

DÉCOUVERTE DE LA MODÉLISATION MULTIPHYSIQUE

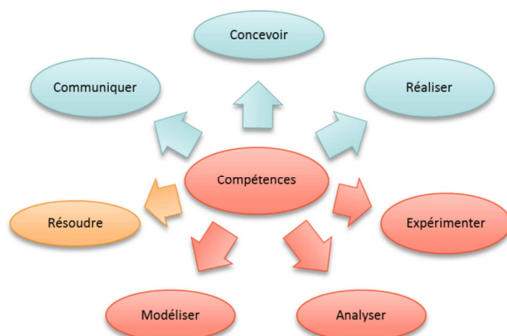
CHEVILLE DU ROBOT NAO

Compétences Visées :

- ❑ Expérimenter :
 - ✓ mettre en œuvre un système ;
 - ✓ identifier les grandeurs physiques d'effort et de flux ;
 - ✓ choisir les réglages et les configurations matérielles sur le système ou la chaîne d'acquisition ;
 - ✓ Comparer les résultats obtenus aux grandeurs physiques simulées.
- ❑ Résoudre :
 - ✓ Choisir les paramètres de simulation ;
 - ✓ Faire varier un paramètre et comparer les courbes obtenues ;
 - ✓ Comparer les résultats obtenus aux grandeurs physiques réelles mesurées.
- ❑ Communiquer : Décrire le fonctionnement du système en utilisant un vocabulaire adéquat.

1 OBJECTIFS

1.1 Contexte pédagogique



Analyser :

- A3 - Conduire l'analyse

Modéliser :

- Mod1 : Justifier ou choisir les grandeurs nécessaires à la modélisation
- Mod3 : Valider un modèle

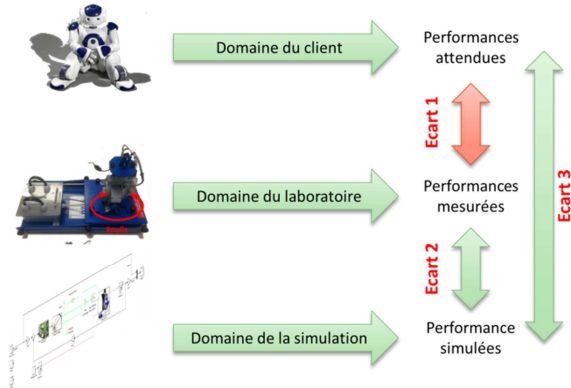
Expérimenter :

- Exp1 - Découvrir le fonctionnement d'un système complexe

Communiquer

- Com2 - Mettre en œuvre une communication

1.2 Évaluation des écarts



Dans le cadre de ce TP, on sera amené à travailler principalement dans le domaine du laboratoire (mesures sur la cheville du laboratoire) et dans le domaine de la simulation (simulation Simulink avec Matlab).

On s'attachera aussi à vérifier certaines exigences simples du cahier des charges (domaine du client).

1.3 Travail à réaliser

1.3.1 Documents ressources

1. Sujet
2. Document de synthèse à remplir au fur et à mesure du TP
3. Document ressource sur le fonctionnement de la cheville
4. Document ressource sur quelques fonctionnalités de Matlab

1.3.2 Déroulement de la séance

Au début de la séance, un binôme travaillera sur la cheville « réelle » et le second binôme travaillera sur la cheville modélisée.

À la fin de la partie 4, les rôles seront échangés.

2 PRÉSENTATION DU TP

Objectifs généraux:

1. Expérimenter :
 - a. Mesurer un écart statique, un dépassement %.
 - b. Mesurer un temps de pic, un temps de réponse à 5%.
 - c. Mesurer un dépassement en %.
2. Communiquer : conclure sur les performances d'un système complexe en fonction du type de sollicitation et sur l'influence de la commande (modification du gain proportionnel).

Au cours de ce TP, des équipes de 3 ou 4 étudiants seront constituées :

- ☐ 2 élèves auront d'abord le rôle d' « analystes et d'expérimentateurs » et travailleront avec le système réel (la cheville du robot).
- ☐ 2 élèves auront d'abord le rôle d' « analystes et de modélisateurs » et travailleront avec le système modélisé (la cheville du robot NAO dans le logiciel Matlab).

Au cours du TP, vous devrez échanger les rôles.

Seul le mouvement de tangage sera étudié.

3 DÉCOUVERTE DU SYSTÈME

Objectif intermédiaire :

- ⇒ Découvrir le système réel et le système modélisé.

Activité 1 : Mise en œuvre du système.

Expérimentateurs	Modélisateurs
Mettre en œuvre la cheville : <input type="checkbox"/> NAO : Fiches 1, 2 et 3.	Mettre en œuvre le modèle : <input type="checkbox"/> Matlab fiche 1 <input type="checkbox"/> Matlab fiche 2

Synthèse 1 : Comparaison du modèle et du réel.

Entre binôme, présentez-vous :

- ☐ le fonctionnement général de la cheville réelle (axe de tangage et axe de roulis) ;
- ☐ le fonctionnement d'une simulation sous Matlab ;
- ☐ vérifier la correspondance entre le modèle et le système réel

4 COMPARAISON MODÈLE – RÉEL AVEC UNE ENTRÉE EN ÉCHELON

Objectif intermédiaire :

- ⇒ Découvrir l'impact d'une entrée échelon sur les performances du système ainsi que de l'impact du gain proportionnel.

Réglages de la cheville

- ⇒ Rappel : on s'intéresse à l'angle de tangage uniquement.
- ⇒ Type d'asservissement : **asservissement réducteur**.
- ⇒ Réglage du PID_ch : $Kp = 400$, $Ki = 0$, $Kd = 0$.

Activité 2 : Entrée échelon

Réaliser un essai (sur le modèle et sur le réel) avec une entrée échelon de 10° .

- ⇒ Mesurer l'écart statique et le temps de réponse à 5%.
- ⇒ Dans le cas où on observerait un dépassement mesurer le dépassement en % et le temps de pic.

Réaliser un essai avec une consigne en échelon de 20° . Et répondre aux mêmes questions.

Synthèse 2

Donner l'allure des courbes réelles et des courbes simulées sur le document de synthèse.

L'exigence 2.2.1 est-elle satisfaite ?

Quel est l'impact de l'échelon sur la réponse du système ?

Sur chacune des courbes, la consigne doit apparaître en bleu. La courbe de réponse du système doit apparaître en rouge.

Activité 3 : Impact du gain proportionnel

Avec une entrée échelon de 10° , faire varier le gain Kp (sur le modèle et sur le réel) en utilisant les valeurs suivantes : 400, 1000, 1500 et 2000.

- ⇒ Mesurer l'écart statique et le temps de réponse à 5%.
- ⇒ Dans le cas où on observerait un dépassement mesurer le dépassement en % et le temps de pic.

Synthèse 3

Donner l'allure des courbes pour chacun des 4 gains.

Quel est l'impact du correcteur proportionnel sur les performances du système ?

Les exigences 2.2.1 et 2.2.2 sont-elles satisfaites ?

Préciser les différences entre les résultats du modèle et du réel ?

A ce stade du TP, vous pouvez inverser vos rôles de modélisateur et d'expérimentateur.

5 COMPARAISON MODÈLE – RÉEL AVEC UNE ENTRÉE EN RAMPE

Objectif intermédiaire :

- ⇒ Découvrir l'impact d'une entrée de type rampe et mesurer les performances associées.

Réglages de la cheville

- ⇒ Rappel : on s'intéresse à l'angle de tangage uniquement.
- ⇒ Type d'asservissement : **asservissement réducteur**.
- ⇒ Réglage du PID_ch : $Kp = 400$, $Ki = 0$, $Kd = 0$.

Activité 4 : Entrée en rampe

Si on sollicite le système par une rampe de vitesse (la pente étant en °/s), prévoir la courbe de position du système.

Réaliser deux essais avec une rampe de 5 et 20 °/s sur le réel et sur le modèle.

Mesurer l'écart de trainage.

Synthèse 4

Donner l'allure des courbes pour une entrée en rampe.

L'exigence 2.2.3 est-elle satisfaite ?

6 COMPARAISON MODÈLE – RÉEL AVEC UNE ENTRÉE EN SINUS

Activité 5 : Sollicitation sinusoïdale.

Quelle situation cherche-t-on à modéliser lorsqu'on sollicite le système par une entrée sinusoïdale ?

Choisir une valeur d'amplitude et de période en lien avec l'exigence ** du cahier des charges ?

Réaliser l'expérimentation pour chacune des périodes déterminées.

Mesurer le déphasage et le gain.

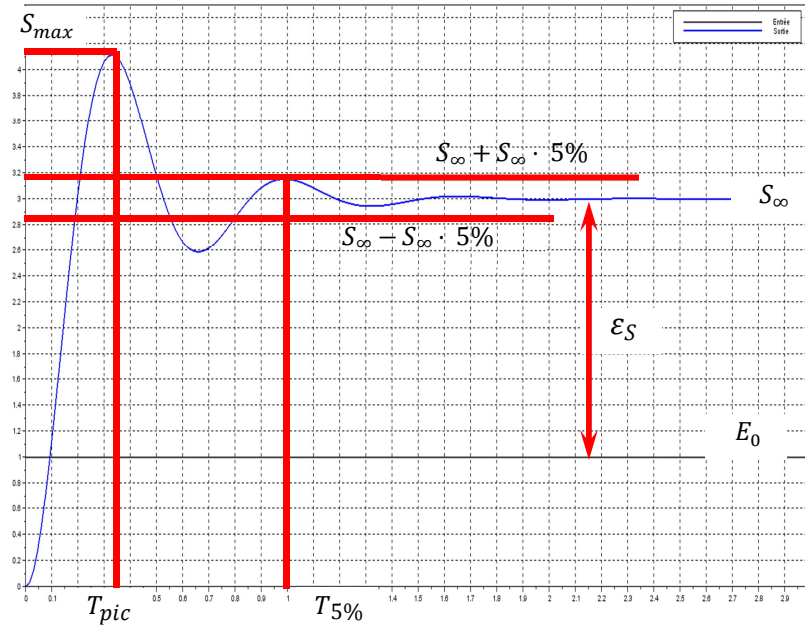
Synthèse 5

Comparer et commenter les résultats issus de la simulation et les résultats issus des essais.

PERFORMANCES D'UN SYSTÈME

Entrée échelon : Notion de dépassement

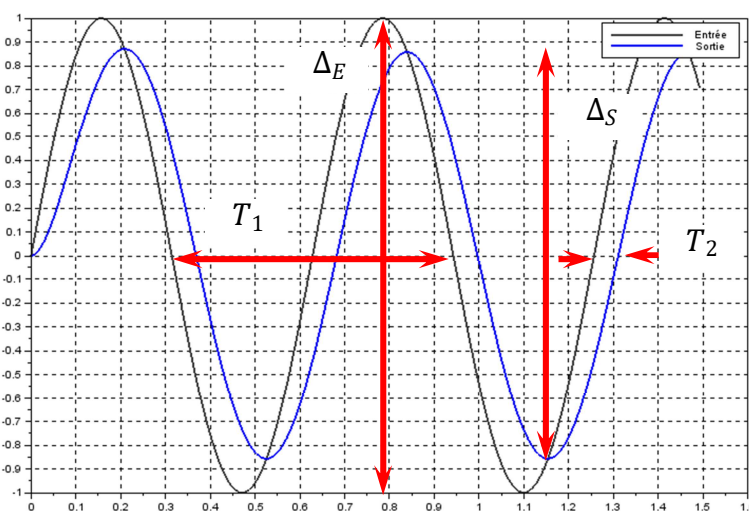
Attention, on considère ici que la consigne débute à 0 !



Dans ce cas, le signal dépasse la valeur finale. Il y a donc du dépassement et on a :

$$D\% = \frac{S_{max} - S_{\infty}}{S_{\infty}}$$

Entrée sinusoïdale



Déphasage en degrés (T_1 : période du signal)

$$\Delta\varphi = \frac{T_2}{T_1} \cdot 360^\circ$$

Gain : $G = \frac{\Delta_S}{\Delta_E}$