

小型発電ユニットの開発

E09022 小野 賢人

指導教員 藤田 吾郎

1. はじめに

電気を日常生活で用いる私たちにとって電気主任技術者の存在は必要不可欠であり、また電力会社や電気設備会社にとって常に一定のニーズのある存在である。そのため多くの電力関係技術者の育成やその強化が求められている。そこで実体験を用いた経験が電力系統における理解を深めるために必要と考え、モジュール型電力系統実習装置について注目した。しかし、従来のモジュール型電力系統実習装置というのは高価で入手が困難、大型で使用の場所が制限されてしまう、また回路構成がほとんど決まってしまうため回路の組み換えが容易に行う事が出来ない可能性がある。

本研究では新スタイルのモジュール型電力系統実習装置の提案を行い従来の実験装置よりも安価で小型であり回路の組み換えが容易な装置の製作を行い、様々な電力系統を模擬した実験を行えるようにする^[1]。またその発展として同期発電機を用いた小型発電ユニットの開発を行う。目的はシミュレーション等での検証が主流である発電所の模擬や発電機の実習を実機で行うことである。

2. モジュール型電力系統実習装置

図1に今回提案するモジュール型電力系統実習装置の簡略図を示す。大きさは30cmの立方体であるため従来の実験装置よりも非常に小型でありまた一つの箱に対して一つの装置を組み込んでいるため回路の組み換えが容易であり、一つ一つの機器についての理解を深めることができる。さらに端子を色別しているため配線が非常に容易である。実際に製作を行った例を図2に示す。

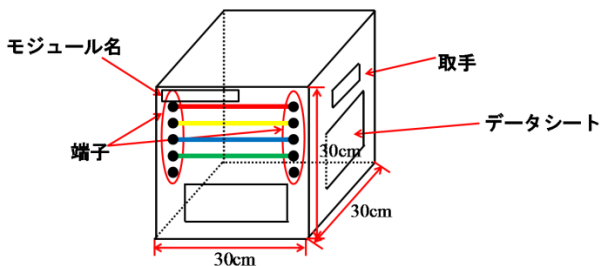


図1 モジュール型電力系統実習装置簡略図



図2 製作例

3. 発電システムのモジュール化

発電ユニットの例を図3に示す。そして、今回製作を行う小型発電ユニットのモデル図を図4に示す。この発電ユニットについては研究室のメンバーと協力をして製作を行う。本研究は自動電圧調整器(Automatic Voltage Regulator以下AVRと略す)、及びガバナ(Governor以下GOVと略す)のPICマイクロコンピュータによる模擬の製作を行う。またインバータ、誘導電動機、直流電源については購入を行い、同期発電機については三井電気精機に依頼をした。その他の回路については他のメンバーが製作を行った。

4. 製作手順

PICマイクロコンピュータによるAVR模擬装置の製作にあたり、BASIC言語の理解が足りないため、まずマイクロテック社の「PIC開発スタートキットBasic言語Edition[PICDEV-2502]」を用い理解を深めた。図5に使用したPICであるマイクロテクノロジー社の16F88を示す。A/Dコンバータ、HPWMモード搭載という点から16F88を選定した^[2]。テストボードには本校での授業の一年次に行った製作実験1で製作したボードを改良して使用した。AVR模擬装置を図6に示す。

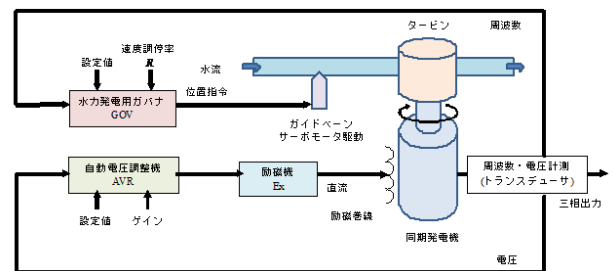


図3 発電ユニットの例

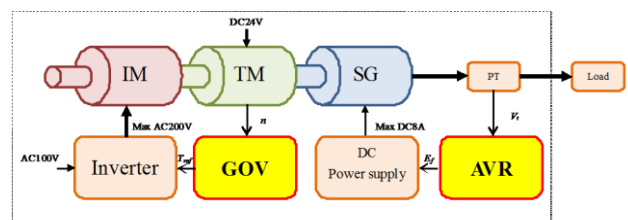
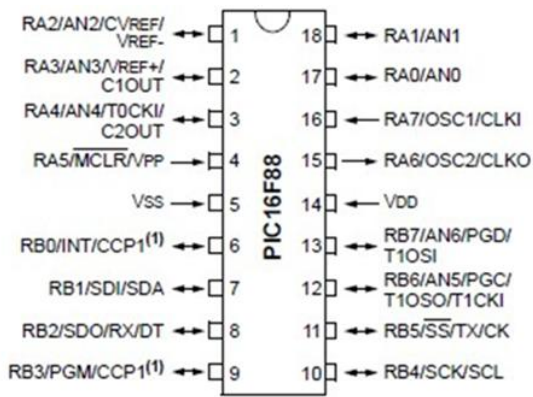


図4 小型発電ユニットのモデル図



プログラムメモリ	4kWord
データメモリ	368bytes
EEPROM	256bytes

図5 16F88構成図



図6 AVR模擬装置

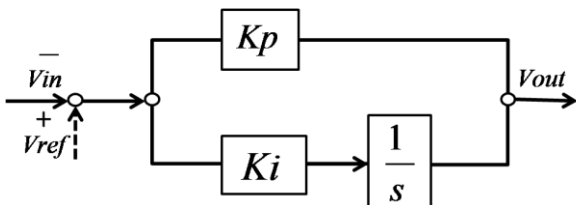


図7 ブロック線図

5. 評価方法

入力値を15ピン(AN1:アナログ入力)に指令値を1ピン(AN2:アナログ入力)にそれぞれ0~5Vの値で入力し、6ピン(CPP1:アナログ入力)に出力する。動作周波数を8MHz、各値をWord型に設定した。今回のプログラムは比例ゲイン $K_p=1$ 、積分ゲイン $K_i=1$ に設定しており、A/Dコンバータ、HPWMモードを使用し指令値から入力値を引いた値が出力されるのである。今回は指令値を3V一定にし、入力値を変動させ測定を行った。測定にはHIOKI 8430メモリーハイロガーを使用した。今回用いたPI制御をブロック線図に置き換えたものを図7に示す。

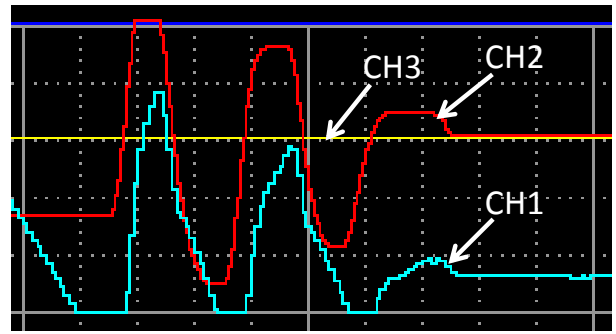


図8 実験結果(1V/1div,0.5S/1div)

6. 結果・考察

実験結果を図8に示す。以上の結果より、指令値(CH2)が入力値(CH3)を越えるのにもない出力値(CH1)が上昇し、入力値が指令値を越えると出力値が減少していることがわかる。さらに指令値と入力値が同値になると一定値を保っている。したがってプログラム通りの動作をしていると言える。

7. まとめ・今後の展望

7.1 モジュール型電力系統実習装置について

今回製作を行った同期発電機模擬(M-Gセット)モジュールを使用して同期機の動作特性の理解を深めることが出来た。過電流継電器や地絡継電器等の保護継電器のモジュール化により、継電器の理解を深め、実験回路に組み込むことで安全面の向上に貢献する事が出来た。今後はさらに製作を重ね、様々な実験を行う。

7.2 発電ユニットの開発について

現在製作を行っているGOV及びAVRのPICによる模擬装置の完成を目指すとともに、発電ユニットの全体の動作について理解をしていく。模擬装置の完成後は三井電気精機に発注した同期発電機や他のメンバーが製作を行っている各パーツなどと接続させ小型発電ユニットの完成を目指す。また発電ユニットをモジュール化するためにどのような構成にするかについて検討していかなければならない。その他の活動として、今回は水力発電を模擬しているが今後は火力や水力といった様々な同期発電システムについても模擬が行える装置を開発していく。

参考文献

- [1] 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』日本工学教育協会No.3-343(2012)
- [2] 丹羽 一夫 「BASICによるPICマイコンプログラミング」誠文堂新光社 (2010)