

インバータモジュールの開発と統合的システム構築

電気電子情報工学専攻
電力システム工学研究

MA23129 戸張 善章^{とばり よしあき}
指導教員 藤田 吾郎

1. はじめに

近年、再生可能エネルギーの普及に伴い、電力供給システムは多様化し、複雑化しています。このような状況下で、電力技術の専門知識を持つ人材の需要が増加しており、効率的な教育訓練の重要性が高まっています。しかし、既存の教育用電力実習装置は、大型で高価であり、特定の実験にしか対応できないという課題があります。本研究では、インバータの学習を主目的とする実習装置を製作し、動作の検証及び実習マニュアルの作成を行うことを目的としている。

2. モジュール型電力系統実習装置

モジュール型電力系統実習装置は、従来の電力系統実習装置とは異なり、コンパクトな箱型の設計を採用している。既存の市販大型実習装置は、非常に高価であることに加え、改造が困難であるため、多様な実験への柔軟な対応が制限されている。この課題に対処するため、本装置は効率的かつ柔軟な実習環境を提供することを目的として開発された。

3. インバータ実習システム概要

本研究では、2種類のインバータ実習システムを構築する。1つ目のシステムは、C2000 リアルタイムマイコンと制御基板を用いて構成され、MATLAB/Simulink を使用して IGBT の信号を制御し、インバータを動作させるものである。

2つ目のシステムは、ファンクションジェネレータと制御基板を使用して IGBT の信号を制御し、インバータを動作させるものである。

4. インバータ実習用モジュールの製作

<4.1>VVVF インバータモジュール

1つ目のシステム C2000 リアルタイムマイコンを用いたインバータモジュールである。インバータ回路部はインバータユニット (MWINV-1R022) を使い、制御回路部では

C2000, 自作した制御基板と外部から信号を発生させる PC (MATLAB/Simulink) を用いる。インバータユニットの定格容量は 1 kVA, 定格電圧は 200 V である。インバータユニット (MWINV-1R022) を Fig.1 に示す。

その他にもインバータユニット内の IPM に流れる直流電圧・電流の測定を行うためのデジタルパネルメータ, 直流・交流電源の切替用トグルスイッチ, インバータの制御を外部アナログ入力で実現する可変抵抗器などを使用した。

今回製作した VVVF インバータモジュールを Fig.2 に示す。

<4.2>単相インバータ学習用モジュール

2つ目のシステムを用い、単相インバータを学習するのに特化したモジュールである。

インバータ回路部は同様にインバータユニット (MWINV-1R022) を使い、制御回路部では自作した制御基板に加え、複数のロジック IC を用いた。<4.2>用に自作した制御基板を Fig.3 に示す。

その他にも保護機能をリセットするためのスイッチ, 制御信号のパルス波と PWM 波の切替用トグルスイッチ, 制御信号をオシロスコープで測定を可能にするチェック端子, IGBT の ON/OFF 信号の判別が可能な LED などを搭載した。

今回製作した単相インバータ学習用モジュールを Fig.4 に示す。



Fig.1 インバータユニット (MWINV-1R022)

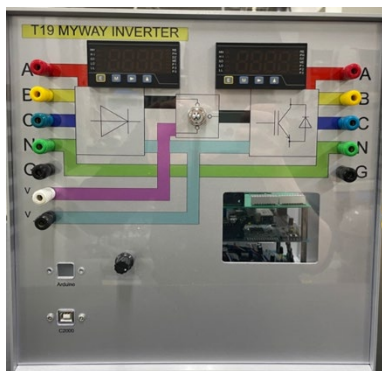


Fig.2 VVVF インバータモジュール



Fig.3 制御基板



Fig.4 単相インバータ学習用モジュール

5. デッドタイム搭載制御信号生成回路

製作した単相インバータ学習用モジュールの制御基板では、IGBT が同時に ON になることで発生する短絡状態を防ぐためにデッドタイムを設け、回路の安全性を確保している。

ファンクションジェネレータから発生させる方形波、正弦波や三角波の信号を使い、制御回路を通してパルス波または PWM 波の制御信号を生成する回路を設計した。

今回用いたデッドタイム搭載制御信号生成回路を Fig.5 に示す。

6. 動作実験・実験結果・考察・展望

<6.1>VVVF インバータモジュール

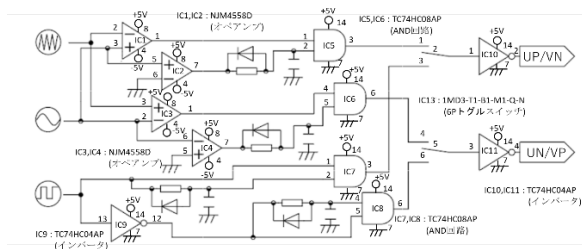


Fig.5 デッドタイム搭載制御信号生成回路

動作実験では、このモジュールに三相交流 200 V を入力し、出力側に接続しているモータが制作したプログラム通り制御できているか検証する。時間による制御及び外部アナログ入力(可変抵抗器)による制御のプログラムの 2 つを用いた。

結果は 2 つの制御によるモータの回転速度が設定した通り、変化していることを確認できた。

<6.2>単相インバータ学習用モジュール

動作実験では入力側に直流電源、出力側に可変抵抗器やモータを繋いで、出力側の電圧波形や制御信号波形をオシロスコープで測定及びモータの動作を制御が可能であるか検証した。

実験方法は、ファンクションジェネレータで方形波または三角波と正弦波をこのモジュールの制御基板に入力し、インバータの制御を行う。

結果は、オシロスコープでは予定通りの波形を確認でき、モータの動作も確認できた。

<6.3>考察・展望

2 つのモジュール、どちらも正常に動作することを確認できた。今後の展望として、より応用的に学習を行えるように、ファンクションジェネレータをもう一台増やし、三相インバータ学習用モジュールを製作する。

文 献

- (1) 一松祥右ほか：「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、pp.61-62 (2013)

代表的な研究業績

- (1) Yoshiaki Tobari, Goro Fujita : "Fabrication of Modules and Establishment of Experiments to Enable Learning of Three-Phase Inverters and PWM Inverters.", SEATUC, JAPAN (2024)