

## Cahier des charges, partie mécanique

- Modifier le pendule inverse construit par ABB
- Concevoir un système qui peut, à souhait, être transformé en un pendule triple, double ou simple.
- Rendre cette transformation la plus facile possible. Ceci dans l'optique de pouvoir effectuer la transformation en quelques secondes pendant une présentation du système.

## Partie mécanique

Pour qu'un triple pendule mécanique soit contrôlable, il faut que la fréquence propre de chaque bras isolé soit distincte, soit  $l_1 \neq l_2 \neq l_3$ .

Le bras du bas se doit d'être réactif de sorte à pouvoir influencer au mieux le reste du système. Ainsi  $l_1 < l_2 < l_3$ .

Vu les conditions émises ci-dessus, nous avons décidé de poser les proportions suivantes:

$$l_2 \approx 2 \cdot l_1 \text{ ainsi que } l_3 \approx 3 \cdot l_1$$

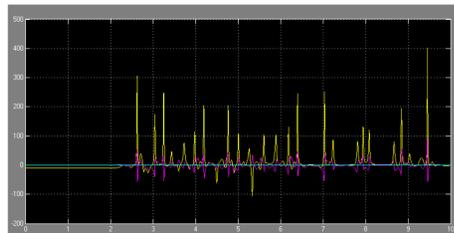
Pour ce faire, tout en restant avec un système de longueur inférieure à 70 cm, nous avons dû ajouter une masselotte au bout du troisième bras.

## Variantes des designs

Vu que le but était de pouvoir contrôler à la fois un pendule triple, double ou simple, nous devons absolument pouvoir modifier sa configuration. Pour ce faire, nous avons d'abord pensé à bloquer les jointures. Cela s'avérant très difficile à mettre en place à cause de soucis de vibration, nous avons pensé notre pendule de manière à pouvoir le démonter pour en modifier le nombre de barres montées. Nous pouvons ainsi passer d'un pendule triple de 70 cm à un pendule simple de 50 cm ou à un pendule double de longueur variable.

## Calcul des forces:

Afin d'assurer que les joints du pendule ne se rompent pas, nous devons calculer la force maximale que ceux-ci doivent supporter. Pour ce faire, nous avons utilisé Simulink, il permet de créer la simulation d'un pendule triple ainsi que d'obtenir la mesure des forces aux joints.



Graphe représentant la force endurée par l'un des joints dans les 3 dimensions de l'espace.

Afin d'obtenir une valeur exploitable, il nous faut simplement faire la norme des trois signaux.



## Calcul de la longueur du bras:

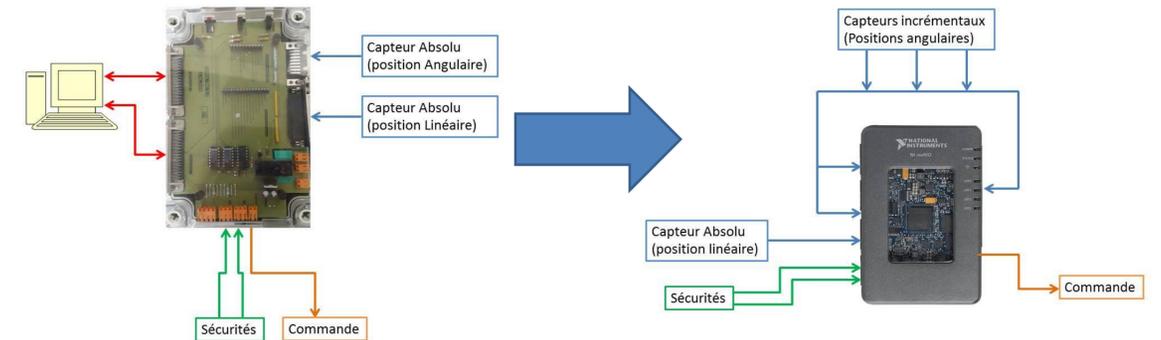
Dû à la géométrie du laboratoire, et aux grandes barres de soutènement du plafond, la longueur du bras est limitée. L'allongement du pendule impose le rétrécissement du rail. Le consensus a été choisi pour un bras de 70 centimètres et d'un rail de 2 mètres. Cette distance paraît suffisante pour pouvoir relever le pendule sans soucis.

## Résultat final

Nous obtenons finalement un pendule composé de deux types de modules différents: des barres et des jointures servant à relier ces barres, afin de pouvoir moduler le pendule à souhaits. Le tout contrôlé par un système embarqué compact.

## La deuxième partie du projet avait comme objectif d'implémenter le contrôle existant sur un module myRIO et de l'adapter au nouveau pendule à trois degrés de liberté.

Le myRIO est un système embarqué programmable grâce à LabView possédant un grand nombre d'entrées-sorties configurables et gérées en temps réel. Ce système permet d'éviter de devoir utiliser une carte électronique et un ordinateur pour gérer le système. Une fois programmé, le myRIO peut fonctionner de manière indépendante et il suffit de brancher un ordinateur par USB pour afficher les valeurs des capteurs.



La programmation en LabView a permis d'adapter directement le code utilisé pour le pendule à un degré de liberté. Le système des sécurités est maintenant intégralement géré par le code LabView au lieu d'utiliser une électronique basée sur des portes logiques.

L'unique capteur angulaire absolu a été remplacé par trois capteurs incrémentaux (un par bras), ce qui a permis de réduire le nombre d'entrées sans perdre en précision. Le module myRIO permet d'échantillonner les signaux à 200KHz (sur le FPGA) indépendamment de la fréquence de la boucle LabView principale, ce qui permet d'observer des rotations angulaires jusqu'à 3000tr/min

## Diagramme du traitement des signaux

