

問題 6

I. 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, 閉ループ系の極をすべて $s = -10$ に配置するための K_p と K_I を求めよ.

(4) 問(3)で求めたゲインを用いた時に, 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 $y(t)$ を求めよ.

(5) 問(3)で求めたゲインを用いた時の, 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.

II. 電源の端子において電圧が $V(t) = V_0 \cos \omega t$, 電流が $I(t) = I_0 \cos(\omega t + \varphi)$ で表すことができる角周波数 ω の単相交流がある. 以下の問に答えよ.

(1) この交流電源の瞬時出力電力を求めよ. その結果から, 電流と電圧の実効値, および力率を求めよ.

(2) 問(1)の結果から, 単相交流の電力の問題点を説明せよ.

(3) 問(1)の電圧と電流の位相を $1/3$ 周期ずつずらした 3 つの電源を用いて, 対称三相交流電源を構成する. このときの三相交流電源の瞬時合計電力を求めよ.

(4) 上記の結果に言及しつつ, 対称三相交流が電力システムにおいて広く用いられている理由を説明せよ.