بسم الله الرحمن الرحیم

جمهوری اسلامی ایران
وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

دانشگاه اصفهان

مشخصات کلی، برنامه و سرفصل دروس
کارشناسی ارشد مهندسی هوافضا گرایش دینامیک پرواز و کنترل

دانشکده فنی و مهندسی گروه مهندسی مکانیک

مصوب یکصد و نهمین جلسه شورای دانشگاه
۱۳۹۹/۹/۲۳

فهرست

عنوان **صفحه**

فصل اول: مشخصات کلی برنامه درسی ٦

۱- مقدمه ۷

۲- تعریف و هدف ۷

۳- ضرورت و اهمیت ۷

۴- نقش، توانایی و شایستگی دانش آموختگان ۷

۵- رشته و گرایش‌های تحصیلات تکمیلی مهندسی هوافضا ۸

۶- تعداد و نوع واحدهای درسی کارشناسی ارشد مهندسی هوافضا گرایش دینامیک پرواز و کنترل ۸

۶-۱- جداول دروس اصلی مشترک ۸

۶-۲- دروس تخصصی ۸

۶-۳- دروس اختیاری ۸

۶-۴- دروس جبرانی ۸

فصل دوم: جدول عناوین و مشخصات دروس ۹

جدول ۱: واحدهای درسی کارشناسی ارشد مهندسی هوافضا گرایش دینامیک پرواز و کنترل ۱۰

جدول ۲: دروس اصلی مشترک ۱۰

جدول ۳: دروس تخصصی ۱۰

جدول ۴: دروس اختیاری ۱۱

جدول ۵: دروس جبرانی ۱۲

فصل سوم: هدف و سرفصل دروس ۱۳

دروس اصلی مشترک

ریاضیات پیشرفته ۱ ..... ۱۴

دروس تخصصی

دینامیک پرواز پیشرفته ۱۶

هدایت و ناوبری ۱ ..... ۱۸

کنترل بهینه ۲۰

کنترل پیشرفته ۱ ..... ۲۲
طراحی سیستمی وسایل پرنده بی‌سرنشین ۲۴
مدل‌سازی دینامیکی وسایل پرنده هوافضایی ۲۶

دروس اختیاری

شبیه‌سازی پرواز ۲۸
هدایت و ناوبری ۲ ..... ۲۹
کنترل تطبیقی ۳۱
کنترل چند متغیره ۳۳
دینامیک پرواز موشک ۳۵
دینامیک و کنترل فضاپیماها ۳۷
اندازه‌گیری و ابزار دقیق پیشرفته ۳۹
اویونیک پیشرفته ۴۱
کنترل مقاوم ۴۳
کنترل فازی ۴۵
شبکه‌های عصبی ۴۷
کنترل غیرخطی ۴۹
دینامیک پرواز بالگردها ۵۱
شناسایی سیستم و تخمین پارامترهای پرواز ۵۳
آزمایش‌های پرواز ۵۵
دینامیک پیشرفته ۵۷
مباحث ویژه در دینامیک پرواز و کنترل ۵۹
مباحث ویژه در طراحی وسایل پرنده ۶۰
طراحی سیستم‌های کنترلی هوافضایی ۶۱
سیستم‌های کنترل دیجیتال ۶۳
روش‌های بهینه‌سازی پیشرفته ۶۵
فرآیندهای اتفاقی ۶۷

ریاضیات پیشرفته ۲ ..... ۶۹
کنترل صنعتی ۷۱
مکاترونیک ۱ ..... ۷۳
هوش مصنوعی و سیستم‌های خبره ۷۵
ارتعاشات پیشرفته ۷۷
رباتیک پیشرفته ۷۹
سیستم‌های میکروالکترومکانیکی ۸۱
کنترل پیش‌بین ۸۳
کنترل غیرخطی پیشرفته ۸۵
مبانی سیستم‌های هوشمند در مدل‌سازی و کنترل ۸۷
طراحی بهینه چند موضوعی ۹۰
طراحی پیشرفته وسایل پرنده هوافضایی ۹۲
طراحی سیستمی موشک‌های تاکتیکی ۹۴
سیستم‌های دینامیکی ۹۶
کنترل پیشرفته ۲ ..... ۹۸
کنترل در رباتیک ۱۰۰
شناسایی سیستم ۱۰۲
کنترل صنعتی ۱۰۴
مبانی سیستم‌های هوشمند در مدل‌سازی و کنترل ۱۰۶
سمینار ۱ ..... ۱۰۹
سمینار ۲ ..... ۱۱۱

پیوست: جدول‌های تطبیقی دروس ۱۱۲

۱- علت بازنگری ۱۱۳
۲- جدول تطبیقی دروس اصلی مشترک ۱۱۴
۳- جدول تطبیقی دروس تخصصی ۱۱۵
۴- جدول تطبیقی دروس اختیاری ۱۱۶

فصل اول

مشخصات کلی برنامه درسی

۱- مقدمه

مهندسی هوافضا مجموعه‌ای از علوم و توانایی‌های علمی در زمینه تحلیل، طراحی و ساخت وسایل پرنده نظیر هواپیماها، هلیکوپترها، گلایدرها، و ماهواره‌هاست. این رشته یکی از رشته‌های راهبردی (استراتژیک) و موردتوجه در دنیا و نشانه توسعه و پیشرفت کشورهاست و ازآنجاکه در هر دو عرصه نظامی و علمی موردتوجه قرار دارد، بودجه‌های کلانی صرف توسعه آن می‌شود. ازاین‌رو از جایگاه ممتاز و رو به رشد در میان رشته‌های مهندسی برخوردار است. هوافضا یکی از پیشروترین زمینه‌های پژوهشی است که زمینه‌های پیشرفت و جهش در دیگر رشته‌های دانش و مهندسی را فراهم ساخته است. موضوعاتی از قبیل طراحی و ساخت هلیکوپتر، هواپیمای بدون سرنشین، بدون موتور، عمودپرواز و یا جنگنده ازیک‌طرف و ساخت پایگاه‌های فضایی، مسافرت به کرات دیگر از طرف دیگر، جامعیت و حساسیت این رشته را بیش‌ازپیش روشن می‌سازد. به‌طورکلی مهندسی هوافضا علمی است که در آن از همه علوم ازجمله مکانیک، متالوژی، کامپیوتر و برق استفاده می‌شود.

۲- تعریف و هدف

مهندسی هوافضا یکی از رشته‌های مهندسی پیشرو در دانشگاه‌های معتبر جهان و در کشورهای صاحب فناوری می‌باشد. بسیاری از تکنولوژی‌های تجاری موجود در ابتدای امر در صنعت هوافضا مورداستفاده قرارگرفته و پس‌ازآن وارد حوزه تجاری شده است. پیشرفت همه‌جانبه کشور و توسعه پایدار آن بدون گام نهادن در عرصه فناوری هوافضا میسر نخواهد بود.

۳- ضرورت و اهمیت

هدف از ارائه رشته دانشگاهی مهندسی هوافضا، تربیت کارشناسانی است که نیروی انسانی موردنیاز برای طراحی، پژوهش و ساخت در صنایع گوناگون هوافضایی را فراهم سازند. گرایش دینامیک پرواز و کنترل مجموعه‌ای از علوم و توانایی‌های علمی و عملی در زمینه تحلیل، طراحی و ساخت وسایل پرنده نظیر هواپیما، چرخبال، گلایدر، موشک و ماهواره است؛ که تحلیل نحوه حرکت یک وسیله در هوا یا فضا و ارائه طرح‌هایی به‌منظور بهینه‌سازی این حرکت وظیفه گرایش دینامیک پرواز و کنترل است. ناوبری، هدایت و کنترل اجسام پرنده در محیط هوا و در فضای اطراف زمین و بین سیاره‌ای ازجمله توانایی‌های فارغ‌التحصیلان این گرایش از مهندسی هوافضا می‌باشد.

٤- نقش، توانایی و شایستگی دانش آموختگان

از فارغ‌التحصیلان دوره کارشناسی ارشد مهندسی هوافضا انتظار می‌رود در طرح‌های هوافضایی مهم کشور نقش بسیار مؤثر داشته و ضمن اشراف بر کلیه روش‌های علمی طرح و اجرای پروژه‌ها، بتواند بهترین گزینه موجود طراحی و اجرا را انتخاب و پروژه‌های هوافضایی را در بهترین کیفیت طراحی و اجرا نماید.

۵- رشته و گرایش‌های تحصیلات تکمیلی مهندسی هوافضا

دوره کارشناسی ارشد مهندسی هوافضا متشکل از گرایش‌های دینامیک پرواز و کنترل، آئرودینامیک، جلوبرندگی، سازه‌های هوایی و مهندسی فضایی می‌باشد. در حال حاضر تنها گرایش دینامیک پرواز و کنترل ارائه می‌گردد. جمع واحدهای دوره کارشناسی ارشد در هر دو شیوه آموزشی – پژوهشی و آموزش محور ۳۲ واحد است.

٦- تعداد و نوع واحدهای درسی کارشناسی ارشد مهندسی هوافضا گرایش دینامیک پرواز و کنترل

دروس و تعداد واحدهای دوره کارشناسی ارشد مهندسی هوافضا گرایش دینامیک پرواز و کنترل به شرح جدول ۱ می‌باشد. در این گرایش امکان پذیرش دانشجو به‌صورت آموزش محور وجود ندارد.

٦-١- جداول دروس اصلی مشترک

اخذ درس مندرج در جدول ۲ در این شاخه تخصصی برای دانشجویان کارشناسی ارشد الزامی می‌باشد.

٦-٢- دروس تخصصی

جدول ۳ دروس تخصصی گرایش دینامیک پرواز و کنترل به‌صورت آموزشی – پژوهشی را نشان می‌دهد.

٦-٣- دروس اختیاری

جدول ۴ دروس اختیاری را نشان می‌دهد. هر گرایش دارای ۹ واحد اختیاری است.

٦-٤- دروس جبرانی

با توجه به اینکه دانش‌آموختگان گرایش‌های مختلف مهندسی هم‌چنین سایر رشته‌ها مانند فیزیک نیز می‌توانند در دوره کارشناسی ارشد هوافضا ادامه تحصیل دهند، لذا تعدادی از دروس به‌عنوان دروس جبرانی از دوره کارشناسی هوافضا در نظر گرفته می‌شوند که علاوه بر واحدهای جدول ۱ باید با موفقیت گذرانده شود، ضمن اینکه واحدی به این دروس تعلق نمی‌گیرد. جدول ۵، لیست دروس جبرانی کارشناسی ارشد برای گرایش دینامیک پرواز و کنترل را نشان می‌دهد. این دروس جزو دروس کارشناسی مهندسی هوافضا می‌باشد و درصورتی‌که دانشجو تغییر گرایش یا تغییر رشته داشته باشد ممکن است ملزم به اخذ بعضی از آن‌ها باشد. دانشجو باید حداکثر ۲ درس از دروس جدول ۵ را با تشخیص شورای تحصیلات تکمیلی گروه و متناسب با پیش‌نیاز دروس مقطع کارشناسی ارشد بگذراند.

فصل دوم

جدول عناوین و مشخصات دروس

جدول ۱: واحدهای درسی کارشناسی ارشد مهندسی هوافضا گرایش دینامیک پرواز و کنترل

ردیف	نوع دروس	تعداد واحدها
۱	دروس جبرانی	-
۲	دروس اصلی مشترک	۳
۳	دروس تخصصی	۹
۴	دروس اختیاری	۱۲
۵	سمینار	۱
۶	سمینار	۱
۷	پایان‌نامه	۶
جمع		**۳۲**

جدول ۲: دروس اصلی مشترک

ردیف	نام درس	تعداد واحد		تعداد ساعات		پیش‌نیاز یا هم نیاز
		نظری	عملی	نظری	عملی	
۱	ریاضیات پیشرفته ۱	۳	–	۴۸	–	–
جمع کل		**۳**	**۰**	**٤٨**	**۰**	

❖ دانشجوی کارشناسی ارشد موظف است با تائید استاد راهنمای پایان‌نامه خود حداقل سه درس از شش عنوان درسی زیر را اخذ نماید.

جدول ۳: دروس تخصصی

ردیف	نام درس	تعداد واحد		تعداد ساعات		پیش‌نیاز یا هم نیاز
		نظری	عملی	نظری	عملی	
۲	دینامیک پرواز پیشرفته ۱	۳	–	۴۸	–	–
۳	هدایت و ناوبری ۱	۳	–	۴۸	–	–
۴	کنترل بهینه	۳	–	۴۸	–	–
۵	کنترل پیشرفته ۱	۳	–	۴۸	–	–
۶	طراحی سیستمی وسایل پرنده بی‌سرنشین	۳	–	۴۸	–	–
۷	مدل‌سازی دینامیکی وسایل پرنده هوافضایی	۳	–	۴۸	–	–
جمع کل		**۱۸**	**۰**	**۲۸۸**	**۰**	

❖ دانشجوی کارشناسی ارشد موظف است با تائید استاد راهنمای پایان‌نامه واحدهای باقیمانده خود را از دروس جدول ۳ یا جدول ۴ اخذ نموده و با موفقیت بگذراند.

جدول ٤: دروس اختیاری

ردیف	نام درس	تعداد واحد		تعداد ساعات		پیش‌نیاز یا هم نیاز
		نظری	عملی	نظری	عملی	
۸	شبیه‌سازی پرواز	۳	–	۴۸	–	–
۹	هدایت و ناوبری ۲	۳	–	۴۸	–	–
۱۰	کنترل تطبیقی	۳	–	۴۸	–	–
۱۱	کنترل چند متغیره	۳	–	۴۸	–	–
۱۲	دینامیک پرواز موشک	۳	–	۴۸	–	–
۱۳	دینامیک و کنترل فضاپیماها	۳	–	۴۸	–	–
۱۴	اندازه‌گیری و ابزار دقیق پیشرفته	۳	–	۴۸	–	–
۱۵	اویونیک پیشرفته	۳	–	۴۸	–	–
۱۶	کنترل مقاوم	۳	–	۴۸	–	–
۱۷	کنترل فازی	۳	–	۴۸	–	–
۱۸	شبکه‌های عصبی	۳	–	۴۸	–	–
۱۹	کنترل غیرخطی	۳	–	۴۸	–	–
۲۰	دینامیک پرواز بالگردها	۳	–	۴۸	–	–
۲۱	شناسایی سیستم و تخمین پارامترهای پرواز	۳	–	۴۸	–	–
۲۲	آزمایش‌های پرواز	۳	–	۴۸	–	–
۲۳	دینامیک پیشرفته	۳	–	۴۸	–	–
۲۴	مباحث ویژه در دینامیک پرواز و کنترل	۳	–	۴۸	–	–
۲۵	مباحث ویژه در طراحی وسایل پرنده	۳	–	۴۸	–	–
۲۶	طراحی سیستم‌های کنترلی هوافضایی	۳	–	۴۸	–	–
۲۷	سیستم‌های کنترل دیجیتال	۳	–	۴۸	–	–
۲۸	روش‌های بهینه‌سازی پیشرفته	۳	–	۴۸	–	–
۲۹	فرآیندهای اتفاقی	۳	–	۴۸	–	–
۳۰	ریاضیات پیشرفته ۲	۳	–	۴۸	–	۱
۳۱	کنترل صنعتی	۳	–	۴۸	–	–
۳۲	مکاترونیک ۱	۳	–	۴۸	–	–
۳۳	هوش مصنوعی و سیستم‌های خبره	۳	–	۴۸	–	–
۳۴	ارتعاشات پیشرفته	۳	–	۴۸	–	–
۳۵	رباتیک پیشرفته	۳	–	۴۸	–	–
۳۶	سیستم‌های میکرو الکترومکانیکی	۳	–	۴۸	–	–
۳۷	کنترل پیش‌بین	۳	–	۴۸	–	–
۳۸	کنترل غیرخطی پیشرفته	۳	–	۴۸	–	۱۹

۳۹	مبانی سیستم‌های هوشمند در مدل‌سازی و کنترل	۳	–	۴۸	–	–
۴۰	طراحی بهینه چند موضوعی	۳	–	۴۸	–	–
۴۱	طراحی پیشرفته وسایل پرنده هوافضایی	۳	–	۴۸	–	–
۴۲	طراحی سیستمی موشک‌های تاکتیکی	۳	–	۴۸	–	–
۴۳	سیستم‌های دینامیکی	۳	–	۴۸	–	–
۴۴	کنترل پیشرفته ۲	۳	–	۴۸	–	–
۴۵	کنترل در رباتیک	۳	–	۴۸	–	–
۴۶	شناسایی سیستم	۳	–	۴۸	–	–
۴۷	کنترل صنعتی	۳	–	۴۸	–	–
۴۸	مبانی سیستم‌های هوشمند در مدل‌سازی و کنترل	۳	–	۴۸	–	–
جمع کل		**۱۲۳**	**۰**	**۱۹۶۸**	**۰**	

تبصره ۱: از نیمسال دوم به بعد تحصیلی هر دانشجو می‌تواند در راستای موضوع سمینار و پایان‌نامه تحصیلی خود و با تائید استاد پایان‌نامه خود و شورای گروه حداکثر یک درس از سایر گرایش‌های کارشناسی ارشد را اخذ نماید.

تبصره ۲: دانشجویان کارشناسی ارشد هوافضا گرایش دینامیک پرواز و کنترل مجاز به انتخاب فقط یکی از دروس هوش مصنوعی و سیستم‌های خبره و مبانی سیستم‌های هوشمند در مدل‌سازی و کنترل به‌عنوان درس اختیاری هستند.

جدول ۵: دروس جبرانی

ردیف	نام درس	تعداد واحد		تعداد ساعات		پیش‌نیاز یا هم نیاز
		نظری	عملی	نظری	عملی	
۱	کنترل خطی	۳	–	۴۸	–	–
۲	مکانیک پرواز ۲	۳	–	۴۸	–	–
۳	دینامیک	۴	–	۶۴	–	–
جمع کل		**۱۰**	**۰**	**۱۶۰**	**۰**	

فصل سوم

ویژگی‌های هریک از دروس (هدف و سرفصل دروس)

ریاضیات پیشرفته ۱

(Advanced Mathematics I)

چهارچوب سرفصل درس

تعداد واحد نظری: ۳	**تعداد واحد عملی:** – **حل تمرین:** ندارد
نوع درس: اصلی مشترک	**پیش‌نیاز:** ندارد

هدف درس:

هدف از این درس فراگیری جبر خطی، حل دستگاه معادلات خطی و هم‌چنین ریاضیات موردنیاز در مهندسی هوافضا و همچنین آموزش حساب تغییرات و حساب احتمالات می‌باشد.

رئوس مطالب:

۱- دستگاه معادلات جبری خطی، روش حذفی گاوس و گاوس – جردن، فرم کاهش‌یافته سطری پلکانی، جایگشت، ماتریس‌های هرمیتی، هرمیتی کج، قطری کردن ماتریس‌های بلوکی.

۲- میدان، فضای برداری، فضای ضرب داخلی، فضای اقلیدسی، روش متعامد سازی گرام – اشمیت، معکوس تعمیم‌یافته ضعیف، معکوس تعمیم‌یافته مور – پنروز.

۳- بردارهای ویژه، مقادیر ویژه، فرم مربعی، کسرهای رایلی، قضیه کیلی – هامیلتون، محاسبه چندجمله‌ای‌های ماتریسی، چندجمله‌ای مینیمال.

۴- تبدیل‌های خطی، اپراتورهای خطی، فضای ضرب داخلی مختلط، تابعک‌ها، فضاهای ویژه تعمیم‌یافته، فرم جردن ماتریس‌ها و تبدیل‌های خطی.

۵- حساب تغییرات، انواع مسائل حساب تغییرات با شرایط مرزی متغیر مقید شده به قید انتگرالی و دیفرانسیلی، شرایط لازم بهینه شدن، معادله اویلر – لاگرانژ و تغییرات اول تابعی، شرایط کافی بهینه شدن.

۶- حساب احتمالات، پارامترهای اتفاقی، فرایندهای اتفاقی، تعریف میانگین، واریانس، کواریانس، پروسه‌های اتفاقی، توابع چگالی، نویز سفید و رنگی، آنالیز آماری سیستم‌های خطی.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
دارد	دارد	دارد	ندارد

بازدید: ندارد

منابع اصلی:

1. C. D. Meyer, *Matrix Analysis and Applied Linear Algebra*, 3rd Edition, Society for Industrial & Applied Mathematics, 2010.
2. F. B. Hildebrand, *Methods of Applied Mathematics*, 2nd Edition, Prentice-Hall, 1965.
3. C. R. Wylie, and L. C. Barrett, *Advanced Engineering Mathematics*, 6th Edition, McGraw-Hill, 1995.
4. D. G. Zill, W. S. Wright, and M. R. Cullen, *Advanced Engineering Mathematics*, 4th Edition, Jones and Bartlett Publishers, 2011.
5. G. E. Shilov, *Linear Algebra*, Dover Publications Inc., 1977.
6. R. L. Street, *The Analysis and Solution of Partial Differential Equations*, Brooks/Cole Pub. Co., 1973.
7. K. M. Hoffman, and R. Kunze, *Linear Algebra*, 2nd Edition, Prentice-Hall, 1971.
8. D. E. Kirk, *Optimal Control Theory: an Introduction*, Dover Publications Inc., 1998.
9. A. Papoulis, and S. U. Pillai, *Probability, Random Variables and Stochastic Processes*, 4th Edition, Tata McGraw-Hill Education, 2002.
10. H. Pishro-Nik, *Student's Solutions Guide for Introduction to Probability, Statistics, and Random Processes*, Kappa Research LLC, 2016.
11. M. Fisz, and R. Bartoszyński, *Probability Theory and Mathematical Statistics*, John Wiley & Sons, 2018.
12. S. Ross, *A First Course in Probability*, 9th Edition, Pearson Education, 2014.

دینامیک پرواز پیشرفته

(Advanced Flight Dynamics)

چهارچوب سرفصل درس

تعداد واحد نظری: ۳	**تعداد واحد عملی:** - **حل تمرین:** ندارد
نوع درس: تخصصی	**پیش‌نیاز:** دینامیک پرواز ۲

هدف درس:

هدف این درس آموزش موضوعات پیشرفته موجود در حوزه دینامیک پرواز و کنترل سیستم‌های پرنده هوافضایی آموزش است.

رئوس مطالب:

بخش اول: دینامیک پرواز انواع مدل هواپیما با درجات آزادی مختلف

۱- مدل جرم متمرکز با ۲ درجه آزادی و ۳ درجه آزادی.

۲- روش‌های خطی سازی مختلف.

۳- مدل ۶ درجه آزادی در دستگاه بدنی و دستگاه سرعت.

۴- تأثیر باد ثابت و توربولانس در معادلات حرکت.

۵- مدل الاستیک هواپیما .

۶- مباحث پیشرفته کوپلینگ اینرسی در رفتار هواپیما.

بخش دوم: کنترل پرواز

۷- طراحی یک نمونه کنترلر کلاسیک (ازجمله حلقه های اتوپایلوت کلاسیک).

۸- طراحی یک نمونه کنترلر غیر کلاسیک (ازجمله lqr برای کنترل مسیر یک راکت).

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
دارد	دارد	دارد	دارد

بازدید: ندارد

منابع اصلی:

1. J. Roskam, *Airplane Flight Dynamics and Automatic Flight Control: Part II*, DARcorporation, 1998.
2. D. McLean, *Automatic Flight Control System*, Prentice-Hall, 1990.
3. B. N. Pamadi, *Performance, Stability, Dynamics, and Control of Airplanes*, 2nd Edition, AIAA Education, 2004.
4. R. F. Stengel, *Flight Dynamics*, Princeton University Press, 2015.
5. D. K. Schmidt, *Modern Flight Dynamics*, 1st Edition, McGraw-Hill Education, 2012.
6. N. K. Sinha, and N. Ananthkrishnan, *Advanced Flight Dynamics with Elements of Flight Control*, CRC Press, 2017.
7. W. Durham, *Aircraft Flight Dynamics and Control*, John Wiley & Sons, 2013.

هدایت و ناوبری ۱

(Guidance and Navigation I)

چهارچوب سرفصل درس

تعداد واحد نظری: ۳	**تعداد واحد عملی:** – **حل تمرین:** ندارد
نوع درس: تخصصی	**پیش‌نیاز:** ندارد

هدف درس:

هدف از این درس معرفی اطلاعات و مهارت‌های ضروری موردنیاز برای تحلیل و طراحی انواع سیستم‌های هدایت و ناوبری می‌باشد.

رئوس مطالب:

۱- مقدمه: تعاریف و مفاهیم هدایت و ناوبری.

۲- اویونیک: معرفی انواع نمایشگرها، حس‌گرها و تجهیزات ناوبری و اتوماسیون پرواز.

۳- ناوبری: انواع روش‌های ناوبری (اینرسی، رادیویی و غیره)، اصول ناوبری اینرسی، انواع دستگاه‌های مختصات و ماتریس‌های انتقال، معادلات ناوبری، ناوبری میز پایدار و متصل به بدنه، تأثیر زمین بیضوی، حس‌گرهای اینرسی.

۴- هدایت: تعاریف و مفاهیم، انواع سیستم‌های هدایت، مسیرهای هدایت، انواع حس‌گرهای سیستم هدایت، استخراج قوانین هدایت دونقطه‌ای، استخراج قوانین هدایت سه‌نقطه‌ای.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
دارد	دارد	دارد	دارد

بازدید: ندارد

منابع اصلی:

1. P. Zarchan, *Tactical and Strategic Missile Guidance*, 4th Edition, AIAA Education Series, 2002.
2. G. M. Siouris, *Missile Guidance and Control Systems*, Springer-Verlag, 2004.
3. D. H. Titterton, and J. L. Weston, *Strapdown Inertial Navigation Technology*, 2nd Edition, AIAA Education Series, 2004.
4. R. M. Rogers, *Applied Mathematics in Integrated Navigation Systems*, 2nd Edition, AIAA Education Series, 2003.
5. R. Yanushevsky, *Modern Missile Guidance*, CRC Press, 2018.

کنترل بهینه

(Optimal Control)

چهارچوب سرفصل درس

تعداد واحد نظری: ۳	**تعداد واحد عملی:** – **حل تمرین:** ندارد
نوع درس: تخصصی	**پیش‌نیاز:** ندارد

هدف درس:

هدف از این درس، آموزش مباحث کنترل بهینه، حساب تغییرات و برنامه‌ریزی پویا و حل مسائل هوافضایی با شرایط مرزی مختلف در حضور قیود عملگر و سیستم می‌باشد.

رئوس مطالب:

۱- مقدمه‌ای بر تئوری کنترل بهینه و تعریف فضای حالت.

۲- فرم استاندارد مسئله کنترل بهینه شامل مدل ریاضی، محدودیت‌ها، شرایط مرزی، تابع معیار و تعریف مسائل مختلف بهینه‌سازی بر اساس نوع تابع معیار.

۳- تعریف اصل بهینگی بلمان، حل مسئله با روش کوانتیزه کردن بازه تغییرات متغیرهای حالت و کنترل.

۴- حل مسائل کنترل بهینه گسسته با استفاده از روش برنامه‌ریزی پویا مبتنی بر اصل بهینگی بلمان، سیستم‌های خطی و غیرخطی، حل مثال.

۵- استفاده از روش برنامه‌ریزی پویا در حل مسائل کنترل بهینه سیستم‌های پیوسته، تعریف تابع هامیلتونین، تعریف و نحوه حل معادله هامیلتون ژاکوبی بلمان، رگلاتورهای خطی مربعی (LQR).

۶- مسئله بهینه‌سازی پارامترها در حالت بدون محدودیت و در حالت با محدودیت مساوی، حل مسئله حداقل زمان اوج‌گیری هواپیمای جت.

۷- بهینه‌سازی پارامتر با محدودیت‌های مساوی و نامساوی، روش حل عددی مسائل بهینه‌سازی پارامترها (روش کان تاکر و Steepest Descent).

۸- مسئله بهینه‌سازی سیستم‌های دینامیکی به‌صورت تک‌مرحله‌ای و چندمرحله‌ای.

۹- استفاده از روش حساب تغییرات در حل مسائل کنترل بهینه در سیستم‌های پیوسته.

۱۰-تدوین شکل کلی مسئله کنترل بهینه شامل معادلات، قیود، شرایط مرزی و تابع معیار به فرم استاندارد – تابع هامیلتونین، معادلات حالت و شبه حالت.

۱۱-بررسی حالت‌های مختلف شرایط مرزی به‌صورت زمان نهایی آزاد و ثابت.

۱۲-اصل مینیمم پونتریاگین و استفاده از آن در حل مسائل با قید کنترلی.

۱۳-حل مسئله حداقل زمان و تعیین ویژگی‌های آن.

۱۴-حل مسئله حداقل تلاش کنترلی به دو صورت حداقل سوخت و حداقل انرژی مقایسه آن‌ها و ارائه ویژگی‌ها.
۱۵-حل مسائل کنترل بهینه با بازه‌های منفرد.
۱۶-مقدمه‌ای بر روش‌های عددی در حل مسائل کنترل بهینه.
۱۷-کنترل بهینه LQR، تنظیم‌کننده مربعی خطی، انتخاب ماتریس‌های وزنی، حل مسائل LQR با تعریف معادله دیفرانسیل ریکاتی، معرفی معادله جبری ریکاتی و روش LQG، کنترل بهینه در حضور نویز خارجی.
۱۸-تخمین بهینه حالت‌ها و فیلتر کالمن، معرفی معیار تخمین بهینه، معرفی فیلتر کالمن، شرایط اعمال‌شده روی نویز خارجی برای طراحی فیلتر.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
دارد	دارد	دارد	دارد

بازدید: ندارد

منابع اصلی:

1. D. E. Kirk, *Optimal Control Theory: An Introduction*, Dover Publications Inc., 2004.
2. D. O. Anderson, and J. B. Moore, *Optimal Control: Linear Quadratic Methods*, Dover Publications Inc., 2007.
3. L. Fortuna, and M. Frasca, *Optimal and Robust Control: Advanced Topics with MATLAB*, CRC Press, 2012.
4. J. A. Snyman, *Practical Mathematical Optimization*, Springer Science & Business Media, 2005.
5. E. Bryson, and J. Y. Ho, *Applied Optimal Control: Optimization, Estimation, and Control*, CRC Press, 1975.
6. K. Zhou, J. C. Doyle, and K. Glover, *Robust and Optimal Control*, Prentice-Hall, 1996.
7. M. Attans, and P. L. Falb, *Optimal Control: An Introduction to the Theory and Its Applications*, Dover Publications Inc., 2006.
8. X. Li, and J. Yong, *Optimal Control Theory for Infinite Dimensional Systems*, Springer Science & Business Media, 2012.
9. R. Vinter, *Optimal Control*, Springer Science & Business Media, 2010.
10. J. Gregory, *Constrained Optimization in the Calculus of Variations and Optimal Control Theory*, Chapman and Hall/CRC, 2018.

کنترل پیشرفته ۱

(Advanced Control I)

چهارچوب سرفصل درس

تعداد واحد نظری: ۳	**تعداد واحد عملی:** – **حل تمرین:** ندارد
نوع درس: تخصصی	**پیش‌نیاز:** ندارد

هدف درس:

هدف از این درس فراگیری مشخصات سیستم‌های پیشرفته در فضای حالت و طراحی کنترلر و مشاهده‌گر برای سیستم‌های مذکور است.

رئوس مطالب:

۱- مروری بر کنترل کلاسیک، سیستم‌های خطی با ضرایب وابسته و غیر وابسته به زمان، تبدیل لاپلاس، سری فوریه، تعریف یک سیستم و به دست آوردن معادلات دیفرانسیل و تابع تبدیل آن، بررسی پایداری سیستم‌ها.

۲- عکس‌العمل سیستم به یک ورودی و بررسی پاسخ سیستم در حالت گذرا و دائم.

۳- مقایسه کنترل کلاسیک با کنترل مدرن و مشخص کردن امتیازات کنترل مدرن، آشنایی با مفاهیم جبر خطی، تبدیل‌های همانندی و استفاده از آن‌ها در تحلیل سیستمی.

۴- بررسی کنترل سیستم‌ها در فضای حالت، تعریف حالت، متغیرهای حالت، فضای حالت، حل معادلات حالت، دستگاه‌های دینامیکی معادل.

۵- بررسی سیستم‌های چند ورودی و چند خروجی، معرفی سیستم چند ورودی و چند خروجی و دیاگرام جعبه‌ای کلی آن، به دست آوردن تابع تبدیل کلی، ارائه معادلات دیفرانسیل سیستم.

۶- تعریف کنترل‌پذیری و تست‌های کنترل‌پذیری، تجزیه سیستم‌های کنترل ناپذیر، تعریف رؤیت پذیری و تست‌های رؤیت پذیری، تجزیه سیستم‌های رؤیت ناپذیر، کنترل‌پذیری و رؤیت پذیری سیستم‌های به‌هم‌پیوسته موازی، سری و اتصال فیدبکی.

۷- تحقق‌پذیری و تئوری‌های تحقق.

۸- تعریف پایداری و روش‌های تحلیل پایداری.

۹- طراحی فیدبک حالت خطی، طراحی رؤیت گرهای خطی، طراحی سیستم‌های فیدبک حالت همراه با رؤیت گر.

۱۰-سیستم‌های کنترل بهینه و معرفی فیلتر کالمن.

۱۱-سیستم‌های خطی متغیر با زمان.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
دارد	دارد	دارد	دارد

بازدید: ندارد

منابع اصلی:

۱. ع. خاکی صدیق، *اصول کنترل مدرن*، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۹۲.
۲. ح. تقی راد، *مقدمه‌ای بر کنترل مدرن*، انتشارات دانشگاه صنعتی خواجه‌نصیرالدین طوسی، ۱۳۹۱.
3. K. Ogata, *Modern Control Engineering*, 5th Edition, Prentice-Hall, 2009.
4. C. H. Houpis, and S. N. Sheldon, *Linear Control System Analysis and Design with Matlab*, 6th Edition, CRC Press, 2013.
5. F. Golnaraghi, and B. C. Kuo, *Automatic Control Systems*, 9th Edition, John Wiley & Sons, 2010.
6. C. T. Chen, *Linear System Theory and Design*, 3rd Edition, Oxford University Press, 1999.
7. L. B. William, *Modern control theory*, Pearson Education India, 1991.

طراحی سیستمی وسایل پرنده بی‌سرنشین

(Unmanned Aircraft Design)

چهارچوب سرفصل درس

تعداد واحد نظری: ۳	**تعداد واحد عملی:** – **حل تمرین:** ندارد
نوع درس: تخصصی	**پیش‌نیاز:** ندارد

هدف درس:

در این درس مفاهیم کلیدی و رویه‌های متداول در طراحی وسایل پرنده بی‌سرنشین و فرآیند مهندسی سیستم آن مطرح خواهد شد. در این راستا طرح نمای فرآیند طراحی وسایل پرنده بی‌سرنشین، زیرسیستم‌ها، اصول جانمایی و نحوه یکپارچه‌سازی سامانه، ویژگی‌های منحصربه‌فرد وسایل پرنده بی‌سرنشین، پارامترهای آئرودینامیکی مؤثر در طراحی معماری و عملکرد، ملاحظات طراحی سامانه پیشرانش، سازه، هدایت و ناوبری، سیستم کنترل و سروومکانیسم‌ها و فرآیند طراحی مفهومی و نحوه ارضا و برقراری الزامات مأموریت با طراحی مطالبی ارائه خواهد شد.

رئوس مطالب:

۱- چرخه حیات و فرایند طراحی وسایل پرنده بی‌سرنشین.
۲- ساختار وسایل پرنده بی‌سرنشین.
۳- فرایند طراحی وسایل پرنده بی‌سرنشین.
۴- پیکربندی وسایل پرنده بی‌سرنشین.
۵- ملاحظات وزنی در طراحی وسایل پرنده بی‌سرنشین.
۶- محاسبات عملکردی وسایل پرنده بی‌سرنشین.
۷- ملاحظات نصب سامانه پیشرانش وسایل پرنده بی‌سرنشین.
۸- ملاحظات آئرودینامیکی در طراحی وسایل پرنده بی‌سرنشین.
۹- سایر ملاحظات طراحی وسایل پرنده بی‌سرنشین.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
دارد	دارد	دارد	دارد

بازدید: ندارد

منابع اصلی:

1. N. J. Cooke, L. J. Rowe, W. Bennett, and D. Q. Joralmon, *Remotely Piloted Aircraft Systems: a Human Systems Integration Perspective*, John Wiley & Sons, 2016.
2. A. R. Jha, *Theory, Design, and Applications of Unmanned Aerial Vehicles*. CRC Press, 2016.
3. D. M. Marshall, R. K. Barnhart, S. B. Hottman, E. Shappee, and M. T. Most, *Introduction to Unmanned Aircraft Systems*. CRC Press, 2016.
4. J. Gundlach, *Designing Unmanned Aircraft Systems: a Comprehensive Approach*, American Institute of Aeronautics and Astronautics, 2012.
5. R. Yanushevsky, *Guidance of Unmanned Aerial Vehicles*. CRC Press, 2011.
6. R. Austin, *Unmanned Aircraft Systems: UAVS Design, Development and Deployment*, John Wiley & Sons, 2011.

مدل‌سازی دینامیکی وسایل پرنده هوافضایی

(Dynamic Modeling of Aerospace Vehicles)

چهارچوب سرفصل درس

تعداد واحد نظری: ۳	**تعداد واحد عملی:** – **حل تمرین:** ندارد
نوع درس: تخصصی	**پیش‌نیاز:** ندارد

هدف درس:

هدف از این درس فراگیری مفاهیم تئوری ریاضیاتی برای مدل‌سازی کامپیوتری و شبیه‌سازی سیستم‌های هوافضایی است.

رئوس مطالب:

۱- آشنایی با موضوع: مهندسی مجازی، مدل‌سازی دینامیک پرواز، شبیه‌سازی وسایل نقلیه هوافضایی.
۲- مفاهیم ریاضی در مدل‌سازی: مکانیک کلاسیک، المان‌های تانسوری، مدل‌سازی هندسی.
۳- چارچوب‌ها و سیستم‌های مختصات.
۴- سینماتیک انتقال و چرخش: تانسور دوران، سینماتیک تغییر زمان، تعیین وضعیت.
۵- مفهوم دینامیک: مومنتم خطی، دینامیک نیوتنی، تبدیلات، پیاده‌سازی و شبیه‌سازی.
۶- دینامیک وضعیت: تانسور اینرسی، مومنتم زاویه‌ای، قانون اویلر، دینامیک ژایرو.
۷- معادلات آشفتگی: تکنیک‌های اختلال (آشفتگی)، معادلات مومنتم خطی و زاویه‌ای، نیروها و گشتاورهای آئرودینامیکی، معادلات اختلال در پرواز ثابت، معادلات پرواز ناپایدار.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
دارد	دارد	دارد	دارد

بازدید: ندارد

منابع اصلی:

1. P. H. Zipfel, *Modeling and Simulation of Aerospace Vehicle Dynamics*, American Institute of Aeronautics and Astronautics. Inc., 2000.
2. D. K. Schmidt, *Modern Flight Dynamics*, 1st Edition, McGraw-Hill, 2012.
3. B. L. Stevens, F. L. Lewis, and E. N. Johnson, *Aircraft Control and Simulation: Dynamics, Controls Design, and Autonomous Systems*, John Wiley & Sons, 2015.
4. M. Kozek, and A. Schirrer, *Modeling and Control for a Blended Wing Body Aircraft*, Springer Science & Business Media, 2014.
5. W. Durham, K. A. Bordignon, and R. Beck, *Aircraft Control Allocation*, John Wiley & Sons, 2017.

شبیه‌سازی پرواز
(Flight Simulation)

چهارچوب سرفصل درس

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

هدف درس:

در این درس مفاهیم کلیدی و جزییات قسمت‌های مختلف شبیه‌سازی وسایل نقلیه هوافضایی شامل هواپیماهای نظامی و مسافربری و موشک‌ها بررسی می‌شود.

رئوس مطالب:

۱- شبیه‌سازی سه درجه آزادی: معادلات حرکت، مدل‌های زیرسیستم، شبیه‌سازی.
۲- شبیه‌سازی پنج درجه آزادی: معادلات حرکت پنج درجه آزادی، مدل‌های زیرسیستم.
۳- شبیه‌سازی شش درجه آزادی: معادلات حرکت شش درجه آزادی، مدل‌های زیرسیستم، تحلیل مونت‌کارلو.
۴- کاربردهای زمان حقیقی: شبیه‌سازی پرواز، سخت‌افزار در حلقه، بازی جنگی.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
دارد	دارد	دارد	دارد

بازدید: ندارد

منابع اصلی:

1. P. H. Zipfel, *Modeling and Simulation of Aerospace Vehicle Dynamics*, American Institute of Aeronautics and Astronautics, 2007.
2. D.K. Schmidt, *Modern Flight Dynamics*, 1st Edition, McGraw-Hill Education, 2011.
3. A. T. Lee, *Flight Simulation: Virtual Environments in Aviation*, Routledge, 2017.
4. J. Strickland, *Missile Flight Simulation*, Lulu, 2015.
5. R. Vepa, *Flight Dynamics, Simulation, and Control: For Rigid and Flexible Aircraft*, CRC Press, 2014.

هدایت و ناوبری ۲

(Guidance and Navigation II)

چهارچوب سرفصل درس

تعداد واحد نظری: ۳	**تعداد واحد عملی:** – **حل تمرین:** ندارد
نوع درس: اختیاری	**پیش‌نیاز:** ندارد

هدف درس:

هدف این درس بیان روش‌های نوین در هدایت و ناوبری وسایل پرنده هوافضایی است.

رئوس مطالب:

۱- ناوبری ماهواره‌ای و معادلات حاکم بر آن.
۲- تلفیق ناوبری اینرسی و ناوبری ماهواره‌ای، بیان معادلات تلفیق و اثرات ترکیب داده حسگرها.
۳- فیلتر کالمن و کاربرد آن در ناوبری تلفیقی.
۴- هدایت وسایل پرنده از نقاط راه روش جستجو در گراف، روش ورونویی، هموارسازی مسیر.
۵- هدایت پرواز گروهی.
۶- روش‌های نوین هدایت (هدایت ترکیبی با کنترل IGC).
۷- هدایت موشک بالستیک در فاز فعال.
۸- هدایت اجسام پرنده فضایی بازگشتی به اتمسفر.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
ندارد	دارد	دارد	دارد

بازدید: ندارد

منابع اصلی:

1. P. Zarchan, *Tactical and Strategic Missile Guidance*, 4th Edition, AIAA Education Series, 2002.
2. G. M. Siouris, *Missile Guidance and Control Systems*, Springer Science & Business Media, 2004.
3. D. H. Titterton, and J. L. Weston, *Strapdown Inertial Navigation Technology*, 2nd Edition, AIAA Education Series, 2004.
4. R. M. Rogers, *Applied Mathematics in Integrated Navigation Systems*, 2nd Edition, AIAA Education Series, 2003.
5. A. Noureldin, and T. B. Karamat, *Fundamentals of Inertial Navigation: Satellite Based Positioning and their Integration*, Springer Science & Business Media, 2013.
6. K. P. Valavanis, and J. Vachtsevanos, *Handbook of Unmanned Aerial Vehicle*, Springer Science & Business Media, 2015.
7. R. Yanushevsky, *Modern missile guidance*, CRC Press, 2018.

کنترل تطبیقی
(Adaptive Control)

چهارچوب سرفصل درس

تعداد واحد نظری: ۳	**تعداد واحد عملی:** – **حل تمرین:** ندارد
نوع درس: اختیاری	**پیش‌نیاز:** ندارد

هدف درس:
هدف این درس ارائه روش‌های طراحی و پیاده‌سازی روش‌های تخمین پارامترها، شناساگرهای سیستم و سیستم‌های کنترل تطبیقی و کاربردهای آن می‌باشد.

رئوس مطالب:
۱- کنترل تطبیقی و تاریخچه تکامل آن.
۲- شناسایی سیستم‌ها، روش حداقل مربعات خطا و مباحث مربوط به آن.
۳- رگلاتورهای خودتنظیم، روش مستقیم و غیرمستقیم.
۴- رگلاتورهای خودتنظیم جایابی قطب، رگلاتورهای خودتنظیم حداقل واریانس، کنترل‌کننده‌های تطبیقی تصادفی.
۵- اصول طراحی کنترل‌کننده‌های پیش‌بین.
۶- طراحی سیستم‌های کنترل تطبیقی مدل مرجع.
۷- سیستم‌های کنترل تطبیقی در حضور اغتشاشات و سیستم‌های کنترل تطبیقی مقاوم.
۸- کاربردهای عملی کنترل‌کننده‌های تطبیقی.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
دارد	دارد	دارد	دارد

بازدید: ندارد

منابع اصلی:

1. K. J. Åström, and B. Wittenmark, *Adaptive control*, Courier Corporation, 2013.
2. P. Ioannou, and B. Fidan, *Adaptive Control Tutorial*, Society for Industrial and Applied Mathematics, 2006.
3. E. F. Camacho, and C. Bordons, *Model Predictive Control*, Springer Science & Business Media, 2006.
4. P. Ioannou, and B. Fidan, *Robust Adaptive Control*, Society for Industrial and Applied Mathematics, 1996.
5. I. D. Landau, R. Lozano, M. M'Saad, and A. Karimi, *Adaptive Control: Algorithms, Analysis and Applications*, Springer Science & Business Media, 2011.
6. A. Huang, Y. F. Chen, and C. Y. Kai, *Adaptive Control of Underactuated Mechanical Systems*, World Scientific Publishing Co., 2015.
7. R. E. Bellman, *Adaptive Control Processes: a Guided Tour*, Princeton University Press, 2015.

کنترل چند متغیره

(Multivariable Control)

چهارچوب سرفصل درس

تعداد واحد نظری: ۳	**تعداد واحد عملی:** – **حل تمرین:** ندارد
نوع درس: اختیاری	**پیش‌نیاز:** ندارد

هدف درس:

هدف از این درس معرفی ابزارهای لازم جهت نمایش، تحلیل، طراحی و پیاده‌سازی سیستم‌های کنترل چند متغیره است.

رئوس مطالب:

۱- آشنایی با سیستم‌های کنترل چند متغیره: تفاوت‌های سیستم‌های تک ورودی – تک خروجی با سیستم‌های چند متغیره، محاسبه توابع انتقال، مفاهیم مربوط به صفرها و قطب‌های سیستم.

۲- نمایش و تحلیل سیستم‌های چند متغیره: روش فضای حالت، ماتریس تابع انتقال، تحلیل پایداری سیستم‌های چند متغیره.

۳- پایداری و عملکرد مقاوم سیستم‌های چند متغیره: معیارهای رفتار مقاوم سیستم، روش‌های کاهش اثر اختلال و نویز، پایداری مقاوم سیستم‌های چند متغیره.

۴- کنترل سیستم‌های چند ورودی–چند خروجی: روش‌های کاهش مرتبه در سیستم‌های دینامیکی، حل مسئله تنظیم، طراحی کنترل‌کننده‌های تعقیب، روش‌های طراحی کلاسیک از قبیل روش‌های مستقیم و معکوس نایکوئیست (DNA، INA)، طراحی بر اساس تبدیل سیستم‌های چند متغیره به چند سیستم MISO یا SISO.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
دارد	دارد	دارد	دارد

بازدید: ندارد

منابع اصلی:

1. J. M. Maciejowski, *Multivariable Feedback Design*, Addison-Wesley, 1989.
2. S. Skogestad, and I. Postlethwaite, *Multivariable Feedback Control*, John Wiley & Sons, 2005.
3. A. Khaki-Sedigh, and B. Moaveni, *Control Configuration Selection in Multivariable Plants*, Springer Science & Business Media, 2009.
۴. ع. خاکی صدیق، *تحلیل و طراحی سیستم‌های کنترل چند متغیره*، انتشارات دانشگاه صنعتی خواجه‌نصیرالدین طوسی، ۱۳۹۵.
5. S. Bingulac, *Algorithms for Computer-Aided Design of Multivariable Control Systems*, CRC Press, 2018.

دینامیک پرواز موشک

(Missile Flight Dynamics)

چهارچوب سرفصل درس

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

هدف درس:

هدف از این درس تحلیل رفتار دینامیکی راکت‌ها و موشک‌ها و همچنین توسعه معادلات حاکم بر حرکت آن‌ها است. همچنین به‌طور بنیادین و اساسی رفتار ارتعاشی موشک‌ها از دیدگاه تحلیلی موردبررسی قرار می‌گیرد.

رئوس مطالب:

۱- معرفی دینامیک پرواز.
۲- معادلات حرکت خطی.
۳- حرکت زاویه‌ای جسم صلب.
۴- حرکت زاویه‌ای ساده.
۵- حرکت زاویه‌ای پیچشی.
۶- حرکت زاویه‌ای گردشی.
۷- حرکت زاویه‌ای غلتشی.
۸- پایداری و حرکت کلی جسم صلب.
۹- توابع انتقال دینامیکی موشک.
۱۰-معادلات حرکت جسم انعطاف‌پذیر.
۱۱-تحلیل عملکرد پرواز.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
دارد	دارد	دارد	دارد

بازدید: ندارد

منابع اصلی:

1. D. K. Schmidt, *Modern Flight Dynamics*, 1st Edition, McGraw-Hill Education, 2011.
2. P. H. Zipfel, *Modeling and Simulation of Aerospace Vehicle Dynamics*, American Institute of Aeronautics and Astronautics, 2007.
3. B. Etkin, and L. D. Reid, *Dynamics of Flight: Stability and Control*, 3rd Edition, CRC Press, 1995.
4. J. D. Nicolaides, *On Missile Flight Dynamics*, Office of Space Sciences: National Aeronautics and Space, 1963.
5. W. J. Boord, and J. B. Hoffman, *Air and Missile Defense Systems Engineering*, CRC Press, 2016.

دینامیک و کنترل فضاپیماها

(Spacecraft Dynamics and Control)

چهارچوب سرفصل درس

تعداد واحد نظری: ۳	**تعداد واحد عملی:** – **حل تمرین:** ندارد
نوع درس: اختیاری	**پیش‌نیاز:** ندارد

هدف درس:

هدف از این درس فراگیری مفاهیم اولیه تعیین و کنترل وضعیت ماهواره قرارگرفته در مدار است. مباحث پایه مربوط به کنترل ماهواره‌های گرادیان جاذبه، چرخان و سه درجه آزادی بررسی می‌شود.

رئوس مطالب:

۱- مقدمه و مرور کلی: آشنایی با مکانیک مداری و دینامیک وضعیت، مسائل دو جسمی، سیستم‌های مختصات، مانورهای مداری، آشفتگی‌های مداری.

۲- دیدگاه سینماتیکی: توصیف دیدگاه سینماتیکی با استفاده از چارچوب‌های مرجع، ماتریس دوران، زاویه‌های اویلری، دوران محورهای ویژه اویلری، پارامترهای اویلری، کواترنیون‌ها، پارامترهای گیبس، معادلات دیفرانسیل سینماتیک.

۳- دینامیک دورانی جسم صلب: معادلات حرکت برای ماهواره‌های صلب، مومنتوم زاویه‌ای، معادلات اویلری، گشتاورهای اینرسی و محورهای اصلی.

۴- حرکت گشتاور آزاد: حرکت بدون گشتاور یک جسم صلب نامتقارن، حرکت کلی بدون گشتاور، پایداری حرکت بدون گشتاور حول محورهای اصلی.

۵- حرکت گشتاور جسم مقید: چرخش جسم نامتقارن با گشتاور ثابت با بدنه مقید، جسم صلب نامتقارن با گشتاور ثابت، پایداری خطی نقاط تعادل، تحلیل غیرخطی گشتاور ثابت حول محورهای اصلی یا فرعی، تحلیل غیرخطی گشتاور ثابت حول محور میانی.

۶- جسم صلب در مدار دایره‌ای: معادلات حرکت، تحلیل پایداری خطی، ماهواره چرخان، میرایی غیرفعال یک اسپینر دوتایی.

۷- دیدگاه کنترل و پایداری: پایداری گرادیان جاذبه GG، رفتار زمانی پایداری GG خالص، پایداری GG با میراگرهای فعال مغناطیسی، دیدگاه کنترل در فضا (مانورهای حرکت آرام)، کنترل پس‌خوراند کواترنیون، کنترل با استفاده از چرخ واکنش / گشتاور، کنترل با استفاده از CMG، کنترل با استفاده از نیروی رانش و تعدیل پالس، کنترل با استفاده از عملگر مغناطیسی.

۸- دیدگاه تعیین وضعیت: معرفی حسگرهای تعیین وضعیت، توصیف اندازه‌گیری‌های موردنیاز برای تعیین وضعیت یک فضاپیما، الگوریتم‌های تعیین وضعیت اساسی (Triad، q-Method، QUEST).

۹- موضوعات پیشرفته: طراحی ADCS (زیرسیستم تعیین وضعیت و کنترل)، ماهواره‌های متصل، اثرات انعطاف‌پذیری.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
دارد	دارد	دارد	دارد

بازدید: ندارد

منابع اصلی:

1. B. Wie, *Space Vehicle Dynamics and Control*, American Institute of Aeronautics and Astronautics, 2002.
2. M. J. Sidi, *Spacecraft Dynamics and Control: a Practical Engineering Approach*, Cambridge University Press, 1997.
3. J. R. Wertz, *Spacecraft Attitude Determination and Control*, Springer Science & Business Media, 2012.
4. M. H. Kaplan, *Modern Spacecraft Dynamics and Control*, 1st Edition, John Wiley & Sons, 1976.
5. V. A. Chobotov, *Spacecraft Attitude Dynamics and Control*, Orbit Book Co., 1991.
6. W. T. Thomson, *Introduction to Space Dynamics*, Dover Publications Inc., 1986.
7. P. C. Hughes, *Spacecraft Attitude Dynamics*, Courier Corporation, 2012.
8. A. E. Bryson, *Control of Spacecraft and Aircraft*, Princeton University Press, 1994.
9. W. Hu, *Fundamental Spacecraft Dynamics and Control*, John Wiley & Sons, 2015.
10. L. Mazzini, *Flexible Spacecraft Dynamics, Control and Guidance*, Springer Rome, 2015.

اندازه‌گیری و ابزار دقیق پیشرفته

(Advanced Measurement and Instruments)

چهارچوب سرفصل درس

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

هدف درس:

هدف از این درس فراگیری تجزیه‌وتحلیل انواع سیستم‌ها و روش‌های اندازه‌گیری متغیرهای فیزیکی نظیر سرعت، فشار، دما، چگالی، قدرت، تنش، کرنش، جزء گاز و خواص گاز و ثبت داده‌ها است.

رئوس مطالب:

۱- بررسی سیگنال‌ها و اغتشاشات در دستگاه‌های اندازه‌گیری، سیستم‌های سنجش از راه دور، اندازه‌گیری با لیزر، اندازه‌گیری با عکس‌برداری، اندازه‌گیری ارتفاع موشک و ماهواره.

۲- قوانین و فرمول‌های محاسبه خصوصیات مایعات و گازها و سیستم‌های اندازه‌گیری آن‌ها نظیر ارتفاع مایعات، فشار، سرعت، دما، چگالی، رطوبت نسبی، میزان انتقال گرما و خصوصیات حرارتی ماده، اندازه‌گیری PH.

۳- قوانین و فرمول‌های محاسبه خصوصیات جامدات نظیر تنش، کرنش، سرعت، ضخامت ورق، فتوالاستیسیته در مقاومت مصالح.

۴- قوانین و فرمول‌های محاسبه خصوصیات سیستم‌های مکانیکی - برقی و سیستم‌های اندازه‌گیری آن‌ها شامل مقاومت ماده، مقاومت زمین، ولت، آمپر، اندازه‌گیری سلف و خازن.

۵- قوانین و فرمول‌های محاسبه خصوصیات آلاینده‌ها و اندازه‌گیری آن‌ها نظیر تجزیه گازها، غلظت آلاینده‌های گازی، تجزیه گازها، طیف‌سنجی، خصوصیات شیمیایی سوخت‌ها.

۶- کاربرد کامپیوتر در سیستم‌های اندازه‌گیری، سیستم‌های اندازه‌گیری خودکار، اندازه‌گیری تابع تبدیل سیستم‌ها، ثبت و نمایش داده‌ها.

۷- مباحث ویژه در اندازه‌گیری، نانو حسگرها.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
دارد	دارد	دارد	دارد

بازدید: ندارد

منابع اصلی:

1. M. Z. Haq, *Applied Measurement Systems*, InTech, 2012.
2. D. Skoog, F. J. Hooler, and S. R. Crouch, *Principles of Instrumental Analysis*, 6th Edition, Brooks Cole, 2006.
3. J. P. Bentley, *Principles of Measurement Systems*, 4th Edition, Prentice-Hall, 2005.
4. E. O. Doebelin, *Measurement Systems: Application and Design*, 5th Edition, McGraw-Hill, 2003.
5. J. J. Carr, *Elements of Electronic Instrumentation & Measurements*, 3rd Edition, Pearson Education, 2003.
6. A. K. Sawhney, *Electrical and Electronic Measurements Instumentation*, 17th Edition, Dhanpat Rai & Sons, 2002.
7. J. G. Webster, and H. Eren, *Measurement, Instrumentation, and Sensors Handbook: Spatial, Mechanical, Thermal, and Radiation Measurement*, CRC Press, 2016.

اویونیک پیشرفته

(Advanced Avionics)

چهارچوب سرفصل درس

تعداد واحد نظری: ۳	**تعداد واحد عملی:** – **حل تمرین:** ندارد
نوع درس: اختیاری	**پیش‌نیاز:** ندارد

هدف درس:

هدف این درس آموزش انواع تجهیزات الکتریکی هواپیما و تجهیزاتی است که برای جهت‌یابی و ردیابی هواپیماها استفاده می‌شوند. همچنین در این درس مباحثی پیرامون پدیده‌های هواشناسی ارائه می‌شود. در انتها نیز سیستم‌های اویونیکی یکی از هواپیماهای پرفروش دنیا بررسی می‌شود.

رئوس مطالب:

۱- تاریخچه اویونیک.
۲- آشنایی با اصول موقعیت‌یابی و ناوبری.
۳- آشنایی کلی با سیستم‌های برق، الکتریک، مخابرات و ناوبری و تفکیک.
۴- حوزه هر یک از سیستم‌های برق، الکتریک، مخابرات و ناوبری در کلاس‌های مختلف وسایل پرنده.
۵- ویژگی‌های سیستم‌های رادیویی.
۶- سیستم‌های ناوبری رادیویی و اینرسی (CRS-GS-ILS-DME).
۷- رادارهای اولیه و ثانویه و فرستنده‌های مربوطه (غیرنظامی).
۸- سیستم‌های برقی مربوط به پیشرانه.
۹- نمایشگرهای MFD، ND و PDF (جزئیات و نحوه ارائه اطلاعات).
۱۰-رادار هواشناسی و سیستم تشخیص رعدوبرق.
۱۱-تخلیه الکتریسیته ساکن و روش‌های آن.
۱۲-انواع ارتفاع‌سنج‌ها T&B و V.S.
۱۳-اخطاردهنده‌ها (استال، چرخ و غیره).
۱۴-اتو پایلوت.
۱۵-FMS.
۱۶-HIS, EFIS.
۱۷-EICAS, TCAS, GPWS, CVR, FDR, DFDR.
۱۸-مطالعه سیستم‌های یک هواپیمای پرفروش دنیا به‌عنوان نمونه.

۱۹-تجهیزات اویونیکی عمومی و تجهیزات اویونیکی خاص هر هواپیما.
۲۰-نحوه تهیه تجهیزات اویونیکی و اسناد همراه و گواهینامه‌های Release و انواع TAG.
۲۱-ارائه تجارب و پرسش و پاسخ‌های علمی و عملی.
۲۲-طراحی سیستم‌های اویونیکی برای هواپیماهای نظامی و غیرنظامی و پارامترهای تعیین‌کننده و نوع مأموریت.
۲۳-کارگاه عملی انجام پروازهای آموزشی در سیمولاتور برای آشنایی عملی با طرز کار سیستم‌های اویونیک (به‌صورت اختیاری).
۲۴-اویونیک هواپیماهای بدون سرنشین.
۲۵-استانداردهای هوایی.
۲۶-تسلیحات.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
دارد	دارد	دارد	دارد

بازدید: ندارد

منابع اصلی:

1. *Iran Civil Aviation Standards*, 1st Edition, Civil Aviation Organization, 2010.
2. *Technical Standard Orders (TSO)*, Federal Aviation Administration.
3. *Fokker 70/100 AOM: Aircraft Operations Manual, System Description, Simulation Handbook; Rev. 1-0307*, Digital Aviations.
4. *Airbus A320: Aircraft Operations Manual*, 1st Edition, Delta Virtual Airlines, 2009.
5. *Pilot's Information Manual: Model TB21*, SOCATA: Groupe Aerospatiale, 1986.
6. S. Jeppesen, *Guided Flight Discovery Private Pilot Handbook*, Jeppesen Sanderson, 2004.
7. C. R. Spitzer, *Avionics: Elements, Software and Functions*, CRC Press, 2018.
8. C. R. Spitzer, *Avionics: Development and Implementation*, CRC Press, 2018.

کنترل مقاوم
(Robust Control)

چهارچوب سرفصل درس

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

هدف درس:

هدف این درس آنالیز پایداری و عملکرد سیستم در حضور نامعینی‌ها (شامل عدم قطعیت‌ها، اغتشاشات محیطی و نویز حسگرها) و طراحی کنترل‌کننده مقاوم برای این سیستم نامعین می‌باشد.

رئوس مطالب:

۱- آشنایی با فضاهای تابعی (L_2, L_∞, L_p)، تئوری پارسوال، فضای H_2، L_2-L_∞ ، H_2-H_∞، انواع نرم‌ها (بردار، ماتریس)، فرم فضای حالت، مشاهده‌پذیری، کنترل‌پذیری، معادله لیاپانوف.

۲- سیستم‌های کنترلی پس‌خورد، حلقه‌های خوش‌حالت، پایداری درونی.

۳- تشریح عدم قطعیت و مقاومت سیستم، روابط کارایی، وزن‌ها کارایی H_2 و H_∞، پایداری مقاوم، مسائل H_∞ استاندارد، کنترلر H_∞ بهینه و نیمه بهینه.

۴- معرفی نامعینی در مدل: آنالیز مقاوم و تابع حساسیت، قضیه بهره کوچک و توصیف بازخور ساختار نامعینی.

۵- جبر خطی: زیر فضاهای خطی، نرم بردارها و نرم ماتریس‌ها، فضاهای H_2 و H_∞، رابطه بین نرم سیگنال‌ها و نرم سیستم‌ها.

۶- پایداری و عملکرد سیستم‌های پس‌خور و محدودیت‌های عملکرد: پایداری داخلی، عملکرد H_2 و H_∞ وزن داده‌شده، مفهوم شکل‌دهی حلقه و انتخاب توابع وزنی، رابطه حد بهره و حد فاز و انتگرال حساسیت.

۷- عدم قطعیت در مدل و مقاومت: مدل نامعینی، پایداری تحت نامعینی غیر ساختاری و عملکرد مقاوم.

۸- LFT: اصول اولیه و مثال‌ها.

۹- آنالیز μ و سنتز μ: مقادیر استثنایی ساختاریافته، پایداری و عملکرد مقاومت ساختاریافته و سنتز μ.

۱۰-پارامتر بندی کنترل‌کننده.

۱۱-کنترل بهینه H_2: مسئله استاندارد H_2 و تئوری جداسازی.

۱۲-کنترل H_∞: فرمول‌بندی مسئله، جواب‌های H_∞ کلی و کاهش فرض‌های مسئله.

۱۳-کنترل مقاوم بر اساس نامساوی ماتریسی خطی (LMI).

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
دارد	دارد	دارد	دارد

بازدید: ندارد

منابع اصلی:

1. K. Zhou, J. C. Doyle, and K. Glover, *Robust and Optimal Control*, Prentice-Hall, 1996.
2. K. Zhou, and J. C. Doyle, *Essentials of Robust Control*, Prentice-Hall, 1997.
3. J. C. Doyle, B. Francis, and A. Tannenbaum, *Feedback Control Theory*, McMillan Publishing Co., 1990.
4. O. Yaniv, *Quantitative Feedback Design of linear and Nonlinear Control systems*, Springer Science & Business Media, 1999.
5. C. H. Houpis, S. J. Rasmussen, and M. G. Sanz, *Quantitative Feedback Theory: Fundamentals and Applications*, 2nd Edition, CRC Press, 2005.
6. *User Manual: Matlab Robust Toolbox, version 3.1.1*, Mathworks, 2006.
7. L. Fortuna, and M. Frasca, *Optimal and Robust Control: Advanced Topics with MATLAB*, CRC Press, 2012.
8. A. A. G. Siqueira, M. H. Terra, and M. Bergerman, *Robust Control of Robots: Fault Tolerant Approaches*, Springer Science & Business Media, 2011.
9. A. Poznyak, A. Polyakov, and V. Azhmyakov. *Attractive Ellipsoids in Robust Control*, Birkhäuser Basel, 2014.
10. M. Garcia, *Robust Control Engineering: Practical QFT Solutions*, CRC Press, 2017.

کنترل فازی

(Fuzzy Control)

چهارچوب سرفصل درس

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

هدف درس:

هدف از این درس، مطالعه و طراحی کنترل‌کننده‌ای است که بتواند رفتار خود را در پاسخ به تغییرات سیستم و اغتشاشات وارد به آن با استفاده از نظریه فازی اصلاح نماید.

رئوس مطالب:

۱- مقدمه: معرفی، جایگاه کنترل فازی در مقایسه با سایر روش‌های کنترلی، تعاریف، اصول و منطق فازی.
۲- ریاضیات فازی: مجموعه‌ها، توابع عضویت روابط، قوانین و متغیرهای زبانی.
۳- سیستم‌های فازی: معادل‌سازی، فازی سازی و پایگاه قوانین و موتور استنتاج فازی.
۴- طراحی فازی سیستم و تقریب زدن سیستم با استفاده از داده‌های ورودی و خروجی.
۵- طراحی کنترل‌کننده‌های فازی: روش سعی و خطا، انواع کنترل‌کننده‌های فازی مانند کنترل پایدار، بهینه و غیره.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
ندارد	دارد	دارد	دارد

بازدید: ندارد

منابع اصلی:

1. L. X. Wang, *A Course in Fuzzy Systems and Control*, Prentice-Hall, 1997.
2. K. M. Passino, *Fuzzy Control*, Addison-Wesley, 1998.
3. L. Reznik, *Fuzzy Controllers*, Jordan Hill, 1997.
4. G. Langholz, and M. Margaliot, *New Approaches to Fuzzy Modeling and Control: Design and Analysis*, 1st Edition, World Scientific Publishing Co., 2000.
5. H. Ying, *Fuzzy Control & Modeling: Analytical Foundations and Applications*, 1st Edition, Wiley-IEEE Press, 2000.
6. K. Tanaka, and H. Wang, *Fuzzy Control Systems Design and Analysis: A Linear Matrix Inequality Approach*, John Wiley & Sons, 2004.

7. G. Chen, and T. T. Pham, *Introduction to Fuzzy Sets, Fuzzy Logic, and Fuzzy Control Systems*, CRC Press, 2019.
8. K. Michels, F. Klawonn, R. Kruse, and A. Nürnberger, *Fuzzy Control, Fundamentals: Stability and Design of Fuzzy Controllers*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2006.
9. C. W. De Silva, *Intelligent Control: Fuzzy Logic Applications*, CRC Press, 2018.
10. Z. Kovacic, and S. Bogdan, *Fuzzy Controller Design: Theory and Applications*, CRC Press, 2018.

شبکه‌های عصبی

(Neural Networks)

چهارچوب سرفصل درس

تعداد واحد نظری: ۳	**تعداد واحد عملی:** – **حل تمرین:** ندارد
نوع درس: اختیاری	**پیش‌نیاز:** ندارد

هدف درس:

هدف از این درس فراگیری شبکه‌های عصبی مصنوعی، انواع مختلف آن و کاربردهای هر یک به همراه توانایی‌ها و محدودیت‌های انواع شبکه‌های عصبی است.

رئوس مطالب:

۱- مقدمه شبکه‌های مصنوعی، تاریخچه، محدودیت‌ها و مفاهیم کلی، شبکه‌های عصبی بیولوژی، ساختار نرون بیولوژیکی، انتقال پالس عصبی، ساختار شبکه عصبی مغز، شبکه عصبی مصنوعی، مدل‌سازی ریاضی نرون.

۲- مقدمه‌ای بر بازشناسی الگو، تعاریف، تولید الگو، ساختار کلی سیستم بازشناسی الگو، انواع روش‌های آن، پرسپترون تک لایه شامل ساختار اصلی، قانون یادگیری در حالت الگو به الگو و دسته‌ای و محدودیت‌ها.

۳- شبکه‌های عصبی انجمنی، تعاریف، یادگیری هب در حالت بدون ناظر، شبکه‌های InStar و OutStar، یادگیری هب در حالت با ناظر و آنالیز آن، یادگیری مبتنی بر کمینه‌سازی خطا.

۴- شبکه‌های عصبی رقابتی، شبکه عصبی همینگ، یادگیری رقابتی و مشکلات آن، نگاشت خود سازمانده.

۵- شبکه عصبی هاپفیلد گسسته، عملکرد آن به‌عنوان حافظه انجمنی، مفهوم انرژی، قانون یادگیری، مثال‌ها.

۶- کمینه‌سازی، مبانی، انواع نقاط بهینه و مثال‌ها، بررسی توابع درجه دوم، الگوریتم تندترین کاهش و شبکه عصبی آدالاین شامل حل تحلیلی، یادگیری LMS به‌صورت الگو به الگو و دسته‌ای و محدودیت‌ها.

۷- شبکه‌های عصبی پرسپترون چندلایه، ساختار اصلی، توانایی‌ها، پس انتشار خطا در حالت الگو به الگو و دسته‌ای و محدودیت‌های یادگیری مبتنی بر آن، الگوریتم‌های یادگیری بهبودیافته.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
دارد	دارد	دارد	دارد

بازدید: ندارد

منابع اصلی:

1. S. Haykin, *Neural Networks: A Comprehensive Foundation*, 3rd Edition, Pearson Education, 2009.
2. R. J. Schalkoff, *Artificial Neural Networks*, McGraw-Hill, 1997.
3. D. Graupe, *Principles of Artificial Neural Networks: Advanced Series in Circuits and Systems*, 3rd Edition, World Scientific Publishing Co., 2013.
4. S. Samarasinghe, *Neural Networks for Applied Sciences and Engineering: From Fundamentals to Complex Pattern Recognition*, Auerbach Publications, 2016.
5. L. Fausett, *Fundamentals of Neural Networks: Architectures, Algorithms and Applications*, Prentice-Hall, 1994.
6. H. B. Demuth, M. H. Beale, O. De-Jess, and M. T. Hagan, *Neural Network Design*, Martin Hagan, 2014.
7. M. A. Nielsen, *Neural Networks and Deep Learning*, Determination Press, 2015.

کنترل غیرخطی

(Nonlinear Control)

چهارچوب سرفصل درس

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

هدف درس:

هدف از این درس فراگیری سیستم‌های کنترل غیرخطی و شیوه طراحی آن‌ها و همچنین کاربرد آن‌ها در طراحی کنترل‌کننده‌های انواع ربات‌ها، سامانه‌های پرنده، موشک‌ها، ماهواره‌ها و غیره است.

رئوس مطالب:

۱- آشنایی با انواع توابع غیرخطی و کاربردهای آن در حلقه‌های کنترل و مقایسه با سیستم‌های خطی.
۲- بررسی و آنالیز در فضای حالت و تحلیل صفحه فاز، بررسی نقاط تعادل و سیکل‌های حدی، قضایای وجودی سیکل حد.
۳- اصول پایداری لیاپانوف، روش مستقیم و غیرمستقیم، روش خطی نمودن معادلات غیرخطی، قضیه مجموعه‌های ثابت.
۴- طراحی کنترلر بر مبنای پایداری لیاپانوف، طراحی کنترلر به روش جدول‌بندی بهره (Gain Scheduling).
۵- سیستم‌های متغیر با زمان و لم Barbalat، مفهوم Passivity و طراحی کنترلر بر پایه آن، قضایای ناپایداری، معیار Popov و معیار دایره، پایداری کامل.
۶- عوامل غیرخطی غیر هموار و بررسی پایداری به کمک توابع توصیفی.
۷- طراحی کنترلر به روش پس‌خوراند خطی ساز ورودی - خروجی و ورودی - حالت، طراحی کنترل به روش Back Stepping.
۸- پایداری در مقابل نامعینی ساختاریافته و مدل نشده، طراحی کنترلر مود لغزشی (Sliding Mode)، روش‌های اغتشاش و متوسط گیری در تحلیل پایداری.
۹- طراحی کنترلر تطبیقی مدل مرجع، تطبیقی بر پایه تخمین پارامتر، روش‌های تخمین و شناسایی.
۱۰- پیاده‌سازی و تعمیم روش‌های کنترلی به سیستم‌های چند ورودی رباتیکی.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
دارد	دارد	دارد	دارد

بازدید: ندارد

منابع اصلی:

1. J. J. E. Slotine, and W. Li, *Applied Nonlinear Control*, Prentice-Hall, 1991.
2. A. Isidori, *Nonlinear Control Systems (Communications and Control Engineering)*, 3rd Edition, Springer Science & Business Media, 2013.
3. R. Marino, and P. Tomei, *Nonlinear Control Design*, Prentice-Hall, 1995.
4. H. Khalil, *Nonlinear Systems*, 3rd Edition, Prentice-Hall, 2001.
5. M. Vidyasagar, *Nonlinear System Analysis*, 2nd Edition, Society for Industrial & Applied Mathematics, 2002.
6. R. A. Freeman, and P. V. Kokotovich, Ro*bust Nonlinear Control Design: State-Space and Lyapunov Techniques*, Springer Science & Business Media, 2008.
7. S. Sastry, *Nonlinear Systems: Analysis, Stability, and Control*, Springer-Verlag, 2010.
8. S. Vaidyanathan, and C. Volos, *Advances and Applications in Nonlinear Control Systems*, Springer Science & Business Media, 2016.

دینامیک پرواز بالگردها

(Helicopter Flight Dynamics)

چهارچوب سرفصل درس

تعداد واحد نظری: ۳	**تعداد واحد عملی:** – **حل تمرین:** ندارد
نوع درس: اختیاری	**پیش‌نیاز:** ندارد

هدف درس:

هدف از این درس فراگیری مفاهیم پایه در زمینه آئرودینامیک روتور، طراحی، مدل‌سازی دینامیکی، پایداری و کنترل چرخبال‌ها می‌باشد.

رئوس مطالب:

۱- اصول آئرودینامیک بالگرد: مقدمه، تجزیه‌وتحلیل مومنتم در پرواز محوری، صعود و نزول محوری، آنالیز مومنتم در پرواز به جلو، تحلیل جزء پره در پرواز و حرکت محوری، تئوری مومنتم جزء پره، تحلیل جزء پره در پرواز روبه‌جلو.

۲- دینامیک حرکت پره: معرفی، انواع روتور، حرکت Flapping پره، حرکت Feathering پره، حرکت Lagging پره، مکانیسم Swashplate، کوپل و حرکت Flap-Lag.

۳- عملکرد پایه بالگرد: معرفی، قدرت موردنیاز، قدرت موجود، عملکرد صعود و نزول، عملکرد پرواز روبه‌جلو، دامنه و استقامت پرواز، عملکرد خودکار.

۴- طراحی مفهومی بالگردها: مقدمه، الزامات طراحی، طراحی روتور اصلی، طراحی بدنه، طراحی Empennage، طراحی Tail Rotors، Rotorcraft با سرعت بالا.

۵- مدل‌سازی دینامیک پرواز بالگرد: مقدمه، معادلات حرکت غیرخطی بالگرد، معادلات تعادل، شرایط ترسیمی، معادلات حرکت خطی بالگرد، مشتقات پایداری، حالت‌های جانبی و جهت‌دار در پرواز و حرکت روبه‌جلو، پاسخ کنترل در پرواز و حرکت به جلو، پاسخ به حرکات عمودی.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
دارد	دارد	دارد	دارد

بازدید: ندارد

منابع اصلی:

1. G. Padfield, *Helicopter Flight Dynamics*, 2nd Edition, American Institute of Aeronautics and Astronautics, 2007.
2. A. R. S. Bramwell, D. Balmford, and G. Done, *Bramwell's helicopter dynamics*. Elsevier, 2001.
3. R. Prouty, *Helicopter Performance: Stability and Control*, 2nd Edition, Krieger Publishing Co., 2002.
4. J. Leishman, *Principles of Helicopter Aerodynamics*, 2nd Edition, Cambridge University Press, 2006.
5. S. Newman, *The Fundamentals of Helicopter Flight*, 1st Edition, Butterworth-Heinemann, 1994.
6. C. Venkatesan, *Fundamentals of Helicopter Dynamics*, CRC Press, 2014.

شناسایی سیستم و تخمین پارامترهای پرواز

(System Identification and Flight Parameter Estimation)

چهارچوب سرفصل درس

تعداد واحد نظری: ۳	**تعداد واحد عملی:** – **حل تمرین:** ندارد
نوع درس: اختیاری	**پیش‌نیاز:** ندارد

هدف درس:

هدف از این درس معرفی پروسه‌های شناسایی، تقریب‌های حوزه زمان برای شناسایی سیستم‌های متغیر با زمان، روش‌های حوزه فرکانس و فیلتر کالمن است. همچنین تکنیک‌های حوزه زمان و فرکانسی پارامترهای پروازی بررسی می‌شود.

رئوس مطالب:

۱- مقدمه‌ای بر شناسایی سیستم: معرفی و تاریخچه مختصر، روش‌های غیر پارامتری در مقابل روش‌های پارامتری، پارامتر مدل‌سازی و پیش‌بینی، روش‌های پاسخ فرکانسی و واکنش زمانی، مراحل اساسی در فرآیند شناسایی.

۲- مجموعه داده‌های تاریخ زمان، سازگاری و کاهش داده‌ها: مرور اجمالی نیازمندی داده‌ها برای شناسایی سیستم، شرایط در مجموعه داده‌ها و سیگنال‌های ورودی رایج، ورودی بهینه و ورودی توصیه‌شده خلبانان برای شناسایی پاسخ فرکانسی، نیازهای ابزار دقیق و ملاحظات تست پرواز، جابجایی فرکانس خلبان، تست شناسایی سیستم مدل‌های شبیه‌سازی آفلاین، مدل‌سازی خطاهای اندازه‌گیری در سازگاری و شناسایی داده‌های آزمون پرواز (روش‌های سازگاری سینماتیک، سازگاری ترجمه و تشخیص داده‌های دارای خطا)، رویکرد همبستگی.

۳- شناسایی دامنه فرکانسی غیر پارامتری: تحلیل پاسخ گذرا، تحلیل فوریه، آنالیز طیفی، تخمین طیف آشفتگی، تجزیه‌وتحلیل و شناسایی فرکانس – پاسخ (تبدیل فوریه و توابع طیفی، عملکرد انسجام)، تحلیل و شناسایی پاسخ فرکانسی به SISO، شناسایی MISO / MIMO.

۴- مدل‌سازی تابع انتقال: انگیزه‌های مدل‌سازی تابع انتقال، انتخاب جفت متغیر ورودی – خروجی، مثال آونگ، رسیدگی به برنامه‌های کیفی، شناسایی دینامیک پرواز (بال ثابت و چرخشی).

۵- شناسایی مدل فضا–حالت: ساختار مدل فضا – حالت، شناسایی هزینه عملکرد و الگوریتم راه‌حل، تحلیل دقت، نابرابری Cramer-Rao و مرزها، ساختار مدل فیزیکی، تعیین دقیق پایداری و مشتقات کنترلی از شبیه‌سازی غیرخطی با استفاده از شناسایی سیستم، شناسایی یک مدل طولی با سه درجه آزادی از یک پهپاد با بال ثابت.

۶- موضوعات تکمیلی: روش تخمین بازگشتی، انتخاب معیار شناسایی، تأیید روش‌های شناسایی، به حداقل رساندن خطای پیش‌بینی، رگرسیون خطی و تخمین حداقل مربعات، چارچوب آماری برای برآورد پارامترها و روش ماکزیمم لایکلیهود، تفسیر فیلتر کالمن.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
دارد	دارد	دارد	دارد

بازدید: ندارد

منابع اصلی:

1. V. Klein, and E. A. Morelli, *Aircraft System Identification: Theory and Practice*, 1st Edition, American Institute of Aeronautics and Astronautics, 2006.
2. M. Tischler, and R. Remple, *Aircraft and Rotorcraft System Identification: Engineering Methods with Flight Test Examples*, AIAA Educational Series, 2006.
3. R. Pintelon, and J. Schoukens, *System Identification: A Frequency Domain Approach*, John Wiley & Sons, 2012.
4. R. V. Jategaonkar, and F. K. Lu, *Flight Vehicle System Identification: A Time Domain Methodology*, 1st Edition, American Institute of Aeronautics and Astronautics, 2006.
5. L. Ljung, *System Identification: Theory for User*, Prentice-Hall, 1987.
6. R. Isermann, and M. Münchhof, *Identification of Dynamic Systems: An Introduction with Applications*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2011.
7. K. J. Keesman, *System Identification: An Introduction*, Springer Science & Business Media, 2011.
8. R. V. Jategaonkar, *Flight Vehicle System Identification: a Time-Domain Methodology*, American Institute of Aeronautics and Astronautics Inc., 2015.
9. A. K. Tangirala, *Principles of System Identification: Theory and Practice*, CRC Press, 2014.

آزمایش‌های پرواز
(Flight Tests)

چهارچوب سرفصل درس

تعداد واحد نظری: ۳	**تعداد واحد عملی:** – **حل تمرین:** ندارد
نوع درس: اختیاری	**پیش‌نیاز:** ندارد

هدف درس:

هدف از این درس فراگیری تکنیک‌های تست پرواز برای حفظ کارایی و پایداری، تست‌های سیستم‌های پرواز، تجهیزات پرواز و سیستم‌های ایمنی همراه با تست‌های زمینی است.

رئوس مطالب:

۱- معرفی تیم آزمایش و پشتیبانی: چرایی تست پرواز، فاز تست پرواز، مجوز تست پرواز، عملیات تست پرواز، سازمان تست پرواز.

۲- ابزار دقیق و پردازش داده‌ها: سیستم‌های هوایی و زمینی، مدیریت ابزار دقیق، پردازش داده‌ها.

۳- برنامه‌ریزی، انضباط و جنبه‌های ایمنی: برنامه آزمون، ماتریس ارزیابی ریسک، ملاحظات خدمه پرواز.

۴- تست‌های پیش از پرواز: تست‌های تونل باد، تست‌های پیشرانه، تست‌های وزن و تعادل، تست‌های ارتعاشات زمین، تست‌های بارهای ساختاری.

۵- اندازه‌گیری و کالیبراسیون داده‌های هوا: اتمسفر استاندارد (T، p، ρ)، سیستم استاتیکی خلبان (V و h)، کالیبراسیون موقعیت استاتیکی.

۶- تست صعود، نزول و عملکرد گردش: تقریب انرژی، رویه‌های عملکرد صعود، تکنیک‌های تست پرواز عملکرد چرخش، ابزار دقیق.

۷- تست‌های عملکرد کروز: مبانی، دوام، روش‌های تست عملکرد کروز، ابزار دقیق.

۸- تست‌های برخاست و فرود: معادلات عملکرد، روش‌های تست برخاست در پرواز، روش‌های تست برخاست در فرود، ابزار دقیق.

۹- تست‌های پایداری استاتیکی: مفاهیم پایداری استاتیک، روش‌های آزمایش پایداری استاتیک طولی، تست‌های پایداری استاتیک جانبی – جهت‌دار (مشتقات پایداری، اثربخشی کنترل)، ابزار دقیق.

۱۰-تست‌های پایداری دینامیکی: معادلات حرکت، دینامیک طولی، دینامیک جانبی–جهت دار، روش تست دینامیک پرواز، ابزار دقیق.

۱۱-شناسایی سیستم: معرفی و تاریخ، رگرسیون کلی، روش‌های پاسخ فرکانسی.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
دارد	دارد	دارد	دارد

بازدید: ندارد

منابع اصلی:

1. D. Ward, *Introduction to Flight Test Engineering*, 3rd Edition, Kendall/Hunt, 2006.
2. F. N. Stoliker, *Introduction to Flight Test Engineering*, AGARD: North Atlantic Treaty Organization, 1995.
3. C. Jeppesen, and H. C. Smith, *Introduction to Flight Test Engineering*, Library of Congress Cataloging in Publication Number 92-33592, 1981.
4. H. C. Smith, *Introduction to Aircraft Flight Test Engineering*, Jeppesen Sanderson Inc., 1984.
5. J. Chambers, *Modeling Flight NASA Latest Version: The Role of Dynamically Scale Free Flight Models in Support of NASA Aerospace Programs*, Joseph Chambers, 2015.
6. K. P. Valavanis, and G. J. Vachtsevanos, *Handbook of Unmanned Aerial Vehicles*, Springer Science & Business Media, 2015.

دینامیک پیشرفته

(Advanced Dynamics)

چهارچوب سرفصل درس

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

هدف درس:

هدف از این درس فراگیری روش‌های به دست آوردن معادلات خطی و غیرخطی حرکت سیستم‌ها، شبیه‌سازی حرکت، شناخت انواع قیود و همچنین شناخت و تفسیر پدیده‌های دینامیک مختلف است.

رئوس مطالب:

۱- مقدمه‌ای بر دینامیک سیستم‌های فضایی.
۲- نوشتار ماتریسی.
۳- ممنتوم خطی و زاویه‌ای.
۴- انرژی جنبشی اجسام با یک نقطه ثابت.
۵- معادلات حرکت اجسام فضایی با یک نقطه ثابت.
۶- معادلات حرکت اجسام آزاد.
۷- حرکت ژیروسکوپی.
۸- اصل هامیلتون.
۹- معادلات لاگرانژ.
۱۰-شبیه‌سازی حرکت با استفاده از معادلات لاگرانژ.
۱۱-روش‌های دیگر برای استخراج معادلات حرکت.
۱۲-حل‌های عددی معادلات جبری و دیفرانسیلی غیرخطی سیستم‌های چند درجه آزادی.
۱۳-روش‌های محاسباتی عددی و سمبولیک.
۱۴-شبیه‌سازی کامپیوتری سیستم‌های دینامیکی چندجسمی.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
دارد	دارد	دارد	دارد

بازدید: ندارد

منابع اصلی:

1. J. H. Ginsberg, *Advanced Engineering Dynamics*, 2nd Edition, Cambridge University Press, 2010.
2. H. Baruh, *Analytical Dynamics*, McGraw-Hill, 1999
3. D. T. Greenwood, *Advanced dynamics*, Cambridge University Press, 2003.
4. A. W. Marris, and C. E. Stoneking, *Advanced Dynamics*, McGraw-Hill, 1967.
5. C. M. Roithmayr, and D. H. Hodges, *Dynamics: Theory and Application of Kane's Method*, 1st Edition, Cambridge University Press. 2016.
6. T. R. Kane, and D. A. Levinson, *Dynamics: Theory and Application*, McGraw-Hill Publishing Co., 1985.
7. L. Meirovitch, *Methods of Analytical Dynamics*, Dover Publications Inc., 2010.
8. F. Cheli, and G. Diana, *Advanced Dynamics of Mechanical Systems*, Springer Science & Business Media, 2015.

مباحث ویژه در دینامیک پرواز و کنترل

(Selected Topics in Flight Dynamic and Control)

چهارچوب سرفصل درس

تعداد واحد نظری: ۳	**تعداد واحد عملی:** – **حل تمرین:** ندارد
نوع درس: اختیاری	**پیش‌نیاز:** ندارد

هدف درس:

هدف از این درس فراگیری مباحث ویژه و جدید در دینامیک پرواز و کنترل و هم‌چنین کاربرد تکنیک‌های موردنیاز جهت انجام امور تحقیقاتی است.

رئوس مطالب:

استاد ارائه‌کننده با توجه به تخصص خود، مباحث و رئوس مطالب را به گروه پیشنهاد داده که پس از بحث، بررسی و تأیید در گروه، درس قابل‌ارائه خواهد بود.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
دارد	دارد	دارد	دارد

متناسب با نظر استاد راهنما در نظر گرفته می‌شود.

بازدید: ندارد

منابع اصلی:

متناسب با نظر استاد راهنما ارائه می‌شود.

مباحث ویژه در طراحی وسایل پرنده

(Special Topics in Flight Vehicles Design)

چهارچوب سرفصل درس

تعداد واحد نظری: ۳	**تعداد واحد عملی:** – **حل تمرین:** ندارد
نوع درس: اختیاری	**پیش‌نیاز:** ندارد

هدف درس:

هدف از این درس فراگیری مباحث ویژه و جدید در عملکرد وسایل پرنده و هم‌چنین کاربرد تکنیک‌های موردنیاز جهت انجام امور تحقیقاتی است.

رئوس مطالب:

استاد ارائه‌کننده با توجه به تخصص خود، مباحث و رئوس مطالب را به گروه پیشنهاد داده که پس از بحث، بررسی و تأیید در گروه، درس قابل‌ارائه خواهد بود.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
دارد	دارد	دارد	دارد

متناسب با نظر استاد راهنما در نظر گرفته می‌شود.

بازدید: ندارد

منابع اصلی:

متناسب با نظر استاد راهنما ارائه می‌شود.

طراحی سیستم‌های کنترلی هوافضایی

(Aerospace Control Systems Design)

چهارچوب سرفصل درس

تعداد واحد نظری: ۳	**تعداد واحد عملی:** – **حل تمرین:** ندارد
نوع درس: اختیاری	**پیش‌نیاز:** ندارد

هدف درس:

هدف از این درس طرح مفاهیم سیستم‌های طراحی و المان‌های کنترلی هواپیما و موشک است.

رئوس مطالب:

۱- آشنایی با طراحی سیستم‌های کنترل پرواز: اجزای اصلی، اهداف طراحی و چرخه طراحی سیستم‌های کنترل پرواز، سیستم‌های کنترل حلقه باز و حلقه بسته، اثرات پس‌خوراند در سیستم‌های کنترل، سیستم‌های مختلف کنترل پس‌خوراند، سیستم‌های کنترل پیوسته و ناپیوسته، کنترل آنالوگ، دیجیتال و منطقی، کنترلرهای صنعتی.

۲- مقدمه‌ای بر سیستم‌های کنترل پرواز: تاریخچه، راهنمایی، ناوبری و کنترل، کانال‌های کنترل پرواز، روش‌های کنترل پرواز، مقایسه خلبان خودکار و SAS.

۳- ملاحظات آئرودینامیکی سیستم‌های کنترل پرواز: پایداری استاتیک و پویا، ثبات و مانور پذیری، حاشیه پایداری استاتیک، تغییرات مرکز فشار، لحظه Hinge، اثرات آئروالاستیسیته.

۴- عملکرد سیستم‌های کنترلی: سیستم کنترل دم، سیستم کنترل بال، سیستم کنترل Canard، اثرات پیکربندی سطوح آئرودینامیکی، اندازه‌گیری سطوح آئرودینامیکی، کنترل جت جانبی، کنترل بردار رانش، جرم و اثرات تغییر C.G.

۵- محرک‌های کنترل پرواز: سروومکانیسم‌ها، محرک‌های هیدرولیکی، محرک‌های پنوماتیکی، محرک‌های گازی، محرک‌های الکتریکی.

۶- حسگرهای کنترل پرواز: شتاب سنج‌ها، ژایروها، حسگر زاویه حمله، حسگرهای دیگر، انتخاب حسگر.

۷- مروری بر طراحی کنترلر: اهداف طراحی کنترلر، طراحی با پاسخ فرکانسی، طراحی با مکان هندسی ریشه‌ها، طراحی با جایابی قطب، طراحی با فضای حالت، طراحی در حوزه زمان.

۸- خطی سازی معادلات حرکت و به دست آوردن توابع انتقال وسیله نقلیه پروازی: سیستم‌های مختصات، معادلات حرکت، توابع انتقال کانال‌های پیچش، چرخش و گردش.

۹- طراحی سیستم‌های کنترل آئرودینامیکی برای موشک‌ها: معرفی موشک‌های STT، BTT و RA و خصوصیات آن‌ها، طراحی سیستم کنترل کانال رول و موشک‌های جانبی STT، طراحی سیستم کنترل جانبی موشک‌های BTT، طراحی سیستم کنترل MIMO، طراحی سیستم کنترل پرواز تک کاناله.

۱۰-طراحی سیستم کنترل برای هواپیما: کنترل طولی و جانبی هواپیما، سیستم‌های کنترل وضعیت، سیستم‌های کنترل مسیر پرواز، کنترل پرواز فعال.
۱۱-طراحی سیستم‌های کنترل حامل فشار: طبقه‌بندی‌ها و کاربردها، مدل‌سازی ریاضی، معماری‌های مختلف کنترل بردار رانش، طراحی کنترلر
۱۲-اصول طراحی کامپیوتر پرواز: الزامات طراحی، ورودی و خروجی‌های طراحی، نکات کلیدی در انتخاب نرم‌افزار کامپیوتر پرواز، برنامه‌نویسی پرواز.
۱۳-مطالب تکمیلی: تحلیل حساسیت، اثر انسان بر حلقه، بهینه‌سازی‌های پارامتری، طراحی کنترل‌کننده‌های دیجیتال.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
دارد	دارد	دارد	دارد

بازدید: ندارد

منابع اصلی:

1. P. Garnell, *Guided Weapon Control Systems*, 2nd Edition, Pergamon Press, 1980.
2. D. McLean, *Automatic Flight Control Systems*, Prentice-Hall, 1990.
3. J. H. Blakelock, *Automatic Control of Aircraft and Missiles*, 2nd Edition, John Wiley & Sons, 1990.
4. C. K. Benjamin, and F. Golnaraghi, *Automatic Control Systems*, 9th Edition, John Wiley & Sons, 2010.
5. N. S. Nise, *Control Systems Engineering*, 4th Edition, John Wiley & Sons, 2004.
6. K. Ogata, *Modern Control Engineering*, 3rd Edition, Prentice-Hall, 1997.
7. G. M. Siouris, *Missile Guidance and Control Systems*, Springer Science & Business Media, 2003.
8. E. L. Fleeman, *Tactical Missile Design*, 1st Edition, AIAA Education Series, 2001.
9. J. Roskam, *Airplane flight dynamic and Automatic flight control*, 3rd Edition, DARCorporation, 2001.
10. W. S. Levine, *The Control Systems Handbook: Control System Advanced Methods*, CRC Press, 2018.
11. A. V. Nebylov, and J. Watson, *Aerospace Navigation Systems*, John Wiley & Sons, 2016.
12. P. Marqués, and A. Da-Ronch, *Advanced UAV Aerodynamics, Flight Stability and Control: Novel Concepts, Theory and Applications*, John Wiley & Sons, 2017.

سیستم‌های کنترل دیجیتال
(Digital Control Systems)

چهارچوب سرفصل درس

تعداد واحد نظری: ۳	**تعداد واحد عملی:** – **حل تمرین:** ندارد
نوع درس: اختیاری	**پیش‌نیاز:** ندارد

هدف درس:

هدف این درس معرفی اصول گسسته سازی و بررسی اثرات آن در سیستم‌های خطی، روش‌های تحلیل پایداری و طراحی کنترل‌کننده‌های دیجیتال است.

رئوس مطالب:

۱- مقدمه: معرفی سیستم‌های دیجیتال و کامپیوتری، گذر از زمان پیوسته به گسسته و از مقدار پیوسته به دیجیتال، نمایش سیگنال نمونه‌ها در حوزه پیوسته و در حوزه گسسته، ساختار کلی سیستم کنترل دیجیتال، مبدل‌های آنالوگ به دیجیتال، نمونه‌برداری و بازسازی داده‌ها و قضایای مربوط به آن، اهمیت فرکانس نمونه‌برداری، مبدل‌های دیجیتال به آنالوگ.

۲- نمایش سیستم‌های دیجیتال: معرفی تبدیل z، خواص تبدیل z، نمایش سیستم با معادلات تفاضلی و حل آن‌ها، تبدیل z تکمیلی، نمایش فضای حالت سیستم‌های گسسته.

۳- تحلیل رفتار سیستم‌های زمان گسسته: خصوصیات پاسخ زمانی سیستم‌ها، مفهوم پایداری و تحلیل پایداری به روش روث و Jury، تحلیل پایداری به روش نایکوئیست.

۴- طراحی کنترل‌کننده‌های دیجیتال: جبران سازهای پیش فاز، پس فاز، پیش فاز – پس فاز، و کنترل‌کننده‌های PID دیجیتال، طراحی به کمک مکان هندسی ریشه‌ها، طراحی به کمک پاسخ فرکانسی در صفحه W، اصول طراحی بر اساس معادل‌های زمان گسسته کنترل‌کننده‌های آنالوگ.

۵- روش‌های طراحی در فضای حالت: طراحی با استفاده از مفاهیم تحقق‌ها، رؤیت گری و بازخور حالت، روش جایابی قطب‌ها.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
ندارد	دارد	دارد	دارد

بازدید: ندارد

منابع اصلی:

1. C. L. Phillips, T. Nagle, J. Brickley, and A. Chakrabortty, *Digital Control System Analysis & Design*, Pearson Higher Education, 2015.
2. G. F. Franklin, J. D. Powell, and M. L. Workman, *Digital Control of Dynamic Systems*, Prentice-Hall, 1997.
3. K. Ogata, *Discrete-Time Control Systems*, 2nd Edition, Prentice-Hall, 1995.
4. M. S. Fadali, and A. Visioli, *Digital Control Engineering: Analysis and Design*, 2nd Edition, Academic Press, 2012.
5. R. G. Jacquot, *Modern Digital Control Systems*, Routledge, 2019.

روش‌های بهینه‌سازی پیشرفته

(Advanced Optimization Methods)

چهارچوب سرفصل درس

تعداد واحد نظری: ۳	**تعداد واحد عملی:** – **حل تمرین:** ندارد
نوع درس: اختیاری	**پیش‌نیاز:** ندارد

هدف درس:

هدف این درس ارائه روش‌های بهینه‌سازی و روش‌های حل عددی برای مسائل بهینه‌سازی غیرخطی است. مطالب ارائه‌شده در این واحد درسی به‌گونه‌ای تنظیم‌شده تا از دید مهندسی کاربردی باشد.

رئوس مطالب:

۱- مقدمه: ارائه مدل‌های مختلف مسائل بهینه‌سازی و دسته‌بندی مسائل بهینه‌سازی.

۲- برنامه‌ریزی خطی: روش سیمپلکس، دوگان برنامه‌ریزی خطی، آنالیز حساسیت و روش‌های عددی برای حل مسائل برنامه‌ریزی خطی.

۳- برنامه‌ریزی غیرخطی: مسائل بهینه‌سازی محدب، مسائل بهینه‌سازی غیر مقید و مقید، بیان شرایط لازم و کافی بهینگی به فرم فریتز جان و کاروش کان تاکر، دوگان مسائل غیرخطی، شکاف دوگانگی، روش‌های حل عددی برای مسائل بهینه‌سازی غیرخطی، برنامه‌سازی هندسی مقید و غیر مقید، برنامه‌ریزی متغیر صحیح، بهینه‌سازی چند تابع هدف و برنامه‌ریزی زمان – پیوسته.

۴- روشهای عددی و معرفی الگوریتم ها شامل روشهای کاهشی، روش نیوتن، روش نقطه درونی، روش ناحیه اعتماد، روش شاخه و کران.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
دارد	دارد	دارد	دارد

بازدید: ندارد

منابع اصلی:

1. S. S. Rao, *Engineering Optimization: Theory and Practice*, John Wiley & Sons, 2019.
2. M. S. Bazaraa, H. D. Sherali, and J. Hanif, *Nonlinear Programmimg: Theory and Algorithms*, John Wiley & Sons, 2006.
3. A. Ravindran, K. M. Ragsdell, and G. V. Reklaitis, *Engineering Optimization*, John Wiley & Sons, 2006.
4. M. S. Bazaraa, J. J. Hanif, and H. D. Sherali, *Linear Programming and Network Flows*, John Wiley & Sons, 2010.
5. P. Pedregal, *Introduction to Optimization*, Springer Science & Business Media, 2006.
6. M. Jeter, *Mathematical Programming: an Introduction to Optimization*, Routledge, 2018.

فرآیندهای اتفاقی

(Stochastic Process)

چهارچوب سرفصل درس

تعداد واحد نظری: ۳	**تعداد واحد عملی:** – **حل تمرین:** ندارد
نوع درس: اختیاری	**پیش‌نیاز:** ندارد

هدف درس:

هدف این درس ارائه پایه‌های نظری در مورد فرآیندهای تصادفی و ایجاد درک درست و منطقی در مورد سیگنال‌هایی که دارای ویژگی‌های زمانی و آماری هستند، می‌باشد. همچنین تخمین خطی و کنترل سیستم‌های خطی تصادفی نیز در این درس مورد بررسی قرار می‌گیرد.

رئوس مطالب:

۱- مرور فشرده‌ی تئوری احتمالات با تکیه‌بر موضوعات موردنیاز برای این درس.
۲- اصول فرآیندهای تصادفی شامل تعاریف و ویژگی‌ها.
۳- آنالیز آماری سیستم‌های خطی و غیرخطی، روش مونت‌کارلو.
۴- توابع همبستگی، همبستگی متقابل و چگالی طیف توان.
۵- آشنایی با انواع فرآیندهای تصادفی شامل فرآیندهای گوسی، سفید و مارکوف.
۶- مفهوم نویز، انواع آن و چگونگی برخورد با آن در الگوریتم‌های تخمین.
۷- مقدمه‌ای بر تخمین خطی.
۸- کنترل به معنی سنجش عملکرد در مقابل نامعینی‌ها.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
دارد	دارد	دارد	دارد

بازدید: ندارد

منابع اصلی:

1. A. Papoulis, and S. U. Pillai, *Probability, Random Variables and Stochastic Processes*, 4th Edition, McGraw-Hill, 2002.
2. W. A. Gardner, *Introduction to Random Processes*, McGraw-Hill, 1990.
3. H. Stark, and J. W. Woods, *Probability, Random Processes and Estimation Theory for Engineers*, 3rd Edition, Prentice-Hall, 2002.
4. J. S. Meditch, *Stochastic Optimal Linear Estimation and Control*, McGraw-Hill, 1969.
5. G. F. Lawler, *Introduction to Stochastic Processes*, Chapman and Hall/CRC, 2018.
6. D. R. Cox, *The Theory of Stochastic Processes*, Routledge, 2017.

ریاضیات پیشرفته ۲

(Advanced Mathematics II)

چهارچوب سرفصل درس

تعداد واحد نظری: ۳	**تعداد واحد عملی:** - **حل تمرین:** ندارد
نوع درس: اختیاری	**پیش‌نیاز:** ریاضیات پیشرفته ۱

هدف درس:

هدف از این درس فراگیری مباحث پیشرفته موردنیاز مهندسی هوافضا نظیر جبر اعداد مختلط، حساب تغییرات و روش‌های مختلف حل معادلات دیفرانسیل جزئی است.

رئوس مطالب:

۱- حل معادلات دیفرانسیل پاره‌ای مرتبه دوم (معادلات هذلولوی، سهموی و بیضوی).
۲- آنالیز مختلط، مروری بر اعداد مختلط، انتگرال‌گیری مختلط با انواع نقاط شاخه‌ای، لاپلاس معکوس با توابع مختلط.
۳- نگاشت، انواع نگاشت، نگاشت همدیس و حل معادله لاپلاس به کمک این نگاشت، نگاشت شوارتز - کریستوفل.
۴- بهینه‌سازی، مفاهیم بهینه‌سازی، بهینه‌سازی بدون قید، بهینه‌سازی ترکیبی، برنامه‌ریزی خطی در بهینه‌سازی.
۵- اختلالات جبری، (معادلات Quadratic، معادلات Cubic و معادلات درجات بالاتر).
۶- اختلالات منظم (اختلالات معادلات درجه‌دو، معادله اشتروم الیویول، معادله دیفرانسیل لژاندر).
۷- اختلالات نامنظم (Singular Perturbation).
۸- حساب تغییرات، انواع مسائل حساب تغییرات، شرایط لازم بهینه شدن، معادله اویلر- لاگرانژ و تغییرات اول تابعی، شرایط کافی بهینه شدن.
۹- تغییرات دوم تابعی، روش‌های عددی و تغییراتی برای حل مسائل حساب تغییرات، اصل همیلتون.
۱۰-معرفی و کاربرد توابع خاص مانند بتا، گاما و غیره.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
دارد	دارد	دارد	ندارد

بازدید: ندارد

منابع اصلی:

1. C. R. Wylie, and L. C. Barrett, *Advanced Engineering Mathematics*, 6th Edition, McGraw-Hill, 1995.
2. D. G. Duffy, *Advanced engineering mathematics*, CRC Press, 1998.
3. D. G. Zill, W. S. Wright and M. R. Cullen, *Advanced Engineering Mathematics*, Jones and Bartlett Publishers, 2010.
4. F. B. Hildebrand, *Advanced Calculus for Applications*, 2nd Edition, Prentice-Hall, 1976.
5. F. B. Hildebrand, *Methods of Applied Mathematics*, Courier Corporation, 2012.
6. D. G. Duffy, *Advanced Engineering Mathematics with MATLAB*, Chapman and Hall/CRC, 2016.
7. W. Guo, *Advanced Mathematics for Engineering and Applied Sciences*, Pearson Education, 2015.

کنترل صنعتی

(Industrial Control)

تعداد واحد نظری: ۳	**تعداد واحد عملی:** – **حل تمرین:** ندارد
نوع درس: اختیاری	**پیش‌نیاز:** ندارد

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:

۱- سیستم‌های کنترل گسترده (DCS): اصول سیستم‌های کنترل گسترده، کنترل با کامپیوتر و PLC، سیستم‌های حوزه کنترل (FCS)، کنش انسان – ماشین.

۲- سیستم‌های انتقال داده در محیط‌های صنعتی (Fieldbus).

۳- سیستم‌های ترکیبی: مدل‌سازی سیستم‌ها به‌صورت ترکیب سیستم‌های گسسته پیشامد و حالت پیوسته، مثال‌هایی از سیستم‌های سویچ زننده، چندعاملی، بررسی پایداری سیستم‌های ترکیبی.

۴- کنترل پیش‌بین، مسئله کنترل بهینه بر خط، مسئله کنترل افق محدود و نامحدود بهینه و پایداری MPC.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
ندارد	دارد	دارد	دارد

بازدید: ندارد

منابع اصلی:

1. R. L. Shell and E. L. Hall, *Handbook of Industrial Automation*, Marcel Dekker Inc., 2009.
2. K. T. Erickson, and J. L. Hedrick, *Plantwide Process Control*, John Wiley & Sons, 1999.
3. M. P. Groover, *Automation, Production Systems, and Computer Integrated Manufacturing*, 3rd Edition, Prentice-Hall, 2007.
4. J. Berge, *Fieldbuses for Process Control: Engineering, Operation and Maintenance*, Research Triangle Park, 2004.
5. *Transaction of Institute of Measurement and Control: Special Issue on Human Machine Interface*, SAGE Paublication, 1999.
6. A. S. Morse, *Control Using Logic: Based Switching*, Springer Science & Business Media, 1997.
7. M. Chidambaram, *Computer Control of Process*, Alpha Science International Ltd., 2002.
8. L. S. Aft, *Fundamentals of Industrial Quality Control*, CRC Press, 2018.

مکاترونیک ۱

(Mechatronic I)

چهارچوب سرفصل درس

تعداد واحد نظری: ۳	**تعداد واحد عملی:** – **حل تمرین:** ندارد
نوع درس: اختیاری	**پیش‌نیاز:** ندارد

هدف درس:

هدف از این درس فراگیری سیستم‌های پایه در مهندسی مکاترونیک برای طراحی سیستم‌های پیچیده با کارایی بالا، شامل سیستم‌های مکانیکی، الکتریکی، الکترونیکی و میکروکنترلرها است.

رئوس مطالب:

۱- مقدمه‌ای بر مکاترونیک، معرفی مهندسی مکاترونیک، سیستم‌های مکاترونیکی و کاربردهای آن‌ها در مهندسی.
۲- سنسورها و عملگرها، شناخت سنسورها و عملگرهای مختلف مورداستفاده در سیستم‌های مکاترونیکی مانند انواع سنسورهای دیجیتال و آنالوگ و انواع عملگرهای الکتریکی، پنوماتیکی و خطی.
۳- نمونه‌برداری، شناخت نحوه خواندن دیتا، آشنایی با مبدل‌های آنالوگ به دیجیتال (A/D) و دیجیتال به آنالوگ (D/A)، زمان نمونه‌برداری و قضایای مربوطه و فیلتر کردن سیگنال‌های اطلاعاتی.
۴- میکروکنترلرها، شناسایی انواع میکروکنترلر، برنامه‌نویسی میکروکنترلرها و کاربردهای آن‌ها.
۵- سیستم‌های پردازش تصویر و رباتیک، مقدمه‌ای بر پردازش تصویر و روش‌ها و کاربردهای مختلف آن، آشنایی با سیستم‌ها رباتیکی، اجزا و کاربردهای آن به‌عنوان یک سیستم مکاترونیکی.
۶- شبیه‌سازی، مفهوم شبیه‌سازی سیستم‌ها، روش‌ها و نرم‌افزارهای مختلف شبیه‌سازی.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
دارد	دارد	دارد	دارد

بازدید: ندارد

منابع اصلی:

1. R. H. Bishop, *Mechatronics, an Introduction*, Taylor & Francis, 2006.
2. R. H. Bishop, *Mechatronics Handbook*, 2nd Edition, Taylor & Francis, 2008.
3. M. Jouaneh, *Fundamentals of Mechatronics*, 1st Edition, Cengage Learning, 2012.
4. C. W. De Silva, *Mechatronics: a Foundation Course*, CRC Press, 2010.
5. R. Isermann, *Mechatronics Systems Fundamentals*, Springer Science & Business Media, 2005.
6. C. W. De silva, *Mechatronics: an Integrated Approach*, CRC Press, 2005.
7. H. Timmis, *Practical Arduino Engineering*, CRC Press, 2015.
8. D. Bradley, *Mechatronics: Electronics in Products and Processes*, Routledge, 2018.
9. B. Wilamowski, and J. D. Irwin, *Control and Mechatronics*, CRC Press, 2018.

هوش مصنوعی و سیستم‌های خبره

(Artificial Intelligence and Expert Systems)

چهارچوب سرفصل درس

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

هدف درس:

هدف از این درس فراگیری مفاهیم اساسی در هوشمند سازی سیستم‌ها، فراگیری روش‌های برنامه‌نویسی هوش مصنوعی، کنترل هوشمند روی انواع ربات‌ها و سیستم‌های خبره کاربردی است.

رئوس مطالب:

۱- مروری بر مفاهیم اصلی هوش مصنوعی، کاربردها و حوزه‌های به‌کارگیری، معرفی ربات‌ها و عامل‌های هوشمند و معماری کلی آن‌ها، معرفی ویژگی‌های محیط وظیفه عامل‌های سخت‌افزاری و نرم‌افزاری.

۲- مروری بر انواع روش‌های حل مسئله در هوش مصنوعی، روش‌های جستجوی آگاهانه و ناآگاهانه، روش‌های مبتنی بر دانش و استنتاج، روش‌های یادگیری ماشین.

۳- مهندسی دانش و سیستم‌های خبره، معرفی قدم‌های اصلی در مهندسی دانش، برنامه‌نویسی سیستم‌های خبره، معرفی منطق‌های گوناگون ازجمله منطق گزاره‌ها، منطق فازی و کاربرد آن‌ها در سیستم خبره.

۴- مقدمه‌ای بر ابزار CLIPS و متغیرها، توابع، عبارت‌ها و واقعیت‌ها در آن، موتور استنتاج در CLIPS و روش استنتاج روبه‌جلو، آشنایی با JESS و نسخه فازی آن، منطق فازی و برنامه‌نویسی سیستم خبره.

۵- شبکه عصبی، مفاهیم و کاربردها، نحوه پیاده‌سازی و آموزش شبکه‌های عصبی در پروژه‌های عملی.

۶- مروری بر روش‌های کنترل هوشمند ربات‌های متحرک، به‌کارگیری یادگیری تقویتی در آموزش سیستم‌های رباتیک، الگوریتم‌های تکاملی و بهینه‌سازی پارامتر در کنترلر ربات‌ها به کمک این روش‌ها.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
دارد	دارد	دارد	دارد

بازدید: ندارد

منابع اصلی:

1. S. Russell, and P. Norving, *Artificial Intelligence: a Modern Approach*, 3rd Edition, Prentice-Hall, 2010.
2. U. Nilsson, and J. Maluszynski, *Logic, Programming and Prolog*, 2nd Edition, John Wiley & sons, 2000.
3. J. Durkin, *Expert Systems: Design and Development*, 2nd Edition, Prentice-Hall, 1994.
4. D. Koller, *Probabilistic Graphical Models: Principles and Techniques*, MIT Press, 2009.
5. J. Giarratano, and G. Riley, *Expert Systems: Principles and Programming*, 4th Edition, Course Technology, 2004.
6. P. Jackson, *Introduction to expert Systems*, Addison-Wesley, 1990.
7. S. Sutten, and G. Barto, *Reinforcement Learning: An Introduction (Adaptive Computation and Machine Learning)*, MIT Press, 1988.
8. S. Haykin, *Neural network and leanrning machines*, McMaster University: Canada Pub., 2018.
9. L. Chen, *Fuzzy Sets, Fuzzy Logic and Fuzzy control*, CRC Press, 2000.
10. C. S. Krishnamoorthy, and S. Rajeev, *Artificial Intelligence and Expert Systems for Engineers*, CRC Press, 2018.

ارتعاشات پیشرفته

(Advanced Vibrations)

چهارچوب سرفصل درس

تعداد واحد نظری: ۳	**تعداد واحد عملی:** – **حل تمرین:** ندارد
نوع درس: اختیاری	**پیش‌نیاز:** ندارد

هدف درس:

هدف از این درس فراگیری مباحث پیشرفته در ارتعاشات همانند سیستم‌های چند درجه آزادی، سیستم‌های پیوسته، روش‌های مختلف حل معادلات آن‌ها و کاربرد ارتعاشات در تحلیل رفتار دینامیکی سازه‌ها است.

رئوس مطالب:

۱- مروری بر دینامیک تحلیلی شامل روش‌های مختلف استخراج معادلات مبتنی بر انرژی، اصل کار مجازی.
۲- اصل تعمیم‌یافته هامیلتون، قیود و سیستم‌های مقید، معادلات لاگرانژ.
۳- سیستم‌های چند درجه آزادی خطی شامل معادلات سیستم‌های گسسته به فرم ماتریسی، انتقال خطی، آنالیز مودال، قضیه بسط، سیستم‌های دارای مود صلب، کسر رایلی و ضرایب تأثیر.
۴- سیستم‌های پیوسته حل دقیق شامل ارتعاش عرضی تار، ارتعاش محوری میله، ارتعاش پیچشی شافت، ارتعاش جانبی تیر، حل معادلات، مسئله مقدار ویژه، قضیه بسط، تعامد مودها و ارتعاشات اجباری.
۵- سیستم‌های پیوسته حل تقریبی شامل روش انرژی رایلی، روش رایلی – ریتز، روش مودهای فرضی، روش باقیمانده‌های توزین شده و روش پارامترهای مجزا.
۶- روش المان محدود شامل مفاهیم کلی، استخراج ماتریس جرم و سختی مربوط به ارتعاش عرضی تار، محوری میله و پیچشی شافت، عرضی تیر اویلر–برنولی، مدل‌سازی المان محدود خرپاها و قاب‌ها.
۷- ارتعاشات سیستم‌های دوبعدی شامل ارتعاشات عرضی پوسته‌ها و صفحه‌ها.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
ندارد	دارد	دارد	دارد

بازدید: ندارد

منابع اصلی:

1. L. Meirovitch, *Fundamentals of Vibration*, 1st Edition, Waveland Press Inc., 2010.
2. S. Rao, *Vibration of Continuous Systems*, 1st Edition, John Wiley & Sons, 2007.
3. D. J. Inman, *Engineering Vibration*, 3rd Edition, Prentice-Hall, 2007.
4. A. A. Shabana, *Vibration of Discrete and Continuous Systems*, 2nd Edition, Springer Science & Business Media, 1996.
5. L. Meirovitch, *Elements of Vibration Analysis*, 2nd Edition, McGraw-Hill, 1986.
6. R. R. Craig, *Structural Dynamics: an Introduction to Computer Methods*, 2nd Edition, John Wiley & Sons, 1981.
7. A. Preumont, *Vibration Control of Active Structures: An Introduction*, 3rd Edition, Springer Science & Business Media, 2018.
8. H. M. N. Benaroya, and S. Han, *Mechanical Vibration: Analysis, Uncertainties, and Control*, CRC Press, 2017.

رباتیک پیشرفته

(Advanced Robotics)

چهارچوب سرفصل درس

تعداد واحد نظری: ۳	**تعداد واحد عملی:** – **حل تمرین:** ندارد
نوع درس: اختیاری	**پیش‌نیاز:** ندارد

هدف درس:

هدف از این درس فراگیری تحلیل سینماتیکی و دینامیکی مستقیم و معکوس انواع ربات‌ها و هم‌چنین طراحی مسیر و کنترل سینماتیکی ربات‌ها، آشنایی با درایورها و واسطه‌های کاربری، خودمختار کردن ربات به کمک اطلاعات سنسوری است.

رئوس مطالب:

۱- مقدمه، آشنایی با صنعت رباتیک و کاربرد آن در صنایع مختلف مانند صنایع اتومبیل‌سازی، صنایع اتمی، صنایع الکترونیک، صنایع پزشکی و مانند این‌ها.

۲- تعاریف و اصطلاحات موردنیاز در صنعت رباتیک از قبیل قابلیت تکرار، دقت عمل و غیره.

۳- مطالعه، تجزیه‌وتحلیل معادلات سینماتیک مستقیم، سینماتیک معکوس انواع مختلف ربات‌های استوانه‌ای، ربات‌های کروی، ربات‌های قائم و غیره با مفاصل کشوئی یا لولایی و یا ترکیبی از هر دو.

۴- مرور سینماتیک حرکت ربات‌ها: تبدیل مختصات با در نظر گرفتن دوران و جابجایی، نصب دستگاه‌های مختصات هر عضو، آشنایی با پارامترهای D - H استخراج ماتریس تبدیل مختصات، بررسی سینماتیک مستقیم، استخراج روابط سرعت خطی و دورانی و ماتریس ژاکوبین، آشنایی با فضاهای مفصلی و کاری متنوع، اشاره به حالات تکینگی و حل سینماتیک معکوس.

۵- مرور سینتیک حرکت ربات‌ها، اشاره به مدل‌های تراجعی، استخراج روابط لاگرانژ ویژه بررسی حرکت ربات‌ها، حل سینتیک مستقیم و معکوس، شبیه‌سازی حرکت توسط کامپیوتر.

۶- طراحی مسیر حرکت: مسیرهای زمانی، حرکت خطی، خطی با قوس سهموی، استفاده از چندجمله‌ای‌های درجه سوم و پنجم، طراحی مسیر در فضای کارتزین، طراحی مسیر بهینه زمانی.

۷- مقایسه ربات‌های سری و موازی، روش‌های ویژه و ملاحظات طراحی ربات‌های موازی، روش کار مجازی و ضرایب لاگرانژ، روش‌های عددی کالیبراسیون و شناسایی پارامترهای ربات.

۸- کنترل حرکت در حضور موانع، لحاظ مدل الکترودینامیکی محرک‌های مفصلی در کنترل ربات.

۹- بررسی سینماتیک و دینامیک ربات‌های متحرک چرخ‌دار، قید غیر انتگرال‌پذیر غلتش و عدم لغزش جانبی، طراحی مسیر و کنترل حرکت در سطح سینماتیکی، آشنایی با مکان‌یابی و Odometry.

۱۰-مقدمه‌ای بر ربات احتمالی، روش‌های ناوبری در محیط، تلفیق اطلاعات سنسوری با فیلتر کالمن.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
ندارد	دارد	دارد	دارد

بازدید: ندارد

منابع اصلی:

1. J. J. Craig, *Introduction to Robotics, Mechanics and Control*, 3rd Edition, Prentice-Hall, 2004.
2. Y. Matsuoka, H. F. Durrant-Whyte, and J. Neira, *Robotics: Science and Systems VI*, MIT Press, 2011.
3. B. Siciliano, L. Sciavicco, L. Villani, and G. Oriolo, *Robotics: Modelling, Planning and Control*, 1st Edition, Springer Science & Business Media, 2010.
4. M. Shahinpour, *A Robot Engineering Text Book*, Harper & Row, 1987.
5. M. W. Spong, S. Hutchinson, and M. Vidyasagar, *Robot Modeling and Control*, 1st Edition, John Wiley & Sons, 2005.
6. R. P. Paul, *Robot Manipulators: Mathematics, Programming, and Control*, MIT Press, 1981.
7. S. K. Saha, *Introduction to Robotics*, Tata McGraw-Hill Education, 2014.
8. S. B. Niku, *Introduction to Robotics: Analysis, Control, Applications*, John Wiley & Sons, 2020.

سیستم‌های میکروالکترومکانیکی

(Micro Electromechanical Systems)

چهارچوب سرفصل درس

تعداد واحد نظری: ۳	**تعداد واحد عملی:** – **حل تمرین:** ندارد
نوع درس: اختیاری	**پیش‌نیاز:** ندارد

هدف درس:

در این درس دانشجویان مدل‌سازی، تجزیه‌وتحلیل، روش‌های ساخت و به‌کارگیری سیستم‌های میکرو الکترومکانیکی را آموزش می‌بینند.

رئوس مطالب:

۱- مقدمه‌ای بر میکرو سیستم‌ها، ویژگی‌ها و چالش‌های مدل‌سازی.
۲- اثر تغییر مقیاس در دنیای میکرو و نانو.
۳- رویکردهای طراحی میکرو سیستم‌ها.
۴- میکرو – نانو ساختارها، میکرو – نانو ساخت و مواد.
۵- یکپارچه‌سازی و بسته‌بندی.
۶- مدل‌سازی و اصول میکرو سیستم.
۷- اصول مبدل‌ها و دینامیک سیستم.
۸- اصول سیستم‌های محرکه و حس‌گر.
۹- مکانیک پایه‌ای و روش‌های انرژی.
۱۰-اصول الکترونیک، مدار و سیگنال.
۱۱-مطالعه موردی (محرکه‌های پیزوالکتریک، حس‌گرهای شتاب سنج و غیره).

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
دارد	دارد	دارد	دارد

بازدید: ندارد

منابع اصلی:

1. S. D. Senturia, *Microsystem Design*, Springer Science & Business Media, 2007.
2. T. R. Hsu, *MEMS and Microsystems: Design, Manufacture, and Nanoscale Engineering*, John Wiley & Sons, 2008.
3. C. Liu, *Foundations of MEMS*, Pearson Education Asia, 2012.
4. N. P. Mahalik, *Mems*, Tata McGraw-Hill Education, 2008.
5. M. Gad-el-Hak, *The MEMS handbook*, CRC press, 2002.
6. N. Maluf, and K. Williams, *Introduction to Microelectromechanical Systems Engineering*, Artech House, 2004.
7. M. J. Madou, *Fundamentals of Microfabrication: The Science of Miniaturization*, CRC Press, 2018.
8. J. W. Gardner, V. K. Varadan, and O. O. Awadelkarim, *Microsensors, MEMS, and Smart Devices*, John Wiley & Sons, 2001.
9. M. I. Younis, *MEMS Linear and Nonlinear Statics and Dynamics*, Springer Science & Business Media, 2011.
10. S. E. Lyshevski, *MEMS and NEMS: Systems, Devices, and Structures*, CRC Press, 2018.
11. Y. Tai, *Micro Electro Mechanical Systems*, Springer Science & Business Media, 2018.

کنترل پیش‌بین
(Predictive Control)

چهارچوب سرفصل درس

تعداد واحد نظری: ۳	**تعداد واحد عملی:** – **حل تمرین:** ندارد
نوع درس: اختیاری	**پیش‌نیاز:** ندارد

هدف درس:
در این درس اصول کنترلی حاکم بر سیستم‌ها با استفاده از قابلیت پیش‌بینی در افق محدود به‌صورت بهینه موردبحث و بررسی قرار می‌گیرد.

رئوس مطالب:
۱- تعاریف حاکم بر کنترل پیش‌بین، کنترل پیش‌بین زمان گسسته.
۲- کنترل افق پیش‌بین، کنترل پیش‌بین سیستم‌های چند ورودی – چند خروجی، تخمین حالت.
۳- کنترل پیش‌بین زمان گسسته با محدودیت در حالت و ورودی.
۴- کنترل پیش‌بین گسسته با استفاده از تابع Laguerre.
۵- کنترل پیش‌بین گسسته با درجه پایداری مشخص.
۶- کنترل پیش‌بین زمان پیوسته.
۷- کنترل پیش‌بین زمان پیوسته برای سیستم‌های با محدودیت در کنترل و فرآیند.
۸- کنترل پیش‌بین پیوسته با درجه پایداری مشخص.
۹- کنترل پیش‌بین کلاسیک در فرم فضای حالت.
۱۰-کنترل پیش‌بین غیرخطی.
۱۱-نمونه‌های کاربردی از کنترل پیش‌بین.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
ندارد	ندارد	دارد	دارد

بازدید: ندارد

منابع اصلی:

1. L. Wang, *Model Predictive Control System Design and Implementation Using MATLAB*, Springer Science & Business Media, 2009.
2. F. Allgöwer, and A. Zheng, *Nonlinear Model Predictive Control*, Birkhäuser, 2012.
3. J. A. Rossiter, *Model-Based Predictive control: a Practical Approach*, CRC Press, 2017.
4. S. Huang, and T. H. Lee, *Applied Predictive Control*. Springer Science & Business Media, 2013.
5. D. Baocang, *Modern Predictive Control*, CRC Press, 2018.

کنترل غیرخطی پیشرفته

(Advanced Nonlinear Control)

چهارچوب سرفصل درس

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

هدف درس:

هدف از این درس فراگیری مباحث پیشرفته مربوط به تحلیل پایداری و طراحی کنترل‌کننده برای سیستم‌های غیرخطی بر اساس روش‌های غیرخطی مقاوم و نیز مبتنی بر طراحی رؤیت گر است.

رئوس مطالب:

۱- قضایای وجود و یکتایی جواب برای سیستم‌های غیرخطی.
۲- قضیه منیفلد مرکزی.
۳- مقدمه‌ای بر پدیده دوشاخگی یا انشعاب.
۴- پایداری لیاپانوف سیستم‌های ناخودگردان.
۵- بررسی پایداری مجانبی و پایداری نمایی سیستم‌های غیرخطی بر اساس Converse Theorems.
۶- پایداری سیستم‌های مختل شده.
۷- پایداری ورودی - حالت و پایداری ورودی - خروجی.
۸- کنترل بر اساس Passivity.
۹- خطی سازی فیدبک برای سیستم‌های چند ورودی - چند خروجی.
۱۰- خطی سازی فیدبک مقاوم.
۱۱- مباحث پیشرفته در کنترل مد لغزشی.
۱۲- روش پس گام (Backstepping).
۱۳- رؤیت گرهای غیرخطی و کنترل مبتنی بر رؤیت گر.
۱۴- رؤیت گر اغتشاش.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
دارد	دارد	دارد	دارد

بازدید: ندارد

منابع اصلی:

1. H. K. Khalil, *Nonlinear Systems*, 3rd Edition, Prentice-Hall, 2002.
2. A. Isidory, *Nonlinear Control Systems*, Springer Science & Business Media, 2013.
3. S. Sastry, *Nonlinear Systems: Analysis Stability and Control*, Springer-Verlag, 2013.
4. M. Vidyasagar, *Nonlinear Systems Analysis*, Prentice-Hall, 2002.
5. L. Perko, *Differential Equation & Dynamical System*, Springer-Verlag, 2001.
6. S. H. Li, J. Yang, and W. H. Chen, *Disturbance Observer Based Control Methods and Applications*, CRC Press, 2014.
7. Y. Shtessel, C. Edwards, L. Fridman, and A. Levant, *Sliding Mode Control and Observation*, Birkhäuser Basel, 2014.
8. S. Vaidyanathan, and C. Volos, *Advances and Applications in Nonlinear Control Systems*, Springer Science & Business Media, 2016.

مبانی سیستم‌های هوشمند در مدل‌سازی و کنترل

(Fundementals of Intelligent Systems in Modeling and Control)

چهارچوب سرفصل درس

تعداد واحد نظری: ۳	**تعداد واحد عملی:** – **حل تمرین:** ندارد
نوع درس: اختیاری	**پیش‌نیاز:** ندارد

هدف درس:

هدف از ارائه این درس آموزش روش‌های مدل‌سازی و کنترل سیستم‌های دینامیکی با استفاده از تکنیک‌ها و الگوریتم‌ها مبتنی بر سیستم‌های هوشمند نظیر شبکه‌های عصبی و الگوریتم ژنتیک است. دانشجویان ضمن فراگیری این روش‌ها قادر خواهند بود تا سیستم‌های دینامیکی پیچیده و غیرخطی را که مدل‌سازی و کنترل آن‌ها با شیوه‌های کلاسیک و سنتی علوم مربوطه کاری سخت و یا غیرممکن است را به روش تکیه‌بر مبانی سیستم‌های هوشمند مدل‌سازی و کنترل نمایند و به‌علاوه با شیوه‌های بهینه‌سازی هوشمند مانند الگوریتم ژنتیک آموزش داده‌شده و مسائل بهینه یابی را مورد حل و بررسی قرار می‌دهند.

رئوس مطالب:

۱- مقدمه و معرفی روش‌های کلاسیک در مدل‌سازی دینامیکی و کنترل شامل معادلات نیوتن اویلر، تعریف سیستم‌های یک ورودی و یک خروجی تا سیستم‌های چند ورودی و چند خروجی از منظر توصیف سیستم و سپس کنترل آن‌ها و ذکر چند مثال.

۲- مشکلات و محدودیت‌های مدل‌سازی دینامیکی سیستم‌های پیچیده همراه با اثرات غیرخطی با استفاده از معادلات فیزیکی مربوطه و چالش‌های پیش رو برای توصیف سیستم‌ها و راهکارهای پیدا کردن روش‌های توصیف سیستم.

۳- معرفی ساختارهای مبتنی بر عملکرد سلول‌های عصبی و مدل تک عصب با الهام از عملکرد طبیعی سلول عصبی و معرفی مدل ریاضی یک سلول عصبی مصنوعی با تابع جمع کننده عصب دارای مقادیر وزن‌ها و بایاس عصب و توابع فعال‌کننده مختلف هر عصب مانند جداکننده، خطی، غیرخطی، سیگموئید، تانژانت هایپربولیک و غیره و سپس تعمیم عملکرد یک عصب به شبکه‌های متشکل از چندین عصب در چندین لایه و تشریح شبکه‌های پیشرو مناسب برای مسائل با رویکرد استاتیک و غیر وابسته به زمان و سپس تشریح شبکه‌های دارای پس‌خور از لایه‌های میانی و یا لایه آخر به لایه‌های قبلی مناسب برای مسائل با رویکرد دینامیک و وابسته به زمان، شبکه‌های جردن والمن و ترکیبی.

۴- روش‌های مختلف آموزش شبکه‌های عصبی شامل آموزش نظارتی و آموزش غیر نظارتی و نحوه جمع‌آوری داده‌های غنی موردنیاز برای آموزش نظارتی و نیز تعریف متناسب خطا در شبکه مانند حداقل مربع خطا و کاهش و بهینه‌سازی این خطا طی فرآیند آموزش و با استفاده از روش انتشار خطا به عقب در تنظیم و به‌روزرسانی وزن‌ها و

بایاس‌های عصب‌ها در شبکه تحت آموزش، نحوه تنظیم پارامترهای نرخ و مومنتم آموزش، آموزش‌های چندمرحله‌ای در مسائل پیچیده از قبیل آموزش سیستم‌های چند ورودی چند خروجی و تقسیم به چند سیستم یک ورودی یک خروجی و سپس تعمیم به سیستم اولیه و نیز آموزش چندمرحله‌ای در حوزه متغیرهای حالت، مشتقات متغیر حالت، تبدیل شبکه دینامیک به استاتیک و سپس آموزش شبکه استاتیک و تعمیم به شبکه دینامیک و سایر تکنیک‌های دیگر مرحله‌بندی آموزش به‌منظور حصول اطمینان از همگرایی شبکه به سمت نتایج مورد انتظار، آموزش‌های Example By Example و Batch Learning و سایر نکات تکمیلی در نحوه تنظیم و تدقیق آموزش شبکه. شبیه‌سازی سیستم آموزش داده‌شده و صحه سنجی نتایج خروجی از سیستم شبکه عصبی و تعیین میزان دقت در توصیف سیستم. آموزش غیر نظارتی مناسب برای سیستم‌های کنترلی و نحوه مرحله‌بندی فرآیند آموزش به آموزش نظارتی اولیه به‌واسطه داده‌های تولیدشده توسط یک کنترلر ساده و سپس آموزش غیر نظارتی برای بهینه‌سازی کنترلر و سایر نکات تکمیلی در آموزش و تعیین عملکرد کنترلر. ذکر مثال‌های مختلف در آموزش نظارتی و غیر نظارتی، استاتیک و دینامیک و کنترل، یک ورودی یک خروجی تا چند ورودی چند خروجی.

۵- مسائل کنترل بهینه در انجام مأموریت توسط یک سیستم پیش کنترل غیرخطی خودکار از قبیل ربات‌ها و نحوه تنظیم عملکرد کنترلر بهینه با استفاده از روش‌های بهینه‌سازی هوشمند مانند الگوریتم ژنتیک، توصیف مکانیسم‌های الگوریتم ژنتیک ساده از قبیل تولید نسل‌ها، تقاطع نسل‌ها و جهش ژنتیکی و سپس بهبود عملکرد الگوریتم ژنتیک ساده با استفاده از تشابهات ژنتیکی بین کروموزوم‌ها و مفهوم Schema و قضایای ریاضی مربوط به آن‌ها در تضمین همگرایی الگوریتم به سمت پاسخ بهینه. ذکر چندین مثال در استفاده از ژنتیک ساده و ژنتیک بهبودیافته.

۶- پروژه‌های درسی دانشجویان در زمینه‌های مدل‌سازی، کنترل، و بهینه‌سازی.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
دارد	دارد	دارد	دارد

بازدید: ندارد

منابع اصلی:

1. S. Samarasinghe, *Neural Networks for Applied Sciences and Engineering*, 1st Edition, Taylor & Francis Group, 2007.
2. D. E. Goldberg, *Genetic Algorithm in Search, Optimization and Machine Learning*, 1st Edition, Addison-Wesley, 1989.
3. H. Sayyaadi, *Personal Notes and Comments*, Professor of the School of Mechanical Engineering, Sharif University of Technology, Tehran, Iran, Since 2002.
4. L. Behera, and I. Kar, *Intelligent Systems and Control Principles and Applications*. Oxford University Press Inc., 2010.

5. E. Kyriakides, and M. Polycarpou, *Intelligent Monitoring, Control, and Security of Critical Infrastructure Systems*, Springer Science & Business Media, 2014.

طراحی بهینه چند موضوعی

(Multidisciplinary Design Optimization)

چهارچوب سرفصل درس

تعداد واحد نظری: ۳	**تعداد واحد عملی:** – **حل تمرین:** ندارد
نوع درس: اختیاری	**پیش‌نیاز:** ندارد

هدف درس:

هدف این درس آموزش روش‌های بهینه‌سازی کلاسیک و روش‌های طراحی بهینه چند موضوعی شامل معماری‌های (ساختار) یکپارچه و توزیع‌شده است. مطالب ارائه‌شده به‌گونه‌ای تنظیم‌شده تا کاربرد این روش‌ها در هوافضا نیز آموزش داده شود.

رئوس مطالب:

۱- مقدمه: مفاهیم، تعاریف و دسته‌بندی مسائل بهینه‌سازی، تعریف طراحی بهینه چند موضوعی، اهمیت کوپلینگ موضوعات در طراحی، مثال‌هایی از کاربرد طراحی بهینه چند موضوعی در هوافضا.

۲- مروری بر بهینه‌سازی کلاسیک: روش‌های قطعی، روش‌های اکتشافی، روش‌های اتفاقی، مدل‌های جایگزین، مروری بر بهینه‌سازی در متلب.

۳- معماری‌های طراحی بهینه چند موضوعی: مقدمه، راهبردهای طراحی بهینه چند موضوعی سامانه‌های پیچیده مهندسی، تحلیل چند موضوعی، دسته‌بندی معماری‌ها.

۴- معماری‌های طراحی بهینه چند موضوعی یکپارچه: معماری همه در یک مرحله (All-at-Once)، طراحی و تحلیل هم‌زمان (SAND)، امکان‌پذیری تک‌موضوعی (IDF)، امکان‌پذیری چند موضوعی (MDF)، سایر معماری‌های یکپارچه.

۵- معماری‌های طراحی بهینه چند موضوعی توزیع‌شده: بهینه‌سازی هم‌زمان زیر فضاها (CSSO)، سنتز سیستمی یکپارچه دوسطحی (BLISS)، بهینه‌سازی مشارکتی (CO)، جداسازی آبشاری تحلیلی اهداف (ATC)، سایر معماری‌های توزیع‌شده.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
دارد	دارد	دارد	دارد

بازدید: ندارد

منابع اصلی:

1. S. Rao, *Engineering Optimization Theory and Practice*, 4th Edition, John Wiley & Sons, 2009.
2. J. S. Arora, *Introduction to Optimum Design*, 3rd Edition, Elsevier, 2012.
3. A. Belegundu, and R. Tirupathi, *Optimization Concepts and Applications in Engineering*, Prentice-Hall, 1999.
4. C. Onwubiko, *Introduction to Engineering Design Optimization*, Prentice-Hall, 2000.
5. P. Venkataraman, *Applied Optimization with MATLAB Programming*, John Wiley & Sons, 2009.
6. J. Sobieszczanski, A. Morris, and M. V. Tooren, *Multidisciplinary Design Optimization Supported by Knowledge Based Engineering*, John Wiley & Sons, 2015.

طراحی پیشرفته وسایل پرنده هوافضایی

(Aerospace Vehicle Advanced Design)

چهارچوب سرفصل درس

تعداد واحد نظری: ۳	**تعداد واحد عملی:** – **حل تمرین:** ندارد
نوع درس: اختیاری	**پیش‌نیاز:** ندارد

هدف درس:

هدف از این درس فراگیری مبانی طراحی وسایل پرنده هوافضایی است.

رئوس مطالب:

۱- تعاریف و مفاهیم اساسی: تعاریف اساسی، تاریخچه طراحی، مبانی تصمیم‌گیری، طراحی مبتنی بر فناوری، طراحی مبتکرانه، طراحی غیرفعال در برابر طراحی فعال، طراحی ذهنی.

۲- اصول طراحی ایمنی: درک ایمنی و پویایی سطح ایمنی، سطح ایمنی موردپذیرش، مدیریت ایمنی، مدیریت ریسک، برنامه ایمنی، بررسی ایمنی (ممیزی و گزارش دهی)، طراحی فرایند ایمنی.

۳- تصادفات و بررسی تصادفات: تعریف، دینامیک تصادفات، مدل تصادفات، تحقیقات مستقل، گزارش تصادفات، مجازات.

۴- طراحی برای بشریت: مبانی درایورهای طراحی انسانی، چرخه زندگی فناوری، چرخه زندگی اقتصادی، موفقیت و عدم موفقیت، قابلیت اطمینان، حفظ پذیری، استحکام، تجزیه‌وتحلیل درخت خطا.

۵- طراحی بدیهی: چهار دامنه اصلی، رابطه بین دامنه‌ها، اصول طراحی بدیهی، فرایند طراحی مدل‌سازی، چالش‌ها.

۶- رویکرد سیستم برای طراحی: طراحی جداشده (تک‌به‌تک) در برابر طراحی سیستمی (کلی)، تصمیم‌گیری و دینامیک، سطوح و رابط سیستم، مودها / حالت‌ها / فازها.

۷- مطالعات موردی.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
دارد	دارد	دارد	دارد

بازدید: ندارد

منابع اصلی:

1. J. Roskam, *Airplane Design*, DARCorporation: USA, 1995.
2. L. M. Nicolai, *Fundamentals of Aircraft Design*, METS Inc., 1984.
3. N. P. Suh, *Axiomatic Design: Advances and Applications*, 1st Edition, Oxford University Press, 2001.
4. D. Raymer, *Aircraft Design: a Conceptual Approach*, American Institute of Aeronautics and Astronautics Inc., 2018.
5. E. Torenbeek, *Advanced Aircraft Design: Conceptual Design, Analysis and Optimization of Subsonic Civil Airplanes*, John Wiley & Sons, 2013.
6. *DOC 9426: Air Traffic Services Planning Manual*, International Civil Aviation Organization, 1984.

طراحی سیستمی موشک‌های تاکتیکی

(Tactical Missile System Engineering and Design)

چهارچوب سرفصل درس

تعداد واحد نظری: ۳	**تعداد واحد عملی:** – **حل تمرین:** ندارد
نوع درس: اختیاری	**پیش‌نیاز:** ندارد

هدف درس:

در این درس مفاهیم کلیدی و رویه‌های متداول در طراحی موشک‌های تاکتیکی و فرآیند مهندسی سیستم آن مطرح خواهد شد. در این راستا طرح نمای فرآیند طراحی موشک‌های تاکتیکی، زیرسیستم‌ها، اصول جانمایی و نحوه یکپارچه‌سازی سامانه، ویژگی‌های منحصربه‌فرد موشک‌های تاکتیکی، پارامترهای آئرودینامیکی مؤثر در طراحی معماری و عملکرد، ملاحظات طراحی سامانه پیشرانش، سازه، هدایت و ناوبری، سیستم کنترل و سروومکانیسم‌ها و فرآیند طراحی مفهومی و نحوه ارضا و برقراری الزامات مأموریت با طراحی مطالبی ارائه خواهد شد.

رئوس مطالب:

۱- چرخه حیات و فرایند طراحی سامانه‌های موشکی.
۲- محرک‌های کلیدی در فرآیند طراحی موشک‌های تاکتیکی و مهندسی سیستم.
۳- ملاحظات آئرودینامیکی در طراحی موشک‌های تاکتیکی.
۴- ملاحظات پیشرانش در طراحی موشک‌های تاکتیکی.
۵- ملاحظات وزنی در فرایند طراحی موشک‌های تاکتیکی.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
دارد	دارد	دارد	دارد

بازدید: ندارد

منابع اصلی:

1. E. L. Fleeman, *Missile Design and System Engineering*, American Institute of Aeronautics and Astronautics, 2012,
۲. ن. فولادی، *طراحی موشک‌های پدافند هوایی*، جلد اول، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، ۱۳۸۵.
3. M. Grayson, *Principles of Guided Missile Design*, Van Nostrand Company, Inc., 1956.
4. M. R. Mendenhall, *Tactical Missile Aerodynamics:Prediction Methodology*, American Institute of Aeronautics and Astronautics, 1992.
5. G. M. Siouris, *Missile Guidance and Control Systems*, Springer Science & Business Media, 2004.
6. G. P. Sutton, *Rocket Propulsion Elements*, 7th Edition, John Wiley & Sons, 2010.
7. J. N. Nielson, *Missile Aerodynamics*, 1st Edition, American Institute of Aeronautics and Astronautics, 1988.
8. S. S. Chin, *Missile Configuration Design*, McGraw-Hill, 1961.
9. W. J. Boord, and J. B. Hoffman, *Air and Missile Defense Systems Engineering*, CRC Press, 2016.

سیستم‌های دینامیکی

(Dynamic Systems)

چهارچوب سرفصل درس

تعداد واحد نظری: ۳	**تعداد واحد عملی:** – **حل تمرین:** ندارد
نوع درس: اختیاری	**پیش‌نیاز:** ندارد

هدف درس:

هدف از این درس فراگیری مشخصات عمومی سیستم‌های مکانیکی و روش‌های استخراج معادلات حاکم بر رفتار آن‌ها است.

رئوس مطالب:

۱- معرفی سیستم‌های دینامیکی، مقایسه بین کنترل فرآیند و سرو مکانیزم، تحلیل سیستم‌های حرارتی، الکتریکی، مکانیکی، ارتفاع سیال و غیره.
۲- مراحل بررسی و تعیین متغیرهای میانی و اختلافی، نوشتن مدل فیزیکی – ریاضی و معادلات دیفرانسیل حاکم.
۳- تعیین تابع تبدیل از روی نمودار جعبه‌ای، رسم منحنی خط، خطی نمودن روابط غیرخطی.
۴- سرومکانیزم نیوماتیکی، شیپوره و شیر تیغه‌ای، تابع تبدیل سرو کنترل هوایی با شیپوره و شیر تیغه‌ای، تابع تبدیل سروکنترل هوایی با شیپوره دوگانه.
۵- انواع شیرهای هیدرولیکی، فضای آزاد و مرده در شیرهای سرو، سرو سیستم هیدرولیکی دو مرحله‌ای.
۶- تحلیل دینامیکی، سرومکانیزم هیدرولیکی با شیر سروی چهار راهه، اثر تراکم‌پذیری و نشت در سیستم‌های دینامیکی.
۷- استفاده از نرم‌افزارهای مربوطه و حل چند مثال.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
ندارد	دارد	دارد	دارد

بازدید: ندارد

منابع اصلی:

1. F. Morrison, *The Art of Modeling Dynamic Systems: Forecasting for Chaos, Randomness and Determinism*, Dover Publications, 2008.
2. D. G. Luenberger, *Introduction to Dynamic Systems: Theory, Models, and Applications*, John Wiley & Sons, 2012.
3. C. M. Close, J. C. Newell and D. K. Frederick, *Modeling and Analysis of Dynamic Systems*, 3rd Edition, Wiley, 2001.

کنترل پیشرفته ۲

(Advanced Control II)

چهارچوب سرفصل درس

تعداد واحد نظری: ۳	**تعداد واحد عملی:** – **حل تمرین:** ندارد
نوع درس: اختیاری	**پیش‌نیاز:** ندارد

هدف درس:

هدف از این درس کنترل سیستم‌ها در حضور نویز و اغتشاش در حوزه خطی است.

رئوس مطالب:

۱- یادآوری کنترل بهینه‌ی مربعی خطی و خواص آن در سیستم‌های پیوسته‌ی زمانی.
۲- کنترل بهینه مربعی خطی در سیستم‌های گسسته: حل مسئله‌ی LQ در سیستم‌های گسسته زمانی، مسئله‌ی LQ پایا و حل آن، خواص ماتریس هامیلتونین، خواص IQ گسسته زمانی پایا.
۳- کنترل بهینه مربعی خطی با انتگرال گیر در سیستم‌های پیوسته.
۴- مقادیر ویژه مداربسته سیستم LQ در سیستم‌های پیوسته و گسسته زمانی.
۵- رگلاتورهای مربعی خطی در حوزه فرکانسی (FSLQ): قضیه FSLQ و ساختار سیستم مداربسته.
۶- سیستم‌های خطی اتفاقی: فرآیندهای اتفاقی، توابع احتمال، توزیع نرمال، توابع ارگادیک، توابع همیشه تابع دانسیته احتمال، اغتشاشات رنگی، اغتشاشات سفید، سیستم‌های خطی با ورودی‌های اتفاقی در حوزه زمان و حوزه‌ی فرکانس.
۷- تخمین گر حالت بهینه (فیلتر کالمن): بررسی مفهومی تخمین حالت بهینه، طراحی تخمین گر بهینه در سیستم‌های پیوسته، ارتباط فیلتر کالمن با کنترل بهینه مربعی خطی، فیلتر کالمن در سیستم‌های گسسته (تخمین گرها، اصلاح‌کننده‌های پیش‌بینی کننده‌ها).
۸- کنترل بهینه مربعی گوسی (LQG).
۹- سیستم‌های کنترلی مقاوم: آشنایی با اصول و روابط کلی سیستم‌های مقاوم، شرط پایداری مقاوم، اصول H_∞.
۱۰-طراحی سیستم‌های کنترل فیدبک خطی QFT.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
دارد	دارد	دارد	دارد

بازدید: ندارد

منابع اصلی:

1. E. S. M. Shinners. *Modern Control System Theory and Design*. 2nd. Ed. John Wiley, 1998.
2. W. L. Brogan, *Modern Control Theory*, 4th ed. Prentice Hall, 1998.
3. B. D. O. Anderson, John B. Moore, *Optimal Control: Linear Quadratic Methods*. Prentice Hall, 1998.

کنترل در رباتیک

(Control in Robotics)

چهارچوب سرفصل درس

تعداد واحد نظری: ۳	**تعداد واحد عملی:** – **حل تمرین:** ندارد
نوع درس: اختیاری	**پیش‌نیاز:** ندارد

هدف درس:

این درس به مبحث کنترل سامانه‌های رباتیک اختصاص دارد، ضمن تکیه بر روش‌های مبتنی بر مدل دینامیکی این سیستم‌ها، کنترل حرکتی چند مأموریتی، کنش نیرویی با محیط و همکاری با انسان از جمله بخش‌های مورد توجه می‌باشد.

رئوس مطالب:

۱- مرور سینماتیک و سینماتیک معکوس حرکت روبات‌ها.

۲- مرور سینتیک حرکت روبات‌ها اشاره به مدل‌های تراجعی، استخراج روابط لاگرانژ ویژه بررسی حرکت روبات‌ها، حل سینتیک مستقیم و معکوس، شبیه‌سازی حرکت.

۳- طراحی مسیر حرکت: مسیرهای زمانی: حرکت خطی، خطی با قوس سهموی، استفاده از چندجمله‌ای‌های درجه سوم و پنجم، طراحی مسیر در فضای کارتزین، طراحی مسیر بهینه زمانی.

۴- کنترل حرکت: کنترل در سطح سینماتیکی و دینامیکی، کنترل در فضای مفاصل، کنترل در فضای کاری، کنترل در حضور موانع، کنترل ربات‌های دارای افزونگی.

۵- طراحی کنترلرهای غیرخطی: مدل مبنا در فضای مفاصل و کارتزین، کنترل PD با جبران سازی جاذبه، ژاکوبین ترانهاده و الگوریتم بهبودیافته، کنترل مقاوم، مود لغزشی و مقید، کنترلر تطبیقی.

۶- کنترل نیرو: کنترل صریح و ضمنی نیرو، کنترل هیبرید موقعیت و نیرو، قیود طبیعی و مصنوعی، کنترل سختی و کنترل امپدانس.

۷- کنترل ربات‌های کم عملگر: ربات‌های با مفاصل یا بازوی انعطاف‌پذیر، ربات‌های با نقص عملگر.

۸- کنترل بر مبنای فیدبک تصویری (Visual Servoing): پردازش تصویر، تشخیص ویژگی، تفسیر تصاویر، تخمین موقعیت، بینائی استریو، کالیبراسیون دوربین، کنترل بینامبنا بر اساس موقعیت، کنترل بینامبنا بر اساس تصویر.

۹- ربات‌های رهبر و پیرو.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
دارد	دارد	دارد	دارد

بازدید: ندارد

منابع اصلی:

1. J. J. Craig, *Introduction to Robotics, Mechanics and Control*, Addison-Wesley, 1989.
2. M. W. Spong, S. Hutchinson, and M. Vidyasagar, *Robot Dynamics and Control*, John Wiley & Sons, 2015.
3. J. E. Slotine, and W. Li, *Applied Nonlinear Control*, Prentice-Hall, 1991.
4. B. Siciliano, L. Sciavicco, L. Villani, and G. Oriolo, *Robotics Modelling, Planning and Control*, Springer-Verlag London, 2010.
5. Y. Matsuoka, H. F. Durrant-Whyte, and J. Neira, *Robotics: Science and Systems VI*, MIT Press, 2011.

شناسایی سیستم

(System Identification)

چهارچوب سرفصل درس

تعداد واحد نظری: ۳	**تعداد واحد عملی:** – **حل تمرین:** ندارد
نوع درس: اختیاری	**پیش‌نیاز:** ندارد

هدف درس:

هدف از این درس فراگیری چگونگی شناسایی سیستم‌ها و روش‌های مختلف آن، به دست آوردن معادلات تقریبی آن‌ها و تخمین پارامترها و رفتار سیستم‌ها است.

رئوس مطالب:

۱- مقدمه: سیگنال، سیستم، معرفی شناسایی سیستم‌ها، انواع مدل‌سازی، مدل‌سازی جعبه سفید، مدل‌سازی جعبه خاکستری و مدل‌سازی ترکیبی، تخمین پارامتر و حالت، تقسیم‌بندی سیستم‌ها، انجام آزمایش، تقسیم‌بندی روش‌های مختلف شناسایی.

۲- روش‌های کلاسیک در شناسایی سیستم: معرفی روش‌های داده‌برداری و گسسته سازی، حوزه سیستم‌های پیوسته و گسسته، حوزه زمانی و فرکانسی، روش تحلیل پرونی، شناسایی سیستم‌های خطی در فضای حالت.

۳- شناسایی بر مبنای تابع همبستگی: مقدمه‌ای بر آمار و احتمالات، فرآیندها و متغیرهای تصادفی، عبور فرآیند تصادفی از یک سیستم خطی نامتغیر با زمان، مدل‌سازی اغتشاش، ارتباط توابع همبستگی ورودی و خروجی، سیگنال PRBS.

۴- انتخاب سیگنال تحریک و اثر ورودی بر کیفیت تخمین.

۵- روش حداقل مربعات: مقدمه‌ای بر روش حداقل مربعات، معادله رگرسیون خطی و روش‌های به دست آوردن آن، مشکلات روش حداقل مربعات و خواص آماری آن، حداقل مربعات وزن‌دار، روش‌های محاسباتی دقیق‌تر در روش حداقل مربعات، ماتریس کوواریانس، تخمین بیز، قضیه کرامر.

۶- روش‌های شناسایی تکراری و بازگشتی: حداقل مربعات تکراری و بازگشتی، روش متغیرهای کمکی تکراری و بازگشتی، روش حداکثر احتمال وقوع تکراری و بازگشتی.

۷- تعیین درجه مدل و ارزیابی مدل.

۸- شناسایی سیستم‌های متغیر بازمان: مقداردهی اولیه به ماتریس کوواریانس، ضریب فراموشی، تخمین حالت، فیلتر کالمن.

۹- مباحث پیشرفته: شناسایی سیستم‌های غیرخطی، شبکه‌های عصبی، مدل‌های فازی و نروفازی، شناسایی حلقه بسته.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
دارد	دارد	دارد	دارد

بازدید: ندارد

منابع اصلی:

1. R. Isermann, and M. Münchhof, *Identification of Dynamic Systems: an Introduction with Applications*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2011.
2. K. J. Keesman, *System Identification: an Introduction*, Springer Science & Business Media, 2011.
3. J. P. Norton, *an Introduction to Identification*, Dover Publications Inc., 2009.
4. O. Nelles, *Nonlinear System Identification: From Classical Approaches to Neural Networks and Fuzzy Models*, Springer Science & Business Media, 2001.
5. L. Ljung, *System Identification: Theory for the User*, Prentice-Hall, 1999.
6. T. Söderström, and P. Stoica, *System Identification*, Prentice-Hall, 1989.
7. L. Ljung, and T. Söderström, *Theory and Practice of Recursive Identification*, MIT Press, 1983.
8. R. V. Jategaonkar, *Flight Vehicle System Identification: A Time-Domain Methodology*, American Institute of Aeronautics and Astronautics Inc., 2015.
9. A. K. Tangirala, *Principles of System Identification: Theory and Practice*, CRC Press, 2014.

کنترل صنعتی

(Industrial Control)

چهارچوب سرفصل درس

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

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:

۱- سیستم‌های کنترل گسترده (DCS): اصول سیستم‌های کنترل گسترده، کنترل با کامپیوتر و PLC، Field Control Systems(FCS)، رابط انسان-ماشین (Human-Machine Interface, HMI).

۲- سیستم‌های انتقال داده در محیط‌های صنعتی (Fieldbus).

۳- سیستم‌های ترکیبی (Hybrid Systems): مدل‌سازی سیستم‌ها به‌صورت ترکیب سیستم‌های گسسته پیشامد و حالت پیوسته، مثال‌هایی از سیستم‌های Switching systems، Multiagent، بررسی پایداری سیستم‌های ترکیبی.

۴- کنترل پیش‌بین (Model Predictive Control-MPC): مسئله کنترل بهینه روی خط (Online)، مسئله کنترل افق محدود و نامحدود بهینه و پایداری MPC.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
ندارد	دارد	دارد	دارد

بازدید: ندارد

منابع اصلی:

1. R. L. Shell, and E. L. Hall, *Handbook of Industrial Automation*, Marcel Dekker, Inc., New York, 2000.
2. K. T. Erickson, and J. L. Hedrick, *Plantwide Process Control*, John Wiley, 1999.
3. M. P. Groover, *Automation, Production Systems, and Computer Integrated Manufacturing*, Third edition, Prentice-Hall, 2007.
4. J. Berge, *Fieldbuses for Process Control: Engineering, Operation and Maintenance*, ISA, 2004.
5. *Transaction of Institute of Measurement and Control*, Special Issue on Human Machine Interface, Vol. 21, No. 4/5, 1999.
6. A. S. Morse (Ed.), *Control Using Logic-Based Switching*, Springer, 1997.
7. M. Chidambaram, *Computer Control of Process*, Alfa Science International Ltd., Pangbourne, 2002.

مبانی سیستم‌های هوشمند در مدل‌سازی و کنترل

(Fundamentals of Intelligent Systems in Modeling and Control)

چهارچوب سرفصل درس

تعداد واحد نظری: ۳	**تعداد واحد عملی:** – **حل تمرین:** ندارد
نوع درس: اختیاری	**پیش‌نیاز:** ندارد

هدف درس:

هدف از ارائه این درس آموزش روش‌های مدل‌سازی و کنترل سیستم‌های دینامیکی با استفاده از تکنیک‌ها و الگوریتم‌ها مبتنی بر سیستم‌های هوشمند نظیر شبکه‌های عصبی و الگوریتم ژنتیک است. دانشجویان ضمن فراگیری این روش‌ها قادر خواهند بود تا سیستم‌های دینامیکی پیچیده و غیرخطی را که مدل‌سازی و کنترل آن‌ها با شیوه‌های کلاسیک و سنتی علوم مربوطه کاری سخت و یا غیرممکن است را به روش تکیه‌بر مبانی سیستم‌های هوشمند مدل‌سازی و کنترل نمایند و به‌علاوه با شیوه‌های بهینه‌سازی هوشمند مانند الگوریتم ژنتیک آموزش داده‌شده و مسائل بهینه یابی را مورد حل و بررسی قرار می‌دهند.

رئوس مطالب:

۱- مقدمه و معرفی روش‌های کلاسیک در مدل‌سازی دینامیکی و کنترل شامل معادلات نیوتن اویلر، تعریف سیستم‌های یک ورودی و یک خروجی تا سیستم‌های چند ورودی و چند خروجی از منظر توصیف سیستم و سپس کنترل آن‌ها و ذکر چند مثال.

۲- مشکلات و محدودیت‌های مدل‌سازی دینامیکی سیستم‌های پیچیده همراه با اثرات غیرخطی با استفاده از معادلات فیزیکی مربوطه و چالش‌های پیش رو برای توصیف سیستم‌ها و راهکارهای پیدا کردن روش‌های توصیف سیستم.

۳- معرفی ساختارهای مبتنی بر عملکرد سلول‌های عصبی و مدل تک عصب با الهام از عملکرد طبیعی سلول عصبی و معرفی مدل ریاضی یک سلول عصبی مصنوعی با تابع جمع کننده عصب دارای مقادیر وزن‌ها و بایاس عصب و توابع فعال‌کننده مختلف هر عصب مانند جداکننده، خطی، غیرخطی، سیگموئید، تانژانت هایپربولیک و غیره و سپس تعمیم عملکرد یک عصب به شبکه‌های متشکل از چندین عصب در چندین لایه و تشریح شبکه‌های پیشرو مناسب برای مسائل با رویکرد استاتیک و غیر وابسته به زمان و سپس تشریح شبکه‌های دارای پس‌خور از لایه‌های میانی و یا لایه آخر به لایه‌های قبلی مناسب برای مسائل با رویکرد دینامیک و وابسته به زمان، شبکه‌های جردن والمن و ترکیبی.

۴- روش‌های مختلف آموزش شبکه‌های عصبی شامل آموزش نظارتی و آموزش غیر نظارتی و نحوه جمع‌آوری داده‌های غنی موردنیاز برای آموزش نظارتی و نیز تعریف متناسب خطا در شبکه مانند حداقل مربع خطا و کاهش و بهینه‌سازی این خطا طی فرآیند آموزش و با استفاده از روش انتشار خطا به عقب در تنظیم و به‌روزرسانی وزن‌ها و

بایاس‌های عصب‌ها در شبکه تحت آموزش، نحوه تنظیم پارامترهای نرخ و مومنتم آموزش، آموزش‌های چندمرحله‌ای در مسائل پیچیده از قبیل آموزش سیستم‌های چند ورودی چند خروجی و تقسیم به چند سیستم یک ورودی یک خروجی و سپس تعمیم به سیستم اولیه و نیز آموزش چندمرحله‌ای در حوزه متغیرهای حالت، مشتقات متغیر حالت، تبدیل شبکه دینامیک به استاتیک و سپس آموزش شبکه استاتیک و تعمیم به شبکه دینامیک و سایر تکنیک‌های دیگر مرحله‌بندی آموزش به‌منظور حصول اطمینان از همگرایی شبکه به سمت نتایج مورد انتظار، آموزش‌های Example By Example و Batch Learning و سایر نکات تکمیلی در نحوه تنظیم و تدقیق آموزش شبکه. شبیه‌سازی سیستم آموزش داده‌شده و صحه سنجی نتایج خروجی از سیستم شبکه عصبی و تعیین میزان دقت در توصیف سیستم. آموزش غیر نظارتی مناسب برای سیستم‌های کنترلی و نحوه مرحله‌بندی فرآیند آموزش به آموزش نظارتی اولیه به‌واسطه داده‌های تولیدشده توسط یک کنترلر ساده و سپس آموزش غیر نظارتی برای بهینه‌سازی کنترلر و سایر نکات تکمیلی در آموزش و تعیین عملکرد کنترلر. ذکر مثال‌های مختلف در آموزش نظارتی و غیر نظارتی، استاتیک و دینامیک و کنترل، یک ورودی یک خروجی تا چند ورودی چند خروجی.

۵- مسائل کنترل بهینه در انجام مأموریت توسط یک سیستم پیش کنترل غیرخطی خودکار از قبیل ربات‌ها و نحوه تنظیم عملکرد کنترلر بهینه با استفاده از روش‌های بهینه‌سازی هوشمند مانند الگوریتم ژنتیک، توصیف مکانیسم‌های الگوریتم ژنتیک ساده از قبیل تولید نسل‌ها، تقاطع نسل‌ها و جهش ژنتیکی و سپس بهبود عملکرد الگوریتم ژنتیک ساده با استفاده از تشابهات ژنتیکی بین کروموزوم‌ها و مفهوم Schema و قضایای ریاضی مربوط به آن‌ها در تضمین همگرایی الگوریتم به سمت پاسخ بهینه. ذکر چندین مثال در استفاده از ژنتیک ساده و ژنتیک بهبودیافته.

۶- پروژه‌های درسی دانشجویان در زمینه‌های مدل‌سازی، کنترل، و بهینه‌سازی.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
دارد	دارد	دارد	دارد

بازدید: ندارد

منابع اصلی:

1. S. Samarasinghe, *Neural Networks for Applied Sciences and Engineering*, 1st Edition, Taylor & Francis Group, 2007.
2. D. E. Goldberg, *Genetic Algorithm in Search, Optimization and Machine Learning*, 1st Edition, Addison-Wesley, 1989.
3. H. Sayyaadi, *Personal Notes and Comments*, Professor of the School of Mechanical Engineering, Sharif University of Technology, Tehran, Iran, Since 2002.
4. L. Behera, and I. Kar, *Intelligent Systems and Control Principles and Applications*. Oxford University Press Inc., 2010.
5. E. Kyriakides, and M. Polycarpou, *Intelligent Monitoring, Control, and Security of Critical Infrastructure Systems*, Springer Science & Business Media, 2014.

سمینار ۱

(Seminar I)

چهارچوب سرفصل درس

تعداد واحد نظری: ۱	**تعداد واحد عملی:** – **حل تمرین:** ندارد
نوع درس: سمینار – الزامی	**پیش‌نیاز:** ندارد

هدف درس:

هدف از این درس فراگیری عملی نحوه جستجوی مطلب در منابع معتبر، مرور مقالات و سپس ارائه یک گزارش مدون از مطالب مرور شده و ارائه آن به‌صورت شفاهی است.

رئوس مطالب:

۱- تبیین مراحل تحقیق شامل انتخاب موضوع، تکمیل تحقیق، گزارش و ارائه.
۲- جستجوی بهینه در اینترنت، پایگاه‌های داده و منابع الکترونیکی.
۳- روش تحقیق در علوم مهندسی و هوافضا.
۴- اصول گزارش‌نویسی، کار با نرم‌افزارهای مربوطه مانند Word MS و LATEX.
۵- اصول ارائه سمینار، نحوه آماده‌سازی ارائه، کار با نرم‌افزارهای مربوطه مانند Point Power.
۶- اصول و نکات مقاله‌نویسی و ارسال مقاله برای کنفرانس‌ها و مجلات.
۷- اصول اخلاقی در انجام تحقیق، کار با داده‌های حیاتی، نوشتن گزارش، مقاله و ارائه سمینار.
۸- مدیریت اطلاعات علمی، کار با نرم‌افزارهای مربوطه مانند EndNote.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
دارد	ندارد	ندارد	دارد

بازدید: ندارد

منابع اصلی:

۱. ب. شادگار، و ع. عصاره، *اصول تدوین نوشتارهای علمی*، انتشارات ارمغان، ۱۳۸۸.
۲. س. م. ت. رانکوهی، *شیوه ارائه مطالب علمی و فنی*، ویراست سوم، انتشارات جلوه، ۱۳۸۹.

سمینار ۲

(Seminar II)

چهارچوب سرفصل درس

تعداد واحد نظری: ۱	**تعداد واحد عملی:** – **حل تمرین:** ندارد
نوع درس: سمینار – الزامی	**پیش‌نیاز:** سمینار ۱

هدف درس:

هدف از این درس آماده‌سازی پیشنهادیه پایان‌نامه توسط دانشجو و دفاع از آن می‌باشد.

رئوس مطالب:

در این درس دانشجویان زیر نظر استاد راهنمای خود و با توجه به مطالب فراگرفته شده در درس سمینار ۱، پیشنهادیه مربوط به پایان‌نامه خود با موضوع مشخص را آماده کرده و در انتها ضمن تحویل آن به استاد راهنمای خود، در حضور وی و یک استاد داور که از سوی گروه تعیین گردیده، پیشنهادیه را به‌صورت شفاهی ارائه داده و از آن دفاع می‌کنند.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
دارد	ندارد	ندارد	دارد

بازدید: ندارد

منابع اصلی:

متناسب با نظر استاد راهنما ارائه می‌شود.

پیوست

جدول‌های تطبیقی دروس

۱- علت بازنگری:

- هدف از بازنگری برنامه درسی، به‌روز نمودن سرفصل دروس با توجه به تجربیات به‌دست‌آمده و همچنین پیشرفت‌های ایجادشده در مهندسی هوافضا، افزایش توانمندی‌ها در ارائه دروس و تنوع دادن به درس‌های ارائه‌شده و همچنین اضافه نمودن دروس کاربردی جدید به برنامه درسی این رشته مهندسی، می‌باشد.

- تغییرات اعمال‌شده در جداول تطبیقی مطابق با بازنگری آخرین سرفصل رشته مهندسی هوافضا مصوب ۸۳۵ جلسه شواری عالی برنامه ریزی آموزشی وزارت علوم مورخ ۱۳۹۲/۴/۹ است.

۲- جدول تطبیقی دروس اصلی مشترک:

دروس قدیم			دروس جدید			استاد بازنگری کننده درس	توضیحات	امضاء
نام درس	تعداد واحد		نام درس	تعداد واحد				
	نظری	عملی		نظری	عملی			
-			ریاضیات پیشرفته ۱	۳	-	مریم ملک زاده	اضافه شده، ویراستاری، بازنگری رئوس مطالب و منابع نسبت به آخرین بازنگری وزارت علوم	

۳- جدول تطبیقی دروس تخصصی:

دروس قدیم			دروس جدید			استاد بازنگری کننده درس	توضیحات	امضاء
نام درس	تعداد واحد		نام درس	تعداد واحد				
	نظری	عملی		نظری	عملی			
–			دینامیک پرواز پیشرفته ۱	۳	–	مهدی مرتضوی	اضافه شده، ویراستاری، بازنگری رئوس مطالب و منابع نسبت به آخرین بازنگری وزارت علوم	
–			هدایت و ناوبری ۱	۳	–	مهدی مرتضوی	اضافه شده، ویراستاری، بازنگری رئوس مطالب و منابع نسبت به آخرین بازنگری وزارت علوم	
–			کنترل بهینه	۳	–	مهدی مرتضوی	اضافه شده، ویراستاری، بازنگری رئوس مطالب و منابع نسبت به آخرین بازنگری وزارت علوم	
–			کنترل پیشرفته ۱	۳	–	مریم ملک زاده	اضافه شده، ویراستاری، بازنگری رئوس مطالب و منابع نسبت به آخرین بازنگری وزارت علوم	
–			طراحی سیستمی وسایل پرنده بی‌سرنشین	۳	–	نوربخش فولادی	اضافه شده، ویراستاری، بازنگری رئوس مطالب و منابع نسبت به آخرین بازنگری وزارت علوم	
–			مدل‌سازی دینامیکی وسایل پرنده هوافضایی	۳	–	مهدی مرتضوی	اضافه شده، ویراستاری، بازنگری رئوس مطالب و منابع نسبت به آخرین بازنگری وزارت علوم	

٤- جدول تطبیقی دروس اختیاری:

دروس قدیم			دروس جدید			استاد بازنگری کننده درس	توضیحات	امضاء
نام درس	تعداد واحد		نام درس	تعداد واحد				
	نظری	عملی		نظری	عملی			
–			شبیه‌سازی پرواز	۳	–	مهدی مرتضوی	اضافه شده، ویراستاری، بازنگری رئوس مطالب و منابع نسبت به آخرین بازنگری وزارت علوم	
–			هدایت و ناوبری ۲	۳	–	مهدی مرتضوی	اضافه شده، ویراستاری، بازنگری رئوس مطالب و منابع نسبت به آخرین بازنگری وزارت علوم	
–			کنترل تطبیقی	۳	–	مریم ملک زاده	اضافه شده، ویراستاری، بازنگری رئوس مطالب و منابع نسبت به آخرین بازنگری وزارت علوم	
–			کنترل چند متغیره	۳	–	مریم ملک زاده	اضافه شده، ویراستاری، بازنگری رئوس مطالب و منابع نسبت به آخرین بازنگری وزارت علوم	
–			دینامیک پرواز موشک	۳	–	مهدی مرتضوی	اضافه شده، ویراستاری، بازنگری رئوس مطالب و منابع نسبت به آخرین بازنگری وزارت علوم	
–			دینامیک و کنترل فضاپیماها	۳	–	مریم ملک زاده	اضافه شده، ویراستاری، بازنگری رئوس مطالب و منابع نسبت به آخرین بازنگری وزارت علوم	
–			اندازه‌گیری و ابزار دقیق پیشرفته	۳	–	حسین کریم پور	اضافه شده، ویراستاری، بازنگری رئوس مطالب و منابع نسبت به آخرین بازنگری وزارت علوم	
–			اویونیک پیشرفته	۳	–	مهدی مرتضوی	اضافه شده، ویراستاری، بازنگری رئوس مطالب و منابع نسبت به آخرین بازنگری وزارت علوم	
–			کنترل مقاوم	۳	–	مریم ملک زاده	اضافه شده، ویراستاری، بازنگری رئوس مطالب و منابع نسبت به آخرین بازنگری وزارت علوم	
–			کنترل فازی	۳	–	حامد شهبازی	اضافه شده، ویراستاری، بازنگری رئوس مطالب و منابع نسبت به آخرین بازنگری وزارت علوم	
–			شبکه‌های عصبی	۳	–	حامد شهبازی	اضافه شده، ویراستاری، بازنگری رئوس مطالب و منابع نسبت به آخرین بازنگری وزارت علوم	

–			کنترل غیرخطی	۳	–	مریم ملک زاده	اضافه شده، ویراستاری، بازنگری رئوس مطالب و منابع نسبت به آخرین بازنگری وزارت علوم	
–			دینامیک پرواز بالگردها	۳	–	مهدی مرتضوی	اضافه شده، ویراستاری، بازنگری رئوس مطالب و منابع نسبت به آخرین بازنگری وزارت علوم	
–			شناسایی سیستم و تخمین پارامترهای پرواز	۳	–	مهدی مرتضوی	اضافه شده، ویراستاری، بازنگری رئوس مطالب و منابع نسبت به آخرین بازنگری وزارت علوم	
–			آزمایش‌های پرواز	۳	–	مهدی مرتضوی	اضافه شده، ویراستاری، بازنگری رئوس مطالب و منابع نسبت به آخرین بازنگری وزارت علوم	
–			دینامیک پیشرفته	۳	–	مریم ملک زاده	اضافه شده، ویراستاری، بازنگری رئوس مطالب و منابع نسبت به آخرین بازنگری وزارت علوم	
–			مباحث ویژه در دینامیک پرواز و کنترل	۳	–	مریم ملک زاده	اضافه شده، ویراستاری، بازنگری رئوس مطالب و منابع نسبت به آخرین بازنگری وزارت علوم	
–			مباحث ویژه در طراحی وسایل پرنده	۳		مهدی مرتضوی	اضافه شده، ویراستاری، بازنگری رئوس مطالب و منابع نسبت به آخرین بازنگری وزارت علوم	
–			طراحی سیستم‌های کنترلی هوافضایی	۳	–	مریم ملک زاده	اضافه شده، ویراستاری، بازنگری رئوس مطالب و منابع نسبت به آخرین بازنگری وزارت علوم	
–			سیستم‌های کنترل دیجیتال	۳	–	حامد شهبازی	اضافه شده، ویراستاری، بازنگری رئوس مطالب و منابع نسبت به آخرین بازنگری وزارت علوم	
–			روش‌های بهینه‌سازی پیشرفته	۳	–	نوربخش فولادی	اضافه شده، ویراستاری، بازنگری رئوس مطالب و منابع نسبت به آخرین بازنگری وزارت علوم	
–			فرآیندهای اتفاقی	۳	–	مهدی مرتضوی	اضافه شده، ویراستاری، بازنگری رئوس مطالب و منابع نسبت به آخرین بازنگری وزارت علوم	
–			ریاضیات پیشرفته ۲	۳	–	حسین کریم پور	اضافه شده، ویراستاری، بازنگری رئوس مطالب و منابع نسبت به آخرین بازنگری وزارت علوم	
–			کنترل صنعتی	۳	–	مهدی مرتضوی	اضافه شده، ویراستاری، بازنگری رئوس مطالب و منابع نسبت به	

							آخرین بازنگری وزارت علوم	
–			مکاترونیک ۱	۳	–	حامد شهبازی	اضافه شده، ویراستاری، بازنگری رئوس مطالب و منابع نسبت به آخرین بازنگری وزارت علوم	
–			هوش مصنوعی و سیستم‌های خبره	۳	–	حامد شهبازی	اضافه شده، ویراستاری، بازنگری رئوس مطالب و منابع نسبت به آخرین بازنگری وزارت علوم	
–			ارتعاشات پیشرفته	۳	–	حسین کریم پور	اضافه شده، ویراستاری، بازنگری رئوس مطالب و منابع نسبت به آخرین بازنگری وزارت علوم	
–			رباتیک پیشرفته	۳	–	مریم ملک زاده	اضافه شده، ویراستاری، بازنگری رئوس مطالب و منابع نسبت به آخرین بازنگری وزارت علوم	
–			سیستم‌های میکرو الکترومکانیکی	۳	–	حسین کریم پور	اضافه شده، ویراستاری، بازنگری رئوس مطالب و منابع نسبت به آخرین بازنگری وزارت علوم	
–			کنترل پیش‌بین	۳	–	مهدی مرتضوی	اضافه شده، ویراستاری، بازنگری رئوس مطالب و منابع نسبت به آخرین بازنگری وزارت علوم	
–			کنترل غیرخطی پیشرفته	۳	–	مریم ملک زاده	اضافه شده، ویراستاری، بازنگری رئوس مطالب و منابع نسبت به آخرین بازنگری وزارت علوم	
–			مبانی سیستم‌های هوشمند در مدل‌سازی و کنترل	۳	–	حامد شهبازی	اضافه شده، ویراستاری، بازنگری رئوس مطالب و منابع نسبت به آخرین بازنگری وزارت علوم	
–			طراحی بهینه چند موضوعی	۳	–	نوربخش فولادی	اضافه شده، ویراستاری، بازنگری رئوس مطالب و منابع نسبت به آخرین بازنگری وزارت علوم	
–			طراحی پیشرفته وسایل پرنده هوافضایی	۳	–	نوربخش فولادی	اضافه شده، ویراستاری، بازنگری رئوس مطالب و منابع نسبت به آخرین بازنگری وزارت علوم	
–			طراحی سیستمی موشک‌های تاکتیکی	۳	–	نوربخش فولادی	اضافه شده، ویراستاری، بازنگری رئوس مطالب و منابع نسبت به آخرین بازنگری وزارت علوم	
–			سیستم‌های دینامیکی	۳	–	حسین کریم پور	اضافه شده، ویراستاری، بازنگری رئوس مطالب و منابع نسبت به آخرین بازنگری وزارت علوم	

–			کنترل پیشرفته ۲	۳	–	مریم ملک زاده	اضافه شده، ویراستاری، بازنگری رئوس مطالب و منابع نسبت به آخرین بازنگری وزارت علوم	
–			کنترل در رباتیک	۳	–	مریم ملک زاده	اضافه شده، ویراستاری، بازنگری رئوس مطالب و منابع نسبت به آخرین بازنگری وزارت علوم	
–			شناسایی سیستم	۳	–	حسین کریم پور	اضافه شده، ویراستاری، بازنگری رئوس مطالب و منابع نسبت به آخرین بازنگری وزارت علوم	
–			کنترل صنعتی	۳	–	مریم ملک زاده	اضافه شده، ویراستاری، بازنگری رئوس مطالب و منابع نسبت به آخرین بازنگری وزارت علوم	
–			مبانی سیستم‌های هوشمند در مدل‌سازی و کنترل	۳	–	حسین کریم پور	اضافه شده، ویراستاری، بازنگری رئوس مطالب و منابع نسبت به آخرین بازنگری وزارت علوم	