

知能・機能創成工学専攻：制御工学

必要とされる知識・能力

ダイナミカルシステムの表現，過渡応答と安定性，周波数応答，フィードバック制御系の特性と安定性，状態方程式，可制御性と可観測性，伝達関数行列と状態方程式表現，極配置，オブザーバ

Required Knowledge

Mathematical models of dynamical system, time-domain analysis, stability, frequency response, stability of feedback system, state equations, controllability and observability, transfer function and state equations, pole placement, observer ダイナミカルシステムの表現，過渡応答と安定性，周波数応答，フィードバック制御系の特性と安定性，状態方程式，可制御性と可観測性，伝達関数行列と状態方程式表現，極配置，オブザーバ

教科書・参考書

- (1) フィードバック制御入門，杉江俊治・藤田政之著，コロナ社．
- (2) 現代制御論，吉川恒夫・井村順一著，昭晃堂．
- (3) Feedback Control of Dynamic Systems, G. F. Franklin, J. D. Powell, and A. Emami-Naeini, Addison-Wesley publishing co.
- (4) Modern Control Systems, R. C. Dorf, Addison-Wesley publishing co.

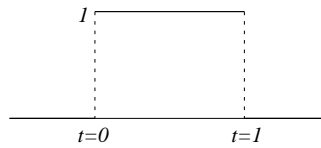
上記の教科書，参考書は参考であり，出題範囲を保証するものではない．

模擬問題

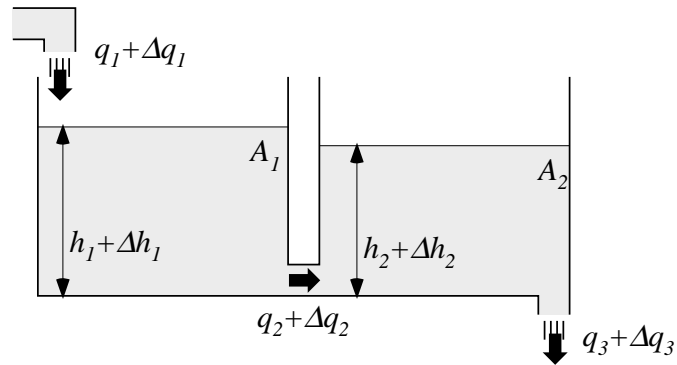
問題 1

- (1) $\ddot{x} + 3\dot{x} + 2x = f(t)$ という微分方程式で記述されるシステムに，入力 $f(t)$ として，図のような関数が与えられたとき，システムの応答 $x(t)$ ($t \geq 0$) を求めなさい．ただし， $x(0) = 0$ ， $\dot{x}(0) = 0$ とする．

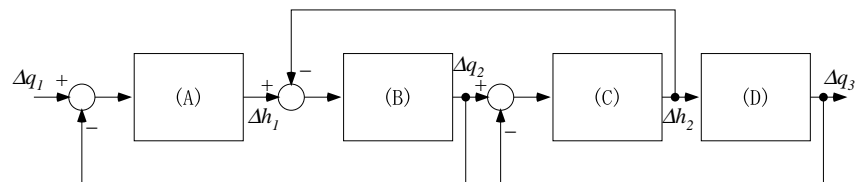
Suppose $f(t)$ indicated in the figure is given to the dynamical system $\ddot{x} + 3\dot{x} + 2x = f(t)$. What is the system output $x(t)$ ($t \geq 0$) when $x(0) = 0$ and $\dot{x}(0) = 0$?



- (2) 図のような2槽液面プロセスについて、第1タンクへ q_1 が流入しているときに、各タンクの水位が h_1, h_2 となり、第1タンクから第2タンクへの流入量 q_2 、第2タンクからの流出量 q_3 がいずれも q_1 に等しく平衡状態にあったとする。このような状態で流入量 q_1 が Δq_1 だけ微小変化したとき、水位が $\Delta h_1, \Delta h_2$ だけ変化し、流量が $\Delta q_2, \Delta q_3$ だけ変化したとする。タンクの断面積をそれぞれ A_1, A_2 とするとき、以下の問いに答えなさい。



- (a) 流量は水位差の平方根に比例することが知られている。比例定数を C とし、それぞれのタンクについて体積変化の式と、水位と流量の式を書きなさい。
- (b) 下記のブロック線図の (A) ~ (D) を埋めて完成しなさい。



- (c) ブロック線図を簡略化して、 Δq_1 から Δq_3 への伝達関数を求めなさい。

問題 2

ある安定な伝達関数 $G(s)$ のボード線図が図 1 のようであるとする。また、
 図 2 のフィードバック制御系において、 k は定数とする。

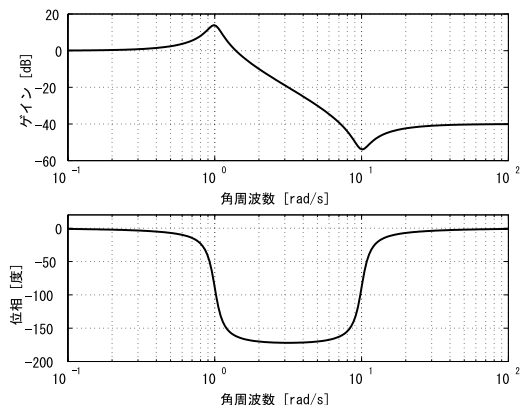


図 1: 伝達関数 $G(s)$ のボード線図

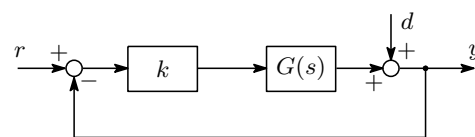


図 2: フィードバック制御系

以下の問いに答えなさい。

- (1) 図 2 のフィードバック制御系において $k = 1$ としたとき、ゲイン余裕と位相余裕のおおよその値を求めなさい。
- (2) 図 1 のボード線図から、 $G(s)$ がどのような有理関数が推察しなさい。係数はおおよその範囲を示せばよい。
- (3) 図 2 のフィードバック制御系において、外乱 $d(t)$ として 10 rad/s より高い角周波数の正弦波を加えるとする。そのとき、 $0 < k \leq 100$ ならば出力 $y(t)$ の定常振幅は外乱 $d(t)$ の振幅の $1/2$ 倍より小さくならないことを示しなさい。

問題 3

- (1) 状態方程式

$$\dot{x}(t) = Ax(t), x(t) = \begin{bmatrix} x_1(t) \\ x_2(t) \end{bmatrix}, A = \begin{bmatrix} -3 & -1 \\ -2 & -4 \end{bmatrix}$$

と関数

$$f(x_1, x_2) = 2x_1^2 - 2x_1x_2 + 3x_2^2$$

が与えられたものとする。このとき、 $f(x_1(0), x_2(0)) \leq 1$ ならば任意の $t \geq 0$ に対して

$$f(x_1(t), x_2(t)) \leq 1$$

が成り立つことを示しなさい。

(2) 次の1入力2出力伝達関数行列

$$\begin{bmatrix} 1 \\ s+1 \end{bmatrix} \frac{1}{x^2 + s - 2}$$

の可制御かつ可観測な状態空間実現を与えなさい。ただし、それが実際にか制御かつ可観測であり、かつ上記の伝達関数行列の状態空間実現になっていることも示すこと。