

S2\_TP1

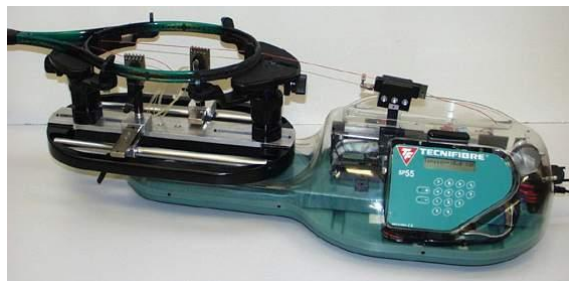
DC2 Modéliser et contrôler un système multi-physique  
DC5 Analyser et caractériser le mouvement dans les mécanismes

## Cordeuse de raquettes

La société Technifibre a développé une cordeuse de raquettes permettant de corder des raquettes de

- Tennis
- badminton

La cordeuse didactisée comporte quelques éléments d'étude supplémentaires par rapport à la cordeuse classique du commerce.



Problématique

Suite à des retours clients concernant des problèmes de sensation de frappe dus à une mauvaise tension du cordage, vous êtes chargé de réaliser une étude pour trouver l'origine du problème. Pour améliorer la qualité de l'asservissement de la tension du cordage, il est nécessaire de modéliser la cordeuse de raquette afin d'en définir la fonction de transfert. Afin de pouvoir effectuer des simulations, vous devrez également trouver la loi E/S cinématique d'une partie du mécanisme. Une autre piste concerne un défaut de positionnement et vous devez donc vérifier la fiabilité du capteur de tension et de sa chaîne d'acquisition.

Objectifs

- **faire** les hypothèses simplificatrices nécessaires et **proposer** un modèle d'étude adapté ;
- **choisir** un modèle adapté
- **identifier** un système à partir d'une courbe de réponse indicielle et donner un modèle de représentation
- **effectuer** des manipulations sur un système afin d'identifier son comportement
- **définir** un modèle de comportement cinématique pour un adaptateur classique
- **modéliser** un modèle de comportement cinématique

Activité 1 Détermination expérimentale d'un modèle E/S sous forme de fonction de transfert

Activité 2 Déterminer la loi d'E/S sur un mécanisme simple

Activité 3 Modélisation et influence de la chaîne d'acquisition

**Documents /  
Matériel**

- Fiche de mise en service
- Cordeuse de raquettes didactisée
- Imprimante
- Cours CI2-E3 Modélisation de Laplace

**Documents  
Réponses**

- DR1\_A1

**Déroulement**

**D1.** On désire relever la tension de la corde en fonction de la consigne demandée grâce au pupitre. Mettre en œuvre le logiciel dédié et faire des essais pour prendre en main le système avec une tension de corde de 20kg.



**D2.** Observer les courbes de tension au niveau de la corde ainsi que celui au niveau du ressort. Expliquez la différence entre les résultats obtenus.

**D3.** Sachant que le capteur sur la corde n'existe que sur cette version didactisée mais pas sur une cordeuse réelle, que peut-on conclure en ce qui concerne la grandeur asservie ? Le système est-il asservi et donc est-il en boucle fermée ?

**D4.** Effectuer le relevé de la tension de la corde pour une tension de 25kg. Imprimer ce relevé et avec les éléments vus en cours, donner la fonction de transfert de la cordeuse entre tension de corde obtenue et tension demandée.

**D5.** Relevé de la tension de la corde pour une consigne de 8kg : à priori, la fonction de transfert établie précédemment sera-t-elle toujours valable ? Pourquoi ? Effectuer le relevé et comparer au cas précédent pour valider votre réponse.

**D6.** Réaction du système à une absence de corde ou à une rupture : Effectuer les relevés intéressants pour étudier ce cas. En combien de temps le système réagit-il et comment ?

**D7.** Conclure sur les différents résultats obtenus.

**D8.** Certains joueurs se sont plaints d'une certaine vibration de l'ensemble du cadre de la raquette à certaines vitesses de frappe (phénomène de résonance possible si la fonction de transfert est du second ordre et que l'amortissement  $m$  est inférieur à 0,7). Un relevé a été effectué pour valider ou invalider cette hypothèse et vous est fourni sur le DR1. Etablir cette fonction de transfert et déterminer si un phénomène de résonance est susceptible d'apparaître.

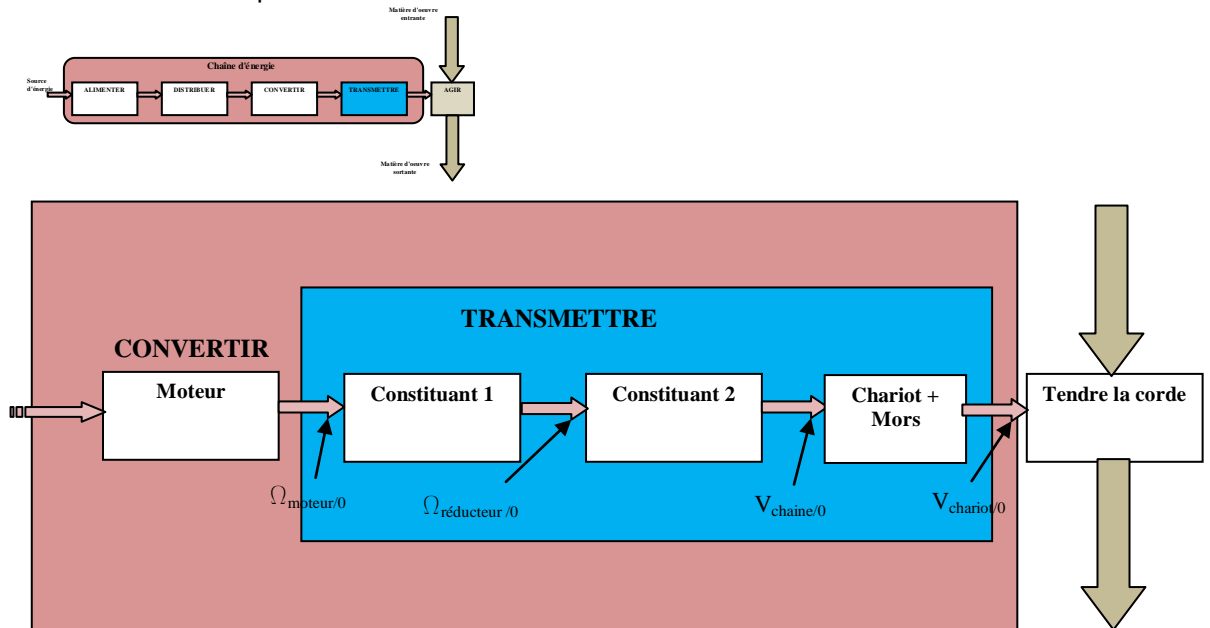
Documents / Matériel

- Fiche de mise en service
- Documents techniques
- Documents ressources
- Motoréducteur démonté / Système de chariot démonté"

Documents Réponses

Déroulement

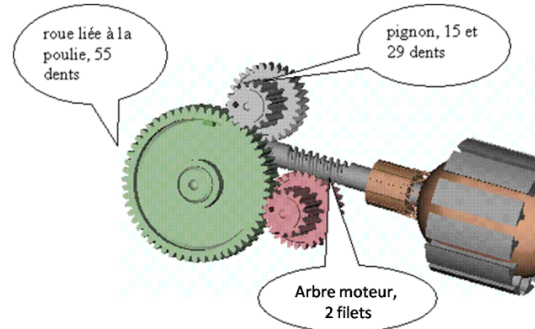
D9. Réaliser sur feuille de copie le synoptique de la chaîne d'énergie de la cordeuse en indiquant le nom des constituants permettant de transmettre et transformer le mouvement.



D10. Pour chaque constituant déterminer à l'aide des documents ressources et documents techniques du système:

- sa fonction dans la chaîne d'énergie
- le type de grandeur à l'entrée et à la sortie (variable potentielle ou variable flux)
- ses caractéristiques permettant de déterminer sa loi entrée sortie cinématique (relation mathématiques entre les grandeurs cinématiques de sortie et les grandeurs cinématiques d'entrée).
- Exprimer de manière littérale la loi entrée sortie de chacun des constituants.

On s'intéresse au motoréducteur dont on vous présente un éclaté.



D11. A l'aide des informations ci-dessus et du dossier ressource sur les adaptateurs, retrouver le rapport de réduction global du réducteur fourni dans le dossier technique.

D12. A l'aide du dossier ressource sur les adaptateurs, proposer un schéma cinématique du réducteur.

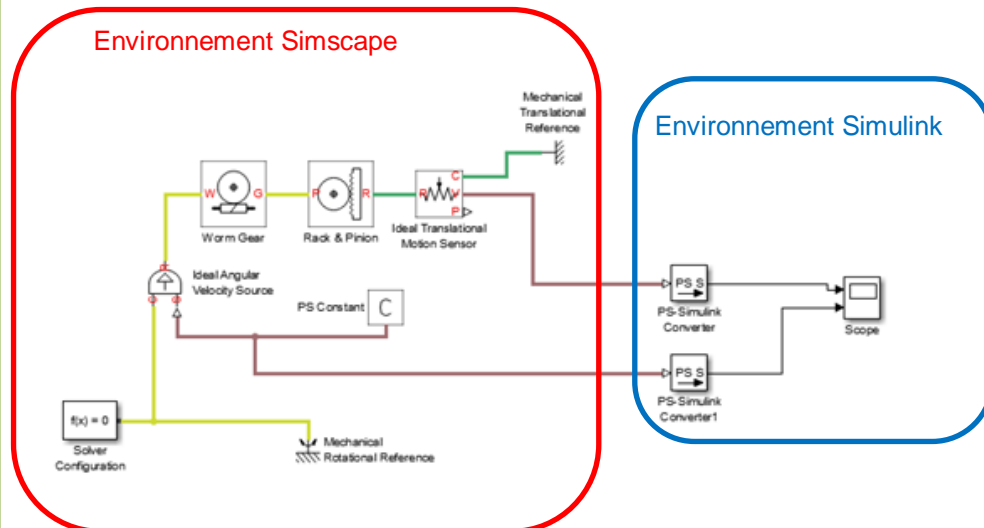
On s'intéresse au système pignon chaîne, le rayon primitif du pignon est de 10mm.

D13. A l'aide des informations ci-dessus et du dossier ressource sur les adaptateurs, retrouver le rapport de transmission du système pignon-chaîne.

D14. Mesurer la course complète du chariot et déterminer à partir de cette valeur la rotation du rotor du moteur.

## Modélisation Simscape de la chaîne de transformation de mouvement de la cordeuse

Vous allez dans cette partie modéliser, à l'aide du logiciel multiphysique MATLAB, le comportement cinématique de la chaîne de transformation de mouvement de la cordeuse.



On travaille dans **Simscape**, environnement **multiphysique de Matlab**. On travaille directement avec **les composants** et non pas avec le modèle de comportement mathématique associé aux composants.

Nous allons prendre un **modèle simplifié de la chaîne de transformation de mouvement**:

- Le **motoréducteur** est modélisé par un **réducteur roue-vis de facteur de réduction 50**.
  - Le transformateur de mouvement pignon-chaine est modélisé par un système **pignon crémaillère**.
- ☞ Dans **Simscape/ Foundation library/ Mechanical/Mechanical Sources** prendre une **source de vitesse angulaire**.
  - ☞ Dans **Simscape/ Foundation library/ Mechanical/Rotational Elements** prendre une **masse mécanique de rotation**.
  - ☞ Dans **Simscape/Physical Signals/Sources** prendre une source de type **signal physique constante**.
  - Paramétrer la source en lui donnant la valeur 100.
  - ☞ Dans **Simscape/utilities** prendre un **solveur**.

On choisit de modéliser le réducteur par un réducteur roue vis.

- ☞ Dans **Simscape/SimDriveline/Gear** prendre un **réducteur de type roue-vis**.
  - Paramétrer le transformateur en indiquant le facteur de réduction.
- ☞ Dans **Simscape/SimDriveline/gear/rotational-translational** prendre un **transformateur pignon-crémaillère**.
  - Paramétrer le diamètre du pignon
- ☞ Dans **Simscape/ Foundation library/ Mechanical/Mechanical Sensors** prendre un **capteur de vitesse linéaire**.
- ☞ Dans **Simscape/Foundation library/ Mechanical/Translational Elements** prendre une **masse mécanique de translation**.

Afin de visualiser les différents paramètres de vitesse nous devons mettre en place des "Scope" qui se situe dans l'environnement Simulink.

- ☞ Dans **Simulink/sinks** prendre un scope.
  - Paramétrer le scope pour avoir deux entrées.

☞ Afin de passer de l'environnement Simscape à l'environnement Simulink il nous faut des "**convertisseurs**" à prendre dans **Simscape/utilities**.

☞ **Relier** entre les différents blocs entre eux.

☞ **Lancer** la simulation et afficher les courbes

**D15.** A l'aide du modèle conclure sur la vitesse de translation attendue.

- Fiche de mise en service
- Cordeuse didactisée

Déroulement

**D16. Lister** les capteurs disponibles sur ce système et donner la nature de l'information donnée par chacun d'eux. **Rappeler** dans quelle chaîne ces capteurs jouent un rôle.

**D17. Donner** pour le capteur de force :

- l'étendue nominale de mesure en degrés,
- la tension d'alimentation

En **déduire** puis éventuellement **tester** par mesure :

- la tension de sortie pour la plage de variation utile du capteur.

Afin de répondre à la problématique, on désire tester un autre capteur d'effort de technologie différente pour vérifier si la cordeuse présente les mêmes symptômes de dysfonctionnement que dans la situation actuelle.

Ce nouveau capteur d'effort délivre une tension variable  $V_e$  de 0 à 2,5V pour une force de 0 à 50kg et est relié à une carte interface pour obtenir une tension  $V_s$  reliée à la carte électronique (entrée 0-10V)

On note  $V_{ref}$  le potentiel du curseur de  $R_6$ .

**D18. Expliquer** comment fixer  $V_{ref}$  à 0.

**D19. Rechercher** l'expression de  $V_s$  en fonction de  $V_e$  et de  $V_{ref}$ .

**D20. Donner** alors le rôle de ce montage et **choisir** les valeurs de réglage du potentiomètre (offset) et de  $R_7$  (gain d'amplification) dans le contexte du système cordeuse.

**D21. Charger** le fichier Matlab intitulé "cordeusematlabcapteur" correspondant au système Maxpid équipé de son capteur réel. **Faire fonctionner** et **analyser** la simulation et observer le résultat pour une commande de 25kg. **Régler** la valeur de gain du capteur pour permettre d'atteindre la valeur de force souhaitée. Puis **observer** les relevés de simulation en changeant la valeur de l'offset et **conclure**.

**D22. Pour être lu** par l'organe de traitement, la tension  $V_s$  doit être convertie en signal numérique. Le CAN utilisé est sur 16 bits. **Déterminer** le quantum de tension puis le quantum réel de force mesurable. **Conclure** vis à vis des dysfonctionnements observés.

