

●作戦会議

PWM 制御で 3 次高調波の影響を考えて、信号波を大きくするという問題で、類題も多く、比較的簡単。PWM は登場するパラメータが多い。三角波（波高値）、信号波（波高値、瞬時値、基本波の波高値）、出力相電圧（瞬時値、基本波電圧の瞬時値、基本波電圧の波高値）、線間電圧（基本波電圧の実効値）など。混同しないように。

(1)特に解説はなし。

(2)PWM の出力は幅の異なる矩形波であるが、それを基本波とみなしたときの瞬時値をこたえる。

(3)PWM の出力は相電圧であるから、線間電圧を求める際に $\sqrt{3}$ をお忘れなく。

(4)信号波の基本波波高値が 1 のときを考えている。すなわち信号波波高値は 1 ではない。

(5)今度は信号波波高値が 1 のときを考える。文章で説明するのが難しいので、解答は各自に任せたいが、ポイントは「(4)は基本波のみを考えれば制御方式 1 と同じ」であること。

変調率は 1（信号波波高値 = 三角波波高値）が可制御の最大値ゆえ、今回のように 3 次高調波の影響を考えると、信号波の基本波波高値 > 三角波波高値とすることができる。



● 解答

(1) 図 1 及び図 2 より,

$$\begin{cases} \text{信号波} > \text{三角波} & \rightarrow \text{上アーム ON、下アーム OFF} \\ \text{信号波} < \text{三角波} & \rightarrow \text{上アーム OFF、下アーム ON} \end{cases} \quad \dots (\text{答})$$

(2) 変調率が $A_1 = 1$ のとき,

基本波の波高値は $\frac{E_d}{2}$, すなわち $v_{\text{uf1}} = \frac{E_d}{2} \sin \omega t$ である。

また, 題意より信号波は三相对称であるから, 出力電圧の基本波も三相对称である。

したがって, 三つの基本波の瞬時値はそれぞれ次のようになる。

$$\begin{cases} v_{\text{uf1}} = \frac{A_1 E_d}{2} \sin \omega t \\ v_{\text{vf1}} = \frac{A_1 E_d}{2} \sin \left(\omega t - \frac{2}{3} \pi \right) \\ v_{\text{wf1}} = \frac{A_1 E_d}{2} \sin \left(\omega t - \frac{4}{3} \pi \right) \left(\text{または } \frac{A_1 E_d}{2} \sin \left(\omega t + \frac{2}{3} \pi \right) \right) \end{cases} \quad \dots (\text{答})$$

#問題文の(5)より, $-\frac{4}{3}\pi$ の方が若干美しい。

(3) $A_1 = 1$ のとき, 各相の実効値は瞬時値を $\sqrt{2}$ で割った値になる。

さらに線間電圧実効値は相電圧実効値に $\sqrt{3}$ を掛けた値であるから,

$$V_{\text{uvf1}} = \sqrt{3} \times \frac{1}{\sqrt{2}} \times \frac{1 \times E_d}{2} \doteq 0.61237 E_d \rightarrow 0.612 E_d \quad \dots (\text{答})$$



(4)

$\omega t = \frac{1}{3}\pi, \frac{2}{3}\pi, \frac{4}{3}\pi, \frac{5}{3}\pi$ のとき, $v_{u2}^* = \left| \frac{\sqrt{3}}{2} \right|$ であり, これが信号波波高値である。

変調率の定義式より,

$$A_2 = \frac{\frac{\sqrt{3}}{2}}{1} \cong 0.86603 \rightarrow 0.866 \quad \dots (\text{答})$$

(5) (1)~(3)の結果より, 三角波波高値が 1 で, 信号波の基本波波高値が 1 であるならば, u-v 相間の基本波実効値は(3)で求めた値になる。したがって, (4)において u-v 相間の基本波実効値は(3)と同じく V_{uvf1} である。

ここで, PWM 制御方式 2 において, (4)の状態から変調率 A_2 を $0.86603 \rightarrow 1$ に変更すると, その分だけ出力電圧波高値が高くなり, その結果 u-v 相間の基本波実効値も高くなる。

以上より,

$$\frac{V_{uvf2}}{V_{uvf1}} = \frac{1}{0.86603} \cong 1.1547 \rightarrow 1.15 \text{ 倍} \quad \dots (\text{答})$$

