

# 制御工学 試験問題 (2020.2.6)

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) スマホなどの電子機器は身につけないこと。
- (3) 試験時間は **80 分**とし、試験開始後 **30 分間**と終了前 **10 分間**は退室禁止。
- (4) 指定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。
- (5) 問 3, 4 については答えだけでは得点を与えられません。解の導出過程については、所定の枠内に簡潔に記述すること。

問 1. 次の下線部に当てはまる適切な数値や語句を解答欄に書け。(40 点)

- (1) 伝達関数  $1/(2s + 10)$  の時定数は(a) \_\_\_\_\_, 角周波数  $\omega = 5 \text{ rad/s}$  のゲインは整数値で約(b) \_\_\_\_\_ dB である。
- (2) ステップ応答が定常値の 10%から 90%へ達するまでに要する時間を(c) \_\_\_\_\_, 定常値の 50%に達するまでに要する時間を(d) \_\_\_\_\_, 定常値の  $\pm 5\%$ の範囲に落ち着くまでに要する時間を(e) \_\_\_\_\_ という。
- (3) 2次遅れ要素  $16/(s^2 + 4s + 16)$  の固有角周波数は(f) \_\_\_\_\_, 減衰比は(g) \_\_\_\_\_。
- (4)  $C(s) = (as + 1)/(s + 1)$  が位相進み補償器として機能する正の実数  $a$  の範囲は(h) \_\_\_\_\_。

問 2. 図 1 のブロック線図について答えよ。ただし,  $G, L$  は伝達関数を表す。(10 点)

- (1)  $G = 0$  のとき,  $r$  から  $y$  までの伝達関数を求めよ。
- (2)  $r$  から  $y$  までの伝達関数が  $L$  になった。このときの  $G$  を答えよ。

問 3. 図 2 の直結フィードバック系の一巡伝達関数  $L = PC$  が

$$L = \frac{k}{s(s + 3)}$$

で与えられるとき, 次の各問いに答えよ。ただし,  $k$  は正の実数とする。(20 点)

- (1) 位相余裕が  $60^\circ$  になるように  $k$  を定めよ。
- (2) (1) のとき, 閉ループ極を求めよ。

問 4. 図 2 の直結フィードバック系の一巡伝達関数  $L = PC$  が

$$L = \frac{k}{(s + 1)(s + 2)(s + 3)}$$

で与えられるとき, 次の各問いに答えよ。ただし,  $k$  は正の実数とする。(30 点)

- (1) 閉ループ系が安定となる  $k$  の範囲を求めよ。
- (2) (1) のもとで, 定常位置偏差  $\varepsilon_p$  を  $k$  を使って表せ。
- (3)  $k$  をゲイン余裕が 20dB になるように定めた。このとき, 定常位置偏差  $\varepsilon_p$  を求めよ。

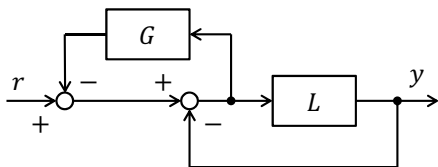


図 1: ブロック線図

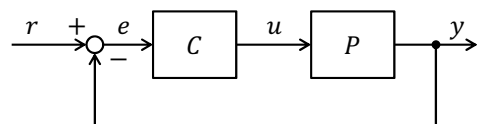


図 2: 直結フィードバック系

※ 問題用紙の余白や裏面は計算に使って良い。