

## 問題 6

I.

次の微分方程式で表される制御対象を考える。ただし、 $u(t)$ は制御入力、 $y(t)$ は出力とし、それぞれのラプラス変換を $U(s), Y(s)$ とする。以下の問に答えよ。

$$\frac{d^2y(t)}{dt^2} + 3\frac{dy(t)}{dt} = u(t) - 2y(t)$$

- (1) 制御対象の伝達関数  $G_0(s) = \frac{Y(s)}{U(s)}$  を導出せよ。
- (2) 制御入力 $u(t)$ を単位ステップ関数としたときの出力の時間応答  $y(t)$ を求めよ。また、この応答の最終値を求めよ。

次に、図1のフィードバック制御系を考える。制御器の伝達関数を $G_c(s) = 1$ 、制御対象の伝達関数を  $G_p(s) = \frac{K}{s(Ts+1)}$  ( $K > 0, T > 0$ )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。

- (3) 図1のフィードバック制御系全体の伝達関数 $G_1(s)$ を求めよ。
- (4) 問(3)で求めた伝達関数の固有角周波数 $\omega_n$ と減衰率  $\zeta$ を求めよ。
- (5)  $T$ の値が大きくなると、図1のフィードバック制御系の単位ステップ応答の挙動がどうなるかを説明せよ。
- (6) 図2のように図1の制御系にさらに内側にフィードバックループを加える。ここで、 $H(s) = K_c s$  ただし $K_c > 0$ とする。このフィードバック制御系全体の伝達関数 $G_2(s)$ を求めよ。
- (7) 問(6)のフィードバック制御系において、 $K_c$  を十分に大きくすると、制御系全体の安定性を改善できることを示せ。

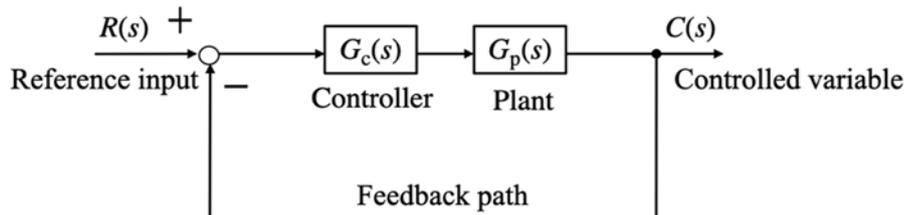


図 1

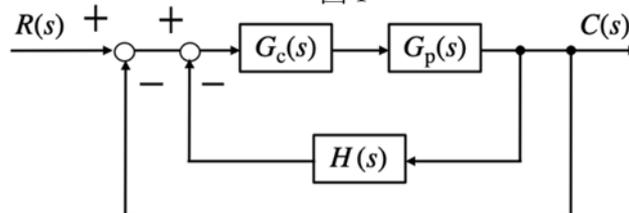


図 2

II.

図 3 に示す，電圧  $V$  の直流電源に接続された直流分巻電動機の等価回路を考える．ここで， $r_a$  は補償巻線抵抗を含む電機子抵抗， $r_f$  は界磁抵抗， $v_b$  はブラシ電圧降下， $I$  は入力電流， $I_a$  は電機子電流， $I_f$  は界磁電流， $E$  は誘導起電力である． $V=220$  [V]， $r_a=0.1$  [ $\Omega$ ]， $r_f=110$  [ $\Omega$ ]， $v_b=3$  [V] とする．また，磁気飽和および電機子反作用は無視する．以下の問に答えよ．

- (1)  $I=72$  [A] のときの  $I_a$  と  $E$  を求めよ．
- (2)  $I=72$  [A] で電動機の回転速度が 1,200 rpm のときのトルク  $T_M$  を求めよ．
- (3) 問(2)で求めたトルク  $T_M$  を保ったまま，界磁抵抗  $r_f$  を 2 倍にすると，電機子電流  $I_a$  が 2 倍となることを示せ．

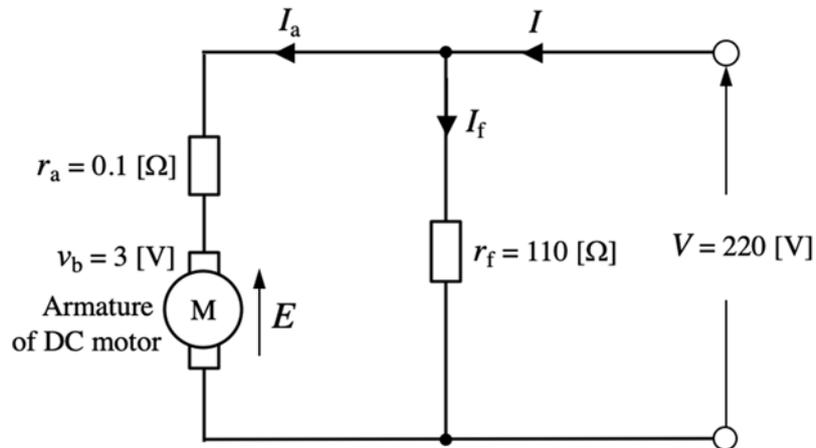


図 3