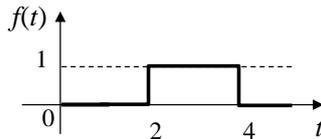
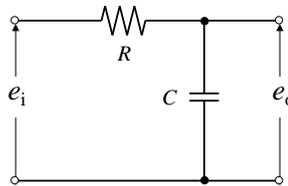


### システム制御 I 演習 (3)

1. 以下の問いに答えよ. なおラプラス変換  $\mathcal{L}[\cdot]$  は, 片側ラプラス変換を指すものとする.
  - (1) 指数関数  $e^{\alpha t}$  ( $\alpha$ : 複素数) のラプラス変換と収束領域を求めよ.
  - (2) 問(1)の結果を用いて, 正弦関数  $\sin(\omega t)$  のラプラス変換を求めよ.
  - (3) ステップ関数  $1(t)$  のラプラス変換を求めよ.
  - (4)  $F(s) = \mathcal{L}[f(t)]$  であるとき,  $f(t-T)$  ( $T > 0$ : 定数) のラプラス変換を求めよ(答えのみでよい).
  - (5) 問(3), (4)の結果を用いて, 下図に示す関数  $f(t)$  のラプラス変換を求めよ.



2. 下図の RC 回路を考える. ただし,  $e_i$  は入力電圧,  $e_o$  は出力電圧(コンデンサの端子電圧),  $R$  は抵抗,  $C$  は静電容量である. 以下の問いに答えよ.



- (1) 電圧  $e_i, e_o$  の関係を表す回路方程式(微分方程式)を求めよ.
  - (2) 電圧  $e_i$  から  $e_o$  までの伝達関数  $G(s)$  を求めよ.
  - (3) 伝達関数  $G(s)$  の極を求めよ.
  - (4) コンデンサの初期電圧を  $e_o(0) = a \neq 0$  としたとき, 出力電圧  $e_o$  のラプラス変換  $E_o(s)$  を求めよ.
  - (5) 出力電圧  $e_o(t)$  を求めることで, 応答(出力)は初期値と入力に関する項の和で表現されることを示せ. ヒント: 入力に関する項は合成積を用いて表す.
3. 空欄 1A から 4F の語句として最も適切なものを下の解答群から選びなさい. ただし, 同じ選択肢を何回選んでもよい. また, 空欄 a から d には適切な数式を記述すること.

- (1) 多項式の比で表される関数を 1A とよぶ. 1A で表される伝達関数は, 厳密にプロパー, バイプロパー, 非プロパーなどに分類される. 例えば, 以下の伝達関数  $G_1$  は 1B,  $G_2$  は 1C,  $G_3$  は 1D である.

$$G_1(s) = \frac{7s+1}{3s+2}, G_2(s) = \frac{5s+3}{s^2+3s+2}, G_3(s) = s$$

- (2) 線形時不変システム  $S$  の出力  $y(t)$  は, システム  $S$  の 2A 応答  $g(t)$  と入力  $u(t)$  の合成積  $y(t) = g * u = \text{a}$  で表される.  $g(t), u(t), y(t)$  のラプラス変換をそれぞれ  $G(s), U(s), Y(s)$  としたとき,  $Y(s) = \text{b}$  となる. ここで, 入力  $u(t)$  がディラックのデルタ関数  $\delta(t)$  で表されるとき,  $U(s) = \mathcal{L}[\delta(t)] = \text{c}$  となるため,  $Y(s) = \text{d}$  が成立する. したがって, 伝達関数は 2B 応答のラプラス変換とみなせる.
- (3) 制御方法は大きく分けて 2 つに分類される. 一方は, 制御器と制御対象に対応する伝達ブロックが 3A 結合された 3B 制御である. もう一方は, 制御対象からの出力が帰還されて, 制御器への入力として与えられる制御方法であり, これを 3C 制御という.  
第 1, 2 回目の講義では, Ball and Beam 装置においてボールが原点で停止するように, レールを傾けるタイミングを事前に計算する方法を説明した. この方法は広義の 3D 制御とみなせる.

- (4) 機械系と電気系の間にはアナロジーが存在する。例えば、力と電圧、速度と電流の組み合わせの場合、マスは 、バネは 、ダンパーは  と対応する。また、力と電流、速度と電圧のように組み合わせを逆にすると、コイルは 、コンデンサは  の対応関係となる。なお、電流は配線を切断し、その間に電流計を挿入することで計測されるため、電流と(そのアナロジーの関係にある)力は  Variable とよばれる。

解答群

- ア) 抵抗            イ) コイル            ウ) コンデンサ    エ) インパルス    オ) ステップ    カ) ランプ    キ) マス  
ク) バネ            ケ) ダンパー        コ) 直列            サ) 並列           シ) Heaviside    ス) Across    セ) Pade  
ソ) Through        タ) 複素関数        チ) 指数関数       ツ) 有理関数       テ) 非有理関数   ト) 厳密にプロパー  
ナ) バイプロパー    ニ) 非プロパー    ヌ) フィードバック    ネ) フィードフォワード