

## ANALYSE ET CONCEPTION D'UN CORRECTEUR

NACELLE DE DRONE

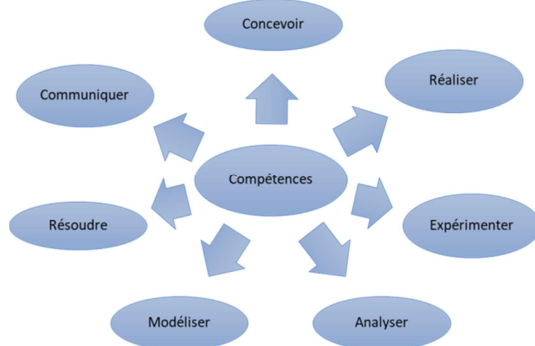
### 1 PRÉSENTATION

#### 1.1 Objectifs

Les objectifs sont:

- ☐ De modéliser un système asservi ;
- ☐ D'analyser l'effet d'un correcteur sur le comportement d'un système

#### 1.2 Contexte pédagogique



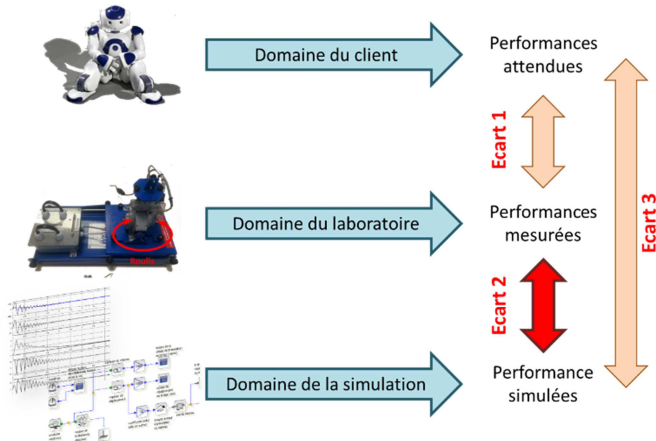
##### Modéliser :

- Mod 2 : Proposer un modèle de connaissance et de comportement
- Mod 3 : Valider un modèle.

##### Expérimenter

- Proposer et justifier un protocole expérimental
- Mettre en œuvre un protocole expérimental

#### 1.3 Évaluation des écarts



L'objectif de ce TP est de comparer principalement les écarts entre performances mesurées et simulées.

## 2 PRÉSENTATION DU SYSTÈME RÉEL

### 2.1 Les drones et les systèmes de prise de vue

La prise de vue aérienne par drone est un secteur en plein essor. Beaucoup de télé-pilotes se lancent sur ce segment avec un cadrage basé sur nacelle 2 ou 3 axes. Cette technique permet de réaliser des images intéressantes, avec des manœuvres sur des vues en oblique ou en courbe très recherchées, car le rendu est excellent.

De façon à obtenir des images de qualité, la nacelle doit permettre à l'appareil de prise de vue de rester dans la direction prévue par l'utilisateur, quel que soit le mouvement du drone qui le porte. Pour cela le concepteur a prévu d'asservir les deux axes de tangage et de roulis de la nacelle.

Le support d'étude dans cette activité est la nacelle de drone asservie dans un environnement recréé.

### 2.2 Objectifs du TP

Le réglage d'un correcteur PID nécessite au préalable de construire une modélisation numérique. En effet, le nombre de combinaisons numériques possibles pour ces 3 types de correction étant très important, il semble inenvisageable de les essayer toutes sur le système pour déterminer le « bon » réglage ; c'est-à-dire celui qui satisfait les exigences du cahier des charges.

Ainsi, pour le système considéré, une simulation numérique permet de simuler l'influence de ces corrections sur les performances à satisfaire en vue de déterminer un réglage satisfaisant.

Il est beaucoup plus rapide de réaliser un réglage par simulation ; par exemple, la valeur théorique d'une marge de phase sur un diagramme de Bode simulé est obtenue immédiatement, alors que sa valeur expérimentale nécessite de nombreuses mesures pour tracer le diagramme de Bode mesuré !

Bien entendu, il faudra également valider la représentativité de cette modélisation pour garantir la pertinence du réglage effectué.

**Pour la suite du TP il vous sera demandé d'agir uniquement sur l'axe de tangage avec une commande en boucle fermée, il est donc nécessaire de choisir « boucle fermée » comme type de commande et « Aucun » comme type d'« Entrée » pour l'axe de roulis.**

## 3 VALIDATION DE LA MODÉLISATION DE L'AXE DE TANGAGE

L'objet de cette partie est de valider la modélisation Matlab fournie selon deux critères : temps de réponse à 5% et écart statique en position ; dans ce contexte, il faudra quantifier l'écart entre le comportement simulé et celui mesuré. Il faudra copier le dossier contenant le modèle (à partir du dossier transfert) dans un dossier personnel. La déclaration des données associées au modèle se font à l'aide du script data\_modele\_nacelle.

### Activité 1 : Prise en main de la nacelle et de son modèle

Expérimentateur	Modélisateur
<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Ouvrir la logiciel de pilotage de la nacelle puis régler le correcteur PID : <math>K_p = 1000</math> ; <math>K_i = 0</math> ; <math>K_d = 0</math>.</li> <li><input type="checkbox"/> Simuler les réponses indicielles de l'axe de tangage pour différentes amplitudes d'échelon : 5°; 15°; 25°; 35°.</li> <li><input type="checkbox"/> Pour chacune d'elles, quantifier la précision statique en position (en l'exprimant en %) et le temps de réponse à 5%.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Ouvrir la modélisation Matlab puis régler le correcteur PID : <math>K_p = 1000</math> ; <math>K_i = 0</math> ; <math>K_d = 0</math>.</li> <li><input type="checkbox"/> Simuler les réponses indicielles de l'axe de tangage pour différentes amplitudes d'échelon : 5°; 15°; 25°; 35°.</li> <li><input type="checkbox"/> Pour chacune d'elles, quantifier la précision statique en position (en l'exprimant en %) et le temps de réponse à 5%.</li> </ul>

#### Coordinateur :

Réaliser la synthèse en comparant modélisation et expérimentation.

## 4 DIAGNOSTIQUER LES ÉCARTS AINSI OBSERVÉS PUIS JUGER DE LA REPRÉSENTATIVITÉ DE CETTE MODÉLISATION

### Objectifs

- ❑ L'objectif de cette partie est de valider la modélisation d'un correcteur PI. Les évolutions du comportement simulé, lorsque les gains  $K_p$  et  $K_i$  varient, sont-elles représentatives de la réalité ? Pour cela, observer les critères de précision, rapidité, oscillations et stabilité ?

### Activité 2

Expérimentateur	Modélisateur
<ul style="list-style-type: none"> <li>❑ Sur la nacelle, mesurer l'influence de la correction Proportionnelle sur la rapidité et la précision.</li> <li>❑ Pour différentes valeurs de <math>K_p</math> (comprises entre 500 et 1500) et avec <math>K_i = K_d = 0</math>, quantifier le temps de réponse à 5% et la précision statique en position.</li> <li>❑ Conclure sur leur évolution lorsque <math>K_p</math> augmente.</li> <li>❑ L'amplitude de l'échelon sera choisie à <math>20^\circ</math></li> <li>❑ De la même manière, mesurer l'influence de la correction Intégrale en prenant <math>K_p = 1000</math>, <math>K_d = 0</math> et <math>K_i</math> compris entre 0 et 1000 avec un échelon de <math>20^\circ</math>.</li> <li>❑ Faire un essai avec <math>K_i</math> plus élevé, conclure.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❑ À l'aide de la modélisation Matlab, simuler l'influence de la correction Proportionnelle sur la rapidité et la précision.</li> <li>❑ Pour différentes valeurs de <math>K_p</math> (comprises entre 500 et 1500) et avec <math>K_i = K_d = 0</math>, quantifier le temps de réponse à 5% et la précision statique en position.</li> <li>❑ Conclure sur leur évolution lorsque <math>K_p</math> augmente.</li> <li>❑ L'amplitude de l'échelon sera choisie à <math>20^\circ</math></li> <li>❑ De la même manière, simuler l'influence de la correction Intégrale en prenant <math>K_p = 1000</math>, <math>K_d = 0</math> et <math>K_i</math> valant 0, 500 et 1000 avec un échelon de <math>20^\circ</math>.</li> </ul> <p>Pour exporter les données</p> <pre>&gt;&gt; M1=[S1.Time,S1.Data]; &gt;&gt; csvwrite('essai_kp_1000.csv',M1)</pre>

### Coordinateur :

Diagnostiquer les écarts ainsi observés puis juger la représentativité de cette modélisation du correcteur.

## 5 RÉGLAGE DU CORRECTEUR ET VALIDATION

L'objet de cette partie est de déterminer un réglage du correcteur PID permettant de satisfaire les exigences du cahier des charges suivantes :

- ❑ Temps de réponse à 5% < **1.2 s** pour une amplitude maxi de  $20^\circ$
- ❑ Précision statique en position < **3%** pour une amplitude maxi de  $20^\circ$
- ❑ Marge de phase >  $40^\circ$

### Activité 3

Réaliser les simulations qui permettront de vérifier les contraintes du cahier des charges.  
Analyser le diagramme de Bode de la BO dans Matlab.

## 6 INFLUENCE DES CORRECTIONS PROPORTIONNELLES INTÉGRALES ET DÉRIVÉES

### Activité 4

Expérimentateur	Modélisateur
Sur la nacelle, mesurer l'influence de la correction dérivée en prenant appui sur les résultats de la simulation ci-contre.	À l'aide de la modélisation Matlab, simuler l'influence de la correction dérivée, pour différentes valeurs de $K_d$

