

## 平成 21 年度弁理士試験論文式筆記試験問題

[計測工学]

1. ストロボスコープとは、発光時間が極めて短い閃光を一定の時間間隔で繰り返し発光させる装置である。閃光を回転体に当て、発光周期を調節しながら観察することにより、回転速度を測定することができる。閃光が当たった瞬間のみ対象物体の像が観測されるため、A/D 変換器を用いて一定の時間間隔で信号をサンプリングして測定する場合と、共通する点がある。以下の問いに答えよ。

【30点】

- (1) 図 1 に示す模様をついた円板が時計回りに回転しており、その速さが毎秒 100 回転であるとする。初めに、ストロボスコープの発光周波数を 100 Hz としたところ、図 1 の円板が静止して見えた。次に、発光周波数を 200 Hz に変えたところ、図 1 とは異なる模様を持つ円板が静止しているかのように見えた。このとき、どのような模様が見えたか図示せよ。

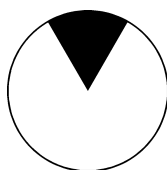


図 1

- (2) ストロボスコープの発光周波数を 98 Hz としたところ、毎秒 100 回転で回転している図 1 の円板の模様が回転して見えた。このとき、模様の見かけ上の回転速度は毎秒何回転になるか求めよ。
- (3) ストロボスコープの発光周波数を 40 Hz から徐々に上げながら、毎秒 100 回転で回転している図 1 の円板を観測した。図 1 と同じ模様が最初に静止して見えるストロボスコープの発光周波数を答えよ。
- (4) 図 1 に示す模様をついた円板が、毎秒 200 回転から 500 回転の間の未知の回転速度で回転しているものとする。ストロボスコープの発光周波数をどのように変えれば円板の回転速度を正しく測定することができるか、説明せよ。
- (5) A/D 変換器を用い、周波数 100 Hz の正弦波をサンプリング周波数 50 Hz でサンプリングした場合、どのような波形が観測されるか述べよ。ただし、用いる A/D 変換器は、対象とする正弦波の測定に十分な分解能や電圧変換範囲を持つものとする。
- (6) (5)と同じ条件で、周波数 50 Hz の正弦波をサンプリング周波数 40 Hz でサンプリングした場合、どのような波形が観測されるか述べよ。

2. 電流計と電圧計を用いて、未知の抵抗の抵抗値を測定することを考える。電流計の内部抵抗を  $R_A$ 、電圧計の内部抵抗を  $R_V$  とするとき、以下の問いに答えよ。ただし、 $\textcircled{A}$  は内部抵抗がゼロの理想的な電流計を表し、 $\textcircled{V}$  は内部抵抗が無限大の理想的な電圧計を表すものとする。

【25点】

- (1) 図2に示すように、未知抵抗  $R$  に対して電圧  $V$  の直流電源と電流計及び電圧計を接続した。このとき、電圧計で測定される電圧  $V_M$  を  $R$ 、 $R_A$ 、 $R_V$  及び  $V$  を用いて表せ。また、電流計で測定される電流  $I_M$  を  $R$ 、 $R_A$ 、 $R_V$  及び  $V$  を用いて表せ。

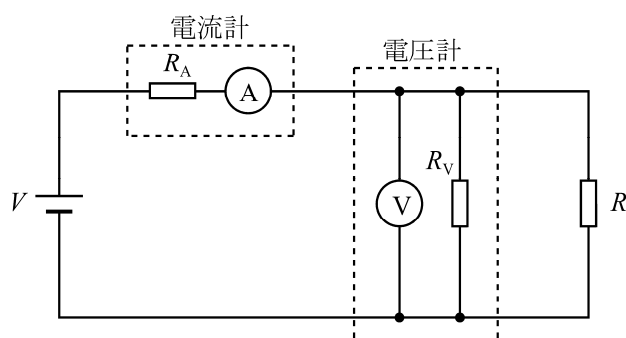


図2

- (2) 未知抵抗の抵抗値を  $R_M = V_M / I_M$  と計算して求めた。抵抗の測定誤差  $\Delta R = R_M - R$  を  $R$ 、 $R_A$  及び  $R_V$  のうち必要な文字を用いて表せ。
- (3) 図3に示すように電流計と電圧計の接続を変更し、(1)及び(2)と同様に、電圧計の指示値を電流計の指示値で除して未知抵抗の測定値を求めた。この場合の抵抗の測定誤差を  $R$ 、 $R_A$  及び  $R_V$  のうち必要な文字を用いて表せ。

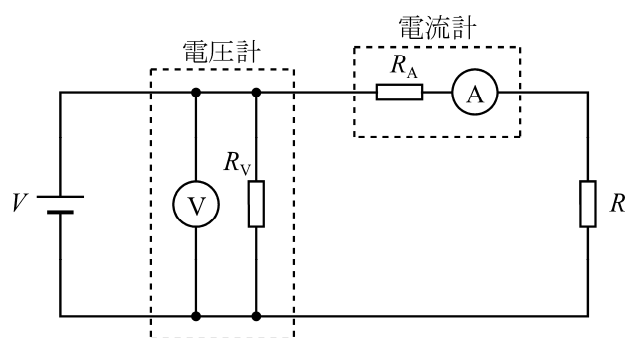


図3

- (4) 図3に示す接続を用い、(3)で述べたように未知抵抗の値を測定する際、測定誤差を1%以内とするために  $R_A$  が満たすべき条件を  $R$  を用いて表せ。

3. 測定誤差について、以下の問いに答えよ。

【20点】

- (1) デジタルマルチメータを使って抵抗  $R$  とその抵抗を流れる電流  $I$  を測定し、抵抗で消費される電力  $P$  を計算して求める。抵抗と電流の測定値がそれぞれ誤差  $\Delta R$  及び  $\Delta I$  を含み、 $R + \Delta R$  及び  $I + \Delta I$  と表されるとき、求めた電力に含まれる誤差  $\Delta P$  を  $R$ 、 $I$ 、 $\Delta R$  及び  $\Delta I$  を用いて表せ。ただし、 $|\Delta R| \ll R$  及び  $|\Delta I| \ll I$  であり、誤差の高次の項は無視できるものとする。
- (2) 抵抗値測定を行った際の相対誤差  $\Delta R / R$  の絶対値が 1.5% であり、電流測定の相対誤差  $\Delta I / I$  の絶対値が 1.2% であったとき、求めた電力の相対誤差  $\Delta P / P$  の絶対値が最大で何%になるか求めよ。
- (3) 同じデジタルマルチメータを使い、今度は抵抗  $R$  にかかる電圧  $V$  を測定する。電圧の測定誤差を  $\Delta V$  とし、測定値を  $V + \Delta V$  と表す。抵抗で消費される電力  $P$  を抵抗と電圧の測定値から求めたとき、電力の誤差  $\Delta P$  を  $R$ 、 $V$ 、 $\Delta R$  及び  $\Delta V$  を用いて表せ。ただし、 $|\Delta R| \ll R$  及び  $|\Delta V| \ll V$  であり、誤差の高次の項は無視できるものとする。
- (4) (3)の測定において、抵抗値測定の相対誤差  $\Delta R / R$  と電圧測定の相対誤差  $\Delta V / V$  が同程度であったとする。電力の相対誤差  $\Delta P / P$  を小さくするためには、抵抗値測定と電圧測定のどちらの誤差を小さくするのが効果的か、理由とともに答えよ。

4. 計測工学における用語について、以下の問いに答えよ。

【25点】

- (1) ある計測器を校正した標準器が、それよりも正確な標準器によって校正されており、その標準器がさらに正確な標準器によって校正され、最終的には国家標準までさかのぼることのできる校正の連鎖が確立されていることを何とと言うか。
- (2) 上皿天秤では、測定対象物と釣り合うように分銅の組み合わせを選び、重さを求める。このような測定法を何とと言うか。
- (3) バネばかりでは、平衡状態からのバネの伸びを測定し、測定対象物の重さを求める。このような測定法を何とと言うか。
- (4) 温度や湿度の変化などによって生じる一定の傾向を持った誤差を、偶然によって生じた誤差と区別して何とと言うか。
- (5) 測定値の偏りが小さい程度と異なり、測定を繰り返した際に生じる値のばらつきが小さい程度を何とと言うか。