



مشخصات کلی و برنامه دروس

دکتری مهندسی برق – کنترل
(Electrical Engineering- Control)

دانشکده فنی و مهندسی گروه مهندسی برق

مصوب نوزدهمین جلسه شورای دانشگاه

مورخ ۱۴۰۲/۶/۱۱





دانشگاه اصفهان
دانشکده فنی و مهندسی
گروه مهندسی برق

مشخصات کلی برنامه و سرفصل دروس

دکتری مهندسی برق – کنترل
(Electrical Engineering- Control)





مشخصات کلی برنامه درسی مهندسی برق گرایش کنترل ۵

۱- مقدمه ۶

۲- اهداف ۶

۳- اهمیت و ضرورت ۷

۴- نقش، توانایی و شایستگی دانش آموختگان ۷

۵- تعداد و نوع واحدهای درسی ۷

جدول عناوین و مشخصات دروس ۸

جدول ۱: جدول نوع دروس ۹

جدول ۲: دروس اختیاری ۱۰

جدول ۳: دروس جبرانی ۱۱

ویژگیهای هریک از دروس (هدف و سرفصل دروس) ۱۲

دروس اختیاری ۱۳

کنترل غیرخطی ۱۳

کنترل چندمتغیره ۱۶

کنترل بهینه ۱۷

شناسایی سیستمها ۱۹

فرایندهای تصادفی ۲۱

کنترل فازی ۲۳

یادگیری تقویتی ۲۵

شبکههای عصبی ۲۷

کنترل غیرخطی پیشرفته ۲۹

کنترل تطبیقی ۳۱

کنترل مقاوم ۳۳

کنترل در رباتیک ۳۵





- ۳۷..... رباتیک پزشکی
- ۳۹..... مدل سازی سیستم های زیستی
- ۴۱..... رباتیک
- ۴۳..... ابزار دقیق پیشرفته
- ۴۵..... کنترل صنعتی پیشرفته
- ۴۷..... دستگاه های دینامیکی
- ۴۸..... روش های بهینه سازی پیشرفته
- ۵۰..... مباحث ویژه در کنترل ۱
- ۵۱..... مباحث ویژه در کنترل ۲
- ۵۲..... پیوست
- ۵۳..... علت بازنگری:
- ۵۴..... جدول تطبیقی دروس اختیاری

فصل اول

مشخصات کلی برنامه درسی مهندسی برق گرایش کنترل





۱- مقدمه

در راستای تحقق اهداف کلی برگزاری دوره دکتری مهندسی برق - کنترل و با توجه به پیدایش رو شهای نوین و نیازهای صنعتی، لزوم بازنگری در برنامه ریزی دروس این دوره احساس می گردد. بنابراین مجموعه حاضر با هدف ایجاد منبعی مناسب برای برنامه های آموزشی و پژوهشی دوره تحصیلات تکمیلی مهندسی برق - کنترل تهیه شده است. در این مجموعه ضمن تفکیک دروس در مجموعه های اختیاری مربوط به دکتری رشته ی برق — کنترل برای هر درس تعداد واحد نظری یا عملی، دروس پیش نیاز و هم زمان، هدف از ارائه درس و رئوس مطالبی که بایستی پوشش داده شود، نحوه ارزیابی، بازدیدهای عملی و منابع و مراجع مربوطه به طور مفصل ارائه شده است. امید است تهیه این مجموعه گامی مؤثر در دستیابی بهتر و کاملتر دانش آموختگان این دوره به اهداف تعیین شده باشد تا بتوانند قابلیت های خود را در مراکز دانشگاهی و صنایع مختلف به کار گیرند.

۲- اهداف

به طور کلی دوره تحصیلات تکمیلی برق - کنترل یکی از دوره های آموزش عالی است که در پی پیشرفت و گسترش تئوری علم کنترل و نیز کاربردهای صنعتی آن تعریف شده است. این دوره به تکمیل دروس نظری و امور پژوهشی در زمینه کنترل پرداخته و سعی در تربیت نیروی انسانی متخصص جهت ارتقای سیستم های تولید از سنتی به خطوط اتوماسیون، بهره گیری از روش های کنترل نوین، بهینه سازی، توسعه، نظارت، مدیریت، نگهداری از سیستم های الکتریکی، بهره گیری از فناوری های رباتها و هوشمند سازی سیستم های صنعتی دارد. دروس پیش بینی شده به همراه تعداد واحدی که برای تحقیقات و پژوهش در نظر گرفته می شود به گونه ای است که دانش آموختگان این دوره هم قابلیت فعالیت در مراکز صنعتی درگیر با مسائل کنترل مانند صنایع الکترونیک ایران (صا ایران)، نیروگاه های برق، مجتمع فولاد مبارکه، پتروشیمی و ذوب آهن اصفهان و ... را داشته و هم بتوانند با ادامه تحصیلات آکادمیک به امور آموزشی و پژوهشی بپردازند.



۳- اهمیت و ضرورت

تربیت کارشناسان مهندسی کنترل با توجه به موارد زیر از ضرورت های غیر قابل صرف نظر کردن در دنیای مدرن است:

- گسترش و نفوذ روزافزون فناوری و دانش مهندسی برق در ابعاد صنعتی، تولیدی، اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی و خدماتی

- بروز رسانی دانش مهندس ها جهت ارتقای کیفی
- توسعه توانایی بهره برداری از مواهب و استعدادها در این زمینه
- لزوم همگامی با پیشرفته های جهانی در این زمینه

۴- نقش، توانایی و شایستگی دانش آموختگان

- دانش آموختگان این دوره آمادگی و مهارت های زیر را به دست خواهند آورد:
- مهارت کافی در شناخت، نحو عملکرد و چگونگی نگهداری و بهره برداری سیستم ها، کنترل و اجرای پروژه ها بخصوص به صورت گروهی و کسب توانایی های لازم جهت تجزیه و تحلیل سیستم ها و طراحی آنها
 - فراگیری مستمر، شناسایی و بهره برداری تکنولوژی های جدید و ارزیابی آنها به منظور کاربرد در طراحی، توسعه و نوآوری
 - شرکت در پروژه های صنعتی، تحقیقاتی و بررسی های فنی در زمینه های تخصصی کنترل

۵- تعداد و نوع واحدهای درسی

دانشجویان مقطع دکتری مهندسی برق-کنترل، ملزم به اخذ شش درس (۱۸ واحد)، و رساله دکتری (۱۸ واحد) می باشند که در قالب جدول دروس اختیاری (جدول شماره ۲) آورده شده است. این دروس باید تحت نظارت استاد راهنمای دانشجو اخذ گردد لذا کل واحد در نظر گرفته شده برای این دوره برابر ۳۶ واحد می باشد. این دروس به منظور تسلط بر مفاهیم نوین رشته مهندسی برق و تقویت توان علمی دانشجو برای اجرای فعالیتهای آموزشی پژوهشی برنامه ریزی می گردد. دانشجویان مقطع دکتری (شیوهی پژوهشی) با نظر استاد راهنمای خود، ملزم به گذراندن ۳۶ واحد درسی با اخذ ۶ واحد از میان دروس اختیاری (جدول شماره ۲) و همچنین اخذ واحد رساله (معادل ۳۰ واحد) می باشند (جدول شماره ۱). در ضمن، دانشجویانی که گرایش آنها در مقطع کارشناسی و یا کارشناسی ارشد، کنترل نبوده است و یا برنامه درسی دانشگاه آنها در آن مقاطع با برنامه درسی دانشگاه اصفهان متفاوت بوده است، ممکن است لازم باشد یک یا دو درس از جدول ۳ را بصورت جبرانی (صفر واحدی)، با نظر استاد راهنما و گروه مهندسی برق با موفقیت بگذرانند.





فصل دوم

جدول عناوین و مشخصات دروس





جدول ۱: جدول نوع دروس

ردیف	نوع واحد درسی (آموزشی-پژوهشی)	تعداد واحد
۱	اختیاری	۱۸
۲	رساله	۱۸
جمع		۳۶
ردیف	نوع واحد درسی (پژوهشی)	تعداد واحد
۱	اختیاری	۶
۲	رساله	۳۰
جمع		۳۶



جدول ۲: دروس اختیاری

ردیف	نام درس	تعداد واحد		تعداد ساعات		پیش نیاز یا هم نیاز
		نظری	عملی	نظری	عملی	
۱	کنترل غیرخطی	۳		۴۸		---
۲	کنترل چندمتغیره	۳		۴۸		---
۳	کنترل بهینه	۳		۴۸		---
۴	شناسایی سیستم	۳		۴۸		---
۵	فرآیندهای تصادفی	۳		۴۸		---
۶	کنترل صنعتی پیشرفته	۳		۴۸		---
۷	رباتیک	۳		۴۸		---
۸	ابزار دقیق پیشرفته	۳		۴۸		---
۹	شبکه‌های عصبی	۳		۴۸		---
۱۰	کنترل فازی	۳		۴۸		---
۱۱	رباتیک پزشکی	۳		۴۸		---
۱۲	کنترل در رباتیک	۳		۴۸		---
۱۳	یادگیری تقویتی	۳		۴۸		---
۱۴	مدل سازی سیستمهای زیستی	۳		۴۸		---
۱۵	کنترل تطبیقی	۳		۴۸		---
۱۶	شناسایی سیستم	۳		۴۸		---
۱۷	کنترل غیرخطی پیشرفته	۳		۴۸		کنترل غیرخطی
۱۸	کنترل مقاوم	۳		۴۸		---
۱۹	دستگاه‌های دینامیکی	۳		۴۸		---
۲۰	روش‌های بهینه‌سازی پیشرفته	۳		۴۸		---





۲۱	مباحث ویژه در کنترل I	۳	۴۸	---
۲۲	مباحث ویژه در کنترل II	۳	۴۸	---
۲۳	اخذ دو درس از دروس دیگر گرایش‌ها و رشته‌های مرتبط	۶	۹۶	---
جمع کل		۷۲	۱۱۵۲	

جدول ۳: دروس جبرانی

ردیف	نام درس	تعداد واحد		تعداد ساعات		پیش نیاز یا هم نیاز
		نظری	عملی	نظری	عملی	
۱	کنترل خطی	۳		۴۸		---
۲	کنترل مدرن	۳		۴۸		---
۳	کنترل دیجیتال	۳		۴۸		---
جمع کل		۹		۱۴۴		

توضیحات: دانشجویان دروه دکتری با مدرک کارشناسی ارشد غیرمرتبط، مجاز به اخذ حداکثر ۹ واحد جبرانی از مقاطع پائین تر، با الزام کسب نمره قبولی و بدون درج نمره در میانگین نیمسال و کل خواهند بود. به ازای اخذ ۶ تا ۹ واحد جبرانی یک نیمسال به سنوات مجاز تحصیل دانشجویان اضافه شده و دروس جبرانی نیز بایستی در دو نیمسال اول تحصیل اخذ شوند.



فصل سوم

ویژگیهای هریک از دروس (هدف و سرفصل دروس)





دروس اختیاری



کنترل غیر خطی

(Nonlinear Control Systems)

تعداد واحد عملی: - حل تمرین: دارد توجیه در صورت نیاز به حل تمرین: درس کاملاً ریاضی است و در آن برای درک بهتر مطالب درسی، تمرین‌های متنوع کامپیوتری و غیره مطرح می‌شود.	تعداد واحد نظری: ۳
پیشنیاز: -	نوع درس: اختیاری

هدف درس: در این درس، توصیف و تحلیل پایداری سیستم‌های غیرخطی و طراحی برخی کنترل‌کننده‌ها برای اینگونه سیستم‌ها مورد مطالعه و بررسی قرار می‌گیرد.

رئوس مطالب:

- مقدمه: معرفی سیستم غیرخطی، ویژگی‌های سیستم‌های غیرخطی.
- مقدمات ریاضی: معادلات توصیف کننده، وجود و یکتایی جواب، شرط لپشیتز.
- آنالیز سیستم‌های غیرخطی در صفحه فاز: معرفی پرتره فاز، نقاط تعادل، سیکل حدی، آنالیز صفحه فاز سیستم خطی شده.
- تئوری لیاپانف: مفهوم پایداری یک نقطه تعادل، خطی‌سازی و پایداری محلی، روش مستقیم لیاپانف، قضیه لیاپانف برای پایداری محلی و فراگیر، قضیه لاسل، آنالیز لیاپانف برای سیستم‌های LTI، معکوس قضیه لیاپانف.
- تئوری پایداری پیشرفته: پایداری سیستم‌های غیرخطی تغییر پذیر بازمان، لم باربالت، Comparison Functions، کرانداری پاسخ سیستم، آشنایی با پایداری ورودی به حالت (ISS) و لینک آن با پایداری نمایی سراسری (GES) و پایداری مجانبی سراسری (GAS).
- تابع توصیفی: معرفی، محاسبه تابع توصیفی برخی از المانها، پیش بینی سیکل حدی با استفاده از تابع توصیفی.
- کلیاتی بر طراحی کنترل‌کننده‌های غیرخطی: طراحی بر اساس تابع لیاپانف.
- روش طراحی خطی‌سازی با فیدبک: خطی‌سازی Input-State، خطی‌سازی ورودی-خروجی، دینامیک صفر (The Zero - Dynamics).
- کنترل مد لغزشی: معرفی صفحه لغزش، طراحی کنترل‌کننده، مسئله چترینگ.
- روش بازگشت به عقب (Backstepping).

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
+	+	+	+





بازدید :-

منابع اصلی:

- 1- J. Slotine and W. Li, "Applied Nonlinear Control", Englewood Cliffs, Prentice Hall, 1991.
- 2- H. K. Khalil, "Nonlinear Systems", 3rd Edition, Prentice Hall Inc, Newjersey, 2002.
- 3- H. K. Khalil, "Nonlinear Control", Pearson Education Limited, 2014.

منابع فرعی:

- 1- Isidori, "Nonlinear Control Systems", 3rd Edition. Springer Verlag, 1995.
- 2- S.S. Sastry, Nonlinear Systems: Analysis stability and control, springer-verlag 1999.





کنترل چندمتغیره

(Multivariable Control)

تعداد واحد نظری : ۳	تعداد واحد عملی : - حل تمرین : -
نوع درس : اختیاری	پیش نیاز : -

هدف درس:

معرفی ابزارهای لازم جهت نمایش، تحلیل، طراحی و پیاده‌سازی سیستم‌های کنترل چند ورودی- چندخروجی

رئوس مطالب:

- آشنایی با سیستم‌های کنترل چندمتغیره: تفاوت های سیستم‌های تک ورودی- تک خروجی با سیستم‌های چندمتغیره، مفاهیم مربوط به صفرها و قطب‌های سیستم.
- نمایش سیستم‌های چندمتغیره: روش فضای حالت، ماتریس تابع انتقال، فرم اسمیت- مک میلان
- تحلیل سیستم‌های چندمتغیره: قضیه پایداری داخلی و آرایه های نایکویست
- پایداری و عملکرد مقاوم سیستم‌های چندمتغیره: معیارهای رفتار نامی و مقاوم سیستم، معیار تسلط قطری، روش های کاهش اثر اختلال و نویز و تحلیل پایداری مقاوم.
- کنترل سیستم‌های چند ورودی- چند خروجی: روشهای کاهش مرتبه در سیستم‌های دینامیکی، مسئله جایابی صفر، آرایه بهره نسبی برای تخصیص ورودی-خروجی، راهبردهای متمرکز و غیرمتمرکز، طراحی به روش حلقه بستن ترتیبی، طراحی کنترل کننده تناسبی- انتگرال گیر و روشهای مستقیم و معکوس نایکوئیست.

روش ارزشیابی

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
+	+	+	+

بازدید :-

منابع اصلی:

- 1- J. M. Maciejowski, "Multivariable Feedback Design", Wesley, 1989.
- 2- S. Skogestad, I. Postlethwaite, Multivariable Feedback Control, Wiley, 2005
- 3- A. Khaki-Sedigh, B. Moaveni, Control Configuration Selection in Multivariable Plants, Springer, 2009.

۴- خاکی صدیق، ع (۱۳۹۹). تحلیل و طراحی سیستم‌های کنترل چندمتغیره (ویراست ششم)، انتشارات دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی، تهران.





کنترل بهینه

(Optimal Control)

تعداد واحد نظری : ۳	تعداد واحد عملی : - حل تمرین : دارد توجیه در صورت نیاز به حل تمرین: درس کاملاً ریاضی است و در آن برای درک بهتر مطالب درسی، تمرین‌های متنوع کامپیوتری و غیره مطرح می‌شود.
نوع درس : اختیاری	پیش نیاز : -

هدف درس:

معرفی ابزارهای لازم جهت بهینه‌سازی توابع هزینه مطرح در تئوری کنترل و تحلیل، طراحی و پیاده‌سازی سیستم‌های کنترل بهینه
رئوس مطالب:

- مقدمه ای بر بهینه سازی استاتیکی، شرایط Karush-Kuhn- Tucker و مسئله دوگان
- حساب تغییرات: مبانی ریاضی بهینه‌سازی، یافتن نقاط بهینه توابع، مفهوم تابع و محاسبه اکسترمال، معرفی انواع شرایط مرزی در حل مسائل بهینه‌سازی و مسائل مرتبط.
- کنترل بهینه LQR: معرفی توابع هدف در کنترل بهینه، معرفی تابع همیلتونین، تنظیم‌کننده‌های مربعی خطی، انتخاب ماتریسهای وزنی، حل مسئله LQR با استفاده از تابع همیلتونین، حل مسئله LQR با تعریف معادله دیفرانسیل ریکاتی، معرفی معادله جبری ریکاتی.
- برنامه‌ریزی پویا: استراتژی پیش‌رو و پس‌رو، تکنیک برنامه‌ریزی پویا در حالت پیوسته و گسسته، گسسته سازی معادلات سیستم.
- بهینه‌سازی مقید و نامقید: اصل حداقل‌یابی پونت‌ریاگن، اعمال قید روی ورودی کنترلی، وجود قید روی کران حالت‌های سیستم، حل مسائل بهینه‌سازی مقید.
- آشنایی با سیستم‌های کنترل بهینه مقید: معرفی مسئله حداقل انرژی، مسئله حداقل سوخت، مسئله حداقل زمان.
- روش LQG: کنترل بهینه در حضور نویز خارجی.
- تخمین بهینه حالت‌ها و فیلتر کالمن: معرفی معیار تخمین بهینه، معرفی فیلتر کالمن، شرایط اعمال شده روی نویز خارجی برای طراحی فیلتر
- معرفی کنترل پیش‌بین

روش ارزشیابی

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
+	+	+	+





بازدید : -
منابع اصلی:

- 1- D.S. Naidu, "Optimal control systems", CRC Press, 2003.
- 2- S. A. Jasbir, "Introduction to optimum design", 4th Edition, Academic Press, 2016
- 3- D. E. Kirk, "Optimal Control Theory", Dover Pub., 2004.
- 4- F. L. Lewis, D. Vrabie, V. L. Syrmos, "Optimal Control", 3rd Edition, Wiley, 2012

منابع فرعی:

- 1- K. Zhou, "Robust and Optimal Control", Prentice-Hall, 1996.
- 2- L. Fortuna, M. Frasca, A. Buscarino, "Optimal and Robust Control: Advanced Topics with MATLAB". 2nd Edition, CRC Press, 2021
- 3- D. Bertsekas, "Dynamic Programming and Optimal Control" 4th Edition, Athena Scientific, 2017





شناسایی سیستم‌ها (System Identification)

تعداد واحد عملی: - حل تمرین: دارد توجیه در صورت نیاز به حل تمرین: درس کاملاً ریاضی است و در آن برای درک بهتر مطالب درسی، تمرین‌های متنوع کامپیوتری و غیره مطرح می‌شود.	تعداد واحد نظری: ۳
پیشنیاز: -	نوع درس: اختیاری

هدف درس:

آشنایی با مفاهیم و روش‌های کاربردی در شناسایی مدل سیستم‌ها به ویژه سیستم‌های خطی تغییرناپذیر با زمان

رئوس مطالب:

- مقدمه ای بر مدل‌سازی و شناسایی، معرفی مدل استاندارد، مراحل شناسایی و دسته‌بندی روشها، جمع‌آوری اطلاعات ورودی خروجی، بررسی سیگنال‌های تحریک در شناسایی سیستم و سیگنال PRBS
- مروری بر سیگنال‌های قطعی و تصادفی و تبدیل FFT، سیستم‌های گسسته زمان و تبدیل Z، مبانی احتمال و متغیرهای تصادفی، فرایندهای تصادفی و فرایندهای شبه ایستادن
- روشهای غیرپارامتری شناسایی سیستم، مرور روشهای کلاسیک، فرایندهای تصادفی و سیستمهای LTI، شناسایی به روش تابع همبستگی
- روش حداقل مربعات خطا (روش پارامتری)، معادله رگرسیون خطی و محاسبه پارامتر، تفسیر برداری و روش WLS
- بایاس در تخمینگرهای خطی و روش LS، روش IIV، مروری بر مدل‌های ARMAX و BJ، کواریانس در تخمینگرهای خطی و روش LS
- روش‌های شرطی در شناسایی سیستم، بررسی روش‌های شناسایی پارامتر MLE و MAP، نامساوی کرامر راتو
- روش‌های تکراری و بازگشتی در شناسایی سیستم، تکنیک PEM و روش بازگشتی حداقل مربعات خطا RLS
- مباحث تکمیلی در شناسایی سیستم، ارزیابی مدل، شناسایی سیستم‌های حلقه بسته، مروری بر شناسایی سیستم‌های غیرخطی





روش ارزیابی :

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
+	+	+	+

منابع اصلی :

- ۱- م. کراری، شناسایی سیستم، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، ۱۳۹۸.
- 2- L. Ljung, "System Identification: Theory for the User", 2nd Ed., Prentice Hall, 1998.
- 3- T. Soderstrom, P. Stoica, "System Identification", Prentice Hall, 1989.

منابع فرعی:

- 1- J. Chen and G. Gu, "Control-oriented System Identification: An H_{∞} Approach", Wiley 2000.
- 2- K. J. Keesman, "System Identification: An Introduction (Advanced Textbooks in Control and Signal Processing)", Springer, 2011.



فرایندهای تصادفی (Stochastic Processes)

تعداد واحد عملی: - حل تمرین: دارد توجیه در صورت نیاز به حل تمرین: درس کاملاً ریاضی است و در آن برای درک بهتر مطالب درسی، تمرین‌های متنوع کامپیوتری و غیره مطرح می‌شود.	تعداد واحد نظری: ۳
پیشنیاز: -	نوع درس: اختیاری

هدف درس:

هدف این درس ارائه‌ی پایه‌های تئوریک برای بیان آماری فرایندهای تصادفی و تبیین ابزارهای ریاضی لازم برای تجزیه و تحلیل و پردازش‌های مربوط به فرایندهای تصادفی می‌باشد. همچنین معرفی فرایندهای تصادفی گسسته و پیوسته‌ی مختلف و کاربرد آنها در مخابرات و پردازش سیگنال انجام می‌شود.

رئوس مطالب:

- مرور تئوری احتمالات و متغیرهای تصادفی گسسته و پیوسته
- بیان متغیرهای تصادفی برداری، بردارهای تصادفی توامان گوسی، تولید متغیرهای تصادفی برداری همبسته
- تعریف و بیان آماری فرایندهای تصادفی، معرفی میانگین‌های زمانی و آماری
- توابع همبستگی و چگالی طیف توان
- مفاهیم ایستانی به معنای دقیق، ایستانی با تسامح، ایستانی گردشی
- پیوستگی، مشتق و انتگرال فرایندهای تصادفی
- بسط‌های فرایندهای تصادفی بر حسب سیگنال‌های پایه
- معرفی رده‌های خاص از فرایندهای تصادفی شامل فرایندهای گوسی، پواسون، مارکف و مارتینگل
- بیان آماری نویز و معرفی انواع آن، انواع روش‌های فیلتر کردن آماری
- روش‌های مختلف تخمین
- معرفی زنجیره‌های مارکف

روش ارزیابی:

ارائه سمینار	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
+	+	+	-





بازدید :-

منابع اصلی:

- 1- A. L. Garcia, "Probability and Random Processes for Electrical Engineering", Prentice Hall, 3rd Edition, 2008.
- 2- A. Papoulis, S. U. Pillai, "Probability, Random Variables and Stochastic Processes", 4th Edition, McGraw-Hill, 2002.
- 3- G. R. Grimmett, D. R. Stirzaker, "Probability and Random Processes", 4th Edition, Oxford University Press, 2020.

منابع فرعی:

- 1- H. Stark, J. W. Woods, "Probability, Random Processes and Estimation Theory for Engineers", 4th Edition, Prentice Hall, 2012.
- 2- W. A. Gardner, "Introduction to Random Processes", 2nd Edition, McGraw-Hill, 1990.





کنترل فازی

(Fuzzy Control)

تعداد واحد عملی: - حل تمرین: دارد توجیه در صورت نیاز به حل تمرین: درس کاملاً ریاضی است و در آن برای درک بهتر مطالب درسی، تمرین‌های متنوع کامپیوتری و غیره مطرح می‌شود.	تعداد واحد نظری: ۳
پیشنیاز: -	نوع درس: اختیاری

هدف درس:

تحلیل و طراحی کنترل‌کننده‌ای که بتواند رفتار خود را در پاسخ به تغییرات سیستم و اغتشاشات وارد به آن با استفاده از نظریه فازی اصلاح نماید.

رئوس مطالب:

- مقدمه (معرفی، جایگاه کنترل فازی در مقایسه با سایر روش‌های کنترلی، تعاریف، اصول و منطق فازی).
- ریاضیات فازی (مجموعه‌ها، توابع عضویت روابط، قوانین و متغیرهای زبانی)
- سیستم‌های فازی (معادل سازی، فازی سازی و پایگاه قوانین و موتور استنتاج فازی).
- طراحی کنترل‌کننده‌های فازی (روش سعی و خطا، انواع کنترل‌کننده‌های فازی مانند انواع کنترل‌کننده PID، کنترل‌کننده لیاپونوفی، بهینه و...).
- طراحی فازی سیستم، شناسایی و تقریب زدن فازی سیستم با استفاده از داده‌های ورودی و خروجی.
- طراحی کنترل‌کننده فازی برپایه مدل سیستم مانند تاکاکی، سوگنو و کنگ (TSK)
- رویت‌کننده‌های فازی و انواع کنترل‌کننده‌های فازی بر پایه مدل

روش ارزیابی:

ارائه سمینار	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
+	+	+	+

بازدید :-





منابع اصلی:

- 1- L. X. Wang, "A Course in Fuzzy Systems and Control", Prentice-Hall, 1997.
- 2- G. Feng, "Analysis and Synthesis of Fuzzy Control Systems: A Model-Based Approach", CRC Press, 2010
- 3- Jan Jantzen, "Foundations of Fuzzy Control", 2nd Edition, Wiley, 2013.

منابع فرعی:

- 1- K. M. Passino and S. Yurkovich, "Fuzzy Control", Addison Wesley Longman, CA, 1998.
- 2- M. Ahmadieh Khanesar, O. Kaynak, E. Kayacan, "Sliding-Mode Fuzzy Controllers", Springer, 2021





یادگیری تقویتی

(Reinforcement Learning)

تعداد واحد عملی: - حل تمرین: دارد توجیه در صورت نیاز به حل تمرین: درس کاملاً ریاضی است و در آن برای درک بهتر مطالب درسی، تمرین‌های متنوع کامپیوتری و غیره مطرح می‌شود.	تعداد واحد نظری: ۳
پیشنیاز: -	نوع درس: اختیاری

هدف درس :

یادگیری تقویتی شاخه‌ای از یادگیری ماشین است، که به طراحی الگوریتم‌هایی برای شناخت محیط و تصمیم‌گیری بهینه در راستای بیشینه‌سازی پاداش‌های دریافتی می‌پردازد. چهارچوب فوق ضمن برخورداری از ساختار غنی ریاضی، در حوزه‌های متفاوت کاربرد دارد. در این درس، مفاهیم پایه و روش‌های پرکاربرد یادگیری تقویتی در حوزه مهندسی به تفصیل بررسی خواهد شد.

رئوس مطالب :

- مقدمه: تاریخچه و اهمیت یادگیری ماشین، معرفی و مقایسه روش‌های یادگیری نظارت شده، نظارت نشده و نیمه‌نظارتی
- معرفی و فرمول‌بندی یادگیری تقویتی مبتنی بر مفاهیم پایه: محیط (Environment)، عامل (Agent)، کنش (Action)، حالت (State)، سیاست (Policy)، تابع پاداش (Reward Function) و تابع ارزش (Value Function)
- فرآیندهای تصادفی: مروری بر تئوری احتمال، متغیرها و فرآیندهای تصادفی، تئوری تخمین، خاصیت مارکوف، خواص زنجیره مارکوف و فرآیند تصمیم‌گیری مارکوف
- روش‌های یادگیری تقویتی: روش‌های جدولی، برنامه‌ریزی پویا، روش‌های مونت کارلو و تفاضل موقتی
- الگوریتم‌های یادگیری تقویتی: سارسا (SARSA)، یادگیری کیو (Q-Learning) و آرمکس (R-max)
- روش‌های تخمین و پیش‌بینی مبتنی بر سیاست‌های فعال (On-Policy) و سیاست‌های غیرفعال (Off-Policy)
- تحلیل یادگیری تقویتی مبتنی بر نظریه کنترل و بررسی مثال‌های کاربردی در حوزه مهندسی
- معرفی جعبه‌ابزارها و کتابخانه‌های پرکاربرد در نرم‌افزارهای یادگیری تقویتی





روش ارزیابی :

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
+	+	+	+

منابع اصلی :

- 1- Richard S. Sutton and Andrew G. Barto, "Reinforcement Learning: An Introduction", MIT Press, Cambridge, MA, 2018.
- 2- Csaba Szepesvari, "Algorithms for Reinforcement Learning", Morgan & Claypool Publishers, 2009.
- 3- Hao Dong, Zihan Ding and Shanghang Zhang "Deep Reinforcement Learning: Fundamentals, Research and Applications", Springer, Singapore, 2020.
- 4- Christopher M. Bishop, "Pattern Recognition and Machine Learning", Springer, New York, 2006.



شبکه‌های عصبی

(Neural Networks)

تعداد واحد عملی: - حل تمرین: دارد توجیه در صورت نیاز به حل تمرین: درس کاملاً ریاضی است و در آن برای درک بهتر مطالب درسی، تمرین‌های متنوع کامپیوتری و غیره مطرح می‌شود.	تعداد واحد نظری: ۳
پیشنیاز: -	نوع درس: اختیاری

هدف درس:

تبیین و تحلیل انواع شبکه‌های عصبی و کاربردهای هریک به همراه توانایی‌ها و محدودیت انواع شبکه‌های عصبی

رئوس مطالب:

- مقدمه‌ای بر شبکه‌های مصنوعی، شبکه‌های عصبی بیولوژی، ساختار نرون بیولوژیکی، انتقال پالس عصبی، ساختار شبکه عصبی مغز، شبکه عصبی مصنوعی، مدل‌سازی ریاضی نرون، توابع تحریک، ساختارهای مختلف، مدل‌سازی یادگیری در شبکه‌های عصبی مصنوعی، بازشناسی الگو، تعاریف، ساختار کلی سیستم بازشناسی الگو، انواع روش‌های آن.
- پرسپترون تک لایه، ساختار اصلی، قانون یادگیری در حالت الگو به الگو و دسته‌ای، محدودیت‌ها، مثال‌ها.
- شبکه‌های عصبی انجمنی، تعاریف، یادگیری هب در حالت بدون ناظر، یادگیری هب در حالت با ناظر و آنالیز آن، یادگیری مبتنی بر کمینه سازی خطا.
- شبکه‌های عصبی رقابتی، شبکه عصبی همینگ، یادگیری رقابتی و مشکلات آن، نگاشت خود سازمانده، شبکه عصبی کوهنن.
- شبکه‌های عصبی بازگشتی، مدل هاپفیلد گسسته و عملکرد آن به عنوان حافظه انجمنی، مفهوم انرژی، قانون یادگیری، مثال‌ها.
- مبانی کمینه سازی، انواع نقاط بهینه، بررسی توابع درجه دوم، الگوریتم تندترین کاهش و مثال‌ها، شبکه عصبی آدالین، حل تحلیلی، یادگیری LMS به صورت الگو به الگو و دسته‌ای، مثال‌ها و محدودیت‌ها.
- شبکه‌های عصبی پرسپترون چند لایه، ساختار اصلی توانایی‌ها، پس انتشار خطا در حالت الگو به الگو و دسته‌ای، مثال‌ها، محدودیت‌های یادگیری مبتنی بر پس انتشار خطا، الگوریتم‌های یادگیری بهبود یافته، تقریب توابع، تعیین ساختار مخفی، پذیرش.





- شبکه‌های عصبی عمیق و یادگیری در آنها، شبکه‌های پیچشی و کاربردها، مثال هایی از انواع شبکه‌های عصبی عمیق متدوال.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
+	-	+	+

بازدید :-

منابع اصلی:

- 1- K. Thippeswamy, "Artificial Neural Network: Incorporating Optimized Algorithm", LAP LAMBERT Academic Publishing, 2021.
- 2- F.M. Salem, "Recurrent Neural Networks: From Simple to Gated Architectures", Springer, 2022.
- 3- B. Mehlig, "Machine Learning with Neural Networks: An Introduction for Scientists and Engineers", New Edition, Cambridge University Press, 2021.
- 4- C.C. Agarwal, "Neural Networks and Deep Learning: A Textbook", Springer, 2018.

منابع فرعی:

- 1- D. Graupe, "Principles of Artificial Neural Networks, Advanced Series in Circuits and Systems", Vol. 6, World Scientific, 2007.
- 2- S. Haykin, "Neural Networks: A Comprehensive Foundation", 3rd Edition, Pearson Education, 2009.

۳- م. ب. منهاج، مبانی شبکه های عصبی، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر، چاپ دوازدهم، ۱۳۹۷.





کنترل غیرخطی پیشرفته (Advanced Nonlinear Control)

تعداد واحد نظری: ۳	تعداد واحد عملی: - حل تمرین:
نوع درس: اختیاری	پیشنیاز: کنترل غیرخطی

هدف درس:

در این درس در بخش نخست مباحث پیشرفته مربوط به تحلیل پایداری مطرح می‌گردد. در بخش دوم نیز طراحی کنترل کننده برای سیستم‌های غیرخطی بر اساس روشهای غیرخطی مقاوم و نیز مبتنی بر طراحی روتگر ارائه می‌شود.

رئوس مطالب:

- قضایای وجود و یکتایی جواب برای سیستم‌های غیرخطی
- قضیه منیفلد مرکزی
- مقدمه‌ای بر پدیده دوشاخگی یا انشعاب
- پایداری لیاپانوف سیستم‌های ناخودگردان
- بررسی پایداری مجانبی و پایداری نمایی سیستم‌های غیرخطی بر اساس Converse Theorems
- پایداری سیستم‌های مختل شده
- پایداری ورودی-حالت و پایداری ورودی-خروجی
- کنترل بر اساس Passivity
- خطی‌سازی فیدبک برای سیستم‌های چند ورودی-چند خروجی
- خطی‌سازی فیدبک مقاوم
- مباحث پیشرفته در کنترل مد لغزشی
- روش پسگام (Backstepping)
- روتگرهای غیرخطی و کنترل مبتنی بر روتگر
- روتگر اغتشاش

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
+	+	+	+





بازدید :-

منابع اصلی:

1. H. K. Khalil, Nonlinear systems, 3rd Edition, Prentice Hall, 2002.
2. S. H. Li, J. Yang, and W.H. Chen, Disturbance Observer Based Control Methods and Applications. USA: CRC Press, 2014.
3. Y. Shtessel, C. Edwards, L. Fridman, and A. Levant, Sliding Mode Control and Observation, Birkhäuser Basel, 2014.

منابع فرعی:

1. A. Isidory, Nonlinear Control Systems, Springer 1995.
2. S. S. Sastry, Nonlinear Systems: Analysis Stability and Control, Springer-Verlag 1999.
3. M. Vidyasagar, Nonlinear Systems Analysis, 2nd Edition, Prentice Hall, 1993.
4. L. Perko, Differential Equation & Dynamical System, Springer-Verlag, 2001.





کنترل تطبیقی

(Adaptive Control)

تعداد واحد عملی: - حل تمرین: دارد توجیه در صورت نیاز به حل تمرین: درس کاملاً ریاضی است و در آن برای درک بهتر مطالب درسی، تمرین‌های متنوع کامپیوتری و غیره مطرح می‌شود.	تعداد واحد نظری: ۳
پیشنیاز: -	نوع درس: اختیاری

هدف درس:

ارائه روش‌های تخمین پارامترها و شناسایی سیستم‌های نامعین، طراحی سیستم‌های کنترل تطبیقی و کاربردهای آن

رئوس مطالب:

- جایگاه و ضرورت کنترل تطبیقی و تاریخچه تکامل آن
- معرفی روش حداقل مربعات خطا جهت تخمین پارامترها و شناسایی سیستم
- طراحی جابجایی قطب بر اساس مدل تابع انتقال سیستم و معرفی رگلاتورهای خود تنظیم حداقل واریانس
- طراحی رگولاتورهای خود تنظیم به روش مستقیم و غیرمستقیم
- اصول روش زمان‌بندی بهره
- کنترل‌کننده‌های تطبیقی تصادفی
- تخمین پارامترها بر اساس مدل فضای حالت و طراحی روی‌تگر حالت تطبیقی
- طراحی سیستم‌های کنترل تطبیقی مدل مرجع
- سیستم‌های کنترل تطبیقی در حضور اغتشاشات و طراحی کنترل‌کننده تطبیقی مقاوم
- کاربردهای عملی کنترل‌کننده‌های تطبیقی

روش ارزیابی:

ارائه سمینار	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
+	+	+	+

بازدید :-





منابع اصلی:

1. K. J. Astrom, "Adaptive Control", 2nd Edition, Addison-Wesley, 2008.
2. G. C. Goodwin, K. S. Sin, "Adaptive Filtering Prediction and Control", Dover Publications, 2009.
3. P. Ioannou, B. Fidan, "Robust Adaptive Control", SIAM, 1996.

منابع فرعی:

- 1- I.D. Landau, R. Lozano, M. M'Saad, A. Karimi, "Adaptive Control: Algorithms, Analysis and Applications", 3rd Edition, Springer, 2022.
- 2- E. F. Camacho, C. Bordons, "Model Predictive Control", Springer, 2006.





کنترل مقاوم (Robust Control)

تعداد واحد نظری: ۳	تعداد واحد عملی: - حل تمرین: -
نوع درس: اختیاری	پیشنیاز: -

هدف درس

تحلیل پایداری و عملکرد سیستم‌ها در حضور نامعینی مدل و اغتشاشات خارجی و طراحی کنترل کننده مقاوم برای سیستم‌های نامعین

رئوس مطالب

- معرفی نامعینی در مدل سیستم و قضیه خاریتائف
- زیرفضاهای خطی، نرم بردارها و نرم ماتریس‌ها، فضاها H_2 و H_∞ ، رابطه بین نرم سیگنال‌ها و نرم سیستم‌ها
- مفاهیم پایداری و عملکرد نامی، معرفی توابع وزنی و محدودیت‌ها و مشخصه های رفتاری
- پایداری داخلی و معرفی قضیه بهره کوچک، پایداری و عملکرد مقاوم
- تبدیل کسری-خطی و معرفی نمایش LFT جهت طراحی کنترل کننده مقاوم
- خانواده کنترل کننده‌های پایدارساز، تجزیه کوپرایم و مفهوم پارامتری کردن کنترل کننده
- مسئله کنترل H_2 استاندارد و حل معادلات ریکاتی
- فرمول بندی مسئله H_∞ و جوابهای مسئله، کنترل H_∞ با خاصیت انتگرالی و مسئله حساسیت مرکب
- معرفی مقادیر استثنایی ساختار یافته و تحلیل و سنتز μ
- مفهوم شکل دهی حلقه و انتخاب توابع وزنی

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه و تحقیق
+	+	+	+





منابع اصلی

- 1- K. Zhou, J. C. Doyle, K. Glover, "Robust and Optimal Control", Prentice- Hall, 1996.
- 2- K. Zhou, J. C. Doyle, "Essentials of Robust Control", Prentice- Hall, 1997.
- 3- J. C. Doyle, B Francis, A. Tannenbaum, "Feedback Control Theory", McMillan Publishing, 1990.

منابع فرعی:

- 1- User Manual, "Robust Control Toolbox", The MathWorks Inc, 2022.
- ۲- تقی راد، ح و فتحی، م (۱۳۹۸). کنترل مقاوم H_{∞} (ویراست چهارم)، انتشارات دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی، تهران.





کنترل در رباتیک

(Control in Robotics)

تعداد واحد عملی: - حل تمرین: دارد توجیه در صورت نیاز به حل تمرین: درس کاملاً ریاضی است و در آن برای درک بهتر مطالب درسی، تمرین‌های متنوع کامپیوتری و غیره مطرح می‌شود.	تعداد واحد نظری: ۳
پیشنیاز: -	نوع درس: اختیاری

هدف درس:

بررسی تئوری‌ها، استراتژی‌ها و روش‌های کنترل در رباتیک و ارزیابی روش‌های معرفی شده با استفاده از شبیه‌سازی کامپیوتری

رئوس مطالب:

- مقدمه‌ای بر سینماتیک و رباتیک: انواع ربات‌ها و کاربردهای آنها، معرفی سینماتیک و ژاکوبین ربات‌ها، معادلات دینامیکی ربات و خواص آن
- کنترل موقعیت: کنترل PD با جبران سازی جاذبه، کنترل دینامیک معکوس، کنترل دینامیک معکوس مقاوم و تطبیقی، کنترل مبتنی بر انفعال، کنترل مبتنی بر انفعال مقاوم و تطبیقی، کنترل در فضای کارترزین.
- کنترل نیرو: کنترل امپدانس و کنترل سختی، کنترل موازی، کنترل هیبرید موقعیت و نیرو.
- کنترل سیستم‌های تله رباتیک: معرفی، پایداری و شفافیت، انواع معماری، اثر تاخیر زمانی، سیستم‌های تله رباتیک چند کاربره، سیستم‌های تله رباتیک غیرخطی، تحلیل پایداری با آنالیز ورودی به حالت و آنالیز انفعال.
- کنترل ربات‌های کم عملگر: ربات‌های با مفاصل یا بازوهای انعطاف پذیر، ربات‌های با نقص عملگر.
- کنترل بر مبنای فیدبک تصویری: پردازش تصویر، تشخیص ویژگی، تفسیر تصاویر، تخمین موقعیت، کالیبراسیون دوربین، کنترل بینا مبنا

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
+	+	+	+

بازدید :-





منابع اصلی:

- 1- M. W. Spong, S. Hutchinson, M. Vidyasagar, "Robot Modeling and Control", 2nd Edition, Wiley, 2020.
- 2- J. J. Craig, "Introduction to Robotics: Mechanics and Control", 4th Edition, Upper Saddle River: Pearson Education, 2018.
- 3- H. D. Taghirad, "Parallel robots: mechanics and control", CRC press, 2013.

منابع فرعی:

- 1- C. Canudas de Wit, B. Siciliano, G. Bastin, "Theory of robot control", Springer Science & Business Media, 2012.
- 2- S. Arimoto. "Control Theory of Nonlinear Mechanical Systems", Oxford University Press Inc., 1996.





رباتیک پزشکی

(Medical Robotics)

تعداد واحد عملی: - حل تمرین: دارد توجیه در صورت نیاز به حل تمرین: درس کاملاً ریاضی است و در آن برای درک بهتر مطالب درسی، تمرین‌های متنوع کامپیوتری و غیره مطرح می‌شود.	تعداد واحد نظری: ۳
پیشنیاز: -	نوع درس: اختیاری

هدف درس:

بررسی کاربردهای مختلف رباتیک در پزشکی و جراحی و معرفی زمینه‌های تحقیقاتی مربوطه و ارزیابی مباحث تئوری معرفی شده با استفاده از شبیه‌سازی

رئوس مطالب:

- مقدمه ای بر سیستم‌های رباتیک پزشکی: معرفی و کاربردهای عملیات از دور، معرفی تکنولوژی هپتیک، انواع فیدبک
- تکنولوژی هپتیک و عملیات از دور: معرفی سیستم‌های عملیات از دور، پایداری و شفافیت، انواع معماری‌ها
- جراحی با استفاده از رباتیک: مقایسه جراحی باز و جراحی کم‌تهاجمی، جراحی کم‌تهاجمی با استفاده از رباتیک، جراحی لاپاروسکوپی با استفاده از ربات، جراحی‌های داخل چشم با استفاده از ربات، جراحی قلب تپنده.
- سیستم‌های هپتیک چند کاربره: معرفی سیستم‌های هپتیک چند کاربره، کاربرد در آموزش جراحی و توانبخشی، استفاده از ضریب تسلط در تخصیص اختیار کاربران، چالش‌های کنترلی سیستم‌های هپتیک چند کاربره
- پایداری سیستم‌های هپتیک: ضرورت پایداری، تحلیل پایداری در حالت خطی، تحلیل پایداری غیرخطی با آنالیز پایداری ورودی به حالت، تحلیل پایداری غیرخطی با استفاده از روش پس‌ویستی، پایداری سیستم غیرخطی در حضور تاخیر زمانی
- پروتزها و توانبخشی: معرفی انواع پروتزها، طراحی و کنترل پروتزهای حرکتی، ملاحظات مربوط به کنترل سنسوری - موتوری انسان، توانبخشی، معرفی ربات‌ها و استراتژی‌های توانبخشی، ربات اگزواسکلتون

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
+	+	+	+

بازدید :-





منابع اصلی:

- 1- J. P. Desai, "Encyclopedia of Medical Robotics", World Scientific, 2018.
- 2- M. Tavakoli, R. V. Patel, M. Moallen, A. Aziminejad, "Haptics for teleoperated surgical robotic systems", World Scientific, 2008.
- 3- B. Siciliano, O. Khatib, "Springer handbook of robotics" 2th Edition, springer, 2017.





مدل سازی سیستم های زیستی (Modeling of Biological Systems)

تعداد واحد عملی: - حل تمرین: دارد توجیه در صورت نیاز به حل تمرین: درس کاملاً ریاضی است و در آن برای درک بهتر مطالب درسی، تمرین های متنوع کامپیوتری و غیره مطرح می شود.	تعداد واحد نظری: ۳
پیش نیاز: -	نوع درس: اختیاری

هدف درس:

در این درس ابتدا انواع روش ها و ابزارهای ریاضی متداول در مدل سازی سیستم های فیزیولوژیکی مطرح شده و به روش های نوین مدل سازی سیستم های پیچیده زیستی اشاره می گردد.

رئوس مطالب:

- کلیات تعاریف اولیه و اصطلاحات، انواع مدلها، روش های مدل سازی (تحلیلی و تجربی)
- مدل سازی تحلیلی سیستم های (آنالوگ الکتریکی، مکانیکی، شیمیایی)، مدل های فشرده و گسترده، مدل های غیر خطی
- مروری بر احتمالات و آمار، متغیرهای تصادفی، فرآیندهای اتفاقی، مدل های آماری و آزمون فرضها
- مدل سازی تجربی (شناسایی سیستم)، روش های کلاسیک زمانی و فرکانسی (پاسخ ضربه، پاسخ پله، پاسخ فرکانسی)، روش آنالیز همبستگی، روش تخمین طیف، روش های پارامتری
- روشهای تخمین پارامترها، روش حداقل مربعات، روش متغیرهای ابزاری، روش ماکزیمم احتمال، روش خطای پیش بینی
- مدل سازی در فضای حالت
- انتقال مواد در بدن و مدل های آن، انتقال مواد توسط جریان سیال، انتقال مواد توسط نفوذ، مدل های بخشی
- نمونه هایی کاربردی از مدل سازی سیستم های زیستی و فیزیولوژیک، مدل سازی سیستم گردش خون (مدل پالسی، مدل غیر پالسی)، مدل سازی سیستم تنفسی (فیزیولوژی تنفس، مدل مکانیکی، مدل الکتریکی)، مدل سازی سیستم انتقال حرارت بدن (مکانیزم های انتقال حرارت، مدل انتقال حرارت)، مدل سازی سیستم کنترل حرکات بدن انسان
- مباحث جدید در خصوص مدل سازی سیستم های غیرخطی و زیستی

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
+	+	+	+





بازدید :-

منابع اصلی:

- ۱- ف، توحیدخواه، گ، بغدادی، مدلسازی سیستم‌های زیستی، انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه صنعتی امیرکبیر، ۱۴۰۰
- 2- J.W. Haefner, "Modeling Biological Systems: Principles and Applications" Springer Science & Business Media, 2005
- 3- N.V. Dokholyan, "Computational modeling of biological systems: from molecules to pathways" Springer Science & Business Media, 2012.

منابع فرعی:

- 1- A.P Bernard, "Modeling biological systems from heterogeneous data" Duke University, 2008.
- 2- V.S.H. Rao, P.R.S. Rao, "Dynamic models and control of biological systems", Springer Science & Business Media, 2009.
- 3- Rideout, V.C., "Mathematical and computer modeling of physiological systems", Prentice Hall, 1991.
- 4- S. JD, "BASIC Microcomputer Models in Biology", Addison-Wesley, 1982.





رباتیک

(Robotics)

تعداد واحد عملی: - حل تمرین: دارد توجیه در صورت نیاز به حل تمرین: درس کاملاً ریاضی است و در آن برای درک بهتر مطالب درسی، تمرین‌های متنوع کامپیوتری و غیره مطرح می‌شود.	تعداد واحد نظری: ۳
پیشنیاز: -	نوع درس: اختیاری

هدف درس:

آشنایی با مدل‌سازی سیستم‌های رباتیک و چگونگی حرکت و کنترل آنها

رئوس مطالب:

- مقدمه: معرفی بازوها و سیستم‌های رباتیک، و مقدمات ریاضی لازم برای بررسی دینامیک و کنترل بازوهای مکانیکی.
- تبدیل‌های ریاضی: تعریف موقعیت، سرعت و جهت‌گیری، ماتریس دوران، ماتریس تبدیل و زوایای اویلر.
- سینماتیک مستقیم و معکوس: پارامترهای دناویت هارتنبرگ، فضای مفصلی و کارترین، روش هندسی، روش‌های بازگشتی، قضیه پفایفر، زیرفضاهای سینماتیکی.
- ژاکوبین: سرعت زاویه‌ای، تعیین سرعت مفاصل، روش بازگشتی، تعریف ژاکوبین، تکنیکی، رابطه نیرو و گشتاور.
- دینامیک: شتاب خطی و زاویه‌ای، روش نیوتن - اویلر، روش‌های بازگشتی، روش لاگرانژ، روش بازگشتی لاگرانژ.
- تولید مسیر: روش‌های فضای مفصلی و کارترین، منحنی‌های درجه سه و پارابولیک، روش‌های بهینه‌سازی زمانی.
- طراحی کنترلر خطی: سیستم‌های رسته دو، مدل‌سازی و شناسایی خطی بازوهای مکانیکی با جعبه دنده، طراحی کنترلر خطی براساس مدل شناسایی شده.
- طراحی کنترلر غیرخطی: روش‌های خطی‌سازی با فیدبک، روش گشتاور محاسبه شده، روش‌های چندمتغیره براساس ژاکوبین.
- اشاره‌ای بر کنترل کننده‌های ملهم از بیولوژی، کنترل‌های نیرو، امیدانس و هیبرید: معرفی روش‌های ترکیبی کنترل نیرو و موقعیت به صورت هم‌زمان.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
+	+	+	+

بازدید : دارد





منابع اصلی:

- 1- John J. Craig, "Introduction to Robotics, Mechanics and Control", 4th Edition, Pearson Education Inc., 2017.
- 2- M. W. Spong, S. Hutchinson, and M. Vidyasagar, "Robot Modeling and Control", 2nd Edition, Wiley, 2020.
- 3- Peter Corke, "Robotics, Vision and Control: Fundamental Algorithms in MATLAB", Springer, 2017

منابع فرعی:

- 1- Saeed B. Niku, "Introduction to Robotics: Analysis, Control, Applications", 3rd Edition, Wiley, 2019.
- 2- R. Siegwart, I. R. Nourbakhsh, "Introduction to Autonomous Mobile Robots" The MIT Press, 2004.
- 3- HR. Everett, "Sensors for Mobile Robots: Theory and Application", AK Peters Ltd, 1995.





ابزار دقیق پیشرفته (Advanced Instrumentations)

تعداد واحد نظری: ۳	تعداد واحد عملی: - حل تمرین: -
نوع درس: اختیاری	پیشنیاز: -

هدف درس:

در این درس به بررسی ساختار، اجزاء، مشخصات فنی و کار دستگاه‌های اندازه‌گیری مختلف صنعتی مورد کاربرد در صنایع پرداخته می‌شود.

رئوس مطالب:

- مبانی عملکرد سیستم‌های ابزار دقیق پیشرفته.
- ابزارهای اندازه‌گیری (۱): فرکانس متر، اندازه‌گیری زمان و فرکانس، تاکومتر، فازمتر، ظرفیت سنج، ابزار اندازه‌گیری دیجیتال.
- آنالیزکننده‌ها: Wave Analyzer، اعوجاج‌های هارمونیکی، Spectrum Analyzer.
- ابزارهای اندازه‌گیری (۲): اندازه‌گیری توان خروجی، اندازه‌گیری شدت میدان، امپدانس سنج، Q-متر، پل LCR، RX سنج، اندازه‌گیری توان RF، اندازه‌گیری توان خطوط انتقال.
- ضبط‌کننده‌ها: ابزارهای صنعتی ضبط و ذخیره اطلاعات.
- مبدل‌ها: سینکروها، مبدل‌های خازنی، Load Cells، پیزوالکتریک، IC های حسگر حرارتی، پیرومتر، مبدل‌های حرارتی آلتراسونیک، مبدل‌های مکانیکی و مغناطیسی دبی متر.
- Data Acquisition and Conversion: سیستم‌های دریافت و تبدیل داده، آماده‌سازی سیگنال، Data Logger.
- انتقال داده: واسطه‌های سنکرون، مونیتورینگ خط data، استاندارد RS232، استاندارد Bus 488، USB.
- اصول مقدماتی MEMS.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
-	+	+	+

بازدید: دارد





منابع اصلی:

- 1- E. U. Doebelin, "Measurement Systems: Application & Design", 4th Edition, McGraw-Hill, 2003.
- 2- A.F.P Van Putten, Lawrence K. Wang (Editor), Yung-Tse Hung (Editor), Howard H. Lo (Editor), Constantine Yapijakis (Editor), "Electronic Measurement Systems: Theory and Practice", Routledge, 2019.
- 3- A. S. Morris, R. Langari, "Measurement and Instrumentation: Theory and Application", 2nd Edition, 2015





کنترل صنعتی پیشرفته

(Advanced Industrial Control)

تعداد واحد نظری : ۳	تعداد واحد عملی : - حل تمرین : -
نوع درس : اختیاری	پیشنیاز : -

هدف درس:

در این درس به موضوعات صنعتی مانند حلقه‌های کنترل منطقی و ترتیبی، ساختار ارتباطی بین بخش‌های مختلف سیستم کنترل در فرآیندهایی در ابعاد یک کارخانه و چگونگی ارتباط بین انسان (اپراتور) و ماشین (سیستم) پرداخته می‌شود.

رئوس مطالب :

- سیستم‌های کنترل گسترده (DCS): اصول سیستم‌های کنترل گسترده، کنترل با کامپیوتر و PLC
- Field Control Systems (FCS)، رابط انسان - ماشین (Human-Machine Interface).
- سیستم‌های انتقال داده در محیط‌های صنعتی (Fieldbus, Profinet, Profibus)
- سیستم‌های ترکیبی (Hybrid Systems): مدلسازی سیستم‌ها به صورت ترکیب سیستم‌های گسسته پیشامد و حالت پیوسته.
- مثالهایی از سیستم‌های Multiagent، Switching systems، بررسی پایداری سیستم‌های ترکیبی.
- کنترل پیش‌بین (Model Predictive Control-MPC): مسئله کنترل بهینه روی خط (On-line)، مسئله کنترل افق محدود و نامحدود بهینه و پایداری MPC، کنترل پیش‌بین در حالت چند متغیره و گسترده.

روش ارزیابی :

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
+	+	+	+

بازدید : دارد





منابع اصلی :

- 1- R. L. Shell & E. L. Hall, "Handbook of Industrial Automation", Marcel Dekker, Inc., New York, 2000.
- 2- S. Li, Yi Zheng, "Distributed Model Predictive Control for Plant-Wide Systems", John Wiley, 2017.
- 3- M. P. Groover, "Automation, Production Systems and Computer Integrated Manufacturing", 5th Edition, Pearson, 2018.

منابع فرعی:

- 1- G. D. Anderson, "Industrial Network Basics: Practical Guides for the Industrial Technician", Anderson, 2021.
- 2- S. K. Lahiri, "Multivariable Predictive Control: Applications in Industry", Wiley, 2017.





دستگاه‌های دینامیکی (Dynamical Systems)

تعداد واحد نظری : ۳	تعداد واحد عملی : - حل تمرین : -
نوع درس : اختیاری	پیشنیاز : -

هدف درس:

هدف از ارائه‌ی این درس معرفی و تحلیل رفتارهای مختلف سیستم‌های غیرخطی از جمله انشعاب و آشوب است که در عمل می‌تواند در مهندسی مورد استفاده قرار گیرد و یا به عنوان رفتار نامطلوب، کنترل گردد.

رئوس مطالب:

- مفهوم نقاط تعادل در سیستم‌های دینامیکی
- تحلیل رفتار سیستم‌های غیرخطی در فضای حالت
- پایداری و انواع آن در مورد نقاط تعادل سیستم
- مفهوم چندگانگی نقاط تعادل و معرفی انواع آن
- تحلیل انشعاب نقاط تعادل و تشخیص آن در سیستم‌های دینامیکی
- مفهوم آشوب و شرایط به وجود آمدن آن
- کنترل و همزمان سازی پدیده آشوب

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
+	+	+	+

منابع اصلی:

- 1- J. K. Hale, H. Kocak, "Dynamics and Bifurcations", Springer-Verlag, 1991.
- 2- F. Colonius, L. Grüne "Dynamics, Bifurcations and Control", Springer, 2002.
- 3- S. H. Strogatz, "Nonlinear Dynamics and Chaos: With Applications to Physics, Biology, Chemistry, and Engineering", CRC Press, 2014.
- 4- A. C. J. Luo, "Bifurcation and Stability in Nonlinear Discrete Systems", Springer, 2020





روشهای بهینه‌سازی پیشرفته (Advanced Optimization Methods)

تعداد واحد نظری : ۳	تعداد واحد عملی : - حل تمرین : -
نوع درس : اختیاری	پیشنیاز : -

هدف درس:

در این درس مفاهیم و روش‌های اساسی بهینه‌سازی معرفی می‌گردد. و دانش و بینش لازم را برای ورود به مباحث پیشرفته و حل مسائل مختلف بهینه‌سازی را فراهم می‌نماید. بدست آوردن امادگی برای کاربرد روش‌های مختلف بهینه‌سازی مقید با قیود خطی و غیر خطی در حل مسائل مختلف کاربردی یکی دیگر از اهداف این درس می‌باشد.

رئوس مطالب :

- معرفی انواع مختلف مسائل بهینه‌سازی
- مدل‌بندی مسائل واقعی به فرم مسائل بهینه‌سازی
- تعاریف مجموعه محدب و توابع محدب و خواص آنها
- مسائل بهینه‌سازی محدب، مسائل بهینه‌سازی خطی، مسائل بهینه‌سازی درجه دو
- مسائل بهینه‌سازی هندسی
- دوگانگی در مسائل بهینه‌سازی: تابع لاگرانژ، نقاط زینی، شرایط بهینگی، اختلال، تحلیل حساسیت
- تقریب و برازش: مسائل کمترین نرم، تقریب نرم
- برنامه ریزی صحیح و کاربرد آن در مدل‌بندی مسائل کاربردی
- روش‌های عددی و معرفی الگوریتم‌ها: روش‌های کاهش، روش نیوتن، روش نقطه درونی، روش ناحیه اعتماد، روش شاخه و کران
- معرفی مسائل بهینه‌سازی چند هدفه و روش‌های حل آنها
- مسائل بهینه‌سازی نیم نامتناهی

روش ارزیابی :

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
+	+	+	+





منابع اصلی :

- 1- S. S. Rao, "Engineering Optimization Theory and Practice", 5th Edition, John Wiley, 2019.
- 2- E.K. Chong, S. H. Zak, "An Introduction to Optimization", John Wiley, 2011.
- 3- Ravindran, K. M. Ragsdell, and G. V. Reklaitis, "Engineering Optimization", John Wiley, 2006.
- 4- S. Boyd, L. Vandenberghe, "Convex Optimization", Cambridge University press, 2009.





مباحث ویژه در کنترل ۱

(Special Topics in Control I)

تعداد واحد نظری: ۳	تعداد واحد عملی: - حل تمرین: -
نوع درس: اختیاری	پیش نیاز: -

هدف درس:

با توجه به اهمیت و گستردگی رشته‌ی مهندسی برق - مخابرات، پیشرفت‌های روزافزون علمی و فنی در آن و تحولات گوناگون ناشی از آن، در صورت نیاز در این درس مباحث جدید ارائه خواهد شد.

رئوس مطالب:

با توجه به هدف مطرح شده برای این درس، مدرس مربوطه، رئوس مطالب را آماده کرده و با در نظر گرفتن زمان‌بندی دقیق، مراجع مورد استفاده و تکالیف در نظر گرفته برای درس، برنامه‌ی خود را به گروه ارائه می‌کند. در برنامه‌ی پیشنهادی موارد زیر بایستی لحاظ شود:

- مقدمه‌ای بر موضوع انتخاب شده و هدف از ارائه‌ی آن
- مرور مطالب اساسی مطرح شده
- نتایج و توان‌مندی‌های حاصل از گذراندن این درس
- تحلیل دقیق و یا شهودی مطالب در نظر گرفته شده
- در صورت لزوم شبیه‌سازی و مشاهده‌ی نتایج حاصل در محیط‌های نرم‌افزاری مناسب

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
+	+	+	+

بازدید: -





مباحث ویژه در کنترل ۲

(Special Topics in Control II)

تعداد واحد نظری: ۳	تعداد واحد عملی: - حل تمرین: -
نوع درس: اختیاری	پیش نیاز: -

هدف درس:

با توجه به اهمیت و گستردگی رشته‌ی مهندسی برق-کنترل، پیشرفت‌های روزافزون علمی و فنی در آن و تحولات گوناگون ناشی از آن، در صورت نیاز در این درس مباحث جدید ارائه خواهد شد.

رئوس مطالب:

با توجه به هدف مطرح شده برای این درس، مدرس مربوطه، رئوس مطالب را آماده کرده و با در نظر گرفتن زمان‌بندی دقیق، مراجع مورد استفاده و تکالیف در نظر گرفته برای درس، برنامه‌ی خود را به گروه ارائه می‌کند. در برنامه‌ی پیشنهادی موارد زیر بایستی لحاظ شود:

- مقدمه‌ای بر موضوع انتخاب شده و هدف از ارائه‌ی آن
- مرور مطالب اساسی مطرح شده
- نتایج و توان‌مندی‌های حاصل از گذراندن این درس
- تحلیل دقیق و یا شهودی مطالب در نظر گرفته شده
- در صورت لزوم شبیه‌سازی و مشاهده‌ی نتایج حاصل در محیط‌های نرم‌افزاری مناسب

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
+	+	+	+

بازدید: -





پیوست





علت بازنگری برنامه درسی:

مطابق با برنامه درسی مصوب بهار ۱۳۹۳، برخی دروس تحت عنوان مباحث ویژه ارائه می‌شد که در این برنامه در جداول اختیاری آمده است. دروس جدیدی که مطابق با توسعه های فناوری و نیازهای تحقیقاتی بروز است، اضافه شدند. دروس مدل سازی و شبیه سازی، برنامه ریزی خطی و غیر خطی، ریاضی مهندسی پیشرفته و جبر خطی پیشرفته از لیست دروس اختیاری حذف شدند.





جدول تطبیقی دروس اختیاری

توضیحات	استاد بازنگري کننده درس	دروس جديد		دروس قديم	
		تعداد واحد		تعداد واحد	
		نظري	عملي	نظري	عملي
به روز رسانی مراجع و محتوی	محمد عطایی	۳		۳	
اصلاح سرفصل، به روز شدن مراجع	حمید رضا کوفی گر	۳		۳	
بروز کردن محتوا و مراجع	مهدی ادريسي	۳		۳	
اصلاح سرفصل، به روز شدن مراجع	محسن اکرامیان	۳		۳	
بروز رسانی مراجع و محتوا	محمد صابر علی	۳		۳	
بروز رسانی مراجع و سرفصل	مهدی ادريسي	۳		۳	
بروز رسانی مراجع و سرفصل	مهدی ادريسي	۳		۳	
بروز رسانی مراجع و سرفصل	مهدی ادريسي	۳		۳	
بروز رسانی مراجع و سرفصل	پیمان معلم	۳		۳	
بروز رسانی مراجع و سرفصل	مهدی ادريسي	۳		۳	
افزافه شدن درس	محمد مطهری فرد	۳			
افزافه شدن درس	محمد مطهری فرد	۳			
افزافه شدن درس	نگین صیاف	۳			





مدل سازی سیستم های زیستی	۳	مدل سازی سیستم های زیستی	۳	مهدی ادیسی	بروز رسانی مراجع و سرفصل
سیستم های کنترل تطبیقی	۳	کنترل تطبیقی	۳	حمید رضا کوفیگر محمد عطایی	بروز رسانی مراجع و سرفصل
کنترل غیر خطی پیشرفته	۳	کنترل غیر خطی پیشرفته	۳	محمد عطایی محسن اکرامیان	بروز رسانی مراجع و سرفصل
کنترل مقاوم	۳	کنترل مقاوم	۳	حمید رضا کوفیگر	بروز رسانی مراجع و سرفصل
دستگاه های دینامیکی	۳	دستگاه های دینامیکی	۳	مهدی ادیسی	بروز کردن مراجع
روش های بهینه سازی پیشرفته	۳	روش های بهینه سازی پیشرفته	۳	دکتر نوبختیتان	بروز رسانی مراجع و سرفصل
کنترل دیجیتال	۳				حذف درس
جبر خطی پیشرفته	۳				حذف درس
ریاضی مهندسی پیشرفته	۳				حذف درس
برنامه ریزی خطی و غیر خطی	۳				حذف درس
مدل سازی و شبیه سازی	۳				حذف درس