جمهوری اسلامی ایران
وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
شورای گسترش و برنامه ریزی آموزش عالی

برنامه درسی رشته

مهندسی برق–الکترونیک قدرت و ماشین‌های الکتریکی

ELECTRICAL ENGINEERING

مقطع کارشناسی ارشد

مشتمل بر گرایش‌های:

۱. **الکترونیک قدرت و ماشین‌های الکتریکی**| Power Electronics and Electrical Machines

تهیه‌کنندگان:

دکتر جواد فیض	عضو هیات علمی دانشگاه تهران
دکتر مجید صنایع پسند	عضو هیات علمی دانشگاه تهران
دکتر محمد حامد صمیمی	عضو هیات علمی دانشگاه تهران

جدول تغییرات

ردیف	در برنامه قبلی	در برنامه بازنگری شده
۱.	ماشین‌های الکتریکی ۳ (دروس جبرانی)	ماشین‌های الکتریکی ۲ (دروس جبرانی)
۲.	سمینار (۲ واحد)	روش تحقیق ۱ و روش تحقیق ۲ (هر کدام یک واحد)
۳.	فناوری عایق‌ها و فشارقوی	فناوری فشارقوی و عایق‌ها
۴.	تئوری جامع ماشین‌های الکتریکی	تئوری جامع و تحلیل ماشین‌های الکتریکی
۵.	سیستم‌های انتقال جریان متناوب انعطاف‌پذیر	سیستم‌های انتقال انعطاف‌پذیر و DC
۶.	طراحی ماشین‌های الکتریکی خطی	سیستم‌های الکترومغناطیس حرکت خطی
۷.	کنترل توان راکتیو	کنترل توان راکتیو در سیستم‌های قدرت
۸.	ماشین‌های الکتریکی مدرن	ماشین‌های الکتریکی مخصوص پیشرفته
۹.	طراحی وسائط نقلیه برقی و ترکیبی	خودروهای الکتریکی و ترکیبی
۱۰.	روش‌های اجزاء محدود	روش‌های عددی در مهندسی قدرت
۱۱.	دینامیک حرکت پیشرفته	سیستم‌های کنترل حرکت پیشرفته
۱۲.	شبکه‌های عصبی	شبکه عصبی و یادگیری عمیق
۱۳.	شناسایی سیستم‌ها	تخمین و شناسایی سیستم‌ها
۱۴.	اصول کنترل مدرن	کنترل مدرن
۱۵.	طراحی مبدل‌های الکترونیک قدرت	حذف شده است
۱۶.	روش‌های نوین کنترل مبدل‌های الکترونیک قدرت	حذف شده است
۱۷.	طراحی ماشین‌های الکتریکی	حذف شده است
۱۸.	–	درس کاربرد الکترونیک قدرت در ریزشبکه‌ها و شبکه‌های توزیع فعال اضافه شده است.
۱۹.	–	درس حفاظت، کنترل و پایداری ریزشبکه‌ها اضافه شده است.
۲۰.	–	درس طراحی ماشین‌های الکتریکی بزرگ اضافه شده است.
۲۱.	–	درس طراحی ماشین‌های الکتریکی دوار کوچک اضافه شده است.
۲۲.	–	درس مواد الکتریکی در مهندسی برق اضافه شده است.
۲۳.	–	درس داده‌کاوی اضافه شده است.
۲۴.	–	درس حسابگری زیستی اضافه شده است.
۲۵.	–	درس یادگیری ماشین اضافه شده است.
۲۶.		سرفصل و محتوای کلیه دروس مورد بازبینی قرار گرفته‌اند.

فصل اول

مشخصات کلی برنامه درسی

الف) مقدمه

(مشتمل بر عنوان رشته (به فارسی و انگلیسی)، عنوان دوره تحصیلی، معرفی کلی و تبیین برنامه درسی)

رشته مهندسی برق گرایش الکترونیک قدرت و ماشین‌های الکتریکی (Power Electronics and Electrical Machines) به صورت تخصصی به بررسی و طراحی ماشین‌های مختلف الکتریکی، نحوه کنترل و عیب‌یابی آن‌ها و نیز پردازش توان برای تامین توان موردنیاز برای ادوات مختلف اختصاص دارد. این برنامه برای گرایش الکترونیک قدرت و ماشین‌های الکتریکی در مقطع کارشناسی ارشد تدوین شده است که شامل مجموعه‌ای از دروس نظری و تخصصی در حوزه‌های مختلف است. واحدهای آموزشی این برنامه به گونه‌ای است که نیاز فارغ‌التحصیلان این رشته را در زمینه‌های گوناگون تخصصی برآورده سازد. دیگر هدف این برنامه، انعطاف‌پذیری آن برای انتخاب دروس مرتبط با پایان‌نامه به ویژه در حوزه‌های بین‌رشته‌ای است. با گسترش علم و فناوری، بسیاری از مباحث جدید از سایر رشته‌ها در بحث عیب‌یابی ماشین‌های الکتریکی، نحوه کنترل مبدل‌های الکترونیک قدرت و نیز عیب‌یابی آن‌ها کاربرد پیدا کرده است. با گسترش حمل و نقل برقی، ایجاد الگوریتم‌های تشخیصی جدید، ارائه ساختارهای جدید برای مبدل‌های الکترونیک قدرت و لزوم افزایش بازده ماشین‌های الکتریکی و مبدل‌های مرتبط با آن در مقیاس جهانی، برای رفع نیازهای کشور و همگامی با تحولات روز دنیا، تربیت نیروی انسانی متخصص در این گرایش به شدت ضروری است. بنابراین در سطوح بالاتر، در کنار فعالیت های عملی و صنعتی در این زمینه، نیاز به انجام تحقیق در زمینه‌های بنیادین و نیز توسعه فناوری‌های نوین کاربردی وجود دارد. تحقیق و توسعه و نیز حرکت در لبه دانش ابزار رقابتی در مقایسه با سایرین در اختیار کشور قرار خواهد داد. از این رو ضرورت دارد تا دانشجویانی در سطوح عالی کار کنند تا برای این امر مهم آماده شوند.

این رشته به طور متوسط برای دو سال تحصیلی (۴ نیم سال) طراحی شده است. هر نیم سال مشتمل بر ۱۶ هفته آموزشی است. برای هر واحد نظری ۱۶ ساعت آموزش در نظر گرفته شده است. برنامه حاضر در مقطع کارشناسی ارشد رشته مهندسی سیستم‌های قدرت تهیه شده است. در راستای ارتقای دانش نظری و فناورانه، دانشجویان باید با تأیید استاد راهنما نسبت به اخذ ۲۴ واحد از دروس تخصصی و اختیاری مقطع تحصیلات تکمیلی اقدام کنند. بر اساس مصوبات وزارت عتف تعداد ۶ واحد برای پایان‌نامه و ۲ واحد برای روش تحقیق در نظر گرفته شده است بدین ترتیب تعداد کل واحدها برای دانش آموختگی ۳۲ واحد است.

ب) مشخصات کلی، تعریف و اهداف

(مشتمل بر حوزه مطالعاتی و مرزهای رشته، چیستی رشته، گرایش‌های آن و اهداف ایجاد رشته)

حوزه‌های مطالعاتی رشته مهندسی برق گرایش الکترونیک قدرت و ماشین‌های الکتریکی را می‌توان به چند دسته تقسیم کرد. هر دسته در حقیقت برآورنده اهداف مورد نیاز در سطح تحقیقات و صنایع هستند. یکی از اهداف این رشته، طراحی مبدل‌های الکترونیک قدرت، کنترل بهینه و عیب‌یابی مرتبط با آن‌ها است. لذا بخشی از حوزه مطالعاتی این رشته به شناسایی انواع آرایش‌های مبدل‌های الکترونیک قدرت، چالش‌های ساخت در مقیاس‌های کوچک و بزرگ، عیوب مرتبط با آن‌ها و نحوه تشخیص این عیوب اختصاص دارد. در این حوزه می‌توان طراحی و بهینه‌سازی انواع روش‌های کنترلی و نیز حرکت به سمت افزایش بازدهی مبدل‌ها را نیز نام برد. هدف دیگر این رشته، طراحی، بهینه‌سازی و عیب‌یابی انواع ماشین‌های الکتریکی مورد استفاده در صنعت است. لذا بخشی از حوزه مطالعاتی این رشته به ماشین‌های الکتریکی، تحلیل

نحوه عملکرد ماشین‌ها، نحوه طراحی آن‌ها، شناخت حالت‌های مختلف بروز عیب و استفاده از روش‌های متنوع برای تشخیص این عیوب در حالت برخط و برون خط اختصاص دارد.

پ) ضرورت و اهمیت

(مشتمل بر چرایی وجود رشته، چرایی تدوین یا بازنگری برنامه درسی موجود و ضرورت و اهمیت آن با بررسی مختصری از تاریخچه تغییرات برنامه درسی در ایران و جهان و مرزهای پیش روی رشته)

امروزه اکثر وسایل الکتریکی صنایع و خانگی با مبدل‌های الکترونیک قدرت تغذیه می‌شوند. این مبدل‌ها نه تنها وسایل مزبور را به صورت نرم کنترل می‌کنند، بلکه تاثیر غیر خطی آن‌ها را بر شبکه قدرت کم می‌کنند. از سوی دیگر، منابع انرژی‌های تجدیدپذیر برای اتصال به شبکه قدرت نیاز به واسط الکترونیک قدرت دارند. ولتاژ دائم خروجی صفحات خورشیدی و ولتاژ با فرکانس متغیر توربین‌های بادی بایستی برای اتصال به شبکه از طریق یک مبدل الکترونیک قدرت به حالت مناسب تبدیل شود. گسترش استفاده از منابع انرژی‌های تجدیدپذیر و بارهای استفاده‌کننده از مبدل‌های الکترونیک قدرت به متخصصینی نیاز دارد که با چالش‌های مربوط به این تجهیزات آشنا باشند. از این رو، رشته الکترونیک قدرت و ماشین‌های الکتریکی نیاز به بازنگری برای پاسخ‌گویی به این نیاز دارد. در این بین، معرفی انواع جدیدی از موتورهای الکتریکی که در وسایط حمل و نقل الکتریکی استفاده شوند و نیز حرکت دنیا به سمت گسترش استفاده از ماشین‌های آهنربای دائم تغییراتی را در تربیت مهندسان این رشته لازم می سازد. نکته دیگر آن که اکنون ماشین‌های الکتریکی بخش قابل توجهی از بار صنایع و نیز مصارف خانگی را تشکیل می‌دهند. عیب‌یابی زودهنگام این ماشین‌ها باعث خروج کمتر خطوط تولید از مدار می‌شود که این موضوع باعث افزایش بهره‌وری صنایع می‌شود. از سوی دیگر، افزایش بازده این تجهیزات باعث کاهش قابل توجه مصرف برق (به دلیل تعداد بسیار زیاد ماشین‌های الکتریکی) خواهد شد. ایجاد الگوریتم‌های بسیار متنوع با قابلیت‌های خوب در بخش‌های دیگر علم، در بحث طراحی و عیب‌یابی ماشین‌های الکتریکی به کار گرفته می‌شود تا این هدف برآورده شود. با توجه به تنوع این الگوریتم‌ها، بازنگری‌هایی در رشته الکترونیک قدرت و ماشین‌های الکتریکی باید انجام می‌شد. از این رو برنامه مذکور با رویکردهایی که در بالا تشریح شد، مورد بازنگری قرار گرفته و جزئیات آن در صفحات بعدی ارائه شده‌اند.

ت) تعداد و نوع واحدهای درسی

جدول (۱)- توزیع واحدها

نوع دروس	تعداد واحد
دروس جبرانی	۹ (بدون احتساب در واحد و میانگین)
دروس تخصصی الزامی-۱	حداقل ۹ حداکثر ۱۲
دروس تخصصی الزامی-۲	حداقل ۶ حداکثر ۱۵
دروس تخصصی الزامی-۳	حداقل صفر حداکثر ۹
دروس تخصصی الزامی- ۴	۲
دروس اختیاری	حداقل صفر حداکثر ۳
پایان‌نامه	۶
جمع	**۳۲**

توضیحات:

۱- اگر رشته مقطع قبلی دانشجو با این رشته نا مرتبط باشد، وی بایستی تا پایان نیم‌سال دوم تا سه درس را از بین دروس جبرانی با تشخیص گروه بگذراند.

۲- گذراندن سه درس از دروس جدول تخصصی الزامی-۱ الزامی است.

۳- گذراندن دو درس از دروس تخصصی الزامی-۲ الزامی است.

۴- گذراندن دروس روش تحقیق ۱ و روش تحقیق ۲ از دروس جدول تخصصی الزامی-۴ الزامی است.

۵- درس اختیاری با موافقت استاد راهنما انتخاب می‌شود.

۶- درس مباحث ویژه در قدرت با موافقت گروه قابل اخذ است.

ث) مهارت، توانمندی و شایستگی دانش‌آموختگان

مهارت‌ها، شایستگی‌ها و توانمندی‌های ویژه	دروس مرتبط
توانایی تحلیل شرایط مختلف کاری ماشین‌های الکتریکی، طراحی و عیب‌یابی آن‌ها	تئوری جامع و تحلیل ماشین‌های الکتریکی، سیستم-های الکترومغناطیسی حرکت خطی، طراحی ماشین-های الکتریکی بزرگ، طراحی ماشین‌های الکتریکی دوار کوچک، ماشین‌های الکتریکی مخصوص پیشرفته مواد الکتریکی در مهندسی برق، خودروهای الکتریکی و ترکیبی، فناوری فشارقوی و عایق‌ها
طراحی و کنترل مبدل‌های الکترونیک قدرت برای کاربردهای مختلف	الکترونیک قدرت ۱، الکترونیک قدرت ۲، سیستم‌های کنترل حرکت پیشرفته، کنترل مدرن، مبدل‌های الکتریکی توان بالا، کیفیت توان،
توانایی تحلیل اثرات مقابل سیستم‌های مبتنی بر الکترونیک قدرت و شبکه قدرت	دینامیک سیستم‌های قدرت ۱، سیستم‌های انتقال انعطاف‌پذیر و DC، کاربرد الکترونیک قدرت در

	ریزشبکه‌ها و شبکه‌های توزیع فعال، کنترل توان راکتیو در سیستم‌های قدرت، حفاظت، کنترل و پایداری ریزشبکه‌ها

ج) شرایط و ضوابط ورود به دوره

مطابق با ضوابط و مقررات وزارت علوم، تحقیقات و فناوری است.

چ) مواد و ضرایب امتحانی

جدول (۲)- مواد و ضرایب امتحانی

ردیف	عنوان درس	ضریب
۱	زبان عمومی و تخصصی (انگلیسی)	۲
۲	ریاضیات (معادلات دیفرانسیل، ریاضیات مهندسی، آمار و احتمال)	۳
۳	مدارهای الکتریکی (۱و۲)	۳
۴	الکترونیک (۱و۲) و سیستم‌های دیجیتال ۱	۱
۵	ماشین‌های الکتریکی (۱و۲) و تحلیل سیستم‌های انرژی الکتریکی ۱	۴
۶	سیستم‌های کنترل خطی	۲
۷	سیگنال‌ها و سیستم‌ها	۱
۸	الکترومغناطیس	۱

فصل دوم

جدول عناوین و مشخصات دروس

جدول (۱)- عنوان و مشخصات کلی دروس جبرانی مهندسی برق گرایش الکترونیک قدرت و ماشین‌های الکتریکی

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	نوع واحد			تعداد ساعات		پیش نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	نظری - عملی	نظری	عملی		
۱.	تحلیل سیستم‌های انرژی الکتریکی ۲	۳	*			۴۸	۰		
۲.	عایق‌ها و فشارقوی	۳	*			۴۸	۰		
۳.	ماشین‌های الکتریکی ۲	۳	*			۴۸	۰		
٤.	الکترونیک صنعتی	۳	*			۴۸	۰		

جدول (۲)- عنوان و مشخصات کلی دروس تخصصی الزامی-۱ مهندسی برق گرایش الکترونیک قدرت و ماشین‌های الکتریکی

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	نوع واحد			تعداد ساعات		پیش نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	نظری - عملی	نظری	عملی		
۱.	تئوری جامع و تحلیل ماشین‌های الکتریکی	۳	*			۴۸	۰		
۲.	الکترونیک قدرت ۱	۳	*			۴۸	۰		
۳.	دینامیک سیستم‌های قدرت ۱	۳	*			۴۸	۰		
٤.	فناوری فشارقوی و عایق‌ها	۳	*			۴۸	۰		

نکته: گذراندن حداقل ۳ درس و حداکثر ٤ درس از دروس جدول تخصصی الزامی-۱ الزامی است.

جدول (۳)- عنوان و مشخصات کلی دروس تخصصی الزامی-۲ مهندسی برق گرایش الکترونیک قدرت و ماشین‌های الکتریکی

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	نوع واحد			تعداد ساعات		پیش نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	نظری - عملی	نظری	عملی		
۱.	الکترونیک قدرت ۲	۳	*			۴۸	۰		
۲.	سیستم‌های کنترل حرکت پیشرفته	۳	*			۴۸	۰		
۳.	اصول کنترل مدرن	۳	*			۴۸	۰		
٤.	سیستم‌های الکترومغناطیسی حرکت خطی	۳	*			۴۸	۰		
۵.	طراحی ماشین‌های الکتریکی بزرگ	۳	*			۴۸	۰		
٦.	طراحی ماشین‌های الکتریکی دوار کوچک	۳	*			۴۸	۰		
۷.	ماشین‌های الکتریکی مخصوص پیشرفته	۳	*			۴۸	۰		
۸.	مبدل‌های الکتریکی توان بالا	۳	*			۴۸	۰		

نکته: گذراندن حداقل ۲ درس و حداکثر ۵ درس از دروس فوق الزامی است.

جدول (٤)- عنوان و مشخصات کلی دروس تخصصی الزامی-۳ مهندسی برق گرایش الکترونیک قدرت و ماشین‌های الکتریکی

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	نوع واحد			تعداد ساعات		پیش نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	نظری - عملی	نظری	عملی		
۱.	کاربرد الکترونیک قدرت در ریزشبکه‌ها و شبکه‌های توزیع فعال	۳	*			۴۸	۰		
۲.	کیفیت توان	۳	*			۴۸	۰		
۳.	حفاظت، کنترل و پایداری ریزشبکه‌ها	۳	*			۴۸	۰		
٤.	مواد الکتریکی در مهندسی برق	۳	*			۴۸	۰		
٥.	خودروهای الکتریکی و ترکیبی	۳	*			۴۸	۰		
٦.	سیستم‌های انتقال انعطاف‌پذیر و DC	۳	*			۴۸	۰		
۷.	کنترل توان راکتیو در سیستم‌های قدرت	۳	*			۴۸	۰		
۸.	روش‌های عددی در مهندسی قدرت	۳	*			۴۸	۰		

نکته: گذراندن حداقل صفر درس و حداکثر ۳ درس از دروس فوق الزامی است.

جدول (۵)- عنوان و مشخصات کلی دروس تخصصی الزامی-٤ مهندسی برق گرایش الکترونیک قدرت و ماشین‌های الکتریکی

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	نوع واحد			تعداد ساعات		پیش نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	نظری - عملی	نظری	عملی		
۱.	روش تحقیق ۱	۱	*			۱۶	۰		
۲.	روش تحقیق ۲	۱	*			۱۶	۰		

نکته: گذراندن دروس روش تحقیق ۱ و روش تحقیق ۲ از دروس جدول تخصصی الزامی-٤ الزامی است.

جدول (٦)- عنوان و مشخصات کلی دروس تخصصی اختیاری مهندسی برق گرایش الکترونیک قدرت و ماشین‌های الکتریکی

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	نوع واحد			تعداد ساعات		پیش نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	نظری - عملی	نظری	عملی		
۱.	بهینه‌سازی محدب	۳	*			۴۸	۰		
۲.	حسابگری زیستی	۳	*			۴۸	۰		
۳.	داده کاوی	۳	*			۴۸	۰		
٤.	شبکه عصبی و یادگیری عمیق	۳	*			۴۸	۰		
۵.	کنترل بهینه	۳	*			۴۸	۰		
٦.	کنترل غیرخطی	۳	*			۴۸	۰		
۷.	کنترل مقاوم	۳	*			۴۸	۰		
۸.	نظریه بازی‌ها	۳	*			۴۸	۰		

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	نوع واحد			تعداد ساعات		پیش نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	نظری – عملی	نظری	عملی		
۹.	یادگیری ماشین	۳	*			۴۸	۰		
۱۰.	تخمین و شناسایی سیستم‌ها	۳	*			۴۸	۰		
۱۱.	مباحث ویژه در قدرت	۳	*			۴۸	۰		

نکته: گذراندن حداقل صفر درس و حداکثر یک درس از دروس فوق الزامی است.

فصل سوم

ویژگی‌های دروس

عنوان درس به فارسی:	تئوری جامع و تحلیل ماشین‌های الکتریکی		
عنوان درس به انگلیسی:	Generalized Theory and Analysis of Electrical Machines		**نوع درس و واحد**
دروس پیش‌نیاز:			**پایه** □ **نظری** ■
دروس هم‌نیاز:			**تخصصی** ■ **عملی** □
تعداد واحد:	۳		**اختیاری** □ **نظری-عملی** □
تعداد ساعت:	٤٨		**رساله / پایان‌نامه** □

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی □ آزمایشگاه □ سمینار □ کارگاه □ موارد دیگر: .....

هدف کلی:

- آموزش روش جامع و تحلیل ماشین‌های الکتریکی سنتی و بدون جاروبک جریان مستقیم برای مطالعه کارماندگار، دینامیک و گذرای آن‌ها.

اهداف ویژه:

آشنایی دانشجویان با مباحث زیر:

۱. درک قاب های مرجع مختلف برای تحلیل ماشین های الکتریکی.
۲. یادگیری روش های کاهش یک مساله عملی به مدل ریاضی دقیق.
۳. مطالعه امپدانس‌ها و ثابت های عملیاتی ماشین‌های سنکرون.

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. اجزای تئوری جامع.
۲. تبدیل خطی در ما شین ها.
۳. تحلیل ماشین های جریان مستقیم.
۴. تئوری قاب مرجع.
۵. تحلیل ماشین های القائی متقارن.
۶. تحلیل ماشین های سنکرون.
۷. تئوری وتحلیل ماشین های جریان مستقیم بدون جاروبک.
۸. معادلات ماشین سنکرون برحسب امپدانس ها و ثابت زمانی های عملیاتی.

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

استفاده از نرم افزار های تخصصی تحلیل ماشین های الکتریکی ضروری است.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال ۱۰ درصد تکلیف، ۳۰ درصد پروژه

آزمون پایان نیم‌سال ۶۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

استفاده از نرم افزار های تخصصی تحلیل ماشین های الکتریکی ضروری است.

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. P. S. Bimbhra, Generalized Theory of Electrical Machines, Khanna Publishers, 2007.
2. P. C. Krause, O. Wasynczuk , S. D. Sudhoff, Analysis of Electric Machinery and Drive Systems, IEEE Press & Wiley Interscience, 2002.
3. V. Hrabaccova, P. Rafajdus , P. Markgs, Analysis of Electrical Machines, Intechopen, 2020.

4. C.M. Ong, Dynamic Simulation of Electric Machinery, Prentice-Hall, 1998.
5. T. A. Lipo, Analysis of Synchronous Machines, CRC Press, 2012.

عنوان درس به فارسی:	الکترونیک قدرت ۱		
عنوان درس به انگلیسی:	Power Electronics ۱		**نوع درس و واحد**
دروس پیش‌نیاز:			**پایه** □ **نظری** ■
دروس هم‌نیاز:			**تخصصی** ■ **عملی** □
تعداد واحد:	۳		**اختیاری** □ **نظری-عملی** □
تعداد ساعت:	٤٨		**رساله / پایان‌نامه** □

الف- هدف کلی:

۱. شناخت عناصر و سیستم های الکترونیک قدرت

۲. ارائه پایه های لازم به منظور مدلسازی، تحلیل و طراحی مبدل های الکترونیک قدرت و روش کنترل آنها

ب- اهداف ویژه:

آشنایی دانشجویان با مباحث زیر:

۱- انواع کلیدهای الکترونیک قدرت و نسل جدید این کلیدها

۲- مدلسازی dc و ac مبدل های الکترونیک قدرت

۳- انواع آرایش های منابع تغذیه مجزا و مدلسازی آنها

۴- طراحی کنترل کننده برای یک مبدل الکترونیک قدرت

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. آشنایی با انواع کلیدهای الکترونیک قدرت

۲. مدارها یا سیستم های الکترونیک قدرت

۳. منابع تغذیه مجزا

۴. مدلسازی بر اساس نظریه میانگین گیری

۵. طراحی کنترل کننده برای مبدل های الکترونیک قدرت

۶. مدارهای جانبی شامل ضربه گیرها، مدارهای راه انداز، سنسورهای جریان و ولتاژ، مدارهای مجتمع کنترل کننده

۷. آشنایی با طراحی ادوات مغناطیسی فرکانس بالا (سلف و ترانسفورماتور)

۸. مبدل های تشدیدی

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

ارائه مطالب مطابق سرفصل های ذکر شده و طرح تمرین متناسب با محتوا برای یادگیری عمیق و تکمیلی درس. بکارگیری نرم افزار تخصصی در تمرین ها در کنار مطالب تئوری و طرح پروژه نهایی برای کسب دانش طراحی و ساخت یک مبدل الکترونیک قدرت.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال — ۲۰ درصد تکلیف، ۱۰ درصد پروژه، ۳۰ درصد میانترم

آزمون پایان نیم‌سال — ۴۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Ned Mohan, Tore M. Undeland, William P. Robbins, Power Electronics - Converters, Applications, and Design, Wiley, 2003.
2. R. W. Erickson , D. Maksimović, Fundamentals of Power Electronics, Springer, 2020.
3. M. Rashid, Power Electronics: Circuits, Devices & Applications, Prentice-Hall, 2009.

عنوان درس به فارسی:	دینامیک سیستمهای قدرت ۱		
عنوان درس به انگلیسی:	Power System Dynamics I		
دروس پیش‌نیاز:			
دروس هم‌نیاز:			
تعداد واحد:		۳	
تعداد ساعت:		٤٨	

نوع درس و واحد		
نظری ■	**پایه** □	
عملی □	**تخصصی** ■	
نظری-عملی □	**اختیاری** □	
	رساله / پایان‌نامه □	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی □ آزمایشگاه □ سمینار □ کارگاه □ موارد دیگر: .....

هدف کلی:

- آموزش مدل‌سازی عناصر سیستم قدرت، انواع پایداری و پایدارسازها

اهداف ویژه:

۱. توانایی تجزیه و تحلیل مدل‌های دینامیکی اجزا سیستم قدرت
۲. تحلیل وضعیت پایداری سیستم قدرت
۳. طراحی پایدارسازهای سیستم قدرت در سیستم تک ماشین به شین بی‌نهایت
۴. شناخت و تحلیل انواع روش‌های پایداری

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. روش‌های تحلیل پایداری در سیستم تک ورودی – تک خروجی SISO
۲. روش‌های تحلیل پایداری در سیستم چند ورودی – چند خروجی MIMO
۳. روش فضای حالت
۴. روش تحلیل مدال و حساسیت مقادیر ویژه
۵. مدل‌سازی انواع سیستم تحریک
۶. مدل‌سازی ماشین سنکرون
۷. انواع پایداری سیستم قدرت
۸. نوسانات فرکانس پایین و پایداری دینامیکی
۹. تحلیل پایداری مدل خطی ماشین سنکرون
۱۰. پایدارساز سیستم قدرت و طراحی آن
۱۱. پایدارسازی هماهنگ در سیستم قدرت

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

استفاده از نرم افزار های MATLAB و PSCAD ضروری است.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۴۰ درصد تکالیف و پروژه
آزمون پایان نیم‌سال	۶۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. P. Kundur, Power System Stability and Control, McGraw-Hill, 1994.
2. K R. Padiyar, Power System Dynamics: Stability and Control, Anshan, 2004.
3. J. Machowski, J. Bialek and J. Bumby, Power System Dynamics: Stability and Control, Wiley, 2008.

عنوان درس به فارسی:	فناوری فشارقوی و عایق‌ها		
عنوان درس به انگلیسی:	High Voltage and Insulation Technology	**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:		**پایه** ☐	**نظری** ■
دروس هم‌نیاز:		**تخصصی** ■	**عملی** ☐
تعداد واحد:	۳	**اختیاری** ☐	**نظری-عملی** ☐
تعداد ساعت:	٤٨	**رساله / پایان‌نامه** ☐	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر: .....

هدف کلی:

۱. آشنایی با ساختمان داخلی تجهیزات فشارقوی و آزمون‌های اولیه لازم برای ارزیابی آن‌ها
۲. آشنایی با مواد عایقی مورد استفاده در ساخت تجهیزات فشارقوی

اهداف ویژه:

۱. آشنایی با ساختمان تجهیزات مختلف فشارقوی و نحوه طراحی آن‌ها
۲. آشنایی با آزمون‌های ابتدایی لازم برای تعیین صحت عملکرد تجهیزات
۳. آشنایی با چالش‌های موجود در طراحی و ساخت تجهیزات
۴. شناخت انواع مواد عایقی مورد استفاده در تجهیزات فشارقوی و مشخصات آن‌ها

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. ساختمان کابل‌های فشارقوی و مفصل‌های آن، آشنایی با آزمون‌های لازم برای کنترل کیفیت کابل و نحوه عیب‌یابی کابل‌ها در محل
۲. ساختمان و نحوه تعدیل میدان الکتریکی در مقره‌های عبوری (بوشینگ) فشارقوی
۳. ساختمان مقره‌های الکتریکی در انواع سرامیکی، کامپوزیتی و شیشه‌ای، فواید و معایب هر نوع از آن‌ها
۴. عیوب و چالش‌های عملکردی مقره‌های الکتریکی و آزمون‌های کنترل کیفیت آن‌ها
۵. معرفی نحوه عایق‌بندی در ماشین‌های الکتریکی گردان و آزمون‌های لازم برای کنترل کیفیت عایقی
۶. ساختمان داخلی ترانسفورماتورهای قدرت، انواع سیم‌پیچی، چالش‌های عملکردی و ساخت
۷. ساختمان داخلی و نحوه عملکرد تپ‌چنجرها
۸. سیستم زمین، نحوه رفتار آن در ولتاژ متناوب و فرکانس‌های بالا
۹. آزمون‌های اندازه‌گیری مشخصات و مقاومت سیستم زمین و آزمون‌های کنترل کیفی آن

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

یادگیری و استفاده از یکی از نرم‌افزارهای اجزای محدود برای انجام طراحی عایقی یکی از تجهیزات فشارقوی الزامی است.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۳۰ درصد تکلیف، ۳۰ درصد کوییز، ۱۰ درصد ارائه
آزمون پایان نیم‌سال	۳۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه: –

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. A. Küchler, Andreas, High Voltage Engineering: Fundamentals-Technology-Applications, Springer, 2018.
2. A. Haddad and D. F. Warne, Advances in High Voltage Engineering, IET Press, 2004.
3. P. Gill, Electrical Power Equipment Maintenance and Testing, CRC press, 2008.
4. M. Abdel-Salam, High-Voltage Engineering: Theory and Practice, Revised and Expanded, CRC Press, 2000.

عنوان درس به فارسی:	الکترونیک قدرت ۲		
عنوان درس به انگلیسی:	Power Electronics 2		**نوع درس و واحد**
دروس پیش‌نیاز:			**پایه** □ **نظری** ●
دروس هم‌نیاز:			**تخصصی** ■ **عملی** □
تعداد واحد:	**۳**		**اختیاری** □ **نظری-عملی** □
تعداد ساعت:	**٤٨**		**رساله / پایان‌نامه** □

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی □ آزمایشگاه □ سمینار □ کارگاه □ موارد دیگر: .....

هدف کلی:

- یادگیری مباحث مربوط به روش‌های مدل سازی، تحلیل و کنترل پیشرفته مبدل‌های الکترونیک قدرت
- ارائه مباحث تکمیلی در زمینه طراحی مبدل‌های رزونانسی و کلیدزنی نرم

اهداف ویژه:

۱. روش‌های تحلیلی پیشرفته مبتنی بر طراحی (Design-Oriented) مبدل‌های الکترونیک قدرت (مانند قضیه فیدبک و قضایای عناصر اضافی)
۲. آشنایی با قضایای میانگین مداری، مدل سازی میانگین کلید و شبیه‌سازی سامانه‌های الکترونیک قدرت بر اساس آن
۳. کنترل دیجیتال مبدل‌های الکترونیک قدرت و معرفی روش‌های کنترل پیشرفته (مانند کنترل پیش‌بین، هوش مصنوعی و ...) در الکترونیک قدرت
۴. معرفی ساختارهای رزونانسی و آشنایی با طراحی مبدل‌های رزونانسی

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. قضیه فیدبک
۲. تحلیل میانگین مداری و مدل‌سازی میانگین کلید
۳. مدل‌سازی مدار معادل حالت هدایت ناپیوسته
۴. قضایای عناصر اضافی
۵. اصول مدل‌سازی فیلتر ورودی
۶. اصول کنترل مبتنی بر جریان
۷. کنترل دیجیتال مبدل‌های الکترونیک قدرت
۸. آشنایی با روش‌های کنترل پیشرفته در الکترونیک قدرت
۹. مبدل‌های رزونانسی
۱۰. اصول کلیدزنی نرم
۱۱. پیوست: معرفی و آشنایی مقدماتی با پردازنده‌های کنترل دیجیتال پرکاربرد در الکترونیک قدرت

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۲۰ درصد تکلیف، ۱۰ درصد پروژه، ۳۰ درصد میانترم
آزمون پایان نیم‌سال	۴۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. R. W. Erickson , D. Maksimović, Fundamentals of Power Electronics, Springer, 2020.
2. Sozański, Krzysztof. Digital signal processing in power electronics control circuits. Springer, 2013.
3. Rodriguez, Jose, Patricio Cortes. Predictive control of power converters and electrical drives. John Wiley & Sons, 2012.

عنوان درس به فارسی:	سیستم های کنترل حرکت پیشرفته		
عنوان درس به انگلیسی:	Advanced motion control systems		
دروس پیش‌نیاز:			
دروس هم‌نیاز:			
تعداد واحد:	۳	**نوع درس و واحد**	
تعداد ساعت:	٤٨	**پایه** □	**نظری** ■
		تخصصی ■	**عملی** □
		اختیاری □	**نظری-عملی** □
		رساله / پایان‌نامه □	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی □ آزمایشگاه □ سمینار □ کارگاه □ موارد دیگر: .....

هدف کلی:

- یادگیری مدل‌سازی دینامیکی موتورهای الکتریکی AC
- آشنایی عمیق با اصول، روشها و سیستمهای کنترل موتورهای الکتریکی AC

اهداف ویژه:

۱. نیازمندی‌ها و کاربردهای اصلی سیستم‌های کنترل موتورهای الکتریکیAC
۲. آشنایی با مدل‌سازی دینامیکی موتورهای الکتریکی AC
۳. درک عمیق اصول کنترل برداری، کنترل مستقیم گشتاور و کنترل ترکیبی موتورهای الکتریکی AC
۴. یادگیری سیستم‌های کنترل موتورهای الکتریکی AC بر پایه اصول روش‌های کنترلی بالا

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مقدمه
۲. نگاه کلی به سیستم کنترل حرکت پیشرفته
۳. مدل‌سازی دینامیکی موتورهای سنکرون آهنربای دائمی
۴. کنترل برداری موتورهای سنکرون آهنربای دائمی
۵. مدل‌سازی دینامیکی موتورهای القایی
۶. کنترل برداری موتورهای القایی
۷. کنترل مستقیم گشتاور موتورهای سنکرون آهنربای دائمی
۸. کنترل مستقیم گشتاور موتورهای القایی
۹. کنترل ترکیبی موتورهای الکتریکیAC
۱۰. شبیه‌سازی سیستم‌های کنترل حرکت پیشرفته
۱۱. پیاده‌سازی سیستم‌های کنترل حرکت پیشرفته

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۲۰ درصد تکلیف، ۱۰ درصد ارائه مقاله، ۲۰ درصد پروژه پایانی
آزمون پایان نیم‌سال	۵۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. S. Vaez-Zadeh, Control of Permanent Magnet Synchronous Motors, Oxford University Press, 2018.
2. B. K. Bose, Power Electronics and Motor Drives, Advances and Trends, Elsevier, 2020.
3. P. Vas, Sensorless Vector and Direct Torque Control. Oxford University Press, 1998.

عنوان درس به فارسی:	اصول کنترل مدرن		
عنوان درس به انگلیسی:	Modern Control	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:		پایه □	نظری ■
دروس هم‌نیاز:		تخصصی ■	عملی □
تعداد واحد:	۳	اختیاری □	نظری-عملی □
تعداد ساعت:	٤٨	رساله / پایان‌نامه □	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی □ آزمایشگاه □ سمینار □ کارگاه □ موارد دیگر: .....

هدف کلی:

۱. آشنایی با کنترل سیستم‌های خطی تغییرناپذیر با زمان در فضای حالت

۲. یادگیری کنترل‌پذیری، رویت‌پذیری، پایداری سیستم‌های خطی تغییرناپذیر با زمان و فراگیری توانایی طراحی کنترل‌کننده، رویت‌گر و فیلتر کالمن با استفاده از فیدبک حالت

اهداف ویژه:

۱. یادگیری کاربرد نمایش فضای حالت و نشان دادن سیستم در فضای حالت مینیمال

۲. تجزیه سیستم به زیر سیستم‌های کنترل پذیر و کنترل ناپذیر

۳. تجزیه سیستم به زیر سیستم های رویت پذیر و رویت ناپذیر

۴. طراحی رویتگر و کنترل‌کننده حالت و جایابی قطب‌های حلقه‌بسته در مکان‌های مطلوب

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱- مروری بر جبر خطی

۲- نمایش فضای حالت سیستم‌های خطی و غیرخطی

۳- حل معادلات حالت سیستم‌های خطی تغییر ناپذیر با زمان، قطری‌سازی معادلات حالت و خروجی

۴- تحلیل پایداری سیستم‌های خطی و غیرخطی تغییرناپذیر بازمان (پایداری لیاپانوف و مجانبی)

۵- کنترل پذیری و رویت‌پذیری سیستم‌های خطی

۶- تئوری تحقق و انواع تحقق‌ها

۷- طراحی فیدبک حالت برای سیستم‌های خطی

۸- طراحی رویت‌گرهای مرتبه کامل و مرتبه کاهش‌یافته برای سیستم‌های کنترل فیدبک حالت

۹- آشنائی با سیستم‌های کنترل بهینه خطی و فیلتر کالمن

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۲۰ درصد تکلیف، ۳۰ درصد میانترم
آزمون پایان نیم‌سال	۵۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱. ع. خاکی صدیق، اصول کنترل مدرن، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۴۰۱.

2. C.T. Chen, Linear System - Theory and Design, Oxford University Press, 1999

3. Z. Bubnicki, Modern Control Theory, Springer, 2005.

عنوان درس به فارسی:	سیستم های الکترومغناطیسی حرکت خطی		
عنوان درس به انگلیسی:	Linear motion electromagnetic systems	**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:		**پایه** ☐	**نظری** ■
دروس هم‌نیاز:		**تخصصی** ■	**عملی** ☐
تعداد واحد:	**۳**	**اختیاری** ☐	**نظری-عملی** ☐
تعداد ساعت:	**٤٨**	**رساله / پایان‌نامه** ☐	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر: .....

هدف کلی:

- شناخت ساختارها، مدل‌سازی، تحلیل و کاربردهای موتورهای الکتریکی خطی
- شناخت سیستم‌های تعلیق

اهداف ویژه:

۱. آشنایی با ساختارهای اصلی موتورهای خطی مختلف
۲. کسب توانایی مدل‌سازی و تحلیل موتورهای خطی
۳. آشنایی با اصول سیستم‌های تعلیق الکترومغناطیسی و الکترودینامیکی
۴. کسب توانایی مدل‌سازی، تحلیل و ارزیابی رفتار سیستم‌های تعلیق

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مقدمه‌ای بر سیستم‌های الکترومغناطیسی حرکت خطی
۲. مدل‌سازی مداری موتورهای القایی خطی
۳. تحلیل موتورهای القایی خطی با استفاده از معادلات ماکسول
۴. سیستم‌های تعلیق الکترومغناطیسی
۵. سیستم‌های تعلیق الکترودینامیکی
۶. موتورهای سنکرون خطی، انواع و طبقه بندی
۷. تحلیل موتورهای سنکرون خطی

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۲۰ درصد تکالیف، ۱۰ درصد ارائه مقاله، ۲۰درصد پروژه پایانی
آزمون پایان نیم‌سال	۵۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. J. F. Gieras, Z. J. Piech, B. Tomczuk, Linear Synchronous Motors: Transportation and Automation Systems, Second Edition, CRC Press, 2017.
2. I. Boldea, S. A. Nasar, Linear Motion Electromagnetic Devices, Taylor and Francis, 2001.
3. Selected Papers

عنوان درس به فارسی:	طراحی ماشین های الکتریکی بزرگ		
عنوان درس به انگلیسی:	Design of Electrical Machines		**نوع درس و واحد**
دروس پیش‌نیاز:			**پایه** □ **نظری** ■
دروس هم‌نیاز:			**تخصصی** ■ **عملی** □
تعداد واحد:	۳		**اختیاری** □ **نظری-عملی** □
تعداد ساعت:	٤٨		**رساله / پایان‌نامه** □

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی □ آزمایشگاه □ سمینار □ کارگاه □ موارد دیگر: .....

هدف کلی:

- آموزش اصول طراحی ماشین‌های الکتریکی، طراحی مفهومی انواع ماشین‌های الکتریکی و طراحی تفصیلی ماشین‌های الکتریکی بزرگ

اهداف ویژه:

۱. توانایی طراحی تفصیلی انواع ماشین‌های الکتریکی بزرگ
۲. توانایی تحلیل الکتریکی، مکانیکی و حرارتی ماشین‌های الکتریکی بزرگ
۳. آشنایی با روش‌های مختلف خنک‌سازی ماشین‌های الکتریکی بزرگ
۴. توانایی به کارگیری نرم‌افزارهای خاص برای طراحی ماشین‌های الکتریکی بزرگ

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. اصول طراحی مفهومی ماشین‌های الکتریکی بزرگ و عوامل و محدودیت‌ها
۲. مواد مورد استفاده در انواع ماشین‌های الکتریکی بزرگ
۳. روش‌های مختلف انتقال حرارت در ماشین‌های الکتریکی بزرگ
۴. خنک‌سازی و طراحی مدار حرارتی انواع ماشین‌های الکتریکی بزرگ
۵. محاسبات مغناطیسی و مدارهای مغناطیسی ماشین‌ها
۶. محاسبات مکانیکی اجزای مختلف ماشین‌های الکتریکی بزرگ
۷. طراحی تفصیلی موتور القایی سه فاز به صورت تحلیلی و به کمک کامپیوتر
۸. طراحی تفصیلی ماشین های سنکرون
۹. استفاده از نرم افزار اجزای محدود برای پیش بینی عملکرد ماشین طراحی شده

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

استفاده از نرم افزار تخصصی FEM ضروری است.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۱۰ درصد تکلیف، ۳۰ درصد پروژه
آزمون پایان نیم‌سال	۶۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. A. Sawhney and A. Chakrabarti, Course in Electrical Machine Design. Dhanpat Rai, 2010.
2. I. Boldea, The induction machines design handbook. CRC press, 2009.
3. J. Pyrhonen, T. Jokinen, V. Hrabovcova, Design of rotating electrical machines. John Wiley & Sons, 2013.
4. K. Hameyer and R. Belmans, Numerical modelling and design of electrical machines and drives. 1998.
5. J. Pythonen, J. Jokinen, V. Hrabovcova, Design of Electrical Machines, Wiley, 2008.

عنوان درس به فارسی:	طراحی ماشین‌های الکتریکی دوار کوچک		
عنوان درس به انگلیسی:	Design of Rotating Small Electrical Machines	**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:		**پایه** ☐	**نظری** ■
دروس هم‌نیاز:		**تخصصی** ■	**عملی** ☐
تعداد واحد:	۳	**اختیاری** ☐	**نظری-عملی** ☐
تعداد ساعت:	٤٨	**رساله / پایان‌نامه** ☐	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر: .....

هدف کلی:

- طراحی ماشین‌های الکتریکی کوچک برای کاربرد های گسترده‌ای مثل دوربین، ماشین شستشو، کاربردهای گرمایشی و سرمایشی و خودروها.

اهداف ویژه:

۱. آشنائی با جزئیات ساختمانی و حالت های عملیاتی انواع مختلف ماشین های الکتریکی کوچک
۲. طراحی انواع ماشین های الکتریکی کوچک و متوسط با اعمال قیود کلی طراحی .
۳. ملاحظات مکانیکی , حرارتی وموادمختلف به کاررفته در ماشین های الکتریکی کوچک.
۴. به کارگیری روش های تحلیلی , اجزای محدود وCAD در طراحی ماشین های الکتریکی کوچک.

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مواد به کاررفته در ماشین های الکتریکی.
۲. ماشین های کوچک و بسیار کوچک الکتریکی.
۳. مسایل حرارتی و خنک کاری ماشین های الکتریکی ومدار معادل حرارتی.
۴. ایده ها و قید های کلی در طراحی ماشین های الکتریکی کوچک.
۵. طراحی ماشین های الکتریکی جریان مستقیم کوچک.
۶. طراحی ماشین های الکتریکی القائی کوچک تکفاز و سه فاز.
۷. طراحی موتورهای آهنربای دائم متقارن.
۸. به کارگیری CAD در ماشین های الکتریکی.
۹. طراحی ماشین های پله ای و SR.

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

استفاده از نرم افزار های تخصصی طراحی ماشین های الکتریکی ضروری است.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۱۰ درصد تکلیف، ۳۰ درصد پروژه
آزمون پایان نیم‌سال	۶۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

استفاده از نرم افزار های تخصصی طراحی ماشین های الکتریکی ضروری است.

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. E S. Hamdi, Design of Small Electrical Machines, John Wiely & Sons, 2012.
2. J. Pyrhonen, T. Jokinen , V. Hrabovcova, Design of Rotating Electrical Machines, Wiley, 2014.
3. F. Dubasm K, Boughrara, Mathematical Models for the Design of Electrical Machines, MDPI book, 2021.

عنوان درس به فارسی:	ماشین‌های الکتریکی مخصوص پیشرفته		
عنوان درس به انگلیسی:	Advanced Special Electrical Machines		**نوع درس و واحد**
دروس پیش‌نیاز:			**پایه** □ **نظری** ■
دروس هم‌نیاز:			**تخصصی** ■ **عملی** □
تعداد واحد:	**۳**		**اختیاری** □ **نظری-عملی** □
تعداد ساعت:	**٤٨**		**رساله / پایان‌نامه** □

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی □ آزمایشگاه □ سمینار □ کارگاه □ موارد دیگر: .....

هدف کلی:

- اصول کارکرد موتورهای الکتریکی پله‌ای و SR (Switched Reluctance) و مدارهای محرکه آن‌ها

اهداف ویژه:

آشنایی دانشجویان با مباحث زیر:

۱- اصول کار انواع موتورهای پله‌ای و تحلیل عملکرد آن‌ها.
۲- ساختمان، کنترل و حالت‌های عملکردی این دسته از موتورها.
۳- یافتن توانائی کنترل مدار باز و مدار بسته موتورهای پله‌ای و اعمال روش‌های میکروپروسسوری برای کنترل موتور.
۴- آشنائی با اصول کارکرد موتورهای SR برای به کارگیری در توان زیاد.

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱- موتورهای پله‌ای الکتریکی
۲- مدار محرکه
۳- مشخصه های گشتاور استاتیک
۴- مشخصه های گشتاور بر حسب سرعت
۵- کار موتور پله ای در سرعت های زیاد
۶- کنترل حلقه باز
۷- کنترل حلقه بسته
۸- سیستم های موتور پله ای بر اساس میکروپروسسور
۹- مقدمه ای بر موتور های SR
۱۰- اصول تبدیل انرژی در ماشین های SR
۱۱- طراحی موتور های SR
۱۲- کار دینامیک موتورهای SR

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

استفاده از نرم افزار های تخصصی برای تحلیل وطراحی این دسته ازماشین های الکتریکی ضروری است.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۱۰ درصد تکلیف، ۳۰ درصد پروژه
آزمون پایان نیم‌سال	۶۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

استفاده از نرم افزار های تخصصی طراحی ماشین‌های الکتریکی ضروری است.

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. T. Kenjo, Stepping motor and their microprocessor control, Oxford, 1994
2. R. Krishnan, Switched reluctance motor drives, CRC Press, 2001.
3. P. Acarnley, Stepping Motors, IET Publisher, 2007.
4. T. J. Miller, Switched reluctance motors and their control, Oxford Publisher, 1993.
5. A. C. Leenhouts, Step Motor System Design Handbook, Fisher Electric Technology, 2001.

عنوان درس به فارسی:	مبدل‌های الکتریکی توان بالا		
عنوان درس به انگلیسی:	High Power Electric Converters		**نوع درس و واحد**
دروس پیش‌نیاز:			**پایه** □ **نظری** ■
دروس هم‌نیاز:			**تخصصی** ■ **عملی** □
تعداد واحد:	۳		**اختیاری** □ **نظری-عملی** □
تعداد ساعت:	٤٨		**رساله / پایان‌نامه** □

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی □ آزمایشگاه □ سمینار □ کارگاه □ موارد دیگر: .....

الف) هدف کلی:

۱. آشنایی با نیمه هادیهای توان بالا و روش های سری سازی و حفاظت آنها
۲. آشنایی با مبدل های چندسطحی و روش های مدولاسیون و کنترل مبدل ها و کاربردهای صنعتی آنها

ب) اهداف ویژه:

دانشجویانی که این درس را با موفقیت پشت سر بگذارند قادر خواهند بود

۱. تکنیک های مختلف سری سازی و طراحی اسنابر مناسب برای ادوات نیمه هادی را انجام دهند.
۲. انواع آرایش های چندسطحی را یاد گرفته و مدار کنترل و مدولاسیون آنها را طراحی نمایند.
۳. انواع آرایش های ac/ac و ac/dc مدرن و روش های تحلیل آنها را یاد می گیرند.
۴. یکسوسازهای چندپالسه و فعال را طراحی نمایند.

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱- مقدمه
۲- ادوات نیمه‌هادی توان بالا
۳- ملاحظات سری و موازی‌سازی کلیدهای نیمه‌هادی در مبدل‌های توان بالا
۴- مبدل های چندسطحی پایه
۵- مبدل های چندسطحی مدولار
۶- یکسوسازهای چندپالسه و فعال
۷- مبدل های ac-ac مدرن و ترانسفورماتورهای الکترونیکی
۸- کاربرد مبدل های چندسطحی در صنعت

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

ارائه مطالب مطابق سرفصل های ذکر شده و طرح تمرین متناسب با محتوا برای یادگیری عمیق و تکمیلی درس. بکارگیری نرم افزار تخصصی در کنار مطالب تئوری و طرح پروژه نهایی برای کسب دانش طراحی یک مبدل چندسطحی توان بالا.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال ۵۰ درصد تکلیف و پروژه

آزمون پایان نیم‌سال ۵۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه: –

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Bin WU, High Power Converters and AC Drives, Wiley-IEEE Press, 2006.
2. S. Du, A. Dekka, Bin Wu, N. Zargari, Modular Multilevel Converters: Analysis, Control, and Applications, Wiley, 2017.
3. H. Iman-Eini, Sh. Farhangi, J-L. Schanen, J. Roudet, A modular strategy for control and voltage balancing of cascaded H-bridge rectifiers," IEEE Transactions on Power Electronics, 2008.

عنوان درس به فارسی:	کاربرد الکترونیک قدرت در ریزشبکه‌ها و شبکه‌های توزیع فعال		
عنوان درس به انگلیسی:	Application of Power Electronics in Microgrids and Active Distribution Networks	**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:		**پایه** ☐	**نظری** ■
دروس هم‌نیاز:		**تخصصی** ☐	**عملی** ☐
تعداد واحد:	**۳**	**اختیاری** ■	**نظری-عملی** ☐
تعداد ساعت:	**٤٨**	**رساله / پایان‌نامه** ☐	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر: .....

هدف کلی:

- آشنایی با مبدل‌های الکترونیک قدرت در ریزشبکه‌ها
- آشنایی با کنترل مبدل‌های الکترونیک قدرت سامانه های انرژی تجدیدپذیر و ذخیره سازها

اهداف ویژه:

دانشجویانی که این درس را با موفقیت پشت سر بگذارند قادر خواهند بود

۱- شناخت ساختار و اجزای ریزشبکه

۲- مدلسازی مبدل های الکترونیک قدرت مورد استفاده در ریزشبکه‌ها

۳- آشنایی با کنترل ریزشبکه های جریان مستقیم و متناوب،

۴- روش های تقسیم توان در ریزشبکه‌ها

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱- مفاهیم و ساختار ریزشبکه‌ها،

۲- معرفی اجزای تشکیل دهنده ریزشبکه‌ها،

۳- ریزشبکه‌های DC

۴- مدلسازی و کنترل مبدل‌های DC-DC مورد استفاده در ریزشبکه‌های DC،

۵- معرفی روش‌های تقسیم توان در ریزشبکه‌های DC،

۶- کنترل ثانویه در ریزشبکه ها

۷- ریزشبکه‌های AC

۸- مدل سازی اینورترها با فیلترهای L، LC و LCL

۹- کنترل جریان اینورترهای متصل به شبکه

۱۰- کنترل ولتاژ اینورترهای جدا از شبکه

۱۱- معرفی روش‌های تقسیم توان در ریزشبکه‌های AC،

۱۲ – ریزشبکه‌های ترکیبی AC-DC

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف: –

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۴۰ درصد پروژه‌های طول ترم، ۲۰ پروژه نهایی
آزمون پایان نیم‌سال	۴۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه: –

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Robert W. Erickson, Fundamentals of Power Electronics, 2004.
2. N.Hatziargyriou, Microgrids Architectures and Control, 2014.
3. M. Sharkh, Power Electronic Converters for Microgrids, Wily, 2014.
4. Yazdani, R. Iravani, Voltage-Sourced Converters in Power Systems, 2010.

عنوان درس به فارسی:	کیفیت توان		
عنوان درس به انگلیسی:	Power Quality	**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:		**پایه** □	**نظری** ■
دروس هم‌نیاز:		**تخصصی** ■	**عملی** □
تعداد واحد:	۳	**اختیاری** □	**نظری-عملی** □
تعداد ساعت:	٤٨	**رساله / پایان‌نامه** □	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی □ آزمایشگاه □ سمینار □ کارگاه □ موارد دیگر: .....

هدف کلی:

- تحلیل پدیده های کیفیت توان در شبکه‌های قدرت
- ارایه راه حل جهت رفع چالش‌های کیفیت توان در شبکه‌های قدرت

اهداف ویژه:

دانشجویانی که این درس را با موفقیت پشت سر بگذارند قادر خواهند بود

۱- شناخت مهمترین پدیده های کیفیت توان

۲- آشنایی با شاخص های کیفیت توان و تعاریف و کاربرد آنها،

۳- انجام مدلسازی هارمونیکی اجزای شبکه و بررسی تاثیر هارمونیک ها بر تجهیزات قدرت

۴- طراحی فیلتر فعال و غیر فعال

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱- مفاهیم اولیه کیفیت توان و معرفی پدیده های مختلف آن،

۲- استانداردهای کیفیت توان،

۳- تعاریف توان در محیط های هارمونیکی و نامتعادل

۴- معرفی بارهای الکتریکی و تجهیزات با چالش های کیفیت توان،

۵- مفاهیم افت و افزایش ولتاژ ناگهانی و راه های جلوگیری از آن،

۶- مدلسازی هارمونیکی اجزای شبکه قدرت

۷- بررسی تاثیر هارمونیک بر ترانسفورماتور و بانک های خازنی

۸- طراحی فیلترهای غیرفعال

۹- معرفی فیلترهای فعال و نحوه کنترل و بهره برداری از آنها

۱۰- تحلیل سیگنال های کیفیت توان Stationary

۱۱- تحلیل سیگنال های کیفیت توان Non-statioary

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف: -

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۲۰ درصد تکلیف، ۱۰ درصد پروژه
آزمون پایان نیم‌سال	۷۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه: -

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. G. T. Heydt, Electric Power Quality, 1991.

2. R.C. Dugan, Electric Power System Quality, McGraw Hill Professional, 2000.
3. E. Acha, Power System Harmonics, Wiley , 2002.
4. M.H. Bollen, Understanding Power Quality Problems, Wiley, 2000.
5. M.H. Bollen, Signal Processing of Power Quality Disturbances, IEEE Press, 2007.

عنوان درس به فارسی:	حفاظت، کنترل و پایداری ریزشبکه‌ها		
عنوان درس به انگلیسی:	Protection, Control and Stability of Microgrids		**نوع درس و واحد**
دروس پیش‌نیاز:			**پایه** □ **نظری** ■
دروس هم‌نیاز:			**تخصصی** ■ **عملی** □
تعداد واحد:	**۳**		**اختیاری** □ **نظری-عملی** □
تعداد ساعت:	**٤٨**		**رساله / پایان‌نامه** □

هدف کلی:

- مطالعه ویژگی های انواع مختلف مولد تجدید پذیر، به ویژه مولدهای بادی و خورشیدی
- بررسی چالش های فنی اتصال منابع تولید پراکنده به شبکه توزیع، شامل مشکلات بهره برداری سیستم، حفاظت، کنترل و پایداری

اهداف ویژه:

دانشجویانی که این درس را با موفقیت پشت سر بگذارند، موارد زیر را فرا می گیرند:

۱. ویژگی انواع مولدهای تولید پراکنده شامل مولدهای سنکرون با موتور احتراق داخلی، مولدهای بادی، خورشیدی و غیره
۲. مطالعات فنی اتصال مولد مقیاس کوچک به شبکه نظیر پخش بار، اتصال کوتاه، سیستم زمین، پایداری مولد و شبکه با تاکید بر پایداری گذرا
۳. کنترل منابع تولید پراکنده شامل ژنراتورهای سنکرون و مولدهای با واسط اینورتری و منطق کنترل ریزشبکه
۴. حفاظت مولد، حفاظت نقطه مشترک اتصال و حفاظت شبکه توزیع متصل به منابع تولید پراکنده

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. تکنولوژیهای متداول منابع تولید پراکنده شامل مولد پیستونی، مولد بادی، مولد خورشیدی، میکروتوربین، مولد آبی و ذخیره سازها
۲. معرفی ساختار پست توزیع، شبکه توزیع و پست فوق توزیع و ساختارهای متداول اتصال مولد به شبکه توزیع
۳. مطالعات اتصال مولد به شبکه توزیع شامل مطالعات پخش بار، مطالعات اتصال کوتاه و مطالعات نحوه اتصال به زمین مولد و ترانسفورماتور واسطه
۴. مشخصات فنی تجهیزات نیروگاه مقیاس کوچک
۵. کنترل کننده ها در مولدهای مقیاس کوچک، استراتژی کنترلی در مولد متصل به شبکه و جزیره ای، مدل سازی کنترلرهای مولد سنکرون، مدل سازی سیستم کنترلی مولدهای اینورتری
۶. روش‌ها و چالش‌های حفاظت شبکه های توزیع سنتی و تاثیر مولد بر حفاظت شبکه توزیع
۷. حفاظت محل مشترک اتصال، حفاظت ریزشبکه، حفاظت مولد
۸. پایداری گذرای مولد سنکرون مقیاس کوچک

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۲۵ درصد تکلیف، ۱۵ درصد پروژه، ۳۰ درصد میانترم
آزمون پایان نیم‌سال	۳۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

یکی از نرم افزارهای تحلیل سیستم قدرت، نظیر DIgSILENT - ETAP – NEPLAN به منظور انجام تکالیف و پروژه این درس

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱. مجموعه دستورالعمل های مرتبط با مولدهای مقیاس کوچک تهیه شده در داخل کشور

2. A Keyhani , M. Marwali, Smart Power Grids, Springer, 2011
3. A Keyhani, M. Marwali, M. Dai, Integration of Green and Renewable Energy in Electric Power Systems, John Wiley & Sons Publication, 2010

4. G Abad, J. Lopez, M. A. Rodrıguez, L. Marroyo, G. Iwanski, Doubly Fed Induction Machine Modeling and Control for Wind Energy Generation, IEEE Press, 2011

عنوان درس به فارسی:	مواد الکتریکی در مهندسی برق		
عنوان درس به انگلیسی:	Electrical Engineering Materials		**نوع درس و واحد**
دروس پیش‌نیاز:			**پایه** □ **نظری** ■
دروس هم‌نیاز:			**تخصصی** ■ **عملی** □
تعداد واحد:	۳		**اختیاری** □ **نظری-عملی** □
تعداد ساعت:	٤٨		**رساله / پایان‌نامه** □

هدف کلی:

آشنایی دانشجویان با مباحث زیر:

- معرفی مواد بکار رفته مختلف در ادوات و دستگاه های مختلف مهندسی برق
- انواع مواد نیمه هادی, آلیاژ های مختلف , مواد مغناطسی نرم و سخت در دستگاه های الکتریکی و کاربردهای آن ها.

اهداف ویژه:

دانشجویانی که این درس را با موفقیت پشت سر بگذارند قادر خواهند بود:

۱. خواص مواد در دستگاه های مختلف الکتریکی و انتخاب مواد مناسب برای طراحی ادوات الکتریکی

۲. کاربرد مواد مغناطیسی نرم در ماشین های الکتریکی استاتیک و دینامیک.

۳. مواد آهنربایی و کاربرد گسترده آنها درصنعت.

۴. طراحی دستگاه های خاص با تکیه به خواص ویژه مواد الکتریکی.

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱- مواد با هدایت ویژه زیاد

۲- سوپرهادی‌ها و کریو هادی‌ها

۳- فلزات مختلف آلیاژها، لحیم‌ها و گداز آورها، هادی های غیر فلزی.

۴- اصول نظریه نواری جامدات.

۵- توزیع آماری الکترون‌ها وهدایت الکتریکی در نیمه هادی‌ها.

۶- پدیده‌های اتصال در نیمه هادی‌ها.

۷- فرآیند های الکترونیکی روی سطح نیمه هادی ها

۸- پدیده های نوری و فتو الکتریک در نیمه هادی ها.

۹- پدیده های ترمو الکتریک در نیمه هادی ها – اثر هال.

۱۰- مشخصه‌های مغناطیسی مواد.

۱۱- مواد مغناطیسی نرم و موارد کاربرد آن‌ها.

۱۲- مواد پیزو الکتریک و کاربرد های آن‌ها.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۳۰ درصد تکلیف
آزمون پایان نیم‌سال	۷۰ درصد

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. K. J. Pascoe, Properties of Materials for Electrical Engineers, John Wiley & Sons, 1998.
2. Y. Koritsky, Electrical Engineering, Mir Publishers, Moscow, 1970.
3. R. K. Rajput, A Textbook of Electrical Engineering Materials, Laxmi Publications, New Delhi, 2006.
4. Dekker, Electrical Engineering Materials, Prentice Hall, 2011.

5. P. Jones, Materials Science for Electrical and Electronic Engineers, Oxford University Press, 2001.

عنوان درس به فارسی:	خودروهای الکتریکی و ترکیبی		
عنوان درس به انگلیسی:	Electric and Hybrid Electric Vehicles	**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:		**پایه** □	**نظری** ■
دروس هم‌نیاز:		**تخصصی** ■	**عملی** □
تعداد واحد:	۳	**اختیاری** □	**نظری-عملی** □
تعداد ساعت:	٤٨	**رساله / پایان‌نامه** □	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی □ آزمایشگاه □ سمینار □ کارگاه □ موارد دیگر: .....

هدف کلی:

- آشنایی با انواع وسائل نقلیه برقی و ترکیبی و اصول اولیه طراحی آنها

اهداف ویژه:

دانشجویانی که این درس را با موفقیت پشت سر بگذارند:

۱. با انواع خودروهای برقی و هیبریدی، خورشیدی، لوکوموتیو برقی و خودروهای پیل سوختی آشنا می‌شوند.
۲. طراحی اجزا و انتخاب سایز اجزا طراحی‌های فوق و شبیه‌سازی آنها را می‌آموزند.
۳. با انواع سیستم‌های شارژ و ذخیره‌کننده انرژی شامل باتری‌ها، ابرخازن‌ها، پیل سوختی و چرخ طیار و غیره آشنا می‌شوند.
۴. چگونگی بازیافت انرژی ترمز در خودرو و لوکوموتیو را یاد می‌گیرند.

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مقدمه شامل مسائل زیست محیطی و تاریخچه خودروهای برقی
۲. اصول اولیه طراحی خودرو
۳. موتورهای احتراق داخلی
۴. خودروهای برقی
۵. خودروهای برقی هیبریدی
۶. سیستم محرکه الکتریکی
۷. سیستم محرکه خودروهای الکتریکی هیبرید سری، سیستم محرکه خودروهای الکتریکی هیبرید موازی
۸. سیستم محرکه خودروهای الکتریکی هیبرید کوچک
۹. باتری‌ها و سیستم‌های ذخیره کننده انرژی
۱۰. اصول بازیافت انرژی توسط ترمز الکتریکی
۱۱. خودروهای پیل سوختی، خودروهای خورشیدی، لوکوموتیوهای برقی

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

استفاده از نرم افزارهای Advisor و Matlab ضروری است.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۱۵ درصد تکلیف، ۱۵ درصد پروژه
آزمون پایان نیم‌سال	۷۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱. بهزاد آسایی، نیما فرزین، امید اناری شوکت آباد، خودروهای نوین الکتریکی، الکتریکی ترکیبی و پیل سوختی، مبانی، نظریه و طراحی، انتشارات اندیشه و فرهنگ جاویدان، ۱۳۹۱

2. M. Ehsani, Modern Electric, Hybrid Electric, and Fuel Cell Vehicles, CRC Press, 2010
3. P. Enge, N. Enge, S. Zoepf, Electric Vehicle Engineering, McGraw-Hill Education, 2021.

عنوان درس به فارسی:	سیستم‌های انتقال انعطاف‌پذیر و DC		
عنوان درس به انگلیسی:	Flexible AC & DC Transmission Systems	**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:		**پایه** □	**نظری** ■
دروس هم‌نیاز:		**تخصصی** ■	**عملی** □
تعداد واحد:	**۳**	**اختیاری** □	**نظری-عملی** □
تعداد ساعت:	**۴۸**	**رساله / پایان‌نامه** □	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی □ آزمایشگاه □ سمینار □ کارگاه □ موارد دیگر: .....

هدف کلی:

- توانا کردن دانشجویان در زمینه کنترل توان راکتیو و کنترل ولتاژ و چگونگی بهبود عملکرد سیستم با استفاده از انواع تجهیزات مربوط

اهداف ویژه:

دانشجویانی که این درس را با موفقیت پشت سر بگذارند قادر خواهند بود:

۱. نوع جبران‌کننده‌های مورد نیاز برای کنترل بهینه شارش توان، کنترل ولتاژ و متعادل کردن بار را انتخاب کنند،
۲. جبران‌کننده‌های مورد نیاز برای کنترل بهینه شارش توان، کنترل ولتاژ و متعادل کردن بار را طراحی و کنترل نمایند.

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مقدمه ای بر تئوری توان راکتیو، پایداری ولتاژ و جبران
۲. جبران‌کننده‌های موازی: اصول عملکرد، آرایش و کنترل SVC و STATCOM
۳. جبران‌کننده‌های سری: اصول عملکرد، آرایش و کنترل TCSC، TSSC و SSSC
۴. استفاده از جبران‌کننده‌های سری جهت بهبود پایداری گذرا، کنترل پخش توان و مدل‌سازی به منظور تحلیل پایداری و پخش بار
۵. جابجا گر فاز: تاثیر بر مشخصه‌های سیستم قدرت، اصول عملکرد، مدل حالت ماندگار، کاربردها
۶. کنترل‌کننده یکپارچه توان: ضرورت استفاده و کاربردها، مشخصه‌ها و اصول عملکرد، مدل‌سازی و کنترل
۷. اصول عملکرد و ساختار و مشخصات کنترل‌کننده IPFC
۸. انتقال HVDC: ضرورت استفاده، اصول کار و مشخصات، کنترل سیستم، تحلیل و مدل‌سازی

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۴۰ درصد پروژه
آزمون پایان نیم‌سال	۶۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. C C.K. Kim, V.K. Sood, G.S. Ang, S.J. Lim and S.J. Lee, HVDC Transmission: Power Conversion Applications in Power Systems, IEEE Press, 2009.
2. N. G. Hingorani, L. Gyugyi, Understanding FACTS: Concepts and Technology of Flexible AC Transmission Systems, IEEE Press, 2000.
3. P. Kundur, Power System Stability and Control, McGraw Hill, 1994.
4. K.R. Padiyar, HVDC Power Transmission Systems Technology and System Interactions, McGraw Hill, 1990.
5. Y.H. Song and A.T. Johns, Flexible AC Transmission Systems (FACTS), IEE Press, 1999.

عنوان درس به فارسی:	کنترل توان راکتیو در سیستمهای قدرت		
عنوان درس به انگلیسی:	Reactive Power Control		**نوع درس و واحد**
دروس پیش‌نیاز:			**پایه** □ **نظری** ■
دروس هم‌نیاز:			**تخصصی** ■ **عملی** □
تعداد واحد:	۳		**اختیاری** □ **نظری-عملی** □
تعداد ساعت:	٤٨		**رساله / پایان‌نامه** □

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی □ آزمایشگاه □ سمینار □ کارگاه □ موارد دیگر: .....

هدف کلی:

- توانا کردن دانشجویان در زمینه تئوری توان راکتیو و کنترل ولتاژ و آشنایی با تجهیزات کنترل توان راکتیو و چگونگی بهبود عملکرد سیستم

اهداف ویژه:

دانشجویانی که این درس را با موفقیت پشت سر بگذارند قادر خواهند بود:

۱. به تحلیل سیستم قدرت را از لحاظ توان راکتیو تحلیل کرده و عملکرد آن را بهبود دهند.
۲. جبران‌کننده‌های مورد نیاز برای کنترل بهینه شارش توان، کنترل ولتاژ و متعادل کردن بار را طراحی کنند.

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱- توان راکتیو و عناصر ایجادکننده آن
۲- کنترل توان راکتیو شامل جبران بار، جبران خط، جبران موازی، جبران سری و جبران با تقسیم‌بندی خط
۳- ادوات جبران‌کننده شامل راکتورها، خازن‌ها و کندانسور سنکرون
۴- جبران‌کننده‌های استاتیک: طرز کار، انواع، طراحی و کنترل
۵- آشنایی با ادوات جبران‌کننده statcom, sssc, upfc
۶- ساختمان جبران‌کننده‌ها
۷- تاثیر جبران‌کننده‌ها بر مشخصات خط در حالت ماندگار و گذرا
۸- پایداری ولتاژ

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

استفاده از نرم افزارهای Matlab Simulink و DIgSILENT ضروری است.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۴۰ درصد پروژه
آزمون پایان نیم‌سال	۶۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. T. J. E. Miller, Reactive Power Control in Electric Systems, John Wiley, 1982.
2. T. Van Cutsem and C. Vournas, Voltage Stability of Electric Power Systems, Springer, 2005.
3. P. Kundur, Power System Stability and Control, McGraw Hill, 1994.

عنوان درس به فارسی:	روش‌های عددی در مهندسی قدرت		
عنوان درس به انگلیسی:	Numerical Methods in Power Engineering		**نوع درس و واحد**
دروس پیش‌نیاز:			**پایه** ☐ **نظری** ■
دروس هم‌نیاز:			**تخصصی** ■ **عملی** ☐
تعداد واحد:	۳		**اختیاری** ☐ **نظری-عملی** ☐
تعداد ساعت:	٤٨		**رساله / پایان‌نامه** ☐

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر: .....

هدف کلی:

- آشنایی با روش‌های عددی حل مسائل در حوزه مهندسی قدرت

اهداف ویژه:

دانشجویانی که این درس را با موفقیت پشت سر بگذارند قادر خواهند بود

۱- مسائل استاتیک در حوزه میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی را مدل‌سازی و حل کنند

۲- ماشین‌های الکتریکی دوار را با استفاده از روش‌های عددی تحلیل کنند

۳- مسائل تحلیل نیروها را با روابط الکترومغناطیسی در حوزه حل عددی تزویج کنند

۴- شرایط محیطی و مرزی مناسب را برای مسائل مختلف مشخص کنند

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱- روش‌های پایه عددی شامل اجزای محدود، تفاضل محدود، شبیه‌سازی بار، روش مونت کارلو

۲- نحوه حل مسئله میدان الکتریکی استاتیک

۳- نحوه حل مسئله میدان مغناطیسی استاتیک

۴- شرایط مرزی در روش‌های عددی مختلف

۵- نحوه مسئله جریان گردشی و تلفات آهن

۶- نحوه مدل‌سازی ماشین‌های الکتریکی

۷- نحوه مش‌بندی فضا در روش‌های عددی

۸- نحوه کوپل میدان‌های مختلف

۹- نحوه تعیین پارامترهای خط انتقال با استفاده از روش‌های عددی

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

استفاده از نرم‌افزارهای مرتبط نظیر MATLAB -Maxwell (ANSYS)- COMSOL Multiphysics الزامی است.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۴۰ درصد پروژه‌های طول ترم، ۲۰ پروژه نهایی
آزمون پایان نیم‌سال	۴۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه: –

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Z. Li, Z. Qiao, T. Tang, Numerical Solution of Differential Equations: Introduction to Finite Difference and Finite Element Methods., Cambridge University Press, 2018.

2. N. Bianchi, Electrical Machines Analysis using Finite elements Method., CRC, USA, 2005.

3. C. W. Steele, Numerical Computation of Electric and Magnetic Fields., Springer, 1997.

4. J. P. A. Bastos, N. Sadowski, Electromagnetic Modeling by Finite Element methods. Marcel Dekker, 2003.

عنوان درس به فارسی:	روش تحقیق ۱		
عنوان درس به انگلیسی:	Research Methodology_S1		**نوع درس و واحد**
دروس پیش‌نیاز:			**پایه** ☐ **نظری** ■
دروس هم‌نیاز:			**تخصصی** ■ **عملی** ☐
تعداد واحد:		۱	**اختیاری** ☐ **نظری-عملی** ☐
تعداد ساعت:		۱۶	**رساله / پایان‌نامه** ☐

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

.....

هدف کلی:

۱. چگونه یک مقاله را ارزیابی کرده، بخوانیم و یا بنویسیم.

۲. انتخاب حوزه تحقیقاتی، آموزش برنامه تحقیق با محوریت مسئله پژوهش

اهداف ویژه:

در صورت اتمام موفقیت آمیز درس؛ دانشجویان قادر خواهند بود که:

۱. حوزه تحقیقاتی مورد علاقه خود را انتخاب کرده و منابع مرتبط را بازیابی و ارزیابی نمایند.

۲. در حوزه تحقیقاتی فوق، مسائل باز تحقیقاتی را شناسایی و حل مسئله را آغاز کنند.

۳. یک مقاله را خوب و موثر مطالعه کنند.

مهارت های مقدماتی نوشتن نتایج تحقیق را در قالب مقاله فرا گیرند.

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. چگونه یک مقاله را ارزیابی کرده، بخوانیم و یا بنویسیم.

۲. انتخاب حوزه تحقیقاتی، آموزش برنامه تحقیق با محوریت مسئله پژوهش

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- ۸ تمرین و تکلیف؛ بخش هایی از مقاله ها رابازنویسی می کنند؛ بخش هایی را ارزیابی و تصحیح می کنند.
- هدف اصلی این درس، آمادگی تدوین به موقع و با کیفیت پروپوزال کارشناسی ارشد است. لذا کلیه تمرین ها با این هدف طراحی شده است.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال ۷۰درصد

- مقاله نویسی
- گزارش نویسی
- یافتن مسئله پژوهش
- شرکت در کارگاه ها
- شرکت در جلسات دفاع
- آزمون های متعدد در طول ترم از هر مبحث ۳۰ درصد.

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

- ابزارهای نوشتن و ارائه کردن مانندOFFICE

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. L. Cohen,L. Manion, K. Morrison, Research Methods in Education, Taylor & Francis, 2017.
2. Peter Lang, English as an Additional Language in Research Publication and Communication, 2008
3. N. Huckin Thomas, A. Olsen Leslie, English for Science and Technology a handbook of nonnative speakers, McGrawhill, 1983.
4. D. James , Jr. Lester , Writing Research Papers,A Complete Guide, Pearson Education, 2015.
5. JW. Creswell, J. D. Creswell, Research, Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches, SAGE Publications, 2018

عنوان درس به فارسی:	روش تحقیق ۲		
عنوان درس به انگلیسی:	Research Methodology_S2		**نوع درس و واحد**
دروس پیش‌نیاز:			**پایه** ☐ **نظری** ■
دروس هم‌نیاز:			**تخصصی** ■ **عملی** ☐
تعداد واحد:		۱	**اختیاری** ☐ **نظری-عملی** ☐
تعداد ساعت:		۱۶	**رساله / پایان‌نامه** ☐

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

.....

هدف کلی:

۱. یادگیری قالب های گزارش فنی، گزارش مرور روشمند ادبیات و پروپوزال
۲. ارائه شفاهی موثر در دو زبان فارسی و انگلیسی

اهداف ویژه:

در صورت اتمام موفقیت آمیز درس؛ دانشجویان قادر خواهند بود که:

۴. یک پروپوزال تحقیقاتی بنویسند.
۵. یک گزارش مرور روشمند ادبیات تحقیق بنویسند و با روش های ارزیابی تحقیق آشنا شوند.
۶. ارائه شفاهی موثر انجام دهند(انگلیسی و فارسی).
۷. آخرین ابزارهای حوزه مرتبط با درس را بشناسند.

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. یادگیری قالب های گزارش فنی، گزارش مرور روشمند ادبیات و پروپوزال
۲. ارائه شفاهی موثر در دو زبان فارسی و انگلیسی

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- ۸ تمرین و تکلیف؛ بخش هایی از مقاله ها رابازنویسی می کنند؛ بخش هایی را ارزیابی و تصحیح می کنند.
- هدف اصلی این درس، آمادگی تدوین به موقع و با کیفیت پروپوزال کارشناسی ارشد است. لذا کلیه تمرین ها با این هدف طراحی شده است.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال ۷۰درصد

- ✓ پروپوزال دوره ارشد
- ✓ ارائه های مختلف شفاهی دو زبانه
- ✓ مرور سیستماتیک ادبیات
- ✓ شرکت در کارگاه ها
- ✓ شرکت در جلسات دفاع

آزمون های متعدد در طول ترم از هر مبحث ۳۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

- ابزارهای نوشتن و ارائه کردن مانندOFFICE

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. L. Cohen,L. Manion, K. Morrison, Research Methods in Education, Taylor & Francis, 2017.
2. Peter Lang, English as an Additional Language in Research Publication and Communication, 2008
3. N. Huckin Thomas, A. Olsen Leslie, English for Science and Technology a handbook of nonnative speakers, McGrawhill, 1983.
4. D. James , Jr. Lester , Writing Research Papers,A Complete Guide, Pearson Education, 2015.
5. JW. Creswell, J. D. Creswell, Research, Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches, SAGE Publications, 2018

عنوان درس به فارسی:	بهینه سازی محدب		
عنوان درس به انگلیسی:	Convex Optimization	**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:		**پایه** ☐	**نظری** ■
دروس هم‌نیاز:		**تخصصی** ☐	**عملی** ☐
تعداد واحد:	۳	**اختیاری** ■	**نظری-عملی** ☐
تعداد ساعت:	۴۸	**رساله / پایان‌نامه** ☐	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

.....

هدف کلی:

- درس بهینه سازی محدب با هدف آشنایی دانشجویان با مدل سازی ریاضی مساله های فنی با کمک مسائل بهینه سازی طراحی شده است. داتشجویان در این درس با مسائل بهینه سازی آشنا شده و شرایط محدب بودن مساله را فرا می گیرند. آشنایی با روش های حل مسائل محدب شامل روشهای تحلیلی و روشهای عددی از اهداف دیگر درس است.

اهداف ویژه:

پس از گذراندن این دوره ، دانشجویان با مفاهیم زیر آشنا می شوند:

۱. تابع محدب، قید محدب، و مساله محدب
۲. مساله دوگان و ضرایب لاگرانژ و روش حل مسائل بهینه سازی محدب با کمک شرایط KKT
۳. گونه‌های مختلف مسایل بهینه سازی از جمله least squares, خطی، quadratic, semidefinite programming, minimax و روش حل عددی مسائل بهینه سازی
۴. کاربردهای بهینه‌سازی در یادگیری ماشین، آنالیز سیگنال، آمار، کنترل، ، سایر رشته‌ها از جمله بیولوژی و مکانیک و طراحی مدارهای آنالوگ و دیجیتال و اقتصاد.

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مساله محدب
- مرور جبر خطی
- توابع محدب
- قیود محدب
- مساله بهینه سازی محدب

۲. تابع و ضرایب لاگرانژ
۳. قیود KKT
۴. مساله دوگان
۵. مسائل با چند تابع هدف
۶. انواع مسایل بهینه‌سازی محدب:
- Least squares
- LP
- QP
- SOCP
- SDP

۷. مسایل Minimax, مسایل حجمی و هندسی، مسایل آماری
۸. روش های حل عددی مساله محدب
- روش گرادیان

- روش نیوتون
- روش interior point method
- تحلیل همگرایی

۹. کاربرد مدلسازی ریاضی و بهینه‌سازی در زمینه‌های محتلف:

- آنالیز سیگنال
- آمار
- کنترل
- یادگیری ماشین
- مخابرات
- طراحی مدارهای آنالوگ و دیجیتال
- اقتصاد
- مهندسی مکانیک

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- ۷ تا ۹ تکلیف

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۷۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۳۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. S. Boyd and L Vanderberghe, Convex Optimizations, Cambridge University Press, 2004.
2. D. Bertsekas, Nonlinear programming, Athena Scientific, 2016.
3. Y. Nesterov, Introductory Lectures on Convex Optimization, Springer, 2004.

عنوان درس به فارسی:	حسابگری زیستی		
عنوان درس به انگلیسی:	Bio Computing	**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:		**پایه** □	**نظری** ■
دروس هم‌نیاز:		**تخصصی** □	**عملی** □
تعداد واحد:	۳	**اختیاری** ■	**نظری-عملی** □
تعداد ساعت:	٤٨	**رساله / پایان‌نامه** □	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی □ آزمایشگاه □ سمینار □ کارگاه □ موارد دیگر:

.....

هدف کلی:

- حل مشکل الهام گرفته از طبیعت به عنوان یک موضوع بسیار مهم در طی ده سال اخیر مطرح بوده است. این روش با استفاده از الهامات گرفته شده از زیست شناختی و جامعه حیوانات به طراحی الگوریتم جهت حل مشکلات در زندگی عادی می پردازد. درس حسابگری زیستی، شامل تحقیقات مرتبط با بحث هوش مصنوعی و رباتیک می باشد. این دوره به دانشجویان کمک می کند تا با دید متفاوت تری به مشکلات مهندسی نگاه کنند. همچنین نشان می دهد که چگونه علم کامپیوتر و رباتیک می تواند به فهم بهتر سیستمهای بیولوژیکی کمک رساند.

اهداف ویژه:

دانشجویانی که این درس را با موفقیت پشت سر بگذارند قادر خواهند بود:

۱. درک وفهم کامل از طراحی biomimetic داشته باشند.
۲. روشهای الهام گرفته از طبیعت را جهت بهینه سازی مشکلات بکار گیرند.
۳. با روشهای حل مشکلات ازدحام جمعیت حیوانات آشنا شوند.
۴. درک اساسی و کامل از مواد، سنسورها، محرکها و کنترل کننده های بیولوژیکی داشته باشند.

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

بخش ۱ از کتاب Prof. Floreano

۱. معرفی
- Biomimetic و کاربرد آن در رباتیک
- سرگرمی
- آموزش
- بهداشت و درمان
- Telepresence
- Telesurgery
- رباتیکهای کمکی
- موجودات واقعی
- هنر

۲. الگوریتمهای تکاملی
- DNA
- رونوشت
- میتوز، میوز
- الگوریتم ژنتیکی
- برنامه نویسی ژنتیکی
- برنامه نویسی تکاملی

- استراتژی تکاملی

۳. Simulated Annealing
۴. حسابگری DNA
۵. ماشینهای سلول دار

بخش ۲ از کتاب Prof. Dorigo

۱- Swarm Intelligence
- خود سازمان
- Stigmergy
- کنترل ترافیک
- مشکل کوتاهترین مسیر
- Minimal spanning tree
- Travelling salesman problem
- بهینه سازی کلونی مورچه ها
- تقسیم کار
- تخصص
- خوشه کردن
- جور کردن
- پارتیشن کردن گراف
- قالب ها
- ساختار آشیانه
- حمل و نقل مشارکتی

۲- بهینه سازی ازدحام ذرات
۳- بهینه سازی زنبور
۴- الگوریتم کرم شبتاب
۵- بهینه سازی ازدحام کرم شبتاب

بخش ۳ از کتاب Prof. Bar Cohen

۱- سنسورهای الهام گرفته از طبیعت
- چشم
- سنجش از مادون قرمز
- LVDTs
- سنسور مغناطیس مقاومتی
- سنسور مقاومتی Piezo
- سنسور موجی الاستیک
- انعکاس صدا
- گوش مصنوعی
- بویایی
- سیستم چشایی
- Electroreception
- سنجش لمسی
- موی مصنوعی
- سنسور میدان مغناطیسی
- ساعت بیولوژیکی

۲- محرکهای الهام گرفته از طبیعت، مواد و اجزاء

- صدا
- انتشار نور
- ماهیچه
- محرکهای Pneumatic
- محرکهای هیدرولیک
- موتورهای الکترومغناطیس
- موتور Inchworm
- پمپها
- حفاران
- محرکهای در بهار لود شده
- Electroaction
- Beak / Trunk / Tube
- Gastobotics
- باله
- کشش سطحی
- آشیانه ها
- دفاع
- Anti-G suits

۳- حرکت و نقل و انتقالهای الهام گرفته از طبیعت

- پرواز: اشکال بال، بلند شدن هواپیما، سقوط/غوطه وری، Gliding، صعود ، بال زدن، معلق ، به زمین نشستن
- شنا کردن
- خزیدن
- غلت زدن
- جهیدن
- حرکت رباتهای پا دار
- حرکت سورتمه وار حیوانات
- بالا رفتن
- راه رفتن روی آب

۴- کنترل حرکت (این قسمت در امتحان پایان ترم نمی آید)

- سنتز ریاضی
- Modulated playback
- دینامیک غیر فعال
- فن آوری هوشمند مبتنی بر فیزیک
- روشهای مبتنی بر CPG
- نوسانگرها
- بهینه سازی راه رفتن

۵- کنترل کننده های الهام گرفته از طبیعت

- کنترل راکتیو
- کنترل مشورتی
- کنترل ترکیبی

- کنترل مبتنی بر رفتار
- زمینه های بالقوه

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- ۵ تا تمرین

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۴۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۶۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Floreano,mattiussi, Bioinspired Artificial Intelligence, 2008
2. Eric Bonabeau, Marco Dorigo, Guy Theraulaz, Swarm Intelligence: From Natural to Artificial Systems, Oxford University Press, 1999
3. Bar Cohen, BIOMIMETICS-Biologically Inspired Technologies, 2006
4. Yoseph Bar-Cohen, Cynthia L. Breazeal, Biologically Inspired Intelligent Robots, SPIE Press, 2003
5. Marco Dorigo and Thomas Stützle, Ant Colony Optimization, The MIT Press, 2004

عنوان درس به فارسی:	داده کاوی		
عنوان درس به انگلیسی:	Data Mining	**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:		**پایه** ☐	**نظری** ■
دروس هم‌نیاز:		**تخصصی** ☐	**عملی** ☐
تعداد واحد: ۳		**اختیاری** ■	**نظری-عملی** ☐
تعداد ساعت: ٤٨		**رساله / پایان‌نامه** ☐	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

.....

هدف کلی:

۱. آشنایی با داده‌ها و تحلیل آنها
۲. آشنایی با الگوریتم‌ها و فنون داده کاوی

اهداف ویژه:

۱. درک کلی از روش‌های معمول داده‌کاوی و نقاط قوت و ضعف آنها
۲. توانایی تحلیل داده‌های حجیم
۳. توانایی ارائه مدل/روش جدید برای یک مساله داده‌کاوی
۴. پیشنهاد و انتخاب راه حل مناسب برای برای یک مساله داده‌کاوی در کاربردهای مختلف

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مقدمه و معرفی زمینه داده‌کاوی
۲. آشنایی با داده‌ها
۳. پیش‌پردازش داده‌ها
۴. پایگاه داده تحلیلی و OLAP
۵. کاوش الگوهای مکرر و قوانین انجمنی
۶. رده‌بندی
۷. خوشه‌بندی
۸. یادگیری عمیق
۹. تشخیص داده‌های پرت (outlier)

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- تعداد ۴ تکلیف
- تعداد ۱ پروژه
- مطالعه مراجع و مقاله‌های مرتبط

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

آزمون میان نیم‌سال	۳۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۳۰ درصد
تمرین‌ها، پروژه، و فعالیت‌های کلاسی	۴۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

- کامپیوتر، پروژکتور، اینترنت

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Han, Jiawei, Jian Pei, Hanghang Tong. Data mining: concepts and techniques, Morgan kaufmann, 2022.
2. Leskovec, Jure, Anand Rajaraman, Jeffrey David Ullman, Mining of massive data sets. Cambridge university press, 2020.
3. Tan, Pang-Ning, M. Steinbach, V. Kumar, A. Karpatne, Introduction to Data Mining: Global Edition, 2016

عنوان درس به فارسی:	شبکه عصبی و یادگیری عمیق		
عنوان درس به انگلیسی:	Neural Networks and Deep Learning	**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:		**پایه** ☐	**نظری** ■
دروس هم‌نیاز:		**تخصصی** ☐	**عملی** ☐
تعداد واحد:	۳	**اختیاری** ■	**نظری-عملی** ☐
تعداد ساعت:	٤٨	**رساله / پایان‌نامه** ☐	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

.....

هدف کلی:

- آشنایی با مبانی شبکه های عصبی مصنوعی و مباحث یادگیری عمیق و کاربردهای آنها در مسایل طبقه بندی، رگرسیون ، شبکه های حافظه، و شبکه های مبتنی بر طراحی مکانیزم

اهداف ویژه:

دانشجویانی که این درس را با موفقیت پشت سر بگذارند:

۱. با مفاهیم و تعاریف شبکه های عصبی آشنا خواهند شد
۲. با طراحی و بکارگیری شبکه های عصبی کلاسیک متنوعی با هدف بکارگیری در مسایل طبقه بندی و رگرسیون، شبکه های حافظه محور و یادگیریهای مبتنی بر طراحی مکانیزم، آشنا خواهند شد
۳. جهت استخراج ویژگیهای موثر با خود رمز کننده ها و ماشین بولتزمن محدود آشنا خواهند شد
۴. با مفاهیم و تعاریف مربوط به یادگیری عمیق در کاربردهای طبقه بندی، شبکه های حافظه و شبکه های مولد و انواع آنها آشنا خواهند شد. بخصوص معماری، نحوه عملکرد و روشهای یادگیری شبکه های کانولوشنال، شبکه ای بازشگتی و شبکه ای مولد تنازعی مورد بحث قرار خواهد گرفت.

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مقدمه ای بر شبکه های عصبی
۲. آشنایی با برخی شبکه های عصبی ساده در مسائل طبقه بندی و رگرسیون
۳. آشنایی باشبکه ای چند لایه پرسپترون، خود رمزکننده ها و ماشین بولتزمن محدود
۴. آشنایی باشبکه های باور عمیق و کانولوشنال و تکنیک های یادگیری و معماریهای مطرح آنها
۵. آشنایی با برخی شبکه های عصبی ساده در مسائل یادگیری الگو
۶. آشنایی با شبکه های بازگشتی و توسعه های مختلف آنها
۷. آشنایی با برخی شبکه های عصبی ساده در مسائل رقابتی
۸. آشنایی با شبکه ای مولد تنازعی و نوع یادگیری و خانواده بزرگ آنها

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- متناظر با هر بخش درس یک سری داده خواهد شد. حل تمرینات در یادگیری مباحث درس و کسب توانایی در بکارگیری شبکه ها ی عصبی در مباحث کاربردی موثر است. تمرینها شامل برخی سوالاتی تحلیلی و مفهومی و برخی سوالات شبیه سازی می باشند.
- علاوه بر تمرین‌ها ، برای ارزیابی توانایی دانشجویان در اعمال آموخته‌های این درس در کاربردهای مختلف، جهار مینی پروژه مختلف که با شبکه های یادگیری عمیق انجام می گیرند، در نظر گرفته شده است.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۶۵ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۳۵ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. L. Fausett, Fundamentals of Neural Networks, Pearson, 1993.
2. Goodfellow, Y. Bengio and A. Courville , Deep Learning, An MIT Press book, 2016.
3. Convolutional Neural Network(UFLDL Tutorial)/available online at July 2016: http://ufldl.stanford.edu/tutorial/supervised/ConvolutionalNeuralNetwork/
4. Convolutional Neural Networks (LeNet)/ available online at July 2016: http://deeplearning.net/tutorial/lenet.html
5. O. Nelles, Nonlinear System Identification: From Classical Approaches to Neural Networks and Fuzzy Models, Springer, 2001.

عنوان درس به فارسی:	کنترل بهینه		
عنوان درس به انگلیسی:	Optimal Control	**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:		**پایه** ☐	**نظری** ■
دروس هم‌نیاز:		**تخصصی** ☐	**عملی** ☐
تعداد واحد: ۳		**اختیاری** ■	**نظری-عملی** ☐
تعداد ساعت: ٤٨		**رساله / پایان‌نامه** ☐	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

.....

هدف کلی:

- معرفی و بررسی روش های بهینه سازی در کنترل سیستم های دینامیکی

اهداف ویژه:

دانشجویانی که این درس را با موفقیت بگذارنند دانش مناسبی در خصوص موارد ذیل کسب خواهند کرد:

۱. بهینه سازی مقید و نامقید توابع
۲. برنامه ریزی پویا
۳. بهینه سازی تابعک ها با استفاده از حساب تغییرات
۴. کنترل بهینه‌ی مقید و نامقید سیستم های دینامیکی

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. بهینه سازی مقید و نامقید توابع
۲. برنامه ریزی پویا و اصل بهینگی بلمن
۳. معادله هامیلتون-ژاکوبی-بلمن
۴. حساب تغییرات
۵. بهینه سازی مقید و نامقید تابعک ها
۶. کنترل بهینه مقید و اصل کمینگی پونتریاگین
۷. سیستم های هامیلتونی و معادله دیفرانسیلی ریکاتی
۸. تنظیم کننده مربعی خطی (افق زمانی محدود/نامحدود)
۹. تنظیم کننده تصادفی (افق زمانی محدود/نامحدود) و ارتباط آن با کنترل بهینه H_2
۱۰. فیلتر کالمن (افق زمانی محدود/نامحدود)
۱۱. تنظیم کننده گوسی مربعی خطی
۱۲. موضوعات پژوهشی روزآمد (نظری/ کاربردی) در پروژه‌ی پایانی مطرح می‌شوند

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- ۴ تمرین، ۳ آزمونک، آزمون میان نیم‌سال، آزمون پایان نیم‌سال
- پروژه پایانی (با هدفِ بررسی و تعمق در مباحث نظری و کاربردی روز)

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۵۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۳۰ درصد
پروژه	۲۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

- رایانه و اینترنت (برای بهره برداری از سامانه ایلرن)
- فراگیری و به کارگیری نرم افزارهای MATLAB و MAPLE (برای انجام تمرین ها و شبیه سازی ها)
- فراگیری و به کارگیری برنامه LaTeX (برای گزارش نویسی فنی و نیز ارائه مطالب)

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Luenberger, D. G., Ye, Y., Linear and Nonlinear Programming, Springer, 2016
2. Kirk, D. E., Optimal Control Theory, Prentice Hall, 1970
3. Burl, J. B., Linear Optimal Control: H_2 and H_∞ Methods, Prentice Hal, 1999
4. Athans, M., Falb, P., Optimal Control: An Introduction to the Theory and Its Applications, Dover, 2006.
5. Lewis, F. and Syrmos, V., Optimal Control, Wiley-IEEE, 1995

عنوان درس به فارسی:	کنترل غیرخطی		
عنوان درس به انگلیسی:	Nonlinear Control	**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:		**پایه** ☐	**نظری** ■
دروس هم‌نیاز:		**تخصصی** ☐	**عملی** ☐
تعداد واحد: ۳		**اختیاری** ■	**نظری-عملی** ☐
تعداد ساعت: ٤٨		**رساله / پایان‌نامه** ☐	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

.....

هدف کلی:

- معرفی روش‌های مختلف تحلیل و طراحی سیستم های کنترل غیرخطی

اهداف ویژه:

دانشجویانی که این درس را با موفقیت بگذارنند دانش مناسبی در خصوص موارد ذیل کسب خواهند کرد:

۱. بررسی وجود جواب، یکتایی و مشخصات جواب‌های معادلات دیفرانسیل معمولی
۲. بدست آوردن و تجزیه و تحلیل مدل خطی مربوط به سیستم غیرخطی
۳. بررسی پایداری سیستم‌های خطی و غیرخطی خودگردان و ناخودگردان
۴. طراحی کنترل‌کننده‌های محلی، شبه سراسری و سراسری برای سیستم‌های غیرخطی

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. ویژگی‌های پاسخ‌های معادلات دیفرانسیل معمولی
۲. تحلیل نماهای فاز
۳. چرخه حدی
۴. نظریه لیاپانوف برای سیستم‌های خودگردان و غیرخودگردان
۵. حوزه‌ی جذب و اهمیت آن در طراحی
۶. معیار دایره‌ی چندمتغیره
۷. معیار پوپوف چندمتغیره
۸. روش تابع توصیفی
۹. طراحی کنترل‌کننده‌های محلی برای سیستم‌های غیرخطی
۱۰. خطی‌سازی با فیدبک (ورودی- حالت و ورودی- خروجی)
۱۱. روش‌های دکوپله‌سازی اغتشاش، پسگام و مد لغزشی در کنترل سیستمهای غیر خطی
۱۲. موضوعات پژوهشی روزآمد (نظری/ کاربردی) در پروژه‌ی پایانی مطرح می‌شوند

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- ۴ تمرین، ۳ آزمونک، آزمون میان نیم‌سال، آزمون پایان نیم‌سال
- پروژه پایانی (با هدفِ بررسی و تعمق در مباحث نظری و کاربردی روز)

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۵۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۳۰ درصد

پروژه	۲۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

- رایانه و اینترنت (برای بهره برداری از سامانه ایلرن)
- فراگیری و به کارگیری نرم افزارهای MATLAB و MAPLE (برای انجام تمرین ها و شبیه سازی ها)
- فراگیری و به کارگیری برنامه LaTeX (برای گزارش نویسی فنی و نیز ارائه مطالب)

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1 Khalil, H. K., Nonlinear Systems, Prentice Hall, 2002
2. Slotine, J. J., Li, W., Applied Nonlinear Control, Prentice Hall, 1990
3. Isidori, A., Nonlinear Control Systems, Springer Verlag, 1997.
4. Sastry, S., Nonlinear Systems: Analysis, Stability and Control, Springer, 1999
5. Kokotovic, P.V., Khalil, H.K., O'reilly, J. Singular Perturbation Methods in Control: Analysis and Designs, Academic Press, 1986.

عنوان درس به فارسی:	کنترل مقاوم		
عنوان درس به انگلیسی:	Robust Control	**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:		**پایه** □	**نظری** ■
دروس هم‌نیاز:		**تخصصی** □	**عملی** □
تعداد واحد: ۳		**اختیاری** ■	**نظری-عملی** □
تعداد ساعت: ٤٨		**رساله / پایان‌نامه** □	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی □ **آزمایشگاه** □ **سمینار** □ **کارگاه** □ **موارد دیگر:**

.....

هدف کلی:

- معرفی روش‌های مختلف برای کنترل و تخمین مقاوم سیستم های دینامیکی در حوزه‌های زمان و فرکانس.

اهداف ویژه:

دانشجویانی که این درس را با موفقیت بگذارنند دانش مناسبی در خصوص موارد ذیل کسب خواهند کرد:

۱. تحلیل قوام در سیستم های کنترل
۲. طراحی کنترلگر مقاوم در حوزه‌ی فرکانس
۳. طراحی کنترلگر مقاوم در حوزه‌ی زمان
٤. حل معادلات HJI برای سیستم‌های کنترل غیرخطی مقاوم

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مساله‌ی حساسیت در تحلیل و طراحی سیستم‌های کنترل
۲. فضاهایL_2 ، L_∞، H_2، و H_∞ در حوزه‌های زمان و فرکانس
۳. پایداری داخلی و قضیه بهره کوچک
۴. مساله‌ی کمینه‌سازی حساسیت وزن‌دار و پاسخ آن
۵. مساله‌ی تطبیق مدل و پاسخ آن
۶. عملگر هانکل، مساله‌ی نِهاری و پاسخ آن
۷. مساله‌ی نِوالیما–پیک و پاسخ آن
۸. کنترل با اطلاعات کامل و بازی‌های دیفرانسیلی
۹. معادله دیفرانسیل ریکاتی و سیستم همیلتونی مربوط
۱۰. تخمینH_∞ و کنترل H_∞ با فیدبک خروجی
۱۱. مقادیر تکین ساختاریافته و پایداری مقاوم و روش سنتز μ
۱۲. موضوعات پژوهشی روزآمد (نظری/ کاربردی) در پروژه ی پایانی مطرح می شوند

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- ۴ تمرین، ۳ آزمونک، آزمون میان نیم‌سال، آزمون پایان نیم‌سال
- پروژه پایانی (با هدفِ بررسی و تعمق در مباحث نظری و کاربردی روز)

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۵۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۳۰ درصد

پروژه	۲۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

- رایانه و اینترنت (برای بهره برداری از سامانه ایلرن)
- فراگیری و به کارگیری نرم افزارهای MATLAB و MAPLE (برای انجام تمرین ها و شبیه سازی ها)
- فراگیری و به کارگیری برنامه LaTeX (برای گزارش نویسی فنی و نیز ارائه مطالب)

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Burl, J. B. ,Linear Optimal Control: H2 and H-infinity Methods, Prentice Hal, 1999.
2. Francis, B., A Course in H-infinity Control, Springer-Verlag, 1987.
3. Skogestad, S., PostlethwaiteI., Multivariable Feedback Control, John Wiley & Sons, 1996.
4. Zhou, K. Doyle, J.C., Glover, K., Robust and Optimal Control, Prentice Hall, 1996.
5. Liu, K.Z., Yao, Y., Robust Control Theory and Applications, Wiley, 2016

عنوان درس به فارسی:	نظریه ی بازی ها		
عنوان درس به انگلیسی:	Game Theory	**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:		**پایه** ☐	**نظری** ■
دروس هم‌نیاز:		**تخصصی** ☐	**عملی** ☐
تعداد واحد:	۳	**اختیاری** ■	**نظری-عملی** ☐
تعداد ساعت:	٤٨	**رساله / پایان‌نامه** ☐	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

.....

هدف کلی:

۱. معرفی نظریه‌ی بازی‌ها و کاربردهای آن در تصمیم‌گیری‌های چند عامله از جمله: کنترل اغتشاشی سیستم‌های چند عامله، شبکه‌های ارتباطی بی‌سیم، شبکه‌های هوشمند، شبکه‌های بازاریابی، اجتماعی، اقتصادی و زیستی.

۲. یادگیری نظریه‌ها، ابزارهای ریاضی، مدل‌سازی، و مفاهیم تعادل در شرایط مختلف

اهداف ویژه:

۱. یادگیری مفاهیم اساسی بازی، استراتژی و تعادل

۲. آشنایی با نقش اطلاعات، دینامیک و تکرار در تحلیل یک بازی

۳. آشنایی با یادگیری و تکامل در بازی ها

٤. آشنایی با مفهوم طراحی بازی

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. آشنایی با مفاهیم اساسی بازی

۲. بازی های استراتژیک

۳. بازی های همکارانه و ائتلاف

۴. بازی های با اطلاعات کامل تکرارشونده

۵. بازی های با اطلاعات ناقص تکرار شونده

۶. بازی دینامیکی غیرهمکارانه

۷. بازی های تکاملی

۸. یادگیری در بازی

۹. بازی های بیزی

۱۰. بازی های مارکوف

۱۱. طراحی مکانیزم بازی

۱۲. بازی های میدان میانگین

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- مطالعه کتابهای مرجع، مطالعه و ارائه مقالات، انجام پروژه

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۴۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۴۰ درصد

پروژه	۲۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

- کامپیوتر، پروژکتور، اینترنت

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Fudenberge D., Birole J., Game Theory , MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1991.
2. Martin J. Osborne , Ariel Rubinstein, A course in game theory, MIT Press, 1994.
3. Basar, T., Olsder, G. J., Dynamic non-cooperative game theory, SIAM, 1999.
4. D. Fudenberg, Levine D., The theory of learning in games, MIT Press, 1998.
5. Jorgen W. Weibull, Evolutionary Game Theory, MIT Press, 1995.

عنوان درس به فارسی:	یادگیری ماشین		
عنوان درس به انگلیسی:	Machine Learning	**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:		**پایه** ☐	**نظری** ■
دروس هم‌نیاز:		**تخصصی** ☐	**عملی** ☐
تعداد واحد:	۳	**اختیاری** ■	**نظری-عملی** ☐
تعداد ساعت:	٤٨	**رساله / پایان‌نامه** ☐	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

.....

هدف کلی:

- هدف این درس بررسی قضایا، اصول و الگوریتم های یادگیری ماشین جهت ساختن سیستم طبقه‌بندی است که از تجارب و داده‌های گذشته یادگیری داشته باشد. در این درس، مفاهیم مدل‌های آماری تابع توزیع به صورت پارامتری و ناپارامتری، تصمیم‌گیری و یادگیری آماری مورد بحث قرار می‌گیرد. به صورت ویژه تمرکز این درس روی طبقه‌بندی، انتخاب ویژگی، طبقه‌بندهای شبکه عصبی و تخمین آماری تابع توزیع می‌باشد.

اهداف ویژه:

دانشجویانی که این درس را با موفقیت پشت سر بگذارند قادر خواهند بود:

۱. یادگیری مفاهیم اصلی بازشناخت الگو و یادگیری ماشین
۲. طراحی و پیاده‌سازی روش‌های طبقه‌بندی مهم
۳. پیاده‌سازی الگوریتم‌ها و قضایای بازشناخت الگو در حوزه‌های کاری دانشجویان

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. معرفی و آشنایی با مفاهیم بازشناخت الگو
۲. بازشناخت آماری الگو
۳. استخراج و ترکیب ویژگی‌ها
۴. طبقه‌بندهای خطی
۵. ماشین بردار پشتیبان
۶. شبکه عصبی مصنوعی جهت طبقه‌بندی
۷. خوشه‌بندی

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- ۵ تا ۷ تکلیف
- ۱ پروژه

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۵۵ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۴۵ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. R. O. Duda, P. E. Hart, and D. G. Stork, Pattern Classification. 2000.
2. S. Theodoridis and K. Koutroumbas, Pattern Recognition, 2009.

3. Christopher M. Bishop, Pattern Recognition and Machine Learning, Springer, 2006.

عنوان درس به فارسی:	تخمین و شناسایی سیستم ها		
عنوان درس به انگلیسی:	Estimation and System Identification	**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:		**پایه** ☐	**نظری** ■
دروس هم‌نیاز:		**تخصصی** ☐	**عملی** ☐
تعداد واحد:	۳	**اختیاری** ■	**نظری-عملی** ☐
تعداد ساعت:	۴۸	**رساله / پایان‌نامه** ☐	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

.....

هدف کلی:

۱. مدلسازی جعبه سیاه و جعبه خاکستری سیستم های ایستا و دینامیکی خطی و غیر خطی به کمک مشاهدات ورودی–خروجی

۲. تعیین ساختار مدل و تخمین پارامترهای مدل در حضور انواع نایقینی مانند نویز، اغتشاش، ورودی های ناشناخته و مشاهده محدود

اهداف ویژه:

۱. توان تجزیه و تحلیل یک مسئله مدلسازی و طراحی و اجرای روش مدلسازی مبتنی بر مشاهدات ورودی–خروجی

۲. توان ارزیابی مدل ساخته شد، اصلاح و بهبود مدل در صورت نیاز و مقایسه مدل های مختلف مبتنی بر شاخص ها

۳. توان پیاده سازی مدل های رگرسیون خطی، تابع تبدیل و فضای حالت برای سیستم های خطی ایستا و دینامیکی

۴. توان پیاده سازی مدل های مبتنی بر منطق فازی، شبکه های عصبی و فرایندهای گوسی برای سیستم های غیر خطی ایستا و دینامیکی

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. معرفی شناسایی سیستم‌ها: ویژگی‌ها، مسایل و مشکلات، روش‌ها و تقسیم‌بندی‌ها

۲. شناسایی سیستم‌های خطی ایستا: بهینه‌سازی خطی و تخمین پارامترها، روش کوچکترین مربعات (LS) و جنبه‌های آماری آن، خطای تخمین، تخمین بدون بایاس، تخمین حداقل واریانس، تخمین موثر، حد پایین کرامر–رائو

۳. روش کوچکترین مربعات بازگشتی (RLS)، فاکتور فراموشی، مانده، خطای پیش‌بینی و رابطه این دو، تخمین به روش کمینه کردن خطای پیش‌بینی، فیلتر کالمن و کاربرد آن در تخمین پارامترها، انتخاب ماتریس کوواریانس نویز

۴. انتخاب رگرسورهای مهمتر و روش کوچکترین مربعات متعامد (OLS)

۵. شناسایی سیستم‌های دینامیکی خطی: آشنایی با مدل‌های برای شناسایی سیستم‌های دینامیکی خطی (ARX, ARMAX, OE, BJ, PEM)، روش LS و تخمین پارامترها در مدل ARX، مسئله سازگاری (Consistency) و روش متغیرهای ابزاری

۶. تخمین‌زن بهینه در مدل‌های خطی به روش کمینه کردن خطای پیش‌بینی، تخمین پارامترها در مدل ARMAX، بهینه‌سازی غیرخطی یا تکراری، روش‌های ELS و GLS، روش‌های تکراری بازگشتی برای تخمین پارامترها، روش‌های RELS و RGLS

۷. شناسایی حلقه بسته، انتخاب سیگنال تحریک به حد کافی غنی برای شناسایی، شناسایی سیستم‌های چند ورودی چند خروجی، شناسایی سیستم‌ها در مدل فضای حالت

۸. شناسایی سیستم‌های غیرخطی ایستا: مقدمه‌ای بر بهینه‌سازی غیرخطی، روش‌های بهینه‌سازی متکی بر گرادیان، روش کوچکترین مربعات غیرخطی (NLS)، شناسایی سیستم‌های غیرخطی در مدل تابع پایه (Basis Function)، تخمین پارامترها و مسئله آموزش (Training)

۹. مقدمه‌ای بر شبکه‌های عصبی مصنوعی، شبکه‌های MLP و RBF و کاربرد آنها در شناسایی، مسائل NN: یادگیری، تعداد (نرون در) لایه میانی، همگرایی، نرمالیزه کردن، تقسیم داده ها به آموزش و تست و ارزیابی، انتخاب وزن‌های اولیه، Drift وزن‌ها، زمان قطع آموزش، تابع تحریک

۱۰. مقدمه‌ای بر مدل‌های فازی و نوروفازی و کاربرد آنها در شناسایی، مدل‌های محلی خطی(LLM) و تخمین پارامترها در آنها، الگوریتم LoLiMoT، شناسایی در مدل TSK، شناسایی ساختار و شناسایی پارامتر، خوشه بندی و کاربرد آن در تعیین ساختار، مدل ANFIS

۱۱. شناسایی سیستم‌های دینامیکی غیرخطی: مدل‌های ورودی خروجی غیرخطی، NARX و NOE، شناسایی سیستم‌های دینامیکی غیرخطی به کمک شبکه‌های عصبی مصنوعی، شناسایی سیستم‌های دینامیکی غیرخطی به کمک مدل‌های فازی و نوروفازی، تخمین پارامترها در سیستم‌های دینامیکی غیرخطی

۱۲. شناسایی سیستم به کمک ترکیبی از مدل‌های خطی و غیرخطی، شناسایی سیستم به منظور کنترل، مدل خطی در حال نمو، مدل فازی- عصبی در حال نمو، استفاده از مدل های فرایند گوسی در شناسایی سیستم‌ها، استفاده از شبکه های عصبی بازگشتی در شناسایی سیستم‌ها

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- حضور منظم در کلاس درس، مطالعه کتابهای مرجع و مقالاتی که معرفی می شوند، انجام چهار پروژه نسبتا مفصل شامل پیاده سازی روش ها در طول ترم، انجام چهار تکلیف نسبتا مختصر نظری-تحلیلی ارائه شده در طول ترم، در صورت امکان انجام پروژه پژوهشی پایانی

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

دو آزمون میان نیم‌سال	۴۰ درصد
تکالیف و پروژه های طول نیم‌سال	۲۵ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۳۵ درصد

در صورت وجود پروژه نهایی نمرات آزمون‌های میان و پایان نیم‌سال کاهش یافته و ۱۵ درصد نمره به پروژه نهایی اختصاص می‌یابد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

- تخته سیاه یا سفید، کامپیوتر، پروژکتور، اینترنت

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Oliver Nelles, Nonlinear System Identification: From Classical Approaches to Neural Networks, Fuzzy Models, and Gaussian Processes, Springer, 2021.
2. Lennart Ljung, System Identification: Theory for the User, Prentice Hall, 1999.
3. Christopher M. Bishop, Pattern Recognition and Machine Learning, Springer, 2006.
4. Arun K. Tangirala, Principles of System Identification: Theory and Practice, CRC Press, 2014.
5. Gianluigi Pillonetto, et al, Regularized System Identification: Learning Dynamic Models from Data, Springer, 2022.