

1. あるアナログシステムにインパルス入力を与えたところ以下の応答が得られた。次の問いに答えよ【10】

$$y(t) = -\frac{3}{4}(e^{-t} - e^{3t})$$

- (1). このシステムの伝達関数 $H(s)$ を求めよ

$$H(s) = \frac{3}{s^2 - 2s - 3}$$

- (2). このシステムの単位ステップ応答 $y(t)$ を求めよ

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

2. 次に示す状態方程式で表されるシステムを対角化したい【10】

$$\dot{x} = \begin{bmatrix} -8 & 1 \\ 4 & -5 \end{bmatrix} x + \begin{bmatrix} 1 \\ -2 \end{bmatrix} u$$

$$y = \begin{bmatrix} 2 & 0 \end{bmatrix} x$$

- (1). 行列 $\begin{bmatrix} -8 & 1 \\ 4 & -5 \end{bmatrix}$ の固有値 λ を求めよ

$$\lambda = -9, -4$$

- (2). (1)の固有値に対応する固有ベクトルを求め、正則行列 T を求めよ

$$-9, -4 \text{ の並びに対して } T = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ -1 & 4 \end{bmatrix}$$

※ または他の並びやノルムで有効な正則行列

- (3). T を用いて $z = Tz$ として状態方程式・出力方程式を対角化した結果を求めよ。解答の状態変数は z とすることに注意せよ。

$$\dot{z} = \begin{bmatrix} -9 & 0 \\ 0 & -4 \end{bmatrix} z + \frac{1}{5} \begin{bmatrix} 6 \\ -1 \end{bmatrix} u$$

$$y = \begin{bmatrix} 2 & 2 \end{bmatrix} z$$

3. Arduino でステッピングモータを回転させたい。ステッピングモータライブラリ Stepper が別添の補足資料の仕様に従う場合に、以下の条件を満たすプログラムコードを記載せよ【10】

```

// 設定条件
// 使用するステッピングモータは別添の
// SPG20-1332 とし、基本ステップ角度や一回
// 転ステップ数は表に従うものとする
// インスタンス名は myStepper とする
// 制御線は 4 本、8, 9, 10, 11 ポートを利用する
// 引数のポート順番は気にしなくて良い
// 毎分 20 回転とする

// 回転制御条件
// 起動時を 0 度とし、正回転方向にちょうど
// 24° だけ回転させる

void Setup() {
  // Stepper の定義
  Stepper myStepper(480, 8, 9, 10, 11);

  void loop() {
    // 回転速度設定
    myStepper.setSpeed(20);
    // 回転命令
    myStepper.step(32);
  }
}

```

4. ステッピングモータの長所と短所のそれぞれについて空欄に入る語を解答群から選択せよ【15】

- モータの (1) は入力パルスに比例する
- 回転速度は入力パルスの (2) に比例する
- ステップ角毎の誤差は ±3 ~ 5 % の精度を持ち、この誤差はステップ間で累積しないため (3) な位置決めと動作の反復性を持つ
- パルスパターンによりドライバレスで (4) 駆動が実現できる
- 過負荷や急な速度変化により (5) が生じる

解答群

- | | | | | |
|-------|------|-------|-------|--------|
| A 脱調 | B 変調 | C トルク | D 周波数 | E 回転角度 |
| F トルク | G 高速 | H 逆回転 | I 高精度 | J 複合的 |

1 E	2 D	3 I	4 H	5 A
-----	-----	-----	-----	-----

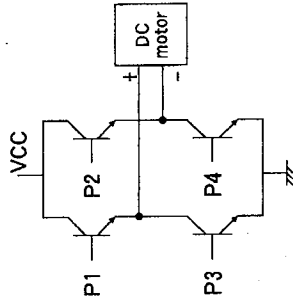
5. DC モータに用いるモータドライバの代表的なものとして H ブリッジ回路がある。図のような H ブリッジによりモータの回転方向を制御したい。以下の問いに答えよ【12】

- (1). 正転および逆転させるために HIGH 信号を与える端子 P1~P4 をそれぞれ二つずつ選べ。ここで、図のモータに書かれている「+」記号側から「-」記号側へ電流を流すと正回転することを表している

正転： P1, P4 逆転： P2, P3

- (2). プレーキをかけるために HIGH 信号を与える端子 P1~4 を二つ選べ

P3, P4 (P1, P2 も可)



※Arduino 日本語リファレンス(<http://www.musashinodenpa.com/arduino/ref/>)より抜粋

Stepper(steps, pin1, pin2, pin3, pin4)

この関数は, Arduino ボードに接続されているステッパモータを表す Stepper クラスのインスタンスを新たに生成します. スケッチの先頭部分, setup()と loop()より上で使ってください. パラメータの数は接続したモータが 2 ピンか 4 ピンかによります.

【パラメータ】

steps:1 回転あたりのステップ数(int)

数値がステップごとの角度で与えられている場合は, 360 をその数値で割ってください. 例 360/3.6 で 100 ステップ

pin1, pin2, pin3, pin4:モータに接続されているピンの番号

【戻り値】

作成されたインスタンス

【例】

```
Stepper myStepper(100, 1, 2, 3, 4);
```

Stepper:setSpeed(rpms)

モータの速さを毎分の回転数(RPM)で設定します. この関数はモータを回転させることはありません. step()をコールしたときのスピードをセットするだけです.

【パラメータ】

rpms:スピード. 1 分間あたり何回転するかを示す正の数(long)

【戻り値】

なし

Stepper:step(steps)

setSpeed()で設定した速さで, 指定したステップ数だけモータを回します. この関数はモータが止まるのを待ちます. もし, スピードを 1RPM に設定した状態で, 100 ステップのモータに対して step(100)とすると, この関数が終了するまでまるまる 1 分間かかります. 上手にコントロールするためには, スピードを大きく設定し, 数ステップずつ動かしたほうがいいでしょう.

【パラメータ】

steps:モータが回転する量(ステップ数). 負の値を指定することで逆回転も可能です(int)

【戻り値】

なし

参考文献

項目 Item	SPG2R-1000									
相数 Number of phases	2									
極数 Number of poles	10									
励磁方式 Excitation	2相ユニポーラ 2 phases unipolar									
ギア比 Gear ratio	1/6	1/12	1/18	1/24	1/36	1/6	1/12	1/18	1/24	1/36
基本ステップ角 Basic step angle	3°	1.5°	1°	0.75°	0.5°	3°	1.5°	1°	0.75°	0.5°
1回転ステップ数 Steps	120	240	360	480	720	120	240	360	480	720
コイル抵抗 Winding resistance	68 Ω					180 Ω				
入力定格 Power	平均消費電力2 W以内 Average power consumption 2 W maximum									
電流 Current										
引込トルク Pull-in torque										
脱出トルク Pull-out torque										
自起動周波数 Pull-in pulse rate										
最大連続応答周波数 Maximum continuous response frequency										
温度上昇 Temperature rise	温度特性図参照 Refer to TEMPERATURE CHARACTERISTICS									
絶縁抵抗 CURVES Insulation resistance	30 MΩ minimum at DC500 V									
絶縁耐力 Dielectric strength	500Vrms (AC50 Hz, 1 min)									
使用温度範囲 Operating temperature range	0 - 50 °C									
質量 Net weight	Approx. 24 g									
出力軸最大負荷 Axial maximum load	19.6 mN-m									
	98.1 mN-m									
連続 Continuous										
瞬間 Momentary										
標準コネクタ端子 Standard connector terminal	<p>相手コネクタ 06ZR-8Mまたは ZHR-6 日本圧着端子製造(株) Male connector 06ZR-8M or ZHR-6 Made by J.S.T. Mfg. Co. Ltd.</p> <p>6 5 4 3 2 1 φ1 φ2 φ1C φ2C φ1 φ2</p> <p>出力軸最大負荷 Axial direction</p>									

期末試験は今までの試験の問題からの類似問題と、後期期末範囲からの新規問題、課題研究に関する記述問題を出題する。

類似問題は、値および関数等は変更するので注意のこと。

1. 前期中間の問題 6 に類似した問題

あるアナログシステムにインパルス入力を与えたところ以下の応答が得られた。このとき次の問いに答えよ。
(1) このシステムの伝達関数 $H(s)$ を求めよ (2) このシステムの単位ステップ応答 $y(t)$ を求めよ

2. 前期期末の問題 3 に類似した問題

次に示す状態方程式で表されるシステムを対角化したい

(1) 行列 $\begin{bmatrix} -1 & 1 \\ 0 & -2 \end{bmatrix}$ の固有値 λ を求めよ

(2) (1) の固有値に対応する固有ベクトルを求め、正則行列 T を求めよ

(3) T を用いて $\mathbf{x} = T\mathbf{z}$ として状態方程式・出力方程式を対角化した結果を求めよ。解答の状態変数は \mathbf{z} となることに注意せよ。

3. 後期中間の問題 7 に類似した問題

LED を Arduino のポート 12 と 13 に接続し、1 秒おきに交互点灯 (12 点灯 13 消灯 → 12 消灯 13 点灯 → ...) させるためのプログラムを記述せよ。1 秒は遅延命令「`delay(遅延時間 ms);`」を用いてよい

4. ステッピングモータに関する問題

※ ステッピングモータの回転原理や特徴を説明できるようにしておくこと

5. DC モータに関する問題

※ DC モータの駆動機構 (モータドライバの構造) などを理解しておくこと

6. 課題研究の記述問題

配点が多めなので、しっかり準備してくること。また、以下の項目で出題する。

自身が行った課題研究と制御システムまたは情報技術との関係について、以下の項目に対して各々論述せよ。

A) 自身の課題研究の概略 (内容を知らない人が理解できる程度)

B) 課題研究において利用した、もしくは関係した制御システムや情報技術 (非常に幅広い意味で捉えて良い) の概要。

C) 課題研究に適用もしくは応用することで課題研究の質が向上すると思う制御システムや情報技術の概要 (世の中に無いものを仮定しても良い)。

D) あと半年間、課題研究を実施する時間があつたと仮定した場合、半年間でどのように研究を展開していくべきかを考え、制御の概念に拘らずに自由に記載せよ。