

ÉCOLE NORMALE SUPÉRIEURE DE RENNES

Outils numériques - Mécanique générales

Adrien Vigné

Étudiant 1^{ère} année Département Mécatronique

2 décembre 2018

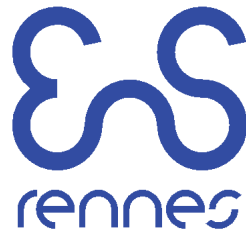


Table des matières

I	Construction d'un système mécanique	2
1	Création d'une pièce dans le monde de simulation	2
2	Positionner une pièce par rapport à une autre	3
3	Ajout d'un degré de liberté pouvant être actionné	4
4	Conclusion	5
II	Modélisation de systèmes mécaniques simples	5
1	Modélisation d'un système masse-ressort	5
2	Modélisation d'un pendule	6
3	Conclusion :	8
III	Modélisation du robot SCARA	8
1	Choix de modélisation et hypothèses	8
1.1	Modélisation simplifier	8
1.2	Hypothèses	8
2	Modèle SIMULINK	8
2.1	Commande en trapèze de vitesse	8
2.2	Choix des moteurs	8
3	Evolution du système	8
3.1	Optimisation de l'inertie	8
3.2	Monteur CC et asservissement	8

Introduction :

La mécanique est une partie importante de l'étude de la mécatronique. L'objectif de cette outils numérique de mécanique générale est de prendre en main un environnement de modélisation multi-physiques MATLAB/SIMULINK. Au travers de la bibliothèque SIMSCAPE qui permet la modélisation multi-physiques notamment la partie mécanique qui nous intéresse pour ce cours (module *Multibody*). Dans un première temps on cherche à créer un système mécanique puis à modéliser deux systèmes mécaniques simples. Pour finir on modélise un robot SCARA.

Première partie

Construction d'un système mécanique

Objectifs : Le but de cette première partie est de comprendre la réalisation d'une pièce et le rôle des blocs de base de la modélisation sous MATLAB/SIMULINK.

1 Création d'une pièce dans le monde de simulation

Une fois l'environnement de modélisation ouvert ("smnew") on se retrouve avec des blocs fixant les conditions des résolution (figure 1 / 2 / 3) et d'autres paramétrant les liens entre les solides (figure 4) ainsi que les blocs représentant les solides eux-mêmes (figure 5).

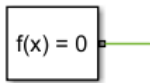


FIGURE 1 – Paramètres du solveur



FIGURE 2 – Référentiel de la modélisation



FIGURE 3 – Paramètres mécanique

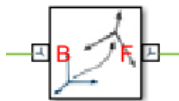


FIGURE 4 – Changement de base



FIGURE 5 – Représentation des solides

On peut définir les paramètres des solides dans la boîte à dialogue du bloc solid à l'aide de variables définie dans l'environnement MATLAB(L,W,H,rho) (figure 6)

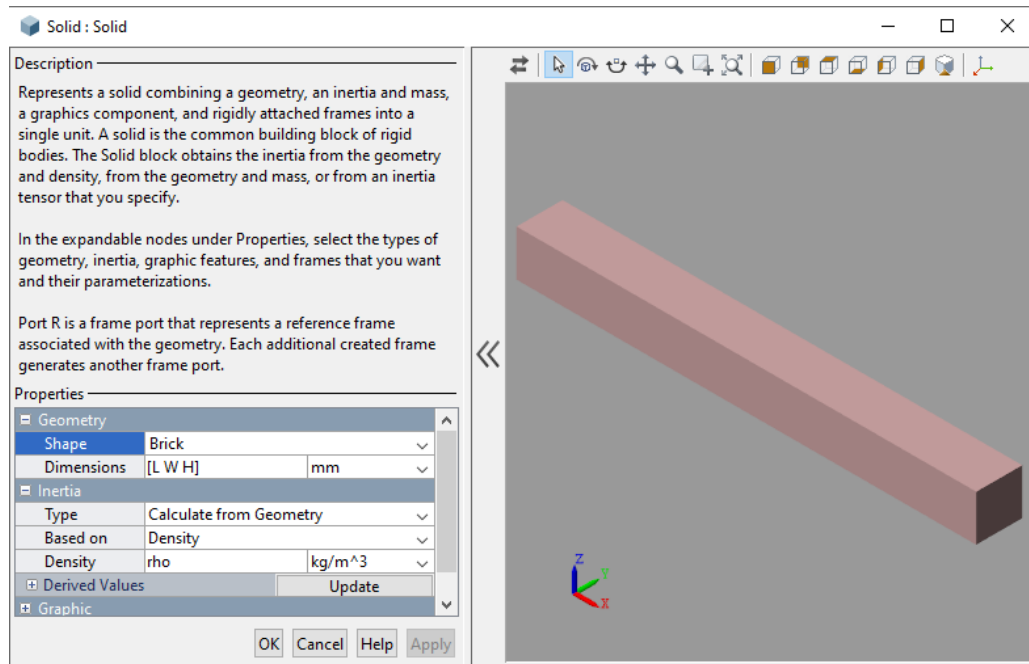


FIGURE 6 – Fenêtres de modification des solides

Dans cette partie on a donc créer un solide avec une géométrie simple et placer à l'aide de changement de base des repères d'un cote et de l'autre du solide. On peut maintenant utiliser cette ensemble comme une brique élémentaire pour le reste du TP en y appliquant un masque.

2 Positionner une pièce par rapport à une autre

En utilisant le bloc crée dans la partie précédente on cherche à former un parallélogramme. On place pour ceci des changement de base entre chaque pièce en définissant un angle nécessaire au parallélogramme dans chaque liaison (figure 7). On modifie 2 pièce sur 4 en changeant ces proportions et sa couleur afin de visualiser un parallélogramme (figure 8).

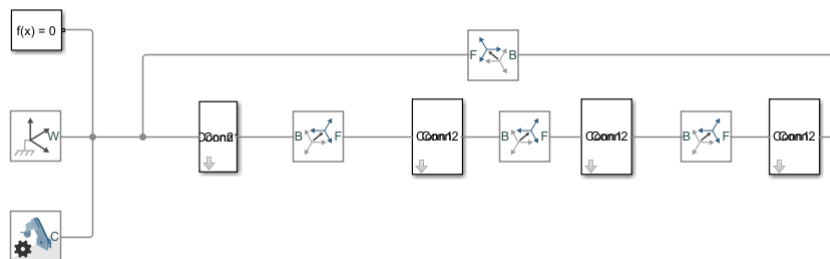


FIGURE 7 – Bloc élémentaire et changement de base sous simulink

Dans cette partie, on a former un assemblage de solide à l'aide des blocs que l'on a vu ou créer dans la première partie. L'assemblage de pièce étant maintenant fait on va chercher à actionner l'ensemble pour continuer dans l'optique de la découverte de la modélisation mécanique.

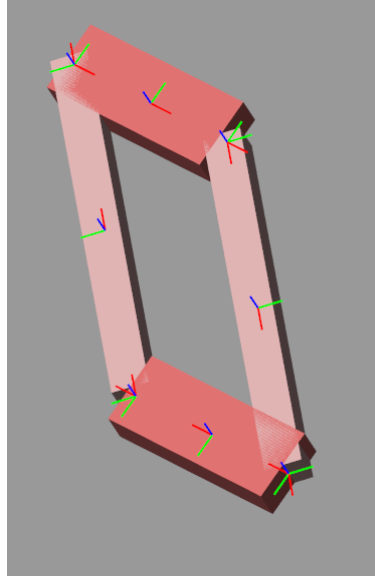


FIGURE 8 – Parallélogramme créé à partir des liaisons et blocs de la partie de la partie précédente

3 Ajout d'un degré de liberté pouvant être actionné

En mécanique on s'intéresse aussi au actionneur des ensembles de solides c'est que l'on va faire dans cette partie. pour cela on remplace les liaisons fixes par des liaisons actionnable définie dans la bibliothèque. On choisit des liaisons pivot et on définit la position initiale comme la position du parallélogramme précédente. On actionne une seul des liaisons avec un couple constant de $0.1N.m$

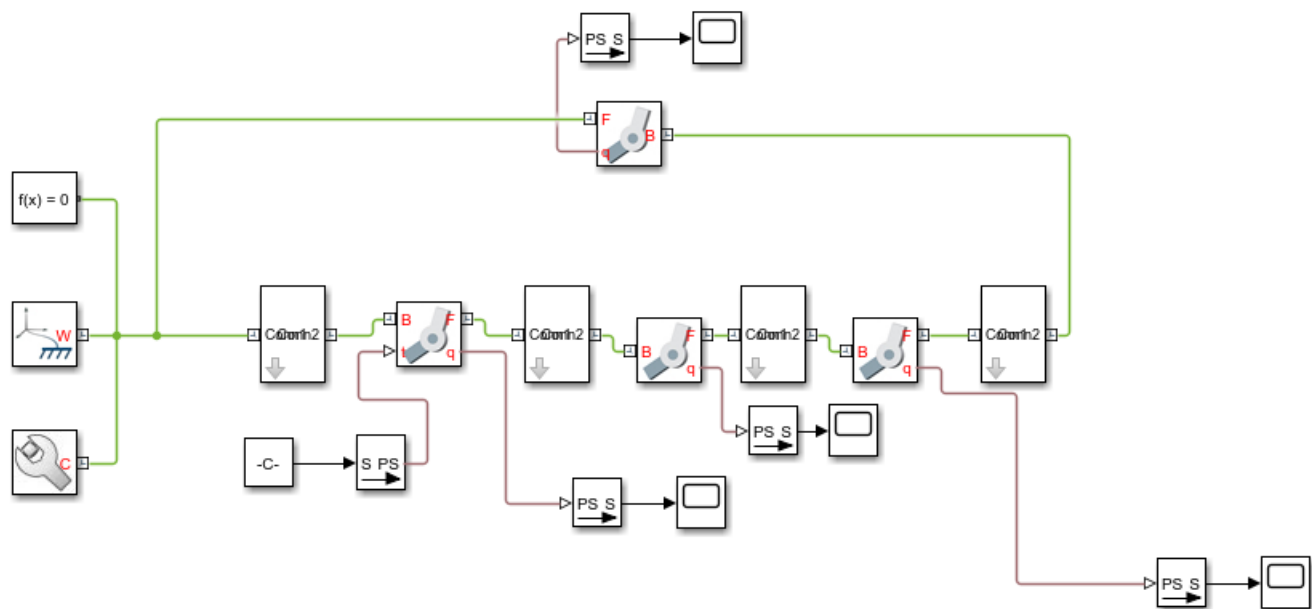


FIGURE 9 – Parallélogramme motorisé

Dans les liaison pivot on peut récupérer les informations de position ,vitesse et accélération ainsi que le couple.On peut actionner cette liaison avec un couple ou par une commande de position, il est aussi possible de définir des frottements interne à la liaison.

Par construction les solides parallèles 2 à 2 le restent pendant tout le déplacement.

4 Conclusion

Cette activité a permis de découvrir la modélisation ainsi que la création d'un ensemble simple et de l'actionner à l'aide de liaison prédéfinie. On peut donc facilement créer un solide paramétrer par un programme MATLAB et récupérer la position des éléments ou les efforts dans les liaisons pour un pré-dimensionnement simple par exemple.

Deuxième partie

Modélisation de systèmes mécaniques simples

Objectifs : L'objectif ici est de modéliser des systèmes mécaniques simples après avoir étudié la création d'un modèle simple on rajouter des éléments supplémentaire comme des ressorts et des frottements.

1 Modélisation d'un système masse-ressort

Objectifs : L'objectif de cette partie est de modéliser un système masse-ressort amortisseur et de vérifier si la mise en équation correspond à la solution temporelle tracé avec le logiciel.

Pour un système masse-ressort la mise en équation donne :

$$\ddot{x} + \frac{B}{m} \cdot \dot{x} + \frac{k}{m} \cdot x = \frac{k \cdot l_0}{m}$$

Dont la solution est :

$$x(t) = e^{-t/\tau} \cdot \left((x_0 - l_0) \cdot \cos\left(\frac{\sqrt{\Delta}}{2} \cdot t\right) + \frac{(x_0 - l_0)B}{\sqrt{\Delta}m} \cdot \sin\left(\frac{\sqrt{\Delta}}{2} \cdot t\right) \right) + l_0$$

Avec

$$\Delta = \left(\frac{B}{m}\right)^2 - \frac{4k}{m}$$

et

$$\tau = \frac{2m}{B}$$

x_0 la longueur initiale, l_0 la longueur à vide du ressort

On le modélise sous SIMULINK l'ensemble masse-ressort a l'aide d'un bloc ressort et amortisseur en parallèle avec une liaison glissière puis d'un masse ponctuelle car ici la géométrie du solide n'intervient pas dans la modélisation mis en équation (figure 10).

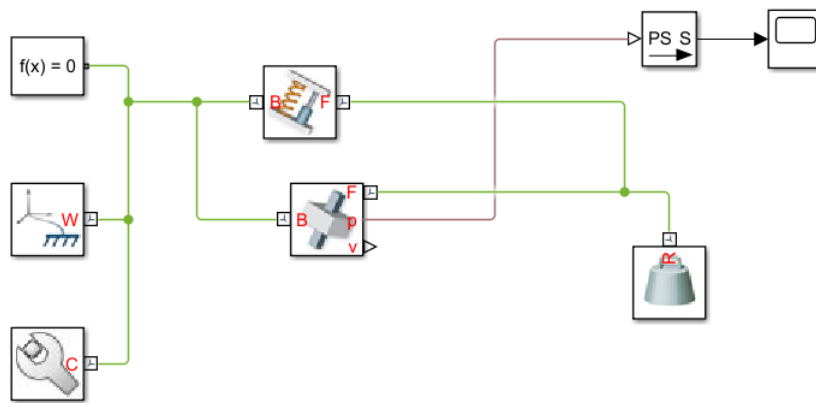


FIGURE 10 – Modèle du système masse-ressort amortisseur

On peut vérifier la solution de l'équation en regardant le tracé de la position en fonction du temps de la masse (figure 11).

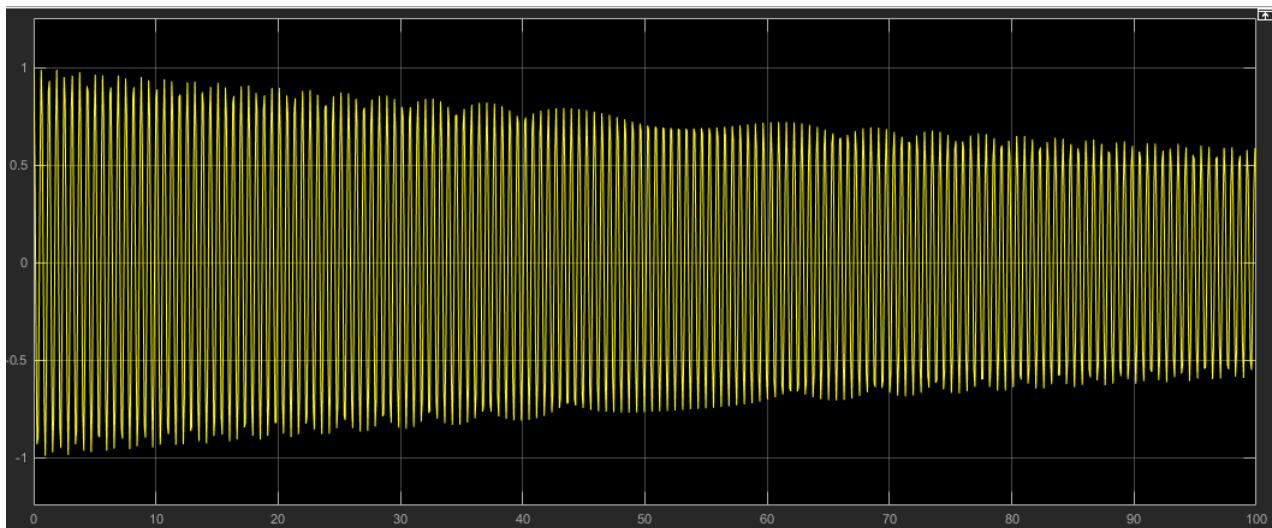


FIGURE 11 – Position de la masse en fonction du temps

On remarque bien l'atténuation des oscillations comme cela est décrit dans l'équation de la solution.

Conclusion : On a donc bien décrit un système masse-ressort conforme à l'équation théorique sous l'environnement de modélisation SIMULINK

2 Modélisation d'un pendule

Objectif : Dans cette partie on veut modéliser un pendule dans lequel la corde est rigide.

On trouve avec la mise en équation en considérant uniquement la gravité et la tension de la corde :

$$\ddot{\theta} + \frac{g}{l} \cdot \sin(\theta) = 0$$

En faisant l'approximation des petits angles. On obtient l'équation :

$$\ddot{\theta} + \frac{g}{l} \cdot \theta = 0$$

Avec l la longueur de la corde.

On peut modéliser ceci sous SIMULINK en utilisant un changement de base pour positionner le pendule, une liaison pour le degré de liberté du système et une masse ponctuelle car on ne tient pas compte des frottements (figure 12).

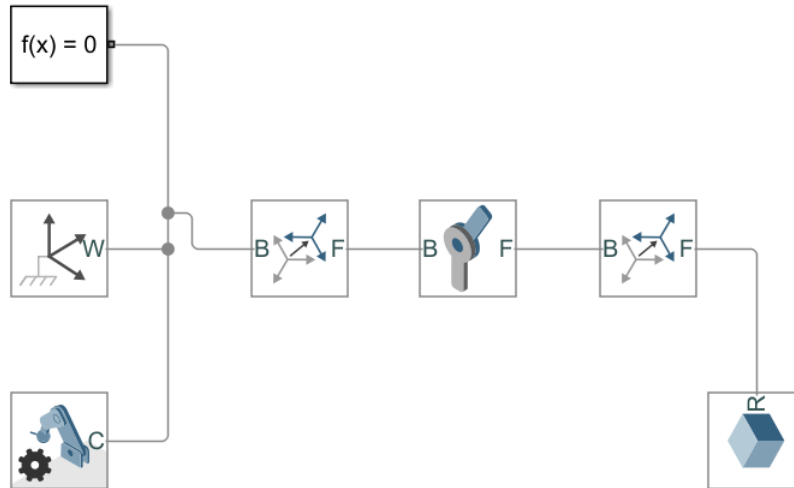


FIGURE 12 – Modèle du pendule

On peut observer si l'hypothèse des petits angles utilisée dans la mise en équation est valable en traçant la position du pendule en fonction du temps (figure 13) avec pour conditions initiales un angle de 10° .

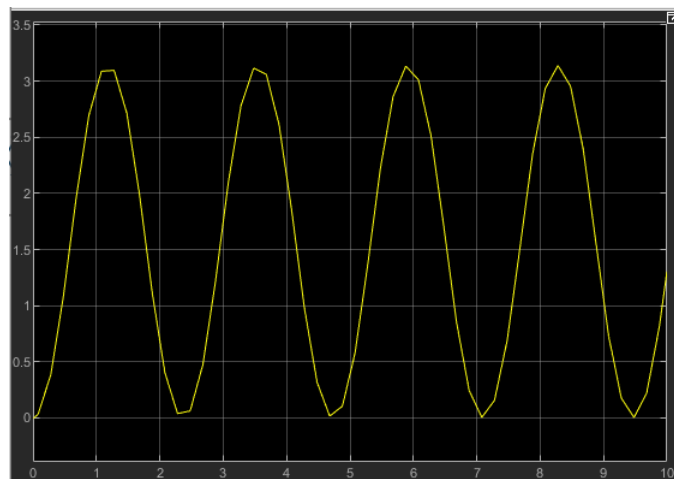


FIGURE 13 – Position du pendule en fonction du temps

On peut donc voir ici que l'hypothèse des petits angle est valable pour cette modélisation dans ces conditions car la tracé correspond bien à la solution dans cette approximation.

Conclusion : Dans cette partie on a pu modéliser un système pendule et vérifier si l'approximation faite dans la mise en équation était valable.

3 Conclusion :

On a pu modéliser des systèmes mécaniques plus complexe que dans la partie précédente en utilisant les modules disponibles dans la librairie et ceci à permit de vérifier la mise en équation et les hypothèses posés.

Troisième partie

Modélisation du robot SCARA

1 Choix de modélisation et hypothèses

1.1 Modélisation simplifier

1.2 Hypothèses

2 Modèle SIMULINK

2.1 Commande en trapèze de vitesse

2.2 Choix des moteurs

3 Evolution du système

3.1 Optimiation de l'inertie

3.2 Monteur CC et aservissement