

高周波 LC 発振器の基本特性とゲート駆動回路への応用

石橋 尚之, 魏 秀欽, 甲木 昭彦, 広川 正彦*
(長崎大, *TDK)

Fundamental characteristics of high-frequency LC oscillator and its application to gate driver

N. Ishibashi, X. Wei, A. Katsuki, M. Hirokawa*
(Nagasaki University, *TDK Corporation)

はじめに

集積回路技術の進歩による電子機器の小型化に伴って、電源装置にも小型化が強く求められている。スイッチング周波数の高周波化を行う場合、高効率を得られる共振型コンバータが賞用される。その出力電圧は基本的にスイッチング周波数で制御されることから、自励型の LC 発振回路によるゲート駆動回路が提案されている。本稿では、最も基本的な発振周波数特性などについて検討したので報告する。

LC 発振回路の発振周波数

実験回路を Fig. 1 に示す。MOSFET による自励型 LC 発振回路である。RC スナバ回路を構成するキャパシタンス C_1 をパラメータに取って、抵抗 R_1 と発振周波数 f_{osc} の関係を測定した結果が、Fig. 2 である。

文献 1) では発振周波数が式(1)で表されるとしている。

$$f_{osc} = 1/2\pi\sqrt{L(C_1 + C_{iss} + C_3)} \quad (1)$$

ここで、 C_{iss} は MOSFET の入力容量である。Fig. 2 を見ると R_1 によって f_{osc} が影響を受けていることが分かるが、式(1)では説明できない。

そこで、スナバ回路を RC 並列回路に等価変換して R_1 の影響を C_1 に反映させた結果が Fig. 3 である。実験結果と傾向は似ているが数値は大きく異なっている。式(1)から得られる数値は、Fig. 3 のグラフを左に延長した場合の漸近値である。

次に、逆伝達容量 C_{rss} によるミラー効果の影響を考慮して C_{iss} を補正し、さらにインダクタに用いた直流電源用チョークコイルについて大振幅動作の影響を考慮して L を補正した場合の f_{osc} を、Fig. 4 に示す。Fig. 2 と大体一致していることが分かる。

外部負荷との結合回路

発振出力を外部スイッチ素子のゲート・ソース間に印加するために、片側のスナバ回路を結合回路に交換した場合の特性についても検討した。結合回路の定数を適当に選ぶと、発振回路をほぼ対称動作させることができる。

参考文献

- 1) P. Shamsi, et al., *IEEE Trans. Power Electron.*, Vol. 27, No. 8, pp. 3725-3733 (2012)

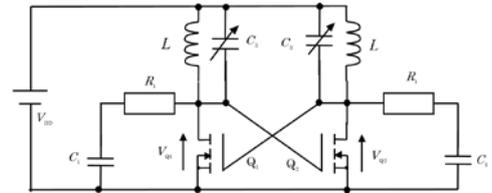


Fig. 1. High frequency LC oscillator for gate driver.

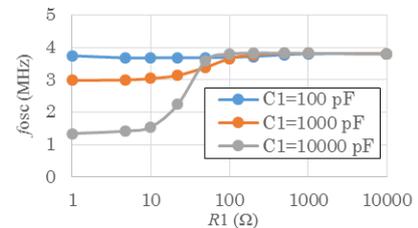


Fig.2. Measured data on oscillation frequency.

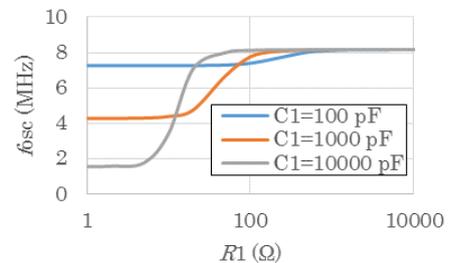


Fig.3. Analyzed oscillation frequency in consideration of RC snubbers.

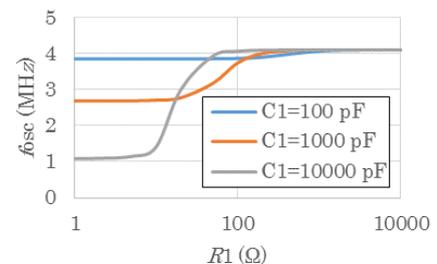


Fig.4. Analyzed oscillation frequency in consideration of RC snubbers, reverse-transfer capacitance in MOSFET, and large swing operation in inductors.