

(エレクトロニクス)

1. オペアンプに関して、以下の問いに答えなさい。

(1) 図1はオペアンプのモデルである。このモデルで示されたオペアンプが理想オペアンプであるためには、2つの抵抗 R_{in} , R_{out} の値はいくらであればよいか答えなさい。

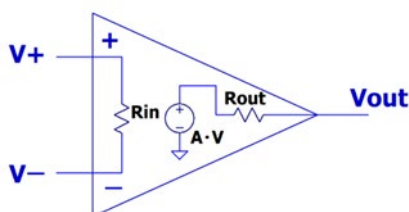


図 1

(2) オペアンプの電圧増幅率を A , +入力端子の電位を V_+ [V], -入力端子の電位を V_- [V], 出力電圧を V_{out} [V] とするとき、これらの間に成り立つ関係式を書きなさい。

(3) 図2の回路図において、回路の出力電圧を V_{out} とするとき、ノードcの電位 V_c を R_1 と R_2 および V_{out} を用いて表しなさい。

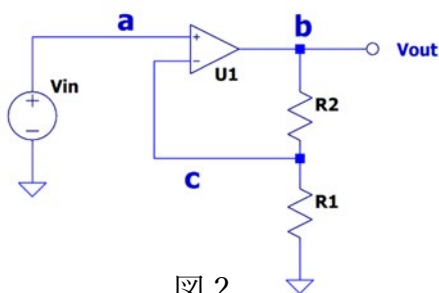


図 2

(4) (3)の結果を(2)の関係式に代入して、 $\frac{V_{out}}{V_{in}}$ を求めなさい。途中の計算過程も書きなさい。

(5) (4)の結果で $A \rightarrow \infty$ としたときの $\frac{V_{out}}{V_{in}}$ を求めなさい。途中の計算過程も書きなさい。

(デジタル信号処理)

2. 以下の設問に導出過程を含めて答えなさい。円周率を π とする。

(1) 時間を t [s] とするアナログ信号 $x(t)=\sin(2\pi\cdot300t)+\sin(2\pi150t)$ をサンプリング周波数 $f_s=500$ Hz でサンプリングするとき、サンプリング後の離散信号における周波数成分をすべて求めなさい。

(2) 時間を t [s] とするアナログ信号 $x(t) = 5 \sin(2\pi t)$ を量子化ビット数 $N = 3$ の量子化器でサンプリングした場合について考える。このとき量子化ステップ幅 Δ を求めなさい。ただし信号振幅は最小値 -5 、最大値 5 とし、入力範囲 $0 \leq x \leq 3$ を $N = 2$ の量子化器でサンプリングした場合の入出力波形は図1のようになるとする。

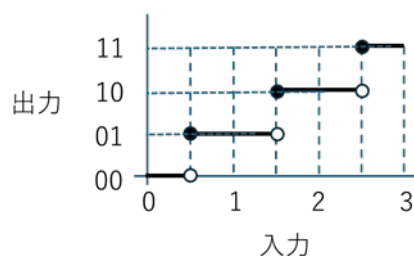


図 1

(3) (2) において $x(t)$ の値が 1.8 であった。このときの量子化後の値を計算し、量子化誤差を求めなさい。

(4) 長さ 4 の離散信号 $f[n]=\{1, 1, 0, 0\}$ の DFT を計算し、結果を周波数領域のスペクトルとして表すことを考える。DFT の周波数成分 $F[k]$ を $k=0, 1, 2, 3$ についてそれぞれ計算しなさい。

(5) (4) において振幅スペクトルと位相スペクトルを、DFT の計算結果を実部と虚部で分けて書き出すことにより求めなさい。

(制御)

3. 以下の設問に導出過程を含めて答えなさい。

(1) 図1に示すバネ・マス・ダンパ系について、入力を物体に加える力 f [N]，出力を物体の位置 x [m] としたとき，入力から出力までの伝達関数を求めなさい。なお，物体の質量 M [kg]，バネ定数 K [N/m]，ダンパの粘性摩擦係数 D [N/(m/s)] であり，バネが自然の長さのときの位置を x の原点とする。

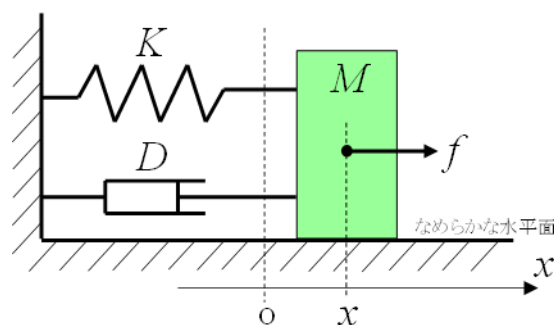


図1

(2) (1) において，時間 $t = 0$ s から単位ステップ関数を入力として与えた。出力の時間応答波形の式を求めなさい。なお， $M=1$ ， $D=3$ ， $K=2$ とする。

(3) 1次遅れ系の伝達関数 $G(s) = \frac{1}{s+1}$ について，角周波数 ω [rad/s] の関数として周波数応答のゲイン $|G(j\omega)|$ ，および位相 $\angle G(j\omega)$ をそれぞれ求めなさい。また，角周波数 $\omega = 2$ rad/s の正弦波を入力したとき，定常状態において出力される正弦波の振幅は，入力の振幅と比べて何倍になるか答えなさい。

(4) 図2に示すフィードバック制御系のブロック線図において，入力 x から出力 y までの伝達関数 $G(s)$ を求めなさい。

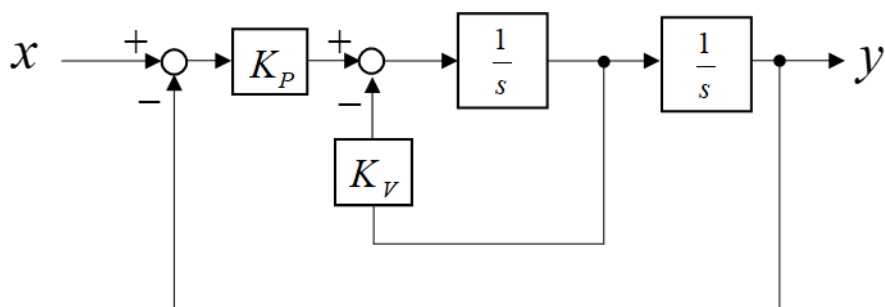


図2

(5) (4) において，固有振動数 $\omega_n = 10$ [rad/s]，減衰係数 $\zeta = 1.0$ となる応答にしたい。ブロック線図中の制御ゲイン K_P ，および K_V をそれぞれいくりにすればよいか答えなさい。