

$$G(s) = \frac{K}{s(-1+Ts)} \xrightarrow{\text{فرم استاندارد}} G(s) = \frac{-K}{s(-Ts+1)}$$

بررسی لک

$$s = j\omega \Rightarrow G(j\omega) = \frac{-1}{(j\omega)(-Tj\omega+1)} = \frac{-1}{T\omega^2+j\omega} \times \frac{T\omega^2-j\omega}{T\omega^2-j\omega} = \frac{-T\omega^2+j\omega}{T^2\omega^4+\omega^2}$$

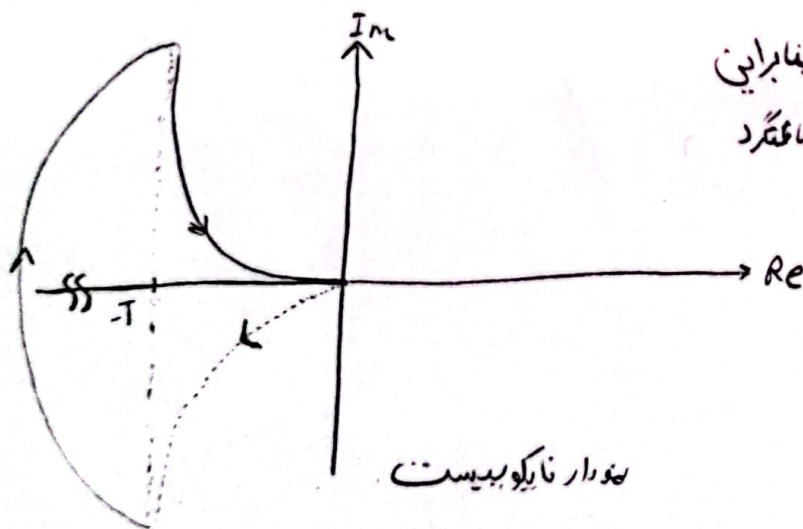
$$\text{ReL: } \frac{-T\omega^2}{T^2\omega^4+\omega^2} = \frac{-T}{T^2\omega^2+1} \quad \omega \rightarrow 0 \begin{cases} \text{Re: } -T \\ \text{Im: } \infty \end{cases}$$

$$\text{Im: } \frac{\omega}{T^2\omega^4+\omega^2} = \frac{1}{T^2\omega^2+1} \quad \omega \rightarrow \infty \begin{cases} \text{Re: } 0 \\ \text{Im: } 0 \end{cases}$$

$$\text{Im} = 0 \rightarrow \frac{1}{T^2\omega^2+1} \rightarrow \omega = \infty$$

برخورد با محور حقیقی :

- بنابراین با محور حقیقی برخورد ندارد.



یک قطب در محور سل داریم و چون پادما متکدر است بنابراین
نکاتیت همدیس آن به صورت نیم دایره ای ساعتگرد
خواهد بود.

با فرض $T > 0$ ، آنگاه یک قطب ناپایدار در سیستم حلقه باز خواهیم داشت، پس $P=1$ می باشد.
برای این که حاصل عبارت $Z=N+P$ ، صفر نشود باید نمودار نایکو بیست نقطه $-\frac{1}{K}$ را به صورت
پار ساعتگرد در بزند تا $N=-1$ باشد و حاصل Z را صفر کند و سیستم پایدار شود اما در شکل بالا اگر
نقطه $-\frac{1}{K}$ را در سمت چپ محور سل انتخاب کنیم، آنگاه نمودار نایکو بیست آن را به صورت ساعتگرد در خواهد
زد که در این صورت $N=1$ و در نهایت $Z=2$ خواهد شد که مطلوب نیست. همچنین اگر نقطه $-\frac{1}{K}$ را در سمت
راست محور سل انتخاب کنیم، آنگاه نمودار نایکو بیست آن را در نخواهد زد که در این صورت $N=0$ و در نهایت
 $Z=1$ خواهد شد. پس در هیچ حالتی، سیستم $G(s)$ پایدار نخواهد شد.

۱/۱: حد بهره

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

خطای ماندگار به ورودی $(t+1/1)u(t)$ ؟

$$G(s) = \frac{0.1 K}{s(s+1)(0.1s+1)} \xrightarrow{s=j\omega} \frac{0.1 K}{j\omega(1+j\omega)(1+j\frac{\omega}{10})}$$

$$\angle G(j\omega) = -180 = 0 - \underbrace{\arctan\left(\frac{\omega}{0.1}\right)}_{90} + \arctan(\omega) + \arctan\left(\frac{\omega}{10}\right) \quad \text{حاشیه حد بهره:}$$

$$\Rightarrow 90 = +\tan^{-1}(\omega) + \tan^{-1}\left(\frac{\omega}{10}\right)$$

باجدس و جایگزینی خواهم داشت:

$$\omega = \sqrt{10} \approx 3.142$$

$$|G(j\omega)| \text{ for } \omega = 3.142 : \frac{K}{3.142} \times \frac{K}{\sqrt{1+(3.142)^2}} + \frac{1}{\sqrt{100+(3.142)^2}} = A$$

$$\Rightarrow A \approx 0.0091 K \rightarrow GM = \frac{1}{A} = 1.1 \rightarrow \frac{1}{0.0091 K} = 1.1 \Rightarrow K \approx 99.9 \approx 100$$

پس برای داشتن حد بهره ۱/۱، باید $K=100$ باشد:

$$G(s) = \frac{100}{s(s+1)(s+10)}$$

ورودی اعمال شده شامل شیب و پله است، پس خطای ماندگار به هر کدام را به صورت جداگانه حساب و سپس باهم

$$(t+1/1)u(t) = \underbrace{t u(t)}_{\text{ورودی شیب}} + \underbrace{1/1 u(t)}_{\text{ورودی پله}} \quad \text{جمع می کنیم:}$$

- خطای ماندگار به ورودی پله: چون سیستم تیپ یک است (به خاطر وجود s درخرج) پس خطای ماندگار به ورودی پله صفر می باشد.

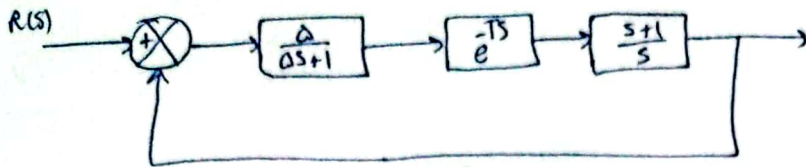
- خطای ماندگار به ورودی شیب:

$$K_v = \lim_{s \rightarrow 0} s G(s) = \frac{100}{(1)(10)} = 10$$

$$e_{ss1} = \frac{1}{K_v} = 0.1$$

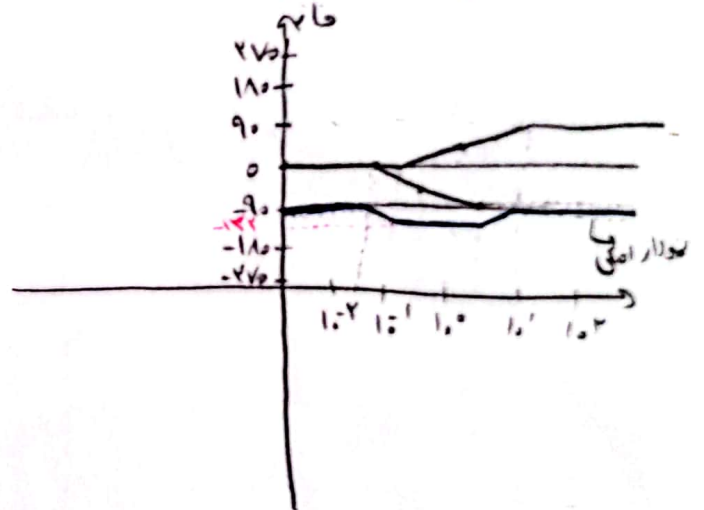
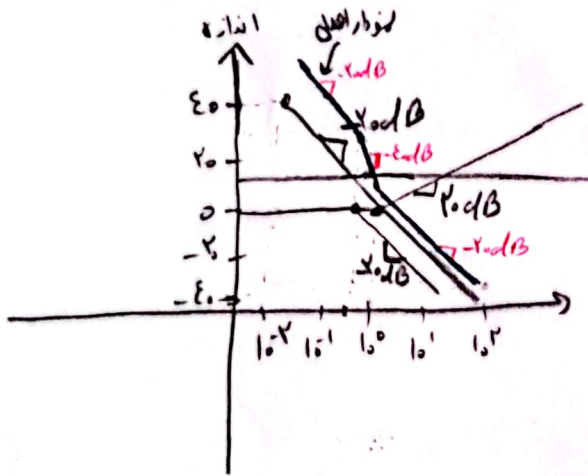
بنابراین خطای ماندگار به ورودی $(t+1/1)u(t)$:

$$e_{ss} = e_{ss1} + e_{ss2} = 0.1 + 0 \Rightarrow \boxed{e_{ss} = 0.1}$$



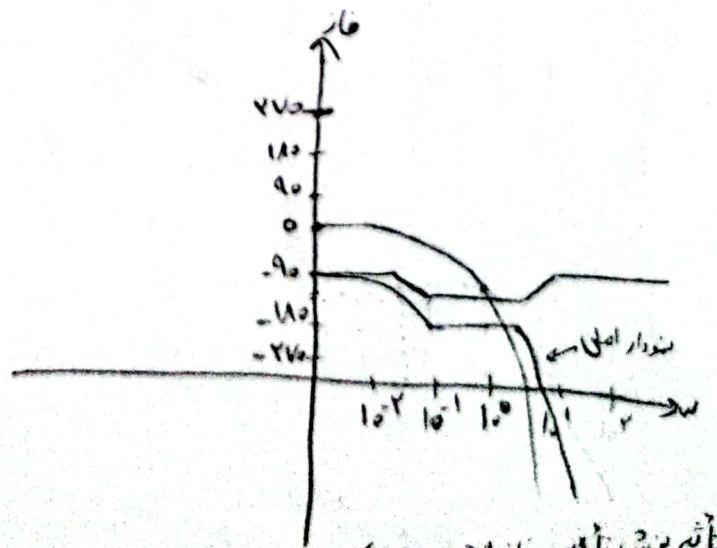
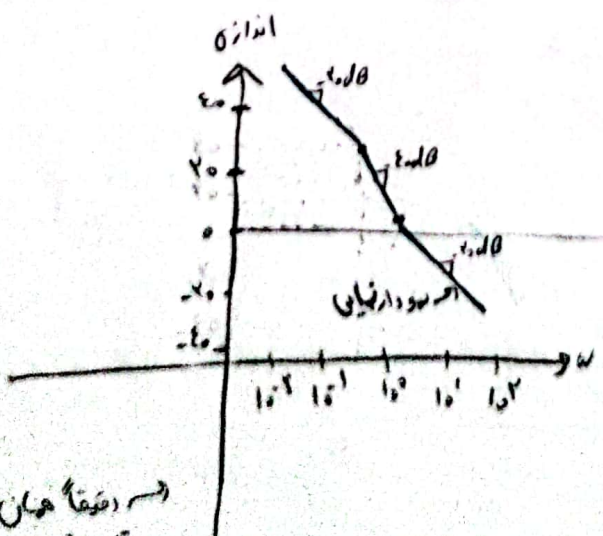
$$G(s) = \frac{5(s+1)e^{-2s}}{(s+1)s} \xrightarrow{\text{اول}} \frac{5(s+1)}{(s+1)s} (G(s) - \sin(\omega))$$

می‌دانیم $|e^{-Ts}|$ برای یک می باشد و چون ما نمودار را به رسم می‌کشیم و به رسم می‌کنیم (1091=0) بنابراین سیستم تأخیر در اندازه تأخیری ندارد اما این سیستم تأخیر روی فاز تأخیر قابل توجهی دارد. به طوری که به صورت یک خط با شیب $[-T\omega]$ در نمودار فازی بود ظاهر می‌شود پس در فرکانس‌های خیلی کم، در فاز کلی سیستم تأخیر ندارد اما زمانی که میل کند تأخیر زیادی را روی فاز سیستم خواهد گذاشت تا جایی که می‌تواند یک سیستم بایدار را ناپایدار کند. برای رسم نمودار بود (سیستم) $G(s) = \frac{5(s+1)}{s(s+1)}$ را رسم و سپس از روی آن، نمودار بود $G(s)$ را ترسیم خواهیم کرد. (1095=14)



• نمودار بود $G(s) = \frac{5(s+1)}{s(s+1)}$

با توجه به توضیحات قبل، نمودار بود $G(s) = \frac{5(s+1)e^{-2s}}{(s+1)s}$ را رسم می‌کنیم.



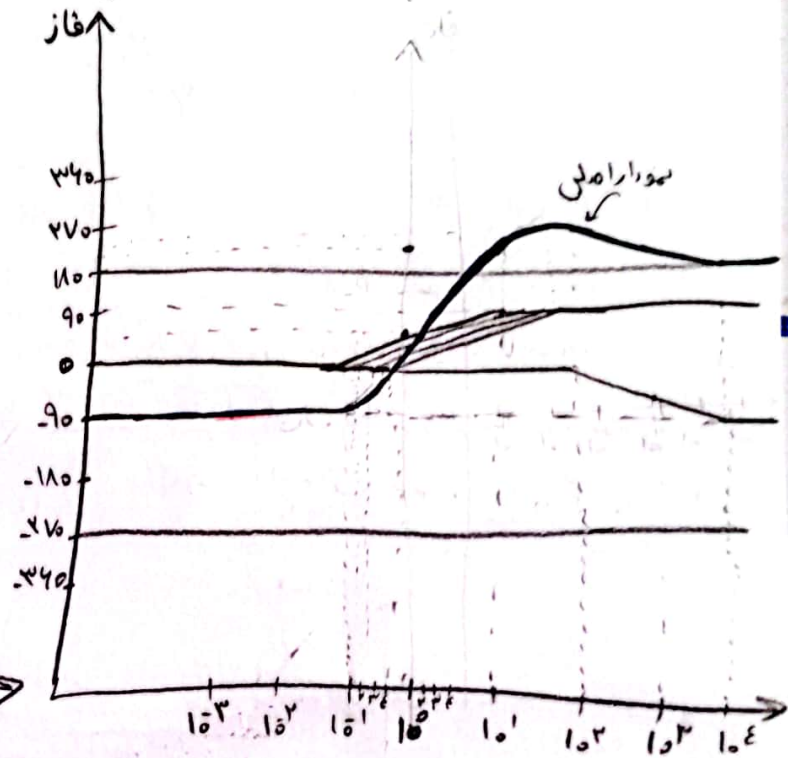
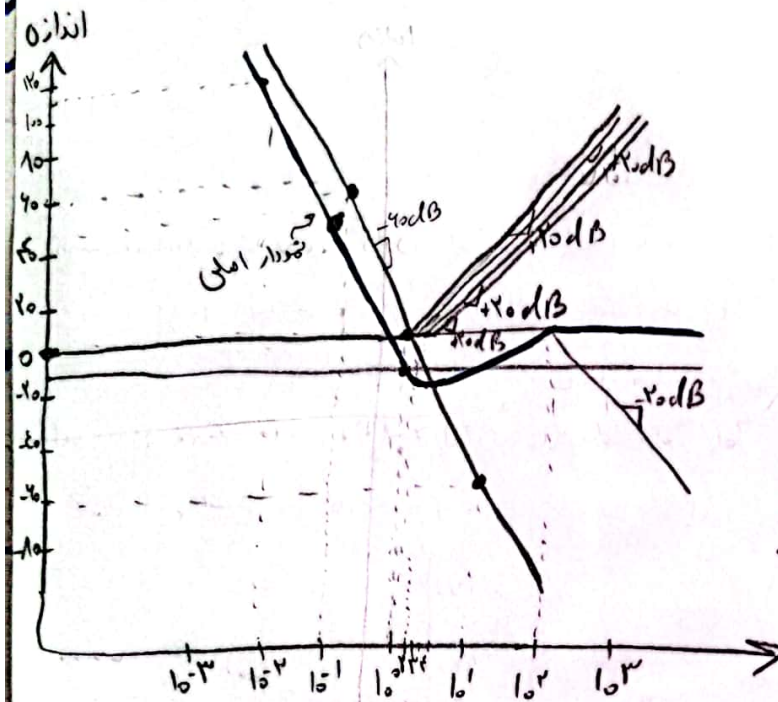
در واقع همان نمودار اندازه تابع $G(s)$ می‌باشد

• نمودار بود $G(s) = \frac{5(s+1)e^{-2s}}{s(s+1)}$

تأخیر بیش تأخیر روی فاز در رسم $2\pi \times \frac{180}{\pi}$

$$G(s) = \frac{-(s+1)(s+2)(s+3)(s+4)}{s^3(s+100)} \xrightarrow{\text{فرم استاندارد}} G(s) = \frac{-0.124 (s+1)(0.5s+1)(\frac{1}{3}s+1)(\frac{1}{4}s+1)}{s^3(0.01s+1)}$$

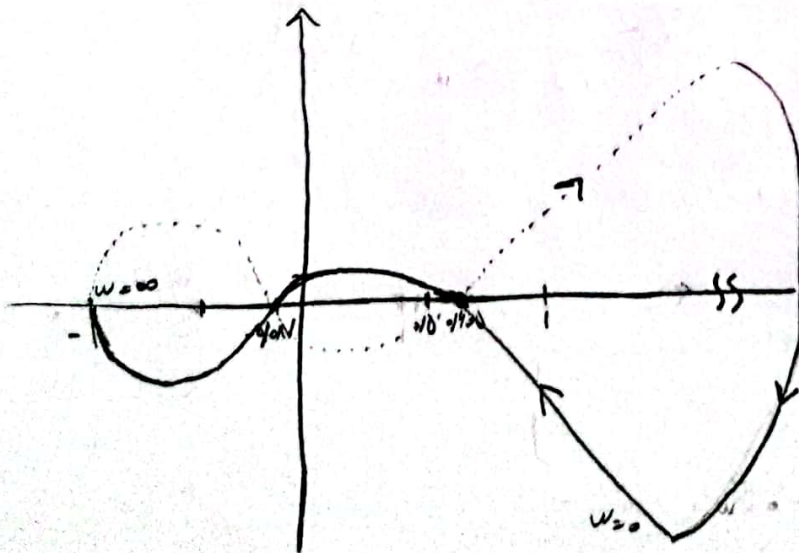
ابتداءً دار بود بالا را رسم و سپس از روی آن نمودار نایکو بیستش را ترسیم می کنیم



نمودار بود

$$20 \log(0.124) = -12.4$$

حال نمودار نایکو بیست آن را ترسیم می کنیم :



$$G(j\omega) = \frac{-(j\omega+1)(j\omega+2)(j\omega+3)(j\omega+4)}{-j\omega^3(j\omega+100)} = \frac{-\omega^4 + j15\omega^3 + 35\omega^2 - j20\omega - 24}{\omega^4 - j100\omega^3} \times \frac{\omega^4 + j100\omega^3}{\omega^4 + j100\omega^3}$$

$$\rightarrow G(j\omega) = \frac{-\omega^4 - j90\omega^3 - 94\omega^2 + j3450\omega^3 + 4974\omega^4 - j2400\omega^3}{\omega^4 + j100\omega^3}$$

$$G(s) = \frac{-s^5 - 95s^4 - 965s^3 + 3450s^2 + 4974s - 1200}{s^5 + 10^4 s^3} = \frac{-s^5 - 965s^3 + 4974s - 1200}{s^5 + 10^4 s^3}$$

$$\omega \rightarrow 0 \begin{cases} Re = +\infty \\ Im = -\infty \end{cases}$$

$$\omega \rightarrow \infty \begin{cases} Re = -1 \\ Im = 0 \end{cases}$$

$$Im = 0 \rightarrow 90s^4 - 3450s^2 + 1200 = 0 \rightarrow$$

$$\begin{cases} Re_1 = -0.017 \\ Re_2 = -0.017 \\ Re_3 = 0.405 \\ Re_4 = 0.405 \end{cases}$$

$$\begin{cases} \omega_1 = -6.134 \\ \omega_2 = +6.134 \\ \omega_3 = -0.184 \\ \omega_4 = +0.184 \end{cases}$$

مقایسه پاسخ : در مقابل می توان نمودارهای آرست و کاملی را برای زمان هایی که قطب روی محور s داریم و نیز می بینیم کنیم. به خاطر همین نمودار نایکوییست که باهم تفاوت دارند اما نمودارهای بود و مشابه یکدیگر می باشند.

نایکوییست

بررسی پنجم

تحلیل نمودار : در ابتدا احتمالاً یک سیستم مرتبه اول PD داریم چرا که در ابتدا فاز افزایش یافته است. همچنین چون مقدار انداز از 0 شروع شده و مقدار کمی تواند از 0 یا 180 باشد. با قدم هایی که در نقطه شکست نمودار بود (بدون می شود پس باید تابع تبدیل ما نیز دارای عملیات از مواردی که قبلاً با آن آشنا شدیم باشد. چون از جایی به مقدار دامنه و فاز کم شده است پس یک سیستم PD باید داشته باشیم. چون هم نمودار دامنه و هم فاز به اندازه 0 تا 180 است شکی نیست پیدا کرده پس هم سیستم PD و هم سیستم PD باید داشته باشیم که ثابت زمانی آن ها برابر از 0 تا 180 بوده تا نمودار به اندازه 180 یا 0 تا 180 است شکی نیست پیدا کند. از قبل نیز دانستیم که با توجه به نمودارها سیستم PD نسبت به سیستم PD ، اضافه تانیر دارد.

$$G(s) = \frac{0.1(s+10)}{(0.1s+10)} = \frac{s+10}{s+100}$$

$$\rightarrow G(j\omega) = \frac{j\omega+10}{j\omega+100} \rightarrow \begin{cases} \omega \rightarrow 0 \Rightarrow G(j\omega) = 1 \\ \omega \rightarrow \infty \Rightarrow G(j\omega) = 0 \end{cases}$$

رسم نمودار نایکوییست

