

制御工学 試験問題 (2013.1.31)

出題 平田 光男

注意事項

- (1) 持ち込みはすべて不可。指示されたものだけ机の上に置くこと。
- (2) 試験開始後 30 分間と終了前 10 分間は退室禁止。
- (3) 専用の解答用紙に記入すること。その際、判読可能なように丁寧に書くこと。紛らわしい文字の場合、不正解となることがある。
- (4) 問 3, 4 については、答えだけでは得点を与えられません。解の導出過程を枠内に収まるよう簡潔に記述し、最終的な答えは二重下線または四角で囲むこと。

問 1. 次の下線部 (1) ~ (4) に当てはまる適切な語句または数値を解答欄に書け。(20 点)

- (1) 時定数は定常値の (1) _____ % に達するまでの時間に等しい。
- (2) (2) _____ 入力に対する定常偏差を定常速度偏差という。
- (3) 遅れ時間は定常値の (3) _____ % に達するまでの時間を表す。
- (4) PI 制御器とは、比例ゲインと (4) _____ ゲインを調節する制御器である。

問 2. ある閉ループシステムの一巡伝達関数 $L(s)$ のベクトル軌跡を $\omega = 0 \sim \infty$ について描いたとき図 1 のようになったとする。このとき、以下の各問いに答えよ。ただし、 $L(s)$ は安定とし、点 A は $-\sqrt{3}/2 - (1/2)j$ にあるものとする。(20 点)

- (1) 図 1 を見て、位相余裕 [度] を答えよ。
- (2) ゲイン余裕を調べるために、一巡伝達関数 $L(s)$ のゲインを少しずつ大きくしていったところ、ゲインが 2 倍になったところで閉ループシステムは不安定になった。ゲイン余裕 [dB] を一番近い整数で答えよ。

問 3. 伝達関数 $G(s) = 1/(s^3 + as^2 + bs + c)$ について以下の各問いに答えよ。ただし、 a, b, c は実数とする。(30 点)

- (1) $G(s)$ の極が $-1 \pm j, -1$ となるように実数 a, b, c を決めよ。
- (2) $a = b = 2$ のとき $G(s)$ が安定となる c の範囲を求めよ。
- (3) $a = b = c = 5$ のとき $G(s)$ は安定となる。このとき、 $G(s)$ へ単位ステップ入力を加えた際の出力 $y(t)$ の定常値、つまり、 $y_\infty = \lim_{t \rightarrow \infty} y(t)$ を求めよ。

問 4. 図 2 の制御系について以下の各問いに答えよ。(30 点)

- (1) 目標値 r から出力 y までの閉ループ伝達関数 $G_{yr}(s)$ を k_1, k_2 を使って表し、 $G_{yr}(s)$ の極が $-\alpha$ ($\alpha > 0$) の重根になるように k_1, k_2 を決めよ (ヒント: まず破線部の伝達関数を求めてみよ)。
- (2) (1) のもとで r に単位ステップ入力を加えた。このとき、 $y(t)$ を求め、応答を図示せよ。
- (3) (2) における定常偏差 $e_\infty = \lim_{t \rightarrow \infty} e(t)$ を求め、得られた結果に対する理由について説明せよ。

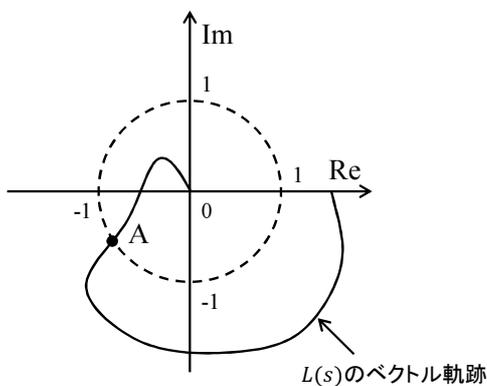


図 1: ナイキスト線図

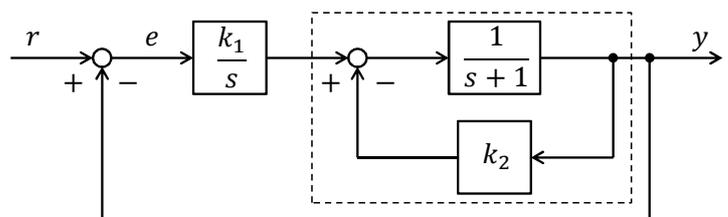


図 2: 制御系