

対話型アニメーション式パワーエレクトロニクス教育／学習ツール “iPES”

西田 保幸（日本大学），Uwe DROFENIK（ETHZ）， Johann W. KOLAR（ETHZ）

Interactive Animation Program for Power Electronics Education and Self-Learning

Y. Nishida (Nihon Univ.), U. Drofenik (ETHZ) and J. W. Kolar (ETHZ)

Unique web-based interactive animation software for teaching and self-learning Power Electronics is introduced. This “iPES” program has been written in Java and it demonstrates performance of several power converters in animation. The feature and current contents have been introduced below.

キーワード：教育／独習用プログラム，対話型，アニメーション，ウェブベース，シミュレーション
Keywords: education/self-learning software, interactive, animation, web-base, simulation

1. まえがき

パワーエレクトロニクス（PE）の教育／学習およびそれらへの IT 技術の応用についての関心が高まっており、調査[1]，ソフト・ハード教材の開発が行われている[2]-[3]。筆者らの内のスイス連邦工科大学チューリッヒ（ETHZ）の2名は約1年前にJavaで書かれた対話型アニメーション式というユニークで効果的なPE教育学習ツール“iPES”（Interactive Power Electronics Seminar）[4]-[5]を英語とドイツ語で開発・公開し、直後、日本語版（日大・西田が担当）を加えた。現在ではそのプログラムアイテム数は相当数となり、ハンゲル語版（J. Choi, Chungbuk, National Universityが担当）と中国語版（D. Xu, Zhejiang Universityが担当）が加えられると共に、幾つかの拡張版が追加されシリーズ化された。さらに、スペイン語版とタイ語版の準備も進んでいる。本稿では、このiPESの現在の様子を紹介する。

2. iPES シリーズの構成

図1にiPESシリーズが公開されているホームページ（HP）のトップページを示す。本HPには“iPES”（基礎PE用教育／学習ツール）の他に、“iPES-Field”（電界・磁界のイメージ化），“iPES+”（特定の変換器に関する対

話型アニメーションプログラム、紹介、設計協力ツール）、“JAVA 2 APPLETS”（シミュレーションツール）があり、さらなる追加・拡張が計画されている。また、その一方で、著者の一人（西田）らによる基礎電気回路コースの準備も進んでいる。

3. プログラム例の紹介

最初に紹介するのは図2（(a)：デフォルトの状態・英語版，(b)：機能を利用した状態・日本語版）に示したフーリエ解析プログラムである。左上にある周期パルス波形のフーリエ解析結果が右に表示されている。同波形は、上側スロープの角度，振幅，上下・左右の位置，幅をユーザがマウスで調整できる様にしてあり（同図(b)の方形波参照）、波形変更と同時にフーリエ解析結果も変更される。さらに、フーリエ解析図中の特定のスペクトラムを選択して、選択したスペクトラム（左図のリップルのある波形参照）のみにより再合成した波形も表示できる（波形図中の青色波形参照）。本プログラムは、周波数分析と常とするPE教育のみならず電気回路基礎科目での周波数分析／フーリエ解析に於いて有効なツールである。

Interactive Power Electronics Seminar (iPES)

The following Java applets are part of the Introductory Course on Power Electronics taught by Prof. Kolar at the ETH Zurich. The interactive and animated applets are used as aid for teaching in the classroom and are displayed using a laptop and a beamer. Furthermore, the applets do provide an opportunity for the students to experiment and learn at home more efficiently. The course is available on the Internet for private use and non-commercial use in classroom only.

News & Info
iPES
iPES-Fields
iPES+

Advanced Java 2 Applets
FAQ

Download

Japanese translation: **Yasuyuki Nishida** Nihon University
Korean translation: **Jaeho Choi** Chungbuk National University
Chinese translation: **Dehong Xu** Zhejiang University

iPES (Interactive Power Electronics Seminar)
The course will be updated regularly with minor additions and corrections.

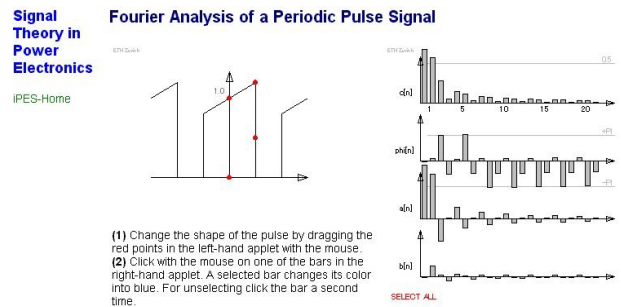
iPES-Fields (Theory of Electric and Magnetic Fields)
We plan a course in iPES-style on basics of the theory of the electromagnetic field which is very important but sometimes not treated in detail in fundamental power electronics courses. Here, we would like to present some first results where we studied the performance of Java concerning field-calculations. We will add more applets with advanced features in the future.

iPES+ (Advanced Power Electronic Systems)
This is a collection of applets for power electronic systems of higher complexity employed in industry today. The applets are designed to give an engineer a quick introduction into the system characteristics and features in order to reduce the development time. Besides the applets other resources like links to relevant papers and short technical summaries are provided. This new project is denominated iPES+ and will be extended on a continuous basis.

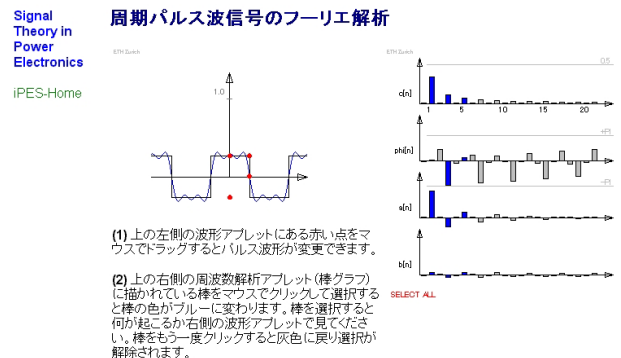
Comments are welcome.

Last Change: May 06 2002
(c)2002 U. Drofenik, J. W. Kolar

図1. iPES 掲載ホームページ（トップページ）



(a) デフォルト画面



(b) 波形再合成を行った状態

図2. フーリエ解析プログラム

次に、“iPES”の拡張版である“iPES+”の中から“Vienna Rectifier I”に関するプログラム(図3)を取り上げる。このプログラムは、“iPES”と同様な

PE教育/学習の教材の中に位置している。
4. あとがき

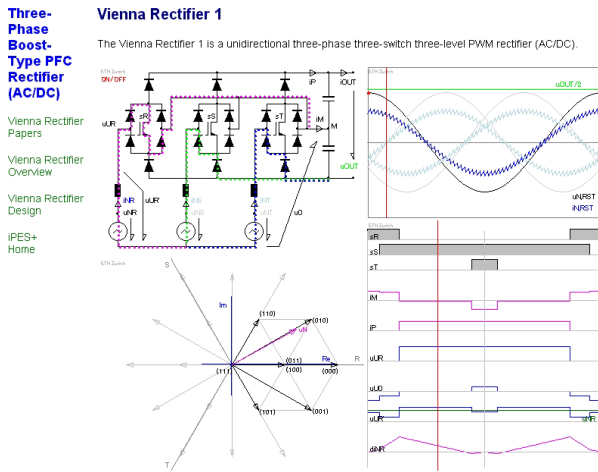


図3. “iPES+”プログラム: Vienna Rectifier I

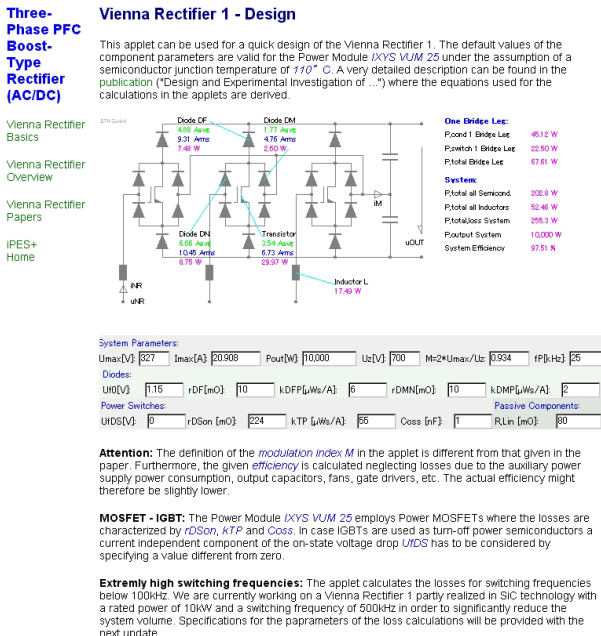


図4. “Vienna Rectifier I”の設計ツール画面

機能の他に当該コンバータに関する情報(関連論文, 特徴に関する概説)の他, 設計ツール(図4)が組み込まれている点が“iPES”との大きな違いである。図4下にあるパラメータを変更すると同図上に記載されている各部損失等が即座に変更され, 極めて有用な設計援助ツールとなる。

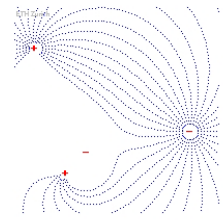
初学者がイメージし難い, 或いは描画して示す事で教育/学習効果が期待できるものとして, 電界および磁界がある。これらを描写して視覚的に示すプログラム“iPES-Field”を最後に紹介する。図5は静電界, 図6は3相交流電流による回転磁界を描写したものである。いずれのプログラムでも, “iPES”と同様に電荷の位置や電流(コイル)の位置と大きさをマウスで変えて電界/磁界の変化の様を見て取る事ができる。このプログラムでもユーザの操作にプログラムが状態を可視化して応える機能が教育/学習を有効に補助できる良い例であろう。このプログラムも受動素子に関するものとして

Interactive Power Electronics Seminar (iPES)

iPES-Fields Home

Electrostatic Field

Electrostatic Field: For changing the position of a charge click and/or drag the charge with the mouse accordingly. The sum of all electrical charges is assumed to be equal to 0. One charge is emitting particles (having equal polarity as the emitting source). The trajectory of the moving particles does give an impression of the electric field lines.



Field of an Electric Dipole: To change the position of the charges click and/or drag the charge with the mouse accordingly.

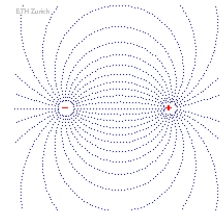


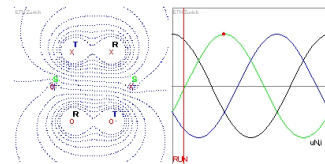
図5. 静電界描写プログラム

Interactive Power Electronics Seminar (iPES)

iPES-Fields Home

Rotating Magnetic Field

Rotating Magnetic Field: The symbols “x” and “o” shown in red do denote impressed currents of opposite directions in conductors of infinite length oriented perpendicular to the drawing plane. Always two conductors of equal denomination can be considered to for a single-phase winding. The lines shown are defined by constant values of the magnitude H of the magnetic field.



- (1) The symbols “x” and “o” shown in red denote impressed current of opposite directions. The positions of these current sources can be changed by dragging with the mouse. Changing the position of the six wires does result in a distortion of the rotating magnetic field.
- (2) Dragging the red vertical time-marker with the mouse defines the actual current values in the three single phase windings resulting in a total rotating magnetic field as shown at the left-hand side. By clicking the red text “RUN” with the mouse the time-behavior applet is resulting in a rotating magnetic field.
- (3) By dragging the red dot on the phase current sine-wave in the time-behavior applet the amplitude of the phase currents can be changed resulting in a changing magnetic field intensity.

Remark: In the close neighbourhood of the wire the magnetic field does show a high magnitude. However, for the sake of clarity the applets only show the magnetic field up to a given maximum value, therefore, this part of the magnet field is not included.

図6. 回転磁界描写プログラム

スイス連邦工科大学を本拠に開発されたPE教育/学習用ツール“iPES”シリーズを紹介した。本ツールが今後のPE教育/学習ツール開発の促進力および教育/学習そのものの一助となれば著者らの幸いである。

文 献

- [1] H13年電学D部門大会シンポジウム:「新世紀におけるパワーエレクトロニクス教育を考える」, S5-1~7
- [2] EPE 2001, Session L5d, Topic 13 “Education”の各論文, Proc. of EPE 2001 (in CD)
- [3] T. Kanmachi, T. Kanno, I. Ando, and K. Kaino, “Multimedia CAI Program of Power Electronics for College Students,” Proc. EPE 2001 (in CD)
- [4] Drogenik U. and Kolar J.W., “Modern and Intuitive Way of Teaching Space Vector Calculus and PWM in an Undergraduate Course,” Proc. PCC-Osaka 2002, Japan, Vol. 1, pp. 305-310
- [5] U. Drogenik, J. W. Kolar, 西田, 相川:「アニメーション対話型パワーエレクトロニクス教育/学習プログラム」, パワーエレクトロニクス研究会第142回定例研究会, 論文番号 JSPE-27-19