

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】

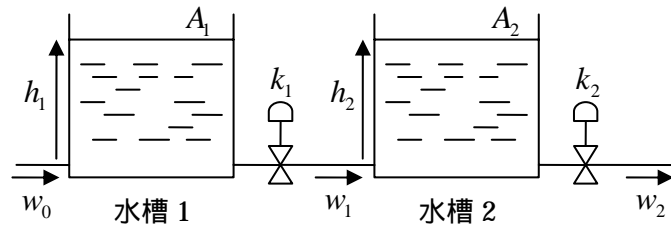


図 1

- ( 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。

【 2 5 点】

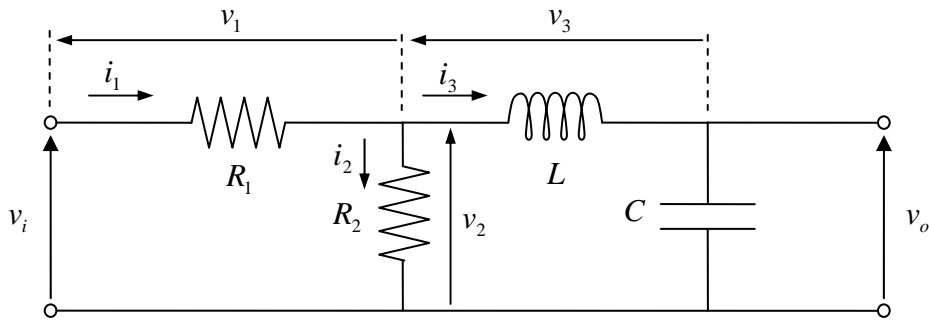


図 2

( 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。

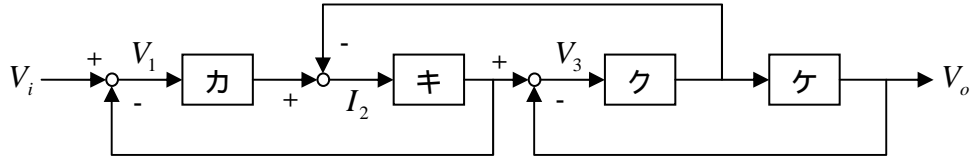
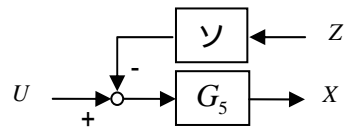
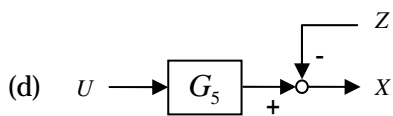
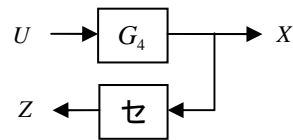
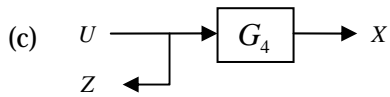
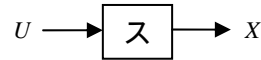
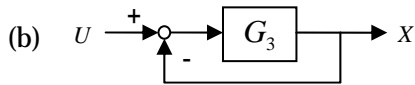
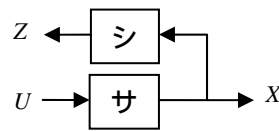
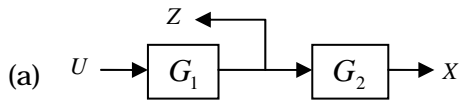


図3

(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。

**【訂正箇所】**

試験問題に一部落丁（全3頁中2頁目）があり、試験時間中に落丁部分を配布しております。

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。