

جزوه کنترل فرایندها کنکور کارشناسی ارشد

(قسمت دوم)

استاد: دکتر میرزازاده

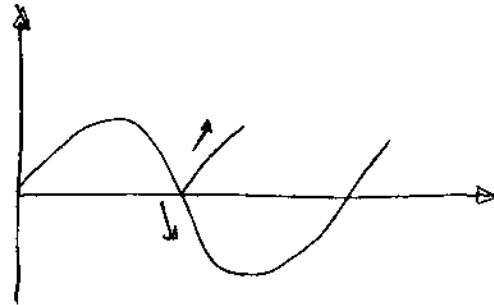
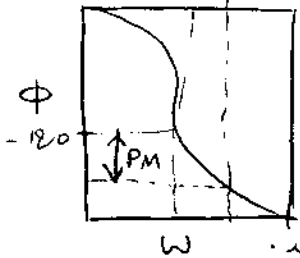
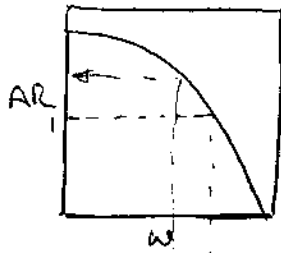
خانه مهندسی شیمی ایران
WWW.ICHEH.COM
info@icheh.com



www.icheh.com

Iranian Chemical Engineering Home

نقشه پایداری بode : Bode



اگر حالت تاخیر فاز $\phi = -180$ سیستم پایدار باشد
 در تمام شرایط پایداری خواهد شد به در -180 بدترین حالت
 چون در یک وضعیت معکوس باشد
 اگر در $AR > 1$ باشد سیستم پایدار است، چون سیستم را تقویت می کند
 یعنی تابع انتقال سیستم، دامنه را زیاد کرده است.
 بنابراین در $AR|_{\phi=-180}$ را می‌خوانیم. (در -180 و ω را می‌خوانیم و در همان ω ، AR)

Gain Margin حاشیه بهره : $G.M = \frac{1}{AR|_{\phi=-180}}$

شماره پایداری :

شرط (۱) $G.M > 1$ و $AR < 1$

شرط (۲) $PM > 0$

راه دوم :

در $AR=1$ ω را بدست آورده و در همان ω ، ϕ را بخوانیم.
 ϕ وقتی $AR=1$

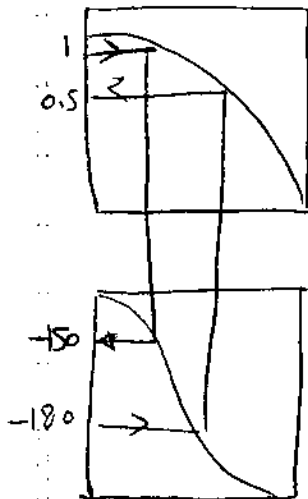
Phase Margin حاشیه فاز $PM = \phi_g - (-180)$ (شرط ۲)
 $AR=1$ یعنی اضافه ϕ وقتی $AR=1$ با -180 .

شرط پایداری کم : (برکتور ملاک نیست) :

(۱) $G.M > 1.7$

(۲) $PM > 30$

مثال ۱:



$$G.M = \frac{1}{0.5} = 2$$

$$P.M = [-150] - (-180) = 30$$

مثال ۲:

ω	0.1	0.5	1.2	2.8
AR	2.5	1	0.4	0.2
Φ	-117	-150	-180	-230

این روش هم است.

$$G.M = \frac{1}{0.4} = 2.5$$

$$P.M = (-150) - (-180) = 30$$

$$G.H(s) = \frac{\sqrt{2} e^{-\frac{\pi}{4} s}}{s(s+1)}$$

مثال ۳:

هنگامی که بخواهیم باز سروکار داریم یعنی از مدار باز برای بررسی پایداری مدار بسته استفاده می‌کنند.

- Bode
- Nyquist
- G.M
- P.M
- Root loci (مکان مناس)

* فقط آن روشی که با Routh یا معادله $(1+GH)$ سروکار دارد.

G.M ىلر

$$G.M = \frac{1}{AR|_{\substack{\omega=1 \\ \phi=-180}}} \leftarrow AR|_{\omega=1} \leftarrow \omega \leftarrow \phi = -180^{\circ}$$

P.M ىلر

$$P.M = \phi_g - (-180) \leftarrow \phi_g|_{\omega=1} \leftarrow \omega \leftarrow AR = P(\omega) = 1$$

$$G(i\omega) = \frac{\sqrt{2} e^{-\frac{\pi}{4}\omega i}}{(i\omega)(i\omega+1)}$$

ىلر دىلر

$$AR = \frac{\sqrt{2} \times 1}{\omega \sqrt{\omega^2 + 1}}$$

$$\phi = \left\{ 0 - \frac{\pi}{4}\omega \right\} - \left\{ \frac{\pi}{2} + \tan^{-1}\omega \right\}$$

$$\phi = -180 \rightarrow -\frac{\pi}{4}\omega - \frac{\pi}{2} - \tan^{-1}\omega = -\pi \rightarrow \omega = 1$$

ىلر دىلر $\frac{1}{\sqrt{2}} = \omega$ ىلر دىلر *

$$AR = \frac{\sqrt{2} \times 1}{1 \times \sqrt{1+1}} = 1$$

$$G.M = \frac{1}{1} = 1$$

$$G.M = 1 \rightarrow P.M = 0$$

* قىلر $G.M = 1$ ىلر $P.M = 0$ ىلر دىلر

$$\frac{\sqrt{2}}{\omega \sqrt{\omega^2 + 1}} = 1 \rightarrow \omega = 1 \rightarrow \phi_g|_{\omega=1} = -\frac{\pi}{4} \times 1$$

ىلر دىلر P.M ىلر دىلر

$$\phi_g|_{\omega=1} = -\frac{\pi}{4} \times 1 - \frac{\pi}{2} - \tan^{-1}1 = -\pi$$

$$P.M = -\pi - (-\pi) = 0$$

مثال‌های پایداری بک: $G.M$ و $P.M$
 مثال (۱): k پایداری را حساب کنید.
 $G(s) = \frac{k e^{-\frac{\pi}{4}s}}{s(s+1)}$

راه اول: آزمون Routh و بعد $e^{-\frac{\pi}{4}s}$ مثلثی سازیت.
 اگر تابع انتقال تأخیر زمان داشت از Routh استفاده نمی‌کنیم. و اگر s داشتیم از آزمون Routh استفاده می‌کنیم.

راه حل دوم: $P.M > 0$

$$AR = 1$$

$$AR = \frac{k e^{-\frac{\pi}{4}(i\omega)}}{i\omega(i\omega+1)} \rightarrow AR = \frac{k \times 1}{\omega \sqrt{\omega^2+1}} = 1$$

در مسائل که ترم تأخیر زمان دارند و k معلوم نیست (Gain, Margin) استفاده می‌کنیم.

$$\Phi = \left\{ -\frac{\pi}{4}\omega \right\} - \left\{ \frac{\pi}{2} + \tan^{-1}\omega \right\} = -180$$

$$\omega = 1 \checkmark$$

$$\omega = 1 \rightarrow AR = \frac{k \times 1}{1 \times \sqrt{1^2+1^2}} = \frac{k}{\sqrt{2}}$$

$$\rightarrow G.M. = \frac{\sqrt{2}}{k} > 1 \rightarrow \boxed{k < \sqrt{2}}$$

شرط پایداری شرط پایداری

$$GH(s) = \frac{\sqrt{2} e^{-\tau_d s}}{s(s+1)}$$

مثال ۲:

برای چه مقادیر از τ_d سیستم پایدار است:

$$e^{-\tau_d s} \rightarrow \text{Routh بکارنی رود}$$

$$\phi = -180$$

: G.M

$$= -\tau_d \omega - \left\{ \frac{\pi}{2} + \tan^{-1} \omega \right\} = -180$$

ω و τ_d را بدلییم .

در حالتی که نرم تأخیر زمان دلدرد در ضمن τ_d معلوم نباشد از روش P.M برای بررسی پایداری استفاده می شود

$$AR=1 = \frac{\sqrt{2} \times 1}{\omega \sqrt{\omega^2 + 1}} \rightarrow \omega = 1$$

: P.M

$$\omega = 1 \rightarrow \phi_g|_{\omega=1} = -\tau_d \times 1 - \frac{\pi}{2} - \tan^{-1} 1$$

$$P.M = \phi_g - (-\pi) = -\tau_d - \frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{4} + \pi$$

شرط پایداری

$$P.M > 0$$

$$\rightarrow -\tau_d + \frac{\pi}{4} > 0$$

$$\rightarrow \boxed{\tau_d < \frac{\pi}{4}}$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{G.M} \leftarrow \text{ک پایداری خالصه می شود} \\ \text{P.M} \leftarrow \tau_d \text{ پایداری خالصه می شود} \end{array} \right\} e^{-\tau_d s} \text{ دارند} \quad (I)$$

در بحث پایداری

$$\left. \begin{array}{l} 1 + GH \leftarrow \text{را تشکیل می دهیم و} \\ \text{Routh استفاده می کنیم} \end{array} \right\} e^{-\tau_d s} \text{ ندارند} \quad (II)$$

$$G(s) = \frac{2e^{-0.1s}}{5(2s+1)}$$

مثال ۴:

G.M = ?

$$\phi = -180 = -0.1\omega - \frac{\pi}{2} - \tan^{-1} 2\omega$$

$2\pi \text{ rad}$
 1 rad
 360°
 $\times$

رای نوشتن بر حسب درجه

$$x = \frac{360}{2\pi} = \frac{180}{\pi} = 57.2$$

نیاز داریم اگر mod ماشین حساب بدیم (تو منوی)

$$\phi = -57.2 \times 0.1\omega - 90 - \tan^{-1} 2\omega = -180$$

بر حسب rad :

$$\text{Mode (Rad)} \quad -\pi = -0.1\omega - \frac{\pi}{2} - \tan^{-1} 2\omega$$

(3.14)

$$\pi - 0.1\omega - \frac{\pi}{2} - \tan^{-1} 2\omega = 0$$

میزان کسند زبیر نیلوز :

$$G_c = K_c (1 + \tau_D s + \frac{1}{\tau_I s})$$

مؤید برای فرایند $G(s)$ ، کسند G_c را انتخاب کنید مقادیر τ_D ، K_c و τ_I را دهید .

اوش زبیر نیلوز :

االبه تبدیه مللر باز سیم بیرون کسند را آتسید دهید .

$G_H(s) = \dots$ بیرون کسند

(۲) $G.M$ را حساب کنید .
 حاشیه پره را می سید .
 $G.M = \frac{1}{AR|_{\omega_{co}}}$ ← ω_{co} ← $\phi = -180$ (Cross over)
 $K_u = \frac{1}{G.M}$ ← $\phi = +180$ در ω_{co} .
 $P_u = \frac{2\pi}{\omega_{co}}$ (۳)
 لیه بعضی کتاب ها AR را در نقطه میزند .

	K_c	τ_D	τ_I
P	$0.5 K_u$ مقتضوز	—	—
PD			
PI			
PID	— K_u	$\frac{P_u}{\dots}$	$\frac{P_u}{\dots}$

Ultimate Gain : K_u

نست 104: 82

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

$\Phi = ?$

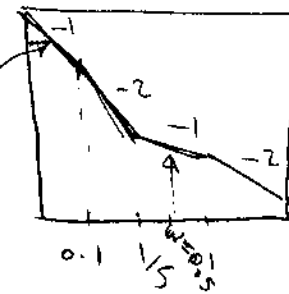
$$\Phi = \left\{ \tan^{-1} \frac{\omega}{2} \right\} - \left\{ \tan^{-1} \omega + \tan^{-1} \frac{\omega}{-1} \right\}$$

$$\Phi = \tan^{-1} \frac{\omega}{2} - \tan^{-1} \omega + \tan^{-1} \omega$$

$$G(s) = \frac{k e^{-2s} (5s+1)}{s(s+1)(10s+1)}$$

نست 99: 79

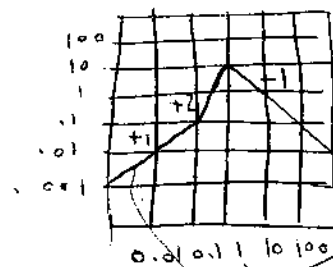
شکست ندارد
 $\omega = 0.5$ در Bode
 شیب جانبی
 مقدار است



* نرم‌نویز زمان به AR تأثیر نمی‌گذارد.
 که در خروجی از باطن آید و در صورت زیاده
 در $\omega = 0.5$ شیب -1 است.

$$G(s) = 1$$

شیب +1
 دو دبلر



نست 100
 م و شیب را تغییر داده

بعضی است چون $\omega = 1$
 شیب را کم کرده $\omega = 1$

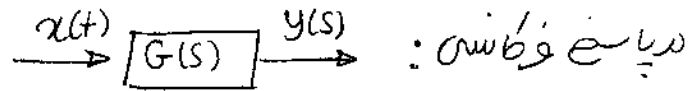
چون شیب را یک
 واحد تغییر داده

$$G(s) = \frac{e^{-2s}}{s(10s+1)(s+1)^3}$$

چون شیب
 را زیاد
 کرده پس صورت است
 چون شیب +1
 و چون شیب +2
 است

تولید باشد و تولید نباشد

نایکوئیست :



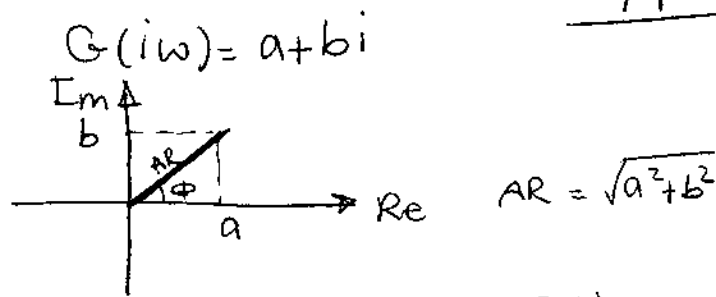
$$x(t) = A \sin(\omega t)$$

$$y(t) = AR \cdot A \sin(\omega t + \Phi)$$

$$AR = |G(i\omega)|$$

$$\Phi = \angle G(i\omega)$$

Nyquist



$$G(i\omega) = a + bi$$

نایکوئیست دیاگرام Bode اور فریکوئنسی قطبی

شعاع نایکوئیست $AR =$

زاویه شعاع با محور حقیقی $\Phi =$

بنابرین Nyquist و Bode کاملاً یکسان ہیں۔

$$GH(s) = \frac{1}{\tau s + 1}$$

مثال ۱ :

دیاگرام نایکوئیست راسم کنید :

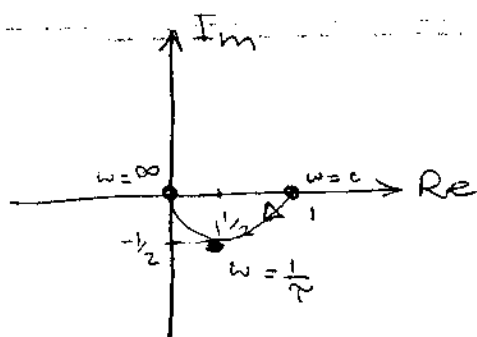
$$s = i\omega$$

$$G(i\omega) = \frac{1}{\tau i\omega + 1}$$

اسی را آوریہ شکل $a + bi$:

$$\frac{1}{\tau i\omega + 1} \times \frac{1 - \tau i\omega}{1 - \tau i\omega} = \frac{1}{1 + \tau^2 \omega^2} - \frac{\omega \tau}{1 + \tau^2 \omega^2} i$$

$\underbrace{\hspace{1cm}}_a \qquad \underbrace{\hspace{1cm}}_b$



$$\begin{aligned} \omega=0 &\rightarrow G(i\omega)=1-0i \\ \omega=\frac{1}{\tau} &\rightarrow =\frac{1}{2}-\frac{1}{2}i \\ \omega=\infty &\rightarrow =0-0i \end{aligned}$$

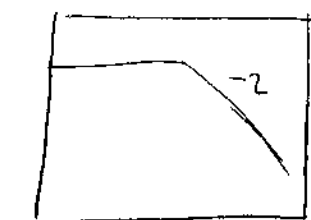
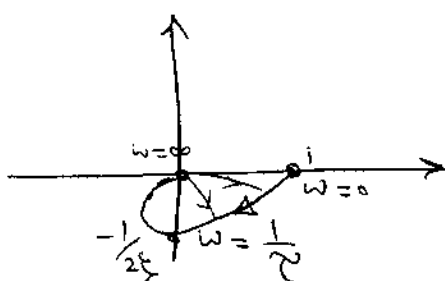
فلسه روه بياگرم حيت زياد شدن ω است.

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

مثال ۲: بياگرم نايكويست رسم ۲.

$$\begin{aligned} G(i\omega) &= \frac{1}{(1-\tau^2\omega^2)+2\xi\omega\tau i} \times \frac{(1-\tau^2\omega^2)-2\xi\omega\tau i}{(1-\tau^2\omega^2)-2\xi\omega\tau i} \\ &= \frac{1-\tau^2\omega^2}{(1-\tau^2\omega^2)^2+(2\xi\omega\tau)^2} - \frac{2\xi\omega\tau}{(1-\tau^2\omega^2)^2+(2\xi\omega\tau)^2} i \end{aligned}$$

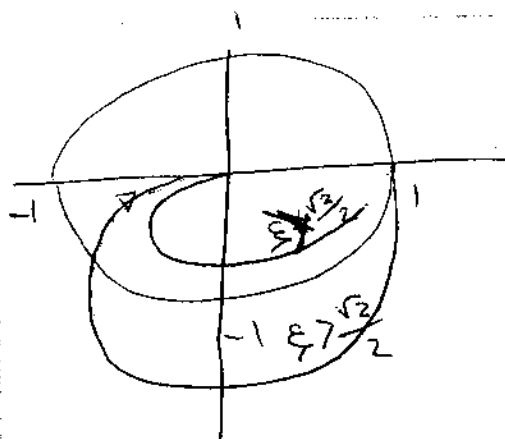
$$\begin{aligned} \omega=0 & \quad G(i\omega)=1-0i \\ \omega=\frac{1}{\tau} & \quad G(i\omega)=0-\frac{1}{2\xi}i \\ \omega=\infty & \quad =0-0i \end{aligned}$$



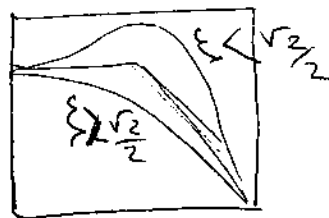
Bode مقياس : مقصوده زوايا از 0 تا -180 است و با افزايش ω ،

AR کاهش مي يابد .

آر از مبدا به هرتفام Myquist رسم كنيد شعاع AR است و زوايا با محور ϕ



اذا $\xi < \frac{\sqrt{2}}{2}$ وقتئذ
 $\xi > \frac{\sqrt{2}}{2}$

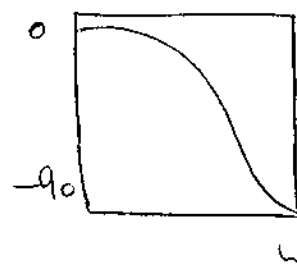
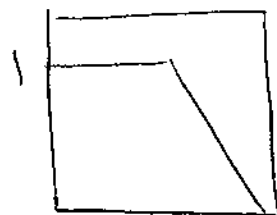
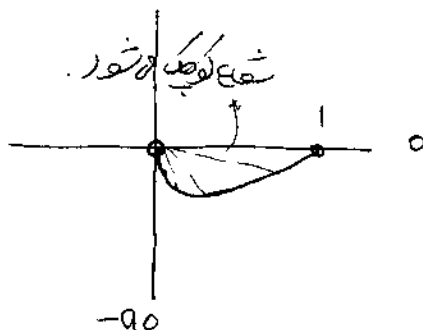


$$AR = P(\omega, \tau, \xi)$$

$$\frac{dAR}{d\omega} = 0$$

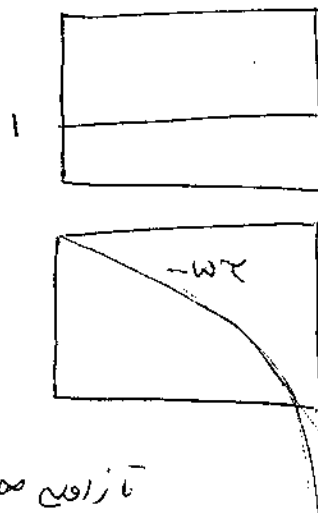
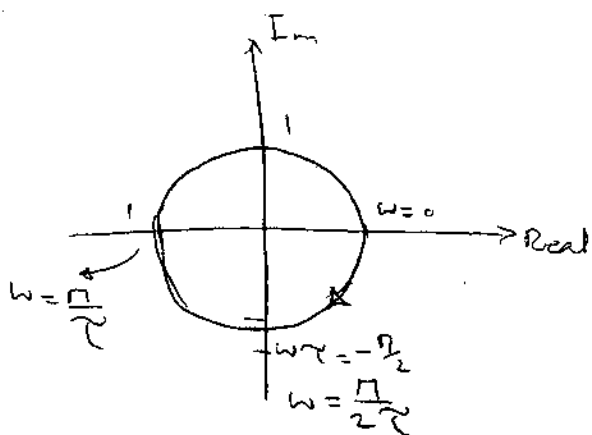
$$\omega\tau|_{\max} = \sqrt{1 - 2\xi^2}$$

$$1 - 2\xi^2 > 0$$



$$G(s) = e^{-\tau_d s}$$

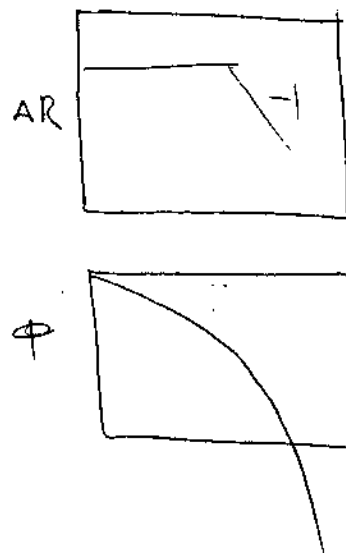
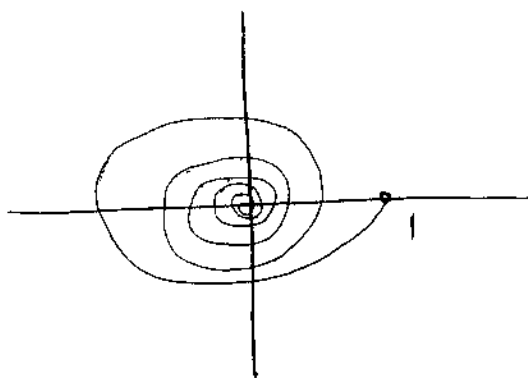
مثال ۳ :



تا زوایای $-\infty$ و $AR=1$ می باشد

$$G(s) = \frac{e^{-\tau_d s}}{(\tau_d s + 1)}$$

مثال ۴ :



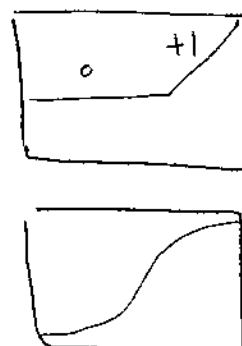
$$G(s) = k(1 + \tau_D s) e^{-\tau_d s}$$

مثال ۵ :

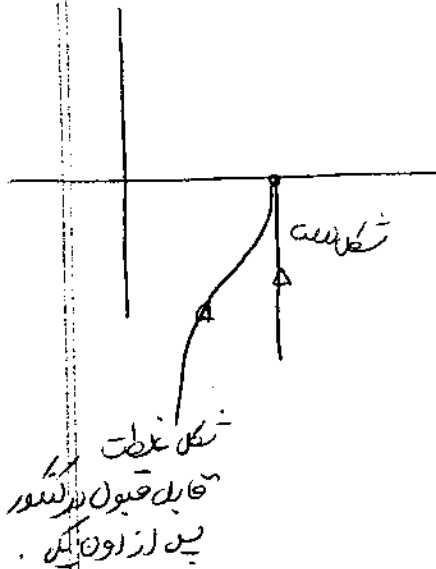
فصلت صتیق مستقیم از دست است



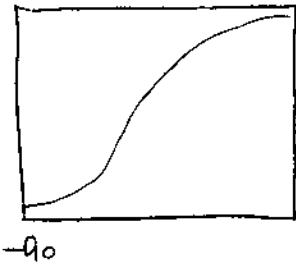
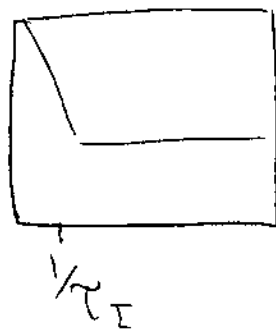
بعضی به خطا این گونه رسم کنند اگر در گرسه ها اول را بنبرند این را انتخاب کنند.



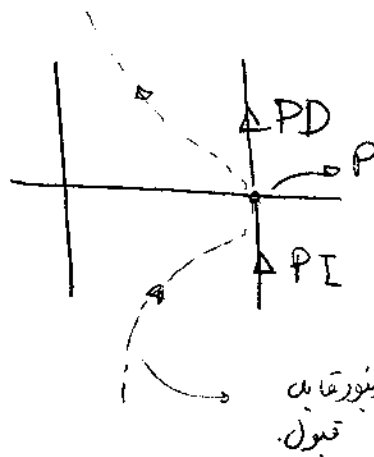
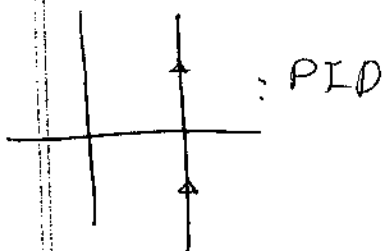
$$PI = k_c \left(1 + \frac{1}{\tau_I s} \right) = \frac{k_c}{\tau_I} \times \frac{\tau_I s + 1}{s}$$



ربع اول

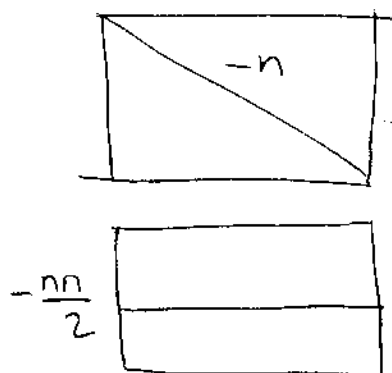
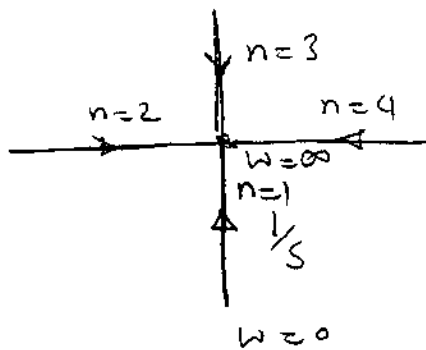


$$\frac{k_c}{\tau_I} \times \frac{1 + i\omega\tau_I}{i\omega} = \frac{-k_c i - \omega\tau_I}{\tau_I - \omega} = \left(-\frac{1}{\omega} i + \tau_I \right) \frac{k_c}{\tau_I}$$



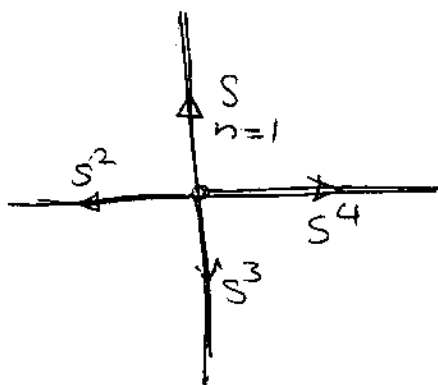
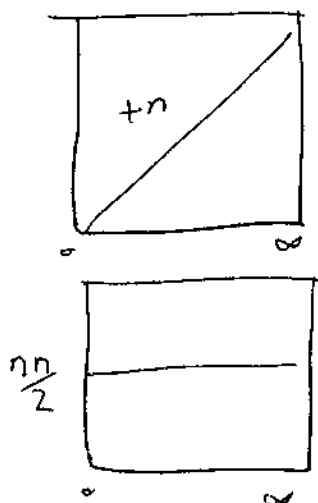
شکل خطی

$$\frac{1}{s^n}$$



شعاع از ∞ می آید تا صفر

مثال : S^n

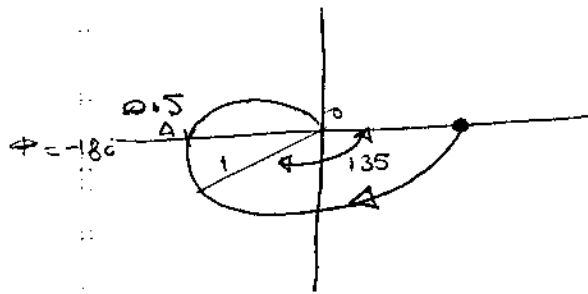


در افق روی S^1

~~مثال~~
P.M و G.M به کمک نایکویست :

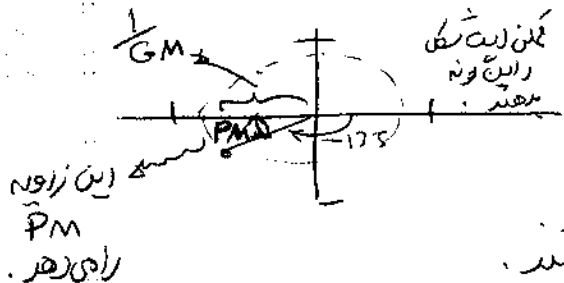
مثال : $G.M = ?$

$P.M = ?$



$$OA = AR = 0.5 \rightarrow G.M = 2$$

$\phi = -180$



$PM =$

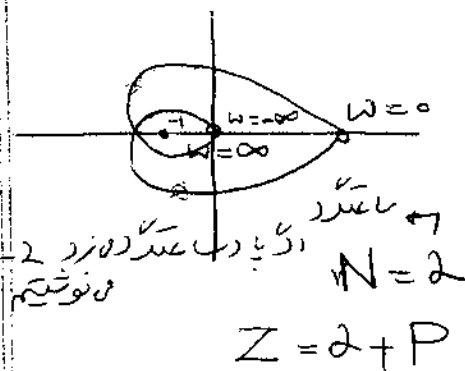
$$PM = -135 - (-180) = 45$$

*** سیستم اول و سیستم دوم ۲ همواره پایدار هستند.

روش بررسی پایداری نایکویست :

اگر تابع انتقال دادند یا Root یا G.M یا P.M
از شکل دلتا یا شکل Bode می دهند و یا Nyquist.

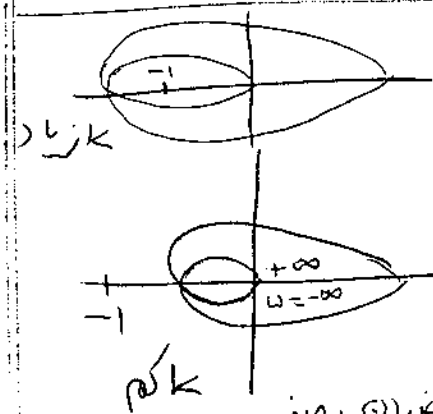
① دیاگرام روبه دیاگرام را در ناصیه ω از $-\infty$ تا $+\infty$ رسم کنید.
(توجه: آینه ان نسبت به محور حقیقی). این کار را برای سیستم تاناکوشت به مکان بسته تبدیل گردد.



② عدد قطب‌های ملار باز P که در سمت راست محور موهومی قرار دارد. یا در صورت منتهی منتهی شده

③ یا تابع انتقال داده شده. * اگر هیچ تغییری ندارد
④ عدد دور خوردن‌های نقطه -1 (و 0 و $+$) در جهت ساعتگرد را حساب کنید وقتی که $-\infty \rightarrow +\infty$

⑤ عدد ریشه‌های ناپایدار کننده Z
 $Z = N + P$



بنا بر این سیستم بسته می‌باشد
پایدار و ناپایدار

نایبیر است

$G(s)$

تعداد دور خوردن: منفر

مثال:

به زمانی -1 خارج حلقه افتد:

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

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

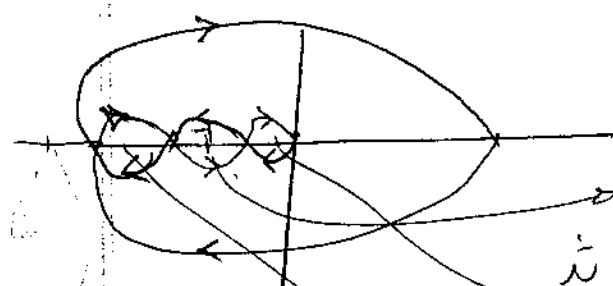
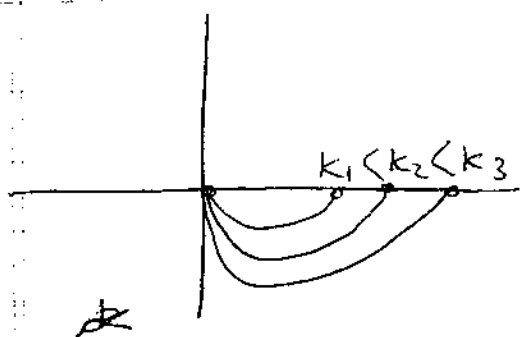
$$AR = \frac{K}{\sqrt{(\omega+1)^2 + 1}}$$

باید $\frac{AR}{K}$ رسم کرد

بنا بر این تغییرات (بره) موجب تغییر شعاع نشود تغییر زاویه.



$\tilde{k}$



یا $N=0$ اگر قطب نزدیک باشد

نوع ۱- : یک لایه ساعتگرد
نوع ۲- : یک لایه پاد ساعتگرد
نوع ۳- : دو لایه
 $N=0$

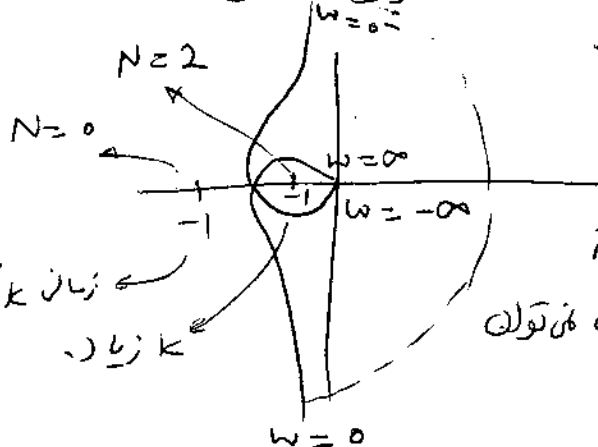
اگر ۱- لایه بود: $N=2$

اگر ۱- لایه بود

$N=2$

بنابر این به صورت مشدود باید لرزاند یعنی می توان گفت در k کم یا بیشتر از k زیاد یا کم از

یا بالعکس
مثال:



در زمان k کم باشد
 k زیاد

چون وقتی به
تشکیل شده می توان
گفت:

اگر ω^+ و ω^- به هم منطبق نگردد در این صورت نیم دایره ای فرض
رسم می شود که:

۱) از ω^+ به ω^- است.

۲) ساعتگرد باشد.

۳) توجه دیگر اینست که در ۱- و ۲-
۱- به دایره نیم دایره ای یا دایره ای شود
این تغییر با تغییر k رخ می دهد.

تحت چه شرایطی سیستم که مدار باز آن دارای یک قطب در سمت راست است می تواند پایدار باشد .

$$Z = N + P$$

$$0 = N + 1$$

* اگر $N = -1$ باشد پایدار می شود .

* اگر Z متق شد هم سیستم پایدار است .

تست ۱۰۲ سال ۷۹ :

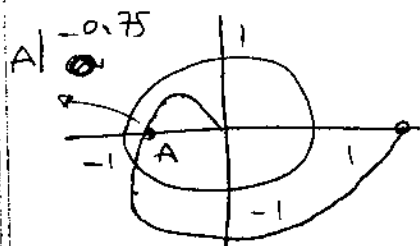
$$G.M = ?$$

پایدار است یا نه :

$$G.M = \frac{1}{0.75} = 1.33$$

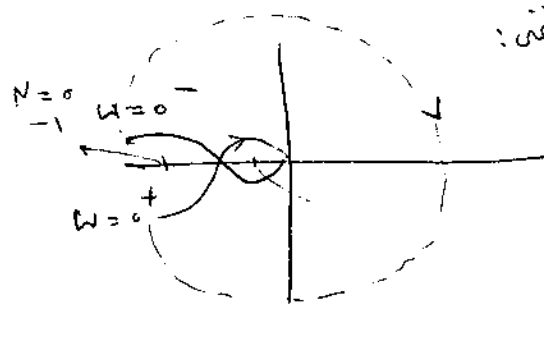
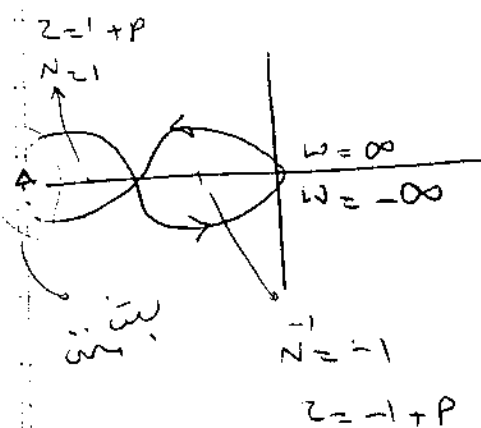
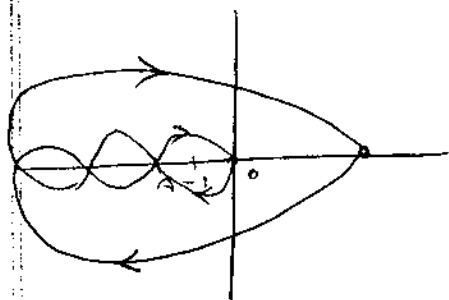
$N = 0$ سیستم پایدار است .

چون قطب را ندارد . $P = 0$



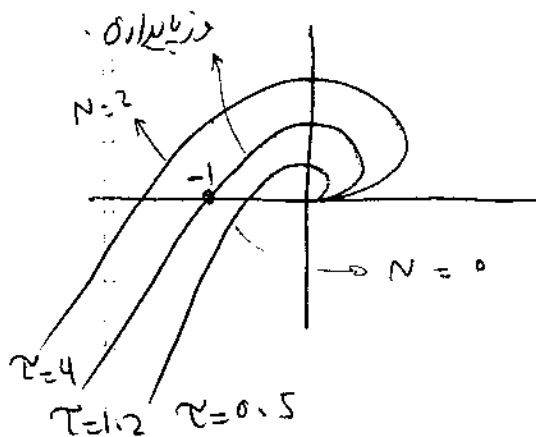
تست ۱۰۳ :

$$0 A = 2$$



مثال : بیست و هفتم :

$$N = 2$$

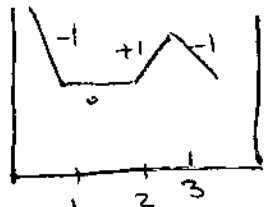


$\tau > 1.2$ (3)
 $1.2 < \tau < 4$ (4)

شریک: $\sigma/\mu/\beta$
 $\tau = 1.2$ (1)
 $1.2 < \tau < 2$

$\tau < 1.2$
 شریک: $\sigma/\mu/\beta$

{ mirzazadeh_m@yahoo.com
 m.mirzazadeh@ciq.auf.ac.ir
 mirzazade@Hirbodan.com

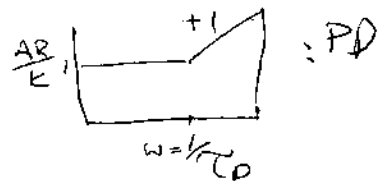


ARCS(0.2) S-1 $\rightarrow$ $\frac{(S+1)(\frac{1}{2}S+1)}{S(\frac{1}{3}S+1)^2}$

$\xrightarrow{S+2}$ $\xrightarrow{S+3}$

$\tau=1$ $\rightarrow$ $\tau=1/3$

$\tau=0.5$ $\rightarrow$

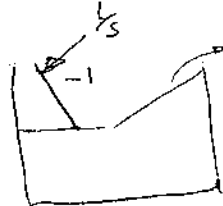
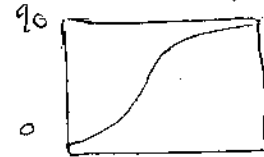


$K_C (1 + \tau_D S)$

$AR = K_C \sqrt{1 + (\tau_D \omega)^2}$

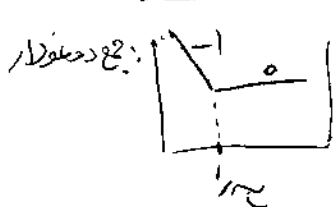
$\phi = \tan^{-1}(\omega \tau_D)$

نمودار

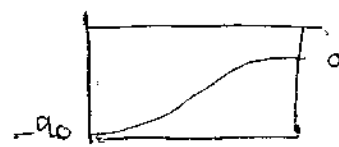


$K_C (1 + \frac{1}{\tau_I S})$

نمودار : PI

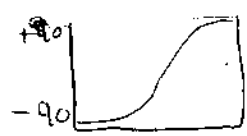
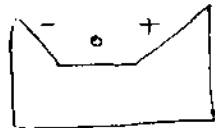


نمودار : PD



$\tau_D < \tau_I$

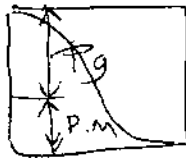
نمودار : PLD



$$\begin{cases} GM > 1 \\ PM > 0 \end{cases} \quad \text{پایداری}$$

سیستم‌های رول و پیل اولاً متغیر پایداری چون زاویه سینه‌ها ۹۰- رول و $GM > 1$ و $PM > 0$ در تمام تغییرات پایداری را به هم دارند.

درم ۲، ϕ بین صفر ۱۸۰- و $GM > 1$



شد:

$$\frac{1}{\tau^2 s^2 + 2\xi\tau s + 1}$$

$$AR = \frac{1}{\sqrt{(1-\tau^2\omega^2)^2 + (2\xi\tau\omega)^2}}$$

$$\phi = \tan^{-1} \frac{-2\xi\tau\omega}{1-\tau^2\omega^2}$$

$$\log AR = -\frac{1}{2} \log [(1-\tau^2\omega^2)^2 + (2\xi\tau\omega)^2]$$

$$\omega \rightarrow 0 \Rightarrow \log AR = 0 \rightarrow AR = 1 \quad (1)$$

$$\omega \rightarrow \infty \Rightarrow (2\xi\tau\omega)^2 \Rightarrow \log AR = -2 \log \omega\tau \quad (2)$$

در یک محدوده از ξ ، AR دارای $\max$ است:

$$\frac{dAR}{d\omega} = 0 \quad \omega|_{\max} = \frac{1}{\tau} \sqrt{1-2\xi^2}$$

$$1-2\xi^2 \geq 0$$

$$\xi \leq \frac{\sqrt{2}}{2} = 0.707$$

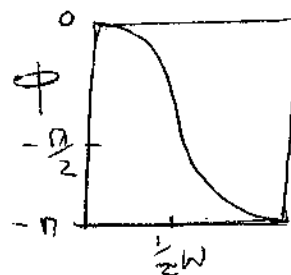


① و ② $\rightarrow \omega = \frac{1}{\tau}$
حل روش اول و دوم

$$\omega = 0 \rightarrow \phi = 0$$

$$\omega = \frac{1}{\tau} \rightarrow \phi = -\pi/2$$

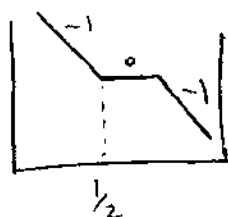
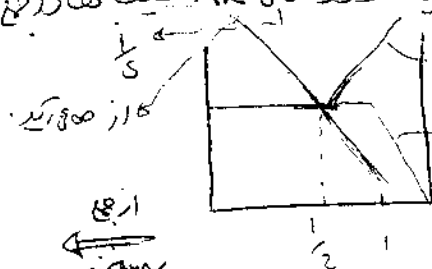
$$\omega \rightarrow \infty \rightarrow \phi = -\pi$$



مثال: از آنجا که $\log \frac{A}{B} = \log A - \log B$ و $\log AB = \log A + \log B$

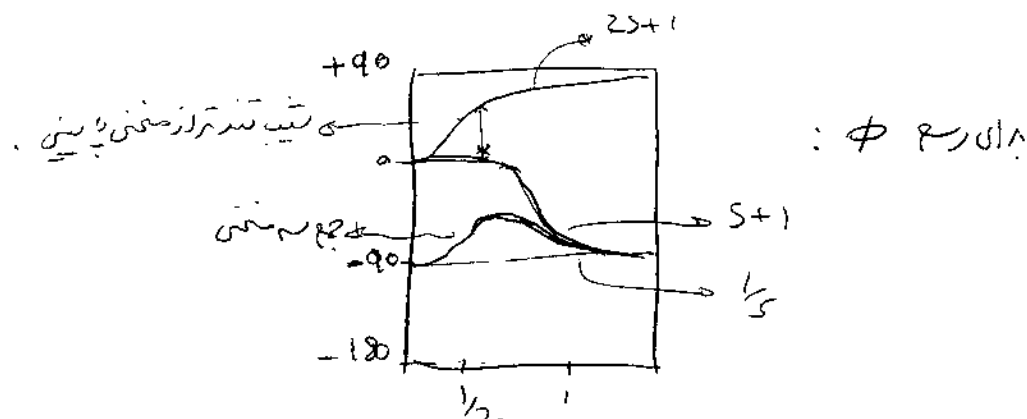
در انواع ها جمع و تفریق و در مقیاس AR ضرب و تقسیم داریم.

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



از ربع
چهارم

مثال:
از آنجا که $\log \frac{A}{B} = \log A - \log B$ و $\log AB = \log A + \log B$

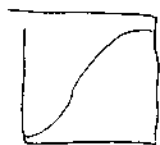


اگرچه $20+1$ و $1/s$ را عوض می‌کنیم (در خروجی واحد بریم بصورت و بالعکس) صفتی ابتدا پایین می‌رود و سپس با آن می‌آورد.

مثال :

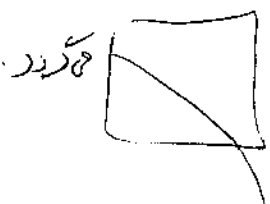
$$\frac{1}{s-1} \rightarrow AR = \frac{1}{\sqrt{\omega^2 + 1}}$$

AR عین $\frac{1}{s+1}$ است.



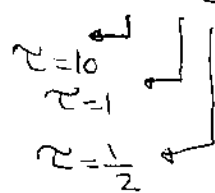
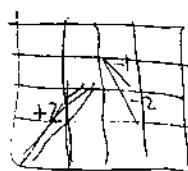
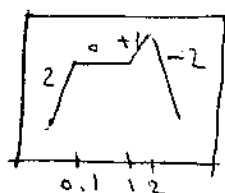
$$\phi = 0 - [\tan^{-1} \frac{\omega}{1}]$$

$$\phi = \tan^{-1} \omega = +\tan^{-1} \omega$$



همواره تأخیر زمانی داریم AR تغییر می‌کند دل‌شکی ϕ بصورت
کلیتاً شروع ϕ سنگین به سبب عبارت‌های موجود دارد.

مثال : تابع انتقال ؟



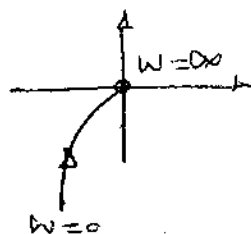
$$\frac{s^2 (s+1)}{(10s+1)^2 (\frac{1}{2}s+1)^3}$$

$s+2$ یا $s+0.1$ هم می‌تواند بیفزاید.

می‌تواند داشته باشد یا
نداشته باشد

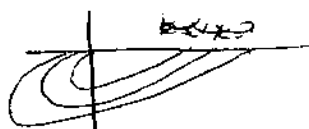
* اگر ϕ را دارند و تابع انتقال را خواستند شرایط وزنی $(\omega \rightarrow 0)$ را از روی شکل بیفزایند
و دیگر زینها (متی) نکنند.

مثال ۱:



$$\frac{1}{s(s+1)}$$

* کسٹس ناپیوسته را صحت نمی کند فقط شعاع را زیاد و کم می کند مثلاً به ازای K ها که مختلف است:



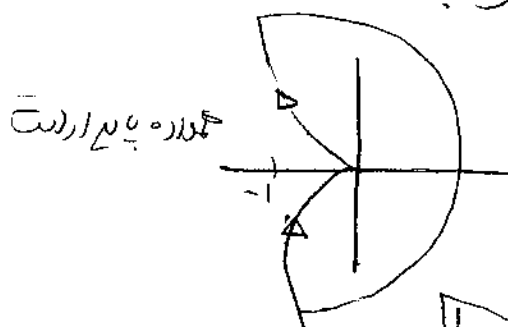
مثال ۲:



در پهنای کم باید از پهنای زیاد ناپایداری.

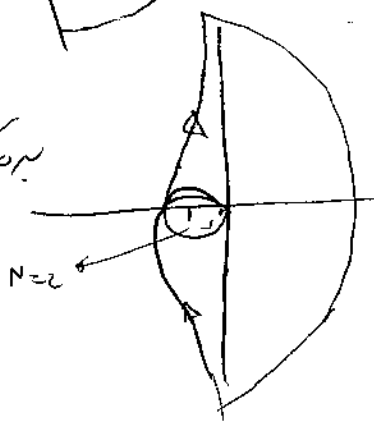
* منطبق شدن $\pm$ محور به دلیل وجود ترم $\frac{1}{s}$ است هر $\frac{1}{s}$ باعث دوری ۱۸۰ درجه می شود.

مثال ۳:



به کم باید از پهنای زیاد ناپایداری.

مثال ۴:



سال ۷۸

۴۴ | ۲

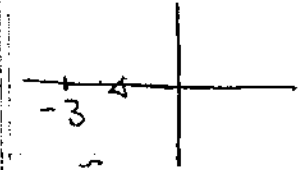
سیستم غیر متداول: عظمت و توانی تانک و هم اثری روی تانک اول ندارد.
صورت باید یک باشد * Gain برای ارتفاع کین نمی شود.
 $\tau = \frac{V}{P}$

۴۸ | ۳

میکنیم این به τ ک در نقطه اول که روشن
حالا می داریم (باز هم می شد نقطه A)

$$1 + K \frac{s+3}{s(s+1)(s+2)} = 0 \quad (44)$$

$$s(s+1)(s+2) + K(s+3) = 0$$



$\zeta = 1/3$
 $\omega = 1$

$$\gamma = \frac{\sum p_i - \sum z_i}{n - m}$$

۴ (۷۰)
(۷۱) *

۴ (۷۲)
۲ (۷۳)
(۷۴) *

ترم تا ضریب در آزمون روشن

$$s^3 + 2s^2 + s + 4 - K + 1 = 0$$

1	1
2	5-K
$\frac{-3+K}{2}$	
5-K	

$$5 - K > 0 \rightarrow K < 5$$

$$-3 + K > 0 \rightarrow K > 3$$

$$AR = \frac{1 \times \sqrt{\omega^2 + 1}}{\omega \sqrt{\omega^2 + 1}} = \frac{1}{\omega} = 1$$

۲ (۷۵) *

$$\phi = [-n\omega - \tan^{-1}\omega] - \left[\frac{\pi}{2} + \tan^{-1}\omega\right] = -2\pi$$

$$\rightarrow y(t) = 1 \times \sin(t - 2\pi)$$

$$= \sin t$$

(۷۶) آزمون روت :

$$s(s+1)(s+3) + K = 0$$

$$s^3 + 4s^2 + 3s + K = 0$$

1	3
4	K
12-K	
4	
K	

سطح n باید منفرجه شود
(یک سو مانند به آخر)

اثر ریشه های وزیایداری را می خورند :

$$4s^2 + 12 = 0 \quad s = \pm i\sqrt{3}$$

$$PB = \frac{110 - 95}{120 - 0} = \frac{15}{120} = 12.5\%$$

(۷۷)

$$K_c = \frac{120 \text{ KN/m}^2 - 20}{110 - 95}$$

(۷۸)

$$= \frac{100}{15} = 6.6 \text{ KN/m}^2$$

(۷۸) به مقدار عقب نشینی داریم ،

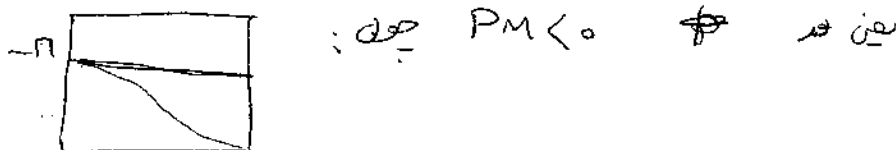
$$P = 0, 0, 0, -1, -1$$

$$\gamma = \frac{[0 + 0 - 1 - 1]}{4 - 0} = -\frac{1}{2}$$

(۷۹) μ آرم تا آخر زمان دارد $\rightarrow$ K پایه لری خوانده شده $\rightarrow$ $G.M$ از این جهت

$$\phi = -180 \rightarrow W \checkmark \rightarrow AR | W = V = \checkmark \rightarrow G.M = \frac{1}{AR}$$

نقطه تعادل : $\frac{1}{59}$ و خط s^2 در فنی زوای از π شروع می شود



(۸۰)

$$z = \frac{1}{1.71}$$

$$\frac{C}{R} = \frac{1}{1 + \frac{k}{52}(1 + 0.475)}$$

$$s^2 + K(1 + 0.475)$$

$$= s^2 + 0.47ks + k$$

$$\Rightarrow \tau^2 = \frac{1}{k}$$

$$2\beta \approx 0.47$$

$$\text{offset} = -SV \times \frac{C}{W}$$

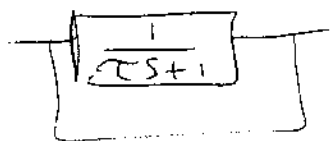
$$= -5 \times \frac{1}{5} \times \frac{K_p}{1 + K_c K_p}$$

$$\frac{1}{2}S+1 \quad \text{في} \quad S+2$$

$\backslash - 2$

$$2.1 < 1/2 : \text{cut } w$$

۲ (۱۴) سیستم Feedback چیست به سیمه سرعت و (در صورت) و Feedback از (عبارت) و (نشته) است.



$$\frac{\frac{k}{r_{S+1}}}{1 + \frac{k}{r_{S+1}}} = \frac{k}{r_{S+1} + k} = \frac{\frac{k}{1+k}}{\frac{r}{1+k} S + 1}$$

$$H_1, H_2 = 0$$

$$\frac{C}{R} = G_1 G_2 G_3 + 1$$

چون H_1 هون ودر G_1 و هم ودر G_2 و شرد باير H_1G_2 و H_1G_1 راداشته باشم

معرفی نمودن
Nyquist 11 $PM \leftarrow GM \leftarrow 2 \leftarrow$

(2) $\begin{cases} GM \\ PM \end{cases} \leftarrow e^{-\tau s} \leftarrow k \leftarrow \frac{1}{s} \leftarrow$
پایداره

(3) رسم Bode

(4) $x(t) = A \sin \omega t$
 $x(t) \rightarrow [G(s)] \rightarrow y(t) = ?$

(5) آزمون روت
پایداره
ریشه های دینامیک

(6) offset $\leftarrow$ Load
میزان مقور

(7) Block سازی $\leftarrow H=0$
خبر مدار ساده است

(8) $\frac{1}{\zeta} = \text{وتر}$
 $\xi = \cos \theta$

(9) معادله مرتبه $s^2 + 2\zeta Ts + 1 = 0$
معادله حوض

(10) پاسخ ضرب = مشتق
پاسخ ضرب = انتگرال

(M

$$\frac{1}{2} \ln 4$$

(9.

(91)

(95)

(98)

$$K_c = \frac{15 - 3}{110 - 95} = \frac{12}{15} = 0.75 \text{ Psi/gal}$$

↓ OFF_{Set} ↑ K ۲(۹۴)

پس $\chi^2 s^2 + 2\xi\tau s + 1 + K_c k_p$ = فرکانس مدار بسته
سیستم مدار بسته سریع تر از مدار باز است. χ^2 = ضریب میرایی

$$\frac{\chi^2}{1+K_c k_p} s^2 + \frac{2\xi\tau}{1+K_c k_p} s + 1$$

ثابت زمانی مدار بسته کمتر از مدار باز است.

↑ K ↓ τ سرعت پاسخ ↑

تأخیر زمانی ندارد ← آزمون روت (۹۵)

1	$k-s$	2
2	5	
+	$k_c - 7.5$	
+	$\frac{5k_c - 41.5}{k_c - 7.5}$	
2		

	$k_c > 7.5$	
	7.5	8.3
$5k_c - 41.5$	-	-
$k_c - 7.5$	-	+
	+	-

$k_c > 8.3$

۲(۹۴) تأخیر زمانی ندارد ← $1+G(H) = s^2(s+2) + k(s+a)$
چون $a > 0$ می توانیم بزرگتر از 2 باشد. χ^2 = ضریب میرایی

$$s^3 + 2s^2 + ks + ak$$

$ak > 0$

$a < 0, k < 0$ →

$ak > 0 \rightarrow a > 0, k > 0$

$k(2-a) > 0 \rightarrow k > 0, a < 2$

↘ $k < 0, a > 2$

1	k
2	ak
	$\frac{2k-ak}{2}$
	ak

۲

۶ - محاسبه فرکانس طبیعی ها
(حاجب مختور)

OA = 6

$\rightarrow \tau = \frac{1}{6}$

$\xi = 1 = \cos \theta$

۴(۹۷)

$\tau_N T_n = ?$

(۹۸)

$\xi = 0$ (پریود طبیعی نوسان)

$\theta = 90$

$\omega_n = 2 = \frac{1}{\tau} = \omega_n$

$\omega_n = 2 = \frac{2\pi}{T_n} \rightarrow T_n = \pi$

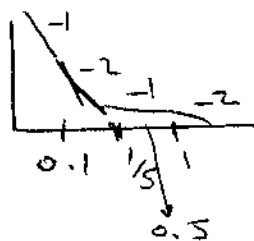
$s \rightarrow$ بدون شکست $\frac{1}{\omega_c} = 0$ ①

$s+1 \rightarrow$ $= \frac{1}{5}$ ③

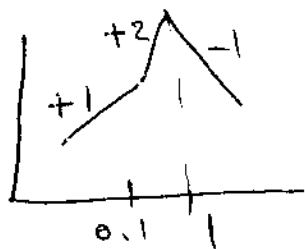
$s+1$ $= 1$ ④

$10s+1$ $= 0.1$ ②

۳(۹۹)



معادلات آتش موقعت که بر فوکان
شکست برسم.



$\tau = 10$

$\frac{S(10s+1)}{(s+1)^3}$

بهمین صورت معلوم بودن سینیک

$\phi = \tan^{-1} \left(\frac{\omega}{\frac{1}{T_1}} \right)$

(۱۰۱)

$-\tan^{-1} \left[\frac{\omega}{\frac{1}{T_2}} \right] = \tan^{-1} \omega \tau_1 - \tan^{-1} \omega \tau_2$

$\tau_1 > \tau_2 \rightarrow$ عبارت + می شود.

$$0.75$$

۱۱۰۲

$$GM = \frac{1}{0.75} = 1.33 \rightarrow > 1$$

۱۱۰۳ $\rightarrow$ نوبت ناپایداری کمینه $\rightarrow$ دوبار دور می‌خورد.

$$Z = N + P$$

صورت $2+0$ $\rightarrow$ سه تعداد دور دوری.

۱۱۰۴ $\rightarrow$ سطح تداخل رفتار نوسان ندارد.

در هر نوع حالت $\rightarrow$ شیب در مبدأ صفر.

$$te^{-t}$$

۱۱۰۵

سال ۱۰

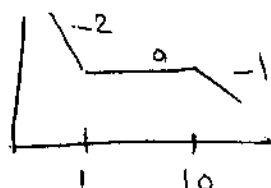
۱۱۶ $\rightarrow$ نرم‌تایم زمان $\rightarrow$ پرفش در ناپایداری

$$\phi = -\frac{\pi}{2}\omega - 2 \tan^{-1} \omega = -180$$

$$\omega = 1$$

$$AR = \frac{k \times 1}{(\sqrt{\omega^2 + 1})^2} = \frac{k}{2}$$

$$GM = \frac{2}{k} = 2 \rightarrow k = 1$$



۱۱۸

$$H = 0 \rightarrow G \cdot \left(\frac{a^2}{1+a^2} \right)$$

۲ (۱۹)

چون یک H دارد G کم $\rightarrow$ یک GH^3 و یک GH^2 می‌خواهیم -
 که H یک دارد و G شده $\rightarrow$ یک GH^3 و یک GH^2 می‌خواهیم -

۳

۴ (۹۰

سیستم غیر متداخلی .
(۸ و ۸ منتظت غیر متداخلی).

۱۱۹۱

$$\tau = \frac{P}{\text{دورهی}}$$

۱۱۹۲

آنانچه کنین ریشه ها :
ریشه ها :
نویس
با دقت کافی
(۱۱۹۳)

$$-\frac{3}{-1}$$

$$-\frac{1}{2} \pm i\frac{\sqrt{3}}{2}$$

۱۱۹۳

۱۱۹۴

$$PM > 0 : \text{شماره}$$

$$AR=1 = \frac{\sqrt{2} \times 1}{\sqrt{\omega^2 + 1}} \rightarrow \omega = 1$$

$$\phi_g = -\tau\omega - [\tan^{-1}\omega]$$

$$P.M = \phi_g - (-180) =$$

$$-\tau + \pi/4 + \pi > 0 \quad \tau > 3\pi/4$$

ورودی سینوسی - نویسنده (۱۱۹۵)
در اول رفته نویسنده ندارد

۳ (۹۵

$$A \times k = 2 \quad k = \frac{2}{1} = 2$$

نویسنده ای و...
نویسنده زمان = ۱۰۵

۱۱۹۶

$$\tau = 185 - 105 = 85$$

$$t=0 \quad Q=C_0$$

$$t=\infty \quad C_A=0$$

۲ (۹۷

$$\tau = \frac{V}{v}$$

بہاؤ فریج سے باہر نکالنا : $\frac{1}{100} s^2 + \frac{20}{100} s + 1$

(91)

$\tau = 0.1 \rightarrow 2\xi\tau = 0.2$

$\xi = 1$

$1 + GH = 0$

(99)

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

مورے سے

$s^2 + Ks + 2K = 0$

$\Delta = 0 = K^2 - 8K = 0$

$K = 0$ $K = 8$

$\phi = \phi_{set} \leftarrow$ Load

$\phi = \phi_{set} \leftarrow$ Feedback Point

رہا ہے انتقال $\frac{1}{s}$ (100)

$s = i\omega = 2i$ نوٹ (101)

$(2i)^3 + a(2i)^2 + b(2i) + a + 1 = 0$

$[-4a + a + 1] + [-8 + 2b]i = 0$

$a = \frac{1}{3}$ $b = 4$

1	K	1
1	2	
K-2	1	
$\frac{2K-5}{K-2}$		
1		

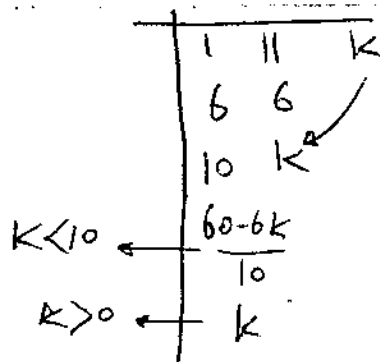
$\frac{2K-5}{K-2} > 0$

2	2.5
-	+
-	+
+	+

(102)

$K > 2.5$

K



(1.14)

نقطه نوسان شدن = τ و $\xi = 0.85$ (1.14)

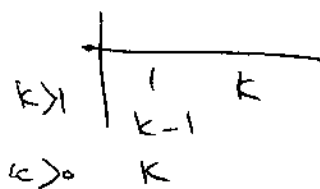
$$\tau = 0.85$$

$$\tau = \frac{1}{0.85} \quad \cos \theta = 0 \rightarrow \xi = 1$$

$$S(S+1) + K_c S + 1$$

$$S^2 + (K_c + 1)S + 1$$

(1.15)



11.16

$$AR = 1$$

$$\frac{K^2 + 1}{(\sqrt{\omega^2 + 1})^2} = 1$$

$$\phi_g + 180 = 60$$

$$\phi_g = -120$$

$$\phi_g = 0 - 2 \tan^{-1} \omega = -120$$

$$\boxed{\omega = \sqrt{3}}$$

$$K = \sqrt{3}$$

$$GM = 2 \quad PM = 40$$

(1.17)

$$\frac{(s+1)^2}{(10s+1)(0.1s+1)^2}$$

۳(۱۸)

$$PM > 30$$

(۱۹)

$$\phi_g + 180 > 30$$

$$\phi_g > -150$$

$$\frac{AR}{K_c} > 2 \rightarrow \frac{1}{K_c} > 2$$

$$K_c < \frac{1}{2}$$

۲(۹) بدلیل داشتن آرم تأخیر زمان

۲(۹)ب

$$\phi = -180 \quad AR = 0.5$$

$$PM = 45$$

۱(۹)ر

(۹)س

$$s(s+1)(2s+1) + K = 0$$

$$2s^3 + 3s^2 + s + K = 0$$

2	1	K
3		
$\frac{3-2K}{3}$		
	K	

$$\frac{3-2K}{3} = 0 \rightarrow K = \frac{3}{2}$$

$$3s^2 + \frac{3}{2} = 0$$

$$s = \pm i\sqrt{\frac{2}{2}} = \pm i$$

$$e^{-2s} = \frac{s-1}{s+1}$$

۱(۹)ر آزمون روت:

$$= - \frac{s - \tau_{red}}{s + \frac{2}{\tau_d}}$$

8

	1	1	2
2	2		
$\rightarrow 2$			
$\frac{-2\varepsilon - 4}{\varepsilon}$	$\rightarrow$	$2 - \frac{4}{\varepsilon}$	
2		$\varepsilon \rightarrow 0^+$	

(95)

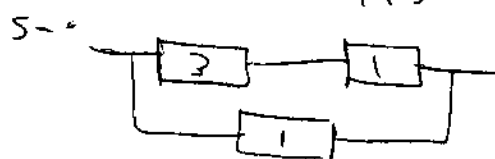
تورش ناپا بیدرگند دادر

194

(97) آرمیت روت

(98)

$$\text{off} = 5 \times \frac{1}{5} \left[1 - \frac{3}{1+3} \right] = \frac{1}{4}$$



$$\text{off} = -5 \times \frac{1}{5} \times \frac{k_c}{s(s+1)^2(s+2)} = -\infty$$

(99) نسبت گینه
که تابع شد
بینه ست

τ_{22}

$2\tau_{22} = B$

1+ (مست) $\rightarrow \tau_{22}$

$\xi = 1$ + سرعت
مکانی جان

(100)

$$s(s+1)+k$$

$$s^2 + s + k$$

$$= \frac{1}{k} s^2 + \frac{1}{k} s + 1$$

مفعول بینه

(101)

$$\tau = \frac{1}{\sqrt{k}}$$

$$2\tau = \frac{1}{k} \rightarrow 2\tau \frac{1}{\sqrt{k}} = \frac{1}{k}$$

$k = \frac{1}{4}$

$$\frac{1}{s+k} = \frac{\frac{1}{s}}{1+\frac{k}{s}} \quad : \text{مقدار جزئي}$$

$$\xi = 1$$

$$\zeta(102)$$

$$\text{مخرج مقلوبه} = 1 + \frac{16}{s} \times \frac{1}{s+k}$$

$$1+GH = s(s+k) + 16$$

$$s^2 + ks + 16 \rightarrow \frac{1}{16}s^2 + \frac{k}{16}s + 1$$

$$\zeta = \frac{1}{4} \quad 2\xi\zeta = \frac{k}{16}$$

$$k = 8$$

حل تست های شلور :

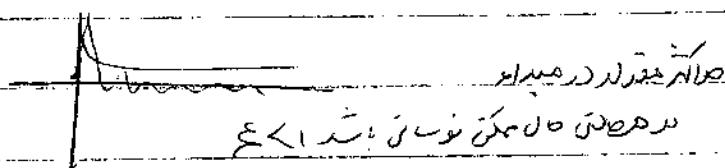
$$\frac{H}{Q} = \frac{R}{(\tau s + 1)^3}$$

$$38(t) \leftarrow \frac{H}{Q} = \frac{3R}{(\tau s + 1)^3}$$

سال ۸۳
۲ (۸۶)

پس
جواب
(A + Bt + Ct) e^{-t}

گزینه ۴: قبول نیست چون گفته تغییر آن در لحظه ۰



۱ (۸۷)

$$y(t) = \frac{A}{\tau} e^{-t/\tau}$$

در لحظه ۰

$$A = 1 \rightarrow t = 0 \rightarrow \frac{A}{\tau} = \frac{1}{\tau} = 3$$

$$A = 3 \rightarrow \frac{A}{\tau} = \frac{3}{\tau} = 3 \times 3 = 9$$

استدلال ضمیمه = پاسخ ضمیمه
مستقیم = پاسخ مستقیم

$$\int t e^{-t} dt = -t e^{-t} + \int e^{-t} dt$$

۳ (۸۹)

$$\tau = \frac{mc}{h\nu} = \frac{pvc_r}{h\nu}$$

۳ (۹۰)

در نیمه دوم

۳ (۹۱)

(۹۲)

$$\frac{\frac{k}{\tau s + 1}}{1 + \frac{k}{\tau s + 1}}$$

پیدا شدن این به ازای ظاهر شدن

۴ (۹۳)

* برای آنکه کنتراکشن اول با PID گزاشته

۱ (۹۴) کنتراکشن دوم به جهت کندی و نیاز به عامل متعادل در

PID (از PD بهتر است چون خط I، offset ندارد)

PID با بهره پایین هم کار می کند

۳۵۹

۱ (۹۴)

offset =

× استیج به برسی بیت

چون عامل اشتراک دارد. دلیل ندارد که در کتبه باشد

$$\left. \begin{array}{l} \text{offset} = 0 \leftarrow \text{تغییر} \\ \text{offset} = 0 \leftarrow \text{مقدار مقرر} \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{عدد } \frac{1}{5} : \frac{1}{5} \\ H=1 \text{ (میر برشت)} \\ H \neq 1 \leftarrow \text{چک شود} \end{array}$$

$$\text{خرج} = 5(s+1) + 28$$

۴ (۹۷)

$$s^2 + 8s + 25$$

$$2 \xi \left(\frac{1}{5} \right) = \frac{8}{25} \text{ و } \tau = \frac{1}{5} \rightarrow \frac{1}{25} s^2 + \frac{8}{25} s + 1$$

$$\boxed{\xi = \frac{4}{5}} = 0.8$$

۳ (۹۸) محاسبه ξ :

معادله خروج را بنویسید:

$$1 + \frac{1}{\tau s} \times \frac{1}{2s}$$

$$\Rightarrow 2\tau s^2 + 1 \Rightarrow \boxed{\xi = 0}$$

$$s(s-1) + k(s+1)$$

lag دارند روشت:

۴ (۹۹)

خرج را در صورتی بنویسید

$$s^2 + (k-1)s + k$$

1	k
k-1	$\rightarrow k > 1$
k	$\rightarrow k > 0$

شرط پایداری

از شکل زیر متوجه شدیم

به سبب آنکه در تمام نقاط قطب قرار

نگیرد در این صورت

(برسم مکان) : مثال:

$$\sum \frac{1}{s - z_i} = \sum \frac{1}{s - p_i}$$

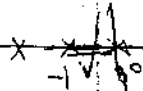
۱۱۱

$$\frac{1}{s+1} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s}$$

$$\frac{1}{s+1} = \frac{2}{s}$$

$$s = 2s + 2 \rightarrow$$

$$\boxed{s = -2}$$



1	1	4
1	4	
-4	4	
+4		
4		

آزمون روشت

(۱۰۱)

روشت نباید برگرداند

ϕ و AR

$$\frac{1}{s+1} + \frac{1}{s+2} = \frac{1}{s}$$

K(1.2)

$$AR = \frac{1}{\sqrt{\omega^2+1}} = \frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$\phi = -\pi\omega - \tan^{-1}\omega$$

$$= -\pi - \frac{\pi}{4} = -\frac{5\pi}{4}$$

K(1.3)

$$AR = \frac{1}{\omega\sqrt{\omega^2+1}}$$

$$\phi = -\omega - \left\{ \frac{\pi}{2} + \tan^{-1}\omega \right\}$$

در $\omega = 1$ $\phi = -\omega \times 57.5 - 90 - \tan^{-1}\omega$

1 (1.5)

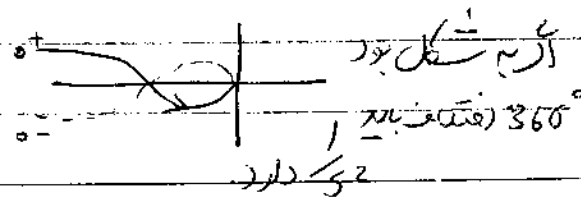
۱۰۰٪

(14) به ازای $\omega = 35$ 180 فاصله بین ϕ و ϕ^+ مجاری شود. ϕ و ϕ^+ هم تطبیق می کنند.

$\omega = 0 \quad \phi = -90$ $\phi^+ = 0$

$\omega = \infty \quad \phi = -180$

بین ϕ و ϕ^+ ۳ واسه اند.



G.M. $\phi = -180 \rightarrow -\frac{\pi}{2}\omega - 2\tan^{-1}\omega$ (15)

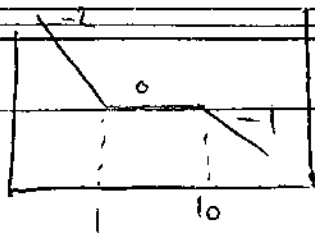
از $\omega = 1$ $\omega = \frac{1}{\omega}$

$\omega = 1$

$$AR = \frac{K \times 1}{(\sqrt{\omega^2+1})^2}$$

G.M. $2 = \frac{1}{\frac{K}{2}}$

$\Rightarrow K = 1$



$$\Rightarrow \omega = 5 \rightarrow 0$$

(۱۸)

$$H=0 \rightarrow G \times \frac{G^2}{1+G^2} = \frac{G^3}{1+G^2} \quad (۱۹)$$

یو ۳ مرتبه نوسان به تواندارند

(۹۰)

به سبب یک است. به این ۳

(۹۱)

سیستم به تدریج از دست. اگر علت هم به دلیل بهر علت است
قدرت است (دی)

$$\tau = \frac{V}{q} = \frac{V}{\omega_p}$$

$$e^{-2s} \times \frac{1}{s^2}$$

(۹۲)

$$\frac{1}{(s+3)(s+1)(s^2+s+1)}$$

(۹۳)

اینجا باید به این توجه کرد

$$s = -\frac{1}{2} \pm i\frac{\sqrt{3}}{2} \leftarrow s = \frac{-1 \pm \sqrt{1-4}}{2}$$

$$P.M : AR=1$$

(۹۴)

$$\frac{\sqrt{2} \times 1}{\sqrt{\omega^2+1}} = 1 \rightarrow \omega=1$$

$$\phi_g = \{0 - \tau\omega\} - \{+\tan^{-1}\omega\} = -\tau - \frac{\pi}{4}$$

$$PM > 0 \quad (-\tau - \frac{\pi}{4}) - (-\pi) > 0$$

$$\tau < \frac{3\pi}{4}$$

۳(۹۵) نوسانی - در یک بند

یا در یک سینوس که دامنه آن بازمان تغییر کند

در $t=0$ و $t=\infty$ سینوس بند چون دامنه آن بازمان تغییر کرده است

۲(۹۶)

۲(۹۷)

$$t=0 \quad C_A = C_{A_0}$$

$$t=\infty \quad C_A = 0$$

$$\frac{1}{100} s^2 + \frac{1}{5} s + 1$$

۴(۹۸)

$$\tau = \frac{1}{10} \quad 2\zeta\left(\frac{1}{10}\right) = \frac{1}{5}$$

$$\boxed{\zeta = 1}$$

$$\begin{cases} s^2 + k(s+2) \\ s=0 \end{cases}$$

۲(۹۹)

۴(۱۰۰) در (سردانور) $H=1$ - $\text{offset}=0$

$$S = i\omega \rightarrow S = 2i$$

۱۱-۱

$$(2i)^3 + a(2i)^2 + b(2i) + a + 1 = 0$$

$$-8i = 4a + 2bi + a + 1$$

$$(a+1-4a) + i(2b-8) = 0$$

$$a = \frac{1}{3}$$

$$b = 4$$

۱۱-۲ آزمون روش :

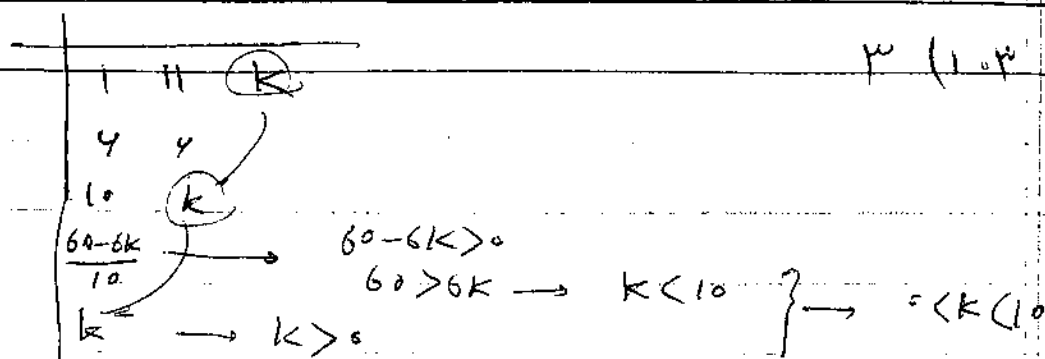
$$\begin{array}{c|ccc} & 1 & k & 1 \\ \hline & 1 & 2 & \\ \hline & k-2 & 1 & \\ \hline & 2k-5 & & \\ \hline & k-2 & & \\ \hline & 1 & & \end{array}$$

$$\boxed{k > 2}$$

$$\begin{array}{c|cc|c} & 2 & 2.5 & \\ \hline 2k-5 & - & - & + \\ \hline k-2 & - & + & + \\ \hline & + & - & + \end{array}$$

$$k < 2$$

$$k > 2.5$$



۴ (۱.۴) نویسن شدن: نقطه جبرانی
* در نقطه جبرانی پوریت مساوی داریم: نکته.

$$\tau = \frac{1}{0.85} \rightarrow 0.85 = \text{ختر}$$

$$\theta = 0 \rightarrow \xi = \cos \theta = 1$$

(۱.۵) آزمون روش: پیرامون تأخیر زمانی ندارد.

۱۲

P.M:

۴ (۱۶)

$$AR = 1 \Rightarrow \frac{k^2 + 1}{(\sqrt{w^2 + 1})^2} \Rightarrow \boxed{k = w}$$

$$\Phi_g P.M = 0 - 2 \tan^{-1}(w) = -2 \tan^{-1} w$$

$$P.M = -2 \tan^{-1} w + 180 = 60$$

$$-2 \tan^{-1} w = 120 \quad \tan^{-1} w = 60$$

$$\boxed{w = \sqrt{3}}$$

G.M = 2

۴ (۱۷)

$$P.M = AR = 1 \Rightarrow \phi = (-180)$$

$$\tau = 10 \rightarrow \text{چون در این شکل}$$

$$(5+1)^2$$

در ۱۰ با توان ۲ - درج

۳ (۱۸)

$$\phi_G + 180 > 30$$

(19)

$$\phi_G > -150$$

$$\frac{AR}{K} > 2$$

$$\frac{1}{K} > 2 \Rightarrow \boxed{K < \frac{1}{2}}$$

۲(۹۰) (معامله در رسم صفا یا بیار السیث .
تیم صفر زمان یا بیاری با دیا ر شعل و س

$$PM = 30$$

$$\phi_G = -130$$

(91)

$$\phi_G = \frac{K \times 1}{(\sqrt{w^2 + 1})^2} = 1$$

$$-\frac{\pi}{3} w = 2 \tan^{-1} w = -150$$

$$\Rightarrow \boxed{w = 1}$$

$$\rightarrow w = 1 \rightarrow K = (\sqrt{2})^2 = 2$$

$$S(S+1)(2S+1) + K = 0$$

$$2S^3 + 3S^2 + S + K$$

(92)

2	1
3	K

$$K \rightarrow 3S^2 + \frac{3}{2}S = 0$$

$$\frac{3-2K}{3}S = 0$$

$$S = \pm i \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$e^{-2S} = \frac{S - \frac{2}{\pi} \pi_d}{S + \frac{2}{\pi} \pi_d}$$

Routh

(94)

صط طوون :

$$= -\frac{S-1}{S+1}$$

$$1 + G \cdot H \rightarrow \text{رقت}$$

۱۹۵ - آزمون روت

$$G_2 = 0$$

$$\frac{G_1}{1 + G_1 H_1}$$

K (94)

$$H_1 = 0$$

$$\rightarrow G_1 + G_2$$

(9v) آزمون ریشه

(9a) حاصل مثبت اثری بر offset ندارد.

$$\text{offset} = 5 \times \frac{1}{5} \times \left[1 - \frac{3}{4} \right] = \frac{1}{4}$$

تابع تبدیل ولتاژ به

$$-s \times u(s) \times \frac{c}{4}$$

(9g)

$$\frac{c}{4}$$

$$-s \times \frac{1}{s} \times \frac{k_c}{0} = -\infty$$

اگرچه بر $\frac{c}{4}$ اثر ندارد

$$B = 2\xi\tau = 2\tau$$

(10)

$$\xi = 1$$

$$\Rightarrow \tau = 1$$

$$B = 4$$

$$s(s+1) + k$$

(11)

$$s^2 + s + k$$

$$\frac{1}{k} s^2 + \frac{1}{k} s + 1$$

$$\tau = \sqrt{\frac{1}{k}} \quad 2\xi\tau = \frac{1}{k}$$

$$2 \times 1 \times \frac{1}{\sqrt{k}} = \frac{1}{k} \rightarrow \sqrt{k} = \frac{1}{2}$$

$$\rightarrow k = \frac{1}{4}$$

فرکانس طبیعی $\xi = 1$

(12)

(13)

$(s+2)$

در ۱ - نقطه قطع

1 (1.1)

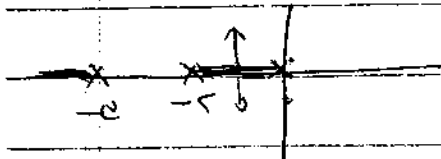
$1+GH$

$\frac{k(1+\frac{1}{s})}{1+k(1+\frac{1}{s})}$

$\rightarrow \frac{k(s+1)}{s+k(s+1)}$

۳ (1.۲)

$k=1 \rightarrow s=-0.5$



$\frac{1}{s} + \frac{1}{s+2} + \frac{1}{s+3} = 0$

1 (1.۳)

این نقطه در بین صفر و ۲ است

(1.۴)

(1.۵)

مقر $H=1$ به $\frac{1}{s}$

ولی با رابطه صفر

1 (9۴)

$offset = s \times \frac{1}{s} \left[1 - \frac{c}{R} \right] =$

(9۵)

$\left[1 - \frac{2k_c}{1+2k_c} \right]$

$= 0.2 = \frac{1}{1+2k_c} \rightarrow k_c \geq 2$

$offset = s \times \frac{1}{s} \left[1 - \frac{3}{1+3} \right] = \frac{1}{4}$

(99)

۴ (9۷) همواره باید در این محدوده باشد تا به این نتیجه برسیم $\epsilon > 1$ تا به غرض بودن

آزمون روت:

(9۸)

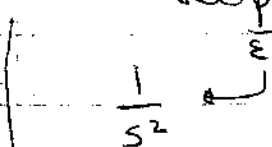
۴ (99) Air topm $\rightarrow \uparrow Q \rightarrow \uparrow P$

$k_c \left(\frac{1}{s^2} + \frac{T_D}{s} + \frac{1}{T_I s} \right)$

$\frac{1}{s^2} \rightarrow k_c \left(1 + T_D s + \frac{1}{T_I s} \right)$

کنترل PID (۱۰۰) $P(t)$ را بدست آورده است

(1.۱)



$k_c \left[1 + T_D + \frac{1}{2T_I} + \frac{1}{s^2} \right]$

شیب: k_c $k_c T_D$ $T_D=1$

پایدار
G.M
P.M
نقشه سوال
Nyquist ✓

نشان دهنده: Bode: نمودارهای رفتاری $G(s)$ را می‌خواهیم. نکته: "نقشه" (نقشه)

نقشه Bode: $G.M$ نشان $G.M$ پایدار است. $P.M$ پایدار است. $P.M$ پایدار است.

نقشه Bode: $G.M$ نشان $G.M$ پایدار است. $P.M$ پایدار است. $P.M$ پایدار است. $P.M$ پایدار است.

نقشه Bode: $G.M$ نشان $G.M$ پایدار است. $P.M$ پایدار است. $P.M$ پایدار است. $P.M$ پایدار است.

offset: ✓

✓

✓

✓

نقشه Bode: $G.M$ نشان $G.M$ پایدار است. $P.M$ پایدار است. $P.M$ پایدار است. $P.M$ پایدار است.

نقشه Bode: $G.M$ نشان $G.M$ پایدار است. $P.M$ پایدار است. $P.M$ پایدار است. $P.M$ پایدار است.

نقشه Bode: $G.M$ نشان $G.M$ پایدار است. $P.M$ پایدار است. $P.M$ پایدار است. $P.M$ پایدار است.

نقشه Bode: $G.M$ نشان $G.M$ پایدار است. $P.M$ پایدار است. $P.M$ پایدار است. $P.M$ پایدار است.

کنترل: (کنترل‌مینیزاره)

$$F(s) = \int_0^{\infty} e^{-st} f(t) dt$$

تبدیلات لاپلاس:

$f(t)$	1	t^n	$e^{\pm at}$	$\sin \omega t$	$\cos \omega t$
$F(s)$	$1/s$	$\frac{n!}{s^{n+1}}$	$\frac{1}{s \mp a}$	$\frac{\omega}{s^2 + \omega^2}$	$\frac{s}{s^2 + \omega^2}$

$f(t)$	$\sinh \omega t$	$\cosh \omega t$	$e^{\pm at} f(t)$	$\int_0^t f(t) dt$
$F(s)$	$\frac{\omega}{s^2 - \omega^2}$	$\frac{s}{s^2 - \omega^2}$	$F(s \mp a)$	$\frac{F(s)}{s}$

$f(t)$	$t^n f(t)$	$\frac{f(t)}{t}$	$f'(t)$
$F(s)$	$(-1)^n \frac{d^n F(s)}{ds^n}$	$\int_s^{\infty} F(s) ds$	$sF(s) - f(0)$

$f(t)$	$f''(t)$	$f'''(t)$
$F(s)$	$s^2 F(s) - s f(0) - f'(0)$	$s^3 F(s) - s^2 f(0) - s f'(0) - f''(0)$

مثال: $\frac{1}{s(s+1)^3} \rightarrow x(t) = A + e^{-t} \left[\frac{B}{2} t^2 + C t + D \right]$ لاپلاس معکوس:

وقتی که یک ریشه تکراری (تعداد n) لاپلاس معکوس آن می‌شود معکوس آن ریشه ضرب یک ضریب می‌شود.

توان $n-1$: $x(s) = \frac{1}{s(s^2+1)} = \frac{A}{s} + \frac{a+bi}{s+i} + \frac{a-bi}{s-i} \rightarrow x(t) = A + \frac{(a+bi)e^{-it}}{(a-bi)e^{-it}}$

وقتی که از ریشه‌ها فاصله است ثابت و بزرگ هم باید در فاصله باشد، در معادله باقی‌مانده خواهد داشت.

در ریشه معادله است فرایض معکوس است و ثابت‌های آن‌ها نیز فرایض می‌گیرند.

$e^{\pm i\theta} = \cos \theta \pm i \sin \theta$ در حالت کلی:

$$X(s) = \frac{1}{(s+k_1+i k_2)(s+k_1-i k_2)} = \frac{a+bi}{s+k_1+i k_2} + \frac{a-bi}{s+k_1-i k_2}$$

$$x(t) = (a+bi)e^{-(k_1+i k_2)t} + (a-bi)e^{-(k_1-i k_2)t}$$

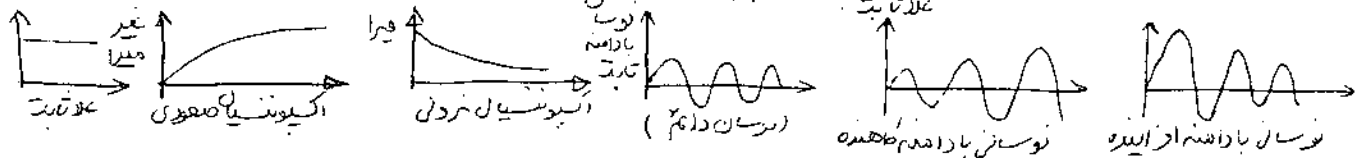
$$x(t) = 2e^{-k_1 t} [a \cos k_2 t + b \sin k_2 t]$$

کنترل/ص

$$\frac{1}{s+a+bi} \Rightarrow S = A + B, \quad \text{پیش‌فرض}$$

آنالیز لکفی ریشه‌ها:

A: + (مثبت), - (منفی)
B: + (مثبت), - (منفی)



قضایای تبدیل لابلاس:

۱- قضایای تبدیل لابلاس: $\lim_{t \rightarrow \infty} F(t) = \lim_{s \rightarrow 0} sF(s)$
۲- قضایای تبدیل لابلاس: $\lim_{t \rightarrow \infty} F(t) = \lim_{s \rightarrow 0} sF(s)$

۱) مقارنتی: $\lim_{t \rightarrow \infty} F(t) = P$

$\lim_{t \rightarrow \infty} F(t) = \lim_{s \rightarrow 0} sF(s)$

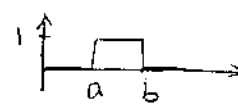
$$L\{F(t-t_0)\} = e^{-st_0} F(s)$$

۹/۱ فرم‌های استاندارد:

$$X(s) = \frac{A}{s}, \quad X(t) = A u(t) = \begin{cases} 0 & t < 0 \\ A & t > 0 \end{cases}$$

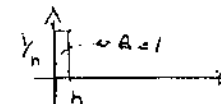
۱) فرم پله‌ای:

$$X(t) = \begin{cases} 0 & t < a \\ 1 & a < t < b \\ 0 & t > b \end{cases}$$



۲) ورودی پالس:

$$X(s) = 1, \quad X(t) = \begin{cases} 0 & t < 0 \\ \frac{1}{h} & 0 < t < h \\ 0 & t > h \end{cases}$$

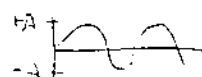


۳) ورودی مربعی:

$$F(s) = as + b$$

$$F(t) = a \frac{ds}{dt} + b s(t)$$

$$X(s) = \frac{A\omega}{s^2 + \omega^2}, \quad X(t) = A \sin(\omega t)$$



۴) ورودی سینوسی:

* شکل‌های مختلف ورودی و خروجی در سیستم‌های دینامیک

$$\frac{Y(s)}{X(s)} = \frac{K}{\tau s + 1}$$

سیستم اول: معادله دیفرانسیل آن
 $\tau \frac{dy}{dt} + y = Kx$
 τ: ثابت زمانی: زمانی که سیستم در آن زمان 63.2٪ مقدار پایدار را در بر می گیرد

K: نسبت ورودی به خروجی در حالت پایدار
 C = $\frac{\text{دخیره}}{\text{نیروی محرکه}} = \frac{q}{V}$
 R = $\frac{\text{نیروی محرکه}}{\text{جریان}} = \frac{V}{I}$
 τ = RC: ثابت زمانی
 C = $\frac{Q}{V}$: ظرفیت (ظرفیت)
 R = مقاومت

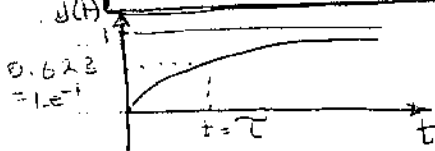
نوع ورودی	نیروی محرکه	جریان	مقاومت	دخیره	ظرفیت	τ	تایم ریسپانز، آلترناتوایفد mixed $\tau = \frac{V_a}{I_a + \frac{V_a}{K}}$ $\tau_a = KC_1$
مدار الکتریکی	V	I	R	q	C	RC	$\frac{H(s)}{Q(s)} = \frac{1}{As}$ تایم ریسپانز (در حالت پایدار): سیگنال ورودی است
سطح مایع	h	q	$R = \frac{h}{q}$	Ah	$\frac{Ah}{h} = A$	RA	شیر: $\tau = \frac{q}{R}$
رسانای	ΔT	hAΔT	$\frac{1}{hA}$	mCpΔT	mCp	$\frac{mCp}{hA}$	تایم ریسپانز، آلترناتوایفد mixed $\tau = \frac{V_a}{I_a + \frac{V_a}{K}}$ (در حالت پایدار است)
تازگی (دما)	ΔC	qC	$\frac{1}{q}$	CV	V	$\frac{V}{q}$	خطی کردن:

* حلواره یی یی غیر خطی و تقریبی ای فای فریدر، مشتق داریت steady قرار در (هم):

$$\frac{dh}{dt} \rightarrow 3h_s^2 \frac{dh}{dt} \quad F(x) - F(x_s) = (x - x_s) F'(x_s)$$

یا سیگنال اول به ورودی های است (در):

$$y(t) = 1 - e^{-t/\tau}$$



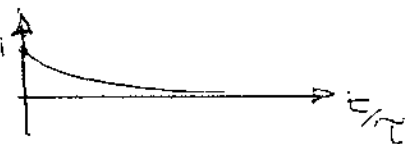
$$X(s) = \frac{1}{s} \text{ و } X(t) = u(t) \quad ; \quad 1 \text{ و } 0.632 \text{ و } 0.368$$

$$X(t) = A u(t) \quad X(s) = \frac{A}{s} \quad ; \quad (K \text{ و } \tau)$$

$$y(t) = A K_p [1 - e^{-t/\tau}]$$

$$\text{مقدار پایدار} = A K_p$$

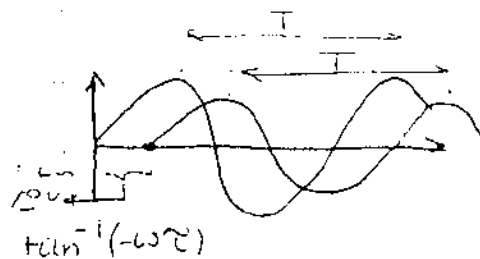
* مثال ۳: تغییر دما



$$y(t) = \frac{1}{\tau} e^{-t/\tau}$$

(۲) و (۱) و (۲) و (۳) و (۴) و (۵) و (۶) و (۷) و (۸) و (۹) و (۱۰) و (۱۱) و (۱۲) و (۱۳) و (۱۴) و (۱۵) و (۱۶) و (۱۷) و (۱۸) و (۱۹) و (۲۰) و (۲۱) و (۲۲) و (۲۳) و (۲۴) و (۲۵) و (۲۶) و (۲۷) و (۲۸) و (۲۹) و (۳۰) و (۳۱) و (۳۲) و (۳۳) و (۳۴) و (۳۵) و (۳۶) و (۳۷) و (۳۸) و (۳۹) و (۴۰) و (۴۱) و (۴۲) و (۴۳) و (۴۴) و (۴۵) و (۴۶) و (۴۷) و (۴۸) و (۴۹) و (۵۰) و (۵۱) و (۵۲) و (۵۳) و (۵۴) و (۵۵) و (۵۶) و (۵۷) و (۵۸) و (۵۹) و (۶۰) و (۶۱) و (۶۲) و (۶۳) و (۶۴) و (۶۵) و (۶۶) و (۶۷) و (۶۸) و (۶۹) و (۷۰) و (۷۱) و (۷۲) و (۷۳) و (۷۴) و (۷۵) و (۷۶) و (۷۷) و (۷۸) و (۷۹) و (۸۰) و (۸۱) و (۸۲) و (۸۳) و (۸۴) و (۸۵) و (۸۶) و (۸۷) و (۸۸) و (۸۹) و (۹۰) و (۹۱) و (۹۲) و (۹۳) و (۹۴) و (۹۵) و (۹۶) و (۹۷) و (۹۸) و (۹۹) و (۱۰۰)

$$y(t) = \frac{AK}{\tau} e^{-t/\tau}$$



$$X(t) = A \sin \omega t$$

(۳) و (۴) و (۵) و (۶) و (۷) و (۸) و (۹) و (۱۰) و (۱۱) و (۱۲) و (۱۳) و (۱۴) و (۱۵) و (۱۶) و (۱۷) و (۱۸) و (۱۹) و (۲۰) و (۲۱) و (۲۲) و (۲۳) و (۲۴) و (۲۵) و (۲۶) و (۲۷) و (۲۸) و (۲۹) و (۳۰) و (۳۱) و (۳۲) و (۳۳) و (۳۴) و (۳۵) و (۳۶) و (۳۷) و (۳۸) و (۳۹) و (۴۰) و (۴۱) و (۴۲) و (۴۳) و (۴۴) و (۴۵) و (۴۶) و (۴۷) و (۴۸) و (۴۹) و (۵۰) و (۵۱) و (۵۲) و (۵۳) و (۵۴) و (۵۵) و (۵۶) و (۵۷) و (۵۸) و (۵۹) و (۶۰) و (۶۱) و (۶۲) و (۶۳) و (۶۴) و (۶۵) و (۶۶) و (۶۷) و (۶۸) و (۶۹) و (۷۰) و (۷۱) و (۷۲) و (۷۳) و (۷۴) و (۷۵) و (۷۶) و (۷۷) و (۷۸) و (۷۹) و (۸۰) و (۸۱) و (۸۲) و (۸۳) و (۸۴) و (۸۵) و (۸۶) و (۸۷) و (۸۸) و (۸۹) و (۹۰) و (۹۱) و (۹۲) و (۹۳) و (۹۴) و (۹۵) و (۹۶) و (۹۷) و (۹۸) و (۹۹) و (۱۰۰)

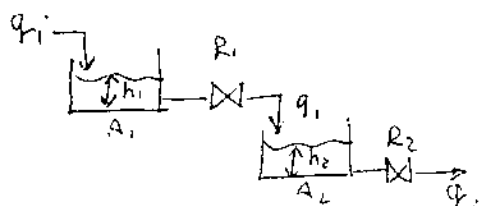
$$X(s) = \frac{A\omega}{s^2 + \omega^2}$$

$$Y(s) = \frac{A\omega}{(s^2 + \omega^2)(\tau s + 1)}$$

$$y(t) = \frac{1}{\sqrt{1 + \tau^2 \omega^2}} A \sin(\omega t + \tan^{-1}(-\omega \tau))$$

کنترل/ص

یا سیگنال دینامیک در سیستم اول به یک ورودی
 (در حالت پایدار) سیگنال دینامیک در سیستم اول به یک ورودی
 در حالت پایدار در سیستم اول به یک ورودی
 و (در حالت پایدار) سیگنال دینامیک در سیستم اول به یک ورودی



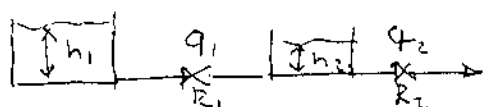
سیستم‌های دوم اول متوالی :

سیستم تداخلی: سیستمی که در صورتی که ورودی تغییراتی داشته باشد، تغییراتی در خروجی ایجاد می‌کند.

$$\frac{H_2}{Q_1} = \frac{R_2}{(\tau_1 s + 1)(\tau_2 s + 1)}, \quad \frac{H_2}{H_1} = \frac{R_2/R_1}{\tau_2 s + 1}$$

$$\hookrightarrow \tau_1 \tau_2 s^2 + (\tau_1 + \tau_2) s + 1$$

در صورتی که اول و دوم متوالی باشند، در خروجی تغییراتی ایجاد می‌کند.

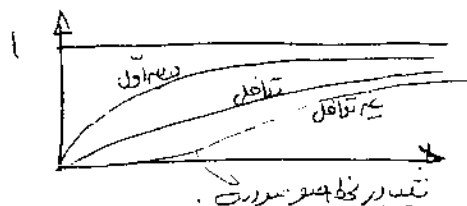


سیستم تداخلی:

$$\begin{cases} q_1 - q_2 = A_2 \frac{dh_2}{dt} \\ \frac{(h_1 - h_2)}{R_1} - \frac{h_2}{R_2} = A_2 \frac{dh_2}{dt} \end{cases} \quad \text{معدلات تغییرات ورودی و خروجی هستند}$$

$$\frac{H_2}{Q_1} = \frac{R_2}{\tau_1 \tau_2 s^2 + (\tau_1 + \tau_2 + A_1 R_2) s + 1}$$

این سیستم تداخلی است.



تغییر در خروجی و ورودی

سیستم‌های دوم اول متوالی، خواص غیر تداخلی

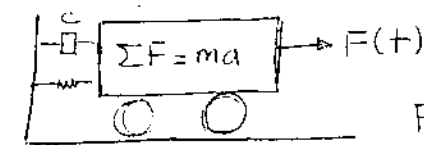
چون در این سیستم، ورودی و خروجی در یک زمان تغییر می‌کند.

از این رو، سیستم مورد نیاز پاسخ می‌دهد.

در صورتی که سیستم تداخلی باشد:

$$r = n - m$$

که در آن n: درجه عددی و m: درجه عددی



معادله تفاضلی از سیستم دوم
سیستم دوم ۲: $\ddot{y} + 2\zeta\omega_n\dot{y} + \omega_n^2 y = \frac{W}{g_c} \ddot{y}$ به دو پارامتر دیگر نیاز داریم.

$$F(t) - K y - c \frac{dy}{dt} = \frac{W}{g_c} \frac{d^2 y}{dt^2}$$

$$\rightarrow \frac{W}{g_c K} \frac{d^2 y}{dt^2} + \frac{c}{K} \frac{dy}{dt} + y = \frac{F(t)}{K} = X(t)$$

$$\rightarrow \tau^2 y'' + 2\zeta\tau y' + y = X \quad \xrightarrow{\text{تایید}} \quad \tau^2 s^2 Y(s) + 2\zeta\tau s Y(s) + Y(s) = X(s)$$

لگاریتم τ $\rightarrow$ Damping Factor
ضریب میرایی

$$\frac{Y(s)}{X(s)} = \frac{1}{\tau^2 s^2 + 2\zeta\tau s + 1}$$

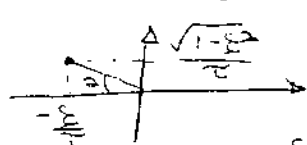
در مثال فر: $\zeta = \frac{\sqrt{9c}}{4Wk}$ و $\tau = \sqrt{\frac{W}{g_c K}}$

ضریب میرایی: $K = \sum k_i$ و $\frac{1}{K_{\text{ری}}} = \sum \frac{1}{K_i}$

رفتار سیستم دوم هم از نظر نوسانی و غیر نوسانی بودن به ζ بستگی دارد.

$$\rightarrow Y(s) = \frac{X(s)}{\tau^2 s^2 + 2\zeta\tau s + 1}$$

ریشه خروج: $-\frac{\zeta}{\tau} \pm i \frac{\sqrt{1-\zeta^2}}{\tau}$



طول دوره $= \frac{1}{\tau_n}$
 $\zeta \leq 1$ نوسانات

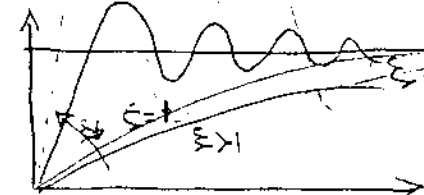
میرا $\zeta < 1$: نوسانات میرا

میرای خزان $\zeta = 1$: آلپو نوسانی میرا

کم میرا $\zeta > 1$: میرا

طول دوره $= \frac{1}{\tau_n}$ و $\cos\theta = \zeta$

* سیستم‌های دوم هم رفتار پاسخ به ورودی‌های مختلف به مقدار ζ آنها بستگی دارد.



پاسخ سیستم دوم هم به ورودی پله ای:

$\zeta = 1$: میرای خزان، سریع‌ترین راه رسیدن بدون نوسان

به پاسخ، حداکثر سرعت، حداقل نوسان

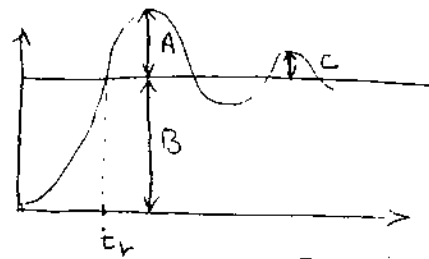
* هر چه ضریب میرایی کوچک‌تر شود پاسخ سیستم نوسانی‌تر می‌شود و در سیستم‌های دوم اولین متغیران هیچگاه کمتر

از یکدیگر نشود و $\zeta > 1$ نوسان یعنی مقدار غیر متناهی بین قرار می‌گیرد.

$$\zeta = \frac{\tau_1 + \tau_2}{2\sqrt{\tau_1 \tau_2}} \quad \tau = \sqrt{\tau_1 \tau_2} \quad \zeta = \frac{(\tau_1 + \tau_2 + A_1 R_1)}{2\sqrt{\tau_1 \tau_2}}$$

$$\frac{Y(s)}{X(s)} = G(s) \quad X(s) = \frac{1}{s} \Rightarrow Y_2(s) = s Y_1(s) \Rightarrow Y_2(t) = \frac{dy_1}{dt}$$

$$\frac{Y(s)}{X(s)} = \frac{1}{s^2 + 2\zeta s + 1}$$



$\zeta < 1$
پاسخ و عرض پله ای

① فرادف: Overshoot

↑ overshoot ↓ ζ : $\frac{A}{B}$ نسبت فرادف به مقدار پایدار ← overshoot = $\frac{A}{B} = \exp\left[\frac{-\pi\zeta}{\sqrt{1-\zeta^2}}\right]$

② نسبت فرونش: Decay Ratio

$$\frac{C}{A} = \left(\frac{A}{B}\right)^2 \leftarrow \frac{C}{A} = \exp\left[\frac{-2\pi\zeta}{\sqrt{1-\zeta^2}}\right]$$

③ زمان خیزش: t_r : rising time (زمانی که پاسخ سیستم برای اولین بار به مقدار پایدار خود برسد)

$$t = \frac{[n\pi - \frac{\sqrt{1-\zeta^2}}{\zeta}]}{\sqrt{1-\zeta^2}} \quad n=1 \quad t_r = \frac{[\pi - \tan^{-1} \frac{\sqrt{1-\zeta^2}}{\zeta}]}{\sqrt{1-\zeta^2}}$$

④ زمان پیک: t_p : Peak time (زمانی است که پاسخ سیستم به حلاله است. دارای min و max)

$$\frac{dy}{dt} = 0 \rightarrow t_p = \frac{n\pi}{\omega_d} \quad \text{اولین بار که max می شود} \quad n=1$$

$$\omega = \frac{\sqrt{1-\zeta^2}}{\tau} = 2\pi f = \frac{2\pi}{T} \rightarrow f = \frac{\sqrt{1-\zeta^2}}{2\pi\tau} \quad T = \frac{2\pi\tau}{\sqrt{1-\zeta^2}} \quad T = 2t_p$$

* در صورت $\zeta = 0$: $\omega_n = \frac{1}{\tau}$ و $f_n = \frac{1}{2\pi\tau}$ ← $\omega|_{\zeta=0} = \omega_n = \frac{1}{\tau}$
در این حالت سیستم به یک نوسان ساده تبدیل می شود

⑤ زمان پاسخ (Response time): زمانی است که پاسخ سیستم به $\pm 95\%$ یا $\pm 98\%$ به جواب می رسد.

پایه سیستم دوم P به ورودی های استاندارد تبدیل (پیدا می شود)

پایه سیستم دوم P به ورودی سینوسی:

$$X(t) = A \sin \omega t, \quad X(s) = \frac{A\omega}{s^2 + \omega^2}$$

$$\rightarrow Y(s) = \frac{A\omega}{s^2 + \omega^2} \times \frac{1}{(s-s_1)(s-s_2)}$$

$$s_{1,2} = -\frac{\zeta}{T} \pm \frac{\sqrt{1-\zeta^2}}{T} i \quad \zeta < 1$$

$$= -\frac{\zeta}{T} \pm \frac{\sqrt{\zeta^2-1}}{T} \quad \zeta > 1$$

$$= -\frac{1}{T} \quad \zeta = 1$$

* در تمام حالت ریشه در سمت چپ محور موهومی است.

بنابراین پایه و ضرایب s_1 و s_2 همواره منفی است.

و جواب پس از زمان طولانی نویسان را کم است.

$$= \frac{a+bi}{s+i\omega} + \frac{a-bi}{s-i\omega} + \frac{1}{s-s_1} + \frac{1}{s-s_2}$$

نویسان را کم

$$\zeta < \frac{\sqrt{2}}{2} = 0.707 \rightarrow \text{دامنه} > \text{دامنه}$$

$$\zeta > \frac{\sqrt{2}}{2} \rightarrow <$$

$$\zeta = \frac{\sqrt{2}}{2} =$$

$$y(t) = AR \cdot A \sin(\omega t + \Phi)$$

$$AR \cdot A = \frac{A}{\sqrt{(1-\zeta^2\omega^2)^2 + (2\zeta\omega)^2}} \quad \Phi = \tan^{-1}\left(\frac{-2\zeta\omega}{1-\zeta^2\omega^2}\right)$$

$$\rightarrow y(t) = \frac{A}{\sqrt{(1-\zeta^2\omega^2)^2 + (2\zeta\omega)^2}} \sin\left(\omega t - \tan^{-1}\frac{2\zeta\omega}{1-\zeta^2\omega^2}\right)$$

① و کاشن نویسان پایه سیستم دوم P به ورودی سینوسی با فاکشن ورودی یک است.

② پایه سیستم دوم P دارای یک ضرایب زمان به فرم $\tan^{-1}\frac{2\zeta\omega}{1-\zeta^2\omega^2}$ خواهد بود.

③ دامنه پایه هم می تواند بزرگتر و کوچکتر دامنه ورودی باشد.

$$\zeta < \frac{\sqrt{2}}{2} = 0.702 \quad \text{دامنه ورودی} > \text{دامنه پایه}$$

$$\zeta > \frac{\sqrt{2}}{2} \quad \rightarrow <$$

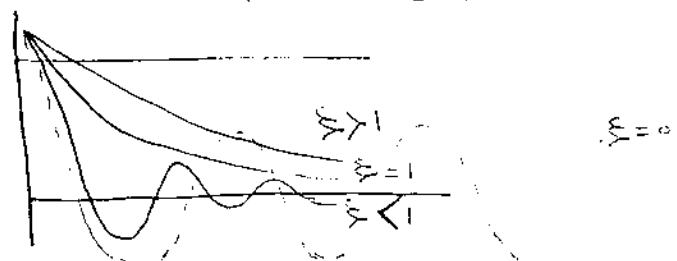
$$\zeta = \frac{\sqrt{2}}{2} =$$

$$y_2(t) = \frac{dy_1(t)}{dt} \quad \text{پایه مشتق}$$

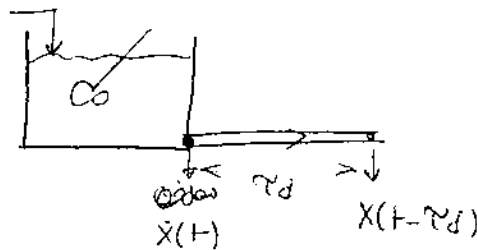
* توجه: $\zeta = 0$ overshoot max است

$$1 = \exp\left[-\frac{\pi\omega}{1-\zeta^2}\right]$$

overshoot همواره کوچکتر از یک است.



کنترل / صحت

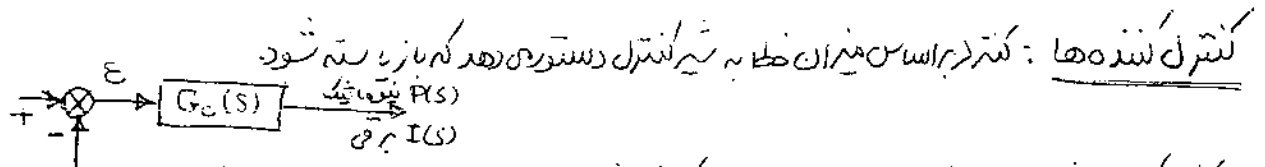


Lag Time : تاخیر زمانی

$$L\{x(t - \tau_d)\} = e^{-\tau_d s} X(s)$$

تابع انتقال اندازه گیر : بازنده‌ی رهد یا آرساین تناسبی $G_m(s) = \frac{K_m}{\tau_m s + 1}$
 شیر کنترل : $P = 3 - 15 \text{ PSI}$ (پایه یونانی)
 شیر کنترل برقی : $I = 4 \text{ mA} \sim 20 \text{ mA}$ (پایه یونانی خط آتش سوزی دارد توصیه می‌گردد)

تابع انتقال شیر کنترل ها : $\frac{Q(s)}{P(s)} = \frac{K_v}{\tau_v s + 1}$ (شیر ربع اول) $= K_v$ gain only
 حوض ثابت زمان شیر کمتر با ریدینگ سریع تر است.



کنترل کننده ها : کنترلر اساسی میزان خطا به شیر کنترل دستور می‌دهد که باز را بسته شود.
 کنترل کننده تناسبی : متناسب با مقدار خطا رزیدو و آرساین تناسبی می‌دهد. (K_c می‌تواند + یا - باشد).

وایزر K_c : $\frac{PSi}{Error}$ یا $\frac{MA}{Error}$
 $\dots = \frac{PSi}{m}$ (متر رفت را بعد = کنترلر سطح)

$$P(t) = P_s + K_c E(t)$$

$$P - P_s = P$$

$$\rightarrow \frac{P(s)}{E(s)} = K_c$$

$$P(t) = P_s + K_c \left[E(t) + \tau_D \frac{dE(t)}{dt} \right]$$

کنترل کننده تناسبی مشتق : PD

$$\rightarrow \frac{P(s)}{E(s)} = K_c [1 + \tau_D s]$$

$$P(t) = P_s + K_c \left[E(t) + \tau_D \frac{dE(t)}{dt} + \frac{1}{\tau_I} \int_0^t E(t) dt \right]$$

کنترل کننده PID

استرال خطا : قدرت زمانی را با شیر کنترل خطا داریم. تغییرات خطا : مقدار مطلق خطا. سبب تغییرات قدرت زمانی رهد.

$$PID: \frac{P(s)}{E(s)} = K_c \left[1 + \tau_D s + \frac{1}{\tau_I s} \right]$$

کنترل کننده PI

$$PI: \frac{P(s)}{E(s)} = K_c \left[1 + \frac{1}{\tau_I s} \right]$$

Proportional Band : باند تناسبی : درصد محدود خطا تقسیم بر درصد حوض کمتر باشد کنترل شکل تر است.

$PB\% = \frac{Error}{Range} \times 100$
 $PB = \frac{Error}{Range} \times 100$ و $K_c = \frac{P}{E} = \frac{15 - 3}{E} = \frac{12}{Error}$
 $PB\% = \frac{1}{K_c} \times 100$

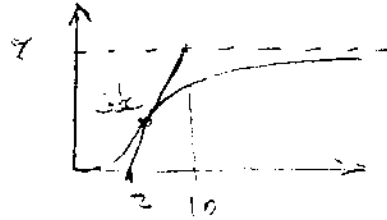
... سب سے پہلے (میں) بول کر کہتا ہوں کہ: بھائی! بھائی!

19 6

Λ4

१५५५

$$\frac{3e^{-25}}{25+1}$$



رستم از دستش برآورد

41

گدڑوں دھاک اور انصاف پر اسیرین: گڈڑوں کے ساتھ ہم جلتے لپٹی نیا، یہ معاملہ دستگیری و درود۔

4K.

Group PEP 1

செய்து கொடுத்தேன்.

10.

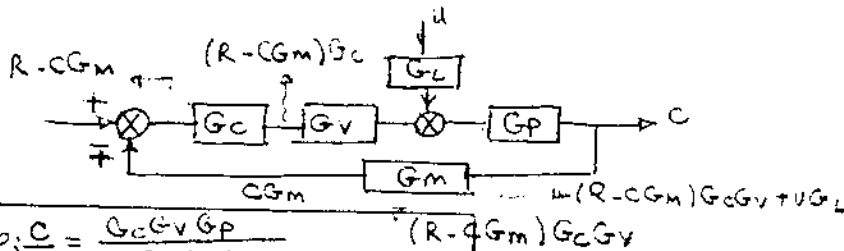
TV

9A

IPAC OL

① ② xxx

کشتی / ص ۵



ساده سازی بلاک ریگرام :

* راه حل اولیه :

$$\text{Servo: } \frac{C}{R} = \frac{G_c G_v G_p}{1 + G_c G_v G_p G_m}$$

$$\text{Regulator: } \frac{C}{u} = \frac{G_L G_p}{1 + G_c G_v G_m G_p}$$

بافتوردار (در بلاک های باز)
 حاصل ضرب توابع پیشرو
 گین را از آن بدیسم (صفر قرار)
 حاصل ضرب توابع مدار بسته
 دارند (مهمی عناصر)

offset : خطی حالت منظر یا Steady state Error :

$$R - C \Big|_{t \rightarrow \infty} = \text{خطی حالت منظر}$$

در بلاک های تغییر می شوند :

(1) Servo Mechanism : set Point را تغییر می دهیم $\frac{C}{R} = ?$ تغییر در R، تغییر در C

(2) Regulator Mechanism : اکتشانت (بار) است تغییر ضریب $\frac{C}{u} = ?$ تغییر در u، تغییر در R، تغییر در C
 هدف کنترل : یک بولک C و R، R تغییر کند و C تغییر نکند.

تعریف کن :

$$\text{offset} = R(\infty) - C(\infty) = \lim_{s \rightarrow 0} sR(s) - sC(s)$$

Servo

$$\text{offset} = sR(s) \left[1 - \frac{C}{R} \right] \quad \leftarrow \text{Servo} \leftarrow R \text{ تغییر کند و C ثابت}$$

Regulator

$$\text{offset} = R(\infty) - C(\infty) = 0 - C(\infty) = -sC(s) \Rightarrow \text{offset} = -sU(s) \frac{C}{u}$$

$$\text{offset} = -sU(s) \frac{C}{u}$$

بنابراین :

$$\text{offset} = R(\infty) - C(\infty)$$

$$\left[\begin{array}{l} R \neq 0, u = 0 \Rightarrow \text{offset} = sR(s) \left[1 - \frac{C}{R} \right] \\ R = 0, u \neq 0 \Rightarrow \text{offset} = -sU(s) \frac{C}{u} \end{array} \right.$$

الف) تغییر پدای در مقدار مقرر :

$$\text{offset} = \frac{1}{1 + K_c K_v K} \leftarrow \text{offset} \leftarrow K_c \leftarrow \text{offset} \leftarrow \text{بیشتر باشد}$$

ب) " " " " :

$$\text{offset} = -\frac{K_L K}{1 + K_c K_v K} \leftarrow \text{offset} \leftarrow K_c \leftarrow \text{offset} \leftarrow \text{بیشتر باشد}$$

* در بلاک های یکای S، هر قرار دهید چون بار خود صفر قرار می دهیم. * اگر یکای مشابه، مشابهی مشتق قرار دهیم

باز هم با سغ تفاوت ندارد $K_c \rightarrow K_c(1 + \tau_E s) \xrightarrow{s \rightarrow 0} K_c$ یعنی عمل مشتق اثر کم offset ندارد.

*** افزایش عامل مشابهی موجب کاهش offset می گردد.

* کمتر (با عامل اشتراکی) :

$$K_c(1 + \frac{1}{\tau_E s}) \rightarrow \frac{K_c(1 + \tau_E s)}{\tau_E s} \rightarrow \frac{K_c}{\tau_E s}$$

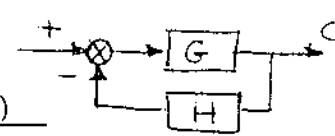
$$\rightarrow \text{offset} = s \times \frac{1}{s} \left[1 - \frac{\frac{K_c}{\tau_E s} \times K_v \times K}{1 + \frac{K_c}{\tau_E s} K_v K} \right] = 0, \text{ offset} = -s \times \frac{1}{s} \times \frac{K_L K}{1 + \frac{K_c}{\tau_E s} K_v K} = 0$$

* وجود عامل اشتراکی موجب حذف offset در هر دو صورت می گردد.

کنترل/مد

مثال اول: کنترل کننده: GH به انتظاری

$$\frac{C}{R} = \frac{G}{1+GH}$$

$$GH = \frac{K(\tau_1 s + 1)(\tau_2 s + 1) \dots (\tau_n s + 1)}{s^N (\tau_a s + 1) \dots (\tau_z s + 1)}$$


$H(s) = 1$: Unit Feedback

$$\text{offset} = SR(s) \left[\frac{s^N}{s^N + K} \right]$$

$$\frac{C}{R} = \frac{\frac{K}{s^N}}{1 + \frac{K}{s^N}}$$

	$N=0$	$N=1$	$N>1$
استeady state	$\frac{1}{1+K}$	0	0
استeady state	0	0	0
استeady state	∞	$\frac{1}{K}$	0

$$C = \frac{C}{R} \times R + \frac{C}{u} \times u$$

اگر هم با ورودی تغییر کنند: R تغییر کنند

$$\text{offset} = R(\infty) - C(\infty) = SR(s) - s \left[\frac{C}{R} \times R + \frac{C}{u} \times u \right]_{s \rightarrow 0}$$

روابط و فرمول های حقیقی پایداری.

* مفهومی پایداری: اگر ورودی محدود و خروجی محدود باشد.

* معادله مشخصه سیستم: $1 + G H(s) = 0$

* هدف از بحث پایداری: آیا معادله $1 + G H = 0$ ریشه ای با جزء حقیقی مثبت (در سمت راست محور حقیقی) دارد، به مقدار این ریشه (مقدار راست) ریشه ناپایدار گفته داریم.

آزمون رouth (Routh test):

$1 + G H = 0$

* معادله را به صورت نزول مرتب می کنیم

a	b	e
c	d	f
?	??	

$$P_1 = \frac{cb - ad}{c} \quad P_2 = \frac{ce - af}{c}$$

* به مقدار تغییر علامت در ستون اول جدول ریشه ناپایدار گفته داریم.

نحوه دادن سوال: ① تعداد ریشه ناپایدار گفته P_1 ② k ③ ریشه ناپایدار پایداری را می بیند.

$1 + G H = a_n s^n + a_{n-1} s^{n-1} + \dots + a_1 s + a_0$

برای ریشه و ناپایداری:

سط n ام را با n معادله در k را با بدست می آوریم با

k بدست آمده معادله n را حل می کنیم

* یعنی برای ریشه و ناپایداری از سط n ام k را بدست می آوریم و از سط

$n-1$ مقدار ریشه را بدست می آوریم.

مثال:

1	1	11
2	6	6+k
3	$\frac{66-6-k}{6}$	
4	6+k	4

سط n ام = سط n ام: $k = 66$ $\frac{66-k}{6} = 0$

سط $n-1$: $6s^2 + 6 + k = 0$

$6s^2 + 66 = 0 \rightarrow s \checkmark$

حالات خاص:

① اولین عنصر یک ریف برابر شود بای آن E در داریم و به نسبت را از n ام می دهیم.

② اگر n ام به یک سطر منفرشته شود چنانچه به n ریف n ام را می نویسیم و از آن مشتق می گیریم.

* اگر سط n ام منفرشته می شود به n ام در هر پایداری و ناپایداری است.

کنترل / صحت

ممكن هتبقى ربيعه :

$$G-H = \quad (1)$$

از شش‌های صورت منار، اصفهانی مکان هندسی مناسبت و با ۵ نمایش می‌دهیم. (Z)

(P) . " " x " " " " قطف های " " مرغ " "

(۲) در نقطه $K=0$ و در صورت $K \rightarrow \infty$ است. در این دو نقطه از نقطه $K=0$ و در صورت $K \rightarrow \infty$ است.

(۳) n و m مقادیر $n-m$: حاصل می‌دهد

(F) محل هر سری مطابق با:
$$\gamma = \frac{\sum P_i - \sum Z_i}{n-m}$$

$$\Theta = \frac{(2K+1)\pi}{n-m} \quad \text{حيث } K=0, 1, 2, \dots, n-m-1 \quad (5)$$

④ آن قسمی از محور حقیقی جزء مکان است که مجموع عرض‌ها و قطب‌ها سمت راست آن قرار دارند.

⑦ اگر فاصلہ بین دو نقطہ مجاور جزء ممکن باشد نقطہ BEP یا نقطہ صافی درآمد.

$$\sum \frac{1}{s-p_i} = \sum \frac{1}{s-z_i} \quad \text{نقطه صریح}$$

* باید از عرفانداران بدین مائوسمانی و غیر مائوسمانی بودن تفاوت دید.

* اگر feed back مثبت داشته باشیم: ① $\theta = \frac{2K\pi}{n-m}$ ② مجموع فازها در نقطه است ریشه آن در حلقه

* اگر تابع انتقال در صورت $T_{AS} \in$ داشت : $T_{OBS} = Pad$:

$$e^{-\tau d s} = \frac{1 - \tau d/2 s}{1 + \tau d/2 s} = - \frac{s - 2/\tau d}{s + 2/\tau d}$$

اللَّهُ سَاطِعٌ:

* یعنی مردم را خیر را نمی گویند از توین Paul استیفا ده کشور باعث اخراج و یک صورتی را
 و یک قطعه در سمت چپ و در مقابل علامت خیر یک را تغییر در هر یک استیفا را با یاداری کند، مخصوصه که
 این کشورها: پاریس را کوچک کند.

① $Z_i = -\frac{1}{\tau_0} \left[\frac{k(\tau_0 + 1) \dots}{\dots} \right]$ یک معادله است که از آن می‌توان برای یافتن τ_0 استفاده کرد.

که موجب پذیرای بی‌سیم می‌شود (K: پذیرای آخر این) P: تعداد مجننها + (۱۳) نوزاد + (۵) برکت +

(۵) محل هم نشانی را در سمت راست صورت خود که ممکن است هم ضمیمه باشد.

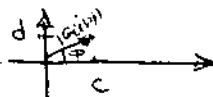
۵. عامل انتشار: یک قطره در ۵۰ میلی لیتر - ۱/۵۰ - به مقدار ۱۰۰ میلی لیتر در ۱۰۰ میلی لیتر

هو الله تعالى ان شاء الله

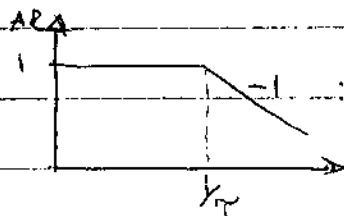
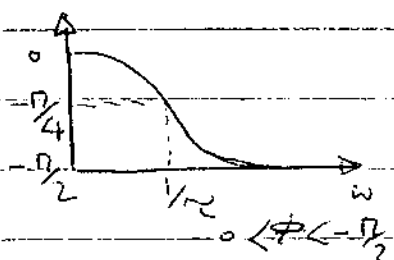
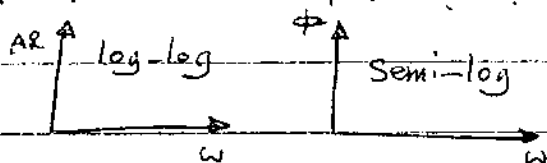
رابطه فرکانس های مختلف با فرکانس

پایه فرکانس: $V(t) = AR \sin(\omega t + \phi)$
 $X(t) = A \sin \omega t$ $G(s)$ $V(t)$ T (تأخیر)

محاسبه: $\phi = \angle G(i\omega)$ $AR = |G(i\omega)| = \sqrt{c^2 + d^2}$ $G(s) = \frac{1}{s^2 + 2\zeta s + 1}$ $S = i\omega$



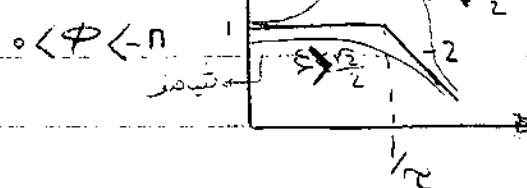
رابطه Bode: برای هر سیستم AR و ϕ در صورت ω رسم می شود



مثال 1: درجه اول (فرع)

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

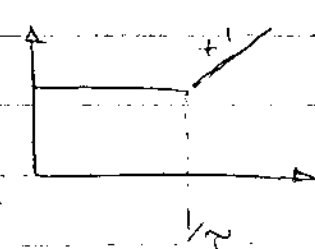
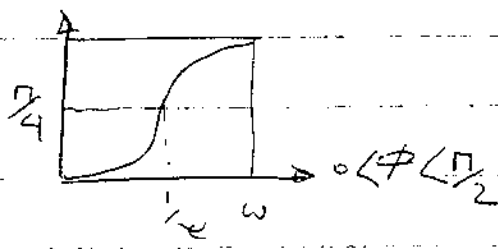
مثال 2: درجه دوم (فرع)



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

$$\omega_{max} = \frac{1}{\tau} \sqrt{1 - 2\zeta^2}$$

$$\frac{dAR}{d\omega} = 0 \rightarrow \omega_{max}$$

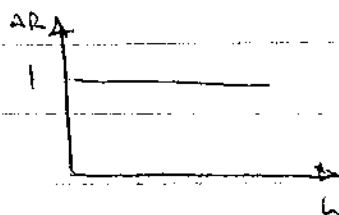
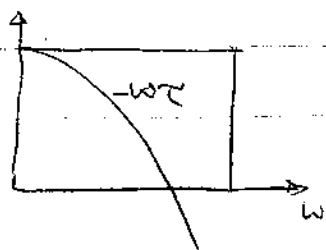


مثال 3: درجه اول صورت

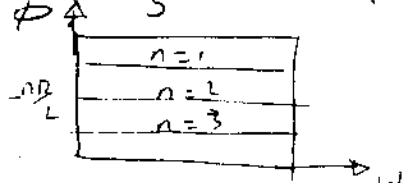
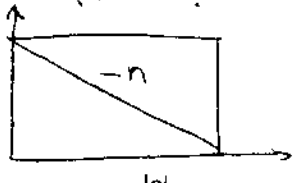
$$G(s) = \tau s + 1$$

مثال 4: پیچش

$$G(s) = e^{-\tau_d s}$$

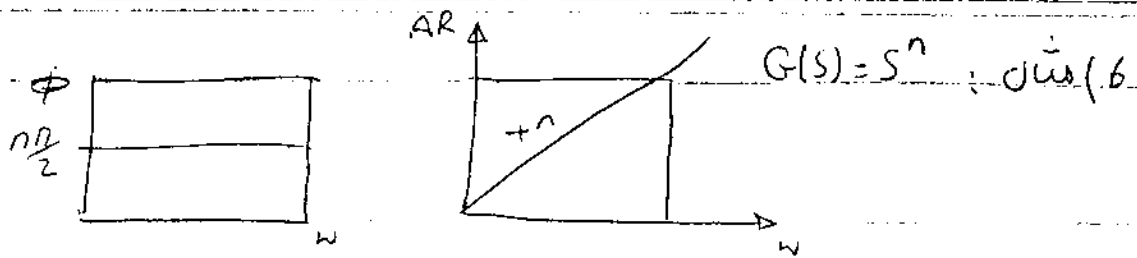


رابطه Bode: هر درجه خطی است با شیب $-n$ و بزرگای $1/s^n$



$$G(s) = \frac{1}{s^n}$$

کنترل



مثال (6): $G(s) = s^n$

خلاصه ریاگرام Bode:

نکته: (1) به ازای هر دهم یک واحد شیب داریم. اگر در صورت بودا + و اگر در فرج بود -.

اگر به فرم $s+1$ بود فوکانس شکست دارد و اگر به فرم s بود فوکانس شکست ندارد.

* درجه تعیین واحد شیب: در صورت با فرج بودن توابع علامت * به فرم $s+1$ تعیین داشتن و در شکست

(2) به ازای هر دهم 90 درجه زاویه داریم اگر در صورت بود + و اگر در فرج بود - 90.

اگر $s+1$ از صفر تا 90 اگر s بود صفر 90.

* درجه اول در صورت زاویه بین 0 تا +90، درجه اول در فرج زاویه بین 0 تا -90.

* در یک سیستم دهم n : اثر در صورت باشد شیب جانب Bode آن $+n$ و اگر در فرج باشد شیب

جانب Bode آن $-n$ است.

* اگر در صورت باشد زاویه بین 0 و $\frac{n\pi}{2}$ و اگر در فرج باشد زاویه بین 0 و $-\frac{n\pi}{2}$.

* آرم تأخیر زمانی اثری بر ریاگرام AR ندارد، آرم تأخیر زمانی فقط بر بخش Φ اثر دارد.

* ریاگرام جانب های بدستیم: $\frac{1}{s^n}$ هواره خطی است با شیب $(-n)$ و بدون شکست.

* تفاوت $\frac{1}{s^n}$ با $\frac{1}{(s+1)^n}$ در آن است که در اولی ریاگرام فاقد نقطه شکست است ولی در دومی

بالعکس. در اولی زاویه خود $-\frac{n\pi}{2}$ است و در دومی از صفر تا $-\frac{n\pi}{2}$ است.

* ریاگرام Bode s^n خطی با شیب $+n$ و بدون شکست است.

* فوکانس گوشه $\omega_{Co} = \omega_{Corner} = \frac{1}{T_c}$

مثال: $\Phi = 45^\circ$ و $\Phi = 135^\circ$

* برای تعیین Φ :

بحث پایداری به کمک ریاگرام Bode

از اطلاعات

mod
mod
رایان

(1) $P.M. > 0$: $P.M. = \Phi - (-180) \leftarrow \Phi \leftarrow \sqrt{\omega} \leftarrow AR=1$

(2) $G.M. > 1$: $G.M. = \frac{1}{AR} \leftarrow AR \leftarrow \sqrt{\omega} \leftarrow \Phi = -180$

* وقتی $G.M. = 1$ باشد $P.M. = 0$ است و بالعکس.
* یا بخوداری دهند یا جدول یا $G(s)$ شکل و صفت
* برای تعیین K پایداری:

* اگر تابع انتقال دارای آرم تأخیر زمانی بود از آزمون Routh (تفاوت نشانه)
* در مسائلی که آرم تأخیر زمانی در جدول $G.M.$ از روش تعیین $P.M.$ استفاده می شود
* در مسائلی که آرم تأخیر زمانی دارند و در جدول $P.M.$ استفاده می شود (برای پایداری)

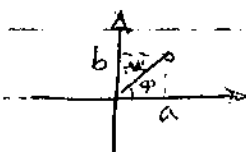
(*) ریگام Bode، نیکوشت، PM، GM و مشخصه‌های دیگر برای کنترل سیستم‌ها
 نیاز GH سروکار دارند یعنی از مدار باز برای بررسی پایداری و از مدار بسته استفاده
 می‌کنند. فقط از روش Routh با ملایمت، (1+GH) سروکار دارند

www.icheh.com

میزان کننده زینر نیلوز: $G_c = K_c (1 + T_D S + \frac{1}{T_I S})$

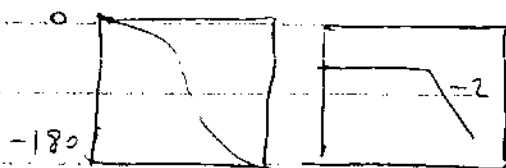
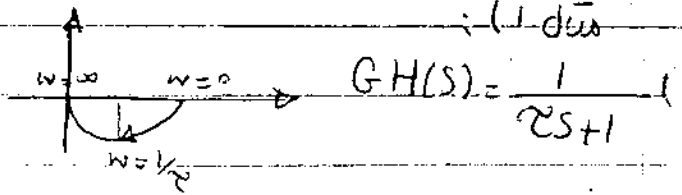
برای فرکانس G_c کنترل کننده را انتخاب کرده ایم این تنظیم کننده مقادیر K_c ، T_D و T_I را می‌دهد
 روش: 1. تابع تبدیل مدار باز می‌گیریم بدون کنترل کننده در هم (2) GM را حساب می‌کنیم

بطور مثال: $K_c = 0.5 K_u$ ، $P_u = \frac{2\pi}{\omega}$ (4) $K_u = \frac{1}{G.M}$ $\omega \rightarrow \phi = +180^\circ$

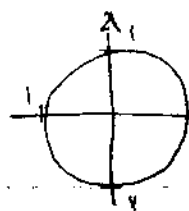
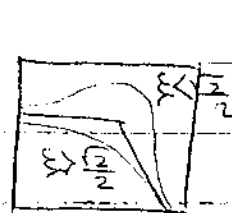
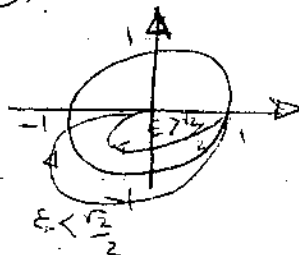
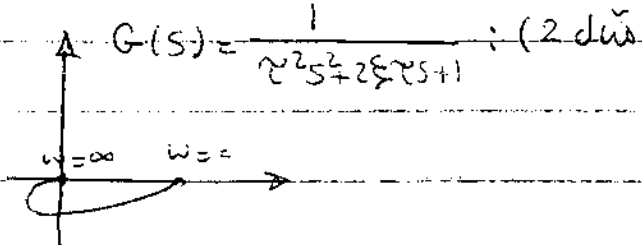


نیکوشت ریگام Bode است در مختصات قطبی. $\phi = \text{شعاع افقی}$ ، $AR = \text{شعاع عمودی}$

* جهت فلش را یادداشت کن (راستی و چپ)
 Bode

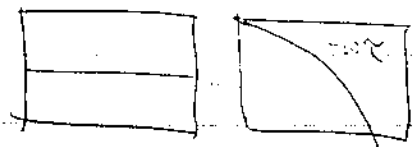


Bode: مقادیر زاویه صاف 180 است
 و زاویه ϕ ، AR و ϕ را یادداشت کن

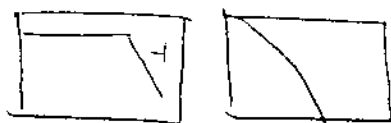


نیکوشت

مثال (3): $G(s) = e^{-T_D s}$



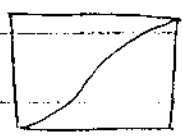
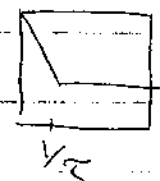
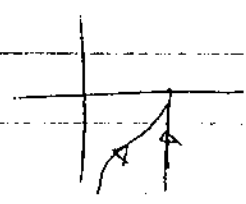
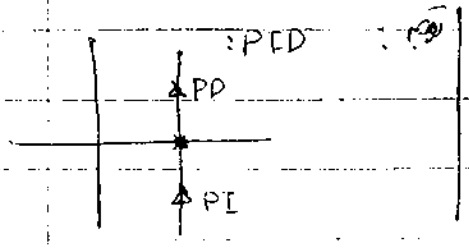
مثال (4): $G(s) = \frac{e^{-T_D s}}{(s+1)}$



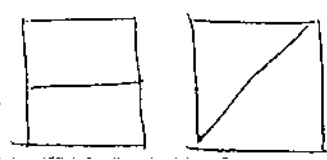
کنترل/صفت

$$= 1 + i\omega \tau \rightarrow \text{و نه به صفتی مقبول تر ما}$$

معمولی به غایتی بود رسم کنند اگر در زمینها بود
آبای خود

$$G(s) = K_c \left(1 + \frac{1}{\tau_I s} \right)$$


شعبه عازمه می آید
صفر



* $P.M = -135$
 $-(-185) = 40$
 $G.M = \frac{1}{2} = 2$

نظروں کا:

*** روش بررسی و تدریس { اگر تابع انتقال دادند P, M, G, M و Root
آرشیو دادند $Bode$ یا $Root$ }

اوشش برتری بیداری دیاگرام ناکوتیت: ① دیاگرام تحریک دیاگرام راندنجم ۵۵۰۰ - آسانو رسم کنی

(قرینہ آئینہ ال نسب بہ محور حقین ایں عمل را ای مں ہج تانیکوئیست بہکاک بہتہ تبدیل تہور۔

⑦ عدد قطب های مدار باز P که در سمت راست محور مؤلفه های قطب مدار P یا در سمت چپ محور مؤلفه های قطب مدار P باشد.

(۳) که از خود و از آن‌ها می‌تواند (۱-۲) درجه ساعت در حساب کند و چون $\omega = -\infty \rightarrow +\infty$

⑤ عدد پروتون ها یا نوترون ها: $Z = N + P$ ** *توجه: مقیاس کمربند قدرت شعاعی شروع از ۱ بوده

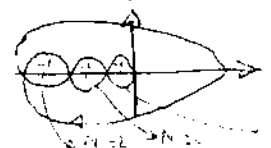
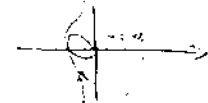
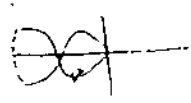
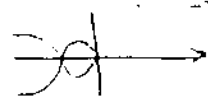
* اگر مدتی بته تسکین شود 5^+ و به هم منطبق گردد (تقریباً صورت
 دایره) (موضعی) (در این صورت) (در این صورت) (در این صورت) (در این صورت) (در این صورت)

* پیکر نم به ۱- از رنگ یا دود (ی و تغییر بر شرد) در صورت جان ۱- شایسته است.

۱۰ تحت ص ۳۰ شریعتیه هم لازماً باید

فصل دوم در بیان احوال و حال

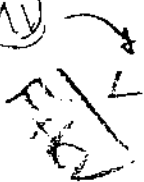
212 No. 11
منزله



هفت (توّم) دوره نوبت / کنترل ۱۳۸۳

* offset درجه صاف و صواب ؟

(۱۰۴) (۱۰۲) (۹۸) (۹۷) (۹۵) (۹۴) (۸۹)

کنترل ۱۳۸۲
(۱۰۴) (۱۰۲) (۱۰۰) (۹۸) (۹۷) (۹۴) ~~(۹۵)~~ ~~(۹۴)~~ (۹۲) (۹۱) (۸۹) 

کنترل ۸۱

* سرعت بیش از حد ممنوع : ∇ نیست علط

* سرعت انقدر ممنوع است



~~(۹۵)~~ ~~(۹۱)~~ ~~(۸۹)~~ ~~(۸۸)~~ (۸۹)

~~(۱۰۵)~~ ~~(۱۰۴)~~ (۱۰۳) (۱۰۲) ~~(۱۰۱)~~ ~~(۹۹)~~ ~~(۹۸)~~ ~~(۹۷)~~ ~~(۹۶)~~ (۹۴)

کنترل / تست / صفت