

1. 目的 Silab について学習し, 制御工学上の課題を演習する。
https://xythos.tokyo-ct.ac.jp/web/j/usr/kosaka/for_students/scilab2012/scilab00.html
http://tnct20.tokyo-ct.ac.jp/~kosaka/for_students/scilab2012/scilab00.html
http://tokyo-ct.net/usr/kosaka/for_students/scilab2012/scilab00.html
 この3つのサイトのどれかを参考にして, この実験を進めなさい
 必要であれば, 他の Silab の Web サイトを参考にしてもよい。
 その場合は参考にしたサイトを報告書の最後に書きなさい。
2. Silab をインストールしなさい
3. 以下の報告はすべて pdf ファイルで報告しなさい。ただし, 毎週進捗報告を txt ファイルにて提出先 <http://kosaka002.je.tokyo-ct.ac.jp/studentreports/index.html> 内の「専攻科 1ASJ 特別演習」 初期 ID, Password は両方共 s+5 桁の学生番号である。提出時のファイル名, 提出期限は, ここにログインするとわかる。Password はすぐに変更してください。
4. ベクトルの表現方法, ベクトル同士の和, 差, 内積, ベクトルとスカラーのスカラー積の求め方を報告しなさい
5. 行列の表現方法, 行列同士の和, 差, 積の求め方を報告しなさい
6. 行列の転置, 逆行列の求め方を報告しなさい
7. 行列の固有値, 固有ベクトルの求め方を報告しなさい
8. (1 2 3 4 5 6 7 8 9 ... 100) という行ベクトルの作り方を報告しなさい
9. (1 2 3 4 5 6 7 8 9 ... 100) の転置という列ベクトルの作り方を報告しなさい
10. $y = x^3 + 2x^2 - 4x - 2$ のグラフを描きなさい。特徴的な部分はずさないように変域を工夫しなさい。またその方法も報告しなさい。
11. $y = \sin x$, $y = \sin \frac{1}{2}x$, $y = \sin \frac{1}{3}x$ を同一の座標平面にわかりやすく描きなさい。またその方法も報告しなさい。
12. $y = e^{-t} \sin 20t$ $y = e^{-t} \cos 30t$ のグラフを描きなさい。またその方法も報告しなさい。
13. 次の連立方程式を解きなさい。またその方法も報告しなさい。

$$\begin{aligned} 2x + 3y + z &= 12 & 2x + 3y + z &= 7 \\ 3x - y + z &= 4 & 3x - y + 2z &= 6 \\ 5x - 2y - z &= 0 & 5x - 2y - 3z &= -3 \end{aligned}$$
14. 次の高次方程式を解きなさい。またその方法も報告しなさい。

$$\begin{aligned} x^5 + 2x^4 + 3x^3 + 7x^2 + 15x + 32 &= 0 \\ x^6 + 4x^5 + 3x^4 + 9x^3 + 12x^2 + 27x + 64 &= 0 \end{aligned}$$
15. 次の方程式を解きなさい。またその方法も報告しなさい。

$$\sqrt{x+2} = -x^2 + 2$$
16. 次の方程式を解きなさい。またその方法も報告しなさい。

$$\tan x = \frac{10}{x} + x$$
 を, $0 < x < 15$ の範囲で求めなさい。答えがいくつあるか良く考えること。
17. 次の微分方程式を解き, グラフを書きなさい。またその方法も報告しなさい。
 - (1) $\dot{y}(t) + 3y(t) = 3$ $\{y(0) = 0\}$
 - (2) $\dot{y}(t) + 3y(t) = 3$ $\{y(0) = 2\}$
 - (3) $\dot{y}(t) - 3y(t) = 3$ $\{y(0) = 0\}$
 - (4) $\ddot{y}(t) + 13y(t) = 13$ $\{y(0) = \dot{y}(0) = 0\}$
 - (5) $\ddot{y}(t) + 13y(t) = 13$ $\{y(0) = 2, \dot{y}(0) = 0\}$
 - (6) $\ddot{y}(t) + 4\dot{y}(t) + 13y(t) = 13$ $\{y(0) = \dot{y}(0) = 0\}$
 - (7) $\ddot{y}(t) + 4\dot{y}(t) + 13y(t) = 13$ $\{y(0) = 2, \dot{y}(0) = 0\}$
 - (8) $\ddot{y}(t) - 4\dot{y}(t) + 13y(t) = 13$ $\{y(0) = \dot{y}(0) = 0\}$

18. 次の伝達関数を持つ一次遅れ要素について次のことを行いなさい。またその方法も報告しなさい。

$$G(s) = \frac{5}{10s+1}$$

- (1) 単位ステップ応答を求め、そのグラフを描きなさい。
 - (2) 単位インパルス応答を求め、そのグラフを描きなさい。
 - (3) ボード線図, ナイキスト線図を描きなさい。
19. 次の伝達関数を持つ二次遅れ要素について次のことを行いなさい。またその方法も報告しなさい。

$$G(s) = \frac{5}{s^2+10s+5}$$

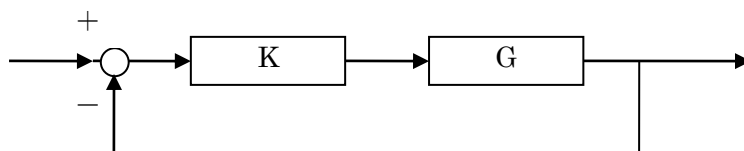
- (1) 単位ステップ応答を求め、そのグラフを描きなさい。
 - (2) 単位インパルス応答を求め、そのグラフを描きなさい。
 - (3) ボード線図, ナイキスト線図を描きなさい。
20. 次の伝達関数を持つ二次遅れ要素について次のことを行いなさい。またその方法も報告しなさい。

$$G(s) = \frac{64}{s^2+2s+64}$$

- (1) 単位ステップ応答を求め、そのグラフを描きなさい。
 - (2) 単位インパルス応答を求め、そのグラフを描きなさい。
 - (3) ボード線図, ナイキスト線図を描きなさい。
21. 次の伝達関数を持つ二次遅れ要素について次のことを行いなさい。またその方法も報告しなさい。ただし、 p は $0 < p < 2$ のうちのある値をとることとし、 p の値と各応答や、線図の様子を考察しなさい。

$$G(s) = \frac{64}{s^2+16ps+64}$$

- (1) 単位ステップ応答を求め、そのグラフを描きなさい。
 - (2) 単位インパルス応答を求め、そのグラフを描きなさい。
 - (3) ボード線図, ナイキスト線図を描きなさい。
22. 次の制御系の安定について以下の考察を行いなさい。またその方法も報告しなさい。



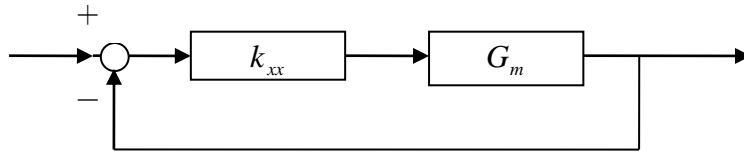
- (1) $K = \frac{3.2}{s+2}$, $G = \frac{100}{s^2+4s+100}$ の時, 単位ステップ応答を求め, グラフに表しなさい。
- (2) $K = \frac{5.5}{s+2}$, $G = \frac{100}{s^2+4s+100}$ の時, 単位ステップ応答を求め, グラフに表しなさい。
- (3) $K = \frac{3.2}{s+2}$, $G = \frac{100}{s^2+4s+100}$ の時, 特性根を直接求める方法による安定判別, Routh の安定判別, Nyquist の安定判別を行いなさい。
- (4) $K = \frac{5.5}{s+2}$, $G = \frac{100}{s^2+4s+100}$ の時, 特性根を直接求める方法による安定判別, Routh の安定判別, Nyquist の安定判別を行いなさい。
- (5) $K = \frac{3.2}{s+2}$, $G = \frac{100}{s^2+4s+100}$ の時, 位相余裕, ゲイン余裕を求めなさい。

(6) $K = \frac{5.5}{s+2}$, $G = \frac{100}{s^2+4s+100}$ の時, 位相余裕, ゲイン余裕を求めなさい。

2 3. モータの伝達関数 (電圧入力, 角度出力) は $G_m = \frac{K_m}{s(T_m s + 1)}$ で表される。位置決め制御系

(目標角度入力, 角度出力) で, 通常の PID 制御を考えると, P 制御要素は k_p , PD 制御要素

は $k_{pd} = k_p(1 + T_d s)$, PID 制御要素は $k_{pid} = k_p \left(1 + T_d s + \frac{1}{T_i s} \right)$ で表される。



(1) $K_m = 100$, $T_m = 0.01$ の時, 単位ステップ応答を考えます。

1) 図の k_{xx} のところに P 制御要素を用いた時の応答をグラフに表しなさい。ただし, k_p の値はいくつかを試しなさい。またその方法も報告しなさい。

2) 図の k_{xx} のところに PD 制御要素を用いた時の応答をグラフに表しなさい。ただし, k_p の値, T_d の値はいくつかを試し, 考察しなさい。またその方法も報告しなさい。

(2) $K_m = 100$, $T_m = 0.01$ の時, 単位ランプ応答を考えます。

1) 図の k_{xx} のところに PD 制御要素を用いた時の応答をグラフに表しなさい。ただし, k_p の値, T_d の値は (1) 2) で求めたものを使いなさい。また偏差グラフ (ランプ応答の誤差のグラフ) も描きなさい。またその方法も報告しなさい。

2) 図の k_{xx} のところに PID 制御要素を用いた時の応答をグラフに表しなさい。ただし, k_p の値, T_d の値, T_i の値はいくつかを試し, 考察しなさい。またその方法も報告しなさい。

(3) $K_m = 100$, $T_m = 1.0$ の時, 単位ステップ応答を考えます。

1) 図の k_{xx} のところに P 制御要素を用いた時の応答をグラフに表しなさい。ただし, k_p の値はいくつかを試しなさい。またその方法も報告しなさい。

2) 図の k_{xx} のところに PD 制御要素を用いた時の応答をグラフに表しなさい。ただし, k_p の値, T_d の値はいくつかを試し, 考察しなさい。またその方法も報告しなさい。

(4) $K_m = 100$, $T_m = 1.0$ の時, 単位ランプ応答を考えます。

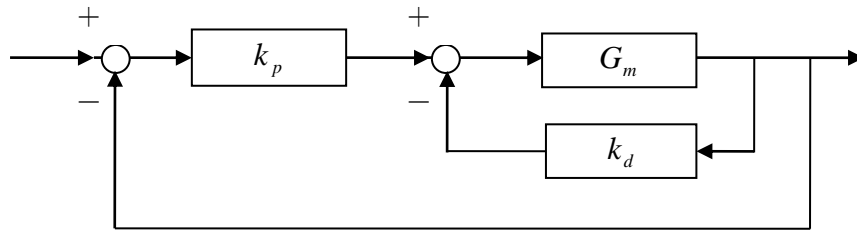
1) 図の k_{xx} のところに PD 制御要素を用いた時の応答をグラフに表しなさい。ただし, k_p の値, T_d の値は (1) 2) で求めたものを使いなさい。また偏差グラフ (ランプ応答の誤差のグラフ) も描きなさい。またその方法も報告しなさい。

2) 図の k_{xx} のところに PID 制御要素を用いた時の応答をグラフに表しなさい。ただし, k_p の値, T_d の値, T_i の値はいくつかを試し, 考察しなさい。またその方法も報告しなさい。

2 4. モータの伝達関数 (電圧入力, 角度出力) は $G_m = \frac{K_m}{s(T_m s + 1)}$ で表される。位置決め制御系

(目標角度入力, 角度出力) で, 実際の制御でよく用いられる PID 制御は次のモデルである。P

制御要素は ($k_p \neq 0, k_d = 0$), PD 制御要素は ($k_p \neq 0, k_d = k_p T_d s$), PID 制御要素は ($k_{pi} = k_p \left(1 + \frac{1}{T_i s}\right), k_d = k_p T_d s$) で表される。



(1) $K_m = 100, T_m = 0.01$ の時, 単位ステップ応答を考えます。

- 1) P 制御を用いた時の応答をグラフに表しなさい。ただし, k_p の値はいくつかを試しなさい。またその方法も報告しなさい。
- 2) PD 制御を用いた時の応答をグラフに表しなさい。ただし, k_p の値, T_d の値はいくつかを試し, 高速収束について考察しなさい。またその方法も報告しなさい。

(2) $K_m = 100, T_m = 0.01$ の時, 単位ランプ応答を考えます。

- 1) 図の k_{xx} のところに PD 制御要素を用いた時の応答をグラフに表しなさい。ただし, k_p の値, T_d の値は (1) 2) で求めたものを使いなさい。また偏差グラフ (ランプ応答の誤差のグラフ) も描きなさい。またその方法も報告しなさい。
- 2) 図の k_{xx} のところに PID 制御要素を用いた時の応答をグラフに表しなさい。ただし, k_p の値, T_d の値, T_i の値はいくつかを試し, 高速収束について考察しなさい。またその方法も報告しなさい。

(3) $K_m = 100, T_m = 1.0$ の時, 単位ステップ応答を考えます。

- 1) 図の k_{xx} のところに P 制御要素を用いた時の応答をグラフに表しなさい。ただし, k_p の値はいくつかを試しなさい。またその方法も報告しなさい。
- 2) 図の k_{xx} のところに PD 制御要素を用いた時の応答をグラフに表しなさい。ただし, k_p の値, T_d の値はいくつかを試し, 高速収束について考察しなさい。またその方法も報告しなさい。

(4) $K_m = 100, T_m = 1.0$ の時, 単位ランプ応答を考えます。

- 1) 図の k_{xx} のところに PD 制御要素を用いた時の応答をグラフに表しなさい。ただし, k_p の値, T_d の値は (1) 2) で求めたものを使いなさい。また偏差グラフ (ランプ応答の誤差のグラフ) も描きなさい。またその方法も報告しなさい。
- 2) 図の k_{xx} のところに PID 制御要素を用いた時の応答をグラフに表しなさい。ただし, k_p の値, T_d の値, T_i の値はいくつかを試し, 高速収束について考察しなさい。またその方法も報告しなさい。