

太陽光発電における充放電モジュール型インバータの評価

AE18040 佐々木 知朗

指導教員 藤田 吾郎

1. はじめに

現在、日本政府は2050年までに温室効果ガス排出量をゼロにするためにカーボンニュートラルを目指しており、再生可能エネルギーとして太陽エネルギーが注目されている。災害時などの緊急時の電源として太陽光発電や蓄電池が注目されている。更には従来のソーラー電源モジュールのコストが高く太陽光発電システムの普及には向いていないためモジュール化することで、電力システムを扱う多くの電力関係技術者を育成するための学習手段として活用したいと考えている。本研究の目的は、技術者に対して扱いを容易にするPCSの小型化を進め、電気を蓄えることができるように充放電機能の拡張を備えた太陽光発電実験システムを構築する。

2. システム構成

図1に太陽光発電のシステムのモジュール構成図を示す。太陽光発電パネルPV(Photovoltaics)から発電した電力をPCS(Power Conditioning System)を用いて負荷(Load)に放電する。

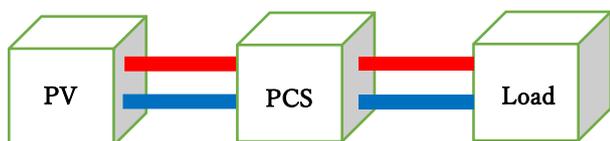


図1 モジュールの構成

3. シミュレーション

3.1 Simulink Model

MATLAB Simulink上からPV Modelを用いたが、実際に実験で使用できるPVパネルと同じ型番がSimulink上になかったこと、実際のPVパネルでは電圧値が大きすぎるためにPVに代わり5Vの直流で入力するものへと変更してSimulationを行った。その図を図2に示す。

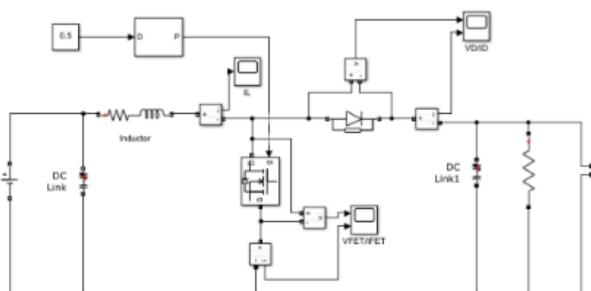


図2 Simulink Modelから入力5Vに変更後

Simulationした波形と実機試験時の差異を調べ、改善するために図2のモデルを使用した。デューティ比は50%を採用した。

4. 実機試験

4.1 Arduino入力

図3にArduinoを入れた模擬PV回路図を示す。直流安定化電源から5Vを入力し(図左),Arduinoを含んだ昇圧チョップ(図中)に繋ぎ,電子負荷装置(図右)に出力し電流電圧を測定した。ArduinoからはPWM(Pulse Width Modulation)信号をMOS-FETに入力することで昇圧回路を成立させている。直流安定化電源では5Vを入力させ,電子負荷装置では10Ωを設定した。各電流電圧値についてはオシロスコープにてプローブを用いて測定した。電子負荷装置では出力されている電流電圧を表示されるためその値を記録した。

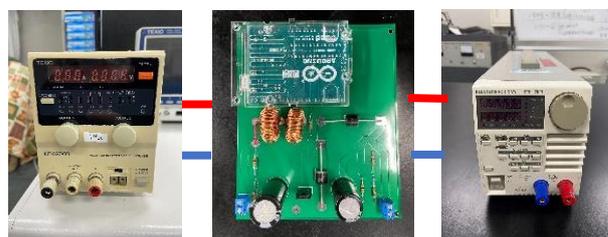


図3 Arduino入力の昇圧チョップ

昇圧に関しては入力が5V,デューティ比が50%なので10V程が出力に出るはずが目減りしていたがどこかで消費しているからだと考えた。測定を行った際にコイルとMOS-FETにおける発熱が確認できた。図4,5にコイル,MOS-FETの消費電流電圧波形を示す。発熱の原因として考えられる理由としてはArduinoで入力することのできる周波数値が490Hzと一般の昇圧チョップではかなり小さな値を使用していたがためにうまく昇圧が出来ずにコイルとMOS-FETでLossを起こしたものと考えた。電流と電圧の重なりで生じている消費電力は周波数を上げることによって遅れを少なくすることができ,消費電力を小さくすることができる。コンバータ昇圧回路においては10kから高いものではMHz近くまで周波数を高める必要があるため、周波数を上げて入力できるものを考え,C2000を採用した。^[2]

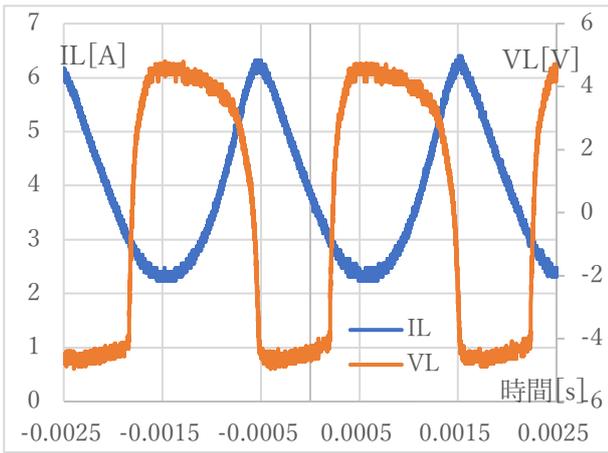


図4 コイルの消費電圧電流波形

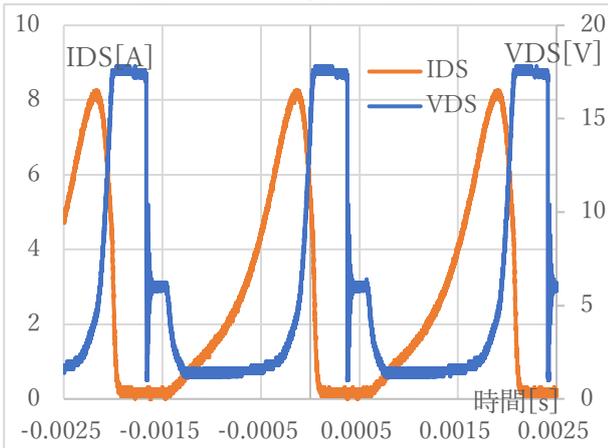


図5 MOS-FETの消費電圧電流波形

4.2 C2000入力

4.1の図3のArduino部分にC2000を差し替える。C2000を含んだPCB回路を図6に示す。

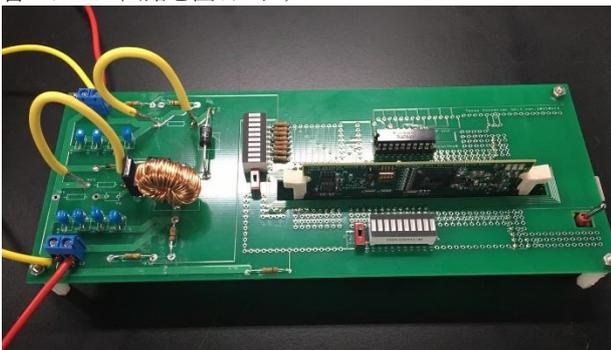


図6 C2000を含んだPCB回路

デューティ比を変更した際に最大効率を示すのはどこになるのかを測定し図7に示した。ここからデューティ比を20%に設定し直し入力を15Vにし、昇圧がPVパネルに変更になった際にも対応できるか測定した。入力の電流電圧波形を図8に、出力の電流電圧波形を図9に示す。

入力平均電流電圧が0.455A,16.1V。出力平均電流電圧が0.348A,18.5Vより、入力電力=7.34,出力電力=6.42ゆえ

$$\text{効率} = \frac{\text{出力電力}}{\text{入力電力}} = \frac{6.42}{7.34} = 87.5\%$$

という結果になり、一般の昇圧コンバータの効率が80%~90%であるので機器として成立しているという結果を示した。

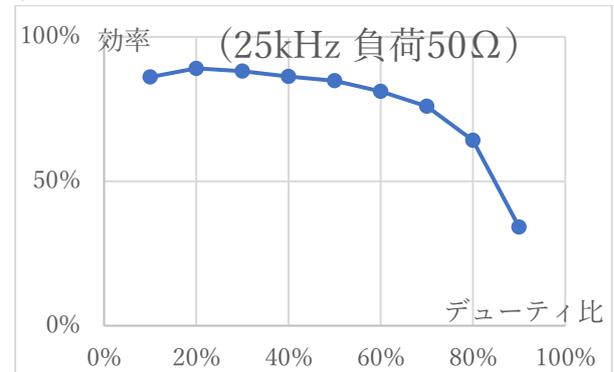


図7 デューティ比による最大効率の測定

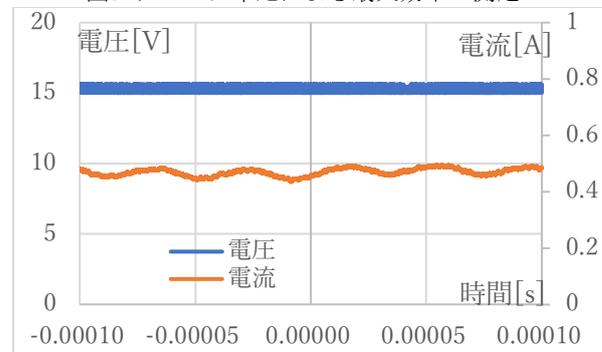


図8 入力の電圧電流波形

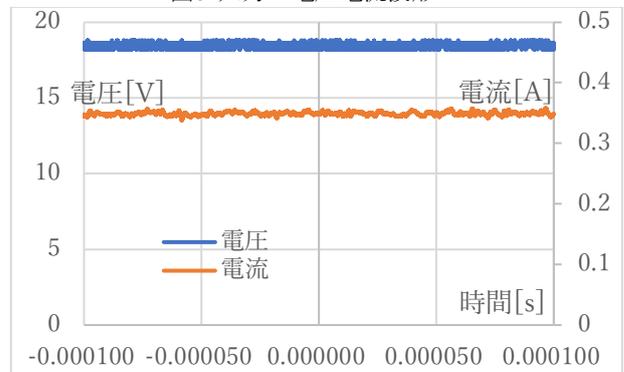


図9 出力の電圧電流波形

5. まとめ

今後としては昇圧コンバータにおいて実際の太陽光パネル入力に変更した上で昇圧できるよう再度調整を行い、昇圧コンバータ部が終了次第降圧コンバータの製作に取り組み、充放電モジュールの完成を目指す予定である。

参考文献

- [1] 板子一隆,「太陽光発電システムのパワーコンディショナ入門」,竹生修己,オーム社,2014
- [2] 平地克也,「DC/DC コンバータの基礎から応用まで」,電気学会,オーム社,2018