

平成 25 年度 弁理士試験論文式筆記試験問題

[制御工学]

1. 以下の文章を読んで、(1)～(3)の設問に答えよ。なお、 t は時間、 s はラプラス演算子とする。

【50点】

(1) 図1及び図2に示すシステムの閉ループ系の伝達関数を求めよ。

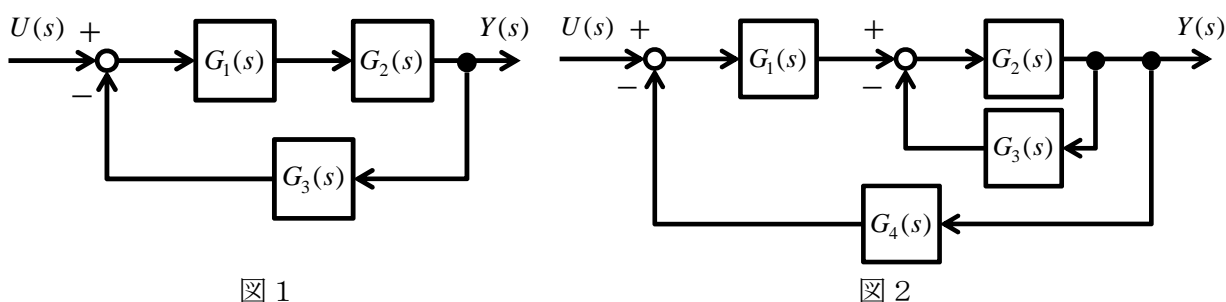


図 1

図 2

(2) 式1、式2に示す運動方程式で表されるシステムを考える。 $x(t)$ 、 $y(t)$ を変位とし、 $u(t)$ を入力とする。伝達関数 $\frac{X(s)}{U(s)}$ と伝達関数 $\frac{Y(s)}{U(s)}$ を求めよ。ここで、 $X(s)$ 、 $Y(s)$ 、 $U(s)$ はそれぞれ $x(t)$ 、 $y(t)$ 、 $u(t)$ のラプラス変換を表す。

$$m \frac{d^2 x(t)}{dt^2} + k_1 x(t) + k_2 (x(t) - y(t)) = u(t) \quad (\text{式 1})$$

$$k_2 (x(t) - y(t)) = c \frac{dy(t)}{dt} \quad (\text{式 2})$$

(3) 式3に示すシステム $G(s)$ の単位ステップ入力に対する時間応答を求めよ。

$$G(s) = \frac{5s+6}{s^2+5s+6} \quad (\text{式 3})$$

2. 以下の文章を読んで、(1)～(7)の設問に答えよ。

【50点】

図3に電気回路を示す。ここで、 L_1 と L_2 はインダクタンス、 R_1 と R_2 は抵抗を表し、 L_1 を通る電流を i_1 、 L_2 を通る電流を i_2 とする。各インダクタンス及び抵抗の値は正の定数である。抵抗 R_1 の両端電圧 y を計測し、それをフィードバックして、電圧 u を与えて、電流を制御する系を考える。

このとき、回路方程式は式4及び式5のようになる。なお、 t は時間を表す。

$$L_1 \frac{di_1}{dt} + R_1(i_1 - i_2) = u \quad (\text{式4})$$

$$L_2 \frac{di_2}{dt} + R_2 i_2 = R_1(i_1 - i_2) \quad (\text{式5})$$

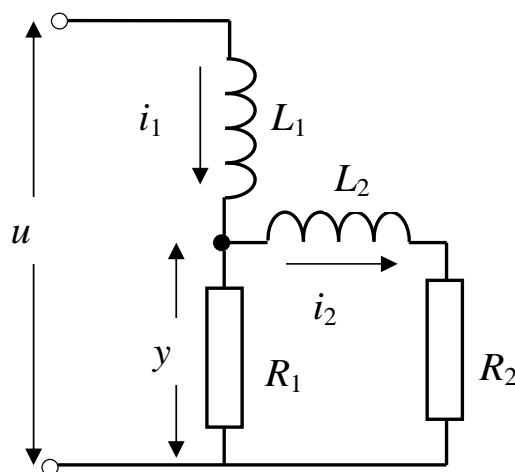


図3

(1) この系を状態方程式で表すと式6のようになる。行列 A と B を求めよ。

ただし、 $X = \begin{bmatrix} i_1 \\ i_2 \end{bmatrix}$ とする。

$$\frac{dX}{dt} = AX + Bu \quad (\text{式6})$$

(次頁へ続く)

- (2) 両端電圧 y を出力と考えると、出力方程式は式 7 のようになる。行列 C と D を求めよ。

$$y = CX + Du \quad (\text{式 7})$$

- (3) 可制御性行列を求め、この系が可制御であることを示せ。
- (4) 可観測性行列を求め、この系が可観測であることを示せ。
- (5) 電圧 u が式 8 で表されるようなフィードバック制御を行うことにする。ここで、 g は定数である。この閉ループ系の状態方程式は式 9 のように表される。行列 \hat{A} を求めよ。

$$u = -gy \quad (\text{式 8})$$

$$\frac{dX}{dt} = \hat{A}X \quad (\text{式 9})$$

- (6) (5) の閉ループ系の特性多項式を求めよ。ここで、 L_1 と L_2 の値を 1、 R_1 と R_2 の値を 1 とする。なお、特性多項式の根を λ で表すこと。
- (7) (6) の閉ループ系の特性多項式の根が、 -0.5 と -3 になるような定数 g を求めよ。