

三相電圧形 PWM インバータにおける ゲート駆動回路自己給電方式の基礎検証

木之前 雄士・伊東 淳一（長岡技術科学大学）

1. はじめに

インバータをはじめとする電力変換器で使用されている IGBT 等のパルプデバイスを駆動するには、Gate Drive Unit(以下 GDU)が必要である。GDU に給電する方法はいくつか存在するが⁽¹⁾、制御範囲や部品点数などに課題がある。

本論文では、GDU 用の電力を主回路から給電する方法として、三相電圧形 PWM インバータに一次側 1 ターンコイルを設け、自己給電する方法について実験的に検討したので報告する。

2. 提案方式

図 1 に提案方式を示す。提案方式はフェライトコアを用いた一次側 1 ターンコイルを主回路中に直列に接続し、一次側の電流変化時の電磁誘導により二次側に誘導起電力を発生させる。(1)式にスイッチング時に二次側で流れる電荷の総量 Q を示す。(1)式より二次側に誘導する電圧 E_2 は(2)式で計算できる⁽²⁾。

$$Q = \int_0^T i_2 dt = \frac{M}{R_2} \int_0^T i_1 dt \quad (1)$$

$$E_2 = i_1 \cdot M = i_1 \cdot k \sqrt{L_1 L_2} = N_2 \cdot f \cdot i_1 \cdot k \cdot 4\pi \times 10^{-7} \cdot \mu_e \cdot \frac{S}{\ell} \quad (2)$$

ただし、 i_2 : 二次側電流[A], i_1 : 一次側電流[A]
 R_2 : 二次側抵抗[W], N_2 : 二次側巻き数[turn],
 μ_e : 実効透磁率[H/m], k : 結合係数,
 ℓ : コアの磁路長[m], S : コアの断面積[m²],
 L_1 : 一次側インダクタンス[H],
 L_2 : 二次側インダクタンス[H],
 M : 相互インダクタンス[H] である。

3. 実験結果

図 2 に二次側で得られた電力を、図 3 に各測定箇所での電流高調波解析結果を示す。ただし、測定箇所は図 1 に示す①②③である。図 2 より、接続箇所①と②では 4W 以上の電力を得られることを確認した。この電力は 6 つの GDU を駆動するのに十分な電力である。一方、③では 0.71W と小さな電力しか得られない。③において二次側の出力電力が小さくなった理由は、スイッチング周波数の N 倍の高調波成分が他の 2 つの接続箇所と比べ小さいためである。また、出力周波数成分が小さい②においても①とほぼ同じ大きさの二次側電力が得られているのは、二次側の出力電力は高調波

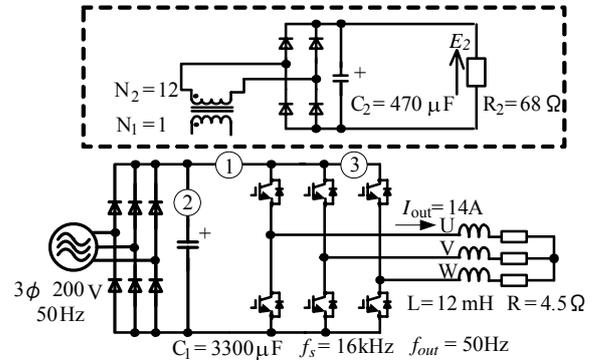


Fig. 1. Experimental circuit with the proposed self power supply.

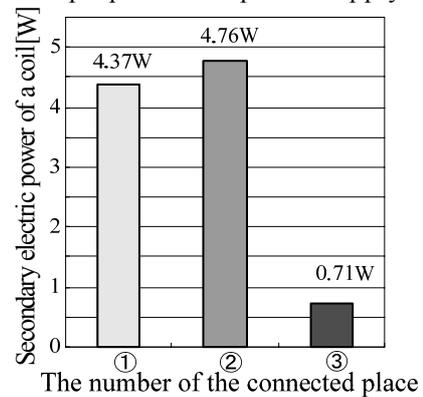


Fig. 2. Relation between connection point and Secondary electric power.

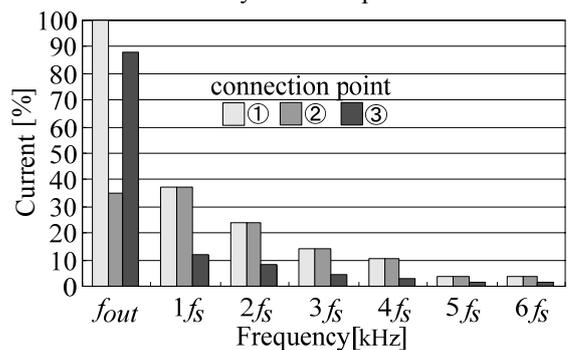


Fig. 3. Harmonics components of the main circuit current at each connection point. ($f_s=16\text{kHz}$, $f_{out}=\text{output frequency}$)

成分に依存するためである。以上より、コアサイズの小型化の観点から、基本波周波数成分が小さく高調波成分が大きい②の部分に設置する方が有利である。

参考文献

- (1) 今泉・佐藤, 半導体電力変換研究会, SPC-08-19, pp.49-54, 2008
- (2) 後藤・山崎, 詳解電磁気学演習, 共立出版