

دانشگاه شهید چمران اهواز
معاونت آموزشی و تحصیلات تکمیلی
طرح درس ویژه درس‌های تحصیلات تکمیلی دانشگاه

<p>آدرس ایمیل: s.moosapour@scu.ac.ir</p>	<p>مرتبه علمی: استادیار</p>	<p>نام و نام خانوادگی استاد: سید سجاد موسی پور</p>
<p>نیمسال تحصیلی: نیمسال دوم ۹۸-۹۹</p>	<p>گروه: مهندسی برق</p>	<p>دانشکده: مهندسی</p>
<p>تعداد واحد: ۳</p>	<p>نام درس: کنترل چندمتغیره</p>	<p>دوره تحصیلی: تحصیلات تکمیلی</p>
<p>جایگاه درس در برنامه درسی دوره: این درس یکی از دروس تخصصی اجباری مهندسی برق، گرایش کنترل می باشد ولی به دلیل اهمیت و کاربرد بالای این درس، دانشجویان رشته و گرایش های دیگر چون مکترونیک و قدرت نیز می توانند این درس را به عنوان درس اختیاری اخذ کنند.</p>		
<p>هدف کلی: آشنایی با روشهای نمایش، تحلیل و طراحی سیستمهای چند ورودی-چند خروجی (MIMO)</p>		
<p>اهداف یادگیری: دانشجو پس از گذراندن این درس باید به دید جامع از سیستمهای خطی چند ورودی-چندخروجی در حضور عدم قطعیت رسیده و روشهای مختلف طراحی کنترل مقاوم را آموخته باشد. دانشجو پس از پایان دوره باید: با روشهای نمایش و تبدیل آنها برای سیستمهای خطی نامتغیر با زمان چند ورودی-چند خروجی آشنا باشد. با مفاهیم ذاتی کنترل مانند صفر، قطب، نوع سیستم، کنترل پذیری، رویت پذیری و ... برای سیستمهای چند ورودی-چند خروجی آشنا باشد. با انواع روشهای تحقق در حوزه فضای حالت سیستمهای چند ورودی-چند خروجی آشنا گردد. به انواع روشهای جابلی صفر مسلط گردد. با انواع عدم قطعیت برای سیستمهای چند ورودی-چند خروجی آشنا باشد. بتواند تحلیل پایداری برای سیستمهای چند ورودی-چند خروجی معین و نامعین را انجام دهد. با انواع روشهای کنترل مانند روش دکوپله سازی، کنترل کننده های کلاسیک و ... آشنا باشد. توان پیادهسازی همه روشها و تحلیلهای ارائه شده در درس را در نرم افزار Matlab داشته باشد.</p>		
<p>رفتنار ورودی: آشنایی با سیستمهای کنترل خطی در حوزه لاپلاس و فضای حالت آشنایی با جبر خطی آشنایی با روشهای تحلیل پایداری در حوزه زمان و فرکانس آشنایی با کنترل کنندههای تناسبی-انتگرالگیر-مشتقگیر آشنایی با نرم افزار Matlab</p>		
<p>مواد و امکانات آموزشی: ویدئو پروژکتور ماژیک و تخته وایت برد ارائه کپی از برگه های آموزشی توسط استاد اسلایدهای پاورپوینت</p>		

روش تدریس:

ارائه مطالب به صورت سخنرانی
نمایش مطالب به وسیله پرژکتور
پرسش و پاسخ
حل مثال‌های کاربردی درس
برنامهنویسی Matlab در کلاس

وظایف دانشجوی:

حضور منظم در کلاس
دنبال کردن دقیق مطالب ارائه‌شده
بحث و پرسش و پاسخ حول موضوع درس
انجام تکالیف درسی
انجام پروژه پایانی
مطالعه دقیق و ارائه یک مقاله روز در مورد مطالب درسی

شیوه آزمون و ارزیابی:

ارزشیابی این درس به ۴ بخش تقسیم می‌شود

۲	تکالیف درسی
۳	پروژه پایانی
۶	امتحان میان‌ترم
۹	امتحان پایان‌ترم

منابع درس:

- [1] علی خاکی صدیق، تحلیل و طراحی سیستم‌های کنترل چند متغیره، انتشارات دانشگاه صنعتی خواجه نصیر، ۱۳۹۰
- [2] J. M. Maciejowski, "Multivariable Feedback Design", Addison Wesley, 1989.
- [3] S. Skogestad and I. Postlethwaite, "Multivariable Feedback Control", Wiley, 2005.
- [4] R.V. Patel and N. Munro, "Multivariable system Theory and Design", Pergamon Press, 1982.
- [5] H.H. Rosenbrock, "State Space and Multivariable Theory", London: Nelson, 1970.

هفته یکم
(۹۸/۱۱/۱۸ تا ۹۸/۱۱/۱۲)

- ❖ معرفی سرفصل ها
- ❖ معرفی منابع
- ❖ مقدمه‌ای از سیستم‌های چند ورودی-چند خروجی
- ❖ کاربردهای کنترل چند متغیره در صنعت

هفته دوم
(۹۸/۱۱/۲۵ تا ۹۸/۱۱/۱۹)

- ❖ مقدمه‌ای از روشهای نمایش سیستمهای چند متغیره LTI
- ❖ توصیف فضای حالت یا توصیف داخلی (Internal Description)
- ❖ ماتریس تابع تبدیل یا توصیف خارجی (External Description)
- ❖ توصیف ماتریس سیستم یا PMD (Polynomial matrix description)
- ❖ رابطه بین PMD و ماتریس تابع تبدیل سیستم
- ❖ ماتریس سیستم رزنبراک (Rosenbrock)
- ❖ چند مثال

هفته سوم
(۹۸/۱۲/۲ تا ۹۸/۱۱/۲۶)

- ❖ توصیف کسر-ماتریسی یا MFD (Matrix Fraction Description)
- ❖ چند مثال
- ❖ MFD کاهش ناپذیر (Irreducible)
- ❖ به دست آوردن MFD کاهش ناپذیر
- ❖ تعیین MFD های راست کاهش ناپذیر از MFD های چپ کاهش ناپذیر
- ❖ چند مثال

هفته چهارم
(۹۸/۱۲/۹ تا ۹۸/۱۲/۳)

- ❖ مقدمه: قطب و صفر در سیستمهای SISO
- ❖ محاسبه قطبهای سیستم MIMO از نمایش فضای حالت
- ❖ محاسبه قطبهای سیستم MIMO از نمایش ماتریس سیستم (PMD)
- ❖ محاسبه قطبهای سیستم MIMO از نمایش ماتریس تابع تبدیل
- ❖ محاسبه قطبهای سیستم MIMO از نمایش کسر ماتریسی (MFD)
- ❖ نوع (Type) سیستمهای چند متغیره LTI

هفته پنجم
(۹۷/۱۲/۱۰ تا ۹۷/۱۲/۱۶)

- ❖ مقدمه: صفر در سیستمهای SISO
- ❖ صفرهای عنصر: (E.Z. (Element Zero)
- ❖ صفرهای انتقال:
- ❖ روشهای محاسبه صفرهای انتقال
- ❖ روش اول: روش مستقیم یا قاعده چند جمله ای صفر
- ❖ روش دوم: با استفاده از فرم اسمیت-مک میلان یک ماتریس تابع تبدیل
- ❖ محاسبه صفرهای انتقال از نمایش کسر ماتریسی (MFD)
- ❖ چند مثال

هفته ششم
(۹۷/۱۲/۱۷ تا ۹۷/۱۲/۲۳)

- ❖ صفرهای تغییر ناپذیر (Invariant zero)
- ❖ محاسبه صفرهای تغییر ناپذیر
- ❖ جهت های مختلف صفر (انتقال) در سیستمهای چند متغیره (Zero Directions)
- ❖ جهت صفر ورودی (Input zero direction)
- ❖ جهت های حالت ورودی صفر (Zero input state directions)
- ❖ جهت های حالت ورودی صفر (Zero input state directions) و کاربرد آن در سیستمهای مینیمم فاز
- ❖ چند مثال

هفته هفتم
(۹۹/۱/۲۰ تا ۹۹/۱/۱۴)

- ❖ مقدمه: جایابی صفرهای انتقال
- ❖ قضایای جایابی صفرهای انتقال
- ❖ جایابی صفرهای انتقال: روش اول و روش دوم
- ❖ چند مثال

هفته هشتم
(۹۹/۱/۲۷ تا ۹۹/۱/۲۱)

- ❖ کنترل پذیری در سیستمهای خطی چند متغیره
- ❖ انواع روشهای بررسی کنترل پذیری
- ❖ رویت پذیری حالت در سیستمهای خطی چند متغیره
- ❖ انواع روشهای بررسی رویت پذیری

هفته نهم
(۹۹/۲/۳ تا ۹۹/۱/۲۸)

- ❖ مقدمه: صفرهای دکوپله
- ❖ صفرهای دکوپله ورودی یا (Input decoupling zero)
- ❖ روشهای محاسبه صفرهای دکوپله ورودی:
- ❖ صفرهای دکوپله خروجی یا (Output decoupling zero)
- ❖ روشهای محاسبه صفرهای دکوپله خروجی:
- ❖ صفرهای دکوپله ورودی-خروجی

هفته دهم
(۹۹/۲/۱۰ تا ۹۹/۲/۴)

- ❖ مقدمه: تحقق سیستمهای چند متغیره
- ❖ تحقق کانونیکال کنترل کننده (Controller Canonical Realization)
- ❖ تحقق کانونیکال رویتگر (Observer Canonical Realization)
- ❖ تحقق سیستمهای SIMO
- ❖ تحقق سیستمهای MISO
- ❖ تحقق سیستمهای MIMO

هفته یازدهم
(۹۹/۲/۱۷ تا ۹۹/۲/۱۱)

- ❖ کاهش مرتبه مدل
- ❖ روش برش
- ❖ روش باقی مانده
- ❖ تحقق متوازن
- ❖ تخمین مقادیر تکین هنکل
- ❖ الگوریتم کاهش مرتبه مدل با مقادیر تکین هنکل
- ❖ کاهش مرتبه مدل در متلب
- ❖ حل مثالهایی در رابطه با کاهش مرتبه مدل

هفته دوازدهم
(۹۹/۲/۲۴ تا ۹۹/۲/۱۸)

- ❖ مقدمه: دکوپله سازی
- ❖ دکوپله سازی با پیش جبران ساز دینامیکی
- ❖ دکوپله سازی با فیدبک حالت استاتیکی
- ❖ قانون کنترل فیدبک حالت استاتیکی دکوپله ساز
- ❖ طراحی جبران ساز برای پایداری سیستم دکوپله شده حلقه بسته
- ❖ چند مثال

هفته سیزدهم
(۹۹/۲/۲۵ تا ۹۹/۲/۳۱)

- ❖ تحلیل پایداری سیستمهای چند متغیره: مقدمه و مرور
- ❖ پایدار داخلی (Internally stable)
- ❖ معیار پایداری نایکویست تعمیم یافته
- ❖ قضیه پایداری نایکویست تعمیم یافته برای سیستمهای چند متغیره
- ❖ چند مثال
- ❖ قضیه پایداری نایکویست تعمیم یافته برای سیستمهای چند متغیره نامعین
- ❖ چند مثال

هفته چهاردهم
(۹۹/۳/۷ تا ۹۹/۳/۱۱)

- ❖ مباحث کلاسیک در طراحی سیستم های کنترل چند متغیره
- ❖ کنترل متمرکز (Centralized Control)
- ❖ کنترل غیر متمرکز (تک حلقه ای) (Decentralized Control)
- ❖ مراحل اصلی طراحی سیستم های کنترل چند متغیره:
- ❖ روشها و معیارهای انتخاب ورودی و خروجی
- ❖ عدد آرایه بهره نسبی (RGA Number)
- ❖ چند مثال

هفته پانزدهم
(۹۹/۳/۱۴ تا ۹۹/۳/۱۸)

- ❖ انتخاب پیکربندی کنترل
- ❖ اصول RGA
- ❖ مفهوم بهره نسبی و آرایه بهره نسبی
- ❖ ملاحظات پیکربندی کنترل در طراحی سیستمهای کنترل غیر متمرکز
- ❖ قواعد جفت کردن ورودی و خروجی یا انتخاب پیکربندی کنترل
- ❖ طراحی کنترل کننده های چند متغیره به روش حلقه بستن ترتیبی
- ❖ طراحی ماتریس های پیش جبران ساز برای حل دشواری کنترل
- ❖ چند مثال

هفته شانزدهم
(۹۹/۳/۲۱ تا ۹۹/۳/۲۵)

- ❖ کنترل PI سیستم های چند متغیره
- ❖ طراحی های مبتنی بر ماتریس پاسخ پله ی سیستم
- ❖ راهکار اول طراحی
- ❖ راهکار دوم طراحی
- ❖ کنترل کننده های PI چند متغیره ی بهره بالا