

パワーエレクトロニクス講義資料

第4回 平滑回路

担当: 古橋武

furuhashi@cse.nagoya-u.ac.jp

2章 平滑回路

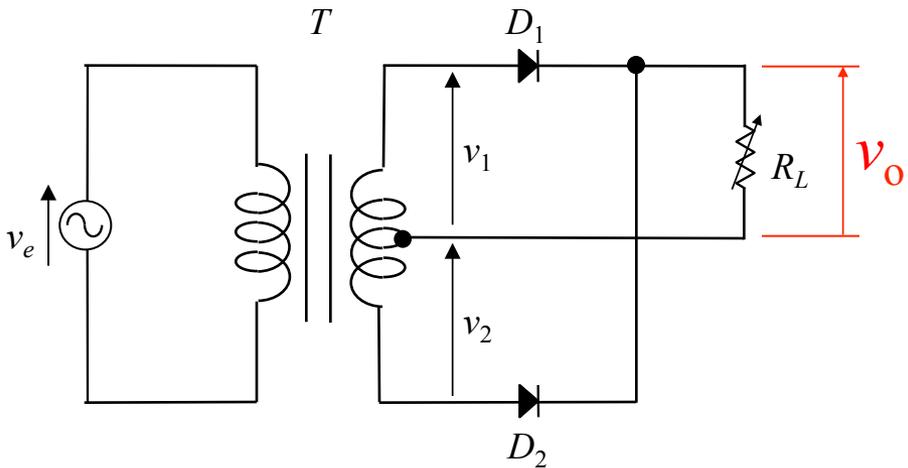
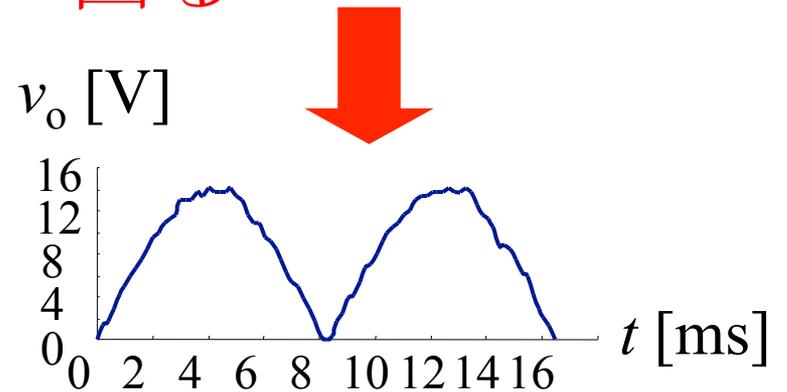


図1.23 全波整流回路の回路図

こんなに出力電圧が変動しては困る



(b) ダイオードにより整流された電圧 v_o の波形

図1.25 全波整流回路の電圧波形

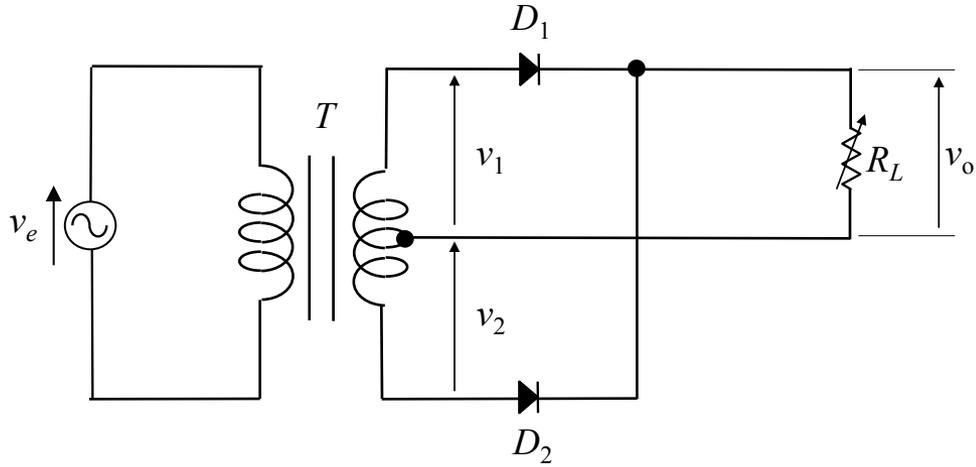


図2.5 コンデンサによる平滑回路を持つ全波整流回路の回路図

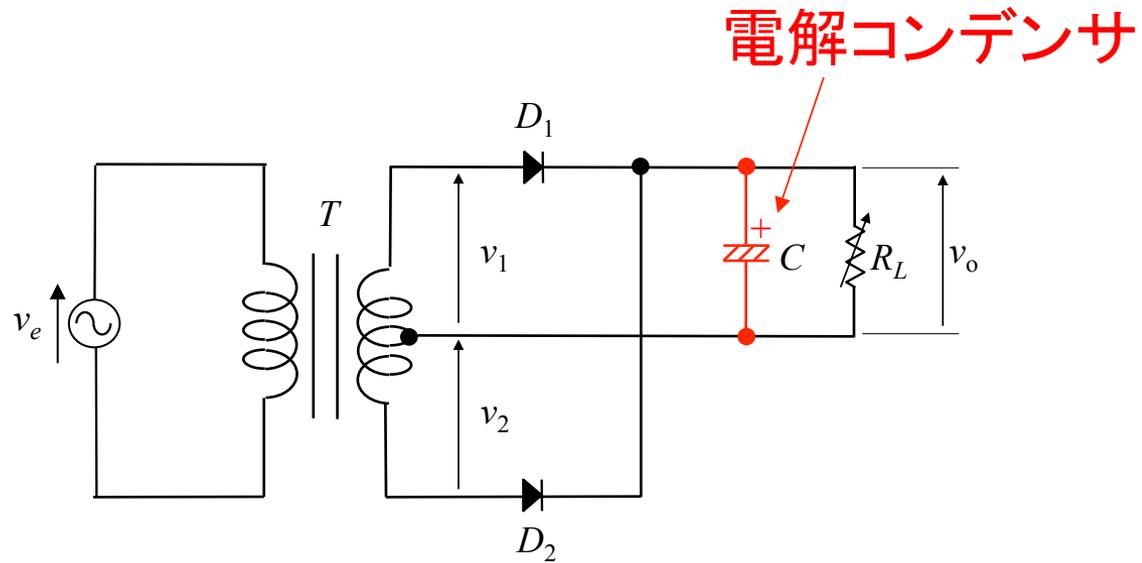
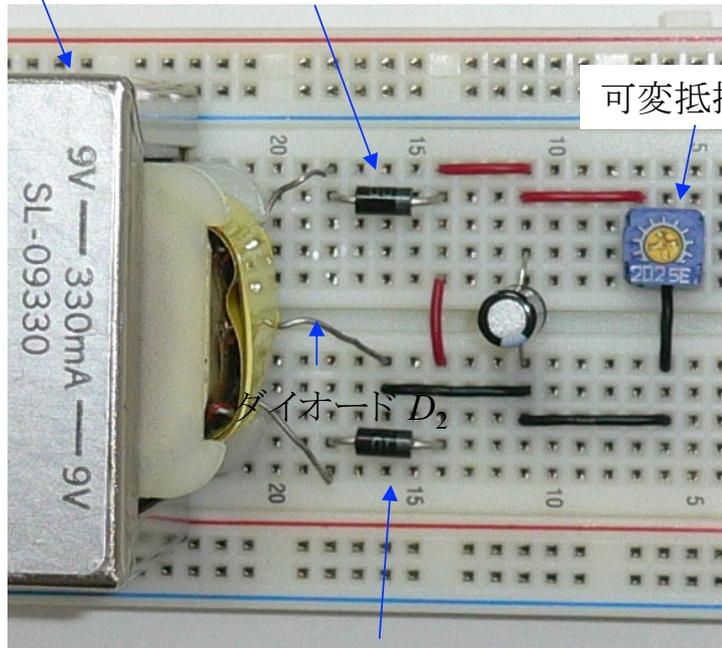


図2.5 コンデンサによる平滑回路を持つ全波整流回路の回路図

変圧器 T ダイオード D_1



ダイオード D_2

図2.1 コンデンサによる平滑回路の例

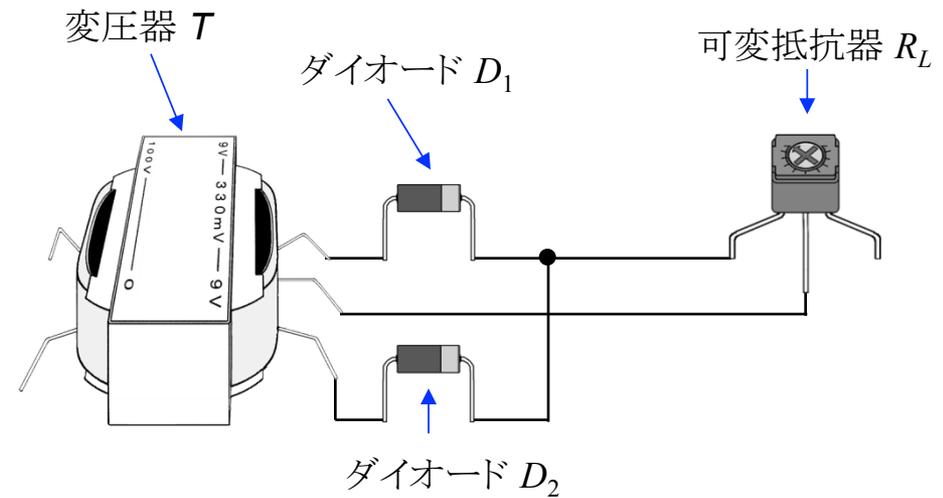
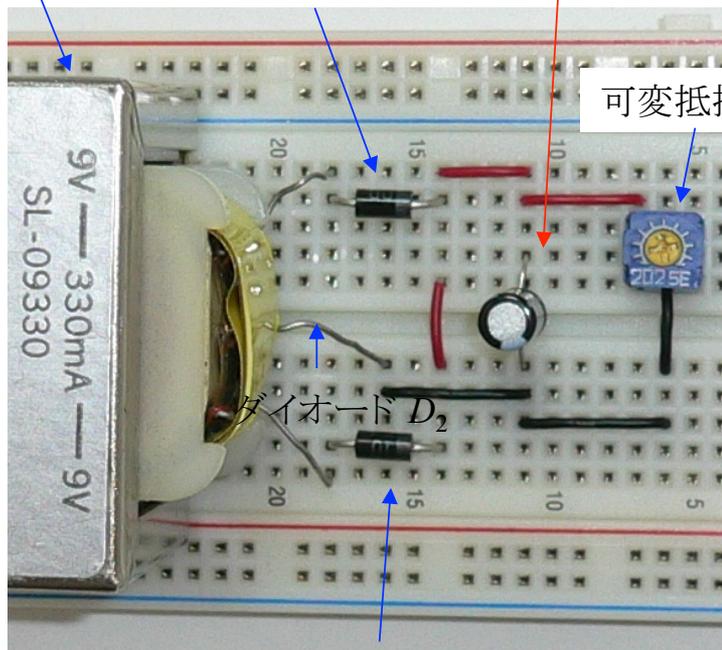


図2.2 コンデンサによる平滑回路の立体配線図

変圧器 T ダイオード D_1 **電解コンデンサ C**



ダイオード D_2

図2.1 コンデンサによる平滑回路の例

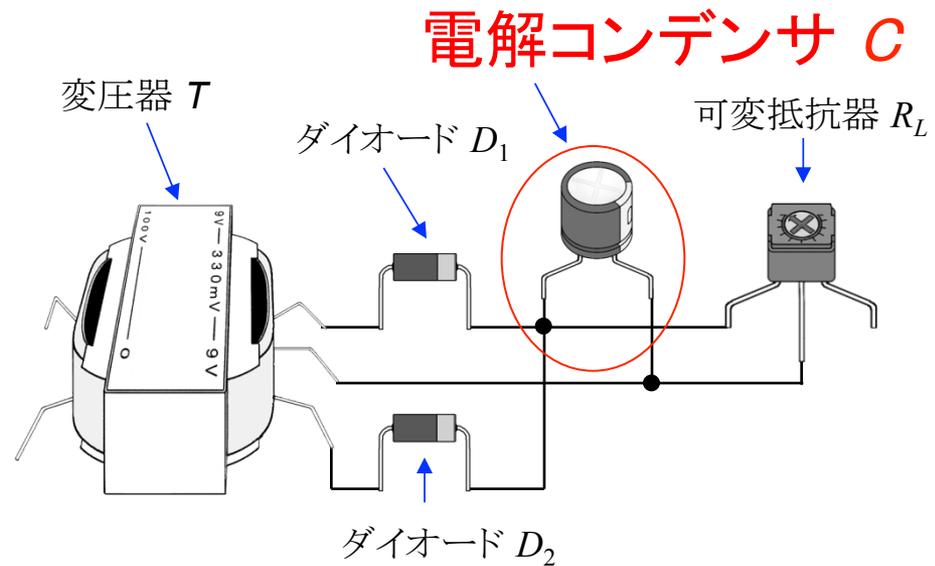
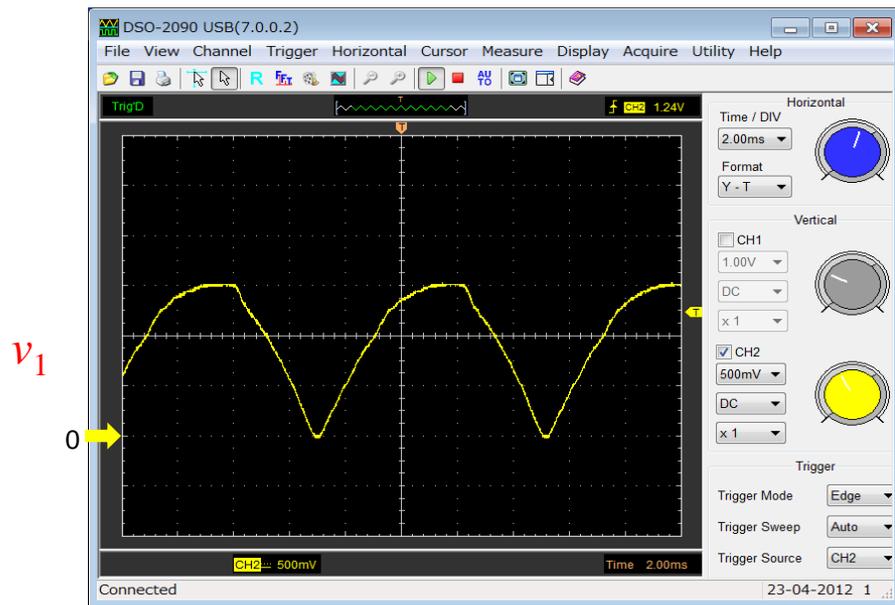
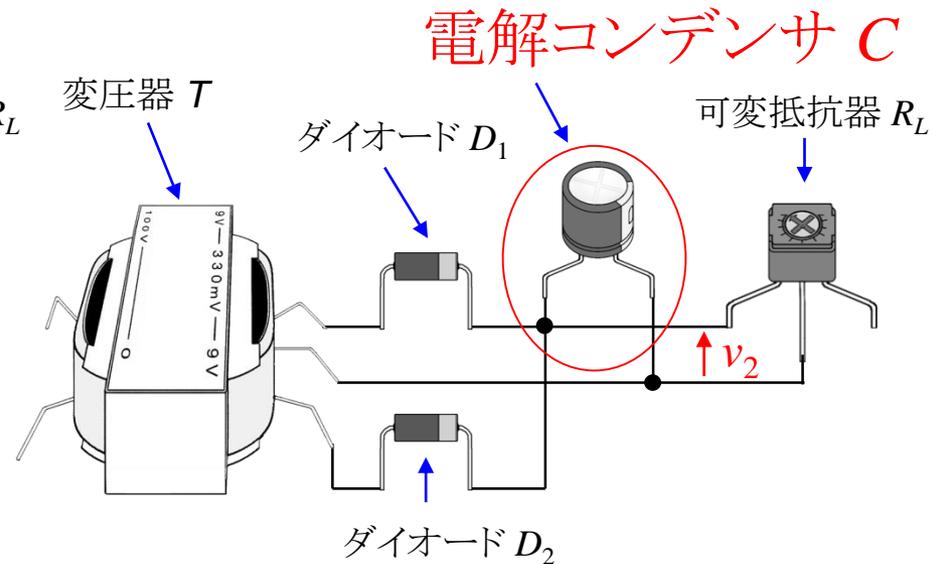
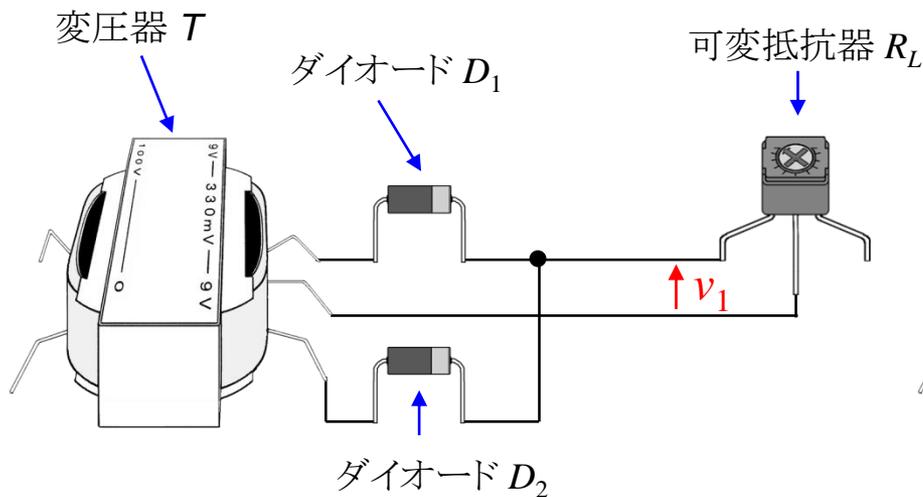
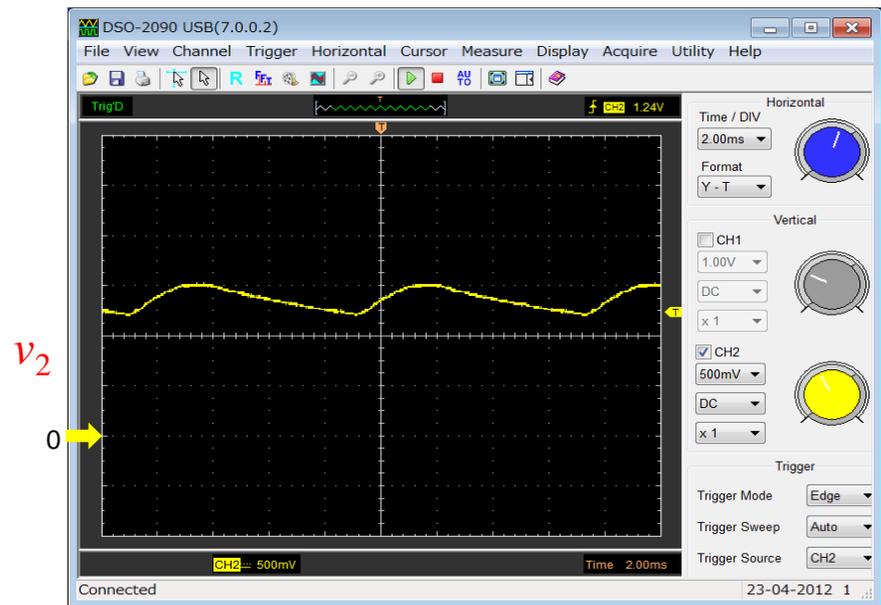


図2.2 コンデンサによる平滑回路の立体配線図

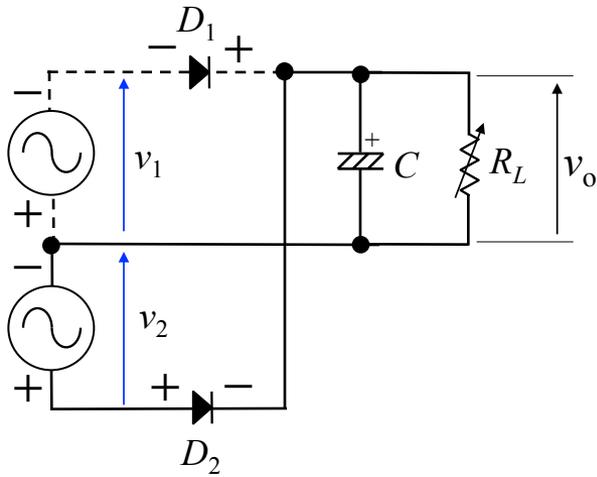
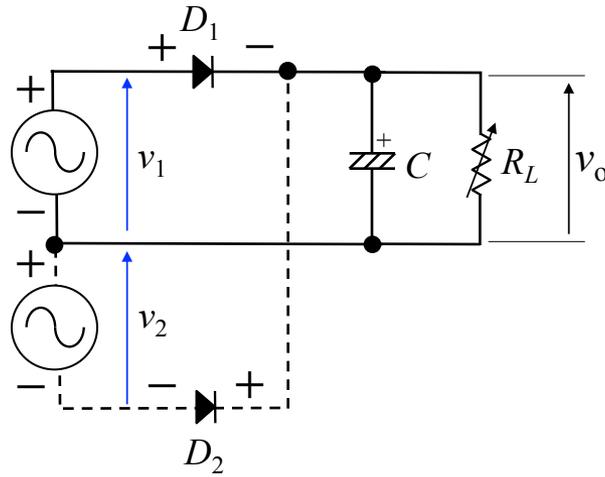


電解コンデンサが無い場合

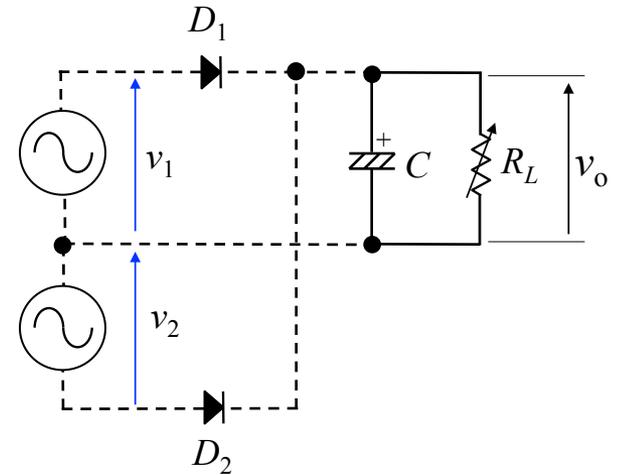


電解コンデンサが有る場合

(a) ダイオード D_1 導通時
 $(v_1 > v_o, v_1 > -v_2)$



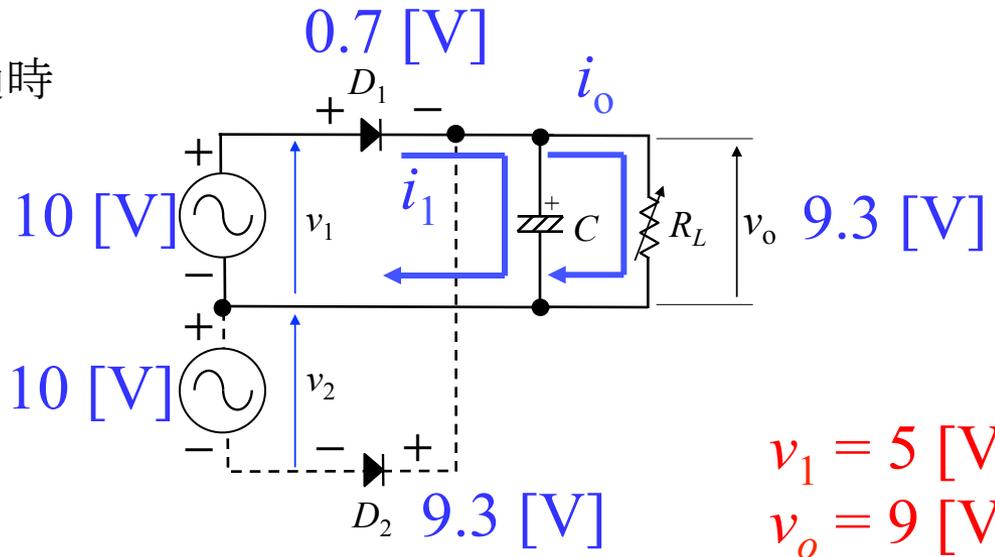
(b) ダイオード D_2 導通時
 $(-v_2 > v_o, -v_2 > v_1)$



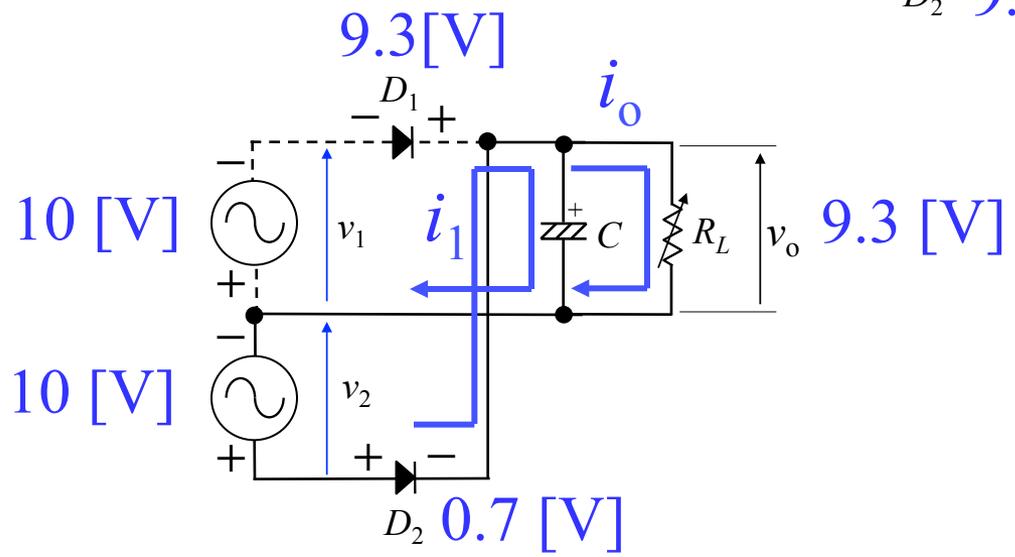
(c) ダイオード非導通時
 $(v_1 < v_o, -v_2 < v_o)$

図2.6 コンデンサによる平滑回路を持つ全波整流回路の動作モード

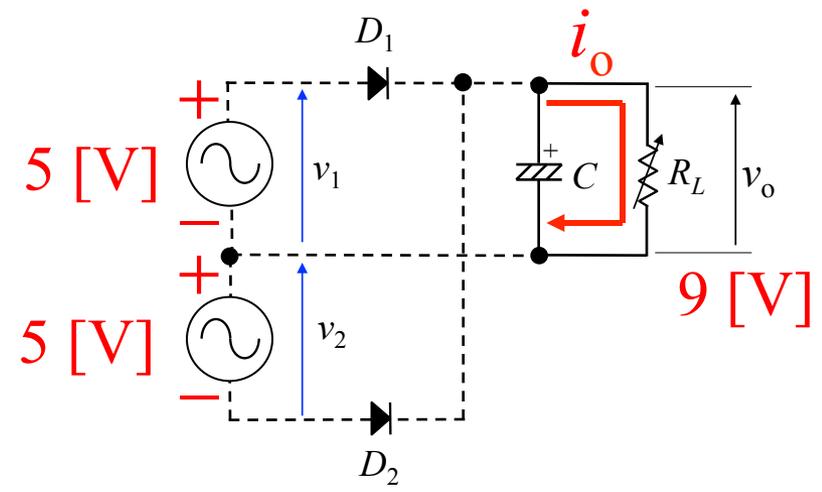
(a) ダイオード D_1 導通時
($v_1 > v_o, v_1 > -v_2$)



$v_1 = 5$ [V], $v_2 = 5$ [V]
 $v_o = 9$ [V] とすると

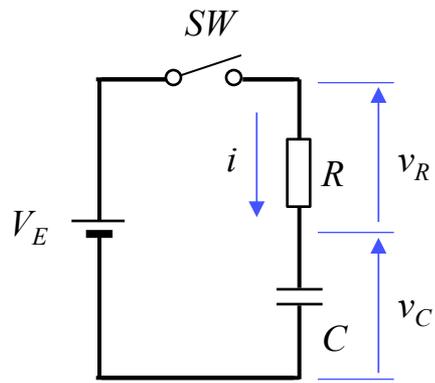


(b) ダイオード D_2 導通時
($-v_2 > v_o, -v_2 > v_1$)



(c) ダイオード非導通時
($v_1 < v_o, -v_2 < v_o$)

図2.6 コンデンサによる平滑回路を持つ全波整流回路の動作モード



$t = 0$ にて SW 投入, $v_C = V_{C0}$

$$V_E = Ri + \frac{1}{C} \int_0^t i dt + V_{C0}$$

ラプラス変換をすると

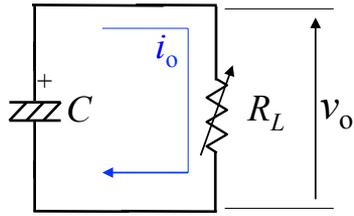
$$\frac{V_E}{s} = RI(s) + \frac{I(s)}{sC} + \frac{V_{C0}}{s}$$

$$\left(R + \frac{1}{sC} \right) I(s) = \frac{V_E - V_{C0}}{s}$$

$$I(s) = \frac{V_E - V_{C0}}{R} \frac{1}{s + \frac{1}{RC}}$$

逆ラプラス変換をすると

$$i(t) = \frac{V_E - V_{C0}}{R} e^{-\frac{1}{RC}t}$$



(b) ダイオード非導通時

図2.9 整流回路の等価回路

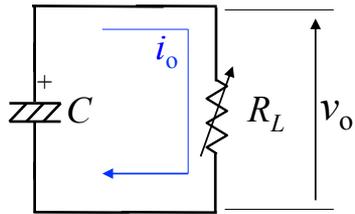
$$V_E = Ri + \frac{1}{C} \int_0^t i dt + V_{C0}$$

にて

$$i = i_o$$

$$V_E = 0, V_{C0} = -v_o(0)$$

$$R_L i_o + \frac{1}{C} \int_0^t i_o dt = v_o(0) \quad (2.6)$$



$$R_L i_o + \frac{1}{C} \int_0^t i_o dt = v_o(0) \quad (2.6) \quad \text{p.20}$$

(b) ダイオード非導通時

(2.7)

図2.9 整流回路の等価回路

$$I_o = \frac{1}{s + \frac{1}{R_L C}} \frac{V_p}{R_L} \quad (2.8)$$

(2.9)

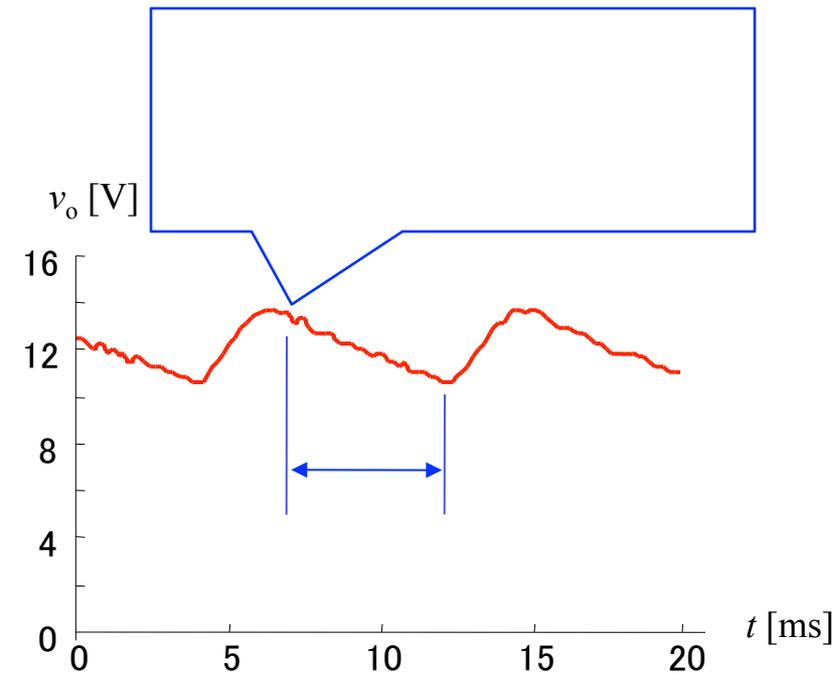
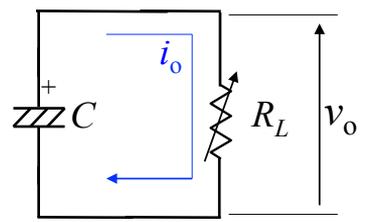


図2.8 コンデンサ電圧・入力電流
(実験結果)



$$R_L i_o + \frac{1}{C} \int_0^t i_o dt = v_o(0) \quad (2.6)$$

(b) ダイオード非導通時

$$R_L I_o + \frac{1}{sC} I_o = \frac{V_p}{s} \quad (2.7)$$

図2.9 整流回路の等価回路

$$I_o = \frac{1}{s + \frac{1}{R_L C}} \frac{V_p}{s} \quad (2.8)$$

$$i_o = \frac{V_p}{R_L} e^{-\frac{t}{R_L C}} \quad (2.9)$$

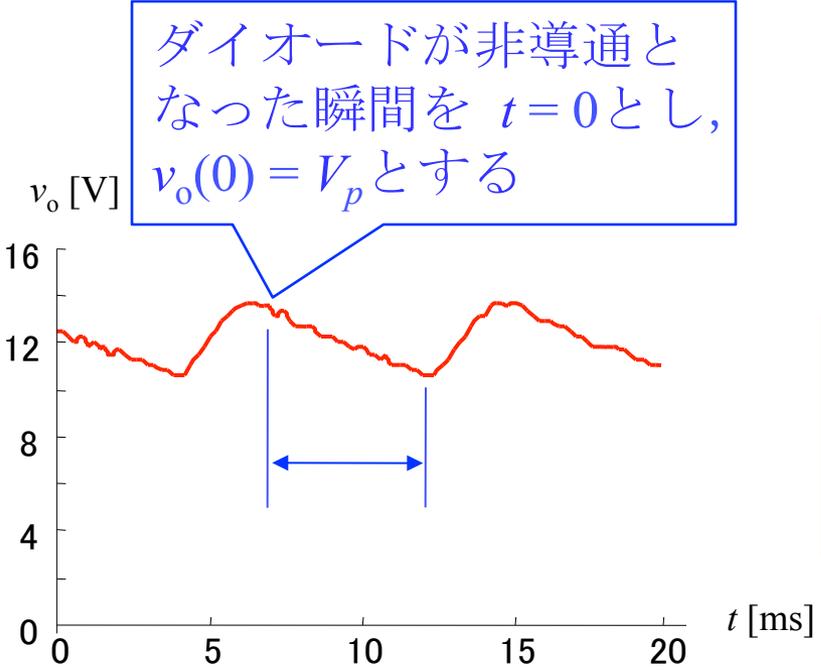
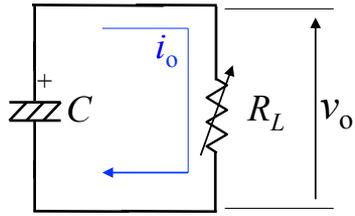
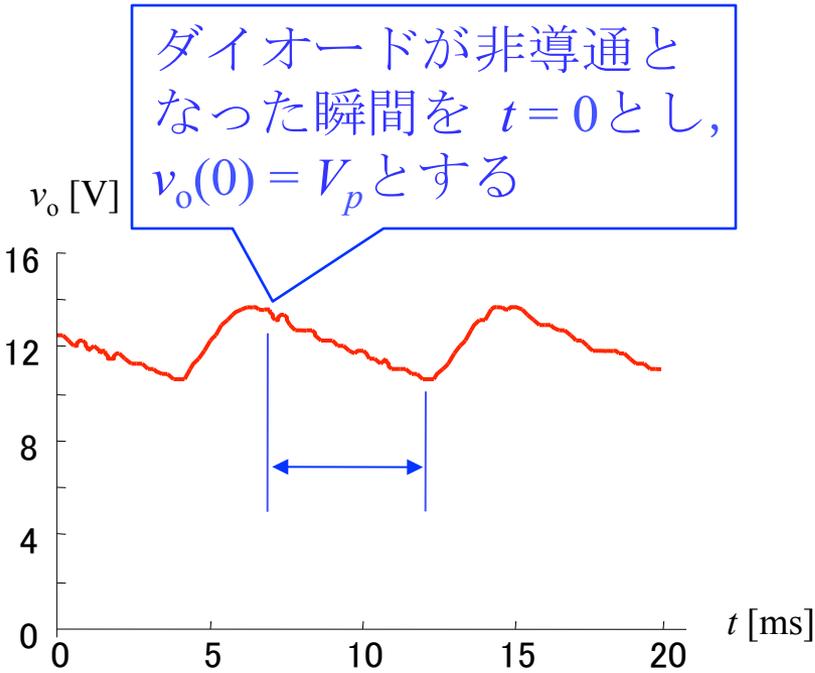


図2.8 コンデンサ電圧・入力電流 (実験結果)



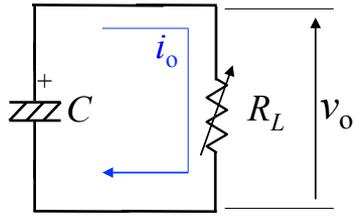
(b) ダイオード非導通時

図2.9 整流回路の等価回路



(2.10)

図2.8 コンデンサ電圧・入力電流
(実験結果)



(b) ダイオード非導通時

図2.9 整流回路の等価回路

$$v_o = R_L i_o = V_p e^{-\frac{t}{R_L C}}$$

(2.10)

$$R_L C : \text{時定数 [sec]}$$

ダイオードが非導通となった瞬間を $t=0$ とし、 $v_o(0) = V_p$ とする

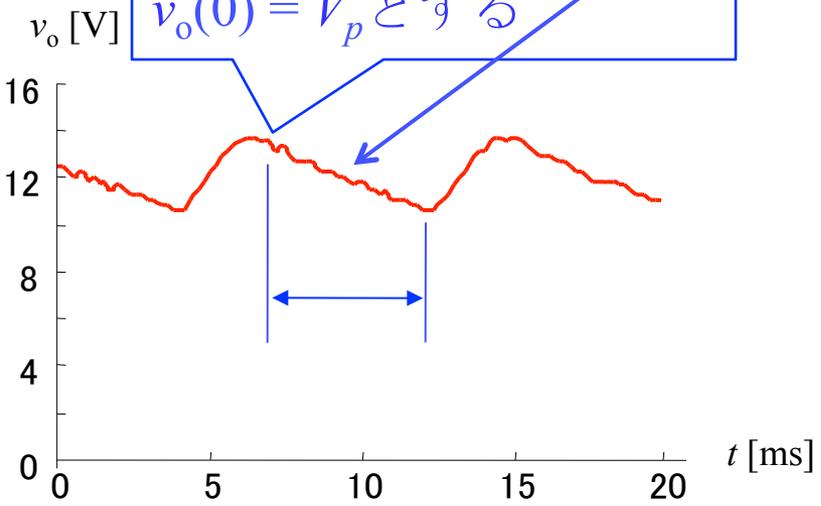
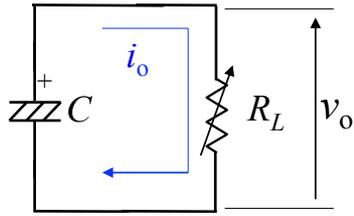


図2.8 コンデンサ電圧・入力電流
(実験結果)

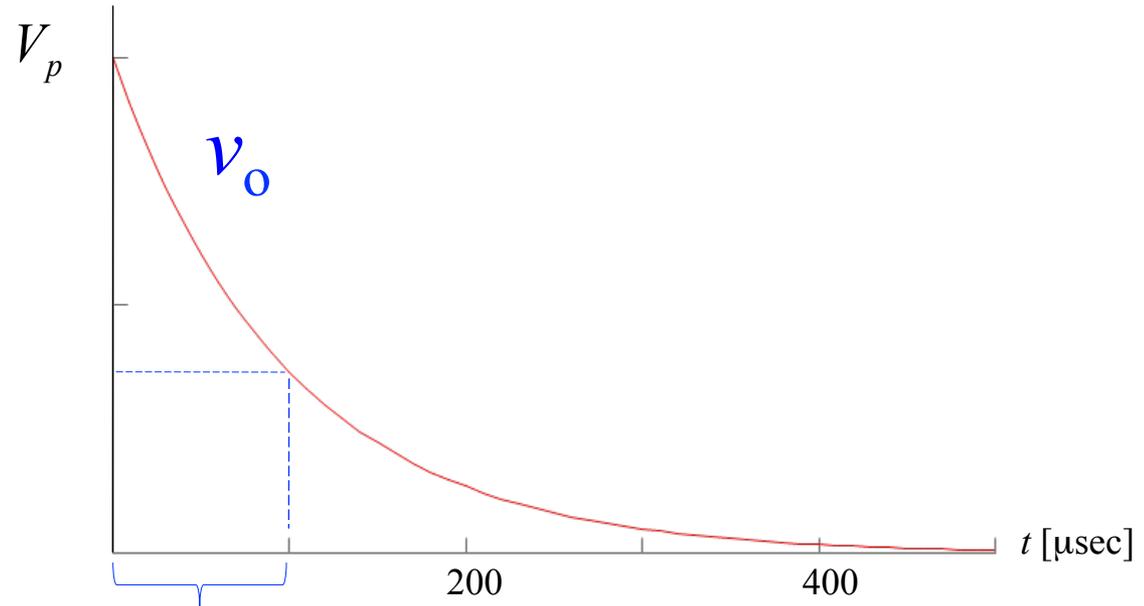


$$v_o = V_p e^{-\frac{t}{R_L C}}$$

(b) ダイオード非導通時

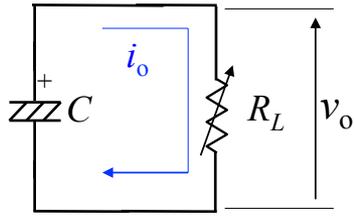
$R_L = 100[\Omega], C = 1[\mu\text{F}]$ のとき

図2.9 整流回路の等価回路



$$\tau = R_L C = 100 \times 10^{-6} = 100[\mu\text{sec}]$$

時定数



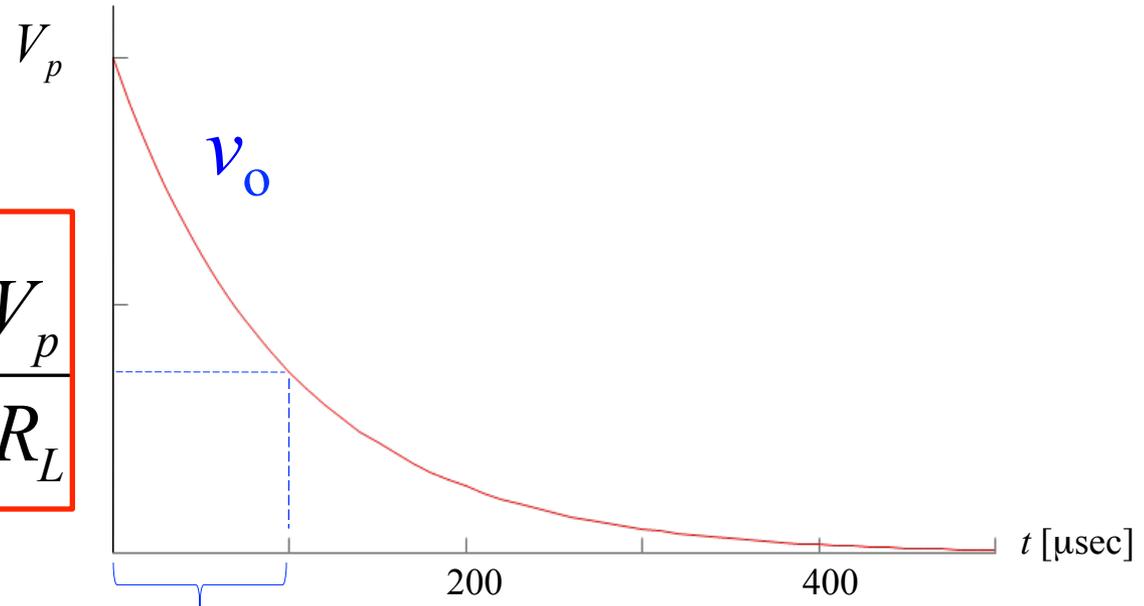
$$v_o = V_p e^{-\frac{t}{R_L C}}$$

(b) ダイオード非導通時

$R_L = 100[\Omega], C = 1[\mu\text{F}]$ のとき

図2.9 整流回路の等価回路

$$e^{-1} \frac{V_p}{R_L} = 0.37 \frac{V_p}{R_L}$$



$$\tau = R_L C = 100 \times 10^{-6} = 100[\mu\text{sec}]$$

時定数

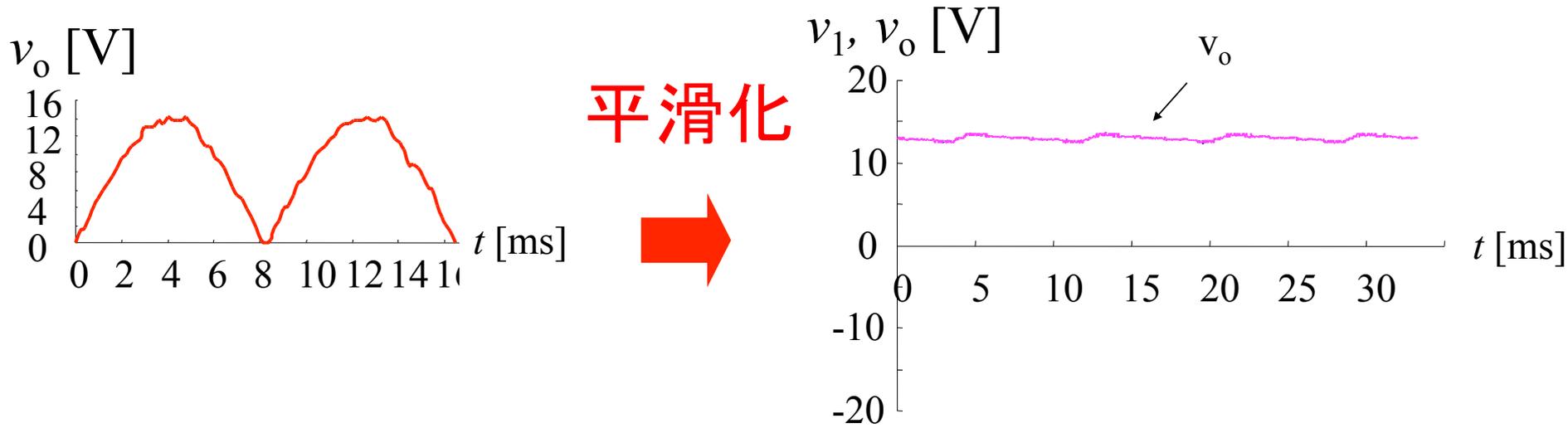
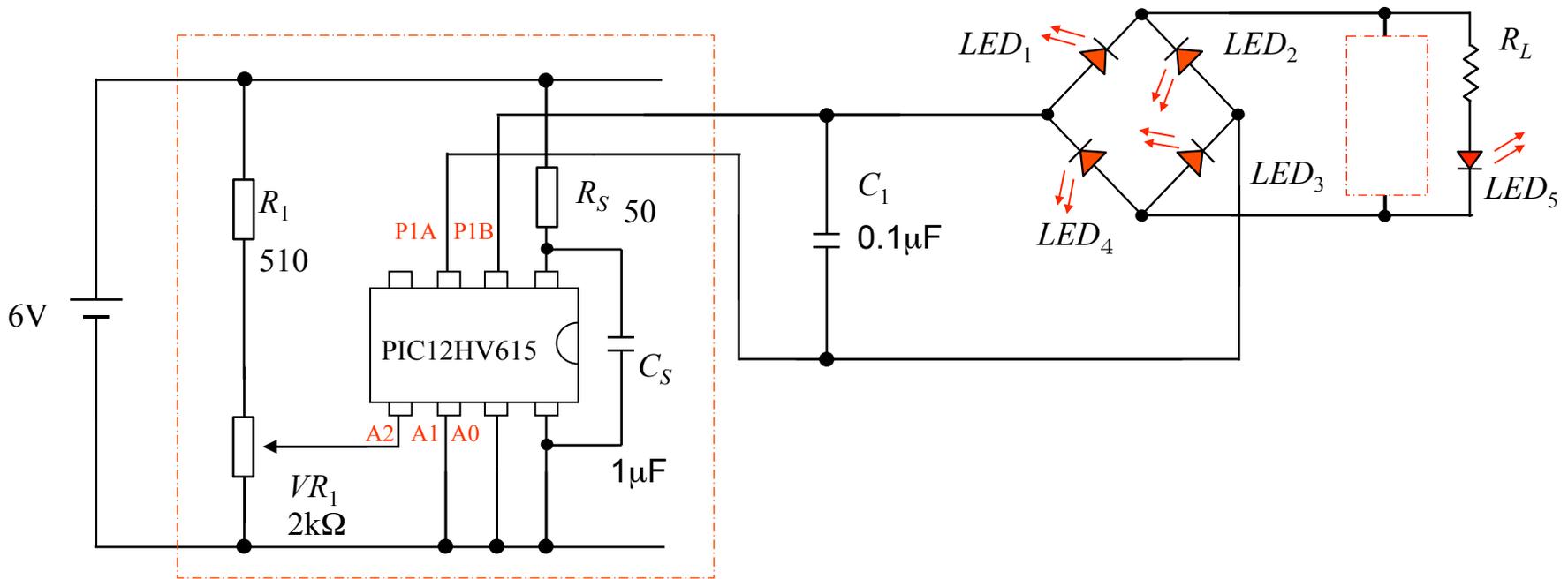


図2.7 コンデンサインプット型整流回路の波形例

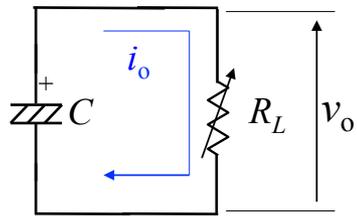
Step2 製作課題 平滑回路

以下の全波整流回路に平滑回路を設けよ. ただし, コンデンサはプッシュスイッチにより入り切りができるようにせよ. また, コンデンサと抵抗 R_L からなる平滑回路の時定数が 約 $0.24[\text{sec}]$ 程度となるように, コンデンサの静電容量と抵抗 R_L の抵抗値を決定せよ. プッシュスイッチの入り切りによる平滑回路の効果をTAに説明せよ.

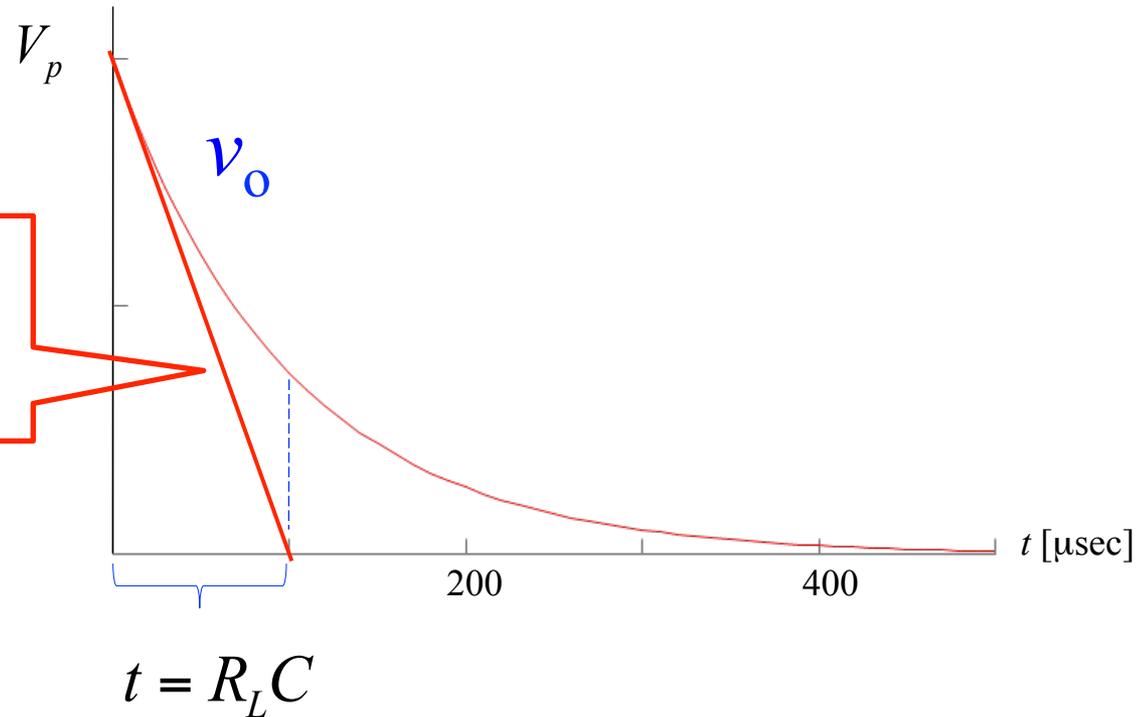


Step2 レポート課題(1)

図は整流回路においてダイオード非導通時における出力電圧 v_o の波形例を示す. $t=0$ にて非導通状態になったとする. $t=0$ における v_o の接線は $t = R_L C$ にて $v_o = 0$ となることを示せ.



$t=0$ における v_o の接線



Step2 レポート課題(2)

図は抵抗 R とインダクタンス L の直列回路である．以下の問いに答えよ．

- (a) スイッチ SW_1, SW_2 がオフであったとする．時刻 $t=0$ にてスイッチ SW_1 をオンとしたとき， $t>0$ におけるこの回路の微分方程式を示せ．
- (b) $t=0$ にて $i=0$ として，微分方程式を解き， $t \geq 0$ における電流 i を求めよ．
- (c) $t=10 L/R$ にてスイッチ SW_1 をオフ， SW_2 をオンに切り替えたとき， $t \geq 10 L/R$ におけるこの回路の微分方程式を示せ．
- (d) 電流 i の波形を描け．

