

制御論第一

原辰次教員

2005/07/28

1. 位相進み要素の伝達関数は

$$C(s) = K \frac{1 + Ts}{1 + \alpha Ts}$$

で与えられる。以下の問に答えよ。ただし、以下では $1 < K$ とする。

- (a) $C(s)$ のゲイン特性を折れ線近似で描け。また K, T, α がそれぞれ増加したとき、それらがどのように変化するかを図を用いて示せ。
- (b) $C(s)$ の位相の最大値を与える周波数 ω_m を求め、 $C(s)$ の位相特性の概要を図示せよ。また、 K, T, α がそれぞれ増加したとき、位相特性がどのように変化するかを図を用いて示せ。必要ならば、 $\frac{d(\tan^{-1} x)}{dx} = \frac{1}{1 + x^2}$ を用いよ。
- (c) 位相進み要素を用いると、フィードバック制御系の位相余裕を改善することができる。このことをボデ線図を用いて説明せよ。
2. 図1のフィードバック制御系において $P(s)$ はプロパーで安定とする。以下の問に答えよ。

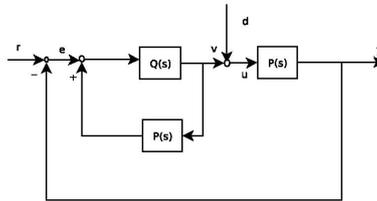


図1 フィードバック制御系

- (a)

$$\begin{pmatrix} r \\ d \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} e \\ u \end{pmatrix}$$

の伝達関数 $H(s)$ を求めよ。

- (b) 上記の $H(s)$ がプロパーで安定となるための必要十分条件を求めよ。
- (c) ステップ状の目標入力 $r(t)$ に対して定常偏差を零にするために $Q(s)$ が満たすべき条件を求めよ。ただし $d(t) = 0$ とする。また、そのような $Q(s)$ が存在するために $P(s)$ が満たすべき条件を示せ。
3. 一巡関数が

$$G(s) = \frac{1}{s(T_1 s + 1)(T_2 s + 1)} \quad (0 < T_1 \leq T_2)$$

で与えられている直結フィードバック制御系を考える。以下の問に答えよ。

(a) $G(s)$ のベクトル軌跡 ($s = j\omega, \omega > 0$) の概要は以下のうちのどれであるかを答え、その理由を説明せよ。なお、該当するものがない場合は、理由を付して示せ。

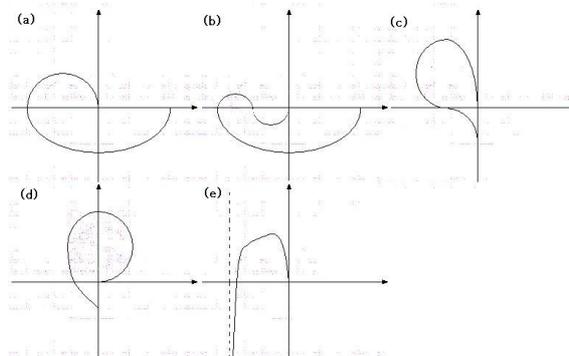


図 2

(b) このフィードバック系が安定であるための必要十分条件を示せ。

(c) 上記安定条件を満たすとき、ゲイン余裕を求めよ。

4. 図 3 のフィードバック制御系を考える。ここで、

$$P(s) = \frac{-bs + 1}{(s + 1)(s - a)}, \quad C(s) = g + \frac{k}{s}$$

このとき、以下の問に答えよ。ただし、 $b \geq 0$ とする。

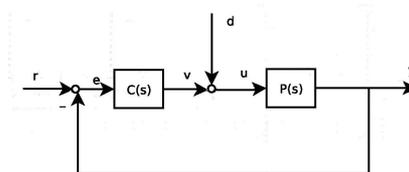


図 3 フィードバック制御系

(a) $k = 0$ とするとき、閉ループ系の安定条件を求めよ。

(b) $k = 0$, すなわち $C(s) = g$ で安定化できる (a, b) の条件を (a, b) 平面に図示せよ。

(c) $k = 0$ とすると得られないが $k \neq 0$ とすると得られる制御系の特性を示せ。

(d) $a > 0, b > 0$ とする。このとき $k \neq 0$ で安定化できる (a, b) の条件は $k = 0$ で安定化できる (a, b) の条件に比べ以下のどれになるか示せ。

- i. ゆるくなる
- ii. きつくなる
- iii. 変わらない

またその理由を説明せよ。