

問題 E

フィードバック制御系について以下の問に答えよ。

- (1) 図1のフィードバック制御系において、制御器の伝達関数を $G_c(s) = K$ ($K > 0$)、制御対象の伝達関数を $G_p(s) = \frac{1}{s(Ts+1)}$ とする。ただし $R(s)$ は基準入力、 $C(s)$ は制御量であり、時間信号 $r(t)$ 、 $c(t)$ をそれぞれラプラス変換したものである。なお、 T は正の定数とする。制御系全体の伝達関数を求めよ。
- (2) 一般に二次系の伝達関数は $G(s) = \frac{\omega_n^2}{s^2 + 2\zeta\omega_n s + \omega_n^2}$ として表せる。このとき、 ω_n を固有角周波数、 ζ を減衰率という。問(1)の制御系において $T = 0.1$ の時、減衰率 $\zeta = 0.5$ となる K の値を求めよ。また、入力 $r(t) = 1+t$ ($t \geq 0$) に対する定常偏差 ε を求めよ。
- (3) 問(1)の制御系において、系の単位ステップ応答が臨界制動となる K の値 ($=K_c$) を求めよ。また、 K の値が K_c より大きい場合と小さい場合の両方について系の単位ステップ応答がどうなるかを論ぜよ。
- (4) 問(1)の制御系に対して、内側にフィードバックループを加えたものを図2に示す。 $H(s) = K_d s$ ($K_d > 0$) として、図2の系全体の伝達関数を求めよ。また、 K_d の値によって系の安定性がどのようになるかを説明せよ。

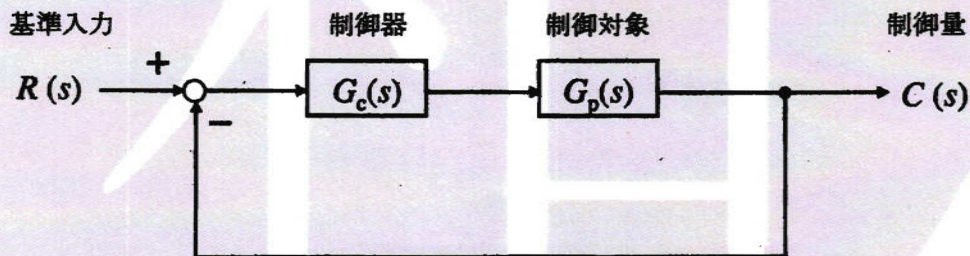


図1

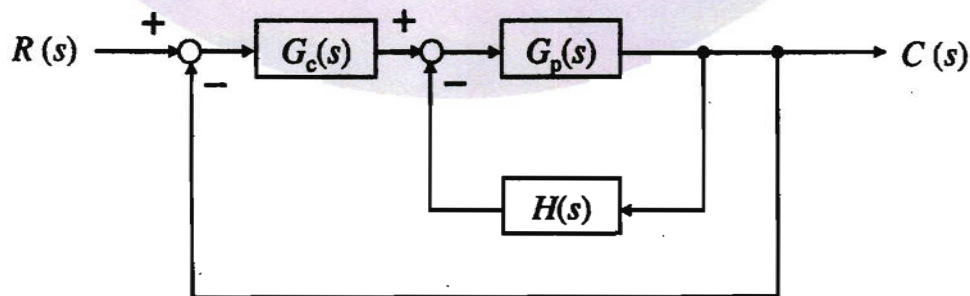


図2

Problem E

Answer the following questions on a feedback control system.

- (1) In the feedback control system shown in Fig.1, the transfer function of Controller is given by

$$G_c(s) = K \quad (K > 0), \text{ and the transfer function of Plant is given by } G_p(s) = \frac{1}{s(Ts+1)}. \text{ Here } R(s)$$

and $C(s)$ denote the reference input and the controlled variable, respectively, which are expressed by the Laplace transformation of time signals $r(t)$ and $c(t)$. T is a positive constant. Find the transfer function of the whole control system.

- (2) In general, the transfer function of a second-order control system is expressed by

$$G(s) = \frac{\omega_n^2}{s^2 + 2\zeta\omega_n s + \omega_n^2}, \text{ where } \omega_n \text{ and } \zeta \text{ denote the natural angular frequency and the}$$

damping ratio, respectively. When $T = 0.1$ in the control system given in Question (1), find K that makes the damping ratio $\zeta = 0.5$. Then find the steady state error ε for the input $r(t) = 1+t$ ($t \geq 0$).

- (3) In the control system given in Question (1), find K ($=K_c$) that makes the system show the critical damping in response to the unit step input. Then describe how the system responds to the unit step input in the case that K is larger than K_c and also in the case that K is smaller than K_c .

- (4) Figure 2 shows the control system where an inner feedback loop is added to the system given in Question (1). When $H(s) = K_d s$ ($K_d > 0$), find the transfer function of the whole system shown in Fig.2. Then describe how the stability of this system depends on K_d .

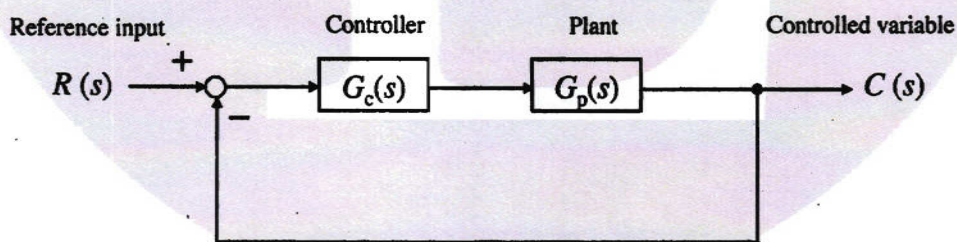


Fig.1

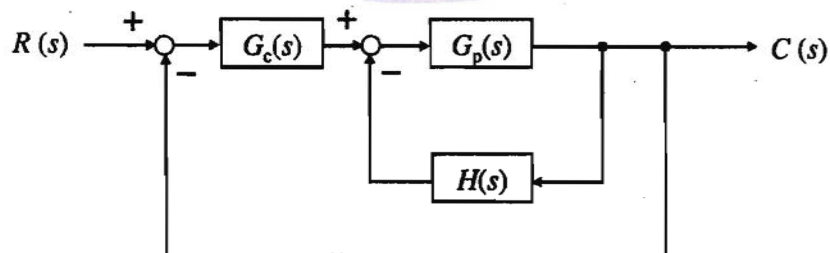


Fig.2