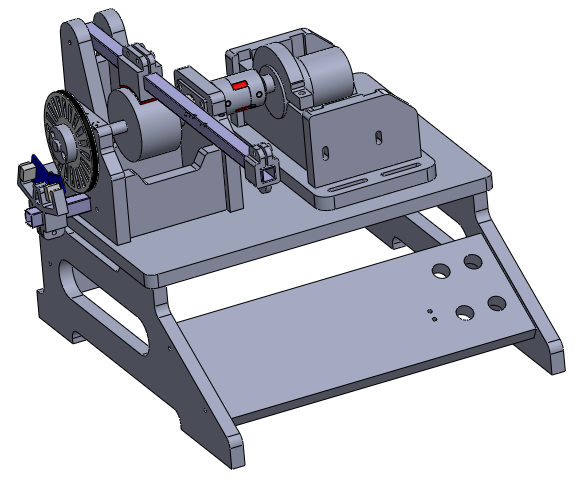
|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Banc de mesure Mcc | TP |



|  |  |
| --- | --- |
| **Objectif(s) :** | * *Identifier, justifier et modéliser les composants réalisant des fonctions Distribuer, Convertir et Transmettre de la chaîne d'énergie.* * *Modéliser la chaîne d'énergie.* * *Simuler le comportement d'un système et exploiter les résultats de simulation.* * *Caractériser des écarts.* |
| **Problématique :** | *Comment déterminer les caractéristiques d'un motoréducteur pour renseigner une simulation numérique ?* |

1. Mise en situation



Pupitre

Support masse

Levier

Motoréducteur

Chariot

Galet

Patin

Fixation moteur

Capteurs IR

* 1. Présentation générale

Le banc de mesure met des moteurs ou **motoréducteurs (cas de cette étude)** sous contraintes grâce à un patin qui exerce un frottement sur un galet.

Pour varier la contrainte exercée, il faut modifier la masse suspendue au levier.

Le banc de mesure éprouve des moteurs et motoréducteurs jusqu'à des diamètres ≤ 70mm.

Chaque motoréducteur nécessite une bride de fixation moteur spécifique, son réglage en hauteur ainsi qu'un réglage axial du chariot.



Raccordement Mcc

Voltmètre

Ampèremètre

Raccordement alimentation

Les grandeurs mesurables sont :

* Tension moteur
* Intensité moteur
* Fréquence de rotation motoréducteur (à l'aide du capteur IR)
  1. Description technique

Cr

Ω

**Cu**

Cun

U = U1

Ω10

Ω1

U = U2<U1

Ω2

Ω20

**Introduction**

Deux types d'essais sont possibles pour déterminer les régimes de fonctionnement (Ω en régime établi) :

* Pour une masse suspendue au levier, le couple résistif **Cr**, engendré par le frottement du patin sur le galet, est constant quel que soit la vitesse de rotation.

Les modifications de régimes de fonctionnement se font à couple constant en modifiant la tension d'alimentation du moteur.

Cr1

Ω

**Cu**

Cun

U = Cte

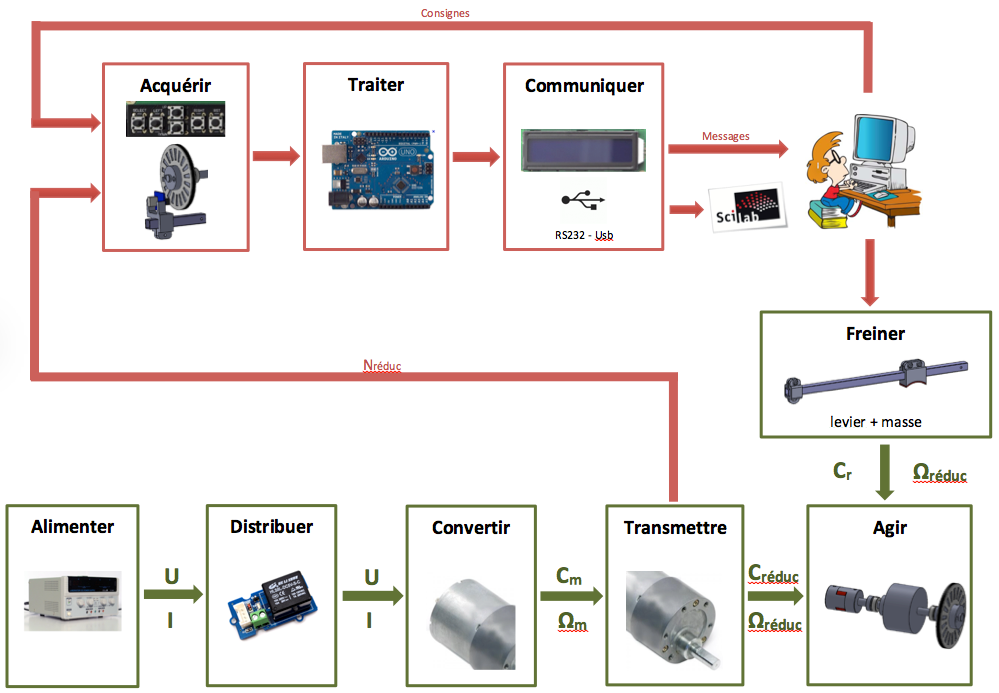
Ω1

Ω2

Cr2 > Cr1

* A tension d'alimentation moteur constante, les modifications de régime de fonctionnement se font en variant le couple résistif (changeant la masse suspendue au levier).

**Structure fonctionnelle**

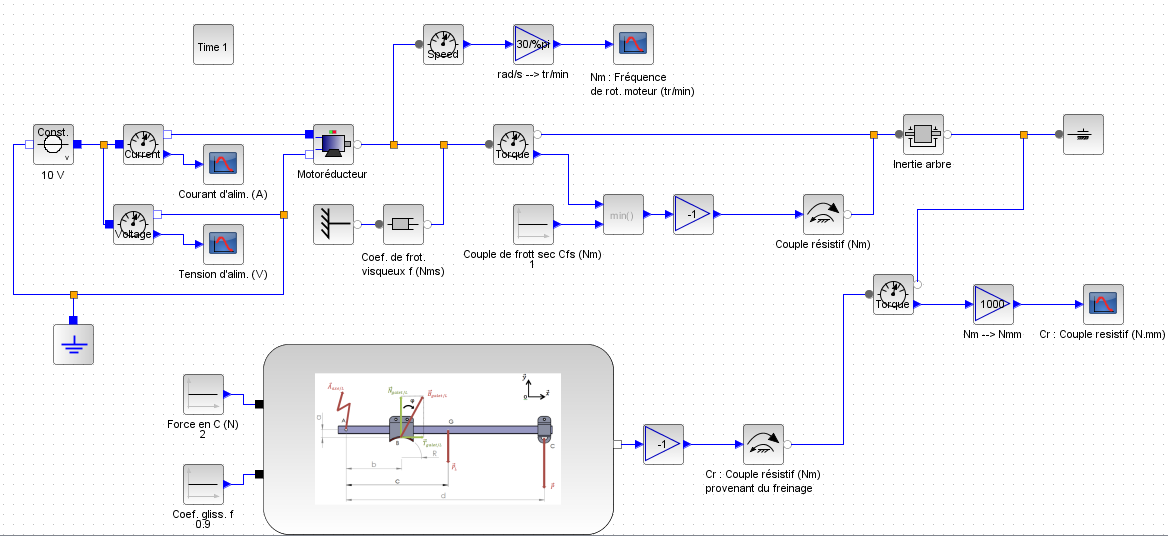


La structure fonctionnelle proposée sur le DR (document réponse) résume toutes les caractéristiques de la chaine d'énergie que nous pourrons déterminer.

**Modélisation**

Le fichier "Modélisation motoréducteur banc MCC\_élèves.zcos" propose un modèle du banc de mesure.

1. Sur la modélisation ci-dessous, identifiez les éléments modélisant :

* le couple résistif Cr et sa visualisation,
* le moteur, ses frottements et la visualisation du couple moteur Cm ,
* la visualisation de la fréquence de rotation du réducteur Nréduc ,
* l'arbre tournant avec son inertie,
* l'alimentation du moteur, la visualisation de la tension et de l'intensité du moteur.

1. Etude en régime établi
   1. Mesure des perf. par expérimentation & détermination des caractéristiques

**Préparation du banc de mesure**

* Raccordez l'alimentation et le motoréducteur
* Raccordez le voltmètre et l'ampèremètre
* Alimentez la carte Arduino Uno et téléchargez le programme "mesures\_N\_tps\_quadra.ino"
  + Réglez le nombre de points/tr du codeur (par défaut 80pts) en fonction de la roue codeuse montée sur l'arbre (2 capteurs en quadrature sur fronts montants et descendants)



Pas +10

Pas +1

Pas -1

Pas -10

Valider

* + Validez (après validation du montage par votre professeur)

Appelez votre professeur avant de mettre sous tension l'alimentation de la chaine d'énergie

**Expérimentation**

Les performances mesurées lors des expérimentations seront renseignées dans les cellules "vertes" du fichier Excel "Mesure Motoréducteur\_élèves.xlsx". Ce document vous donnera, dans les cellules "oranges", les résultats de calculs ainsi que les caractéristiques du motoréducteur que nous cherchons ici.

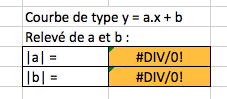
Le document technique "DT Explication protocole.docx" détaille les théorèmes et les calculs utilisés par le document Excel.

1. Identifiez le rapport de réduction (r) du motoréducteur sur le site Internet de Pololu (attention : r = 1/Gear ratio): <https://www.pololu.com/product/2823/specs>

r =

* Dans le fichier "Mesure Motoréducteur\_élèves.xlsx" renseignez le rapport de réduction dans la cellule F5
* Complétez le **premier tableau** avec une série d'expérimentations à vide (levier escamoté), mesurez U, Nréduc et I :
  + Variez la tension d'alimentation moteur (évitez les faibles tensions), par exemple 4, 6, 8, 10 et 12V
  + Relevez Nréduc et I correspondant
  + Observez les caractéristiques ωréduc=f(U) et I=f(ωréduc)
* Complétez le **deuxième tableau** avec une série d'expérimentations en charge, à tension d'alimentation moteur constante, mesurez Nréduc et I :
  + Choisissez une tension d'alimentation moteur pour cette série d'expérimentation (par exemple 10V) et renseigner la cellule C17
  + Positionnez le levier (sans ajouter de masse supplémentaire) puis relevez Nréduc et I correspondant (ligne 17)
  + Complétez le reste de ce tableau en ajoutant des masses sur le levier
  + Observez la caractéristique ωréduc=f(I)

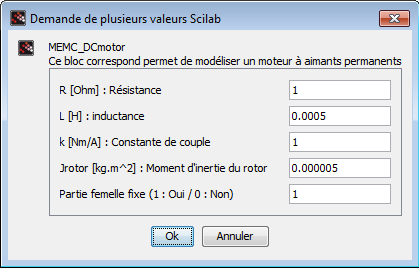
**Détermination des caractéristiques : r, R, K, Cfs et f**



* Vous noterez que les valeurs absolues des coefficients directeurs et des ordonnées à l'origine des deux régressions linéaires des caractéristiques ωréduc=f(I) et I=f(ωréduc) sont renseignées automatiquement

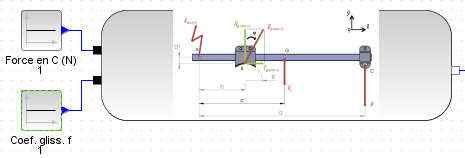
1. Relevez les résultats des calculs des constantes puis complétez le document réponse DR avec les valeurs de r, R, K, Cfs et f du motoréducteur.
   1. Simulation des performances

L'objectif de cette partie est de simuler les performances du système (I, ωréduct) en fonction de la charge appliquée.

* Ouvrir le fichier "Modélisation motoréducteur banc MCC\_élèves.zcos "
* Paramétrez :
  + 10 V DC pour l'alimentation motoréducteur
  + Modifiez les caractéristiques du motoréducteur R et k, laissez ces valeurs approximatives d'inductance et d'inertie, nous les traiterons dans l'étude des régimes transitoire plus loin.
  + Modifiez les constantes du coefficient de frottement visqueux *f*, et du couple de frottement sec Cfs.
  + Ne modifiez pas la valeur approximative de l'inertie de l'arbre tournant, nous le traiterons dans l'étude des régimes transitoire plus loin.

**Etude d'un cas**

Nous étudierons ici les performances du système (I, ω) en régime établi, alimenté sous **10 V** et lorsqu'une masse de **200g** est suspendue au levier.



* Définir le couple résistif : renseignez la valeur de la force appliquée par la masse suspendue sur le levier, ainsi que le coefficient de frottement entre le cuir et aluminium (f=0,9).
* Exécutez la simulation et analysez les courbes obtenues

1. Ajoutez les datatip sur les courbes de I et Nréduc dans les phases de régime établi, puis collez ci-dessous vos courbes de résultats.
2. Calculez l'écart relatif (en %) par rapport aux performances issues des expérimentations, pour I et Nréduc (avec 200g).

**Conclusion**

1. Concluez sur la validité du modèle proposé, en régime permanent.
2. Etude en régime transitoire
   1. Mesure des perf. par expérimentation & détermination des caractéristiques

**Préparation du banc de mesure**

* Réglez l'alimentation du moteur à 10V dc



Pas +10

Pas +1

Pas -1

Pas -10

* Escamotez le levier (mesure à vide)
* Alimentez la carte Arduino Uno et téléchargez le programme " mesure\_tps\_arret\_quadra.ino ". Réglez le nombre de points/tr du codeur (par défaut 80pts) en fonction de la roue codeuse montée sur l'arbre (2 capteurs en quadrature sur fronts montants et descendants

**Expérimentation**

Les performances mesurées lors des expérimentations seront renseignées dans les cellules "vertes" du votre fichier Excel "Mesure Motoréducteur\_élèves.xlsx ". Sur le même principe vous obtiendrez les résultats des calculs dans les cellules "orange".

Le document technique "DT Explication protocole.docx" détaille les théorèmes et les calculs utilisés par le document Excel.

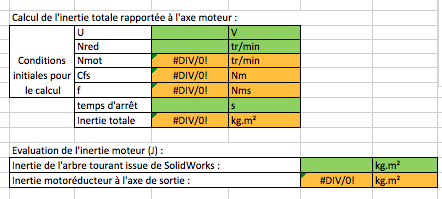


Valider

* Validez
* Vous pouvez effectuer plusieurs mesures et faire une moyenne du temps d’arrêt du motoréducteur

1. En phase de décélération naturelle, quel temps est nécessaire à l'arrêt du motoréducteur ?

tarrêt = s

**Détermination de la caractéristique : Inertie du motoréducteur**

* Renseignez, dans le fichier Excel : U, Nréducteur avant la phase de décélération et le temps d'arrêt relevé ci-dessus
* Pour renseigner l'inertie de l'arbre tournant, ouvrez l'assemblage Solidworks "Assemblage elements tournants.SLDASM"
  + Ouvrir les propriétés de masse (dans l’onglet «Evaluer»)
  + Relevez l'inertie de l'arbre tournant par rapport à son axe (noté Px dans Solidworks), attention aux unités : ici des g.mm2
  + Complétez le document Excel avec cette valeur (10-9 kg.m2 = g.mm2) dans la case G55

1. Relevez les résultats des calculs de l'inertie du motoréducteur Jmotoréduc/axe réducteur et l'inertie totale par rapport à l'axe moteur Jtotale/axe réducteur puis complétez le document réponse DR.

**Détermination de la caractéristique : Inductance du moteur**

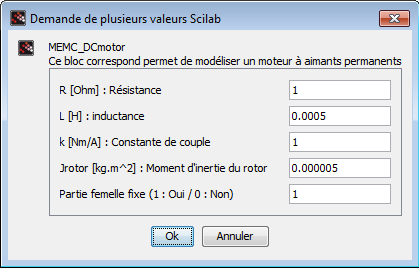
* Déconnectez le motoréducteur du banc de mesure
* Utilisez l'Henrymètre, pour déterminer l'inductance de l'induit du moteur. Effectuez plusieurs mesures en variant la position de l'arbre moteur et faites une moyenne

1. Complétez le document réponse DR avec cette valeur.

L= H

* 1. Simulation des performances

L'objectif de cette partie est de simuler les performances du système en régime transitoire à vide (levier escamoté).

* Ouvrir le fichier "modèle banc MCC arret moteur\_élèves.zcos"
* Paramétrez :
  + 10 V DC pour l'alimentation moteur
  + Modifiez les caractéristiques du moteur R et k, déterminées dans la première partie puis L et Jrotor
  + Modifiez les constantes du coefficient de frottement visqueux *f*, et du couple de frottement sec Cfs, déterminées dans la première partie
  + Modifiez l'inertie de l'arbre tournant

Votre Simulation est prête

* Exécutez la simulation du fichier "modèle banc MCC arret moteur\_élèves.zcos "
* Observez la courbe de Nréducteur

1. Ajoutez les datatip sur les courbes de Nréducteur dans les phases de régime établi, comparez cette valeur avec vos résultats expérimentaux. Puis collez ci-dessous vos courbes de résultats.
2. Relevez, sur les résultats de la simulation de Nréducteur, le temps d'arrêt du moteur.

tarrêt = s

1. Calculez l'écart relatif (en %) par rapport aux performances issues des expérimentations, pour le temps d'arrêt (à vide).

**Conclusion**

1. Concluez sur la validité du modèle proposé pour déterminer les temps en régime transitoire.
2. Synthèse

L'objectif de cette dernière partie est de faire une synthèse concernant le modèle multi physique du banc de mesure.

* Reprenez le fichier " Modélisation motoréducteur banc MCC\_élèves.zcos "
* Remplacer les valeurs approximatives de l'inertie et de l'inductance du moteur ainsi que l'inertie de l'arbre tournant par les valeurs déterminées dans la partie précédente

Le modèle est maintenant complet.

* Exécutez la simulation et analysez les courbes obtenues

1. Comparez ces résultats avec ceux obtenus à la question 4.

**Conclusion**

1. Justifiez les écarts entre les performances mesurées et les performances simulées (émettre des hypothèses).