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

برنامه درسی رشته

مهندسی برق–قدرت

ELECTRICAL ENGINEERING

مقطع دکتری

مشتمل بر گرایش‌های:

۱. **قدرت**| Power Engineering

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.	تجدید ساختار سیستم قدرت	اقتصاد سیستم قدرت
۲.	فناوری عایق‌ها و فشارقوی	فناوری فشارقوی و عایق‌ها
۳.	تئوری جامع ماشین‌های الکتریکی	تئوری جامع و تحلیل ماشین‌های الکتریکی
۴.	سیستم‌های انتقال جریان متناوب انعطاف‌پذیر	سیستم‌های انتقال انعطاف‌پذیر و DC
۵.	قابلیت اطمینان سیستم‌های انرژی الکتریکی	قابلیت اطمینان در سیستم‌های قدرت
۶.	کنترل توان راکتیو	کنترل توان راکتیو در سیستم‌های قدرت
۷.	طراحی ماشین‌های الکتریکی خطی	سیستم‌های الکترومغناطیس حرکت خطی
۸.	اصول کنترل مدرن	کنترل مدرن
۹.	دینامیک حرکت پیشرفته	سیستم‌های کنترل حرکت پیشرفته
۱۰.	ماشین‌های الکتریکی مدرن	ماشین‌های الکتریکی مخصوص پیشرفته
۱۱.	طراحی وسائط نقلیه برقی و ترکیبی	خودروهای الکتریکی و ترکیبی
۱۲.	شبکه‌های عصبی	شبکه عصبی و یادگیری عمیق
۱۳.	شناسایی سیستم‌ها	تخمین و شناسایی سیستم‌ها
۱۴.	روش‌های اجزاء محدود	روش‌های عددی در مهندسی قدرت
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 پایش عایق‌ها و تجهیزات فشارقوی اضافه شده است.
۱۹.	–	درس تئوری و کاربرد کلیدهای قدرت اضافه شده است.
۲۰.	–	درس مهندسی توان پالسی اضافه شده است.
۲۱.	–	درس کاربرد الکترونیک قدرت در ریزشبکه‌ها و شبکه‌های توزیع فعال اضافه شده است.
۲۲.	–	درس حفاظت، کنترل و پایداری ریزشبکه‌ها اضافه شده است.
۲۳.	–	درس طراحی ماشین‌های الکتریکی بزرگ اضافه شده است.
۲۴.	–	درس طراحی ماشین‌های الکتریکی دوار کوچک اضافه شده است.
۲۵.	–	درس مواد الکتریکی در مهندسی برق اضافه شده است.
۲۶.	–	درس داده‌کاوی اضافه شده است.
۲۷.	–	درس حسابگری زیستی اضافه شده است.
۲۸.	–	درس یادگیری ماشین اضافه شده است.
۲۹.	–	سرفصل و محتوای کلیه دروس مورد بازبینی قرار گرفته‌اند.
۳۰.	–	درس اضافه شده است.

۳۱.		درس میدان‌های فشارقوی و عایق اضافه شده است.
۳۲.	–	درس اتوماسیون، دیسپاچینگ و SCADA در سیستم‌های قدرت اضافه شده است.
۳۳.	–	درس فشارقوی پیشرفته اضافه شده است.

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 مهندسی قدرت (Power Engineering) به صورت تخصصی بررسی و تحلیل شبکه قدرت، اجزای استفاده‌شده در آن، حفاظت از آن‌ها، طراحی ماشین‌های مختلف الکتریکی، نحوه کنترل و عیب‌یابی آن‌ها و نیز به بحث پردازش توان برای تامین توان موردنیاز برای ادوات مختلف اختصاص دارد. این برنامه برای گرایش مهندسی قدرت در مقطع دکتری تدوین شده است و شامل مجموعه‌ای از دروس نظری و تخصصی در حوزه‌های مختلف است. واحدهای آموزشی این برنامه به گونه‌ای تدوین شده اند که نیاز فارغ‌التحصیلان این رشته را در زمینه‌های گوناگون تخصصی تامین کند. دیگر هدف برنامه حاضر، انعطاف‌پذیری آن برای انتخاب دروس مرتبط با رساله به ویژه در حوزه‌های بین‌رشته‌ای است. با گسترش علم و فناوری، بسیاری از مباحث جدید از سایر رشته‌ها در بحث سیستم‌های قدرت، ساخت تجهیزات شبکه، عیب‌یابی ماشین‌های الکتریکی وترانسفورماتورها، عمل‌گرهای الکتریکی، نحوه کنترل مبدل‌های الکترونیک قدرت و نیز عیب‌یابی و حفاظت از شبکه قدرت و تجهیزات آن کاربرد پیدا کرده‌اند. گسترش سیستم‌های ارتباطی، ایجاد الگوریتم‌های بهینه‌سازی و تشخیصی جدید، افزایش مصرف برق در مقیاس جهانی و نیز حرکت دنیا به سمت سیستم‌های جدیدی نظیر شبکه‌های هوشمند، تجهیزات هوشمند و از سوی دیگر برقی‌شدن سامانه‌های حمل و نقل، ارائه ساختارهای جدید برای مبدل‌های الکترونیک قدرت و لزوم افزایش بازده ماشین‌های الکتریکی و مبدل‌های مرتبط با آن در مقیاس جهانی، تربیت نیروی انسانی متخصص را در این گرایش برای رفع نیازهای کشور و همگامی با تحولات روز دنیا به شدت ضروری ساخته 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 در سطوح عالی نیروهایی در این زمینه تربیت شوند.

این رشته به طور متوسط برای چهار سال تحصیلی (۸ 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 دکتری رشته مهندسی قدرت تهیه شده است. در راستای ارتقای دانش نظری و فناورانه، دانشجویان باید با تأیید استاد راهنما نسبت به اخذ ۱۸ واحد از دروس تخصصی-۱ مقطع تحصیلات تکمیلی اقدام کنند. بر اساس مصوبات وزارت عتف تعداد ۱۸ واحد نیز برای رساله دکتری و در نتیجه تعداد کل ۳۶ واحد برای دانش آموختگی لازم 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 مهندسی قدرت را می‌توان به چند دسته تقسیم کرد. هر دسته در حقیقت برآورنده اهداف مورد نیاز در سطح تحقیقات و صنایع هستند. هدف این رشته، بهره‌برداری از شبکه‌های قدرت، شناسایی حالت‌های کاری مختلف آن و نیز ارائه راهکارهایی برای عملکرد بهینه آن هاست. لذا بخشی از حوزه مطالعاتی این رشته به شناسایی شبکه قدرت در ابعاد بزرگ و آشنایی با حالت‌های کاری مختلف سیستم از طریق مدل‌سازی اختصاص دارد.

در این حوزه می‌توان به برنامه‌ریزی عملکرد شبکه، پیش‌بینی تغییرات بار و تولید و نیز افزایش قابلیت اطمینان شبکه نیز اشاره کرد. با گسترش تولید پراکنده، بخشی از مطالعات در این رشته به برهم‌کنش منابع تولید پراکنده با شبکه و نحوه کنترل و بهره‌برداری از آن‌ها اختصاص دارد. هدف دیگر این رشته، طراحی، بهینه‌سازی و عیب‌یابی تجهیزات مورد استفاده در شبکه است. لذا بخشی از حوزه مطالعاتی این رشته به خود تجهیزات، 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. هدف دیگر این رشته نیز حفاظت از شبکه قدرت و تجهیزات آن در مقابل خطاهایی است که در شبکه اتفاق می‌افتد. لذا بررسی انواع خطا، علت بروز آن‌ها، نحوه شناسایی آن‌ها در کوتاه‌ترین زمان ممکن و ارائه روش‌هایی برای حفاظت از تجهیزات در مقابل آسیب و جلوگیری از بروز خاموشی‌های گسترده در شبکه را می‌توان حوزه مطالعاتی دیگر این رشته بیان کرد. یکی دیگر از اهداف این رشته، طراحی مبدل‌های الکترونیک قدرت، کنترل بهینه و عیب‌یابی مرتبط با آن‌ها ست. 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)

با افزایش مصرف برق در کشور و دنیا، گسترش شبکه قدرت و تامین نیاز مصرف‌کنندگان یک ضرورت است. در این راستا، استفاده از منابع کوچک به جای نیروگاه‌های بزرگ در دنیا معمول شده است و این موضوع به پیچیدگی هرچه بیشتر شبکه قدرت خصوصا از دیدگاه کنترل و حفاظت منجر شده است. به همین دلیل لازم است برای بهره‌برداری و گسترش شبکه متخصصینی تربیت شوند که با چنین چالش‌هایی آشنا هستند. از این رو، برای پاسخ‌گویی به این نیازها بازنگری رشته مهندسی قدرت ضرورت دارد. در این بین، معرفی مفاهیمی همچون شبکه‌های هوشمند، تجهیزات هوشمند و حرکت دنیا به سمت گسترش و استفاده از چنین سیستم‌هایی نیاز به تغییراتی در تربیت مهندسان این رشته دارد. هم اکنون سرمایه عظیمی در زیرساخت برق کشور وجود دارد و بخشی از تجهیزات زیرساخت به علت عمر طولانی در حال ازکار افتادن هستند. لذا افزایش عمر این تجهیزات از مسیر پایش آن‌ها و حفاظت هوشمندتر یک موضوع جدی در سطح جهانی است. الگوریتم‌های بسیار متنوع با قابلیت‌های خوب در رشته‌های دیگر ایجاد شده باید در این بخش به کار گرفته شوند تا این هدف برآورده شود. از سوی دیگر، معرفی برخی مواد و فناوری‌های جدید موجب تغییراتی در طراحی و ساخت تجهیزات شده است. از این رو، برای تربیت نیروهای متخصصی که قادر به طراحی و تحلیل تجهیزات ساخته‌شده با فناوری‌های جدید باشند ضروری است تا تغییراتی در برنامه رشته مهندسی قدرت داده شود. علاوه بر موارد پیش‌گفته، امروزه اکثر دستگاه درصنایع و وسایل خانگی با مبدل‌های الکترونیک قدرت تغذیه می‌شوند. این مبدل‌ها دستگاه ها را به صورت نرم کنترل می‌کنند، و لازم است تاثیر غیر خطی آن‌ها بر شبکه قدرت را کم شود. از سوی دیگر، منابع انرژی‌های تجدید پذیر برای اتصال به شبکه قدرت نیاز به واسط الکترونیک قدرت دارند. ولتاژ دائم خروجی صفحات خورشیدی و

ولتاژ با فرکانس متغیر توربین‌های بادی بایستی از طریق یک مبدل الکترونیک قدرت برای اتصال به شبکه به حالت مناسب تبدیل شود. گسترش استفاده از منابع انرژی‌های تجدید پذیر و بارهای متصل به 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 می‌شوند و نیز حرکت دنیا به سمت گسترش استفاده از ماشین‌های آهنربای دائم تغییراتی را در تربیت متخصصین این رشته ضروری کرده است. از طرفی 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 و این امر باعث افزایش بهره‌وری صنایع می‌شود. از سوی دیگر، افزایش بازده این تجهیزات باعث کاهش مصرف قابل توجه برق (به دلیل تعداد بسیار زیاد ماشین‌های الکتریکی) خواهد شد. ایجاد الگوریتم‌های بسیار متنوع با قابلیت‌های خوب در رشته های دیگر، در بحث طراحی و عیب‌یابی ماشین‌های الکتریکی به کار گرفته می‌شود تا این هدف برآورده شود. با توجه به تنوع این الگوریتم‌ها، باید بازنگری‌هایی در رشته مهندسی قدرت صورت گیرد. از این رو برنامه رشته مهندسی قدرت با رویکردهایی که در بالا شرح داده شد، مورد بازنگری قرار گرفته که جزئیات آن در صفحات بعدی ارائه شده است.

ت) تعداد و نوع واحدهای درسی

جدول (۱)- توزیع واحدها

نوع دروس	تعداد واحد
دروس جبرانی	۰ تا ۶ (بدون احتساب در واحد و میانگین)
دروس تخصصی الزامی- ۱	۱۸
رساله	۱۸
جمع	**۳۶**

توضیحات:

۱- اخذ شش درس از دروس تخصصی-۱ با نظر استاد راهنما الزامی است.

ث) مهارت، توانمندی و شایستگی دانش‌آموختگان

مهارت‌ها، شایستگی‌ها و توانمندی‌های ویژه	دروس مرتبط
توانایی تحلیل شرایط مختلف کاری سیستم‌های قدرت، برنامه‌ریزی و بهره‌برداری آن	دینامیک سیستم‌های قدرت ۱، دینامیک سیستم‌های قدرت ۲، بهره‌برداری از سیستم‌های قدرت، سیستم-های انتقال انعطاف‌پذیر و DC، توزیع انرژی الکتریکی، بررسی حالات گذرا در سیستم‌های قدرت، کنترل توان راکتیو در سیستم‌های قدرت، قابلیت اطمینان در سیستم‌های قدرت، اقتصاد سیستم قدرت، برنامه‌ریزی

	در سیستم‌های قدرت، اتوماسیون، دیسپاچینگ و SCADA در سیستم‌های قدرت
طراحی و شناسایی ساختار تجهیزات شبکه قدرت و تشخیص عیوب در آن‌ها	فناوری فشارقوی و عایق‌ها، تئوری جامع و تحلیل ماشین‌های الکتریکی، تئوری و کاربرد کلیدهای قدرت، بررسی حالات گذرا در سیستم‌های قدرت، میدان‌های فشارقوی و عایق، فشارقوی پیشرفته، مهندسی توان پالسی، پایش عایق‌ها و تجهیزات فشارقوی
حفاظت سیستم قدرت و تجهیزات آن	حفاظت دیجیتال سیستم‌های قدرت، حفاظت پیشرفته سیستم‌های قدرت، حفاظت، کنترل و پایداری ریزشبکه‌ها، بررسی حالات گذرا در سیستم-های قدرت، اتوماسیون، دیسپاچینگ و SCADA در سیستم‌های قدرت
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 انگلیسی	۱
۲	استعداد تحصیلی	۱

۳	مجموعه دروس تخصصی در سطح کارشناسی (ریاضیات مهندسی – مدارهای الکتریکی ۱ و ۲ – تحلیل سیستم‌های انرژی الکتریکی - ماشین‌های الکتریکی ۲)	۴

فصل دوم

جدول عناوین و مشخصات دروس

جدول (۱)- عنوان و مشخصات کلی دروس جبرانی

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	نوع واحد			تعداد ساعات		پیش نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	نظری - عملی	نظری	عملی		
۱.	الکترونیک قدرت ۱	۳	*			۴۸	۰		
۲.	دینامیک سیستم‌های قدرت ۱	۳	*			۴۸	۰		

جدول (۲)- عنوان و مشخصات کلی دروس تخصصی اختیاری مهندسی برق گرایش مهندسی قدرت

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.	فناوری فشارقوی و عایق‌ها	۳	*			۴۸	۰		
۳.	حفاظت دیجیتال سیستم‌های قدرت	۳	*			۴۸	۰		
٤.	بررسی حالات گذرا در سیستم‌های قدرت	۳	*			۴۸	۰		
۵.	حفاظت، کنترل و پایداری ریزشبکه‌ها	۳	*			۴۸	۰		

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	نوع واحد			تعداد ساعات		پیش نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	نظری - عملی	نظری	عملی		
٦.	تئوری و کاربرد کلیدهای قدرت	۳	*			۴۸	۰		
۷.	حفاظت پیشرفته سیستم‌های قدرت	۳	*			۴۸	۰		
۸.	بهره‌برداری از سیستم‌های قدرت	۳	*			۴۸	۰		
۹.	توزیع انرژی الکتریکی	۳	*			۴۸	۰		
۱۰.	سیستم‌های انتقال انعطاف‌پذیر و DC	۳	*			۴۸	۰		
۱۱.	قابلیت اطمینان در سیستم‌های قدرت	۳	*			۴۸	۰		
۱۲.	کنترل توان راکتیو در سیستم‌های قدرت	۳	*			۴۸	۰		
۱۳.	الکترونیک قدرت ۲	۳	*			۴۸	۰		
۱٤.	سیستم‌های کنترل حرکت پیشرفته	۳	*			۴۸	۰		
۱۵.	اصول کنترل مدرن	۳	*			۴۸	۰		
۱٦.	سیستم‌های الکترومغناطیسی حرکت خطی	۳	*			۴۸	۰		
۱۷.	طراحی ماشین‌های الکتریکی بزرگ	۳	*			۴۸	۰		
۱۸.	طراحی ماشین‌های الکتریکی دوار کوچک	۳	*			۴۸	۰		
۱۹.	ماشین‌های الکتریکی مخصوص پیشرفته	۳	*			۴۸	۰		
۲۰.	مبدل‌های الکتریکی توان بالا	۳	*			۴۸	۰		

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	نوع واحد			تعداد ساعات		پیش نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	نظری - عملی	نظری	عملی		
۲۱.	فشارقوی پیشرفته	۳	*			۴۸	۰		
۲۲.	مهندسی توان پالسی	۳	*			۴۸	۰		
۲۳.	میدان‌های فشارقوی و عایق	۳	*			۴۸	۰		
۲٤.	اتوماسیون، دیسپاچینگ و SCADA در سیستم‌های قدرت	۳	*			۴۸	۰		
۲۵.	دینامیک سیستم‌های قدرت ۲	۳	*			۴۸	۰		
۲٦.	پایش عایق‌ها و تجهیزات فشارقوی	۳	*			۴۸	۰		
۲۷.	برنامه‌ریزی در سیستم‌های قدرت	۳	*			۴۸	۰		
۲۸.	اقتصاد سیستم قدرت	۳	*			۴۸	۰		
۲۹.	کیفیت توان	۳	*			۴۸	۰		
۳۰.	کاربرد الکترونیک قدرت در ریزشبکه‌ها و شبکه‌های توزیع فعال	۳	*			۴۸	۰		
۳۱.	مواد الکتریکی در مهندسی برق	۳	*			۴۸	۰		
۳۲.	خودروهای الکتریکی و ترکیبی	۳	*			۴۸	۰		
۳۳.	بهینه‌سازی محدب	۳	*			۴۸	۰		
۳٤.	حسابگری زیستی	۳	*			۴۸	۰		

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	نوع واحد			تعداد ساعات		پیش نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	نظری - عملی	نظری	عملی		
۳۵.	داده کاوی	۳	*			۴۸	۰		
۳۶.	شبکه عصبی و یادگیری عمیق	۳	*			۴۸	۰		
۳۷.	کنترل بهینه	۳	*			۴۸	۰		
۳۸.	کنترل غیرخطی	۳	*			۴۸	۰		
۳۹.	کنترل مقاوم	۳	*			۴۸	۰		
۴۰.	نظریه بازی‌ها	۳	*			۴۸	۰		
۴۱.	یادگیری ماشین	۳	*			۴۸	۰		
۴۲.	تخمین و شناسایی سیستم‌ها	۳	*			۴۸	۰		
۴۳.	روش‌های عددی در مهندسی قدرت	۳	*			۴۸	۰		
۴۴.	مباحث ویژه در قدرت	۳	*			۴۸	۰		
۴۵.	دروس تحصیلات تکمیلی سایر گرایش‌های مهندسی برق	۳	*			۴۸	۰		

- به تشخیص استاد راهنما، دانشجویان موظف به اخذ ۱۸ واحد از لیست دروس جدول بالا که در مقطع کارشناسی ارشد نگذرانده‌اند، هستند.
- دانشجو به تشخیص استاد راهنما و موافقت گروه آموزشی می‌تواند حداکثر یک درس اختیاری خود را از میان دروس سایر تحصیلات تکمیلی سایر گرایش‌های مهندسی برق اخذ نماید.

فصل سوم

ویژگی‌های دروس

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		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 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:	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:	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:

- آشنایی با ساختمان داخلی تجهیزات فشارقوی و آزمون‌های اولیه لازم برای ارزیابی آن‌ها
- 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 , 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:	حفاظت دیجیتال سیستمهای قدرت		
عنوان درس به انگلیسی:	Power Systems Digital Protection	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:

- ارزیابی ساختار و عملکرد رله‌های دیجیتال و تشریح نحوهٔ کاربرد آنها به منظور کنترل و حفاظت بهینه شبکه
- معرفی و بررسی روش‌های اندازه‌گیری دیجیتال سیگنال‌های سیستم قدرت

اهداف ویژه:

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

۱. با ساختارکلی و عملکرد رله‌های دیجیتال آشنایی پیدا کنند و کاربرد رله‌های دیجیتال به منظور کنترل و حفاظت بهینه سیستم قدرت را یاد بگیرند.
۲. روش‌های مختلف اندازه‌گیری و تخمین دیجیتال سیگنال‌های سیستم قدرت را بیاموزند.
۳. رله‌های دیجیتال تطبیقی را بر اساس کاربرد مورد نیاز طراحی نمایند و طراحی رله های دیجیتال از قبیل اضافه جریان، دیستانس، تفاضلی و فرکانسی را بیاموزند.
۴. با روش‌های تست رله‌های حفاظتی آشنا شوند.

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مقدمه
۲. رله‌های دیجیتال و سخت‌افزار مربوطه
۳. پردازش سیگنال‌های دیجیتال
۴. الگوریتم‌های اندازه‌گیری و تخمین سیگنال‌های سیستم قدرت
۵. الگوریتم‌های حفاظت تطبیقی
۶. طراحی رله های دیجیتال اضافه جریان، دیستانس، تفاضلی
۷. روش‌های دیجیتال تست رله‌های حفاظتی
۸. حفاظت عناصر مختلف سیستم قدرت توسط رله‌های دیجیتال
۹. کاربردهای PMU در حفاظت سیستم قدرت

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

استفاده از نرم افزار های تخصصی PSCAD/EMTDC and Matlab ضروری است.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال ۳۵ درصد تکلیف، ۱۵ درصد پروژه

آزمون پایان نیم‌سال ۵۰ درصد

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. M. S. Sachdev (Chair), Understanding Microprocessor-Based Technology Applied to Relaying, IEEE Power System Relaying Committee, Report of Working Group I16, 2004.
2. A. G. Phadke and J. S. Thorp, Computer Relaying for Power System, Wiley, 2009.

3. Electricity Training Association, Power System Protection, Digital Protection and Signaling, IEE, 1995.
4. W. A. Elmore, Protective Relaying, Theory and Application, CRC Press, 2003.
5. A. T. Johns , S. K. Salman, Digital Protection for Power Systems, IEE Power Series 15, Peter Peregrinus Ltd., 1995.

عنوان درس به فارسی:	بررسی حالات گذرا در سیستم های قدرت	
عنوان درس به انگلیسی:	Analysis of Power System Transients	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:

- انواع مختلف حالت های گذرایی که در سیستم های برق اتفاق می افتد و می تواند موجب آسیب به تجهیزات آنها شود، مورد بررسی قرار می‌گیرد. در این درس دانشجویان با انواع حالت های گذرای الکترومغناطیسی در مدارهای خطی و غیرخطی آشنا می‌شوند.

اهداف ویژه:

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

۱. بکارگیری تئوری مدارهای الکتریکی و الکترومغناطیس در بررسی حالت های گذرای سیستم های قدرت
۲. مطالعه حالت های گذرای سیستم های برق رسانی بر مبنای روش های تحلیلی و شبیه سازی
۳. نکات عملی در روش تحلیل حالت های گذرای سیستم های قدرت
۴. آشنایی با حوادث واقعی در شبکه های برق رسانی، نحوه شناسایی ریشه های رخداد این حوادث و روش های مقابله با آنها

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مقدمه
۲. دسته بندی حالت های گذرای سیستم های قدرت
۳. تحلیل حالت های گذرا در مدارهای فشرده خطی
۴. تئوری و کاربردهای امواج سیار و اضافه ولتاژ ناشی از برق دار کردن خط انتقال
۵. مطالعه اضافه ولتاژهای ناشی از برخورد صاعقه به خط انتقال
۶. حالت های گذرای مربوط به خازن شنت
۷. حالت های گذرای خطی و غیر خطی مربوط به ترانسفورماتور و راکتور
۸. مدل حالت گذرای تجهیزات سیستم های الکتریکی به ویژه ترانسفورماتور، خازن، کلید قدرت، خط انتقال و برقگیر

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

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

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

نرم افزار تحلیل گذراهای الکترومغناطیسی نظیر یکی از موارد زیر: – PSCAD/EMTDC - EMTP-RV - EMTP/ATP

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. J. C. Das, Transients in Electrical Systems-Analysis, Recognition, and Mitigation, Mc. Graw Hill, 2010
2. L. V. Sluis, Transients in Power Systems, John Wiley and Sons, 2001
3. Allan Greenwood, Electrical transients in power system, John Wiley and Sons, 1991

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:	تئوری و کاربرد کلیدهای قدرت		
عنوان درس به انگلیسی:	Theory and Application of High Voltage Circuit Breaker	**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 انواع کلیدهای قدرت و مکانیزم عملکرد آن ها،
- آشنایی با مشکلات و چالشهای مربوط به تکنولوژی کلیدهای فشار قوی

اهداف ویژه:

۱. دانشجو پدیده‌های مربوط به کلیدهای فشار قوی را توضیح دهند.
۲. دانشجو اثر شبکه و مدار را بر عملکرد کلید فشار قوی تحلیل کند.
۳. دانشجو جهت توسعه تکنولوژی کلیدهای فشار قوی را می‌شناسند.

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. اصول قوس الکتریکی
۲. جریان های اتصال کوتاه
۳. ولتاژ بازیابی گذرا
۴. اضافه ولتاژهای کلیدزنی
۵. انواع کلیدهای قدرت
۶. طراحی مکانیکی
۷. طراحی عایقی
۸. کاربرد کلید های قدرت.

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

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۲۵ درصد تکلیف، ۵ درصد کوییز، ۲۰ درصد میان‌ترم
آزمون پایان نیم‌سال	۵۰ درصد

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

استفاده از نرم افزارهای EMTP و PSCAD

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. K. Niayesh, M. Runde, Power Switching Components, Theory, Applications and Future Trends, Springer, 2017.
2. R.D. Garzon, High Voltage Circuit Breakers: Design and Application,Taylor & Francis, 2005.
3. Cigre Green Book, Switching Equipment, Springer, 2019

عنوان درس به فارسی:	حفاظت پیشرفته سیستمهای قدرت		
عنوان درس به انگلیسی:	Advanced Power Systems Protection		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:

- تجزیه و تحلیل حالات غیرعادی و گذراها و پیشنهاد حفاظت‌ها و واکنش‌های عملکردی مناسبی برای آنها، بررسی حفاظت خطوط انتقال و کابل‌های شبکه توسط روش‌های مختلف از جمله رله دیستانس و حفاظت‌های واحد و شناخت مشکلات آن‌ها
- بررسی سیستم‌های حفاظتی ناحیه گسترده مربوط به پایداری شبکه از قبیل پایداری های زاویه، فرکانس و ولتاژ و پیشنهاد روش‌های مناسب محلی وگسترده

اهداف ویژه:

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

۱. با آنالیز خطاهای گذرا آشنایی پیدا کنند و کاربرد ترانسفورماتورهای اندازه‌گیری و خطاهای گذرای آنها را یاد بگیرند.
۲. با هماهنگی رله‌های شبکه آشنا شوند.
۳. قابلیت های رله دیستانس و محدودیت های آن را بیاموزند و رله‌های حفاظت واحد شبکه انتقال را بر اساس کاربرد مورد نیاز طراحی نمایند.
۴. با روش حفاظت گسترده سیستم قدرت آشنا شوند و با سیستم ها و رله‌های حفاظتی مربوط به پایداری شبکه آشنا شوند.

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مقدمه
۲. آنالیز خطاهای گذرا
۳. خطاهای گذرای ترانسفور ماتورهای اندازه گیری
۴. کاربرد و هماهنگی رله های اضافه جریان و جهت یاب و دیستانس
۵. حفاظت آرایش های مختلف خطوط هوایی و کابل ها توسط رله دیستانس و محدودیت های آن
۶. روش‌های مختلف حفاظت واحد شبکه انتقال
۷. حفاظت گسترده سیستم قدرت
۸. طراحی سیستم های حفاظتی مناسب جهت حفظ پایداری شبکه
۹. حفاظت سیستم قدرت در حضور منابع تجدید پذیر
۱۰. مباحث جانبی

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

استفاده از نرم افزار های تخصصی EMTDC/PSCAD, EMTP and Matlab ضروری است.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۳۵ درصد تکلیف، ۱۵ درصد پروژه
آزمون پایان نیم‌سال	۵۰ درصد

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. S. H. Horowitz A. G. Phadke and J. K. Niemira, Power System Relaying, John Wiley and Sons Inc., 2014.

2. H. Ungrad W. Winkler and A. Wiszniewski, Protection Techniques in Electrical Energy Systems, Marcel Dekker Inc., 1995.
3. Electricity Training Association, Power System Protection, IEE, 1995.
4. W. A. Elmore, Pilot Protective Relaying, Marcel Dekker Inc., 2000.
5. G. Ziegler, Numerical Distance Protection, Principles and Applications, Wiley, 2011

عنوان درس به فارسی:	بهره برداری از سیستمهای قدرت		
عنوان درس به انگلیسی:	Operation Studies in Power 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 اهداف بکارگیری انواع مطالعات بهره‌برداری از سیستم‌های قدرت
- فراگیری نحوه مدل‌سازی ریاضی و روش حل آن‌ها

اهداف ویژه:

۱. آشنایی با انواع مطالعات بهره برداری در سیستم قدرت
۲. مدل سازی ریاضی انواع مسائل بهره برداری شامل دیسپچ اقتصادی واحدهای حرارتی (ED)، مطالعات برنامه ریزی واحدهای تولیدی (UC)،
۳. معرفی انواع روش های بهینه سازی مناسب برای حل مسائل بهره برداری سیستم های قدرت
٤. آشنایی با مسائل بهره برداری از سیستم های قدرت در محیط تجدیدساختار شده

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مروری بر مطالعات کنترل و بهره بدراری از سیستم های قدرت
۲. مطالعات دیسپچ اقتصادی واحدهای حرارتی و روش حل آنها
۳. مطالعات برنامه ریزی واحدهای تولیدی (UC)
۴. اثرات شبکه انتقال
۵. مطالعات امنیت سیستم قدرت
۶. مطالعات تخمین حالت
۷. کنترل واحدهای تولیدی
۸. مطالعات پخش بار بهینه (OPF)

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

نرم افزارهای مورد نیاز MATLAB, GAMS

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

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

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. A. J. Wood, B. F. Wollenberg, B. Shabele, Power generation, Operation and Control, John Wiley and Sons, 2014.
2. K. Bhattacharya, M. Bollen, J. E. Daalder, Operation of restructured power systems, Springer Science & Business Media, 2012.
3. P. Kundur, Power System Stability and Control, McGraw-Hill, 1994.

عنوان درس به فارسی:	توزیع انرژی الکتریکی		
عنوان درس به انگلیسی:	Electrical Power Distribution 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:

- توانا کردن دانشجویان در زمینه سیستم‌های توزیع انرژی الکتریکی، ساختار، تجهیزات و چگونگی طراحی آن‌ها

اهداف ویژه:

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

۱. سیستم‌های توزیع و فوق توزیع را طراحی، مدل‌سازی و انتخاب کنند،
۲. تجهیزات اصلی و جانبی را در سیستم‌های توزیع و فوق توزیع مدل‌سازی و انتخاب کنند.

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. برنامه ریزی سیستم‌های توزیع
۲. مشخصات بار
۳. کاربرد ترانسفورماتورهای توزیع
۴. طراحی سیستمهای اولیه یا Primary
۵. طراحی سیستمهای ثانویه یا Secondary
۶. محاسبات افت ولتاژ و تلفات
۷. کاربرد خازنهای موازی
۸. رگولاسیون ولتاژ
۹. محاسبات پخش بار
۱۰. تولیدات پراکنده
۱۱. مقدمه‌ای بر اتوماسیون توزیع

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

استفاده از نرم افزار های تخصصی 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. Gonen, Electric Power Distribution System Engineering, 2nd Edition, CRC Press, 2007.
2. W. Kersting, Distribution System Modeling and Analysis, CRC Press, 2017.
3. J. Grainger , W. Stevenson, Power System Analysis, McGraw Hill, 1994.

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:	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 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.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 , A.T. Johns, Flexible AC Transmission Systems (FACTS), IEE Press, 1999.

عنوان درس به فارسی:	قابلیت اطمینان در سیستم های قدرت		
عنوان درس به انگلیسی:	Reliability Evaluation of Electrical Power 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:

- انجام مطالعات قابلیت اطمینان در سطوح مختلف یک سیستم قدرت
- آشنایی با ضرورت بکارگیری انواع شاخص‌های قابلیت اطمینان در مطالعات بهره برداری و برنامه‌ریزی سیستم قدرت

اهداف ویژه:

۱. آشنایی با مفاهیم اساسی تخمین قابلیت اطمینان در سیستم‌های قدرت
۲. معرفی انواع روش‌های تخمین شاخص‌های قابلیت اطمینان (روش‌های تحلیلی و شبیه‌سازی)
۳. شناخت مدل‌های مناسب برای انواع تجهیزات سیستم قدرت در مطالعات قابلیت اطمینان
۴. معرفی انواع کاربرد مطالعات قابلیت اطمینان در سطوح مختلف سیستم قدرت (سیستم تولید، سیستم مرکب و شبکه‌های توزیع)

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱- مروری بر اهمیت مطالعات احتمالاتی در سیستم قدرت و شاخص‌های آماری
۲- مطالعات قابلیت اطمینان سیستم تولید (HLI)
۳- مطالعات قابلیت اطمینان سیستم‌های قدرت به‌هم متصل
۴- مطالعات قابلیت اطمینان در شبکه‌های مرکب انتقال
۵- مطالعات قابلیت اطمینان در شبکه‌های توزیع
۶- مطالعات قابلیت اطمینان بهره‌برداری سیستم‌های قدرت
۷- مطالعات قابلیت اطمینان در پست‌های انتقال
۸- تحلیل هزینه–فایده در مطالعات قابلیت اطمینان
۹- کاربرد شبیه‌سازی مونت کارلو در مطالعات قابلیت اطمینان

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

استفاده از نرم افزار های MATLAB و DIgSILENT ضروری است.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۱۰ درصد تکلیف، ۲۰ 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. Billinton, R. N. Allan, Reliability evaluation of power systems, Springer, 1996.
2. R. N. Allan, Reliability evaluation of power systems, Springer Science & Business Media, 2013.
3. M. Cepin, Assessment of power system reliability: methods and applications. Springer Science & Business Media, 2011.

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:	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, and 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		**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 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:

- آشنایی با کنترل سیستم‌های خطی تغییرناپذیر با زمان در فضای حالت
- 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
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, 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 ماشین‌های 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 , 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, New York, USA, 2012.
2. J. Pyrhonen, T. Jokinen and V. Hrabovcova, Design of Rotating Electrical Machines, Wiley, UK, 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, UK, 1994
2. R. Krishnan, Switched reluctance motor drives, CRC Press, USA, 2001.
3. P. Acarnley, Stepping Motors, IET Publisher, 2007.
4. T. J. Miller, Switched reluctance motors and their control, Oxford Publisher, UK, 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:	فشارقوی پیشرفته		
عنوان درس به انگلیسی:	Advanced High Voltage 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:

- شکست الکتریکی در عایقهای گازی
- شکست الکتریکی در عایقهای مایع و جامد

اهداف ویژه:

۱- دانشجو فرآیندهایی که در شکست الکتریکی مواد رخ می دهند را تشریح می‌کند.
۲- دانشجو تأثیر پارامترهای مهم در شکست الکتریکی را توصیف می‌کند.
۳- دانشجو مدل‌های شکست الکتریکی را استفاده می‌کند.

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱- شکست الکتریکی در عایقهای گازی
۲- شرایط تخلیه الکتریکی مستقل
۳- ولتاژ شکست در مخلوط گازها
۴- تاخیر در شکست الکتریکی
۵- ولتاژ شکست در مقره و مقایسه بین انواع ولتاژ
۶- ورقه نازک عایق بین الکترود سوزن–صفحه
۷- شکست الکتریکی در عایقهای مایع
۸- شکست الکتریکی در عایقهای جامد

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

استفاده از نرم افزار MATLAB جهت پیاده سازی مدلهای ارائه شده در کلاس

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

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

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱. حسین محسنی، مهندسی فشار قوی پیشرفته، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۷۷.
2. D. Xiao, Gas Discharge and Gas Insulation, Springer, 2016
3. A. Haddad, D. Warne, Advances in High Voltage Engineering, IEE Power & Energy Series, 2007.

عنوان درس به فارسی:	مهندسی توان پالسی		
عنوان درس به انگلیسی:	Pulse 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:

- مهندسی توان پالسی در سالهای اخیر کاربردهای زیادی در قدرت پیدا کرده است. در این درس دانشجویان با اصول ایجاد پالس‌های پر توان و اندازه‌گیری آن‌ها آشنا می‌شوند.

اهداف ویژه:

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

۱- ژنراتورهای توان پالسی را تحلیل کنند.

۲- عوامل موثر در خروجی ژنراتورهای پالس را توضیح می دهند.

۳- روشهای اندازه گیری پالس را می شناسند.

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱- مقدمه ای بر سیستمهای توان پالسی

۲- آشنایی با سیستمهای ذخیره انرژی

۳- شکست عایق در تحریک پالسی

۴- کلیدهای توان پالسی

۵- خط انتقال و شکل دهی پالس

۶- مولدهای توان پالسی

۷- اندازه گیری پالس

۸- کاربردهای توان پالسی

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

استفاده از نرم افزار EMTP ضروری است.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

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

آزمون پایان نیم‌سال ۴۰ درصد

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. J.Lehr, P. Ron, Foundations of pulsed power Technology, Wiley-IEEE, 2017.
2. G.A. Mesyats, Pulse power, Springer, 2007
3. IEEE Journals and Conferences on Pulsed Power

عنوان درس به فارسی:	میدان‌های فشارقوی و عایق		
عنوان درس به انگلیسی:	Electric fields and dielectrics	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 دانشجو با حل میدان الکتریکی با روشهای مختلف تحلیلی و عددی
- آشنایی دانشجو با تحلیل رفتار ماده عایقی در میدان الکتریکی شامل پلاریزاسیون و هدایت و اندازه گیری خواص الکتریکی عایق

اهداف ویژه:

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

۱- میدان‌های الکتریکی را با نرم افزارهای مربوطه تجزیه و تحلیل کند.
۲- رفتار ماده عایقی خاص را مورد ارزیابی قرار دهد.
۳- روش‌های اندازه‌گیری خواص عایقی را می‌شناسد و می‌تواند مورد استفاده قرار دهد.

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱- یادآوری قوانین الکترواستاتیکی
۲- قطبیدگی (پلاریزاسیون) ماده در میدان الکتریکی
۳- هدایت الکتریکی در عایق
۴- محاسبه میدانهای ساده
۵- حل میدان به کمک معادلات پتانسیل
۶- روشهای عددی حل میدان
۷- معرفی نرم افزارهای حل میدانهای الکتریکی
۸- خواص عایقهای الکتریکی و اندازه گیری آنها

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

آشنایی و استفاده از نرم افزارهای حل میدانهای الکتریکی مانند COMSOL

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال ۲۵ درصد تکلیف، ۵ درصد کوییز، ۲۰ درصد میانترم
آزمون پایان نیم‌سال ۵۰ درصد

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱. حسین محسنی، مهندسی فشار قوی پیشرفته، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۷۷.
2. Gorur G. Raju, Dielectrics in Electric Field, CRC Press, 2016.
3. Olivier Gallot-Lavallee, Dielectric Materials and Electrostatics, Wiely, 2013

عنوان درس به فارسی:	اتوماسیون، دیسپاچینگ و SCADA در سیستم های قدرت		
عنوان درس به انگلیسی:	Automation, Dispatching, and SCADA in Power 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:

- آشنایی با سیستم های اتوماسیون سنتی و مدرن سیستم های قدرت و پست های فشارقوی، ساختار و توابع مراکز دیسپاچینگ، معماری و کارکردهای SCADA، فن آوری سیستم اندازه گیری گسترده (WAMS)، سامانه های مخابراتی مورد استفاده در مهندسی قدرت

اهداف ویژه:

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

۱. بدانند چگونه اتوماسیون عملکرد سیستم‌های قدرت و پست‌های فشارقوی را ارتقا می‌بخشد.
۲. ساختار مراکز دیسپاچینگ و لیست توابع مورد استفاده آنها را توصیف نمایند.
۳. درک نمایند چگونه توابع پایه دیسپاچینگ کار می‌کنند.
۴. سیستم های SCADA مورد استفاده در مهندسی قدرت و نسل نوین آنها با نام WAMS را بشناسند و همچنین سیستم‌های مخابراتی مورد استفاده در قدرت را بشناسند و مزایا و معایب هر یک را بدانند.

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. آشنایی با اتوماسیون و دیسپاچینگ در سیستم‌های قدرت
۲. فناوری‌ها و سامانه‌های مخابراتی مورد استفاده در سیستم های قدرت
۳. اتوماسیون سنتی و جدید سیستم‌های قدرت
۴. اتوماسیون پست‌های فشارقوی
۵. دیسپاچینگ سیستم‌های قدرت
۶. اتوماسیون نوین سیستم‌های قدرت با PMU و سیستم اندازه گیری گسترده
۷. کاربردهای کنترل و حفاظتی اتوماسیون سیستم قدرت

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

۴ تکلیف و یک پروژه

نرم افزارهای مورد نیاز: MATLAB و GAMS و DIgSILENT

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۲۵ درصد تکلیف، ۲۵ درصد پروژه
آزمون پایان نیم‌سال	۵۰ درصد

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. A. Phake , J. S. Thorp, Synchronized Phasor Measurements and Their Applications. Springer, 2008.

2. K. P. Brand, V. Lohmann, W. Wimmer, Substation Automation Handbookو Utility Automation Consulting Lohmann Publisher, 2003.
3. IEEE Standard for Synchrophasor Measurements for Power Systems, IEEE Std, 2005.

عنوان درس به فارسی:	دینامیک سیستمهای قدرت ۲		
عنوان درس به انگلیسی:	Power System Dynamics II		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 پایداری گذرا، ولتاژ و فرکانس در سیستم قدرت و روش‌های پایدارسازی، آشنایی با منابع تجدیدپذیر اینورتری

اهداف ویژه:

- توانایی تجزیه و تحلیل انواع پایداری در سیستم قدرت
- شبیه‌سازی مدل چند ماشینه
- هماهنگی و پایدارسازی سیستم قدرت
- تحلیل پایداری سیستم همراه با منابع تولید پراکنده اینورتری

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. بررسی انواع پایداری در سیستم قدرت
۲. تعریف جامع انواع پایداری در سیستم قدرت
۳. بررسی و تحلیل انواع پایداری
۴. پایداری سیگنال کوچک (پایداری دینامیکی)
۵. پایداری گذرا و روش‌های بهبود آن
۶. پایداری ولتاژ و روش‌های بهبود آن
۷. پایداری فرکانس و روش‌های بهبود آن
۸. پایدارسازی‌های بهینه خطی و پایدارسازی‌های مدرن
۹. آشنایی با منابع تولیدپراکنده اینورتری

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

استفاده از نرم افزار های MATLAB و DIgSILENT ضروری است.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۳۰ درصد تکالیف و پروژه
آزمون پایان نیم‌سال	۷۰ 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 , J. Bumby, Power System Dynamics: Stability and Control, Wiley, 2008.
4. P. W. Sauer , M. A. Pai, Power System Dynamics and Stability, Stipes Publishing Co., 2007.

عنوان درس به فارسی:	پایش عایق‌ها و تجهیزات فشارقوی		
عنوان درس به انگلیسی:	Condition Assessment of Insulation and High Voltage Equipment	**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 دانشجویان با روش‌های پایش و تشخیص وضعیت عایق‌ها و تجهیزات فشارقوی

اهداف ویژه:

۵. آشنایی با دلیل بروز عیب در تجهیزات مختلف فشارقوی
۶. شناخت پارامترهای مهم در تعیین ارزیابی وضعیت عایق‌ها و تجهیزات فشارقوی
۷. آشنایی با نحوه اندازه‌گیری پارامترهای وضعیت در حالت برون‌خط و برخط
۸. تحلیل پارامترهای اندازه‌گیری‌شده با روش‌های متفاوت جهت تعیین وضعیت

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱۰. روش‌های مدیریت تجهیزات
۱۱. عیوب عایقی در تجهیزات فشارقوی
۱۲. پایش وضعیت با روش تخلیه جزئی (PD)
۱۳. پایش وضعیت با روش تحلیل پاسخ فرکانسی (FRA)
۱۴. روش پاسخ عایقی و طیف‌سنجی حوزه فرکانس (FDS) برای تعیین وضعیت عایق‌ها
۱۵. روش‌های فیزیکی و شیمیایی پایش عایق‌های مایع و جامد
۱۶. پایش گازهای محلول در روغن (DGA)
۱۷. پایش حرارتی تجهیزات به کمک مدل‌سازی
۱۸. پایش مکانیکی تجهیزات فشارقوی
۱۹. استدلال شهودی و مدیریت عدم قطعیت در تحلیل نتایج

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

استفاده از نرم‌افزارهای مدل‌سازی مداری برای تخمین پارامترها و تشخیص وضعیت تجهیزات ضروری است.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۴۰ درصد تکلیف، ۱۰ درصد کوییز، ۱۰ درصد ارائه
آزمون پایان نیم‌سال	۴۰ درصد

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. R. E. James, Q. Su, Condition Assessment of High Voltage Insulation in Power System Equipment, IET Press, 2008.
2. A. Abu-Siada, Power Transformer Condition Monitoring and Diagnosis, IET Press, 2018.
3. W. Hauschild, E. Lemke, High-Voltage Test and Measuring Techniques, Heidelberg, Springer, 2014.
4. P. Tavner, L. Ran, J. Penman, H. Sedding, Condition Monitoring of Rotating Electrical Machines, IET Press, 2008.

5. Selected CIGRE technical brochures including: 558 (Guide for the Monitoring, Diagnosis and Prognosis of Large Motors), 494 (Furanic Compounds for Diagnosis), 443 (DGA in Non-Mineral Oils and Load Tap Changers and Improved DGA Diagnosis Criteria), 392 (Survey of Hydrogenerator Failures).

عنوان درس به فارسی:	برنامه ریزی در سیستمهای قدرت		
عنوان درس به انگلیسی:	Power System Planning	**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 برنامه‌ریزی توسعه تولید توان الکتریکی و توسعه سیستم انتقال قدرت در هر دو محیط سنتی و تجدید ساختار سیستم قدرت

اهداف ویژه:

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

۱. پیش‌بینی تقاضای انرژی و توان آینده سیستم قدرت را انجام دهند،
۲. اجزا و المان‌های مورد نیاز برای مطالعات برنامه‌ریزی را مدل سازی نمایند،
۳. مطالعات برنامه‌ریزی توسعه تولید توان الکتریکی را انجام دهند،
۴. مطالعات برنامه‌ریزی توسعه انتقال توان الکتریکی انجام دهند.

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. آشنایی با بهره برداری، برنامه‌ریزی و طرح‌ریزی سیستم قدرت
۲. روش‌های پیش‌بینی بار
۳. مفاهیم و روش‌های پایه قابلیت اطمینان سیستم قدرت
۴. هزینه تولید
۵. مبانی تجزیه و تحلیل اقتصادی
۶. برنامه‌ریزی توسعه تولید
۷. توسعه تولید و برنامه‌ریزی از کار افتادگی واحد تولید
۸. برنامه‌ریزی توسعه سیستم انتقال

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

استفاده از نرم‌افزارهای مورد نیاز نظیر MATLAB، GAMS و SPSS

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۲۰ درصد تکلیف، ۲۰ درصد پروژه
آزمون پایان نیم‌سال	۶۰ درصد

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. X. Wang , J.R. McDonald, Modern Power System Planning, McGraw-Hill, 1994.
2. H. G. Stoll, Least-Cost Electric Utility Planning, John Wiley & Sons, 1989.
3. H. Seifi, M. S. Sepasian, Electric Power System Planning: Issues, Algorithms and Solutions, Springer, 2011.

عنوان درس به فارسی:	اقتصاد سیستم قدرت		
عنوان درس به انگلیسی:	Power System Economics		**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 نحوه بهره برداری اقتصادی سیستم قدرت و نحوه‌ی قیمت‌گذاری سیستم انتقال و خدمات جانبی

اهداف ویژه:

دانشجویانی که این درس را با موفقیت پشت سر بگذارند با مباحث زیر آشنا خواهند شد:

۱. اصول بنیادین حاکم بر بازارهای رقابتی برق،
۲. مسائل مربوط به بهره برداری و توسعه شبکه‌های انتقال و توزیع نیرو،
۳. مسائل مختلف بازار و رقابت از دیدگاه تولیدکنندگان، خریداران، بازیگران میانی و بهره‌بردار مستقل سیستم قدرت،
۴. بکارگیری اصول اساسی اقتصاد در بهره‌برداری و برنامه ریزی سیستم قدرت.

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مقدمه: مفاهیم انحصار، بنگاه خرید، رقابت عمده فروشی، رقابت خرده فروشی، خصوصی سازی
۲. مفاهیم اساسی اقتصاد: مدلسازی مصرف‌کنندگان، مدلسازی تولیدکنندگان، تعادل بازار، کارائی پرتو، رفاه اجتماعی و زیان ثابت، انواع بازارها، بازار لحظه ای، بازار پیش خرید، مدیریت ریسک، بازارهای با رقابت غیرکامل
۳. بازارهای انرژی الکتریکی: بازارهای لحظه‌ای مدیریت‌شده، بازارهای آزاد انرژی الکتریکی، بازارهای دوطرفه، بازارهای اشتراکی، تسویه بازار
۴. شرکت در بازارهای انرژی الکتریکی: خرده فروش‌های انرژی الکتریکی، رقابت کامل، تولید در برابر تصمیم‌گیری خرید، رقابت غیرکامل، شرکت کنندگان ترکیبی
۵. امنیت سیستم و خدمات جانبی: مباحث تعادلی، مباحث شبکه‌ای، بازیابی سیستم، بازار خدمات جانبی
۶. شبکه‌های انتقال و بازارهای برق: داد و ستد غیرمتمرکز در شبکه انتقال، حقوق فیزیکی انتقال، داد و ستد متمرکز در شبکه انتقال، تلفات در شبکه انتقال و تاثیر آن در بازار انرژی، فرمول‌بندی ریاضی قیمت‌گذاری گره‌ای
۷. سرمایه گذاری در تولید: ظرفیت تولید از دیدگاه سرمایه‌گذار، احداث واحد جدید، کنار گذاشتن ظرفیت تولید، ظرفیت تولید از دیدگاه مصرف کننده، توسعه انرژی از طریق بازار، بازار ظرفیت، قراردادهای قابلیت اطمینان
۸. سرمایه‌گذاری در انتقال: ماهیت کسب و کار انتقال، توسعه انتقال مبتنی بر هزینه، تعیین سطح سرمایه‌گذاری در ظرفیت انتقال، تخصیص هزینه انتقال، توسعه انتقال مبتنی بر ارزش، تعیین کمی ارزش انتقال، تابع تقاضای انتقال، تابع عرضه انتقال، ظرفیت بهینه انتقال، تعادل هزینه قیود و هزینه سرمایه‌گذاری‌ها، تاثیر نوسانات بار، بازیابی هزینه در ظرفیت انتقال، مفهوم شبکه مرجع

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

استفاده از نرم افزار های تخصصی MATLAB و GAMS ضروری است.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۲۰ درصد تکلیف، ۲۰ درصد کوییز
آزمون پایان نیم‌سال	۶۰ درصد

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. D. S. Kirschen and G. Strbac, Fundamentals of power system economics, John Wiley & Sons, 2004
2. K. Bhattacharya, M.H. Bollenand , J.E. Daalder, Operation of restructured power systems, pringer Science & Business Media, 2012.
3. M. Shahidehpour, H. Yaminand and Z. Li, Market operations in electric power systems: forecasting, scheduling, and risk management, John Wiley & Sons, 2003.
4. J. Wood , B. F. Wollenberg, Power generation, operation and control, John Wiley & Sons, 2013.

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, 2000.
3. E. Acha, Power System Harmonics, 2002.
4. M.H. Bollen, Understanding Power Quality Problems, 2000.
5. M.H. Bollen, Signal Processing of Power Quality Disturbances, IEEE Press, 2007.

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:	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. 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:	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:	٤٨	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.

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 مختلف:

- 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 , 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. and 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, 1966 (Reprint 2006)
5. Lewis, F. , 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. فضاهای L_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. تخمین H_∞ 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, D. G. Stork, Pattern Classification. 2000.
2. S. Theodoridis , 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:	٤٨	**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.

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 -COMSOL Multiphysics- Maxwell (ANSYS) 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.