

教育用インバータモジュールの設計と教育プログラムの構築

AE22102 安達史敦

指導教員 藤田吾郎

1. はじめに

現在、日本政府は2050年までにカーボンニュートラルを目指すことを宣言している。この目標実現に重要になるのが、二酸化炭素排出量を削減する再生可能エネルギーである。しかし、再生可能エネルギーの導入増加に伴い送電網が複雑化する問題が発生している。そのため、電力技術者の需要が増加することが予想される。しかし、電気安全協会では管理技術者協会会員の大半が50代以上で20代の協会会員は全体の15%以下となっている⁽¹⁾。そのため、新たな電力技術者の育成が必要となってくる。育成の一環として、電気設備の学習を行うことにより、実用的な電気の概要を理解することができる。本研究では再生可能エネルギーである太陽光や蓄電池など直流から交流への変換に不可欠なインバータの動作原理の学習を可能とする、単相インバータを用いたモジュール⁽²⁾、そしてモジュールを使った教育プログラムを作成し、電力技術者の育成に貢献することが目的である。

2. 単相インバータモジュールの概要

本研究では、学校規模の環境において、単相インバータの動作原理⁽³⁾を学習するためのシステムの構築を行っている。このシステムではMywayインバータを使用し、独自にDSPCBによって設計した回路基板(PCB)を組み合わせている。実験では、Mywayインバータと自作PCBを組み込んだ単相インバータモジュール、ファンクションジェネレータ、直流電源器、単相モータを用いて行った。実際に単相インバータモジュールの実験を行う際の構図を図1に示す。また、実際の実験の外観を図2に示す。ファンクションジェネレータから供給された信号を、モジュール内のPCBによってデッドタイム処理を施し、パルス信号またはPWM信号として変換する。この信号はインバータ内のIGBTのON/OFFを制御するゲート信号として使用される⁽⁴⁾。

以下に動作原理を理解するため単相インバータモジュールに搭載した機能を記載した。

- 入力信号をパルス信号、PWM信号のどちらかを選択できる。
- オシロスコープを用いて出力信号波形や、電圧・電流波形を観測できる。
- 低周波時のみ、インバータのスイッチングを正面パネルに組み込んだLEDで視認できる。

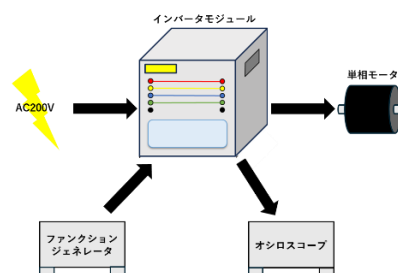


図1. モジュール実験の構成

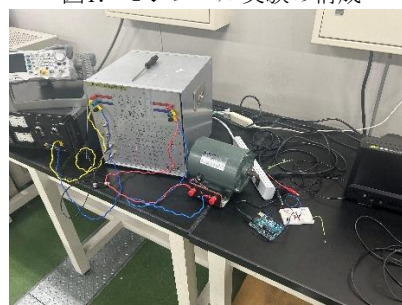


図2. 実験の外観

3. PCB・パネル設計

今回使用するインバータ基盤はDSPCB (Design Spark PCB) にて作成した。実際にDSPCB上で設計した基盤を図3に示す。そして、発注して素子を取り付け完成した基盤を図4に示す。この基盤は、PWM生成回路とLED動作回路で構成されている。PWM生成回路では、三角波搬送波比較方式を用いてPWMを生成し、デットタイム回路を通してインバータに送られる。LED動作回路は、モジュールの概要で記した低周波時にインバータのスイッチングを確認するために設計した。

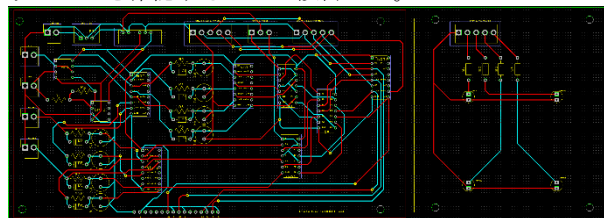


図3. DSPCBでの設計図

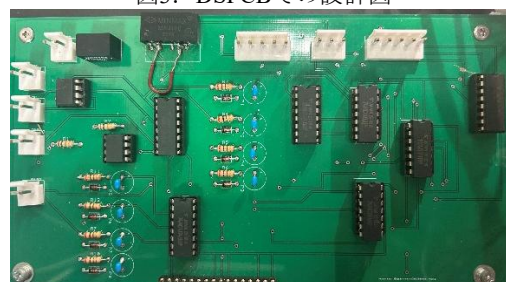


図4. 完成したPCB基盤

単相インバータモジュールの正面パネルをAuto CADにて設計した。設計時に考慮したことを以下にまとめる。図5に正面パネルの設計図と図6に完成品を示す。

- 実験を行う学生が実際にどのような回路で波形が生成されているか視認で理解できるようにするために、パネル下部にPWM、デッドタイム生成回路をデザインした。
- アルミパネルとポリカーボネイトパネルの厚さは2 mmあるため、機器の取り付け穴をデザインする際にアルミパネルより、0.5~1.0 mm 余裕を持たせた。

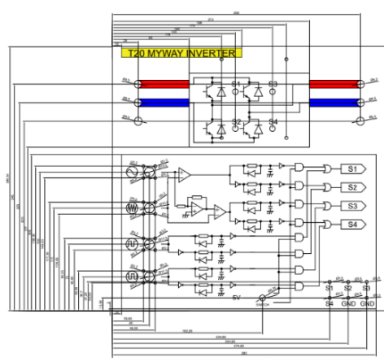


図5. 正面パネル

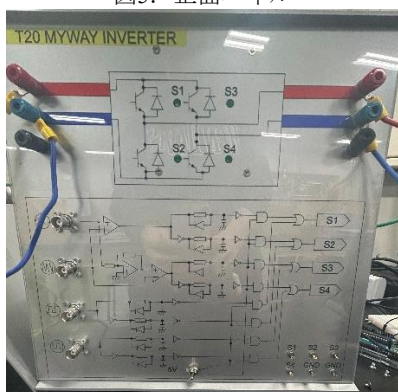


図6. 完成品

4. 教育プログラムの構築

実際に、単相インバータモジュールを用いた際の、PWM信号とパルス信号の波形を図7, 8に示す。

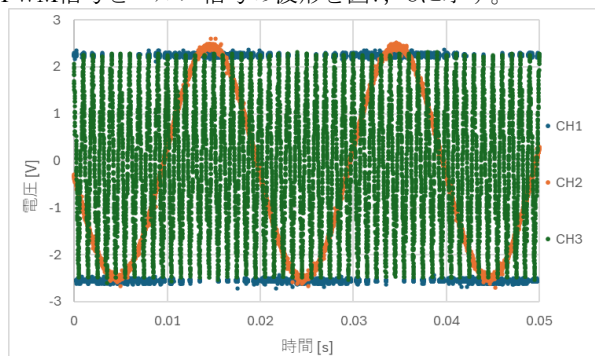


図7. PWM信号

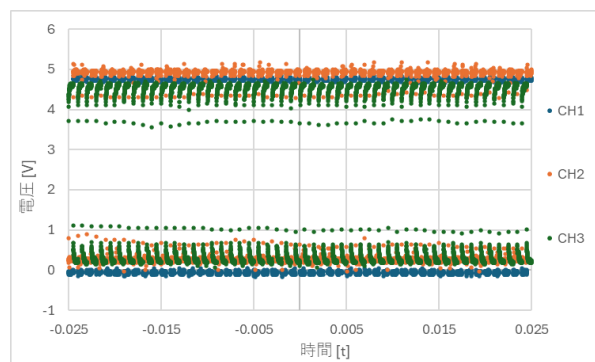


図8. パルス信号

この結果と単相インバータモジュールの概要をもとにして教育プログラムを構築する際のレポート内容を以下に示す。

- ブレッドボードを用いてデッドタイム生成回路図作成し、デッドタイムについて理解を深める。
- 単相モータをPWM信号とパルス信号のそれぞれで動作させ、効率を比較する。
- 信号を低周波にし、IGBTのスイッチング動作をLEDで視認する。
- 三相インバータモジュールと単相インバータモジュールのそれぞれで、モータを動作させ、効率を比較する。

5. まとめと今後の展望

本研究では、単相インバータを用いた机上実験と、それに連動した教育プログラムの作成を進めた。学生が単相インバータの動作をより深く理解できるよう、多様な機能を盛り込んだ実験構成や教材内容を検討した。しかし、実際にモジュールを動かして実験を行ってみると、事前には気づかなかった問題点が数多く明らかとなり、教育活動の難しさと多くの改善点を改めて認識する結果となった。これらの課題を踏まえることで改善の方向性も見えてきたため、今後は学習効果をさらに高められる教材や実験内容の開発に取り組んでいきたい。

参考文献

- (1) 経済産業省「電気主任技術者制度について」
https://www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/hoan_shohi/denryoku_anzen/hoan_seido/pdf/013_01_00.pdf
- (2) 一松祥右, 藤田吾郎, 坂井直樹, 三岡功治「モジュール型電力系統実習装置の提案」日本工学教育会 工学教育 61-2(2013)
- (3) 西方正司, 高木亮, 高見弘, 鳥居肅, 栢川重男「基本からわかるパワーエレクトロニクス」
- (4) 降旗翔太, 藤田吾郎「単相インバータを用いた教育プログラムの構築」, 令和7年電気学会全国大会, 1-006