

平成 27 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)～(6)の設問に答えよ。

【50点】

図1にフィードバック制御系のブロック線図を示す。 $P(s)$ は制御対象、 $R(s)$ は目標値、 $Y(s)$ は制御量、 $C(s)$ は制御器、 $E(s)$ は偏差、 $U(s)$ は操作量、 $D(s)$ は外乱の伝達関数を表わす。制御対象の伝達関数 $P(s)$ は式1、制御器の伝達関数 $C(s)$ は式2で与えられる。なお、 s はラプラス演算子とする。

$$P(s) = \frac{s+2}{s^3+6s^2+11s+6} \quad (\text{式1})$$

$$C(s) = \frac{s^2+4s+3}{s^2+3s+2} \quad (\text{式2})$$

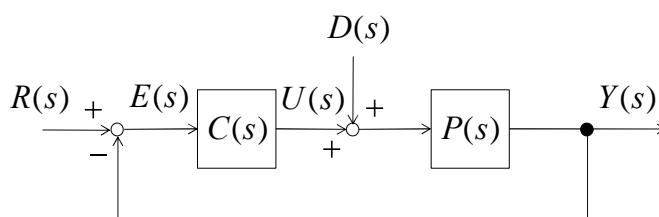


図1

- (1) 外乱 $D(s)=0$ とし、目標値 $R(s)$ から制御量 $Y(s)$ までの伝達関数 $G_{yr}(s)$ を求めよ。
- (2) 外乱 $D(s)=0$ とし、目標値 $R(s)$ から操作量 $U(s)$ までの伝達関数 $G_{ur}(s)$ を求めよ。
- (3) 目標値 $R(s)=0$ とし、外乱 $D(s)$ から制御量 $Y(s)$ までの伝達関数 $G_{yd}(s)$ を求めよ。
- (4) 目標値 $R(s)=0$ とし、外乱 $D(s)$ から操作量 $U(s)$ までの伝達関数 $G_{ud}(s)$ を求めよ。
- (5) 式1に示す制御対象 $P(s)$ の単位ステップ入力に対する時間応答 $y(t)$ を求めよ。
- (6) 式1に示す制御対象 $P(s)$ の単位ステップ入力に対する時間応答の定常値 y_{∞} を求めよ。

2. 以下の文章を読んで、1 自由度系について(1)～(6)の設問に答えよ。

【50点】

式3に示す1自由度系の運動方程式を考える。なお、 u は制御入力を表す。

$$\ddot{x} + \dot{x} - 5x = u \quad (\text{式3})$$

フィードバック制御を行うものとし、制御入力 u は式4のように表す。なお、 g_1 、 g_2 はフィードバックゲインとする。

$$u = g_1 x + g_2 \dot{x} \quad (\text{式4})$$

なお、本問題では時間 t に関する微分を式5のように表す。

$$\dot{x} = \frac{dx}{dt}, \quad \ddot{x} = \frac{d^2x}{dt^2} \quad (\text{式5})$$

(1) 式3の運動方程式を式6のような状態方程式形式で記述する。式6の中の行列 A と行列 B を求めよ。

$$\begin{bmatrix} \dot{x} \\ \ddot{x} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ \dot{x} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} B \end{bmatrix} u \quad (\text{式6})$$

- (2) 式3に示す1自由度系の可制御性行列を求めよ。
- (3) 式3に示す1自由度系の可制御性を判定せよ。
- (4) 閉ループ系の特性多項式を求めよ。なお、ラプラス演算子は s とする。
- (5) 閉ループ系を安定にするフィードバックゲイン g_1 、 g_2 の条件を求めよ。
- (6) 閉ループ系の特性多項式の根が、-2 と -5 になるようなフィードバックゲイン g_1 、 g_2 を求めよ。