

●作戦会議

基本波や高調波の実効値についての知識が必要だが、ほかはそこまで難しくない。問題の流れもオーソドックス。パワエレに対する基本的な知識で解ける問題が多い。

- (1)三相全波ブリッジである。平均値なので位相を気にする必要はない。
- (2)図を描いてみるのが一番だろう。正しく図を描くことができれば、図からこの値だ、と求めることができるはず。
- (3)図2の i_U が何を足し合わせているのか、変圧比も考慮に入れながら追ってみよう。
- (4)実効値はフーリエ級数展開から求めてもよいが、このような対称波形は別の求め方もある。今回はそちらで解答した。
- (5)電源側の電流は綺麗な正弦波ではないが、“正弦波と仮定して”とある式を立式すれば、基本波実効値が求まる。
- (6)以下の関係性を使用する。これは覚えておく必要がある（おそらく3種2種勉強時にひずみ波などの分野でやったはず）。

$$(\text{実効値})^2 = (\text{基本波実効値})^2 + (\text{高調波実効値})^2$$

●解答

- (1)三相全波ブリッジなので、 v_{d1} の平均値 V_{d1} は、



$$V_{d1} = \frac{1}{\frac{\pi}{3}} \int_{\frac{\pi}{3} + \alpha}^{\frac{2}{3}\pi + \alpha} \sqrt{2}V \sin \omega t d\omega t = \frac{3\sqrt{2}}{\pi} V \cos \alpha$$

v_{d2} の平均値 V_{d2} も位相が異なるだけで波高値は同じなので、同じ値になる。

平均値は位相によらず足し合わせることができるので、

$$V_d = V_{d1} + V_{d2} = 2V_{d1} = \frac{6\sqrt{2}}{\pi} V \cos \alpha \cong 2.7009V \cos \alpha \rightarrow 2.70V \cos \alpha \quad \dots (\text{答})$$

(2)

v_{d1} と v_{d2} は位相が $\frac{\pi}{6}$ ずれている。

題意の波形を図にすると、次のようになる。

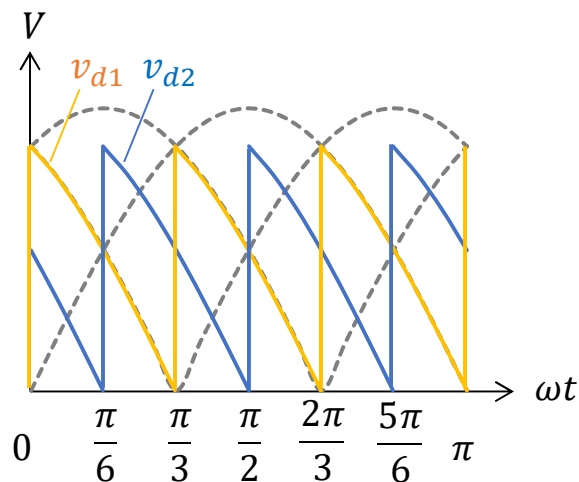


図 3

図 3 より、 v_d が最大となるのは、 v_{d1} 、 v_{d2} のどちらかが最大となるとき、

すなわち $\omega t = \frac{\pi}{6}, \frac{\pi}{3}, \frac{\pi}{2}, \frac{2}{3}\pi, \frac{5}{6}\pi, \pi \dots$ のときである。



$$\begin{aligned} \therefore V_{max} &= \sqrt{2}V \sin \frac{\pi}{3} + \sqrt{2}V \sin \left(\frac{\pi}{3} - \frac{\pi}{6} \right) = \sqrt{2}V \times \frac{\sqrt{3}}{2} + \sqrt{2}V \times \frac{1}{2} \\ &\doteq 1.9319V \rightarrow 1.93V \quad \dots (\text{答}) \end{aligned}$$

(3) 図 2 より, i_{u1} が正側でとり得る値は I_d であり, 変圧比より i_{U1} も I_d である。

一方, i_{u2} , i_{w2} が正側でとり得る値は I_d であり, $i_{U2} = i'_{U2} - i'_{W2}$ なので,

変圧比より i_{U2} がとり得る値は $\frac{1}{\sqrt{3}}I_d$, $\frac{2}{\sqrt{3}}I_d$ である。

$$\therefore I_{max} = \left(1 + \frac{2}{\sqrt{3}} \right) I_d \doteq 2.1547I_d \rightarrow 2.15I_d$$

(4)

i_U が正側でとり得る値は図 2 より $\frac{1}{\sqrt{3}}I_d$, $\frac{2}{\sqrt{3}}I_d$, $\left(1 + \frac{2}{\sqrt{3}} \right) I_d$ であり,

$\frac{\pi}{6}$ ごとの対称波形である。実効値は二乗平均平方根であるから,

$$I_U = \sqrt{\frac{\left(\frac{1}{\sqrt{3}} \right)^2 + \left(\frac{2}{\sqrt{3}} \right)^2 + \left(1 + \frac{2}{\sqrt{3}} \right)^2}{3}} I_d \doteq 1.5774I_d \rightarrow 1.58I_d \quad \dots (\text{答})$$

(5) 三相電源の電力と, 直流負荷で消費する電力は等しいので,

$$\sqrt{3}VI_{Uf} \cos \alpha = \frac{6\sqrt{2}}{\pi} V \cos \alpha \times I_d$$

$$\therefore I_{Uf} = \frac{1}{\sqrt{3}} \times \frac{6\sqrt{2}}{\pi} I_d = \frac{2\sqrt{6}}{\pi} I_d \doteq 1.5594I_d \rightarrow 1.56I_d \quad \dots (\text{答})$$



(6)

$$D = \frac{\sqrt{I_U^2 - I_{Uf}^2}}{I_{Uf}} = \frac{\sqrt{1.5774^2 - 1.5594^2}}{1.5594} \approx 0.15238 \rightarrow 0.152 \quad \dots (\text{答})$$

●参考

1) <https://jeea.or.jp/course/contents/01130/> .公益社団法人 日本電気技術者協会.“電圧・電流波形のいろいろ (2) (高調波)”

