

LabVIEWを用いたBTB実験装置の設計と製作

AE13024 奥山 大輔

指導教員 藤田 吾郎

1. はじめに

近年、政府の制定した「エネルギー基本計画」「再生可能エネルギーの固定価格買い取り制度」や東日本大震災による影響によって再生可能エネルギーの推進が行われている。今後、分散型電源はさらに導入数が増加することが見込まれており、それに伴って、マイクログリッドの普及、マイクログリッド同士の連携が期待される。しかし、交流系統の連携において周波数変動やループ系統による逆潮流の発生などの課題などを有する。一方で、2000年から進められてきた電力自由化が2016年に家庭や商店向けの電力の販売の自由化を経て日本の電力市場は全面自由化された。これにより電気事業に新たに参入する企業の増加が見込まれる。そこで電力エンジニアの社会的ニーズが高まっており、大学に電力技術者の育成が強く求められている。電力技術者を育成する際に電力設備を用いて実際に体験することが大切であると考え。その為、モジュール型実験装置の開発を行う。

本稿では、BTB(back-to-back)のモジュール型実験装置を製作することで、電力融通の模擬を行い、電力系統の理解を深める。先行研究で製作したBTBの実験装置を用いて定電流制御を行い、シミュレーションと比較、検討を行う。

2. 研究内容

2.1 BTB (back-to-back)

BTBとは、高電圧直流送電(HVDC)の一種である。2つの交直変換装置を背中合わせに設置することによって、交流⇒直流⇒交流の変換が可能となり、異なる周波数の電力を一度直流に変換して送電することが可能である。また、系統安定度の問題がなく迅速な潮流制御が可能となる。

2.2 BTB実験装置の製作検討

本稿において、製作するBTB実験装置は先行研究で製作されたBTBボードと本年度製作したBTBボードの2つを使用する。製作するモジュールの規格を図1に記す。図2にBTB実験装置の概要を記す。重量、モジュール内のスペース、フィルターを考慮した結果、3つのモジュール(サイリスタ×2、フィルター兼DMM×1)で1セットとする。

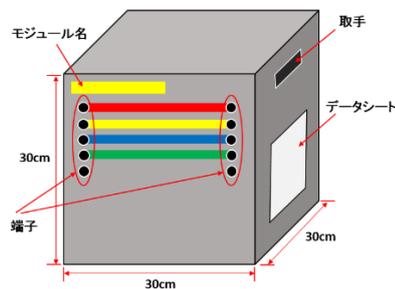


図1 モジュールの規格

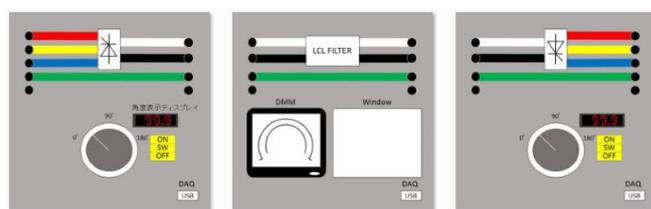


図2 BTB実験装置の概要

またBTB実験装置に組み込むBTBボードを図3に記す。



図3 BTBボード

3. フィルタの製作

3.1 製作内容

本稿において製作するBTBの実験装置の定電圧側と定電流側の間に系統に対する高調波を抑制するフィルタを設置する。今回において、コンバーターを系統に接続する際によく使用されるLCLフィルタを用いる。LCLフィルタの回路図を図4に示す

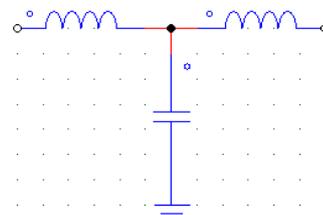


図4 LCLフィルタの回路図

LCLフィルタに用いるパラメーターの算出方法を以下に記す。

$$Z = j\omega L_1 + \frac{L_2/C}{j\omega L_2 + 1/j\omega C}$$

ここでZ=0より

$$\therefore \omega = \sqrt{\frac{1}{C} \left(\frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} \right)} \cdots \textcircled{1}$$

ここで3相の全波整流（6アーム構成）の場合6n+1の高調波が交流系統へ6nの高調波が直流系統側へ流れる。（6は自然数）今回はn=1の場合を考慮する。また他のパラメーターは以下のものである。キャパシターは140μFコンデンサを並列とし、リアクトルL₁は18.7mHの接続する。これよりその他のパラメーターは以下である。

$$f = 50[\text{Hz}] \quad \omega = 2\pi f n$$

$$C = 142.8[\mu\text{H}] \quad L_1 = 18.7[\text{mH}]$$

これらのパラメータよりL₂を導入したのは以下である。

①より

$$L_2 = \frac{L_1}{\omega^2 C L_1 - 1} = 1.97[\text{mH}]$$

3.2 シミュレーション

本稿では3.1で求めたパラメータを用いて、直流側の電圧が平滑されているかシミュレーションを行う。線間電圧を100Vとし、制御角が0°、30°、45° の場合の波形を観測した。シミュレーションに用いた回路を図5に記す。

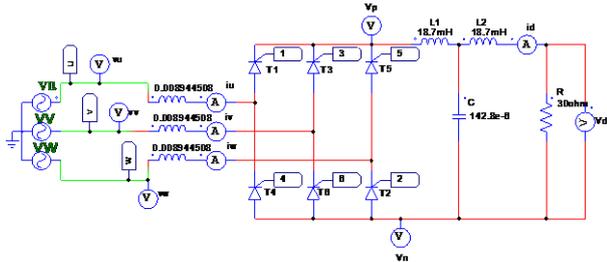


図5 フィルタを接続したBTBボード回路図

シミュレーションで得られた波形を0°、30°、45° の場合をそれぞれ図6、図7、図8に記す。

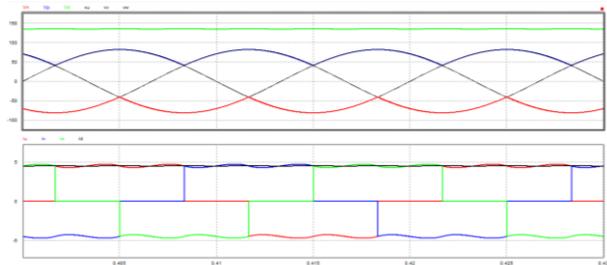


図6 制御角0°]の時

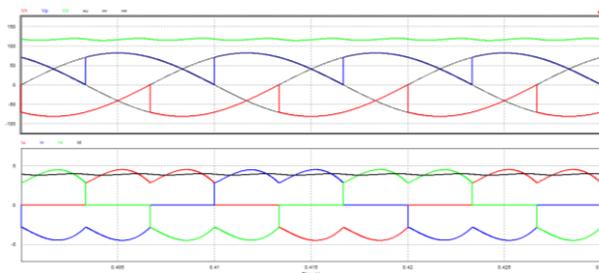


図7 制御角30°]の時

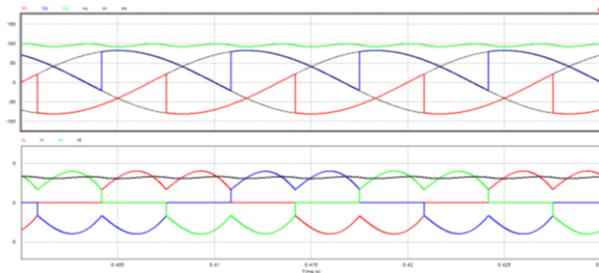


図8 制御角45°]の時

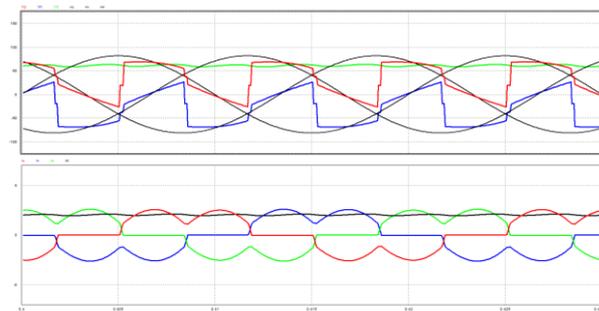


図9 制御角60°]の時

5. まとめ

本研究ではBTB制御の装置の単独使用の平滑フィルタ設計とPSIMによるフィルタのシミュレーションを行った。フィルタを用いることにより平滑された電圧を観測することができた。今後はモジュールを3つ接続した際に用いるフィルタの設計、また定電流制御のプログラムの動作確認など行うことでBTBモジュールの完成を目指す。

参考文献

- [1] 町田武彦, 「直流送電工学」, 東京電機大学出版局,
- [2] 一松祥右, 坂井直樹, 三岡功治, 藤田吾郎, 竹本泰敏, 「モジュール型電力系統実習装置の提案」電気学会全国大会No.1-005 (2012)