

Titre :

Modélisation numérique, compilation, et résolution d'un circuit électrique

Ancrage au thème :

Ce projet de simulateur de circuit électrique s'inscrit dans le thème "Transition, transformation, conversion". Il aide les étudiants à faire la transition de la théorie à la pratique. En transformant un circuit physique en structure de données, il permet aux ingénieurs d'anticiper le comportement du circuit en convertissant leurs idées.

Motivation du choix de l'étude :

Ce projet permet de conserver un savoir-faire concernant l'étude des circuits électriques dans un monde où l'intelligence artificielle joue un rôle prépondérant dans les avancées scientifiques.

Partant d'un circuit électrique schématisé, créer un modèle simplifiant sa résolution permet de réduire les coûts et le temps de développement en ingénierie électronique.

Positionnements thématiques :

- Informatique Pratique :
 - Modélisation informatique
 - Simulation informatique
- Informatique Théorique :
 - Théorie des langages
 - Structures de données
- Électronique

et Mots-clés :

Modélisation, circuits électriques

Bibliographie commentée

La modélisation numérique des circuits électriques est une discipline essentielle dans le domaine de l'ingénierie électrique et électronique. Elle permet de simuler le comportement des circuits sans avoir besoin de les construire physiquement, ce qui réduit considérablement les coûts et le temps de développement. En utilisant des modèles mathématiques et des algorithmes de simulation, les ingénieurs peuvent analyser et optimiser les performances des circuits avant leur fabrication.

La modélisation numérique repose sur des équations différentielles qui décrivent les relations entre les tensions, les courants et les composants du circuit. Ces équations sont résolues numériquement à l'aide de logiciels spécialisés, tels que SPICE (Simulation Program with Integrated Circuit Emphasis), qui permettent de simuler le comportement des circuits. [1]

Cependant, SPICE présente certaines limitations, notamment en termes de flexibilité et d'automatisation. Les utilisateurs doivent créer manuellement des fichiers de description de circuits nommés *netlists* [1] et interpréter les résultats de simulation, ce qui peut être fastidieux et sujet à des erreurs.

Une piste intéressante pour surmonter ces limitations serait de développer des méthodes automatisées de modélisation et de simulation des circuits électriques. En utilisant des techniques de

modélisation par graphe et par compilateur syntaxique, il est possible de transformer automatiquement une représentation schématique d'un circuit en un modèle numérique simulable.

La première approche consiste à modéliser le circuit comme un graphe dont les arêtes correspondant aux mailles du circuit sont étiquetés par des chiffres représentant les dipôles, et les sommets correspondent aux nœuds du circuit. [2]

La représentation graphique des circuits permet une visualisation claire et intuitive des connexions et des composants. Cela facilite la manipulation et l'analyse des données, surtout pour les circuits complexes.

Une des techniques clés dans la modélisation par graphe est l'analyse des courants de boucles. Cette méthode, décrite en détail par Guillemain dans [2], permet d'obtenir systématiquement les équations nécessaires à la résolution du circuit.

Une implémentation efficace de cette technique est possible en utilisant un algorithme d'énumération de chemins sans cordes dans un graphe. [3]

Bien que la modélisation par graphe soit efficace pour les circuits de taille modérée, elle peut devenir complexe et difficile à gérer pour les très grands circuits.

[Partie de Romain]

Problématique retenue:

Comment, à partir d'une représentation schématique fournie par l'utilisateur, modéliser un circuit électrique quelconque et simuler son fonctionnement pour en extraire les informations nécessaires à sa résolution?

Objectifs du TIPE

- 1) Comprendre la théorie de l'analyse des circuits en tant que graphe pour décrire une méthode de résolution
- 2) Implémenter en C une bibliothèque de gestion de graphes et des algorithmes pour résoudre le circuit
- 3) Vérifier expérimentalement les résultats renvoyés par la simulation
- 4) Créer une interface utilisateur intuitive permettant de fournir une représentation schématique simple en entrée

Liste de références bibliographiques

[1]

Nom : Laurence W. Nagel

Titre : SPICE2: A Computer Program to Simulate Semiconductor Circuits

URL : <http://www2.eecs.berkeley.edu/Pubs/TechRpts/1975/ERL-m-520.pdf>

[2]

Nom : Guillemain, Ernst A.

Titre : Introductory circuit theory

URL : <https://archive.org/details/introductorycirc0000guil/>

[3]

Nom : Takeaki Uno, Hiroko Satoh

Titre : An Efficient Algorithm for Enumerating Chordless Cycles and Chordless Paths

URL : <https://arxiv.org/pdf/1404.7610>