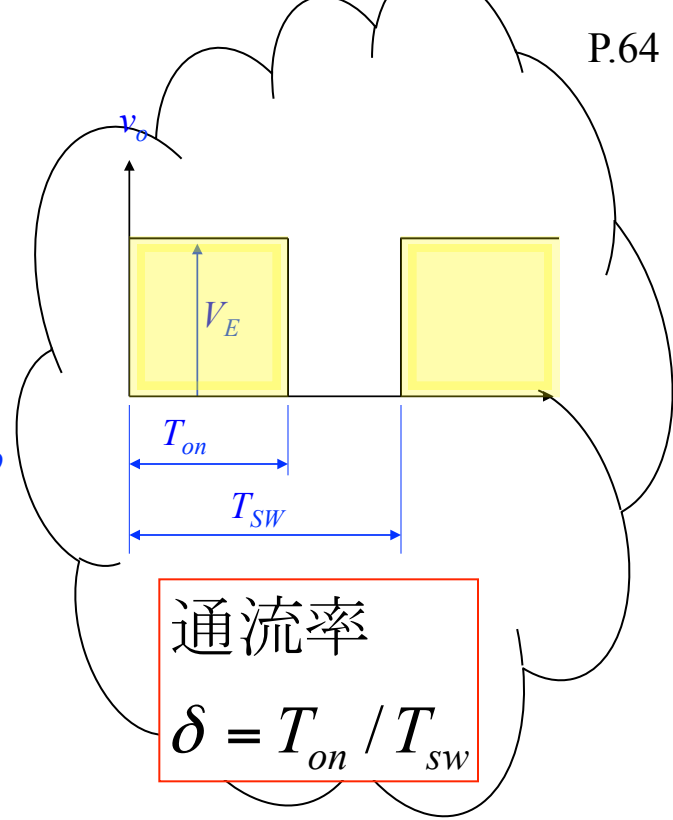
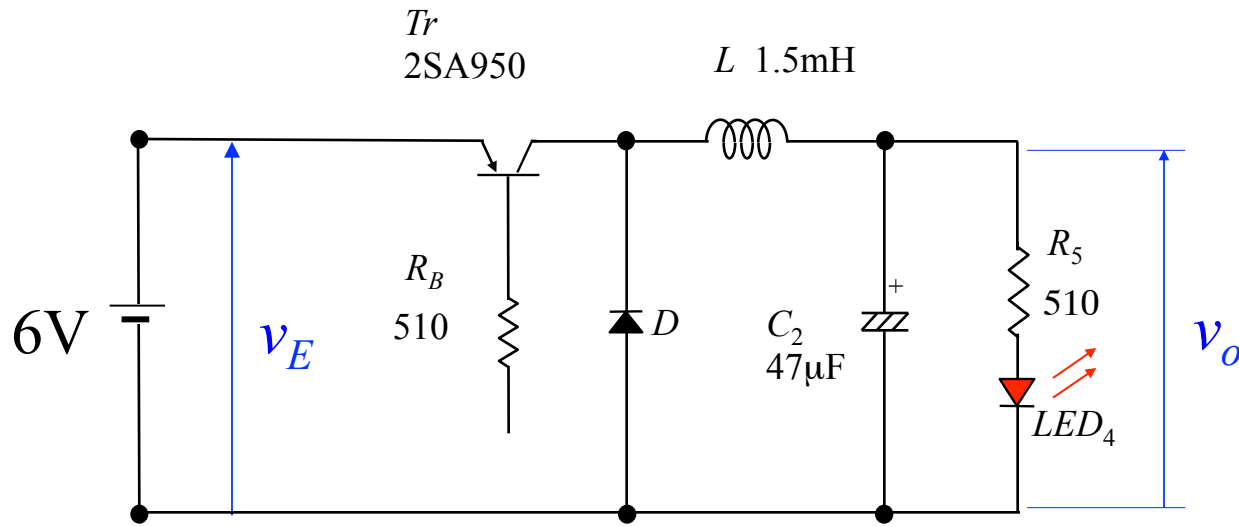


パワーエレクトロニクス講義資料

第7回 昇圧, 昇降圧チョツパ回路

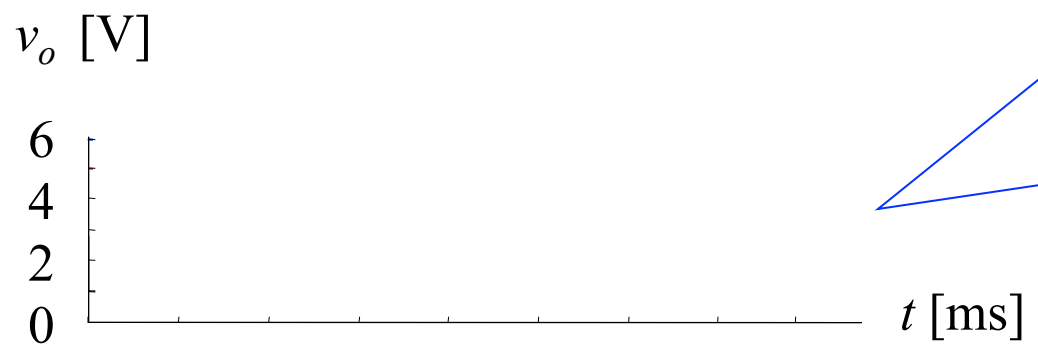
担当: 古橋武

furuhashi@cse.nagoya-u.ac.jp



通流率

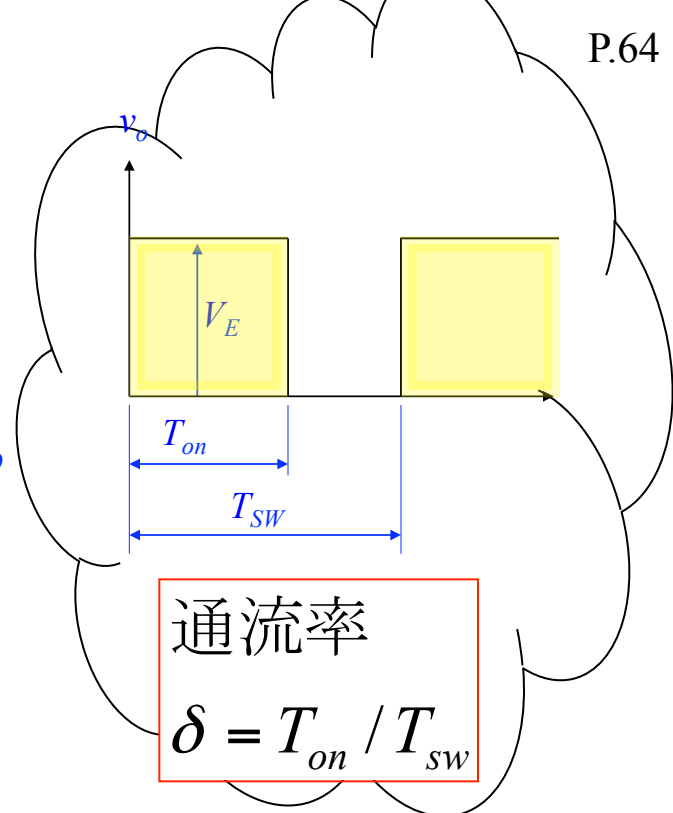
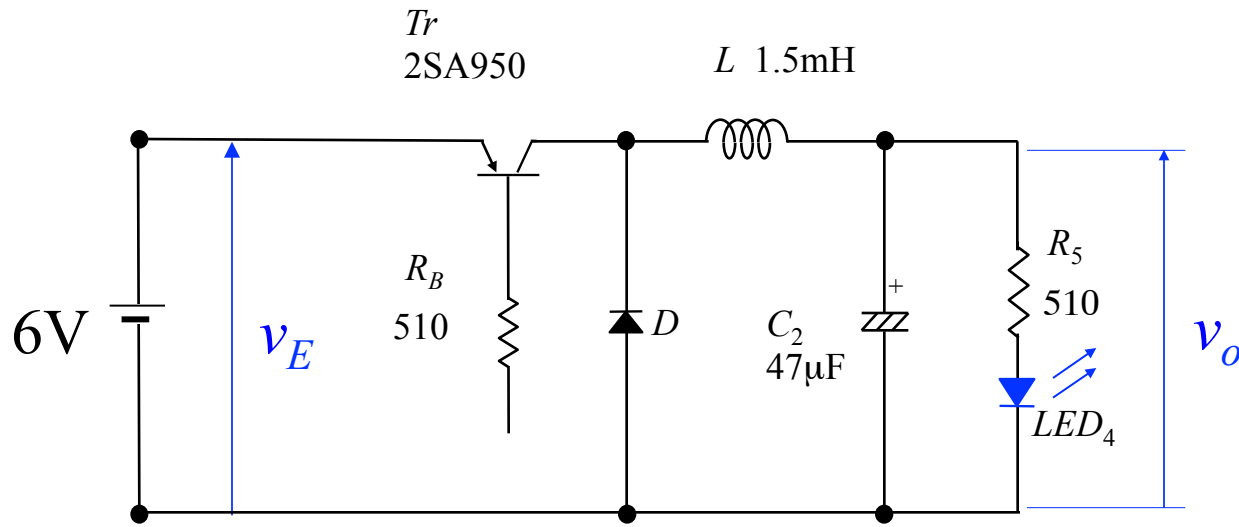
$$\delta = T_{on} / T_{sw}$$



$$V_o = \delta V_E \quad (4.26)$$

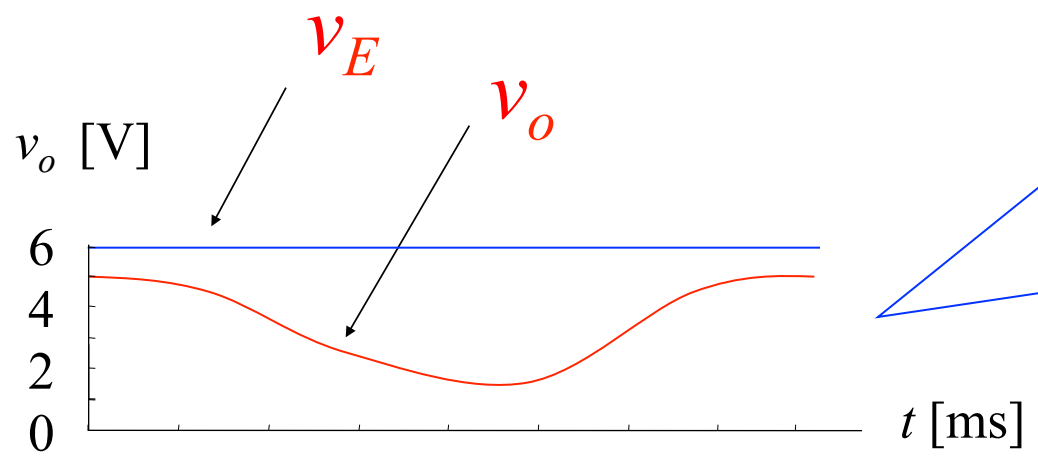
$$0 \leq \delta \leq 1$$

電源電圧より高い
電圧を出せない



通流率

$$\delta = T_{on} / T_{sw}$$

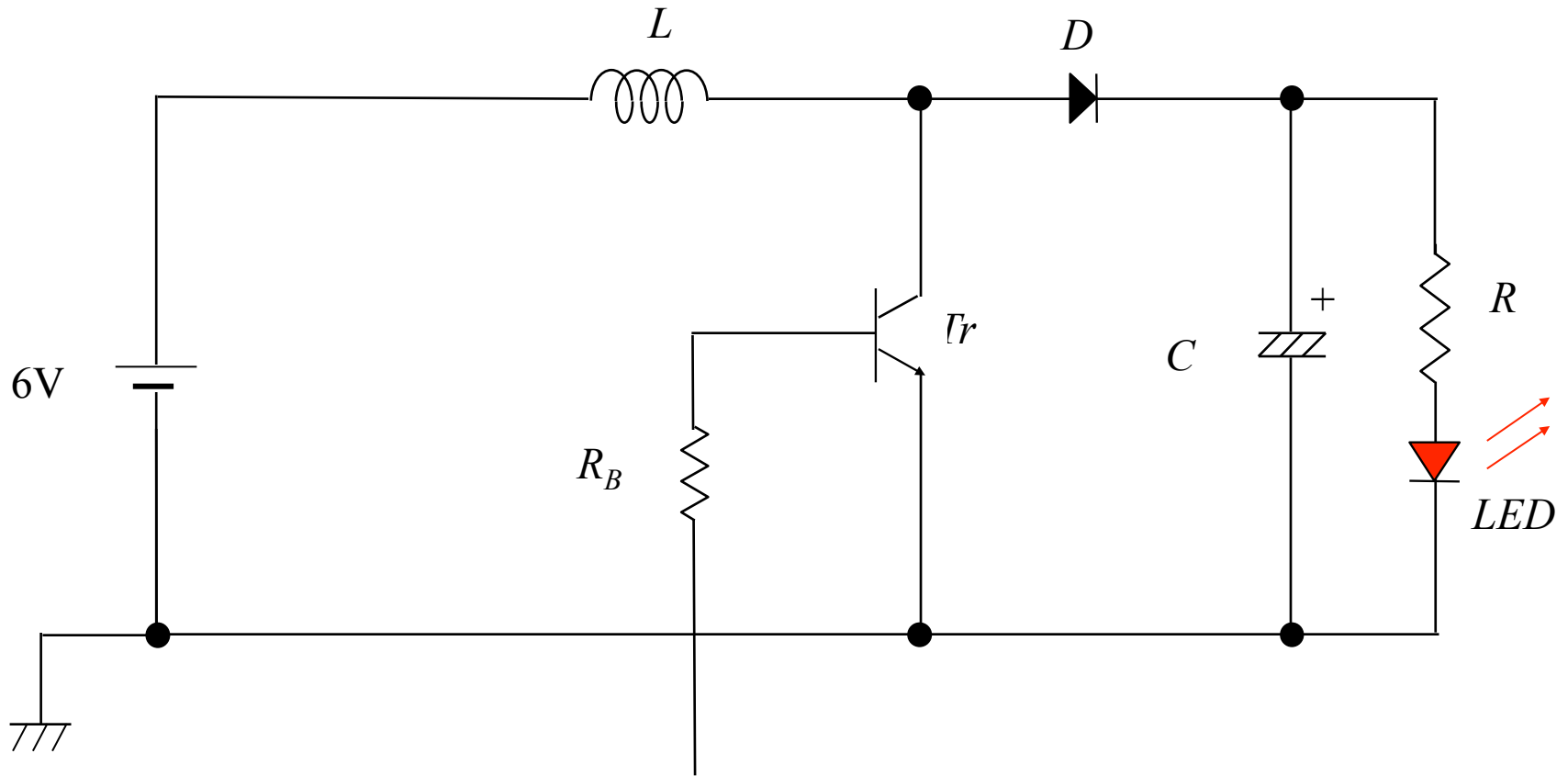


$$V_o = \delta V_E \quad (4.26)$$

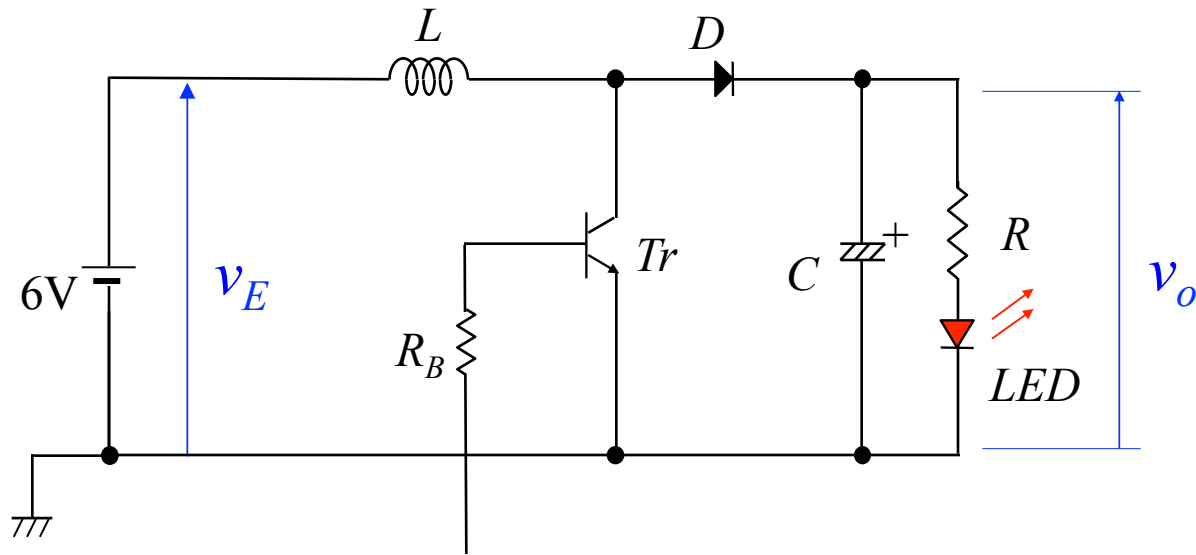
$$0 \leq \delta \leq 1$$

電源電圧より高い
電圧を出せない

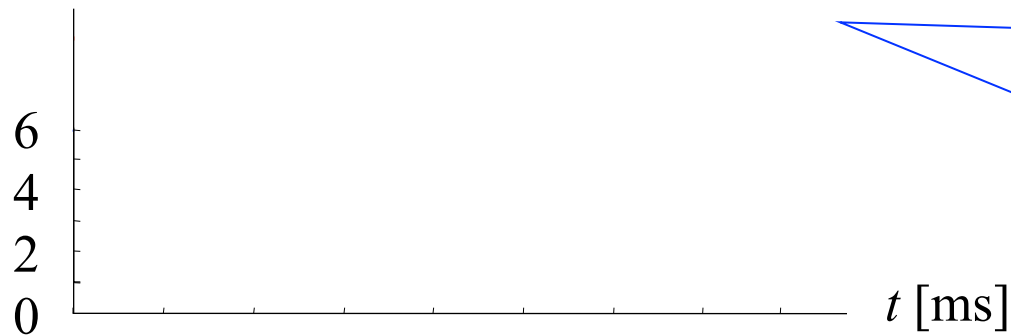
昇圧チョツパ回路



昇圧チョツパ回路

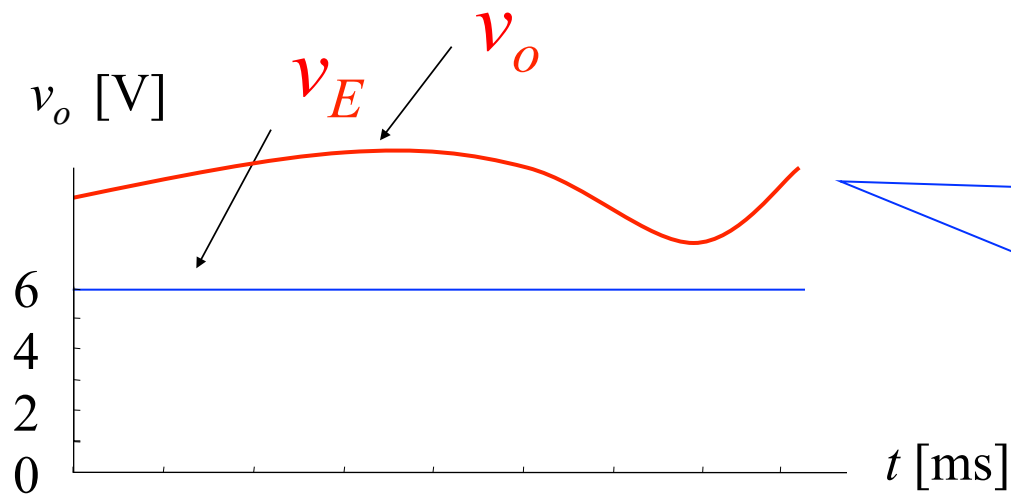
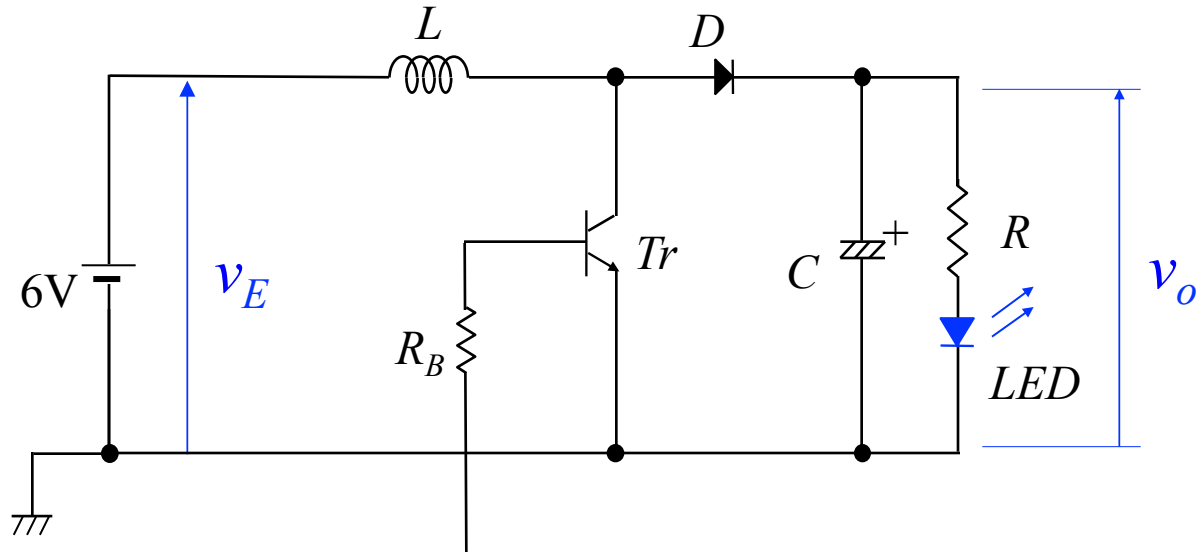


v_o [V]



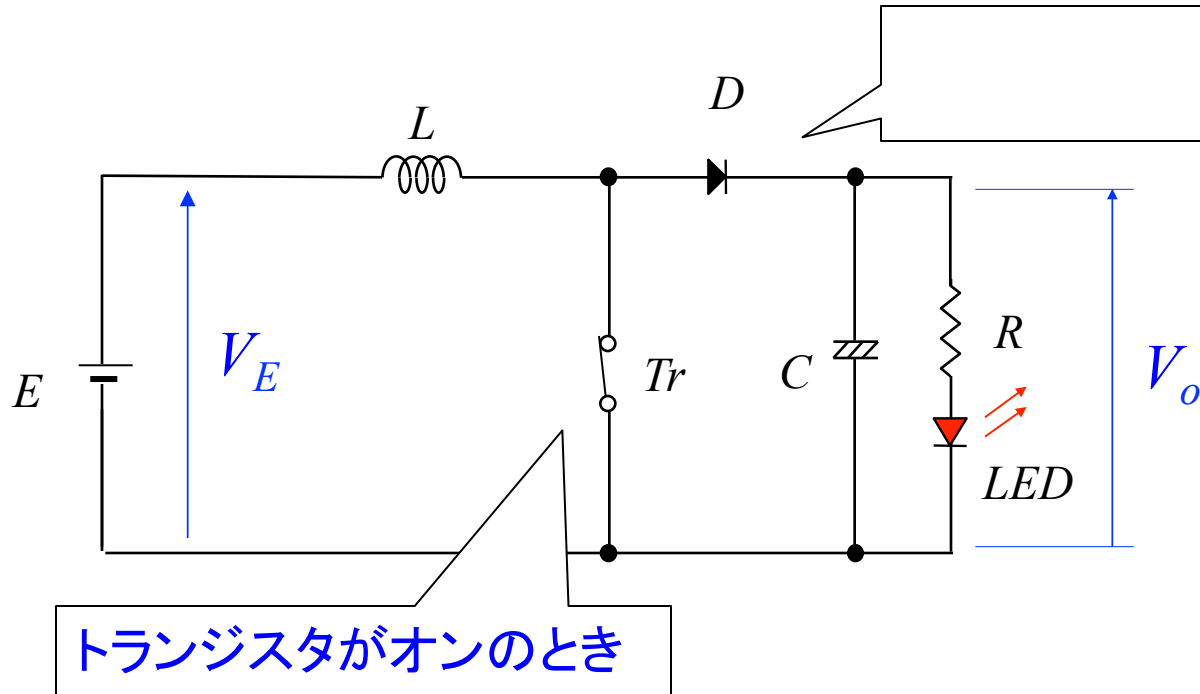
電源電圧より高い
電圧を出せる

昇圧チョツパ回路

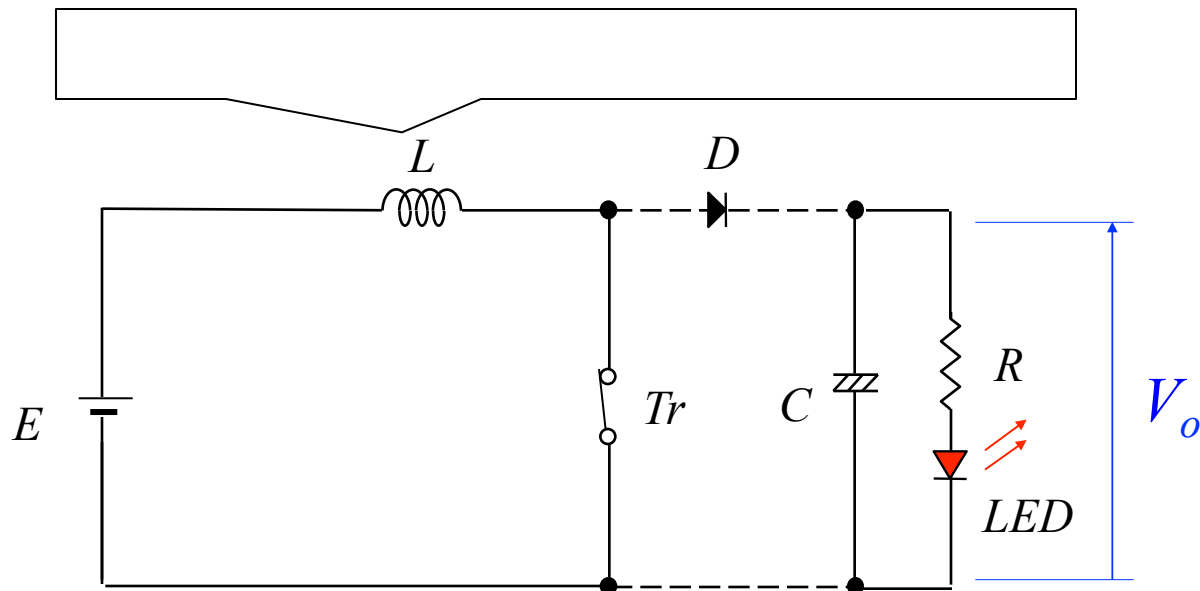


電源電圧より高い
電圧を出せる

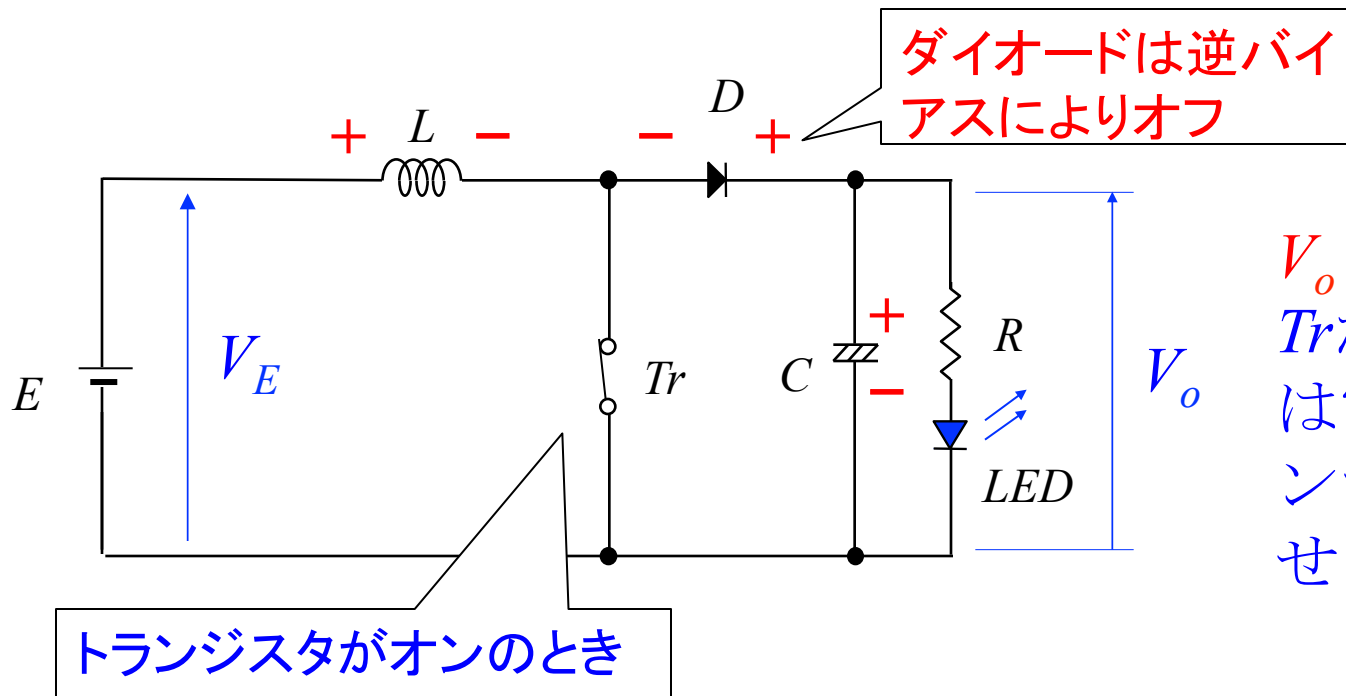
昇圧チョッパ回路の動作原理



とする。
 Tr がオフのままでは電源 E からコンデンサ C へは電流を流せない。

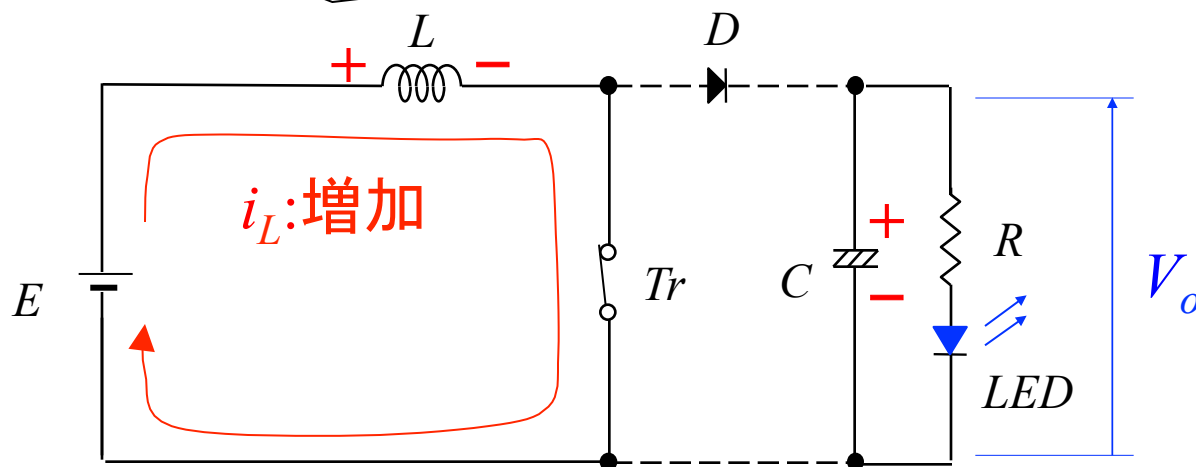


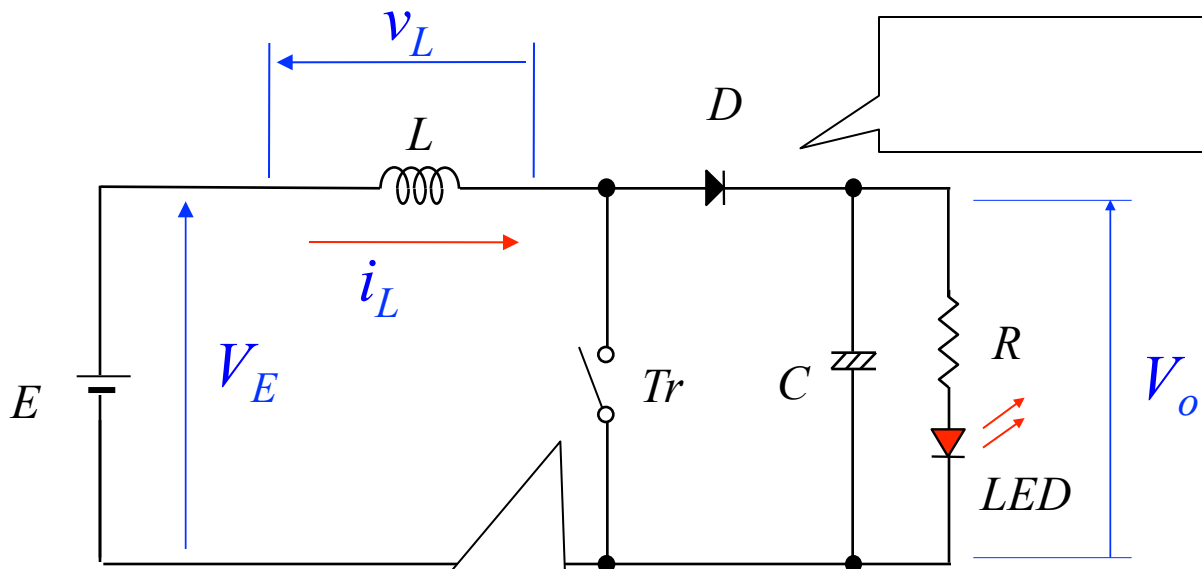
昇圧チョッパ回路の動作原理



$V_o > V_E > 0$ とする。
 Tr がオフのままでは電源 E からコンデンサ C へは電流を流せない。

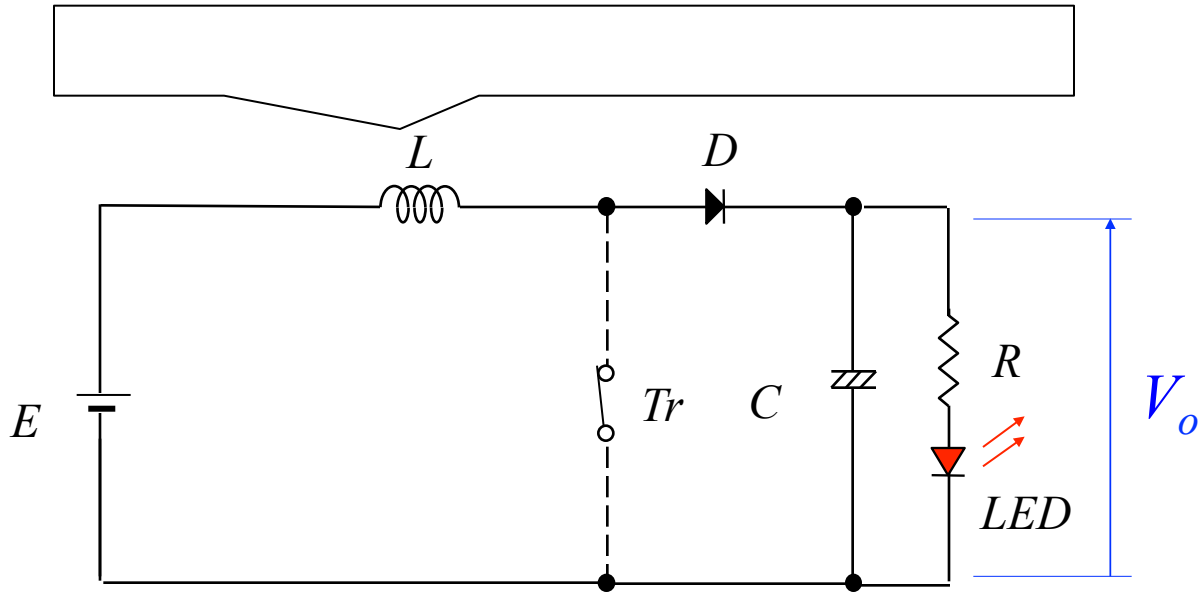
コイルに電磁エネルギー($Li^2/2$)が蓄積される。

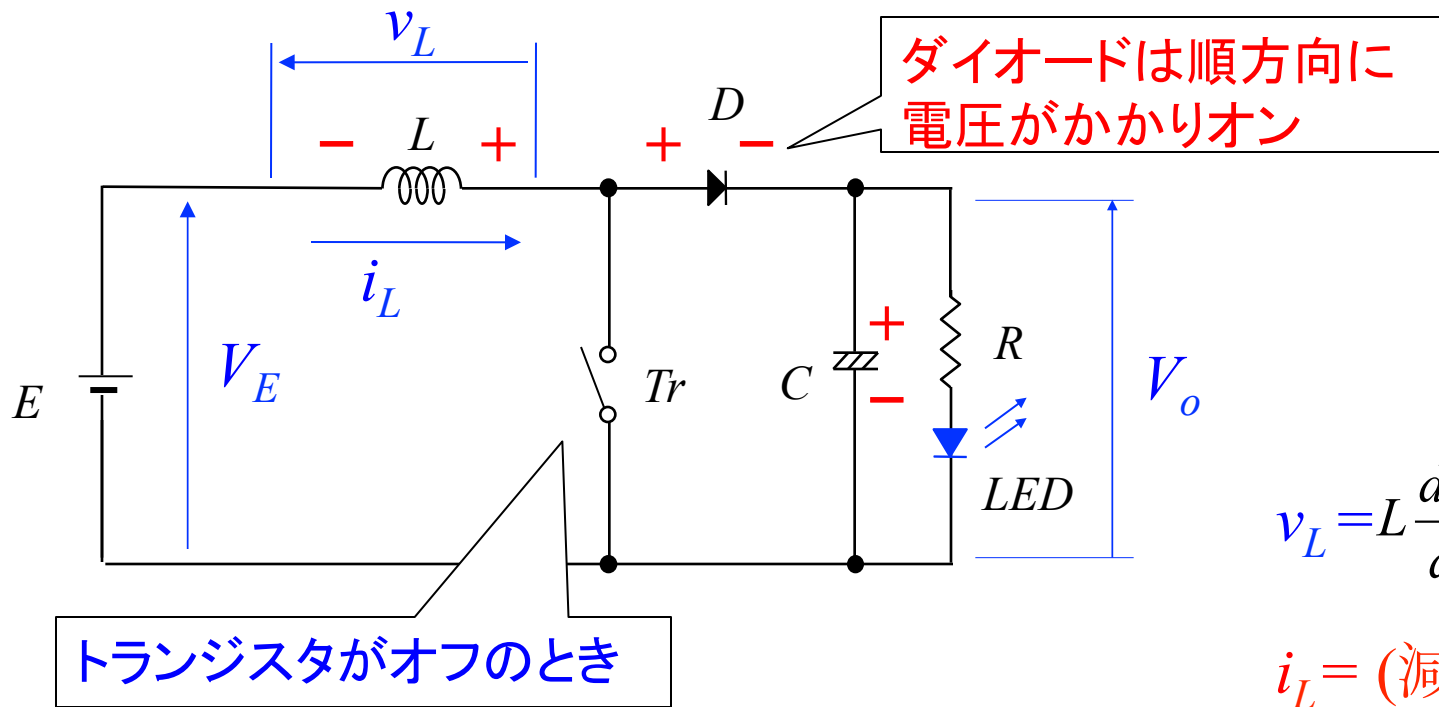




$$v_L = L \frac{di_L}{dt}$$

トランジスタがオフのとき

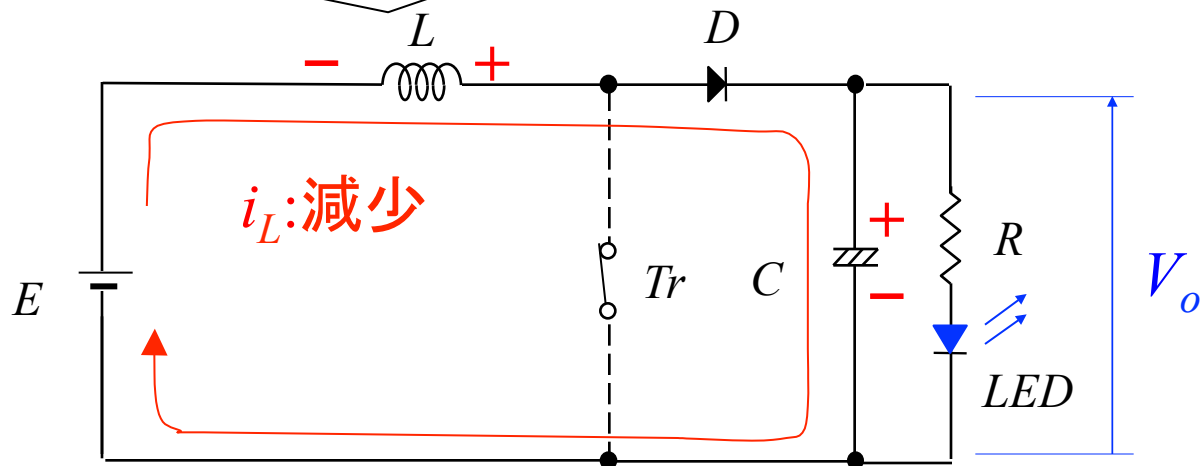




$$v_L = L \frac{di_L}{dt}$$

i_L = (減少)であれば
 $v_L < 0$. このとき
 $V_E - v_L > V_o$ となる.

コイルの電磁エネルギー($Li^2/2$)が放出される.



PWM (Pulse Width Modulation, パルス幅変調) 制御法

$v_{com} \geq v_{tri}$ のときトランジスタ オン (5.3)

$v_{com} < v_{tri}$ のときトランジスタ オフ

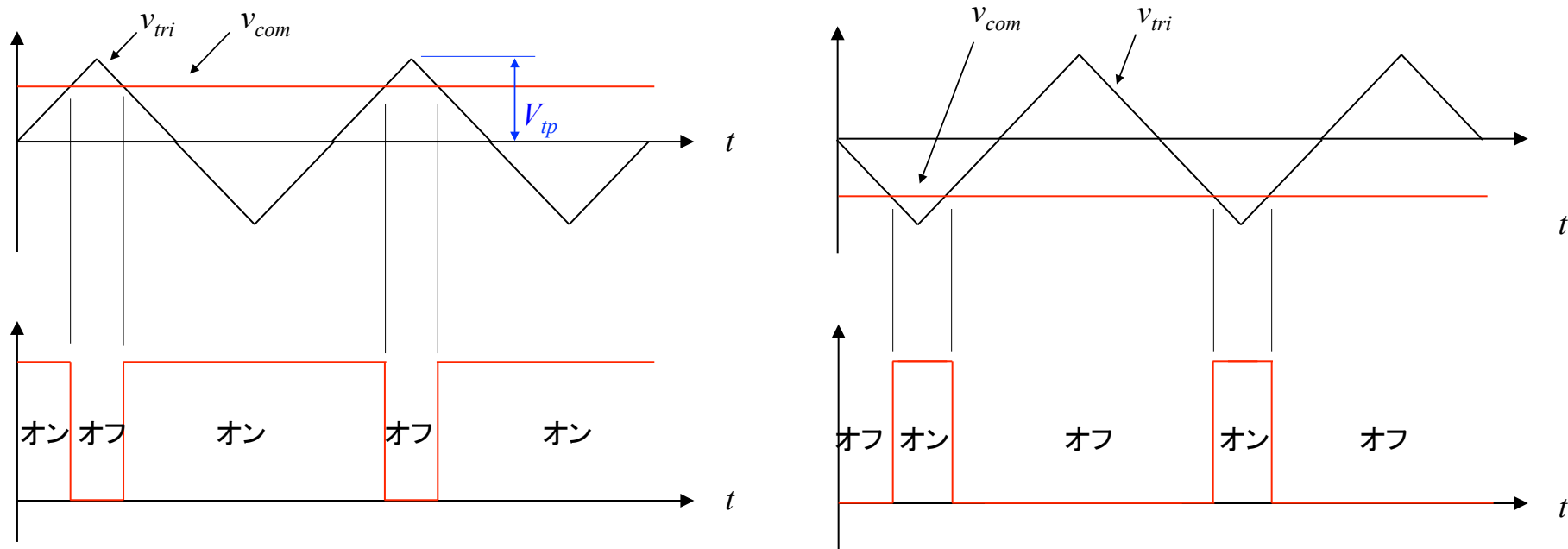
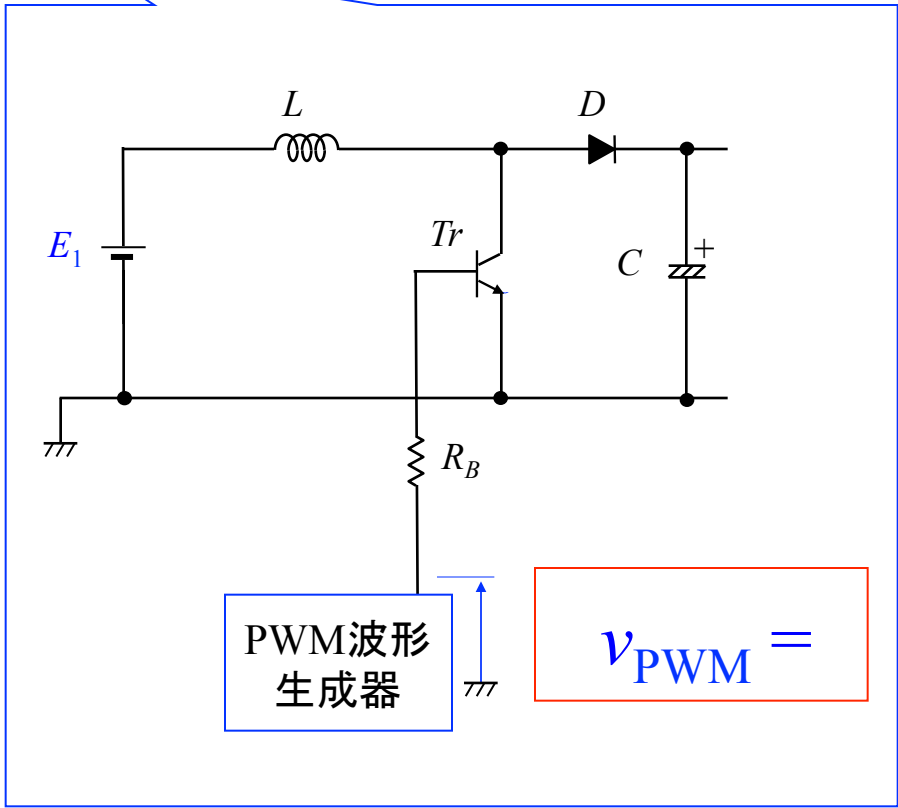
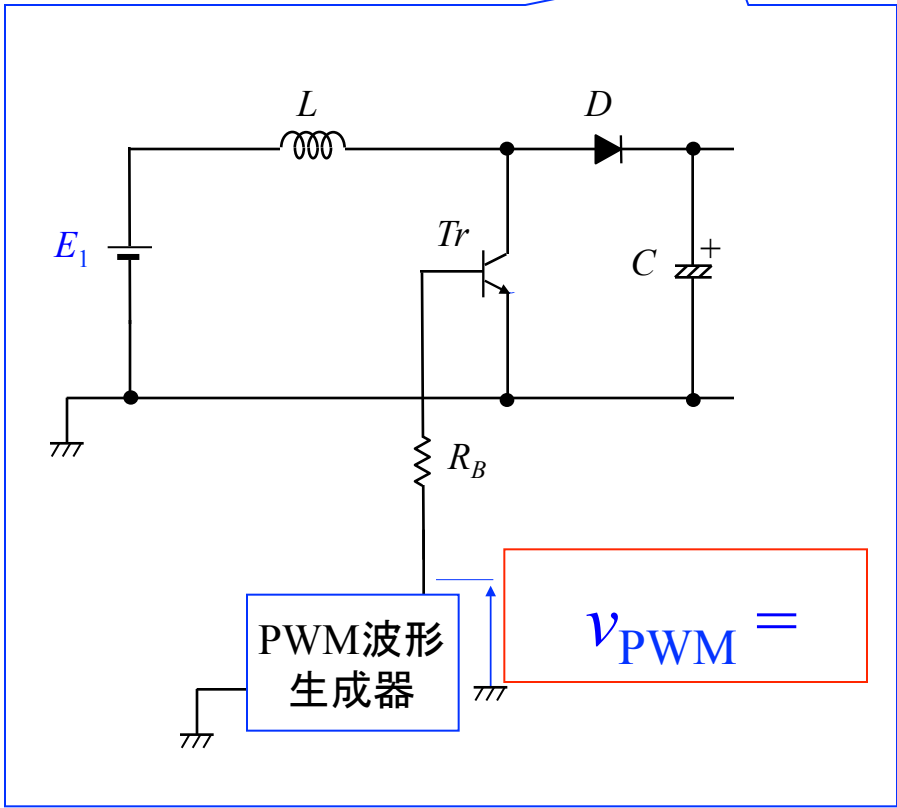
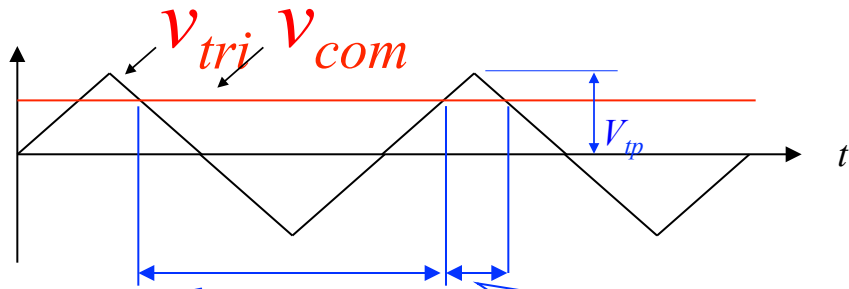
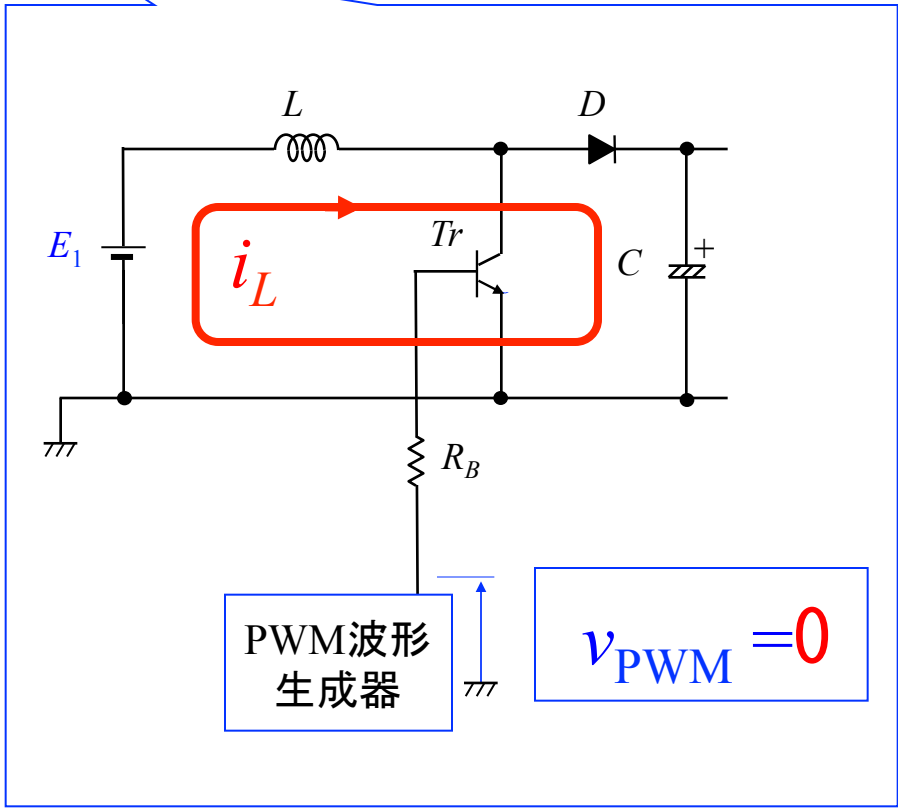
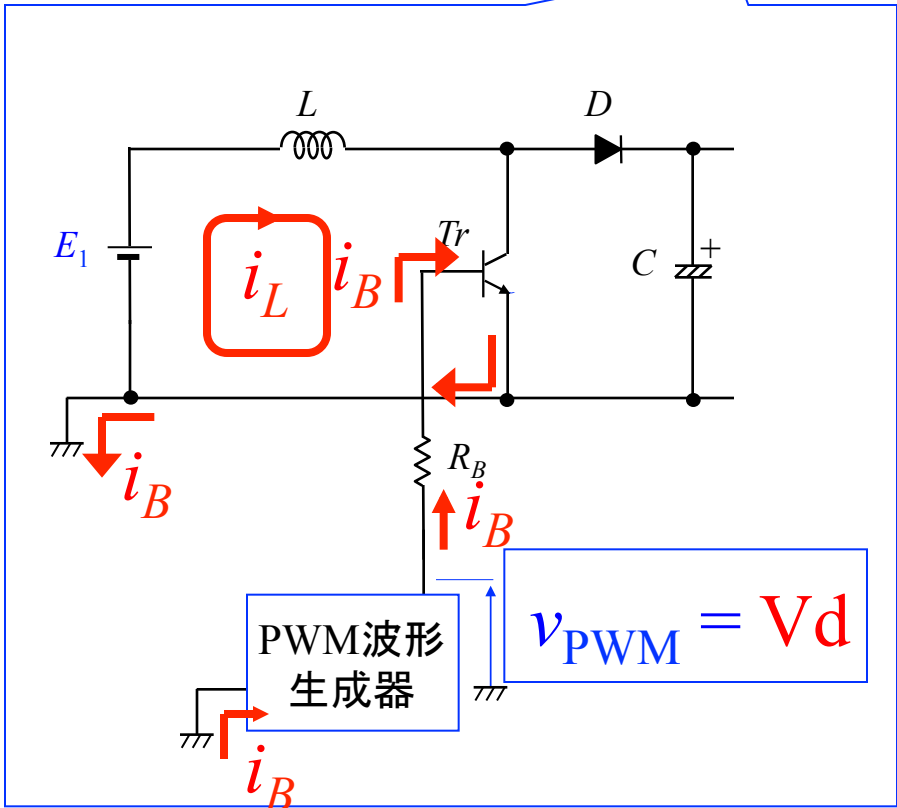
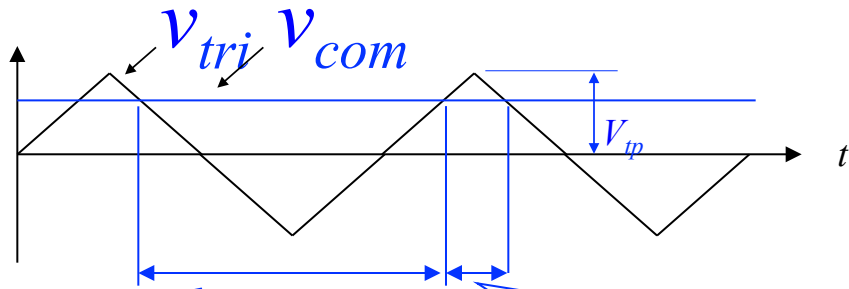


図4.23 PWM制御法



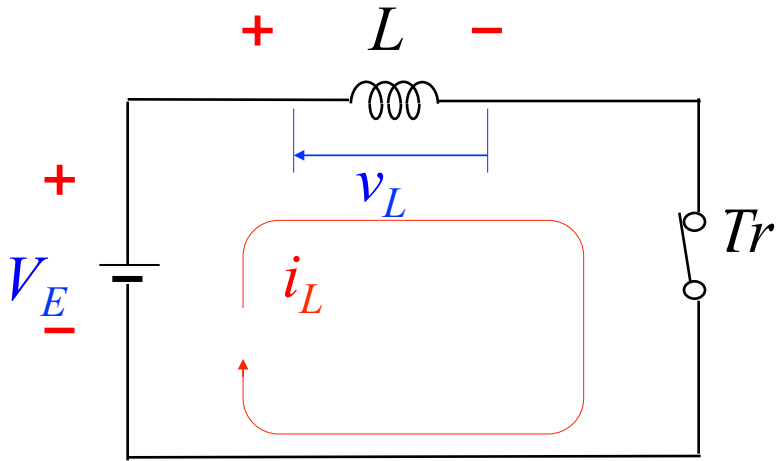
(a) $v_{PWM} =$, Tr オン

(b) $v_{PWM} =$, Tr オフ



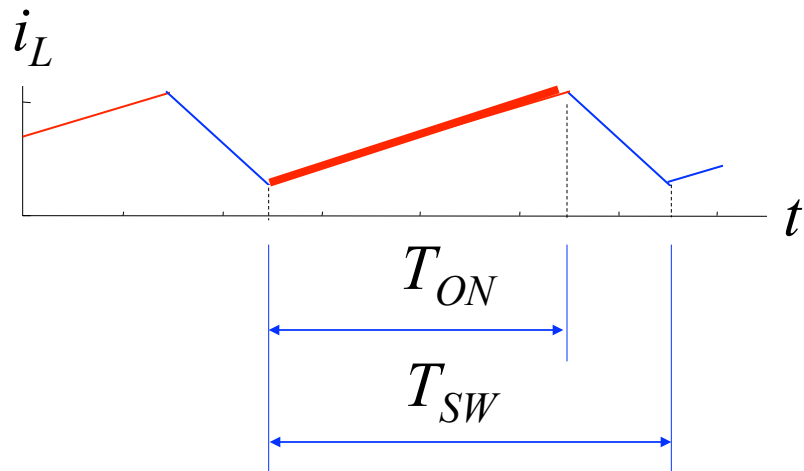
(a) $v_{PWM} = Vd$, Tr オン

(b) $v_{PWM} = 0$, Tr オフ



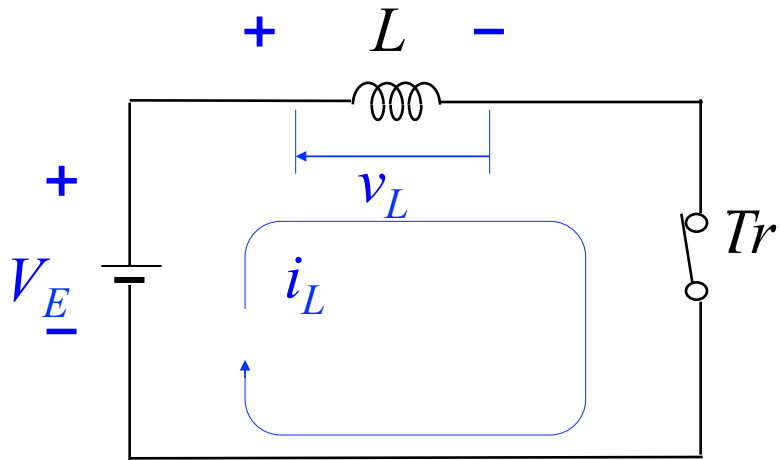
(a) トランジスタ・オン

$$v_L =$$

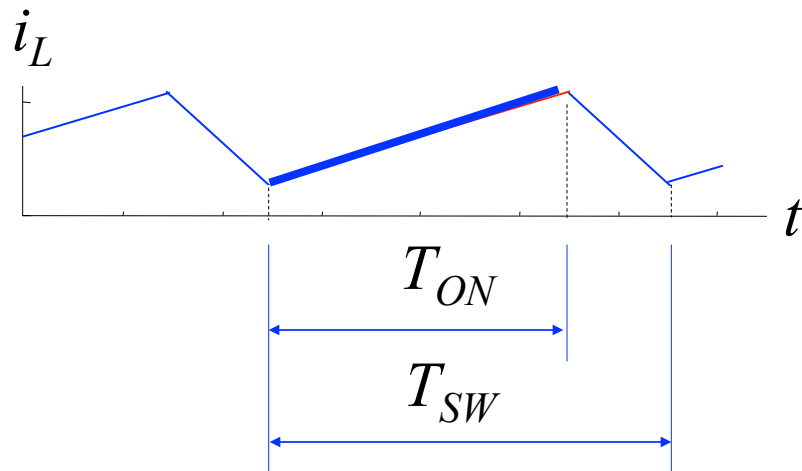


$$v_L =$$

図5.7 インダクタを流れる電流



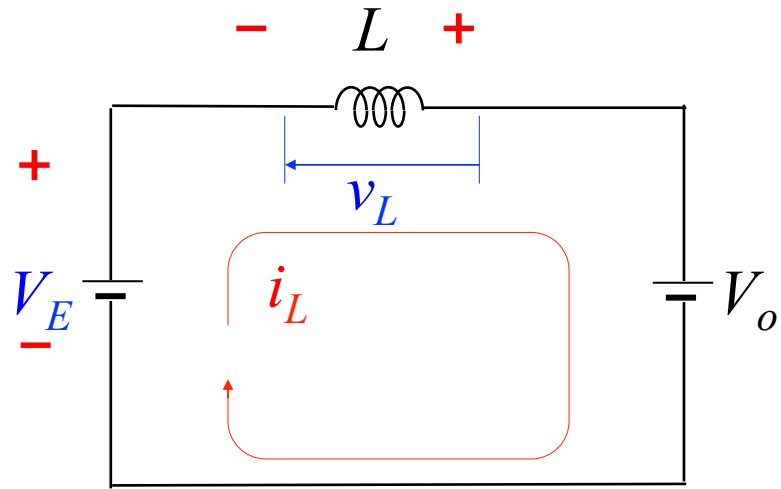
(a) トランジスタ・オン



$$v_L = L \frac{di_L}{dt}$$

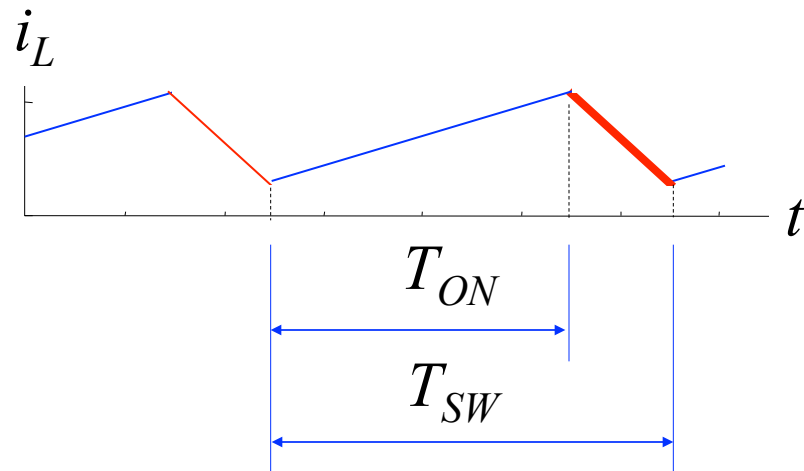
$$v_L = V_E$$

図5.7 インダクタを流れる電流



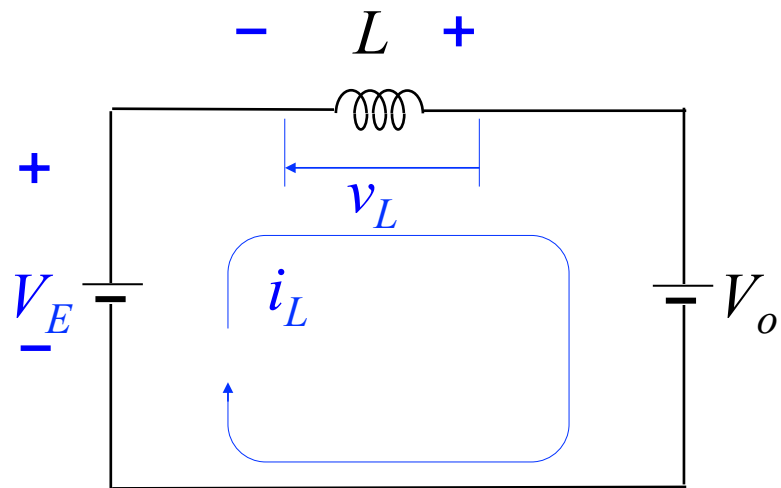
$$v_L =$$

(b) トランジスタ・オフ



$$v_L =$$

図5.7 インダクタを流れる電流



(b) トランジスタ・オフ

$$v_L = L \frac{di_L}{dt}$$

$$v_L = V_E - V_o$$

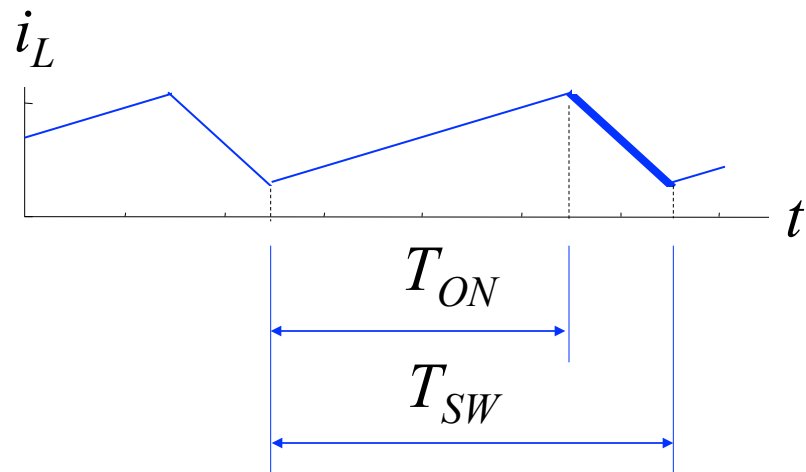
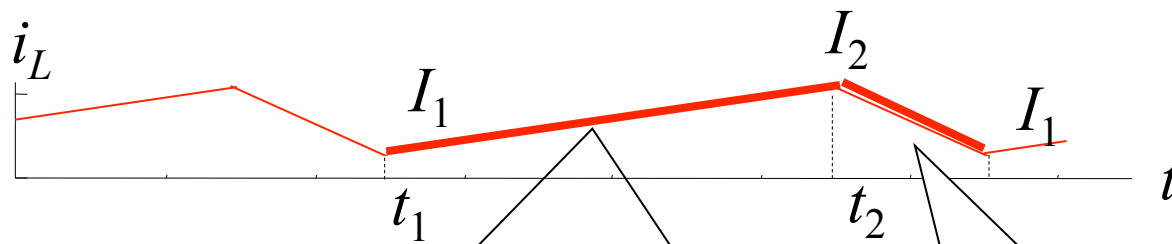


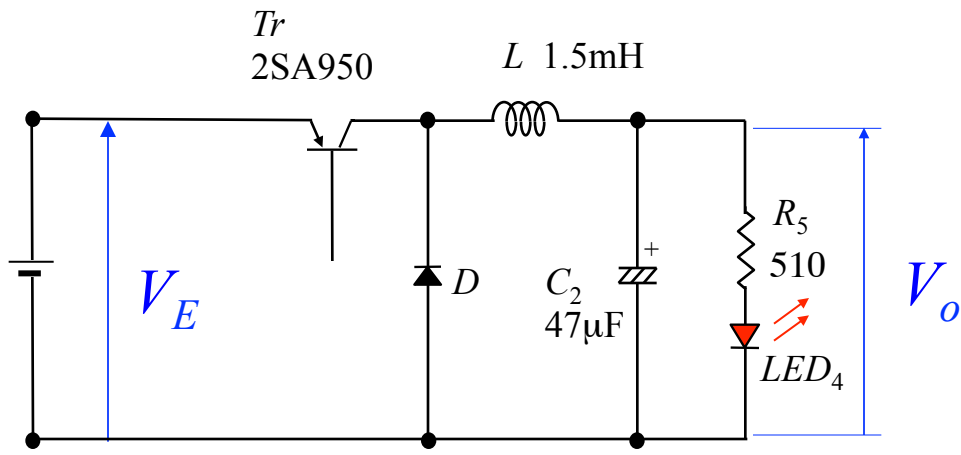
図5.7 インダクタを流れる電流



$$\Delta I_L = I_2 - I_1 = \frac{V_E}{L} \delta T_{SW} \quad (5.6)$$

$$\Delta I_L = I_2 - I_1 = -\frac{V_E - V_o}{L} T_{SW} (1 - \delta) \quad (5.7)$$

$$V_o = \frac{1}{1 - \delta} V_E \quad 0 \leq \delta < 1 \quad (5.8)$$



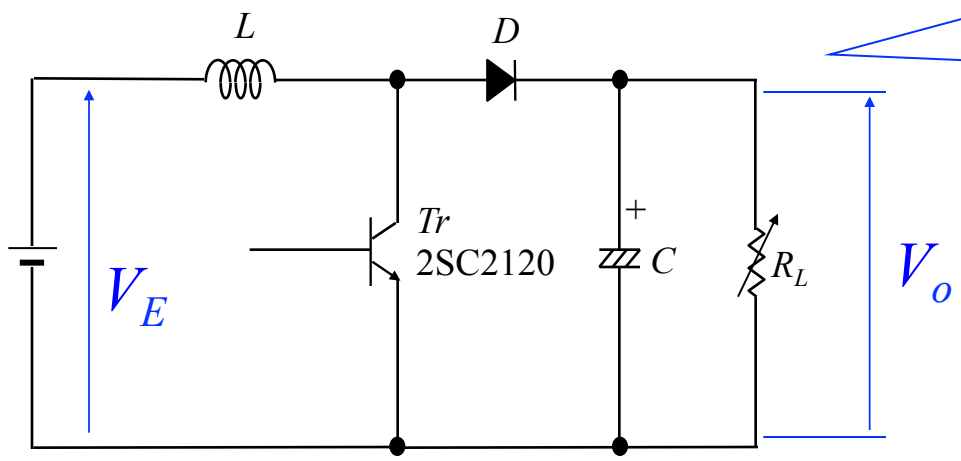
$$V_E \geq V_o$$

図4.4 降压チョツパ回路

電源電圧より低い電圧を出せる

電源電圧より高い電圧を出せる

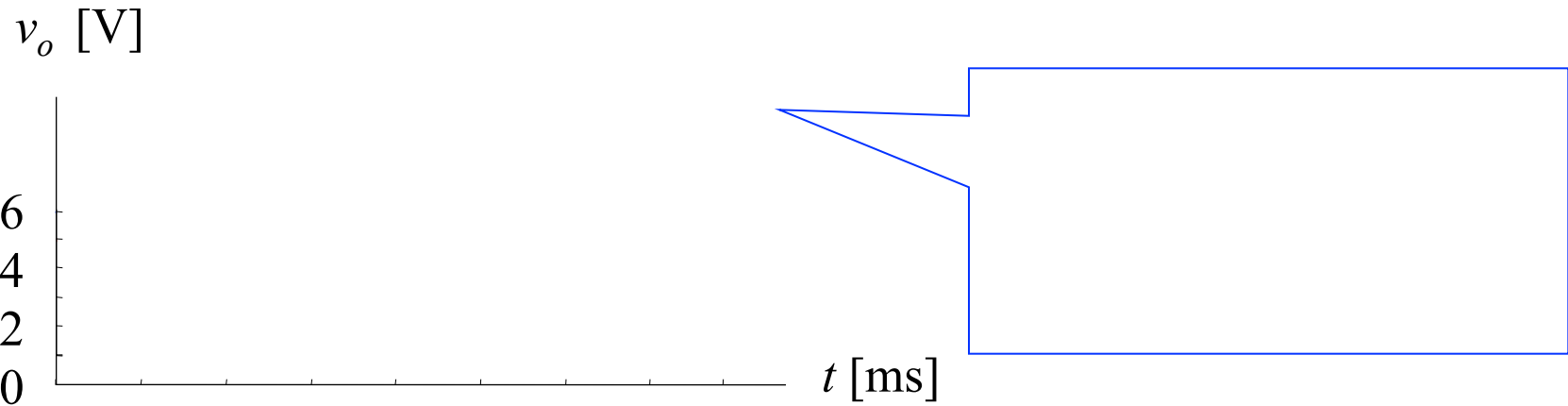
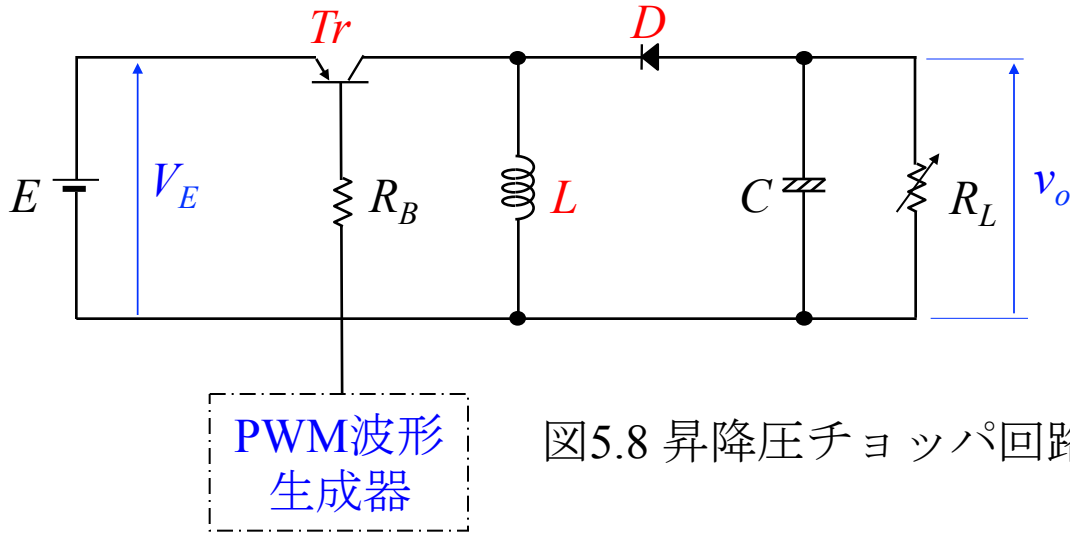
両方の出力電圧範囲をカバーできるチョツパ回路は？



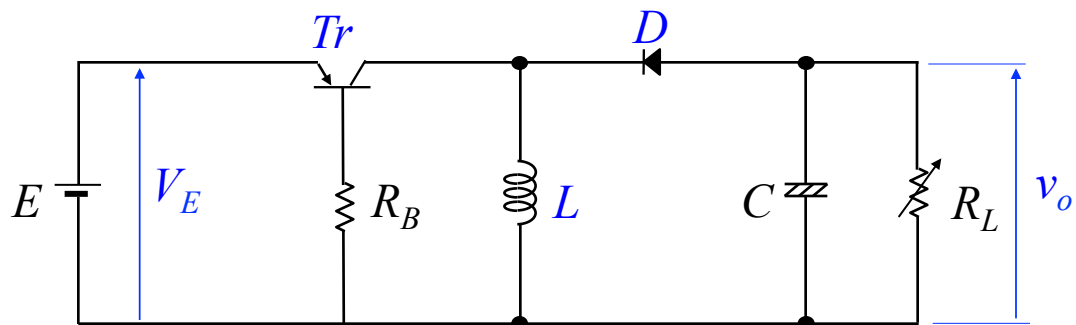
$$V_E \leq V_o$$

図5.1 昇圧チョツパ回路

昇降圧チョツパ回路

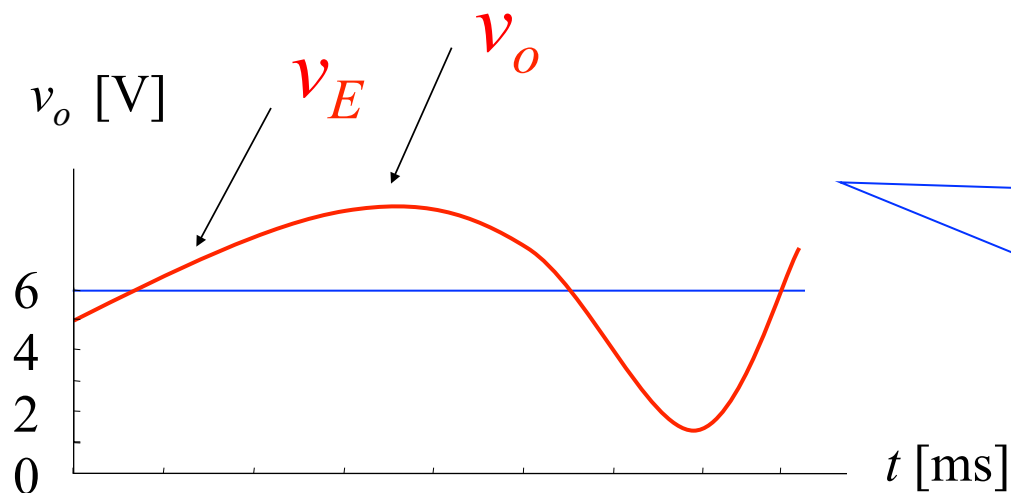


昇降圧チョツパ回路

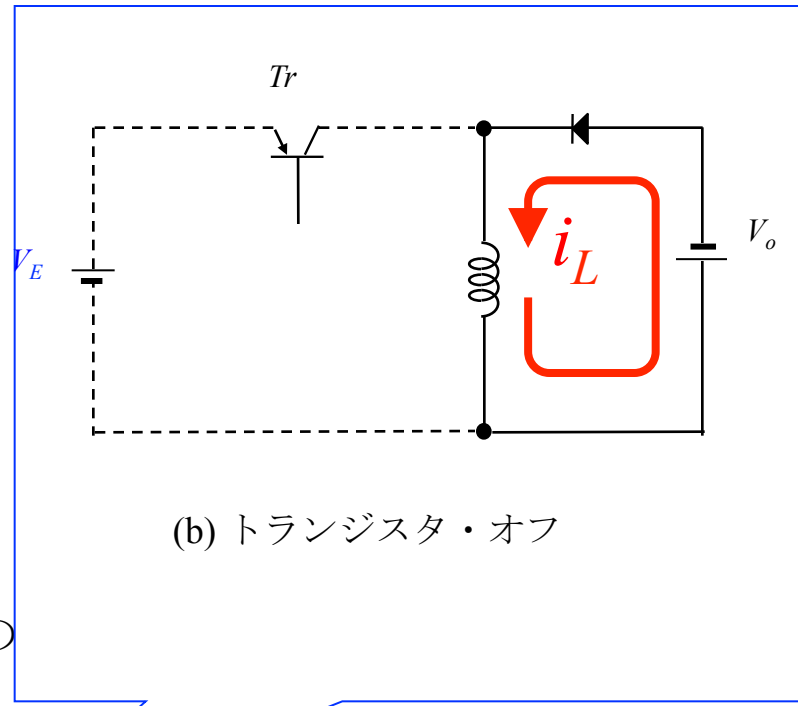
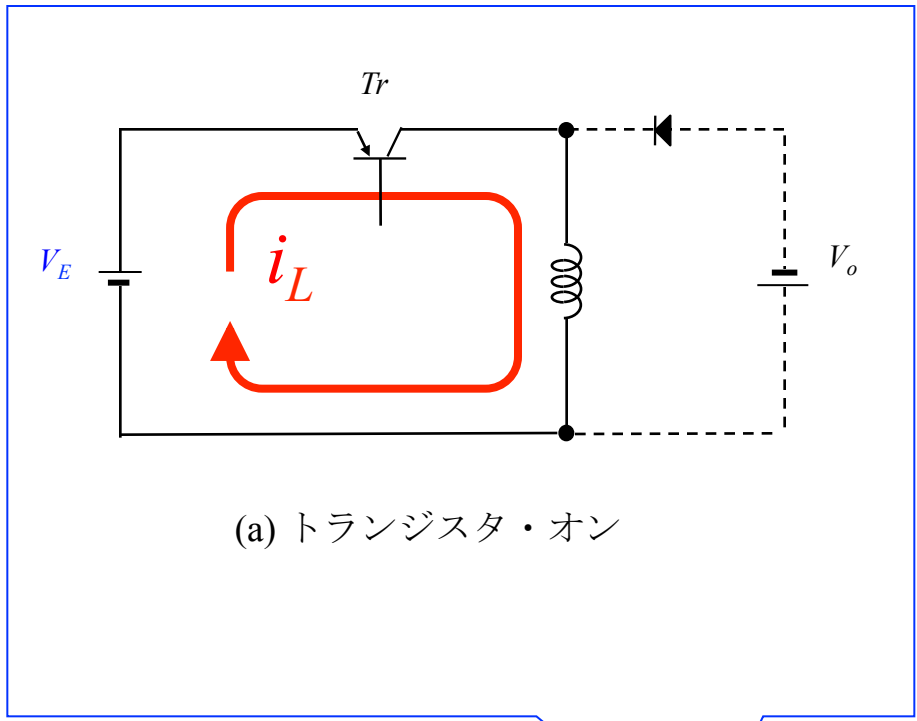


PWM波形
生成器

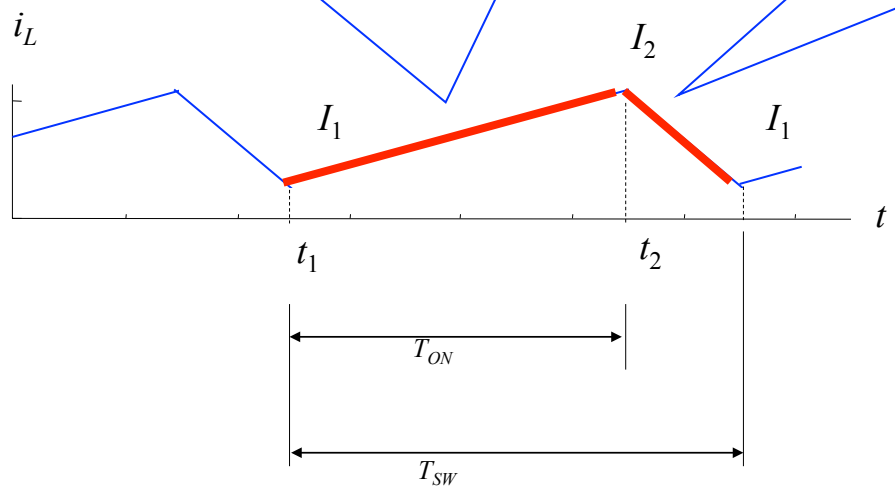
図5.8 昇降圧チョツパ回路



電源電圧より低い
電圧も, 高い電圧
も出せる



の

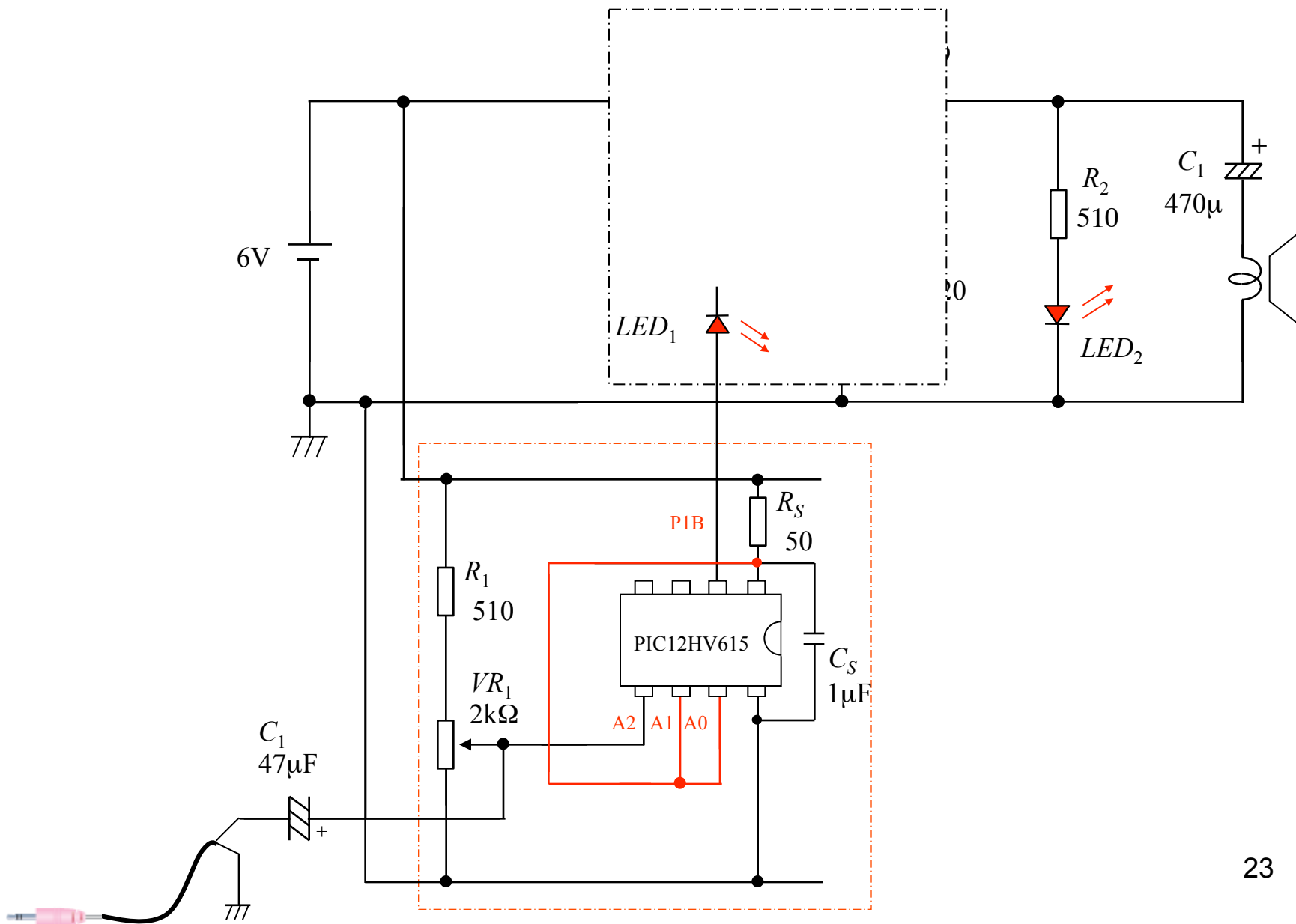


$$V_o = \frac{\delta}{1 - \delta} V_E$$

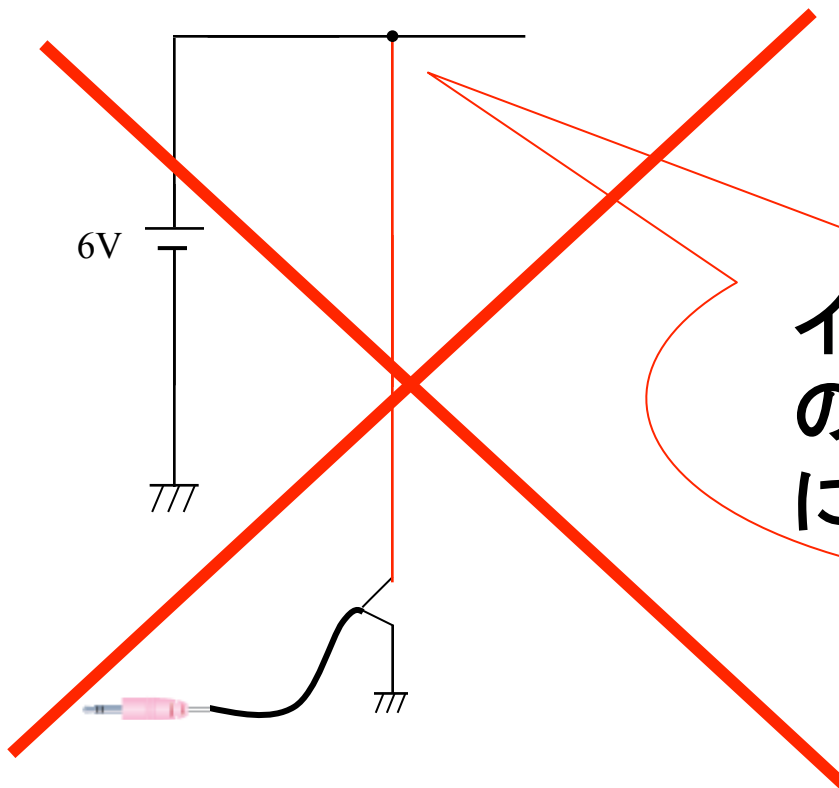
$$0 \leq \delta < 1$$

図5.14 インダクタを流れる電流

Step 5 製作課題 昇圧チョッパ回路を設計・製作せよ. イヤフォンプラグを音響機器に接続し, スピーカーから音が聞こえてくることを確認せよ.

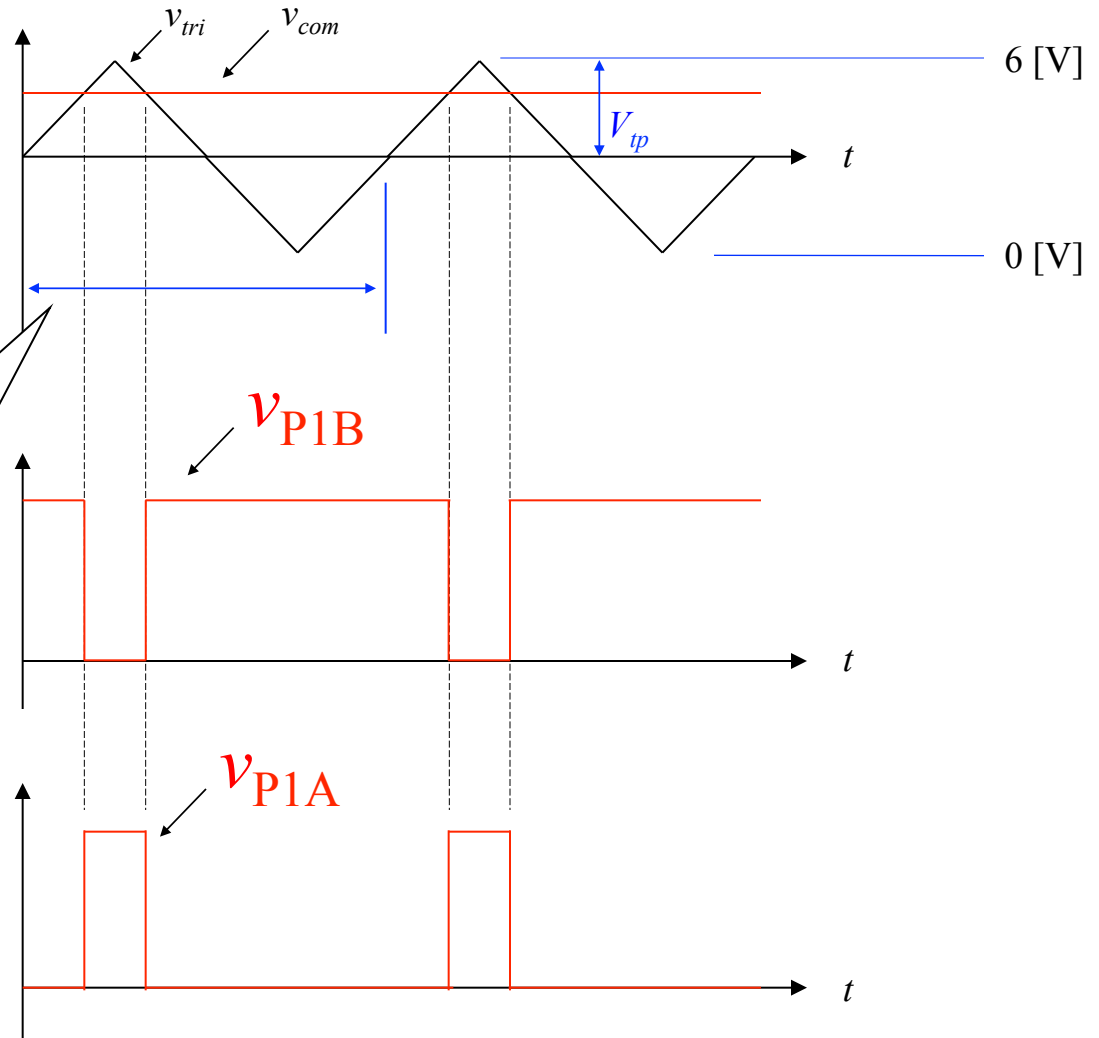


絶対やってはいけないこと



イヤフォンプラグ
の線を直接電池
につながない。

製作課題における指令電圧 v_{com} ，P1B端子の出力電圧 v_{P1B} との関係，
および，Step4, 5で用いてきたP1A端子の出力電圧 v_{P1A} との関係



スイッチング周期

$$T_{sw} = 80 [\mu\text{sec}]$$

スイッチング周波数

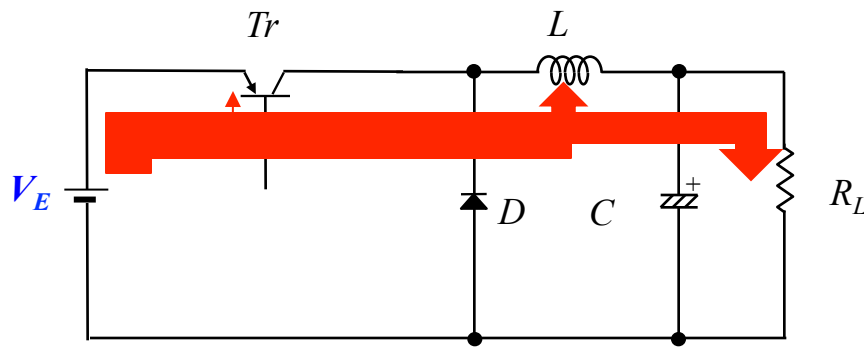
$$f_{sw} = 1/T_{sw} = 15 [\text{kHz}]$$

Step5 レポート課題 (1)

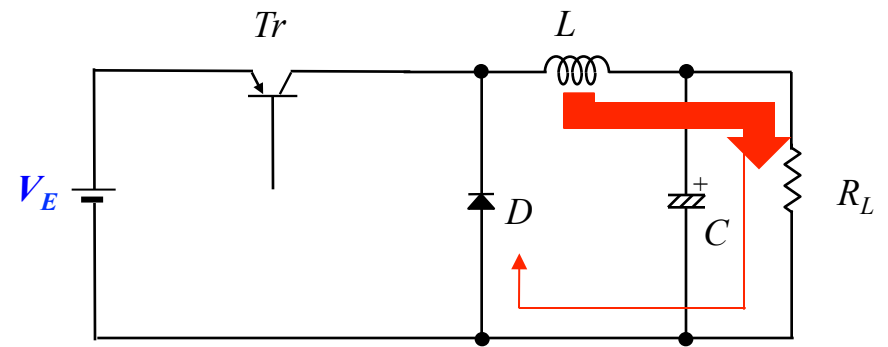
(a)昇圧チョッパ回路においてトランジスタ Tr オン時とオフ時のエネルギーの流れを図示せよ.

(b)昇降圧チョッパ回路においてトランジスタ Tr オン時とオフ時のエネルギーの流れを図示せよ.

(ヒント) 降圧チョッパ回路におけるエネルギーの流れ.
トランジスタ, ダイオードもわずかなではあるが導通時に損失がある.



Tr オン時



Tr オフ時

Step5 レポート課題 (2)

昇圧チョッパ回路において通流率 $\delta=2/3$ のときの指令電圧 v_{com} , トランジスタ駆動電圧 v_{PWM} , ダイオード両端電圧 v_D , コイル両端電圧 v_L , コイル電流 i_L , ダイオード電流 i_D , 出力電流 i_o の各波形を求めよ. ただし, 電源電圧 $V_E = 6$ [V], 三角波電圧のピーク値 $V_{tp} = 3$ [v], 出力抵抗 $R_L = 20$ [Ω], コイルのインダクタンス $L_a = 400$ [μ H], スイッチング周期 $T_{sw} = 50$ [μ s] (スイッチング周波数 $f_{sw} = 20$ [kHz]) とする. ただし, コンデンサ C_2 の静電容量は出力電圧が直流であると見なせるに十分な大きさであり, 回路内の損失は無視できるものとする.

