

パワーエレクトロニクス

(舟木担当分)

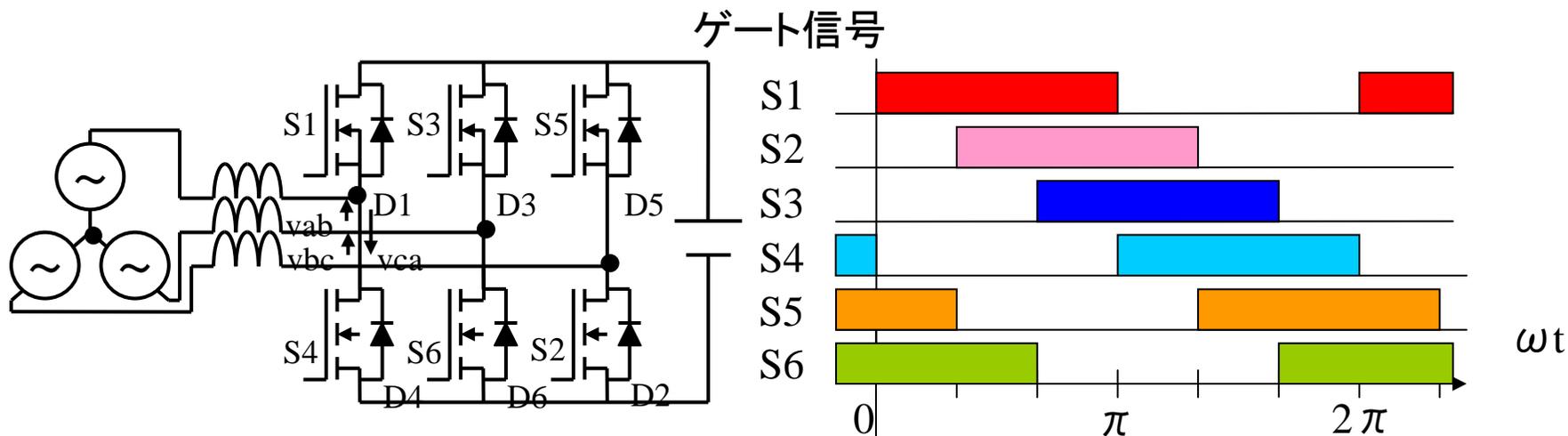
第五回

電圧型自励式変換器

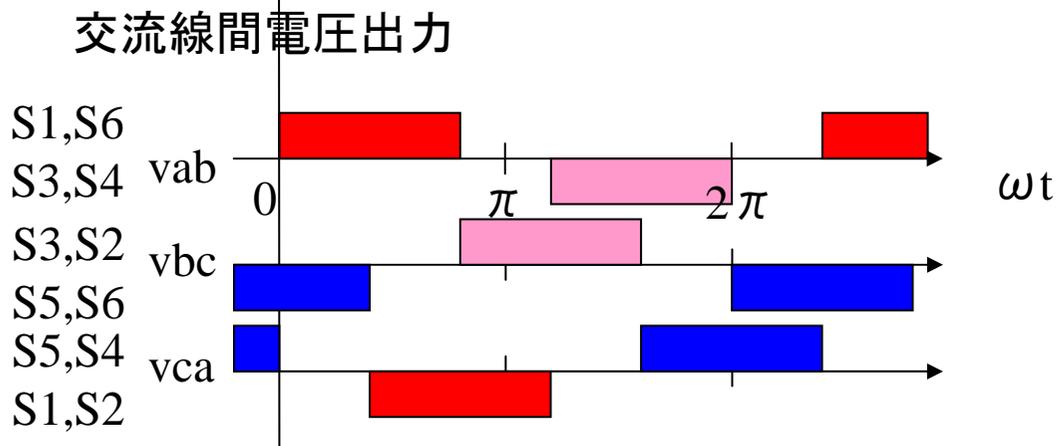
パルス幅制御

平成22年07月05日月曜日 3限目

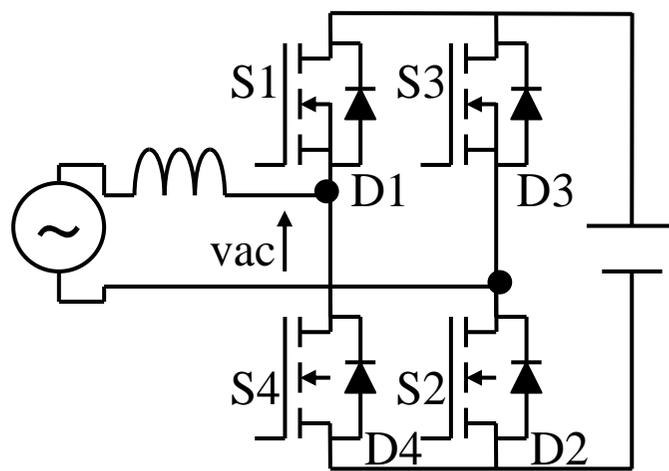
三相電圧型変換器の動作



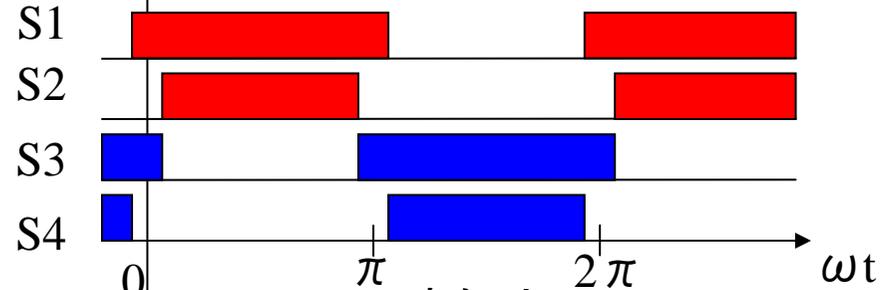
180度導通パルス
 S1,S3,S5は120度ずれる
 S4,S6,S2が夫々対応



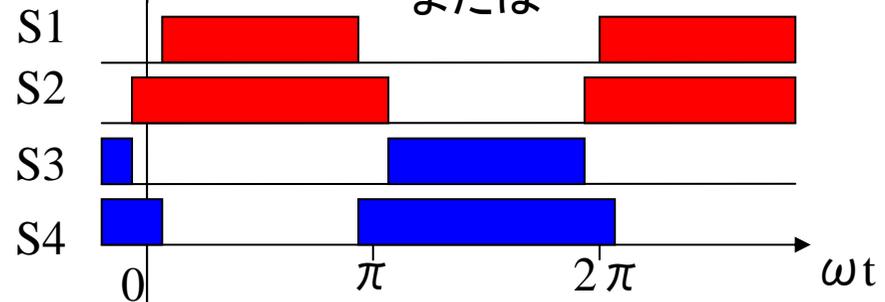
単相電圧型変換器のPWM制御



ゲート信号



または



180度より導通角狭い

交流電圧



交流電流

電圧型自励式変換器

- 1パルスPWMによる出力電圧制御
 - 出力交流電圧(基本波成分)の大きさ

$$\begin{aligned} a_1 &= \frac{1}{\pi} \left\{ \int_{\frac{\pi}{2}-\frac{\lambda}{2}}^{\frac{\pi}{2}+\frac{\lambda}{2}} V_{dc} \cos x dx + \int_{\frac{3}{2}\pi-\frac{\lambda}{2}}^{\frac{3}{2}\pi+\frac{\lambda}{2}} -V_{dc} \cos x dx \right\} \\ &= \frac{2V_{dc}}{\pi} \int_{\frac{\pi}{2}-\frac{\lambda}{2}}^{\frac{\pi}{2}+\frac{\lambda}{2}} \cos x dx \\ &= \frac{2V_{dc}}{\pi} \left[\sin x \right]_{\frac{\pi}{2}-\frac{\lambda}{2}}^{\frac{\pi}{2}+\frac{\lambda}{2}} \\ &= \frac{2V_{dc}}{\pi} \left[\sin\left(\frac{\pi}{2} + \frac{\lambda}{2}\right) - \sin\left(\frac{\pi}{2} - \frac{\lambda}{2}\right) \right] \\ &= \frac{2V_{dc}}{\pi} \left[\sin \frac{\pi}{2} \cos \frac{\lambda}{2} + \cos \frac{\pi}{2} \sin \frac{\lambda}{2} - \sin \frac{\pi}{2} \cos \frac{\lambda}{2} + \cos \frac{\pi}{2} \sin \frac{\lambda}{2} \right] \\ &= \frac{2V_{dc}}{\pi} \left[\cos \frac{\pi}{2} \sin \frac{\lambda}{2} + \cos \frac{\pi}{2} \sin \frac{\lambda}{2} \right] = 0 \end{aligned}$$

電圧型自励式変換器

- 1パルスPWMによる出力電圧制御
 - 出力交流電圧(基本波成分)の大きさ

$$\begin{aligned} b_1 &= \frac{1}{\pi} \left\{ \int_{\frac{\pi}{2}-\frac{\lambda}{2}}^{\frac{\pi}{2}+\frac{\lambda}{2}} V_{dc} \sin x dx + \int_{\frac{3}{2}\pi-\frac{\lambda}{2}}^{\frac{3}{2}\pi+\frac{\lambda}{2}} -V_{dc} \sin x dx \right\} \\ &= \frac{2V_{dc}}{\pi} \int_{\frac{\pi}{2}-\frac{\lambda}{2}}^{\frac{\pi}{2}+\frac{\lambda}{2}} \sin x dx \\ &= -\frac{2V_{dc}}{\pi} \left[\cos x \right]_{\frac{\pi}{2}-\frac{\lambda}{2}}^{\frac{\pi}{2}+\frac{\lambda}{2}} \\ &= -\frac{2V_{dc}}{\pi} \left[\cos\left(\frac{\pi}{2} + \frac{\lambda}{2}\right) - \cos\left(\frac{\pi}{2} - \frac{\lambda}{2}\right) \right] \\ &= -\frac{2V_{dc}}{\pi} \left[\cos \frac{\pi}{2} \cos \frac{\lambda}{2} - \sin \frac{\pi}{2} \sin \frac{\lambda}{2} - \cos \frac{\pi}{2} \cos \frac{\lambda}{2} - \sin \frac{\pi}{2} \sin \frac{\lambda}{2} \right] \\ &= \frac{2V_{dc}}{\pi} \left[\sin \frac{\pi}{2} \sin \frac{\lambda}{2} + \sin \frac{\pi}{2} \sin \frac{\lambda}{2} \right] = \frac{4V_{dc}}{\pi} \sin \frac{\lambda}{2} \end{aligned}$$

電圧型自励式変換器

- 1パルスPWMによる出力電圧制御
 - 出力交流電圧の大きさ
 - 基本波成分

$$v_1 = \frac{4V_{dc}}{\pi} \sin \frac{\lambda}{2} \sin \omega t$$

- 実効値

$$\frac{4V_{dc}}{\pi\sqrt{2}} \sin \frac{\lambda}{2}$$

- 導通角を変化させることで出力電圧の大きさを変えることができる
- 基本波成分を変化させると高調波も変化する
- パルス数を増やすと自由度が増える
 - 特定次数の高調波を除去することも可能

電圧型自励式変換器

- 1パルスPWMによる出力電圧制御
 - 出力交流電圧(n次調波成分)の大きさ

$$\begin{aligned}
 a_n &= \frac{1}{\pi} \left\{ \int_{\frac{\pi}{2}-\frac{\lambda}{2}}^{\frac{\pi}{2}+\frac{\lambda}{2}} V_{dc} \cos nxdx + \int_{\frac{3}{2}\pi-\frac{\lambda}{2}}^{\frac{3}{2}\pi+\frac{\lambda}{2}} -V_{dc} \cos nxdx \right\} \\
 &= \frac{V_{dc}}{\pi} \left\{ \int_{\frac{\pi}{2}-\frac{\lambda}{2}}^{\frac{\pi}{2}+\frac{\lambda}{2}} \cos nxdx - \int_{\frac{3}{2}\pi-\frac{\lambda}{2}}^{\frac{3}{2}\pi+\frac{\lambda}{2}} \cos nxdx \right\} = \frac{V_{dc}}{n\pi} \left[\sin nx \right]_{\frac{\pi}{2}-\frac{\lambda}{2}, \frac{3}{2}\pi-\frac{\lambda}{2}}^{\frac{\pi}{2}+\frac{\lambda}{2}, \frac{3}{2}\pi+\frac{\lambda}{2}} \\
 &= \frac{V_{dc}}{n\pi} \left[\sin n\left(\frac{\pi}{2} + \frac{\lambda}{2}\right) + \sin n\left(\frac{3}{2}\pi - \frac{\lambda}{2}\right) - \sin n\left(\frac{\pi}{2} - \frac{\lambda}{2}\right) - \sin n\left(\frac{3}{2}\pi + \frac{\lambda}{2}\right) \right] \\
 &= \frac{V_{dc}}{n\pi} \left[\begin{aligned} &\sin \frac{n\pi}{2} \cos \frac{n\lambda}{2} + \cos \frac{n\pi}{2} \sin \frac{n\lambda}{2} + \sin \frac{3n\pi}{2} \cos \frac{n\lambda}{2} - \cos \frac{3n\pi}{2} \sin \frac{n\lambda}{2} \\ &- \sin \frac{n\pi}{2} \cos \frac{n\lambda}{2} + \cos \frac{n\pi}{2} \sin \frac{n\lambda}{2} - \sin \frac{3n\pi}{2} \cos \frac{n\lambda}{2} - \cos \frac{3n\pi}{2} \sin \frac{n\lambda}{2} \end{aligned} \right] \\
 &= \frac{2V_{dc}}{n\pi} \left[\cos \frac{n\pi}{2} \sin \frac{n\lambda}{2} - \cos \frac{3n\pi}{2} \sin \frac{n\lambda}{2} \right] = \frac{2V_{dc}}{n\pi} \sin \frac{n\lambda}{2} \left[\cos \frac{n\pi}{2} - \cos \frac{3n\pi}{2} \right] \\
 &= \frac{2V_{dc}}{n\pi} \sin \frac{n\lambda}{2} \cos \frac{n\pi}{2} \left[1 - (-1)^n \right]
 \end{aligned}$$

2010/07/05 n奇数で0 n偶数で0  常に0

電圧型自励式変換器

- 1パルスPWMによる出力電圧制御

– 出力交流電圧(n次調波成分)の大きさ

$$\begin{aligned}
 b_n &= \frac{1}{\pi} \left\{ \int_{\frac{\pi}{2} - \frac{\lambda}{2}}^{\frac{\pi}{2} + \frac{\lambda}{2}} V_{dc} \sin nxdx + \int_{\frac{3}{2}\pi - \frac{\lambda}{2}}^{\frac{3}{2}\pi + \frac{\lambda}{2}} -V_{dc} \sin nxdx \right\} \\
 &= \frac{V_{dc}}{\pi} \left\{ \int_{\frac{\pi}{2} - \frac{\lambda}{2}}^{\frac{\pi}{2} + \frac{\lambda}{2}} \sin nxdx - \int_{\frac{3}{2}\pi - \frac{\lambda}{2}}^{\frac{3}{2}\pi + \frac{\lambda}{2}} \sin nxdx \right\} = -\frac{V_{dc}}{\pi} [\cos nx]_{\frac{\pi}{2} - \frac{\lambda}{2}, \frac{3}{2}\pi - \frac{\lambda}{2}}^{\frac{\pi}{2} + \frac{\lambda}{2}, \frac{3}{2}\pi + \frac{\lambda}{2}} \\
 &= -\frac{V_{dc}}{n\pi} \left[\cos n\left(\frac{\pi}{2} + \frac{\lambda}{2}\right) + \cos n\left(\frac{3}{2}\pi - \frac{\lambda}{2}\right) - \cos n\left(\frac{\pi}{2} - \frac{\lambda}{2}\right) - \cos n\left(\frac{3}{2}\pi + \frac{\lambda}{2}\right) \right] \\
 &= -\frac{V_{dc}}{n\pi} \left[\begin{aligned} &\cos \frac{n\pi}{2} \cos \frac{n\lambda}{2} - \sin \frac{n\pi}{2} \sin \frac{n\lambda}{2} + \cos \frac{3n\pi}{2} \cos \frac{n\lambda}{2} + \sin \frac{3n\pi}{2} \sin \frac{n\lambda}{2} \\ &- \cos \frac{n\pi}{2} \cos \frac{n\lambda}{2} - \sin \frac{n\pi}{2} \sin \frac{n\lambda}{2} - \cos \frac{3n\pi}{2} \cos \frac{n\lambda}{2} + \sin \frac{3n\pi}{2} \sin \frac{n\lambda}{2} \end{aligned} \right] \\
 &= -\frac{2V_{dc}}{n\pi} \left[-\sin \frac{n\pi}{2} \sin \frac{n\lambda}{2} + \sin \frac{3n\pi}{2} \sin \frac{n\lambda}{2} \right] = -\frac{2V_{dc}}{n\pi} \sin \frac{n\lambda}{2} \left[-\sin \frac{n\pi}{2} + \sin \frac{3n\pi}{2} \right] \\
 &= -\frac{2V_{dc}}{n\pi} \sin \frac{n\lambda}{2} \left[-\sin \frac{n\pi}{2} + \sin \frac{3n\pi}{2} \right] \\
 &= -\frac{2V_{dc}}{n\pi} \sin \frac{n\lambda}{2} \sin \frac{n\pi}{2} \left[-1 + (-1)^n \right]
 \end{aligned}$$

2010/07/05

n偶数で0 n偶数で0 → n奇数のころ

電圧型自励式変換器

- PWMによる出力電圧制御
 - 同期PWM
 - 発生しようとする交流電圧に同期したパルスが発生
 - スwitchングの周波数は, 基本波の整数倍
 - 基本波の整数倍の理論高調波が発生
 - » 高調波除去フィルタの設計が容易
 - 比較的低いスitchング周波数で用いる
 - 非同期PWM
 - 発生しようとする交流電圧の位相・周波数に同期しないゲート信号を生成
 - スitchングの周波数は, 基本波の整数倍である必要がない
 - 発生する理論高調波が基本波の整数倍とは限らない
 - 比較的高いスitchング周波数で用いる
 - » 低いスitchング周波数ではビートが発生