



制御工学同演習 (4)

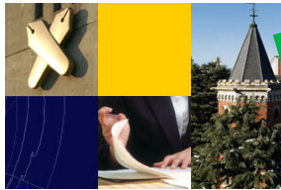
古典制御から現代制御の導入まで
制御工学の基礎を学ぶ

授業参加の際、ビデオオンにしてください

2021年 4月 19日 (月) 13:00 ~ 13:30

慶應義塾大学 理工学部

足立 修一



制御工学 第3回 演習問題 (2021/04/16)

1番: 逆ラプラス変換の問題 (物情数学Cの復習)

$$G(s) = \frac{10}{10s+1}$$

■ 制御の世界の規格化

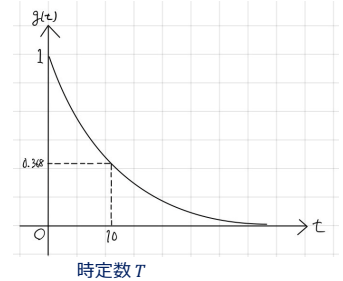
$$G(s) = \frac{10}{10s+1} = 10 \frac{1}{10s+1} = K \frac{1}{Ts+1}$$

- ゲイン $K = 10$ の比例ゲインと, 時定数 $T = 10$ の一次遅れ要素の直列接続

■ ラプラス変換の世界での規格化

$$G(s) = \frac{1}{s + \frac{1}{10}} \quad g(t) = \mathcal{L}^{-1} \left[\frac{1}{s + \frac{1}{10}} \right] = e^{-\frac{1}{10}t} u_s(t)$$

電気回路の過渡現象でよくみた図



注意

- 定規を使って図をていねいに描くこと
- 原点、横軸・縦軸などを記入
- 重要な数値を書き込むこと

制御工学 第3回 演習問題 (2021/04/16)

2番: 逆ラプラス変換の問題 (物情数学Cの復習)

$$F(s) = \frac{10}{10s+1} \frac{1}{s}$$

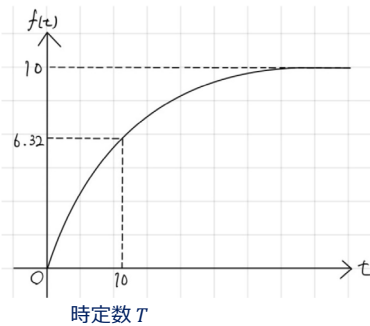
■ 逆ラプラス変換

$$f(t) = \mathcal{L}^{-1} [F(s)] = \mathcal{L}^{-1} \left[\frac{10}{10s+1} \frac{1}{s} \right] = 10 \mathcal{L}^{-1} \left[\frac{1}{s} - \frac{1}{s + \frac{1}{10}} \right]$$

$$= 10(1 - e^{-\frac{1}{10}t}) u_s(t)$$

■ この $f(t)$ は1番で求めた $g(t)$ の時間積分である

電気回路の過渡現象でよくみた図



注意

- 作図の際, 定規を使わないと減点

図をわかりやすく, 美しく書くことはエンジニアの基本

制御工学 第3回 演習問題 (2021/04/16)

2番を制御工学的に考えると, ステップ応答の計算

$$F(s) = \frac{10}{10s+1} \frac{1}{s}$$

$$F(s) = G(s) \frac{1}{s}$$

単位ステップ入力

$$u(t) = u_s(t)$$

$$u(s) = \frac{1}{s}$$

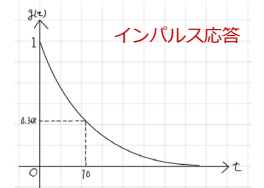
$$u(s) = 1$$

ステップ応答

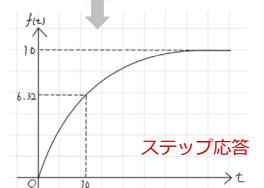
$$y(t) = f(t) = 10(1 - e^{-\frac{1}{10}t}) u_s(t)$$

$$y(s) = \frac{10}{10s+1} \frac{1}{s}$$

$$g(t) = \mathcal{L}^{-1} [G(s)] = e^{-\frac{1}{10}t} u_s(t)$$



微分・積分の関係



1次遅れ系のインパルス応答とステップ応答

インパルス応答

制御工学 第3回 演習問題 (2021/04/16)

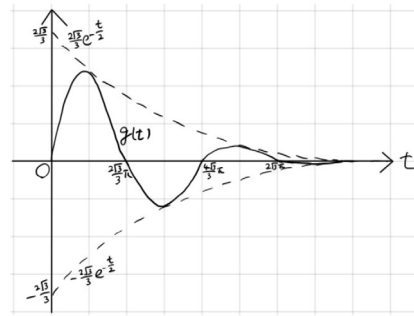
3番：逆ラプラス変換の問題 (物情数学Cの復習)

$$G(s) = \frac{1}{s^2 + s + 1}$$

- 逆ラプラス変換

$$g(t) = \mathcal{L}^{-1}[G(s)] = \mathcal{L}^{-1}\left[\frac{1}{s^2 + s + 1}\right] = \mathcal{L}^{-1}\left[\frac{1}{\left(s + \frac{1}{2}\right)^2 + \frac{3}{4}}\right]$$

$$= \mathcal{L}^{-1}\left[\frac{\sqrt{\frac{4}{3}}}{\sqrt{\frac{4}{3}}\left(s + \frac{1}{2}\right)^2 + \frac{3}{4}}\right] = \left(\frac{2\sqrt{3}}{3}e^{-\frac{1}{2}t} \sin\frac{\sqrt{3}}{2}t\right)u_s(t)$$



2次振動系のインパルス応答
(減衰正弦波)

コメント

- 逆ラプラス変換の計算まではほとんどの人ができているのですが、図が描けない！
- 図をわかりやすく、美しく描くことは、エンジニアの基本であり、図を描く作法を習得すること
 - 定規を使わない学生が約6割
 - 時定数や横軸と交わる点の値など、横軸のスケール感がわかるような値を書いている受講生は少なく、約2割
- 平均点 6.2点
- **ビデオオンにしてくれる受講生が半数を超えない場合には双方向授業が成立しないので、演習問題解説を中止にします**