



制御工学同演習 (3)

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 16日 (金) 10:45 ~ 11:15

慶應義塾大学 理工学部

足立 修一

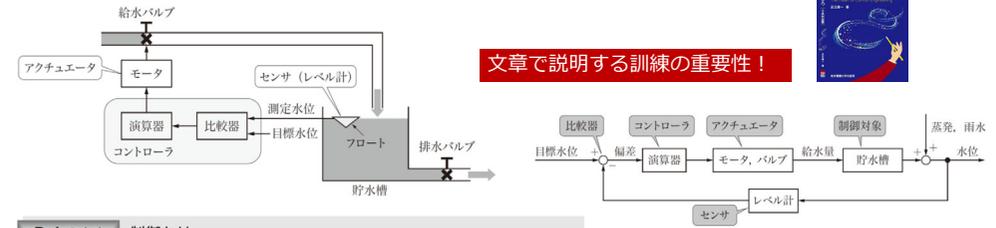


制御工学 第2回 演習問題 (2021/04/12)



1番: 「制御」という用語から連想するものをあげて、それについて説明せよ。必要に応じて、図や数式を使って説明せよ。

解答例 1 貯水槽の水位制御: 貯水槽の水位を一定の高さに保つこと



文章で説明する訓練の重要性!

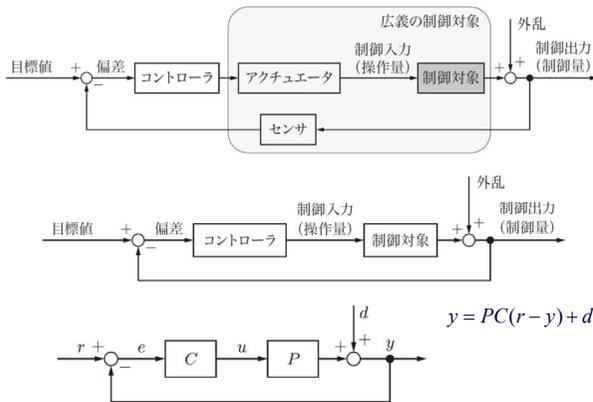


Point 1.1 制御とは

注目している対象物に属する注目している動作が、目標とする動作になるように、その対象物を操作すること。

この定義にあっていたら正解

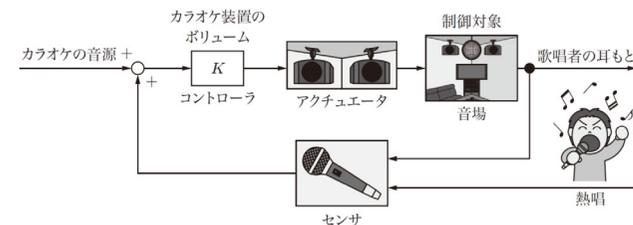
制御工学 第2回 演習問題 (2021/04/12)



制御工学 第2回 演習問題 (2021/04/12)



解答例 2 カラオケ: ハウリングしないように気持ちよく歌うこと
ポイント: カラオケにはフィードバックループが含まれている





制御工学 第2回 演習問題 (2021/04/12)

2番：逆ラプラス変換の問題 (物情数学Cの復習)

$$(1) X(s) = \frac{s+2}{(s+1)(s+4)} \quad (2) X(s) = \frac{s+5}{s^2+10s+26}$$

$$(1) X(s) = \frac{s+2}{(s+1)(s+4)} = \frac{1}{3} \frac{1}{s+1} + \frac{2}{3} \frac{1}{s+4} \quad \leftarrow \text{1次遅れ系の和 (並列接続)}$$

$$x(t) = \mathcal{L}^{-1} \left[\frac{1}{3} \frac{1}{s+1} + \frac{2}{3} \frac{1}{s+4} \right] = \frac{1}{3} \mathcal{L}^{-1} \left[\frac{1}{s+1} \right] + \frac{2}{3} \mathcal{L}^{-1} \left[\frac{1}{s+4} \right] \quad \leftarrow \text{ラプラス変換の線形性}$$

$$x(t) = \frac{1}{3} (e^{-t} + 2e^{-4t}) u_s(t)$$



制御工学 第2回 演習問題 (2021/04/12)

$$(2) X(s) = \frac{s+5}{s^2+10s+26} = \frac{s+5}{(s+5)^2+1} \quad \leftarrow \text{極が複素共役根の場合には, 平方完成する!}$$

$$\quad \leftarrow \text{2次遅れ系}$$

ラプラス変換の性質を利用 (s領域推移)

$$\mathcal{L}[\sin \omega t] = \frac{\omega}{s^2 + \omega^2}$$

$$\mathcal{L}[\cos \omega t] = \frac{s}{s^2 + \omega^2}$$

$$x(t) = \mathcal{L}^{-1} \left[\frac{s+5}{(s+5)^2+1} \right] = e^{-5t} \cos t u_s(t) \quad \leftarrow \text{減衰正弦波 (余弦波)}$$



制御工学 第2回 演習問題 (2021/04/12)

3番：微分方程式の問題 (物情数学Cの復習)

$$\frac{d^2x}{dt^2} + 3\frac{dx}{dt} + 2x = 1, \quad t \geq 0, \quad x(0) = 3, \quad x^{(1)}(0) = -2$$

$$s^2 X(s) - sx(0) - x^{(1)}(0) + 3(sX(s) - x(0)) + 2X(s) = \frac{1}{s} \quad \leftarrow \text{ここがポイント}$$

$$(s^2 + 3s + 2)X(s) = 3s + 7 + \frac{1}{s}$$

$$X(s) = \frac{3s^2 + 7s + 1}{s(s^2 + 3s + 2)} = \frac{3s^2 + 7s + 1}{s(s+1)(s+2)}$$

$$= \frac{1}{2} \frac{1}{s} + \frac{3}{s+1} - \frac{1}{s+2}$$

$$x(t) = \left(\frac{1}{2} + 3e^{-t} - \frac{1}{2}e^{-2t} \right) u_s(t)$$



コメント

- 1番はいろいろな答えがありました
 - カメラの手振れ補正
 - 飛行機のオートパイロット
 - 錦織圭 (テニス)
- 平均点 7点
- 3番で, 1 のラプラス変換を 0 としてしまう人が多い
- 3番の部分分数分解の計算ミスが多い → 検算しましょう