

2018年度 群馬大学

パワーエレクトロニクス工学論

Homework 集

- * 講義は全部で 8コマ(小堀 担当分)です
 - * 宿題は講義日毎に分けて示してある
 - * レポート用紙は、A4レポート用紙を用いること
 - * レポートが複数枚になるときは、左上を閉じること
 - * 提出日: その都度、指示する。指定日に教壇の前の机上に提出
(遅れたり、講義後に提出すると減点です)
- 最終日には、簡単な「**試験**」を実施する(評価対象)

客員教授 小堀 康功

●Homework 1章:基本素子

1-1) SiC (シリコン・カーバイド) の特徴をまとめて報告せよ。

・構成 ・性能 ・使用例 等

1-2) アルミ電解コンデンサには、耐圧や極性が指定されているが、

・この理由を構造と関係付けて報告せよ。

1-3) コイルを自作する時、

下記の巻き数で 一旦 インダクタを測定した結果、以下あった。

・巻き数: 100ターン、 $L=100\ \mu\text{H}$ 、 $R=1.0\ \Omega$

Q1) $L=200\ \mu\text{H}$ にするには、さらに何ターン 巻き足せばよいか？

Q2) この巻き数で、抵抗値を半分の $R=0.5\ \Omega$ にしたい。

巻き線の直径の何倍にすれば良いか？

● Homework 2章: DC-DCスイッチング電源技術

2-1) 昇降圧形電源の諸特性の式 (p. 2-16,17,27,28,33,40) の各式を簡潔に導出せよ。

2-2) 出力短絡時の保護機能 (ex. フの字特性) について、動作原理・特性に関して簡潔に報告せよ。

2-3) 次ページの回路において、以下の条件の時 質問に答えよ。
(授業で教えた方法により計算せよ)

* 次頁の降圧形電源の条件:

- ・ $V_{in}=10\text{ V}$ 、出力電圧 $V_o=4.0\text{ V}$ 、クロック周波数 $F=200\text{ kHz}$
- ・ $L=220\mu\text{H}$ 、 $C=470\mu\text{F}$ 、 $R_o=10\ \Omega$
- ・ スwitchの導通抵抗: $R_{SW} = 0.4\ \Omega$ 、ダイオードのON抵抗: $R_{Di} = 0.2\ \Omega$
インダクタ内部抵抗: $R_L = 0.5\ \Omega$ 、コンデンサのESRは無視する
- ・ なお、全て Open-Loop 特性で考えよ

◆下図の降圧形電源において、以下の質問に答えよ。

Q1) 負荷抵抗 R_o の消費電力 P_o は、何Wか？

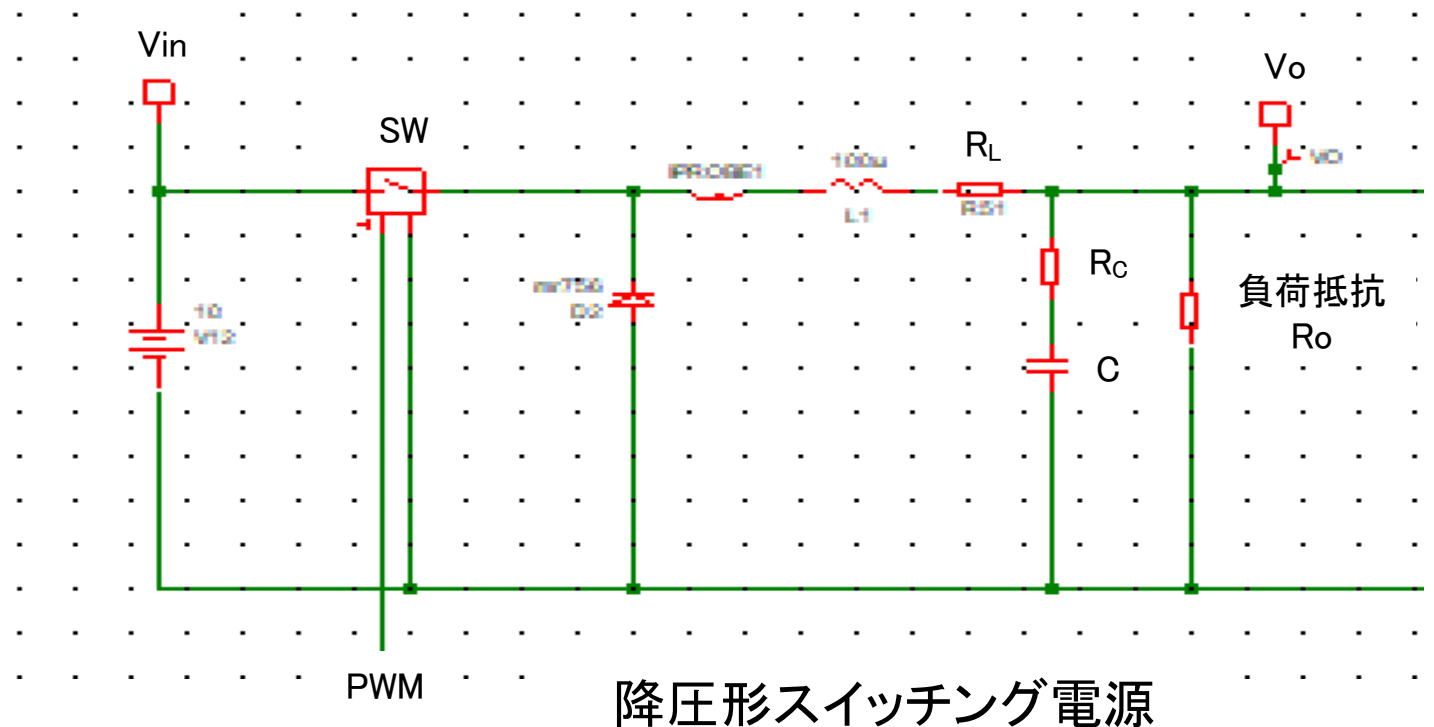
Q2) ボード線図のピーク周波数はいくらか？

Q3) スイッチを流れる平均電流はいくらか？

Q4) 理想的状態でのPWM信号のデューティ D は何%か？ 実際のデューティ D は何%か？

Q5) 直流出カインピーダンス Z_o はいくらか？

Q6) Open-Loopの直流ゲインはいくらか？ (dBで答えよ) SAW信号のピーク電圧 = V_{in}



●Homework 3章: 絶縁型DC-DCコンバータ電源技術

3-1) 落雷対策: 「直撃雷」と「誘導雷」

A) 雷サージ対策:

商用電源からの入力部には、雷サージに対する対策回路が設けてある。「直撃雷」に対して使用される対策素子の特性を簡潔に報告せよ。

B) 「誘導雷」による被害について報告せよ。

3-2) ノイズ対策

同様に商用電源には多くのノイズが重畳されている。

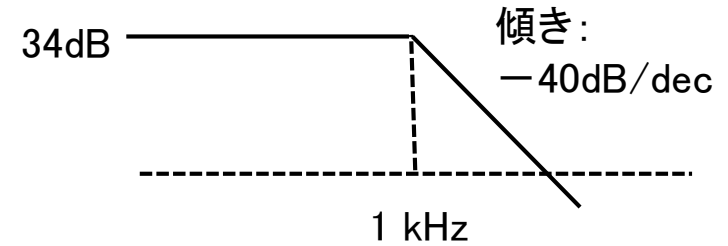
コモンノイズに対する対策回路と、チョークコイルの構造・特性を簡潔に説明せよ。

また、使用コンデンサの規格について簡単に報告せよ。

● Homework 4章: スイッチング電源の基本制御方式 (位相補償)

4-1) 右図のオープンループ特性は図Aのオペアンプを使用した時の特性である。このオペアンプに図Bの位相遅れ補償を施したとき、以下を示せ。

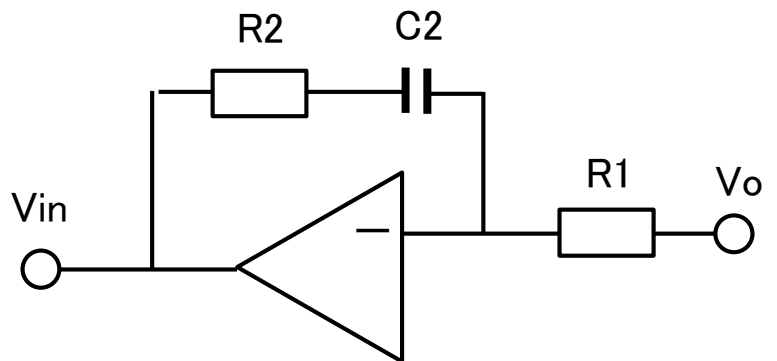
- 1) 図Aのゼロクロス周波数
- 2) 補償回路単体の伝達関数・折れ点周波数
- 3) 全体のボード線図 (折れ点周波数も記入)



図A 一巡伝達関数のボード線図

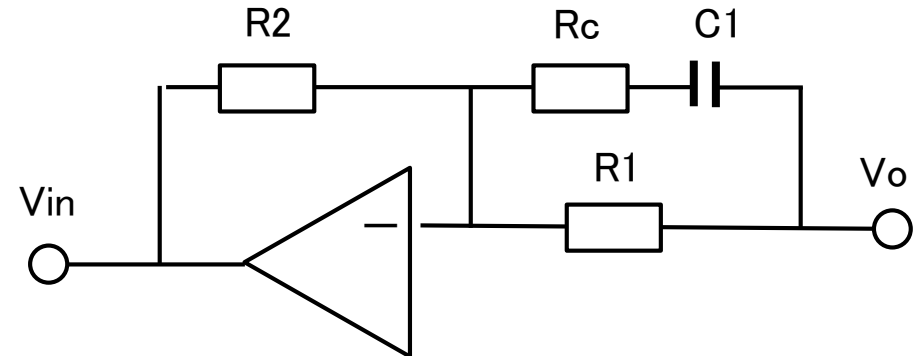
4-2) 図Cの位相進み補償に関して、以下を示せ。

- 1) 進み補償回路の伝達関数・折れ点周波数



・ $R1=1.0\text{k}\Omega$ 、 $R2=47\text{k}\Omega$ 、 $C2=1.0\text{nF}$

図B 位相遅れ補償回路



・ $R1=1.0\text{k}\Omega$ 、 $R2=47\text{k}\Omega$ 、
 $Rc=100\Omega$ 、 $C1=4.7\text{nF}$

図C 位相進み補償回路

●Homework 5章:スイッチング電源の効率

5-1) 降圧形コンバータの効率改善には、スイッチング素子に N-MOS を使用する。このときに十分にスイッチングするには、ゲート電圧を入力電圧より 十分高くする必要がある。

- ・このような回路には「**ブートストラップ回路**」が利用されるが、この回路方式の回路図・動作原理を一つ報告せよ。

[以上]