« به نام خدا »

رئوس مطالب قسمت سوم از پکیج ماتیمیای کنترل خطی

(این فایل آخرین بار در تاریخ ۱۴۰۱/۱۰/۲۲ 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، ارائهٔ تستهای بیشتر، تغییرات احتمالی در سرفصلهای مصوب وزارت علوم و ...) بروزرسانی شود. لازم بذکر است استفاده از این بروزرسانی‌های احتمالی برای کلیهٔ عزیزانی که این بستهٔ 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 مطالبِ** ارائه شده در هر جلسه ذکر شده، و از ذکر جزئیاتی مانند: نکات خاص، روشهای مختلف حل تستها، مثالهای آموزشی، شبیه‌سازیهای *MATLAB*، انیمیشنهای آموزشی و... پرهیز شده است.

جلسه ۳۲: نمودار قطبی و معیار پایداری نایکوئیست

پارت اول:

۱- تئوری کوشی (قضیهٔ آرگومان)

۲- مثال آموزشی

۳- مثال آموزشی

۴- تست مروری برق ۸۰

۵- آشنایی اولیه با معیار پایداری نایکوئیست

۶- نحوهٔ شمارش N در دیاگرام نایکوئیست

۷- شهود ارتباط بین نمودارهای RL و نایکوئیست و بود

۸- مثالهای آموزشی از نحوهٔ شمارش N در دیاگرامهای نایکوئیست پیچیده

۹- نکات بسیار مهم و اشتباهات رایج در استفاده از معیار پایداری نایکوئیست

جلسه 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* و (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- تشخیص رفتار فاز در نمودارهای نایکوئیست (بهمراه تمرین)

۱۷- تست مروری دکترای ۹۸

۱۸- تست مروری برق ۹۳

۱۹- شهود ارتباط نگاشت GH و $1+GH$

جلسه 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 قضیهٔ 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 دایرهٔ عظیمه

پارت سوم:

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

۱۳- محاسبهٔ مجانب قائم در منحنی‌های 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 *exclude* و *include* کردن، و ...

جلسه 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 $\zeta = 0$ 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 مرتبهٔ N

۱۰- تست تالیفی

پارت سوم:

۱۱- تست مروری برق ۷۷

۱۲- تست مروری برق ۷۸

جلسه 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 بهمراه نکات مربوطه (بحث در نوسانسازی، جهش در RL، کرهٔ ریمانی، رفتار خاص منحنی فاز و ...)

۵- تست مروری برق ۹۹

۶- محاسبهٔ زاویه HF در منحنی قطبی

۷- تست مروری برق ۹۸

۸- زاویه‌خوانی در منحنی‌های قطبی (HF و LF)

۹- محاسبهٔ زاویهٔ LF در سیستمهای تیپ N

پارت دوم:

۱۰- تست تالیفی

۱۱- تست تالیفی

۱۲- تست مروری برق ۸۸

۱۳- شهود انواع ارتباط بین نمودارهای بودی و نمودار نایکوییست و نمودار RL و آرایهٔ راث

۱۴- تست مروری اتوماسیون ۹۸

۱۵- تست مروری دکترای ۹۸

۱۶- تست مروری برق ۹۹

۱۷- منحنی‌های قطبی اکیداً حقیقی

پارت سوم:

۱۸- تست مروری برق ۹۰

۱۹- تست مروری برق ۹۴

۲۰- تست مروری برق ۹۷

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

پارت اول:

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

۲- دیدگاه اول تجانس

۳- دیدگاه دوم تجانس

۴- مثال و یک تمرین مهم

۵- تعمیم‌یافتهٔ معیار پایداری نایکوئیست (بیان اول)

۶- تعمیم‌یافتهٔ معیار پایداری نایکوئیست (بیان دوم)

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

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

پارت دوم:

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

۱۰- تست آموزشی اتوماسیون ۸۸ (آموزش تحلیل کلیه حالات پایداری)

۱۱- تست آموزشی اتوماسیون ۸۸ (دیدگاه راث-هورویتز)

۱۲- تلاقی دیاگرام نایکوئیست با نقطهٔ (۱-) و کلیهٔ نکات و اثباتهای مربوطه

پارت سوم:

۱۳- تلاقی دیاگرام نایکوئیست با محور $\mathrm{Re} \leq 0$ و کلیهٔ نکات و اثباتهای مربوطه

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

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

۱۶- پیاده‌سازی کلیهٔ مفاهیم تدریس شده در این جلسه توسط *MATLAB* و ارائهٔ یک آموزش خلاصه از نحوهٔ بکارگیری *MATLAB*

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

پارت اول:

۱- خلاصه‌ای بسیار مفید از کلیهٔ 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 و حل صحیح)

۱۰- تست مروری برق ۹۷ (اثبات نادرستی کلید اولیهٔ سنجش به ۲ روش بهمراه 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)

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

پارت اول:

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

۲- نمودارهای نایکوئیست حقیقی و موهومی محض

۳- تست مروری دکترای ۹۱

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

۵- تست مروری اتوماسیون ۸۷

۶- دیاگرامهای نایکوئیست *Spiral* دستهٔ دوم

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

پارت دوم:

۸- تست مروری برق ۹۶

۹- تست مروری برق ۹۰

۱۰- تست مروری برق ۸۵

۱۱- تست مروری برق ۸۷

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

۱۳- تست مروری برق ۹۸

۱۴- تست مروری برق ۸۲

۱۵- تست مروری اتوماسیون ۹۸

۱۶- تست مروری اتوماسیون ۹۸

۱۷- تست مروری برق ۷۰

۱۸- بکارگیری معیار نایکوئیست هنگام عبور نمودار قطبی از نقطهٔ $s=-1+j0$ (تست مروری اتوماسیون ۸۲)

پارت سوم:

۱۹- مفهوم فیزیکی *GM*

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

۲۱- تعریف *GM* (دیدگاه اول)

۲۲- تست تألیفی

۲۳- تست مروری برق ۹۱

۲۴- تعریف *GM* (دیدگاه دوم)

۲۵- الگوریتمهای محاسبهٔ *GM*

۲۶- تست مروری برق ۸۴ (دیدگاه اول)

۲۷- تست مروری برق ۸۴ (دیدگاه دوم)

جلسه ۴۰: حاشیه‌های پایداری (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 آموزشی قبل 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 بودنِ $K \times GM$

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

۲۸- تعریف PM

۲۶- الگوریتم محاسبهٔ حد فاز

۲۷- محک پایداری با استفاده از PM

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

۲۹- تست مروری اتوماسیون ۹۷

۳۰- تست مروری برق ۱۴۰۰

جلسه 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- GM و PM در سیستمهای دارای فرکانس قطع چندگانه

۹- آشنایی با مفهوم پایداری نسبی

۱۰- ارتباط پایداری نسبی با حاشیه‌های پایداری

۱۱- تست تالیفی 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)

جلسه ۴۲: حاشیه‌های پایداری (ادامه)

پارت اول:

۱- قضیهٔ 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 نقطهٔ (۱-) و نمود آن در نمودار مکان هندسی ریشه‌ها

۸- تلاقی دیاگرام نایکوئیست با محور $\mathrm{Re} \leq 0$ 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 بی‌نام!

۱۳- مثال آموزشی بسیار مهم

۱۴- عبارات معادل با معیار پایداری بارک هاوزن

۱۵- تست مروری برق ۹۲

۱۶- تست مروری برق ۹۲

پارت سوم:

۱۷- تست مروری برق ۹۲

۱۸- تست مروری برق ۹۲

۱۹- تست مروری برق ۹۱

پارت چهارم:

۲۰- تست مروری برق ۹۲

۲۱- تست مروری برق ۹۵

۲۲- نمودارهای نیکولز (تست مروری اتوماسیون ۸۳)

۲۳- تست مروری اتوماسیون ۸۸

جلسه ۴۳: طراحی کنترلرها

پارت اول:

۱- کنترلرهای کلاسیک و مدرن

۲- یادآوری نکتهٔ دافعه و جاذبهٔ 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 قضیهٔ 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- نحوهٔ بکارگیری جبرانساز *Lead*

۲۳- ماکزیمم فاز کنترلر پیشفاز و فرکانس وقوع آن

جلسه ۴۴: طراحی کنترلرها (ادامه)

پارت اول:

۱- طراحی کامل یک کنترلر *Lead* بعنوان جبرانسازِ سیستم خورشیدیاب (*Sun-Seeker*) بهمراه 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- زاویهٔ منحنی مکان ریشه‌ها در نقاط شکست

۱۲- تست مروری برق ۹۶

۱۳- تست مروری برق ۹۳

۱۴- تست مروری برق ۹۷

جلسه ۴۵: طراحی کنترلرها (ادامه)

پارت اول:

۱- تست مروری برق ۹۵

۲- تست مروری برق ۹۳

پارت دوم:

۳- جبرانساز *Lag* یا پسفاز

۴- نحوهٔ بکارگیری جبرانساز *Lag*

۵- مینیمم فاز کنترلر پسفاز و فرکانس وقوع آن

۶- طراحی کامل یک کنترلر *Lag* بعنوان جبرانسازِ سیستم خورشیدیاب (*Sun-Seeker*) بهمراه تحلیل در *MATLAB*

۷- اثرات جبرانسازی با استفاده از کنترلر *Lag*

پارت سوم:

۸- تست مروری برق ۹۶

۹- جبرانساز *PI* یا تناسبی-انتگرالی

۱۰- اثرات جبرانسازی با استفاده از کنترلر *PI*

۱۱- تست مروری برق ۹۷

۱۲- تست مروری برق ۹۰

پارت چهارم:

۱۳- تست مروری برق ۹۴

۱۴- تست مروری برق ۱۴۰۰

۱۵- تست مروری برق ۱۴۰۱

۱۶- جبرانساز *Lag-Lead*

۱۷- جبرانساز *PID*

۱۸- تست مروری برق ۸۷

جلسه ۴۶: طراحی کنترلرها (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

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