

« به نام خدا »

« تحلیل موضوعی سؤالات کنترل خطی کنکور ارشد برق سال ۹۸ »

این فایل بطور خلاصه، موارد ذیل را پوشش می دهد:

- ۱- شماره پکیج مالتیمدیایی که تست از آن مطرح شده بوده است.
- ۲- میزان سختی سؤالات (چهار ستاره = دشوارترین تست)
- ۳- گزینه صحیح تست ها
- ۴- اشتباهات احتمالی موجود در تست ها و نحوه اعتراض به آنها (که با نماد ⚠ مشخص شده اند)
- ۵- برخی نکات خاص و جالب مربوط به هر تست
- ۶- نظر کلی بنده نسبت به سؤالات آزمون

چند تذکر بسیار مهم:

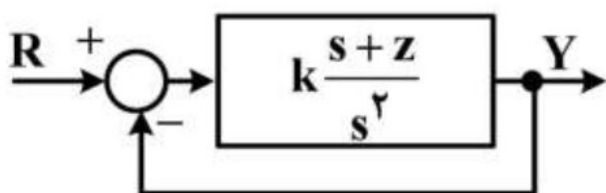
- ۱- با توجه به ماهیت ترکیبی تست ها، شماره پکیج نوشته شده در کنار هر تست صرفاً نشاندهنده پکیجی است که نکته اصلی تست در آن وجود داشته است (به بیان دیگر، چنانچه در حل يك تست از نکات یا ایده های موجود در سایر پکیجها نیز استفاده شده باشد، برای حفظ اختصار این گزارش، به شماره آن پکیج اشاره ای نکرده ایم).
- ۲- گرچه سعی کوشیده ام تشابهات موجود بین تست های امسال و جزوات کلاسی را تا جائیکه ذهنم یاری میکرد ذکر کنم، ولی بهرحال قطعاً مواردی نیز از قلم افتاده است. لذا از دانشجویان عزیزم درخواست میکنم چنانچه متوجه تشابهات دیگری نیز شدند، حتی الامکان آنها را نیز از طریق ایمیل mtaghavi@mtaghavi.ir به بنده منتقل کنند.
- ۳- این تحلیل صرفاً يك گزارش اولیه است و حل ویدیویی کامل تست های امسال نیز به همراه ریز نکات مربوطه و ... بزودی به پکیج های مالتیمدیا اضافه خواهد شد (و طبق قوانین خانه برق، استفاده از حل های جدید تا دو سال برای دانشجویان قدیمی رایگان است).
- ۴- ملاک میزان دشواری هر تست، فیدبک های دریافتی از دانشجویان عزیزی است که از پکیج های مالتیمدیای بنده استفاده کرده اند و لذا ممکن است در مورد عموم صادق نباشد.
- ۵- همانطور که پیش بینی کرده بودم، سؤالات کنترل امسال، بر خلاف سالیان گذشته، بسیار متعادلتر طراحی شده بود و دوستانی که این درس را حذف کرده بودند، تراز مثبت و خوبی را براحتی از دست دادند (ضمناً طبق پیش بینی قبلی، از مبحث فضای حالت باز هم تستی مطرح نشد).
- ۶- دانشجویان عزیز میتوانند از تحلیلهایی که ذیل سؤالات دارای اشکال نوشته ام، برای ثبت اعتراض در سامانه سازمان سنجش استفاده کنند.

ارزیابی کلی سؤالات کنترل خطی ۹۸:

۱. چینش سؤالات بسیار مناسب بود و تقریباً از کلیه فصول (البته بر اساس فصل بندی بنده) حداقل يك تست مستقیم مطرح شده بود.
۲. درصد تستهای يك ستاره تا چهار ستاره به ترتیب از راست به چپ: ۳۴٪ < ۲۵٪ < ۳۴٪ < ۷٪ بود که بسیار مناسب بنظر میرسد است و میتواند بخوبی بین داوطلبان عزیز تمایز ایجاد کند.
۳. نکات لازم جهت پاسخگویی به تمامی تستها بطور کامل در پکیج های مالتیمدیا تدریس شده بود و حتی حداقل ۴ تست عیناً در کلاسها مورد بررسی قرار گرفته بود.
۴. امسال حدود ۳۳٪ تستها از پکیج يك؛ ۳۳٪ تستها از پکیج دو، و ۳۴٪ تستها از پکیج سه مطرح شده بود (با احتساب ترکیبی بودن تستها).
۵. در این آزمون تنها ۱ سؤال دارای اشکال جدي بود که البته آن اشکال نیز در صورت تغییر کلید نهایی، قابل اغماض است.

*** ۹۱- اگر سیستم زیر دارای بیشترین فرکانس نوسانات میرا در پاسخ به ورودی پله باشد، زمان تقریبی قله (t_p) ، زمان

تقریبی نشست با تولرانس دو درصد (t_s) و خطای مانا به ورودی شتاب $(\frac{1}{\tau} t^2)$ کدام است؟



$$e_{\infty} = \frac{1}{2z^2}, t_s = \frac{4}{z}, t_p = \frac{\pi}{z} \quad (1) \checkmark$$

$$e_{\infty} = \frac{1}{z^2 \sqrt{2}}, t_s = \frac{4}{z}, t_p = \frac{\pi}{z} \quad (2)$$

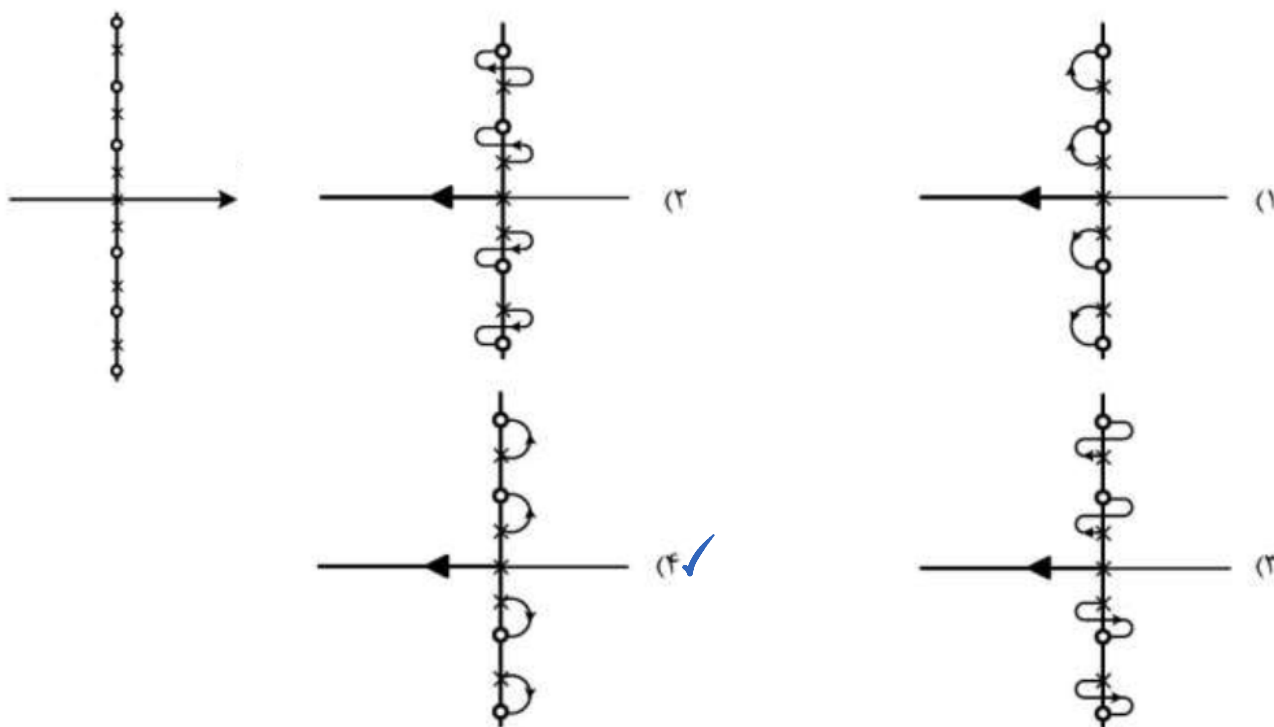
$$e_{\infty} = \frac{1}{z^2 \sqrt{2}}, t_s = \frac{2}{z}, t_p = \frac{\pi}{z \sqrt{2}} \quad (3)$$

$$e_{\infty} = \frac{1}{2z^2}, t_s = \frac{2}{z}, t_p = \frac{\pi}{z \sqrt{2}} \quad (4)$$

نکته اصلی مربوط به این تست در پکیج ۱ - جلسه ۱۶ - ویدیوی ۳ مورد بحث قرار گرفته بود.

⚠ گرچه روابطی که در گزینه ۱ برای t_p و t_s مطرح شده، در حالت کلی بسیار تقریبی می باشند، ولی با این حال این موضوع کوچکترین اشکال و خللی برای تست بحساب نمی آید و لذا بهتر است اعتراضی در خصوص این تست ثبت نشود.

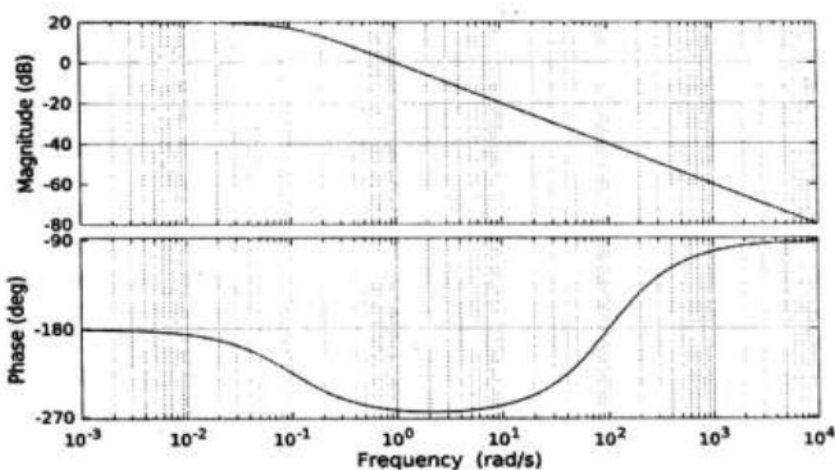
* ۹۲- دیاگرام قطب - صفر یک سیستم به شکل زیر داده شده است. مکان هندسی ریشه‌های سیستم به ازای فیدبک واحد منفی و $k > 0$ کدام است؟



این تست عیناً در پکیج ۲ - جلسه ۲۱ - ویدیوی ۱ مورد بحث قرار گرفته بود.

⚠ گرچه PZmap های مطرح شده در گزینه‌ها منطبق بر PZmap مطرح شده در صورت سؤال نیستند و گزینه‌ها دو جفت صفر و قطب موهومی کمتر از سیستم مطرح شده در صورت سؤال دارند، با این وجود چون این موضوع خللی در پاسخ نهایی ایجاد نمی‌کند، لذا بهتر است اعتراضی در خصوص این تست ثبت نشود.

* ۹۳- کدام پاسخ دارای دیاگرام بود نشان داده شده در شکل زیر است؟



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

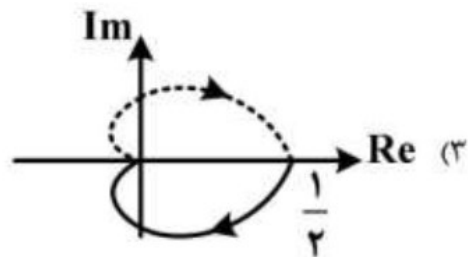
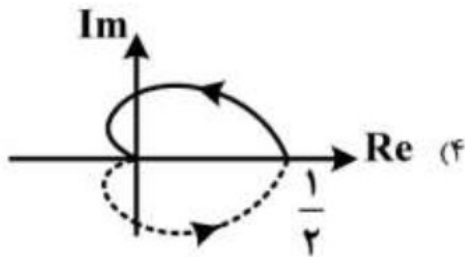
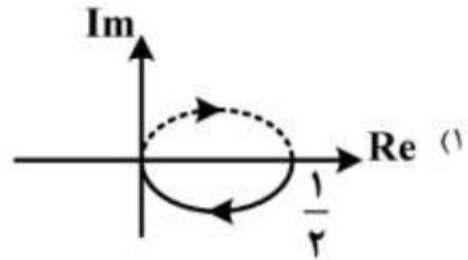
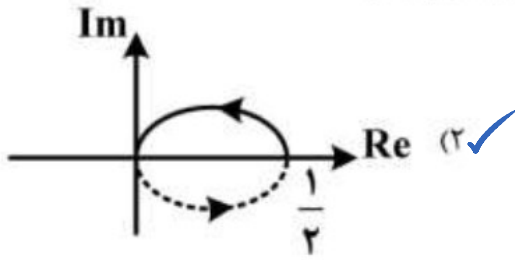
$$G(s) = -\frac{10}{(s+1)^2} \quad (2)$$

$$G(s) = \frac{s+100}{(s+1)(s-100)} \quad (3) \checkmark$$

$$G(s) = \frac{s-100}{(s+1)(s+100)} \quad (4)$$

ایده بکار رفته در این تست بارها و به اشکال مختلف در ویدیوهای متفاوتی از پکیج ۲ - جلسه ۲۸ مورد بحث قرار گرفته بود.

۹۴- *** دیاگرام نایکوئیست تابع تبدیل روبه‌رو کدام است؟ $G(s) = \frac{-(s+1)}{(s-1)(s+2)}$

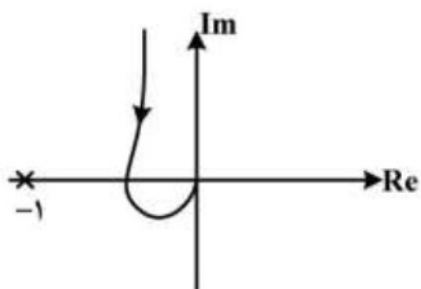


نکته اصلی مربوط به این تست در پکیج ۳ - جلسه ۳۵ - ویدیوی ۳ مورد بحث قرار گرفته بود.

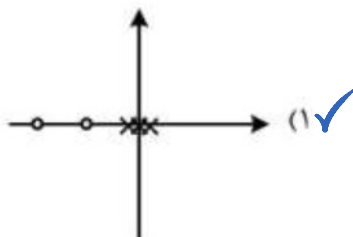


✓ خودم هم فکر نمی‌کردم از نکته همپوشانی به این زودی سؤالی مطرح بشه...

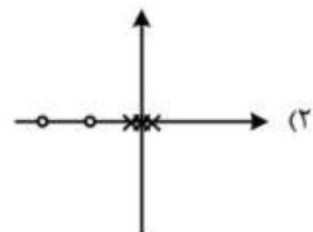
* ۹۵- با این فرض که بهره سیستم مثبت است، کدام توپولوژی برای نمودار قطبی زیر صحیح است؟



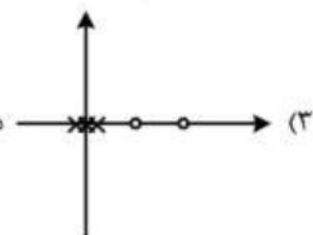
(۱) ✓ دیاگرام کامل نایکوئیست نقطه $(-1, 0)$ را دوبار در جهت ساعتگرد دور زده است.



(۲) دیاگرام کامل نایکوئیست نقطه $(-1, 0)$ را دوبار در جهت پادساعتگرد دور زده است.



(۳) دیاگرام کامل نایکوئیست نقطه $(-1, 0)$ را دوبار در جهت پادساعتگرد دور زده است.

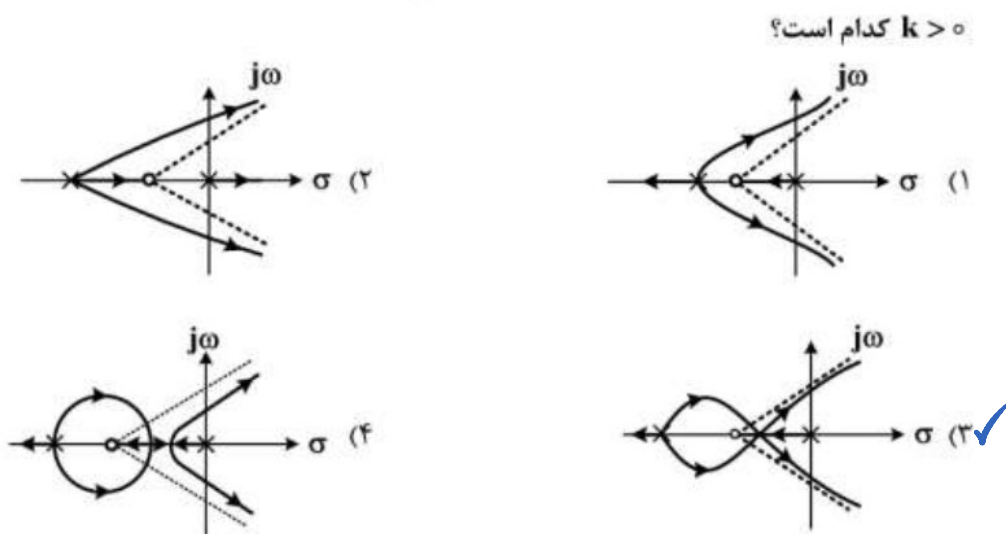


(۴) دیاگرام کامل نایکوئیست نقطه $(-1, 0)$ را دور نمی‌زند.

ایده بکار رفته در این تست **بارها و به اشکال مختلف** در ویدیوهای متفاوتی از پکیج ۳- جلسه ۳۶- ویدیوی ۱ مورد بحث قرار گرفته بود.



۹۶ ** - نمودار مکان هندسی ریشه‌ها برای سیستم $G(s) = k \frac{s+\lambda}{s(s+\frac{4}{3}\lambda)^3}$ با $\lambda > 0$ و فیدبک واحد منفی به ازای $k > 0$ کدام است؟

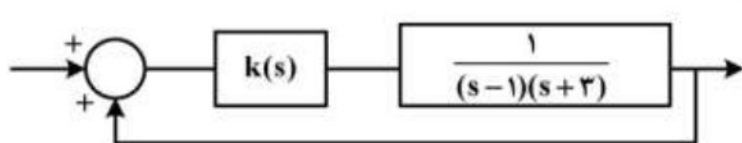


نکته اصلی مربوط به این تست در پکیج ۲ - جلسه ۲۰ - ویدیوی ۲ مورد بحث قرار گرفته بود (مثالی که برای تدریس مرتبه نقطه شکست زدم یادتونه؟!).



اینم یه تست عالی برای اون بزرگوارانی که به بچه‌ها پیشنهاد میکنند الگوهای مکان ریشه‌ها رو حفظ کنند...

۹۷ ** - چگونه انتخاب شود تا سیستم پایدار گردد؟



$$k > 0, \quad k(s) = k \frac{s-1}{s+2} \quad (1)$$

$$k < 0, \quad k(s) = k \frac{s+3}{s+1} \quad (2)$$

$$k > 0, \quad k(s) = k \frac{s+5}{s+4} \quad (3)$$

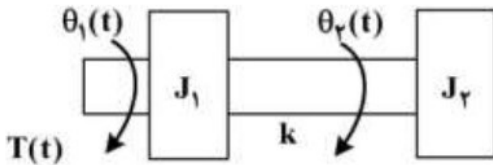
$$k(s) = -5 \quad (4) \quad \checkmark$$

این تست عیناً در پکیج ۱ - جلسه ۱۲ - ویدیوی ۲ مورد بحث قرار گرفته بود (البته این تست با دانش پکیج ۲ راحتتر قابل پاسخگویی بود).

۹۸- سیستم زیر دیاگرام شماتیک یک موتور با ممان اینرسی J_1 را نشان می‌دهد که توسط گشتاور $T(t)$ تحریک می‌شود و از طریق فنر پیچشی k بازوی مکانیکی با ممان اینرسی J_2 را به حرکت درمی‌آورد. تابع تبدیل

$$\frac{\theta_2(s)}{T(s)}$$

کدام است؟



$$\frac{k}{J_1 J_2 s^2 + k(J_1 + J_2)s^2} \quad (1) \checkmark$$

$$\frac{k}{J_1 J_2 s^2 + k(J_1 + J_2)s^2 + \tau k s} \quad (2)$$

$$\frac{J_1 s^2 + k}{J_1 J_2 s^2 + k(J_1 + J_2)s^2} \quad (3)$$

$$\frac{J_2 s^2 + k}{J_1 J_2 s^2 + k(J_1 + J_2)s^2} \quad (4)$$

این تست **عیناً** در پکیج ۲ - جلسه ۲۶ - ویدیوی ۲ مورد بحث قرار گرفته بود (تازه مثال کلاس ما B هم داشت).



مدلینگ سیستمهای **مکانیکی** باز هم توی کنکور **برق** میاد... با تمام ریزه کاریهاش...!

بنظرتون این سیستم **ناپایداره**؟! **مدار معادل** الکتریکیش چطور...؟!

۹۹- کدام گزینه **نادرست** است؟ ****

(۱) مکان هندسی ریشه‌های یک سیستم با فیدبک منفی و بهره مثبت، پیوسته است.

(۲) وجود یک سیستم ناپایدار در حلقه، نشان‌دهنده ناپایداری داخلی سیستم حلقه بسته است.

(۳) با تغییر محل قرار گرفتن جبران‌ساز می‌توان تأثیر صفرهای جبران‌ساز بر روی بالازدگی پاسخ پله را از بین برد.

(۴) جبران‌ساز پیش‌فاز (Lead) تا حدی توانایی برقراری همزمان مشخصات خطای حالت دائم و پایداری نسبی را دارد.

نکته اصلی مربوط به این تست در پکیج ۱ - جلسه ۱۵ - ویدیوی ۱ مورد بحث قرار گرفته بود.

تقریباً از اوایل ترم و در جلسات مختلف، شاید بیش از ۱۰ بار به گزینه ۲ بعنوان اشتباه رایج برخی از مدرسین کنکور اشاره کرده بودم و بنابراین ظاهراً باید گفت



خوش به حال اون دوستانی که اصلاً به گزینه‌های دیگر فکر نکرده بودند...

گزینه‌های ۱، ۲ و ۴ صحیح می‌باشند.

با توجه به ظرافت خطای موجود در این تست، **به احتمال بسیار زیاد** کلید این تست تغییری نمی‌کند و متأسفانه با **همان کلید اولیه**، یعنی گزینه ۲، تصحیح خواهد شد (لطفاً توجه فرمائید که کلید نهایی فقط و فقط در صورتی تصحیح می‌شود که **تعداد معناداری از رتبه‌های برتر** نسبت به کلید اولیه اعتراض کرده باشند).

نحوه اعتراض به تست:

• گزینه ۱ بعنوان گزاره‌ای نادرست، پاسخ تست می‌باشد زیرا با توجه به شروط ذکر شده برای تابع حلقه در گزینه ۱، چنانچه تابع حلقه را مثلاً بصورت

$G(s) = \frac{1-s}{1+s}$ در نظر بگیریم، آنگاه با $k = +1$ منحنی مکان ریشه‌ها به $s \rightarrow \infty$ جهش خواهد کرد و لذا گزینه ۱ نیز قطعاً پاسخ تست

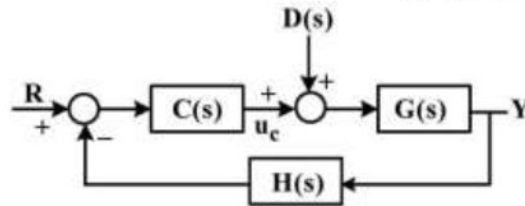
است. ضمناً لازم بذکر است وقتی در گزینه ۱، حتی فرضهایی بسیار متداولی مانند **فیدبک منفی** یا **بهره مثبت** **بطور صریح ذکر میشوند**، منصفانه بنظر نمیرسد که توقع داشته باشیم دانشجو خودش مثلاً مینیمم فازی را بعنوان پیشفرض در نظر بگیرد...

- گزینه ۴ نیز در حالت کلی بعنوان گزاره‌ای نادرست، پاسخ تست می‌باشد زیرا صرفنظر از اینکه بسیاری از مراجع معتبر صراحتاً ذکر کرده‌اند که جبران‌ساز Lead نمیتواند خطای حالت دائم را تحت تاثیر قرار دهد (بعنوان مثال رجوع کنید به: صفحه ۵۵۴، زیرفصل Effects of Phase-Lead Compensation، ویرایش نهم کتاب Automatic Control Systems نوشته آقای Benjamin Kuo): میتوان بطور مفصل نیز اثبات کرد که کنترلر Lead **لااقل در گروهي از توانج، بهیچوجه توانایی برآورده کردن همزمان** دو شرط قید شده در گزینه ۴ را ندارد.

*** ۱۰۰- سیستم زیر را در نظر بگیرید:

$$G(s) = \frac{(s-1)p(s)}{q(s)}$$

$$H(s) = 1$$



تابع تبدیل مکمل حساسیت (S_H^T) چنین داده شده است.

$$S_H^T = \frac{B(s)}{A(s)}$$

می‌دانیم ریشه‌های $p(s)$ ، $q(s)$ ، $A(s)$ و $B(s)$ اکیداً در نیم صفحه چپ قرار دارند، کدام عبارت درست است؟

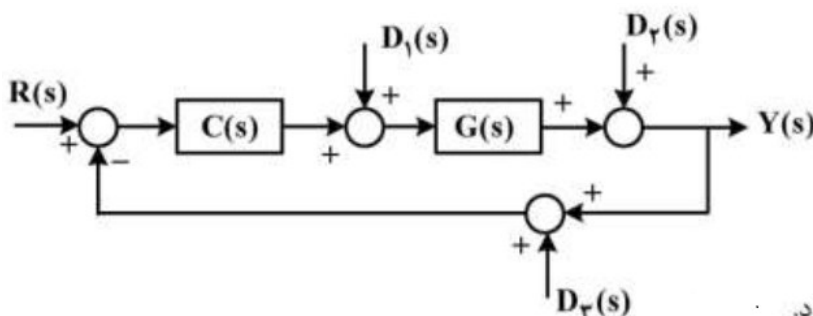
- ۱) سیگنال‌های u_c و Y هر دو بی کران هستند.
- ۲) سیگنال‌های u_c و Y هر دو کران دارند.
- ۳) سیگنال u_c کران دار و سیگنال Y بی کران است.
- ۴) سیگنال u_c بی کران و سیگنال Y کران دار است. ✓

این تست **عیناً** در پکیج ۱ - جلسه ۱۵ - ویدیوی ۱ مورد بحث قرار گرفته بود.

✓ حتی خاطرم هست که دقیقاً ابتدای جلسه ۱۶-ام هم، دوباره با ادبیات پیشرفته‌تری بحث پایداری داخلی ر بطور کامل مرورش کردم؛ چون طبق تجربه‌ام، مطمئن



بودم ازش تست خواهیم داشت...



۱۰۱- سیستم فیدبک زیر را در نظر بگیرید:

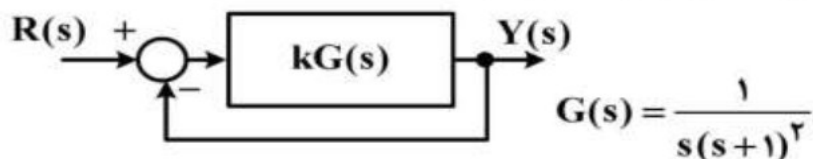
*** مقابله با کدام سیگنال ناخواسته دشوارتر است؟

- ۱) $D_1(s)$
- ۲) $D_2(s)$
- ۳) $D_3(s)$ ✓
- ۴) مقابله با $D_2(s)$ و $D_3(s)$ دشواری یکسانی دارد.

نکته اصلی مربوط به این تست در پکیج ۱ - جلسه ۶ - ویدیوی ۲ مورد بحث قرار گرفته بود (مشابه مثال دیش ماهواره و ...).

✓ بر خلاف ظاهر ساده این تست، حل صحیح این تست بسیار نکته‌دار است و احتمال مطرح شدن سؤالات مشابه از آن در سالهای آتی بسیار زیاد است.

*** ۱۰۲- سیستم زیر را در نظر بگیرید. پاسخ فرکانسی $G(s)$ در جدول ۱ داده شده است. کدام جبران‌ساز قادر به تأمین مشخصات مطلوب روبه‌رو است؟ حد فاز 50° درجه و ثابت خطای سرعت $kv = 10$



راهنمایی: اگر α نسبت قطب به صفر جبران‌ساز Lead یا Lag باشد، روابط زیر داده می‌شود که ϕ_m فاز ماکزیمم است.

α	$\log \alpha$	ϕ_m (deg)
۲	۰٫۳	۱۹٫۵
۷٫۵	۰٫۸۷۵	۵۰
۱۰	۱	۵۵
۱۴	۱٫۱۴	۶۰
۱۶	۱٫۲	۶۲

x_1	x_2	$\sqrt{x_1 x_2}$
۰٫۰۳	۰٫۰۰۳	۰٫۰۱
۰٫۳	۳	۱
۱	۳	۱٫۷
۱٫۵	۱۱٫۲۵	۴٫۱

جدول ۱

ω (rad/s)	Mag (dB)	Phase (deg)
0.0100	39.9991	-91.1459
0.2154	12.9392	-114.3163
0.3290	8.7623	-126.4260
0.4520	5.2816	-138.6493
0.6210	1.3048	-153.6820
0.8532	-3.3710	-170.9395
1.0000	-6.0206	-180.0000
1.1721	-8.8883	-189.0605
1.6103	-15.2469	-206.3180
2.0000	-20.0000	-216.8699
3.0392	-29.8584	-233.5740
4.1753	-37.7258	-243.0624
5.7362	-45.7773	-250.2217
10.8264	-62.1428	-259.4455
52.9832	-103.4514	-267.8375
72.7895	-111.7258	-268.4258
100.0000	-120.0009	-268.8541

$$C(s) = \frac{100}{16} \frac{s+0.1}{s+\frac{0.1}{16}} \frac{s+0.3}{s+3} \quad (۲) \quad \checkmark$$

$$C(s) = 75 \frac{s+1.5}{s+11.25} \quad (۴)$$

$$C(s) = 562 \frac{(s+1.5)^2}{(s+11.25)^2} \quad (۱)$$

$$C(s) = 0.1 \frac{s+0.03}{s+0.003} \quad (۳)$$

ایده بکار رفته در این تست **بارها** و **به اشکال مختلف** در ویدیوهای متفاوتی از پکیج ۳- جلسه ۴۶ مورد بحث قرار گرفته بود.

