

第3学年 電気電子工学実験実習報告書

3 電力と力率

実験日 平成 年 月 日 ()
平成 年 月 日 ()

班	学生番号	氏名

共同実験者名

共同実験者名

提出日			備考	評価
予定日 /				
提出日				

東京都立産業技術高等専門学校
電気電子工学コース

1 目的

本実験では

- 単相交流回路における電圧・電流・電力・力率を測定するための結線方法を学ぶ。
- 単相電力計と力率計の扱い方を習得する。
- 有効電力と力率、皮相電力と無効電力に関する理解を深める

ことを目的とする。

2 原理

2.1 瞬時電力

インピーダンス $\dot{Z} [\Omega]$ へ印加された時刻 $t [\text{s}]$ における交流電圧 $v(t) [\text{V}]$ と、 \dot{Z} に流れる交流電流 $i(t) [\text{A}]$ がそれぞれ次式で表されたとする。

$$v(t) = V_m \sin(\omega t + \theta_V) \quad (1)$$

$$i(t) = I_m \sin(\omega t + \theta_I) \quad (2)$$

ここで、 V_m 、 I_m は最大値、 $\omega [\text{rad/s}]$ は角周波数、 $\theta_V [\text{rad}]$ と $\theta_I [\text{rad}]$ はそれぞれの位相である。この $v(t)$ と $i(t)$ の積を瞬時電力 $p(t)$ と呼び、次式で表される。

$$\begin{aligned} p(t) &= v(t)i(t) \\ &= V_m I_m \sin(\omega t + \theta_V) \sin(\omega t + \theta_I) \\ &= \frac{V_m I_m}{2} (\cos(2\omega t + \theta_I + \theta_V) + \cos(\theta_I - \theta_V)) \end{aligned} \quad (3)$$

2.2 有効電力と力率

式 (3) は $v(t)$ や $i(t)$ の 2 倍の角速度を持つ周期関数であることが確認できる。そのため、時間的な平均を算出することができ、この値を有効電力 $P [\text{W}]$ と呼ぶ。

$$\begin{aligned} P &= \frac{1}{T} \int_0^T \frac{V_m I_m}{2} (\cos(2\omega t + \theta_I + \theta_V) + \cos(\theta_I - \theta_V)) dt \\ &= \frac{V_m I_m}{2} \cos(\theta_I - \theta_V) \end{aligned} \quad (4)$$

この上式が得られたとき、交流回路における実効値表現に置き換えると

$$P = VI \cos \theta \quad (5)$$

を得ることができる。ここで、 V 、 I はそれぞれの実効値、 $\theta = \theta_I - \theta_V$ である。式 (5) の右辺は電圧と電流の実効値の積と、 $\cos \theta$ から構成されている。 θ は \dot{Z} の実部（抵抗）と虚部（リアクタンス）の比によって決定される値であり、

$$-\frac{\pi}{2} \leq \theta \leq \frac{\pi}{2} \quad (6)$$

であるので、

$$0 \leq \cos \theta \leq 1 \quad (7)$$

の不等式が成立する。

以上の関係から、インピーダンス \dot{Z} の端子電圧と流れる電流値の積とは必ずしも等しくなく、有効に消費される電力の比が $\cos \theta$ に相当することが分かる。この比として見なせる $\cos \theta$ を力率、 θ を力率角と呼ぶ。

2.3 無効電力と皮相電力

式 (3) において、インピーダンスがリアクタンス成分のみ ($\dot{Z} = jX$) の場合について考える。この時、電圧と電流の位相差 $\theta_I - \theta_V$ は $\pm\pi/2$ となり、括弧内の第二項の値は 0 となる。従って、瞬時電力 $p(t)$ の振る舞いは平均値が 0 の正弦波（あるいは余弦波）になることが分かる。これは、電源から負荷へ、負荷から電源へ電力供給が交互に行われていることを示し、電力として消費されず仕事をしない。この電力を無効電力 Q とよび、単位には var（バール）を用い、次式で計算される。

$$Q = VI \sin \theta \quad (8)$$

電圧の実効値と電流の実効値の積 VI は、インピーダンス \dot{Z} が純抵抗（リアクタンス $X = 0$ ）の場合にのみ有効電力と等しくなり、それ以外の場合では $VI > P$ となる。この、見かけ上の電力を皮相電力 S とよび、単位には VA（ボルトアンペア）を用いる。また、皮相電力と有効電力、無効電力には次の関係が成り立つ。

$$\begin{aligned} S &= VI \\ &= \sqrt{P^2 + Q^2} \end{aligned} \quad (9)$$

3 方法

3.1 使用器具

今回の実験で使用した器具を

3.2 実験手順

4 結果

5 考察

6 結論

参考文献

[1] 著者名, 書名, 出版社, 発行年.