



کنترل اتوماتیک

تحلیل پاسخ گذرا و ماندگار سیستم‌های خطی

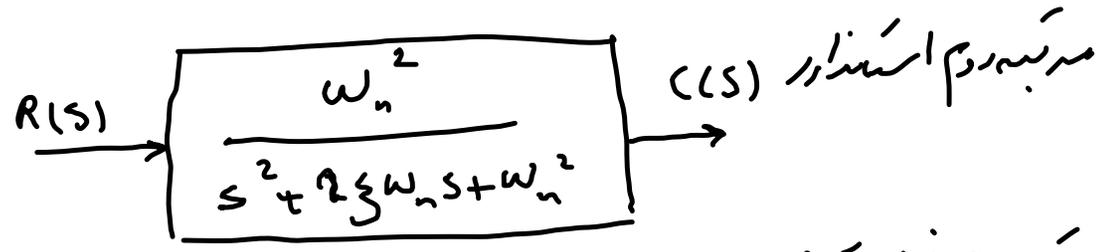
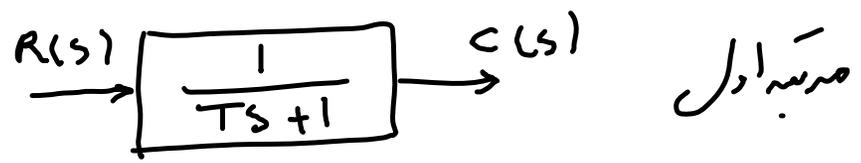
دکتر امین نیکوبین

دانشگاه سمنان، دانشکده مهندسی مکانیک

anikoobin@semnan.ac.ir



سیستمهای مرتبه بالاتر



سیستم مرتبه دوم غیر استاندارد

$$G_1(s) = \frac{s+1}{s^2+s+1}$$

$$G_2(s) = \frac{(s+4)}{(s+1)(s+2)(s+3)}$$

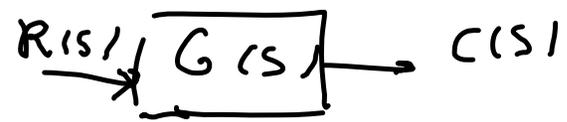
$$G(s) = \frac{s^m + b_{m-1}s^{m-1} + \dots + b_1s + b_0}{s^n + a_{n-1}s^{n-1} + \dots + a_1s + a_0}$$

m مرتبه
 n مرتبه
 $m \leq n$

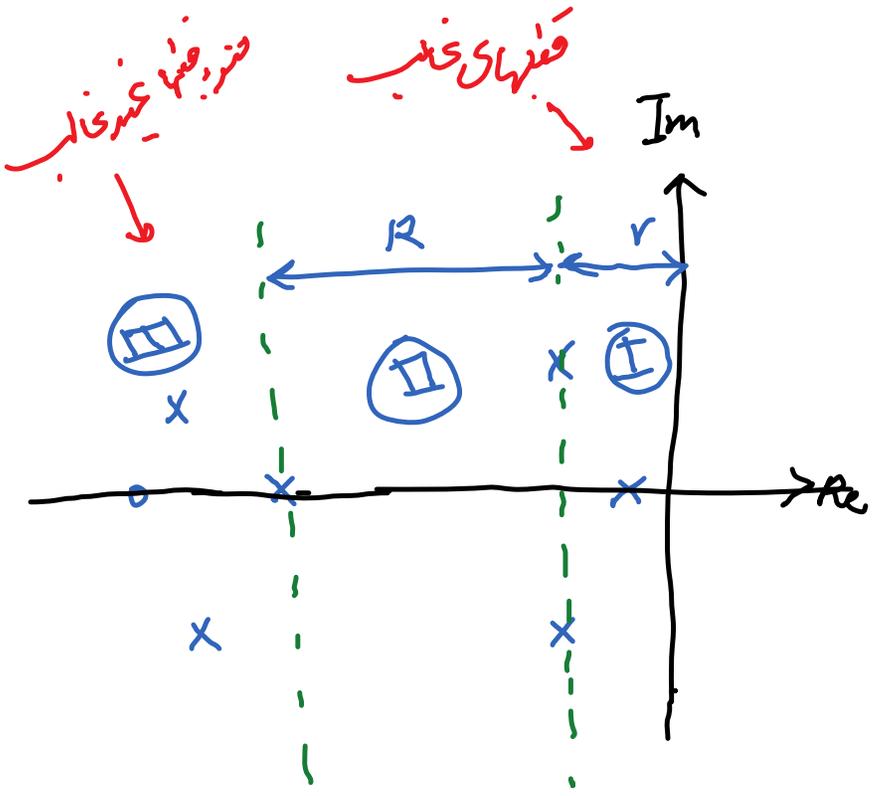
- بسط به کسرهایی جزئی
- تبدیل زنی و مسو زنی MATLAB
- داده های سیستم ←
- در صورت داشتن یک سری شرایط



قطب خالص :



منزده قطبهای $G(s)$ را در صفحه اعداد مدهای منخفض می کنیم



۱- در ناحیه I فقط قطب داشته ایم

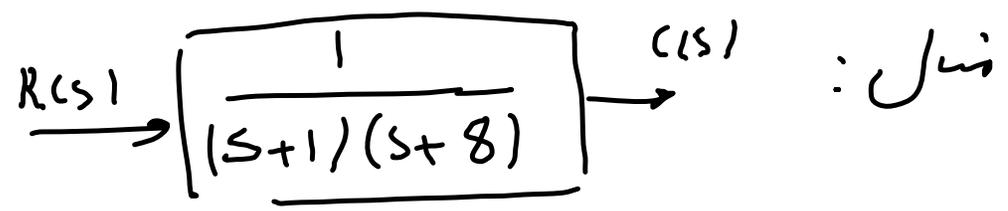
۲- در ناحیه II هیچ منزه قطب نداشته ایم

۳- $R \geq 4r$

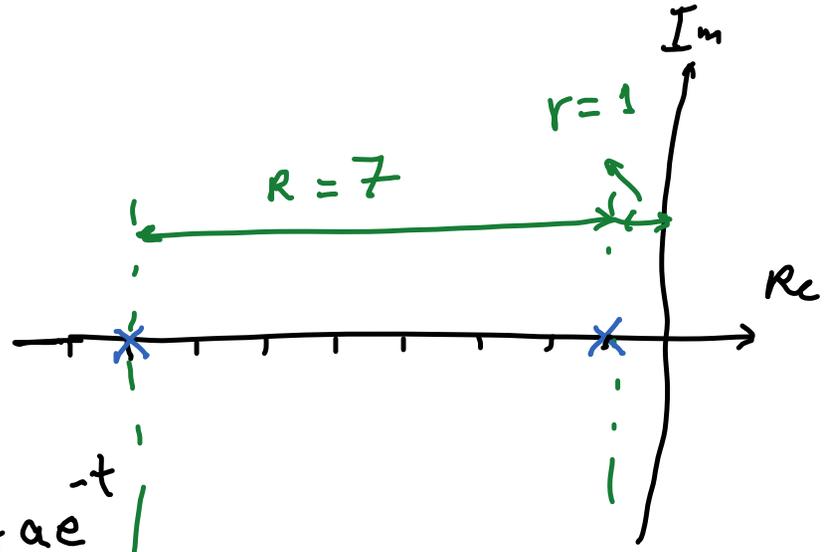
در این صورت می توان از لگه منزه قطبهای ناحیه III صرف نظر کرد



$$G_1(s) = \frac{1}{(s+1)(s+8)}$$



$$G_2(s) = \frac{a}{s+1}$$



$$\Rightarrow G_1(s) = \frac{a_1}{s+1} + \frac{a_2}{s+8}$$

$$R(s) = \frac{1}{s} \rightarrow c(t) = 1 + \underbrace{a_1}_{2} e^{-t} + \underbrace{a_2}_{1} e^{-8t} \approx 1 + a e^{-t}$$

$$R > 4r \Rightarrow 7 > 4 \checkmark$$

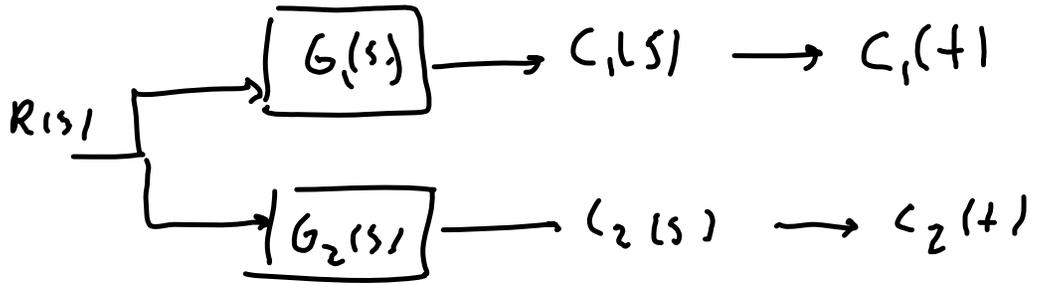
شماره یک در مقایسه با شماره 2 خیلی سریع منفرجه شده



$$\Rightarrow \underset{s \rightarrow 0}{s} R(s) G_1(s) = \underset{s \rightarrow 0}{s} R(s) G_2(s)$$

$$\Rightarrow \underset{s \rightarrow 0}{s} R(s) [G_1(s) - G_2(s)] = 0$$

$$\Rightarrow \boxed{\underset{s \rightarrow 0}{s} G_1(s) = \underset{s \rightarrow 0}{s} G_2(s)}$$



شعیه معیار نهایی

$$\left. \begin{aligned} C_1(t) &= \underset{s \rightarrow 0}{s} C_1(s) \\ t \rightarrow \infty \end{aligned} \right\}$$

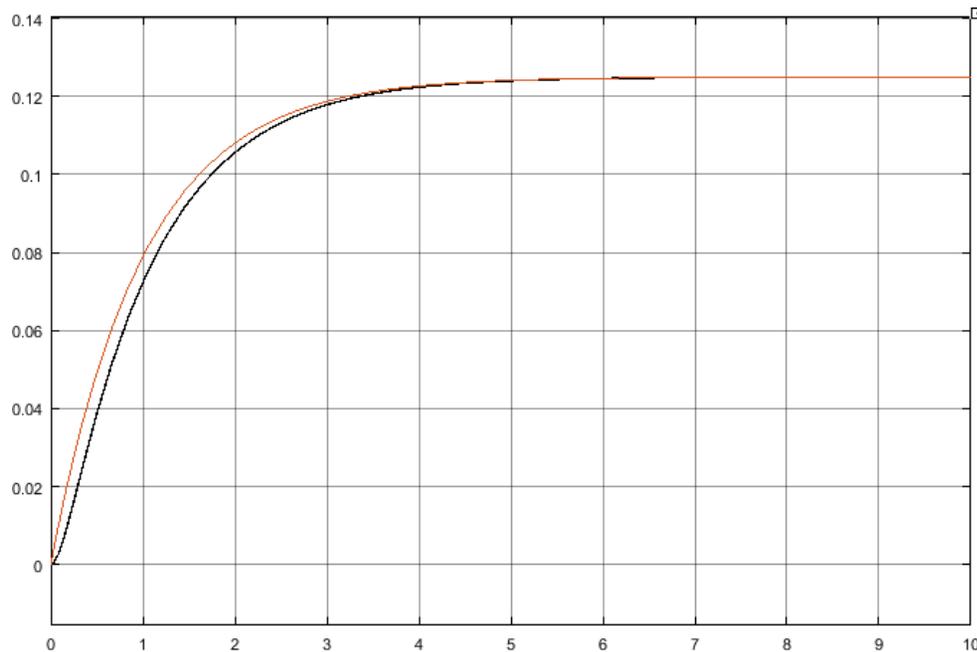
$$\left. \begin{aligned} C_2(t) &= \underset{s \rightarrow 0}{s} C_2(s) \\ t \rightarrow \infty \end{aligned} \right\}$$

$$\Rightarrow \underset{s \rightarrow 0}{s} C_1(s) = \underset{s \rightarrow 0}{s} C_2(s)$$



$$G_1(s) = \frac{1}{(s+1)(s+8)} \quad \Rightarrow \quad G_1(0) = G_2(0) \Rightarrow \frac{1}{8} = a$$

$$G_2(s) = \frac{a}{s+1} \quad \Rightarrow \quad G_2(s) = \frac{1/8}{s+1}$$





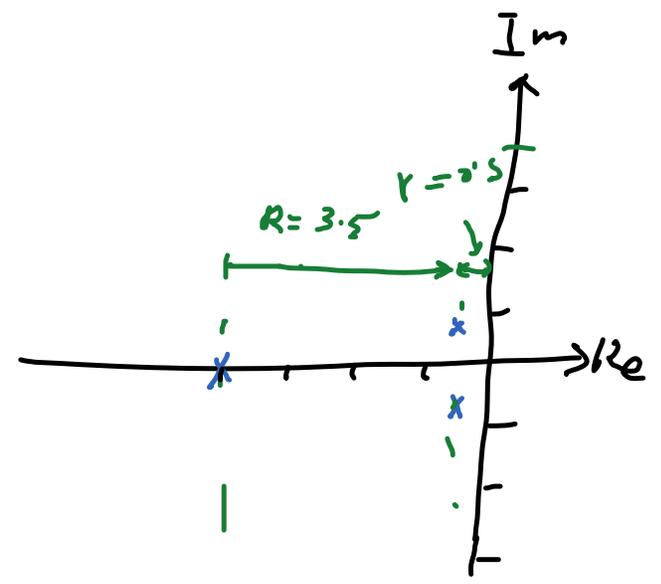
فصل: پاسخ سیستم زیر را بررسی کنید و بد با یک آفرید مقدار ζ را حساب کنید

$$G(s) = \frac{4}{(s^2 + s + 1)(s + 4)}$$

$$P_{1,2} = \frac{-1 \pm \sqrt{1-4}}{2} = -0.5 \pm j \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$P_3 = -4$$

$$R \geq 4r \rightarrow 3.5 > 2 \checkmark$$



(بخش غلبه)
قطب دومتر غلبه
نقطه سوز

$$G_2(s) = \frac{a}{s^2 + s + 1} \quad , \quad G(0) = G_2(0) = \frac{4}{4} = a$$

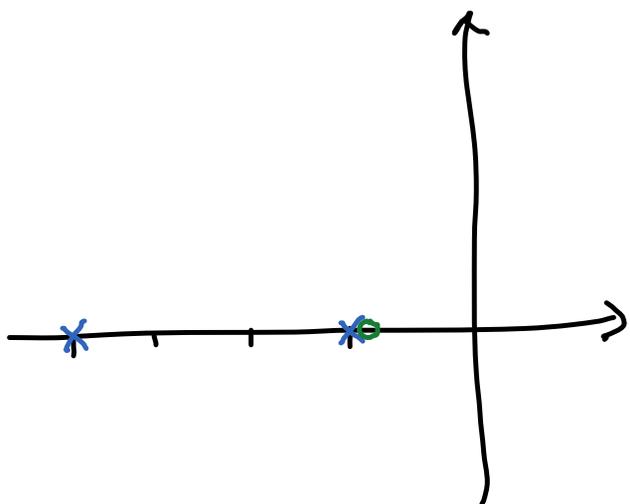
$$\rightarrow G_2(s) = \frac{1}{s^2 + s + 1} \rightarrow \omega_n = 1$$

$$2\zeta\omega_n = 1 \rightarrow \zeta = 0.5$$



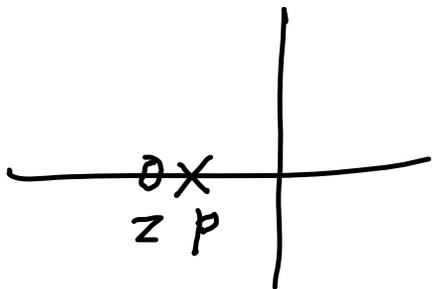
اثر صفر

در صورتی که یک صفر و قطب خیلی به هم نزدیک باشند
میان آن آن صفر و قطب را با یکدیگر ساده کرد.



$$G(s) = \frac{(s+1)}{(s+1)(s+4)} = \frac{1}{s+4}$$

$$G(s) = \frac{s+0.95}{(s+1)(s+4)} \approx \frac{a}{s+4}$$



$$\frac{|z-p|}{z} \times 100 < 5\%$$



$$G(s) = \frac{25(s+0.48)}{8(s+3)(s+0.5)}$$

نیل:

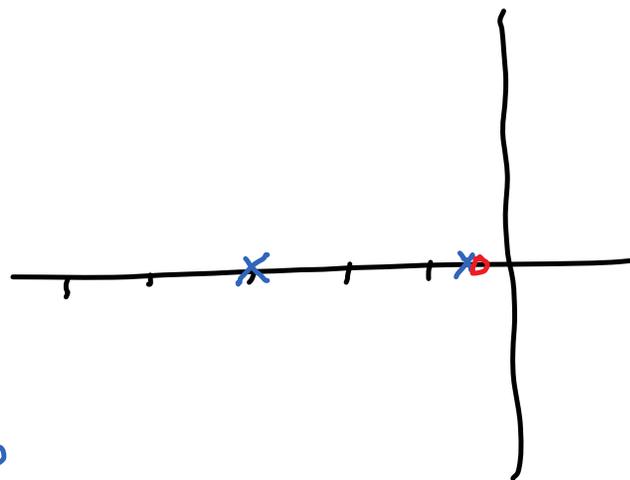
$$\left| \frac{0.5 - 0.48}{0.5} \right| \times 100 = 4\%$$

$$G'(s) = \frac{a}{s+3} = \frac{3}{s+3}$$

$$G(0) = G'(0) \Rightarrow a = 3$$

$$c(t) = 1 + a_1 e^{-3t} + a_2 e^{-t} \approx 1 + a e^{-3t}$$

$$a_2 \ll a_1 \rightarrow \text{نیل} \quad a_1 = 1, a_2 = 0.01$$





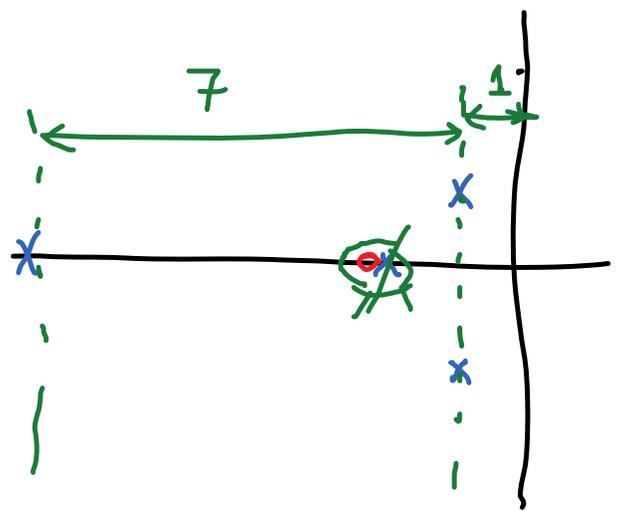
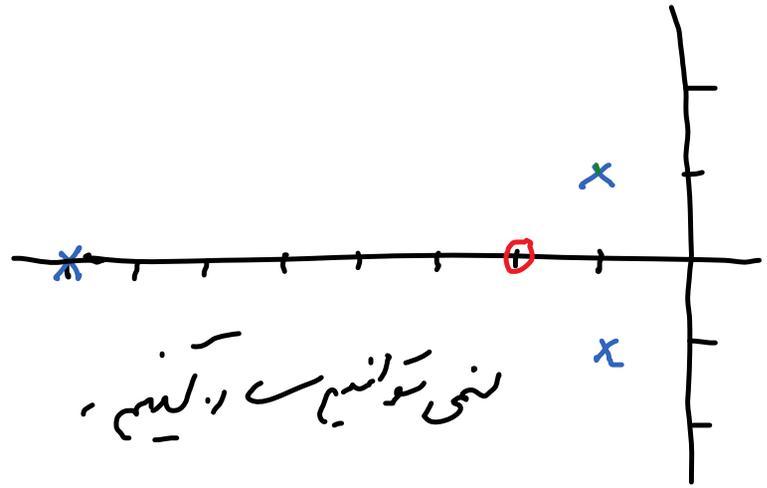
مثال:

$$G(s) = \frac{s+2}{(s^2+2s+3)(s+8)}$$

$$z_1 = -2$$

$$p_1 = -8$$

$$p_{2,3} = -1 \pm j$$



مثال:

$$G(s) = \frac{s+2}{(s^2+2s+3)(s+8)(s+1.9)}$$

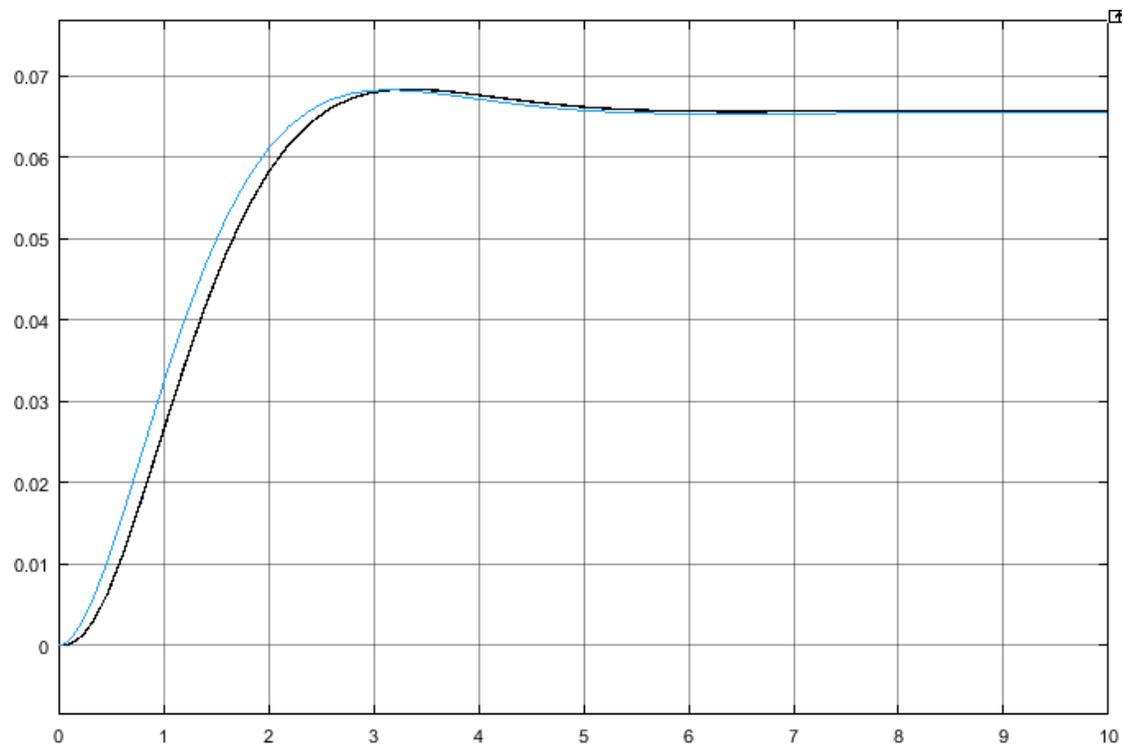
$$\frac{2-1.9}{2} = \frac{0.1}{2} = 0.05 = 5\%$$

$$\frac{2}{3 \times 8 \times 1.9} = \frac{\alpha}{3} \Rightarrow \boxed{\alpha = 0.131}$$

$$G'(s) = \frac{\alpha}{s^2+2s+3}$$

کنترل اتوماتیک، تحلیل پاسخ گذرا و ماندگار سیستمهای خطی

دکتر امین نیکوبین





کنترل اتوماتیک، تحلیل پاسخ گذرا و ماندگار سیستمهای خطی

دکتر امین نیکوبین