

# PRÉSENTATION DES ACTIVITÉS PÉDAGOGIQUES SUR L'ATTELLE DIDACTISÉE CPM - 130

## 1. TRAVAUX PRATIQUES DE PREMIÈRE ANNÉE

### TP 1.1 VÉRIFICATION DE PERFORMANCES

**Objectif :** *Vérifier le respect de certaines exigences imposées pour ce système, éventuellement en quantifiant des performances et en les comparant aux valeurs limites attendues.*

**Termes-clés :**

- Identification des grandeurs d'entrée, sortie, consignes, etc...
- Vérification d'exigences
- SYSML : Diagramme d'exigences, diagramme de définition de blocs
- Diagramme chaîne d'énergie – chaîne d'information

### TP 1.2 COMMANDE SÉCURISÉE – CONSIGNE EN TRAPÈZE DE VITESSE

**Objectif :** *Définir un mouvement permettant d'amener le patient d'une position d'extension de la jambe vers une position de flexion (ou inversement), dans les meilleures conditions thérapeutiques et de sécurité.*

**Termes-clés :**

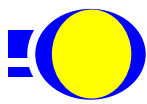
- Interprétation de schéma-blocs
- Observation expérimentale de non linéarité de la loi ES
- Elaboration d'une consigne en trapèze de vitesse. Avantages.

### TP 1.3 APPROXIMATION DE LOI ENTRÉE-SORTIE PAR RÉSOLUTION DICHOTOMIQUE

**Objectif :** *Etablir une approximation numérique de la loi entrée-sortie du système, et de la confronter à une mesure expérimentale à fin de validation.*

**Termes-clés :**

- Graphe de liaisons
- Loi ES géométrique
- Résolution dichotomique
- Vérification expérimentale de loi ES



## 2. TRAVAUX PRATIQUES DE DEUXIÈME ANNÉE

### TP 2.1 MODÉLISATION - RÉGLAGE CORRECTEUR

**Objectif :** Déterminer les paramètres de correction de l'asservissement de l'attelle CPM-130, en vue d'obtenir un pilotage de vitesse précis, suffisamment rapide, et stable.

**Termes-clés :**

- Complétion d'un schéma-blocs par modèle de connaissance
- Energie cinétique, inertie équivalente
- Modèle de frottement, quantification expérimentale
- Comparaison d'un modèle par schéma-blocs à des résultats expérimentaux sur un échelon de vitesse, quantification d'écarts
- Correction proportionnelle : mesure d'écart statique, lien avec le « tableau précision ». Modélisation et expérience
- Réglage théorique d'un correcteur proportionnel et intégral, implémentations sur le système réel

### TP 2.2 VALIDATION DE MODÈLE MÉCANIQUE – THEC

**Objectif :** Établir un modèle mécanique de l'attelle CPM-130, afin de déterminer l'expression temporelle d'un couple moteur qui permettrait d'obtenir une accélération angulaire constante pour l'articulation du genou, sans avoir recours à une boucle d'asservissement de position ou vitesse.

**Termes-clés :**

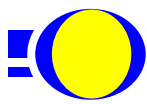
- Energie cinétique, inertie équivalente
- Théorème de l'énergie cinétique
- Détermination d'un modèle de frottement, quantification expérimentale
- Equation de mouvement, résolution
- Validation expérimentale de l'équation de mouvement sur un échelon de courant
- Superposition sous Scilab/Xcos d'un résultat mesuré et d'un résultat simulé (bloc « read CSV »)
- Résolution d'une problématique acausale sous SOLIDWORKS + MÉCA3D

### TP 2.3 DIMENSIONNEMENT DE MOTORISATION

**Objectif :** Vérifier le dimensionnement de la machine à courant continu faisant office d'actionneur de l'attelle de mobilisation du genou, désignée CPM-130. Le dimensionnement peut se faire selon différents critères.

**Termes-clés :**

- Mesure de force, lien avec le courant moteur
- Exploitation d'une équation de mouvement, résolution en  $t=0+$
- Analyse de la loi ES non linéaire, détermination d'une position critique sur un critère d'accélération maximum
- Mesure expérimentale d'accélération, mesure d'écarts avec le modèle
- Mesure de courant et détermination numérique du couple efficace



## TP 2.4 SECURISATION PAR SATURATION DE LA VITESSE

**Objectif :** *La vitesse de rotation maximale du genou étant imposée par les thérapeutes, il convient de limiter la vitesse de rotation du moteur en cohérence avec celle-ci. Un modèle multiphysique, dans lequel une loi entrée-sortie déterminée expérimentalement est implanté, doit nous permettre cette résolution.*

**Termes-clés :**

- Technologie des composants
- Analyse de modèle multiphysique
- Analyse de causalité
- Détermination expérimentale de loi entrée sortie géométrique
- Python : exploitation d'un csv et interpolation polyomiale

Simulation multiphysique sous MODELICA

NB : hormis la question faisant intervenir le thEC sous une forme triviale, ce TP peut être traité en fin de première année.