

## 平成 22 年度 弁理士試験論文式筆記試験問題

[計測工学]

1. 図 1 に示す 2 重積分型 A/D 変換器は、入力電圧の範囲が 0 V から 5 V までで、分解能は 10 ビットであるとする。以下の問いに答えよ。

【30 点】

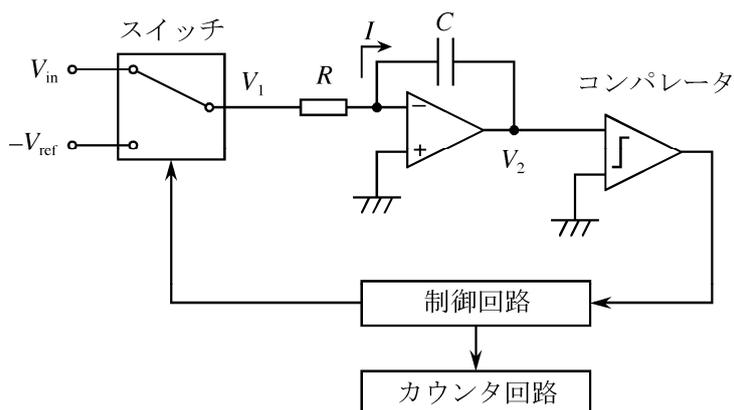


図 1

- (1) 図 1 の中のオペアンプは、積分回路を構成している。今、コンデンサの両端の電圧差が、コンデンサに流れ込む電流  $I$  [A] 及びコンデンサの容量  $C$  [F] を用いて

$$\frac{1}{C} \int I dt \quad [\text{V}]$$

と表されるものとする。このとき、オペアンプの出力電圧  $V_2$  [V] を  $C$  [F]、 $R$  [ $\Omega$ ] 及び  $V_1$  [V] のうち必要なものを用いて表せ。

- (2) コンデンサに蓄えられた電荷がゼロの状態、スイッチを入力電圧  $V_{in}$  [V] 側に接続した。  $V_{in}$  が正の一定電圧であるとき、一定時間  $T_1$  [s] が経過した時点における  $V_2$  [V] の値を  $C$  [F]、 $R$  [ $\Omega$ ]、 $T_1$  [s] 及び  $V_{in}$  [V] のうち必要なものを用いて表せ。
- (3) (2) に続いてスイッチを切り替え、基準電圧  $-V_{ref}$  [V] 側に接続した。ただし、 $V_{ref}$  は一定で、 $V_{ref} > 0$  とする。スイッチを切り替えてからコンデンサが完全に放電されるまでの時間を、コンパレータ、制御回路及びカウンタを用いて測定した結果、 $T_2$  [s] となった。  $C$  [F]、 $R$  [ $\Omega$ ]、 $T_1$  [s]、 $T_2$  [s] 及び  $V_{ref}$  [V] のうち必要なものを用い、測定結果から  $V_{in}$  を求める式を表せ。
- (4) A/D 変換の結果として得られたデジタル出力が 16 進数で 1CA と表されるとき、入力電圧  $V_{in}$  の値を求めよ。
- (5)  $V_{in}$  にランダムな雑音加わると、変換結果にどのような影響が現れるか述べよ。

2. 図2に示す断面を持つ2重管構造のピトー管について考える。速度  $U$  [m/s]の流れにピトー管の先端を向けた際に、ピトー管先端で流れがせき止められた場所の圧力を  $P_T$  [Pa] とする。また、ピトー管の上面と下面の孔の位置で測定した静圧を  $P_S$  [Pa] とする。流体の密度を  $\rho$  [kg/m<sup>3</sup>] とすると、二つの圧力  $P_T$  と  $P_S$  の差から  $U$  を

$$U = \sqrt{\frac{2(P_T - P_S)}{\rho}}$$

と求めることができる。以下の問いに答えよ。

【20点】

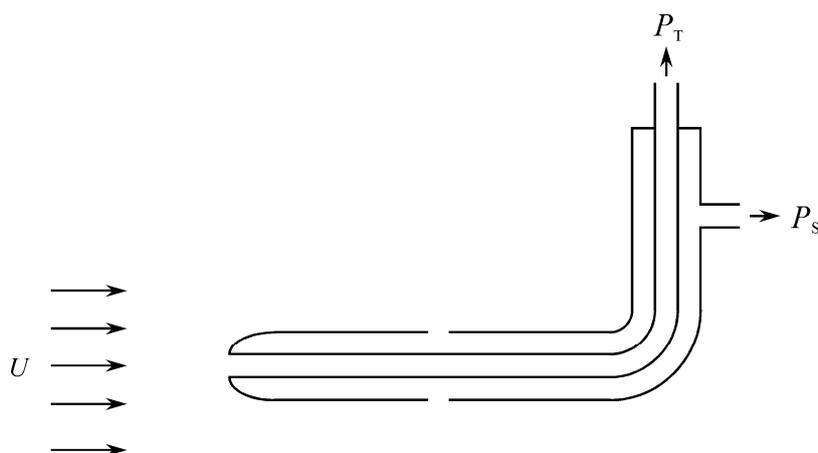


図2

- (1)  $P_T$  と  $P_S$  の差を 1 mmH<sub>2</sub>O まで測定可能な微差圧計で測定する。水の流速を測定する場合に、このピトー管で測定可能な最低流速を求めよ。ただし、答えは有効数字2桁で示せ。
- (2) 測定対象とする流体が空気に変わり、地表を吹く風の色度を測定する場合、測定可能な最低流速はいくらになるか。答えは有効数字1桁で示せばよい。
- (3) 微差圧計で測定可能な最低圧力が半分になると、ピトー管で測定可能な最低流速は何倍になるか。

3. ひずみゲージは、金属の細線が伸縮した際の電気抵抗の変化を利用して変形を計測する。以下の問いに答えよ。ただし、微小量の2次以上の項は無視できるものとする。

【25点】

- (1) ひずみゲージを、直径  $d$  [m] の円形断面を持つ長さ  $L$  [m] の金属線であると考え、その比抵抗を  $\rho$  [ $\Omega \cdot m$ ] とする。この金属線の抵抗  $R$  [ $\Omega$ ] を  $d$ 、 $L$  及び  $\rho$  を用いて表せ。
- (2) (1)の金属線を引っ張る向きに力を加えたところ、長さ、直径と比抵抗がそれぞれ  $\Delta L$  [m]、 $\Delta d$  [m]、 $\Delta \rho$  [ $\Omega \cdot m$ ] だけ変化した。金属線の抵抗の変化分を  $\Delta R$  [ $\Omega$ ] とするとき、抵抗の変化率  $\Delta R/R$  を  $\Delta d$ 、 $\Delta L$ 、 $\Delta \rho$ 、 $d$ 、 $L$  及び  $\rho$  を用いて表せ。

- (3) 金属の場合、応力を受けて変形しても比抵抗の変化  $\Delta \rho$  [ $\Omega \cdot m$ ] は十分に小さく、無視できる。また、ポアソン比  $\sigma$  は

$$\sigma = -\frac{\Delta d/d}{\Delta L/L}$$

と定義される。ゲージ率  $K$  を

$$K = \frac{\Delta R/R}{\Delta L/L}$$

とするとき、 $K$  を  $d$ 、 $L$ 、 $\rho$  及び  $\sigma$  のうち必要なものを用いて表せ。

- (4) ひずみゲージを構成する金属線の抵抗は、温度によっても変化する。温度変化の影響を受けずにひずみを測定するため、どのような工夫がなされているか。一例を挙げて説明せよ。

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) 「直接測定」と「間接測定」について、それぞれ例を挙げて説明せよ。
- (2) 「エリアシング」とは何か、説明せよ。
- (3) 計測における「再現性」とは何か、説明せよ。
- (4) 計測における「正確さ」とは何か、説明せよ。