

●作戦会議

信号波への高調波の影響を考えた INV の問題。1 種では標準的な難易度。

INV は交流電源の相電圧, 線間電圧, AC/DC 変換後の直流電圧, PWM 変換で使用する信号波電圧・キャリア電圧, バルブデバイスに印可される電圧, PWM で作成した相電圧, INV 出力の線間電圧, さらに交流電圧は波高値, 実効値, 基本波実効値, 高調波実効値などを考慮する必要があるため, 混乱しないように注意が必要。この問題に限らず, INV 問題はフーリエ級数展開が出そうにないならば, 選択してみてもいいと思う。

パワエレの計算で根号を計算するかは好みのレベル。そもそも電験は有効数字や答えの形にそんなにうるさくないと思うよ。この問題だと単位もキャリア波以外書いてないので必要ないだろう。

(1)INV を動かさないのならば, ただの AC/DC コンバータによるコンデンサ充電回路である。

(2)INV 動作時は, 三相全波整流回路である。

(3)信号波が綺麗な正弦波ならば, 図 2 より A を 1 以上にしたら PWM 回路で正弦波を作れないことがわかるだろう。

(4)最大値を求めるので, とりあえず微分したらそれっぽい答えが出るのでは?

(5)(2)でも触れたが, ポイントは信号波  $\leq$  キャリア波でないと PWM 回路で正弦波を作れないということ。本問のように信号波の第 3 次高調波の影響を考えると, A を 1 よりも大きくすることができる。

あと, 地味に問が(3)とニュアンス違うんだよね。



●解答

(1)インバータ停止中はAC/DCコンバータによるコンデンサ充電回路であるから、三相交流電源の波高値まで充電される。

$$\therefore V_d = \sqrt{2}V_s \doteq 1.4142V_s \rightarrow 1.41V_s \quad \dots (\text{答})$$

(2)インバータ動作中は三相全波整流回路であるから、

$$V_d = \frac{1}{\pi} \int_{\frac{\pi}{3}}^{\frac{2\pi}{3}} \sqrt{2}V_s \sin\theta d\theta = \frac{3\sqrt{2}}{\pi} V_s \doteq 1.3505V_s \rightarrow 1.35V_s \quad \dots (\text{答})$$

(3) $V_{1uv}$ がAに比例するための条件は、**信号波 ≤ キャリア波**より

$$v_u^* \leq v_{tri} \rightarrow A \sin\theta \leq 1 \quad \dots \textcircled{1}$$

このとき、各相で波高値が $A \frac{V_d}{2}$ 、基本波実効値が $A \frac{V_d}{2\sqrt{2}}$ の正弦波がつけられる。

よって線間電圧の基本波実効値は $V_{1uv}$ は、

$$V_{1uv} = \sqrt{3} \times A \frac{V_d}{2\sqrt{2}} = A \frac{\sqrt{6}}{4} V_d \quad \dots \textcircled{2}$$

①より、Aが最大するとき $A = 1$ であるから、このときの $V_{1uv}$ は、

$$\therefore V_{1uv} = \frac{\sqrt{6}}{4} V_d \doteq 0.61237V_d \rightarrow 0.612V_d \quad \dots (\text{答})$$



(4)

$\frac{dv_u^*}{d\theta} = 0$  のときを考える。

$$\frac{dv_u^*}{d\theta} = A\cos\theta + \frac{A}{6} \times 3\cos 3\theta = 0$$

$$\cos\theta + \frac{1}{2}(4\cos^3\theta - 3\cos\theta) = 0$$

$$\cos\theta \left( 2\cos^2\theta - \frac{1}{2} \right) = 0$$

$$\therefore \theta = \pm\frac{\pi}{3}, \pm\frac{\pi}{2}, \pm\frac{2}{3}\pi$$

このうち、信号波 $v_u^*$ が最大となるときの位相 $\theta$ は、

$$\theta = \frac{\pi}{3}, \frac{2}{3}\pi \quad (\doteq 1.0472, 2.0944 \rightarrow 1.05, 2.09) \quad \dots \text{(答)}$$

(5) $V_{1uv}$ が $A$ に比例するための条件は、**信号波 ≤ キャリア波**より①と同様にして

$$A \times \frac{\sqrt{3}}{2} + \frac{A}{6} \times 0 \leq 1$$

$$\therefore A \leq \frac{2}{\sqrt{3}}$$

この結果と②より、

$$V_{1u} \leq \frac{2}{\sqrt{3}} \times \frac{\sqrt{6}}{4} V_d = \frac{\sqrt{2}}{2} V_d$$

したがって、 $V_{1uv}$ の最大値は、

$$\frac{\sqrt{2}}{2} V_d \doteq 0.70711V_d \rightarrow 0.707V_d \quad \dots \text{(答)}$$

●参考

1)電験1種.H29.機械.問3 #1年前の1次試験に類題がある。

