonction de transfert d'ordre 6 ; Abscisse :  $1\mu s/div$  Ordonnée :  $1V/div$

La **communication** doit être la plus rapide possible pour **réduire les délais**. L'information doit avoir fait le tour de tous les blocs en  $\leq 100\mu s$ . Sur la Figure 3 chaque **bloc représente une carte** qui communique ses informations à la suivante via un switch réseau. L'UDP envoie 480 bits pour transmettre 32 bits de données ( $4.8\mu s$  de temps de communication). En ajoutant le temps de calcul de  $573ns$  on aura un **retard de  $5.273\mu s$** . On peut se permettre d'avoir maximum  $18 \text{ cartes} \times 5.273\mu s = 94.914\mu s$  pour rester  $< 100\mu s$ .

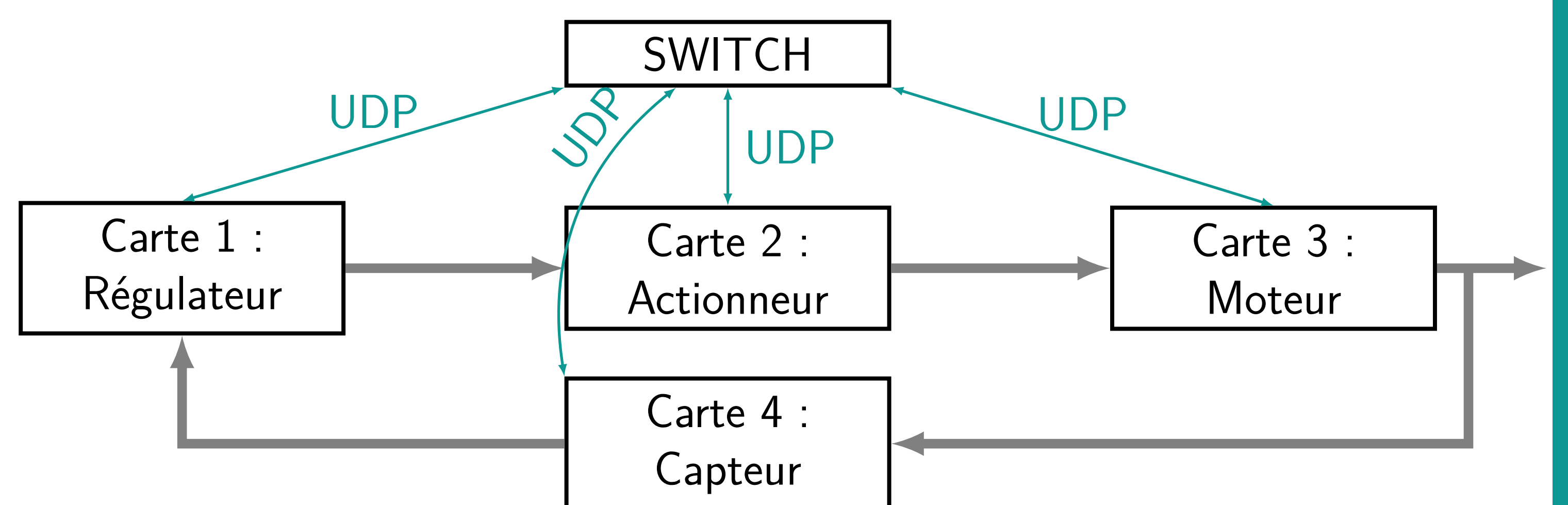


FIGURE 3 – Schéma de principe

### 4. Références

- [1] (consulté le 13/11/2018) <http://www.ti.com/tool/TMDSCNCD28M36>
- [2] (consulté le 13/11/2018) <https://nl.mathworks.com/products/embedded-coder.html>

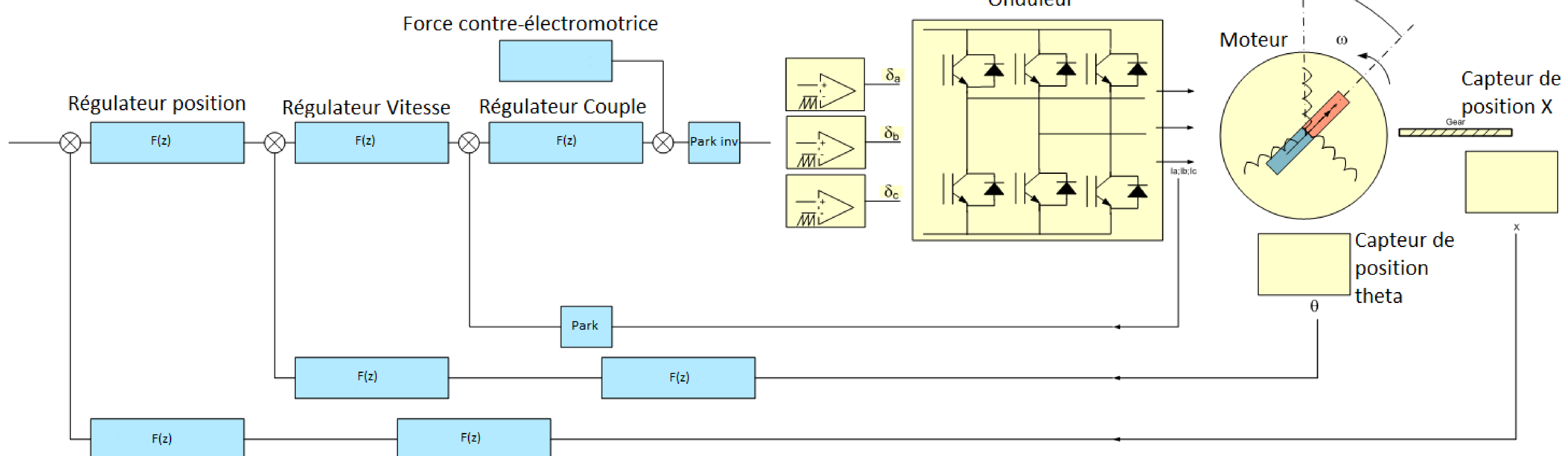


FIGURE 4 – Boucle complète de régulation d'un moteur. En bleu: des fonctions de transfert; En jaune: des actionneurs et capteurs.

Contact : antoine.bostem@cerisic.be, triquetf@helha.be

Promoteur



CERISIC asbl,  
Chaussée de Binche, 159  
B 7000 Mons

[www.cerisic.be](http://www.cerisic.be)

Partenaire industriel



Service public de Wallonie



Haute École Louvain en Hainaut