学部講義 「電力工学基礎」

2004 年 6 月 2 日 (水)

レポート解答

上智大学 助教授 宮武 昌史

1 3相交流の補足＋α

1.1 瞬時電力

$$P = v_a i_a + v_b i_b + v_c i_c = \frac{3}{2} V_m I_m \cos\theta \tag{1}$$

まず、a 相のみの電力 p_a は、

$$\begin{aligned}
p_a &= v_a i_a = V_m I_m \sin\omega t \sin(\omega t - \theta) \\
&= V_m I_m \times \left\{ -\frac{1}{2}\cos(2\omega t - \theta) - \cos\theta \right\} \\
&= \frac{1}{2} V_m I_m \left\{ \cos\theta - \cos(2\omega t - \theta) \right\}
\end{aligned}$$

となる。b,c 相の電力 p_b, p_c はこれより位相がそれぞれ $\frac{2\pi}{3}, \frac{4\pi}{3}$ ずつ遅れているので、合計の電力は次のようになる。

$$\begin{aligned}
P &= p_a + p_b + p_c \\
&= \frac{1}{2} V_m I_m \left\{ \cos\theta - \cos(2\omega t - \theta) \right\} + \frac{1}{2} V_m I_m \left\{ \cos\theta - \cos(2\omega(t - \frac{2\pi}{3\omega}) - \theta) \right\} \\
&+ \frac{1}{2} V_m I_m \left\{ \cos\theta - \cos(2\omega(t - \frac{4\pi}{3\omega}) - \theta) \right\} \\
&= \frac{3}{2} V_m I_m \cos\theta - \left\{ \cos(2\omega t - \theta) + \cos(2\omega(t - \frac{2\pi}{3\omega}) - \theta) + \cos(2\omega(t - \frac{4\pi}{3\omega}) - \theta) \right\} \\
&= \frac{3}{2} V_m I_m \cos\theta - \left\{ \cos(2\omega t - \theta) + 2\cos(2\omega t - 2\pi - \theta)\cos\frac{2\pi}{3} \right\} \\
&= \frac{3}{2} V_m I_m \cos\theta - \left\{ \cos(2\omega t - \theta) - \cos(2\omega t - \theta) \right\} \\
&= \frac{3}{2} V_m I_m \cos\theta
\end{aligned}$$

1.2 電流

$$i_a + i_b + i_c = 0 \tag{2}$$

$$\begin{aligned}
i_a + i_b + i_c &= I_m \sin(\omega t - \theta) + I_m \sin(\omega t - \frac{2\pi}{3} - \theta) + I_m \sin(\omega t - \frac{4\pi}{3} - \theta) \\
&= I_m \left\{ \sin(\omega t - \theta) + 2\sin(\omega t - \pi - \theta)\cos\frac{\pi}{3} \right\} \\
&= I_m \left\{ \sin(\omega t - \theta) - \sin(\omega t - \theta) \right\} \\
&= 0
\end{aligned}$$

1.3　その他

$$i_a - \frac{1}{2}i_b - \frac{1}{2}i_c \tag{3}$$

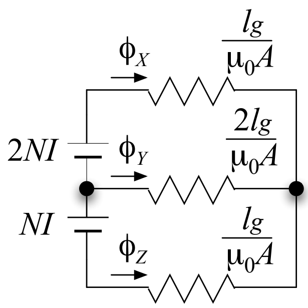
授業用スライド 3.4 節の B_x の B (B_m) を I_m に書き換えるだけなので省略。

$$-\frac{\sqrt{3}}{2}i_b + \frac{\sqrt{3}}{2}i_c \tag{4}$$

授業用スライド 3.4 節の B_y の B (B_m) を I_m に書き換えるだけなので省略。

2　磁気回路の応用

微小ギャップ X,Y,Z の磁気抵抗はそれぞれ $\frac{l_g}{\mu_0 A}, \frac{2l_g}{\mu_0 A}, \frac{l_g}{\mu_0 A}$ で、鉄心部の磁気抵抗は 0 とすると、磁気回路は下図のように構成できる[1]。



キルヒホッフの電流則より、

$$\phi_X + \phi_Y + \phi_Z = 0 \tag{5}$$

また、図の上・下のループに対するキルヒホッフの電圧則より、

$$\frac{l_g}{\mu_0 A}\phi_X - \frac{2l_g}{\mu_0 A}\phi_Y = 2NI \tag{6}$$

$$\frac{2l_g}{\mu_0 A}\phi_Y - \frac{l_g}{\mu_0 A}\phi_Z = NI \tag{7}$$

となる。
(5) $\times \frac{l_g}{\mu_0 A}$ + (6) $\times \frac{3}{2}$ + (7) より、

$$\phi_X = \frac{8}{5}\frac{\mu_0 A}{l_g}NI$$

(5) $\times \frac{l_g}{\mu_0 A}$ − (6) + (7) より、

$$\phi_Y = -\frac{1}{5}\frac{\mu_0 A}{l_g}NI$$

(5) 式より、

$$\phi_Z = -\frac{7}{5}\frac{\mu_0 A}{l_g}NI$$

3　その他

省略

[1] なお、磁束の向きについては問題で言及しなかったので、定義は自由である。本解答の符号は、図の定義によるものである。