

システム制御 I 演習問題 (1)

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) $F(s) = \mathcal{L}[f(t)]$ であるとき, $\mathcal{L}\left[\frac{df(t)}{dt}\right]$ はどう表わされるか. (結果のみでよい)

(2) 上の結果に基づき, $\mathcal{L}\left[\int_0^t f(\xi)d\xi\right]$ がどう表わされるか導け. (要証明.)

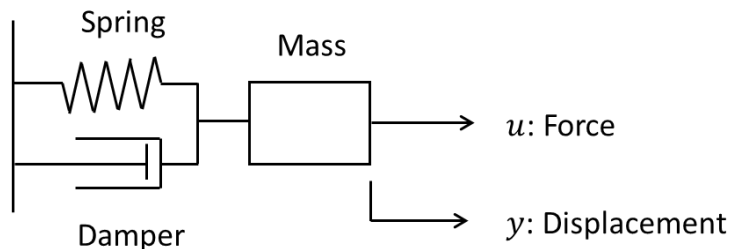
(3) 関数 $f(t), g(t)$ の合成積はどう与えられるか. (結果のみでよい)

(4) 合成積のラプラス変換はどう表わされるか導け. (要証明)

$$\text{ヒント: } t < 0 \text{ のとき, } f(t) = g(t) = 0, \quad \int_0^\infty \int_0^t d\tau dt = \int_0^\infty \int_\tau^\infty dt d\tau$$

2. 下図のマス・バネ・ダンパー系を考える. 質量 $M = 1$ [kg], ダンパの粘性摩擦係数 $D =$

2 [Ns/m], バネ係数 $K = 5$ [N/m] とし, 入力: u [N] から出力: y [m] までの伝達関数を $G(s)$ とする.



(1) 下記の記述から正しいものをすべて選べ.

- a) $G(s)$ は非プロパーである. b) $G(s)$ はプロパーである. c) $G(s)$ は厳密にプロパーである.
- d) $G(s)$ は有理関数である. e) $G(s)$ は非有理関数である. f) $G(s)$ の極は全て実数である.
- g) $G(s)$ の極は複素数を含む.
- h) 電気回路とのアナロジーでマスに対応するのは抵抗である.
- i) 電気回路とのアナロジーでバネに対応するのは抵抗である.
- j) 電気回路とのアナロジーでダンパーに対応するのは抵抗である.

(2) $G(s)$ のインパルス応答を求めよ. 時間が経過すると応答はどうなるか?

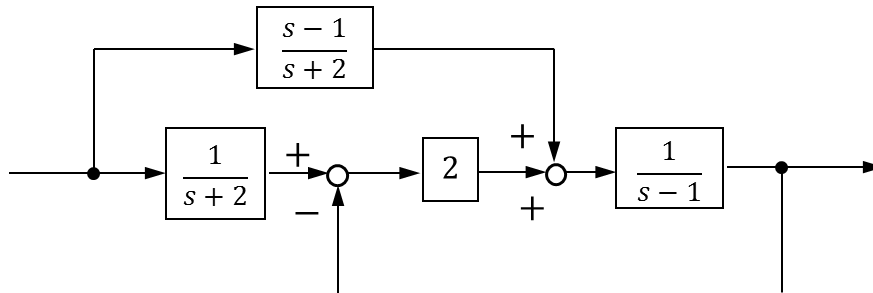
(3) 先のマス・バネ・ダンパー系を容器に入れ, 新たに容器の変位を制御入力とする (右向き正). y を容器からの相対変位とすると, これは角速度計の原理を表現している. 伝達関数を示し, 容器を等速運動させたとき, 時間が経過すると $y = 0$ となる理由を, 伝達関数の零点の性質に

基づいて、述べよ。(等速運動はランプ入力である！)

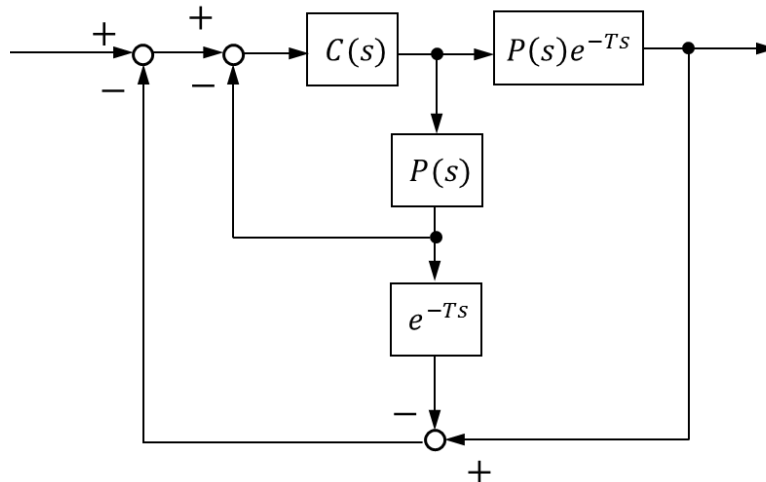
3. ball & beam のモデルを導出しよう。ボールの質量は m [kg], ビーム中心からの距離 x [m], 水平からのビームの傾斜角 θ [rad], 重力加速度 g [N/kg] とし, 傾斜角 θ は微小とする。ボールとビーム間の摩擦は無視できるとし, ボールの径も無視して質点とみなす。このとき, 傾斜角 θ から距離 x までの伝達関数を求めよ。

4. 以下のブロック線図を簡単化せよ。

(1)



(2)



5. 下の語群から適切なものを選び。(何度でも使用可)

制御工学の起源は(①)によるガバナーの研究といわれている。ガバナーは(②)の速度調整に用いられた。電気回路におけるフィードバックの応用としては(③)によるフィードバック増幅器の発明が有名である。フィードバック原理を用いたデバイスの歴史的起源には諸説あるが、ギリシャ期の(④)、あるいはパプアニューギニアにおける(⑤)などの例がある。

一旦場所を覚えてしまえば、目を閉じていても素早く机上のものをつかむことができる。これは(⑥)制御の例である。一方、間に障害物を置かれたとしても、障害物との距離を確認しながら、慎重にものをつかむこともできる。これは(⑦)制御の例である。講義内容から試験の難易度を予測して、対策を考える。これは(⑧)制御の例といえる。一方、中間試験の出来が悪かったので、期末テストはきちんと勉強して臨む。これは広義の(⑨)制御である。

- a) オイラー b) ニュートン c) マックスウェル d) ブラック e) ウィーナー f) ベル g) ワット
 h) ガレー船 i) 蒸気エンジン j) アウトリガー・カヌー k) 水時計 l) 羅針盤 m) 風車 n) 犁(すき)
 o) フィードバック p) フィードフォワード