

電気電子分野教育への OpenModelica の適用検討

西 剛伺^{1†}

¹ 足利大学工学部創生工学科

Feasibility study of OpenModelica for electrical and electronic engineering education

Koji NISHI^{*†}

^{*}Department of Innovative Engineering, Ashikaga University

Abstract

Electrical circuit is one of most important subjects of electrical and electronic engineering education in university. To understand its behavior and waveform, circuit simulation software is powerful tool. Thus, a feasibility study of electrical and electronic circuit education by utilizing OpenModelica as one of simulation software environments is conducted.

Keywords: Modelica, OpenModelica, Electrical and Electronic Engineering, Engineering Education

1. はじめに

大学電気電子分野では、電気回路は電磁気学と並ぶ最重要専門科目である。電気回路は長い歴史の中で数学的な取り扱いを行う回路理論として体系化されており、電気解析にとどまらず、磁気解析、熱解析、管路網解析等、さまざまなドメインに適用できるまでの汎用性を有している。また、近年では自動車の電動化をはじめとして、パワーエレクトロニクス分野の重要性が増してきており、電気回路で扱う受動素子（抵抗、インダクタンス、キャパシタンス）に加え、半導体素子も含むいわゆる電子回路の解析の重要性が増している。その中心となる MOS (Metal-Oxide-Semiconductor) トランジスタ等のスイッチング素子とそれを用いた電子回路の電氣的挙動を理解するには、支配方程式と実際の挙動の双方を結び付け、直感的に理解できる解析ソフトウェアによる教育環境が必要と考えられる。一方、大学の授業では、従来、手計算による解法が主体であり、学生が授業及びその復習、さらには課外活動や研究で利用できる環境の整備が急務と考えられる。電気回路、電子回路の解析では、古くから SPICE (Simulation Program with Integrated Circuit Emphasis) [1]が利用されており、さまざまなソフトウェアがリリースされている。SPICE では現実には即したモデルが多く流通しており、非常に強力なツールであるが、一般に流通するモデルはパラメータが多く複雑である。また、記法が独特であり、大学生を始めとする初学者が慣れるのにやや時間がかかる。そのため、①初学者にとってモデルの内部記述が理解しやすい、②簡単な方程式の記述で独自のモデルを構築できる、③回路理論を利用して電気解析だけではなく、磁気解析、熱解析及びそれらの組み合わせによるマルチドメイン解析を体験できる、環境として Modelica [2]を選定し、学生がいつでもどこでも使用できるソフトウェアとして、オープンソースソフトウェアである OpenModelica [3]を検討した。本稿では、まず Modelica と OpenModelica について概説し、OpenModelica の電子回路の授業への適用について検討する。

2. Modelica と OpenModelica

2.1. Modelica

Modelica は、複雑な物理系を効率的にモデル化するための、数式ベースのオブジェクト指向言語である。Modelica には有償、無償の様々なライブラリが存在するが、その中心的役割を果たすのがオープンソースの Modelica Standard Library (以下、MSL) [4]である。MSL には、電気 (Electrical)、磁気 (Magnetics)、熱 (Thermal) といった物理ドメインの基本的なコンポーネント群が収録されており、これらのドメインを跨ぐモデルを GUI (Graphical User Interface) を用いて効率良く構築できる。GUI の実行環境には、商用ソフトウェアの他、オープンソースのソフトウェアがいくつかある。OpenModelica はその一つであり、Windows 版もあり、導入が容易で手軽に評価を開始することが可能である。

[†] E-mail address of corresponding author: nishi.koji@v90.ashitech.ac.jp

2.2. OpenModelica

OpenModelica は、2007 年 12 月に設立された Open Source Modelica Consortium (OSMC) によって開発がサポートされており、バージョンアップ、機能拡張が継続的に行われている。OpenModelica には MSL を始めとするライブラリ群が同梱されているため、それらで表現可能な物理問題についてはコンポーネントを GUI 上で繋ぎ合わせるだけでモデルを作成可能である。

3. OpenModelica の電子回路の授業への適用

3.1. OpenModelica の導入

近年、大学ではコンピュータリテラシー科目での使用や課題提出等の目的で、入学時に 1 人 1 台のノートブック型パーソナルコンピュータの所有を推奨している。そのため、電源設備等を完備した教室を使用することで、パーソナルコンピュータを用いた授業が実施可能な状況にある。Windows 版の OpenModelica はインストーラ形式で提供されるため、コンピュータの使用にある程度慣れている学生であれば、インストーラのダウンロード、インストールまで容易に実施可能である。

3.2. OpenModelica によるモデル作成と結果の可視化

MSL の電気 (Electrical) には、受動素子を始め、ダイオードや理想スイッチ等の電気回路、電子回路を構成するのに必要となる基礎的なコンポーネントが同梱されている。そのため、ユーザはこれらのコンポーネントをマウス操作で配置し、接続するだけでモデルを作成できる。図 1 に半波整流回路のモデルと可視化結果を示す。この回路は単純であるが、交流を始めとする非定常波形の解析は、直感的にイメージしにくい学生もあり、現象の理解に役立っていると言える。理想スイッチを用いた H ブリッジ回路や 3 相インバータも比較的容易に作成できる (図 2)。

3.3. OpenModelica によるコンポーネントの自作

MSL のコンポーネントをそのまま利用する他、Modelica では、方程式を記述することで、自作のコンポーネントを作成可能である。教科書を読んで理解しているつもりでも、素子をコンポーネントとして自作しようとする自身と自身の理解度が十分でなかったことに気づかされることがある。そのため、アクティブラーニングの一環として、OpenModelica を活用することで、理解の抜け、勘違い等を自ら発見し、教科書に記述された数式モデルを正しく理解するきっかけとなると考えられる。

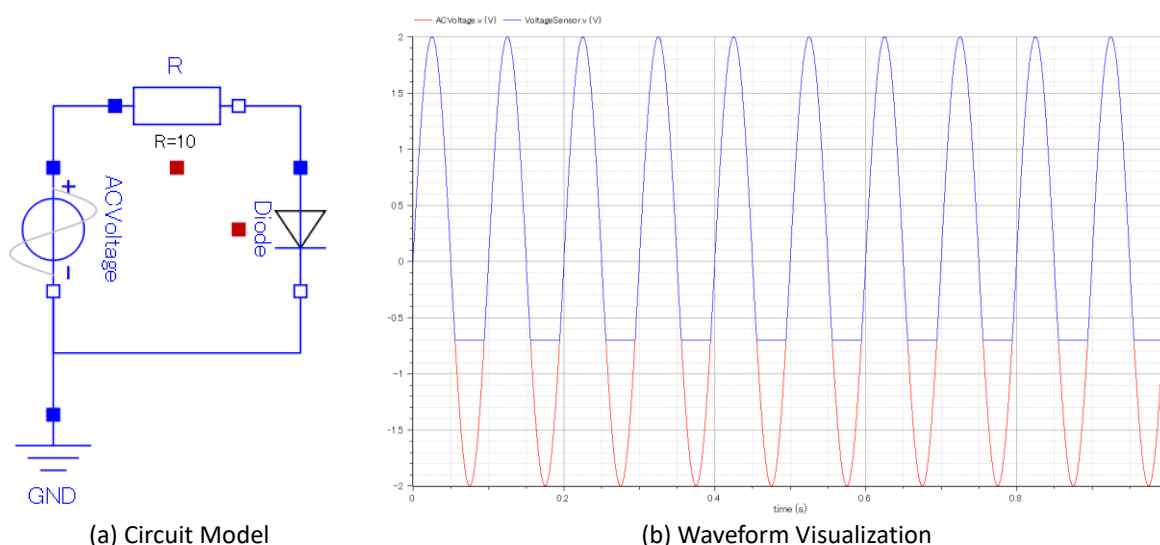


Fig. 1 Half-Wave Rectifier Circuit as a Simple Electronic Circuit Model Example

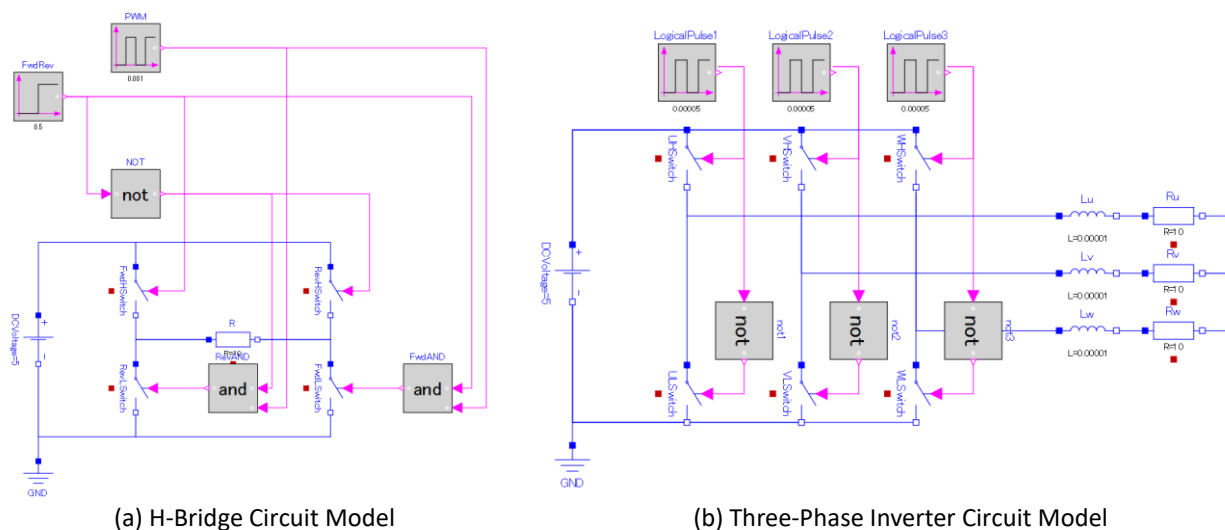


Fig. 2 Electronic Circuit Model with Ideal Switches

4. おわりに

本稿では、Modelica と OpenModelica について概説し、電子回路に関連する授業への適用について検討した。その結果、OpenModelica は①Windows 版が提供されており、導入が容易であること、②電気回路及び電子回路を構成するのに必要な基礎的なコンポーネントが MSL として同梱されており、回路モデルを簡単に作成できること、③自作のコンポーネントを作成することで教科書に記述された素子の数式モデルへの理解を深めることができることを確認した。OpenModelica については、一部授業に導入を始めており、学生からのフィードバックを元に、その効果的な活用法について検討していく予定である。

参考文献

- [1] The SPICE Page, <http://bwrcs.eecs.berkeley.edu/Classes/IcBook/SPICE/> (accessed 2018-11-20).
- [2] Modelica® - A Unified Object-Oriented Language for Systems Modeling Language Specification, Version 3.4, The Modelica Association, <https://www.modelica.org/documents/ModelicaSpec34.pdf> (accessed 2018-11-20).
- [3] OpenModelica, <https://www.openmodelica.org/> (accessed 2018-11-20).
- [4] Modelica Standard Library, The Modelica Association, <https://github.com/modelica/ModelicaStandardLibrary>, (accessed 2018-11-20).