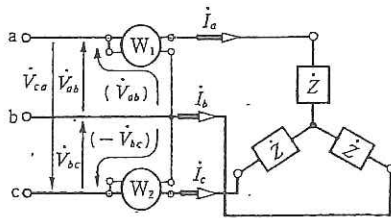


『2 電力計法による三相電力の測定』

「2 電力計法による三相電力の測定」の説明用に使用する次の (b) 図を発光ダイオードを用いて製作しました。

2つの单相電力計を用いて三相電力を測定する場合、負荷の力率と電力計の指示を曲線に表すと (b) 図のようになります。この図を説明するときに、 W_1 の指示値 P_1 、 W_2 の指示値 P_2 の代数和が三相電力 $P = P_1 + P_2$ となる。また、力率角 ϕ が $\pi/3$ [rad] を超えると片方の電力計の指針が逆に振れるので $P = P_1 + (-P_2)$ となることをより理解しやすく、しかも記憶に残り、興味・関心を持つようにと思い製作しました。



(a) 平衡三相回路

2 電力計法による電力の測定

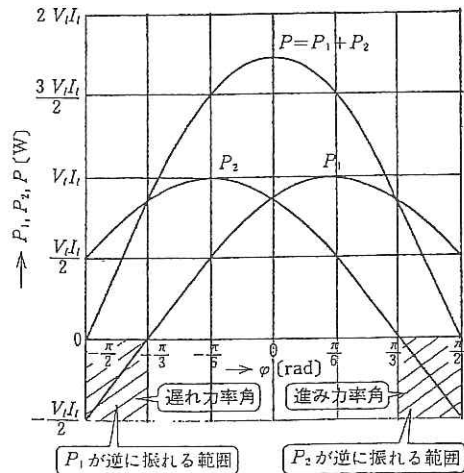
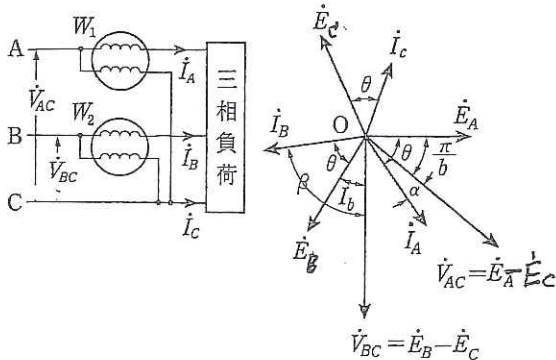


図 (b) 負荷の力率角と電力計の指示



第2図

(3) 三相3線式の有効電力測定

勿論、ブロンデルの定理により (3-1) 個の電力計で測定する二電力計間接測定が用いられる。

第2図に、対称三相平衡負荷回路を例にとって、接続図とベクトル図を示す。ただし、相順は $A \rightarrow B \rightarrow C$ とする。 W_1 の電圧コイルには、

$$\dot{V}_{AC} = -\dot{V}_{CA} = \dot{E}_A - \dot{E}_C \quad \text{.....⑩}$$

W_2 の電圧コイルには、

$$\dot{V}_{BC} = \dot{E}_B - \dot{E}_C \quad \text{.....⑪}$$

の電圧が加わる。したがって、 W_1 及び W_2 の指示は、それぞれ、⑫、⑬式のようになる。

$$\begin{aligned} W_1 &= V_{AC} I_A \cos \alpha \\ &= VI \cos\left(\theta - \frac{\pi}{6}\right) \quad \text{.....⑫} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_2 &= V_{BC} I_B \cos \beta \\ &= VI \cos\left(\theta + \frac{\pi}{6}\right) \quad \text{.....⑬} \end{aligned}$$

$W_1 + W_2$ の値は、

$$\begin{aligned} W &= W_1 + W_2 \\ &= VI \left\{ \cos\left(\theta - \frac{\pi}{6}\right) + \cos\left(\theta + \frac{\pi}{6}\right) \right\} \\ &= VI \left(\cos \theta \cdot \cos \frac{\pi}{6} + \sin \theta \cdot \sin \frac{\pi}{6} \right. \\ &\quad \left. + \cos \theta \cdot \cos \frac{\pi}{6} - \sin \theta \cdot \sin \frac{\pi}{6} \right) \\ &= VI \left(2 \cos \theta \cos \frac{\pi}{6} \right) \\ &= VI \cdot 2 \cos \theta \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \\ &= \sqrt{3} VI \cos \theta \quad \text{.....⑭} \end{aligned}$$

となり、三相電力を示すことになる。

ただし、 $\theta = \frac{\pi}{3}$ (60° , $\cos \frac{\pi}{3} = 0.5$ 以下) 以上では、 W_2 の指示は負となるので、

$$W = W_1 + (-W_2) \quad \text{.....⑮}$$

として計算する。

2. 三相無効電力の測定計算

(1) 三相3線式の無効電力測定

第2図の二電力計において、 $W_1 - W_2$ の値を求めると、⑫、⑬式から、

$$\begin{aligned} W_1 - W_2 &= VI \left\{ \cos\left(\theta - \frac{\pi}{6}\right) - \cos\left(\theta + \frac{\pi}{6}\right) \right\} \\ &= VI \left(\cos \theta \cdot \cos \frac{\pi}{6} + \sin \theta \cdot \sin \frac{\pi}{6} \right. \\ &\quad \left. - \cos \theta \cdot \cos \frac{\pi}{6} + \sin \theta \cdot \sin \frac{\pi}{6} \right) \\ &= VI \left(2 \sin \theta \cdot \sin \frac{\pi}{6} \right) \\ &= VI \cdot 2 \sin \theta \cdot \frac{1}{2} \\ &= VI \sin \theta \quad \text{.....⑯} \end{aligned}$$

したがって、三相無効電力 Q は、

$$Q = \sqrt{3} (W_1 - W_2) = \sqrt{3} VI \sin \theta \quad \text{.....⑰}$$

として求まる。

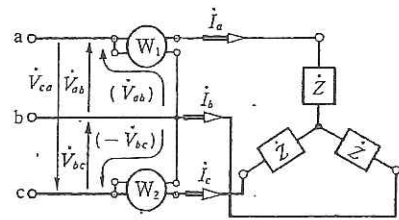
また、力率 $\cos \theta$ も、 P 、 Q および⑭、⑰式から次のように⑱式が求められる。

$$\cos \theta = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2}}$$

『2 電力計法による三相電力の測定』

「2 電力計法による三相電力の測定」の説明用に使用する次の (b) 図を発光ダイオードを用いて製作しました。

2つの单相電力計を用いて三相電力を測定する場合、負荷の力率と電力計の指示を曲線に表すと (b) 図のようになります。この図を説明するとき、 W_1 の指示値 P_1 、 W_2 の指示値 P_2 の代数和が三相電力 $P = P_1 + P_2$ となる。また、力率角 ϕ が $\pi/3$ [rad] を超えると片方の電力計の指針が逆に振れるので $P = P_1 + (-P_2)$ となることをより理解しやすく、しかも記憶に残り、興味・関心を持つようにと思い製作しました。



(a) 平衡三相回路
2 電力計法による電力の測定

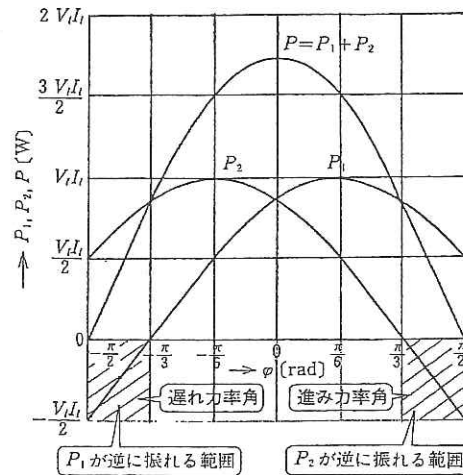
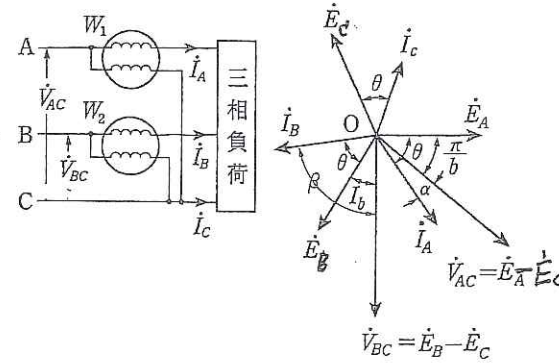


図 (b) 負荷の力率角と電力計の指示



第2図

(3) 三相3線式の有効電力測定

勿論、ブロンデルの定理により (3-1) 個の電力計で測定する二電力計間接測定が用いられる。

第2図に、対称三相平衡負荷回路を例にとって、接続図とベクトル図を示す。ただし、相順は $A \rightarrow B \rightarrow C$ とする。 W_1 の電圧コイルには、

$$\dot{V}_{AC} = -\dot{V}_{CA} = \dot{E}_A - \dot{E}_C \quad \text{.....⑩}$$

W_2 の電圧コイルには、

$$\dot{V}_{BC} = \dot{E}_B - \dot{E}_C \quad \text{.....⑪}$$

の電圧が加わる。したがって、 W_1 及び W_2 の指示は、それぞれ、⑫、⑬式ようになる。

$$W_1 = V_{AC} I_A \cos \alpha = VI \cos \left(\theta - \frac{\pi}{6} \right) \quad \text{.....⑫}$$

$$W_2 = V_{BC} I_B \cos \beta = VI \cos \left(\theta + \frac{\pi}{6} \right) \quad \text{.....⑬}$$

$W_1 + W_2$ の値は、

$$\begin{aligned} W &= W_1 + W_2 \\ &= VI \left\{ \cos \left(\theta - \frac{\pi}{6} \right) + \cos \left(\theta + \frac{\pi}{6} \right) \right\} \\ &= VI \left(\cos \theta \cdot \cos \frac{\pi}{6} + \sin \theta \cdot \sin \frac{\pi}{6} \right. \\ &\quad \left. + \cos \theta \cdot \cos \frac{\pi}{6} - \sin \theta \cdot \sin \frac{\pi}{6} \right) \\ &= VI \left(2 \cos \theta \cos \frac{\pi}{6} \right) \\ &= VI \cdot 2 \cos \theta \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \\ &= \sqrt{3} VI \cos \theta \quad \text{.....⑭} \end{aligned}$$

となり、三相電力を示すことになる。

ただし、 $\theta = \frac{\pi}{3}$ (60° , $\cos \frac{\pi}{3} = 0.5$ 以下) 以上では、 W_2 の指示は負となるので、

$$W = W_1 + (-W_2) \quad \text{.....⑮}$$

として計算する。

2. 三相無効電力の測定計算

(1) 三相3線式の無効電力測定

第2図の二電力計において、 $W_1 - W_2$ の値を求めると、⑫、⑬式から、

$$\begin{aligned} W_1 - W_2 &= VI \left\{ \cos \left(\theta - \frac{\pi}{6} \right) - \cos \left(\theta + \frac{\pi}{6} \right) \right\} \\ &= VI \left(\cos \theta \cdot \cos \frac{\pi}{6} + \sin \theta \cdot \sin \frac{\pi}{6} \right. \\ &\quad \left. - \cos \theta \cdot \cos \frac{\pi}{6} + \sin \theta \cdot \sin \frac{\pi}{6} \right) \\ &= VI \left(2 \sin \theta \cdot \sin \frac{\pi}{6} \right) \\ &= VI \cdot 2 \sin \theta \cdot \frac{1}{2} \\ &= VI \sin \theta \quad \text{.....⑯} \end{aligned}$$

したがって、三相無効電力 Q は、

$$Q = \sqrt{3} (W_1 - W_2) = \sqrt{3} VI \sin \theta \quad \text{.....⑰}$$

として求まる。

また、力率 $\cos \theta$ も、 P 、 Q および⑭、⑰式から次のように⑱式が求められる。

$$\cos \theta = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2}}$$