

INTEGRATION D'APPROXIMATIONS DANS LES MODELES DE SYSTEMES

Pierre Logerais, Jean-François Omhover¹, Sylvain Girard²

¹ Laboratoire CPI, Arts et Métiers ParisTech

² Phimeca Engineering

Mots clés (5 maxi) : modélisation, simulation

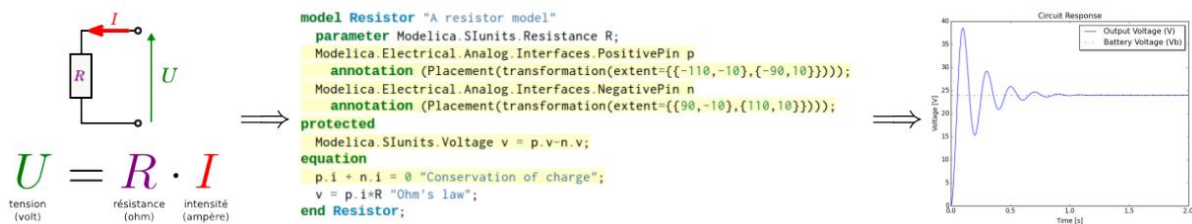
1 INTRODUCTION

Les designers et les ingénieurs doivent créer des liens avec d'autres métiers. Par exemple, pour concevoir des cabines d'avion, les ingénieurs s'appuient sur des mathématiciens pour leurs simulations.

Il n'existe que peu d'interfaces entre ingénieurs et mathématiciens. Les ingénieurs disposent de logiciels de modélisation système et les mathématiciens disposent de bibliothèques et de logiciels pour manier des approximations.

1.1 DEFINITIONS

- Modèle physique : Représentation de la réalité en utilisant des outils accessibles à l'homme
- Modèle informatique : Écriture d'un modèle physique sous forme d'un programme le rendant utilisable pour un ordinateur
- Simulation : Exécution d'un modèle informatique



- Approximation mathématique : Modèle donnant des résultats de simulation similaires à un autre modèle (exemple : moindre carrés)

1.2. PROBLEMATIQUE

Beaucoup d'industries utilisent des modèles de composants en interaction, comme dans le secteur de l'aviation, de l'automobile ou de l'énergie. Dans ce cadre, on a deux approches :

- L'approche « composants » où l'on s'intéresse à des composants en particulier et à ce qu'il font
- L'approche « système » où l'on s'intéresse aux interactions entre les composants plus qu'à ce que les composants eux-mêmes font.

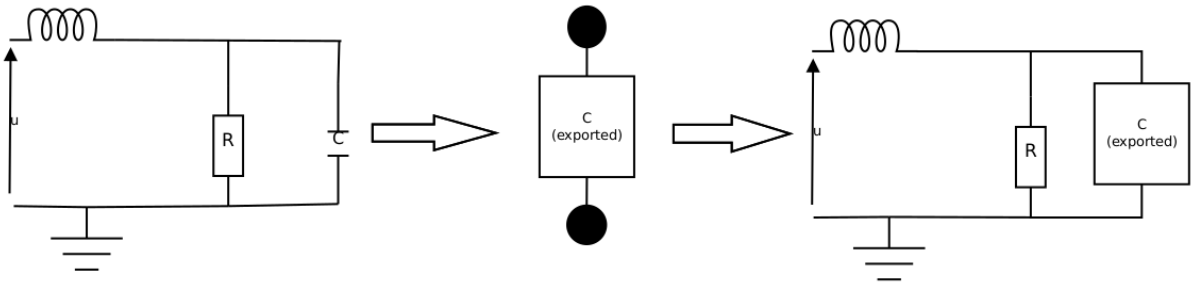
Dans le cas de systèmes complexes où certains composants sont « coûteux en temps de calcul », les ingénieurs font appel à des statisticiens.

Pour chaque mission, il faut créer de nouveaux outils, en suivant une procédure longue :

- Identifier le composant à simuler
- Séparer à la main du système principal, en créant un sous-système autonome
- Écrire un programme qui fait les simulations et les approximations et recrée le modèle approché du composant
- Réintégrer le modèle à la main.

L'objectif du projet est d'automatiser ce processus, et en particulier l'extraction d'un composant et son inclusion.

Pour automatiser l'extraction et l'inclusion de composants, on se place dans un cas test simple : celui d'un circuit RLC, où l'on extrait le condensateur puis on le réintègre dans le modèle. On traitera ensuite le cas où on intègre des approximations.



2 ETAT DE L'ART ET OBJECTIFS

Le langage de modélisation orienté objet Modelica est fait pour la modéliser des systèmes complexes, par exemple des systèmes comportant des composantes mécaniques ou thermiques. [1, 5] De nombreux logiciels utilisent Modelica : on compte OpenModelica, Dymola et beaucoup d'autres. [6]

La création d'approximations mathématique est la procédure suivante :

1. Construction d'un « plan d'expérience », à savoir un ensemble de valeurs pour lesquelles on teste le système que l'on veut approximer. On crée ainsi un ensemble de points à mesurer.
2. Récupération des résultats du plan d'expérience
3. Interpolation ou Approximation : création d'un modèle approximé à partir de ces résultats.

[3]

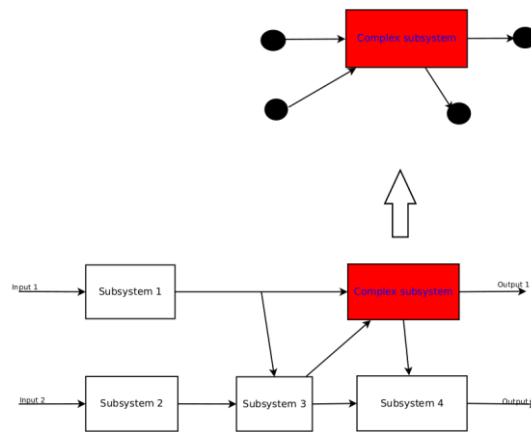
Nous utilisons une bibliothèque qui permet de réaliser des approximations et de quantifier leur impact : OpenTURNS. [7]

Après avoir exposé l'état de l'art correspondant à la problématique, vous pourrez préciser les objectifs visés par vos travaux de recherche conduits jusqu'à présent ou ceux à venir d'ici la soumission de l'article complet.

3 METHODE

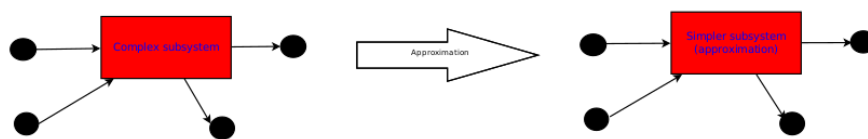
On propose la méthode suivante :

- 1 – isoler un sous système

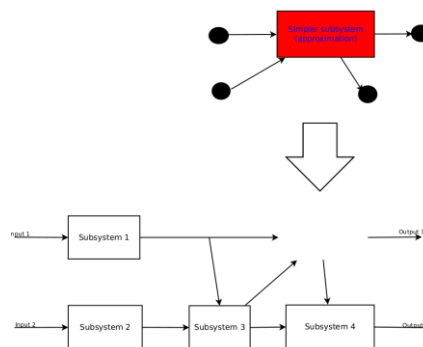


2 – Simulations sur le sous-système en questions

3 – création d'un modèle approché suivant les mêmes spécifications (entrées, sorties)



4 - Intégration du modèle approché dans le modèle complet.



Dans le cas du circuit RLC, on peut faire les opérations suivantes :

- Extraction du condensateur
- Intégration d'un condensateur extérieur dans le modèle

On généralise ensuite le processus d'extraction et d'intégration à d'autres cas tests, puis on s'intéressera par ailleurs à la création d'approximations.

Sur le cas test simplifié du circuit RLC, nous avons déjà réussi à isoler le condensateur. Le condensateur exporté est ensuite réintégré pour avoir un modèle de circuit RLC fonctionnant normalement, avec un composant externe.

Cette méthode va ensuite être généralisée sur des cas tests industriels.

4 CONCLUSION ET PERSPECTIVES

À court terme, ce projet permettra de faciliter les projets où des approximations sont utilisés.

À moyen et long terme, cela permettra de généraliser l'utilisation d'approximations. Beaucoup d'entreprises n'utilisent pas cette approche car :

- Elle est lourde à mettre en place
- Elle est assez mal comprise
- Ses bénéfices sont mal compris

Ce projet permettra de démocratiser les méthodes d'approximation et de l'implémenter dans

des entreprises qui en ont besoin mais qui ne les utilisent pas.

REFERENCES

- [1] Open Source Modelica C ONSORTIUM : Modelica language specifications. Modelica Association, 2012.
- [2] Open Source Modelica C ONSORTIUM : Modelica User's guide. Modelica Association, 2016.
- [3] Chen et AL . : A review on design, modeling and applications of computer experiments. IIE Transactions, 38, 2006.
- [4] FMIdvelopment GROUP : Functional Mockup Interface for Model Exchange and Co-Simulation. FMI development group, 2014.
- [5] Vincent H ILAIRE : Introduction à OpenModelica. MultiAgent, 2013.
- [6] The modelica ASSOCIATION : Modelica tools.
- [7] O PEN TURNS- DOC : OpenTURNS Reference Guide. Airbus-EDF-IMACS-Phimeca, 2015.
- [8] Benjamin R ECHT et Ali R AHIMI : Uniform approximation of functions with random bases. Center for the mathematics of information, Berkeley, CA, 2008.
- [9] Michael M T ILLER : Modelica by Example. 2014.