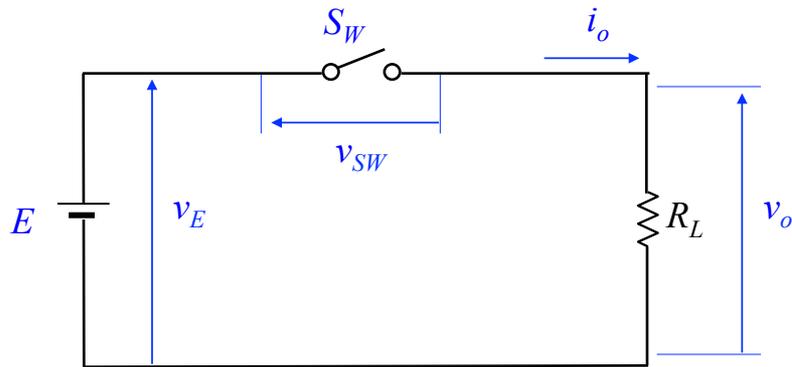


パワーエレクトロニクス講義資料
第6回 降圧チョツパ回路
(平滑回路)

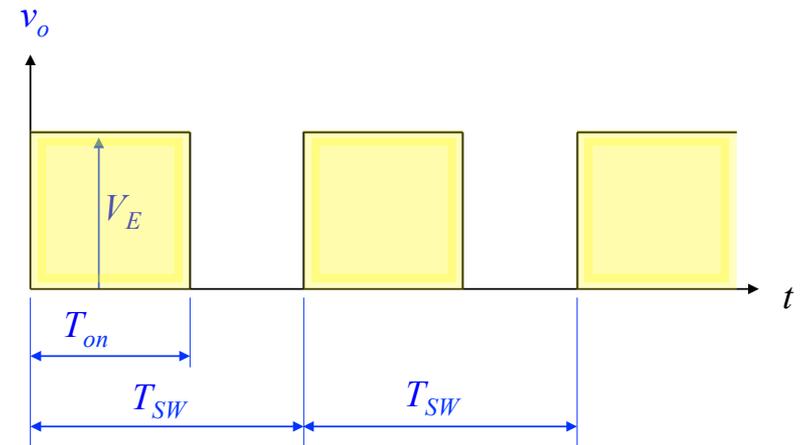
担当: 古橋武

furuhashi@cse.nagoya-u.ac.jp

出力電圧の制御



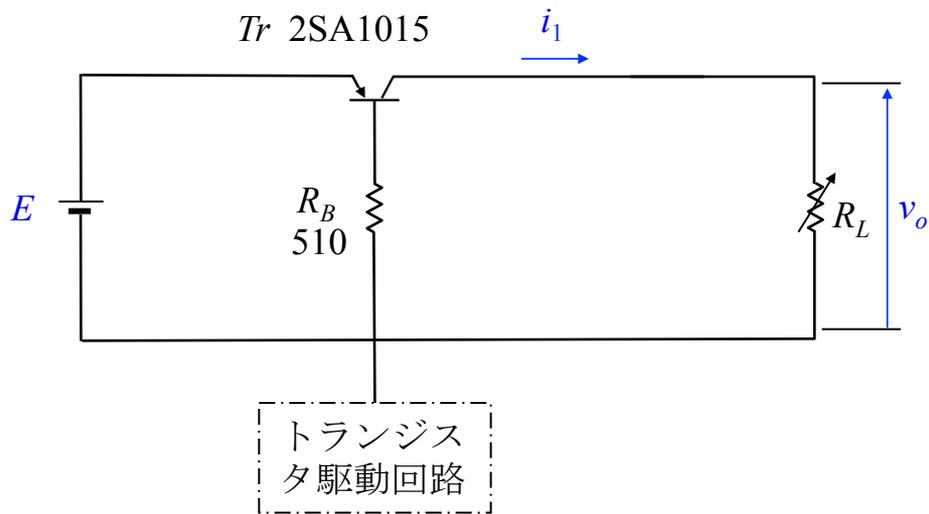
(a) スイッチング回路



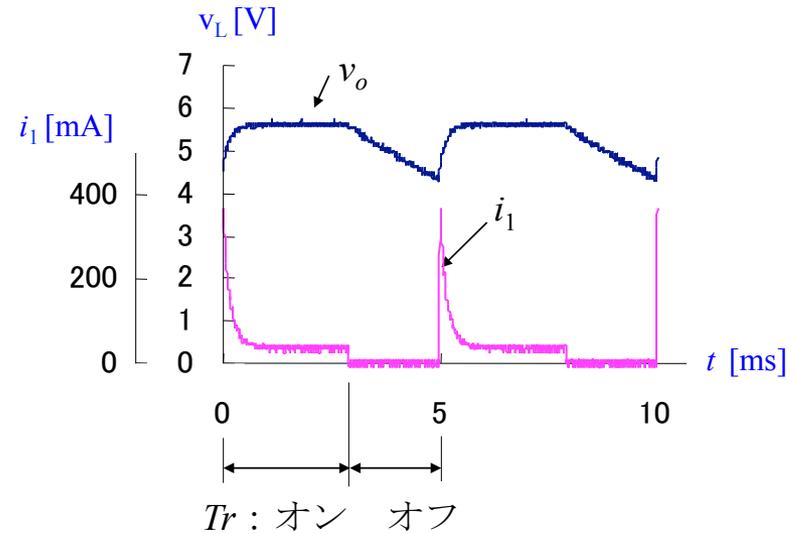
(b) 出力電圧波形

図4.2 スイッチング電源

このままでは出力電圧変動が大きすぎる。

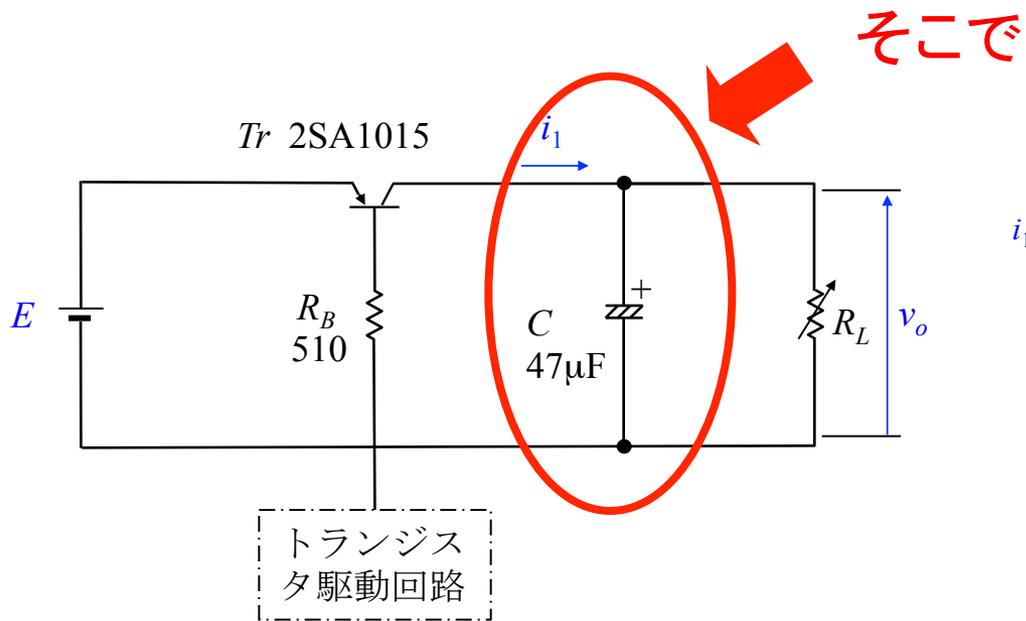


(a) スイッチング回路

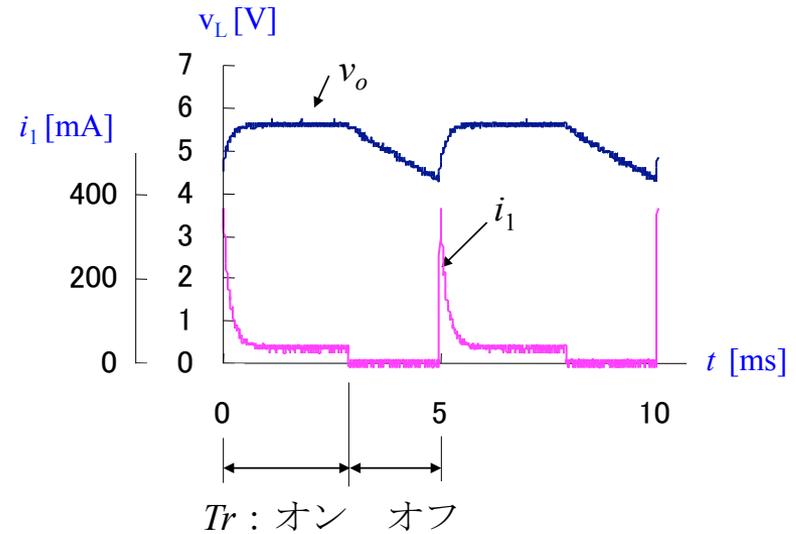


(b) 出力電圧・コンデンサ入力電流波形

図4.3 スイッチング電源（コンデンサを出力電圧の平滑化に利用）



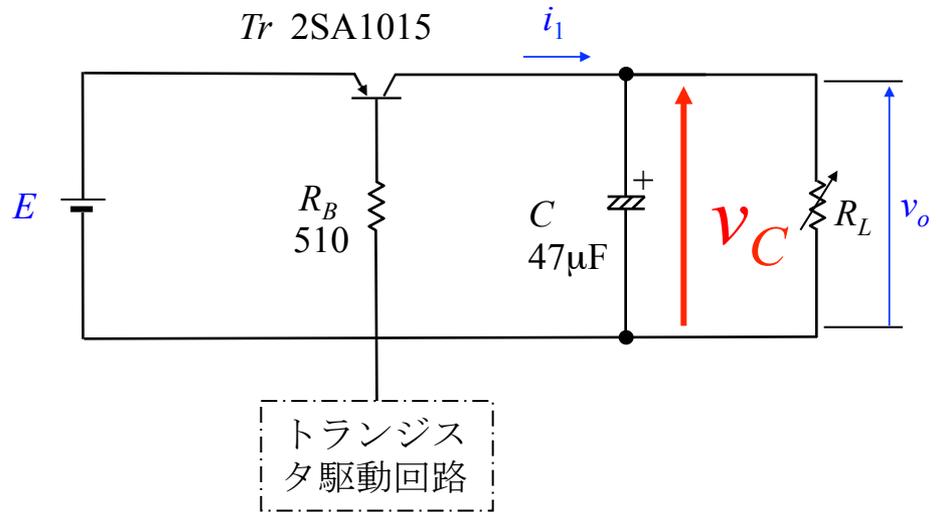
(a) スイッチング回路



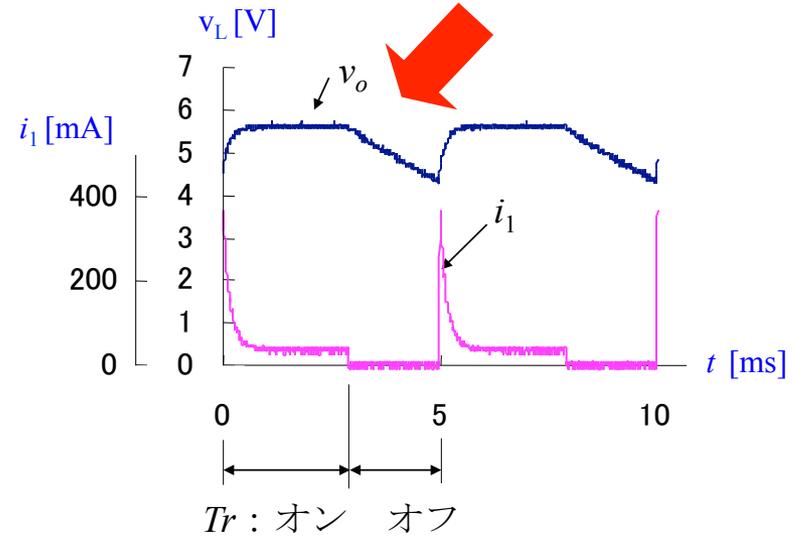
(b) 出力電圧・コンデンサ入力電流波形

図4.3 スイッチング電源（コンデンサを出力電圧の平滑化に利用）

しかし、電圧は変動、突入電流もある



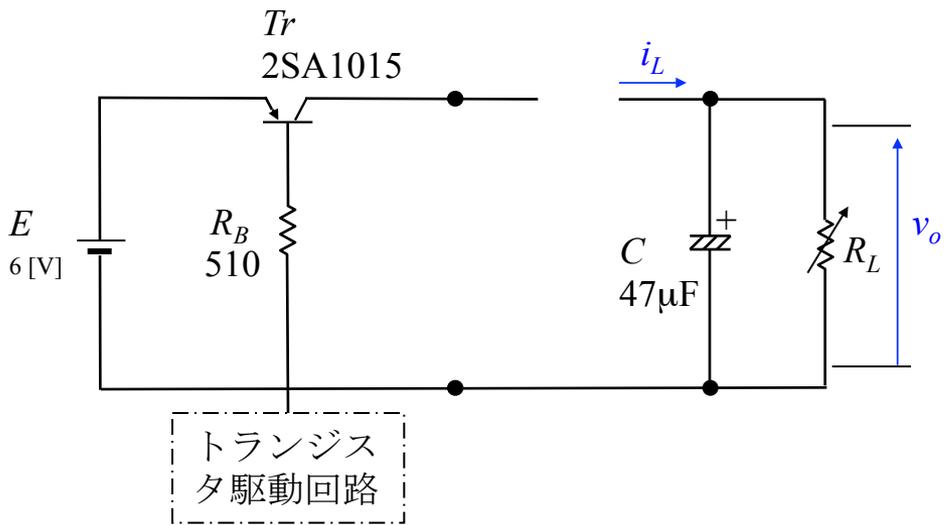
(a) スイッチング回路



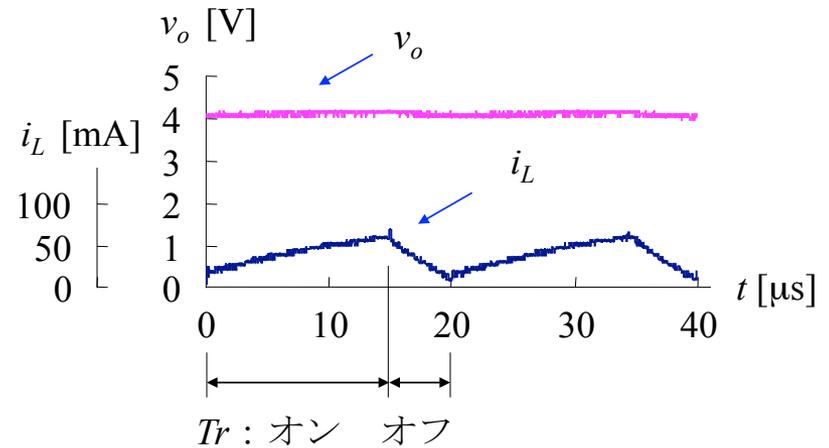
(b) 出力電圧・コンデンサ入力電流波形

図4.3 スイッチング電源（コンデンサを出力電圧の平滑化に利用）

電解コンデンサだけでは平滑化できない。

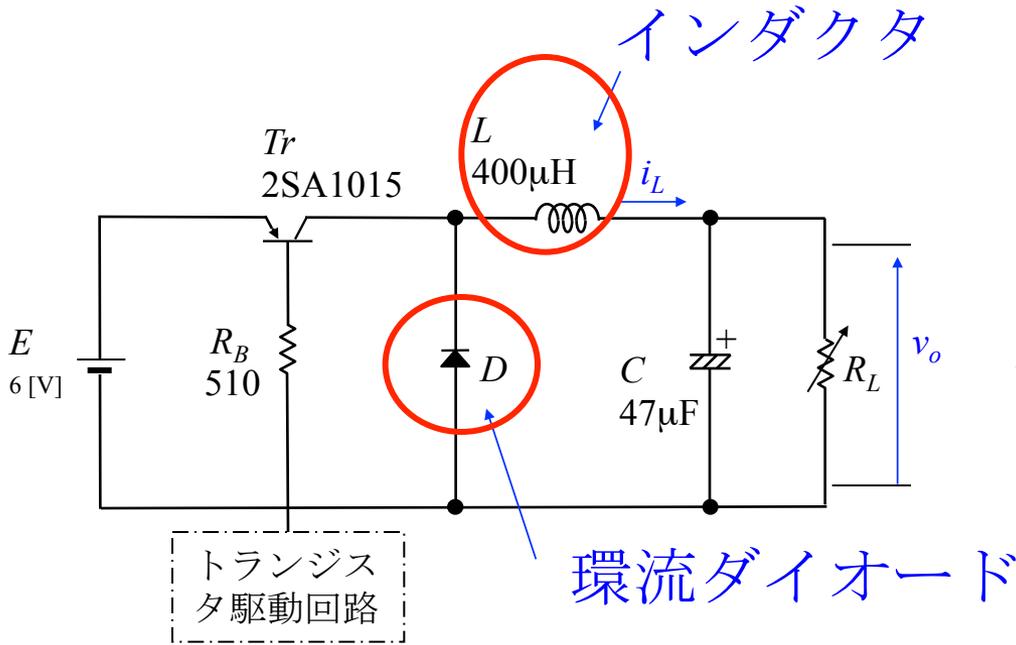


(a) 回路図

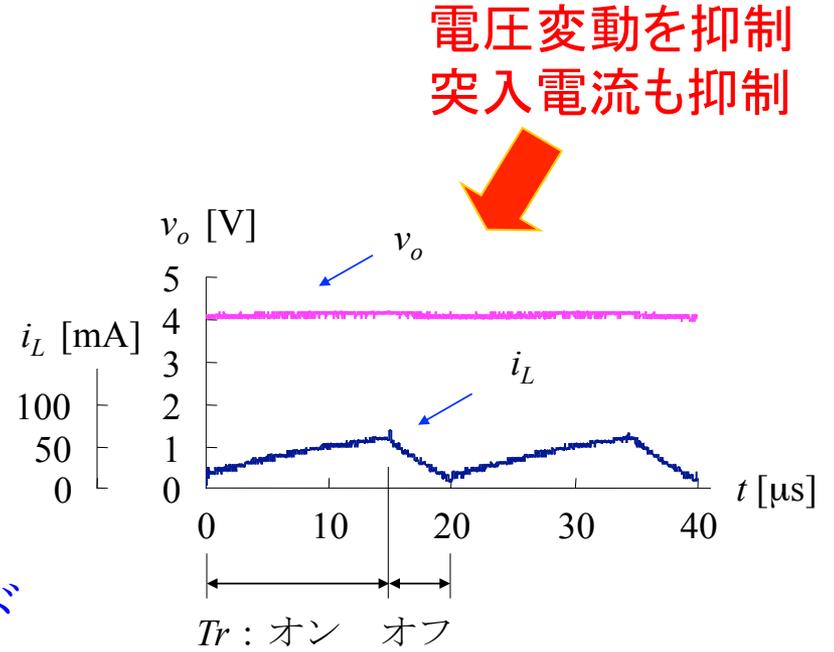


(b) 出力電圧・インダクタ電流

図4.4 降圧チョッパ回路



(a) 回路図

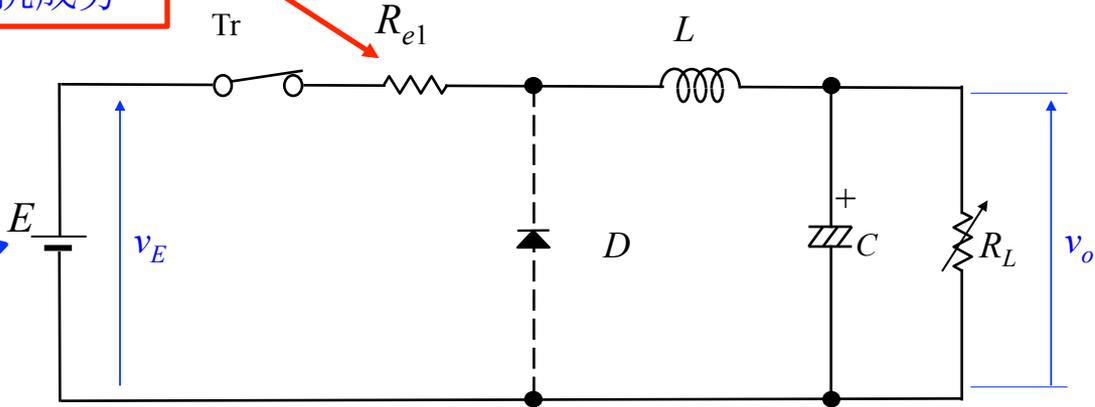


(b) 出力電圧・インダクタ電流

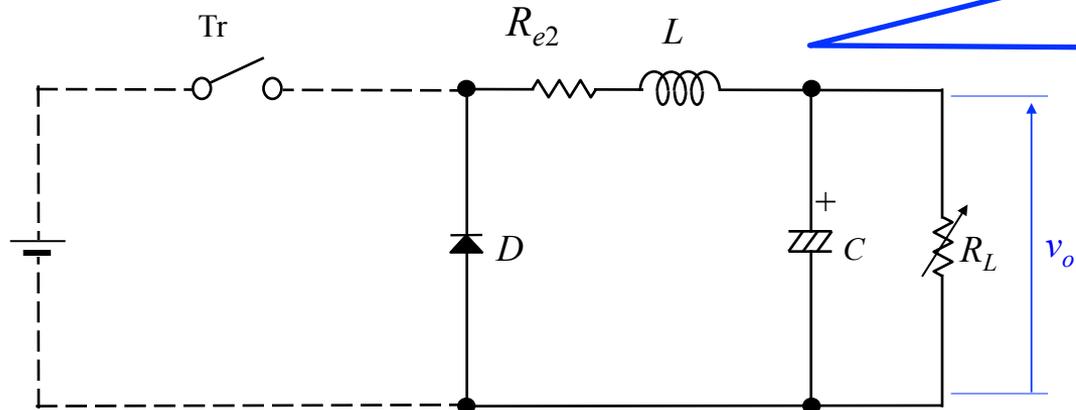
図4.4 降圧チョッパ回路

4.3 降圧チョップ回路の動作原理

回路内の抵抗成分



(a) トランジスタ・オン

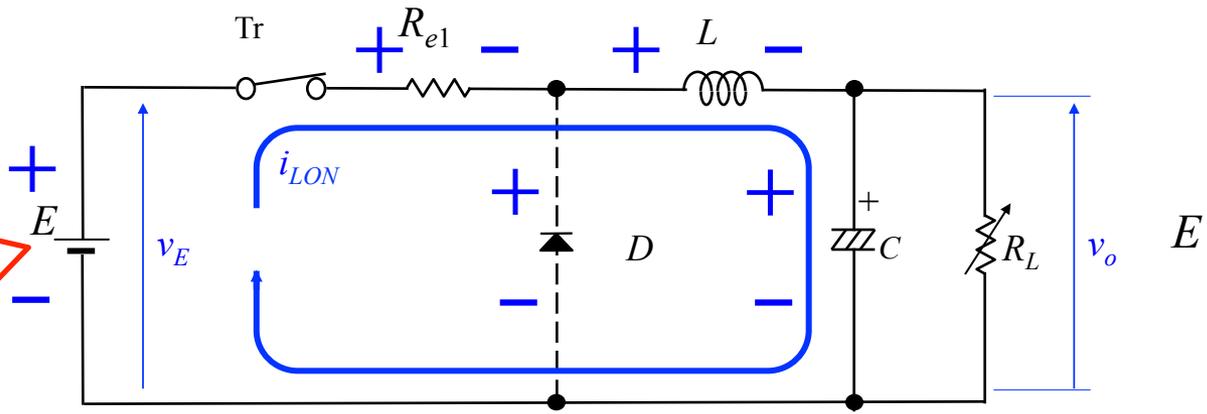


(b) トランジスタ・オフ

図4.13 降圧チョップ回路の等価回路

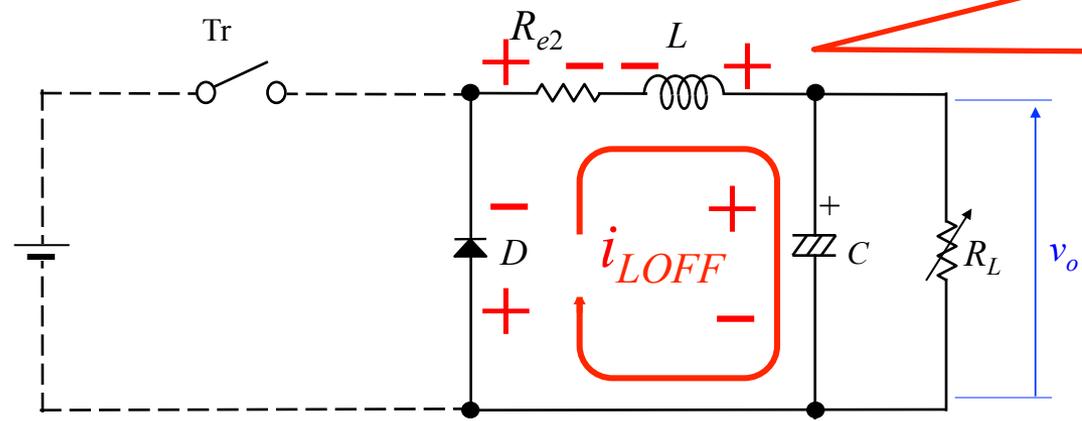
4.3 降圧チョップ回路の動作原理

電源 E が
電流 i_{LON}
を流し
ている。



(a) トランジスタ・オン

インダクタ L
が電流 i_{LOFF}
を流している。

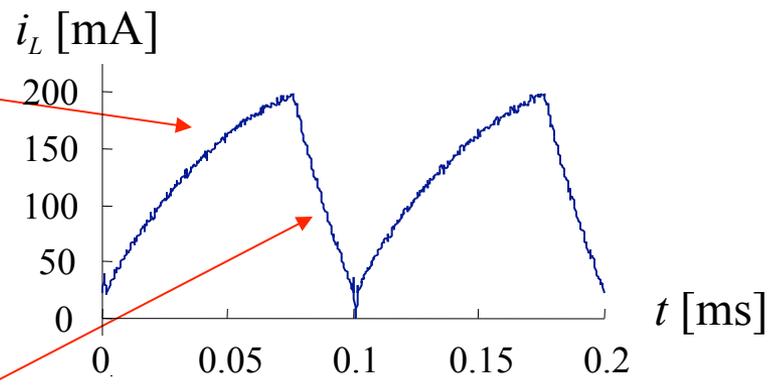


(b) トランジスタ・オフ

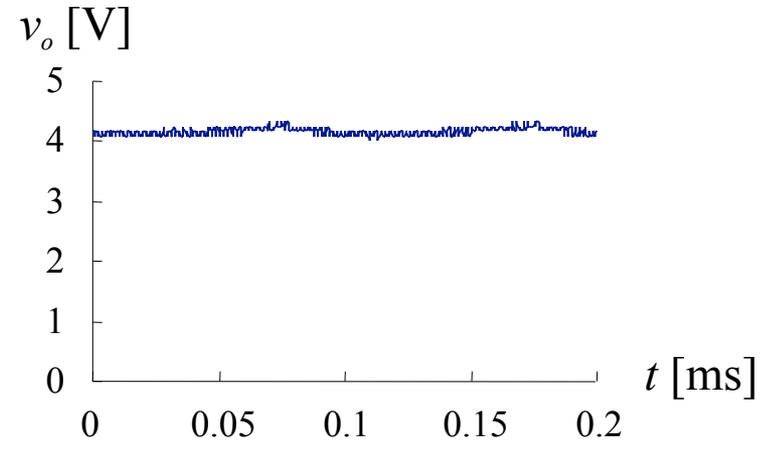
図4.13 降圧チョップ回路の等価回路

$V_E = 6$ [V], $V_o = 4.1$ [V], $L = 400$ [μ H],
 $R_{e1} = 7$ [Ω], $f_{SW} = 10$ [kHz] のとき

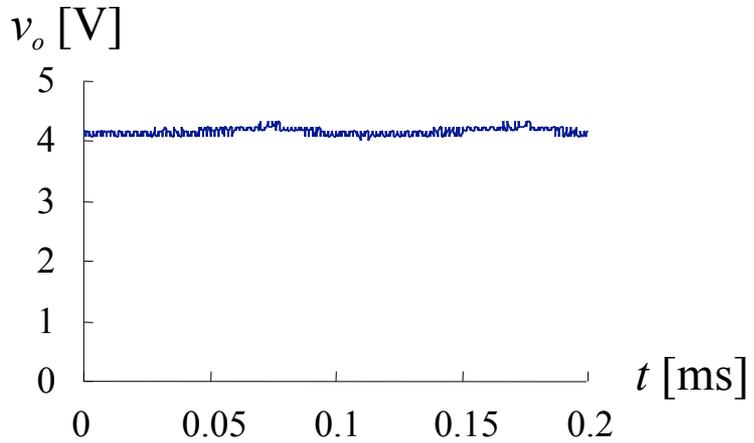
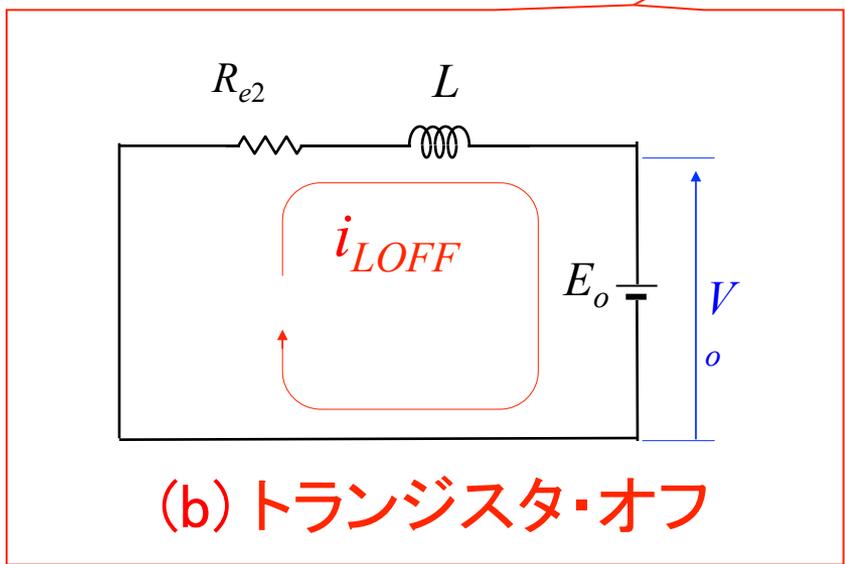
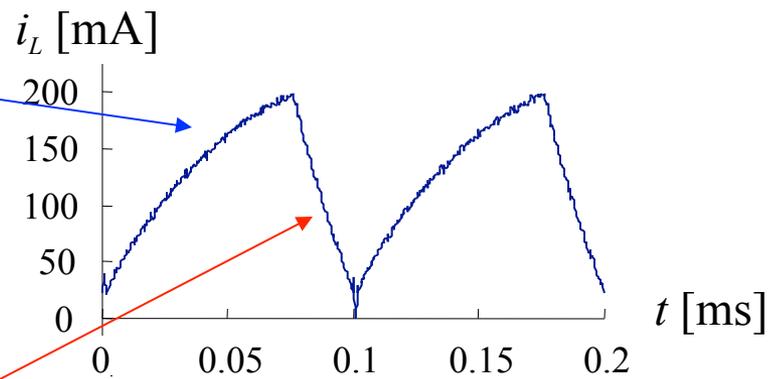
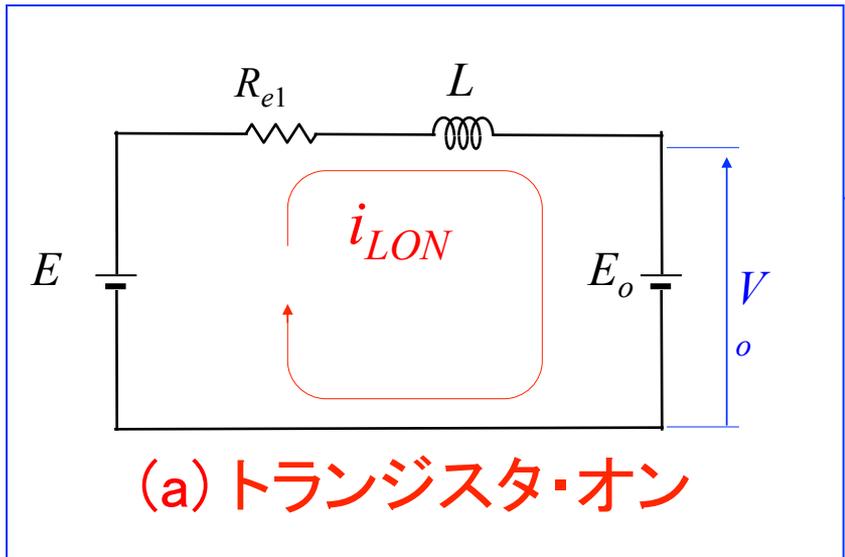
(a) トランジスタ・オン

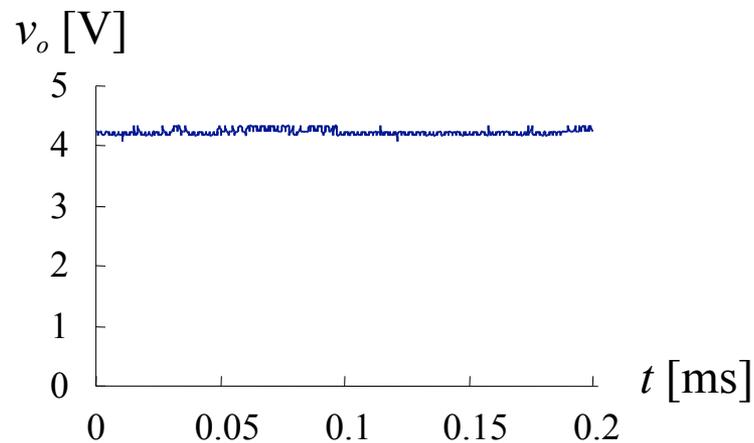
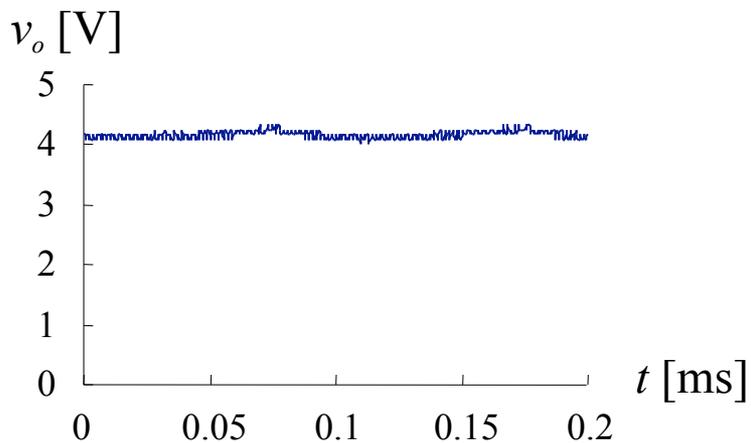
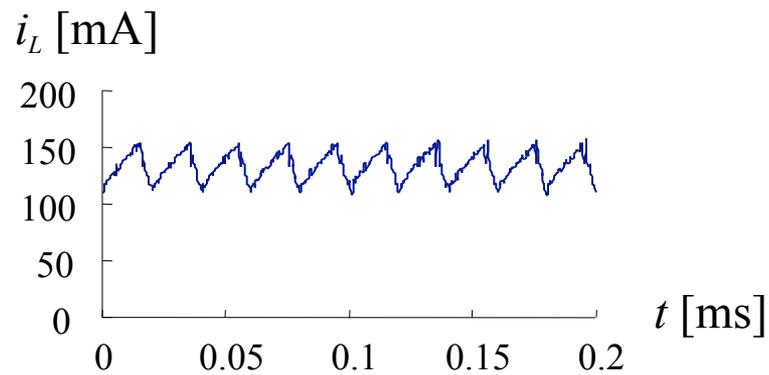
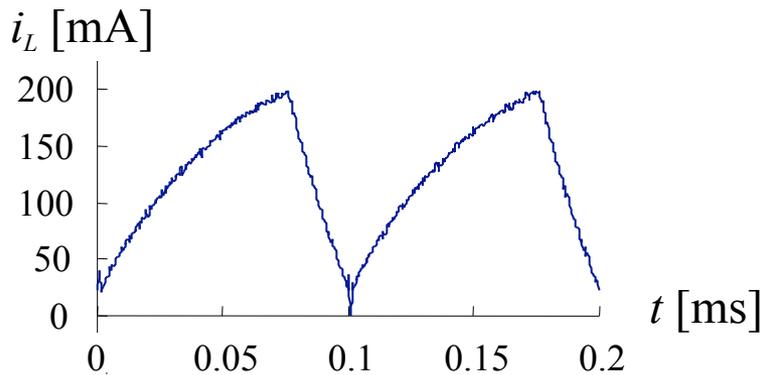


(b) トランジスタ・オフ



$V_E = 6$ [V], $V_o = 4.1$ [V], $L = 400$ [μ H],
 $R_{e1} = 7$ [Ω], $f_{SW} = 10$ [kHz] のとき



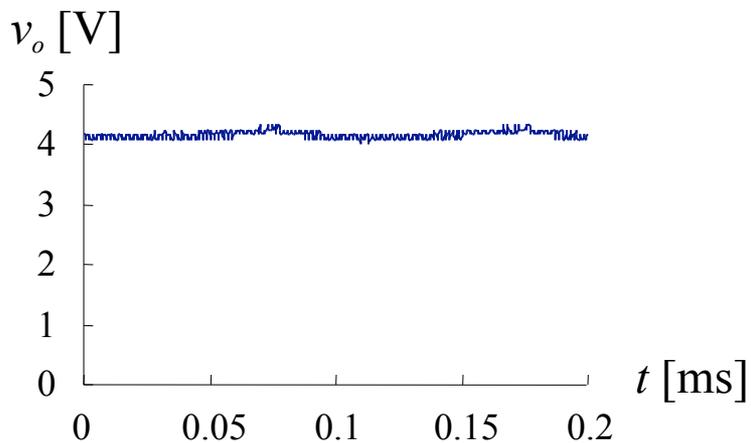
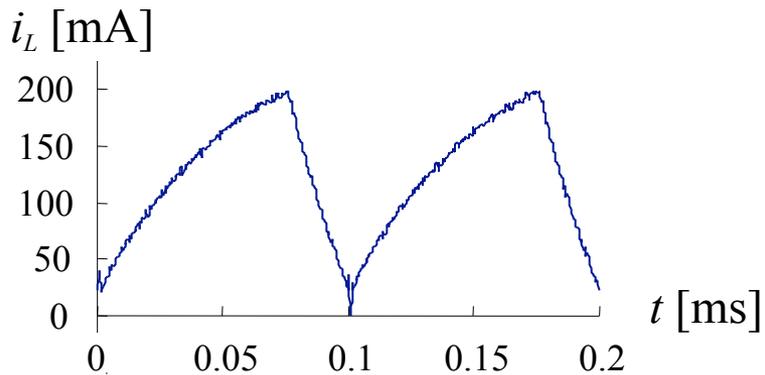


(a) スイッチング周波数

(b) $f_{SW} =$

$$f_{SW} =$$

図4.15 降圧チョッパ回路のインダクタに流れる電流と出力電圧



(a) スイッチング周波数

$$f_{SW} = 10 \text{ [kHz]}$$

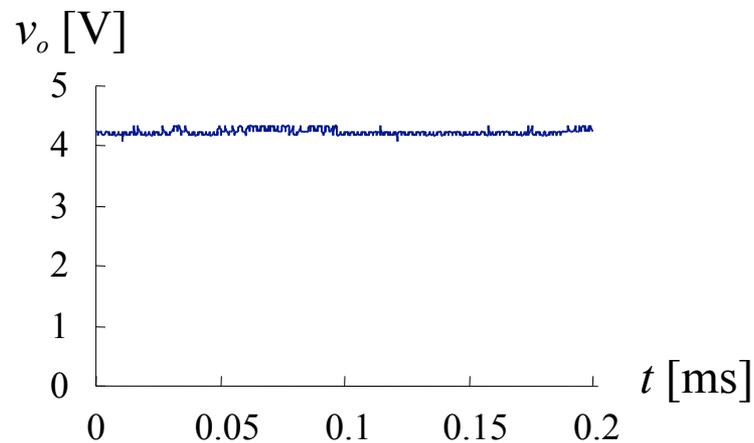
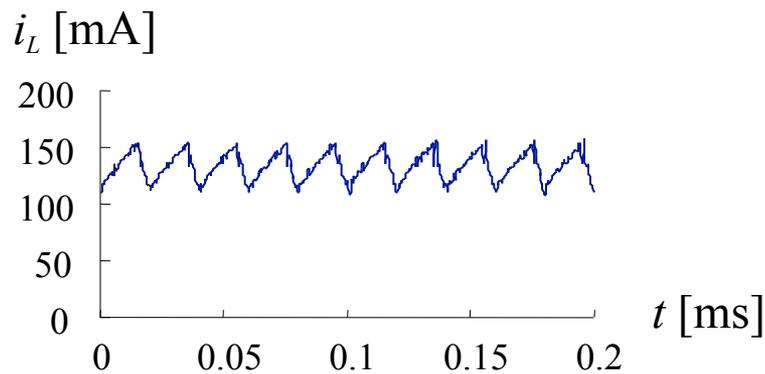
(b) $f_{SW} = 50 \text{ [kHz]}$

図4.15 降圧チョッパ回路のインダクタに流れる電流と出力電圧

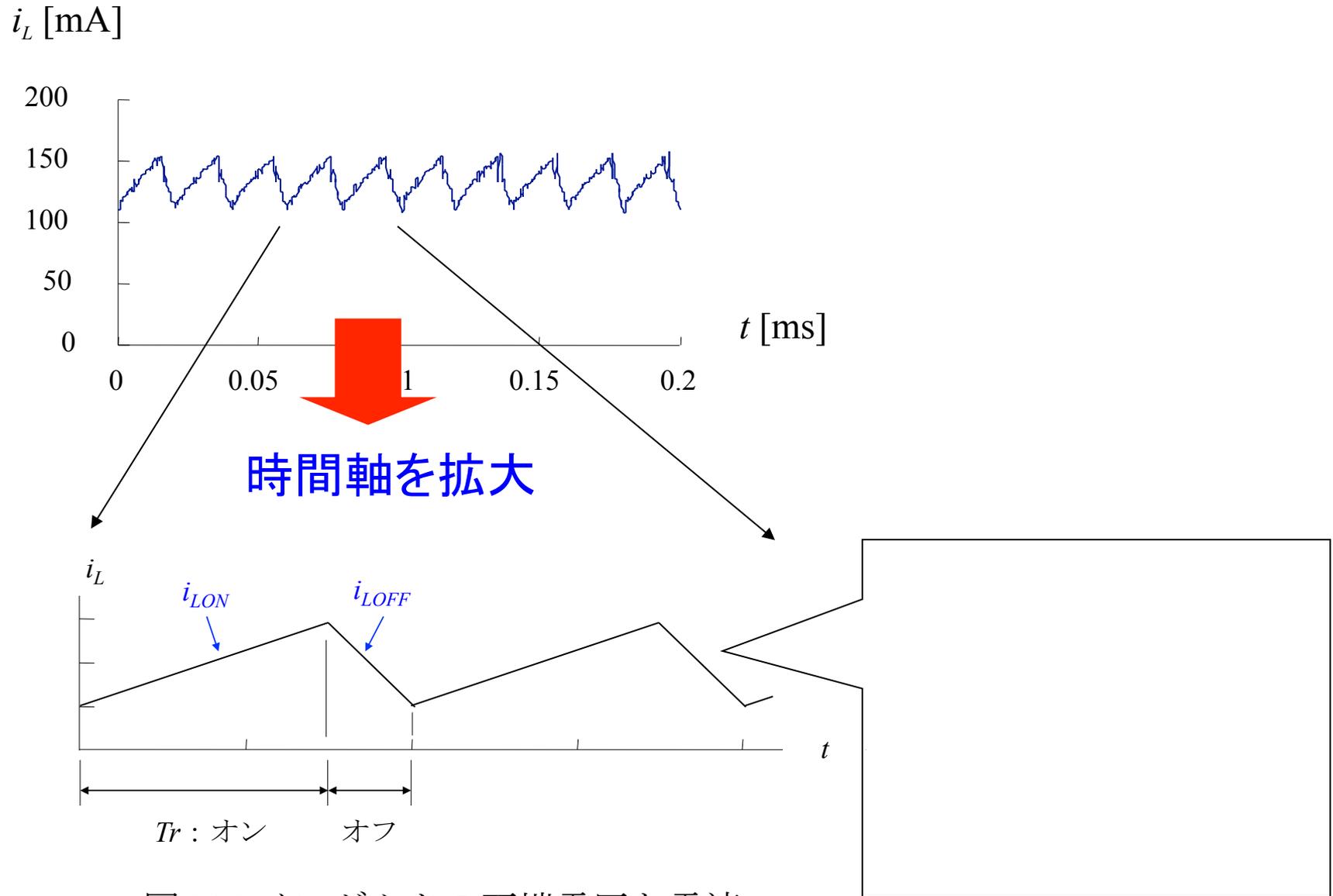
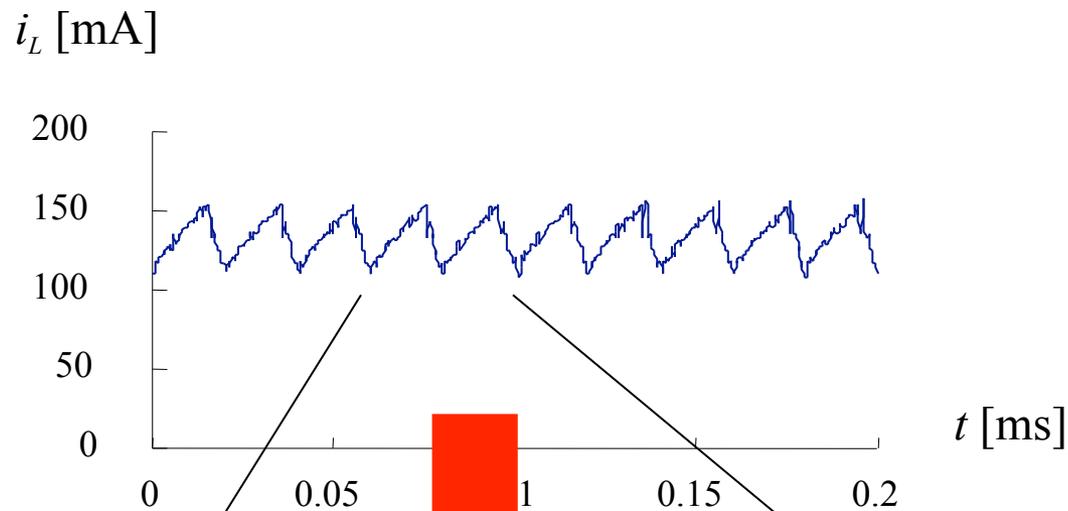
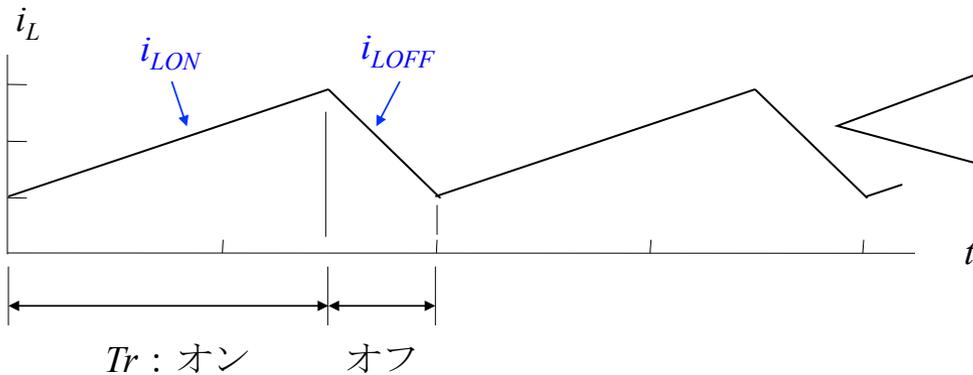


図4.14 インダクタの両端電圧と電流



時間軸を拡大

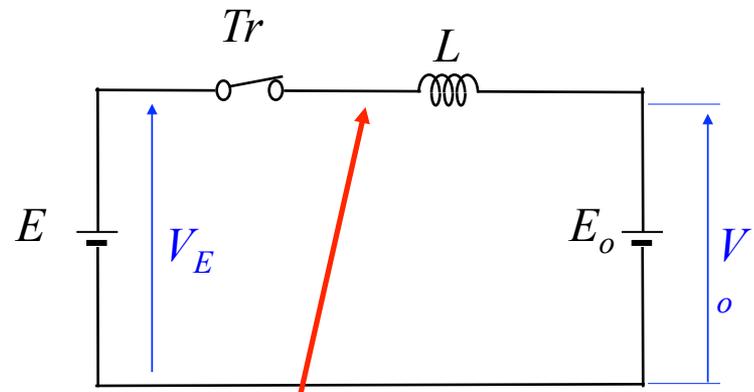


直線で近似できる

||

回路の抵抗成分を無視.

図4.14 インダクタの両端電圧と電流



抵抗成分を
無視

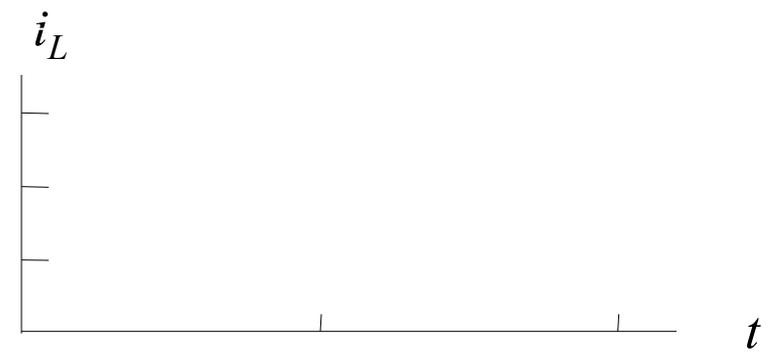
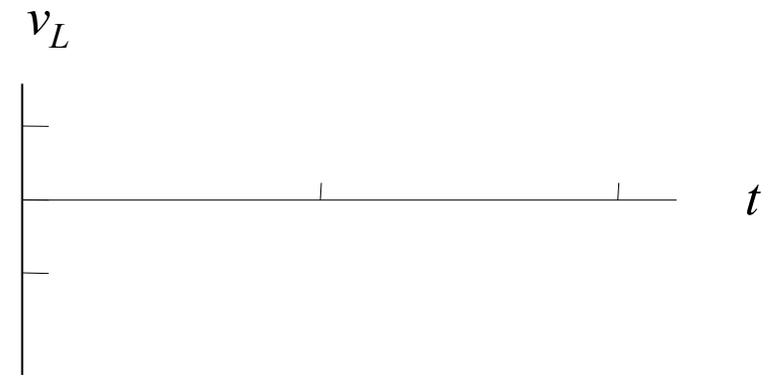
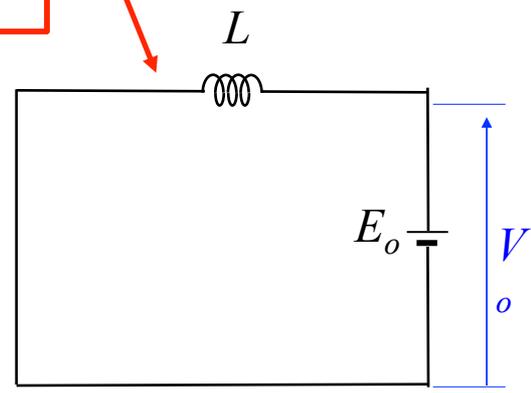
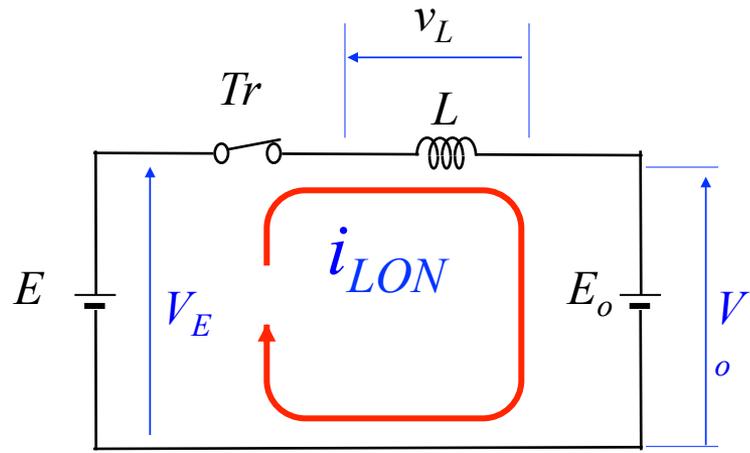
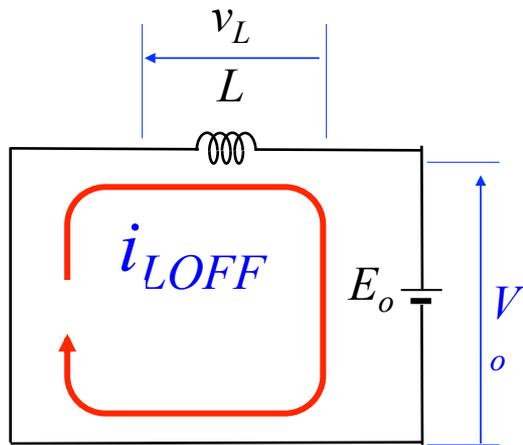


図4.14 インダクタの両端電圧と電流



(a) トランジスタ・オン



(b) トランジスタ・オフ

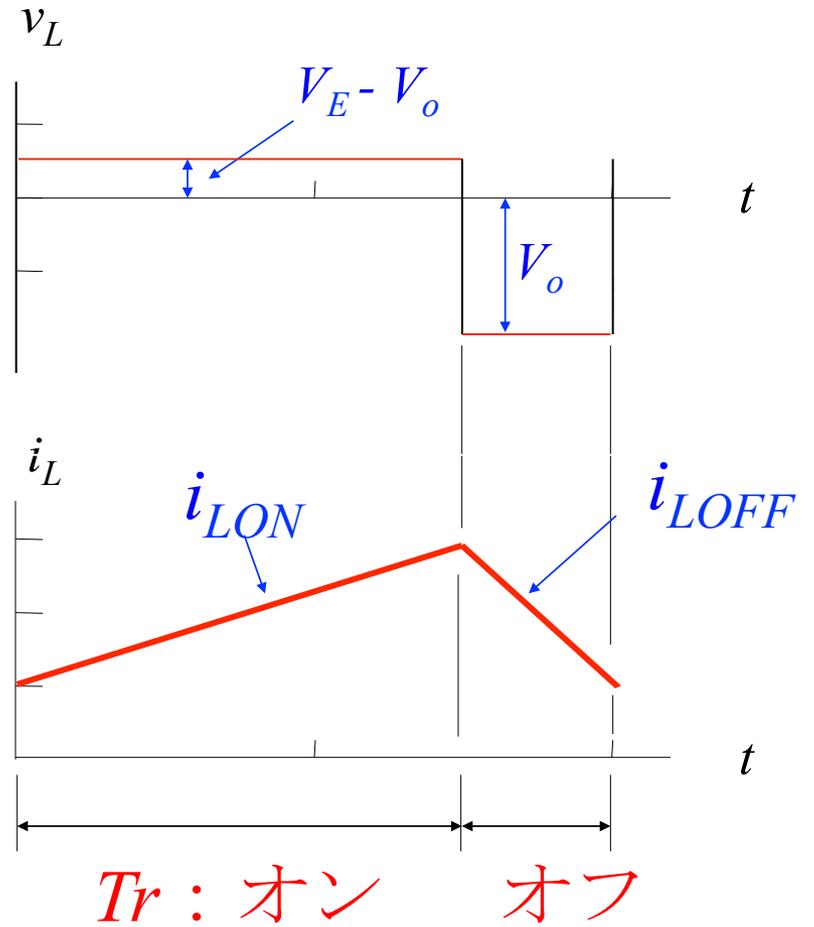
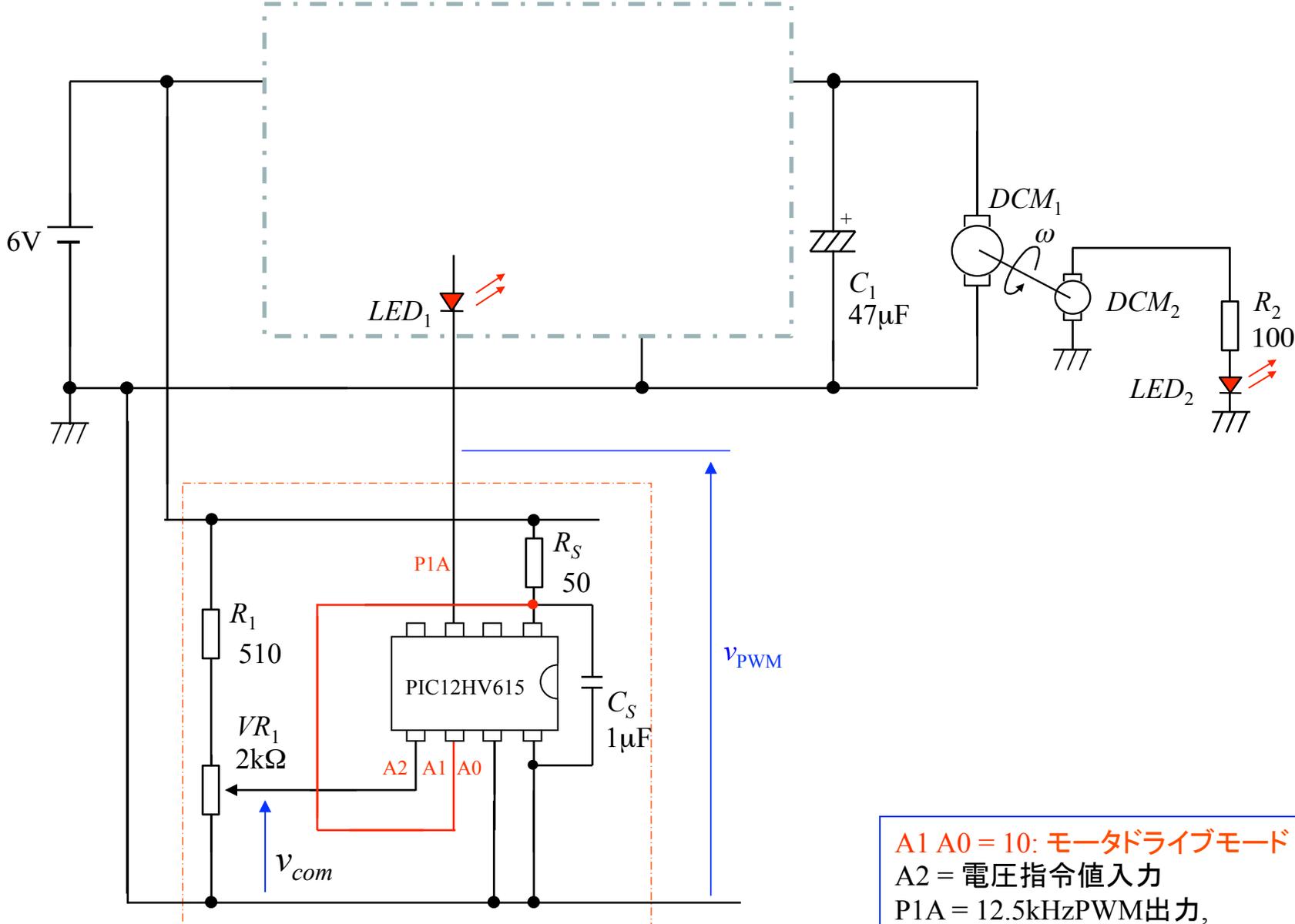
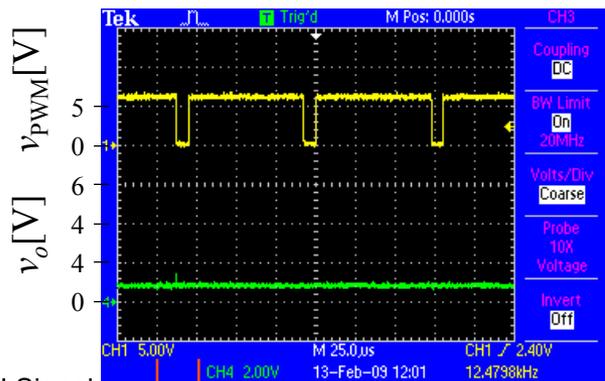
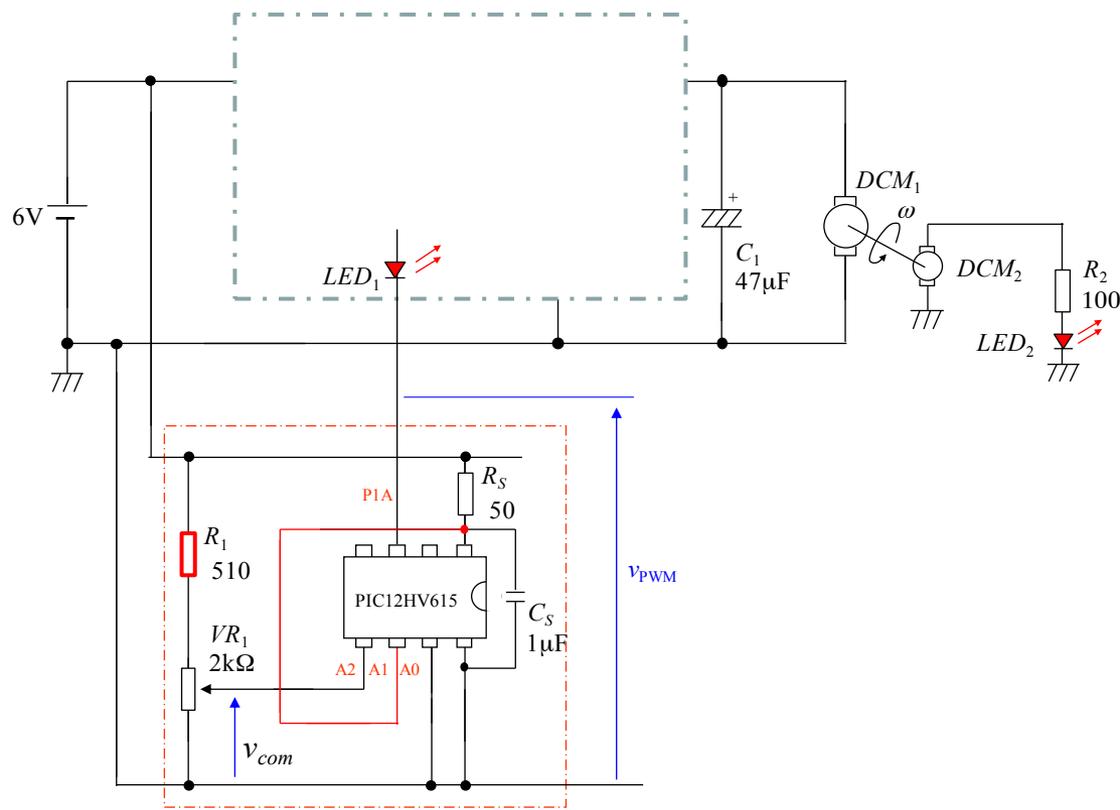


図4.14 インダクタの両端電圧と電流

Step4 製作課題 チョークコイルとショットキーバリアダイオードと電解コンデンサからなる平滑回路を持つ降圧チョップ回路を製作せよ。回路図も併せて提出してTAのチェックを受けること。

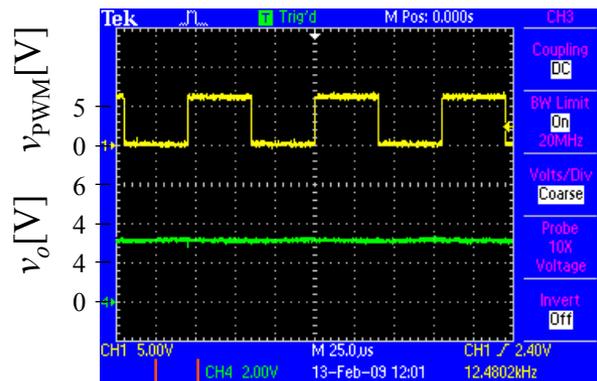


A1 A0 = 10: モータドライブモード
 A2 = 電圧指令値入力
 P1A = 12.5kHzPWM出力,



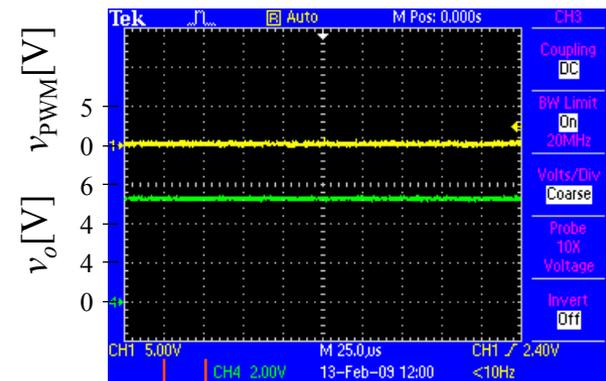
25μsec

(a) $v_{com} = 0.5$ [V]



25μsec

(b) $v_{com} = 3$ [V]

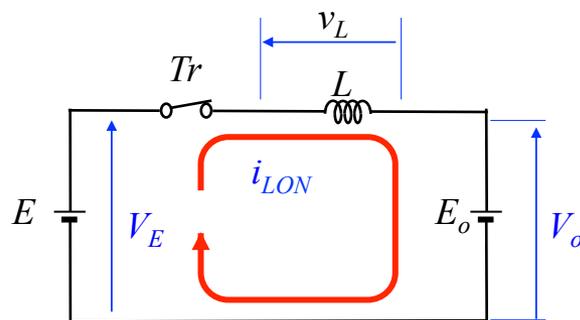


25μsec

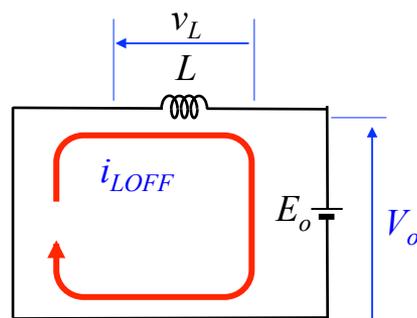
(c) $v_{com} = 6$ [V]

Step4 レポート課題(1) 下図はチョッパ回路のトランジスタ・オン／オフ時の等価回路である．トランジスタ Tr のスイッチング周波数は回路の抵抗成分を無視できるほどに十分に高いとする．以下の問に答えよ．

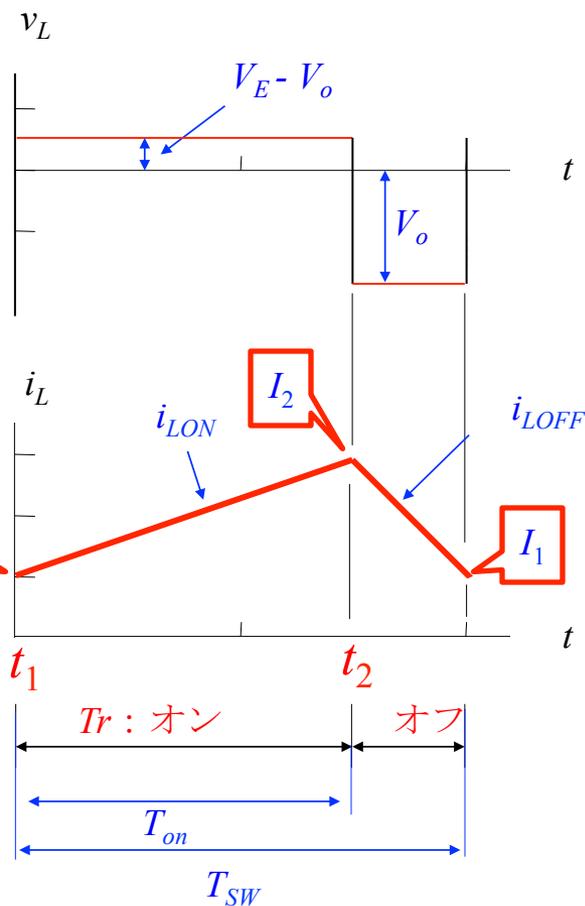
- (a) Tr オン／オフ時の回路方程式をそれぞれ求めよ．
- (b) Tr オン開始時 t_1 の電流を I_1 , Tr オフ開始時 t_2 の電流を I_2 としてそれぞれの微分方程式を解け．
- (c) Tr オンの終了時の電流が I_2 に一致するとして, $I_2 - I_1$ を通流率 δ とスイッチング周期 T_{SW} の式で表せ．
- (d) 同様に, Tr オフの終了時の電流が I_1 に一致するとして, $I_2 - I_1$ を通流率 δ とスイッチング周期 T_{SW} で表せ．
- (e) (3), (4)の値が等しいとにおいて, 出力電圧 V_o と電源電圧 V_E と関係を通流率 δ を用いて表せ．



(a) トランジスタ・オン



(b) トランジスタ・オフ

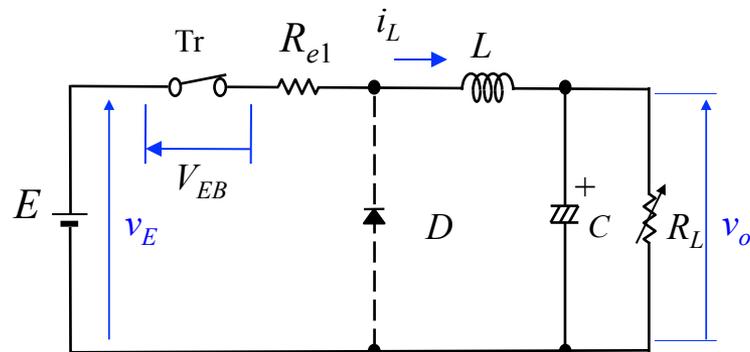


Step4 レポート課題(2)

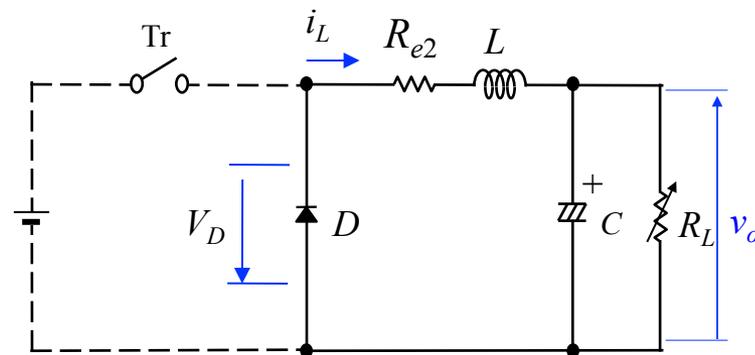
降圧チョッパ回路の効率を求めよ. ただし, $V_E = 6$ [V],
 $R_{e1} = R_{e2} = 7$ [Ω], 通流率 $\delta = 0.8$,
 トランジスタ・オン時のエミッタ-コレクタ間電圧 $V_{EB} = 0.2$ [V],
 ダイオードのオン電圧 $V_D = 0.4$ [V] とする. また,
 簡単のため, レポート課題(1)の初期電流 $I_1 = I_2 = 100$ [mA]
 (すなわち, $i_L = (\text{一定})$) とする.

(ヒント)

$$\text{効率 } \eta = \frac{P_{in} - P_{loss}}{P_{in}} \times 100 [\%]$$



(a) トランジスタ・オン



(b) トランジスタ・オフ