

«به نام خدا»

رئوس مطالب قسمت سوم از کلیج با تئوری کنترل خطی

(این فایل آخرین بار در تاریخ ۱۴۰۳/۱۲/۱۶ بروزرسانی شده است)

تذکر مهم:

۱. سرفصلهای ذکر شده در قسمت ذیل ثابت نبوده و ممکن است برحسب نیاز (مثلاً بدلیل حل تستهای سالهای جدید، ارائه تستهای بیشتر، تغییرات احتمالی در سرفصلهای مصوب وزارت علوم و ...) بروزرسانی شود. لازم بذکر است استفاده از این بروزرسانیهای احتمالی برای کلیه عزیزانی که این بسته آموزشی را خریداری نموده باشند، رایگان خواهد بود.
۲. با توجه به تعدد سرفصلها و نکات ارائه شده در هر جلسه، در فهرست ذیل **صرفاً رئوس مطالب** ارائه شده در هر جلسه ذکر شده، و از ذکر جزئیاتی مانند: نکات خاص، روشهای مختلف حل تستها، مثالهای آموزشی، شبیه سازیهای *MATLAB*، انیمیشنهای آموزشی و... پرهیز شده است.

توجه!

در فهرست زیر، کل عناوین زیرمجموعه **هر پارت**، در قالب **صرفاً یک فایل ویدیویی** منتشر شده است (مگر عناوین **سبز رنگ**، که در **فایلی مجزا** منتشر شده اند).

جله ۳۲: نمودار قطبی و معیار پایداری نایکوئیست

پارت اول:

- ۱- تئوری کوشی (قضیه آرگومان)
- ۲- مثال آموزشی
- ۳- مثال آموزشی
- ۴- تست مروری برق ۸۰
- ۵- آشنایی اولیه با معیار پایداری نایکوئیست
- ۶- نحوه شمارش N در دیاگرام نایکوئیست
- ۷- شهود ارتباط بین نمودارهای RL و نایکوئیست و بود
- ۸- مثالهای آموزشی از نحوه شمارش N در دیاگرامهای نایکوئیست پیچیده
- ۹- نکات بسیار مهم و اشتباهات رایج در استفاده از معیار پایداری نایکوئیست

جله ۳۳: نمودار قطبی و معیار پایداری نایکوئیست (ادامه)

پارت اول:

- ۱- رسم منحنیهای نایکوئیست به روش دقیق نگاشت (بهمراه مثال)
- ۲- رسم منحنیهای نایکوئیست به روش تقریبی و سریع
- ۳- منحنی نایکوئیست قطب حقیقی ساده (بهمراه انیمیشن آموزشی *MATLAB*)

- ۴- منحنی نایکوئیست قطب حقیقی مکرر (بهمراه انیمیشن آموزشی *MATLAB*)
- ۵- منحنی نایکوئیست قطب مختلط غیراستاندارد (بهمراه انیمیشن آموزشی *MATLAB*)
- ۶- اثباتهای مربوط به منحنی نایکوئیست قطب مختلط استاندارد

پارت دوم:

- ۷- تاثیر K بر منحنی نایکوئیست و ارتباط آن با نمودارهای بودی (بهمراه انیمیشنهای آموزش در *MATLAB*)
- ۸- منحنی نایکوئیست تابع سره و *NMP* (بهمراه انیمیشن آموزشی *MATLAB*)
- ۹- منحنی نایکوئیست تابع اکیداً سره و *NMP* (بهمراه انیمیشن آموزشی *MATLAB*)
- ۱۰- منحنی نایکوئیست تابع سره و *MP* (بهمراه انیمیشن آموزشی *MATLAB*)
- ۱۱- منحنی نایکوئیست تابع سره و *NMP*

پارت سوم:

- ۱۲- تست مروری برق ۹۲
- ۱۳- بحث در انواع سرعتهای یک پاسخ
- ۱۴- تست مروری برق ۹۹
- ۱۵- تست مروری اتوماسیون ۹۷
- ۱۶- تست مروری برق ۱۴۰۲
- ۱۷- تشخیص رفتار فاز در نمودارهای نایکوئیست (بهمراه تمرین)
- ۱۸- تست مروری دکترای ۹۸
- ۱۹- تست مروری برق ۹۳
- ۲۰- شهود ارتباط نگاشت GH و $1+GH$

جله ۳۴: نمودار قطبی و معیار پایداری نایکوئیست (ادامه)

پارت اول:

- ۱- نگاشت منحنی D توسط تابع CL در مقابل نگاشت منحنی D توسط تابع OL
- ۲- ارتباط قطبهای GH و $1+GH$
- ۳- استنتاج معیار پایداری نایکوئیست از قضیه کوشی و نکات مربوطه
- ۴- تست مروری اتوماسیون ۹۴
- ۵- تست مروری برق ۹۷

پارت دوم:

- ۶- تست مروری دکترای ۹۶
- ۷- رسم منحنیهای قطبی به روش کلاسیک و ارائه مفاهیم مقدماتی (دیتور، کانتور، *exclude* کردن، *include* کردن و ...)
- ۸- مثال آموزشی بسیار مهم و کلیدی (و آشنایی با نقطه ضعف دیاگرامهای بودی برای رسم منحنیهای قطبی)

۹- نکات مربوط به نگاشت دیتورها

۱۰- نکات مربوط به نگاشت محور موهومی

۱۱- نکات مربوط به نگاشت دایره عظیمه

پارت سوم:

۱۲- محاسبه محل تلاقی منحنی قطبی با محورهای حقیقی و موهومی

۱۳- محاسبه مجانب قائم در منحنی های قطبی

۱۴- تست مروری برق ۸۸

۱۵- حل مثال آموزشی بسیار مهم و کلیدی و آشنایی با مفاهیمی نظیر: ابهام بودی، رفتار نایکوئیست در صفر و قطبهای موهومی، تاثیر *include* و *exclude* کردن، و ...

جله ۳۵: نمودار قطبی و معیار پایداری نایکوئیست (ادامه)

پارت اول:

۱- رفتار توابع اکیداً سره، سره و ناسره در HF

۲- تست مروری دکترای ۹۶

۳- تست مروری اتوماسیون ۹۳

۴- حالت خاص $\gamma = 0$ در نمودارهای نایکوئیست

۵- رفتار منحنی قطبی در صفرهای موهومی

۶- رفتار منحنی قطبی در قطبهای موهومی

پارت دوم:

۷- تست تالیفی بسیار مهم در خصوص رفتار منحنی قطبی در صفرهای موهومی (انیمیشنهای آموزشی *MATLAB*)

۸- تست مروری دکترای ۹۶

۹- نگاشت دیتور حول قطب موهومی مرتبه N

۱۰- تست تالیفی

پارت سوم:

۱۱- تست مروری برق ۷۷

۱۲- تست مروری برق ۷۸

جله ۳۶: نمودار قطبی و معیار پایداری نایکوئیست (ادامه)

پارت اول:

۱- عبور منحنی قطبی از نقطه $-1 + j0$ و نکات مربوط به آن

۲- شرط لازم نوسانسازی

۳- تست تالیفی مهم

۴- تست مروری برق ۸۵ به همراه نکات مربوطه (بحث در نوسانسازی، جهش در RL ، کره ریمانی، رفتار خاص منحنی فاز و ...)

۵- تست مروری برق ۹۹

۶- محاسبه زاویه HF در منحنی قطبی

۷- تست مروری برق ۹۸

۸- زاویه خوانی در منحنی های قطبی (LF و HF)

۹- محاسبه زاویه LF در سیستم های تیپ N

پارت دوم:

۱۰- تست تالیفی

۱۱- تست تالیفی

۱۲- تست مروری برق ۸۸

۱۳- شهود انواع ارتباط بین نمودارهای بودی و نمودار نایکوئیست و نمودار RL و آرایه راث

۱۴- تست مروری اتوماسیون ۹۸

۱۵- تست مروری برق ۱۴۰۳

۱۶- تست مروری دکترای ۹۸

۱۷- تست مروری برق ۹۹

۱۸- منحنی های قطبی اکیداً حقیقی

پارت سوم:

۱۹- تست مروری برق ۹۰

۲۰- تست مروری برق ۹۴

۲۱- تست مروری برق ۹۷

جله ۳۷: نمودار قطبی و معیار پایداری نایکوئیست (ادامه)

پارت اول:

۱- بررسی پایداری حلقه بسته $K \times G$ از روی G

۲- دیدگاه اول تجانس

۳- دیدگاه دوم تجانس

۴- مثال و یک تمرین مهم

۵- تعمیم یافته معیار پایداری نایکوئیست (بیان اول)

۶- تعمیم یافته معیار پایداری نایکوئیست (بیان دوم)

۷- رسم دیاگرام نایکوئیست تابع $G \times (-1)$

۸- تست آموزشی اتوماسیون ۸۸ (نایکوئیست و دیدگاه دوم تجانس)

۹- تست آموزشی اتوماسیون ۸۸ (نایکوئیست و دیدگاه اول تجانس)

۱۰- تست مروری برق ۱۴۰۳

پارت دوم:

۱۱- تحلیل بیشتر تست آموزشی اتوماسیون ۸۸ (تحلیل پایداری بازای کلیه مقادیر k توسط نمودار نایکوئیست)

۱۲- تحلیل بیشتر تست آموزشی اتوماسیون ۸۸ (تحلیل پایداری توسط آرایه راث-هورویتز)

۱۳- تلاقی دیاگرام نایکوئیست با نقطه (-1) و کلیه نکات و اثباتهای مربوطه

پارت سوم:

۱۴- تلاقی دیاگرام نایکوئیست با محور $Re \leq 0$ و کلیه نکات و اثباتهای مربوطه

۱۵- مرور انواع ارتباطات نمودارهای نایکوئیست و مکان هندسی ریشه‌ها در قالب یک تست تالیفی

۱۶- دلیل تفاوت حد بهره حاصل از دو روش مختلف در برخی تستها

۱۷- پیاده‌سازی کلیه مفاهیم تدریس شده در این جلسه توسط *MATLAB* و ارائه یک آموزش خلاصه از نحوه بکارگیری *MATLAB*

جلسه ۳۸: نمودار قطبی و معیار پایداری نایکوئیست (ادامه)

پارت اول:

۱- خلاصه‌ای بسیار مفید از کلیه روابط موجود میان نمودارهای نایکوئیست و *RL*

۲- تست مروری برق ۹۶ (دیدگاه اول-راث)

۳- تست مروری برق ۹۶ (دیدگاه دوم-نایکوئیست)

۴- تست مروری برق ۹۵ (دیدگاه اول)

۵- تست مروری برق ۹۵ (دیدگاه دوم)

۶- تست مروری برق ۱۴۰۱

پارت دوم:

۷- تست مروری برق ۹۵ (حل سؤال)

۸- تست مروری برق ۹۵ (نکات تکمیلی)

پارت سوم:

۹- تست مروری برق ۹۷ (حل مد نظر طراح + حل صحیح)

۱۰- تست مروری برق ۹۷ (اثبات نادرستی کلید اولیه سنچس به ۲ روش + شبیه‌سازی کامل در *MATLAB* + نکات تکمیلی)

۱۱- تست مروری برق ۹۷

۱۲- تست مروری برق ۱۴۰۱

۱۳- تست مروری برق ۱۴۰۰

۱۴- تست مروری برق ۱۴۰۰

۱۵- تست مروری برق ۹۷ (دیدگاه اول)

۱۶- تست مروری برق ۹۷ (دیدگاه دوم: تخمین دقیق تابع حلقه)

جله ۳۹: نمودار قطبی و معیار پایداری نایکوئیست + حاشیه‌های پایداری

پارت اول:

۱- تست مروری برق ۹۱ (بهمراه شبیه‌سازی در MATLAB)

۲- نمودارهای نایکوئیست حقیقی محض

۳- نمودارهای نایکوئیست موهومی محض

۴- تست مروری دکترای ۹۱

۵- تست مروری برق ۱۴۰۲ (حل به ۲ روش مختلف + شبیه‌سازی در MATLAB)

۶- دیاگرامهای نایکوئیست *Spiral* دسته اول (و ارتباط آنها با *RL* های خورشیدی)

۷- تست مروری اتوماسیون ۸۷

۸- دیاگرامهای نایکوئیست *Spiral* دسته دوم

۹- کاربرد معیار پایداری نایکوئیست در بررسی پایداری سیستمهای دارای تأخیر

پارت دوم:

۱۰- تست مروری برق ۹۶

۱۱- تست مروری برق ۹۰

۱۲- تست مروری برق ۸۵

۱۳- تست مروری برق ۸۷

۱۴- تست مروری اتوماسیون ۹۲ (راهکار مواجهه با همپوشانی شدید بین فرکانسهای گوشه‌ای)

۱۵- تست مروری برق ۹۸

۱۶- تست مروری برق ۸۲

۱۷- تست مروری اتوماسیون ۹۸

۱۸- تست مروری اتوماسیون ۹۸

۱۹- تست مروری برق ۷۰

۲۰- بکارگیری معیار نایکوئیست هنگام عبور نمودار قطبی از نقطه $S = -1 + j0$ (تست مروری اتوماسیون ۸۲)

۲۱- تست مروری برق ۱۴۰۳ - آشنایی با دواير اندازه-ثابت M_C و دواير فاز-ثابت N_C

۲۲- تست مروری برق ۱۴۰۲ - معیار پایداری نیکولز

پارت سوم:

۲۳- مفهوم فیزیکی GM

۲۴- مثال آموزشی (و بیان یک اشتباه رایج در تعیین پایداری سیستمها بکمک GM)

- ۲۵- تعریف GM (دیدگاه اول)
- ۲۶- تست تألیفی
- ۲۷- تست مروری برق ۹۱
- ۲۸- تعریف GM (دیدگاه دوم)
- ۲۹- الگوریتمهای محاسبه GM
- ۳۰- تست مروری برق ۸۴ (دیدگاه اول)
- ۳۱- تست مروری برق ۸۴ (دیدگاه دوم)

جلد ۴۰: حاشیه‌های پایایی (ادامه)

پارت اول:

- ۱- ارتباط GM با نمودار نایکوئیست
- ۲- تست مروری دکترای ۹۸
- ۳- تست مروری دکترای ۹۸
- ۴- تعابیر فیزیکی بینهایت شدن GM
- ۵- مثال آموزشی مهم
- ۶- مثال آموزشی مهم
- ۷- مثال آموزشی مهم
- ۸- تعابیر فیزیکی صفر شدن GM
- ۹- مثال آموزشی مهم
- ۱۰- مثال آموزشی مهم
- ۱۱- ارتباط GM با نمودارهای بودی
- ۱۲- مثال آموزشی مهم
- ۱۳- مثال آموزشی مهم

پارت دوم:

- ۱۴- شبیه سازی دو مثال در محیط $MATLAB$
- ۱۵- مثال آموزشی
- ۱۶- مثال آموزشی
- ۱۷- مثال آموزشی بسیار مهم
- ۱۸- نکته GM مربوط به سیستمهای سره
- ۱۹- تست تألیفی
- ۲۰- تست تألیفی

۲۱- نکته ثابت بودن $K \times GM$

۲۲- تست مروری برق ۱۴۰۱

پارت سوم:

۲۳- تست تألیفی

۲۴- مرور پنج اشتباه رایج مربوط به قضاوت در خصوص سیستمهای نوسانی

۲۵- تست تألیفی

۲۶- تعریف PM

۲۷- الگوریتم محاسبه حد فاز

۲۸- محک پایداری با استفاده از PM

۲۹- تست آموزشی برق ۸۶ و تعبیر فیزیکی PM با استفاده از آن

۳۰- تست مروری اتوماسیون ۹۷

۳۱- تست مروری برق ۱۴۰۲

۳۲- تست مروری برق ۱۴۰۰ و ۱۳۸۷

۳۳- تست مروری برق ۱۴۰۲

جلد ۴۱: حاشیه‌های پایداری (ادامه)

پارت اول:

۱- ارتباط PM با نمودار نایکوئیست

۲- مثال آموزشی بسیار مهم

۳- ارتباط PM با نمودار بود

۴- تعیین پایداری سیستم حلقه بسته با استفاده از PM و GM

۵- مثال آموزشی

پارت دوم:

۶- مثال آموزشی

۷- نقاط ضعف نمودارهای بودی

۸- PM و GM در سیستمهای دارای فرکانس قطع چندگانه

۹- آشنایی با مفهوم پایداری نسبی

۱۰- ارتباط پایداری نسبی با حاشیه‌های پایداری

۱۱- تست تألیفی بسیار مهم (بهمراه ۷ مثال آموزشی بسیار مهم و کلیدی)

۱۲- تست مروری دکترای ۹۲

پارت سوم:

۱۳- تست مروری برق ۹۶ (مرور کامل مفهوم پایداری نسبی)

جله ۴۲: حاشیه پای پایداری (ادامه)

پارت اول:

۱- قضیه IR

۲- قضیه ZC (بهمراه اثبات)

۳- تثبیت قضایای IR و ZC با استفاده از ۹ مثال آموزشی

۴- تست مروری اتوماسیون ۹۴

۵- تست مروری برق ۹۴

۶- تست مروری برق ۸۱

پارت دوم:

۷- عبور دیاگرام نایکوئیست از نقطه (-1) و نمود آن در نمودار مکان هندسی ریشه‌ها

۸- تلاقی دیاگرام نایکوئیست با محور $Re \leq 0$ و نمود آن در نمودار مکان ریشه‌ها

۹- تلاقی دیاگرام نایکوئیست با محور Re و نمود آن در نمودار مکان ریشه‌ها

۱۰- تست مروری برق ۸۹

۱۱- معیار پایداری بارک هاوزن

۱۲- معیار پایداری بی نام!

۱۳- مثال آموزشی بسیار مهم

۱۴- عبارات معادل با معیار پایداری بارک هاوزن

۱۵- تست مروری برق ۹۲ (روش اول)

۱۶- تست مروری برق ۹۲ (روش دوم)

پارت سوم:

۱۷- تست مروری برق ۹۲ (روش سوم)

۱۸- تست مروری برق ۹۲ (روش چهارم)

۱۹- تست مروری برق ۱۴۰۲

۲۰- تست مروری برق ۹۱

پارت چهارم:

۲۱- تست مروری برق ۹۲

۲۲- تست مروری برق ۹۵

۲۳- نمودارهای نیکولز (تست مروری اتوماسیون ۸۳)

۲۴- تست مروری اتوماسیون ۸۸

جله ۴۳: طراحی کنترلر

پارت اول:

- ۱- کنترلرهای کلاسیک و مدرن
- ۲- یادآوری نکته دافعه و جاذبه قطب و صفر
- ۳- انواع جبرانسازی
- ۴- نگاه اجمالی به انواع جبرانسازهای سری
- ۵- کنترلر تناسبی
- ۶- معایب کنترلر تناسبی
- ۷- جبرانسازی و حذف صفر با قطب
- ۸- نکته مهم در خصوص پایداری جبرانسازها

پارت دوم:

- ۹- یک قضیه بسیار کاربردی و مهم
- ۱۰- مثال آموزشی
- ۱۱- مثال آموزشی
- ۱۲- مثال آموزشی
- ۱۳- تست مروری برق ۸۴
- ۱۴- تست مروری اتوماسیون ۸۵
- ۱۵- تست مروری برق ۹۲
- ۱۶- تست مروری اتوماسیون ۹۸
- ۱۷- تست مروری برق ۱۴۰۱
- ۱۸- تست مروری برق ۱۴۰۱

پارت سوم:

- ۱۹- پهنای باند و مفهوم فیزیکی آن
- ۲۰- ارتباط پهنای باند و پاسخ گذرا (بهمراه یک مثال)
- ۲۱- جبرانساز *Lead* یا پیشفاز
- ۲۲- نحوه بکارگیری جبرانساز *Lead*
- ۲۳- ماکزیمم فاز کنترلر پیشفاز و فرکانس وقوع آن

جله ۴۴: طراحی کنترلر (ادامه)

پارت اول:

- ۱- طراحی کامل یک کنترلر *Lead* بعنوان جبران‌ساز سیستم خورشیدیاب (*Sun-Seeker*) به همراه تحلیل در *MATLAB*
- ۲- اثرات جبران‌سازی با استفاده از کنترلر *Lead*
- ۳- جبران‌ساز *Lead-Lead*

پارت دوم:

- ۴- جبران‌ساز *PD* یا تناسبی-مشتقی
- ۵- اثرات جبران‌سازی با استفاده از کنترلر *PD*
- ۶- یادآوری نکات مهمی در خصوص مشخصه‌های سیستم‌های مرتبه دوم
- ۷- تست مروری برق ۹۲
- ۸- تست مروری برق ۱۴۰۰
- ۹- تست مروری برق ۹۸

پارت سوم:

- ۱۰- تست مروری برق ۹۳
- ۱۱- زاویه منحنی مکان ریشه‌ها در نقاط شکست
- ۱۲- تست مروری برق ۹۶
- ۱۳- تست مروری برق ۹۳
- ۱۴- تست مروری برق ۹۷

جله ۴۵: طراحی کنترلر (ادامه)

پارت اول:

- ۱- تست مروری برق ۹۵
- ۲- تست مروری برق ۹۳

پارت دوم:

- ۳- جبران‌ساز *Lag* یا پس‌فاز
- ۴- نحوه بکارگیری جبران‌ساز *Lag*
- ۵- مینیمم فاز کنترلر پس‌فاز و فرکانس وقوع آن
- ۶- طراحی کامل یک کنترلر *Lag* بعنوان جبران‌ساز سیستم خورشیدیاب (*Sun-Seeker*) به همراه تحلیل در *MATLAB*
- ۷- اثرات جبران‌سازی با استفاده از کنترلر *Lag*

پارت سوم:

- ۸- تست مروری برق ۹۶
- ۹- جبران ساز PI یا تناسبی-انتگرالی
- ۱۰- اثرات جبران سازی با استفاده از کنترولر PI
- ۱۱- تست مروری برق ۹۷
- ۱۲- تست مروری برق ۹۰

پارت چهارم:

- ۱۳- تست مروری برق ۹۴
- ۱۴- تست مروری برق ۱۴۰۰
- ۱۵- جبران ساز $Lag-Lead$
- ۱۶- جبران ساز PID
- ۱۷- تست مروری برق ۸۷
- ۱۸- تست مروری برق ۱۴۰۲

جله ۴۶: طراحی کنترولر (ادامه)

پارت اول:

- ۱- تست مروری برق ۸۹
- ۲- تست مروری برق ۹۸
- ۳- تست مروری دکترای ۹۸
- ۴- تست مروری برق ۹۵

پارت دوم:

- ۵- تست مروری برق ۹۰
- ۶- تست مروری برق ۹۴
- ۷- تست مروری اتوماسیون ۹۸
- ۸- تست مروری برق ۱۴۰۳ (نکات شاخه لخت)
- ۹- تست مروری برق ۱۴۰۱ (نکات شاخه لخت)
- ۱۰- تست مروری برق ۱۴۰۲ (نکات شاخه لخت)
- ۱۱- تست مروری برق ۱۴۰۲ (نکات شاخه لخت)

با آرزوی بهترینها - خانز برق (وبسایت رسمی استاد تقوی)