

制御論第一

原辰次教員

2004/07/29

1. 図1のフィードバック制御系を考える。このとき、以下の問に答えよ。ただし、 $P(s), \tilde{P}(s), Q(s)$ はすべてプロバかつ安定とする。

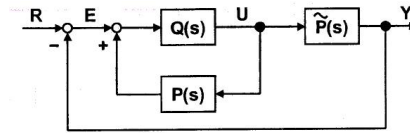


図1 フィードバック制御系

- (a) R から E までの伝達関数 $\tilde{G}_{er}(s)$ を求めよ。
 (b) $\tilde{P}(s) = P(s)$ のときの $\tilde{G}_{er}(s)$ を $G_{er}(s)$ とおく。 $Q(s)$ がプロバかつ安定ならば、 $G_{er}(s)$ がプロバかつ安定となることを示せ。
 (c) 感度関数 $S(s)$ を以下のように定義する。

$$S(s) = \left(\frac{\tilde{G}_{er}(s) - G_{er}(s)}{\tilde{G}_{er}(s)} \right) / \left(\frac{\tilde{P}(s) - P(s)}{\tilde{P}(s)} \right)$$

$S(s)$ の制御工学的意味を述べ、 $S(s)$ の具体的な形を示せ。

- (d) $|S(j\omega)|$ を小さくするためには、 $Q(s)$ をどのように選べばよいかの方針を述べよ。
 2.

$$P(s) = \frac{K(s+c)}{s^2 + 2\xi s + 1}, \quad |K| = 1$$

与えられる制御対象に関し、以下の2つの情報が得られているとする。

- (a) $P(s)$ のすべての極は複素数で図2の範囲内に存在する。
 (b) 初期状態零に対する単位ステップ応答は図3であった。

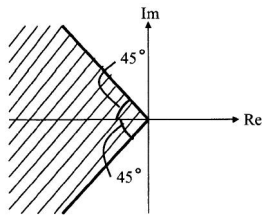


図2

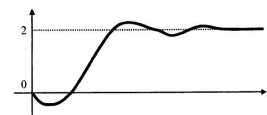


図3

このとき, ξ と c の満たすべき条件を求めよ. また, K を $-\infty$ から ∞ に変化させたときの根軌跡の概略図を示せ.

3.

$$P(s) = \frac{1}{s^2 + as + b}, \quad K(s) = K_P + \frac{1}{T_I s} \quad (K_P > 0, T_I > 0)$$

で与えられる PI 制御系を考える. このとき, 以下の間に答えよ.

- (a) $P(s)$ の安定条件を求めよ.
 - (b) $K(s)$ のボード線図 (ゲイン特性および位相特性) を描き, K_P および T_I の変化で, それらがどのように変化するかを図を用いて説明せよ.
 - (c) PI 制御系の閉ループ極を定める特性多項式 $\phi(s)$ を求め, 安定条件を記せ.
 - (d) $0 < K_P < 1, T_I > 1$ とする. このとき, この PI 制御系で安定化可能な $P(s)$ をパラメータ空間 (a, b) で図示せよ.
4. 一巡伝達関数 $L(s)$ に関して, 以下の情報が与えられているとする.
- $L(s)$ は安定で, 分母多項式の次数は 3, 分子多項式は定数である.
 - $L(0) = 5$
 - 閉ループ系は安定で, 位相余裕は 45° である.

このとき, 以下の間に答えよ.

- (a) ナイキスト線図の概要を図示せよ.
- (b) 上記のナイキスト線図を用いて, ゲイン余裕を定義せよ.
- (c) 感度関数のゲイン特性 $|S(j\omega)|$ の概要を図示せよ.