# Guide MATLAB pour les débutants

# Table des matières

1. Introduction	2
2. Une nouvelle approche	2
3. Un exemple qui va bien	3
3.1. Le début	4
3.2. Il était des «Boites»	5
3.3. LA MECANIOUE	
3.4. Que la force soit avec toi	
3.5 La science friction	19
olor Lu belence medoni	

Ce document ne vous permettra pas de devenir des spécialistes de MATLAB mais de donner une méthode d'approche du logiciel pour les techniciens. En effet, il a été conçu par des mathématiciens pour des mathématiciens. En simplifiant, tout système peut-être représenté par une suite d'expression mathématique. Si cette approche a le mérite d'être universelle, elle est très éloignée des besoins des techniciens qui raisonnent en éléments et non en équation. De plus, les équations deviennent très vite complexes. Heureusement, MATLAB a su évoluer vers une approche plus technicienne des systèmes en fournissant des «boites» simulant les éléments les plus courants. Ce document sera une aide à cette approche par «boite» de MATLAB.

d'après

<u>Francis Barault</u> Professeur de génie électronique



### 1. Introduction.

La plus grosse difficulté lorsqu'on veut utiliser MATLAB, est que la plupart des didacticiels parte d'une approche mathématique des systèmes peu adapté aux besoins des techniciens.

Cependant, il existe une autre méthode. Grâce à SIMSCAPE, il est possible de modéliser à partir de «boite» toute prête, un système en ajustant les paramètres clés.

### 2. Une nouvelle approche.

Pour la bonne compréhension de ce didacticiel, il est nécessaire d'avoir MATLAB simultanément. Une fois le logiciel lancé, allez sur le module SIMULINK car le module principale MATLAB ne nous sera pas utile dans cette approche.

vent Ealder	THE AX	Command Window at all	A X Workmann		-
A Documents > MATLA8	· 0 0.	New to MATLAB? Watch this Video, see Damos, or read Getting Started.	× 🖻 🖬 🗟 🖏	Stack DP Sele	ct data to plot
Nerve ~ puisematishmal intercol.mol intercol.mol intercol.mol intercol.mol intercol.mol intercol.mol peleocl.mol		HATLAB deskrop keyboard shortouts, such as Ctrl+6, are nov oustomizable. In addition, many keyboard shortouts have obanged for improved consistency across the deskrop. To oustomize keyboard shortouts, use <u>ExcErnnong</u> . From there, you can also restore previous default settings by selecting "\$2009a Hindows Default Set" from the active settings drog-down list. For more information, see <u>Belp</u> . <u>Glick here</u> if you do not want to see this message again. /t >>	Kame -       Command Hate       Lommand Hate       - 24/00       - 4 - 24/00       - 4 - 29/08       - 4 - 29/08       - 4 - 29/08       - 4 - 29/08       - 4 - 29/08       - 4 - 29/08       - 4 - 29/08       - 4 - 29/08       - 4 - 29/08       - 4 - 29/08       - 4 - 29/08       - 4 - 29/08       - 4 - 29/08       - 5 - 09/09	Value V 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7	Min -1 C
bils	*				
Select a file to view details					

En bas à gauche :

START -> SIMULINK -> LIBRARY BROWSER

Soyez patient, la nouvelle fenêtre est longue à s'ouvrir. Commencer par vous familiariser avec les «boites» disponibles en regardant les différentes fonctions prêtes à l'emploi. Puis porter votre attention sur les «boites» de SIMSCAPE qui comporte l'essentiel de nos besoins en système multiphysique.



Vous pouvez aussi choisir directement par catégories :

START -> SIMULINK -> SIMSCAPE.

### 3. Un exemple qui va bien.

On dit toujours qu'il vaut mieux un schéma qu'une grande explication. Aussi, afin d'appliquer ce judicieux précepte, je vais prendre comme exemple un système multi physique simple, <u>le sécateur</u> <u>INFACO</u>, dont on souhaite évaluer la durée de fonctionnement avec les batteries.

Cette problématique a été choisie car elle fait intervenir plusieurs champs disciplinaires.

Voici une courte présentation de ce système qui nous servira de fil rouge pour cette étude. Le système est composé d'un groupe de batterie permettant l'alimentation en énergie électrique, d'un moteur sécurisé en effort de coupe ainsi qu'en température (les sécurités ne sont pas étudiées dans ce guide). Afin de réduire la vitesse du moteur et d'augmenter le couple, le système possède un réducteur (le type de réducteur n'a pas d'importance dans SIMULINK puisqu'il travaille avec un modèle générique n'incluant que le rapport de réduction mais il est possible de jouer sur le rendement en rajoutant une «boite» ce qui sera expliquer plus tard). Le système de coupe n'a pas besoin d'être modéliser en tant que tel car pour la simulation du temps de fonctionnement, seul l'effort de coupe est à prendre en compte.

**Rappel** : dans un moteur à courant continu, le courant est proportionnel au couple donc à l'énergie consommée.

De plus, l'absence de modélisation du système de coupe est imposée car il n'existe pas de module tout prêt dans SIMSCAPE pour représenter un système de coupe à ciseau.

### 3.1. Le début.

Il est temps de modéliser avec SIMSCAPE. Pour pouvoir quitter l'environnement de MATLAB faire :

### FILE -> New Model.

Sie Edit Debug Pavallel Desiton	Wodow Help			
Naw +	Series (	Hall software Manager Manager - 🖓		
Open., Ctrl+O	Function			
Close Command Window Ctrl+W	Class	and Window	Workspace	
here a Data	Figure	w to MATLAB? Watch this <u>Video</u> , see <u>Dermon</u> , or read <u>Gatting Started</u> .	t 📷 📷 🐏 🐜 Stack: 🕼 Seler	t data to plot
Save Windomana An Chris	Variable		Name + Value	Min M
an numper set. Cores	Model	ATLAB desktop keyboard shortouts, such as Ctrl+S, are now oustomizable.		
Set Path Preferences	GUI Deployment Project	h addition, many keyboard shortouts have ohanged for improved consistency cross the desktop.		
Page Satup Print Ctrl+P Print Selection		To ousconize keyboard shortours, use <u>Ereferences</u> . From there, you can also restore periods default settings by selecting "StoOS Mindows Default Set" from the active settings drop-down list. For more information, see <u>Ehip</u> .		
1 C\+sources\force.ssc		Click here if you do not want to see this message again.		
Eeit MATLA8 Ctrl+Q		h >>		
			x (	
			Command History	
			22/07/11 00:33	
			18/03/12 13:45	
			-5 23/03/12 21:565	
			29/03/12 28/26	
			09/04/12 12/61	
etails	~			
22/01/218707	242			
Select a file to view d	etails			
Start Ready				01

Normalement une fenêtre nommée «untitled» s'ouvre ce qui va nous permettre de créer notre modèle à partir des «boites» de SIMSCAPE.



Afin d'obtenir un espace de travail agréable, redimensionner la fenêtre du «LIBRARY BROWSER» pour occuper la moitié gauche de votre écran, puis faire de même pour la fenêtre de simulation sur la partie droite de votre écran (écran FULL HD recommandé).

#### Remarque : MATLAB, LIBRARY BROWSER et UNTITLED sont des fenêtres indépendantes.

La partie orientée électrique étant le début du schéma, elle sera traitée en premier.

#### 3.2. Il était des «Boites».

Dans ce guide, le parti pris est de réaliser le modèle du sécateur sans aucune équation mathématique.

La première «boite» que nous allons utiliser est «BATTERY».

Normalement vous avez toujours la fenêtre de sélection de SIMSCAPE qui est ouverte sur la gauche de votre écran. Pour ceux qui l'auraient malencontreusement fermée, voici la marche à suivre :

Activer la fenêtre MATLAB puis coin inférieur gauche :

START -> SIMULINK -> LBRAIRY BROWSER.

À partir de là pour tous (cliquer sur la petite boite « + » pour dérouler les possibilités) :

SIMSCAPE -> SIMELECTRONICS -> SOURCES.



Il est important de faire l'effort de naviguer dans le «LIBRARY BROWSER» avant de faire un modèle, pour mémoriser les différentes fonctions disponibles afin de découper le système réel en une suite de «boite».

Faire un glisser / déposer du symbole «BATTERY» sur la fenêtre de simulation qui s'appelle normalement «untitled» et le placer sur le bord gauche.



Maintenant, il nous faut un moteur.

**Remarque** : comme l'électronique ne fait qu'assurer la sécurité du moteur en cas de blocage ou un effort de coupe trop important, il sera convenu que sa consommation est négligeable en fonctionnement normale et ne sera pas représentée.

Comme pour la boite précédente, il suffit de chercher «DC MOTOR» dans SIMSCAPE. Voici la marche à suivre :

SIMSCAPE -> SIMELECTRONICS -> ACTUATOR AND DRIVERS -> ROTATIONAL ACTUATOR -> DC MOTOR.

Faire un glisser / déposer de «DC MOTOR» dans la fenêtre de simulation et le placer le moteur juste à droite de la batterie.



Pour mettre les fils, prendre la souris, puis cliquer et maintenir le bouton de la souris appuyé sur le point départ de votre fil, déplacer votre souris jusqu'au point d'arriver. Si votre curseur devient une croix double c'est qui vous êtes arrivé au bon endroit et vous pouvez relâcher le bouton de la souris. Dans le cas contraire, tenter votre chance à un autre endroit. Il faut mettre un fil du + (plus) en haut du générateur au moteur ainsi que du – (moins) en bas du générateur au moteur.



Pour un schéma électrique, il nous manque le point de référence (la masse si vous préférez, ce qui sera aussi vrai pour la partie mécanique et elle sera indépendante).

SIMSCAPE -> FONDATION LIBRARY -> ELECTRICAL -> ELECTRICAL ELEMENTS

Choisir ELECTRICAL REFERENCE puis faire un glisser déposer sur la fenêtre simulation sur le – (moins) du générateur puis mettre un fil.



Pour que MATLAB fasse les calculs, il faut mettre un module spécial appelé «SOLVER» :

SIMSCAPE -> UTILITIES -> SOLVER CONFIGURATION.

Placer «SOLVER» en haut à gauche de la fenêtre de simulation puis relié par un fil au + (plus) du générateur.



Pour la partie électrique, il ne reste plus qu'à rentrer les grandeurs en double cliquant sur les «boites».

**Remarque** : Les valeurs non indiquées restent sur les valeurs par défaut. Pour la batterie : (valeurs indiquées dans le dossier technique du sécateur)

•	NOMINAL VOLTAGE = 48V	Tension à vide
•	BATTERY = FINITE	Batterie réelle

- AMPERE HOUR RATING = 8 Ah Capacité de la batterie
- INITIAL CHARGE = 8 Ah Valeur de la charge au début de la simulation
- VOLTAGE V1 = 45V

CHARGE AH1 = 0.1A

Courant de recharge.

Tension au courant nominal

•

mulink Library Browser	the second se		💷 🗵 🙀 unstled *				
Édit View Help			File Edit View Simulation Fo	nmat Tools He	lp.		
Call a Enter search term	- 46 19		0 0 0 0 0 0 0 0 0	2000	2 + = 10.0 Normal	- 男田同参西 第四条	
	These Present Material County Provide County	L But Con the United Street					
Surra Lasis Tasibay	Certery: Similar College Searce Results (Norie)	most Prequencia Uses Backs	T				
Image Acquisties Teebex	1 Connector Port of 5 50 PS-Sinu	int Strop Simulat-PS					
Instrument Control Toolbax	Converse	Converter					
Hodel Predictive Control Tor	wash Solver						
Neural Network Taalbax	Configuration 10 Connect	on					
RF Blockset		Block Parameters: Generic Battery					
Real-Time Workshop		Consulta Daltanas					
Report Generator		Generic Babary					
Rebust Control Teelber		This block models a generic batte	ery. If you select Infinite for the Battery charge cap	acity parameter, t	the block		
Signal Processing Blockset		models the battery as a series re	esistor and a constant voltage source. If you select	Finite for the Batt	tery the second		
SirEvents		source defined by:	not models the battery do a service residuit plus a	our Pa depender	r totalia		
SinPowerSystems							
Sinscape		V = V_nominal*(1 - alpha*(1-x))	((1-bets*(1-x)))				
- Houndaties Library							
Electrical Electrical		where x = (Ampere-Hours remail	ining]/(Rated Ampere-Hours). Coefficients alpha a	id beta are calcul	ated to		
- Electrical Sessors		sensity a user-bernied data point	(Ant, et ) and zero vokage for zero charge.				
-Electrical Sources		Parameters					
8-Hydraulic			Test .	1			
E-Hagnetic		nominal vokage, v_nominal:	-18	×			
R-Hechanical		Internal resistance, R1:	2	Ohm	-		
E-Physical Signals							
E-Pheuniatic		Battery charge capacity:	Finite				
- SinDriveire		Ampere-Hour rating AH	8	hr#A			
SinElectronics							
B-Actuators & Drivers		Initial charge:	8	hr*A			
-Orivers		Voltage V1 < V, pominal when					
-Retational Actuator		charge is AH1:	45	v			
- Translational Actual =		Charge AH1 when no-load volts					
E-Addonarconporents		are V1:	0,1	hr"A			
- Passive Devices		Salf-discharge parietages P3	Omit				
- Semiconductor Devices		See doone ge festedhoe, fiz:	[Sum				
-Sersors							
Saurces			OK Cancel	Help	Apply		
BinHydraulics		U					
M Sintlechanics							
Simulat 30 Adjustice							
Sinulink Control Design							
Simulink Design Optimization							
Simulink Extras			1				
Similark Verification and Va							
Statefiew							
System identification Toolbo							
COMPANY AND DESCRIPTION OF A DESCRIPTION							

Pour le moteur : (valeurs indiquées dans le cahier des charges)

Choisir: BY RATED, POWER RATED SPEED AND NO LOAD SPEED

Puis :

- NO LOAD SPEED (vitesse à vide)= 7100 RPM
- RATED SPEED AT LOAD (Vitesse en charge) = 6900 RPM
- RATED LOAD (puissance mécanique) = 20 W
- RATED DC VOLTAGE (tension nominal) = 48 V.

🖬 Simulink Library Brossar	and the second se		🔟 🗵 📓 unsitied *			
File Edit View Help			File Edit View Simulation Fr	ormat Tools Help		
🗅 😅 🔹 Enter search term	- <b>44</b> tất		D 🗳 🖬 🚳 🕹 🗞 🖄 🖄	⊕ ⊕ ⊕   Ω Ω   ► = 10.0 Normal Normal	- 男性の参照 神聖回	۲
Arracies.	Library: Strengthen Search Results (2004)	Host Free with Used Blacks				
Korzy Legio Teolex Image Acquisite Teolex Image Acquisite Teolex Image Acquisite Teolex Model Precisive Control Teolex Model Precisive Control Teolex Restal Network Teolex Restal Network Teolex Restal Network Teolex	Tornedon Port GES PS Gran	dine SimulatePS Convester				
RestTime Workshop Enbec		Block Parameters DC Motor				
- Report Generator		DC Motor				
Relast Control Tealson Relast Control Tealson Signal Processing Bookset Signal Processing Bookset Signal Receips Signal R		UL NOOT This block represents the electrical The block assumes that no electron same numerical value when in S1 u speed and stall torque, if no inform small non-zero value. When a positive current flows from norts. Micro braze direction can be	and longue characteristics of a DC motor: legistic energy is lost, and hence the back-emf are its. More parameters can achier be specified driv attoin is workable on armature inductance, this para the electrical + to - ports, a positive targue acts - descende the directment the sing of the inducement or	nd torque constants have the activ, or darived from no-boat anmeter can be set to some from the mechanical C to R.		
-Electrical Sources		pores moun unque unection can de	consiger by altering one sign of the backeting on	winque constants		
E-Hydraulio		Parameters				
E-Hechanical		Electrical Torque Mechanical	1			
E- Physical Signals						
R-Preunatio		Model parameterization:	By rated power, rated speed & no-load speed	*		
E-Themal		Armabura inductance:	1 20-5			
E- BinElectronics		Simulative instantice.				
B-Actuators & Drivers		No-load speed:	7100	rpm 💌		
Orivers		Rated speed (at rated load):	6900			
- Retational Actuator		name speed (at rates receipt	(University of the second seco			
- IransiaceralActua -		Rated load (mechanical power):	20 Unapplied change Rated speed (at rated load):	W •		
R-Integrated Circuits		Rated DC supply voltage:	48	v •		
Serics als city: Device Serics als city: Device Series Sarces Sarce			OK Conce	a Help Apply		
Rewing: Sinscope/Utilities			Rearby		100%	

Nous parlerons des appareils de mesures électriques plus tard.

### **3.3. LA MECANIQUE**

Si les «boites» génies électriques sont nombreuses, c'est moins vrai en mécaniques où les choix sont plus restreint ce qui veut dire qu'il va falloir faire des compromis parfois difficile.

Pour le réducteur, c'est simple car il existe une «boite» pour tout faire :

SIMSCAPE -> FONDATION LIBRARY -> MECANICAL -> MECHANISM -> GEAR BOX.

Faire un glisser / déposer dans la fenêtre de simulation. Relier la sortie du moteur (R) à l'entrée du réducteur (S).



Double cliquer sur le symbole pour rentrer le rapport de réduction : 72. (Trouver dans la documentation technique du sécateur)

	🙀 Simulink Library Browser		writted *		
Construction C	File Edik View Help		File Edit View Simulation Format Tools Help		
there is a set of the set of	🗅 🧭 » Enter search term 🔹 🚧 🎬		D & B & & & & & & & & & & & & & & & & &	10.0 Normal 🖃 🐺 🖽 🗊 🕸 🖽 🚺	🖡 🗒 📾 🋞
The Second Se	Libraries Library: Sinscape/Foundation Library/Flechanic	al/Mechaniama Search Results: (nene) Most Frequent (			1. S.
Bioscale Control Bonnes Contro Bonnes Control Bonnes Control Bonnes Control Bonnes	Proze Jusci Lego Tentere Proposodi Tentere Proposodi Tentere Proposodi Tentere Proposodi Tentere Proposodi Tentere Proposodi Moder Prozecto Constitute Programme Vocasale Programme Vocasale Pr	Love D Wheel and Ade			
	Brandes Control Constant Const	Ges bax Ges bax The block represents an ideal, non-plenatar by its only permeter, Gee relax, which can machanical relational conserving period account ger ratio is determined as the ratio of the I The block generates terrage in positive value. Were source for Geer Bos Paremeters Gear ratio: 72	y, fased gear ratio gear box. The gear box is characterized be positive or negative. Connections 5 and 0 are calculative that boars what, respectively. The nput shaft engular velocity to that of the output shaft. Itom if a positive torque is applied to the input shaft and the OK Cancel Help Apply	Case Date	

Comme pour la partie électrique il nous faut un point de référence (Châssis, bâti...) :

SIMSCAPE -> FONDATION LIBRARY -> MECHANICAL -> ROTATIONAL ELEMENTS -> MECHANICAL

#### ROTATION ELEMENT.

En mécanique, il faut préciser le type de référence en fonction du mouvement, une rotation dans notre cas. Placer un fil entre le symbole et le moteur.



Pour terminer notre modèle, il va falloir simuler l'effort de coupe. Après de nombreuse recherche, il ne semble pas avoir de solution simple pour modéliser le système de coupe (les ciseaux). Une des solutions, est de transmettre l'effort de coupe sur l'arbre en rotation.

Mais dans ce cas, se pose le problème suivant : l'effort de coupe entraîne en rotation l'arbre puisque le système est réversible. Bref, il faut une autre solution.

Dans les exemples fournis avec MATLAB, il propose d'abord de mettre un module de type WHEEL AXLE :

SIMSCAPE -> FONDATION LIBRARY -> MECHANICAL -> MECANISMS -> WHEEL AXLE.

Relier la sortie du réducteur (GEAR) noté O à l'entrée de WHEEL AXLE noté A.



Double cliquer sur la boite WHEEL AXLE et rentrer la valeur suivante : 3e-3/ (2\*pi). Cette valeur correspond au diamètre d'un système pignon / crémaillère.

🙀 Simulink Library Browser		2 W 2	📓 unsided *	and the second se	
File Edik View Help			File Edit View Simulation Format Tools Help		
🗅 🧭 » Enter search term 🔹 🖡	4 mil		000000000000000000000000000000000000000	# 10.0 Normal 💌 🖼 8	- 19 40 🚝 🙀 🖼 📾 🛞
Converse  Converse	a Long ecopen7ran Salon L Brany Niccharnal Vechark Rear Box: <sup>ma</sup> ge⊷ Lever	Beach Results (seek) Mest Frequent () Wheel and Ade	anism as an ideal convertor between mechanical rotational an sm has two connections; port A correspond to the ede and is		
Ecolution Conversion Econtral Searces Econtral Searces Econtral Searces Hermania		a michanical rotational conserving port; port li transistional oncentring port. The block can be used in simulation of rack-pri block positive directions are from a to the rafe rotation causes the wheel perfects to move in orientation" parameter satting. Parameters Wheel rodus: 3e-3/ (2*) Machanism orientation: Drives in p	corresponds to the wheel perphery and is a michanical eens, steering wheels, hoisting devices, windlesses, etc. The rence paint and from reference point to F. The ask positive positive or negative direction, depending on the "Mechanism With the direct of the steer of the steer of the steer of the steer Without ratiosal OK Carcell Help Apply	Gas Box	Wheel and Avia
Bindectransis Bindectransis Chieres -Offices -Office -Offices -Office -Offic					
Showing: Sinscape/Foundation Library/Nechanical/Me	chanisins		Reachy	100%	pde45

### 3.4. Que la force soit avec toi.

Ceci étant fait, il est possible de charger le système à 1000N en utilisant une source idéale de force :

 Image: Second construction
 Image: Second construction
 Image: Second construction
 Image: Second construction

 Image: Second construction
 Image: Second construction
 Image: Second construction
 Image: Second construction
 Image: Second construction

 Image: Second construction
 Image: Second construction
 Image: Second construction
 Image: Second construction
 Image: Second construction
 Image: Second construction

 Image: Second construction
 Image: Second construction
 Image: Second construction
 Image: Second construction
 Image: Second construction
 Image: Second construction
 Image: Second construction
 Image: Second construction
 Image: Second construction
 Image: Second construction
 Image: Second construction
 Image: Second construction
 Image: Second construction
 Image: Second construction
 Image: Second construction
 Image: Second construction
 Image: Second construction
 Image: Second construction
 Image: Second construction
 Image: Second construction
 Image: Second construction
 Image: Second construction
 Image: Second construction
 Image: Second construction
 Image: Second construction
 Image: Second construction
 Image: Second construction
 Image: Second construction
 Image: Second construction
 Image: Second construction
 Image: Second construction
 Image: Second construction

SIMSCAPE -> FUNDATION LIBRARY -> MECHANICAL SOURCE -> IDEAL FORCE SOURCE.

Relier la sortie de cette boite noté R à la broche P de «WHEEL AXLE».

Cette force à besoin d'un point d'appui donc d'une référence à mettre sur l'entrée à droite du symbole noté C :

SIMSCAPE -> FUNDATION LIBRARY -> MECHANICAL -> TRANSLATION ELEMENT -> MECHANICAL TRANSLATION REFERENCE.

D



Le module WHEEL AXLE (pignon / crémaillère) sert à transformer le mouvement de rotation en translation car pour MATLAB, ce module est non réversible. Cela permet d'appliquer la force sans risque d'inversion du mécanisme, d'où le référence en translation. Cette solution est donnée dans les exemples de MATLAB.

Il reste à régler cette valeur sur -1000. Il faut donc un générateur de force :

SIMULINK -> SOURCES -> STEP.



N'essayez pas de relier le générateur à la «boite» précédente car pour SIMULINK, ce générateur n'est pas mécanique mais mathématique. Il faut donc convertir cette grandeur :

SIMSCAPE -> UTILITIES -> SIMULINK-PS Converter.



Placer cet élément entre le générateur «STEP» et la « boite » «IDEAL FORCE SOURCE» puis relier la

matlab.odt

sortie de la «boite» «STEP» à l'entrée de la boite «SIMULINK-PS Converter» puis la sortie de «SIMULINK-PS Converter» vers la «boite» «IDEAL FORCE SOURCE» sur son entrée à gauche du symbole noté S.

Maintenant, il faut régler cette valeur de force. Double cliquer sur le générateur «STEP» puis entrez la valeur -1000 dans la case FINAL VALUE ce qui simulera un effort de coupe de 1000 N. (N'oubliez le signe – (moins) qui signifie que c'est une force résistante!)



### 3.5. La science friction

Les «puristes» auront notés que le rendement du réducteur n'est pas réglable (il est considéré égal à 1) ce qui ne représente pas la réalité. Les concepteurs de SIMULINK ont introduit à cet effet un module de friction qui va permettre de se rapprocher de la réalité :

SIMSCAPE -> FONDATION LIBRARY -> MECHANICAL -> ROTATIONAL ELEMENTS -> ROTATIONAL FRICTION.

Relier les R ensembles (moteur et friction) et les C ensembles (moteur et friction).



En plaçant cette boite sur la sortie de l'arbre moteur, vous pouvez simuler les frottements donc les pertes énergétique du au processus de transformation de mouvement. Voici les paramètres conseillés dans un exemple MATLAB que vous pouvez rentrer en double cliquant sur la boite «ROTATIONAL FRICTION » :

- Breakaway friction torque: 3.0e-2 N\*m
- Coulomb friction torque: 3.0e-2 N\*m
- Viscous friction coefficient: 0 N\*m/ (rad/s)
- Transition approximation coefficient: 10 s/rad
- Linear region velocity threshold: 0.1 rad/s.



#### Fermer la fenêtre.

#### La simulation

Avant de pouvoir simuler, il va falloir choisir le paramètre du simulateur. Dans la fenêtre «untitled» choisir :

SIMULATION -> CONFIGURATION PARAMETERS.

Régler «STOP TIME» sur 60000 (60 000 secondes).

Repérer le mot «Solver» et choisir dans la liste «ode15s». En testant les autres modes, j'ai pu constater que le temps de calcul devenait très grand. Cela a peut-être une influence sur la qualité de la simulation.

Fermer la fenêtre.



Pour voir les grandeurs de notre système, il nous manque les appareils de mesure. Je prendrais un exemple électrique et un exemple mécanique. Vu que le schéma commence par la chaîne d'information, nous allons placer un ampèremètre :

SIMSCAPE -> FONDATION LIBRARY -> ELECTRICAL -> ELECTRICAL SENSORS -> CURRENT SENSOR.

Placer l'élément dans la fenêtre de simulation. Problème : un ampèremètre s'utilise en série, donc il faut débrancher le fil + pour insérer l'appareil. Pour supprimer un fil, il suffit de cliquer dessus puis d'utiliser la touche SUPPR.

**ATTENTION** : la sortie avec un triangle avec le i en rouge sert à faire le lien avec MATLAB, on ne peut donc pas la relier au circuit électrique.



Puisqu'on en parle, cette broche nécessite une «boite» spéciale «SCOPE» qui va nous permettre de voir les résultats des calculs de SIMULINK sous forme graphique (une courbe si vous préférez) :

SIMULINK -> SINKS -> SCOPE.

Placez cet élément dans la fenêtre de simulation puis raccorder la «boite» «SCOPE» à la broche triangle de l'ampèremètre.



SIMULINK ne comprend pas les signaux électriques, il faut un convertisseur » :

#### SIMULINK -> SIMSCAPE -> UTILITIES -> PS-SIMULINK Converter.



Double cliquer sur PS-SIMULINK Converter puis choisir A comme unité (Output signal unit : Ampère). Maintenant, vous pouvez relier l'entrée PS S à l'ampèremètre et la sortie de PS S à

matlab.odt

l'entrée de SCOPE.



Pour la visualisation de la grandeur mécanique, le principe est le même. Nous allons placer un tachymètre sur l'arbre moteur :

SIMSCAPE -> MECHANICAL -> MECHANICAL SENSOR -> IDEAL ROTATION MOTION SENSOR.

Une fois placée dans le schéma de simulation, relier C (en rouge) à droite de la «boite» au point de référence de rotation et R (en rouge) à gauche de la «boite» à la sortie noté R de l'arbre moteur.



Comme pour l'ampèremètre, il faut une «boite» de visualisation ainsi qu'un convertisseur :

SIMSCAPE -> UTILITIES -> PS-SIMULINK Converter.

Relier la sortie W (en rouge) du tachymètre sur l'entrée de PS S puis la sortie PS S sera reliée sur «SCOPE» :

SIMULINK -> SINKS -> SCOPE.



Double cliquer sur la «boite» puis choisir rd/s comme unité.



Double cliquer sur les deux «boites» «SCOPE» pour faire apparaître les fenêtres de courbes.



Sur les fenêtres de courbe, cliquer sur l'icône à côté de l'imprimante. Faire les réglages suivants: Onglet «general»:

- Number of axes: 1
- Time range: auto
- Ticks label: bottom axis only
- Sampling: decimation value:1



Onglet «data history»:

- Dévalider "Limit to data point to last"
- Valider "Save data to workspace"
- Format "Structure with time"

17



Enfin l'heure de la simulation est arrivée. Cliquer sur le petit triangle orienté vers la droite de la barre des menus à gauche de 60000 pour qu'apparaissent les courbes.



Comme elles sont mal cadrées, un simple clic sur la fonction « jumelle» devrait améliorer les choses.

matlab.odt



À l'aide de la courbe, on peut estimer le temps de fonctionnement à 45000 secondes, soit 12,5 heures. Le cahier des charges impose un temps de fonctionnement minimal de 8 heures. Il ne faut pas oublier que la simulation ne tiens pas compte du courant consommé au repos et de l'arrêt anticiper du système pour éviter une décharge profonde des batteries qui les rendrait inutilisables.