

制御工学 試験問題 (2014.1.30)

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) 2 次遅れ要素のステップ応答が不足制動のときの減衰比 ζ の範囲は (1) _____ となる。
- (2) 角周波数 ω を 0 から ∞ , あるいは $-\infty$ から ∞ に変化させながら, 周波数伝達関数 $G(j\omega)$ のベクトル軌跡を描いた線図を (2) _____ と呼ぶ。
- (3) 伝達関数 $G(s)$ の分母多項式を $d(s)$ としたとき, 方程式 $d(s) = 0$ を (3) _____ と呼ぶ。
- (4) 伝達関数 $G(s) = 1/(Ts + 1)$ を (4) _____ 要素と呼ぶ。

問 2. 次の問いに答えよ。(20 点)

- (1) 単位ステップ入力を加えた時の出力が $y(t) = te^{-5t}$ となるシステムの伝達関数 $G(s)$ を答えよ。
- (2) 伝達関数 $G(s) = (s + 10)/(s + 5)$ に $u(t) = \sin 5t$ を加えたときの定常状態における出力信号 $y(t)$ は $y(t) = A \sin(5t + \phi)$ となる。この時, A を答えよ。

問 3. ゲイン余裕が 12 dB, 位相余裕が 60 度の直結フィードバック系がある。制御対象を $P(s)$, 制御器を $C(s)$ とし, 一巡伝達関数を $L(s) = P(s)C(s)$ で定義するとき, 次の問いに答えよ。(30 点)

- (1) $C(s)$ のゲインを $\sqrt{2}$ 倍にしたとき, ゲイン余裕は何 dB になるか。最も近い整数で答えよ。
- (2) $|L(j\omega_c)| = 1$ を満たす角周波数 ω_c に対して $\angle P(j\omega_c)$ [度] を求めよ。ただし, $\angle C(j\omega_c) = \alpha$ [度] と定義する。
- (3) 制御器 $C(s)$ の出力にフィルタ $F(s) = \sqrt{2} \omega_c / (s + \omega_c)$ を挿入した。ここで, ω_c は (2) で定義した角周波数を表す。すると, 一巡伝達関数は $L(s) = P(s)F(s)C(s)$ に変わる。このときの位相余裕 [度] を答えよ。

問 4. 図 1 の直結フィードバック系について答えよ。ただし, $P(s) = 1/(0.1s + 1)$ とする。また, 問題の中で g, h は正の実数とする。(30 点)

- (1) 比例制御 $K(s) = g$ を考える。このとき, 単位ステップ入力に対する定常偏差が 0.1 以下になる g の範囲を答えよ。
- (2) 積分制御 $K(s) = h/s$ を考える。制御系のステップ応答が臨界制動になるように h を決めよ。
- (3) PI 制御 $K(s) = g + h/s$ を考える。目標値 r から出力 y までの伝達関数を求め, これが, 1 次遅れシステムになるには, g と h の間にどのような関係が成り立てば良いか答えよ。

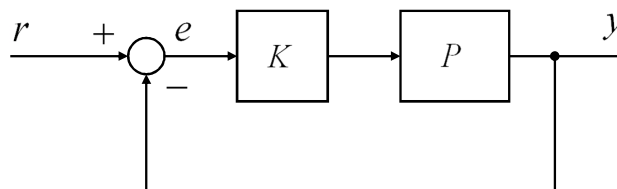


図 1: 直結フィードバック系

時間が余ったら, 制御工学の講義に対する意見, 感想を述べよ (採点対象外)。