

Lors de cette activité, nous allons étudier les relations entre les caractéristiques électriques et mécaniques d'un moteur à courant continu entraînant une charge.



I – DEFINITION DU MODELE MULTI-PHYSIQUE

Lancez **Sinusphy** : créez un nouveau fichier. Importez l'étude Meca3D précédente en cliquant sur « Etude Meca3D ». Cliquez sur la zone vierge de l'écran puis faire un clic droit dans le cadre bleu « Etude » et « propriétés ».

Cliquez sur [...] et chargez l'étude Meca3D précédente (fichier « helice.mdf »)

Aller dans l'arborescence « Efforts » faire un clic droit sur « couple moteur » puis « Ajouter aux entrées », écrire « couple » sous « Alias ».

Allez dans l'arborescence « Liaisons », sélectionner la composante de vitesse « Rx », faire un clic droit puis « Ajouter aux sorties », écrire « vitesse » sous « Alias ».

Fermer la fenêtre en cliquant sur

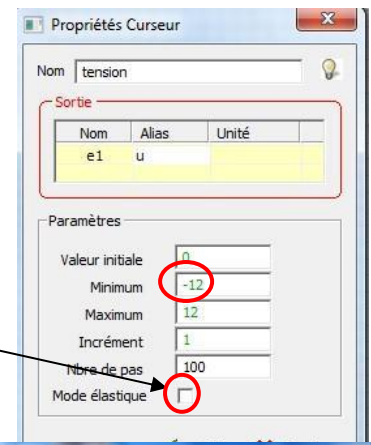
Dans l'arborescence à droite, ouvrir le répertoire d'installation du logiciel (C:\program files\Sinusphy » puis aller dans « bibliothèques », rubrique « Electromécanique/moteur courant continu » puis faites glisser le modèle de moteur à courant continu par défaut s'y trouvant dans la fenêtre principale :

A l'aide de l'outil « Lien » raccorder l'entrée « couple » à la caractéristique « C_m » (couple moteur) et raccorder la sortie « vitesse » à la caractéristique « ω_m » (vitesse moteur).

Remarque : des « infos-bulles » apparaissent lorsque l'on laisse le curseur de la souris sur les composants quelques secondes : on a ainsi la possibilité de modifier les caractéristiques des modèles utilisés si des liens hypertextes sont présents dans l'info-bulle (on ne peut pas modifier les équations liant ces paramètres).


Nous allons maintenant alimenter le moteur et le piloter en faisant varier sa tension u : amener dans la fenêtre principale une « entrée curseur » et une « sortie », puis relier « l'entrée curseur » à la caractéristique u (tension) du moteur et la « sortie » à la caractéristique i (intensité) du moteur : le modèle numérique est terminé et prêt à fonctionner. **Sauvegardez-le.**

Configurer les valeurs du curseur : le moteur sera alimenté avec une tension de 12V en positif et en négatif avec un incrément de 1V pour 100 pas : double-cliquez sur le « curseur » pour ouvrir sa fenêtre de propriétés (ou faire un clic droit dessus puis « propriétés »), dans la rubrique « Nom » écrire « tension » puis écrire « u » sous « Alias », rentrer les valeurs ci-contre et désactiver le « mode élastique » puis « OK ».



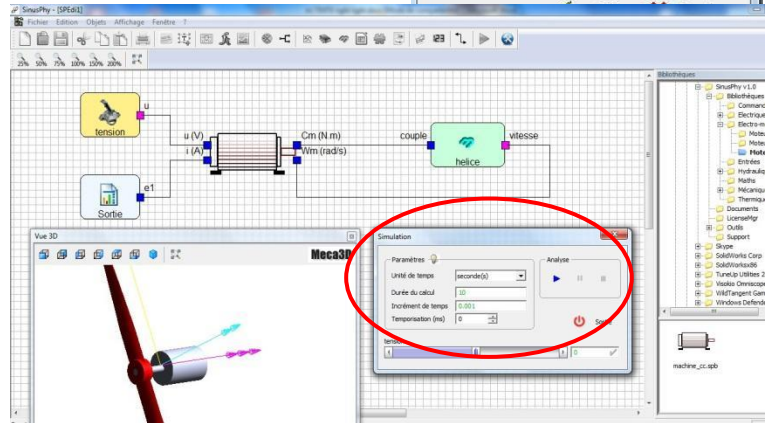
II - INFLUENCE DE LA TENSION

Nous allons maintenant lancer une simulation et visualiser quelques résultats :

Cliquez sur l'icône « Calcul » , dans la fenêtre qui s'ouvre régler la durée de calcul sur 5 secondes et l'incrément de temps sur 0,001 seconde, cliquer alors sur le bouton « Calcul » pour lancer la simulation : faites bouger le curseur avec la souris : le moteur doit faire tourner l'hélice dans la vue 3D.

Augmentez ou diminuez la tension d'alimentation du moteur en bougeant le curseur.

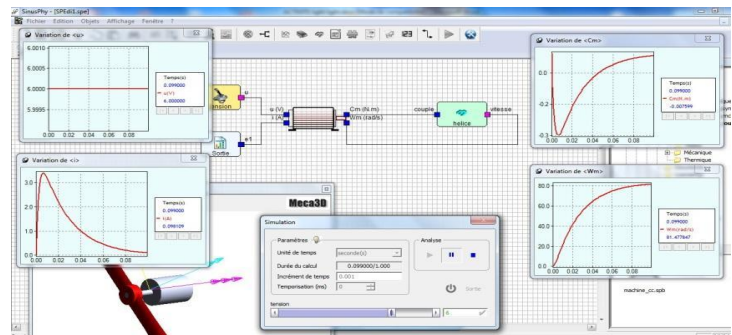
Répondre aux questions suivantes sur feuille de copie :



1 - Que se passe-t-il lorsque l'on augmente la valeur de la tension d'alimentation d'un moteur à CC ?

2 - Que se passe-t-il lorsque l'on inverse le signe de la tension d'alimentation d'un moteur à CC ?

Faites un clic droit sur chacun des 4 petits carrés bleus du moteur et « Afficher le graphe associé » : cela nous permet de visualiser les courbes de variation des 4 caractéristiques du moteur : la tension u (en V), l'intensité du courant i (en A), le couple moteur C_m (en N.m) et la vitesse du moteur ω_m (en rad/s).



Vous savez maintenant vous servir de Sinusphy : saisir un modèle numérique, lancer une simulation et visualiser des résultats, par la suite nous ne détaillerons plus ces commandes de bases du logiciel.

3 – Relancer la simulation et faites varier la tension aléatoirement, observer alors les 4 courbes obtenues : ces courbes présentent une certaine ressemblance et sont proportionnelles 2 à 2, lesquelles ?

Régler la tension sur +12 V laisser cette tension constante (ne plus bouger le curseur) puis lancer une simulation sur un temps de 0,5 seconde (incrément 0,001 sec.) et observer les courbes i , C_m et ω_m du moteur.

Sur ces courbes qui sont fonction du temps t : $i(t)$, $C_m(t)$ et $\omega_m(t)$ nous pouvons observer 2 phases distinctes : la phase de régime transitoire (démarrage) et la phase de régime permanent (vitesse constante).

4 – En combien de temps le moteur démarre-t-il ?

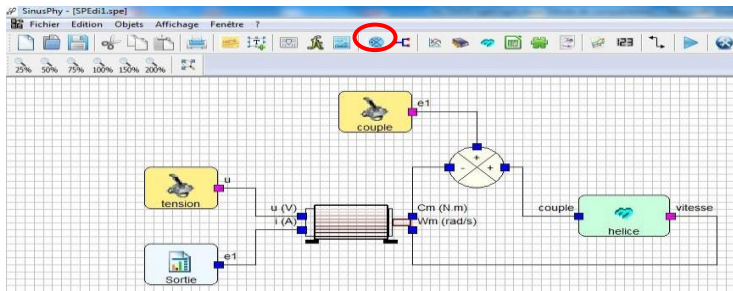
5 – Relancer la simulation et observer la variation de l'intensité i : relever l'intensité maximum que l'on a au début du démarrage : cette valeur est appelée « intensité de démarrage ».

6 – Relever les valeurs de i , C_m et ω_m en régime permanent (en fin de simulation : à $t = 0,5$ sec). Que pouvez-vous dire des valeurs de i et de C_m ? A votre avis pourquoi à t 'on ces valeurs particulières ?

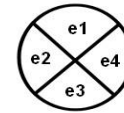
III - INFLUENCE D'UNE CHARGE

Nous allons simuler un couple résistant variable sur l'arbre moteur (un peu comme si on essayait d'arrêter le moteur en mettant sa main dessus) afin d'étudier le comportement du moteur en charge.

Créer un couple résistant en mettant un « sommateur » et un 2^e curseur que vous nommerez « couple », modifier votre schéma de façon à obtenir la figure ci-dessous, ouvrez les « propriétés » du « sommateur » et modifier les signes des entrées de façon à obtenir la configuration suivante :



Repères des entrées du sommateur :



Equation : $e_1 + e_4 - e_2 = 0$

Le couple résistant pourra varier de 0 à 1 N.m : configurer le curseur « couple » en mettant la valeur initiale à 0, la valeur minimale à 0, la valeur maximale à 1, l'incrément à 0,01, le nombre de pas à 100 et désactiver le mode élastique.

Ce couple est en quelque sorte « votre main empêchant l'arbre moteur de tourner » et permettra de faire varier un couple résistant de 0 N.m à 1 N.m.

Affichez les courbes des 3 caractéristiques du moteur : i , C_m et ω_m . Lancer la simulation sur 5 sec. à +12 V constant, l'incrément de temps sur 0,001 seconde

7 - Observez la variation des 3 caractéristiques.

Le couple électromagnétique (c'est à dire créé par le courant) d'un moteur à CC est donné par la relation : $C_e = K \cdot I$

Cette relation montre que le couple est proportionnel au courant i .

K est la constante de couple définie à la fabrication du moteur (nombre de conducteurs, surfaces des spires, nombre de paires de pôles, etc...). Positionnez le curseur de la souris sur le moteur et relever la constante de couple K (moteur de la bibliothèque par défaut), définissez son unité sachant que C_e est en N.m et I en A.

Entrée	Alias	Unité
e1	u	V
e2	i	A
e3	Cm	N.m
e4	Wm	rad/s

Paramètre	Valeur
J	2e-4
K	0,072
R	1,5
L	0,0035

Relation	Condition
$K = (C_m - C_{m0}) / I$	
$W_m = (K \cdot I - C_{m0}) / J$	

Schéma électrique équivalent de l'induit (rotor) en régime permanent :

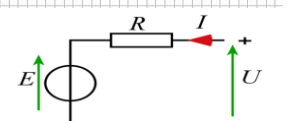
En appliquant la loi des mailles au circuit ci-contre, on retrouve la relation : $U = E + R \cdot I$

E : force électromotrice (f.e.m.) en Volts

R : résistance des enroulements en Ω

U : tension d'alimentation en Volts

I : courant dans l'induit en Ampère



Réglez la tension sur +12V et le couple résistant sur 0,2 N.m puis relancer une simulation sur un temps de 0,5 sec. Ne pas bouger les curseurs lors de la simulation.

8- Relevez les valeurs atteintes en fin de simulation de i , C_m et ω_m .

9 – Relevez la résistance R du moteur puis à l'aide des résultats de la simulation précédente, calculez la valeur de la f.e.m. E atteinte en fin de simulation (à $t = 0,5$ sec.).

Une autre relation permet de retrouver la valeur de la f.e.m. : $E = K \cdot \omega_m$

10 - Vérifiez le résultat de la question précédente à l'aide de cette relation.