2010 電子情報工学総合演習　第 10 回問題解答

2010.7.5　深谷健一

1．

1）　$G(s)=\dfrac{100}{s^2+10s}=\dfrac{100}{s(s+10)}$

よって極は 0,－10　零点はない

2）

インパルス応答

$$y(t)=L^{-1}\left[\frac{100}{s(s+10)}1\right]=L^{-1}\left[\frac{C_1}{s}+\frac{C_2}{s+10}\right]$$

$$C_1=\frac{100}{s(s+10)}s\,|_{s=0}=10\quad C_2=\frac{100}{s(s+10)}(s+10)\,|_{s=-10}=-10$$

$$\therefore y(t)=10I(t)-10e^{-10t}$$

単位ステップ応答

$$y(t)=L^{-1}\left[\frac{100}{s(s+10)s}\right]=L^{-1}\left[\frac{C_1}{s^2}+\frac{C_2}{s}+\frac{C_3}{s+10}\right]$$

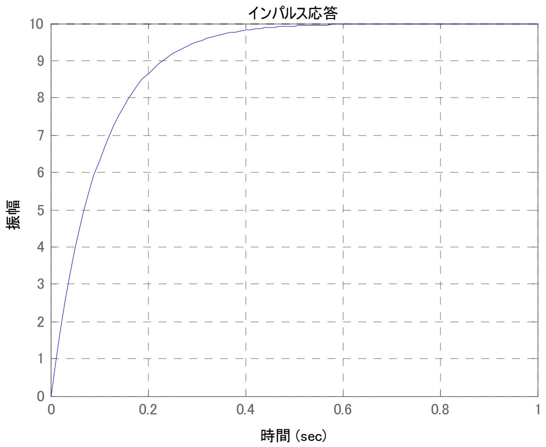
$$C_1=\frac{100}{s^2(s+10)}s^2\,|_{s=0}=10\quad C_3=\frac{100}{s^2(s+10)}(s+10)\,|_{s=-10}=1$$

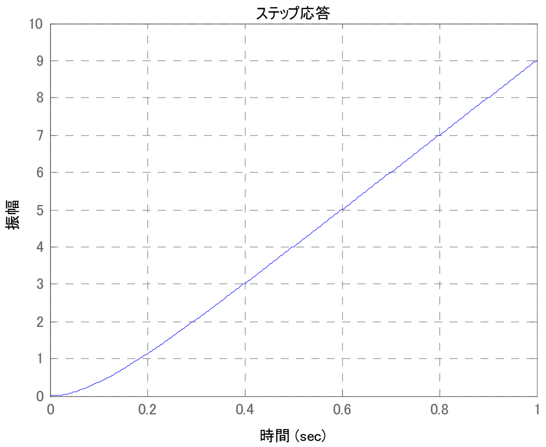
$$\frac{100}{s(s+10)s}=\frac{10}{s^2}+\frac{C_2}{s}+\frac{1}{s+10}=\frac{(C_2+1)s^2+(10+10C_2)s+100}{s^2(s+10)}$$

$$C_2+1=0\quad C_2=-1$$

$$\therefore y(t)=10t-I(t)+e^{-10t}$$

なお，MATLAB による応答波形は次のとおりである．





２．

(1) 有界　(2) 有界　(3) BIBO 安定　(4) インパルス応答 (5) 極　(6) 実部(実数部)
(7) 負 (8) MATLAB (9) 数値 (10) ラウス･フルビッツ

３．

入出力伝達関数を求める．

$$G(s)=\frac{K\dfrac{Ts+1}{s(s+1)(s+2)}}{1+K\dfrac{Ts+1}{s(s+1)(s+2)}}=\frac{K(Ts+1)}{s(s+1)(s+2)+K(Ts+1)}=\frac{K(Ts+1)}{s^3+3s^2+(2+KT)s+K}$$

特性方程式は

$$s^3+3s^2+(2+KT)s+K=0$$

条件１

全ての係数が同符号より $2+KT>0, K>0$

条件２　フルビッツ行列は

$$\mathbf{H}_3=\begin{bmatrix}3 & K & 0\\ 1 & 2+KT & 0\\ 0 & 3 & K\end{bmatrix}$$

$$\det\mathbf{H}_1=3>0$$

$$\det\mathbf{H}_2=\begin{bmatrix}3 & K\\ 1 & 2+KT\end{bmatrix}=3(2+KT)-K>0$$

$$6+3KT-K>0$$

$$K(3T-1)>-6$$

$$K(1-3T)<6$$

$$K<\frac{6}{1-3T}\quad\left(\because 0<T<\frac{1}{3}\right)$$

条件１を考慮すると

$$\therefore 0<K<\frac{6}{1-3T}$$

４．

１）

$$G(j\omega)=\frac{Tj\omega}{1+Tj\omega}=\frac{T\omega e^{j\frac{\pi}{2}}}{\sqrt{1+T^2\omega^2}\,e^{j\tan^{-1}T\omega}}=\frac{T\omega e^{j\frac{\pi}{2}-j\tan^{-1}T\omega}}{\sqrt{1+T^2\omega^2}}=\frac{T\omega e^{j\left(\frac{\pi}{2}-\tan^{-1}T\omega\right)}}{\sqrt{1+T^2\omega^2}}$$

ゲイン　$|G(j\omega)|=\dfrac{T\omega}{\sqrt{1+T^2\omega^2}}$

位相　$\arg G(j\omega)=\dfrac{\pi}{2}-\tan^{-1}T\omega=\tan^{-1}\dfrac{1}{T\omega}$

２）　$G(j\omega)=e^{-\tau j\omega}=\cos\tau\omega-j\sin\tau\omega$

ゲイン　$|G(j\omega)|=\left|e^{-\tau j\omega}\right|=\sqrt{\cos^2\tau\omega+\sin^2\tau\omega}=1$

位相　$\arg G(j\omega)=\tan^{-1}\dfrac{-\sin\tau\omega}{\cos\tau\omega}=\tan^{-1}(-\tan\tau\omega)=-\tau\omega$

なお、$e^{-\tau j\omega}$よりゲイン1、位相$-\tau\omega$　は明らかでもある．