

## 問題E

式(i)の微分方程式で表される制御対象を考える。

$$\frac{dy(t)}{dt} = 2u(t) - 3y(t) \quad (\text{i})$$

但し、 $u(t)$ は制御入力、 $y(t)$ は出力であり、それぞれのラプラス変換を $U(s), Y(s)$ とする。  
以下の問に答えよ。

- (1) 制御対象の伝達関数  $P(s) = Y(s)/U(s)$  を導出せよ。
- (2) この制御対象に対するフィードバック制御器  $C(s)$  を式(ii)で表される比例積分制御器とする。制御系全体のブロック線図を示せ。

$$U(s) = C(s)(R(s) - Y(s)), \quad C(s) = K_p + \frac{K_I}{s} \quad (\text{ii})$$

但し、 $R(s)$ は目標値、 $K_p$ は比例ゲイン、 $K_I$ は積分ゲインである。

- (3) 問(2)において、閉ループ系の極を全て  $-10$  に配置するためのゲイン  $K_p, K_I$  を求めよ。
- (4) 問(3)で求めたゲインを用いたときに、目標値  $r(t)$  を単位ステップ関数としたときの出力の時間応答  $y(t)$  を計算せよ。
- (5) 問(3)で求めたゲインを用いたときの、開ループ伝達関数  $P(s)C(s)$  の Bode 線図の概形を図示せよ。
- (6) 問(5)で求めた Bode 線図から位相余裕を読み取る方法を説明せよ。

## Problem E

Consider the plant described by the differential equation (i).

$$\frac{dy(t)}{dt} = 2u(t) - 3y(t) \quad (\text{i})$$

Here,  $u(t)$  is the control input and  $y(t)$  is the output.  $U(s)$  and  $Y(s)$  are the Laplace transformations of  $u(t)$  and  $y(t)$ , respectively. Answer the following questions.

- (1) Derive the transfer function of the plant  $P(s) = Y(s)/U(s)$ .
- (2) For this plant, a feedback controller  $C(s)$  is designed as the proportional-integral controller expressed by Eq. (ii). Draw the block diagram of the whole control system.

$$U(s) = C(s)(R(s) - Y(s)), \quad C(s) = K_p + \frac{K_I}{s} \quad (\text{ii})$$

Here,  $R(s)$  is the command,  $K_p$  is the proportional gain, and  $K_I$  is the integral gain.

- (3) Obtain the gains  $K_p$  and  $K_I$  to assign all the closed-loop poles to  $-10$  in Question (2).
- (4) Let the command  $r(t)$  be the unit step function. Calculate the time response of the output,  $y(t)$ , with the gains obtained in Question (3).
- (5) Sketch the Bode diagram of the open-loop transfer function  $P(s)C(s)$  with the gains obtained in Question (3).
- (6) Explain how to find the phase margin from the Bode diagram of Question (5).