

単相インバータを用いた教育プログラムの構築

AE21060 降旗 翔太 指導教員 藤田 吾郎

1. 背景・目的

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た。目標実現に向け注目、注力されてい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している問題が発生している。また日本は現在少子高齢化が進んでいる。よって、電力関係技術者のニーズは増えると予想され、その育成を高等専門学校や大学等の教育機関に強く求められている。合わせて電気主任技術者の資格取得者の増強も必要であるが、これには実体験を伴う電気設備の学習が必要不可欠である。電気設備の学習を行うことにより、現実的かつ実用的な電気の概要を理解することができる。本研究は再生可能エネルギー中の一例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、そしてその実習装置を使った教育プログラムの構築を提案し、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。このシステムでは市販のインバータユニットを使用し、独自に設計した回路基板(PCB)を組み合わせている。単相インバータを用いたモジュールの実験の構想図を図 1 に示す。実験は、Myway インバータと自作の 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、単相モータで行った。具体的にはファンクションジェネレータから供給された信号を、独自設計の PCB 上でデッドタイム処理を施し、パルスまたは 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。

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。

- [1] 入力信号をパルス信号、PWM 信号のどちらかを選択できる。
- [2] 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。

- [3] 低周波時のみ、インバータのスイッチングを正面パネルの LED で視認できる。

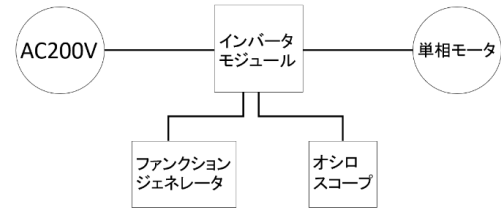


図 1. インバータを用いたモジュール実験の構成

3. 基盤 PCB・パネル作成

自作インバータ制御基板は Design Spark PCB 上で作成した。図 2 で設計した基板を示す。図 3 の左側は、PWM/デッドタイム生成回路であり、制御を行う基板である。この基板の PWM 生成方法は三角波搬送波比較方式を採用している。

右側は低周波時にインバータのスイッチングを視認するための LED を用いた基板である。

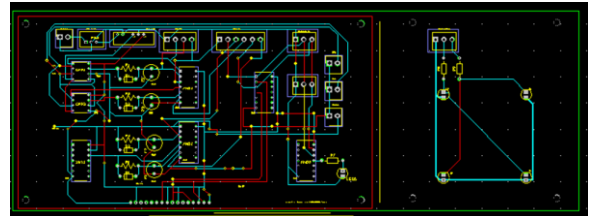


図 2. 設計した基板

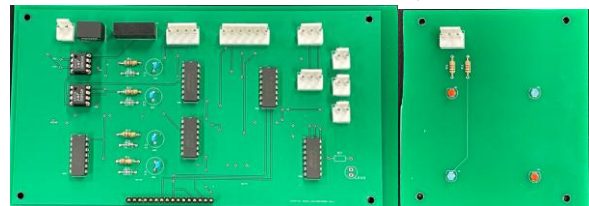


図 3. 自作インバータ制御基板

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 4 に正面パネルを示す。

- パネル下部分に PWM、デッドタイム生成回路をデザインした。これは実験する学生が実際にどのような回路で生成されてるか視認し理解を促すためである
- 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

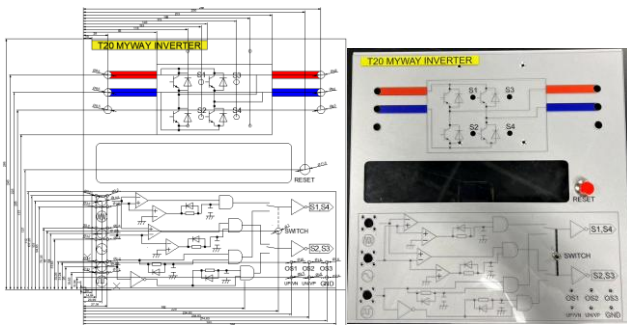


図 4. 正面パネル

単相インバータモジュールの動作実験では、直流電源器、直流安定化電源器、ファンクションジェネレータ、オシロスコープを用いて行った。図 5 に実験の外観を示す。

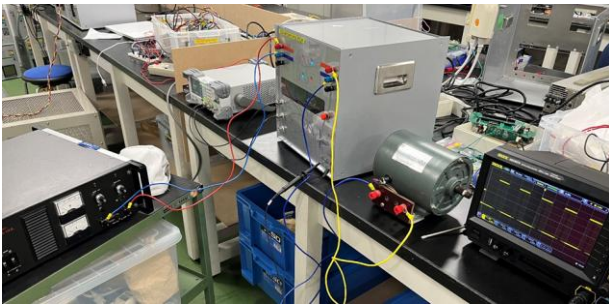


図 5. 実験の外観



図 6. 三角波搬送波比較方式

実際に PWM 制御で生成された波形を図 6 で示す。

4. 教育プログラムと評価

まだ本研究の教育プログラムを評価するため、本学の 3 年生数名を対象に実験、レポートと 18 項目ある 5 段階評価のアンケートの協力を依頼した。実験内容は以下で示す。表 1 にレポート内容、図 7 にアンケート結果を示す。

- [1] ブレッドボードを用いてデッドタイム生成回路図作成
- [2] 単相モータを回転させる
- [3] 入力信号の条件を変えて単相モータを回転させる
- [4] 単相インバータの IGBT のスイッチング動作を視認

表 1 レポート

事前レポート	事後レポート
(1)PSIM 上でデッドタイム生成回路を作成し、デ	(1)本実験を学ぶ目的を改めて記載する。

ッドタイム前後をグラフにする。	
(2)インバータの制御方法とその特徴をいくつか挙げる	(2)PWM 波形が生成される流れを回路図を用いて説明する。
(3) インバータの出力波形 (電圧・電流) の時間変化をグラフとしてまとめる。(条件は誘導性負荷と単相インバータをつないだ時である。)	(3)実験[3]で行った三角波の条件をかけたモータを回す実験で得たデータを EXCEL でグラフ化し効率などを考察する。

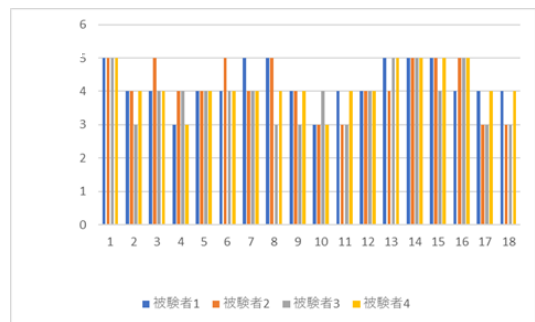


図 7. アンケート結果

5. おわりに

本研究では、机上で実機を用いた単相インバータ実験とそれに伴う教育プログラムの構築を行った。学生が単相インバータの動作原理を深く理解することを目的に、様々な機能を搭載した実験内容や教育プログラムを検討したが、実際に実施して初めて気づく問題点が多数明らかとなり、教育者としての難しさと課題の多さを痛感した。浮き彫りになった課題を基に改善の余地が出てきたので、さらなる学習効果の高いテキスト、実験内容の製作に取り組みたい。

文 献

- (1) 環境エネルギー政策研究所「国内の 2023 年度の自然エネルギー電力の割合と導入状況」
https://www.iseip.or.jp/archives/library/14885?utm_source=chatgpt.com
- (2) 西方正司, 高木亮, 高見弘, 鳥居肅, 柘川重男 「基本からわかるパワーエレクトロニクス」
- (3) 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」, 工学教育, vol.62, No.2 (2013)
- (4) 亀山 建太郎, 伊勢 大成, 北野 公崇「組み込み・ロボットプログラミング実習の遠隔実施と効果検証」 日本工学教育会 工学教育 69-2 (2021)