# パワーエレトクロニクス

（舟木担当分）

## 第一回
## ダイオード整流回路

平成23年05月30日月曜日　3限目

---

# パワーエレクトロニクス授業構成

- 第一回(05/30)　　ダイオード整流回路
  – AC-DC変換，回路方式，抵抗負荷・誘導負荷・容量負荷
- 第二回(06/06)　　サイリスタ位相制御回路
  – AC-DC変換，回路方式，点弧角制御，転流
- 第三回(06/20)　　サイリスタ位相制御回路
  – DC-AC変換，逆変換動作
- 第四回(06/27)　　自励式変換器
  – 電圧型・電流型
- 第五回(07/04)　　自励式変換器
  – PWM制御，高調波
- 第六回(07/11)　　応用回路
  – 蛍光灯インバータ・モータ駆動回路など

06/13は演習

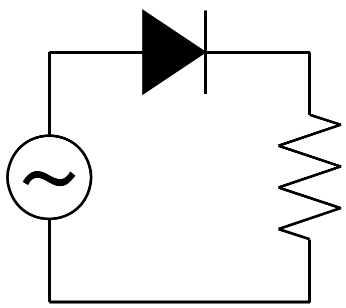
# 交流-直流変換
# ダイオードを用いた整流回路

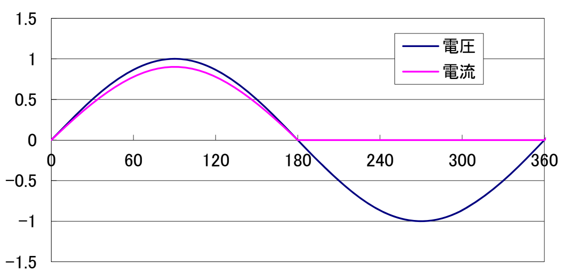
- 相数
  - 単相
  - 多相（三相）
- 交流波形の利用形式
  - 全波整流回路
  - 半波整流回路
- その他
  - 倍電圧整流回路
- 負荷
  - 抵抗
  - 誘導性
  - 容量性

整流回路は，直流電源を持つ電子機器に不可欠



# 単相半波整流回路(抵抗負荷)






ダイオードが順バイアスされた時に導通
導通角180度
　　出力電圧の脈動大(不連続)
ダイオードの耐圧　→　電源電圧×1

# 単相半波整流回路(抵抗負荷)

- 出力直流電圧
  - 電源電圧 $v = \sqrt{2}V \sin \omega t$
  - 直流出力電圧$e_d$の平均値$E_d$

$$E_d = \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} e_d d\omega t = \frac{1}{2\pi}\left[\int_0^{\pi} v d\omega t + \int_{\pi}^{2\pi} 0 d\omega t\right]$$

$$= \frac{1}{2\pi}\int_0^{\pi} \sqrt{2}V \sin \omega t d\omega t$$

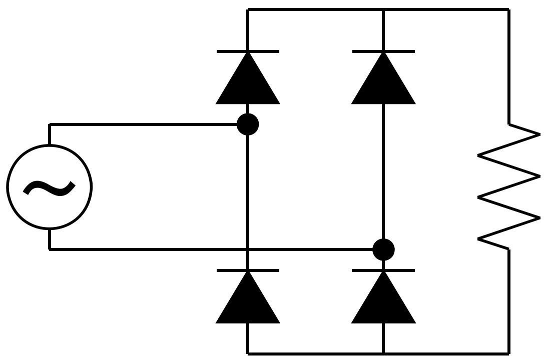
$$= \frac{V}{\sqrt{2}\pi}\left[-\cos \omega t\right]_0^{\pi} = \frac{V}{\sqrt{2}\pi}\left[1+1\right] \qquad \therefore E_d = \frac{\sqrt{2}V}{\pi}$$

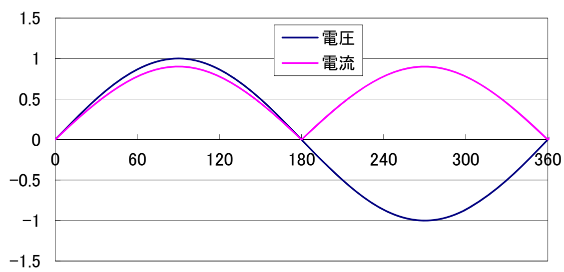
  - 直流電流の平均値$I_d$ $\qquad \therefore I_d = \frac{E_d}{R}$



# 単相全波整流回路(抵抗負荷)

Hブリッジ






ダイオードが順バイアスされた時に導通
導通角180度×2=360度
ダイオードの耐圧 → 電源電圧/2(直列接続してるから)

# 単相全波整流回路(抵抗負荷)

- 出力直流電圧
  - 電源電圧　　$v = \sqrt{2}V \sin \omega t$
  - 直流出力電圧$e_d$の平均値$E_d$

$$E_d = \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} e_d d\omega t = \frac{1}{2\pi}\left[\int_0^{\pi} v d\omega t + \int_{\pi}^{2\pi} -v d\omega t\right]$$

$$= \frac{2}{2\pi}\int_0^{\pi} \sqrt{2}V \sin \omega t d\omega t$$

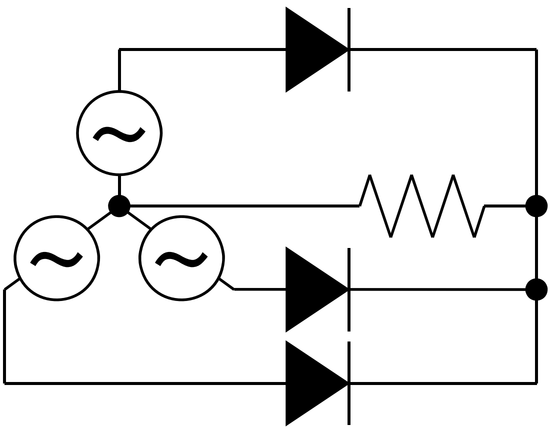
$$= \frac{\sqrt{2}V}{\pi}\left[-\cos \omega t\right]_0^{\pi} = \frac{\sqrt{2}V}{\pi}\left[1+1\right]$$

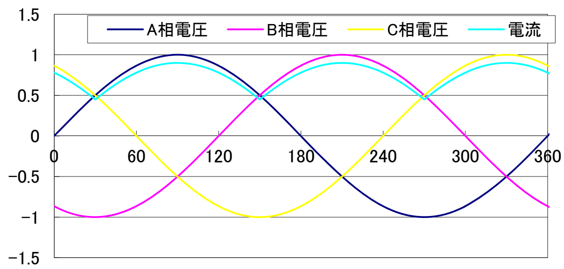
$$\therefore E_d = \frac{2\sqrt{2}V}{\pi}$$

半波整流回路の
2倍電圧
電流も同様



# 三相半波整流回路(抵抗負荷)






アノード電位が最も高い相が導通
導通角120度×3=360度
単相全波整流回路より脈動小
ダイオードの耐圧　→　電源電圧×1

# 三相半波整流回路(抵抗負荷)

- 電源電圧
- 直流平均電圧

$$\begin{cases} v_{sa} = \sqrt{2}V \sin \omega t \\ v_{sb} = \sqrt{2}V \sin\left(\omega t - \frac{2}{3}\pi\right) \\ v_{sc} = \sqrt{2}V \sin\left(\omega t + \frac{2}{3}\pi\right) \end{cases}$$

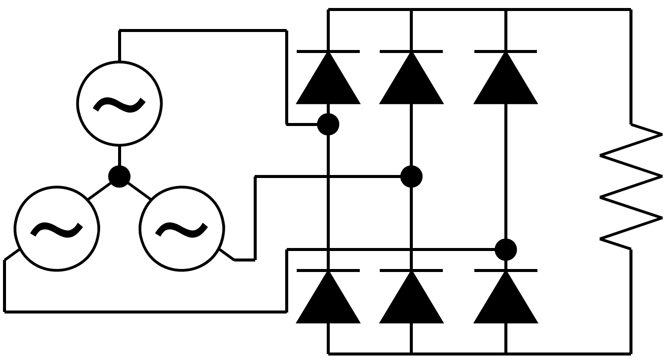
$$\begin{aligned} E_d &= \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} e_d d\omega t \\ &= \frac{1}{2\pi}\left[\int_0^{\frac{\pi}{6}} v_{sc} d\omega t + \int_{\frac{\pi}{6}}^{\frac{5}{6}\pi} v_{sa} d\omega t + \int_{\frac{5\pi}{6}}^{\frac{3}{2}\pi} v_{sb} d\omega t + \int_{\frac{3}{2}\pi}^{2\pi} v_{sc} d\omega t\right] \\ &= \frac{3}{2\pi}\int_{\frac{\pi}{6}}^{\frac{5}{6}\pi} \sqrt{2}V \sin \omega t d\omega t = \frac{3V}{\sqrt{2}\pi}\left[-\cos \omega t\right]_{\frac{\pi}{6}}^{\frac{5}{6}\pi} = \frac{3V}{\sqrt{2}\pi}\left[\frac{\sqrt{3}}{2} + \frac{\sqrt{3}}{2}\right] \\ &= 3\sqrt{\frac{3}{2}}\frac{V}{\pi} \end{aligned}$$

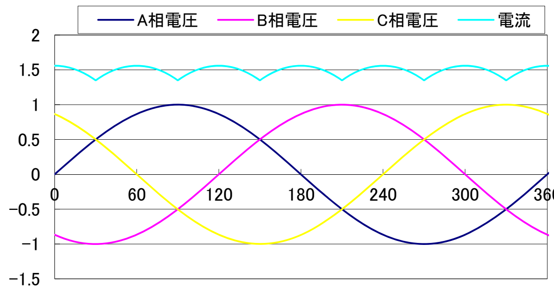
$$\therefore E_d = 3\sqrt{\frac{3}{2}}\frac{V}{\pi}$$

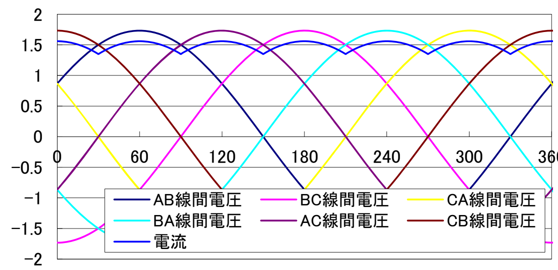


# 三相全波整流回路(抵抗負荷)

グレエツ結線






線間電圧の最も高い相間が導通
導通角60度×6=360度
三相半波整流回路よりさらに脈動小
ダイオードの耐圧 → 電源電圧/2

# 三相全波整流回路(抵抗負荷)1

- 三相交流電圧

相電圧

$$\begin{cases} v_a = \sqrt{2}V\sin\omega t \\ v_b = \sqrt{2}V\sin\left(\omega t - \frac{2}{3}\pi\right) \\ v_c = \sqrt{2}V\sin\left(\omega t + \frac{2}{3}\pi\right) \end{cases}$$

線間電圧

$$\begin{cases} v_{cb} = v_c - v_b = \sqrt{6}V\cos\omega t \\ v_{ac} = v_a - v_c = \sqrt{6}V\cos\left(\omega t - \frac{2}{3}\pi\right) \\ v_{ba} = v_b - v_a = \sqrt{6}V\cos\left(\omega t + \frac{2}{3}\pi\right) \end{cases}$$

- 直流平均電圧

$$E_d = \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} e_d\, d\omega t$$

つづく



# 三相全波整流回路

- 直流平均電圧

$$E_d = \frac{1}{2\pi}\left[\int_0^{\frac{\pi}{6}} v_c - v_b d\omega t + \int_{\frac{\pi}{6}}^{\frac{\pi}{2}} v_a - v_b d\omega t + \int_{\frac{\pi}{2}}^{\frac{5\pi}{6}} v_a - v_c d\omega t\right.$$

$$\left. + \int_{\frac{5\pi}{6}}^{\frac{7\pi}{6}} v_b - v_c d\omega t + \int_{\frac{7\pi}{6}}^{\frac{3\pi}{2}} v_b - v_a d\omega t + \int_{\frac{3\pi}{2}}^{\frac{11\pi}{6}} v_c - v_a d\omega t + \int_{\frac{11\pi}{6}}^{2\pi} v_c - v_b d\omega t\right]$$

$$= \frac{6}{2\pi}\int_{\frac{\pi}{6}}^{\frac{\pi}{2}}\left[\sqrt{2}V\sin\omega t - \sqrt{2}V\sin\left(\omega t - \frac{2}{3}\pi\right)\right]d\omega t$$

$$= \frac{3\sqrt{2}V}{\pi}\left[-\cos\omega t + \cos\left(\omega t - \frac{2}{3}\pi\right)\right]_{\frac{\pi}{6}}^{\frac{\pi}{2}} = \frac{3\sqrt{2}V}{\pi}\left[-0 + \frac{\sqrt{3}}{2} + \frac{\sqrt{3}}{2} - 0\right] = \frac{3\sqrt{6}V}{\pi}$$

$$\therefore E_d = \frac{3\sqrt{6}V}{\pi}$$

三相半波整流回路の2倍の直流電圧