

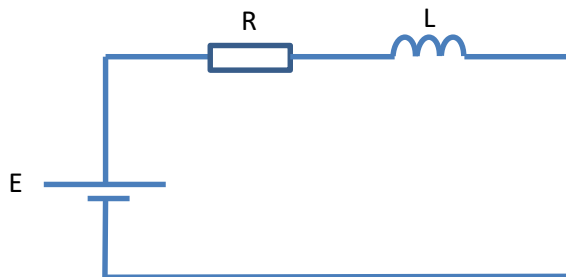
TP - Simulation d'un système multiphysique

Présentation :




L'objectif de ce TP est de mettre en évidence certains phénomènes physiques en simulant les différents systèmes mis en jeu. Le logiciel utilisé est MATLAB/SIMULINK. L'intérêt de ce logiciel est de simuler des systèmes mettant en jeu des phénomènes physiques de différentes natures (électriques, électromagnétiques, mécaniques, ...) sans écrire ni équation ni ligne de code.

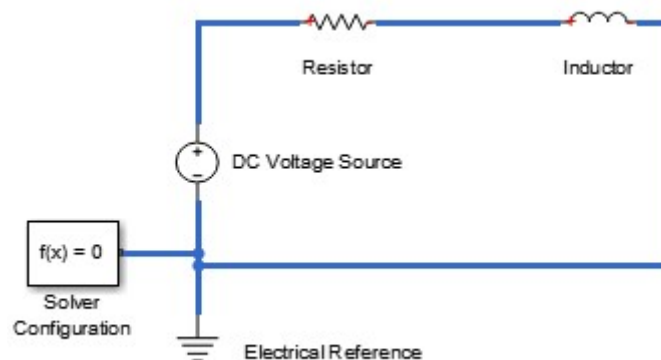
I. Exemple : Circuit RL

Un premier exemple traité est celui d'un circuit Résistance Inductance en série :




On prendra les valeurs suivantes : $E = 24V$, $R=10\Omega$ et $L=10\text{ mH}$.

1. Lancer Matlab . Dans la fenêtre Matlab, lancer Simulink en cliquant sur  ou en tapant Simulink dans la fenêtre de commande. Créer un nouveau modèle .
2. Les bibliothèques des composants sont sous l'onglet Simscape/Foundation Library/Electrical. Programmer le modèle en reproduisant le circuit électrique. Le modèle est le suivant :



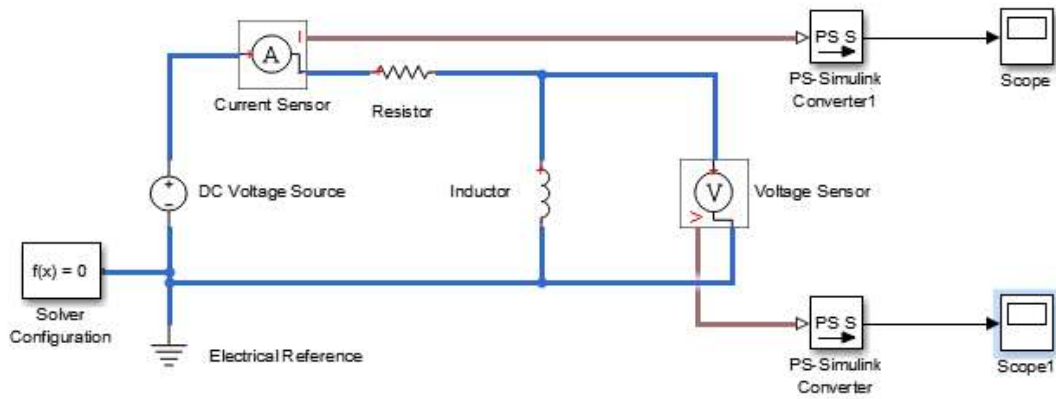
Définir les valeurs de l'alimentation, de la résistance et de l'inductance en double cliquant sur chacun des composants.

Les éléments de masse (Electrical Reference) et de paramètres de solveur (Solver Configuration) sont indispensables pour que la simulation soit opérationnelle. Le bloc Solver Configuration peut être trouvé dans Simscape / Utilities.

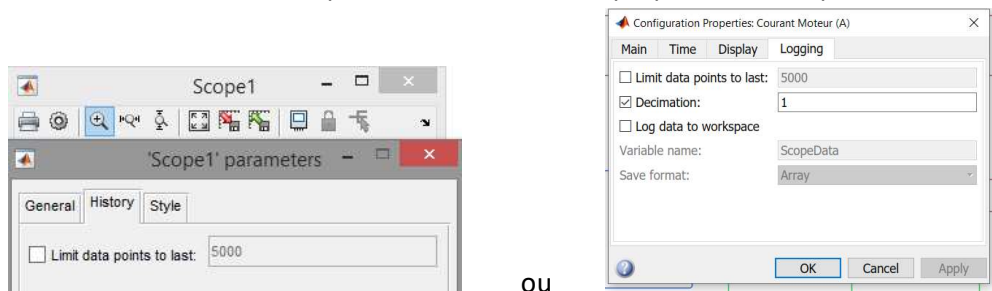
Lancer la simulation en cliquant sur .

Le modèle ainsi codé ne permet pas de visualiser les différentes grandeurs. Il faut placer des capteurs (voltmètres, ampèremètres, ...) sur le circuit.

3. Placer un ampèremètre mesurant le courant traversant le circuit et un voltmètre mesurant la tension aux bornes de l'inductance comme sur la figure suivante :

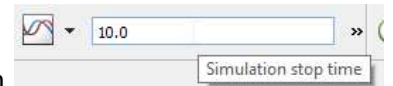


Les blocs PS-Simulink Converter se trouvent dans Simscape / Utilities et le scope dans Simulink/Sinks. Par défaut, les scopes n'affichent que les 5000 derniers points de simulation, cette option peut être désactivée en décochant « Limit data points to last » dans les propriétés du scope.



4. Lancer la simulation et visualiser le courant et la tension aux bornes de l'inductance ? Que constate-t-on ? Etait-ce prévisible ? Que vaut la constante de temps du système ?

5. Relancer la simulation en diminuant le temps maximal de simulation en fixant une valeur cohérente avec la constante de temps du système et visualiser le courant et la tension aux bornes de l'inductance.



II. Simulation d'un moteur à courant continu

On souhaite simuler le comportement du moteur dont les caractéristiques sont données sur la figure suivante :

Type Produit **RE035G**

41W 97W

PAGE 1

MAXON

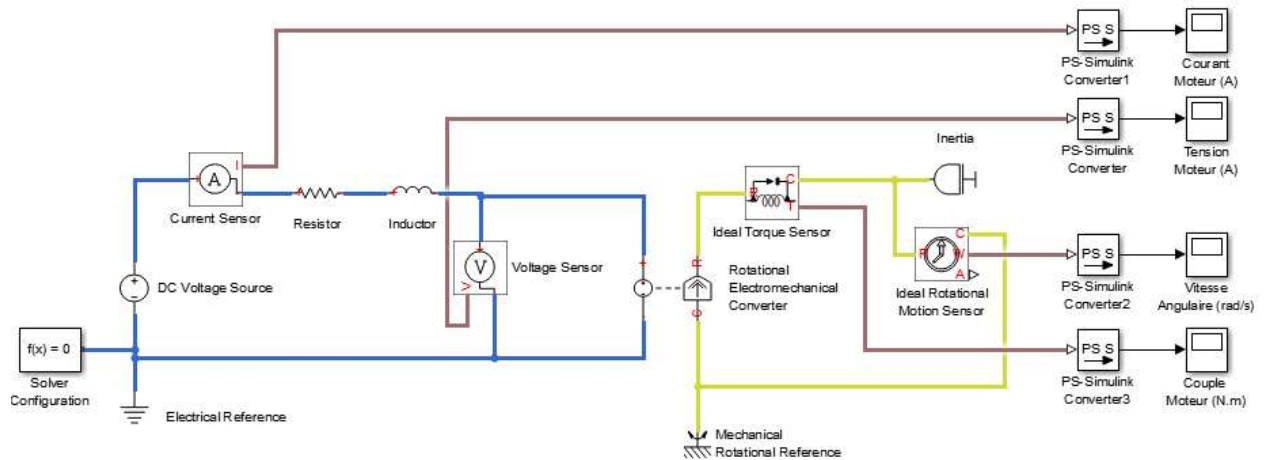
CARACTERISTIQUES

24V

Tension d'alimentation (Ua)	V	24
Vitesse au courant In	tr/mn	3493
Couple au courant In	mNm	113
Courant max permanent (In)	mA	2150
Vitesse à vide à Ua à +/- 10%	tr/mn	4303
Courant à vide à +/- 50%	mA	92,8
Couple de démarrage à Ua	mNm	611
Courant de démarrage à Ua	mA	11600
Constante de couple	mNm/A	52,5
Constante de vitesse	tr/mn/V	182
Pente vitesse/couple	tr/mn/mNm	7.17
Vitesse limite	tr/mn	8200
Puissance utile max. à Ua	W	69
Rendement maximum	%	85,5
Constante de temps électromécanique	ms	5,23
Inertie	gcm ²	69,6
Résistance aux bornes	Ohm	2,07
Inductivité	mH	0,62
Résistance thermique Boîtier/Ambiant	K/W	6,2
Résistance thermique Rotor/Boîtier	K/W	2



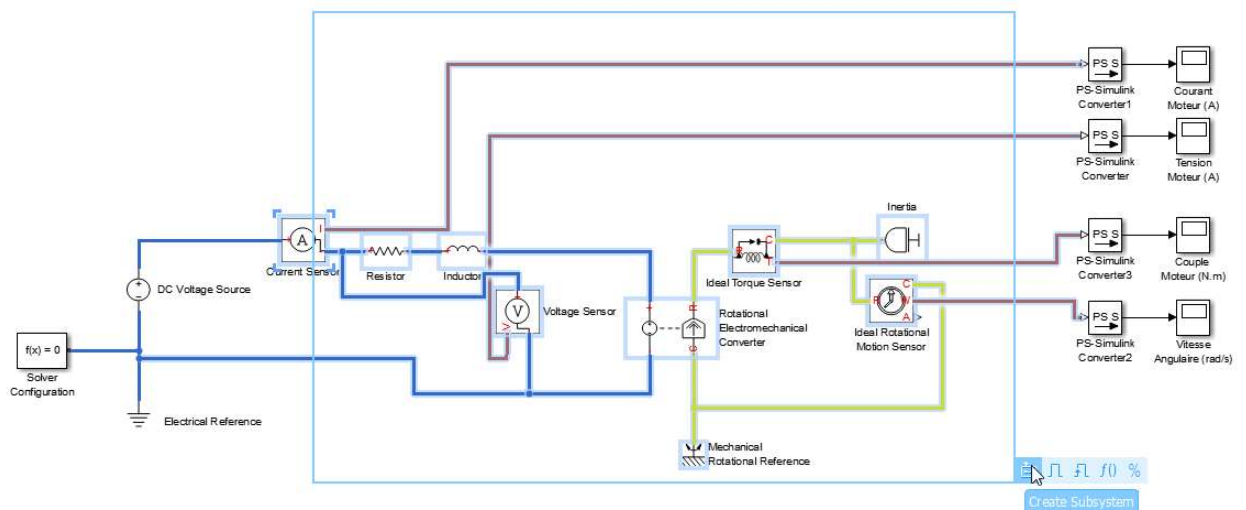
1. Rappeler le modèle mécanique et le modèle électrique d'un moteur à courant continu, ainsi que les équations en découplant et les équations de couplage électromécanique.
2. Reprendre le modèle du circuit RL. Introduire un élément de couplage électromagnétique (Simscape/Foundation Library/Electrical/Electrical Elements/Rotationnal Electromechanical Converter) et programmer le curcuit mécanique comme ci-dessous :



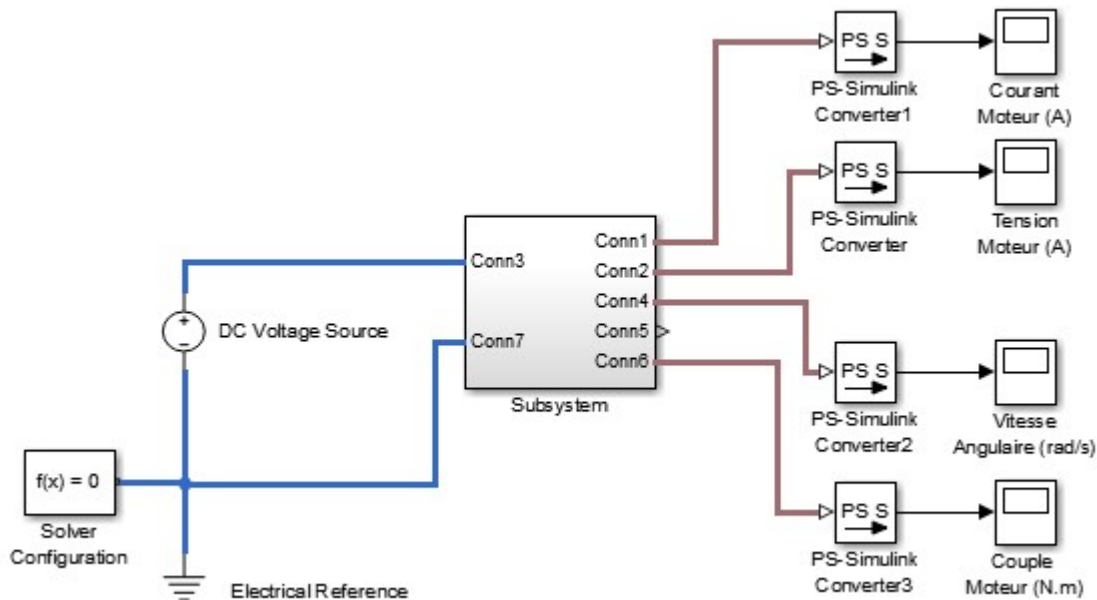
3. Lancer la simulation et visualiser le courant moteur, la tension aux bornes de la f.e.m., la vitesse angulaire et le couple fourni par le moteur. Que constate-t-on ? Comparer les vitesses limites de rotation du moteur avec la fiche technique du moteur.
4. Introduire un frottement visqueux sur le moteur. Ajuster la valeur pour obtenir la bonne vitesse à vide.

III. Simulation d'un moteur à courant continu commandé par un hacheur

1. Reprendre le modèle précédent. Déplacer le voltmètre de manière à mesurer la tension aux bornes du moteur (et non plus la f.e.m.) et créer un sous-système comprenant le moteur (partie électrique et mécanique) comme ci-dessous :

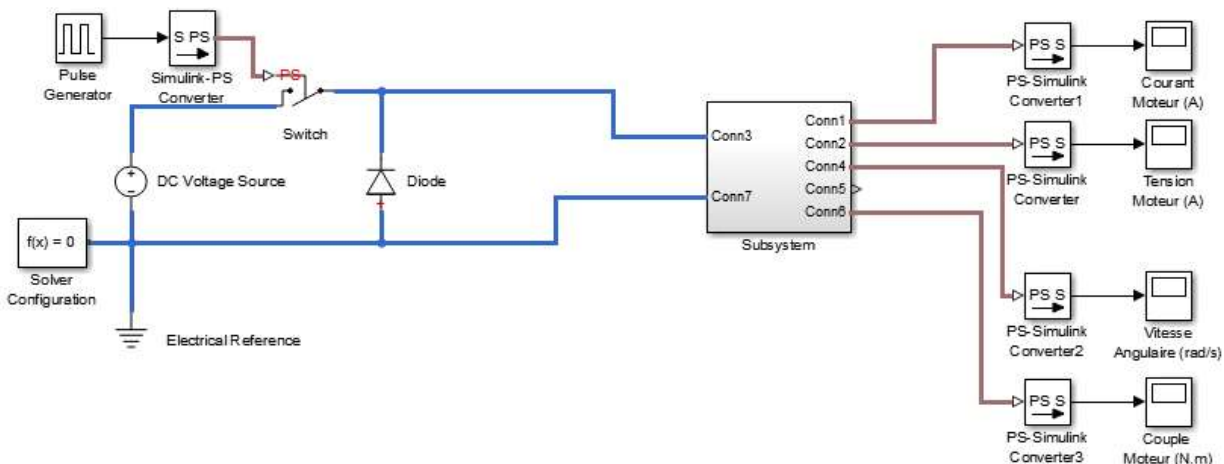


On obtient :



On va maintenant commander ce moteur avec un hacheur série.

2. Mettre en place un générateur de signal carré (Simulink/Sources/Pulse Generator), un interrupteur idéal commandé (Simscape/Foundation Library/Electrical/Electrical Elements/Switch) et une diode (Simscape/Foundation Library/Electrical/Electrical Elements/Diode) sur le moteur précédent. On imposera une période de hachage de 0,01 s et un rapport cyclique de 0,4 dans la définition du Pulse Generator.



Lancer la simulation. Que constate-t-on ? Ouvrir les paramètres de simulation (Ctrl E) et utiliser le solveur ode15s et relancer la simulation.

3. Faire varier le rapport cyclique de 0 à 1 par intervalle de 0,2. Relever pour chaque calcul la valeur finale de la vitesse de rotation du moteur. Conclure sur la linéarité au sens large du hacheur.
4. Faire varier la fréquence de hachage. Que constate-t-on ?
5. Mettre une inductance du moteur de 0,1 H. Que constate-t-on ?

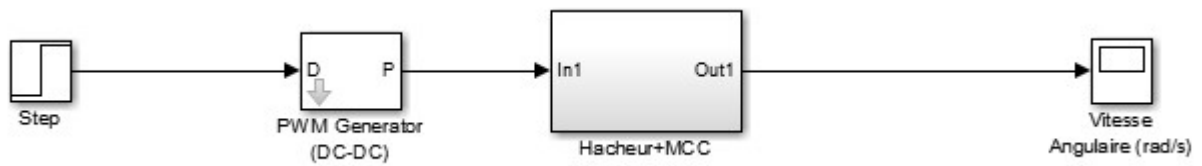
IV. Asservissement d'un moteur à courant continu en vitesse

On cherche maintenant à asservir la vitesse du moteur. On met en place un capteur, une boucle de retour, un comparateur et un correcteur.

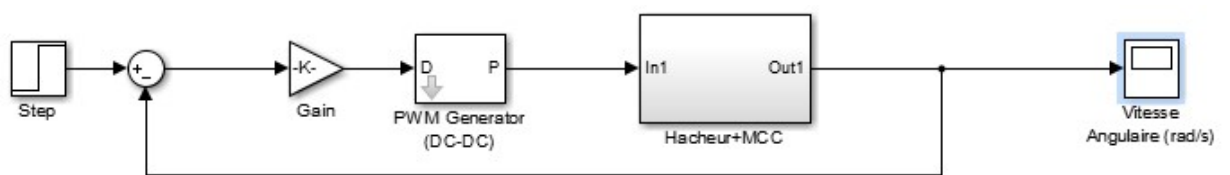
1. Réaliser un sous système à partir du hacheur et du moteur précédent.
2. Pour un rapport cyclique de 1, relever la valeur maximale de la vitesse de rotation du moteur.

On va maintenant mettre en place un système réglant le rapport cyclique en fonction de l'écart de vitesse entre une consigne et la vitesse de rotation effective.

Le bloc Pulse Generator (DC-DC) (Simscape/Simpowersystems/Specialized Technology/Control and Measurement Library/Pulse&Signal Generator) génère un signal carré de rapport cyclique spécifié en entrée.



3. Mettre 1 comme valeur à l'échelon et vérifier que la vitesse atteinte est bien cohérente avec la valeur obtenue à la question 2.
4. Mettre en place un comparateur et un gain correspondant à l'inverse de la vitesse de rotation limite pour un rapport cyclique de 1.



5. Lancer la simulation pour une consigne de 100 rad/s. Y a-t-il une erreur statique ?
6. Mettre un correcteur proportionnel et étudier l'influence de ce gain sur l'erreur statique. Conclure.