

Subject: 50

Year: Month: Date: ()

9

رایگر ام ها α

$$T = \frac{C}{1+G} \Rightarrow T(j\omega) = \frac{x+iy}{(x+1)+iy}$$

$$\neq T(j\omega) = \alpha = \operatorname{tg}^{-1}\left(\frac{y}{x}\right) - \operatorname{tg}^{-1}\left(\frac{y}{1+x}\right)$$

$$\Rightarrow \operatorname{tg}(\alpha) = v = \frac{\frac{y}{x} - \frac{y}{1+x}}{1 + \frac{y^2}{x^2(1+x)^2}}$$

$$v = \frac{\frac{y}{x(1+x)}}{\frac{x^2+x+y^2}{x(1+x)}} \rightarrow (x^2+x+y^2)v = y$$

$$\rightarrow (x^2+x+\frac{1}{4}) + y^2 - \frac{1}{v}y + \frac{1}{4v^2} = \frac{1}{4} + \frac{1}{4v^2}$$

$$(x+\frac{1}{2})^2 - (y-\frac{1}{2v})^2 = \frac{v^2+1}{4v^2}$$

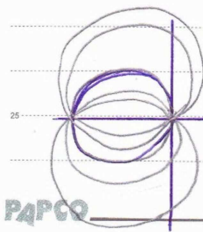
معادله بالا معادله یک دایره به مرکز $(\frac{1}{2}, \frac{1}{2v})$ و شعاع $\sqrt{\frac{v^2+1}{4v^2}}$

نکات (1) تمامی دایره ها از نقطه $(\frac{1}{2}, 0)$ و $(0, \frac{1}{2})$ عبور می کنند.

(2) همه دایره ها نسبت به محور حقیقی و خط $x=\frac{1}{2}$ متقارن دارند.

(3) دایره برای α و $\pi-\alpha$ یکسان می باشد.

رایگر ام α



Subject: _____
Year: _____ Month: _____ Date: _____ ()

نکات ۱۲) شخص ها α و m (یک گرام) ثابت بوده (سنی) G سنگی ندارد.
۱۲) دیاکرام ها α یا فایز کاربرد کمتری نسبت به دیاکرام ها m دارد چون اکثر اطلاعات
بسمت دیاکرام m بدست می آید.

۱۳) عیب مخفی های m و α (در طراحی ظاهری شود چون بر روی این مخفی ها
عمودار قطب (سنی) G رسم می شود و لذا برای یک تغییر ساده در بهره نجومی دریا و عمودار قطب (در رسم
کنیم بنابراین ترجیح داده می شود فایز یا عمودار (سنی) G از مخفی تغییر 20 deg به حسب
فایز کان استفاده می شود از این رو دیاکرام ها m را از صفحه S به صفحه F که محور عمودی
آن 20 deg و محور افقی G است انتقال می دهیم. مقادیر حاصل که متفاوت
استند از مقادیر سطح G ندارند و دیاکرام سیکل گرفته اند.

نکات ۱۴) وقتی مکان (سنی) G به صورت (دیاکرام) سیکل رسم شود آنگاه محل تماس
که حرکتش دایره m یا دایره G ها کم بیک تبدیل خواهد بود (بر حسب dB) در مکان ها
مکانی تبدیل است. مختصات مکان محل برخورد 30 dB با مخفی اینای با ندر خواهد داد
 G, m, P, m مانند قبل بدست می آید.

Subject: 59

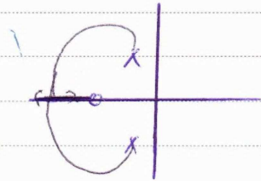
Year: Month: Date: ()

حل تمامین تھمیلے مکمل

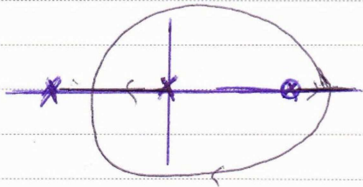
$$\Delta(s) = 1 + \frac{2}{(s+1)(s+k)} = 0 \quad (7)$$

$$s^2 + ks + s + k + 2 = 0 \Rightarrow s^2 + s + 2 + k(s+1) = 0$$

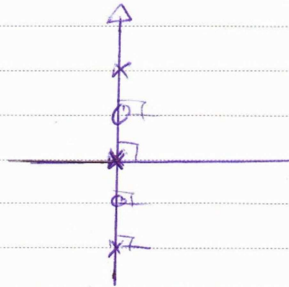
$$\Rightarrow 1 + k \frac{(s+1)}{(s^2 + s + 2)} = 0 \Rightarrow \hat{G}\hat{H}(s) = k \frac{s+1}{s^2 + s + 2}$$



$$b) GH = \frac{-k(s-1)}{s(s+2)} \Rightarrow \text{مکمل مکمل}$$



$$ج) GH(s) = \frac{k(s^2 + 0.1)}{s(s^2 + 1)}$$



$$(2i+1)\pi = \frac{\pi}{2} + \frac{\pi}{2} - (\frac{\pi}{2} + \frac{\pi}{2} + \theta) \quad \text{زاویه خروج از قطب}$$

$$\Rightarrow \theta = +\pi$$

P4PCO

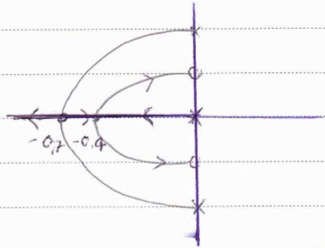
Subject: _____
Year: _____ Month: _____ Date: _____

8. معادله مشخصه: $2s(s^3 + s) - (3s^2 + 1)(s^2 + 0.1) = 0$

$$2s^4 + 2s^2 - 3s^4 - 1.3s^2 - 0.1 = 0$$

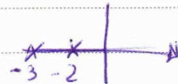
$$-s^4 + 0.7s^2 + 0.1 = 0 \quad \begin{cases} s_{1,2} = \pm 0.7 \\ s_{3,4} = \pm 0.4 \end{cases} \rightarrow s = \begin{cases} -0.7 \\ -0.4 \end{cases}$$

مقادیر مثبت قبول است (چون منفی است)



ج) $GH = \frac{6}{s(s+5)} \Rightarrow \Delta(s) = 1 + GH = 0 \Rightarrow s^2 + 5s + 6 = 0$

$$\Rightarrow (s+3)(s+2) = 0$$



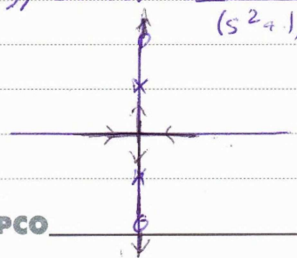
درستی: K برابر حد اولی باشد

در این صورت مگا (نقطه در نقطه است) که مقدار اولی برابر با 3 است

در صورتی که نقاط 2 و 3 منفی مگا هستند

د) $GH(s) = \frac{-K(s^2 + 4)}{(s^2 + 1)}$

نقطه صفر نقطه شکست می باشد



PAPCO

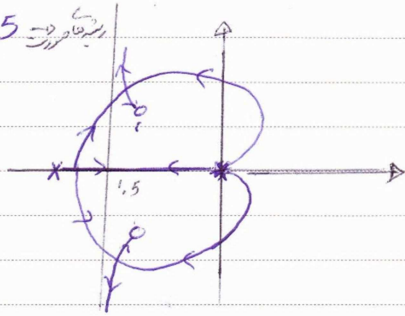
Subject: 52

Year: Month: Date: ()

i) $\frac{-1 \pm \sqrt{1-2}}{2} = -0.5 \pm j0.5$ ریشه ها

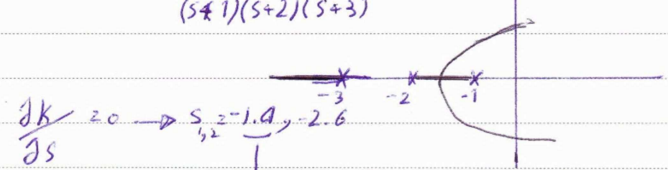
$\theta_i = \frac{(2i+1)\pi}{2}$
 $\begin{cases} \frac{\pi}{2} \\ \frac{3\pi}{2} \end{cases}$

$\sigma = \frac{-4+1}{3} = 1.5$



$G(s) = \frac{K}{(s+1)(s+2)(s+3)}$

مسئله 2



$\frac{dK}{ds} = 0 \rightarrow s_{b2} = -1.4, -2.6$

معادل قبول است اینجا مقصود از آنست

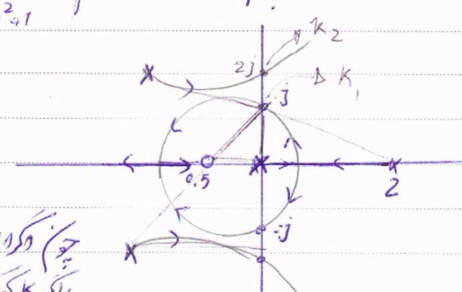
$K = \frac{1}{G(s)} \Big|_{s=-1.4} = \frac{(0.4)(0.6)(1.6)}{1} =$

$\Rightarrow K = 0.384$

$K_1 = \frac{\sqrt{1+(0.5)^2}}{\sqrt{2^2+1}\sqrt{2^2+3^2}\sqrt{2^2+1}} \Big|_{z=1} \Rightarrow K_1 = ?$

مسئله 3

K_2 جانمایی است



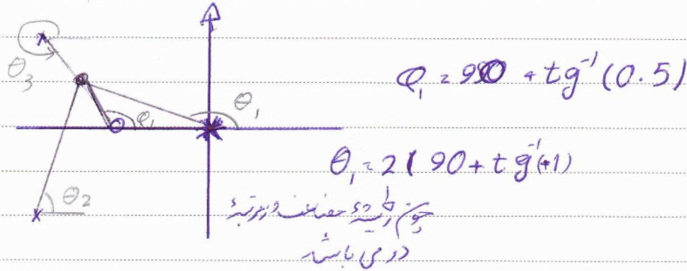
چون اگر K_1 بزرگتر باشد، پهنای باند سیستم بیشتر خواهد بود.
اگر K_2 کوچکتر شود، پهنای باند سیستم کمتر شود.

P4PCO

Subject: _____
Year: _____ Month: _____ Date: _____

نکته: اگر یک تقوای عضو یک باشد باید شرط را دو به دو قرار بماند

$$GH(s) = \frac{K(s+1/2)}{s^2(s^2+4s+8)} \quad (4)$$



$$\theta_1 = 90 + \tan^{-1}(0.5)$$

$$\theta_1 = 2(90 + \tan^{-1}(1))$$

$$\theta_2 = \tan^{-1}(3)$$

$$\theta_3 = -\tan^{-1}(1) \quad \sum \theta_i - \sum \theta_i (2i+1)\pi$$

$$(2i+1)\pi + \tan^{-1}(0.5) - (2(90 + \tan^{-1}(1)) + \tan^{-1}(3) - \tan^{-1}(1))$$

$$G(s) = \frac{K(s+\alpha)(s+\beta)}{s^3} \quad (5)$$

$$\Delta(s) = s^3 + K(s^2 + (\alpha+\beta)s + \alpha\beta) = s^3 + Ks^2 + K(\alpha+\beta)s + K\alpha\beta$$

s^3	1	$K(\alpha+\beta)$	$K(\alpha+\beta) - \alpha\beta = 0$
s^2	K	$K\alpha\beta$	$Ks^2 + K\alpha\beta = 0$
s^1	$K(\alpha+\beta) - \alpha\beta$	0	$s^2 = -\alpha\beta$
s^0	$K\alpha\beta$	0	$-2 = -\alpha\beta \Rightarrow \alpha\beta = 2$

$K = \frac{3}{2} \Rightarrow \alpha + \beta = 3$
 $\Rightarrow \alpha = 1, \beta = 2$

P4PCO

Subject: 53

Date:

863.1

«به نام خدا»

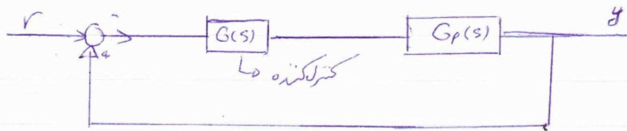
طراحی سیستمی کنترل در حوزه زمان

منظور از طراحی سیستمی کنترل در حوزه زمان استفاده از خواص و مشخصات زمانی سیستمها در طراحی می باشد. (چون این خواص

زمانی و مشخصات منحصر به s (تابع تبدیل سیستم) روابط نزدیکی وجود دارد اکثر این طراحی ها را در حوزه s انجام

می دهیم.

یکی از مزایای این روش اگر چه برای کنترل کننده بلوک کنترلی به پیچیدگی زیاد است.



کنترل کننده تناسب (الف) $\rightarrow G_c(s) = K$

$$GH(s) = G_c(s) \cdot G_p(s) = K G_p(s)$$

با فرض اینکه $G_p(s)$ دارای یک قطب در $s=0$ باشد $\rightarrow K_p = \lim_{s \rightarrow 0} GH(s) = \lim_{s \rightarrow 0} K G_p(s) = K G_p(s)$

$$\Rightarrow e_{ss} = \frac{1}{1 + K G_p(s)}$$

از رابطه بالا نتیجه می گیریم که اگر $K > 1$ باشد کنترل کننده می تواند خطای حالت ماندگار را کم کند.

Pilavaran

Subject:

Date:

ب) کنترل کننده تناسبی (PD) $\rightarrow G_C(s) = k + k_D \cdot s$

برای یک سیستم مرتبه دوم $\rightarrow G_p(s) = \frac{\omega_n^2}{s(s + 2\zeta\omega_n)}$

$GH(s) = G_C(s) \cdot G_p(s) = \frac{\omega_n^2 (k + k_D s)}{s(s + 2\zeta\omega_n)}$

$T(s) = \frac{\omega_n^2 (k_D s + k)}{s^2 + 2(\zeta + \frac{\omega_n k_D}{2})\omega_n s + \omega_n^2 k}$

در برخی ها 1- تأثیر کنترل کننده PD بر تابع تبدیل حلقه باز افزوده یک ضریب در نقطه $(-\frac{k}{k_D})$ می باشد.

2- اثر افزوده کنترل کننده (P.D) بر تابع انتقال حلقه بسته اعلا نه نموده یک ضریب در نقطه $-\frac{k}{k_D}$ و افزایش ضریب

میرای می باشد که این امر باعث کاهش میرا کم بالا زدگی می شود.

به دلیل وجود اثر شش زمانم صفر در کاهش می باید (کنترل کننده PD خاصیت پیش بین نرم) را دارد (به هم)

دلیل صفر سادۀ سرعت راست باعث ایجاد undershoot می شود.

$T(s) = \frac{\omega_n^2}{s^2} + k_D s \frac{\omega_n^2}{s^2}$

$y(t) + k_D y'$

3- توجه کنید که ضریب k_D نباید از حد خاصی بیشتر شود زیرا این ضریب نزدیکی ضریب حلقه بسته به مقدار مشخص شده

در این صورت تحلیلی دقیق از بالا زدگی بر اساس ضریب میرای به هم می خورد.

Pilavaran

Subject: 54

Date:

4) کنترل کننده PD به دلیل اثرش ضربه میرایی در کل پایداری را بهتر می کند

5) کنترل کننده (PD) در محیط های نویزی رفتار کننده ها در اثر اغتشاش کار برد زیاد ندارد. (چون پهنای باند را زیاد نمی کند)

پهنای باند زیاد می شود $\Rightarrow \uparrow \omega_n$

ج) PI کنترل کننده تناسب و انتگرال

$$PI \rightarrow G_c(s) = k + \frac{k_I}{s} = \frac{ks + k_I}{s}$$

$$\rightarrow GH(s) = \frac{ks + k_I}{s} \times G_p(s)$$

ویژگی ها: 1) چون وزن کنترل کننده یک s به خرج تابع انتقال حلقه باز اضافی می کند $\Rightarrow$ type سیستم افزایش

می دهد $\Rightarrow$ خطای حالت دائم را بهبود می دهد

2) یک صفر در نقطه $s = (-\frac{k_I}{k})$ به تابع انتقال حلقه باز و بسته می افزاید. رفت کننده که خود را این صفر کوکتر از بهترین

قطب $G_p(s)$ بوده (نزادیک به محور حقیقی) چرا که در غیر این صورت باعث ناپایداری سیستم شود

3) کنترل کننده PI در کل پایداری سیستم را کاهش می دهد

PID کنترل کننده تناسب و انتگرال و مشتق

$$G_c(s) = k + k_D s + \frac{k_I}{s}$$

$$\text{یا } G_c(s) = (k_1 + k_2 s)(k_3 + \frac{k_4}{s})$$

Pilavaran

Subject:

Date:

ویژگی ها: ۱) این کنترل کننده می تواند تمام خواص کنترل کننده در مورد کنترل کننده قبل داشته باشد

۲) سادگی در طراحی PID انتخاب ترکیب بهینه از پارامترها و آن می باشد که در این صورت نیاز به

تغییر تابع تبدیل هدف برای بهینه سازی داریم (معمولا تابع هدف را به یکی از طریق زیر انتخاب می کنند)

۱) IAE: integral of Absolute Error

$$J = \int |e(t)| dt$$

2) ISE: integral of square error

$$J = \int e^2(t) dt$$

3) ITSE: integral of time square error

$$J = \int t e^2(t) dt$$

کنترل کننده پیش فاز (Lead):

$$G_c(s) = K \frac{s+z}{s+p} \Rightarrow |z| < |p|$$

اینده فاز را از پهنای باند کم می کند

در اصل طراحی (پیش فاز) ۱) بهره جرمی (کننده بهره جرمی) را در جرمی (کننده بهره جرمی) قرار می دهد.

Pilavaran

Subject: 55

Date:

$$G_c(s) = \frac{s+z}{s+p}$$

2) با توجه به خواسته های مسئله مطلوب ریشه ها را برای سیستم حیران شده رسم می کنیم

3) مکان هندسی ریشه ها را رسم می کنیم

4) در صورتی که حیران کننده بیش از نیاز باشد باید مکان سیستم حیران شده از محل مطلوب ریشه ها عبور

نکته. در این صورت صفر حیران کننده را روی محور حقیقی درست زیر محل مطلوب انتخاب می کنیم

5) با استفاده از شرط زاویه محل قطب حیران کنند را تعیین می کنیم

6) از محل مطلوب با استفاده از شرط زاویه به هر کلی سیستم را بدست آورده پس ثابت خطای سیستم را محاسبه

می کنیم

7) در صورتی که ثابت خطا مطلوب نباشد با تغییر محل صفر حیران کننده یا محض چپ خود طراحی را تکرار

می کنیم

نکته: اگر تابع انتقال در قطب مسطح بوده و حدناز و گین بین 50 تا 70 درجه باشد داریم

$$T \approx 0.01 \times P.M$$

Pilavaran

Subject:

Date:

مثال: برای سیستم بازخورد یکپارچه کننده خطای فازی کمینه که خواسته های زیر برسد

$$G_p(s) = \frac{K}{s(s+2)}$$

$$\rightarrow \begin{cases} \text{الف) } e_{ss} \leq 5\% \\ \text{ب) } P.M. \geq 45 \\ \text{ج) } t_s \leq 1 \text{ sec} \end{cases}$$

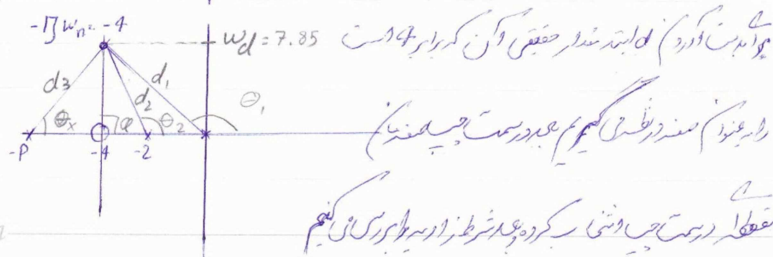
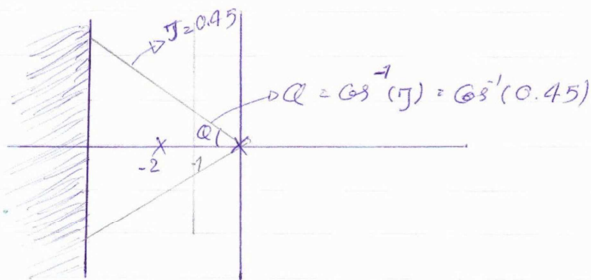
حل:

$$\text{الف) } e_{ss} = \frac{1}{K_v} < \frac{5}{100} \Rightarrow K_v > 20$$

$$\rightarrow \lim_{s \rightarrow 0} s G(s) = 0$$

$$\text{ب) } P.M. \geq 45 \rightarrow \zeta > 0.45$$

$$\text{ج) } t_s \leq 1 \text{ sec} \rightarrow \frac{4}{\zeta \omega_n} \leq 1 \rightarrow \zeta \omega_n \geq 4 \rightarrow -\zeta \omega_n < -4$$



Pilavaran

Subject: 56

Date:

$$-j\omega_n = -4 \Rightarrow j\omega_n = 4 \Rightarrow j = 0.45 \Rightarrow \omega_n = \frac{4}{0.45} = 8.8$$

$$\Rightarrow \omega_d = \omega_n \sqrt{1 - \zeta^2} = 7.85$$

$$\text{برای } Q_1: \angle (0_1 + 0_2 + 0_X) = (2i+1)\pi$$

$$90 = (90 + \tan^{-1}(\frac{4}{7.85}) + 90 + \tan^{-1}(\frac{2}{7.85}) + 0_X) = (2i+1)\pi$$

$$\Rightarrow 0_X = 50$$

$$\tan(0_X) = \tan(50) = \frac{7.85}{P-7} = \frac{7.85}{P-7}$$

$$\Rightarrow P = 10.65 \Rightarrow G_c(s) = \frac{s+4}{s+10.65}$$

$$|k G_c(s) G_p(s)| = 1 \Rightarrow \frac{k \cdot 7.85}{d_1 d_2 d_3} = 1$$

$$k = \frac{d_1 d_2 d_3}{7.85} = 94.73$$

$$GH(s) = G_c(s) \cdot G_p(s)$$

$$\Rightarrow GH(s) = \frac{94.73(s+4)}{s(s+2)(s+10.65)}$$

$$k_v = \lim_{s \rightarrow 0} s GH(s)$$

Pilavarani

Subject:

Date:

- خواص جبرام کننده میس فاز ۱) بدلیل افزودن فاز مثبت محلول P.M. افزایش می دهد
- ۲) پهنای باند سیستم حلقه بسته را افزایش می دهد = ۴ سبب افزایش نویز پذیری می گردد
- ۳) ویژگی های خوب این کنترل کننده این است که هم بالابردگی را کم می کند هم حساسیت سیستم را افزایش می دهد.

کنترل کننده پس فاز قطب اول $G_c(s) = K \frac{s+z}{s+p} |P/K| z/p \text{ (deg)}$

مرحلل طواف جبرام کننده پس فاز ۲

- ۱) بهره جبرام کننده را به پرسرعتی داده و به سیستم جبرام شده مکان هندسی ریشه ها را رسم می کنیم
- ۲) با توجه به خواسته ها مثل عمل مطلوب ریشه ها را تعیین می کنیم توجه کنید که در این حالت ما سیستم مکان هندسی سیستم جبرام شده را رها می کنیم

- ۳) در عمل مطلوب و براساس مکان هندسی سیستم جبرام شده بهره سیستم را با استفاده از شرط اندازه بدست آورده
- پس ثابت خطای سیستم جبرام شده را محاسبه می کنیم

- ۴) از روی داده ها مثل ثابت خطای سیستم جبرام شده را بدست می آوریم و به از طریق رابطه زیر α را بدست می آوریم.

Pilavaran

Subject:

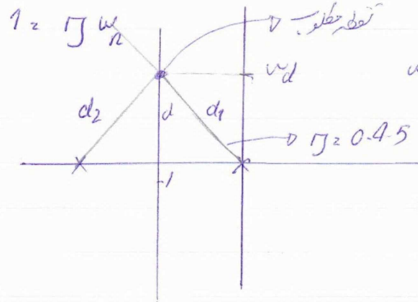
Date:

$$e_{ss} = \frac{1}{K_v} \leq 5\%$$

حل

$$\lim_{s \rightarrow 0} (sG(s)) K_v \geq 20$$

$$1 \pm \gamma \omega_n \Rightarrow \omega_n = \frac{1}{0.45}$$



$$\omega_d = \omega_n \sqrt{1 - \gamma^2} = 2$$

$$\left| \frac{K}{d_1 d_2} \right| = 1$$

$$K = d_1 d_2 = \sqrt{5} \sqrt{5} = 5$$

$$\lim_{s \rightarrow 0} (sG(s)) K_v = \lim_{s \rightarrow 0} G(s) = \frac{K}{2} = \frac{5}{2}$$

$$\lim_{s \rightarrow 0} (sG(s)) K_v = \frac{20}{\frac{5}{2}} = 8$$

$$\Rightarrow \zeta = 0.1 \Rightarrow P = \frac{0.1}{8} = 0.0125$$

$$G_c(s) = \frac{s + 0.1}{s + 0.0125}$$

Pilavarani

Subject: 58

Date:

86, 3, 8

در بیان خود

طراحی سیستم‌های کنترل در حوزه فرکانس:

• هدف طراحی کنترل کننده پیش فاز در حوزه فرکانس: $G_c(s) = \frac{s+z}{s+p}$; $|z| < |p|$

$$G_c(s) = \frac{kz}{p} \times \frac{1+\frac{s}{z}}{1+\frac{s}{p}} \cong \hat{k} \frac{1+\alpha Ts}{1+Ts} ; \alpha > 1$$

$$z = \frac{1}{\alpha T} < p = \frac{1}{T}$$

$$\rightarrow G_c(s) = \frac{1+\alpha Ts}{1+Ts} ; G_c(j\omega) = \frac{1+j\omega\alpha T}{1+j\omega T} \times \frac{1-j\omega T}{1-j\omega T}$$

$$= \frac{(1+\omega^2 T^2 \alpha) + j(\omega T(\alpha-1))}{1+\omega^2 T^2}$$

$$\Rightarrow \tan(\phi) = \frac{\omega T(\alpha-1)}{1+\omega^2 T^2 \alpha}$$

درجه تغییر ϕ در ω بیشترین

$$\Rightarrow \phi = \tan^{-1} \left(\frac{\omega T(\alpha-1)}{1+\omega^2 T^2 \alpha} \right)$$

$$\rightarrow \frac{\partial \phi}{\partial \omega} = 0 \Rightarrow T(\alpha-1)(1+\omega^2 T^2 \alpha) - 2\alpha \omega^2 T^3(\alpha-1) = 0$$

$$T(\alpha-1)(1+\alpha \omega^2 T^2 - 2\alpha \omega^2 T^2) = 0$$

$$\begin{cases} \alpha \neq 1 \\ T \neq 0 \\ 1 = \alpha \omega^2 T^2 \end{cases} \Rightarrow \boxed{\omega_m = \frac{1}{T\sqrt{\alpha}}}$$

در ω بیشترین تغییرات ϕ بدست می آید

Pilavaran

Subject:

Date:

$$\tan(\phi_m) = \frac{\frac{1}{T\sqrt{\alpha}} (T(\alpha-1))}{1 + \alpha T^2 \frac{1}{\alpha T^2}} = \frac{\alpha-1}{2\sqrt{\alpha}}$$

$$\sin(\phi_m) = \frac{\alpha-1}{\sqrt{(\alpha-1)^2 + (2\sqrt{\alpha})^2}} = \frac{\alpha-1}{\alpha+1}$$

$$\rightarrow \alpha \sin(\phi_m) + \sin(\phi_m) = \alpha - 1$$

$$\alpha (\sin(\phi_m) - 1) = -(1 + \sin(\phi_m))$$

$$\Rightarrow \alpha = \frac{1 + \sin \phi_m}{1 - \sin \phi_m}$$

مراحل طراحی جبران کننده فازی در حوزه فرکانس

1) انتخاب فرکانس بحرانی که بهره خوب انتخاب شده باشد و سیستم جبران کننده رسم می کنیم
 $\rightarrow \text{bode}(g)$ کتب

2) از روی دیاگرام بده فاز در محدوده فرکانس مورد نیاز رابطه زیر را می توان نوشت که با استفاده از این رابطه

$$\phi_m = (P.M) - (P.M) + 7^\circ$$

جبران کننده خطی

$$\alpha = \frac{1 + \sin \phi_m}{1 - \sin \phi_m}$$

3) از طریق رابطه

$$\omega_m$$

4) به دست آوریم

$$20 \log |G_p(s) \cdot G_c(s)| = 0$$

at $s = j\omega_m$

$$20 \log |G_p(j\omega_m) \cdot G_c(j\omega_m)| = 0 \Rightarrow 20 \log |G_p(j\omega_m)| = -20 \log |G_c(j\omega_m)|$$

Pilavaran

Subject: 59

Date:

$$\Rightarrow -20 \log \sqrt{\frac{1 + \frac{\alpha^2 T^2}{T^2 \alpha}}{1 + \frac{T^2}{T^2 \alpha}}} = -20 \log \sqrt{\frac{(1 + \alpha) \alpha}{(1 + \alpha) \alpha}}$$

$$\Rightarrow 20 \log |G_p(j\omega_m)| = -20 \log \sqrt{\alpha} = -10 \log \alpha$$

$$\Rightarrow 20 \log |G_p(j\omega_m)| = -10 \log \alpha$$

(5) از رابطه $T = \frac{1}{\omega_m \sqrt{\alpha}}$ مقدار T را بدست می آوریم

$$G_c(s) = \frac{1 + \alpha Ts}{1 + Ts}$$

برای سیم چرخاننده از یک سیم چرخاننده شش فاز طراحی کنید که به خواسته های زیر پاسخ دهد

$$G_p(s) = \frac{k}{s(s+2)} \quad \text{شرایط} \quad \begin{cases} 1) e_{ss} \leq 5\% \\ 2) M.P \leq 20\% \end{cases}$$

1) $e_{ss} \leq 5\% \Rightarrow K_v \geq 20 \Rightarrow \lim_{s \rightarrow 0} s G_p(s) = \frac{k}{2} \geq 20 \Rightarrow k > 40$

2) $M.P \leq 20\% \Rightarrow e^{-\pi(\zeta \omega_n)} \leq 20\% \Rightarrow \zeta \geq 0.45$

$\Rightarrow P.M. > 45 \Rightarrow$ ضرایب

$K > 40$

شرایط

1) $bode\left(\frac{45}{s(s+2)}\right)$

2) $P.M. = 9^\circ$

$$Q_m = P.M. - P.M. + 7 = 45 - 9 + 7$$

$\Rightarrow Q_m = 43$

Pilavaran

Subject:

Date:

$$3) \alpha = \frac{1 + \sin(43)}{1 - \sin(43)} = \frac{1 + 0.68}{1 - 0.68} = 5.25$$

$$4) 20 \log |G_p(j\omega_m)| = -10 \log(5.25) = -7.2$$

$$\Rightarrow \omega_m = 10.2$$

$$5) T = \frac{1}{\omega_m \sqrt{\alpha}} = \frac{1}{10.2 \sqrt{5.25}} \Rightarrow T = 0.04$$

$$\Rightarrow G_c(s) = \frac{1 + 5.25 \times 0.04s}{1 + 0.04s}$$

برای تست و تبدیل به فرم استاندارد $G_c(s)$ و تبدیل آن به فرم استاندارد کرده و بررسی می‌کنیم

$P.M. > 45$ می‌شود یا نه؟

طراحی سیستم پس فاز در حوزه فرکانس؟

$$G_c(s) = K \frac{s+Z}{s+p} \quad ; \quad |P| < |Z|$$

$$\rightarrow G_c(s) = \frac{KZ}{P} \cdot \frac{1 + \frac{s}{Z}}{1 + \frac{s}{P}} = \hat{K} \frac{1 + Ts}{1 + \alpha Ts}$$

$$Z = \frac{1}{T} > P = \frac{1}{\alpha T}$$

حاصل طراحی:

۱- ریاگرام بد در حالت کسره و آن (K مناسب) مناسب است رسم می‌کنیم.

$$1) \rightarrow \text{bode}(G)$$

Pilavaran

Subject: 60

Date:

2) P.M. شده است که در صورتی که مناسب نباشد به مرحله بعد می‌رویم

$$2) \rightarrow P.M. = ?$$

جواب نشده

3) فرکانس را تعیین می‌کنیم که اگر در این فرکانس بخش اندازنده $0dB$ عبور کند حد نیاز مطلوب را به ما می‌دهد

$$3) \rightarrow \text{حد نیاز مطلوب} = (P.M.) + 5^\circ$$

از روی این گرام بد فرکانس P.M. مطلوب
را بدست آورده $\rightarrow \omega_g = ?$

4) صفحه جبران کننده را یک Dec کمتر از فرکانس ω_g قرار می‌دهیم

$$4) Z = \frac{1}{T} = 0.1 \omega_g$$

$$20 \log |G_p(j\omega_g) G_c(j\omega_g)| = 0 \quad (5)$$

$$\Rightarrow 20 \log |G_p(j\omega_g)| = -20 \log \sqrt{\frac{1 + \frac{\omega_g^2}{Z^2}}{1 + \frac{\omega_g^2}{P^2}}} \rightarrow \text{از رابطه 4}$$

$$= -20 \log \sqrt{\frac{100}{100\alpha^2}}$$

$$Z = \frac{1}{T} \left\{ \begin{array}{l} \text{که از رابطه 4} \\ P = \frac{1}{\alpha T} \end{array} \right.$$

$$\Rightarrow 20 \log |G_p(j\omega_g)| = 20 \log (\alpha) \Rightarrow \alpha \text{ بدست می‌آید}$$

$$P = \frac{Z}{\alpha} \quad (6)$$

$$\Rightarrow G_c(s) = \frac{1 + \frac{s}{Z}}{1 + \frac{s}{P}}$$

Pilavaran

Subject:

Date:

مثال: سیستم جری (شده زیر یک جری) کنده پس فایزطوی کنده طوی که به خواسته ها زیر برسم

$$G_p(s) = \frac{K}{s(s+2)}$$

$$\text{شرایط} \begin{cases} c_{ss} < 5\% \\ \eta \geq 0.45 \end{cases}$$

حل:

$$I) \rightarrow k_v \geq 20 \Rightarrow K \geq 40$$

$$II) \eta \geq 0.45 \Rightarrow P.M \geq 45$$

راه حل:

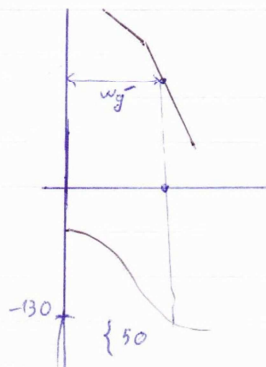
$$1) \rightarrow K = 45 \rightarrow \text{bode}(g)$$

$$2) \rightarrow \text{از این بدست آید } P.M = 90^\circ \text{ شده}$$

$$3) \rightarrow \text{حداقل مطلوب } = 45 + 5 = 50^\circ \Rightarrow \omega_g = 0.84$$

نکته: در نقطه ای که فکانس آن برابر با حداقل (P.M) برابر است

$$\omega_g \neq P.M = 50 - 180 = -130$$



Pilavaran

ع ۵۵ - ۲۰

Subject: 61

Date:

$$4) 20 \log |G_p(j\omega)| = 20 \log (\alpha) = 32$$

$$\Rightarrow 20 \log (\alpha) = \frac{32}{20} \Rightarrow \alpha = 10^{\frac{32}{20}}$$

$$\Rightarrow \alpha = 39.8$$

$$5) Z = 0.1 \omega_g = 0.084$$

$$\Rightarrow P = \frac{Z}{\alpha} = \frac{0.084}{39.8} = 0.002 \rightarrow \frac{1 + \frac{s}{Z}}{1 + \frac{s}{P}} = \frac{1 + 11.9s}{1 + 500s}$$

خواص جبران کننده پس فازه

۱) بر روی گریه باید ایمن شخص ثابت خطای سیستم را افزایش می دهد (چون مقدار Z از P

بیشتر است و وقتی ضرب شود $s \rightarrow 0$ می رود چ از یک بیشتر است)

۲) پهنای باند کم می شود و نویز بیشتری کم می شود (و می تواند سرعت پاسخ را کم می کند.

نکته ۱) اگر چه هم از خواص ۲ جبران کننده پس فازه و هم استفاده کنیم نتیجه بدست

$$G_c(s) = K \underbrace{\frac{1 + T_1 s}{1 + \frac{T_1 s}{\beta}}}_{\text{Lead}} \times \underbrace{\frac{1 + T_2 s}{1 + \beta T_2 s}}_{\text{Lag}} ; \beta > 1$$

آند جبران کننده (Lead-Lag) می باشد.

Pilavaran

Subject:

Date:

(*) غیر حایث؟

$$\int_k^T \triangleq \frac{\partial T}{\partial k} \times \frac{k}{T}$$

$$Ex^2 \quad T(s) = \frac{0.4k}{s + 0.1 + 0.02k}$$

$$\int_k^T = \frac{0.04(s + 0.1 + 0.02k) - 0.02(0.4k)}{s^2} = \frac{0.4(s + 0.1)}{s + 0.1 + 0.02k}$$

1) کنترل کننده تناسب (کنترل کننده P)

این کنترل کننده نمی تواند راکم به اندازه $20 \log k$ تغییر دهد P.M, G.M

$$G_c(s) = k$$

را تغییر دهد

2) کنترل کننده PD

$$G_c(s) = k + k_D s$$

همان طور که در فصل قبل گفته شد این کنترل کننده در کل پایداری سیستم را بهبود می دهد

وزن فرکانس مثبت کن برای بهتر کردن P.M استفاده کرد. ولی در زیاد کردن k_D محدودیت

P.M	k_D
-4	0
-3.19	0.05
17.4	0.15
17.98	0.2
14.9	0.5
11.2	1
5.3	2

Pilavaran

$$G_p(s) = \frac{1000(1 + k_D s)}{s(1 + 0.1s)(1 + 0.2s)}$$

Subject: 62

Date:

$$G_c(s) = K_p + \frac{k_I}{s} = \frac{k_I (1 + \frac{k_p}{k_I} s)}{s} \quad \text{چونکه گنده PI؟}$$

مراحل طراحی چیرنگ گنده PI چیرنگ رسیدن به جند فاز مطلوب؟

1. یک گرام به دو سیستم چیرنگ شده انتخاب بهر ضابط (k مناسب) رسم کرد.

2. فرکانس رقیقین می کنیم که در این فرکانس P.M. رخ دهد. (فرکانس ω_g می ایستیم)

3. برای اینکه ω_g فرکانس عمود از محور مجید باشد باید داشته باشیم.

$$20 \log |G_p(j\omega_g)| = -20 \log |k_p| \Rightarrow k_p = ?$$

4. برای اینکه فاز دست خوش تغییرات جدی نشود

$$\Rightarrow \frac{k_I}{k_p} = \frac{\omega_g}{10} \Rightarrow k_I = \frac{k_p \cdot \omega_g}{10}$$

مثال چیرنگ سیستم چیرنگ شده زیر یک چیرنگ گنده طراحی کند طوری که به اهداف زیر برسد.

$$P.M = 50^\circ$$

$$G_p(s) = \frac{1000}{s(1+0.1s)(1+0.2s)}$$

شرط $e_{ss} = 0$ خطا درونی نیست

حل؟

$$e_{ss} = 0 \rightarrow k_v = \infty = \lim_{s \rightarrow 0} s G_p(s) G_c(s) = \infty$$

چون $\lim_{s \rightarrow 0} s \times G_p(s) G_c(s) = \infty$ می شود باید $G_c(s)$ در $G_p(s)$ وجود داشته باشد $\Rightarrow$ می نزدیک $G_c(s)$ و PI

Pilavaran

Subject:

Date:

1) bode (G)

در نظر بگیرید

$$2) P.M = 50 \rightarrow \angle G_p = -130 \rightarrow \omega_g = 2.45$$

$$\rightarrow 20 \log |G_p(j2.45)| = -20 \log(k_p) \Rightarrow k_p$$

$$\Rightarrow -20 \log k_p = 31 \Rightarrow k_p = 10^{\frac{-31}{20}} = 0.02$$

$$\Rightarrow k_I = 0.02 \times \frac{2.45}{10} = ? \Rightarrow k_p + \frac{k_I}{s}$$

جواب: کنده PID

کنترل کنده PID جزای کنترل کنده PI و PD است.

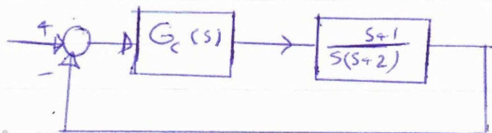
$$G_c(s) = k_p + k_D s + \frac{k_I}{s} = (k_{p1} + k_{D1}s)(k_{p2} + \frac{k_{I2}}{s})$$

همان طور که دیده می شود در بخش PD و PI این جزای کنترل کنده را به صورت جدا از هم در نظر گرفت.

به طوری که ابتدا یک بخش و بخش دیگر در نظر گرفت.

مثال: در سیستم زیر سیگنال ورودی $0.5t^2$ در خروجی مانده

0.1 است کدام است؟



$$G_c(s) = \frac{1}{s} \quad \text{الف)}$$

$$G_c(s) = \frac{20}{s} \quad \text{ب) ✓}$$

$$G_c(s) = \frac{s+2}{s} \quad \text{ج)}$$

$$G_c(s) = s+2 \quad \text{د)}$$

Pilavarani

Subject: 63

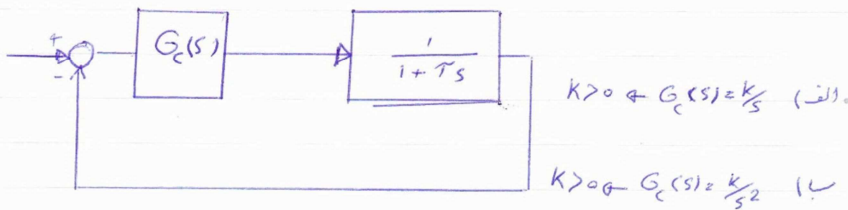
Date:

$$e_{ss} = \frac{1}{k_D} \approx 0.1 \Rightarrow k_a \approx 10$$

حل ۵

$$k_a = \lim_{s \rightarrow 0} s^2 G_c(s) = \frac{s+1}{(s+2)s} = 10 \Rightarrow$$

باید که $\frac{1}{s}$ در خروجی $G_c(s)$ باشد
و از برابر ۱۰ شدن $\frac{1}{s}$ می برد که برابر ۱۰ است
(۲) که اندک از جبران کننده ها زیر عبارت می شود تا خروجی ورودی را دنبال کند.



$$T_1 < T, k > 0 \quad G_c(s) = \frac{k(1+T_1s)}{s^2} \quad (ج)$$

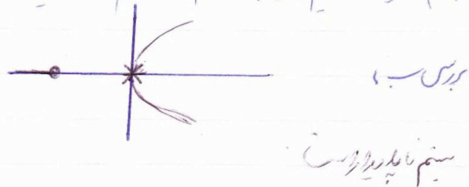
$$T_1 > T, k > 0 \quad G_c(s) = \frac{k(1+T_1s)}{s^2} \quad (د)$$

$$e_{ss} = 0 \Rightarrow k_v = \infty$$

حل ۶ مقدر سوال این است که

باید تا سیستم ۲ باشد

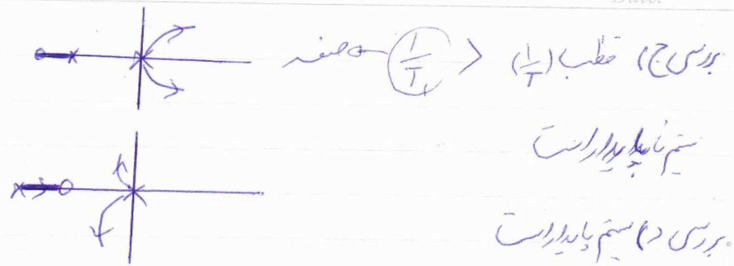
چون دینامیک اندازیم باید بررسی کنیم که کدام از گزینه ها (ب و ج در) سیستم را پایدار می کند



Pilavaran

Subject:

Date:



Pilavaran