

# パワーエレクトロニクス (第2回 整流回路)

担当：古橋武

[本稿掲載のWebページ](http://mybook-pub-site.sakura.ne.jp/Power_Electronics_Note/index.html)

[http://mybook-pub-site.sakura.ne.jp/Power\\_Electronics\\_Note/index.html](http://mybook-pub-site.sakura.ne.jp/Power_Electronics_Note/index.html)

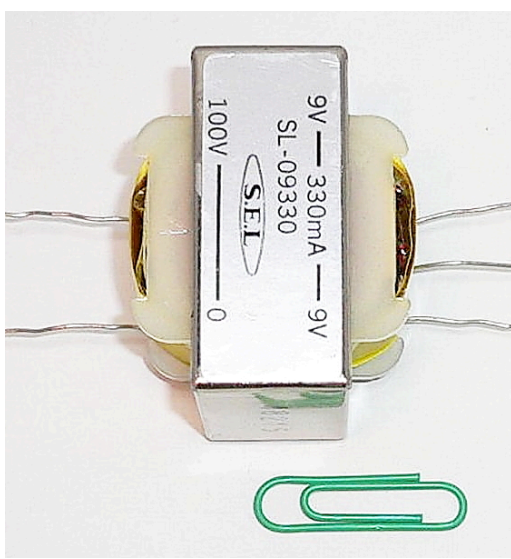
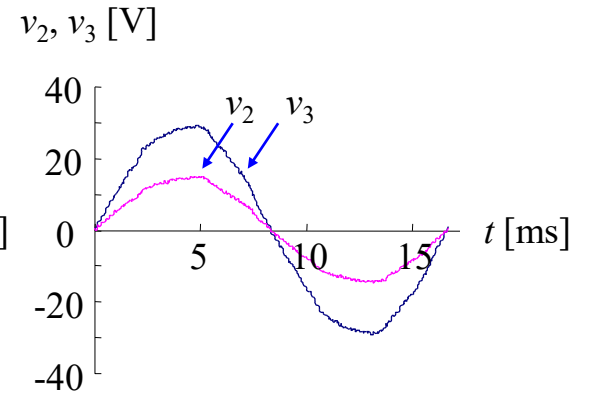
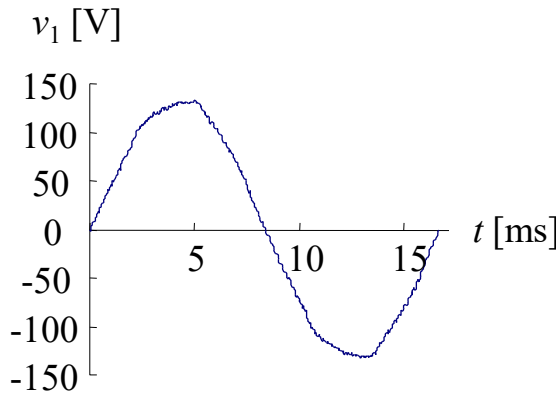
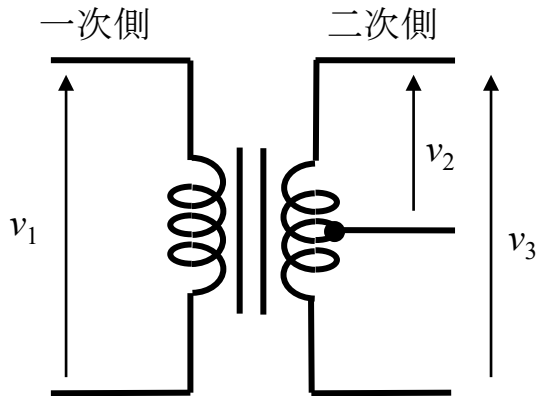


図1.8 変圧器（トランス）の例

一次側：100V 二次側：9V-0-9V



(a) 変圧器（トランス）の記号

(b) 一次側電圧波形

(c) 二次側電圧波形

図1.10 変圧器の入出力波形

白線によりダイオードの向きを示す。

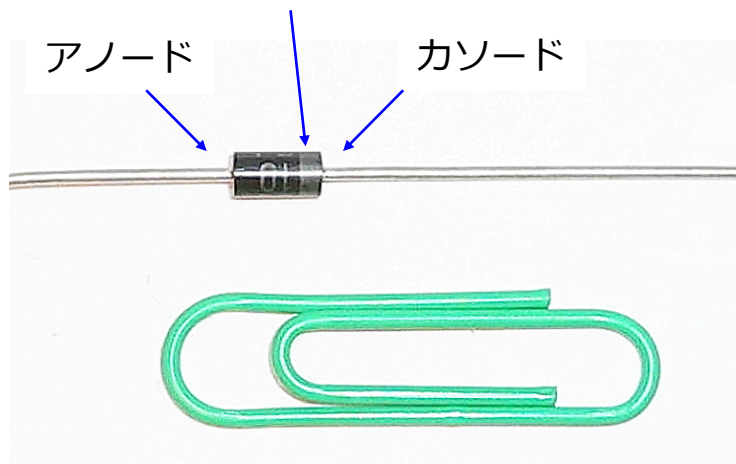


図1.11 ダイオードの例(100V, 1A)

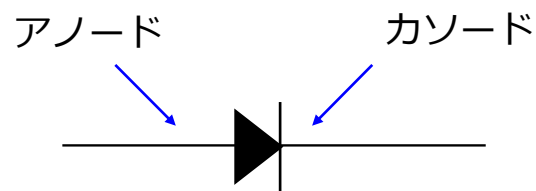
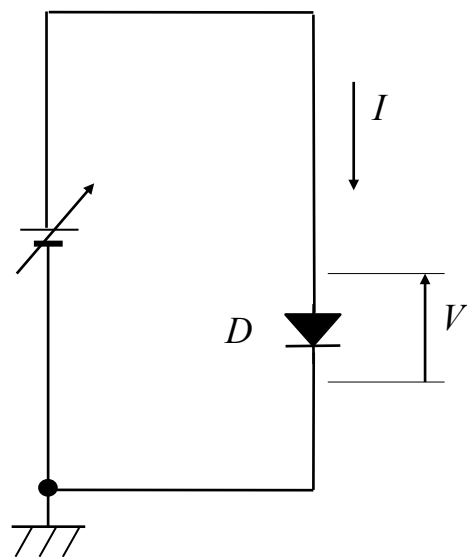
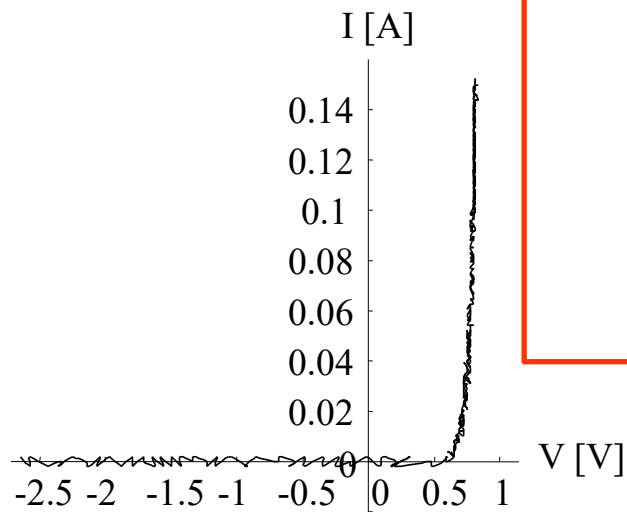


図1.12 ダイオードの記号



(a) ダイオードの特性測定



(b) 電圧・電流特性

図1.13 ダイオードの特性例

白線によりダイオードの向きを示す。

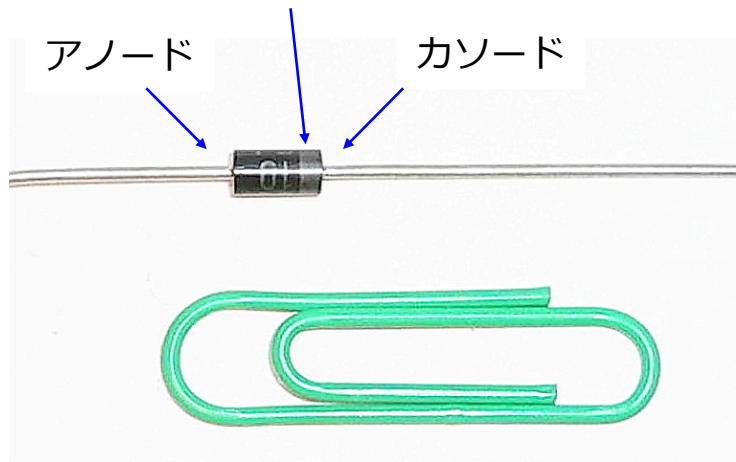


図1.11 ダイオードの例(100V, 1A)

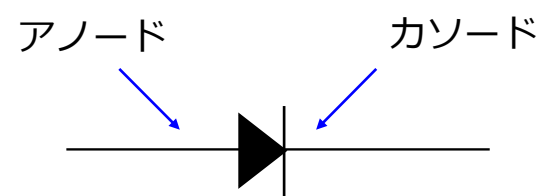
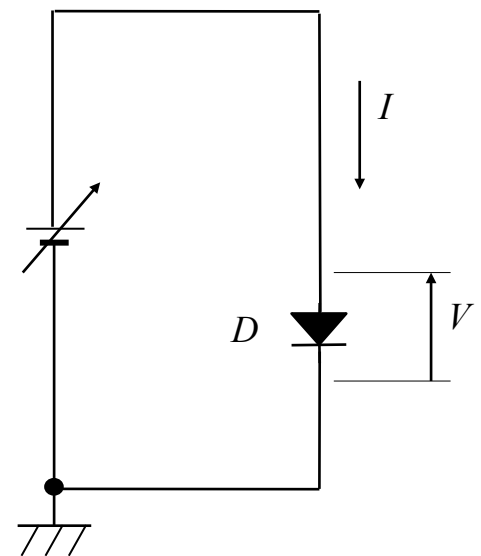
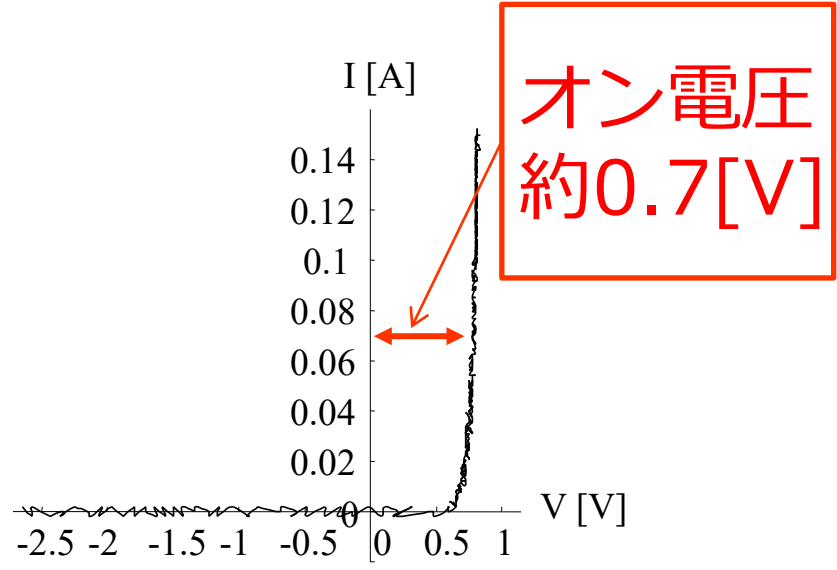


図1.12 ダイオードの記号

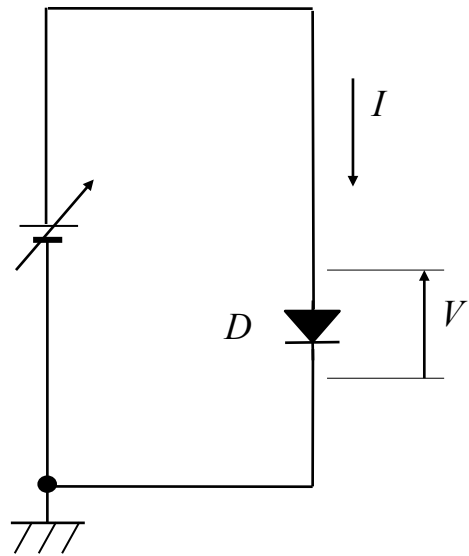


(a) ダイオードの特性測定

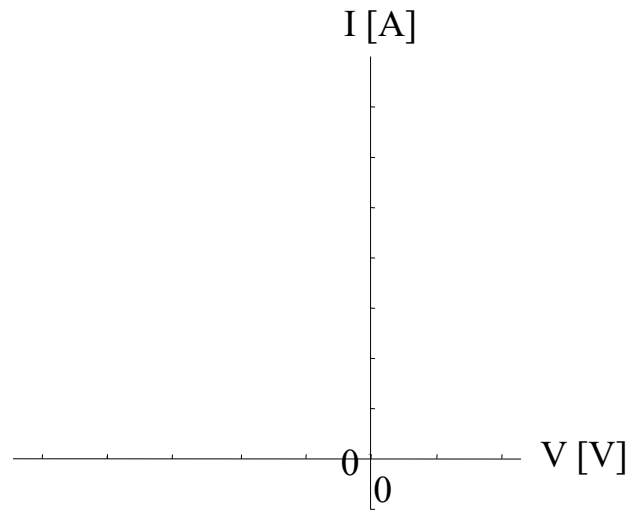


(b) 電圧・電流特性

図1.13 ダイオードの特性例

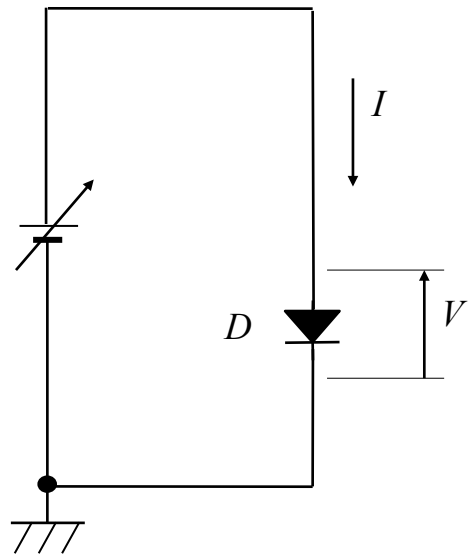


(a) ダイオードの特性測定

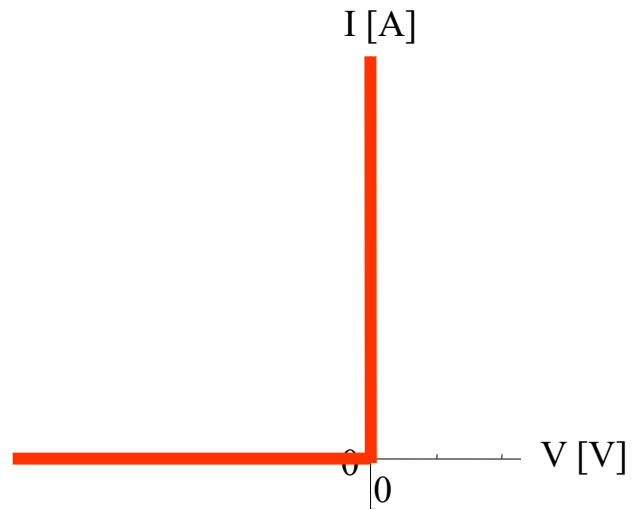


(b) 電圧・電流特性

理想ダイオードの特性例



(a) ダイオードの特性測定



(b) 電圧・電流特性

理想ダイオードの特性例

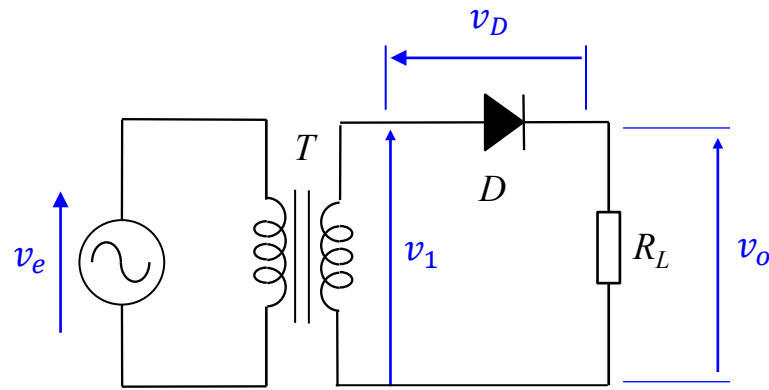
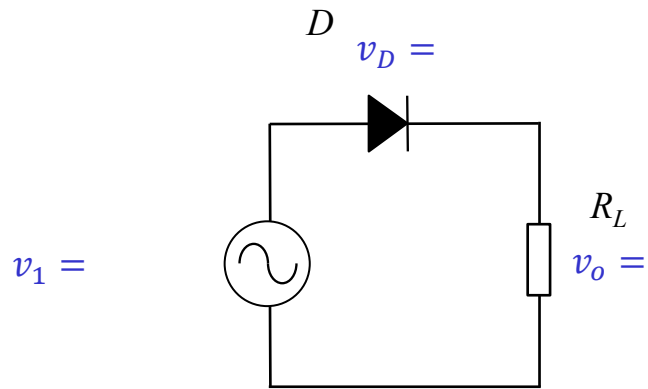
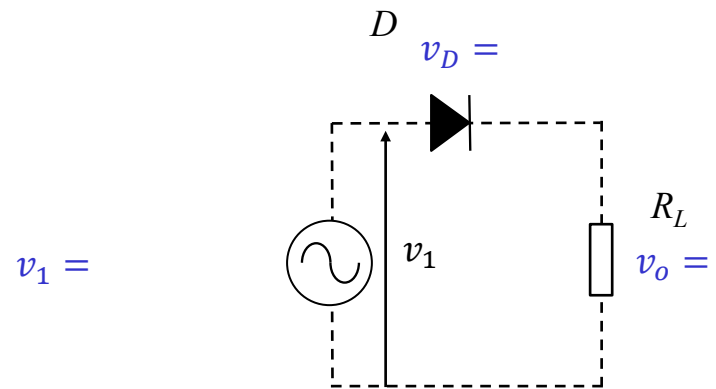


図1.18 半波整流回路の回路図



(a) ダイオード導通時



(b) ダイオード非導通時

図1.19 半波整流回路の動作モード

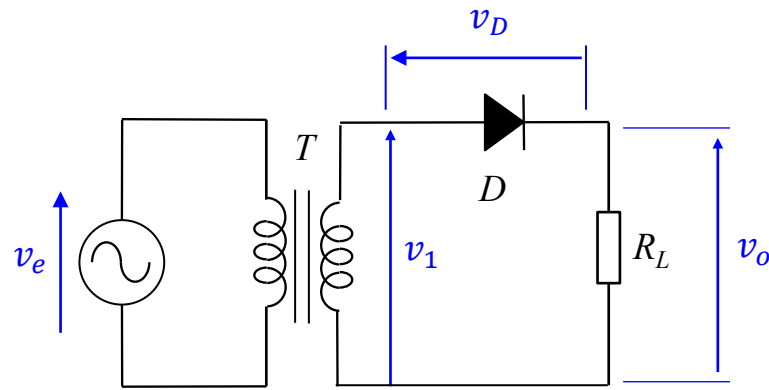
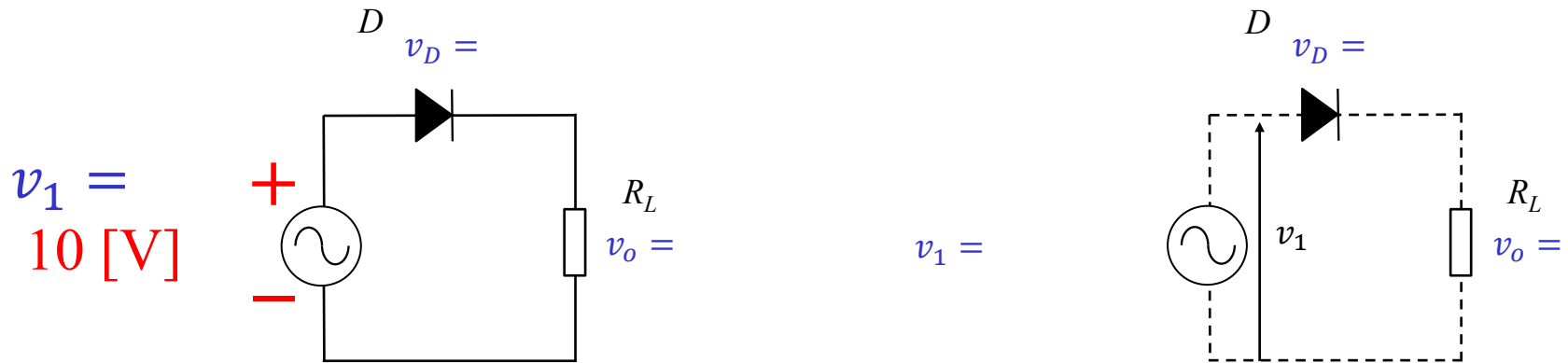


図1.18 半波整流回路の回路図



(a) ダイオード導通時

(b) ダイオード非導通時

図1.19 半波整流回路の動作モード



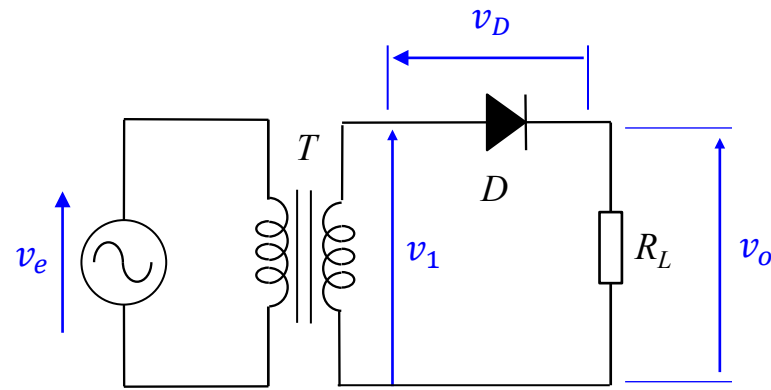
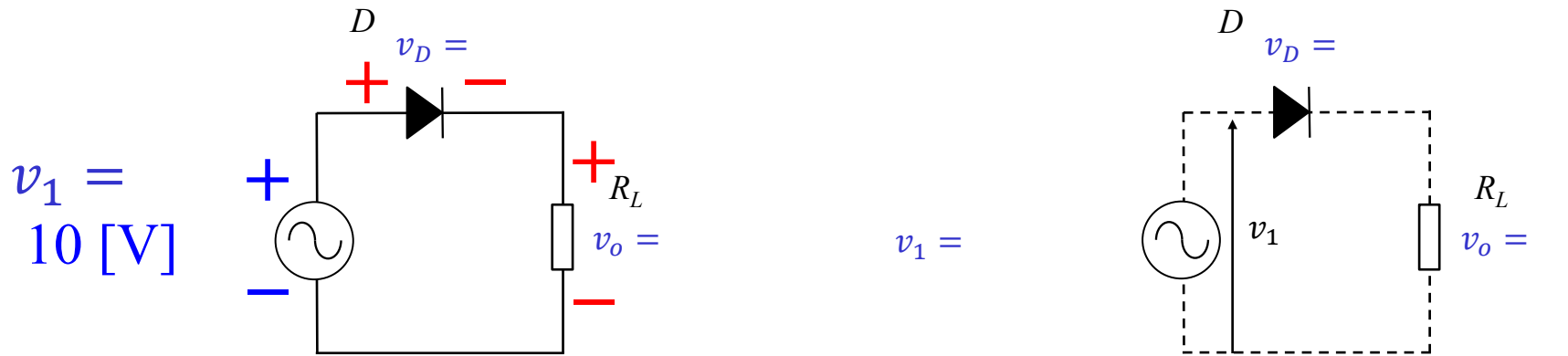


図1.18 半波整流回路の回路図



(a) ダイオード導通時

(b) ダイオード非導通時

図1.19 半波整流回路の動作モード

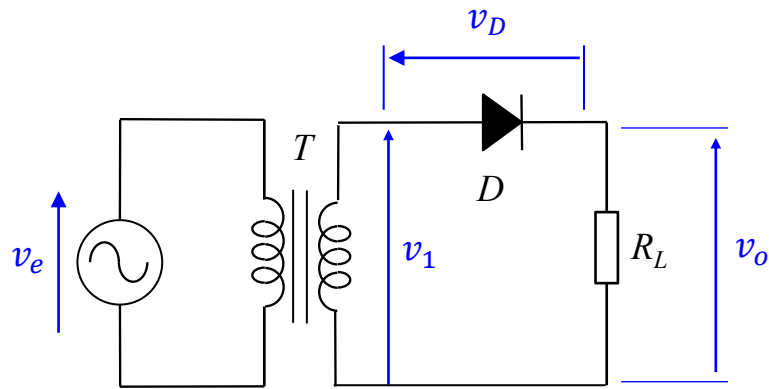
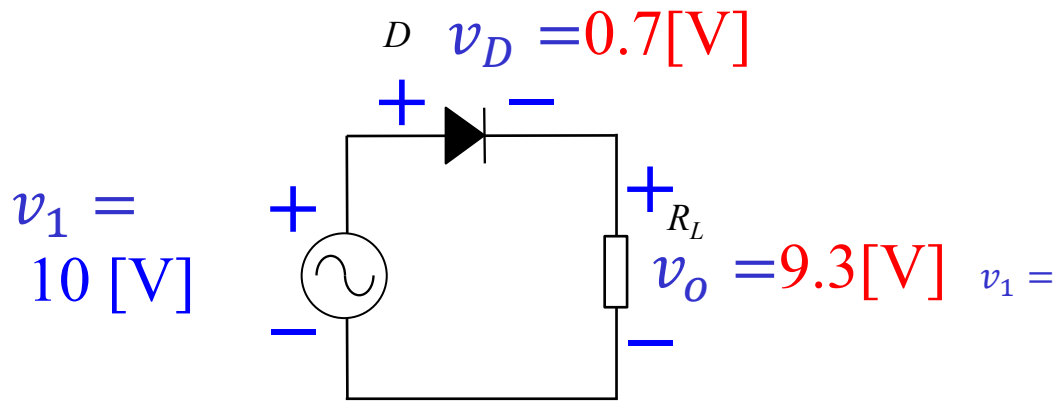
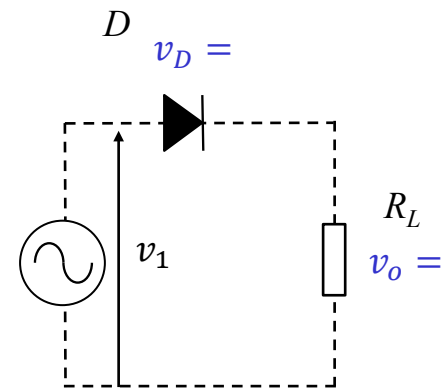


図1.18 半波整流回路の回路図



(a) ダイオード導通時



(b) ダイオード非導通時

図1.19 半波整流回路の動作モード

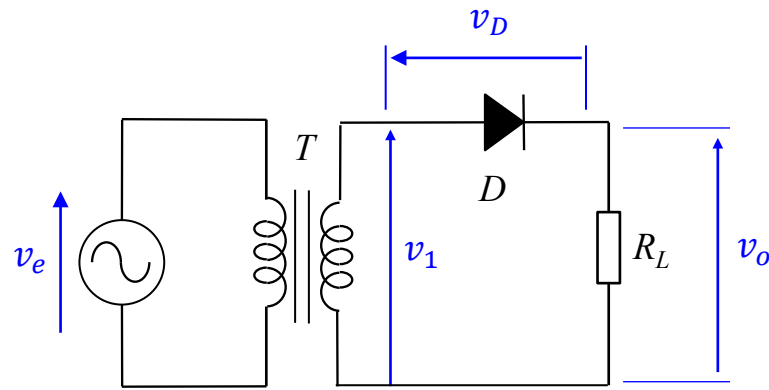
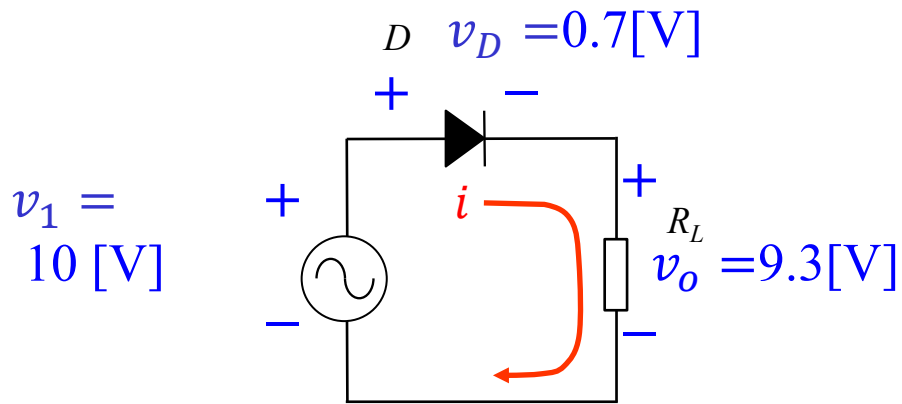
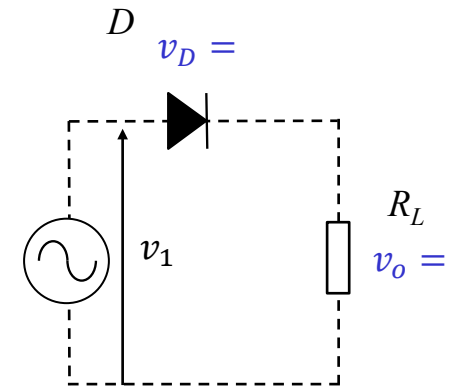


図1.18 半波整流回路の回路図



(a) ダイオード導通時



(b) ダイオード非導通時

図1.19 半波整流回路の動作モード

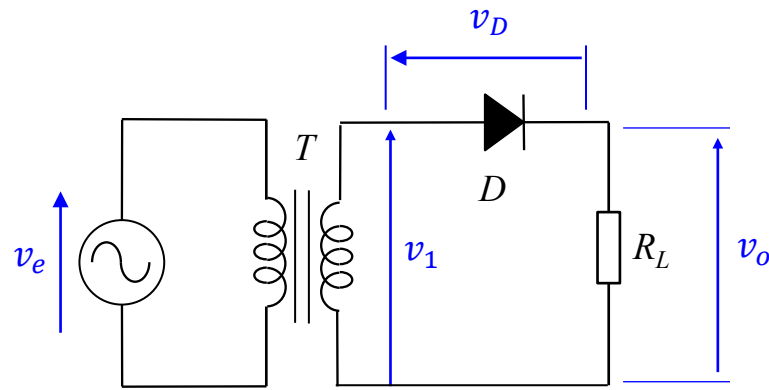
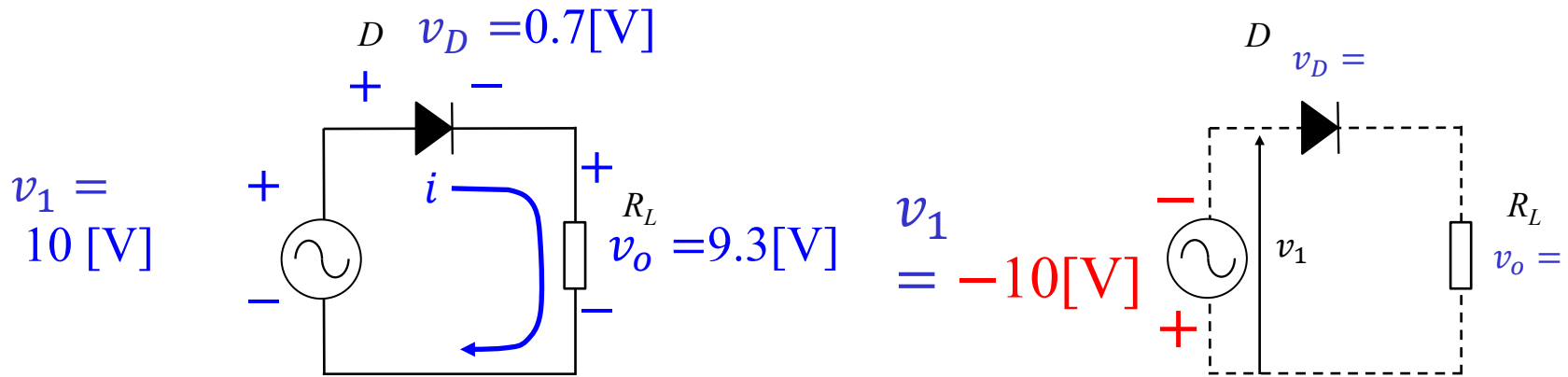


図1.18 半波整流回路の回路図



(a) ダイオード導通時

(b) ダイオード非導通時

図1.19 半波整流回路の動作モード

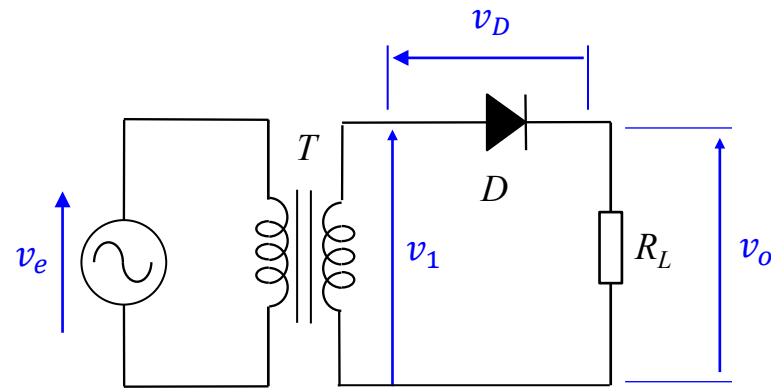
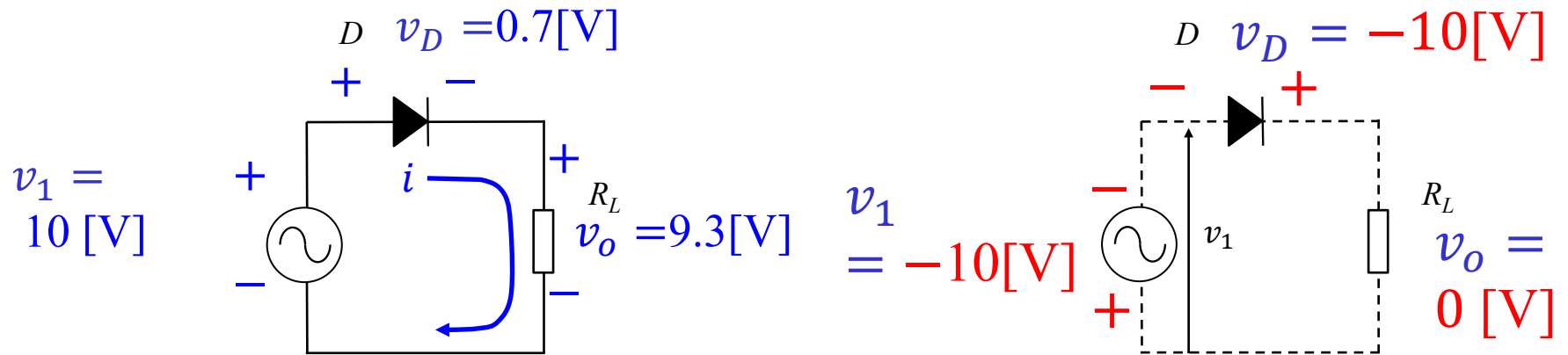


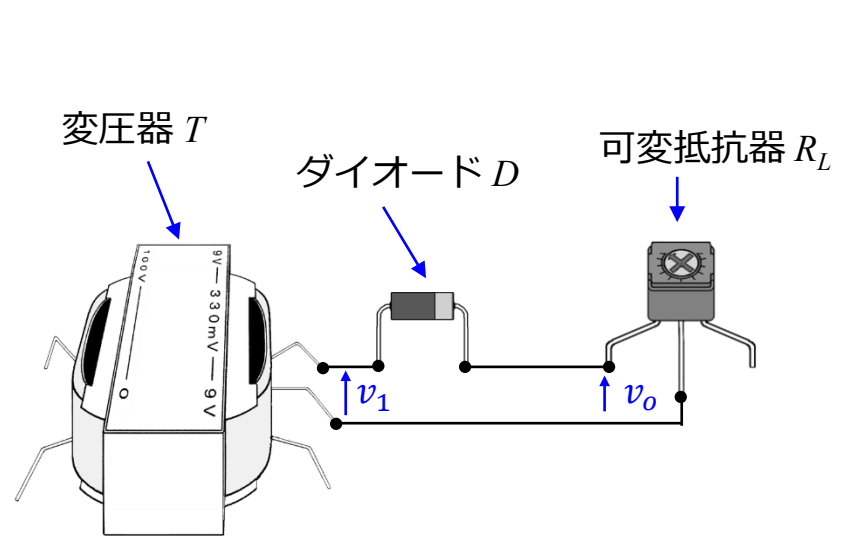
図1.18 半波整流回路の回路図



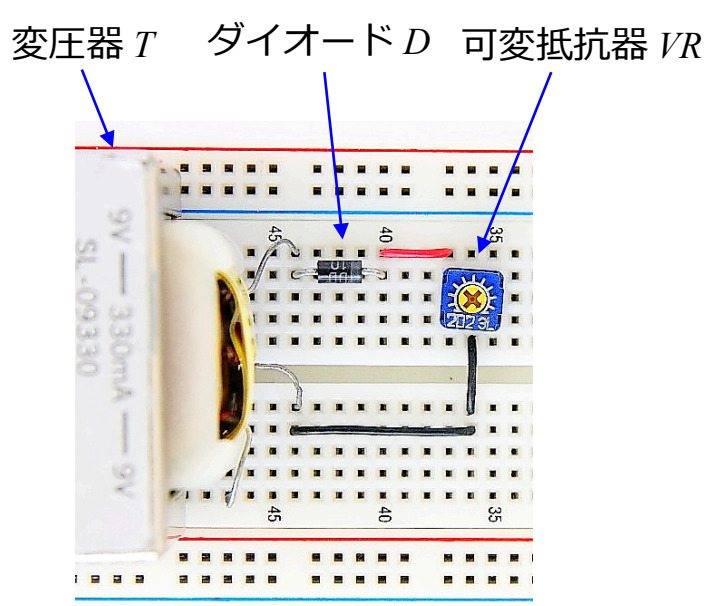
(a) ダイオード導通時

(b) ダイオード非導通時

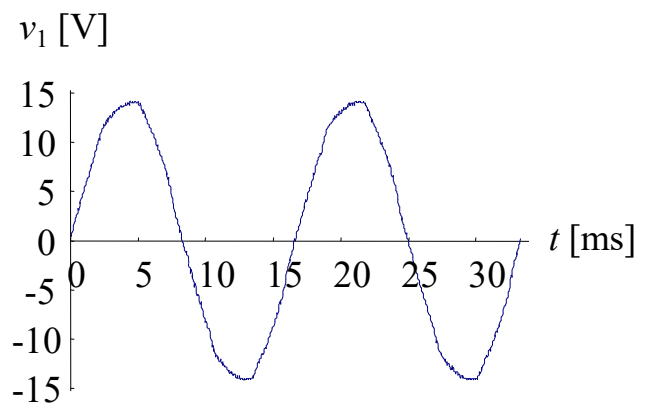
図1.19 半波整流回路の動作モード



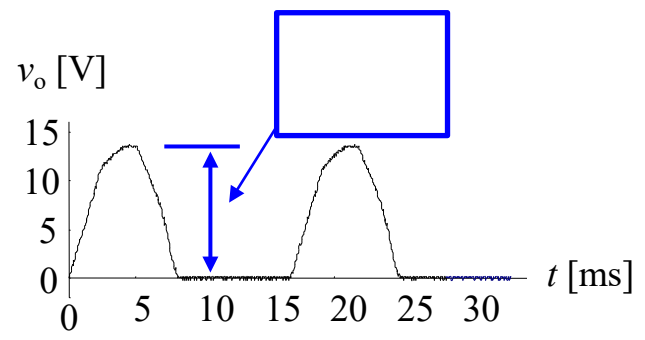
(a) 立体配線図



(b) 配線例

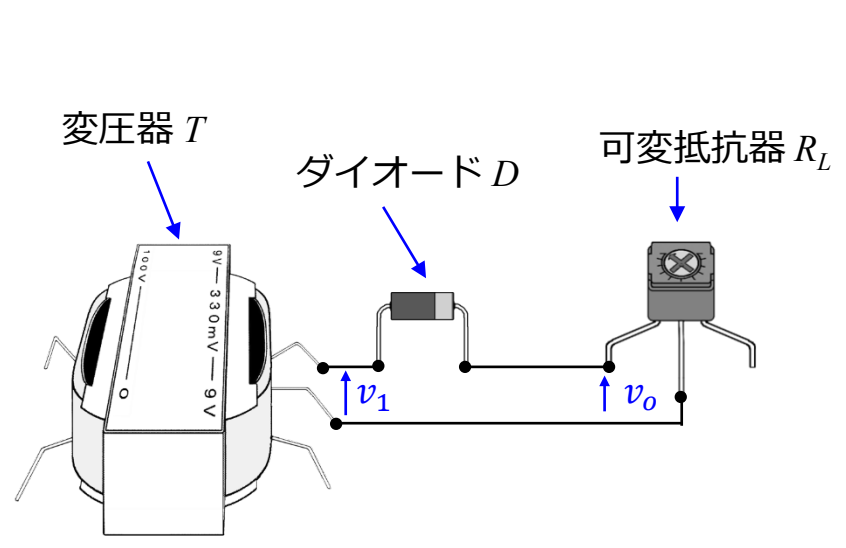


(a) 変圧器の二次側の電圧 $v_1$ の波形

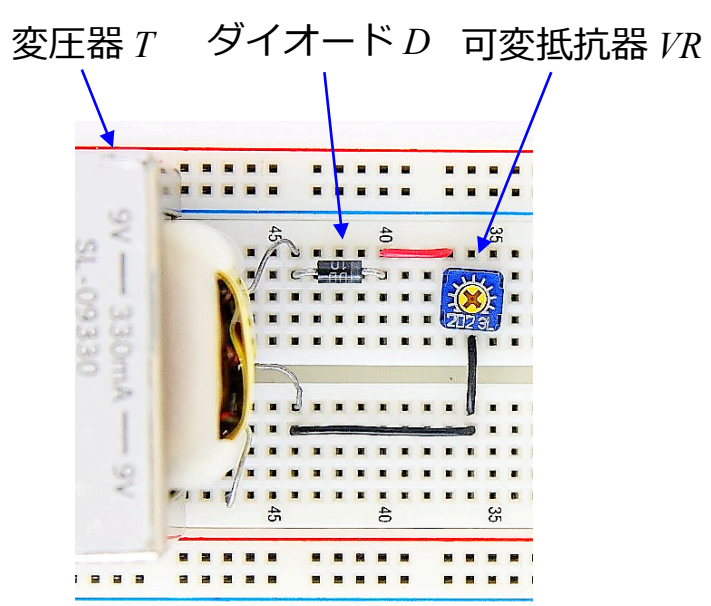


(b) ダイオードにより整流された電圧波形

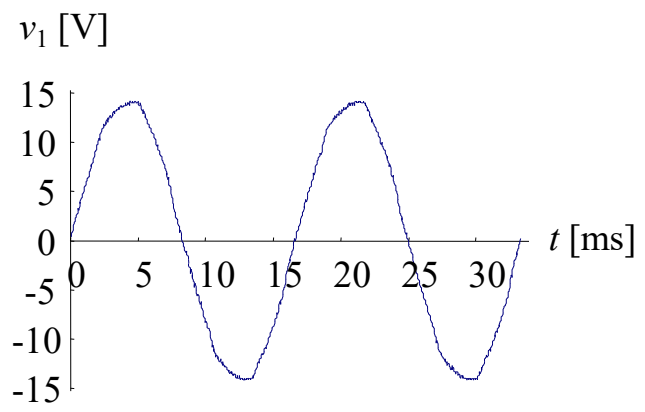
図1.20 半波整流回路の電圧波形



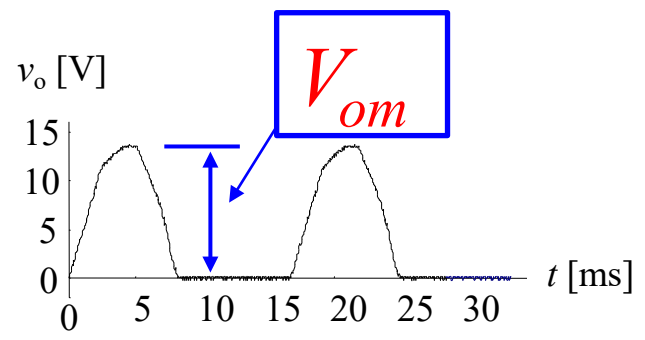
(a) 立体配線図



(b) 配線例

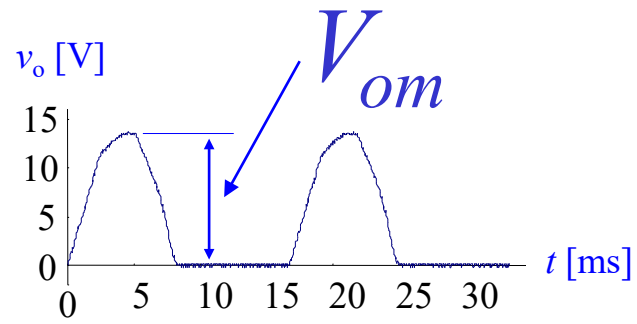


(a) 変圧器の二次側の電圧 $v_1$ の波形



(b) ダイオードにより整流された電圧波形

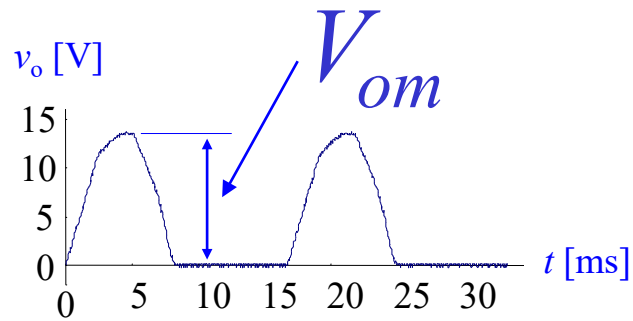
図1.20 半波整流回路の電圧波形



$$\bar{v}_o = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} v_o d\vartheta$$

(b) ダイオードにより整流された電圧波形

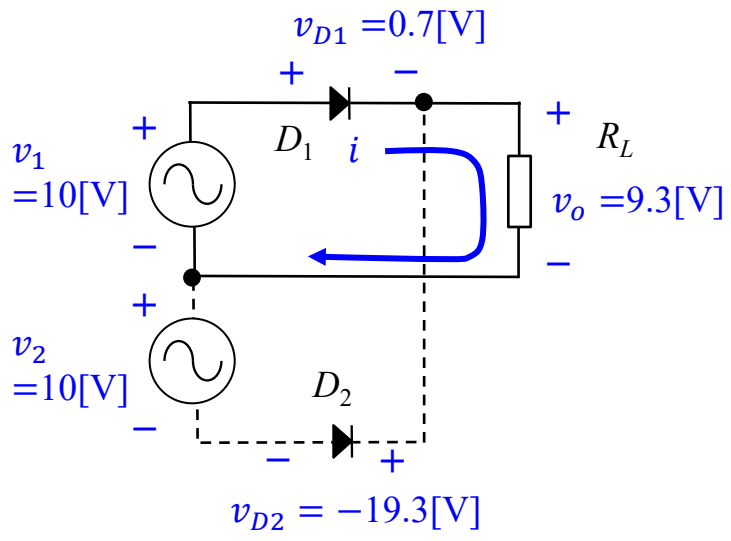
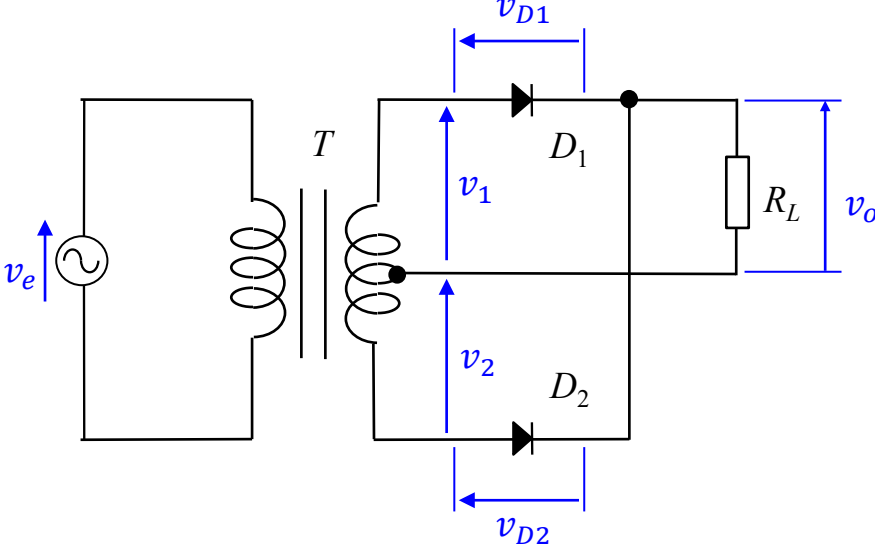




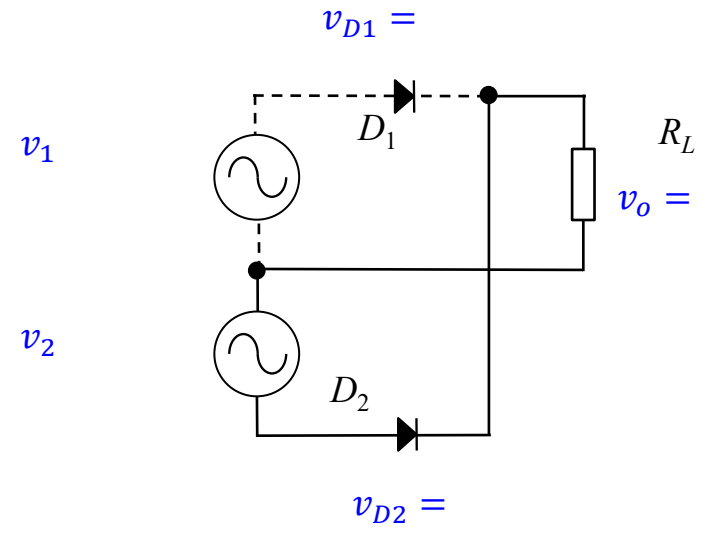
(b) ダイオードにより整流された電圧波形

$$\bar{v}_o = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} v_o d\vartheta$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{1}{2\pi} \int_0^{\pi} V_{om} \sin \theta d\theta \\
 &= \frac{1}{2\pi} [-V_{om} \cos \theta]_0^{\pi} \\
 &= \frac{V_{om}}{\pi}
 \end{aligned}$$

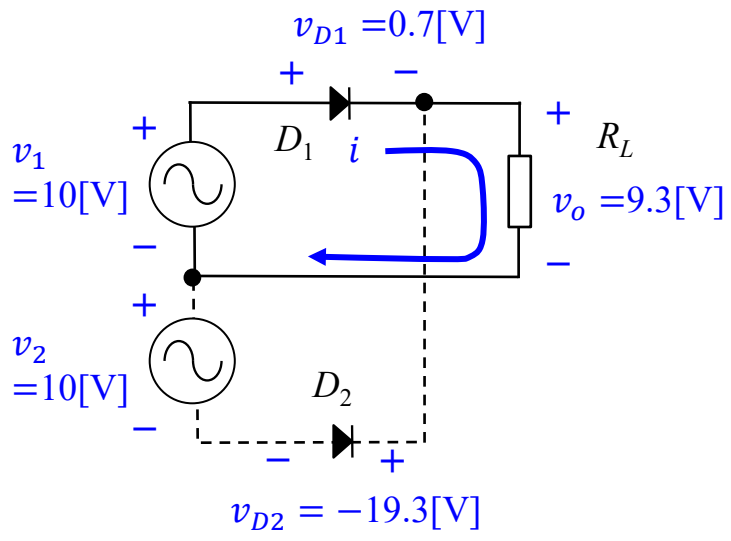
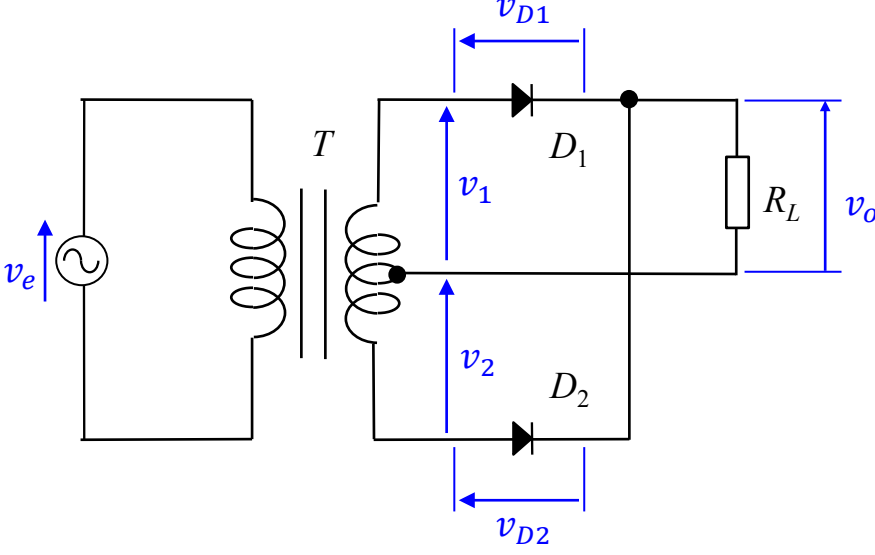


(a) ダイオード  $D_1$  導通時

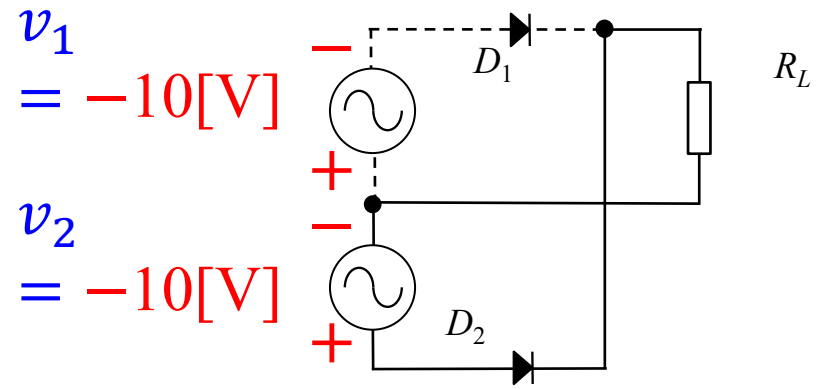


(b) ダイオード  $D_2$  導通時

図1.24 全波整流回路の動作モード

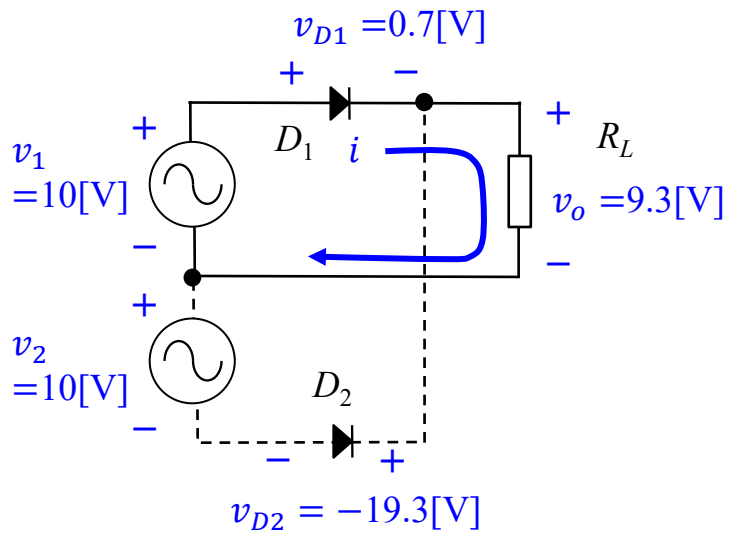
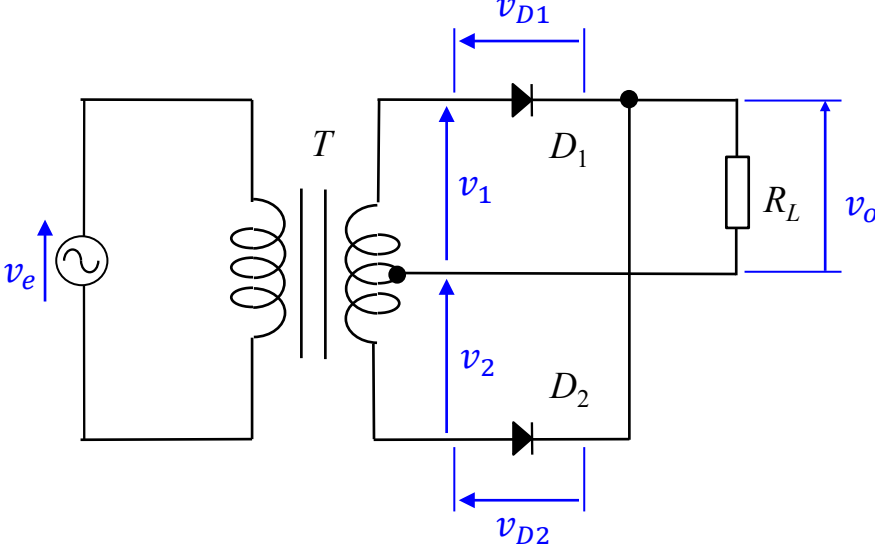


(a) ダイオード $D_1$ 導通時



(b) ダイオード $D_2$ 導通時

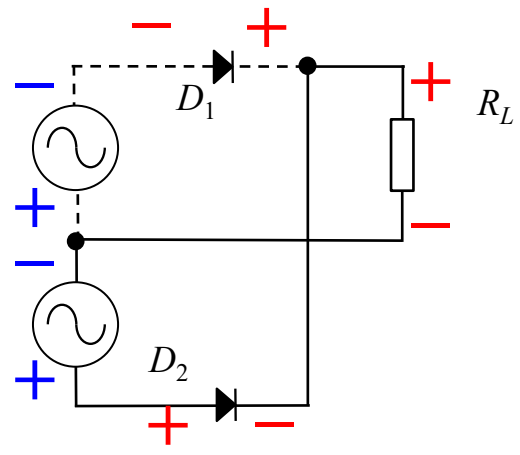
図1.24 全波整流回路の動作モード



(a) ダイオード  $D_1$  導通時

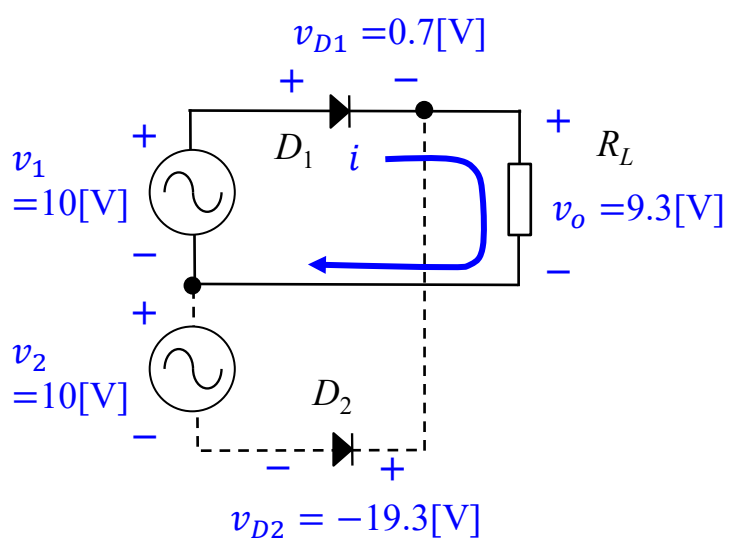
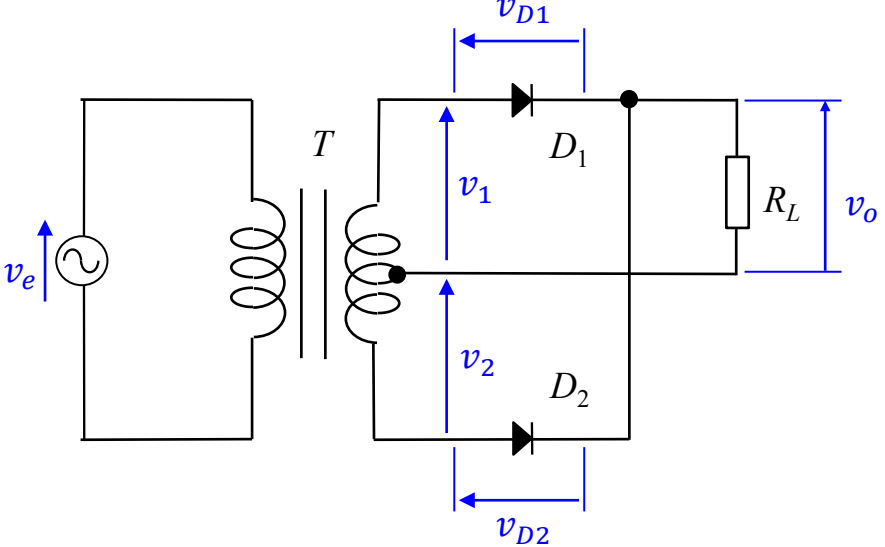
$$v_1 = -10[V]$$

$$v_2 = -10[V]$$

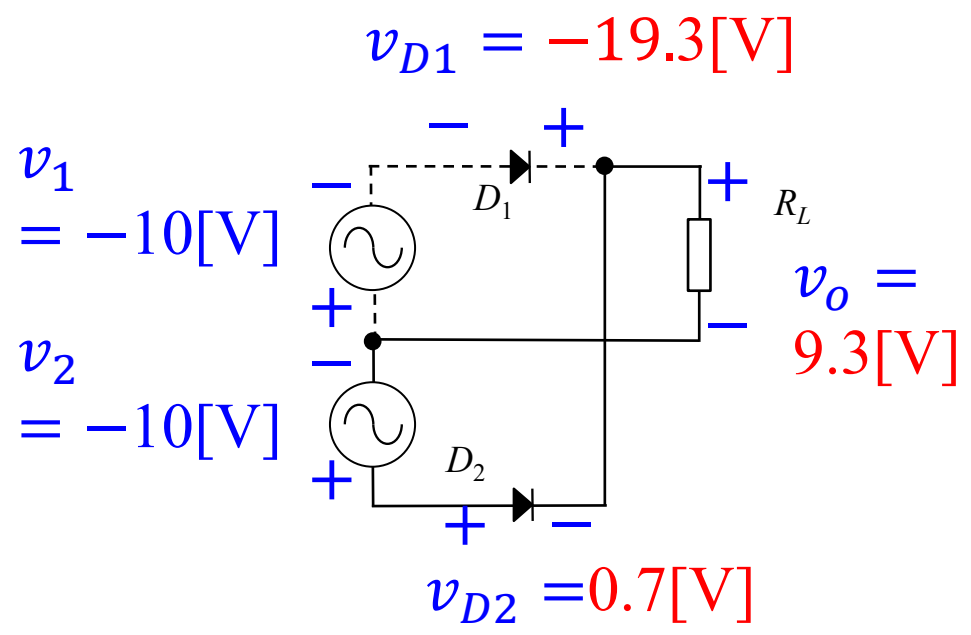


(b) ダイオード  $D_2$  導通時

図1.24 全波整流回路の動作モード

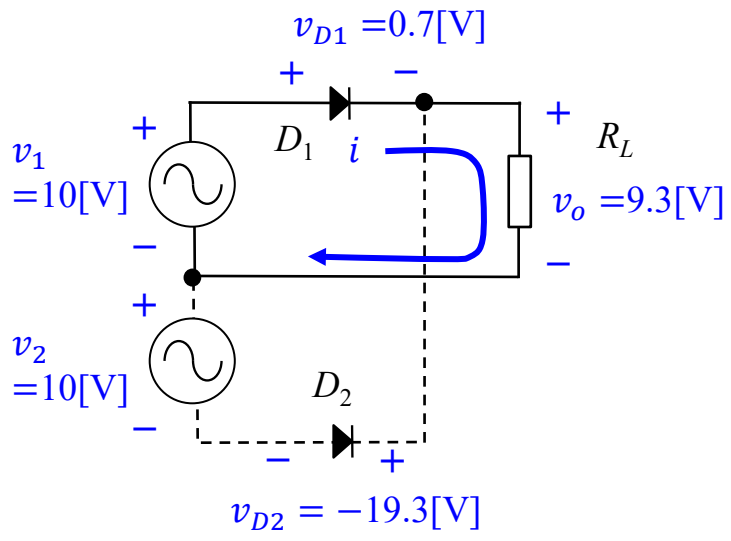
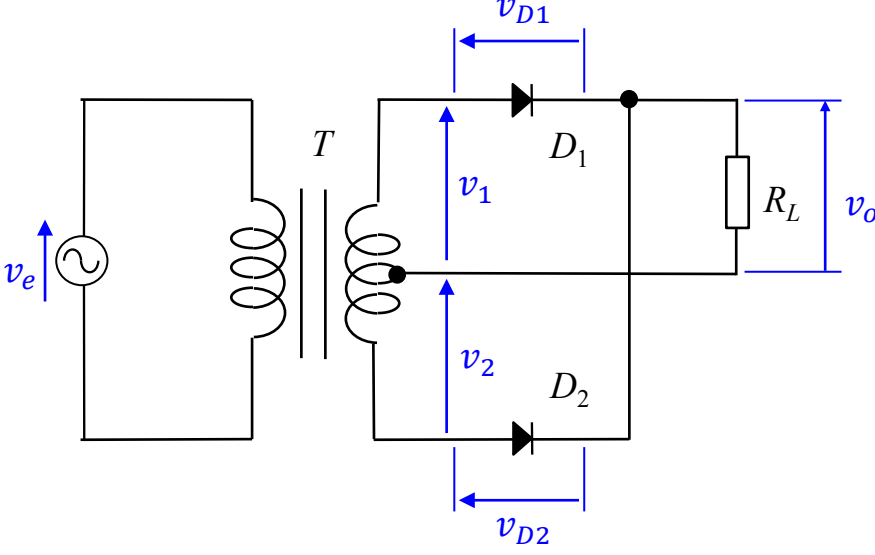


(a) ダイオード  $D_1$  導通時

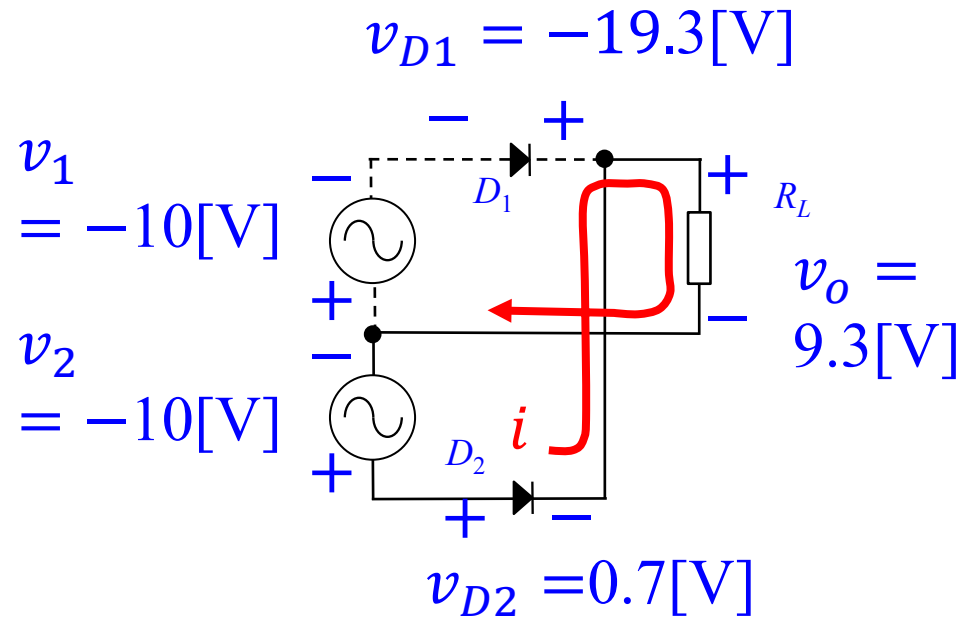


(b) ダイオード  $D_2$  導通時

図1.24 全波整流回路の動作モード

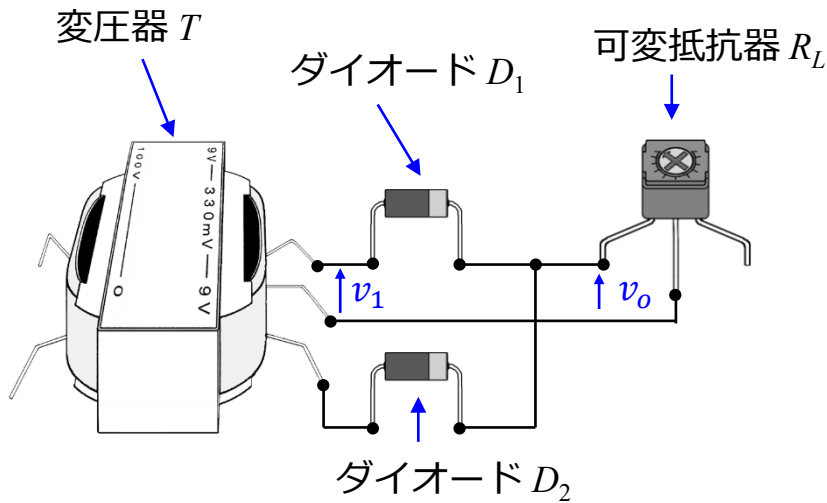


(a) ダイオード  $D_1$  導通時

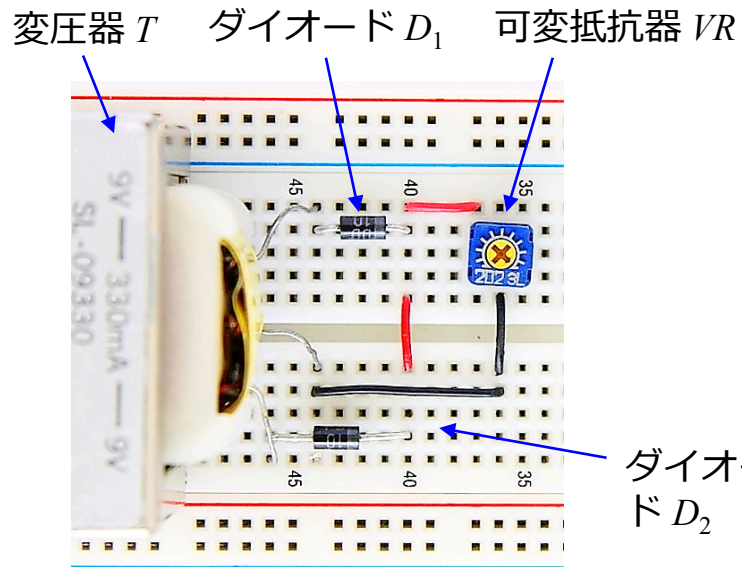


(b) ダイオード  $D_2$  導通時

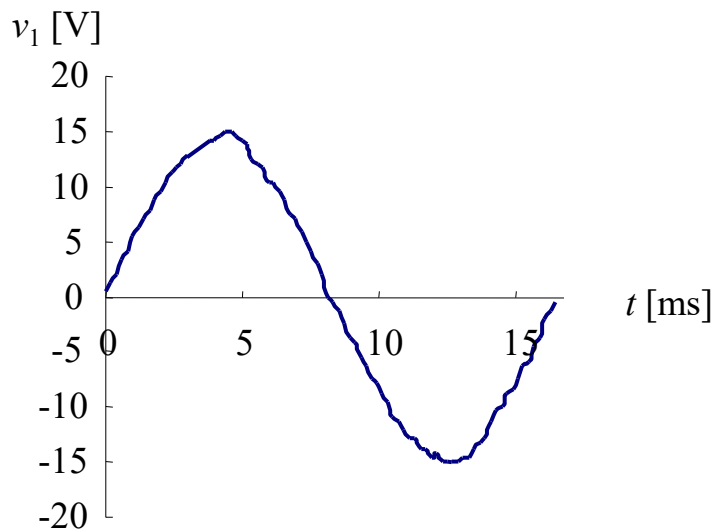
図1.24 全波整流回路の動作モード



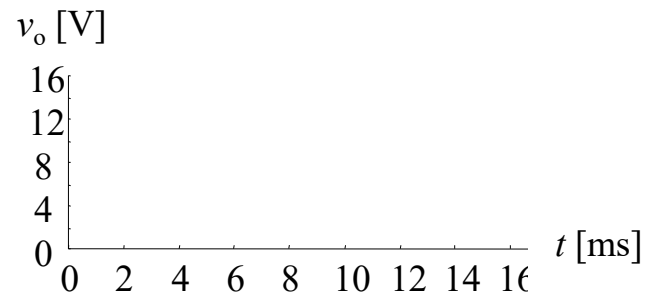
(a) 立体配線図



(b) 配線例

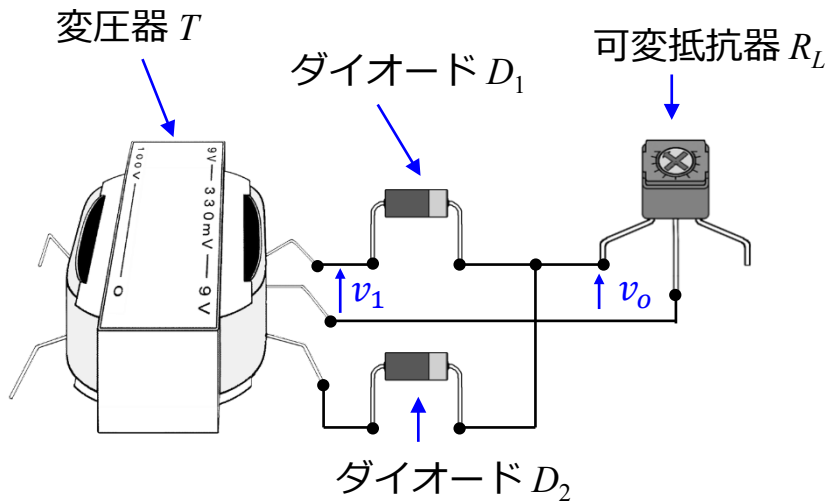


(a) 変圧器の二次側の電圧  $v_1$  の波形

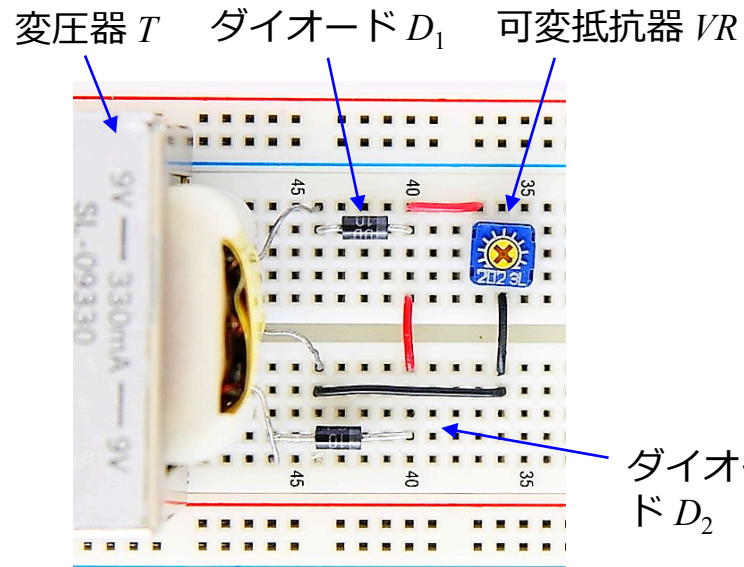


(b) ダイオードにより整流された電圧  $v_0$  の波形

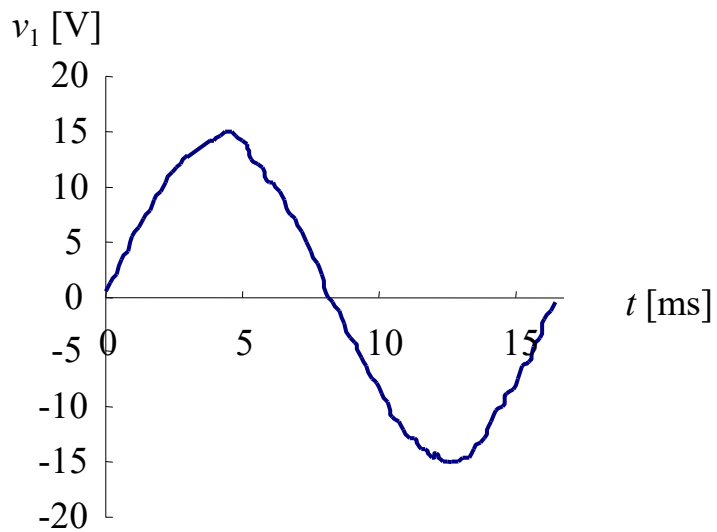
図1.25 全波整流回路の電圧波形



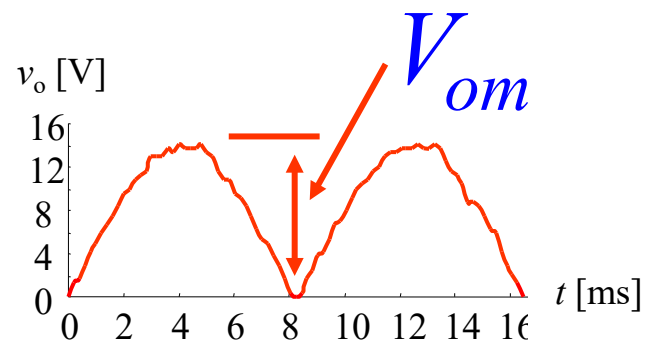
(a) 立体配線図



(b) 配線例



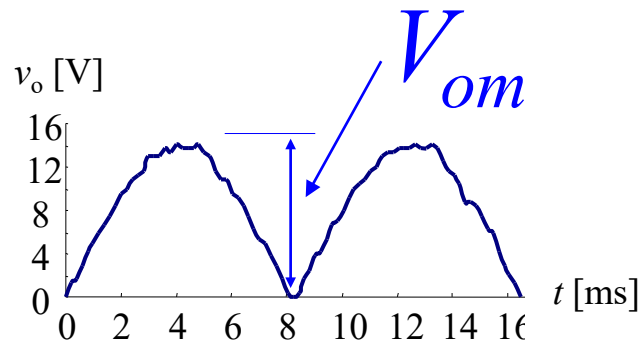
(a) 変圧器の二次側の電圧  $v_1$  の波形



(b) ダイオードにより整流された電圧  $v_0$  の波形

図1.25 全波整流回路の電圧波形

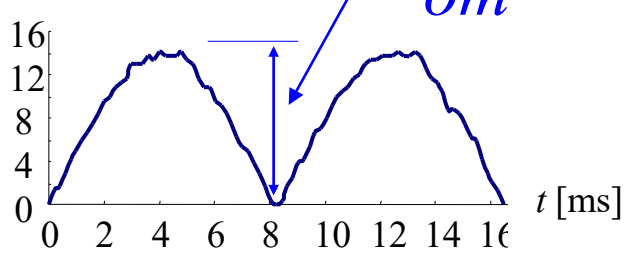




(b) ダイオードにより整流された電圧 $v_o$ の波形

$$\bar{v}_o = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} v_o d\theta$$

(1.2)

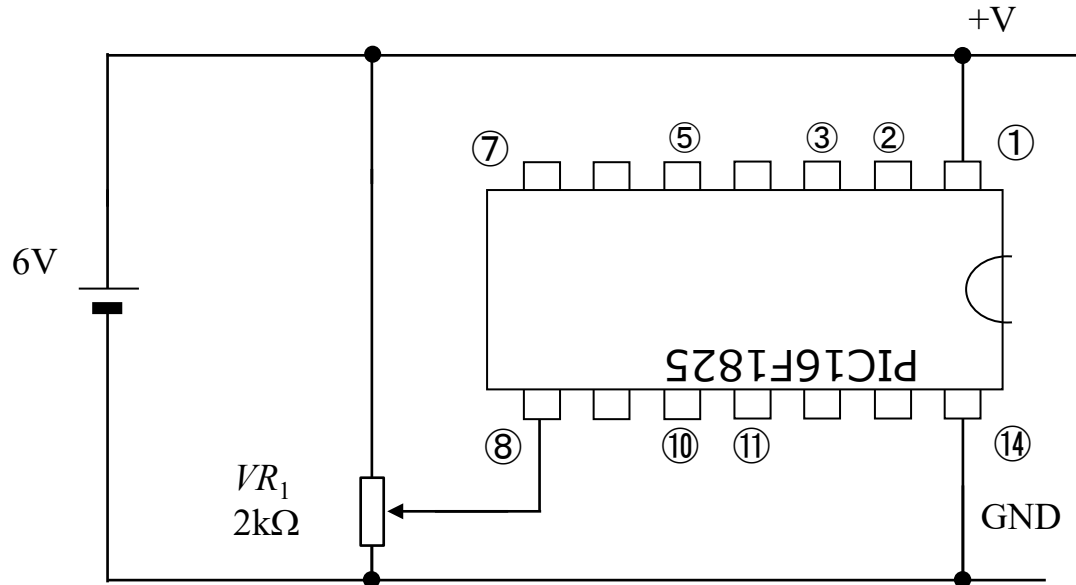


(b) ダイオードにより整流された電圧 $v_o$ の波形

$$\bar{v}_o = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} v_o d\theta$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{1}{2\pi} \left( \int_0^{\pi} V_{om} \sin \theta d\theta + \int_{\pi}^{2\pi} (-V_{om}) \sin \theta d\theta \right) \\
 &= \frac{1}{2\pi} \left( [-V_{om} \cos \theta]_0^{\pi} + [V_{om} \cos \theta]_{\pi}^{2\pi} \right) \\
 &= \frac{2V_{om}}{\pi}
 \end{aligned}$$

# PICマイコン(PIC16F1825)による正弦波生成回路, 2タイプPWM回路



⑩ = GND, ⑪ = GND: 正弦波生成モード

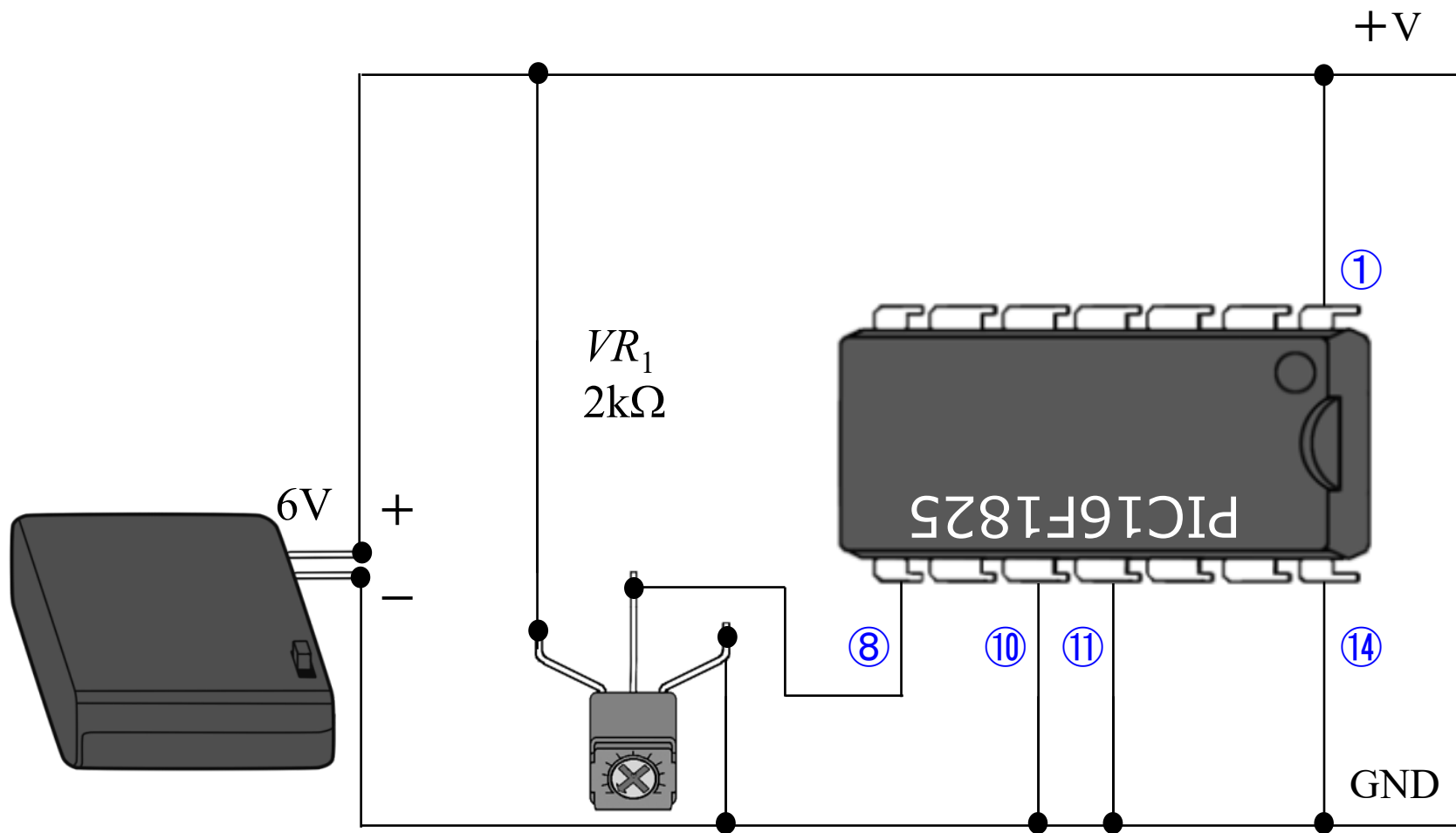
② - ⑤間 = 0.2~0.5Hz正弦波電圧出力, ⑧ = 周波数指令値信号入力

⑩ = GND, ⑪ = +V: PWM制御可視化モード

③ = 0.5HzPWM出力, ⑧ = デューティ比指令値

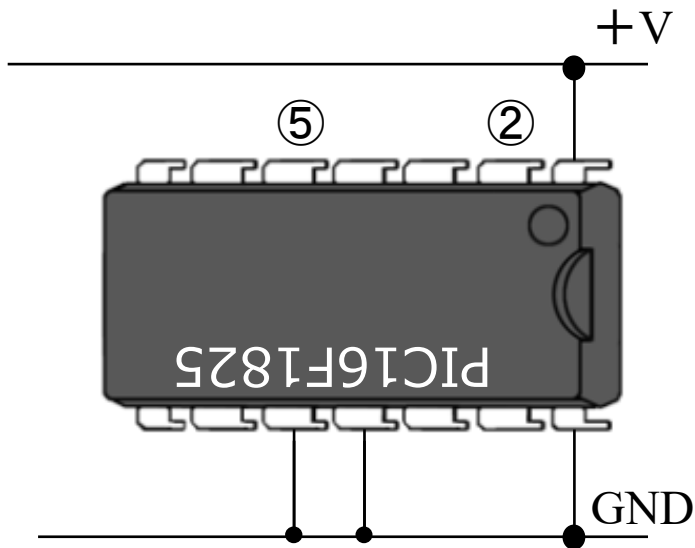
⑩ = +V, ⑪ = +V: D級アンプモード

② - ③間 = 32kHzPWM出力, ⑧ = 音声信号入力 (32kHzサンプリング)

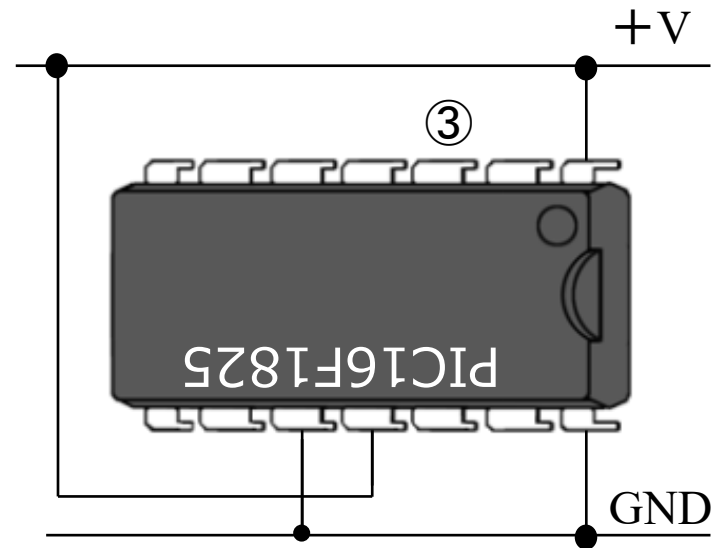


(⑩, ⑪ = GND の例)

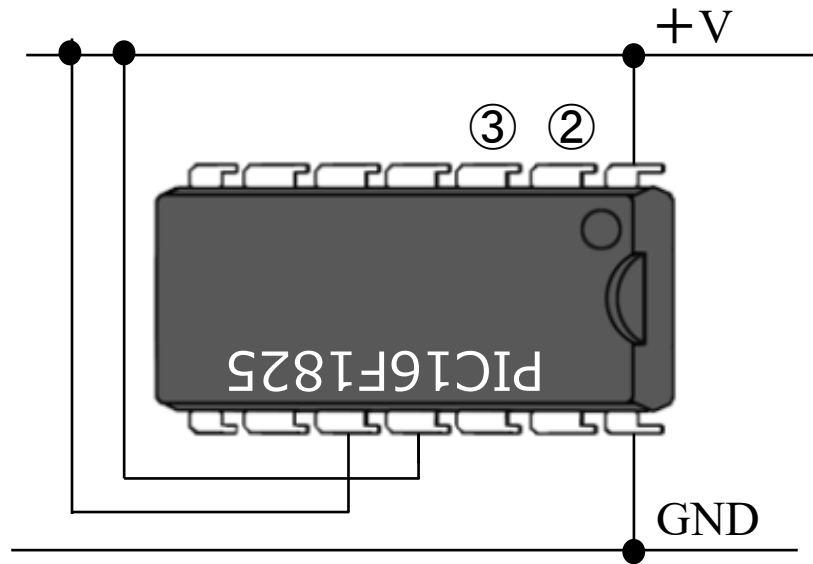
立体配線図



⑩, ⑪ = GND : 正弦波生成モード



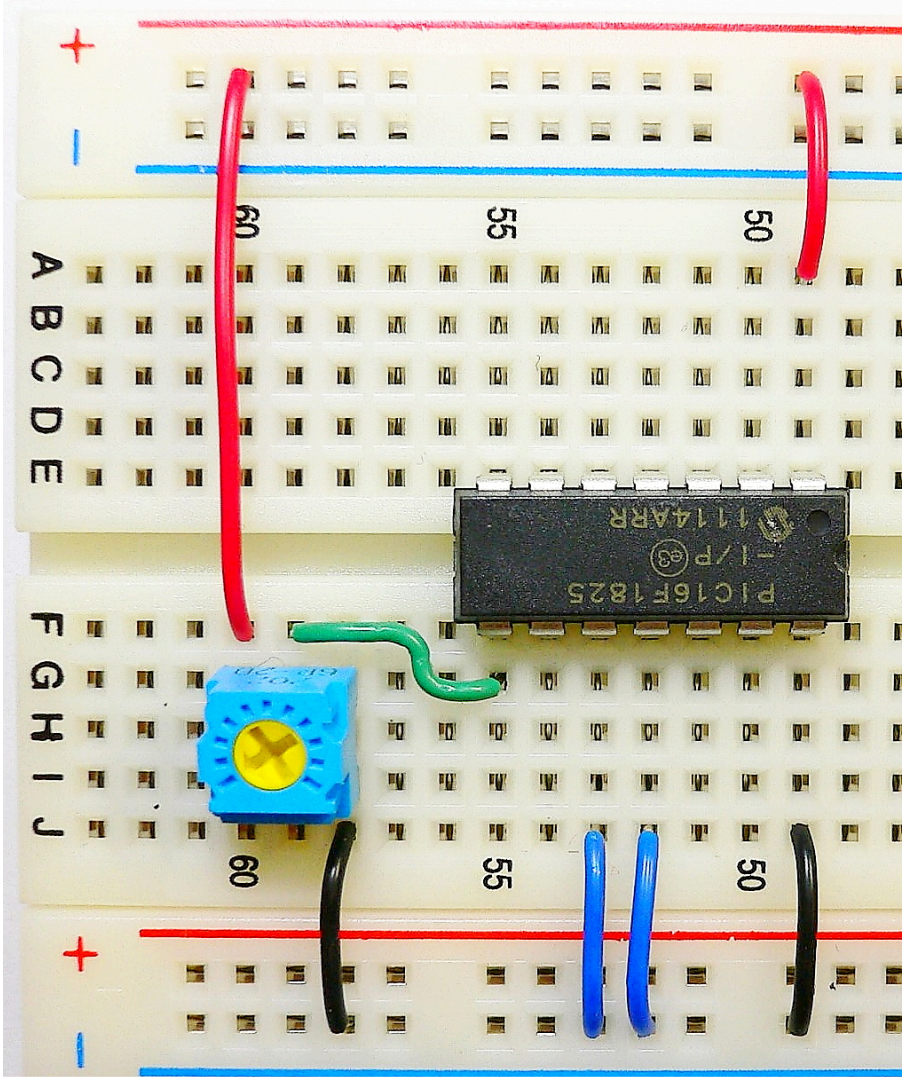
⑩ = GND, ⑪ = +V: PWM制御可視化モード



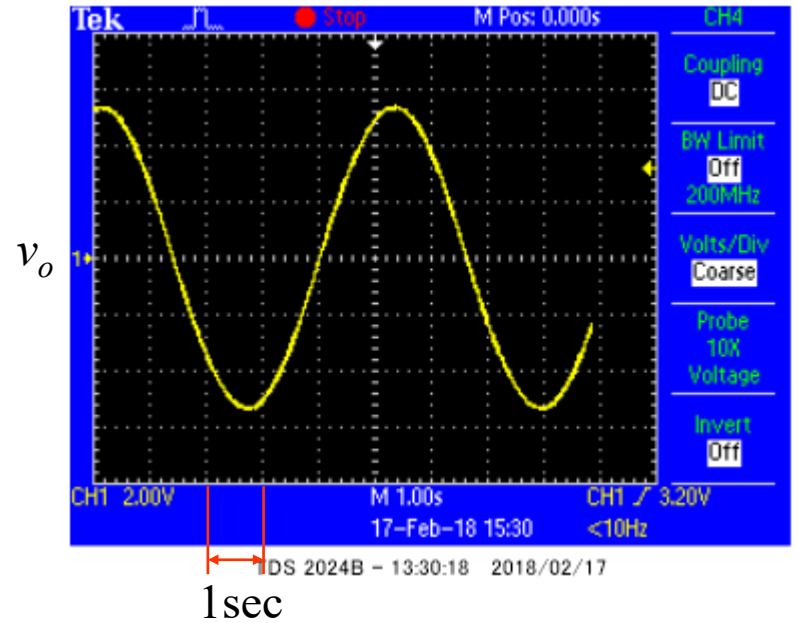
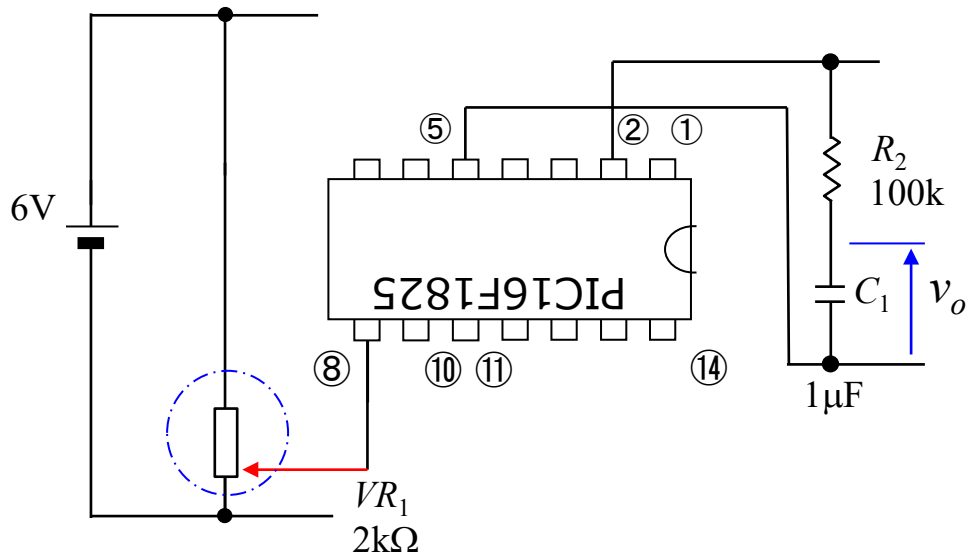
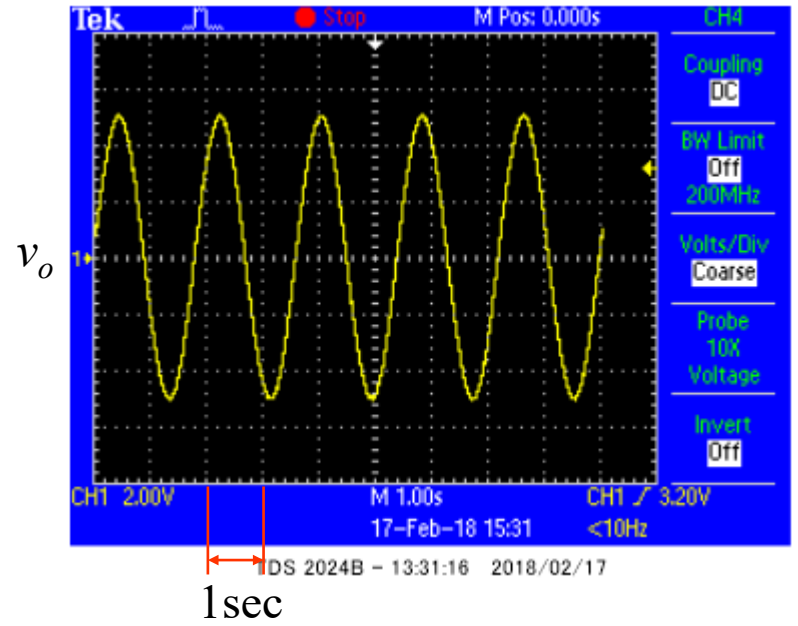
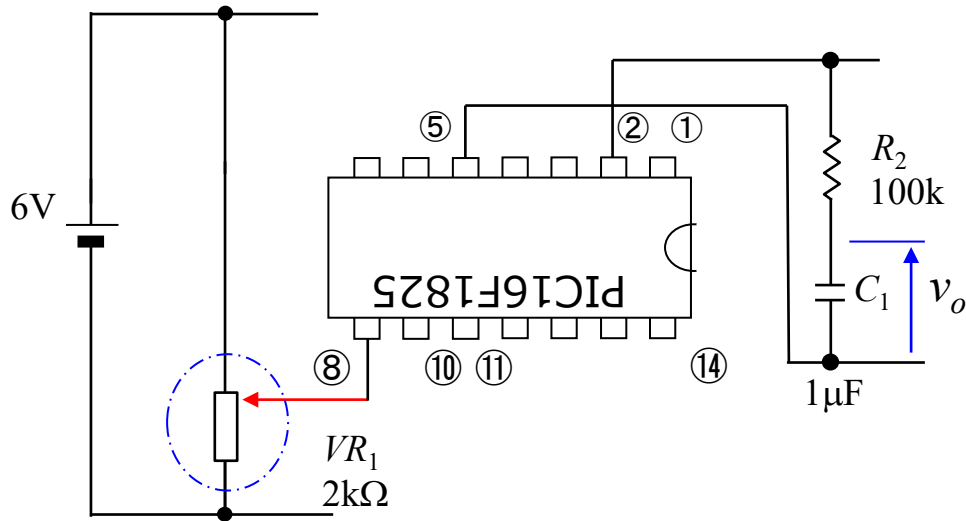
⑩, ⑪ = +V : D級アンプモード

# 実際の配線例

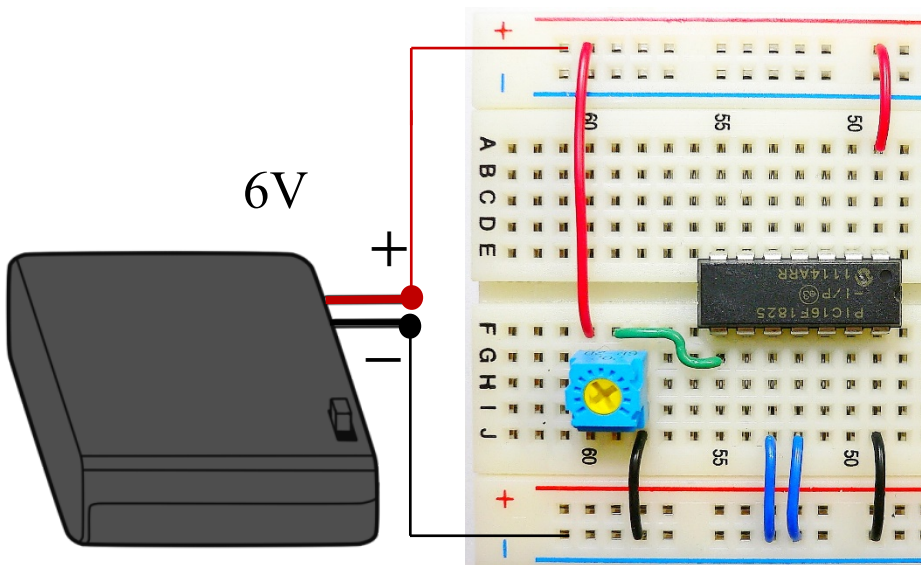
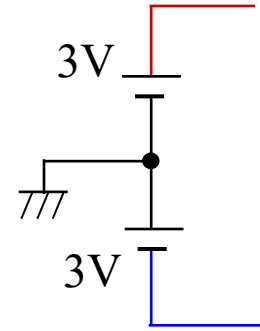
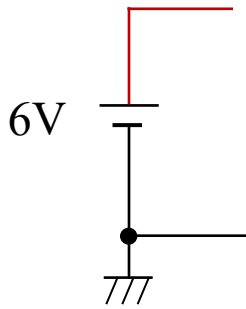
(以降のほとんどの製作課題で利用するのでブレッドボードの左端に作っておくこと)



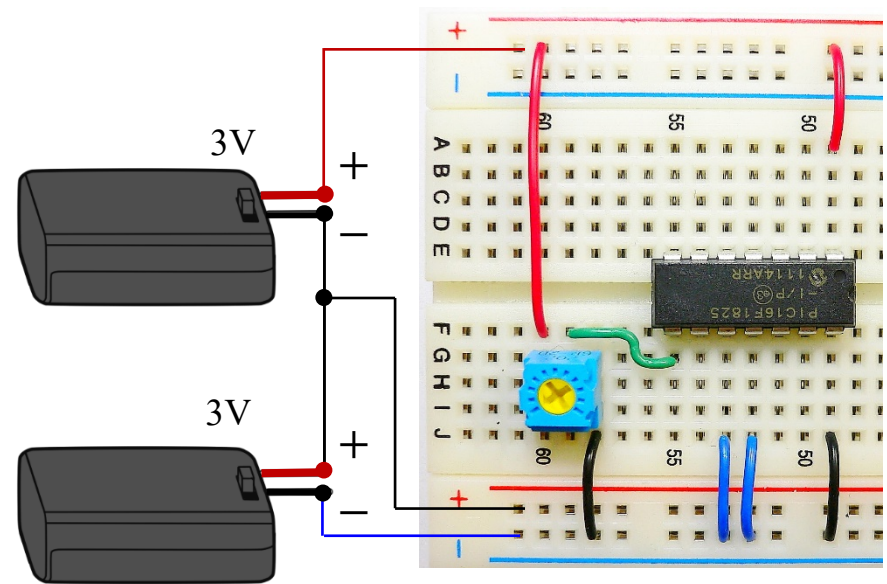
# 正弦波発生の様子



# 電池の接続例



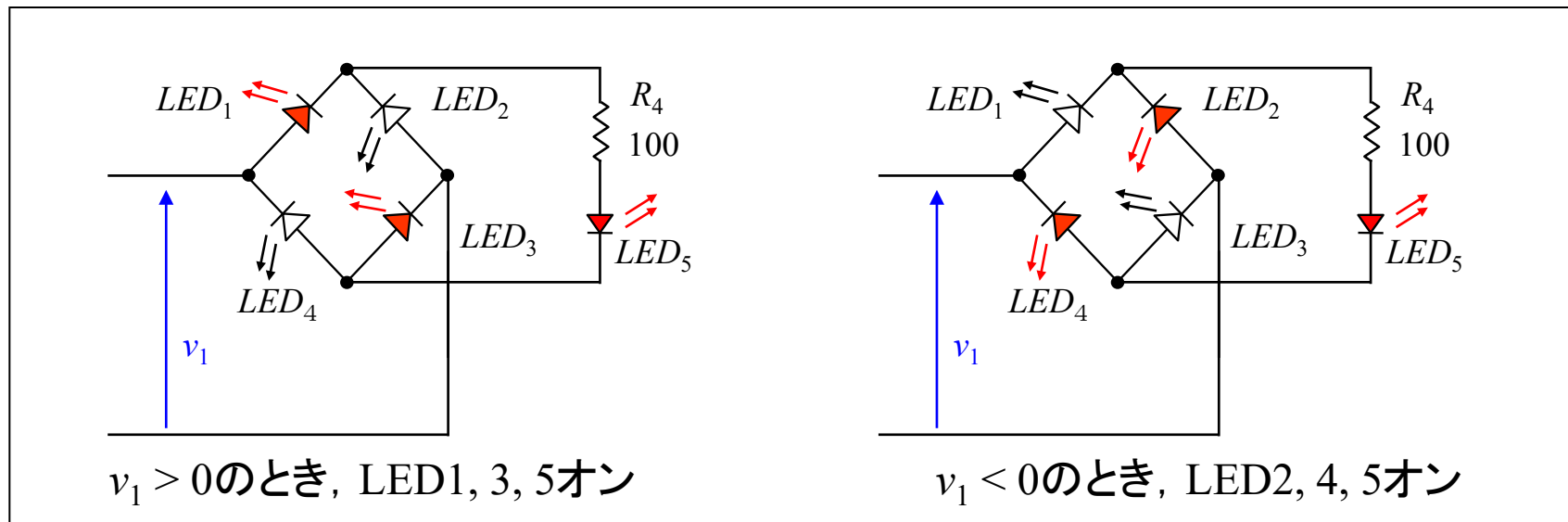
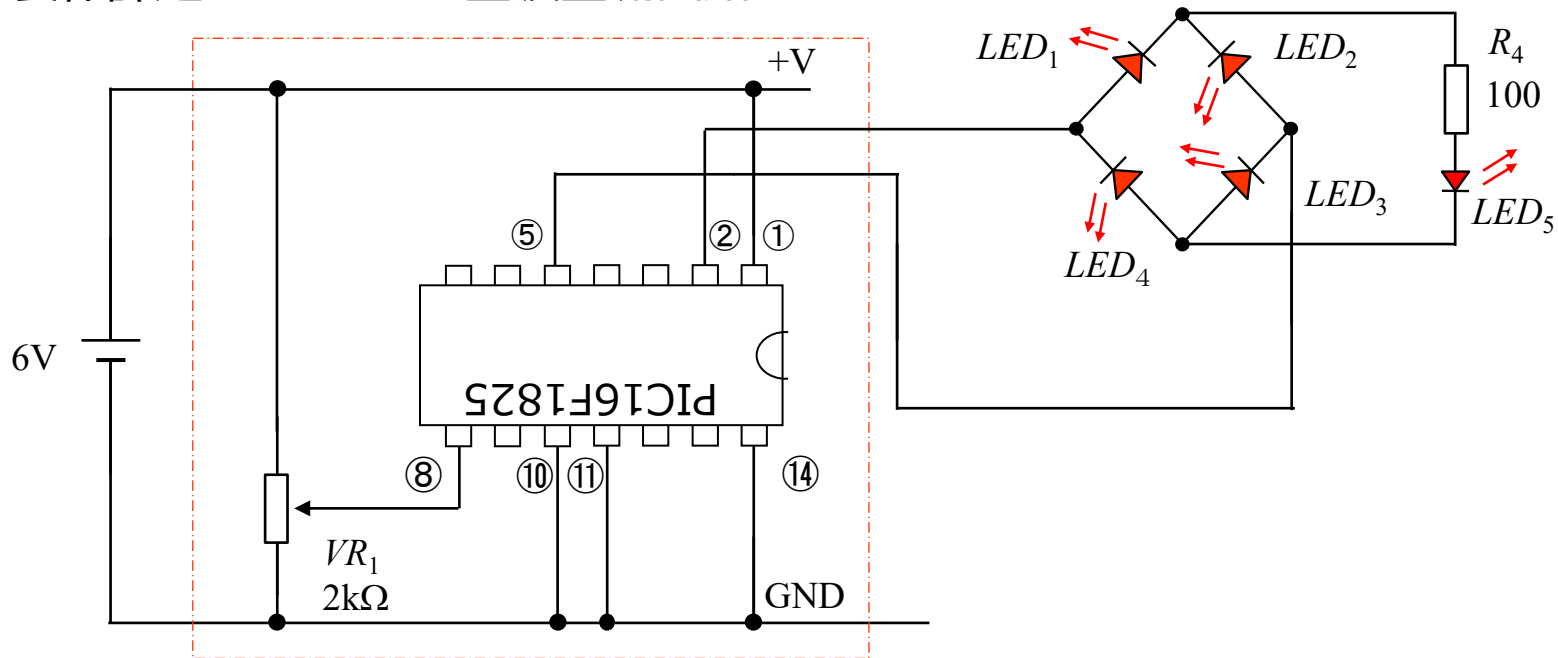
電池ケース(6V) 1個の場合



電池ケース(3V) 2個の場合



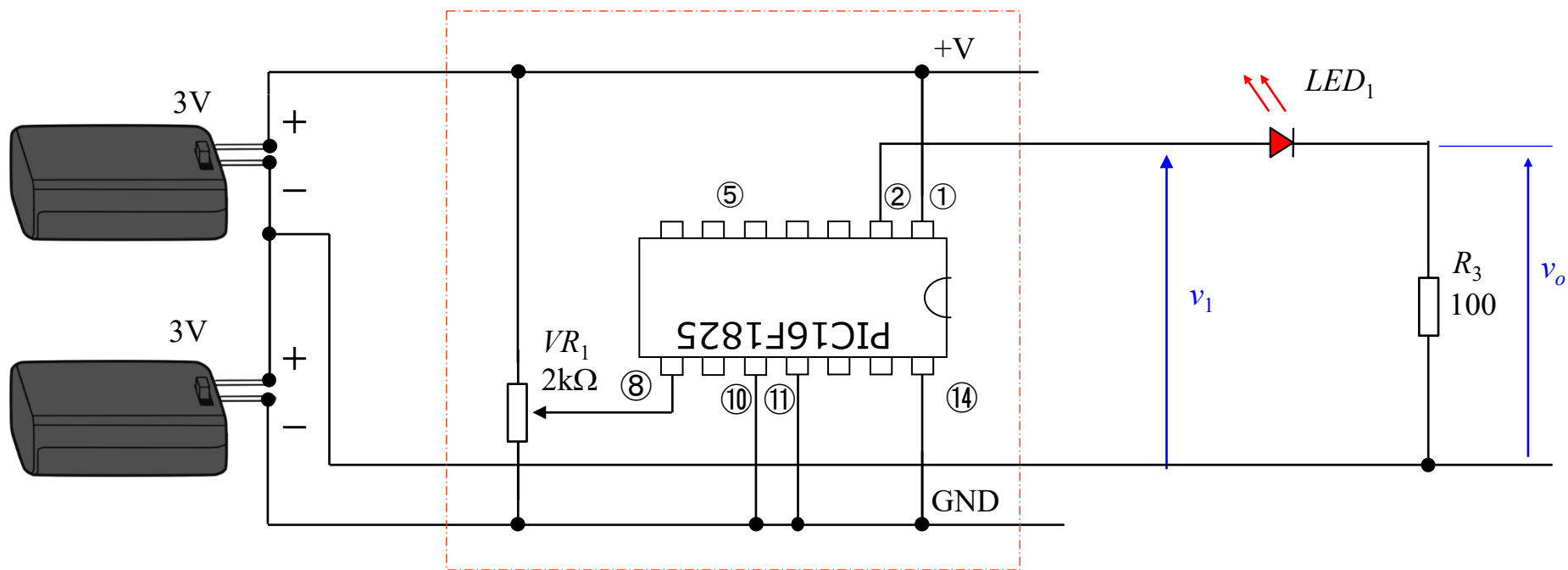
# 製作課題 STEP1 全波整流回路



# ビデオ

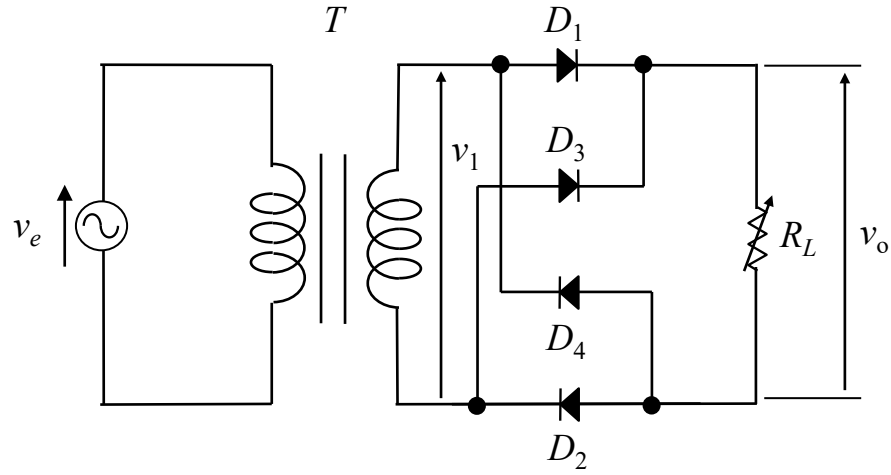
[http://mybook-pub-site.sakura.ne.jp/Power\\_Electronics\\_Note/Exercise1/Exercise1.mp4](http://mybook-pub-site.sakura.ne.jp/Power_Electronics_Note/Exercise1/Exercise1.mp4)

# 参考 半波整流回路



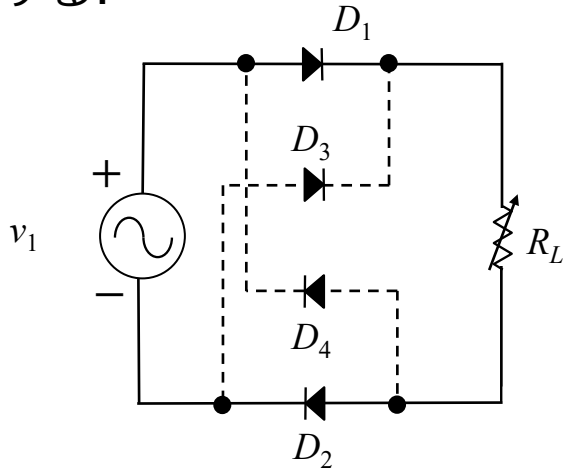
### STEP1 レポート課題(1)

右の整流回路において電圧 $v_1$ の正負のそれぞれの場合についてダイオード $D_1, D_2, D_3, D_4$  および抵抗 $R_L$ の両端電圧の極性と値を図中に記せ。また電流 $i$ の流れる経路を示せ。ただし、電源電圧 $v_1$ の値は $+10$  [V],  $-10$  [V]とし、ダイオードのオン電圧は $0.7$  [V]とする。

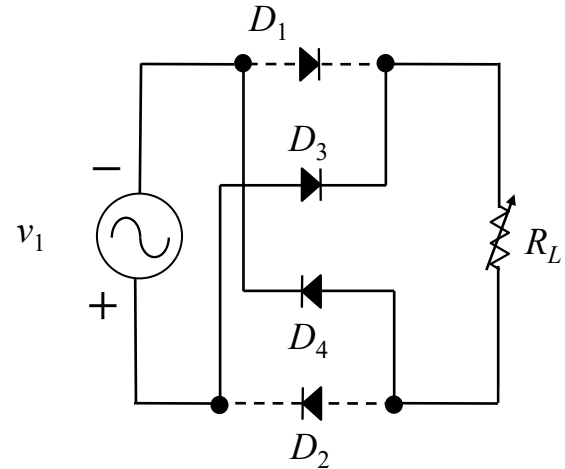


(a) ブリッジ整流回路

図1.26 ダイオードによる整流回路例

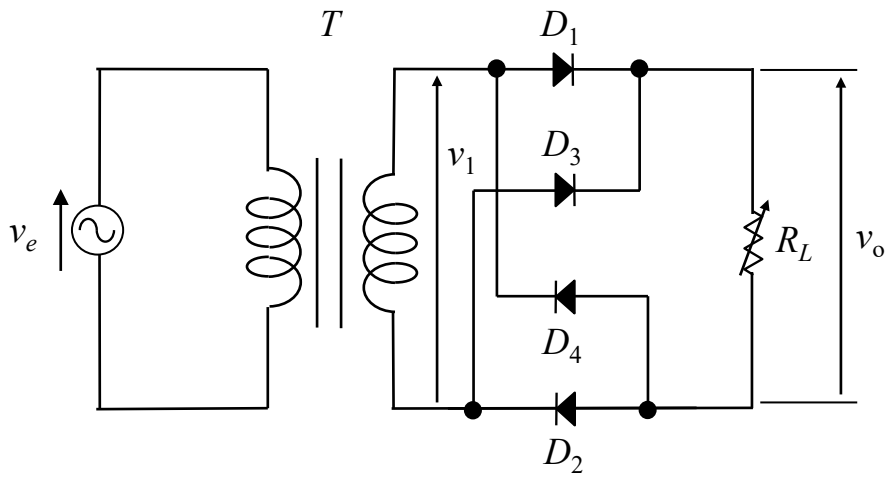


(a)  $v_1$ 正のとき



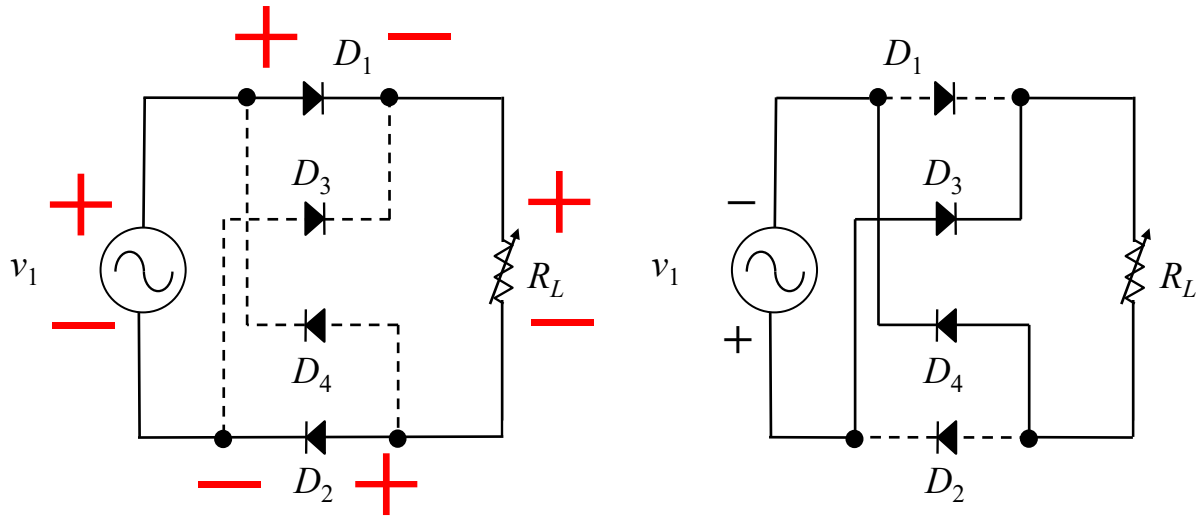
(b)  $v_1$ 負のとき

図1.27 ブリッジ整流回路の動作モード



(a) ブリッジ整流回路

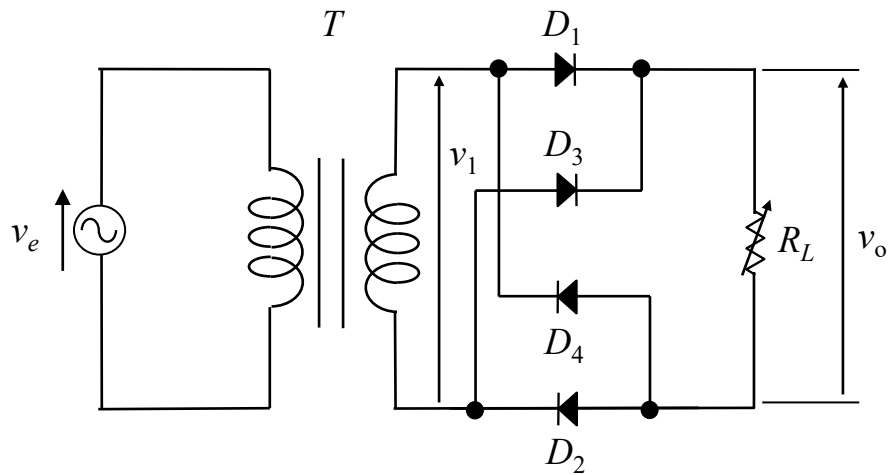
図1.26 ダイオードによる整流回路例



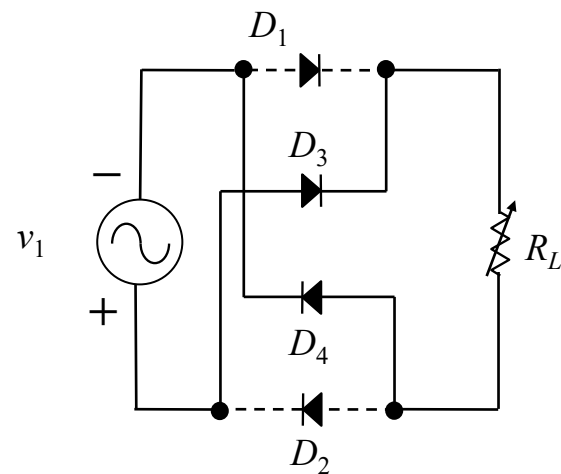
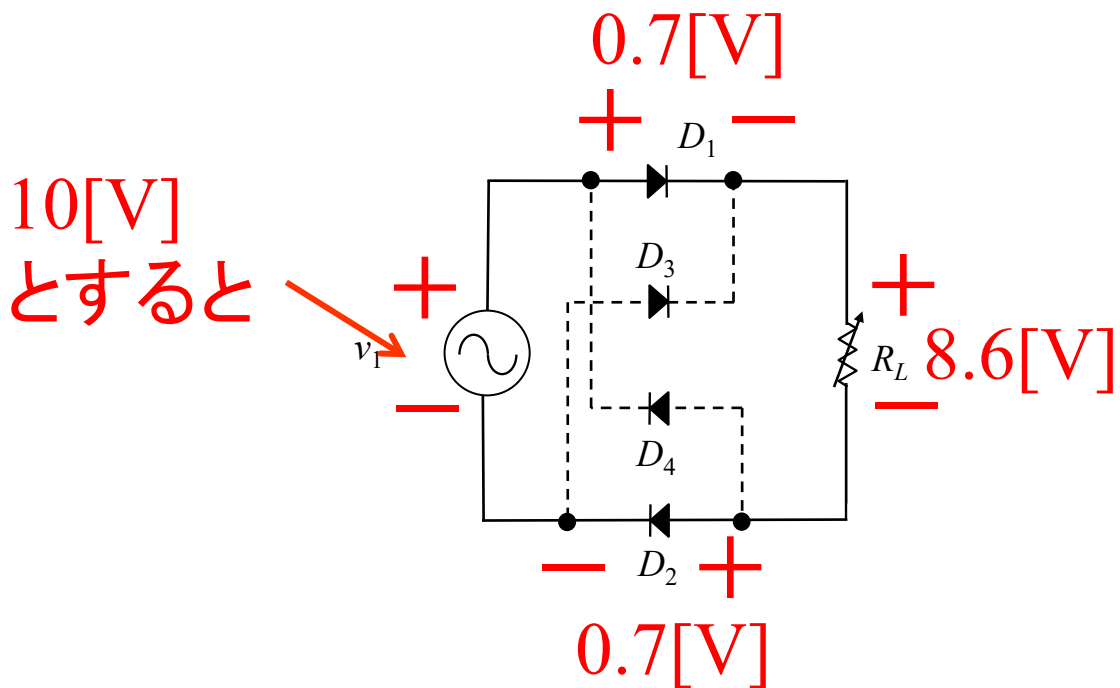
(a)  $v_1$  正のとき

(b)  $v_1$  負のとき

図1.27 ブリッジ整流回路の動作モード

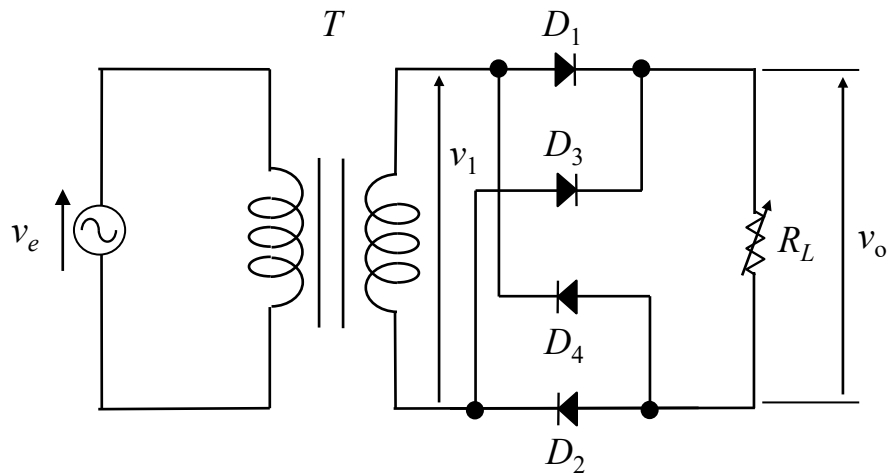


(a) ブリッジ整流回路

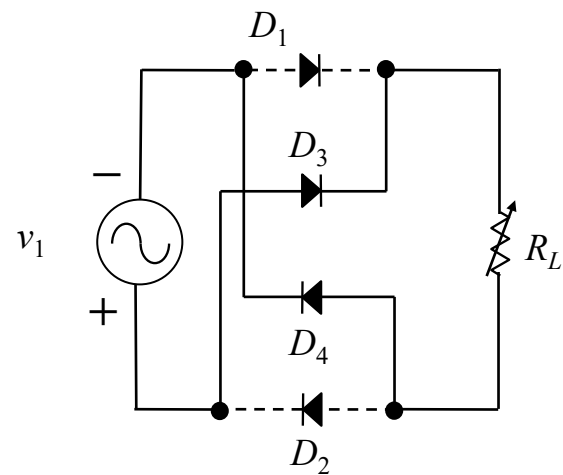
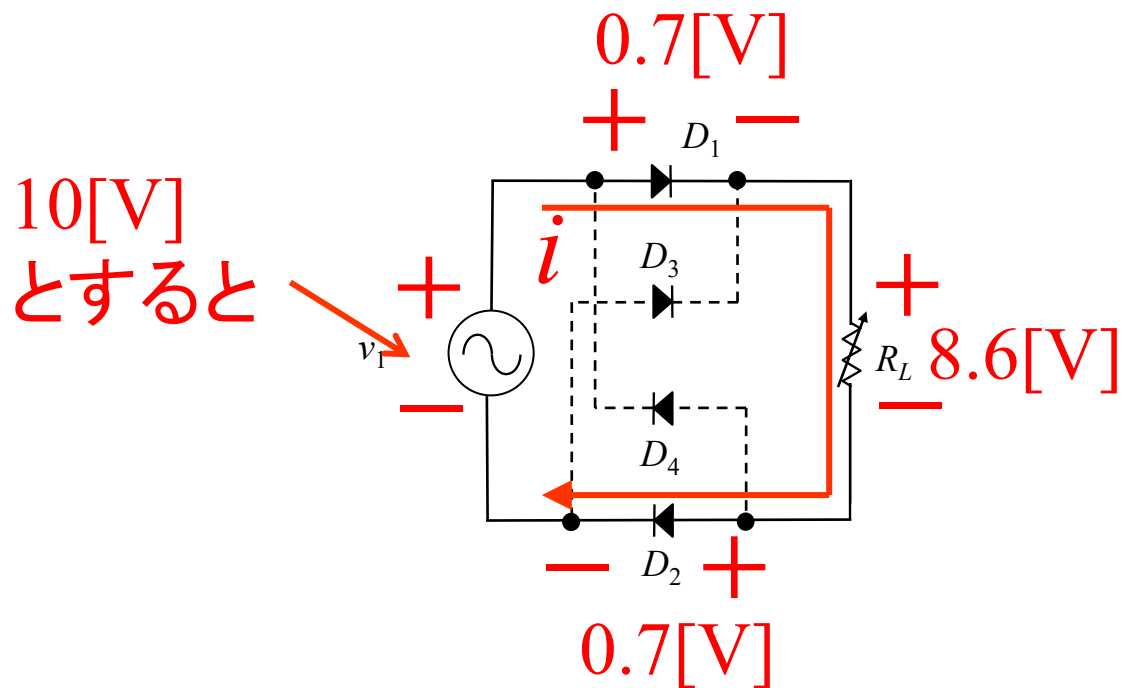


(b)  $v_1$ 負のとき

図1.27 ブリッジ整流回路の動作モード

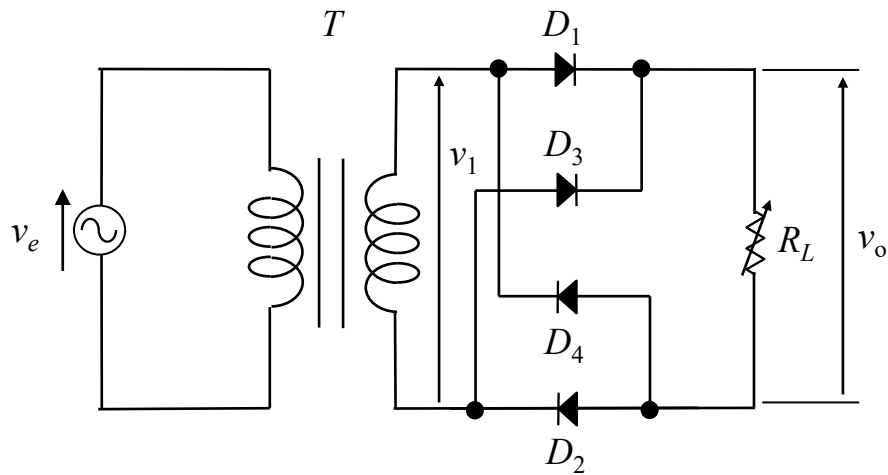


(a) ブリッジ整流回路



(b)  $v_1$ 負のとき

図1.27 ブリッジ整流回路の動作モード

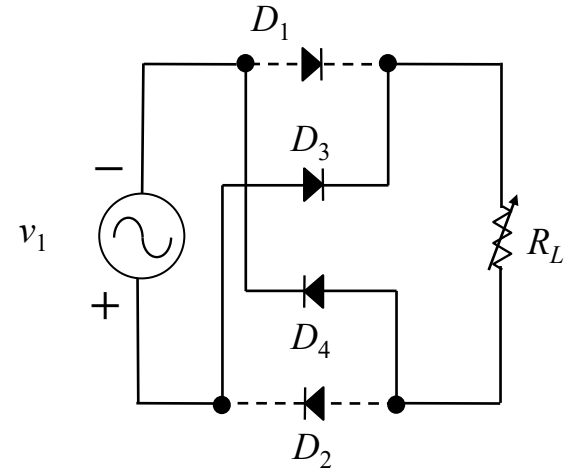
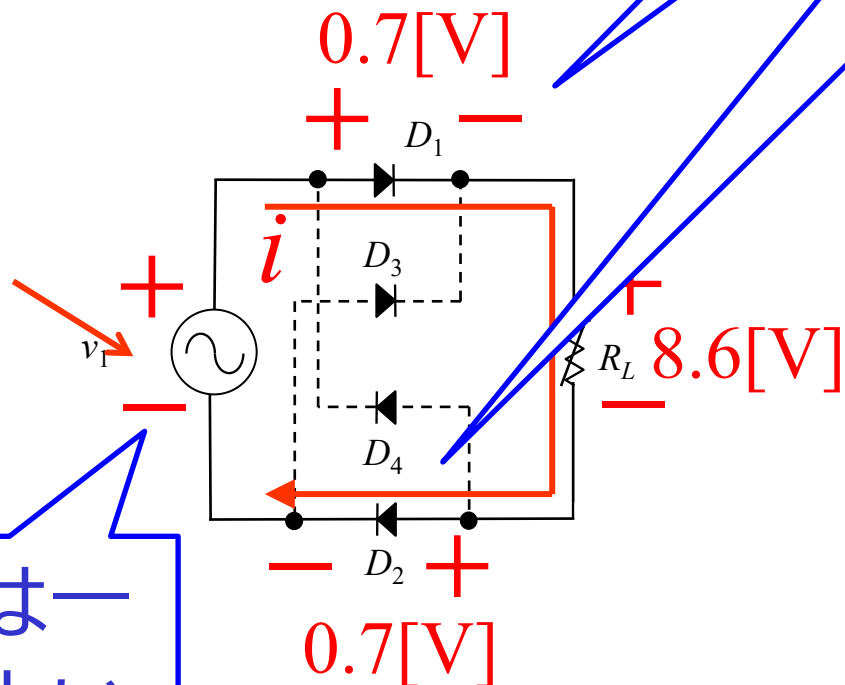


(a) ブリッジ整流回路

損失が大  
さい。

10[V]  
とすると

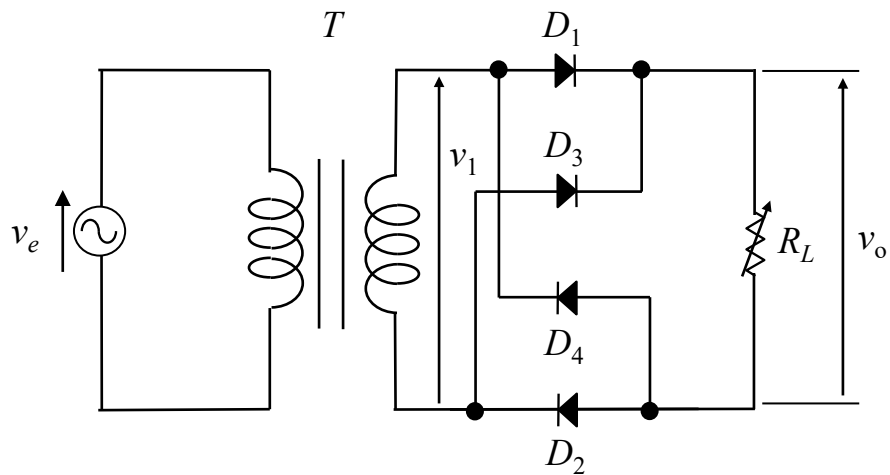
電源は一  
つでよい。



(b)  $v_1$ 負のとき

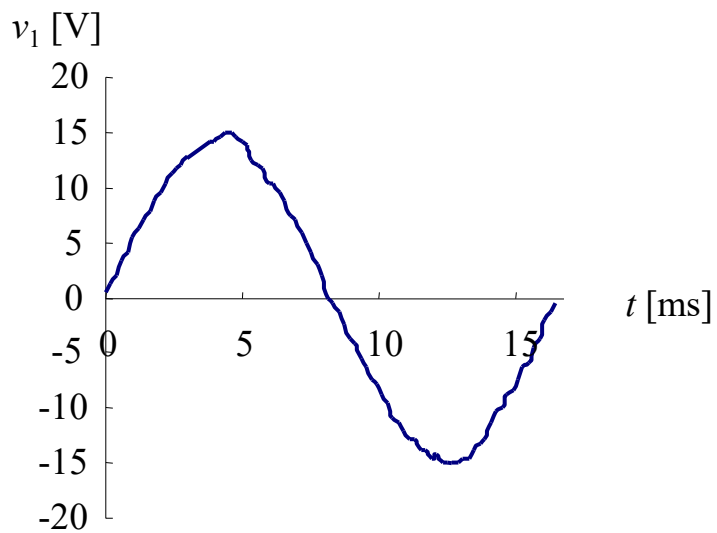
図1.27 ブリッジ整流回路の動作モード



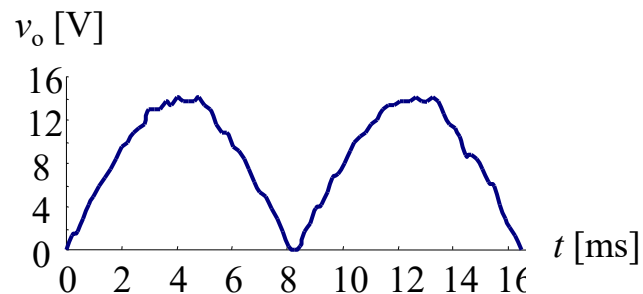


(a) ブリッジ整流回路

図1.26 ダイオードによる整流回路例



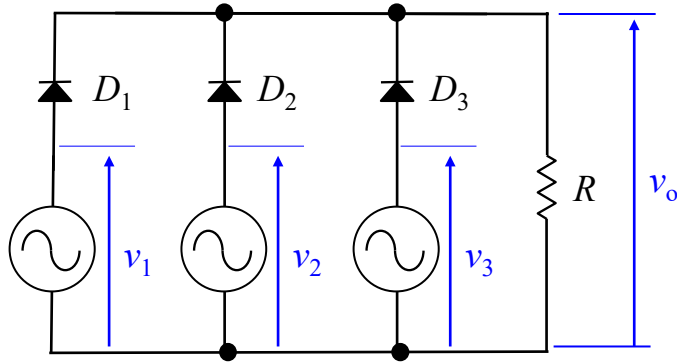
(a) 変圧器の二次側の電圧 $v_1$ の波形



(b) ダイオードにより整流された電圧 $v_o$ の波形

**STEP1 レポート課題(2)** 次の整流回路の入出力電圧波形を描け. そして, 出力電圧 $v_o$ の平均値 $\bar{v}_o$ を求めよ. ただし, ダイオードは理想ダイオードとする. (b)において,  $n \rightarrow \infty$ の場合の $\bar{v}_o$ を求めよ.

ヒント: 正でかつ一番高い電圧の電源が電流を負荷抵抗 $R$ に流すことができる.

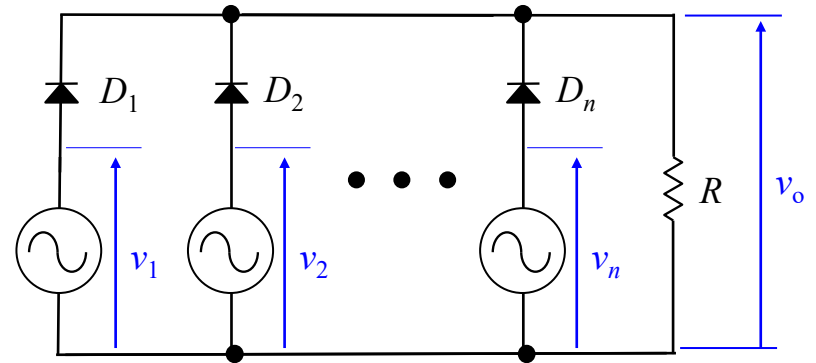


$$v_1 = V \sin \omega t$$

$$v_2 = V \sin \left( \omega t - \frac{2\pi}{3} \right)$$

$$v_3 = V \sin \left( \omega t - \frac{4\pi}{3} \right)$$

(a) 3電源整流回路



$$v_1 = V \sin \omega t$$

$$v_2 = V \sin \left( \omega t - \frac{2\pi}{n} \right)$$

....

$$v_n = V \sin \left( \omega t - \frac{2(n-1)\pi}{n} \right)$$

(b)  $n$ 電源整流回路