

C04 TP2 Sujet - Déterminer un modèle de connaissance



Maxpid



Novafly



Astrolab

Sommaires

Ressources nécessaires.....	1
Objectifs.....	1
Résultats intermédiaires attendus	2
Production attendue	2
Organisation du travail	3
Répartition horaire (approximative).....	3
Répartition des rôles	3
Préparation de l'exposé des résultats	3
À la fin d'une séance.....	3
Projet Novafly	4
Projet Maxpid	5
Projet robot Astrolab.....	6
Projet volant à retour de force	Erreur ! Signet non défini.

Ressources nécessaires

- le **système réel** instrumenté ;
- des **documents consultables** à partir du site internet toulouse-didier.e-monsite.com :
 - le **dossier multimédia** du système et sa **visualisation 3D** - onglet Systèmes du labo ;
 - logiciel de traitement de données: spyder ou notebook [ipython](#) ou [excel](#) ;
 - **tutoriaux** des logiciels de travail collaboratif (Google Drive et Google Slides) – onglet Logiciels.

D'autres documents de travail sont disponibles à partir de liens présents dans ce document.

Objectifs

Déterminer un modèle de connaissance validé d'un asservissement afin de prédire une réponse

Analyser

Modéliser

Résoudre

Expérimenter

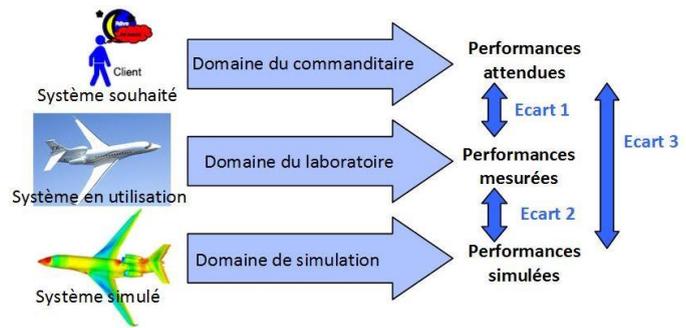
Concevoir

Communiquer

Il est proposé :

- de **découvrir un système asservi** et sa structure ;
- de **déterminer un modèle de connaissance** de l'asservissement d'une grandeur ;

- de **valider le modèle par analyse des écarts** entre le comportement **réel** et le comportement **simulé** ;



- de **présenter les résultats** du projet sous la forme d'un **exposé oral de 10 mn**, avec **support numérique**.

Travail à réaliser en **six heures (5h+1h)** par groupe de **3 ou 4 étudiants**, sur **3 séances** avec un **chef de projet**, un **expérimentateur** et un **modélisateur simulateur**. Seul le chef de projet présentera les résultats.

Résultats intermédiaires attendus

À réaliser et obtenir **en équipe** après **lecture du sujet et du projet** ;

- parcours du **dossier multimédia** (hors partie « Utilisation de logiciel de pilotage et d'acquisition » qui sera suivie après par l'expérimentateur et hors partie « caractéristiques de certains composants » qui sera suivie par le modélisateur) ;

mise en œuvre du système ;

- téléchargement, décompression et **identification** des documents numériques de votre projet :

1. **Compléter la chaîne fonctionnelle** associée à l'activité asservie et **identifier les composants** intervenant dans l'asservissement ;
2. **Faire le lien** entre les **composants** de la chaîne fonctionnelle et le **schéma-bloc** proposé : à quel composant correspond chaque bloc et comment obtenir son modèle ;
3. **Définir les expériences** et les **simulations** à réaliser pour valider :
 - **Le modèle de la chaîne d'énergie en vitesse** (comportement en boucle ouverte) ;
 - **Le modèle de l'asservissement** (comportement en boucle fermée).

À réaliser **après répartition des rôles**, coordonné par le chef de projet :

4. **Déterminer un modèle** de connaissance ou de comportement de **chaque bloc** à partir des **données présentes** dans le sujet, le **dossier multimédia** ou à partir de **résultats expérimentaux** ;
5. **Valider expérimentalement le modèle de connaissance** de certains blocs (précisions données dans la description de chaque projet) ;
6. Valider **expérimentalement le modèle** de la chaîne d'énergie en vitesse (comportement en boucle ouverte) ;
7. Valider **expérimentalement le modèle de l'asservissement** (comportement en boucle fermée) ;

En équipe, animé par le chef de projet :

8. **Comparer et analyser les écarts** entre les différents résultats obtenus ;
9. **Proposer et mettre en œuvre des améliorations** du modèle. On pourra aussi utiliser un bloc *Simulink / Discontinuities / Saturation*.

Les courbes à comparer devront être tracées **sur un même graphique** dans un notebook ipython.

Production attendue

Les **résultats (finaux et intermédiaires)** et les éléments nécessaires à leur **compréhension** et **évaluation** seront présentés par le chef de projet sous la forme d'un exposé de **10 min maximum** (ppt en appui) reprenant :

- La **problématique technique** : mouvement étudié et/ou performances attendues ;
- Une description des **éléments du système nécessaires** à la **compréhension** des objectifs et des résultats ;
- Les **différents résultats** avec, lorsque cela est nécessaire :
 - ✓ Les **protocoles expérimentaux**

- ✓ Les **modèles (avec paramètres de simulation)** utilisés pour obtenir les résultats numériques ;
- ✓ Les **résultats** (courbes, valeurs particulières...) **simulés** et **expérimentaux** ;
- ✓ **L'analyse argumentée des écarts** entre les performances attendues, mesurées et simulées ;
- **La synthèse** et la conclusion.

Organisation du travail

Répartition horaire (approximative)

- **30 min** : lecture du **dossier multimédia** et **prise en main** du système et de la **problématique** ;
- **30 min** : élaboration de la chaîne fonctionnelle, de la structure fonctionnelle de l'asservissement associé et définition des expériences et simulations à réaliser ;
- **3 h** : **étude technique** pour déterminer le modèle de l'asservissement, en travail **collaboratif** avec :
 - un **chef de projet**,
 - un **expérimentateur**,
 - un **modélisateur simulateur** ;
- **1 h** : **finalisation** des résultats et **préparation de l'exposé**.

La dernière heure est consacrée aux exposés des résultats par les chefs de projet.

Répartition des rôles

Les rôles sont répartis après obtention des trois premiers résultats intermédiaires et figés pour le reste de l'étude.

- **Le chef de projet** : **gère** le projet, **aide** aux différentes tâches, **s'assure de la cohérence** des essais et simulations, de la bonne **communication** au sein de l'équipe, **anime** les débriefings, **synthétise** les débats, et élabore la trame pour la **présentation**.
Crée un dossier Google Drive et le **partager** avec les collaborateurs et l'enseignant ;
- **L'expérimentateur** : **détermine**, ou **valide**, par expérimentation le **modèle de certains blocs** intervenant dans la structure de l'asservissement.
Réalise des essais afin d'obtenir le **comportement en boucle ouverte et en boucle fermée** (asservissement complet) tout en précisant le **domaine de validité** des résultats. Indique les conditions de réalisation des essais ;
- **Le(s) modélisateur-simulateur(s)** : détermine analytiquement le **modèle de connaissance de certains blocs** intervenant dans la structure de l'asservissement.
Simule le comportement du modèle en boucle ouverte et du modèle complet à l'aide du module Simulink de Matlab.
Il pose des hypothèses et indique à l'équipe celles qui risquent d'avoir une influence dans l'étude.

Préparation de l'exposé des résultats

- 15 min : en **groupe et animé par le chef de projet**, **développer la trame du diaporama** déjà élaborée par le chef de projet, en détaillant et ordonnant les informations présentées par chaque slide. Enfin, **répartir** entre les participants **les slides à préparer** ;
- 15 min : élaborer le fichier Google Slides (ne pas hésiter à faire des copies d'écran) en **respectant les décisions prises**.

À la fin d'une séance

Merci de laisser votre espace de travail **plus propre** que vous ne l'avez trouvé, chaises rangées et tables nettoyées !
Éteindre le système. **Fermer** les sessions. Éteindre les ordinateurs en fin de journée.

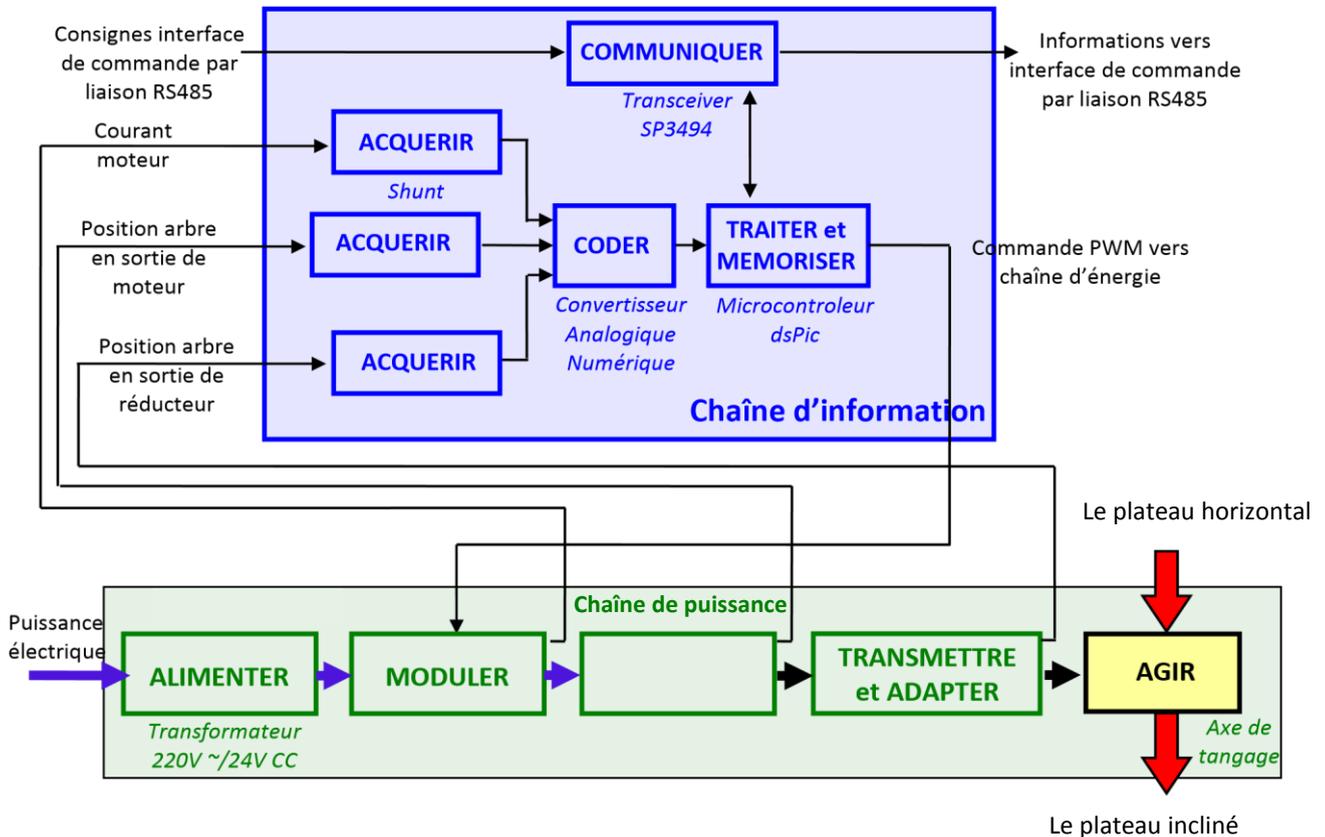
Projet Novafly

Objectif : modéliser l'asservissement de l'angle de tangage (angle réducteur) et le valider pour un échelon de 10° à partir d'un angle nul.

Documents équipe

Les [fichiers à télécharger](#) et à sauvegarder dans le dossier de travail comprend :

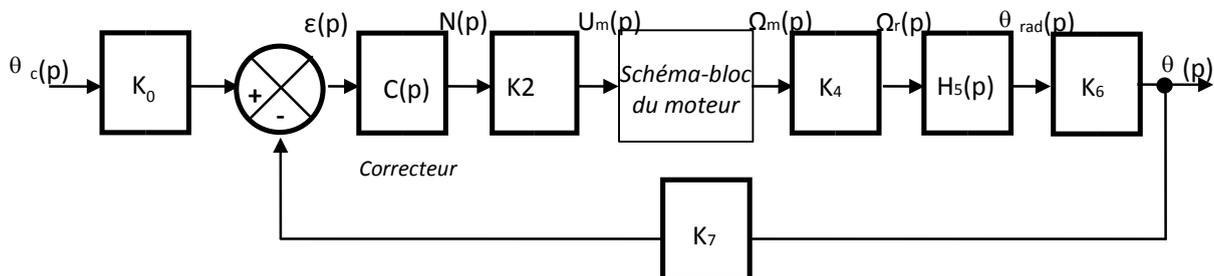
- un [modèle matlab](#) du moteur à courant continu avec un script pour la définition des variables ;
- un [notebook python](#) pour tracer les résultats et un fichier comprenant les fonctions auxiliaires.



Modélisation de l'asservissement de la position en sortie du réducteur

Modèle à déterminer dans les conditions suivantes :

- Correcteur utilisé : $C(p) = K_p + \frac{K_i}{p} + K_d \cdot p$ avec $K_p = 80$ (à affiner expérimentalement), $K_i = 0$ et $K_d = 0$;
- Angles de référence nuls. Perturbation liée au poids négligée. Pas de perturbation modélisée.



$\theta_c(t)$: position angulaire de consigne ($^\circ$)

$n(t)$: commande numérique PWM du variateur de fréquences

$u_m(t)$: tension de commande du moteur (V)

$\omega_m(t)$: vitesse de rotation arbre moteur (rad/s)

$\omega_r(t)$: vitesse de rotation arbre réducteur (rad/s)

$\theta_{rad}(t)$: position angulaire axe de tangage (rad)

$\theta(t)$: position angulaire axe de tangage ($^\circ$)

Paramétrage du logiciel de pilotage : conditions initiales $K_p = 80$, $K_i = 10$. Mettre un échelon d'amplitude nulle pour le roulis.

Le modèle du réducteur sera validé expérimentalement.

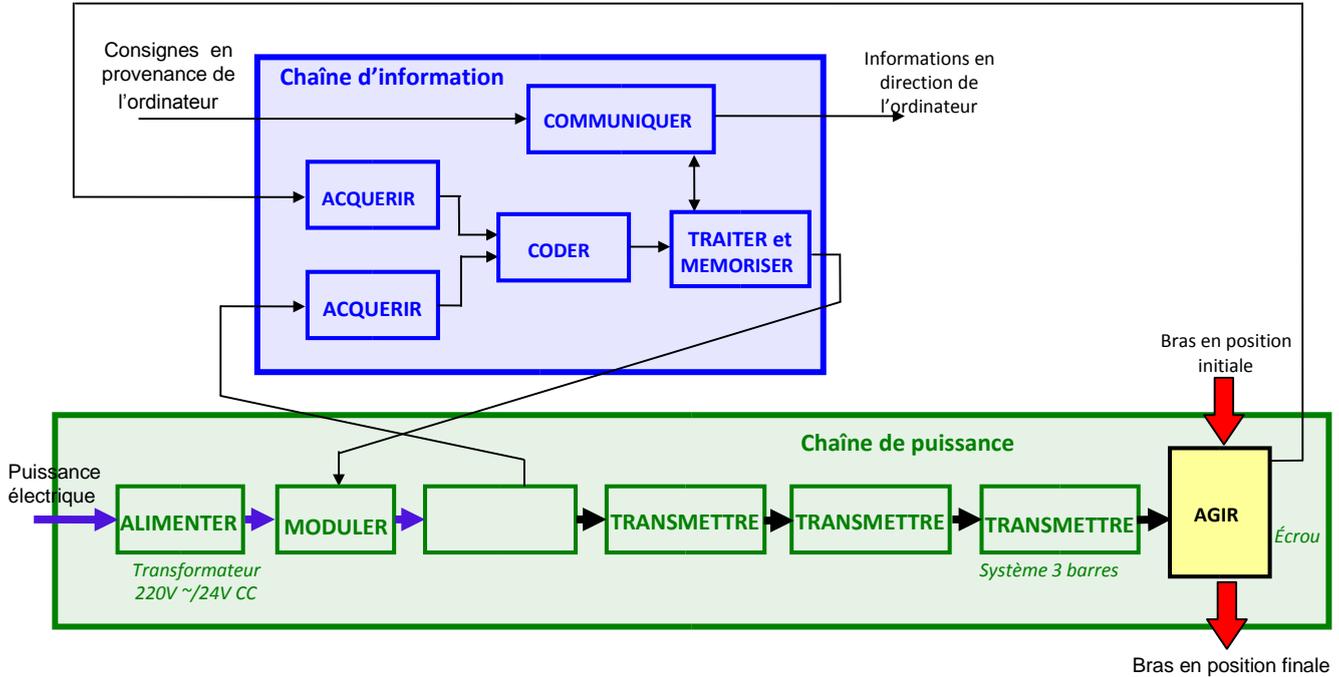
Projet Maxpid

Objectif : modéliser l'asservissement de la **position angulaire du bras** et le valider avec un **échelon de +5°** à partir de **40°**, Maxpid à plat avec **2 masses** installées.

Documents numériques équipe

Le [fichier à télécharger](#) et à **décompresser dans le dossier de travail** comprend :

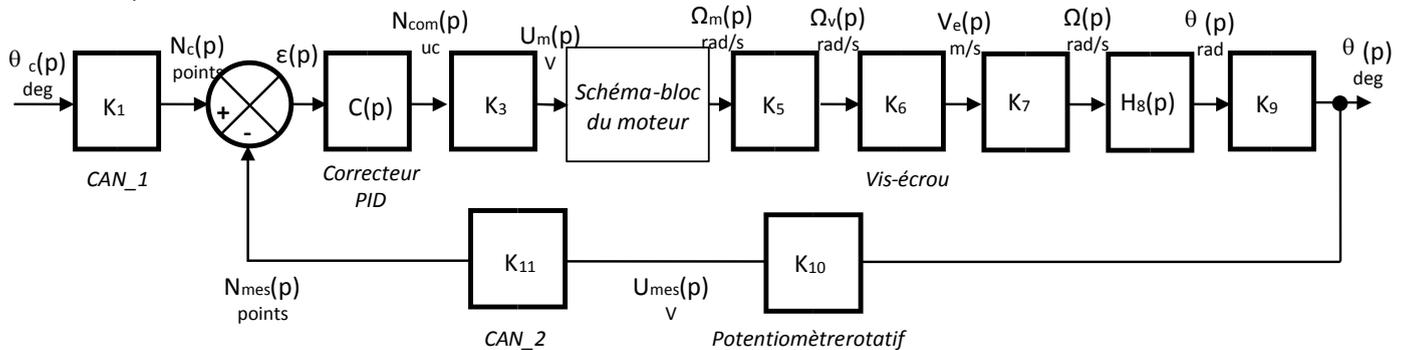
- un **modèle matlab** du **moteur à courant continu** avec un script pour la définition des variables ;
- un **notebook python** pour tracer les résultats et un fichier contenant les fonctions auxiliaires.



Modélisation de l'asservissement associé

Modèle à déterminer dans les conditions suivantes :

- correcteur utilisé $C(p) = \frac{2}{256} \left(K_p + \frac{K_i}{4p} + 16K_d \cdot p \right)$ avec $K_p = 120$, $K_i = 0$ et $K_d = 0$;
- aucune perturbation modélisée.



Avec :

- $\theta_c(t)$: consigne de position angulaire (°)
- $n_c(t)$: image de la consigne de position angulaire (points)
- $n_{com}(t)$: commande numérique
- $u_m(t)$: tension de commande du moteur (V)
- $\omega_m(t)$: vitesse angulaire de l'arbre moteur (rad/s)
- $\omega_v(t)$: vitesse angulaire de la vis (rad/s)

- $v_e(t)$: vitesse de translation de l'écrou (m/s)
- $\omega(t)$: vitesse angulaire du bras (rad/s)
- $\theta(t)$: position angulaire du bras (rad)
- $u_{mes}(t)$: image de la position angulaire du bras (V)
- $n_{mes}(t)$: image de la position angulaire du bras (points)

K_7 sera déterminé expérimentalement.

Les **modèles et valeurs suivantes sont validées/véifiés expérimentalement** par un essai en trapèze entre 30 et 70° : $K_{10} \times K_{11}$, K_1 , K_3 et $K_6 \times K_7$.

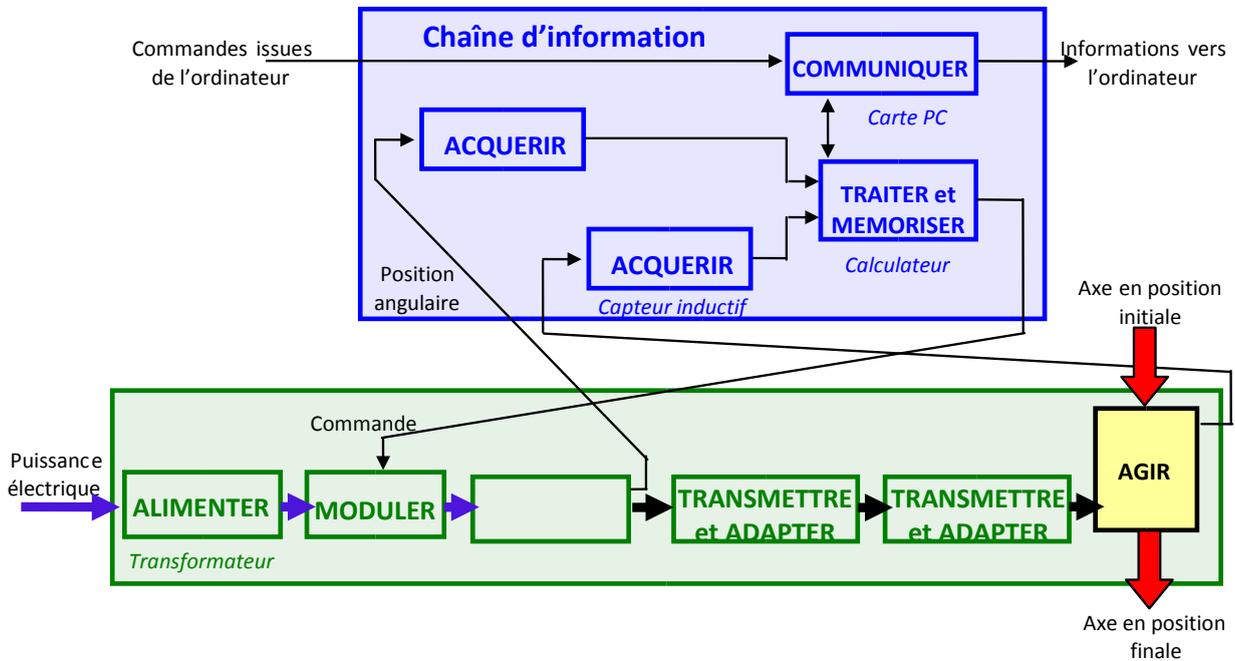
Projet Astrolab

Objectif : modéliser l'asservissement de la position angulaire de l'axe d'Azimut et le valider pour un échelon de 35°

Documents numériques équipe

Le [fichier à télécharger](#) et à **décompresser dans le dossier de travail un notebook python** pour tracer les résultats et un fichier comprenant les fonctions auxiliaires.

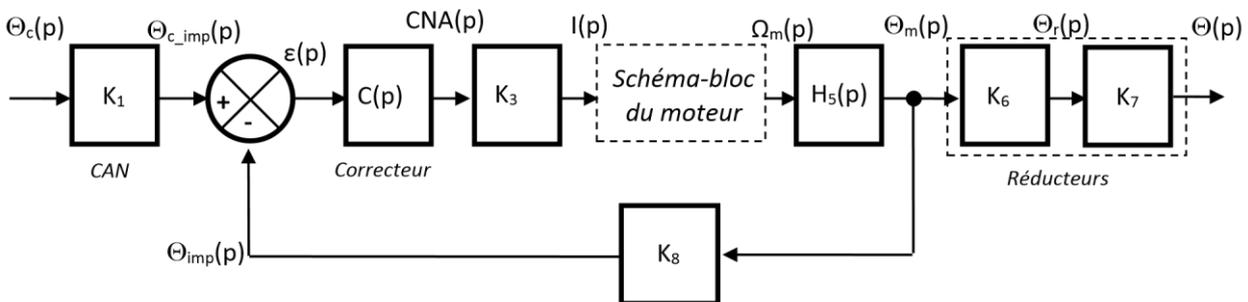
- un [modèle matlab](#) du **moteur à courant continu** avec un script pour la définition des variables ;
- un **notebook python** pour tracer les résultats et un fichier comprenant les fonctions auxiliaires.



Modélisation de l'asservissement associé

Modèle à déterminer dans les conditions suivantes :

- correcteur utilisé : $C(p) = \left(K_p + \frac{K_i}{p} + K_d \cdot p \right)$ avec $K_p = 50$, $K_i = 0$ et $K_d = 0$;
- aucune perturbation modélisée ;



- $\theta_c(t)$: position angulaire de consigne de l'axe de lacet (°)
- $\theta_{c_imp}(t)$: image de la position angulaire de consigne de l'axe de lacet (nombre d'impulsion)
- $\theta_{imp}(t)$: image de la position angulaire réelle de l'axe de lacet (nombre d'impulsion)
- $CNA(t)$: tension de consigne du variateur électronique, **entre -10 et +10 V**
- $i(t)$: intensité dans le bobinage du moteur (A)
- $\omega_m(t)$: vitesse de rotation de l'arbre moteur (rad/s)
- $\theta_m(t)$: position angulaire de l'arbre moteur (rad)
- $\theta_r(t)$: position angulaire de l'arbre du premier réducteur (°)
- $\theta(t)$: position angulaire de l'axe de lacet (°)

Le moteur est piloté en courant par un variateur électronique. Équations : $c_m(t) = K_c i(t)$ et $J \frac{d\omega_m(t)}{dt} + f \cdot \omega_m(t) = c_m(t)$.
Prendre $J=0,00045 \text{ kg.m}^2$ et $f = 0,007 \text{ Nm/(rad/s)}$

Le **modèle du variateur** sera déterminé **expérimentalement** à l'aide d'une mesure en **boucle ouverte** (500 points, échelons de 2000 ms. Le pas de temps est alors de 0,008 s).
 K_7 et K_8 doivent tenir compte d'un changement d'unité.