交流波形測定

目的

交流波形について、オシロスコープによる波形観察および指示計器​による実効値の測定を通じて、振幅、実効値、平均値などの基礎概念を理解する。さらに、実効値で表した電圧と電流の積である電力の測定を通じて、位相差、力率、有効・無効電力などの概念を理解する。

原理

・実効値

交流において、熱効果が直流と同じになる値。交流値の瞬時値を、

その実効値をとしたときの抵抗Rでの消費電力Wは

直流での消費電力はこれらの二式より、 と

表すことができる。

が正弦波のとき、、 = となり、

実効値は最大振幅の倍となる。

・平均値

電流の平均値と定義され、が正弦波のときは

となる。

・交流電力

交流の瞬時電力ｐは直流電力と同様、瞬時電圧eと瞬時電流の積によって求められる。e=とすれば、

瞬時電力ｐは

p=

となる。（は位相差）交流での平均電力は瞬時値の平均であり、

で与えられる。

・三電圧計法による単相電力と力率の測定

図　のベクトル図より、=

よって負荷の消費電力

力率

実験方法

1. 抵抗値測定

図　の回路を用いて、電源電圧、電流、線路端子電圧、負荷端子電圧、負荷の有効電力を測定する。そして、回路の電流が１Aを超えないように10点プロットする。

1. 波形観測（交流）

図　の回路を用いて、コイルの数を０～３個に増やした時の観測される交流波形をオシロスコープで観測し、最大振幅、周期、また、指示計器によって実効値を測定する。

1. 単相電力測定

図　の回路を用いて、コイルを0～３個に増やした時のそれぞれの電源電圧、線路端子電圧VR、負荷端子電圧、負荷電流、負荷の有効電力を測定する。また、回路の電流が1A以上流れないように10点プロットする。　　実験器具





実験結果

実験①

二つの抵抗について、観測した結果を以下の表　、表　のように示す。そして、それぞれの観測結果について線路端子電圧と電流計の値の関係、負荷端子電圧と電流計の値の関係のグラフを以下の図　のように表した。グラフについて、それぞれのプロットされた座標から最小二乗法を用いて関係を表す式を直線で描写した。

実験②

実験によって以下の写真１，２，３，４のような交流波形を観測した。

写真１より、目測で電源電圧の周期T=16.8（ms）、周波数は１/T＝１​/16.8≃59.5（Hz）、最大値は5×14.5＝72.5（V）となり、電源電圧50Vに対して50×√2≃71.25であるから、交流波形はうまく観察できたことが分かる。

また、写真1～４を比較すると、コイルを増やすにつれ位相差が増えていくことが確認できる。

実験③

実験③での回路においてコイルを０個から３個に増やした際の測定結果を以下の表５,３～５,６に示す。そして、測定結果を用いて、負荷電流と負荷の有効電力、負荷端子電圧と負荷の有効電力の関係をグラフで表した（図５,２、図５,３）

グラフよりコイルの数が増えるにつれ、線路端子電圧の値が下がっていることが確認できる。

結果より、負荷端子電圧はインダクタンスによってあまり変化しないが、負荷電流はインダクタンスが増えることで、減っていく。

よって、有効電力のグラフは、電流に対しては変化の小さい電圧との積であるのでズレが小さい。

電圧に対しては変化の大きい電流との積であるため、ズレが大きい。また、インダクタンスが大きくなるにつれ、有効電力が小さくなっている。これは回路全体のインダクタンスが大きくなることで、位相差が増え、力率が下がるからだと推測できる。この仮定したインダクタンスと力率の関係を考察するために４通りの方法で力率を求める。

考察

１．実効値において、図　のグラフで表したように、最小二乗法を用いることで、電流と負荷電圧の関係が近似された直線におおよそ重なるので、実効値についてオームの法則が成り立つことが分かる。

２．力率について、三電圧法、有効電力、波形観測、理論の４通りで求める。

・三電圧計法

原理より、

実験③での測定結果よりそれぞれ力率を求め、その平均値を表　に、インダクタンスと力率の関係を図　にグラフで示した。

・有効電力

有効電力これを変形し、

実験③での測定結果より、それぞれ力率を求め、その平均値を表　に、インダクタンスと力率の関係を図　にグラフで示した。

・波形観測

実験②で観測した波形から読み取れる位相差から力率を求める。

位相差は、周期T、波形同士の間隔ｔとしたときで表すことができる。それぞれ力率を求め、その平均値を表　に、インダクタンスと力率の関係を図　にグラフで示した。

・理論

皮相電力S、有効電力P、無効電力Qには、という関係式が成り立つ。これを力率について変形すると、

実験③の回路、図　について、他の方法によって求めた力率との比較をするためにベクトル図によって求める力率も実験③と同じ回路で考えるため、Ｒ₁が必要である。また、実験③の電圧計による内部抵抗などが理想的な計算をするのに邪魔であるので電圧計を取り除いた回路、図　を考えた時、皮相電力は交流電源から供給される電力であるので、S＝VIである。また、

有効電力

皮相電力Ｓをインピーダンスで表すと、

Ｓ＝Ⅵ＝ZI²＝

よって、

ここで、実験①での最小二乗法を用いることで導いたR₁、R₂はそれぞれR₁≃27.53、R₂≃115.24

また、ω＝２πｆ、ｆ＝であるから、ω＝120π

これらをの式に代入すると、

それぞれ力率を求め、その平均値を表　に、インダクタンスと力率の関係を図　にグラフで示した。

４通りで求めたインダクタンス、

力率を比較したものを表　、図　の

ように示した。グラフより

インダクタンスが増加するにつれ

増えた位相差によって

力率は低くなっていくと分かる。