

平成 16 年度弁理士試験論文式筆記試験問題

[制御工学]

1. 図 1 の流体系において、水槽 i からの流出量 w_i ($i=1,2$) は、水面の高さを h_i として $w_i = k_i c h_i$ と表されるとする (k_i, c は定数)。このとき、以下の問いに答えよ。なお、水槽 i の断面積を A_i (定数) とする。

【 25 点】

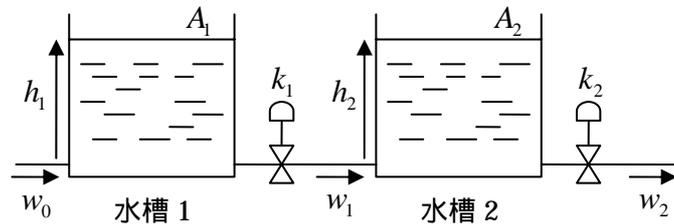


図 1

- (1) 水槽の断面積は一定であるので、水槽 i の貯水量は $A_i h_i$ で表される。水槽 1 への流入量を w_0 としたとき、水槽 1 の貯水量の時間変化を考え、それにより水位の時間微分 \dot{h}_1 を w_0 と h_1 を用いた式で表せ。
- (2) 状態変数を (h_1, h_2) 、入力を w_0 として、この系の状態方程式を導出せよ。
- (3) 状態変数を (w_1, w_2) 、入力を w_0 として、この系の状態方程式を導出せよ。
- (4) 流入量 w_0 が一定であるとき、この系が平衡となるときの各水槽の水面の高さを求めよ。またこのときの安定性について述べよ。ただし、 $\frac{k_1}{A_1} \neq \frac{k_2}{A_2}$ とする。
- (5) (3) の状態方程式に対して、状態フィードバック $w_0 = -[p_1 \quad p_2] \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \end{bmatrix}$ を考え

たとき、閉ループ系の極を $-\frac{3k_1c}{A_1}, -\frac{2k_2c}{A_2}$ に配置するようなフィードバックゲイ

ン p_1, p_2 を求めよ。

2. 図2に示すような電気回路について以下の問いに答えよ。

【25点】

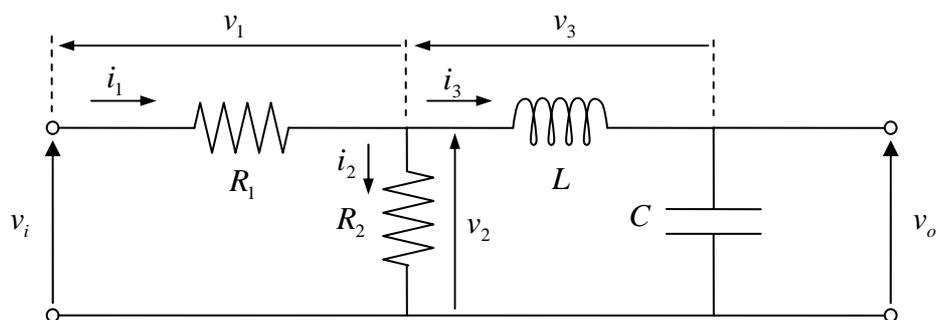


図2

(1) 次の文章中の () にあてはまる適切な式を答えよ。

この回路において、抵抗 R_1 を流れる電流を $i_1(t)$ 、その端子間電圧を $v_1(t)$ 、抵抗 R_2 に流れる電流を $i_2(t)$ 、端子間電圧を $v_2(t)$ 、コイル L およびコンデンサ C に流れる電流を $i_3(t)$ 、コイル L の端子間電圧を $v_3(t)$ とする。また、時間関数として表されている $i_1(t)$ のラプラス変換を $I_1(s)$ とし、同様に $i_2(t)$ 、 $i_3(t)$ 、 $v_1(t)$ 、 $v_2(t)$ 、 $v_3(t)$ のラプラス変換をそれぞれ、 $I_2(s)$ 、 $I_3(s)$ 、 $V_1(s)$ 、 $V_2(s)$ 、 $V_3(s)$ とする。さらに、この回路の入力および出力の端子間電圧 $v_i(t)$ 、 $v_o(t)$ のラプラス変換をそれぞれ $V_i(s)$ 、 $V_o(s)$ とする。

このとき、例えば、コイル L に流れる電流とその端子間電圧の関係は、時間領域で表すと $v_3 = L \frac{di_3}{dt}$ だが、ラプラス形式で表すと $V_3 = sLI_3$ となる。

さて、出力側から考え、コンデンサ C についてその端子間電圧は $v_o = \frac{1}{C} \int i_3 dt$ である。これをラプラス領域で表すと、そこに流れる電流は $I_3 =$ (ア) V_o となる。また、コイル L の端子間電圧は、上記のように $V_3 = sLI_3$ である。一方、抵抗 R_2 については、端子間電圧が $V_2 = V_3 +$ (イ) であり、また電流は $I_2 =$ (ウ) V_2 である。よって抵抗 R_1 を流れる電流は $I_1 = I_2 +$ (エ) であり、端子間電圧は $V_1 =$ (オ) である。入力電圧は $V_i = V_1 + V_2$ と表され、以上を逆に解くことでこの回路のブロック線図が構成できる。

(2) (1)より、この回路をブロック線図として表すと図3のようになった。図中、カ~ケの各ブロック部に当てはまる式(ラプラス形式)を答えよ。

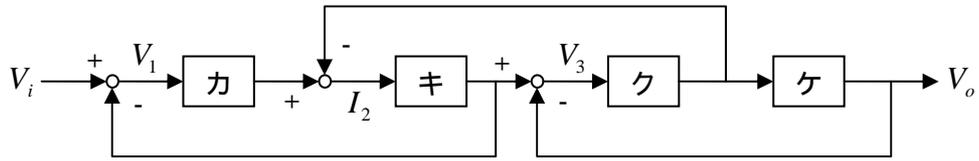
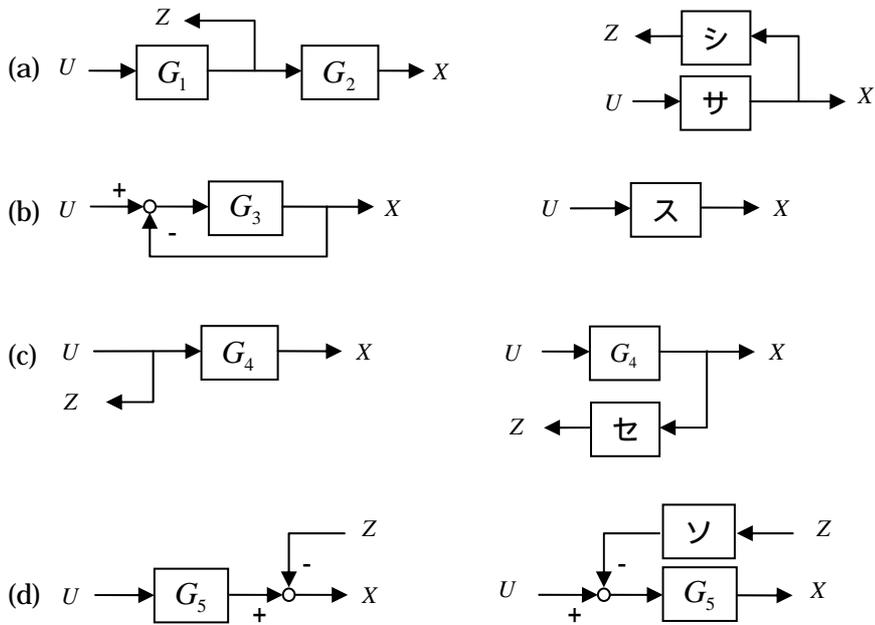


図3

(3) 以下のブロック線図の等価変換に関してサ~ソのブロックに当てはまる式を答えよ。



(4) この回路において、 V_i を入力、 V_o を出力としたときの伝達関数を求めよ。

論点 [制御工学]

1 . 現代制御 (特に状態方程式とフィードバック制御の安定性) についての理解度を問う。

(1) (2) (3) 状態方程式に関する理解度を問う。

(4) 平衡状態と安定性に関する理解度を問う。

(5) 状態フィードバックと極配置に関する理解度を問う。

2 . 古典制御 (特にブロック線図と伝達関数) についての理解度を問う。

(1) 回路要素における比例・微分・積分要素のラプラス変換に関する理解度を問う。

(2) ラプラス形式によるブロック線図の表現に関する理解度を問う。

(3) ブロック線図の等価変換に関する理解度を問う。

(4) 伝達関数の導出に関する理解度を問う。