

A-67

1 ターンコイルを用いた

ゲート駆動回路への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 等のスイッチング素子を駆動するには、Gate Drive Unit(以下 GDU) が必要である。GDU に給電する方法は DC/DC コンバータをはじめとしていくつかあるが⁽¹⁾、制御範囲や部品点数などに課題があると思われる。

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、1 次側 1 ターンコイルによる自己給電法及びその設計条件を検討したので報告する。

2. 提案方式

図 1 に示す提案方式は、フェライトコアを用いた 1 次側 1 ターンコイルをスイッチと直列に接続し、1 次側電流変化時の電磁誘導により、2 次側に誘導起電力 E_2 を発生させる。以下にトランスの設計について述べる。ただし、本論文では式の簡単化のため結合係数 $k=1$ (漏れインダクタンス無視) とし、巻き線抵抗は無視できるものとする。

スイッチング時に 2 次側へ流れる電荷の総量 Q は起電力の方程式より(1)式で表される⁽²⁾。

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

ただし、 R_2 : 2 次側抵抗, M : 相互インダクタンス, i_2 : 2 次側電流, i_1 : 1 次側電流
また、相互インダクタンス M は(2)式にて得られる。

$$M = N_1 N_2 \times 4 \times 10^{-7} \times \mu_e \cdot \frac{S}{\ell} \quad (2)$$

ただし、 μ_e : 実効透磁率, S : コアの断面積[m²], ℓ : コアの磁路長[m], N_2 : 2 次側巻き数

二次側に E_2 を誘導するために必要な二次側の巻き数 N_2 は(1)式に(2)式を代入し(3)式にて得られる。

$$N_2 = \frac{E_2}{2f \cdot I_1 \cdot k \cdot 4 \times 10^{-7} \cdot \mu_e \cdot \frac{S}{\ell}} \quad (3)$$

ただし、 f : スイッチング周波数

3. 実験結果

図 2 にコレクタ電流を変化させたとき、図 3 にスイッチング周波数を変化させたときの 2 次側誘導起電力 E_2 の実測結果、および(3)式に基づいた E_2 の計算結果を示す。供給電力は、GDU を駆動す

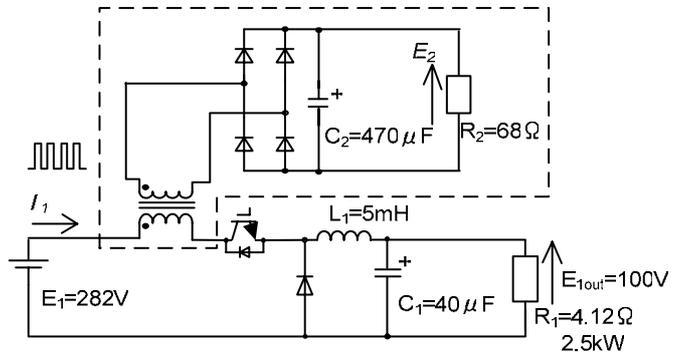


Fig. 1. Experimental circuit with the proposed self power supply.

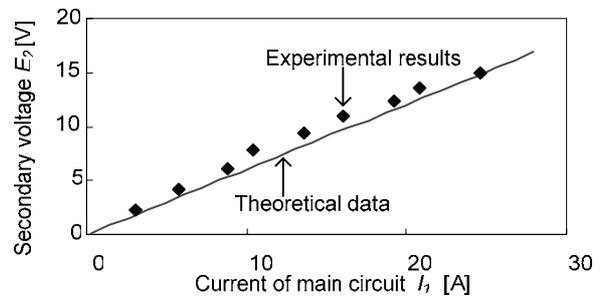


Fig. 2. Relation between the main current and output voltage. ($f=10$ [kHz], duty=0.35, $N_2=20$ [turns])

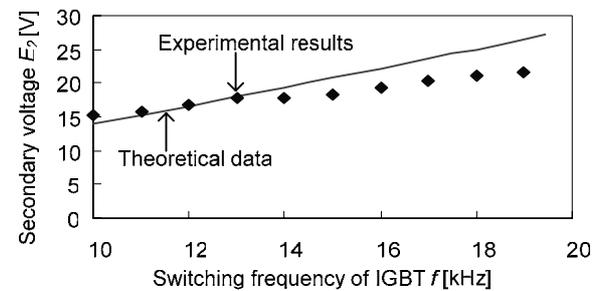


Fig. 3. Relation between the switching frequency and output voltage. (duty=0.35, $N_2=20$ [turns], $I_1=24$ [A])

るために必要な電力である 1~2W 以上の電力が得られることを確認した。図 3 では、周波数が高くなるにつれ、理論値との誤差が増加している。この原因としては、式の簡単化のために無視した漏れインダクタンスによる電圧降下が周波数に伴い増加することが挙げられる。しかし、おおむね理論値と実験値は一致し、提案式の妥当性を確認した。今後は、起動方法などについて検討する。

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