جمهوری اسلامی ایران

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

شورای عالی برنامه ریزی آموزشی

برنامه درسی رشته

مهندسی برق

Electrical Engineering

مقاطع تحصیلات تکمیلی

(کارشناسی ارشد ناپیوسته و دکتری تخصصی)

گرایش های کارشناسی ارشد ناپیوسته

سیستم های انرژی الکتریکی	Electrical Energy Systems
الکترونیک قدرت و ماشین های الکتریکی	Power Electronics and Electric Machines
مخابرات میدان و فوتونیک	Field Communication and Photonics
مخابرات سیستم و شبکه	System and Network Communication
مدارهای مجتمع الکترونیک	Electronic Integrated Circuits
افزاره های میکرو و نانوالکترونیک	Micro and Nano Electronic Devices
سیستم های الکترونیک دیجیتال	Digital Electronic Systems
کنترل	Control
مخابرات امن و رمزنگاری	Secure Communications and Encryption

برنامه درسی مرجع

گروه فنی و مهندسی

کارگروه تخصصی مهندسی برق

باسمه تعالی

نام رشته: مهندسی برق

عنوان گرایشها: ۱)سیستم‌های انرژی الکتریکی، ۲)الکترونیک قدرت و ماشین‌های الکتریکی، ۳)مخابرات میدان و فوتونیک، ۴)مخابرات سیستم و شبکه، ۵)مدارهای مجتمع الکترونیک، ۶)افزاره‌های میکرو و نانوالکترونیک، ۷)سیستم‌های الکترونیک دیجیتال، ۸)کنترل، ۹)مخابرات امن و رمزنگاری

گروه تحصیلی: فنی و مهندسی

دوره تحصیلی: کارشناسی ارشد ناپیوسته و دکتری تخصصی

زیر گروه تحصیلی: مهندسی برق

نوع مصوبه: بازنگری (به همراه تغییر عنوان، تجمیع و تغییر گرایش ها)

پیشنهادی: کارگروه تخصصی مهندسی برق

تاریخ تصویب: ۱۴۰۳/۱۰/۱۶

برنامه درسی بازنگری شده و تغییر عنوان یافته دوره کارشناسی ارشد ناپیوسته رشته مهندسی برق گرایش‌های ۱)سیستم‌های انرژی الکتریکی، ۲)الکترونیک قدرت و ماشین‌های الکتریکی، ۳)مخابرات میدان و فوتونیک، ۴)مخابرات سیستم و شبکه؛ دوره دکتری تخصصی رشته مهندسی برق (بدون گرایش) در جلسه شماره ۹۷۲ تاریخ ۱۴۰۳/۱۰/۱۶ شورای عالی برنامه‌ریزی آموزشی و مهندسی برق گرایش‌های ۵)مدارهای مجتمع الکترونیک، ۶)افزاره‌های میکرو و نانوالکترونیک، ۷)سیستم‌های الکترونیک دیجیتال، ۸)کنترل و ۹)مخابرات امن و رمزنگاری در جلسه شماره ۱۸۰ تاریخ ۱۴۰۳/۰۵/۲۱ کمیسیون برنامه‌ریزی درسی، محتوا و سرفصل رشته‌های تحصیلی به شرح زیر تصویب شد:

ماده یک- این برنامه درسی برای دانشجویانی که پس از تصویب این برنامه درسی در دانشگاه‌ها و موسسات آموزش عالی پذیرفته می‌شوند، قابل اجرا است.

ماده دو -برنامه درسی دوره کارشناسی ارشد ناپیوسته رشته مهندسی برق گرایش‌های ۱)مدارهای مجتمع الکترونیک، ۲)افزاره‌های میکرو و نانو الکترونیک، ۳)سیستم‌های الکترونیک دیجیتال، ۴)سیستم قدرت، ۵)الکترونیک قدرت وماشین‌های الکتریکی، ۶) برنامه‌ریزی و مدیریت سیستم‌های انرژی الکتریکی، ۷)سامانه‌های برقی حمل و نقل، ۸)کنترل، ۹)مخابرات سیستم، ۱۰)مخابرات میدان و موج، ۱۱)مخابرات نوری، ۱۲)مخابرات امن و رمزنگاری، ۱۳) شبکه‌های مخابراتی و برنامه درسی دوره دکتری تخصصی رشته مهندسی برق گرایش‌های ۱) الکترونیک، ۲)قدرت، ۳)کنترل، ۴)مخابرات سیستم، ۵)مخابرات میدان و موج مصوب جلسه ۱۷۰ تاریخ ۱۴۰۱/۱۰/۱۱ کمیسیون برنامه‌ریزی آموزشی و همه برنامه‌های درسی مشابه تا پیش از تصویب این برنامه درسی، منسوخ شده و برنامه درسی بازنگری شده با عنوان جدید، جایگزین آن ها می‌شود.

ماده سه- این برنامه درسی در سه فصل: مشخصات کلی، جدول‌های واحدهای درسی و سرفصل دروس تنظیم شده است و برای اجرا در دانشگاه‌ها و موسسات آموزش عالی پس از اخذ مجوز پذیرش دانشجو از شورای گسترش آموزش عالی و سایر ضوابط و مقررات مصوب وزارت علوم، تحقیقات و فناوری، ابلاغ می‌شود.

ماده چهار- این برنامه درسی از شروع سال تحصیلی ۱۴۰۴-۱۴۰۵ به مدت ۵ سال قابل اجرا است و پس از آن، در صورت تشخیص کارگروه تخصصی مربوطه، نیاز به بازنگری دارد.

دکتر رضا نقی زاده
مدیر کل دفتر برنامه‌ریزی آموزش عالی

دکتر ابوالفضل واحدی
معاون آموزشی و دبیر شورای عالی برنامه‌ریزی آموزشی

جمهوری اسلامی ایران

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

شورای عالی برنامه‌ریزی آموزشی

برنامه درسی رشته

مهندسی برق

Electrical Engineering

مقاطع تحصیلات تکمیلی (کارشناسی ارشد ناپیوسته و دکتری تخصصی)

مدارهای مجتمع الکترونیک	Electronic Integrated Circuits
افزاره‌های میکرو و نانوالکترونیک	Micro- and Nano- Electronic Devices
سیستم‌های الکترونیک دیجیتال	Digital Electronic Systems
سیستم‌های انرژی الکتریکی	Electrical Energy Systems
الکترونیک قدرت و ماشین‌های الکتریکی	Power Electronics and Electric Machines
کنترل	Control
مخابرات میدان و فوتونیک	Fields in Communications and photonics
مخابرات سیستم و شبکه	Communication Systems and Networks
مخابرات امن و رمزنگاری	Secure communication and encryption

برنامه درسی مرجع

گروه فنی و مهندسی

کارگروه تخصصی مهندسی برق

باسمه تعالی

نام رشته: مهندسی برق

عنوان گرایش‌ها: ۱) مدارهای مجتمع الکترونیک، ۲) افزاره‌های میکرو و نانو الکترونیک، ۳) سیستم‌های الکترونیک دیجیتال، ۴) سیستم‌های انرژی الکتریکی، ۵) الکترونیک قدرت و ماشین‌های الکتریکی، ۶) کنترل، ۷) مخابرات میدان و فوتونیک، ۸) مخابرات سیستم و شبکه، ۹) مخابرات امن و رمزنگاری

گروه: فنی و مهندسی

دوره تحصیلی: کارشناسی ارشد ناپیوسته و دکتری تخصصی

کارگروه تخصصی: مهندسی برق

نوع مصوبه: بازنگری (به همراه تغییر عنوان، تجمیع و تغییر گرایش‌ها)

پیشنهادی: کارگروه تخصصی مهندسی برق

تاریخ تصویب: ۱۴۰۳/۱۰/۱۶

برنامه درسی بازنگری شده و تغییر عنوان یافته دوره کارشناسی ارشد ناپیوسته رشته مهندسی برق گرایش‌های ۱) سیستم‌های انرژی الکتریکی، ۲) الکترونیک قدرت و ماشین‌های الکتریکی، ۳) مخابرات میدان و فوتونیک، ۴) مخابرات سیستم و شبکه و برنامه دوره دکتری تخصصی رشته مهندسی برق (بدون گرایش) در جلسه شماره ۹۷۲ تاریخ ۱۴۰۳/۱۰/۱۶ شورای عالی برنامه‌ریزی آموزشی و برنامه درسی دوره کارشناسی ارشد ناپیوسته مهندسی برق گرایش‌های ۵) مدارهای مجتمع الکترونیک، ۶) افزاره‌های میکرو و نانوالکترونیک، ۷) سیستم‌های الکترونیک دیجیتال، ۸) کنترل و ۹) مخابرات امن و رمزنگاری در جلسه شماره ۱۸۰ تاریخ ۱۴۰۳/۰۵/۲۱ کمیسیون برنامه‌ریزی رشته‌های تحصیلی به شرح زیر تصویب شد:

ماده یک ـ این برنامه درسی برای دانشجویانی که پس از تصویب این برنامه درسی در دانشگاه‌ها و موسسات آموزش عالی پذیرفته می‌شوند، قابل اجرا است.

ماده دو ـ برنامه درسی دوره کارشناسی ارشد ناپیوسته رشته مهندسی برق گرایش‌های ۱) مدارهای مجتمع الکترونیک، ۲) افزاره‌های میکرو و نانو الکترونیک، ۳) سیستم‌های الکترونیک دیجیتال، ۴) سیستم قدرت، ۵) الکترونیک قدرت وماشین‌های الکتریکی، ۶) برنامه‌ریزی و مدیریت سیستم‌های انرژی الکتریکی، ۷) سامانه‌های برقی حمل و نقل، ۸)کنترل، ۹) مخابرات سیستم، ۱۰) مخابرات میدان و موج، ۱۱) مخابرات نوری، ۱۲) مخابرات امن و رمزنگاری، ۱۳) شبکه‌های مخابراتی و برنامه درسی دوره دکتری تخصصی رشته مهندسی برق گرایش‌های ۱) الکترونیک، ۲) قدرت، ۳) کنترل، ۴) مخابرات سیستم، ۵) مخابرات میدان و موج مصوب جلسه ۱۷۰ تاریخ ۱۴۰۱/۱۰/۱۱ کمیسیون برنامه‌ریزی آموزشی و همه برنامه‌های درسی مشابه تا پیش از تصویب این برنامه درسی، منسوخ شده و برنامه درسی بازنگری شده با عنوان جدید، جایگزین آنها می‌شود.

ماده سه ـ این برنامه درسی در سه فصل: مشخصات کلی، جدول‌های واحدهای درسی و سرفصل دروس تنظیم شده است و برای اجرا در دانشگاه‌ها و موسسات آموزش عالی پس از اخذ مجوز پذیرش دانشجو از شورای گسترش آموزش عالی و سایر ضوابط و مقررات مصوب وزارت علوم، تحقیقات و فناوری، ابلاغ می‌شود.

ماده چهار ـ این برنامه درسی از شروع سال تحصیلی ۱۴۰۶-۱۴۰۵ به مدت ۵ سال قابل اجرا است و پس از آن، در صورت تشخیص کارگروه تخصصی مربوطه، نیاز به بازنگری دارد.

دکتر رضا نقی‌زاده

مدیرکل دفتر برنامه‌ریزی آموزش عالی

دکتر ابوالفضل واحدی

معاون آموزشی و دبیر شورای عالی برنامه‌ریزی آموزشی

اعضای کمیته تدوین و بازنگری برنامه (به ترتیب حروف الفبا):

دکتر مصطفی پرنیانی	دانشگاه صنعتی شریف
دکتر ابوالقاسم زیدآبادی نژاد	دانشگاه صنعتی اصفهان
دکتر حامد کبریایی	دانشگاه تهران
دکتر عباس محمدی	دانشگاه صنعتی امیرکبیر
دکتر محمد اسماعیل همدانی گلشن (مسئول کارگروه تخصصی برق)	دانشگاه صنعتی اصفهان
دکتر ابوالفضل واحدی	دانشگاه علم و صنعت

همکاران اصلی (به ترتیب حروف الفبا):

دکتر حسن آقایی‌نیا	دانشگاه صنعتی امیرکبیر
دکتر محمود احمدیان	دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی
دکتر علی الفت	دانشگاه تهران
دکتر محمدصالح تواضعی	دانشگاه صنعتی شریف
دکتر حمید خالو زاده	دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی
دکتر سید محمد رضوی زاده	دانشگاه علم و صنعت
دکتر وحید شاه منصوری	دانشگاه تهران
دکتر امید شعاعی	دانشگاه تهران
دکتر عبدالعلی عبدی‌پور	دانشگاه صنعتی امیرکبیر
دکتر غلامرضا عرب	دانشگاه فردوسی مشهد
دکتر وحید غفاری‌نیا	دانشگاه صنعتی اصفهان
دکتر نصرت‌الله گرانپایه	دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی
دکتر محسن معزی	دانشگاه صنعتی امیرکبیر
دکتر نغمه سادات مویدیان	دانشگاه صنعتی اصفهان
دکتر حامد نریمانی	دانشگاه صنعتی اصفهان

اهم تغییرات در بازنگری برنامه

گرایش‌های «برنامه‌ریزی و مدیریت سیستم‌های انرژی الکتریکی» و «سیستم‌های قدرت» در گرایش «سیستم‌های انرژی الکتریکی» تجمیع شدند.
گرایش‌های «سامانه‌های برقی حمل و نقل» و «الکترونیک قدرت و ماشین‌های الکتریکی» در گرایش «الکترونیک قدرت و ماشین‌های الکتریکی» تجمیع شدند.
گرایش‌های «مخابرات میدان و موج» و «مخابرات نوری» در گرایش «مخابرات میدان و فتونیک» تجمیع شدند.
گرایش‌های «مخابرات سیستم» و «شبکه‌های مخابراتی» در گرایش «مخابرات سیستم و شبکه» تجمیع شدند.
دروس با همپوشانی بالا و دروس بسیار خاص که می تواند تحت عنوان مباحث ویژه ارائه شوند ادغام یا حذف شدند.
تغییر نام برخی از دروس به نام های جدید و متناسب
سرفصل و منابع علمی پیشنهادی کلیه دروس به‌روز رسانی شد
برخی تغییرات در دروس الزامی و اختیاری
افزودن برخی از دروس جدید
افزودن دروس با موضوع هوش مصنوعی

فصل اول

مشخصات کلی برنامه درسی

الف) کلیات

۱ـ۱ـ تعریف رشته و ضرورت بازنگری

رشته مهندسی برق، یکی از قدیمی‌ترین شاخه‌های علوم مهندسی است و به مطالعه، طراحی، ساخت و کاربرد وسایل، تجهیزات و سیستم‌های الکتریکی، الکترونیکی و الکترومغناطیسی می‌پردازد. این رشته طیف وسیعی از زمینه‌های تخصصی مانند الکترونیک، قدرت، مخابرات، کنترل، سیستم های دیجیتال، پردازش سیگنال، اندازه گیری و ابزار دقیق، سیستم های انرژی تجدیدپذیر و فتونیک را در بر می‌گیرد.

با توجه به رشد سریع موضوعات مرتبط با جمله مهندسی برق، ضروری است برنامه درسی این رشته در مقاطع زمانی مشخص مورد بازنگری کلی یا جزئی قرار گیرد تا دانش‌آموختگان این رشته دانش و مهارت لازم را جهت ورود به بازار کار، انجام پروژه‌های صنعتی، آموزش و پژوهش‌های کاربردی و بنیادین، کسب نمایند.

۱ـ۲ـ تاریخچه و جایگاه تمدنی، فرهنگی و اجتماعی

کاوش‌های باستان شناسی در منطقه تیسفون، پایتخت امپراتوری ساسانی (عراق کنونی) نشان داده‌اند که احتمالا در این دوره از پیل الکتروشیمیایی برای آبکاری فلزات و یا مقاصد درمانی استفاده می‌شده است. همچنین بر اساس آثار دانشمندان ایران قدیم، پدیده الکتریسته ساکن از گذشته دور در کشور ما شناخته شده بود و کاربردهایی هم برای آن وجود داشت. مبانی علم مهندسی برق، پس از کشف و فرموله کردن پدیده‌های الکتریکی و مغناطیسی در قرون ۱۸ و ۱۹ میلادی در انگلستان، ایتالیا، آمریکا، فرانسه و آلمان و ساخت باتری، لامپ‌های روشنایی، موتورهای الکتریکی و رادیو به مرور شکل گرفت. ورود اولین ابزار روشنایی و برقی به ایران تنها چند سال پس از اختراع لامپ برق توسط ادیسون صورت گرفت. در سالهای پس از آن، سیستم تولید و توزیع برق به مرور در شهرهای مختلف ایران راه‌اندازی شد. در حال حاضر ایران از نظر میزان تولید و مصرف انرژی الکتریکی در بین ۲۰ کشور اول دنیا قراردارد. همچنین بسیاری از فناوری‌های پیشرفته مبتنی بر مهندسی برق توسط متخصصان داخلی در کشور، بومی‌سازی شده و توسعه یافته است. با توجه به اهمیت حیاتی صنعت برق و فناوری‌های الکتریکی، الکترونیکی و مخابراتی، نیروی انسانی متخصص اعم از نیروی مهارتی، مهندس، کارشناس ارشد و پژوهشگر یکی از پیشران‌های مهم در توسعه کشور به شمار می‌رود.

۱ـ۳ـ گرایش‌ها و زمینه‌های رشته

دوره مهندسی برق در ۳ مقطع اصلی کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکتری تعریف می‌شود. در صورت نیاز ممکن است علاوه بر مقاطع فوق، دوره‌های کاردانی، کارشناسی ناپیوسته، دو رشته‌ای (Dual Degree)، دوره‌های تحصیلات تکمیلی پیوسته، دو رشته-مقطعی، پسا ارشد و کهاد برای این رشته تعریف و مصوب شوند.

برنامه رشته مهندسی برق در مقاطع کارشناسی و دکتری فاقد گرایش است. به این معنی که در مدرک دانش‌آموختگان، فقط عنوان رشته مهندسی برق بدون ذکر گرایش درج می‌شود. با این وجود زمینه آموزش تکمیلی و تحقیقاتی دانشجو به ویژه در مقطع دکتری در راستای یکی از زمینه‌های تخصصی چهارگانه (الکترونیک، قدرت، کنترل و مخابرات) است.

جدول ۱: زمینه‌های تخصصی و گرایش‌های رشته مهندسی برق

مقطع کارشناسی	مقطع کارشناسی ارشد	دکتری
مهندسی برق (زمینه تخصصی الکترونیک)	مهندسی برق گرایش مدارهای مجتمع الکترونیک	مهندسی برق (زمینه تخصصی الکترونیک)
	مهندسی برق گرایش افزاره‌های میکرو و نانوالکترونیک	
	مهندسی برق گرایش سیستم‌های الکترونیک دیجیتال	
مهندسی برق (زمینه تخصصی قدرت)	مهندسی برق گرایش سیستم‌های انرژی الکتریکی	مهندسی برق (زمینه تخصصی قدرت)
	مهندسی برق گرایش ماشین‌های الکتریکی و الکترونیک قدرت	
مهندسی برق (زمینه تخصصی کنترل)	مهندسی برق گرایش کنترل	مهندسی برق (زمینه تخصصی کنترل)
مهندسی برق (زمینه تخصصی مخابرات)	مهندسی برق گرایش مخابرات سیستم و شبکه	مهندسی برق (زمینه تخصصی مخابرات)
	مهندسی برق گرایش مخابرات میدان و فوتونیک	
	مهندسی برق گرایش مخابرات امن و رمزنگاری	

۱ـ۴ـ طول مجاز دوره

جدول ۲: طول مجاز دوره مهندسی برق			
مقطع	حداقل نیمسال* مجاز	تعداد نیمسال* متعارف	حداکثر نیمسال* مجاز
کارشناسی	۷	۸	۱۰
کارشناسی ارشد	۳	۴	۵
دکتری	۶	۸	۱۰

* منظور، نیمسال اول و دوم (پاییز و بهار) است و ترم تابستانی به عنوان نیمسال محسوب نمی‌شود.

۱ـ۵ـ شرایط و ضوابط ورود به دوره تحصیلات تکمیلی

متقاضیان دارای سوابق تحصیلی مرتبط می‌توانند با شرکت در آزمون سراسری (و یا سایر شیوه‌های مجاز پذیرش دانشجو) وارد دوره‌های تحصیلات تکمیلی مهندسی برق شوند. منظور از سوابق تحصیلی مرتبط برای متقاضیان ورود به دوره کارشناسی ارشد و دکتری کلیه گرایش‌های مهندسی برق به شرح زیر می‌باشد.

جدول ۳: سوابق تحصیلی مورد پذیرش جهت شرکت در آزمون ورودی تحصیلات تکمیلی	
کارشناسی ارشد	**دارندگان مدرک کارشناسی:** ۱) مهندسی برق؛ ۲) مهندسی کامپیوتر ؛ ۳) مهندسی مکانیک؛ ۴) مهندسی پزشکی؛ ۵) مهندسی عمران ؛ ۶) مهندسی شیمی ؛ ۷) مهندسی پلیمر؛ ۸) مهندسی معدن؛ ۹) مهندسی نفت و زمین‌انرژی ؛ ۱۰) مهندسی و علم مواد؛ ۱۱) مهندسی نساجی؛ ۱۲) مهندسی سیستم‌های انرژی؛ ۱۳) مهندسی هوافضا؛ ۱۴) مهندسی صنایع و سیستم‌ها؛ ۱۵) علوم کامپیوتر؛ ۱۶) ریاضی؛ ۱۷) فیزیک
دکتری	**الف: دارندگان مدرک کارشناسی ارشد:** ۱) مهندسی برق؛ ۲) مهندسی کامپیوتر ؛ ۳) مهندسی مکانیک؛ ۴) مهندسی پزشکی؛ ۵) مهندسی عمران ؛ ۶) مهندسی شیمی ؛ ۷) مهندسی پلیمر؛ ۸) مهندسی معدن؛ ۹) مهندسی نفت و زمین‌انرژی ؛ ۱۰) مهندسی و علم مواد؛ ۱۱) مهندسی نساجی؛ ۱۲) مهندسی سیستم‌های انرژی؛ ۱۳) مهندسی هوافضا؛ ۱۴) مهندسی صنایع و سیستم‌ها؛ **ب: دارندگان مدرک کارشناسی مهندسی برق که مدرک کارشناسی ارشد رشته‌های ذیل را دارا باشند:** ۱) علوم کامپیوتر؛ ۲) ریاضی؛ ۳) فیزیک؛ ۴) اقتصاد و حسابداری؛ ۵) مدیریت؛ ۶) حقوق

مواد آزمون ورودی کارشناسی ارشد و ضرایب آن به شرح زیر پیشنهاد می‌شود:

جدول ۴: مواد، ضرایب و تعداد سوالات آزمون ورودی کارشناسی ارشد رشته مهندسی برق

بسته	مواد درسی	تعداد سوالات	ضریب گرایش مدارهای مجتمع الکترونیک	ضریب گرایش افزاره‌های میکرو و نانوالکترونیک	ضریب گرایش سیستم‌های الکترونیک دیجیتال	ضریب گرایش سیستم‌های انرژی الکتریکی	ضریب گرایش الکترونیک قدرت و ماشین‌های الکتریکی	ضریب گرایش کنترل	ضریب گرایش مخابرات میدان و فوتونیک	ضریب گرایش مخابرات سیستم و شبکه	ضریب گرایش مخابرات امن و رمزنگاری
A	زبان عمومی و تخصصی	۲۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
B	معادلات دیفرانسیل ریاضیات مهندسی آمار و احتمال	۲۰	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳
C	مدارهای الکتریکی ۱ و ۲	۲۰	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳
D	الکترونیک ۱ و ۲ مدارهای منطقی	۲۵	۴	۴	۴	۱	۱	۱	۲	۲	۲
E	ماشین‌های الکتریکی ۱ و ۲ سیستم‌های انرژی الکتریکی	۲۵	۱	۱	۱	۴	۴	۲	۱	۱	۱
F	سیستم‌های کنترل خطی	۱۵	۱	۱	۱	۲	۲	۴	۱	۱	۱
G	سیگنال‌ها و سیستم‌ها	۱۵	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۴	۴	۴
H	الکترومغناطیس	۱۵	۲	۲	۲	۱	۱	۱	۲	۲	۲
مجموع		۱۴۵	۱۷	۱۷	۱۷	۱۷	۱۷	۱۷	۱۷	۱۷	۱۷
زمان پیشنهادی آزمون: ۱۸۰ دقیقه											

مواد آزمون ورودی دکتری و ضرایب آن به شرح زیر پیشنهاد می‌شود:

جدول ۵: مواد تخصصی آزمون ورودی دکتری (غیر از زبان و استعداد تحصیلی)		
بسته	مواد درسی	تعداد سوالات
A	ریاضی مهندسی	۱۵
B	مدارهای الکتریکی ۱ و ۲	۲۵
C1	«الکترونیک ۱ و ۲»	۴۰
C2	«تحلیل سیستم‌های انرژی الکتریکی» و «ماشین‌های الکتریکی ۱ و ۲»	
C3	«سیستم‌های کنترل خطی» و «نظریه سیستم‌های کنترل»	
C4	«سیگنال‌ها و سیستم‌ها» و «مخابرات دیجیتال»	
C5	«الکترومغناطیس» و «میدان‌ها و امواج»	
مجموع		۸۰
زمان پیشنهادی آزمون: ۱۲۰ دقیقه		

توجه ۱: سرفصل کلیه دروس آزمون ورودی دوره دکتری از دروس تخصصی دوره کارشناسی می‌باشد و دانش مرتبط با دروس دوره کارشناسی ارشد داوطلبان در مرحله مصاحبه تخصصی سنجیده خواهد شد.

توجه ۲: داوطلبان یکی از بسته‌های C1 تا C5 را انتخاب می‌کنند.

توجه ۳: اعلام ظرفیت دانشگاه‌ها برای زمینه‌های تخصصی الکترونیک، قدرت، کنترل و مخابرات بصورت جداگانه خواهد بود.

۱ـ۶ـ شرایط، ضوابط و الزامات اجرا و گسترش رشته

الف) تعداد، درجه علمی و تخصص اعضای هیئت علمی: برای ایجاد مقاطع تحصیلات تکمیلی رشته مهندسی برق مطابق جدول ۶ عمل خواهد شد.

ب) امکانات سخت‌افزاری: برای ایجاد هرگرایش تحصیلات تکمیلی رشته مهندسی برق، حداقل ۲ فضای آزمایشگاهی پژوهشی مستقل و مجهز مطابق الزامات گرایش ضروری است.

ج) نیاز بازار کار: نیازسنجی بازار کار و اشتغال‌پذیری، مهم‌ترین معیار گسترش رشته‌ها است.

د) کیفیت برگزاری رشته: شرط اساسی در اجرای رشته‌ها، کیفیت قابل قبول دانش‌آموختگان رشته است. در صورت عدم ارضای معیارهای کیفی برگزاری رشته، اجرای رشته متوقف خواهد شد.

جدول ۶: اعضای هیئت علمی مورد نیاز برای ایجاد و اجرای رشته مهندسی برق

مورد	معیار
دوره کارشناسی	○ ۴ نفر استادیار به بالا با تخصص‌های الکترونیک، قدرت، مخابرات و کنترل
اولین گرایش کارشناسی ارشد	○ ۱ نفر دانشیار به بالا با تخصص گرایش مربوطه ○ ۳ نفر استادیار به بالا که حداقل ۱ نفر از آنها با تخصص گرایش مربوطه باشد
دومین گرایش کارشناسی ارشد	○ ۱ نفر دانشیار به بالا با تخصص گرایش مربوطه ○ ۲ نفر استادیار به بالا که حداقل ۱ نفر از آنها با تخصص گرایش مربوطه باشد
سومین گرایش کارشناسی ارشد	○ ۱ نفر دانشیار به بالا با تخصص گرایش مربوطه ○ ۱ نفر استادیار به بالا با تخصص گرایش مربوطه
دکتری	○ دایر بودن حداقل ۲ گرایش کارشناسی ارشد مهندسی برق در ۲ سال گذشته ○ ۱ نفر استاد تمام

تبصره ۱: برای بررسی تقاضای ایجاد دوره جدید توسط موسسه، کلیه شرایط دوره‌های دایر و جدید **به صورت تجمعی** مورد بررسی کارگروه قرار می‌گیرد. یعنی اعداد مندرج در جدول ۶، در صورت اجرای همزمان رشته‌ها باید با هم جمع شوند و برای بررسی تقاضای جدید باید کلیه دوره‌های موجود موسسه نیز شرایط جدول را دارا باشند.

تبصره ۲: موسسه متقاضی می‌تواند حداکثر یکی از اعضای هیئت علمی را از میان استادان وابسته انتخاب نماید. مجدداً تاکید می شود که شرایط مندرج در جدول ۶ به صورت تجمعی بررسی می‌شود بنابراین موسسه‌ای که قبلاً با استفاده از استاد وابسته، مجوز یک دوره کارشناسی ارشد را گرفته باشد نمی‌تواند مجدداً با معرفی یک استاد وابسته دیگر مجوز دوره کارشناسی ارشد دیگری را بگیرد.

مثال ۱: برای برگزاری همزمان دوره کارشناسی مهندسی برق و دوره کارشناسی ارشد کنترل حداقل ۸ هیئت علمی مورد احتیاج است که یک دانشیار به بالا و یک استادیار به بالا باید تخصص کنترل را داشته باشند و در بین ۶ هیئت علمی دیگر حتماً تخصص‌های الکترونیک، قدرت و مخابرات موجود باشد. یکی از این ۸ نفر می‌تواند عضو هیئت علمی وابسته باشد.

مثال ۲: برای برگزاری همزمان ۲ دوره کارشناسی ارشد سیستم‌های انرژی الکتریکی و الکترونیک قدرت و ماشین‌های الکتریکی، حداقل ۷ عضو هیئت علمی مورد احتیاج است که یک دانشیار به بالا و یک استادیار به بالا باید تخصص سیستم‌های

انرژی الکتریکی را داشته باشند، یک دانشیار به بالا و یک استادیار به بالا باید تخصص الکترونیک قدرت و ماشین‌های الکتریکی را داشته باشند، و ۳ عضو هیئت علمی دیگر می‌توانند از سایر تخصص‌های مهندسی برق باشند. یکی از این ۷ نفر می‌تواند عضو هیئت علمی وابسته باشد.

مثال ۳: برای برگزاری دوره دکتری، باید حتماً ۲ دوره کارشناسی ارشد دایر و دارای حداقل ۲ سال سابقه اجرا باشد. به عنوان مثال در صورتی که موسسه‌ای که در آن دوره کارشناسی ارشد سیستم‌های انرژی الکتریکی و کنترل موجود است تقاضای ایجاد دوره دکتری را بدهد حداقل ۸ عضو هیئت علمی مورد احتیاج است: یک دانشیار به بالا و یک استادیار به بالا باید تخصص سیستم‌های انرژی الکتریکی را داشته باشند، یک دانشیار به بالا و یک استادیار به بالا باید تخصص کنترل را داشته باشند، یک استاد تمام (که می‌تواند وابسته باشد) و ۳ استادیار به بالا با هر تخصص در زمینه مهندسی برق. لازم به ذکر است پذیرش دانشجوی این دانشگاه در مقطع دکتری تنها در زمینه تخصصی متناظر دوره‌های کارشناسی ارشد آن (یعنی قدرت و کنترل) امکان‌پذیر است.

ب) دوره کارشناسی ارشد

۱ـ۷ـ تعریف و اهداف

دوره کارشناسی ارشد رشته مهندسی برق شامل دو بخش آموزشی و پژوهشی به منظور آماده کردن دانش‌آموختگان برای ورود تخصصی به زمینه‌های مختلف صنعت مربوطه و همچنین انجام پژوهش در سطح کارشناس ارشد در واحدهای تحقیق و توسعه، پژوهشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی است. رشته مهندسی برق مشتمل بر نه گرایش کارشناسی ارشد «مدارهای مجتمع الکترونیک»، «افزاره‌های میکرو و نانو الکترونیک»، «سیستم‌های الکترونیک دیجیتال»، «سیستم‌های انرژی الکتریکی»، «الکترونیک قدرت و ماشین‌های الکتریکی»، «کنترل»، «مخابرات میدان و فوتونیک»، «مخابرات سیستم و شبکه»، «مخابرات امن و رمزنگاری» است.

۱ـ۸ـ گرایش مدارهای مجتمع الکترونیک

در این گرایش، دانشجویان با مفاهیم مدارهای مجتمع و مراحل مختلف ساخت مدارهای مجتمع، خانواده های مختلف مدارهای دیجیتال و اصول طراحی مدارهای مجتمع دیجیتال آشنا می شوند. حوزه الکترونیک بسیار کم مصرف و بیو الکترونیک برای استفاده در تجهیزات پزشکی و طراحی مدارهای تقویت کننده و نوسان ساز برای استفاده در سیستم های مخابراتی در این گرایش قرار می گیرد.

۱ـ۹ـ گرایش افزاره‌های میکرو و نانو الکترونیک

در این گرایش، دانشجویان با ساختار و رفتار افزاره های نیم رسانا، روش های مختلف مشخصه یابی افزاره های نیم رسانا، تحلیل و طراحی افزاره های نیم رسانای نوری و کاربردهای فناوری نانو الکترونیک آشنا می شوند.

۱ـ۱۰ـ گرایش سیستم‌های الکترونیک دیجیتال

در این گرایش دانشجویان با مفاهیم، معماری، فناوری و مسائل پیچیده در زمینه طراحی و توسعه ریزپردازنده های پیشرفته بخصوص طراحی بهینه و مورد اعتماد آنها آشنا میشوند. در این راستا درک جامعی از طراحی و پیاده سازی دیجیتال شامل مسائل طراحی در سطح الگوریتم، بهینه سازی معماری و زبان های توصیف سخت افزار فراهم می شوند.

۱ـ۱۱ـ گرایش سیستم‌های انرژی الکتریکی

در این گرایش، دانشجویان با سیستم های تولید انرژی الکتریکی متعارف و تجدیدپذیر، کارحالت دائمی و دینامیکی، بهره برداری، قابلیت اطمینان، امنیت، پایداری و کیفیت توان سیستم های انرژی الکتریکی و شبکه های الکتریکی هوشمند آشنا می‌شوند.

۱ـ۱۲ـ گرایش الکترونیک قدرت و ماشین‌های الکتریکی

در این گرایش، دانشجویان با طراحی و کنترل ماشین‌های الکتریکی و مبدل‌های الکترونیک قدرت و کاربرد آنها در حمل و نقل الکتریکی آشنا می‌شوند.

۱ـ۱۳ـ گرایش کنترل

در این گرایش، دانشجویان با مفاهیم و طراحی انواع سیستم های کنترل برای تنظیم کمیت ها ی مورد نظر فرآیندها، دستگاه ها و سیستم های مختلف به مقادیر مطلوب آشنا می شوند.

۱ـ۱۴ـ گرایش مخابرات میدان و فوتونیک

در این گرایش، دانشجویان با مفاهیم میدان های متغیر با زمان و کاربرد های آنها برای طراحی و تولید انواع افزاره های فرکانس رادیویی و نوری از قبیل فرستنده و گیرنده های فرکانس رادیویی و نوری آشنا می‌شوند.

۱ـ۱۵ـ گرایش مخابرات سیستم و شبکه

در این گرایش، دانشجویان با پردازش انواع سیگنال، مخابرات سیار، طراحی شبکه‌های مخابراتی، مدولاسیون، شبکه‌های ارتباطی هوشمند، انواع پروتکل‌های ارتباطی، بهینه‌سازی انتقال اطلاعات آشنا می‌شوند.

۱ـ۱۶ـ گرایش مخابرات مخابرات امن و رمزنگاری

در این گرایش، دانشجویان با نظریه اطلاعات ،کدگذاری، رمزنگاری و امنیت شبکه های مخابراتی آشنا می‌شوند.

ج) دوره دکتری

۱ـ۱۷ـ تعریف و اهداف

دوره دکتری رشته مهندسی برق شامل دو بخش آموزشی و پژوهشی می‌باشد. هدف از این دوره، آماده‌کردن دانشجویان برای مساله‌یابی، تجزیه و تحلیل و یافتن راه‌حل مسائل مرتبط با رشته در مرزهای علم و فناوری است. دانش‌آموختگان دوره دکتری رشته مهندسی برق قادر خواهند بود تا در سطوح بالای کارشناسی واحدهای فنی و تحقیق و توسعه سازمان‌ها و شرکت‌ها، مراکز توسعه فناوری، دانشگاه‌ها و پژوهشگاه‌های حوزه‌های الکترونیک، قدرت، مخابرات و کنترل فعالیت پژوهشی، آموزشی و مهندسی داشته باشند.

۱ـ۱۲ـ الزامات خاص دوره دکتری

دوره دکتری مهندسی برق مشتمل بر ۳۶ واحد درسی است که از دو بخش آموزشی (۱۸ واحد) و پژوهشی (۱۸ واحد) تشکیل شده است.

در بخش آموزشی دانشجو باید ۱۸ واحد درسی را ـ ترجیحاً ـ با مشورت استاد راهنمای خود اخذ کند. لازم به ذکر است دانشجو موظف است حداکثر تا پایان نیمسال اول تحصیل استاد راهنمای خود را مشخص کند و حداکثر تا پایان نیمسال دوم تحصیل، عنوان یا موضوع پروپوزال خود را به تصویب گروه آموزشی برساند.

به منظور گذر از مرحله آموزشی به مرحله پژوهشی، دانشجو باید در امتحان جامع شرکت کند. این امتحان به منظور کسب اطمینان از تسلط دانشجو به مبانی رشته به ویژه دروس محوری دوره کارشناسی و دروس الزامی دوره کارشناسی ارشد و همچنین توانایی برخورد اصولی او با مسائل و داشتن روحیه علمی و قوه ابتکار در حل مسائل است. آزمون جامع می‌تواند به تشخیص دانشگاه مجری شامل بخش‌های شفاهی و کتبی باشد. زمان مناسب برای شرکت دانشجو در امتحان جامع، از تابستان انتهای نیمسال دوم تا ابتدای نیمسال چهارم تحصیل دانشجو است. به منظور شرکت در آزمون جامع، دانشجو باید بر طبق مصوبات وزارت علوم، تحقیقات و فناوری، تسلط خود را به زبان انگلیسی اثبات نماید.

دانشجو پس از گذراندن امتحان جامع باید حداکثر تا پایان نیمسال چهارم تحصیلی در قالب درس سمینار دکتری ۱ پروپوزال پژوهشی خود را تدوین کند و از آن در حضور هیئت داوران دفاع کند.

دانشجو باید باید حداکثر تا پایان نیمسال ششم تحصیلی در قالب درس سمینار دکتری ۲ از پیشرفت پژوهش های خود بر اساس پروپوزال تصویب شده در حضور هیئت داوران دفاع کند.

پس از تصویب پروپوزال پژوهشی، دوره انجام تحقیقات و تدوین رساله دکتری دانشجو رسماً آغاز می‌شود. پس از تدوین رساله و تایید کفایت پژوهش و دستاوردهای علمی و مقالات مستخرج از پژوهش، به تشخیص شورای تحصیلات تکمیلی دانشکده، دانشجو می‌تواند حداکثر تا پایان نیمسال هشتم تحصیل، از رساله خود در حضور هیئت داوران دفاع کند.

فصل دوم

جدول عناوین و مشخصات دروس

۳ـ۱ـ دروس تخصصی گرایش مدارهای مجتمع الکترونیک

جدول **- دروس تخصصی الزامی گرایش کارشناسی ارشد مدارهای مجتمع الکترونیک					
ردیف	عنوان درس	تعداد واحد			پیش‌نیاز (هم نیاز)
		مجموع	نظری	عملی	
۱	مدارهای مجتمع خطی (CMOS) *	۳	۳	۰	-
۲	تئوری و فناوری ساخت افزاره‌های نیم رسانا *	۳	۳	۰	-
۳	مدارهای مجتمع خیلی فشرده (VLSI) *	۳	۳	۰	-
۴	مدارهای مجتمع فرکانس رادیویی (RFIC)	۳	۳	۰	-
۵	مبدل‌های داده مجتمع (A/D,D/A)	۳	۳	۰	-
۶	ابزار دقیق پیشرفته الکترونیکی	۳	۳	۰	-
۷	مدارهای مجتمع توان پایین	۳	۳	۰	-
۸	مدارهای مجتمع خطی پیشرفته (CMOS)	۳	۳	۰	-
۹	زبان توصیف سخت افزار (VHDL)	۳	۳	۰	-
* اخذ ۲ یا ۳ درس از دروس ردیف ۱ و ۲ و ۳ (با نظر دانشگاه) الزامی است.					

جدول **- دروس تخصصی اختیاری گرایش کارشناسی ارشد مدارهای مجتمع الکترونیک					
ردیف	عنوان درس	تعداد واحد			پیش‌نیاز (هم نیاز)
		مجموع	نظری	عملی	
۱	مدارهای مجتمع یکپارچه ریز موج	۳	۳	۰	-
۲	مدارهای زیست الکترونیک	۳	۳	۰	-
۳	الکترونیک لیزر	۳	۳	۰	-
۴	مدارهای پهن باند	۳	۳	۰	-
۵	فیلترهای مجتمع	۳	۳	۰	-
۶	سیستم برتراشه	۳	۳	۰	-
۷	طراحی مدارهای مجتمع خیلی فشرده دیجیتال، از RTL تا GDSII	۳	۳	۰	-

۳ـ۲ـ دروس تخصصی گرایش افزاره‌های میکرو و نانو الکترونیک

جدول ** - دروس تخصصی الزامی گرایش کارشناسی ارشد افزاره‌های میکرو و نانو الکترونیک					
ردیف	عنوان درس	تعداد واحد			پیش‌نیاز (هم نیاز)
		مجموع	نظری	عملی	
۱	افزاره‌های نیم رسانا *	۳	۳	۰	-
۲	مکانیک کوانتومی *	۳	۳	۰	-
۳	تئوری و فناوری ساخت افزاره‌های نیمه رسانا **	۳	۳	۰	-
۴	مدارهای مجتمع خطی (CMOS) **	۳	۳	۰	-
۵	افزاره‌های ذخیره انرژی ۱	۳	۳	۰	-
۶	فیزیک حالت جامد پیشرفته	۳	۳	۰	-
۷	نانوالکترونیک	۳	۳	۰	-
۸	مشخصه‌یابی مواد و افزاره‌های نیمه رسانا	۳	۳	۰	-
۹	زیست حسگرها	۳	۳	۰	-
* اخذ دروس ردیف ۱ و ۲ الزامی است. ** اخذ یک درس از دروس ردیف ۳ و ۴ الزامی است.					

جدول ** - دروس تخصصی اختیاری گرایش کارشناسی ارشد افزاره‌های میکرو و نانو الکترونیک					
ردیف	عنوان درس	تعداد واحد			پیش‌نیاز (هم نیاز)
		مجموع	نظری	عملی	
۱	بلورهای فوتونی	۳	۳	۰	-
۲	ابررسانایی	۳	۳	۰	-
۳	الکترونیک نوری پیشرفته	۳	۳	۰	-
۴	مدارهای مجتمع نوری	۳	۳	۰	-
۵	شبیه‌سازی افزاره‌های نیمه رسانا	۳	۳	۰	-
۶	سلول خورشیدی	۳	۳	۰	-
۷	سامانه‌های الکترومکانیکی ریز و بسیار ریز	۳	۳	۰	-

۳ـ۳ـ دروس تخصصی گرایش الکترونیک دیجیتال

جدول **- دروس تخصصی الزامی گرایش کارشناسی ارشد الکترونیک دیجیتال					
ردیف	عنوان درس	تعداد واحد			پیش‌نیاز (هم نیاز)
		مجموع	نظری	عملی	
۱	الکترونیک دیجیتال پیشرفته *	۳	۳	۰	-
۲	ریزپردازنده پیشرفته *	۳	۳	۰	-
۳	مدارهای ASIC/FPGA	۳	۳	۰	-
۴	مدارهای مجتمع خیلی فشرده (VLSI)	۳	۳	۰	-
۵	مدارهای واسط	۳	۳	۰	-
۶	شبکه‌های انتقال داده	۳	۳	۰	-
۷	تشخیص و تحمل خرابی	۳	۳	۰	-
۸	سیستم‌های چندپردازنده‌ای با کارایی بالا	۳	۳	۰	-
۹	معماری کامپیوتر پیشرفته	۳	۳	۰	-
* اخذ دروس ردیف ۱ و ۲ الزامی است.					

جدول **- دروس تخصصی اختیاری گرایش کارشناسی ارشد الکترونیک دیجیتال					
ردیف	عنوان درس	تعداد واحد			پیش‌نیاز (هم نیاز)
		مجموع	نظری	عملی	
۱	پردازشگرهای سیستم های دیجیتال	۳	۳	۰	-
۲	زبان توصیف سخت افزار (VHDL)	۳	۳	۰	-
۳	فناوری ساخت مدارهای دیجیتال	۳	۳	۰	-

۳ـ۴ـ دروس تخصصی گرایش سیستم‌های انرژی الکتریکی

جدول **- دروس تخصصی الزامی گرایش کارشناسی ارشد سیستم‌های انرژی الکتریکی					
ردیف	عنوان درس	تعداد واحد			پیش‌نیاز (هم نیاز)
		مجموع	نظری	عملی	
۱	دینامیک سیستم‌های قدرت ۱ *	۳	۳	۰	-
۲	بهره‌برداری سیستم‌های قدرت *	۳	۳	۰	-
۳	کنترل توان راکتیو	۳	۳	۰	-
۴	قابلیت اطمینان سیستم‌های قدرت	۳	۳	۰	-
۵	حفاظت پیشرفته سیستم‌های قدرت	۳	۳	۰	-
۶	کیفیت توان	۳	۳	۰	-
۷	سیستم‌های انرژی تجدیدپذیر	۳	۳	۰	-
۸	اقتصاد انرژی و بازار برق	۳	۳	۰	-
۹	فناوری عایق‌ها و فشار قوی	۳	۳	۰	-
۱۰	سیستم‌های توزیع و ریزشبکه‌ها	۳	۳	۰	-
* اخذ دروس ردیف ۱ و ۲ الزامی است.					

جدول **- دروس تخصصی اختیاری گرایش کارشناسی ارشد سیستم‌های انرژی الکتریکی					
ردیف	عنوان درس	تعداد واحد			پیش‌نیاز (هم نیاز)
		مجموع	نظری	عملی	
۱	شبکه‌های انرژی الکتریکی هوشمند	۳	۳	۰	-
۲	بررسی حالات گذرا در سیستم‌های قدرت	۳	۳	۰	-
۳	سیستم‌های انتقال DC و AC انعطاف پذیر	۳	۳	۰	-
۴	دینامیک سیستم‌های قدرت ۲	۳	۳	۰	-
۵	حفاظت دیجیتال سیستم‌های قدرت	۳	۳	۰	-
۶	تئوری جامع ماشین‌های الکتریکی	۳	۳	۰	-
۷	الکترونیک قدرت ۱	۳	۳	۰	-
۸	برنامه‌ریزی سیستم‌های قدرت	۳	۳	۰	-

۳ـ۵ـ دروس تخصصی گرایش الکترونیک قدرت و ماشین‌های الکتریکی

جدول **- دروس تخصصی الزامی گرایش کارشناسی ارشد الکترونیک قدرت و ماشین‌های الکتریکی					
ردیف	عنوان درس	تعداد واحد			پیش‌نیاز (هم نیاز)
		مجموع	نظری	عملی	
۱	الکترونیک قدرت ۱ *	۳	۳	۰	-
۲	تئوری جامع ماشین‌های الکتریکی *	۳	۳	۰	-
۳	الکترونیک قدرت ۲	۳	۳	۰	-
۴	طراحی ماشین‌های الکتریکی	۳	۳	۰	-
۵	کنترل محرکه‌های الکتریکی	۳	۳	۰	-
۶	طراحی مبدل‌های الکترونیک قدرت	۳	۳	۰	-
۷	کنترل مبدل‌های الکترونیک قدرت	۳	۳	۰	-
۸	روش‌های اجزا محدود	۳	۳	۰	-
۹	طراحی وسائل نقلیه برقی و ترکیبی	۳	۳	۰	-
* اخذ دروس ردیف ۱ و ۲ الزامی است.					

جدول **- دروس تخصصی اختیاری گرایش کارشناسی ارشد الکترونیک قدرت و ماشین‌های الکتریکی					
ردیف	عنوان درس	تعداد واحد			پیش‌نیاز (هم نیاز)
		مجموع	نظری	عملی	
۱	منابع تغذیه و شارژرها	۳	۳	۰	-
۲	مبدل‌های الکتریکی توان بالا	۳	۳	۰	-
۳	سیستم‌های ذخیره‌کننده انرژی	۳	۳	۰	-
۴	ماشین‌های الکتریکی مدرن	۳	۳	۰	-

۳ـ۶ـ دروس تخصصی گرایش کنترل

جدول **- دروس تخصصی الزامی گرایش کارشناسی ارشد کنترل					
ردیف	عنوان درس	تعداد واحد			پیش‌نیاز (هم نیاز)
		مجموع	نظری	عملی	
۱	کنترل غیرخطی *	۳	۳	۰	-
۲	کنترل بهینه *	۳	۳	۰	-
۳	کنترل مقاوم	۳	۳	۰	-
۴	کنترل تطبیقی	۳	۳	۰	-
۵	کنترل چند متغیره	۳	۳	۰	-
۶	کنترل فرایند پیشرفته	۳	۳	۰	-
۷	ابزار دقیق پیشرفته	۳	۳	۰	-
۸	تخمین و شناسایی سیستم‌ها	۳	۳	۰	-
۹	ریاضیات کاربردی در کنترل	۳	۳	۰	-
۱۰	بهینه‌سازی محدب	۳	۳	۰	-
* اخذ دروس ردیف ۱ و ۲ الزامی است.					

جدول **- دروس تخصصی اختیاری گرایش کارشناسی ارشد کنترل					
ردیف	عنوان درس	تعداد واحد			پیش‌نیاز (هم نیاز)
		مجموع	نظری	عملی	
۱	کنترل فرایندهای تصادفی	۳	۳	۰	-
۲	سیستم‌ها و کنترل فازی	۳	۳	۰	-
۳	رباتیک	۳	۳	۰	-
۴	هدایت و ناوبری	۳	۳	۰	-
۵	شناسایی و کنترل تحمل‌پذیر خطا	۳	۳	۰	-
۶	کنترل پیش‌بین	۳	۳	۰	-

۳ـ۷ـ دروس تخصصی گرایش مخابرات میدان و فتونیک

جدول **- دروس تخصصی الزامی گرایش کارشناسی ارشد مخابرات میدان و فوتونیک					
ردیف	عنوان درس	تعداد واحد			پیش‌نیاز (هم نیاز)
		مجموع	نظری	عملی	
۱	الکترومغناطیس پیشرفته *	۳	۳	۰	-
۲	ریاضیات مهندسی پیشرفته *	۳	۳	۰	-
۳	ریز موج پیشرفته	۳	۳	۰	-
۴	آنتن پیشرفته	۳	۳	۰	-
۵	روش‌های عددی در الکترومغناطیس	۳	۳	۰	-
۶	سیستم‌های مخابرات نوری پیشرفته	۳	۳	۰	-
۷	فیبر نوری پیشرفته	۳	۳	۰	-
۸	طراحی مدارهای فعال ریز موج	۳	۳	۰	-
* اخذ دروس ردیف ۱ و ۲ الزامی است.					

جدول **- دروس تخصصی اختیاری گرایش کارشناسی ارشد مخابرات میدان و فتونیک					
ردیف	عنوان درس	تعداد واحد			پیش‌نیاز (هم نیاز)
		مجموع	نظری	عملی	
۱	سازگاری الکترومغناطیسی (EMC)	۳	۳	۰	-
۲	نظریه پراکندگی امواج	۳	۳	۰	-
۳	فناوری تراهرتز	۳	۳	۰	-
۴	نور غیرخطی	۳	۳	۰	-
۵	نورکوانتومی	۳	۳	۰	-
۶	پردازشگرهای نوری	۳	۳	۰	-
۷	نانو فتونیک	۳	۳	۰	-
۸	طراحی RF و مایکروویو برای مخابرات بی سیم	۳	۳	۰	-
۹	اصول سیستم‌های رادار و لیدار	۳	۳	۰	-
۱۰	اندازه‌گیری مایکروویو	۳	۳	۰	-
۱۱	فراماده	۳	۳	۰	-
۱۲	روش‌های فرکانس بالا در بیوالکترومغناطیس	۳	۳	۰	-
۱۳	طراحی مدارهای غیر خطی مایکروویو	۳	۳	۰	-
۱۴	مایکروویو فتونیک	۳	۳	۰	-

۳ـ۸ـ دروس تخصصی گرایش مخابرات سیستم و شبکه

جدول **- دروس تخصصی الزامی گرایش کارشناسی ارشد مخابرات سیستم و شبکه					
ردیف	عنوان درس	تعداد واحد			پیش‌نیاز (هم نیاز)
		مجموع	نظری	عملی	
۱	فرایندهای تصادفی *	۳	۳	۰	-
۲	تئوری پیشرفته مخابرات *	۳	۳	۰	-
۳	سیستم‌های مخابرات بی سیم	۳	۳	۰	-
۴	پردازش سیگنال‌های دیجیتال پیشرفته	۳	۳	۰	-
۵	شبکه‌های مخابرات نوری	۳	۳	۰	-
۶	بهینه‌سازی محدب	۳	۳	۰	-
۷	تئوری اطلاعات	۳	۳	۰	-
۸	کنترل ترافیک در شبکه‌های مخابراتی	۳	۳	۰	-
۹	شبکه‌های کامپیوتری پیشرفته	۳	۳	۰	-
۱۰	شبکه‌های مخابراتی پیشرفته	۳	۳	۰	-
۱۱	تئوری تخمین	۳	۳	۰	-
* اخذ دروس ردیف ۱ و ۲ الزامی است.					

جدول **- دروس تخصصی اختیاری گرایش کارشناسی ارشد مخابرات سیستم و شبکه					
ردیف	عنوان درس	تعداد واحد			پیش‌نیاز (هم نیاز)
		مجموع	نظری	عملی	
۱	کدگذاری کانال	۳	۳	۰	-
۲	سیستم‌های سوییچینگ	۳	۳	۰	-
۳	پردازش تصویر	۳	۳	۰	-
۴	سیستم‌های رادار	۳	۳	۰	-
۵	مخابرات ماهواره‌ای	۳	۳	۰	-
۶	شبکه‌های مخابراتی بی سیم	۳	۳	۰	-

۳ـ۹ـ دروس تخصصی گرایش مخابرات امن و رمزنگاری

جدول **- دروس تخصصی الزامی گرایش کارشناسی ارشد مخابرات امن و رمزنگاری					
ردیف	عنوان درس	تعداد واحد			پیش‌نیاز (هم نیاز)
		مجموع	نظری	عملی	
۱	فرایندهای تصادفی *	۳	۳	۰	-
۲	تئوری پیشرفته مخابرات *	۳	۳	۰	-
۳	رمزنگاری	۳	۳	۰	-
۴	ریاضیات رمزنگاری	۳	۳	۰	-
۵	امنیت شبکه	۳	۳	۰	-
۶	نهان‌نگاری اطلاعات	۳	۳	۰	-
۷	پروتکل‌های امن در شبکه	۳	۳	۰	-
۸	مدیریت شبکه	۳	۳	۰	-
* اخذ دروس ردیف ۱ و ۲ الزامی است.					

جدول **- دروس تخصصی اختیاری گرایش کارشناسی ارشد مخابرات امن و رمزنگاری					
ردیف	عنوان درس	تعداد واحد			پیش‌نیاز (هم نیاز)
		مجموع	نظری	عملی	
۱	رمز نگاری پیشرفته	۳	۳	۰	-
۲	پیچیدگی محاسبات	۳	۳	۰	-
۳	امنیت لایه فیزیکی	۳	۳	۰	-
۴	سیستم‌های تشخیص نفوذ	۳	۳	۰	-

۳ـ۱۰ـ دروس تخصصی مشترک بین کلیه گرایش‌ها

جدول **- دروس تخصصی مشترک بین کلیه گرایش‌ها					
ردیف	عنوان درس	تعداد واحد			پیش‌نیاز (هم نیاز)
		مجموع	نظری	عملی	
۱	کاربرد پیشرفته هوش مصنوعی و تحول دیجیتال	۳	۳	۰	-
۲	شبکه‌های عصبی و یادگیری عمیق	۳	۳	۰	-
۳	یادگیری تقویتی	۳	۳	۰	-
۴	مباحث ویژه	۳	۳	۰	-
۵	مباحث ویژه صنعتی	۳	۳	۰	-
۶	آزمایشگاه تخصصی	۱	۰	۱	-
۷	کسب مهارت در صنعت	۱	۰	۱	-

۳ـ۱۱ـ دروس ویژه مقطع کارشناسی ارشد

جدول **- دروس ویژه مقطع کارشناسی ارشد					
ردیف	عنوان درس	تعداد واحد			پیش‌نیاز (هم نیاز)
		مجموع	نظری	عملی	
۱	روش پژوهش	۱	۱	۰	-
۲	سمینار کارشناسی ارشد	۱	۱	۰	-
۳	پایان نامه	۶	۶	۰	-

۳ـ۱۲ـ دروس ویژه مقطع دکتری

جدول **- دروس ویژه مقطع دکتری					
ردیف	عنوان درس	تعداد واحد			پیش‌نیاز (هم نیاز)
		مجموع	نظری	عملی	
۱	سمینار دکتری ۱ *	۰	۰	۰	-
۲	سمینار دکتری ۲ *	۰	۰	۰	
۳	دستیار تدریس **	۰	۰	۰	-
۴	رساله	۱۸	۱۸	۰	-

* در صورت تصویب معاونت آموزشی دانشگاه مجری، ارزش این دروس می‌تواند یک واحد نظری باشد.

** در صورت تصویب معاونت آموزشی دانشگاه مجری، ارزش این درس می‌تواند یک واحد عملی باشد

۳ـ۱۳ـ نحوه انتخاب دروس الزامی و اختیاری در مقطع کارشناسی ارشد (کلیه گرایش‌ها)

در همه گرایش‌های کارشناسی ارشد مهندسی برق، نحوه اخذ دروس بر اساس جدول زیر خواهد بود.

جدول **: دروس الزامی و اختیاری دوره کارشناسی ارشد مهندسی برق (کلیه گرایش‌ها)

نوع درس	واحد قابل اخذ	مشخصات
الزامی	**حداقل ۱۲ واحد**	ـ دروس تخصصی الزامی گرایش مربوطه
	۲ واحد	ـ روش پژوهش ـ سمینار کارشناسی ارشد
اختیاری	**حداکثر ۱۲ واحد**	ـ دروس تخصصی اختیاری گرایش مربوطه ـ دروس مشترک گرایش‌ها (جدول **) ـ حداکثر ۲ درس از دروس تخصصی سایر گرایش‌ها با نظر استاد راهنما ـ حداکثر یک درس خارج از رشته با نظر استاد راهنما
پایان‌نامه	**۶ واحد**	ـ پایان نامه
مجموع	۳۲ واحد	

تبصره ۱: دانشگاه مجری می‌تواند در صورت صلاحدید، ۲ درس «روش پژوهش» و «سمینار کارشناسی ارشد» را به صورت یک درس ۲ واحدی ارائه نماید.

۳ـ۱۴ـ نحوه انتخاب دروس الزامی و اختیاری در مقطع دکتری

با وجود این که مقطع دکتری رشته مهندسی برق فاقد گرایش است دانشجویان موظف هستند بر اساس توضیحات مندرج در بند (۱ـ۳) این برنامه، دروس خود را در راستای یکی از ۴ زمینه تخصصی الکترونیک، قدرت، کنترل و یا مخابرات اخذ نمایند و رساله خود را نیز در همان زمینه به انجام برسانند. بنابراین، نحوه اخذ دروس در مقطع دکتری بر اساس جدول زیر خواهد بود.

جدول **: دروس الزامی و اختیاری دوره دکتری مهندسی برق (زمینه تخصصی الکترونیک، قدرت، کنترل یا مخابرات)

نوع درس	واحد قابل اخذ	مشخصات
الزامی	**حداقل ۱۲ واحد**	دروس تخصصی الزامی یا اختیاری در یکی از ۴ زمینه مهندسی برق: ۱) الکترونیک (مدارهای مجتمع الکترونیک؛ افزاره‌های میکرو/نانو الکترونیک؛ الکترونیک دیجیتال) ۲) قدرت (سیستم‌های انرژی الکتریکی؛ الکترونیک قدرت و ماشین‌های الکتریکی) ۳) کنترل ۴) مخابرات (مخابرات میدان و فوتونیک؛ مخابرات سیستم و شبکه؛ مخابرات امن و رمزنگاری) تبصره ۱ و ۲ ملاحظه شود.
اختیاری	**حداکثر ۶ واحد**	ـ دروس مشترک گرایش‌ها (جدول **) ـ دروس تخصصی سایر گرایش‌ها ـ حداکثر دو درس خارج از رشته با نظر استاد راهنما ـ دستیار تدریس
رساله	**۱۸ واحد**	ـ رساله
مجموع	۳۶ واحد	

تبصره ۱: دانشجویان دکتری که دانش‌آموخته رشته دیگری غیر از مهندسی برق هستند و یا زمینه تخصصی آنها در دوره دکتری با گرایش مقطع کارشناسی ارشدشان متفاوت است ملزم هستند بنا به زمینه تخصصی خود، دروس ستاره‌دار جدول دروس تخصصی را به عنوان درس الزامی اخذ نمایند.

تبصره ۲: اخذ دروس سمینار دکتری ۱ و ۲ برای دانشجویان دکتری الزامی است.

فصل سوم

ویژگی‌های دروس

نام درس (فارسی):	مدارهای مجتمع خطی (CMOS)						
نام درس (انگلیسی):	Analog Integrated Circuit						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- آشنایی مختصر با تکنولوژی ساخت ترانزیستورهای MOS
- اصول کار ترانزیستورهای MOS
- تقویت‌کننده های CMOS
  - تقویت‌کننده سورس مشترک
  - تقویت‌کننده درین مشترک
  - تقویت‌کننده گیت مشترک
  - تقویت‌کننده folded-cascode
- منابع جریان
- تقویت‌کننده‌های تفاضلی (Differential Amplifiers)
  - مشخصه سیگنال بزرگ
  - زوج تفاضلی با بار فعال
  - رفتار مد مشترک زوج تفاضلی
- پاسخ فرکانسی تقویت‌کننده‌های CMOS
- بررسی رفتار نویز تقویت‌کننده‌های CMOS

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Razavi B., Design of Analog CMOS Integrated Circuits, 2nd Edition, 2017.
- Allen P. E., Holberg D. R, CMOS Analog Circuit Design, 2nd Edition, 2002.
- Johns D. A, Martin K. Analog Integrated Circuit Design, 1997.
- Gray P. R., Hurst P. J., Lewis S. H. and Meyer R. G., Analysis and Design of Analog Integrated Circuits, 5th Edition, 2009.
- Gregorian R., Temes G. C., Analog Integrated Circuit for Signal Processing, 1986.
- Dehghani R., Design of CMOS Operational Amplifiers, Artech House, 2013

نام درس (فارسی):	تئوری و فناوری ساخت افزاره های نیمه رسانا						
نام درس (انگلیسی):	Semiconductor theory and Manufacturing Technology						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مقدمه‌ای بر فناوری سیلیکون
- مروری بر فناوری CMOS
- رشد بلور سیلیکون و آماده سازی ویفر: خواص و مشخصه‌یابی آن
- آشنایی با ابزارهای اندازه‌گیری در فرایند ساخت نیم‌رسانا
- ویژگی‌ها و تمهیدات لازم (اتاق تمیز و تمیزکاری قطعه) برای تولید افزاره‌های نیم‌رسانا
- لیتوگرافی
- رشد اکسید حرارتی و خواص و مشخصه‌یابی آن
- نفوذ آلاینده‌ها
- کاشت یونی
- مقدمه بر پلاسما در کاربرد آن در فرایند ساخت
- لایه‌نشانی لایه‌های نازک
- زدایش
- مراحل پسین خط تولید (backend-of-the-line) شامل اتصالات فلزی، سیلیساید سازی و فرایند Damascene
- یکپارچه‌سازی فرآیند (CMOS، LOCOS، STI و برخی مثال‌های دیگر)
- معرفی فناوری‌های نسل جدید: FinFET، ساختار مبتنی بر کربن

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Plummer, J. D., Deal, M. D., & Griffin, P. D. Silicon VLSI Technology, Fundamentals, Practice and Modeling (US edition), Pearson College Div, 2020.
- Campbell, S. A. Fabrication Engineering at the Micro and Nanoscale (4th), Oxford University Press, 2012.
- Franssila, S. Introduction to Microfabrication, Wiley, 2004.
- Jaeger, R. C. Introduction to Microelectronic Fabrication (2nd), Prentice Hall, 2002.
- May, G. S., & Sze., S. M. Fundamentals of Semiconductor Fabrication, Wiley, 2003.
- Xiao, H. Introduction to Semiconductor Technology (2nd ed.), SPIE Press, 2012.
- Sze, S. M. & Lee, M. K. Semiconductor Devices: Physics and Technology (3rd ed.), Wiley, 2013.
- Geng, H.. Semiconductor manufacturing handbook, 2nd ed. McGraw-Hill Education, 2018

نام درس (فارسی):	مدارهای مجتمع خیلی فشرده (VLSI)						
نام درس (انگلیسی):	Very Large Scale Integrated (VLSI) Circuits						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مرور مراحل مختلف ساخت ترانزیستور مسفت و مقایسه تکنولوژی‌های مختلف
- کاربرد ترانزیستور بعنوان سوئیچ در پیاده‌سازی مدارهای دیجیتال
- مشخصات ترانزیستور مسفت، پارامترهای مربوط به طراحی و پروسه ساخت
- آنالیز DC خانواده منطقی CMOS، بررسی طراحی خانواده‌های ratioed و non-ratioed
- پروسه طراحی مدارهای CMOS و BICMOS
- بررسی مقادیر مقاومت، خازن، و مدل‌های مختلف مربوط به تاخیر زمانی Logical effort و Stage ratio
- بررسی پارامتر توان مصرفی در مدارهای مجتمع
- مدارهای منطقی دارای چند ورودی پالس ساعت
- خانواده‌های منطقی استاتیک و دینامیک
- بررسی روش‌های مختلف طراحی، مقایسه روش‌های Custom Design و Semi-Custom Design
- مدل‌های Scaling
- مدارهای I/O
- طراحی مدارهای با قابلیت تست

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- N. Weste and D. Harris, CMOS VLSI Design, A Circuit and Systems Perspective, 4th ed., Addison Wesley, 2010.
- J. Rabaey, A. Chandrakasan and Bl Nikolic, Digital Integrated Circuits: A Design Perspective, 2nd ed., Prentice- Hall, 2003.
- D. A. Pucknell and K. Eshraghian, Basic VLSI Design, 3rded., Prentice- Hall, 1994.
- R.J. Baker, CMOS Circuit Design, Layout, and Simulation, 4nd ed., IEEE press, 2019
- S. Kang and Y. Leblebici, CMOS Digital Integrated Circuits Analysis and Design, McGraw- Hill, 2003
- H. Kaeslin, Digital Integrated Circuit Design, from VLSI Architectures to CMOS Fabrication, Cambridge University Press, 2008

نام درس (فارسی):	مدارهای مجتمع فرکانس رادیویی(RFIC)						
نام درس (انگلیسی):	Radio Frequency Integrated Circuits						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مقدمه : مبانی مخابرات بی‌سیم و طراحی سیستم RF
- معماری‌های گیرنده/ فرستنده
- مبانی طراحی مدار RF
- تقویت کننده‌های فرکانس بالا و میکسرها
- نوسانگرها
- سنتز کننده‌های فرکانس و مدارهای دیجیتال فرکانس بالا
- تقویت کننده‌های توان

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- T. Lee, The Design of CMOS Radio- Frequency Integrated Circuits,2nd ed., Cambridge, 2003.
- B. Razavi, RF Microelectronics, 2nd ed., Prentice- Hall, 2001.
- D. Pozar, Microwave and RF Design of Wireless Systems, Wiley, 2000.
- J. Crols and M. Steyaert, CMOS Wireless Transceiver Design, Springer, 1997.
- J. Rogers and C. Plett, Radio Frequency Integrated Circuit Design, Artech House, 2003.

نام درس (فارسی):	**مبدل های داده مجتمع (A/D, D/A)**						
نام درس (انگلیسی):	Integrated Data Converters						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	**۳**	**واحد نظری:**	**۳**	**واحد عملی:**	**۰**	**تعداد ساعت:**	**۴۸**
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مقدمه :کاربردها، معیارهای ارزیابی (پویا و ایستان)
- مدارهای نمونه‌بردار و نگهدارنده (Sample & Hold)
- ساختارهای مختلف مبدل‌های D/A
- ساختارهای مختلف مدارهای A/D : Flash، Two- Step، Pipeline، Interleaved، ...، بررسی حالت‌های غیر ایده‌ال
- مبدل‌های بیش نمونه‌بردار : مدولاسیون سیگما- دلتا، شکل‌دهی نویز، خطای چندی‌سازی، فیلترهای درون یابی و چند- یکی(Decimation)
- افزایش دقت مدارهای مبدل، حذف افست، کالیبراسیون

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- B. Razavi, Principles of Data Conversion System Design, Wiley- IEEE Press, 1995.
- R. J. Baker, CMOS Circuit Design, Layout, and Simulation, 4rd ed., Wiley- IEEE Press, 2019.
- R. J. Baker, CMOS: Mixed- Signal Circuit Design, 2nd ed., Wiley- IEEE Press, 2008.
- S. R. Norsworthy, R. Schreier, and G. C. Temes, Delta- Sigma Data Converters Theory, Design, and Simulations, Wiley- IEEE Press, 1996.
- G. Manganaro, Advanced Data Converters, Combridege University Press, 2012.

نام درس (فارسی):	ابزار دقیق پیشرفته الکترونیکی						
نام درس (انگلیسی):	Advanced electronic instrumentation						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- معرفی سیستم‌های اندازه گیری و مدارات واسط مورد نیاز جهت اندازه‌گیری‌های دقیق کمیت‌های فیزیکی
- معرفی حسگرها و ترانسدیوسرها با تاکید بر مدل مداری
- آشنایی با خصوصیات افزاره‌های غیر فعال الکترونیک
- مبانی پیشرفته طراحی با تقویت‌کننده عملیاتی و تقویت‌کننده‌های ابزار
- طراحی مدارهای واسط ومبدل حسگر (مبدل جریان، امپدانس، فرکانس)
- طراحی مراجع دقیق ولتاژ و جریان
- بررسی مدارات ابزاردقیق بیومدیکال
- تکنیکهای کاهش نویز الکترونیکی
- آشنایی با روشهای همزمان در اندازه‌گیری با نویز

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- S. Franco, Design with operational amplifiers and analog integrated circuits, McGraw Hill, 2015.
- C. Kitchin and L. Counts, A designers guide to instrumentation amplifiers, Analog Devices, 2006.
- J. Wilson, Sensor Technology Handbook, Elsevier-Newnes 2005.
- L.T. Harrison, Current sources and voltage references, Elsevier- Newnes 2005.

نام درس (فارسی):	مدارهای مجتمع توان پایین						
نام درس (انگلیسی):	Low Power Integrated Circuits						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مقدمه : توان و انرژی در مدارهای مجتمع، انگیزه طراحی مدارهای توان پایین، نشتی در ترانزیستورهای نانو متری، معیار حاصل ضرب توان در تأخیر
- مدارهای منطقی و سلول‌های پایه : گیت‌های ایستای CMOS، گیت‌های عبور، گیت‌های پویا
- فناوری‌های ساخت : چند ولتاژ آستانه، چند ولتاژ تغذیه، توان پایین (نشتی پایین)، تغییر اندازه ترانزیستورها، حافظه‌های توان پایین
- تکنیک‌های مدار کاهش توان : ایستا و پویا، دروازه‌بندی پالس ساعت، دروازه‌بندی تغذیه، تغییر دینامیک تغذیه، تغییر دینامیک توان مصرفی، مدارهای با فعالیت کم
- تکنیک‌های توان پایین در سطح الگوریتم : بلوک‌های محاسباتی توان پایین، خط لوله، ساختارهای موازی، کدگذاری FSM، بازچینی ورودی‌ها و خازن موثر، جابجایی زمانی توان پایین
- مدارهای آنالوگ توان پایین : مدار زیر آستانه ترانزیستور، عملکرد گیت‌ها و مدارهای ساده محاسباتی در زیر آستانه، عملکرد حافظه و فلیپ فلاپ‌ها در زیر آستانه، ترانزیستورهای Trigate و FinFET، تقویت کننده‌های ولتاژ پایین، مبدل‌های توان پایین

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Wang, B. H. Calhounm and A. P. Chandrakasan, Sub- Threshold Design for Ultra Low Power Systems, Springer, 2006.
- Piguet, Low Power CMOS Circuits, Technology, Logic Design and CAD Tools, CRC, 2006.
- M. Pedram and J. Rabaey, Power Aware Design Methodologies, Kluwer, 2002.
- J. M.Rabaey, Low Power Design Essentials, Spinger, 2009.
- M. Keating, D. Flynn, R. Aitken, A. Gibbons, and K. Shi, Low Power Methodology Manual for System- on- Chip Design, Synopsys, 2007.
- S. P. Mohanty, N. Ranganathan, E. Kougianos, and P. Patra, Low- Power High- Level Synthesis for Nanoscale CMOS Circuits, Springer, 2008.
- S. Bhunia andS. Mukhopadhyay (eds.), Low- Power Variation- Tolerant Design in Nanometer Silicon, 2011.
- M. Steyaert, A. V. Roermund, and A. Baschirotto, Analog Circuit Design, Low Voltage Low Power, Short Range Wireless Front- Ends, Power Management and DC- DC, Springer, 2012.
- N. K. Jha and D. Chen, Nanoelectronic Circuit Design, Springer, 2011.
- Tajalli and Y. Leblebici, Extreme Low Power Mixed Signal IC Design, Springer, 2010.

نام درس (فارسی):	مدارهای مجتمع خطی پیشرفته (CMOS)						
نام درس (انگلیسی):	CMOS Analog Integrated Circuit						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- تقویت کننده های عملیاتی CMOS با خروجی تک سر: مشخصات کلی تقویت کننده های عملیاتی، ساختارهای مختلف تقویت کننده های عملیاتی (تقویت کننده عملیاتی دو طبقه، تقویت کننده عملیاتیtelescopic cascode ، تقویت کننده عملیاتیfolded-cascode، تقویت کننده عملیاتی آینه جریان، تقویت کننده عملیاتی Rail to Rail input)
- تقویت کننده های عملیاتی CMOS دیفرانسیل کامل: مدار CMFB، معرفی چند ساختار مختلف
- طبقات خروجی CMOS (Output stages)، بقه خروجی Class-A، بررسی چند مدار طبقه خروجی Class-AB
- مدارهای مولد ولتاژ و جریان مرجع CMOS

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Dehghani R., Design of CMOS Operational Amplifiers, Artech House, 2013.
- Razavi B., Design of Analog CMOS Integrated Circuits, 2nd Edition, 2017.
- Allen P. E., Holberg D. R, CMOS Analog Circuit Design, 2nd Edition, 2002.
- Johns D. A, Martin K. Analog Integrated Circuit Design, 1997.
- Gray P. R., Hurst P. J., Lewis S. H. and Meyer R. G., Analysis and Design of Analog Integrated Circuits, 5th Edition, 2009.

نام درس (فارسی):	**زبان توصیف سخت افزار (VHDL)**						
نام درس (انگلیسی):	VHDL						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	**۳**	**واحد نظری:**	**۳**	**واحد عملی:**	**۰**	**تعداد ساعت:**	**۴۸**
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مرور کلی بر روند ساخت مدارهای دیجیتال
- Y-Chart و سطوح مختلف بیان یک مدار
- زبان VHDL (ساختار و دستور العمل‌ها)
- زمان‌بندی سیگنال‌ها در VHDL
- طراحی مدار در سطوح مختلف: طراحی در سطح الگوریتم (Algorithmic Level Design)، طراحی در سطح رجیستر (Register Level Design)، طراحی در سطح گیت (Gate Level Design)
- زمان‌بندی (Scheduling)، تخصیص منابع (Resource Allocation) و بهینه‌سازی (Optimization)
- تطبیق عبارات VHDL و سخت‌افزار به یکدیگر
- AMS-VHDL

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- J. Armstrong, and G. Gary, Structured Logic Design with VHDL, Prentice Hall, 1993.
- Z. Navabi, VHDL, Analysis and Modeling of Digital Systems, 2nd ed., McGraw-Hill,1997.
- G.D. Micheli, Synthesis and Optimization of Digital Circuits, McGraw-Hill, 1994.
- S. Brown, Z. Vranesic, Fundamentals of Digital Logic with VHDL Design, 3rd ed., McGraw-Hill, 2017.
- U. Heinkel, et al, The VHDL Reference: A Practical Guide to Computer-Aided Integrated Circuit Design including VHDL-AMS, Wiley, 2000

نام درس (فارسی):	**مدارهای مجتمع یکپارچه ریز موج**						
نام درس (انگلیسی):	Monolithic Microwave Integrated Circuits (MMIC)						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	**۳**	**واحد نظری:**	**۳**	**واحد عملی:**	**۰**	**تعداد ساعت:**	**۴۸**
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مقدمه : آشنایی با MMIC
- مرور مبحث میدان‌ها و امواج و خطوط انتقال
- فناوری ساخت تراشه های ریزموج
- افزاره‌های فعال در فناوری MMIC
- افزاره‌های غیر فعال ریز موج
- ابزارهای طراحی
- تقویت کننده‌های ریزموج
- نوسان سازهای ریزموج مجتمع
- مخلوط کننده ها و مدارات غیرخطی
- ضرب کننده‌ها و تقسیم کننده‌های فرکانس
- سوئیچ‌ها، تضعیف کننده‌ها و تغییر دهنده‌های فاز

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- D. Robertson and S. Lucyszyn, RFIC and MMIC Design and Technology, 2nd ed., IET Publications, 2001.
- Bahl and P. Bhartia, Microwave Solid State Circuit Design, 2nd ed., Wiley, 2003.
- S. Marsh, Practical MMIC Design, Artech House, 2006.
- G. Vendelin, A. Pavio and U. Rohde, Microwave Circuit Design Using Linear and Nonlinear Techniques, Wiley, 2010.
- D. Pozar, Microwave Engineering, 4th ed., Wiley, 2011.
- M. Golio, RF and Micorwave Semiconductor Device Handbook, CRC Press, 2002.

نام درس (فارسی):	مدارهای زیست الکترونیک						
نام درس (انگلیسی):	Bioelectronic Circuits						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مقدمه‌ای بر طراحی مدار مجتمع، پردازش سیگنال بسیار کم توان، نقطه بهینه ورود به حوزه دیجیتال در سیستم های سیگنال مخلوط، میکروسیستم‌های پزشکی کاشتنی، نقطه بهینه برای دیجیتالی شدن در سیستم سیگنال مخلوط، زیست شناسی و مدارهای واسط و معیارهای صلاحیت و عملکرد، تجهیزات کاشتنی برای دورسنجی پزشکی، میکروسیستم زیست پزشکی کاشتنی؛
- اصول طراحی بسیار کم مصرف، مدارهای زیست الکترونیک آنالوگ کم توان، ناحیه زیرآستانه، مدل سیگنال کوچک در ناحیه زیرآستانه؛
- تقویت‌کننده‌های کم توان امپدانس انتقالی، تقویت‌کننده‌های کم توان رسانایی انتقالی، فیلترهای کم توان، مدارهای مد جریان کم توان، مبدل‌های داده آنالوگ به دیجیتال؛
- روش‌های تامین توان، میدان دور و میدان نزدیک، لینک‌های بی‌سیم القایی توان، اصول لینک سلفی، طراحی بهینه یک نمونه از لینک‌های القایی رزونانسی؛
- انتقال داده با سرعت بالا با لینک سلفی، گیرنده با مدولاسیون عرض پالس، گیرنده با مدولاسیون عرض پالس.

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

Sappeshkar, R. Ultra low power bioelectronics (1st ed.). Cambridge University Press, 2010.
Iniewski, K. VLSI circuits for biomedical applications, (1st ed.). USA: Artech House, 2008.
Nikita, K. (Ed. Handbook of biomedical telemetry, (1st ed.). USA: IEEE Wiley, 2014.
Iniewski, K. (Ed). CMOS biomicrosystems: where electronics meet biology, (1st ed.). USA: John Wiley & Sons, 2011.
E. Romero, E. Powering Biomedical Devices, Academic Press ,Elsevier, 2013.
Carrara, S., Iniewski, K. Handbook of Bioelectronics: Directly Interfacing Electronics and Biological Systems (1st ed.). Cambridge University Press, 2015.
Sonkusale, S., Shojaei, M., Aeron, S. Flexible Bioelectronics with Power Autonomous Sensing and Data Analytics (1st ed.). Springer Cham, 2022.

نام درس (فارسی):	الکترونیک لیزر						
نام درس (انگلیسی):	Laser Electronics						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مروری بر نظریه الکترومغناطیس
- نور هندسی و موجی
- موجبرهای نوری
- کاواک‌های نوری
- نظریه کوانتومی تعامل نور با ماده و تابش در سیستم‌های اتمی
- نظریه نوسان لیزر
- نظریه قفل فاز در لیزرها
- لیزرهای نیمه‌هادی
- لیزرهای با ناحیه فعال چاه، سیم و نقطه کوانتومی
- لیزرهای پیشرفته و لیزرهای تک مد مبتنی بر ساختارهای پریودیک
- تقویت کننده‌های نوری
- نظریه نویز در سیستم‌های لیزری
- نظریه لیزرهای مولد پالس‌های فوق باریک (فمتو ثانیه‌ای) جهت استفاده در مخابرات نوری پهن باند

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- J. T. Verdyan, Laser Electronics, 3rd ed., Prentice Hall, 1995.
- Yariv, and P. Yeh, Photonics: Optical Electronics in Modern Communications, 6th ed., Oxford University Press, 2006.
- S. L. Chuang, Physics of Optoelectronic (Photonic) Devices, 2nd ed., Wiley, 2009.
- L. A. Coldren, S. W. Corzine, and M. L. Mashanovitch, Diode Lasers and Photonic Integrated Circuits, 2nd ed., Wiley, 2012.

نام درس (فارسی):	**مدارهای پهن باند**						
نام درس (انگلیسی):	Wide-Band Circuits						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	**۳**	**واحد نظری:**	**۳**	**واحد عملی:**	**۰**	**تعداد ساعت:**	**۴۸**
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- معرفی سیستم‌های پهن باند بی‌سیم
- معرفی سیستم‌های پهن باند مخابرات نوری
- روش‌های افزایش پهنای باند مدارها
- طراحی تقویت کننده‌های پهن باند
- طراحی نوسان‌سازهای پهن باند
- مدارهای موج میلی‌متری

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- E. Sackinger, Broadband Circuits for Optical Fiber Communication, Wiley, 2005.
- B. S. Virdee, B. Y. Banyamin and A. S. Virdee, Broadband Microwave Amplifiers, Artech House, 2005.
- C. Hermans and M. Steyaert, Broadband Opto- Electrical Receivers in Standard CMOS, Springer, 2007.
- Niknejad and H. Hashemi (eds), mm- Wave Silicon Technology: 60 GHz and Beyond, Springer, 2008.

نام درس (فارسی):	فیلترهای مجتمع						
نام درس (انگلیسی):	Integrated Filters						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- نظریه طراحی فیلتر
- فیلترهای فعال مقاومت خازن (Active RC)
- فیلترهای MOSFET- C
- فیلترهای Gm- C
- فیلترهای Current- Mode
- فیلترهای سوئیچ خازنی

فیلترهای فرکانس بالا

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- M. Ghausi and K. Laker, Modern Filter Design, SciTech Publishing, 2003.
- V. S. L. Cheung and H. C. Luong, Design of Low Voltage CMOS Switched Capacitor Systems, Kluwer, 2003.
- Y. P. Tsividis and J. O. Voorman, Integrated Continous- Time Filters, IEEE Press, 1993.

B. Nauta, Analog CMOS Filters for Very High Frequencies, Springer, 1993.

نام درس (فارسی):	**سیستم بر تراشه**						
نام درس (انگلیسی):	**System on Chip**						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	**۳**	**واحد نظری:**	**۳**	**واحد عملی:**	**۰**	**تعداد ساعت:**	**۴۸**
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- تعریف مدلسازی و اهمیت سیستم‌های نهفته روی تراشه
- زمان بندی کارها، مدیریت منابع و حافظه در سیستم‌های روی تراشه
- مدیریت توان مصرفی و حرارت در سیستم‌های نهفته بی درنگ
- طراحی سیستم‌های نهفته چند تراشه‌ای
- مدلسازی وتحلیل کارایی و قابلیت اتکا در سیستم‌های نهفته بی درنگ
- تحلیل و ارزیابی سیستم‌های نهفته بی درنگ توزیع شده، سیستم‌های سایبرفیزیکال
- بهینه سازی سیستم‌های روی تراشه، طراحی هم تراز سیستم‌های نرم‌افزار/سخت‌افزار
- CPUهای نهفته، پردازنده‌هایARM ، پردازنده‌های ARM اصول برنامه نویسی
- سیستم عامل های بی درنک از قبیلRTX, VX works
- SystemC
- مشخصات هم طراحی سیستم‌های نهفته بی درنگ، زمان بندی زمان واقعی و اولویت معکوس
- قابلیت اطمینان سیستم جاسازی شده و تحمل خطا، سیستم‌های نهفته روی تراشه‌های قابل برنامه ریزی

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- David J. Greaves. *Modern system on chip design by ARM*. ARM education media, 2022.
- Joseph Yiu *System-on-Chip Design with Arm® Cortex®-M Processors: Reference Book*, Arm Education Media.

نام درس (فارسی):	**طراحی مدارهای مجتمع خیلی فشرده دیجیتال، از RTL تا GDSII**						
نام درس (انگلیسی):	Digital VLSI Design, from RTL to GDSII						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	**۳**	**واحد نظری:**	**۳**	**واحد عملی:**	**۰**	**تعداد ساعت:**	**۴۸**
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مقدمه‌ای بر روند طراحی مدارهای مجتمع خیلی فشرده دیجیتال
- آشنایی با نحوه کد نویسی (Verilog) قابل سنتز
- سنتز مدار
- آنالیز زمانی ایستا (استاتیک)
- آشنایی با حوزه فیزیکی (Physical Domain)
- تعیین مکان (placement) بلوک‌های مدار
- سنتز درخت کلاک
- برقراری ارتباطات بین واحدهای مدار (Routing)
- بسته‌بندی تراشه (Packaging)
- طراحی برای تست تراشه

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- N. H.E. Weste, D.M. Harris, CMOS VLSI Design, Addison-Wesley, 2011.
- J.M. Rabaey, A. Chandrakasan, and B. Nikolic, Digital Integrated Circuits, Prentice Hall, 2003.
- Cadence Support (support.cadence.com)
- Synopsys SolveNet (solvenet.synopsys.com)

نام درس (فارسی):	افزاره های نیم رسانا						
نام درس (انگلیسی):	Semiconductors Devices						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مرور فیزیک نیم‌رساناها
- پیوندهای p-n ناهمگون
- پیوندهای تونلی و سازوکارهای تونل‌زنی
- پیوندهای شاتکی در قالب مدل‌های TFE،TE و FE
- افزاره‌های مبتنی بر خازن‌های MOS
- MOSFET
- مباحث پیشرفته در افزاره‌های BJT شامل HBT
- افزاره‌های پیشرفته MODFET، MESFET،JFET
- افزاره‌های فرکانس بالا مانند افزاره‌های تونل‌زنی و IMPATT
- افزاره‌ها با ساختار کوانتومی
- افزاره‌های FinFET و چندگیتی
- افزاره های نوری

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Sze, S. M., Li, Y., & Ng, K. K. *Physics of semiconductor devices, 4th* ed., John wiley & sons, 2021.
- Shur, M. Physics of Semiconductor Devices, Updated Edition, Pearson, 2019.
- Colinge, J. P., & Colinge, C. A. *Physics of semiconductor devices*. Springer Science & Business Media, 2005.
- Colinge, J. P. (Ed.). *FinFETs and other multi-gate transistors*. New York: Springer, 2008.
- Brennan, K. F. *Introduction to semiconductor devices: for computing and telecommunications applications*. Cambridge University Press, 2005.
- Taur, Y., & Ning, T. H. *Fundamentals of modern VLSI devices, 3rd ed*. Cambridge university press, 2021.
- Sze, S. M., Lee, M. K. Semiconductor Devices: Physics and Technology, 3rd ed., John wiley & sons, 2103.

نام درس (فارسی):	**مکانیک کوانتومی**						
نام درس (انگلیسی):	Quantum Mechanics						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	**۳**	**واحد نظری:**	**۳**	**واحد عملی:**	**۰**	**تعداد ساعت:**	**۴۸**
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- معادله موج شرودینگر وابسته و مستقل از زمان
- نوسان‌گر هارمونیک
- عملگرها و حالتهای ویژه در مکانیک کوانتومی
- عملگر ممان زاویه‌ای در مکانیک کوانتومی
- ذرات در میدان‌های پتانسیل متقارن کروی و اتم هیدروژن
- روش‌های تقریب در مکانیک کوانتومی و نظریه اختلال
- نظریه نوارهای انرژی الکترون‌ها در بلورها
- اسپین الکترون و ماتریس‌های پاولی
- سیستم‌های بس ذره ای، فرمیون‌ها و بوزون‌ها و آمار کوانتومی
- حالات خالص و مختلط و ماتریس‌های چگالی
- عملگرهای خلق و فنا و عملگرهای میدان و کوانتش نوع دوم
- کوانتیزه شدن امواج الکترومغناطیسی و گسیل خود بخودی

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- D. Miller, Quantum Mechanics for Scientists and Engineers, Cambridge University Press, 2008.
- W. Greiner, Quantum Mechanics: An Introduction, Springer, 2001.
- D.J. Griffiths, D. F. Schroeter, Introduction to Quantum Mechanics, Plenum Press, 2008.
- A.F.J. Levi, Applied Quantum Mechanics, Cambridge University Press, 2012.

نام درس (فارسی):	افزاره‌های ذخیره انرژی ۱						
نام درس (انگلیسی):	Energy Storage Devices 1						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- منابع انرژی
- مقدمه‌ای بر باتری‌ها و انواع مواد الکترودی
- پارامترهای تعیین‌کننده در کارایی یک باتری
- تلفات اهمی
- تلفات اکتیواسیون
- تلفات تراکم: دیفیوژن در باتری
- پروفایل ولتاژ باتری
- مقدمه‌ای بر مشخصه‌یابی‌های ذخیره‌سازهای انرژی به صورت الکتروشیمیایی: ولتامتری چرخه‌ای

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Bard, Allen J., Faulkner, Larry R., White, Henry S, Electrochemical Methods: Fundamentals and Applications, Wiley, 2022.
- John Newman, Karen E. Thomas-Alyea, Electrochemical Systems, Electrochemical Society Series, 2020.
- Peter Atkins, Julio de Paula. W.H. Freeman, Atkin’s Physical Chemistry, 2012.
- F. Torabi, P. Ahmadi, Simulation of Battery Systems, Fundamentals and Applications, Academic Press, Elsevier, 2019.
- R. A. Huggins, Advanced Batteries: Materials Science Aspects, Springer, 2009.

نام درس (فارسی):	فیزیک حالت جامد پیشرفته						
نام درس (انگلیسی):	Advanced Solid States Physics						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- ساختار بلوری و شبکه معکوس
- قید (Bonding) اتمی و انواع بلور
- امواج صوتی و فونون ها
- خواص گرمائی مواد حالت جامد
- ساختارهای اتمی
- تئوری الکترون آزاد
- تئوری ساختارهای باند و رسانائی الکترونی
- سطوح فرمی و رساناها.
- اصول نیمه هادی و پیوند.PN
- پلاسمون ها، پلاریتون ها و پلارون ها
- عایق ها و خواص اپتیکی

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Kittle, Introduction to solid states physics, John Wiley and Sons, 2005.
- S. Wang, Fundamentals of semiconductor theory and device physics, Prentice-Hall, 1989.
- N. W. Ashcroft, N. D. Mermim, Solid state physics, Holt Rinehart Winston, 1986.
- Pierret, Advanced Semiconductor Fundamentals, Prentice Hall, 2002.
- Moliton, Solid State Physics for Electronics, John Wiley & Sons, 2009.

نام درس (فارسی):	نانوالکترونیک						
نام درس (انگلیسی):	Nanoelectronics						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مقدمه : تاریخچه افزاره‌های الکترونیکی و نانومتری، مشکلات MOSFTEهای نانومتری، مفاهیم اولیه انتشار جریان در ساختارهای نانومتری، کوانتیزه شدن رسانایی الکتریکی، اثر جریان حامل‌ها روی پتانسیل الکتریکی، حل سیستم معادلات شرودینگر و پوآسن، استخراج قانون اهم از دیدگاه میکروسکوپیک
- مروری بر کوآنتوم الکترونیک و فراتر از آن : معادله شرودینگر و حل آن در سیستم‌های یک، دو و سه بعدی، حل تحلیلی برای اتم هیدروژن، روش‌های عددی برای حل معادله شرودینگر، فرم ماتریسی معادله و حل آن، حل تکراری معادلات شرودینگر و پوآسن به روش میدان خودسازگار(SCF)، دیدگاه بس‌ذره‌ای و تقریب‌های موجود مانند هارتری- فاک (HF) و نظریه تابعی چگالی (DFT)، ارتباط دیدگاه بس ذره‌ای و تقریب‌های تک ذره‌ای
- توابع پایه : مزیت در حل معادله شرودینگر، مثال ملکول هیدروژن، انواع پیوندهای دو اتمی، انواع توابع پایه و مقایسه آن‌ها، مفهوم ماتریس چگالی
- مفهوم وساختار باندها و زیرباندهای انرژی : سیستم متناوب، بلورهای سه‌بعدی نیم‌رسانا و روش محاسبه، اثر spin-orbit، چگالی حالت‌ها (DOS) در سیستم‌های دو، تک و صفر بعدی، Q-Well، Q-Dot و Q-Wire، محاسبات ساختار باند در انواع نانو لوله‌های کربنیCNTs
- سیستم‌های کوانتومی باز : پهن‌شدگی نوارهای انرژی، همیلتونی، مفهوم خود انرژی در همیلتونی، تبادل ذره، طول عمر و ارتباط با پهن‌شدگی حالت‌های انرژی
- فرمالیزم انتقال تابع گرین غیر تعادلی (NEGF) : محاسبه مشخصه جریان- ولتاژ در سیستم‌های نانومتری، ارتباط با فرمالیزم Landauer-Büttiker در حالت بالستیک، پیاده‌سازی و ترکیب با فرمالیزم DFT در نرم‌افزارهای Transiesta و ATK، چند شبیه‌سازی، لوله‌های نانو، نانو نوار گرافین و نانو مسفت

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- S. Datta, Quantum Transport: Atom to Transistor, Cambridge University Press, 2013.
- S. Datta, Electronic Transport in Mesoscopic Systems, Cambridge University Press, 1997.
- N. W. Ashcroft and N. D. Mermin, Solid State Physics,Cengage Learning, 1976.
- C. Kittel, Introduction to Solid State Physics, 8th ed., Wiley,2004.
- M. Brandbyge, et al, Density-Functional method for Nonequilibrium Electron Transport, Physical Review B, 65, 2002.
- K. Stokbro, et al, Ab-Initio Non-Equilibrium Green's Function Formalism for Calculating Electron Transport in Molecular Devices, Lecture Notes in Physics 680, 117-151, 2005.

نام درس (فارسی):	مشخصه یابی مواد و افزاره های نیم رسانا						
نام درس (انگلیسی):	Semiconductor Material and Device Characterization						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مشخصه‌یابی مقاومت ویژه
- مشخصه‌یابی چگالی حامل
- مشخصه‌یابی اتصالات اهمی و شاتکی
- مشخصه‌یابی ولتاژ آستانه، طول کانال و مقاومت سری
- مشخصه‌یابی نواقص
- مشخصه‌یابی ضخامت اکسید و بارهای سطحی و موبایل
- مشخصه‌یابی قابلیت تحرک حامل
- مشخصه‌یابی‌های مبتنی بر پروب (SPM، AFM، STM)
- مشخصه‌یابی مبتنی بر تکنیک‌های نوری : میکروسکوپ‌های نوری، الیپسومتری، طیف نگاری رامان، فوتولومینسانس
- مشخصه‌یابی با استفاده از تکنیک‌های مبتنی بر اشعه الکترونیکی، یونی، ایکس و گاما

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- D. K. Schroder, Semiconductor Material and Device Characterization, 3rd ed., Wiley- IEEE Press.
- S. M. Sze and K. K. Ng, Physics of Semiconductor Devices, 3rded, Wiley, 2006.
- S. M. Sze and M. K. Lee, Semiconductor Devices: Physics and Technology, 3rd ed., Wiley, 2012.

نام درس (فارسی):	زیست حسگرها						
نام درس (انگلیسی):	Biosensors						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- سیستم‌های زیستی : DNA، پروتئین، سلول
- نانوبیوالکترونیک بر پایه DNA : اسمبل نمودن نانو ذرات فلزی با کمک DNA (ساخت و خواص الکتریکی)، قطعات الکترونیکی بر پایه DNA، شناسایی نوع DNA بوسیله نانو ذرات فلزی، آشکارسازی پتانسیومتریک هیبریداسیون DNA بوسیله ترانزیستورهای FET، اصول قطعات ژنتیک منابع نویز احتمالی (الکترونیک و بیولوژیک)
- نانوبیوالکترونیک بر پایه پروتئین : قطعات شناسایی پروتئین، مروری بر تئوری و مکانیزم‌های انتقال بار در پروتئین ها، حسگری الکتروشیمیایی آنزیم‌ها و پروتئین‌های احیا کننده، حسگرهای بیوالکتریکی بر پایه نانو ساختارها جهت تشخیص بیماری‌های پایه پروتئینی، منابع نویز (الکترونیک و بیولوژیک)
- بیوالکترونیک سلولی : مکانیزم‌های عملکرد زیست حسگرهای سلولی (اندازه گیری امپدانس سلول، محاسبه پتانسیل عمل و شدید الکتریکی سلول)، کاربرد نانو ساختارها در بهبود استخراج سیگنال الکتریکی از غشائ سلول
- حسگر امپدانس سلولی ECIS : رفتار الکتریکی غشائ سلولی (خازنی و مقاومتی)، مدل امپدانس سلولی در حالت‌های تک سلولی و جمعیتی، امپدانس معادل سلول و زیر لایه‌های مختلف، محاسبه حساسیت الکترودهای شانه‌ای ECIS، پروسه ساخت ECIS، مدل مداری معادل در رژیم‌های فرکانس پایین و بالا، منابع نویز احتمالی
- نانوبیوالکترونیک سرطان : اختلالات الکتریکی ایجاد شده در ساختار سلول در حین سرطانی شدن، کاربرد نانو لوله‌های کربنی و لایه-های گرافینی در زیست حسگرهای سرطان
- ساختارهای Bio MEMS/NEMS و کاربرد آنهادر حسگری سلول و پروتئین

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- A. Offenhausser, et al, Nanobioelectronics for Electronics, Biology, and Medicine, Springer, 2009.
- P. Wang, et al, Cell Based Biosensors, Principles and Applications, Artech House, 2010.
- D. L. Nelson and M. M. Cox, Lehninger Principles of Biochemistry, 6th ed., Freeman, 2012.

نام درس (فارسی):	بلورهای فوتونی						
نام درس (انگلیسی):	Photonic Crystals						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مروری بر الکترومغناطیس محیط های ناهمگن
- انتشار موج در سیستم های ناهمگن یک بعدی
- ساختار یک بعدی متناوب
- ساختار دو بعدی متناوب
- شبکه معکوس
- قضیه بلوخ و بسط امواج تخت
- بسط امواج تخت اصلاح شده و تفاضلهای متناهی
- سایر روشهای عددی و نقص در شبکه
- موجبر کاواکهای تزویج شده و توابع ونیر
- تحلیل ساختارهای بلور فوتونی به کمک توابع ونیر و ویژه مودها
- سرعت فاز و گروه و تابع گرین تاخیری
- نظریه گروه در دو بعد
- گروه بندی بلورهای فوتونی و تابش دوقطبی در آنها.
- مبانی اپتیک کوانتومی بلورهای فوتونی، حالات چگالیده و جابجایی لمب.

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- K. Sakoda, Optical Properties of Photonic Crystals, 2nd ed., Springer, 2004.
- J. D. Joannopoulos, S. G. Johnson, J. N. Winn and R. D. Meade, Photonic crystals: Molding the flow of light, 2nd ed., Princeton University Press, 2008.
- K. Busch, S. Lolkes, R. B. Wehrspohn and H. Foll, Photonic Crystals, Advances in Design, Fabrication and Characterization, Wiley, 2004.
- C. Kittel, Introduction to Solid State Physics, 8th ed., Wiley, 2004.
- Yariv and P. Yeh, Optical Waves in Crystals, Wiley, 1983.

نام درس (فارسی):	ابررسانایی						
نام درس (انگلیسی):	Superconductivity						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- حالت ابررسانائی وانواع ابررسانا
- الکترومغناطیس ابررساناها و اثر مایزنر
- پیوند جوزفسون و ساختارهای مبتنی برSQUID
- ساختارهای مایکروویو ابررسانا
- ساختارهای مغناطیسی مبتنی برکابل‌های ابررسانا
- تابش سنج‌ها وآشکارسازهای ابررسانا
- محاسبات کوانتومی بر مبنای ابررسانایی

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- T. Van Duzer, Theodore, and C. W. Turner, Principles of Superconductive Devices and Circuits, vol. 31, Elsevier, 1981.
- W. Buckel, and R. Kleiner, Superconductivity: Fundamentals and Applications, Wiely, 2004.
- H. Padamsee, RF Superconductivity: Volume II: Science, Technology and Applications, Wiley, 2009.
- S. A. Zhou, Electrodynamics of solids and microwave superconductivity, Wiley, 1999.
- Lancaster, J. Mike, Passive Microwave Device Applications of High-Temperature Superconductors, Cambridge University Press, 2006.

نام درس (فارسی):	الکترونیک نوری پیشرفته						
نام درس (انگلیسی):	Advanced Optoelectronics						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- اندر کنش نور با محیط‌های همگن و غیر همگن
- فوتون‌های نوری و صوتی، پاشندگی فونون-پلاریتون
- اکسیتون‌ها : معادله ونیر، جذب و گسیل اکسایتونی
- چاه، سیم و نقطه کوانتومی، ابرشبکه‌ها، چگالی حالات انرژی، جذب نوری در حالت‌های صفر، یک و دوبعدی
- خواص الکترواپتیکی در نیم‌رساناها
- لیزرهای مخابراتی
- تئوری مدولاسیون مستقیم و غیر مستقیم نور
- اثرات نور غیر خطی مرتبه دوم و سوم، اثر کر و پاکلز
- مدولاتورهای الکترواپتیکی : دامنه و فاز، طولی و عرضی، ماخ-زندر، آکوستواپتیک، مگنتو اپتیک، مبتنی بر کاپلر
- مدولاتورهای الکتروجذبی
- آشکارسازهای نوری
- تقویت‌کننده‌های نیم‌رسانای نوری و بررسی انتشار پالس‌های فوق باریک (فمتو ثانیه‌ای)
- روش‌های عددی در تحلیل مدارهای مجتمع نوری(PIC)، روش FD-BPM
- مقدمه‌ای بر نرم افزارهای تجاری شبیه‌سازی فزاره‌های نیم‌رسانا نوری، Silvaco، optiwave، Rsoft، PICS3D، COMSO

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Chuang, S. L. Physics of Photonic Devices (2nd ed.), Wiley. 2009.
- Liu, J. M. Photonic Devices, Cambridge University Press. 2005.
- Coldren, L., Corzine C., & Mashanovitch, M. L. *Diode Lasers and Photonic Integrated Circuits* (2nd ed.), Wiley. 2012.
- Yariv, A. & Yeh, P. *Photonics: Optical Electronics in Modern Communications* (6th ed.), Oxford series2006.
- Pallab, B. *Semiconductor Optoelectronic Devices* (3rd ed.), Pearson, 2003.
- Peyghambarian, N., Koch, S. W. & Mysyrowicz, A. *Introduction to Semiconductor Optics*, Prentice Hall. 1993.
- Piprek. J. *Semiconductor Optoelectronic Devices Introduction to Physics and Simulation*, Academic Press, 2013.
- Tournié, E., & Cerutti, L. *Mid-Infrared Optoelectronics: Materials, Devices, and Applications*. Woodhead publishing:Elsevier. 2019.

نام درس (فارسی):	شبیه سازی افزاره های نیم رسانا						
نام درس (انگلیسی):	Simulation of Semiconductor Devices						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مروری بر نظریه کوآنتومی : تابع موج و معادله شرودینگر، اصل عدم قطعیت، معادله شرودینگر برای چاه پتانسیل تک بعدی، پدیده تونل‌زنی کوآنتوم مکانیکی، مقادیر ویژه و توابع ویژه برای معادله شرودینگر، نمایش دیراک (bra-ket)، حل تحلیلی معادله شرودینگر برای اتم تک الکترونی هیدروژن، مروری بر اوربیتال‌های اتمی و ساختار الکترونی عناصر جدول تناوبی
- معرفی و مرور روش‌های شبیه‌سازی در ابعاد نانومتری و اتمی : روش‌های شبیه‌سازی خواص مواد در ابعاد اتمی (Quantum Hartree- Fock, Monte Carlo)، محاسبه نیروهای بین اتمی و پیدا کردن ساختار اتمی با مینیمم انرژی، ماهیت پیوندهای شیمیایی بین
اتم‌های همسان و غیر همسان
- روش‌های حل معادله شرودینگر در سیستم‌های بس ذره‌ای : الکترون‌ها بعنوان ذرات همسان، تقارن تابع موج سیستم‌های بس ذره‌ای، اصل انحصار پائولی، نوارهای انرژی، تقریب Hartree- Fock، بررسی اتم هلیوم، بسط تابع موج روی توابع پایه متفاوت، تابع موج تخت، مدارهای اسلاتر، توابع گوسی، اربیتال‌های عددی
- نظریه تابع چگالی : قضیه Hohenberg- Kohn، معادلات Kohn- Sham برای سیستم‌ای بس ذره‌ای، تابع انرژی Exchange- Correlantion، محاسبه نیروهای بین اتمی درDFT، مقایسه DFT با روشHF، کاربردهای عملی، محاسبه آرایش اتمی و خواص الکترونی ساختارهای نانو
- پیاده‌سازی‌های مختلف DFT، نرم‌افزارهای کاربردی و کاربردها : پیاده‌سازی بر اساس موج‌های تخت (ABINIT, Quantum-Espresso)، پیاده‌سازی بر اساس اربیتال‌های عددی (SIESTA)، سیستم‌های پایه سیلیکونی (بلور سیلیکون، نانو ذرات سیلیکونی، سطوح تماس و مواد نو در فناوری CMOS)، مواد ارگانیکی (مولکول‌های آلی با کاربرد در الکترونیک بعنوان مثال مولکول-های:CnH2n+2, CnH2n, CnHn)، سیستم‌های پایه کربنی (بررسی ساختارها و خواص الکترونیکی نانو لوله‌های کربنی، گرافین)

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- A. V. Krasheninnikov, Introduction to Electronic Structure Calculations, Lecture Notes, University of Helsinki, http://beam, acclab.heosinki.fi/~akrashen/esctmp.html, 2002.
- R. M. Martin, Electronic Structure Basic Theory and Practical Methods, Cambridge University Press, 2010.
- C. Kittel, Introductin to Solid State Physics, Wiley, 2000.
- N. Ashcroft and N. Mermin, Solid State Physics, Cengage Learning, 1976.
- M. C. Payne et al., Iterative Minimization Techniques for Ab Initio Total Energy Calculations: Molecular Dynamics and Conjugate Gradient, Rev. Mod. Phys., Vol. 64, pp. 1045-1092, 1992.
- J. M. Soler et al., The SIESTA Method for Ab Initio Order- N Material Simulation, J. Phys.: Cond. Matter, Vol. 14, pp. 2745-2779, 2002.

نام درس (فارسی):	**سلول خورشیدی**						
نام درس (انگلیسی):	Solar cell						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	**۳**	**واحد نظری:**	**۳**	**واحد عملی:**	**۰**	**تعداد ساعت:**	**۴۸**
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- فیزیک سلول خورشیدی
- سلول‌های خورشیدی نانوساختار پروسکایتی
- مشخصه‌یابی سلول‌های خورشیدی
- پنل و ماژول‌های خورشیدی: مسائل نصب و راه‌اندازی
- سلول‌های خورشیدی لایه نازک CdS و CIGS
- سلول‌های خورشیدی بازدهی بالا III-V
- نرم افزارهای متداول شبیه‌سازی و آموزش کد نویسی در SCAPS
- شبیه‌سازی سلول‌های خورشیدی متنوع در قالب پروژه

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- راضیه تیموری و راحله محمدپور، مبانی مدل‌سازی سلول‌های خورشیدی، انتشارات سازمان جهاد دانشگاهی تهران ، ۱۴۰۰.
- Handbook of Photovoltaic Science and Engineering,2003
- S.M. Sze, and M. K. Lee, Semiconductor Devices: Physics and Technology, Wiley, 2013.

نام درس (فارسی):	**سامانه‌های الکترومکانیکی ریز و بسیارریز**						
نام درس (انگلیسی):	Micro/Nano Electro-Mechanical Systems (MEMS/NEMS)						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	**۳**	**واحد نظری:**	**۳**	**واحد عملی:**	**۰**	**تعداد ساعت:**	**۴۸**
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مروری برسامانه‌های ریز الکترومکانیکی: تغییر مقیاس
- روشهای ساخت سامانه‌های ریز الکترومکانیکی : ریزماشین‌کاری سطحی و حجمی، روندهای تولید انبوه MEMS
- اصول عملکرد سامانه‌های ریز: سامانه‌های لختی‌سنجی
- مفاهیم مهندسی مواد و مکانیک و کاربرد آنها در طراحی و ساخت سامانه‌های ریز الکترومکانیکی
- ریزسیالات و سامانه‌های سیالی الکتروشیمیایی و بیوشیمی
- آزمایشگاه بر روی تراشه
- سامانه‌های اپتومکانیکی
- سامانه‌های در ابعاد بسیار ریز (NEMS)

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- S.D. Senturia Microsystem Design, Springer, 2001.
- M. Madou, Fundamentals of Microfabrication, CRC Press, 2002.
- C. Liu, Foundations of MEMS, Pearson Education, 2012.

نام درس (فارسی):	الکترونیک دیجیتال پیشرفته						
نام درس (انگلیسی):	Advanced Digital Electronics						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مقدمه : روند، اهمیت و اهم عناوین چالش‌های کوچک‌سازی
- عملکرد ترانزیستور (مرور)
- طراحی مدارات منطقی ترانزیستوری (مرور)
- اجزای توان
- کوچک‌سازی
- جریان نشتی و مدل‌ها و ریشه‌های فیزیکی آن
- اتصالات میانی
- قابلیت اطمینان و مقاوم‌سازی
- تغییرات در پروسه ساخت
- مسایل زمان‌بندی
- بهینه‌سازی توامان سرعت پردازش و توان
- طراحی کم توان در سطح زبان سخت‌افزاری
- طراحی کم توان در سطح نرم افزار
- حافظه‌های نیمه‌هادی
- حافظه‌های کم توان و مسایل ویژه
- پروژه درسی

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- D. Weste, D. Haris, CMOS VLSI Design, 4th ed., Addison Wesley, 2010.
  - Chandrakasan, W. J. Bowhill, and F. Fox Design of High- Performance Microprocessor Circuits, Wiley-IEEE Press, 2001.
- J. M. Rabaey, A. Chandrakasan, and B. Nikolic, Digital Integrated Circuits, 2nd ed., Prentice-Hall, 2004.

نام درس (فارسی):	ریزپردازنده پیشرفته						
نام درس (انگلیسی):	**Advanced Microprocessors**						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- معماری‌های پردازنده پیشرفته
- معرفی معماری‌های پردازنده پیشرفته از جمله پردازنده‌های فوق پیشرفته(Superscalar) ، واشنگتن (VLIW) و سیم‌پرداز (Simultaneous Multithreading)
- بهینه‌سازی‌های سخت‌افزاری
- مطالعه و بررسی بهینه‌سازی‌های مختلف سخت‌افزاری برای افزایش عملکرد و کارایی پردازنده.۳. **معماری‌های حافظه پیشرفته
- بررسی معماری‌های حافظه پیشرفته مانند حافظه سریع، حافظه پنهان، و حافظه اصلی.
- پردازش موازی در پردازنده
- بررسی تکنیک‌ها و روش‌های پردازش موازی در ریزپردازنده‌ها مانند اجرای همزمان دستورات و پردازش موازی داده
- تکنولوژی‌های نوین در ریزپردازنده‌ها
- معرفی و بررسی تکنولوژی‌های نوین مانند پردازنده‌های چند هسته‌ای ، پردازنده‌های مبتنی بر.FPGA
- مسائل امنیتی و اعتمادپذیری
- بررسی مسائل امنیتی و اعتمادپذیری مرتبط با طراحی و پیاده‌سازی ریزپردازنده‌های پیشرفته.
- مطالعه روش‌ها و فنون تست و اعتبارسنجی پردازنده‌های پیشرفته برای اطمینان از صحت و کارایی آن‌ها

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Karna, Satish K. *Microprocessors GATE, PSUs and ES Examination*. Vikas Publishing House, 2017.
- Douglas V Hall *Microprocessors and Interfacing*– TMH.
- Lyla B Das *The x86 Microprocessors* – Second Edition – Pearson.
- Yu Cheng Liu and Glen A Gibson *Microcomputer Systems: The 8086/8088 Family* – PHI.
- A Nagoor Kani *Microprocessor 8086 Programming & Interfacing* - - RBA Publications.

نام درس (فارسی):	مدارهای ASIC/FPGA						
نام درس (انگلیسی):	ASIC/FPGA Circuits						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- فناوری و طراحی مدارهای مجتمع دیجیتال و ویژه (**ASIC**)
- راهبردهای پیاده سازی :ابزارهای طراحی، فرم‌های کاملا ویژه و نیمه ویژه (**Full Custom/Semi Custom**)، پلتفرم های ویژه **FPGA**
- طراحی : مسائل مهم، معیارهای کیفیت، اجزاء مدارات، مسائل مهم در زمانبندی
- معماری‌های سطح **VLSI** برای پردازش سیگنال دیجیتال
- مقدمه :الگوریتم‌های متداول، نمایش الگوریتم‌ها، نمایش‌های جریان سیگنال، جریان‌داده، گراف‌های وابستگی، کران تکرار (**Iteration bound**)
- تکنیک‌های طراحی معماری‌های سطح **VLSI** : خط لوله، پردازش موازی، خط لوله و پردازش موازی در توان پایین، باز زمان‌بندی، تازنی (**Folding**)، بازگشودنی (**Unfoulding**)، کمینه کردن تعداد ثبات‌ها، سیستولیک
- معماری‌های خط لوله همزمان و ناهمزمان : خط لوله همزمان و روش‌های ساعت زنی، خط لوله موجی، خط لوله ناهمزمان، پیاده‌سازی اجزاء محاسباتی
- معماری های محاسباتی در سطح بیت : مدارها، سیستم نمایش اعداد و اثر آنها بر پیاده سازی، نمایش و محاسبات ممیّز شناور، محاسبات زاید، جمع کننده‌ها، شیفت دهنده‌ها و مقایسه‌گرها، ضرب کننده های در سطح بیت و موازی
- محاسبات زاید
- اثرات محدودیت پهنای بیت در سیستم
- تکنیک‌های تبدیل الگوریتم‌های ممیّز شناور به ممیّز ثابت
- طراحی فیلترهای دیجیتال خط لوله‌ای، موازی
- طراحی توان پایین
- پروژه

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- K. K. Parhi, VLSI Digital Signal Processing Systems: Design and Implementation, Wiley, 1999.
- S. Y. Kung, VLSI Array Processors, Prentice Hall, 1988.
- Lars Wanhammer, DSP Integrated Circuits: Academic Press, 1999.
- M. J. S. Smith, Application-Specific Integrated Circuits, Addison Wesley, 1993.
- D. E. Thomas, and P. Moorby, The Verilog Hardware Description Language, 5thed, Springer, 2008.
- W. F. Lee, Verilog Coding for Logic Synthesis, Wiley, 2003.
- H. Bhatnagar, Advanced ASIC Chip Synthesis Using Synopsys Design Compiler and PrimeTime, Springer, 2013.

نام درس (فارسی):	مدارهای واسط						
نام درس (انگلیسی):	Interface Circuits						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- انواع باس‌ها از قبیل PCI-X، PCI و AGP : سطوح مختلف، مقایسه از لحاظ پهنا و سرعت، پل‌ها، یک یا دو مثال واقعی، ویژگی‌ها، نحوه کارکرد، سیگنال‌ها و کاربردشان، مدهای انتقال، دستورات جدید، کاربردهای واقعی
- انواع ادوات ذخیره‌سازی اطلاعات شامل انواع Hard Disk، CD وDVD : ساختار، محاسبات زمان دسترسی، فرمت‌های کدگذاری، فرمت‌هایفیزیکی و منطقی، اتصالات در انواع ادوات ذخیره‌سازی، ساختار داخلی در سطح واسط (واسط، ATA ، SATA ، در دیسک سخت)، مقدمه‌ای بر فناوری ساخت، فشرده‌سازی اطلاعات
- USB: اهداف، ویژگی‌ها، واسط فیزیکی USB و سیگنال‌ها، پروتکل، انجام و کنترل انتقالات، کدگذاری داده
- Fire Wire: مقدمه‌ای از استانداردIEEE 1394 ، معرفی سیگنال‌های واسطه‌ای مربوط به اطلاعات و کنترل، معرفی پروتکل و نحوه کار، پل، فرم بی‌سیم، مقایسه با USB
- واسط‌های کاربری شامل نمایشگرهایLCD، صفحه‌ی کلید، چاپگر، موس : (در صورت امکان در سطح فناوری)، خواندن یا نوشتن اطلاعات و همچنین سیگنال‌های کنترلی، نحوه راه‌اندازی، امکانات سخت افزاری و نرم افزاری به منظور راه‌اندازی آسانتر

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- M. A. Mazidi, and J. G. Mazidi, Design and Interfacing of the IBM PC, PS, and Compatible, 1995.

نام درس (فارسی):	شبکه های انتقال داده						
نام درس (انگلیسی):	Data Transmission Networks						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مقدمه : استفاده از شبکه‌های کامپیوتری، نرم‌افزار و سخت‌افزار شبکه، مدل‌های مرجع، استاندارد سازی شبکه
- لایه فیزیکی : مبنای نظری ارتباطات داده، محیط انتقال، انتقال بی‌سیم، سیستم تلفن، فناوری‌های حلقه محلی (ADSL، ISDN)، سیستم‌های انتقال SDH، سیستم‌های تلفن همراه
- لایه‌های پیونده داده : مباحث طراحی، آشکارسازی و تصحیح خطا، پروتکل‌های اولیه، پروتکل‌های پنجره لغزان، تحلیل عملکرد، نمونه‌های HDLC و PPP
- زیر لایه دسترسی رسانه : مسئله تخصیص کانال، ALOHA، مبادله‌ها، تحلیل استاندارد IEEE802 برای LANها، فناوری‌های اینترنت (سریع و گیگابیت)، فناوری و پروتکل‌های MAC بی‌سیم، مروری بر IEEE 802.11، IEEE 802.16 و بلوتوث
- لایه شبکه : مباحث طراحی، مسیریابی، مسیریابی بی‌سیم، مبانی عملیاتی و الگوریتم‌های کنترل ازدحام، شکل‌دهی ترافیک، مفاهیم اصلی QoS، مسیریابی‌های RSVP،Diffserv و MPLS، مبانی IP، ATM، QoS در ATM
- لایه انتقال : سرویس، اجزاء پروتکل‌ها، TCP، UDP، RTP/RTCP

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Tanenbaum, Computer Networks, 5th ed., Prentice Hall, 2010.
- Leon-Garcia, and I. Widjaja, Communication Networks, 2nd ed., McGraw Hill, 2003.
- W. Stallings, Data and Computer Communications, 9th ed., Prentice Hall, 2010.
- L. Peterson and B. Davie, Computer Networks: A Systems Approach, 5th ed., Morgan Kaufman, 2011.

نام درس (فارسی):	تشخیص و تحمل خرابی						
نام درس (انگلیسی):	Fault Detection and Tolerance						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مفاهیم اصلی و مقدماتی : خرابی‌ها (Faults)، خطاها (Errors)
- روش‌های طراحی به منظور دستیابی به مقاومت در برابر خرابی : افزونگی سخت‌افزاری، افزونگی اطلاعات، افزونگی زمان، افزونگی نرم‌افزاری
- روش‌های ارزیابی : فرآیندهای پوآسن، مدل‌های مارکف
- نرم‌افزار مقاوم در برابر خرابی
- مقاومت در برابر نقص و عیب در مدارات VLSI
- مباحث پیشرفته : شبکه‌های مقاوم در برابر خرابی، دیسک‌های افزونه (RedundantDisks)، خطاهای نرم (Soft)

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- B. W. Johnson, Design and Analysis of Fault- Tolerant Digital Systems, Addison- Wesley, 1989.
- I. Koren and C. M. Krishna, Fault Tolerant Systems, Elsevier Inc., 2007.
- M. L. Shooman, Reliability of Computer Systems and Networks: Fault Tolerance, Analysis and Design, Wiley, 2002.

نام درس (فارسی):	سیستم های چند پردازنده ای با کارایی بالا						
نام درس (انگلیسی):	High Performance Multiprocessor Systems						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- معماری‌های موازی جدید : مقدمه، مفاهیم پایه در معماری‌های موازی، معماری CSX، معماری چند هسته‌ای اینتل، معماری CellProcessor، معماری واحدهای پردازشی گرافیکی، معماری Tilera
- الگوریتم‌ها و برنامه‌نویسی موازی : الگوهای پرکاربرد در الگوریتم‌های موازی، برنامه‌نویسی موازی (MPI، OpenMP، CUDA)
- کاربردهای واقعی : عددی، غیرعددی، چند رسانه‌ای

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- B. Parhami, (1999), Introduction to Parallel Processing, Algorithms and Architectures, Springer.
- 2. David E. Culler and Jaswinder Pal Singh, with Anoop Gupta, (1998), Parallel Computer Architecture: A
- Hardware/Software Approach. Morgan Kaufmann.
- 3. John L. Hennessy and David A. Patterson, Sixth Edition, (2017), Computer Architecture: A Quantitative
- Approach. Morgan Kaufmann.
- 4. T. Rauber and G. Runger, (2013), Parallel Programming for Multicore and Cluster Systems, Springer.
- 5. Matloff, Norm, (2019), "Programming on parallel machines." University of California, Davis 39319.
- 6. Wen-mei Hwu, David Kirk, Izzat El Hajj, (2022), Programming Massively Parallel Processors: A Hands-on
- Approach. Elsevier.
- 7. R. Chandra, D. Maydan, J. McDonald, D. Kohr, L. Dagum, R. Menon, (2000), Parallel Programming in
- OpenMP, Elsevier.
- 8. Peter Pacheco, (1996), Parallel Programming with MPI, Morgan Kaufmann.
- 9. Jason Sanders and Edward Kandrot, 1st Edition., (2010), CUDA by Example: An Introduction to General-
- Purpose GPU Programming. Addison-Wesley.

نام درس (فارسی):	معماری کامپیوتر پیشرفته						
نام درس (انگلیسی):	**Advanced Computer Architecture**						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- تعاریف و کلیات
- سیستمهای سریع حافظه
- معماری خط لوله‌ای
- کامپیوترهای برداری
- شبکه میان ارتباطی
- سیستم‌های چند پردازنده و چند کامپیوتر
- پردازنده‌های چندهسته‌ای (multicore) و پرهسته‌ای(many core)
- مدل‌های پردازش موازی و زبان‌های برنامه‌سازی موازی
- تسریع ارزان قیمت
- محاسبات توزیع شده، رایانشGrid

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- J. L Hennessy and D. A. Patterson, *Computer Architecture: A Quantitative Approach*. Morgan Kaufmann, 6th Edition, 2017.
- S. G. Shiva, *Advanced Computer Architecture*. CRC Press, 2006.

نام درس (فارسی):	پردازشگرهای سیگنال های دیجیتال						
نام درس (انگلیسی):	DSP Processors						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مقدمه و تعاریف، طبقه بندی پردازشگرها، جایگاه پردازشگرهای سیگنال.
- تاریخچه و تکامل پردازشگرهای سیگنال، معرفی و بررسی ساختار پردازشگرهای سیگنال اولیه
- بررسی ساختار و اجزاء پردازشگرهای سیگنال مدرن با تاکید بر خانواده های C ۵۰۰۰ وC ۶۰۰۰ شرکت Texas Instruments
- نمایش و توصیف اعداد درDSP های fixed point وfloating point، بررسی کیفی و کمی مسائل عددی حاصل از quantization، overflow، underflow، ...و شناخت و تعدیل اثرات مخرب مربوطه با اشباع ریاضی و ... و استفاده از شبیه سازی
- الگوریتمهای پردازش سیگنال و نگاشت آنها روی ساختارهای پردازشگرهای سیگنال مدرن با تاکید بر floating point و fixed point، خانواده C6000، شامل فیلترهای FIRو IIR و... حذف نویز به روش LMS،...
- بهینه سازی کدC ، Assemblyو Linear Assembly برای پردازشگرهای سیگنال مدرن با تاکید بر پردازشگرهای خانواده floating pointو fixed point خانواده C6000
- طراحی سیستمی پردازشگرهای خاص و تک منظوره (Dedicated) برای مدارهای مجتمع
- طراحی سخت‌افزار سیستم‌های نهفته بر مبنای پردازش‌گرهای سیگنال، مسائل طراحی سرعت بالا و mixed signal در سطح pcb ...

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- D. LIU, M. Kaufmann, Embedded DSP Processor Design, 2008.
- S. M. Kuo, B. H. Lee, W. Tian, Real-time digital signal processing, John Wiley & Sons, 2006.
- TI C6000 Teaching ROMs, 2010.
- R. Chassaing, D. Reay, Digital Signal Processing and Applications with the TMS320C6713 and TMS320C6416 DSP, John Wiley & Sons, 2008.
- Y. H. Hu, Programmable Digital Signal Processors, 2001.
- W. Kester, Mixed-Signal and DSP Design Techniques, Analog Devices, 2003.
- Nasser Kehtarnavaz, Real-Time Digital Signal Processing Based on the TMS320C6000, Elsevier, 2005.
- S. P. Dandamudi, Guide to RISC Processors, Springer Science. 2005.
- F. Mayer-Lindenberg, Dedicated Digital Processor, John Wiley & Sons, 2004.
- G. A. Constantinides, P. Y. K. Cheung, W. Luk, Synthesis and Optimization of DSP Algorithms, Kluwer Academic, 2004.

نام درس (فارسی):	فناوری ساخت مدارهای دیجیتال						
نام درس (انگلیسی):	Fabrication Technology of Digital Circuits						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- آشنایی و انگیزش‌ها
- ساخت ترانزیستور و نیم‌رساناها
- تئوری عملکرد ترانزیستورها
- مدارات ترکیبی و خانواده‌های آن‌ها
- مدارات ترتیبی
- زبان سخت‌افزاری HDL با تکیه بر مباحث سنتز و پیاده‌سازی
- راهبردهای طراحی
- راهبردهای صحه‌گذاری طراحی مدارات پیچیده
- سنتز مدارات
- واحدهای مسیر داده
- طراحی برای تست
- بسته‌بندی، ورودی و خروجی. سیگنال ساعت و توزیع توان
- مراحل پیاده‌سازی و طراحی مدارات مجتمع با استفاده از ابزارهای طراحی روز

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Thomas and Moorby, The Verilog Hardware Description Language, 5th ed., Springer, 2008.
- Rabaey, A. Chandrakasan and B. Nikolic, Digital Integrated Circuits, 2nd ed., Prentice Hall, 2003.
- N. Weste and D. Harris, CMOS VLSI Design A Circuits and Systems Perspective, 4th ed., Addison Wesley, 2010.
- M.J. Smith, Application-Specific Integrated Circuits, Addison Wesley, 1997.
- H. Bhatnagar, Advanced ASIC Chip Synthesis Using Synopsys Design Compiler, and PrimeTime, Springer, 1999.
- N. Weste, and K. Eshraghian, Principles of CMOS VLSI Design, 2nd ed., Addison Wesley,1994.
- W. Wolf, Modern VLSI Design: A System Approach, Prentice Hall, 1994.
- K. Eshraghian, Basic VLSI Design, 3rd ed., Prentice Hall, 1994.
- J. Rabaey, Low Power Design Essentials (Integrated Circuits and Systems), Springer, 2009.

نام درس (فارسی):	**دینامیک سیستم های قدرت ۱**						
نام درس (انگلیسی):	Power System Dynamics I						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	**۳**	**واحد نظری:**	**۳**	**واحد عملی:**	**۰**	**تعداد ساعت:**	**۴۸**
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- تعریف اصطلاحات در حوزه پایداری سیستم قدرت
- ساز و کار پایداری زاویه ای رتور و پدیده سنکرونیسم
- مدلسازی تجهیزات برای مطالعات دینامیکی سیستم قدرت: مدل ماشین سنکرون و کاهش مرتبه مدل ماشین سنکرون برای مطالعات پایداری، مدل های سیستم تحریک برای مطالعات پایداری سیستم قدرت، مدل توربین و گاورنر برای مطالعات دینامیکی سیستم های قدرت
- بررسی انواع روش‌های تحلیل پایداری
- نوسانات فرکانس کم سیستم های قدرت
- پایدار ساز سیستم قدرت
- نوسانات بین ناحیه در سیستم های قدرت
- نوسانات زیر سنکرون ونوسانات مود پیچشی

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- P. Kundur, Power System Stability and Control 2th Edition, McGraw-Hill, 2022.
- K. R. Padiyar, Power System Dynamics, Stability and Control, BS Publication, 2008.
- J. Machowski, J. W. Bialek, and J. R. Bumby, Power System Dynamics: Stability and Control, Wiley, 2008.
- P. W. Sauer and M. A. Pai, Power System Dynamics and Stability, Prentice Hall, 1998

نام درس (فارسی):	**بهره برداری سیستم های قدرت**						
نام درس (انگلیسی):	Power System Operations						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	**۳**	**واحد نظری:**	**۳**	**واحد عملی:**	**۰**	**تعداد ساعت:**	**۴۸**
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مقدمه‌ای بر بهره‌برداری در سیستم قدرت
- مشخصات فناوری‌های تولید انرژی الکتریکی و معرفی مشخصه ورودی-خروجی فناوری‌ها
- مقدمه‌ای بر بهینه‌سازی
- توزیع اقتصادی تولید بین واحدهای تولید
- روش‌های حل مسأله توزیع اقتصادی تولید
- تخصیص مشارکت به واحدهای تولید
- روش‌های حل مسأله تخصیص مشارکت به واحدهای تولید
- تأثیرات سیستم انتقال بر مسائل بهره‌برداری
- پخش توان بهینه
- روش‌های حل مسأله پخش توان بهینه
- مقدمه‌ای بر امنیت در سیستم قدرت
- مقدمه‌ای بر تخمین حالت در سیستم قدرت
- کنترل تولید و کنترل بار-فرکانس

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Wood, A. J., & Wollenberg, B. F. *Power generation, operation and control* (3rd Ed.). Hoboken, NJ: John Wiley & Sons Ltd. 2014.
- Zhu, J. *Optimization of power system operation* (2nd Ed.). Hoboken, NJ: John Wiley & Sons Ltd, 2015.

نام درس (فارسی):	کنترل توان راکتیو						
نام درس (انگلیسی):	Reactive Power Control						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مقدمه ای بر اهمیت کنترل توان راکتیو
- تئوری کنترل توان راکتیو در سیستم های انتقال الکتریکی در حالت ماندگار:
- خطوط انتقال جبران نشده، خط مدار باز جبران نشده، خط متقارن در حالت بی باری، خط جبران نشده در حالت بارداری، خطوط انتقال جبران شده، انواع جبران سازی، جبران سازی ثابت پخش شده ی یکنواخت، اثر جبران پخش شده بر کنترل ولتاژ، توان راکتیو شارژ خط و حداکثر توان انتقالی، جبران موازی قابل تنظیم پخش شده ی یکنواخت، جبران موازی پسیو، جبران سری، جبران با تقسیم بندی خط، مقایسه شکل های مختلف جبران
- جبران توان راکتیو به منظور بهبود رفتار دینامیکی سیستم انتقال:
- بهبود پایداری گذرا، افزایش میرایی سیستم قدرت، افزایش حد پایداری ولتاژ، تعاریف و مفاهیم پایداری ولتاژ، شاخص های پایداری ولتاژ، کنترل پایداری ولتاژ
- اصول کار جبران کننده های استاتیکی:

  سیستم های توان راکتیو استاتیک، انواع SVC، عملکرد و مشخصه ی یک SVC، راکتور کنترل شده با تایریستور و انواع جبران کننده های مربوط به آن، خازن سوئیچ شونده با تایریستور
- تئوری جبران بار:

  ضرورت جبران سازی، تنظیم ولتاژ، اصلاح ضریب توان، متعادل کردن بار
- کوره های قوس الکتریکی، فلیکر و اصول جبران آن، استراتژی های جبران فلیکر

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- T. J. E. Miller, Reactive Power Control in Electric Systems, Wiley, 1982.
- P. M. Anderson and R. G. Farmer, Series Compensation of Power Systems, PBLSH! 1996.
- X. P. Zhang, C. Rehtanz, and B. Pal, Flexible AC Transmission Systems: Modelling and Control, 2nd ed., Springer, 2012.
- Y. H. Song and A. T. Johns, Flexible AC Transmission Systems (FACTS), IEE, 1999.
- P. Kundur, Power System Stability and Control, 2th Edition, McGraw Hill, 2022.
- C. Taylor, Power System Voltage Stability, McGraw Hill, 1994.
- H. Seifi and M. S. Sepasian, Electric Power System Planning, Springer, 2011.
- م. ا. همدانی گلشن، پایداری ولتاژ سیستم های قدرت، به نشر، ۱۳۸۶.

نام درس (فارسی):	**قابلیت اطمینان سیستم های قدرت**						
نام درس (انگلیسی):	Reliability of Power Systems						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	**۳**	**واحد نظری:**	**۳**	**واحد عملی:**	**۰**	**تعداد ساعت:**	**۴۸**
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم‌های ساده و پیچیده مهندسی
- ارزیابی قابلت اطمینان بر مبنای توزیع‌های احتمال
- فرآیندهای مارکوف پیوسته
- روش‌های تقریبی برای ارزیابی قابلیت اطمینان
- ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم تولید
- ارزیابی قابلیت اطمینان در سیستم‌های قدرت مرکب تولید و انتقال
- ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم‌های توزیع
- ارزیابی قابلیت اطمینان پست‌ها و نیروگاه‌ها
- کاربرد شبیه‌سازی مونت کارلو در ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم‌های قدرت
- هزینه/فایده قابلیت اطمینان در سیستم‌های قدرت

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- R. Billinton, and R. N. Allan, Reliability Evaluation of Engineering Systems: Concepts and Techniques, 2nd ed., Springer, 1992.
- R. Billinton, R. N. Allan, Reliability Evaluation of Power Systems, 2nd ed., Springer, 1996.
- R. Billinton, and W. Li Reliability Assessment of Electric Power Systems Using Monte Carlo Methods, Springer, 1994.
- R. E. Brown, Electric Power Distribution Reliability, 2nd ed., CRC Press, 2008.

نام درس (فارسی):	**حفاظت پیشرفته سیستم های قدرت**						
نام درس (انگلیسی):	Advanced Protection of Power Systems						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	**۳**	**واحد نظری:**	**۳**	**واحد عملی:**	**۰**	**تعداد ساعت:**	**۴۸**
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مباحث پیشرفته در حفاظت دیستانس : مشخصه های پیشرفته رله های دیستانس، توابع مختلف در رله های دیستانس
- حفاظت خطوط انتقال : دومداره، چند پایانه، جبران شده سری، بر اساس مؤلفه‌های تحمیلی(superimposed)خطا، واحد خط انتقال، کانال‌های مخابراتی مورد استفاده
- جزیره‌ای کردن کنترل شده در سیستم‌های انتقال قدرت، حفاظت حذف بار فرکانسی شامل اصول طراحی وتنظیم سیستم‌های حذف بار و سیستم‌های حذف بار مدرن، حفاظت حذف بار ولتاژی
- حفاظت تطبیقی
- حفاظت ناحیه گسترده
- تنظیم بهینه حفاظت
- کاربرد هوش مصنوعی در حفاظت

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- W. A. Elmore, Protective Relaying, Theory and Application, 2nded., Marcel Dekker, 2004.
- S. H. Horowitz, and A. G. Phadke, Power System Relaying, 3rd ed., Wiley, 2008.
- G. Ziegler, Numerical Distance Protection, Principles and Applications, Wiley, 2008.
- J. M. Gers, E. J. Holmes, Protection of Electricity Distribution Networks, 2nded., IEE, 2004.
- Group of authors, Network Protection & Automation Guide, ALSTOM, 2011.
- م. ا. همدانی گلشن، حفاظت دیجیتال سیستم های انرژی الکتریکی، برق منطقه ای اصفهان، ۱۳۹۶

نام درس (فارسی):	کیفیت توان						
نام درس (انگلیسی):	Power Quality						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مقدمه : مفاهیم، تعاریف، شاخص‌ها و ضرورت مطالعه
- پدیده‌های گذرا : منشاء،اثرات و راهکارهای مقابله
- تغییرات کوتاه مدت و بلند مدت ولتاژ : منشاء، اثرات و تجهیزات بهبود دهنده
- فلیکر ولتاژ : منشاء، اثرات و روش‌های جبران
- نامتعادلی ولتاژ و جریان : منشاء آثار و راه حل‌های کاهش
- اعوجاج ولتاژ و جریان (هارمونیک‌ها و میان هارمونیک‌ها) : منشاء، آثار، شناسائی محل تولید و تجهیزات جبران‌سازی
- کاربرد ادوات نوین الکترونیک قدرت : فیلترهای فعال، ترکیبی، APLC، UPQC و ... در بهبود کیفیت توان
- تأثیر استفاده از انرژی‌های تجدید پذیر و تولید پراکنده بر کیفیت توان
- تأثیر انواع روش‌های زمین کردن شبکه بر کیفیت توان
- مونیتورینگ و اندازه‌گیری شاخص‌های کیفیت توان و مقایسه با استانداردهای ملی و بین‌المللی

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- **س. ح. حسینی، کیفیت توان در شبکه های توزیع نیروی برق**، نشر دانشجو، ۱۳۹۱.
- H. W. Beaty, R. C. Dugan, S. Santoso and M. F. McGranaghan, Electrical Power Systems Quality, 3rd ed., McGraw-Hill, 2012.
- J. Arrillaga, N. R. Watson, and S. Chen,Power System Quality Assessment, Wiley, 2000.
- A. Ghosh and G. Ledwich, Power Quality Enhancement Using Custom Power Devices, Springer, 2002.
- J. Schlabbach, D. Blume, T. Stephanblome, Voltage Quality in Electrical Power Systems, IET Press, 2001.
- M. H. J. Bollen, Understanding Power Quality Problems: Voltage Sags and Interruptions, Wiley-IEEE Press, 2013.
- A. Kusko and M. T. Thompson, Power Quality in Electrical Systems, McGraw-Hill, 2007.

نام درس (فارسی):	سیستم های انرژی تجدید پذیر						
نام درس (انگلیسی):	Renewable Energy Systems						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مقدمه و تعاریف: معرفی انواع منابع انرژی تجدیدپذیر، توسعه پایدار انرژی
- انرژی فتوولتایی: مدل و پارامترهای سلول خورشیدی، الگوریتم های تعقیب نقطه توان بیشینه، ساختارهای جدا از شبکه و متصل به شبکه، آشنایی با نرم افزارها و پایگاه های داده برای طراحی سایت خورشیدی، محاسبات فنی اقتصادی نیروگاه خورشیدی
- اینورترهای متصل به شبکه: اجزای اینورتر متصل به شبکه، حلقه های کنترل داخلی و خارجی، مبانی کنترل اینورتر در قاب مرجع متعامد، سنکرون سازی، نحوه کنترل اینورتر برای منابع خورشیدی متصل به شبکه
- توربین ژنراتورهای بادی: ساختار و اجزای توربین ژنراتور بادی، مدل آیرودینامیکی توربین، روش های کنترل توان ورودی، مشخصه توان-سرعت، ساختارهای سرعت ثابت و سرعت متغیر، اثرات مزارع بادی بر کیفیت توان و پایداری سیستم انرژی، انواع ژنراتورها در توربین ژنراتورهای بادی، پارامترهای آماری و تابع توزیع سرعت باد، محاسبات فنی اقتصادی سایت تولید انرژی از باد
- معرفی کلی سایر منابع انرژی تجدیدپذیر

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Patel, M. R., & Beik, O. Wind and solar power systems: Design, Analysis, and Operation, 2021.
- Wenham, S. R., Green, M. A., & Watt, M. E. Applied photovoltaics. Routledge, 2011.
- Khaligh, A., & Onar, O. C. Energy harvesting: Solar, Wind, and Ocean Energy Conversion Systems. CRC Press, 2009.
- Ackermann, T. Wind power in power systems. Wiley, 2012.

نام درس (فارسی):	اقتصاد انرژی و بازار برق						
نام درس (انگلیسی):	Energy Economy and Electricity market						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- **مقدمه‌ای بر تاریخچه صنعت برق در جهان و روند و دلایل حرکت به سمت تجدیدساختار**
- **آشنایی با بازار برق و عناصر فعال در آن**
- **مفاهیم پایه اقتصاد خرد (مورد نیاز در این درس)**
- **انواع بازار برق و مدل‌های آن**
- **مشارکت در بازار برق**
- **امنیت سیستم و خدمات جانبی**
- **شبکه انتقال و بازار برق**
- **برنامه‌ریزی توسعه تولید و سرمایه‌گذاری در تولید برق**
- **برنامه‌ریزی توسعه انتقال و سرمایه‌گذاری در انتقال**
- **مدل‌سازی ریسک در بازار برق**
- **روش‌های تسویه بازار برق**
- **پیش‌بینی کوتاه‌مدت بار الکتریکی**
- **پیش‌بینی قیمت انرژی الکتریکی در بازار برق**
- **راهبردهای مشارکت در بازار برق**
- **برنامه‌ریزیِ مبتنی بر قیمتِ مشارکت نیروگاه‌ها**

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Kirschen, D. S., & Strbac, G. Fundamentals of power system economics (2nd Ed.). Hoboken, NJ: John Wiley & Sons Ltd, 2019.
- Shahidehpour, M., Yamin, H., & Li, Z. Market operations in electric power systems, Hoboken, NJ: John Wiley & Sons Ltd, 2002.
- Biggar, D. R., & Hesamzadeh, M. R. The economics of electricity markets, Hoboken, NJ: John Wiley & Sons Ltd, 2014.
- Ranci, P. & Cervingi, G. The economics of electricity markets: Theory and policy, Northampton, MA: Edward Elgar Publishing, Inc, 2013.
- Stoft, S. Power system economics: Designing markets for electricity, Hoboken, NJ: John Wiley & Sons Ltd, 2002.
- Leveque, F. Competitive electricity markets and sustainability, Northampton, MA: Edward Elgar Publishing, Inc, 2006.
- Gabriel, S. A., Conejo, A. J., Fuller, J. D., Hobbs, B. F., & Ruiz, C. Complementarity modeling in energy markets, New York: Springer, 2013.

نام درس (فارسی):	فناوری عایق ها و فشار قوی						
نام درس (انگلیسی):	High Voltage and Insulation Technology						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- قوانین الکترواستاتیک : قضیه گوس و میدان و پتانسیل الکتریکی در الکترودهای با اشکال مختلف، روش‌های تحلیلی برای محاسبه میدان‌های الکتریکی در الکترودهای مختلف
- روش‌های عددی محاسبه میدان‌های الکتریکی : اجزاء محدود، تفاضل محدود، بارهای فرضی
- بررسی کامل پدیده شکست الکتریکی : در گازها، در مایعات، در جامدات
- اندازه‌گیری‌های پیشرفته در فشارقوی : مقاومت مخصوص، پل‌های اندازه‌گیری ظرفیت، ضریب تلفات عایقی و اندوکتانس
- آشنایی با اصول هماهنگی عایقی : عایق‌بندی ترانسفورماتورها، ماشین‌های گردان، کلیدهای قدرت، خازن‌ها و کابل‌ها
- تجهیزات فشارقوی با فناوری‌های GIS و PASS، خطوط انتقال با عایق گاز (GIL)
- طراحی آزمایشگاه‌های فشارقوی

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- H. M. Ryan, High Voltage Engineering and Testing, 3rd ed., IET, 2013.
- J. Kuffel, E. Kuffel, and W. S. Zaengl, High Voltage Engineering Fundamentals, 2nd ed., Newnes, 2000.
- A. R. Hileman, Insulation Coordination for Power Systems, Marcel Dekker, 1999.
- G. Stone, E. A. Boulter, I. Culbert, and H. Dhirani, Electrical Insulation for Rotating Machines: Design, Evaluation, Aging, Testing, and Repair, 2nd ed., IEEE 2004.
- M. S. Naidu, Gas Insulated Substations, I K International Publishing House, 2008.
- ح. محسنی، مهندسی فشار قوی الکتریکی پیشرفته، دانشگاه تهران، ۱۳۷۱.

نام درس (فارسی):	شبکه های توزیع و ریزشبکه ها						
نام درس (انگلیسی):	Distribution systems and Microgrids						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- ساختار شبکه‌های توزیع
- مشخصه‌های بار
- بهره‌برداری شبکه‌های توزیع و مسائلی نظیر بازآرایی شبکه، بازیابی بار، جایابی کلیدهای مانور و ...
- انواع منابع پراکنده در شبکه توزیع
- مزایای اتصال منابع پراکنده و چالش های منتج
- ریزشبکه ها، مزایا و چالش ها
- ریز شبکه های مبتنی بر منابع اینورتری
- ریزشبکه ها در حالت کار متصل به شبکه و کار جزیره ای
- حفاظت شبکه‌های توزیع پسیو، اکتیو و ریز شبکه ها
- مسائل پایداری در ریزشبکه ها
- ریزشبکه های DC و هیبریدی

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- A. A. Sallam, andO. P. Malik,Electric Distribution Systems, Wiley- IEEE Press, 2011.
- A. S. Pabla, Electric Power Distribution, McGraw-Hill, 2004.
- T. Gonen, Electric Power Distribution System Engineering, 1986.
- N. Jenkins, G. Strbac, and J. Ekanayake, Distributed Generation, IET Press, 2010.
- S. Chowdhury, S. P. Chowdhury, and P. Crossley, Microgrids and Active Distribution Network IET Press, 2009.
- A. M. Borbely, and J. F. Kreider, Distributed Generation: The Power Paradigm for the Ne Millennium, CRC press 2001.
- H. L. Willis, Distributed Power Generation: Planning and Evaluation, CRC Press, 2000.
- N. Hatziargyriou, Microgrids: Architectures and Control, John Wiley and Sons,2014.
- ویلیام. اچ. کرستینگ، سیستم های توزیع: مدلسازی و تحلیل، ترجمه: م. ا. همدانی گلشن، ح. صامت، شرکت توزیع برق شهرستان اصفهان، ۱۳۸۴.

نام درس (فارسی):	شبکه های انرژی الکتریکی هوشمند						
نام درس (انگلیسی):	Smart Electric Energy Networks						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مفاهیم اولیه و سیرتکاملی شبکه‌های هوشمند
- مدیریت سمت تقاضا در شبکه‌های هوشمند
- اندازه‌گیری، کنترل و ارتباطات هوشمند در شبکه‌های انرژی
- میترینگ هوشمند
- شبکه هوشمند برای مدیریت انرژی در ساختمان و اتوماسیون منازل (خانه‌های هوشمند)
- زیر ساخت انرژی شبکه هوشمند از جمله نفوذ بالای منابع پراکنده، ریز شبکه ها و خودروهای برقی
- زیر ساخت مخابراتی و فناوری اطلاعات
- کنترل توزیع شده در شبکه های هوشمند
- مانیتورینگ هوشمند و واحد های اندازه گیری فازوری
- مدیریت داده در شبکه های هوشمند
- زیر سیستم های فیزیکی و سایبری
- فناوری های صنعت ۴.۰ در شبکه الکتریکی هوشمند

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- C. W. Gellings, The Smart Grid: Enabling Energy Efficiency and Demand Response, The Fairmont Press, 2009.
- S. Chowdhury, S. P. Chowdhury, and P. Crossley, Microgrids and Active Distribution Networks, IET, 2009.
- J. Momoh, Smart Grid: Fundamentals of Design and Analysis, Wiley- IEEE Press, 2012.
- M. Kamran, Fundamentals of Smart Grid System, Elsevier Science, 2022.
- B. M. Buchholz and Z. A. Styczynski, Smart Grids Fundamental and Technologies in Electric Power Systems of the Future, Second Edition, Springer, 2020

نام درس (فارسی):	بررسی حالات گذرا در سیستم های قدرت						
نام درس (انگلیسی):	Analysis of Power System Transients						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- تعاریف و دسته‌بندی‌ها
- انتشار امواج در خطوط انتقال
- قوانین انعکاس در خطوط انتقال و دیاگرام نردبانی
- برخورد صاعقه به خط انتقال
- عوامل موثر بر دامنه اضافه ولتاژها ناشی از برق‌دار کردن خط انتقال (Closing)
- حالت‌های گذرای ناشی از قطع (Opening)
- تحلیل n فازه (در حالت‌های گذرا در سیستم سه فاز دو مداره با دو سیم محافظ (۸ سیم در حالت گذرا))
- حالت‌های گذرای سیم‌پیچ ترانسفورماتورها و ژنراتورها
- تحلیل کامپیوتری بررسی حالات گذرا (نرم‌افزار)

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- **ح. محسنی، مبانی مهندسی فشار قوی الکتریکی، نشر دانشگاه تهران، ۱۳۹۱.**
- **ه. علی‌پور، بررسی حالات گذرا توسط نرم‌افزار** EMTP،نشر دانشگاه صنعتی امیرکبیر، **۱۳۷۸.**
- J. P. Bickford, N. Millineux and J. R. Reed, Computation of Power System Transients, Inspec/ lee, 1980.
- A. Greenwood, Electrical Transients in Power Systems, 2nd ed.,Wiley, 1991.
- W. Derek Humpage, Z-trans form Electromagnetic Transient Analysis in High Voltage Networks, Inspec/ lee, 1982.
- P. Chowdhuri, Electric Transients in Power Systems, Research Studies Pre.,1996.
- L. Vander Sluis,Transients in Power Systems, Wiley, 2001.
- R. Rudenburg, Transient Performance of Electric Power Systems, The MIT Press, 1969.
- J. Arrillaga and N. Watwon, Power System Electromagnetic Transient Simulation, IET Press, 2003.

نام درس (فارسی):	سیستم های انتقال DC و AC انعطاف پذیر						
نام درس (انگلیسی):	Flexible DC and AC Transmission Systems						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

سیستمهای انتقالDC

مقدمه: تاریخچه و موارد کاربرد، مقایسه HVDC وHVAC ، امکان کاربری در ایران .

انواع، آرایشها و اجزای اصلی سیستم HVDC

اصول کارکرد مبدل :DC/AC روابط ولتاژ، جریان، توانها و ضریب توان

کنترل سیستم HVDC :روشها و مشخصه های کنترل مبدل، کنترل سیستمDC ، سلسله مراتب کنترل

هارمونیکها، فیلترها و کنترل توان راکتیو پایانه

نوآوریها: سیستمهای DC چند پایانه ای، Light HVDC

مدلسازی سیستمهای DC برای مطالعات پخش بار و پایداری

سیستمهای انتقال AC انعطاف پذیر

مقدمه: نیازها و مشکلات شبکهAC ، اصول کلی و مزایای کاربرد FACTS

مشخصه های خطوط جبران نشده: تغییرات ولتاژ، حد پایداری، نیاز راکتیو خط

مقدمه ای بر جبران راکتیو

تجهیزات پایه نسل اول: راکتور کنترل شونده با تایریستور، خازن بازبست شونده با تایریستور

تجهیزات پایه نسل دوم: مبدل منبع ولتاژ، ساختارهای ساده و چند سطحی، کنترل مبدل

جبران سازهای موازی SVC :و - STATCOM ساختمان، اصول کار، مدلسازی و کنترل

جبرانساز های سریGCSC:، TSSC، TCSC، - SSSCاصول کار، کنترلهای اصلی و کمکی ، رفتار تشدید زیر سنکرون

جابجا گرهای فاز PST :، TCPST، جابجا گرهای فاز مبتنی بر مبدل

کنترل کننده یکپارچه توان :(UPFC)ساختمان، روشهای کنترل، امکانات توسعه

بهبود میرایی و پایداری گذرا با FACTS

مدلسازی ادوات FACTS برای مطالعات پخش بار و پایداری

پیش درآمدی بر کاربرد ادوات FACTS در سیستم توزیع: تجهیزات توان مشتری خواه.

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- C. K. Kim, V. K. Sood, G. S. Ang, S. J. Lim, S. J. Lee, HVDC Transmission: Power Conversion Applications in Power Systems, IEEE Press, 2009.
- K. R. Padiyar, HVDC Power Transmission Systems Technology and System Interactions, Mc Graw Hill, 1990. [3] P. Kundur, Power System Stability and Control, McGraw Hill, 1994.
- N. G. Hingorani, L. Gyugyi, Understanding FACTS: Concepts and Technology of Flexible AC Transmission Systems, IEEE, 2000.
- Y. H. Song, A. T. Johns, Flexible AC Transmission Systems (FACTS), IEE, 1999.
- E. Acha, C. R. Fuerte-Squivel, H. Ambriz-Perez, C. Angeles-Camacho, FACTS Modeling and Simulation in Power Networks, John Wiley, 2004.

نام درس (فارسی):	دینامیک سیستم های قدرت ۲						
نام درس (انگلیسی):	Power System Dynamics 2						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- پایداری زاویه ای رتور گذرا، مدل دینامیکی غیرخطی سیستم قدرت، روش های تحلیل و طراحی، توابع انرژی
- پایداری ولتاژ
- پایداری فرکانس
- کنترل ناحیه گسترده
- تاثیر ضریب نفوذ بالای منابع تجدید پذیر روی مشخصه های دینامیکی سیستم های قدرت
- شبیه سازی رفتار دینامیکی سیستمهای قدرت، اساس کار و معرفی نرم افزارهای موجود .
- شناسایی پارامترهای دینامیکی (مدل سازی) .
- موضوعات روز درباره امنیت دینامیکی سیستم و مطالعات آن.
- تخمین پارامترهای دینامیکی با استفاده از داده های اندازه گیری

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- P. Kundur, Power System Stability and Control 2th Edition, McGraw Hill, 2022.
- P. W. Sauer, M. A. Pai, Power System Dynamics and Stability, Prentice Hall, 1998.
- J. Machowski, J. W. Bialek, J. R. Bumby, Power System Dynamics and Stability, Wiley, 1997.
- P. M. Anderson, A. A. Fouad, Power System Control and Stability, IEEE Press, 2003.
- G. Rogers, Power System Oscillations, Springer, 1999.
- P. M. Anderson, B. L. Agrawal, J. E. Van Ness, Subsynchronous Resonance in Power Systems, IEEE Press, 1990.
- Arrilaga, Arnold, Computer modeling of Electrical Power Systems, John Wiley, 1983.
- Energy Function Analysis in Power Systems, Academic Press, 1989.

نام درس (فارسی):	حفاظت دیجیتال سیستم های قدرت						
نام درس (انگلیسی):	Digital Protection of Power Systems						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- رله‌های ریزپردازنده‌ای : مزایا و معایب در مقایسه با رله‌های الکترومکانیکی و استاتیکی، ساختمان اجزاء، فیلترهای پایین گذر، مبدل-های آنالوگ به دیجتیال، اصول نمونه‌برداری از سیگنال‌های آنالوگ
- الگوریتم‌های دیجیتال تخمین فازور : فوریه، حداقل مربعات خطا، فوریه بازگشتی
- الگوریتم‌های دیجیتال تخمین فرکانس : گذر از صفر، فیلترهای متعامد، فوریه، حداقل مربعات خطا
- پیاده‌سازی دیجیتال رله‌ها : جریانی، دیفرانسیل، دیستانس
- حفاظت، کنترل و اندازه‌گیری : پست‌های معمولی (Conventional)، پست‌های فشار قوی DCS
- نمونه‌هایی از پیاده‌سازی عملی سیستم اتوماسیون پست
- کاربرد Phasor Measurement (PMU) درحفاظت
- حفاظت خط انتقال : با استفاده از الگوریتم معادلات دیفرانسیل، با استفاده از امواج سیار

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- A. G. Phadke and J. S. Thorp, Computer Relaying for Power Systems, 2nd ed., Wiley, 2009.
- W. Rebizant, J. Szafran and A. Wiszniewski, Digital Signal Processing in Power System Protection and Control, Springer, 2011.
- G. Ziegler, Numerical Distance Principles and Applications, 4th ed., Publicis, 2011.
- A. G. Phadke and J. S. Thorp, Synchronized Phasor Measurements and Their Applications, Springer, 2008.
- A. T. Johns and S. K. Salman, Digital Protection for Power Systems, IET, 1997.
- م. ا. همدانی گلشن، حفاظت دیجیتال سیستم های انرژی الکتریکی، برق منطقه ای اصفهان، ۱۳۹۶.

نام درس (فارسی):	تئوری جامع ماشین های الکتریکی						
نام درس (انگلیسی):	Generalized Theory of Electrical Machines						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- معرفی منحنی مشخصه عناصر الکتریکی و مکانیکی
- تابع حالت انرژی و مشتقات جزئی توابع حالت
- معادله لاگرانژ برای سیستم های پایستار مکانیکی و الکتریکی
- تابع تلفاتی رایلی و معادلات تعادلی برای سیستم های الکترومکانیکی
- مدلسازی اندوکتانس‌های ماشینهای سنکرون و القایی
- تئوری دستگاه مرجع دومحوری / مفهوم بردار فضایی
- معادلات ولتاژی ماشین القایی در دستگاه اختیاری
- تحلیل عملکرد حالت ماندگار و دینامیکی
- معادلات ولتاژی ماشین سنکرون در دستگاه اختیاری
- تحلیل عملکرد حالت ماندگار و دینامیکی ماشین سنکرون
- استخراج پارامترهای ماشین سنکرون شامل ثابت های زمانی و راکتانس های گذرا و زیرگذرا
- مدلسازی ماشین سنکرون شامل ثابت های زمانی و راکتانس های گذرا و زیرگذرا

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- P. Krause, O. Wasynczuk, S.Sudhoff, and S. Pekarek, Analysis of Electric Machinery and Drive Systems, 3rd ed., John Wiley & Sons, 2013.
- P.S. Bimbhra, Generalized Theory of Electrical Machines, Khanna Pub., Delhi, India, 1989.
- J. Meisel, Principles of Electromechanical Energy Conversion, 1966.

نام درس (فارسی):	الکترونیک قدرت ۱						
نام درس (انگلیسی):	Power Electronics						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- یاد آوری سوییچ های الکترونیک قدرت: مقدمه، دیود قدرت، Thyristor(SCR)، Triac، GTO، PBJT و ترانزیستور دارلینگتون، PMOS، IGBTبه همراه مدار فرمان، معرفی سوییجهای با پهنای باند وسیع (WBG سوییچ نظیر SIC, GaN و معرفی درایور آنها، مدارات فرمان: ایزولاتور مغناطیسی (ترانس پالس)- اپتوکوپلر- بوت استرپ، معرفی آی سی های ایزولاتور: ، TLP250 IR2111, HCPL316J، نحوه طراحی ترانس پالس
- نکات تکمیلی در مورد یکسوکننده ها (AC-DC): پارامترهای کیفیت یکسوکننده ها (ضریب توان و ضریب توان هارمونیکی- TUF)، عملکرد چهارناحیه ای، اثر نوع اتصال ترانس سه فاز بر عملکرد یکسوکننده (ترانس ستاره-مثلث و زیگزاگ)، یکسوکننده PWM، یکسوکننده چند پالسه، سری و موازی کردن یکسوکننده ها (یکسوکننده توان بالا)، فیلترهای خروجی یکسوکننده
- چاپرها (مبدلهای DC-DC): اصول عملکرد، مبدل کاهنده (باک)، روش های کنترل مبدل ها(کنترل ولتاژ-کنترل جریان)، شبیه سازی مبدل باک با PSIM و آی سی های کنترلی، مبدل افزاینده (بوست) (حالتهای CCM , DCM)و اثر المانهای پارازیتی بر بهره مبدل، مبدلهای افزاینده و کاهنده با خازن سوییچ شونده، چاپر کلاسC و D و E (مبدلهای dc-dc دو و چهار ناحیه ای)، مبدل باک -بوست (حالتهای CCM , DCM)،مبدل کاک (چاک)، مبدلهای Lue -سپیک-زیتا-، چاپر ایزوله : مبدل فوروارد و فلای بک- مبدل نیم پل- تمام پل و پوش پول (با در نظر گرفتن اثرات غیر ایده‌ال ترانس)، مدل فضای حالت مبدلها (روش متوسط گیری و بدست آوردن تابع تبدیل کنترل حلقه بسته خروجی مبدل باک)، نکات طراحی ترانس ایزوله کننده
- اینورترها (مبدلهای DC-AC): اینورتر منبع ولتاژ، تکفاز (Unipolar PWM, Bipolar PWM)، سه فاز، پارامترهای کیفیت اینورترها (THD)، تکنیکهای کلیدزنی تکفاز و سه فاز، مربعی تکفاز (شش پله ای سه فاز)، هدایت ۱۸۰درجه، هدایت ۱۲۰درجه، PWM، UPWM، SPWM و 3rd Harmonic، T SVM، SHE، مدلسازی اینورتر سه فاز در دستگاه دومحوری ساکن گردان، مدلسازی و کنترل اینورتر سه فاز منفصل از شبکه، مدلسازی و کنترل اینورتر سه فاز متصل به شبکه با انواع فیلترها، اینورتر منبع جریان، اصول عملکرد، ASCSI، اینورتر منبع ولتاژ کنترل شده با جریان CCPWM VSI، نحوه طراحی مبدل برای کوره القایی، معرفی وتحلیل انواع مبدلهای موجود در بازار برای تبدیل ۱۲ ولت مستقیم به ۲۲۰ولت سینوسی به عنوان یک نمونه اینورتر ساده
- مبدلهای رزنانسی: اهمیت کلیدزنی نرم، کلیدزنی در ولتاژ یا جریان صفر (ZVS, ZCS)، مبدلهای رزنانسی سوییچ (SRC) با قابلیت (ZVS, ZCS)، مبدلهای رزنانسی بار SLR, PLR)
- طراحی ترانس پالس و سلف: انواع هسته- هادی- اثر پوستی و مجاورتی، طراحی سلف و ترانس پالس

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- N. Mohan, T. M. Undeland, W. P. Robbins, "Power Electronics: Converters, Applications, and Design", John Wiley, 2003 (3rd Edition).
- Robert W. Erickson, Dragan Maksimović , "Fundamental of Power Electronics", Springer, 2020 (3rd Edition).
- W. Hart, "Introduction to Power Electronics", Prentice Hall, 2011 (2nd Edition).

نام درس (فارسی):	برنامه ریزی سیستم های قدرت						
نام درس (انگلیسی):	Power System Planning						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مقدمه‌ای بر برنامه‌ریزی در سیستم قدرت: نیازها و اصول
- مروری بر اقتصاد مهندسی: ارزش زمانی پول و مقایسهٔ گزینه‌های تصمیم‌گیری در پروژه
- مقدمه‌ای بر بهینه‌سازی
- بررسی تأثیرات تجدیدساختار بر برنامه‌ریزی در سیستم قدرت
- پیش‌بینی بلندمدت تقاضای انرژی الکتریکی
- قابلیت اطمینان در سیستم قدرت
- شبیه‌سازی احتمالاتی هزینهٔ تولید
- زمان‌بندی تعمیرات سیستم قدرت در ساختار انحصاری و تجدیدساختاریافته صنعت برق
- برنامه‌ریزی توسعهٔ تولید سیستم قدرت در ساختار انحصاری و تجدیدساختاریافته صنعت برق
- برنامه‌ریزی توسعهٔ شبکه سیستم قدرت در ساختار انحصاری و تجدیدساختاریافته سیستم قدرت
- مباحث نوین در برنامه‌ریزی سیستم قدرت

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Wang, X., & Mc Donald, J. R. *Modern power system planning*, New York: McGrow-Hill, 1994.
- 2- Conejo, A. J., Baringo, L., Kazempour, S. J. & Siddiqui, A. *Investment in electricity generation and transmission*. Switzerland: Springer, 2016.
- 3- Seifi, H. & Sepasian, M. S. *Electric power system planning.* Berlin: Springer, 2011.
- 4- Mazer, A. *Electric power planning for regulated and deregulated market*, Hoboken, NJ: John Wiley & Sons Ltd, 2007.
- 5-Leveque, F. *Competitive electricity markets and sustainability*, Northampton, MA: Edward Elgar Publishing, Inc, 2006.
- Gabriel, S. A., Conejo, A. J., Fuller, J. D., Hobbs, B. F., & Ruiz, C. *Complementarity modeling in energy markets*, New York: Springer, 2013.

نام درس (فارسی):	کنترل محرکه های الکتریکی						
نام درس (انگلیسی):	Control of Electrical Drives						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مقدمه : تبدیل انرژی الکتریکی به حرکت و محدودهٔ عملکرد محرکه‌ها، مشخصات بارهای مکانیکی (حرکتی)، مشخصات خروجی موتورها
- مرور کوتاه مدارهای الکترونیک قدرت در کاربرد محرکه : مقایسهٔ انواع مختلف در بازه‌های مختلف کاری (چهار ناحیهٔ کنترلی)
- تجزیه و تحلبل موتورهای DC به‌عنوان پایه : پایه‌ریزی و طراحی بلوک‌های کنترلی آنالوگ و دیجیتال به صورت حلقه بسته
- تجزیه و تحلیل موتورهای القایی به‌عنوان موتورهای پرکاربرد در صنعت : مدل‌سازی فضای حالت، بررسی مشخصات کاری در نواحی مختلف کاری، بررسی جامع روش‌های کنترلی، بررسی و تحلیل انواع روش‌های کنترلی (حلقه باز و حلقه بسته)، استفاده از روش‌های کنترل برداری و نیز روش کنترل مستقیم گشتاور
- بررسی دقت روش‌ها در مقابله با اغتشاشات و اعمال راهکارهای مناسب برای مقابله با اغتشاشات
- مروری بر برآورد پارامترها، تخمین حالت و رویتگرهای شار و سرعت

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- P. Vas, Sensorless Vector and Direct Torque Control, Oxford University Press, 1998.
- P. Vas, Artificial-Intelligence-Based Electrical Machines and Drives, Oxford University Press, 1999.
- Bose, Power Electronics and Motor Drives, Elsevier Inc., 2006. ، ترجمه‌ی: Boseمحرکه‌های الکتریکی، ابوالفضل واحدی
- B. Bose, Power Electronics and Variables Frequency Drives, IEEE Inc., 1997.
- G.K. Dubey, Power Semiconductor Controlled Drives, Prentice Hall Inc., 1989[ترجمه‌ی: دکتر میلی منفرد، مشکین کلک، انتشارات دانشگاه امیرکبیر.
- W. Leonhard, Control of Electrical Drives, Springer, 3rd Edition, 2001
- Krishnan, Elelctric Motor Drives, Modeling, Analysis and Control, Prentice Hal, 2001
- Seung-Ki Sul , Control of Electric Machine Drive Systems, 2011, IEEE

نام درس (فارسی):	طراحی ماشین های الکتریکی						
نام درس (انگلیسی):	Electric Machines Design						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- آشنایی با مفاهیم طراحی ماشینهای الکتریکی در کاربردهای مختلف
- اصول بهینه سازی
- تعریف تابع هدف و قیود با توجه به شرایط مورد نظر
- اهمیت اقتصادی طراحی و بهینه سازی ماشینهای الکتریکی
- اصول طراحی انواع ماشینهای الکتریکی شامل ترانسفورمر، ماشینهایDC ، موتورهای القایی سه فاز و یک فاز و ژنراتور سنکرون
- طراحی الکترو مغناطیسی انواع ماشینهای الکتریکی
- طراحی حرارتی انواع ماشینهای الکتریکی
- طراحی بهینه ماشینهای الکتریکی در آینده با در نظر گرفتن کیفیت توان در شبکه های الکتر**یکی**

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Boldea, S. A. Nasar, The induction machine handbook, CRC express, 2001.
- T. A. Lipo, Introduction to AC machine design, University of Wisconsin-Madison, 2004.
- M. G. Say, Performance and design of AC machines, Pitman, 1970.
- F. Fu, X. Tang, Induction machine design handbook, China Machine Press, 2002.
- J. Pyrhonen, T. Jokinen, V. Hrabovcova, Design of Rotating Electrical Machines, John Wiley & Sons, 2008.
- ا. واحدی، س . دهرویه ، طراحی ماشینهای الکتریکی ، انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران
- ه. اورعی، بهینه سازی و طراحی کامپیوتری ماشینهای الکتریکی ، انتشارات خراسان

نام درس (فارسی):	الکترونیک قدرت ۲						
نام درس (انگلیسی):	Power Electronics II						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مبدل های مورد استفاده در گرمایش القایی (کوره القایی)
- یکسوکننده های با ضریب توان بالا
- تصحیح ضریب توان PFC
- یکسوساز سنکرون
- مبدلهای DC-DC با بهره کاهندگی بسیار بزرگ
- مبدلهای DC-DC با بهره افزایندگی بسیار بزرگ
- مبدلهای امپدانسی
- مبدلهای چند ورودی
- درایورهای LED و بالاست
- مبدلهای خورشیدی (تکفاز و سه فاز با و بدون ترانسفورماتور)
- اینورترهای چندسطحی
- اینورترهای چندفازه و تکنیک SVM چندفازه
- مبدلهای ماتریسی
- مبدل های مورد استفاده در شبکه های قدرت (ادوات FACTS)

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- "HIGH-POWER CONVERTERS AND AC DRIVES" Second Edition Bin Wu Mehdi Narimani , 2017, IEEE Press Wiely
- "Advanced DC/AC Inverters: Applications in Renewable Energy," By *Fang Lin Luo and Hong Ye* , CRC Press Taylor & Francis Group , 2013
- "Impedance Source Inverters,", By Hongpeng Liu • Zichao Zhou • Yuhao Li • Wentao Wu • Jiabao Jiang • Enda Shi, Springer, 2020.
- Multilevel Inverters Conventional and Emerging Topologies and Their Control by Krishna Kumar Gupta, Pallavee Bhatnagar (z-lib.org), Elsevier, 2018
- Power Factor Correction Handbook, 2011
- Handbook of Induction Heating, Second Edition, Valery Rudnev, Don Loveless, Raymond L. Cook, CRC Press, 2017
- Power Electronics: Converters, Applications, and Design, By: N. Mohan, T.M. Undeland, and W.P. Robbins, John Wiley, 2003 (3rd Edition

نام درس (فارسی):	طراحی مبدل های الکترونیک قدرت						
نام درس (انگلیسی):	Design of Power Electronics Converters						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- رفتار المان‌های پسیو RLC در مدارات پالسی: آشنایی با انواع مقاومتها (کربنی-فیلم- سیم پیچی)- خازنها (سرامیکی-فیلم(MKPوMKT)- پلی استر- الکترولیتی-تانتالیم) و محدوده عملکرد آنها
- طراحی عناصر مغناطیسی (سلف و ترانسفورماتور)
- مدارهای درایور گیت سوئیچهای الکترونیک قدرت (نیمه کنترل شده و تمام کنترل شده)
- سوئیچهای الکترونیک قدرتWBD: (نظیر GaN و SIC) و مدارات درایور آنها، فرصتها و چالشها در درایوهای الکتریکی
- طراحی فیلترهای ورودی و خروجی در PEC (Power Electronics Converter)، فیلتر LC، فیلتر LCL
- طراحی مدارات اسنابر: روابط و جداول کاربردی، مدارات اسنابر مستقل (individual)، مدارات اسنابر متمرکز (Lumped)
- اندازه گیری در الکترونیک قدرت: اندازه گیری ولتاژ، جریان، توان:(حسگرهای اثرهال (با و بدون آفست خروجی- خروجی جریانی و ولتاژی)، شنت، ایزوله سازی خروجی حسگرها، آی سی های اپتوکوپلر خطی برای اندازه گیری و ایزولاسیون)، اندازه گیری سرعت و موقعیت
- اثر تداخل الکترومغناطیسی EMI و راهکارهای کاهش آنها در PEC: کوپلاژ مغناطیسی و الکتریکی، نویز وجه مشترک و وجه تفاضلی، فیلتر وجه مشترک و وجه تفاضلی، شیلد کردن، انواع کابلها
- طراحی گرمایی مبدلهای الکترونیک قدرت
- حفاظت مبدلهای الکترونیک قدرت: اضافه ولتاژ، اضافه جریان، اسنابر
- انواع روشهای کنترل منابع تغذیه سوییچینگ: کنترل مد ولتاژ، کنترل مد جریان، کنترل فیدفوروارد
- نکات مهم در رسم مدارچاپی (PCB) در PEC
- آی سی ها (مدارات مجتمع) در PEC، منابع تغذیه آماده TLX4609 و MINMAX، کنترل کننده مدیریت توان -منبع جریان TL494، آی سی های مولد SPWM و سینوسی و مثلثی و ... (فانکشن ژنراتور) ، آی سی های تصحیح کننده های ضریب توان PFC
- مدارات الکترونیک قدرت نوین: مبدلهای خورشیدی، اینورترهای متصل به شبکه (معرفی عملی زیر بخشهای مبدل خورشیدی شرکتهای SMA , Kstar)، درایوهای الکتریکی (معرفی عملی زیر بخشهای درایو delta)، درایو موتورهای BLDC (معرفی عملی دو نمونه درایو موتور سیکلت و دوچرخه برقی صنعتی)
- قابلیت اطمینان در مبدلهای الکترونیک قدرت (Reliability in PECs): موازی، سری

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Reliability in Power Electronics and Electrical Machines Industrial Applications and Performance Models, Shahriyar Kaboli (Sharif University of Technology, Iran) and Hashem Oraee (Sharif University of Technology, Iran) Engineering Science Reference • copyright 2016
- Passive Components for Circuit Design, ScienceDirect, Ian Sinclair.
- "Electromagnetic Compatibility in Power Electronics," François Costa, Cyrille Gautier, Eric Labouré, Bertrand Revol, Wiley, 2014.
- Colonel Wm. T. McLyman , "Transformer and Inductor Design Handbook", Fourth Edition, 2011, Taylor and Francis Group
- Abraham I. Pressman, Keith Billings,Taylor Morey , "Switching Power Supply Design,"Third Edition, 2009, Mc Grow Hill
- Power Supply Cookbook, Marty, second Ed. 2001

نام درس (فارسی):	**کنترل مبدل های الکترونیک قدرت**						
نام درس (انگلیسی):	Power Electronic Converters Control						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	**۳**	**واحد نظری:**	**۳**	**واحد عملی:**	**۰**	**تعداد ساعت:**	**۴۸**
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مقدمه در مورد مدلسازی و کنترل مبدلهای الکترونیک قدرت
- مدلسازی مداری مبدلهای الکترونیک قدرت در حالت دائمی
- مدار معادل سیگنال کوچک در حالت هدایت پیوسته(Continuous Conduction Mode)
- طراحی کنترل کننده
- مدلسازی مدار معادل حالت دائمی و سیگنال کوچک در حالت هدایت ناپیوسته
- مدلسازی مبدلهای کنترل شده با روش کنترل برنامه ریزی شده جریان(Control Programmed Current)
- طراحی فیلتر ورودی.
- مدلسازی و کنترل یکسو سازهایPWM

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- R. W. Erickson, Fundamentals of Power Electronics, Kluwer Academic Publications, 2001.
- Ch. P. Bosso, Switch-Mode Power Supplies, McGraw-Hill, 2008

نام درس (فارسی):	روش های اجزا محدود						
نام درس (انگلیسی):	Finite Elements Methods						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- اجزای محدود تک بعدی و دو بعدی
- اجزای مثلثی مرتبه اول برای مسائل پتانسیل
- الکترومغناطیس اجزای محدود
- حل اجزای محدود معادله دو بعدی هلمولتز
- اپراتورهای دیفرانسیلی در مواد فرومغناطیسی
- اجزای محدود برای اپراتورهای انتگرالی
- اجزای خم‌دار، برداری و نامقید
- توابع اصلی مرتبه بالا در اجزای محدود اسکالر
- حل اجزای محدود مسائل هلمولتز برداری سه بعدی
- مسائل حوزه زمان و فرکانس در سیستم‌های مقید
- اعمال روش اجزای محدود برای تحلیل مغناطیسی و حرارتی ما شین‌های الکتریکی
- کاربرد روش اجزای محدود برای تحلیل الکترو مغناطیسی ترانسفورماتورها

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- N. Bianchi, Electrical Machines Analysis Using Finite Elements Method, CRC Press, 2005.
- P. P. Silvester, and R. Ferrari, Finite Elements for Electrical Engineers, 3rded., Cambridge University Press, 1996.
- S. J. Salon, Finite Elements Analysis of Electrical Machines, Kluwer Academic Publishers, 1995.

نام درس (فارسی):	طراحی وسائط نقلیه برقی و ترکیبی						
نام درس (انگلیسی):	Hybrid Electric Vehicles Design						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مسائل زیست محیطی وتاریخچه خودروهای برقی
- اصول اولیه طراحی خودرو
- موتورهای احتراق داخلی
- خودروهای برقی
- خودروهای برقی هیبریدی
- سیستم محرکه الکتریکی
- طراحی سیستم محرکه خودروهای الکتریکی هیبرید سری
- طراحی سیستم محرکه خودروهای الکتریکی هیبرید موازی
- طراحی سیستم محرکه خودروهای الکتریکی هیبرید سری– موازی
- طراحی سیستم محرکه خودروهای الکتریکی و هیبرید قابل اتصال به شبکه
- باتری‌ها و ذخیره انرژی
- اصول بازیافت انرژی توسط ترمز الکتریکی
- خودروهای پیل سوختی
- لوکوموتیوهای برقی
- محاسبات قدرت وسایط نقلیه برقی و ترکیبی

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- C. D. Anderson and J. Anderson, Electric and Hybrid Cars: a History, 2rd ed., McFarland & Company, Inc., Publishers, 2010.
- M. Ehsani, Y. Gao, and A. Emadi, Modern Electric, Hybrid Electric, and Fuel Cell Vehicles: Fundamentals, Theory, and Design, Second Edition, CRC Press, 2010.
- J. Miller, Propulsion systems for Hybrid Vehicles, Institution of Engineering and Technology (IET), 2004.
- Emadi, (ed.) Handbook of Automotive Power Electronics, CRC Press, 2005.
- Hussein, Electric and Hybrid Vehicles: Design Fundamentals, CRC Press, 2003.
- Mi, M. AbulMasrur, and D. WenzhongGao, Hybrid Electric Vehicles Principles and Applications with Practical Perspectives, Wiley, 2011.
- J. Larminie, and J. Lowry, Electric Vehicle Technology Explained,2nd ed., Wiley, 2012.
- M. Ehsani, Y. Gao,and A. Emadi, Modern Electric, Hybrid Electric, and Fuel Cell Vehicles, Fundamentals, Theory, and Design,2nd ed., CRC Press, 2010.

نام درس (فارسی):	منابع تغذیه و شارژرها						
نام درس (انگلیسی):	Power Supplies and Chargers						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مقدمه‌ای بر تاریخچه شارژرها در وسایل نقلیه
- انواع سیستم‌های تغذیه الکتریکی در خودرو
- بررسی رژیم‌های مختلف شارژ باتری
- بررسی ساختاری انواع شارژرها و نحوه اتصال الکتریکی آنها به خودروهای برقی
- بررسی استانداردهای مربوط به شارژرها و منابع تغذیه در وسایل نقلیه
- مروری بر ساختار الکترونیک قدرت در انواع مبدل‌ها و شارژرها
- بررسی سیستم‌های مدیریت انرژی و پروتکل‌های مخابره اطلاعات بین خودروها و شارژرها

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- G. Pistoia, Electric and Hybrid Vehicles Power Sources, Models, Sustainability, Infrastructure and the Market, Elsevier, 2011.
- A. Emadi (ed.), Handbook of Automotive Power Electronics, CRC Press, 2005.
- TR Crompton, Battery Reference Book, 3rd ed., Elsevier, 2000.
- M. H. Rashid, Power Electronics Handbook: Devices, Circuits, and Applications, 3rd ed., Elsevier, 2010.
- SAE and IEC Standards.

نام درس (فارسی):	مبدل های الکتریکی توان بالا						
نام درس (انگلیسی):	High Power Electric Converters						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- آشنایی با انواع ساختارهای مبدل‌های الکتریکی بر پایه الکترونیک قدرت در کاربردهای درایو موتور
- بررسی شرایط مبدل‌های الکتریکی با ویژگی توان بالا
- ویژگی‌های عناصر نیم‌رسانای توان بالا
- طراحی مبدل‌های AC به DC و DC به AC با در نظر گرفتن ملزومات توان
- روش‌های مدولاسیون مناسب برای مبدل‌های توان بالا

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- D. O. Neacsu, Switching Power Converters, Medium and High Power, 2nd ed., CRC Press, 2013.
- R. D. Doncker, D. W.J. Pulle and A. Veltman, Advanced Electrical Drives:Analysis, Modeling, Control, Springer, 2011.
- Emadi,Handbook of Automotive Power Electronics and Motor Drives, CRC Press, 2005.
- Boldea and S.A. Nasar, Electric Drives, 2nd ed., CRC Press, 2005.
- B. K. Boss,Modern Power Electronics and AC Drives, Prentice Hall, 2002.
- V. C.Valchev andA. V. Bossche,Inductors and Transformers for Power Electronics, CRC Press, 2005.
- E. Acha, V. Agelidis, O. Anaya and T. J. Miller, Power Electronic Control in Electrical Systems, Newrnes, 2002.

نام درس (فارسی):	سیستم های ذخیره کننده انرژی						
نام درس (انگلیسی):	Energy Storage Systems						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مقدمه‌ای بر سیستم‌های ذخیره‌ساز انرژی در خودروها
- سیستم‌های باتری : اسید- سرب، نیکلی، لیتیومی، مروری بر دیگر انواع، روش‌های تخمین وضعیت شارژ، روش‌های وضعیت سلامت، سیستم مدیریت باتری (BMS)، انواع روش‌های مدل‌سازی، بررسی کاربردی انواع باتری در سیستم‌های ذخیره‌ساز
- سیستم‌های ابر خازن : بررسی انواع ابر خازن، برقراری توازن ولتاژ ابرخازن‌ها
- سیستم‌های پیل سوختی : مشخصات، فناوری‌های مختلف، روش‌های تامین هیدروژن
- بررسی دیگر سیستم‌های ذخیره کننده انرژی : سیستم چرخ‌گردان (Fly Wheel)، سیستم‌های پنیوماتیک (Pneumatic)
- انواع حالت‌های ترکیبی سیستم های ذخیره ساز انرژی در بخش رانشی خودرو

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- T. R. Crompton, Battery Reference Book, 3rd ed., Elsevier, 2000.
- M. Ehsani, Y. Gao, and A. Emadi, Modern Electric, Hybrid Electric, and Fuel Cell Vehicles: Fundamentals, Theory, and Design, 2nd ed., CRC Press, 2010.
- J. Miller, Propulsion Systems for Hybrid Vehicles, IET, 2004.
- A. Emadi, (ed.) Handbook of Automotive Power Electronics, CRC Press, 2005.
- P. Corbo, F. Migliardini,and O.Veneri, Hydrogen Fuel Cells forRoad Vehicles, Springer, 2011.
- W. Vielstich, Handbook of Fuel Cells, 6 Volumes Set, Wiley, 2010.

نام درس (فارسی):	ماشین های الکتریکی مدرن						
نام درس (انگلیسی):	Modern Electrical Machines						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- ژنراتورهای القایی دو تحریکه (DFIG): انواع (با جاروبک و بدون جاروبک)، ساختمان، مدل‌سازی ایستا و پویا، تحلیل عملکرد، کاربرد در توربین‌های بادی، کنترل و پویایی
- ماشین‌های الکتریکی شار محور: ساختمان، انواع، کنترل، کاربرد در خودروهای برقی و توربین‌های بادی
- ماشین‌های سنکرون مغناطیس دائم: تحلیل، مدل‌سازی، کنترل و کاربردها
- ریزماشین‌ها: ساختمان، تحلیل و کاربردها
- ساختارها و کاربردهای روزآمد ماشین‌های الکتریکی

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- G. Abad, J. Lopez, M. Rodri guez, L. Marroyo, and G. Iwanski, Doubly Fed Induction Machine, Modelling and Control for Wind Energy Generation, Wiley, 2011.
- J. F. Gieras, R. Wang, and M. J. Kamper, Axial Flux Permanent Magnet Brushless Machines, 2nd ed.,Springer, 2008.
- S. Tohidi, M. R. Zolghadri, H. Oraee, P. Tavner, E. Abdi, and T. Logan, Performance of the Brushless Doubly- fed Machine under Normal and Fault Conditions, IET Electric Power Applications, Vol. 6, No. 9, PP. 621-627, 2012.
- R. Krishnan, Permanent Magnet Synchronous and Brushless DC Motor Drives, CRC Press, 2009.
- J. H. Lang, Multi Wafer Rotating MEMS Machines, Turbines, Generators, and Engines, Springer, 2010.

نام درس (فارسی):	کنترل غیرخطی						
نام درس (انگلیسی):	Nonlinear Control						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مقدمه: آشنایی با انواع توابع غیرخطی و کاربرد آنهادر حلقه‌های کنترل
- معرفی درس (آشنایی با انواع توابع غیرخطی و کاربرد آنهادر حلقه‌های کنترل، ، تفاوت سیستم‌های خطی و غیرخطی، نمایش سیستم‌های غیرخطی، نقطه تعادل)
- مثال‌هایی از سیستم‌های غیرخطی
- سیستم‌های مرتبه ۲ (صفحه فاز، رفتار کیفی در اطراف نقطه تعادل،، چرخه حدی، انشعاب)
- ویژگی‌های پاسخ‌های معادلات دیفرانسیل معمولی
- تحلیل نماهای فاز
- چرخه حدی
- نظریه لیاپانوف برای سیستم‌های خودگردان و غیرخودگردان
- حوزه‌ی جذب و اهمیت آن در طراحی
- معیار دایره‌ی چندمتغیره
- معیار پوپوف چندمتغیره
- روش تابع توصیفی
- طراحی کنترل‌کننده‌های محلی برای سیستم‌های غیرخطی
- خطی‌سازی با فیدبک (ورودی- حالت و ورودی- خروجی)
- روش‌های دکوپله‌سازی اغتشاش، پسگام و مد لغزشی در کنترل سیستمهای غیر خطی
- موضوعات پژوهشی روزآمد (نظری/ کاربردی) در پروژه‌ی پایانی مطرح می‌شوند

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- H. Khalil, Nonlinear Systems, Pearson Education, 2013.
- J. J. Slotine, and W. Li, Applied Nonlinear Control, Prentice- Hall, 1991.
- M. Vidyasagar, Nonlinear Systems Analysis: Second Edition, Classics in Applied Mathematics, Society for Industrial and Applied Mathematics , 2002.
- A. Isidori, Nonlinear Control Systems, Communications and Control Engineering, Springer, 2013..
- W. Haddad, V. Chellaboina, Nonlinear Dynamical Systems and Control: A Lyapunov-Based Approach, Princeton University Press, 2011.

نام درس (فارسی):	کنترل بهینه						
نام درس (انگلیسی):	Optimal Control						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- بهینه سازی مقید و نامقید توابع
- برنامه ریزی پویا و اصل بهینگی بلمن
- معادله هامیلتون-ژاکوبی-بلمن
- حساب تغییرات
- بهینه سازی مقید و نامقید تابعک ها
- کنترل بهینه مقید و اصل کمینگی پونتریاگین
- سیستم های هامیلتونی و معادله دیفرانسیلی ریکاتی
- تنظیم کننده مربعی خطی (افق زمانی محدود/نامحدود)
- تنظیم کننده تصادفی (افق زمانی محدود/نامحدود) و ارتباط آن با کنترل بهینه H_2
- فیلتر کالمن (افق زمانی محدود/نامحدود)
- تنظیم کننده گوسی مربعی خطی
- حل عددی کنترل بهینه : روش شدیدترین فرود برای حلTPBVP

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- D. E. Kirk, Optimal Control Theory, Prentice- Hall, 2004.
- F. L. Lewis, Optimal Control, 2nded., Wiley, 1996.
- Luenberger, D. G., Ye, Y., Linear and Nonlinear Programming, Springer, 2016.
- Optimization Toolbox for Use with MATLAB, The Math Work Inc., 2002.
- Control Systems Toolbox for Use with MATLAB, The Math Work Inc., 2002.

نام درس (فارسی):	کنترل مقاوم						
نام درس (انگلیسی):	Robust Control						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مقدمه شامل تعبیر نامعینی و مقاوم بودن نسبت به عدم قطعیت در مدل، تعریف تابع حساسیت و ارتباط آن با قوام،
- تعریف مسأله عمومی تنظیم، قضیهٔ بهرهٔ کوچک. مقدمه‌ای بر نرم‌ها شامل نرم سیگنال‌ها و سیستم‌ها، ارتباط بین نرم سیگنال و نرم سیستم، روش محاسبهٔ نرم دو و نرم بینهایت، نرم در سیستم‌های چند متغیره MIMO.
- معرفی قوام شامل تعیین نامعینی‌های مختلف در مدل‌سازی، تعریف پایداری مقاوم، عملکرد نامی، عملکرد مقاوم و قضایای مرتبط،
- پارامتریزه کردن کنترل کنندهٔ مقاوم توسط فاکتورهای به هم اول، محدودیت‌های جبری و تحلیلی در طراحی کنترل‌کنندهٔ مقاوم.
- پاسخ مسأله پایداری مقاوم و عملکرد نامی شامل معرفی روش Model Matching و حل آن، طراحی کنترل‌کننده برای عملکرد نامی، طراحی کنترل‌کننده برای پایداری مقاوم،
- تحلیل و سنتز μ ، حل مسأله حساسیت مخلوط بر مبنای نرم H2 ،H∞ و حل مسأله ترکیبی H2 /H∞ . برخی از روش‌های ساده‌سازی کنترل‌کننده.
- مقدمه ای بر LMI و کاربرد آن در حل مسائل مختلف کنترلی. بررسی و حل مثال‌های کاربردی در تعیین پاسخ‌های مورد نظر با روش‌های تحلیلی و عددی و استفاده از جعبه ابزار Robust Control، جعبه ابزار lmi Control و جعبه ابزار تحلیل و سنتز μ در نرم افزار MATLAB. این درس با انجام یک پروژه توسط دانشجویان کامل می‌شود.
- آشنایی با QFT

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- J. C. Doyle, B. A. Francis and A. R. Tannenbaum, Feedback Control Theory, Dover Pub., 2009.
- Liu, K.Z., Yao, Y., Robust Control Theory and Applications, Wiley, 2016.
- K. Zhou and J. C Doyle, Essentials of Robust Control, Prentice- Hall, 1997.
- S. Boyd, L. EL Ghaoui, and E. Freon, Linear Matrix Inequalities in System and Control Theory, SIAM, 1997.
- G. E. Dullerud and F. Paganini, A Course in Robust Control Theory: A Convex Approach, Springer, 2010.

نام درس (فارسی):	کنترل تطبیقی						
نام درس (انگلیسی):	Adaptive Control						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- روش‌های برآورد زمان حقیقی پارامتر
- تنظیم کننده‌های خود کوک (STR)
- سیستم‌های تطبیقی مدل مرجع (MRAS)
- طراحی بر اساس پایداری لیاپانوف و Passivity
- خود کوک‌سازی (Autotunning)
- پیاده‌سازی سیستم‌های کنترل تطبیقی و نکات کاربردی

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- K. J. Astrom and B. Wittenmark, Adaptive Control, 2nd ed., Dover Pub. 2008.
- G. C. Goodwin and K. S. Sin, Adaptive Filtering, Prediction and Control, Dover Pub. 2009.
- I. D. Landau, R. Lozano, and M. M'saad, Adaptive control, 2nd ed., Springer, 2011.
- Astolfi, A., Karagiannis, D., Ortega, R., Nonlinear and Adaptive Control with Applications, Springer, 2008.

نام درس (فارسی):	**کنترل چند متغیره**						
نام درس (انگلیسی):	Multivariable Control						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	**۳**	**واحد نظری:**	**۳**	**واحد عملی:**	**۰**	**تعداد ساعت:**	**۴۸**
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مرور : تعاریف و قضایای جبر ماتریس، چند جمله‌ای‌ها، ماریس‌های چند جمله‌ای و تحقق سیستم‌های چند متغیره
- مقدمه شامل مسأله تداخل و مشکلات آن و ارائه مثال‌های عملی از سیستم‌های چندمتغیره.
- نمایش سیستم‌های خطی چندمتغیره در قالب توصیف فضای حالت، ماتریس تبدیل، ماتریس سیستم، و توصیف کسری- ماتریسی با مباحث جانبی آنها.
- قطب‌ها و صفرها در سیستم‌های چندمتغیره و تحلیل و طراحی سیستم‌های کنترل چندمتغیره در حوزه فضای حالت.
- طراحی فیدبک تک حلقه : مسئله استاندارد، روابط بنیادی و محدودیت‌های عملکرد
- قطب‌ها و صفرهای سیستم‌های چند متغیره : بررسی پایداری، فرم اسمیت مک میلان(SMM)، توصیف کسری ماتریسی(MFD)
- تقلیل مرتبه مدل با استفاده از مقادیر منفرد (S.V.D)
- پایداری و محدودیت‌های عملکردی در سیستم‌های چندمتغیره، تحلیل پایداری و عملکرد سیستم‌های چندمتغیره نامعین.
- پایداری و عملکرد مقاوم سیستم‌های چند متغیره : بهره‌های اصلی، نرم‌های اپراتوری $\|G\|_\infty$ و $\|G\|_2$
- طراحی سیستم‌های کنترل چندمتغیره با روش‌های کلاسیک شامل مقدمه‌ای بر طراحی، انتخاب ورودی و خروجی، انتخاب پیکربندی کنترل و طراحی سیستم‌های کنترل غیرمتمرکز، طراحی کنترل‌کننده‌های چندمتغیره به روش حلقه بستن ترتیبی، و طراحی ماتریس-های پیش جبران‌ساز برای حل دشواری کنترل. کنترل PI سیستم‌های چندمتغیره با تاکید بر روش‌های مبتنی بر ماتریس پاسخ پله‌ی سیستم، طراحی سیستم‌های کنترل مقاوم به روش فیدبک کمّی

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Multivariable Feedback Control, S. Skogestad and I. Postlethwaite, Wiley, 2005.
- Linear Robust Control, M. Green and D. J. N. Limebeer, Prentice-Hall, 1995.
- J. M. Maciejowski, Multivariable Control Design, 1989.
- N. Munro, R. V. Patel, M. V. Systems, Theory and Design, 1982.
- A. I. G. Vardulakis, Linear M. V. Control, 1991.
- Control Configuration Selection in Multivariable Plants, A. Khaki-Sedigh and B. Moaveni, Springer, 2009.
- تحلیل و طراحی سیستم های کنترل چند متغیره، علی خاکی صدیق، چاپ سوم، انتشارات دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، ۱۳۹۲

نام درس (فارسی):	کنترل فرایند پیشرفته						
نام درس (انگلیسی):	Advanced Process Control						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- معرفی سیستم‌های فرآیندی: آشنایی با ویژگی‌های چند نمونه فرآیند صنعتی از جمله راکتور CSTR، ستون تقطیر، مدل تنسی ایستمن، بانک مدل‌های پیشنهادی در تحقیقات کنترل فرآیند
- مباحث پیشرفته در فیدبک رله‌ای: تخمین مدل، طراحی کنترل‌کننده برای سیستم‌های غیر مینیمم فاز و سیستم‌های چند متغیره
- جبران‌سازها: تاثیر تاخیر در حلقه کنترل، تخمین تاخیر، کنترل‌کنندهSmith، کنترل پیش‌بین Moore، کنترل PIP، معرفی کنترل پیش‌بین GPC و نحوه در نظر گرفتن قیود فرآیند در مسأله GPC
- پایش عملکرد: کنترل مینیمم واریانس و اندیس هریس، اندیس تعمیم‌یافته هریس، اندیس هریس در سیستم‌های چند متغیره
- ارزیابی حلقه کنترل با معیارهای تولید: مصرف انرژی و کیفیت تولید، بهینه‌سازی زمان حقیقی (RTO) در فرآیندهای غیرخطی، انتخاب بهینه نقطه کار با محدودیت‌های فنی و اقتصادی بر اساس مدل استاتیکی، مسأله کنترل جستجوی نقطه کار بهینه و ملاحظات حفظ پایداری دینامیکی در RTO
- سنسور نرم: روش‌های مبتنیبر شناسایی سیستم خطی و غیر خطی، روش‌های آماری مبتنی بر تئوری بیز، طراحی سنسور نرم جهت افزایش زمان نمونه‌برداری، طراحی سنسور نرم به عنوان جایگزین سنسور خراب، ترکیب اطلاعات سنسورهای سریع و کند، مشکلات و راه‌کارهای کاربرد سنسور نرم در حلقه کنترل

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- W. L. Luyben,Process Modeling Simulation and Control for Chemical Engineers, 2nd ed., McGraw-Hill, 1990.
- E. F. Camacho and C. B. Alba, Model Predictive Control,2nd ed., Springer, 2007.
- A. Ordys, D. Uduehi, and M. A. Johnson, Process Control Performance Assessment: From Theory to Implementation, Springer, 2010.
- L. Fortuna, S. Graziani, A. Rizzo, Soft Sensors for Monitoring and Control of Industrial Processes, Springer, 2010.

نام درس (فارسی):	**ابزار دقیق پیشرفته**						
نام درس (انگلیسی):	Advanced Instrumentation						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	**۳**	**واحد نظری:**	**۳**	**واحد عملی:**	**۰**	**تعداد ساعت:**	**۴۸**
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مقدمه: تحولات سیستم‌های کنترل و ابزار دقیق
- مشخصه‌های ادوات استاتیکی و دینامیکی ابزار دقیق
- مبدل‌های ثانویه پردازش سیگنال‌های خطی، فیلترها، پردازش سیگنال‌های غیر خطی، نویز و عملکرد سیستم
- مبدل‌های A/D، پردازش سیگنال‌های دیجیتال،، اندازه‌گیری تغییر مکان، نیرو، دما، فشار، دبی، سطح، اندازه‌گیری سایر کمیت‌ها
- اصول طراحی کیفی سیستم های کنترل و ابزار دقیق
- سنسورهای نوری
- سنسورهای هوشمند
- استانداردها
- شناخت پروتکل های ارتباطی حسگر های هوشمند
- نقش ابزار دقیق در طراحی سیستم های مکاترونیک
- آشنایی با اصول و عملکرد ترکیب اطلاعات حسگر (Sensor Data Fusion)

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- T. R. Padmanabhan, Industrial Instrumentation Principles and Design, Springer 2000.
- ANSI/ISA5.1, Instrumentation Symbols and Identification , International Society of Automation, 2022
- Blum, R. S., Liu, Z.. Multi-sensor image fusion and its applications. CRC press. 2018
- Liggins II, M., Hall, D., Llinas, J.. Handbook of multisensor data fusion: theory and practice. CRC press. 2017
- Frank, R. Understanding smart sensors. Artech House. 2013

نام درس (فارسی):	تخمین و شناسایی سیستم ها						
نام درس (انگلیسی):	Estimation and System Identification						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- معرفی شناسایی سیستم‌ها: ویژگی‌ها، مسایل و مشکلات، روش‌ها و تقسیم‌بندی‌ها
- 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
- 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
- انتخاب رگرسورهای مهمتر و روش کوچکترین مربعات متعامد (OLS)
- 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
- 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
- شناسایی حلقه بسته، انتخاب سیگنال تحریک به حد کافی غنی برای شناسایی، شناسایی سیستم‌های چند ورودی چند خروجی، شناسایی سیستم‌ها در مدل فضای حالت
- 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)
- 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
- 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
- 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
- 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

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

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

نام درس (فارسی):	ریاضیات کاربردی در کنترل						
نام درس (انگلیسی):	Applied Mathematics in Control						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- فضاهای متریک (تعریف فضاهای متریک و مثال‌های مربوطه، توسعه مفاهیم پیوستگی نگاشت و همگرایی و کوشی بودن دنباله در فضاهای متریک، مفهوم کامل بودن فضای متریک و مثال‌های مرتبط، قضیه نقطه ثابت باناخ و کاربردهای آن)
- فضاهای نرم‌دار و فضاهای باناخ (آشنایی با فضاهای برداری متناهی‌البعد و نامتناهی‌البعد، تعریف نرم و فضاهای نرم‌دار، آشنایی با مفاهیم نرم‌های معادل و همگرایی در یک فضای نرم‌دار، تعریف فضاهای باناخ و مثال‌های مرتبط، بیان و اثبات قضایای مربوط به فضاهای نرم‌دار و فضاهای باناخ، کاربرد قضایای مطرح شده، تعریف اپراتورهای خطی و نرم آنها، قضایای مربوط به اپراتورهای خطی، آشنایی با مفهوم تابعک و قضایای مربوط به تابعک‌ها، بیان یک کاربرد از مبحث فضاهای نرم‌دار در تحلیل پایداری سیستم‌های دینامیکی)
- فضاهای ضرب داخلی و فضاهای هیلبرت (ضرب داخلی و بیان خواص آن، آشنایی با فضاهای ضرب داخلی، تعریف فضاهای هیلبرت، مثال‌هایی از فضاهای ضرب داخلی هیلبرت و غیر هیلبرت، بیان و اثبات قضایای مربوط به فضاهای ضرب داخلی و فضاهای هیلبرت، تعریف تحدب مجموعه، قضیه وجود و یکتایی جواب برای مساله کمترین فاصله از یک زیر مجموعه محدب و اثبات آن، آشنایی با مفاهیم جمع مستقیم، متمم جبری و قائم یک زیرفضا و بیان قضایای مربوطه، آشنایی با مفاهیم مجموعه متعامد، متعامد یکه و ضرایب فوریه مرتبط به آن، متعامد یکه‌سازی مجموعه‌های مستقل خطی، نامساوی بسل، قضایای مربوط به همگرایی سری‌های فوریه در فضاهای هیلبرت، چندجمله‌ایهای لژاندر، هرمیت، چبی‌شف و لاگور و کاربردهای آنها، قضیه ریس-فرشه و بیان تابعک‌ها در فضاهای هیلبرت، بیان یک کاربرد از مبحث فضاهای ضرب داخلی در تحلیل پایداری سیستم‌های دینامیکی)
- مفاهیم اولیه در جبر خطی عددی (بیان مسائل اصلی در جبر خطی عددی و بررسی اهمیت این مسائل در کنترل، ارائه چند الگوریتم پایه‌ای، آشنایی با مفهوم فلاپ و تعیین حجم محاسبات یک الگوریتم، آشنایی با مفهوم پایداری یک الگوریتم شامل پایداری پیشرو، پایداری پسرو، پایداری ضعیف و ...، تحلیل خطای گردسازی، مثال‌هایی از الگوریتم‌های پایدار و ناپایدار، بررسی وضعیت مساله و آشنایی با مسائل خوش حالت و بد حالت، عدد حالت یک مساله، بررسی میزان اعتبار جواب بدست آمده از یک الگوریتم)
- آشنایی با تجزیه‌های ماتریسی مهم و کاربردهای آنها (آشنایی با تجزیه **LU**، ارائه الگوریتم‌های موثر برای یافتن این تجزیه و ارتباط آن با روش حذفی گوس بدون محورگیری، با محورگیری جزئی و با محورگیری کامل، بررسی پایداری این روش‌ها به کمک یافتن عامل رشد در آنها در حالت‌های مختلف، آشنایی با تجزیه چولسکی، ارائه الگوریتم‌های موثر برای یافتن این تجزیه و آشنایی با کاربردهای آن، آشنایی با تجزیه **QR**، یافتن تجزیه **QR** به کمک تبدیلات هاوس‌هولدر و ماتریس‌های گیونز، آشنایی با کاربردهای تجزیه **QR**)
- بررسی مسائلی از جبر خطی عددی (بررسی مساله حل دستگاه معادلات خطی، برسی خوش یا بد حالت بودن این مساله، بیان و اثبات قضایای مربوط به نرم ماتریس‌های دارای اختلال و استفاده از این قضایا در تحلیل اختلال دستگاه معادلات خطی، روش‌های محاسباتی مستقیم برای حل مساله، روش‌های تکراری برای حل مساله، بررسی مساله معکوس کردن یک ماتریس و ارائه فرمول شرمن- موریسن، بررسی مساله حداقل مربعات خطی، تعبیر هندسی و تحلیل حساسیت در مساله، بررسی شرایط وجود و یکتایی جواب، ارائه روش‌های محاسباتی برای یافتن جواب، بررسی مساله مینیمم نرم، بررسی مساله یافتن مقادیر ویژه یک ماتریس، بیان اهمیت روش‌های تکراری برای حل مساله، بیان قضایای گرشگورین و کاربرد آنها در انتخاب حدس اولیه مناسب برای روش‌های تکراری، ارائه روش توانی و استفاده از آن برای یافتن مقادیر ویژه خاص، بررسی احتمال و نرخ همگرایی روش، ارائه روش **QR** تکراری برای یافتن مقادیر ویژه، بررسی حساسیت در مساله مقادیر ویژه، مساله یافتن مقادیر تکین و تحلیل حساسیت در آن)

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Kreyszig. Introductory Functional Analysis with Applications. Wiley, 1989.
- H. Griffel, Applied Functional Analysis, Wiley, 2002.
- N. Datta, Numerical Linear Algebra and Applications, SIAM, 2010.
- J. Demmel, Applied Numerical Linear Algebra, SIAM, 1997.

نام درس (فارسی):	بهینه سازی محدب						
نام درس (انگلیسی):	Convex Optimization						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مقدمه: بهینه‌سازی ریاضی، روش‌های کمترین مربعات خطا و برنامه‌ریزی خطی، بهینه‌سازی محدب، بهینه‌سازی غیرخطی.
- مجموعه‌ها و توابع محدب: مجموعه‌های شبه‌خطی و محدب، توابع محدب، خواص کلی توابع محدب، مثال‌های کاربردی، عملیات حافظ محدبیت، توابع مزدوج محدب، توابع شبه محدب، نامعادلات تعمیم‌یافته، ابر صفحه‌های جداساز، مخروط‌های دوگان و نامعادلات تعمیم‌یافته، محدب بودن و نامعادلات تعمیم‌یافته.
- بهینه‌سازی محدب: تشریح مسائل بهینه‌سازی و بهینه‌سازی محدب، برنامه‌ریزی خطی، برنامه‌ریزی مربعی، برنامه‌ریزی هندسی، برنامه ریزی نیمه معین، بهینه‌سازی مقید با نامعادلات تعمیم‌یافته، بهینه‌سازی برداری
- دوگانی: تابع دوگان لاگرانژ، مسائل دوگان لاگرانژ، بیان هندسی دوگانی، معرفی نقطه زینی، قضایای شرایط بهینگی، تحلیل اغتشاشات و حساسیت، مسائل کاربردی، سایر قضایای بهینگی مقید با نامعادلات تعمیم‌یافته.
- کاربردهای بهینه‌سازی محدب: برخی مسائل بهینه‌سازی محدب، مسائل بهینه‌سازی محدب شدنی، تخمین و فیلترسازی– تخمین پارامتریک و غیر پارامتریک، مسائل بهینه‌سازی هندسی– تصویرسازی بر روییک مجموعه، فاصله دو مجموعه، فاصله اقلیدسی و زاویه، ابر بیضی‌گون‌ها، دسته‌بندی و مکان‌یابی.
- الگوریتم‌های حل مسئله بهینه‌سازی محدب و غیرخطی: روش‌های عددی بهینه‌سازی نامقید ، روش‌های عددی بهینه‌سازی مقید با معادلات غیرخطی شامل روش‌های پنالتی و لاگرانژین افزوده ، روش‌های عددی نقطه درونی (log barrier) برای بهینه‌سازی محدب ، بهینه‌سازی مقید با نامعادلات تعمیم‌یافته، روش‌های دوگان ، روش‌های عددی نقطه داخلی، بهینه سازی متوالی محدب (Sequential Convex Optimization).

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- S. Boyd and L. Vandenberghe,Convex Optimization, CambridgeUniversity Press, 2004.
- Nocedal, J., and S. J. Wright. "Numerical optimization 2nd edition springer." *New York* (2006).
- J. M. Borwein and A. S. Lewis, Convex Analysis and Nonlinear Optimization: Theory and Examples, 2nd ed., Springer, 2006.
- D. Bertsekas, Nonlinear Programming. Athena Scientific, 2016.
- D. Bertsekas, A. Nedic, and A. Ozdaglar, Convex analysis and optimization, Athena Scientific, 2003.
- D. Bertsekas, Convex optimization algorithms. Athena Scientific, 2015.
- A. Ben-Tal and A. Nemirovski, Lectures on modern convex optimization: analysis, algorithms, and engineering applications. SIAM, 2001.

نام درس (فارسی):	کنترل فرایند های تصادفی						
نام درس (انگلیسی):	Stochastic Control						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- **مقدمه و تاریخچه و انگیزه‌های کنترل تصادفی**
- **معرفی برخی فرایند تصادفی**
- **حساب تصادفی و معادلات دیفرانسیل تصادفی**
- **حل معادلات حالت خطی تصادفی**
- **پایداری تصادفی**
- **فیلتر تصادفی**
- **کنترل بهینه تصادفی**
- **کاربردهای کنترل تصادفی**

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- H. P. Geering et al., Stochastic Systems, Measurement and Control Laboratory, ETH, 2007.
- Ramon van Handel, Stochastic Calculus, Filtering, and Stochastic Control, Lecture Notes, Princeton, 2007.
- Jian-Qiao Sun, Stochastic Dynamics and Control, Elsevier Science, 2006.
- Karl. J. Astrom, Introduction to Stochastic Control Theory, Academic Press, 1970.

نام درس (فارسی):	سیستم ها و کنترل فازی						
نام درس (انگلیسی):	Fuzzy Systems and Control						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مبانی سیستم‌های فازی شامل مجموعه‌های فازی، عملگرهای فازی، روابط فازی، قوانین اگر-آنگاه، اصل توسعه،
- سیستم استنتاج فازی، فازی‌سازی و فازی‌زدایی، موتور استنتاج، سیستم‌های فازی سوگنو.
- مدل‌سازی فازی شامل تخمین تابع غیرخطی معلوم با سیستم فازی، تخمین تابع برمبنای داده‌های ورودی خروجی با روش جدول جستجو و گرادیان نزولی، تخمین توابع دینامیکی با سیستم‌های فازی.
- کنترل‌کننده‌های فازی شامل جدول قواعد، استخراج قواعد فازی از تجربه اپراتورها، استخراج قواعد کنترل‌کننده فازی برای تنظیم کنترل-کننده PID، طراحی کنترل‌کننده فازی پایدار برای سیستم با دینامیک غیرخطی معلوم.
- جبرانساز موازی گسترده (Parallel Distributed Compensator- PDC) شامل توصیف سیستم غیرخطی با معادلات حالت فازی، استخراج شرایط پایداری، مقدمه‌ای بر نامعادلات ماتریسی خطی (Linear Matrix Inequality- LMI)، طراحی کنترل‌کننده فازی با فیدبک حالت فازی، در نظر گرفتن قید در ورودی و خروجی.
- طراحی کنترل‌کننده فازی با الگوریتم‌های تکاملی شامل معرفی الگوریتم ژنتیک، نحوه کاربرد الگوریتم ژنتیک در طراحی کنترل‌کننده‌ها، طراحی کنترل‌کننده فازی با کمک الگوریتم ژنتیک.
- خوشه‌بندی فازی شامل خوشه‌بندی، الگوریتم C-Means، الگوریتم خوشه‌بندی Fuzzy C- Means، الگوریتم گوستافسون-کسل.
- شبکه‌های فازی-عصبی شامل توصیف سیستم‌های فازی با شبکه‌های عصبی، ANFIS، آموزش شبکه‌های فازی-عصبی.
- سیستم‌های فازی نوع دو شامل معرفی این دسته از سیستم‌ها، سیستم‌های کنترل مبتنی بر سیستم فازی نوع دو، کاهش اثر نویز.

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- سیستمهای فازی و کنترل فازی، لی وانگ، ترجمه دکتر محمد تشنه لب، نیما صفارپور و داریوش افیونی، انتشارات دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، ۱۳۹۱.
- Fuzzy Control, K. M. Passino, S. Yurkovich S., Addison-Wesley Longman, 1998.
- Fuzzy Control Systems Design and Analysis: A Linear Matrix Inequality Approach, K.Tanaka, H. O. Wang H.O., Wiley-Interscience, 2001.
- Genetic Fuzzy Systems: Evolutionary Tuning and Learning of Fuzzy Knowledge Bases, O. Cordon, F. Herrera, F. Hoffmann, L. Magdalena, World Scientific, 2001.

نام درس (فارسی):	رباتیک						
نام درس (انگلیسی):	Robotics						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مقدمه: معرفی بازوها و سیستم‌های رباتیک، و مقدمات ریاضی برای بررسی دینامیک و کنترل بازوهای مکانیکی
- تبدیل‌های ریاضی: تعریف موقعیت، سرعت و جهت‌گیری، ماتریس دوران، ماتریس تبدیل و زوایای اویلر
- سینماتیک مستقیم و معکوس: پارامترهای دناویت هارتنبرگ، فضای مفصلی و کارتزین، روش هندسی، روش‌های بازگشتی، قضیهٔ پفایفر، زیرفضاهای سینماتیکی
- تحلیل ژاکوبین: سرعت زاویه‌ای، تعیین سرعت مفاصل، روش بازگشتی، تعریف ژاکوبین، تکینگی، رابطهٔ نیرو و گشتاور
- دینامیک: شتاب خطی و زاویه‌ای، روش نیوتن- اویلر، روش‌های بازگشتی، روش لاگرانژ، روش بازگشتی لاگرانژ
- تولید مسیر: روش‌های فضای مفصلی و کارتزین، منحنی‌های درجهٔ سه و منحنی‌های سهموی-خطی، روش‌های بهینهٔ زمانی
- طراحی کنترل‌کننده خطی: سیستم‌های رستهٔ دو،مدل‌سازی و شناسایی خطی بازوهای مکانیکی با جعبه دنده، طراحی کنترل خطی بر اساس مدل شناسایی شده
- طراحی کنترل‌کننده غیرخطی: روش‌های خطی‌سازی با فیدبک، روش گشتاور محاسبه شده، روش‌های چند متغیره براساس ژاکوبین
- کنترل‌های نیرو، امپدانس و هیبرید: معرفی روش‌های ترکیبی کنترل نیرو و موقعیت به صورت هم‌زمان

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- M. W. Spong, S. Hutchinson, and M. Vidyasagar, Robot Modeling and Control, Wiley, 2005.
- J. J. Craig, Introduction to Robotics: Mechanics and Control, 3rd ed., Prentice Hall, 2004.
- L. W. Tsai,Robot Analysis: the Mechanics of Serial and Parallel Manipulators, Wiley, 1999.
- H. Asada and J. E. Slotine, Robot Analysis and Control, Wiley, 1986.

نام درس (فارسی):	هدایت و ناوبری						
نام درس (انگلیسی):	Guidance and Navigation						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مقدمه: جایگاه هدایت و ناوبری
- دستگاه‌های مختصات، زوایای اویلر
- بردار دوران، کواترنیسن‌ها و قضیه کوریولیس
- معادلات دیفرانسیل زوایای اویلر، بردار دوران و کواترنیسن‌ها
- ادوات اندازه‌گیری ژیروسکوپ و شتاب سنج
- ناوبری در دستگاه مختصات اینرسی و جغرافیایی
- ناوبری با دستگاه GPS
- روش هدایتی PN
- روش الحاقی، قوانین هدایت پیشرفته
- هدایت بهینه و هدایت BeamRider
- سایر روش‌های هدایتی

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- J. Blackelock, Automatic Control of Aircraft and Missiles, 2nd ed., Wiley, 1991.
- D. Mclean, Automatic Flight Control Systems, Prentice Hall, 1969.
- C. T. Leondes, Guidance and Control of Aerospace Vehicles, Literary Licensing, 2013.
- P. Zarchan, Tactical and Strategic Missle Guidance, 5th ed., American Inst of Aerospace, 2007.

نام درس (فارسی):	شناسایی و کنترل تحمل پذیر خطا						
نام درس (انگلیسی):	Fault Tolerant Diagnosis and Control						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- آشنایی با عیب و مدلسازی آن
- تشخیص عیب مبتنی بر مدل و سیگنال
- تفکیک نویز، نایقینی و اختلال در سیستم حلقه بسته
- طراحی رویتگر مقاوم و تطبیقی برای تشخیص عیب و تفکیک آن
- آشنایی با مفهوم پریتی اسپیس
- اشنایی با روشهای هوشمند تشخیص و تفکیک عیب
- روشهای کنترلی در حضور عیب

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- S. X.Ding, Model-Based Fault Diagnosis Techniques: Design Schemes, Algorithms and Tools, Springer, 2008.
- S. Simani, C. Fantuzzi, R.J.Patton, Model-based Fault Diagnosis in Dynamic Systems Using Identification Techniques, Springer, 2003.
- S. X. Ding, Advanced methods for fault diagnosis and fault-tolerant control, Springer 2020.
- Fault-Diagnosis Systems: An Introduction from Fault Detection to Fault Tolerance, R. Isermann, Springer, 2006.
- Robust Model-based Fault Diagnosis for Dynamic Systems, J. Chen and R. J. Pattan, Kluwer, 1999.

نام درس (فارسی):	کنترل پیش بین						
نام درس (انگلیسی):	Predictive Control						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- کنترل افق عقب‌نشینی (MPC) برای سیستم‌های خطی مقید
- مسائل عملی: ردیابی و کنترل بدون افست سیستم های مقید یا با محدودیت های نرم
- خواص نظری MPC: پایداری و برآورده شدن محدودیت و قیود
- MPC مقاوم، برقراری مقاوم قیود در حضور عدم قطعیت های سیستمی و محیطی.
- MPC تصادفی (سیستم ها و قیود تصادفی)
- MPC غیر خطی، مباحث تئوری و پیاده سازی
- MPC داده محور
- یادگیری در MPC

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Magni, Lalo, Davide Martino Raimondo, and Frank Allgöwer. "Nonlinear model predictive control." *Lecture Notes in Control and Information Sciences* 384 (2009).
- Rawlings, James Blake, David Q. Mayne, and Moritz Diehl. *Model predictive control: theory, computation, and design*. Vol. 2. Madison, WI: Nob Hill Publishing, 2017.
- Borrelli, Francesco, Alberto Bemporad, and Manfred Morari. *Predictive control for linear and hybrid systems*. Cambridge University Press, 2017.
- Khaki-Sedigh, Ali. *An Introduction to Data-Driven Control Systems*. John Wiley & Sons, 2023.
- Wang, Liuping. *Model predictive control system design and implementation using MATLAB*. Vol. 3. London: springer, 2009
- Numerical Optimization, J. Nocedal and S. Wright, 2nd Edition, Springer Series in Operations Research and Financial Engineering, Springer, 2006.
- Non-Linear Predictive Control: Theory & Practice, C. Jessel, M. Cannon and B. Kouvaritakis, Institution Electrical Engineers (IET), Control Engineering Series, 2001.

نام درس (فارسی):	**الکترومغناطیس پیشرفته**						
نام درس (انگلیسی):	Advanced Electromagnetics						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	**۳**	**واحد نظری:**	**۳**	**واحد عملی:**	**۰**	**تعداد ساعت:**	**۴۸**
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- قضایای بنیادی الکترومغناطیس
- یکتایی
- تقابل
- اصل هم ارزی
- القاء
- توابع موج صفحه ای برای حل مسائل کانونیک الکترومغناطیس در دستگاه مختصات راستگوشه
- توابع موج استوانه ای برای حل مسائل کانونیک الکترومغناطیس در دستگاه مختصات استوانه ای
- توابع موج کروی برای حل مسائل کانونیک الکترومغناطیس در دستگاه مختصات کروی

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- R. F. Harrington, Time- Harmonic Electromagnetic Fields, McGraw- Hill, 1961.
- R. E. Collin, Field Theory of Guided Waves, IEEE Press, 1991.
- C. A. Balanis, Advanced Engineering Electromagnetics, Wiley, 2012.

نام درس (فارسی):	ریاضیات مهندسی پیشرفته						
نام درس (انگلیسی):	Advanced Engineering Mathematics						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- بر اساس گرایش دانشجویان توسط کمیته تحصیلات تکمیلی دانشکده از مباحث زیر تعیین می‌شود.
- آنالیز مختلط: توابع تحلیلی، سری‌های توانی لوران و تیلور، قضیه مانده‌ها، فرمول انتگرال کوشی و کاربردهای آن، نقاط تکین و طبقه‌بندی آن‌ها، اصل آرگومان، قضیه روشه و عدد پیچش منحنی، توابع چند مقداری، سطوح ریمانی، روش‌های محاسبه انتگرال‌های ناسره، قضیه ادامه تحلیلی و اصل انعکاس شوراتز
- حساب تغییرات: روش ریلی- ریتز، اکسترمم توابع چند متغیره، کاربرد حساب تغییرات در حل عددی معادلات دیفرانسیل، مسائل اشتورم- لیوویل، مسائل مقادیر مرزی
- توابع تعمیم یافته (نظریه توزیع): تابع دلتای دیراک، توابع گرین در یک، دو، یا سه بعد، حوزه طیفی، توابع دایادی گرین، مدل‌سازی منابع الکترومغناطیسی در دستگاه‌های مختصات مختلف
- نگاشت هم دیس: کاربرد در تعیین توابع گرین و خطوط انتقال، تبدیل شوارتزکریستوفل، حل مسائل دیریکه و نیومان با توابع مختلط، عبارت تغییراتی (Variational) برای امپدانس مشخصه خطوط انتقال، نظریه پتانسیل، توابع گرین برای عملگرهای ریاضی فیزیک
- معادلات انتگرالی: معادلات فردهولم و ولترا، کرنل جدایی پذیر، نظریه هیلبرت- اشمیت، تکنیک وینر- هوف (Wiener- Hopf)، معادلات انتگرالی تکین
- تبدیل‌های انتگرالی و کاربردها: روش تبدیل فوریه، روش تبدیل لاپلاس، روش تبدیل فوریه- بسل، تبدیل هیلبرت، روش وینر- هوف (Wiener- Hopf) در معادلات دیفرانسیل با مشتقات جزیی و معادلات انتگرالی
- فضاهای خطی: عملگرها، معادلات عملگری (ماتریسی، انتگرالی، دیفرانسیلی)، حل تقریبی معادلات عملگری، توابع خاص، مباحث ویژه

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- H. T. Weber, G. Arfken, Mathematical Methods for Physicists, 7th ed., Academic Press, 2012.
- I. Stakgold and M. Holst, Green's Functions and Boundary Value Problems, 3rd ed., Wiley, Inc., 2011.
- M. Masujima, Applied Mathematical Methods in Theoretical Physics, 2nd ed., Wiley, Weinheim, 2009.
- S. I. Hayek, Advanced Mathematics in Science and Engineering, Marcel Dekker, 2001.
- J. W. Dettman, Mathematical Methods in Physics and Engineering, Dover Pub., 1988.
- R. E. Collin, Field Theory of Guided Waves, IEEE Press, 1991.
- F. B. Hilebrand, Methods of Applied Mathematics, 2nd ed., Prentice- Hall, 1965.
- B. Davies, Integral Transforms and Their Applications, 3rd ed., Springer, 2002.
- I. M. Gelfand, and S. V. Fomin, Calculus of Variations, Prentice- Hall, 1963.
- J. W. Brown and R. V. Churchill, Complex Variables and Applications, 8th ed., McGraw- Hill, 2008.
- G. W. Hanson, and A. B. Yakovlev, Operator Theory for Electromagnetics- An Introduction, Springer, 2002.
- D. C. Lay, Linear Algebra & Its Applications, 4th ed., pearson, 2011.
- M. D. Greenbery, Foundation of Applied Mathematics, Dover Pub., 2013.
- M. Kopchenova, Computational Mathematics, Mir Pub., 1975.
- 16.M. Ya. Antimirov, A. Kolyshkin, and Remi Vaillancourt, Complex Variables,3rd edition, Academic Press, 1998.

نام درس (فارسی):	**ریزموج پیشرفته**						
نام درس (انگلیسی):	Advanced Microwave						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	**۳**	**واحد نظری:**	**۳**	**واحد عملی:**	**۰**	**تعداد ساعت:**	**۴۸**
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						
سرفصل‌ها:							
۱- تحلیل انواع موجبرهای مسطح ریزموج ۱- موجبرهای مسطح و تزویج شده و تزویج کننده های جهتی ۲- فیلترهای مسطح ریزموج ۳- مقدمه ای بر روش های اندازه گیری ریزموج							
روش ارزشیابی پیشنهادی:							
۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها							
فهرست منابع پیشنهادی:							
o D. M. Pozar, Microwave Engineering, 4th ed., Wiley, 2012. o R. E. Collin, Foundations for Microwave Engineering, McGraw Hill, 1992. o 3. R. K. Hoffman, Handbook of Microwave Integrated Circuits, Artech House, 1985.							

نام درس (فارسی):	**آنتن پیشرفته**						
نام درس (انگلیسی):	Advanced Antennas						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	**۳**	**واحد نظری:**	**۳**	**واحد عملی:**	**۰**	**تعداد ساعت:**	**۴۸**
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- یادآوری پارامترهای آنتن: الگوی تابشی، بردار تابش، بردار طول مؤثر، میدان‌های نزدیک و دور، قطبی شدگی ،...
- مرور قضایا: هم‌پاسخی، هم ارزی، دوگانی، القاء (induction)، حل معادلات ماکسول، نمایش میدان، نمایش استراتون-چو، شرط تابش سامرفلد، تقریب راه دور
- آنتن‌های سیمی: معادلات انتگرالی هلن و پوکلینگتون، معادله انتگرالی با هر دو پتانسیل (MPIE)، روش گشتاور (MOM)، توابع پایه، توابع وزنی، امپدانس ورودی آنتن‌های استوانه‌ای، روش وردشی (Variational) برای Z_{in} ، روش EMF، تقریب سیم نازک، تکینی در مسائل تابش، امپدانس خودی و متقابل، آنتن حلقه‌ای، آنتن مارپیچی، آنتن دو مخروطی، آنتن های خود مکمل، آنتن های دوره‌ای لگاریتمی (LPDA)، آنتن‌های پهن باند
- آرایه‌ها: آرایه‌های خطی و صفحه‌ای، طراحی آرایه‌ای، طراحی تیلور، مسئله نیم‌فضای سامرفلد
- آنتن های روزنه‌ای: تابش از روزنه‌ها در صفحه زمین، آنتن‌های شیپوری، مرز فاز، تابش از موجبرهای شیاردار، آنتن‌های بازتابی، آنتن‌های سهمی‌گونه، غذیه کاسگرین و گریگورین، آنتن‌های ریزنواری (Microstrip)، روش‌های نور هندسی و نور فیزیکی، آنتن‌های عدسی (لنز)
- آنتن‌های مخابرات بی‌سیم مباحث ویژه: آنتن‌های فرکتالی، آنتن‌های وفقی (Adaptive) ، آنتن‌ها برای کاربردهای خاص

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- C. A. Balanis, Antenna Theory and Design, 4th ed., Wiley, 2016.
- W. L. Stutzman and G. A. Thiele, Antenna Theory and Design, 3rd ed., Wiley, 2012
- R. S. Elliot, Antenna Theory and Design, 2nd ed., Prentice- Hall, 1981.
- R. E. Collin and F. J. Zucker, (eds): Antenna Theory, McGraw- Hill, 1969.
- R. E. Collin, Antennas and Wave Propagation, Wiley, 1985.

نام درس (فارسی):	روش های عددی در الکترومغناطیس						
نام درس (انگلیسی):	Numerical Techniques in Electromagnetics						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- روش‌های تفاضل محدود (FD): فرمول‌های تفاضل محدودمختلف وپیاده‌سازی آنها برای حل معادلات دیفرانسیل مشتقات جزئی سهموی، هذلولوی و بیضوی، دقت و پایداری حل‌های تفاضل محدود (روش فون‌نیومن)، پیاده‌سازی روش تفاضل محدود در حل مسائل عملی مانند ساختارهای موجبری، مسائل پراکندگی، روش تفاضل محدود حوزه زمان FDTD، شرایط مرزی جاذب و PML، روش‌های انتگرال‌گیری عددی
- روش‌های وردشی: فرم‌های ضعیف، فانکشنال معادل،روش ریلی- ریتز، روش‌های باقیمانده‌های وزن‌دار
- روش‌های گشتاور (MoM): زمینه‌های ریاضی،کاربرد درحل مسائل الکترو استاتیک،اعمال به معادلات انتگرالی (IE)، میدان‌های متغیر با زمان : آنتن‌های سیمی، ...
- روش‌های اجزاء محدود (FEM): معرفی اصول کلی، کاربرد درحل مسائل الکترو استاتیک و ...
- روش‌های حوزه طیف برای بیان‌های توابع گرین: سری تصاویرحقیقی، حل مودال، سری تصاویر مختلط، روش پرونی
- روش‌های تسریع همگرایی سری‌ها: تبدیل پواسان، تبدیل کامر، تبدیل شنکس، روش بسط به توابع نمایی

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- M.N.O. Sadiku, Numerical Techniques in Electromagnetics, 2nd ed., CRC Press, 2001.
- R.F. Harrington, Field Computation by Moment Methods, IEEE Press, 1993.
- J. N. Reddy, An Introduction to the Finite Element Method, 3rd e., McGraw-Hill, 2005.
- Bonderson, et. al., Computational Electromagnetics, Springer, 2005.
- A.F. Peterson, Computational Methods for Electromagnetics, et. al., IEEE Press, 1998.
- R. Garg, Analytical and Computational Methods in Electromagnetics, Artech House, 2008.

نام درس (فارسی):	سیستم های مخابرات نوری پیشرفته						
نام درس (انگلیسی):	Advanced Optical Communication systems						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- بررسی سیستم‌های مخابراتی : انواع سیستم‌های مخابراتی، سیستم‌های مخابراتی نوریWDM/DWDM
- فیبر نوری: بررسی موجی و هندسی فیبرهای نوری ضریب پله ایو تدریجی و تک مودی، روش‌های تهیه فیبر نوری و کابل کردن آنها
- منابع نور: دیود نورگسیل (LED)، دیود لیزری (LD)، ساختارهای همگون تکی(Homo structure)، ساختار ناهمگون دوتایی(Hetro structure)، لیزر نوری تک مد DBR/DFB، و لیزر نیمه‌هادی تک مد با طول موج قابل تنظیم
- مدولاتورهای نوری: الکتروجذبی، ماخ-زندر
- تقویت کننده‌های نوری : نیمه‌هادی، رامان و فیبری ناخالص شده با عناصر نادر خاکی(Erbium)
- تحریک و اتصال فیبره: تلفات و راندمان کوپلاژ نور منابع نیم‌رسانا به فیبرهای با ضریب شکست پله‌ای و تدریجی، انواع اتصالات دو فیبر، تلفات و راندمان کوپلاژ فیبر به فیبر ناشی از اتصال ناهم‌راستا یا تفاوت فیبرها
- آشکارسازهای نوری: آشکارسازهایPN، PIN، و APD نوری، عرض باند و سرعت پاسخ‌دهی آشکارسازهای نوری، مشخصات گیرنده‌های آنالوگ و دیجیتال نوری، رابطه‌یBER و S/N درگیرنده‌های نوری، حساسیت گیرنده
- طراحی یک پیونده‌ی نوری (Optical Link): طراحی پیونده نوری در حالت غلبه‌ی تلفات، بودجه قدرت پیونده، طراحی پیونده نوری در حالت غلبه‌ی پاشندگی، بودجه زمان صعود پیونده
- آشنائی با سیستم‌های مخابرات نوری: مروری کوتاه بر سیستم‌هایPDH، SDHSonet، WDM، DWDM ، CWDM

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- G. Keiser, Optical Fiber Communications, 3rd ed., McGraw Hill, 2000.
- M. Cvijetic and I.B. Djordjevic, Advanced Optical Communication Systems and Networks, Artech House, 2012.
- J. M. Senior, Optical Fiber Communications, 2nd ed., Prentice Hall, 1992.
- G. P. Agrawal, Fiber Optics Communication Systems, 2nd ed., Wiley, 2002.
- 5. I. Kaminow, T. Li, and A. E. Willner, Optical fiber telecommunications: component and subsystems, 5th ed. Academic Press,2008.

نام درس (فارسی):	فیبر نوری پیشرفته						
نام درس (انگلیسی):	Advanced Optical Fibers						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مروری بر امواج الکترومغناطیس
- نور خطی :استخراج نور خطی از معادله موج، شرایط مرزی نور خطی، اصل فرما Fermat، طریقه بیان‌ها میلتونی، قضیه لوویله Liouville's، معادله پرتو Eikonal، معادله‌ی مسیر پرتو
- موجبر لایه‌ای دی الکتریک:معادله مشخصه‌ی مدهایTEو TM، حل معادله مشخصه با روش ترسیمی، تحلیل موجبر لایه‌ای به کمک اپتیک هندسی
- فیبر نوری با ضریب شکست پله‌ای و تدریجی
- تلفات و روش‌های مختلف ساخت فیبر :تلفات ذاتی و غیر ذاتی فیبر، عوامل محدود کننده‌ی عرض باند فیبر نوری، تولید پیش‌سازه با تلفات کم با روش‌های(OVD, VAD, MCVD)، کشش پیش‌سازه، تولید فیبر با شیشه‌های ترکیبی با روش دو بوته Doublecrucible
- اندازه‌گیری مشخصات فیبر :نمایه ضریب شکست پیش‌سازه و فیبر، تلفات فیبر و پاشندگی، طول موج قطع مود دوم، تست کشش فیبر، کابل کردن فیبر
- انواع فیبر(DSF, NZDSF, DFF, LEAF, ...) و کاربردهای مخابراتی، نظامی و پزشکی آن، حسگرهای فیبر نوری

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- A. H. Cherin, An Introduction to Optical Fibers,3rd ed., McGraw-Hill, 1987
- J. Crisp, Introduction to Fiber Optics, 2nd ed., Newnes, 2001
- J.C. Palais, Fiber Optic Communications, 5th edition, Prentice Hall, 2005.
- A. K. Ghatak & K. Thyagarajan, Introduction to Fiber Optics, Cambridge University Press, 1998.
- J.A. Buck, Fundamentals of Optical Fibers, Wiley, 2004.
- K. Okamoto, Fundamentals of Optical Waveguides, Academic Press,2000.
- A. Yariv and P. Yeh, Photonics: Optical Electronics in Modern Communications, 6th ed., Oxford University Press, 2007.
- B. E. A. Saleh and M. C. Teich, Fundamentals of Photonics, 2nd ed., Wiley, 2007.
- Keigo Lizuka, Elements of Photonics Vol. II, Wiley, 2002.
- 10. Jia- Ming Liu, Photonics, Cambridge University Press, 2005.

نام درس (فارسی):	**طراحی مدارهای فعال ریز موج**						
نام درس (انگلیسی):	Active Microwave Circuits Design						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	**۳**	**واحد نظری:**	**۳**	**واحد عملی:**	**۰**	**تعداد ساعت:**	**۴۸**
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- پارامترهای پراکندگی و پارامترهای پراکندگی تعمیم یافته
- نویز در مدارهای دو دروازه
- تحلیل و طراحی انواع تقویت کننده‌های سیگنال کوچک ریزموج
- تحلیل و طراحی انواع تقویت کننده‌های توان ریزموج
- تحلیل و طراحی نوسان‌سازهای ریزموج
- تحلیل و طراحی میکسرهای ریزموج

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- G. Gonzalez, Microwave Transistor Analysis and Desing, 2nd ed., Pearson Education, 1996.
- G. D. Vendelin, A. M. Pavio, and U. L. Rohde, Microwave Circuit Design Using Linear and Nonlinear Techniques. 2nd ed., Wiley, 2005.
- S. A. Maas, Nonlinear Microwave and RF Circuits. 2nd ed., Artech House, 2003.
- D. M. Pozar, Microwave Engineering, 4th ed., wiley, 2012.
- 5. R. E. Collin, Foundations for Microwave Engineering, McGraw Hill, 1992.

نام درس (فارسی):	سازگاری الکترومغناطیسی (EMC)						
نام درس (انگلیسی):	Electromagnetic Compatibility						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- سازوکار تابش، تعریف عناصر مداری، KVLو KCL از دیدگاه میدان، خطوط انتقال، تحلیل حالت گذرا در خطوط، پاسخ پله، تأخیر در خطوط، اثر پوستی در خطوط انتقال، برگشت سنجی در حوزه زمان(TDR) ، Signal Integrity
- طیف الکترومغناطیسی : طیف سیگنال، شکل موج ذوذنقه¬ای، زمان فراز و فرود، تأثیر نرخ تکرار وDuty Cycle ، سیگنال¬های غیر متناوب
- محدودیت قوانین کیرشف : مدارهای تزویج شده، رفتار غیر ایده‌آلی اجزای مدار، امپدانس داخلی در فرکانس‌های کم و زیاد، اندوکتانس خودی و متقابل دو مدار، مقاومت تابشی یک مدار تخت، مواد فرومغناطیس، افزاره¬های الکترومکانیکی و قوس‌زنی کلیدها
- آنتن‌های و سازوکار تابش : دو قطبی هرتز، میدان ناحیه دور و نزدیک، تابش از یک حلقه، آنتن¬های پهن باند، آنتن¬های روزنه¬ای، گیرندگی/ فرستندگی
- الزامات EMC: گسیل تابش، افزاره‌های دیجیتالی طبقه A وB ، جریان مدهای مشترک و تفاضلی، کاوشگرهای (Probes) جریان
- مصونیت تابشی : کابل‌های حفاظ شده، گسیل هدایتی و حساسیت، صافی¬های منابع تغذیه، مصونیت رسانشی
- تحلیل شیوه‌ها : طیف سنج‌ها، کابل‌بندی، ترویج خازنی و سلفی، تزویج تابشی، تداخل صحبت، حفاظ‌سازی در مقابل تابش امواج الکترومغناطیسی، ضریب تأثیر حفاظ‌سازی(SE) ، بازتابش و عبور از رساناها، روزنه‌ها و تأثیر آن‌ها
- طراحی سیستم برای EMC : صفحات مدار چاپی، مدارهای منطقی، منابع نویز داخلی، تابش
- تخلیه الکترواستاتیکی : شکست عایق‌ها، ایجاد بار استاتیکی، مدل¬های بدن انسان، تخلیه استاتیک
- استانداردهای EMC: آشنایی با استانداردهای تجاری نظیر سری IEC-61000-X-X ، پزشکی، نظامی نظیر MIL-STD-461 و فضایی نظیر سری ECSS

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- V. P. Kodali, “Engineering Electronic Compatibility: Principles, Measurements and Technologies, and Computer Models”, 2nd Ed., IEEE Press, 2001.
- C. R. Paul, “Introduction to Electromagnetic Compatibility”, 2nd Ed., John Wiley & Sons, 2006.
- T. Williams, “EMC for Product Designers”, 3rd Ed., Newnes, 2001.
- H. W. Ott, “Noise Reduction Techniques in Electronic Systems”, 2nd Ed., John Wiley & Sons, 1986.
- D. L. Sengupta, and V. V. Liepa, “Applied Electromagnetics and Electromagnetic Compatibility”, John Wiley & Sons, 2006.
- Printed Circuit Board Design Techniques for EMC Compliance: A Handbook for Designers, M. I. Montrose, 2nd Ed., Wiley-IEEE Press, 2000.
- Testing for EMC Compliance: Approaches and Techniques, Mark I. Montrose, Edward M. Nakauchi, Wiley-IEEE Press, 2004.
- مقدمه ای بر سازگاری الکترومغناطیسی، احمد چلداوی و غلامعلی رضایی راد
- سازگاری الکترومغناطیسی در سیستم های الکترونیکی و مخابراتی (طراحی مدارهای دیجیتال فرکانس بالا)، عباس نعمتی، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر، ۱۳۸۶.
- تکنیکهای کاهش نویز در سیستم های الکترونیکی، مصطفی مطاعی و الهه رضایی، انتشارات دیباگران تهران.

نام درس (فارسی):	نظریه پراکندگی امواج						
نام درس (انگلیسی):	Scattering of Electromagnetic Waves						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- پراکندگی موج صفحه ای از سطوح صفحه ای (نوار – صفحهٔ مستطیلی)
- پراکندگی موج صفحه ای از استوانهٔ هادی (تابش عمودی و مایل با پلاریزاسیون TE و TM)
- پراکندگی موج صفحه ای از گوهٔ (wedge) هادی (تابش عمودی و مایل با پلاریزاسیون TE و TM)
- پراکندگی موج صفحه ای از کرهٔ هادی
- بخش دوّم - Geometrical Theory of Diffraction و Uniform Theory of Diffraction
- نور هندسی (روابط دامنه, فاز و پلاریزاسیون)
- تفرق از لبه ها (لبهٔ مستقیم و لبهٔ منحنی) با تابش عمودی ومایل
- تفرق از سطوح (مسطّح و منحنی) با تابش عمودی و مایل
- پراکندگی موج صفحه ای از گوهٔ (wedge) عایق
- بخش سوّم – کاربردها
- آنتنهای رفلکتور و هورن
- محاسبهٔ سطح مقطع راداری اجسام

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Graeme L. James, Geometrical Theory of Diffraction for Electromagnetic Waves و1- Graeme L. James, Geometrical Theory of 3rd edition, IEE Electromagnetic Wave Series, Peter Peregrinus Ltd., 1986.
- Leung Tsang, Jin Au Kong and Kung-Hau Ding و Scattering of Electromagnetic Waves – Theories and Applications, John Wiley & Sons, Inc., 2000.
- Constantine A. Balanis, Advanced Engineering Electromagnetics, John Wiley & Sons, Inc., 1989.
- Lepold B. Felsen and Nathan Marcuvitz و Radiation and Scattering of Waves, Wiley-IEEE Press, 1994.
- Pyotr Ya Ufimtsev, Fundamentals of the Physical Theory of Diffraction, John Wiley & Sons, 2007.

نام درس (فارسی):	**فناوری تراهرتز**						
نام درس (انگلیسی):	Terahertz Technology						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	**۳**	**واحد نظری:**	**۳**	**واحد عملی:**	**۰**	**تعداد ساعت:**	**۴۸**
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- توصیف، کاربردهای اصلی
- مولدهای تراهرتز : تکنیک‌های اپتیکی، تکنیک‌های الکترونیکی
- آشکارسازهای تراهرتز : برپایه تکنیک‌های اپتیکی، برپایه تکنیک‌های الکترونیکی
- برهم‌کنش موج تراهرتز و ماده : جذب موج، اثرات تشدیدی
- مدل‌های حاکم بر تابع دی‌الکتریک
- عناصر غیرفعال : آنتن، موجبر، فیلتر و ...
- تکنیک‌های اندازه‌گیری : طیف‌سنجی در حوزه زمان و فرکانس
- کاربردها : طیف‌سنجی، تصویربرداری، حسگرهای بیولوژیکی و ...

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- . Y. S. Lee, Principles of Terahertz, Science and technology, Springer, 2009.
- E. Brundermann, H. W. Hubers, and M. F. Kimmitt, Terahertz Techniques, Springer, 2012.
- K. Sakai, Terahertz Optoelectronics, Springer, 2005.
- X. -C. Zhang and J. Xu, Introduction to THz Wave Photonics, Springer, 2010.
- 5. D. L. Woolyard, W. R. Loerop, and M. S. Shur (eds), Terahertz Sensing Technology, Volume 1 & 2, World Scientific, 2003.

نام درس (فارسی):	**نور غیرخطی**						
نام درس (انگلیسی):	Nonlinear Optics						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	**۳**	**واحد نظری:**	**۳**	**واحد عملی:**	**۰**	**تعداد ساعت:**	**۴۸**
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- تاثیرپذیری نوری غیرخطی، اثرات الکترواپتیک و مگنتواپتیک
- یکسوسازی نوری و مغناطیس‌سازی با میدان‌های نوری، مبدل‌های طول موج
- تولید مجموع دو فرکانس، تولید هارمونیک‌ها، تولید تفاضل دو فرکانس، تقویت و نوسان‌ساز پارامتریک (OPO)
- پراکندگی رامان، جذب دو فوتونی، اسپکتروسکوپی نور غیرخطی، ترکیب چهار موجی و اسپکتروسکوپی ترکیب چهار موجی، اسپکتروسکوپی چند فوتونی
- نور غیرخطی سطحی، نور غیرخطی در موجبرهای نوری، آثار نور غیرخطی در پلاسما
- بررسی آثار غیرخطی تولید و انتشار پالس‌های فوق باریک

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Y. R. Shen, The Principles of Nonlinear Optics, Wiley Interscience, 1984.
- G. C. Baldwin, An Introduction to Nonlinear Optics, Springer, 2013.
- A. Yariv and P. Yeh, Photonics: Optical Electronics in Modern Communications, 6th ed., Oxford University Press, 2006.
- G. Agraval, Nonlinear Fiber Optics, 5th ed., Academic Press, 2012.
- R. W. Boyd, Nonlinear Optics, 3rd ed., Academic Press, 2008.

نام درس (فارسی):	نورکوانتومی						
نام درس (انگلیسی):	Quantum Optics						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مروری بر کوانتوم مکانیک : فضای هیلبرت، اپراتورها، حالت ها، تکامل زمان
- اپتیک خطیکلاسیک :معادلات ماکسول، اتم لورنتس، تئوری کلاسیک جذب، قطبش پیچیده و شاخص انکسار
- اتم دو سطح و میدان الکتریکی کلاسیک، راه حل‌های Rabi، مقایسه به اتم لورنتس
- اتم‌های چند سطح، تزویج Ramanدر سیستم‌های ۳ سطح
- فرمول‌بندی ماتریس چگالی، معادلات نرخ جمعیت، معادلات نوری Bloch
- چندی‌سازی میدان در Coulomb gauge: نوسانات خلاء، چگالی حالت های شماره، انسجام، فشرده، بسته‌های موج، Beam splitterکوانتومی
- تعامل اتم و میداندرتقریبدوقطبی : مدلJaynes-Cummings، حالت هایDressed، تئوریWeisskopf-Wigner
- نظریه کوانتومی Photodetection
- نظریه اتلاف در مکانیک کوانتومی

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- M.O. Scully and M.S. Zubairy, Quantum Optics, Cambridge University Press, 1997.
- C. Gerry and P. Knight, Introductory Quantum Optics, Cambridge University Press, 2004.
- W. P. Schleich, Quantum Optics in Phase Space, Wiley, 2001.
- V. Vedral, Modern Foundation of Quantum Optics, World Scientific Pub l. Shing Co, 2005.
- L. Mandel and E. Wolf, Optical Coherence and Quantum Optics, Cambridge University Press, 1995.
- 6. D.F. Walls and G.J. Milburn, Quantum Optics, 2nd ed., Springer, 2008.

نام درس (فارسی):	**پردازشگرهای نوری**						
نام درس (انگلیسی):	Optical Processors						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	**۳**	**واحد نظری:**	**۳**	**واحد عملی:**	**۰**	**تعداد ساعت:**	**۴۸**
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- محاسبات اصلی رایانه‌های نوری : جمع، تفریق و ضرب
- اجزای رایانه‌های نوری : حافظه‌های نوری، آرایه‌های منطقی، وسائل ورودی و خروجی اطلاعات، اتصالات
- پردازشگرهای آنالوگ : پردازشگرهای تبدیل فوریه، همبسته‌گیرها، فیلترهای فضائی، پردازشگرهای تصویری، پردازشگرهای غیر خطی
- پردازشگرهای دیجیتال : سیستم‌های اعداد، روش‌های محاسبات عددی، ساختمان‌ها و فناوری رایانه‌های نوری
- پردازشگرهای دو رگه
- رایانه‌های عصبی نوری

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- K. Preston, Coherent Optical Computers, McGraw Hill, 1972.
- J. W. Goodman, Introduction to Fourier Optics, 3rd ed., Roberts & Company Publishers, 2004.

نام درس (فارسی):	نانو فتونیک						
نام درس (انگلیسی):	Nano photonics						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مقدمه : اندرکنش امواج الکترومغناطیسی با نانو ذرات، اپتیک نیمه‌هادی نانو ساختار
- انتشار در موجبرهای با ابعاد کوچکتر از طول موج (نانو موجبرها)
- اندرکنش نور با نانو ذرات فلزی و نیمه‌هادی صفر، یک و دو بعدی
- پلاسمونیک (اپتیک فلزات)، نانو پلاسمونیک، پشندگی پلاسمون‌های سطحی، پاشندگی پلاسمون-پلاریتون، پاشندگی فونون-پلاریتون، کاربرد پلاسمونیک در ادوات الکترونیک نوری، پلاسمونیک در نانو فتوولتاییک
- بلورهای فوتونی، نور کند، انتشار امواج الکترومغناطیسی در محیط‌های متناوب یک، دو و سه بعدی، کاواک‌ها و موجبرهای مبتنی بر بلورهای فوتونی، فیبرهای مبتنی بر بلورهای فوتون
- فراماواد، ضریب شکست منفی، سوپر لنز، پلاسمون‌های فرکانس پایین، Transformation Optics
- روش های عددی در نانوفوتونیک

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- P. N. Prasad, Nanophotonics, Wiley, 2004.
- J. D. Joanopoulos, S. G. Johnson, J. N. Winn and R. D. Meade, Photonic Crystals: Modeling the Flow of Light, 2nd ed., Princeton University Press, 2008.
- S. A. Maier, Plasmonics: Fundamentals and Applications, Springer, 2007.
- L. Novotny, and Hecht, Principles of Nano-optics, 2nd ed., Cambridge, 2012.
- W. Cai and V. Shalaev, Optical Metamaterials: Fundamentals and Applications, Springer, 2009.
- C. F. Bohren and D. R. Huffman, Absorption and Scattering of Light by Small Particles, Wiley, 1998.
- H. C. Van de Hulst, Light Scattering by Small Particles, Dover Publications, 1981.

نام درس (فارسی):	**طراحی RF و مایکروویو برای مخابرات بی سیم**						
نام درس (انگلیسی):	RF and Microwave Design for Wireless Communication						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	**۳**	**واحد نظری:**	**۳**	**واحد عملی:**	**۰**	**تعداد ساعت:**	**۴۸**
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مقدمه ای بر طراحی RF & Microwave برای مخابرات بی سیم
- ملاک های طراحی سیستم های RF & Microwave
- طراحی مدلاتورها و دمدلاتورهای سیستم های مخابرات بی سیم
- طراحی و بهینه سازی فرستنده های سیستمهای مخابرات بی سیم
- طراحی و بهینه سازی گیرنده های سسیتمهای مخابرات بی سیم
- خطی سازی تقویت کننده های قدرت
- حلقه های قفل کننده فاز
- سنتز کننده های فرکانس
- مباحث برگزیده از فرستنده- گیرنده سیستمهای GSM, 3G, 4G, 5G

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- B. Razavi, *RF Microelectronics*, 2nd Edition, Prentice Hall, 2011.
- Q. Gu, *RF System Design of Transceivers for Wireless Communications,* Artech House, 2005.
- Mohammadi, F. Ghannouchi, *RF Transceiver Design for MIMO Wireless Communications*, Springer, 2012.
- W. Rhee and Z. Yu, *Phase-Locked Loops, System Perspectives and Circuit Design Aspects,* Wiley-IEEE Press, 2024.
- G. Huber, A.M. Niknejad, *Millimeter-Wave Circuits for 5G and Radar*, Cambridge University Press, 2019.
- H. L. Hartnagel · R. Quay, U. L. Rohde, M. Rudolph, *Fundamentals of RF and Microwave Techniques and Technologies,* Springer, 2023.

نام درس (فارسی):	اصول سیستم های رادار و لیدار						
نام درس (انگلیسی):	Fundamentals of Radar and Lidar Systems						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مقدمه‌ای بر سیستم‌های راداری
- اساس کار سیستم های رادار
- پردازش و آشکارسازی سیگنال های راداری
- رادارهای موج پیوسته (CW) و پیوسته مدوله شده فرکانس (FMCW)
- رادارهای MTI و رادارهای داپلر پالسی
- ردیابی هدف و رادارهای ردیاب
- فرستنده و گیرنده راداری
- انتشار امواج و تاثیر آن بر سیستم‌های راداری
- رادار لیزری (LIDAR)
- رادارهای با رزولوشن بالا
- رادارهای پیشرفته (رادارهای MIMO و رادارهای UWB)
- کاربردهای رادار در مهندسی پزشکی
- اندازه گیری پارامترهای راداری

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- M. Skolnik, Introduction to Radar Systems - 3rd Edition, McGraw-Hill, 2002.
- A. Richards, Principles of Modern Radar: Basic Principles, SciTech Publishing, 2010.
- R. Wehner, High-Resolution Radar - Artech House, 1995.
- R. Mahafza, Radar Systems Analysis and Design Using MATLAB, Chapman and Hall, 2013.
- M. Skolnik, Radar Handbook - 3rd Edition, McGraw-Hill, 2008.
- J. Sullivan, Microwave Radar Imaging and Advanced Concepts, Artech House, 2000.
- V. Jelalian, Laser Radar Systems, Artech House, 1991.
- D. Turner, Laser Radar Technology and Applications, SPIE Press, 2010.
- D. Taylor, Ultra-wideband Radar Technology, Taylor & Francis, 2000.
- J. Bergin, MIMO Radar: Applications for the Next Generation, Artech House, 2018.

نام درس (فارسی):	اندازه گیری مایکروویو						
نام درس (انگلیسی):	Microwave Measurement						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- اندازه‌گیری در خط انتقال (مشخصات موج ساکن و متحرک، تعیین محل خرابی در کابل)
- مرور S (مفاهیم، قضایا و ...)
- مشخصه گذاری و ویژگی قطعات مورد استفاده در اندازه‌گیری (کابل، تضعیف‌کننده، تزویج‌کننده، آشکارساز توان، تغییردهنده فاز)
- اندازه‌گیری سرعت فاز و پرمیتیویته‌ی کابل
- اصول اندازه‌گیری S با نتورک
- تحلیل خطای اندازه‌گیری پارامتر پراکندگی
- اندازه‌گیری ضریب عایقی مواد (روش رزوناتوری)
- اندازه‌گیری ضریب عایقی مواد (روش خط انتقالی)
- تحلیل اختلال برای تعیین جنس مواد و فرکانس تشدید رزوناتورها
- اتاق آنتن (اصول طراحی و اندازه‌گیری)
- روشهای اندازه‌گیری و استخراج مشخصات آنتن
- اصول اندازه‌گیری نویز مدارات فرکانس بالا
- اصول اندازه‌گیری توان
- بازتاب‌سنجی حوزه زمان TDR
- اصول چند دهنه‌ای‌ها

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- اندازه گیری فرکانس بالا: دکتر مرادی و دکتر عبدی‌پور انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر ۱۴۰۲
- A, Basu, “An Introduction to Microwave Measurements,” CRC press, 2017.
- Joel P. Dunsmore, “Handbook of Microwave Component Measurements: With Advanced VNA Techniques, John Wiley & Sons, 2012.
- R. Collier, “Microwave Measurements (Materials, Circuits and Devices),” IET press, 2007.
- N. Ida, “Microwave NDT,” Sprincger, 1992.
- G. Brayant, “Principles of Microwave measurements” IET, 1993.
- A. Baylie “Microwave measurements” 1983.
- S. Adams, “Microwave theory and its applications”, Prentice Hall

نام درس (فارسی):	**فرامواد**						
نام درس (انگلیسی):	Metamaterials						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	**۳**	**واحد نظری:**	**۳**	**واحد عملی:**	**۰**	**تعداد ساعت:**	**۴۸**
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- تعریف فرامواد و انواع مدل ها برای توصیف فرامواد
- خواص منحصربه‌فرد فرامواد، ضریب شکست منفی و ضریب شکست صفر، انتشار امواج و بردار پویینتینگ، علیت و رابطه کرامرز-کرونیگ و نتایج آن، پراکندگی از یک اسلب
- همگن سازی و پارامترهای مؤثر ماده، تحقق فراماده با گذردهی منفی، تحقق فراماده با نفوذپذیری منفی، تحقق فراماده با ضریب شکست منفی
- مدل مداری برای انواع مختلف فراماده، ماتریس پراکندگی و ماتریس انتقال
- تعریف فراسطوح به عنوان نسخه‌ی دوبعدی فرامواد، مشخصه گذاری فراسطوح به روش‌های مختلف، پراکندگی از فراسطوح، مکانیسم کنترل امواج (فاز، دامنه، پلاریزاسیون) با عناصر زیرطول‌موج
- لنزهای مسطح، پوشش‌های نامرئی کنند
- روش‌های عددی و نرم افزارهای پرکاربرد
- بهینه‌سازی با الگوریتم‌های نوین از جمله هوش مصنوعی
- روش های اندازه گیری و مشخصه گذاری برای فراسطوح و فرامواد
- موجبر ها و تشدید کننده های کسر طول موج، آنتن‌های هوشمند با فراسطوح، حسگرهای زیستی و پزشکی، سیستم‌های ارتباطی 6G و مدیریت امواج تراهرتز
- محدودیت‌های ساخت و تلفات انرژی، فرامواد فعال با قابلیت تنظیم پویا، فرامواد در باندهای نوری و تراهرتز، ادغام با فناوری‌های کوانتومی و نانومواد

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- N. Engheta & R. Ziolkowski, *Metamaterials: Physics and Engineering Explorations* 2006.
- W. Cai & V. Shalaev, *Optical Metamaterials: Fundamentals and Applications* 2010.
- *Fan Yang & Yahya Rahmat-Samii, Surface Electromagnetics: With Applications in Antenna and Microwave Engineering, 2019.*
- *Karim Achouri and Christphe Caloz, Electromagnetic Meta surfaces: Theory and Application, 2021.*

نام درس (فارسی):	روشهای فرکانس بالا در بیوالکترومغناطیس						
نام درس (انگلیسی):	High frequency methods in Bioelectromagnetic						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مبانی الکترومغناطیس و خواص الکترومغناطیسی مواد
- مکانیسم تعامل RF / مایکروویو در مواد بیولوژیکی، اصول تحریک بافت.
- مشخصات بافتها و اثرات بیولوژیکی امواج EM
- کاربردها و روشهای تصویربرداری مایکروویو، موج میلیمتری و تراهرتز (پسیو، SAR، TR، ...)
- حسگر زیستی، سامانه های عملی بیوالکترومغناطیس، اندازه‌گیری عملکرد الکترومغناطیسی بافت، EEG, MEG
- مدلسازی و روشهای ریاضی (روشهای معکوس ....)
- منابع (تشعشع طبیعی، ...) و اصول تحریک
- آنتن قابل کاشت
- مدل donna در CST
- بررسی و شناسایی الکترومغناطیسی کووید، مدلسازی سرطان پوست، بازتاب و انتقال از پوست، تصویربرداری از توزیع امپدانس الکتریکی بدن، شکارسازی سرطان پستان و تأثیرگذاری بر آن شبیه‌سازی و اندازه‌گیری فاکتور خون، جاذب امواج در کاربرد زیستی
- اصول طراحی، مدلسازی و ساخت فانتوم برای تست مایکروویوی
- منابع مورد استفاده در تصویربرداری
- تعیین جهت‌گیری و موقعیت تجهیزات (اجسام خارجی) درون بدن، درمان حرارتی والکتریکی بدن انسان
- اصول MRI
- قرار گرفتن در معرض میدان هیپو مغناطیسی
- مگنتومیوگراف
- EEG، ECG، TMS، ...، وضوح موثر TMS
- شبیه‌سازی توزیع چگالی جریان در داخل عضلات ران.
- گذردهی مختلط محلول کلرید سدیم در باند مایکروویو
- ویژگی‌های الکترومغناطیسی فانتوم‌های نیمه جامد مبتنی بر آب
- تأثیر قرار گرفتن در معرض امواج الکترومغناطیسی بر پارامترهای خون.
- اثرات بیولوژیکی تشعشعات مایکروویو
- آزمایش (جذب توان، طول موج، ...) با اجاق مایکروویو
- مدل‌سازی حسگر زیستی در باند مایکروویو

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Douglas A. Christensen, and Carl H. Durney, “Basic Introduction to Bioelectromagnetics,” CRC Press; 1st edition, 2019.
- James R. Nagel, Cynthia M. Furse, Douglas A. Christensen, Carl H. Durney, “Basic Introduction to Bioelectromagnetics,” CRC Press, 2019.
- Jaakko Malmivuo, and Robert Plonsey “Bioelectromagnetism - Principles and Applications of Bioelectric and Biomagnetic Fields,” Oxford University Press, 1995.

نام درس (فارسی):	طراحی مدارهای غیرخطی مایکروویو						
نام درس (انگلیسی):	Nonlinear Microwave Circuits Design						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مقدمه ای بر معماری ها و فناوری های نوین فرستنده-گیرندهای(ترانسیورهای) مایکروویو بهمراه کاربردها(رادار،ماهواره ،سیستمهای مخابراتی باسیم/بدون سیم ،شامل فراماواد و فراسطوح...)
- طبقه بندی عناصر/مدارها /سیستم ها در مهندسی برق از نظر خطی،خطی پارامتری،غیرخطی و غیر خطی پارامتری
- معرفی پدیده های غیر خطی و تاثیر آنان بر عملکرد مدارها وسیستمهای مخابراتی /الکترونیکی در فرکانسهای بالا
- مدلهای غیر خطی عناصر و ادوات مایکروویو
- روشهای آنالیز مدارهای غیر خطی مایکروویو (حوزه زمان، حوزه فرکانس و حوزه زمان -فرکانس (توازن هارمونیکی))
- مدلسازی وآنالیز نویز ادوات ومدارهای مایکروویو در رژیم غیر خطی
- آنالیز همزمان سیگنال و نویز بلوکهای سیستم های فرستنده-گیرنده مایکروویو (MicrowaveTransceivers) در رژیم غیر خطی
- طراحی بکمک کامپیوتر و شبیه سازی عملکرد بلوکهای کلیدی و سیستم های فرستنده-گیرنده مایکروویو در رژیم غیر خطی (شامل تقویت کننده توان، میکسر، مدولاتور،آشکار ساز، اسیلاتور،آنتن فعال و ....)

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- S. A. Mass, “Nonlinear Microwave and RF Circuits “Second Edition, Artech House, 2003.
- S. A. Mass, “Noise in Linear and Nonlinear Circuits “, Artech House 2005.
- F.Kouril and K. Verba, “ Nonlinear and Parametric Circuits (Principles, Theory and Application) “John Wiley & Sons,1988.
- T. Berceli, “Nonlinear Active Microwave Circuits “, Elsevier 1987.
- RFIC and MMIC design and technology Edited By: I.D.Robertson and S.Lucyszyn.IEE press, 2001.

نام درس (فارسی):	مایکروویو فتونیک						
نام درس (انگلیسی):	Microwave Photonics						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مقدمه ای بر فناوری مایکروویو فتونیک(فناوری ها و کاربردها)
- معماری سیستمهای مایکروویو فتونیک
- طراحی و تحلیل لینک فیبر نوری
- فناوری های پیاده سازی سیستمهای مایکروویو فتونیک(MMIC,MMWIC,TMIC,PIC)
- پدیده های فیزیکی در عملکرد سیگنال ارادی (تلفات،پاشندگی، تداخل و اعوجاج) سیستم های مایکروویو فتونیک
- پدیده های فیزیکی در عملکرد سیگنال تصادفی (منابع نویز، طیف نویز و ارزیابی عملکرد S/N) سیستمهای مایکروویو فتونیک
- مدارهای مجتمع فتونیکی غیر فعال و ارزیابی عمکرد سیگنال و نویز آنها
- مدارهای مجتمع فتونیکی فعال و ارزیابی عمکرد سیگنال و نویز آنها
- زیر سیستمهای فعال مایکروویو فتونیک (رژیم خطی و غیر خطی)
- ساختارهای موج رونده مایکروویو فتونیکی
- کنترل فتونیکی ادوات و مدارهای مایکروویو
- سیستمهای مایکروویو فتونیکی(سیستمهای رادیویی روی فیبر، شبکه های مخابراتی بدون سیم فتونیکی،آنتنهای آرایه فازی فتونیکی، سیستم های مخابرات ماهواره ای نوری،رادار و لیدارو.....)
- شبیه سازی نرم افزاری لینک های مایکروویو فتونیکی

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Stavros Iezekiel, “Microwave Photonics Devices and Applications”, Wiley-IEEE Press, 2009.
- Anne Vilcot,Béatrice Cabonandand Jean Chazelas “Microwave Photonics: From Components to Applications and Systems” Kluwer Academic Publishers,2003.
- J. Yao, J. Copmany, M. Li “Microwave Photonics”, IEEE press,2024.
- V. J. Urick, Keith J. Williams, Jason D. McKinney, “Fundamentals of Microwave Photonics” , Wiley, 2015.
- C. Rumelhard,C. Allgani, A.L. Billabert“ Microwave Photonic Links” Wiley, 2011.

نام درس (فارسی):	فرایند های تصادفی						
نام درس (انگلیسی):	Stochastic Processes						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مروری کوتاه بر نظریه احتمالات کارشناسی (۶ جلسه)، تعریف آزمایش تصادفی و پیشامد، پیشامدهای ناسازگار، اصول موضوعه احتمال، استقلال پیشامدها، پیوستگی احتمال، لم بورل-کانتلی، عکس لم بورل کانتلی، متغیرهای تصادفی پیوسته و گسسته، تابع توزیع یک متغیر تصادفی، تابع توزیع توام دو و یا چند متغیر تصادفی، استقلال متغیرهای تصادفی، امید ریاضی، واریانس، کوواریانس، احتمال شرطی و امیدریاضی شرطی، گشتاورهای یک متغیر تصادفی و تابع مولد گشتاور، قضیه‌های حدی و نامساوی‌های مهم در احتمال: نامساوی‌های مارکف، چبیشف و چرنف، انواع همگرایی‌های متغیرهای تصادفی، قضایای همگرایی یکنوا و همگرایی تسلطی لبگ
- فرایندهای تصادفی، مفاهیم اصلی (۴ جلسه)، مفاهیم پایه و تعاریف مقدماتی فرایندهای تصادفی، خواص آماری فرایندهای تصادفی، فرایندهای تصادفی ایستان، فرایندهای تصادفی متناوب با معیارMean Square ، چند مثال برای فرایندهای ایستان: فرایندهایiid ، فرایند برنولی، نویز سفید، فرایند وینر، مفهوم ارگودیک بودن، پیوستگی، مشتق‌گیری و انتگرال‌گیری
- توزیع نمایی و فرایندهای پواسن (۴ جلسه)، معرفی توزیع نمایی و خواص آن، فرایندهای شمارشی، فرایند پواسون (تعریف اول و تعریف دوم)، توزیع زمانهای بین ورود در یک فرایند پواسون، خواص فرایند پواسون، نشانه گذاری در فرایند پواسون
- بردارهای گاوسی و فرایندهای گاوسی (۳ جلسه)، متغیر تصادفی گاوسی، بردارهای تصادفی گاوسی، فرایندهای تصادفی گاوسی، فرایند وینر، چند مثال از فرایندهای گاوسی گسسته-زمان، قضیه‌ای در مورد ایستایی فرایندهای تصادفی گاوسی
- طیف توان و عبور فرآیندهای تصادفی از سیستمهای LTI (۴ جلسه)، بررسی سیستم‌ها با ورودی تصادفی، طیف توان، بررسی روابط آمارگان ورود ی-خروجی در سیستم های LTI، همبستگی و چگالی طیف توان، باند فرکانسی، فرآیندهای سفید، فیلتر نمودن و روابط چگالی، طیف توان ورودی/خروجی
- زنجیرهای مارکوف زمان گسسته (۴ جلسه)، فرایندهای مارکوفی، زنجیرهای مارکوف زمان گسسته، دیاگرام حالت، معادلات چپمن-کولموگروف، رده بندی حالت‌ها، توزیع ایستان، ایستان بودن، احتمالات حدی، احتمالات ایستان و روش‌های محاسبه، ارگودیک بودن، زنجیرهای مارکوف زمان برگشت پذیر
- زنجیرهای مارکف زمان پیوسته (۵ جلسه)، احتمال گذر، ماتریس گذار و ماتریس آهنگ گذار، دیاگرام گذار، معادله چپمن- کولموگروف، معادلات پسرو و پیشرو کولموگروف، رده بندی حالتها در زنجیرهای مارکوف زمان پیوسته، احتمالات حدی، روش سرراست محاسبه احتمالات حدی، استخراج معادلات تعادلی از روی دیاگرام گذار، ایستان بودن، زنجیرهای مارکوف زمان پیوسته وارون‌پذیر با زمان، شرط وارون پذیر بودن با زمان
- بسط فوریه و بسط کارهونن لاییو، فرایندهای پواسون ناهمگن، مرکب و شرطی، آشنایی با نظریه صف، رابطه لیتل، صفهای نمایی، آشنایی مقدماتی با تئوری تخمین، فیلتر وینر و فیلتر کالمن

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Athanasios Papoulis and S. Unnikrishna Pillai. Probability, Random Variables and Stochastic Processes. McGraw-Hill Europe, 4th edition, 2002.
- Robert G. Gallager. Stochastic Processes: Theory for Applications. Cambridge University Press, 1st edition, 2014.
- Ross, S. M., 2010. Introduction to Probability Models. Tenth Edition, Elsevier, Academic Press.
- مهدی مهدوی، مقدمه‌ای بر کاربرد فرآیندهای تصادفی گسسته در مهندسی، دانشگاه صنعتی اصفهان، ۱۴۰۱

نام درس (فارسی):	**تئوری پیشرفته مخابرات**						
نام درس (انگلیسی):	Advanced Communication Theory						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	**۳**	**واحد نظری:**	**۳**	**واحد عملی:**	**۰**	**تعداد ساعت:**	**۴۸**
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مقدمه : روند تاریخی شکل‌گیری و توسعه سیستم‌های مخابرات دیجیتال و ساختار کلی آن‌ها
- مرور تحلیلی سیگنال‌های تصادفی : بردارهای تصادفی حقیقی و مختلط، بردارهای گوسی، نمایش‌های سیگنال‌های تصادفی باند پایه و باند میانی، نمایش فضای برداری سیگنال‌های تصادفی
- مدولاسیون ها و سیگنال های مدوله شده دیجیتالی : مدولاسیونهای بدون حافظه (PAM، PSK، QAM، FSK)، مدولاسیون های حافظه دار (CPFSK، CPM، DPSK)، طیف توان سیگنال های مدوله شده
- قواعد، ساختارها و عملکرد گیرنده بهینه در کانال AWGN : معیارهای بهینگی، حالت کانال برداری، حالت کانال شکل موج، کران اجتماع احتمال خطا، احتمال خطا در تشکل های ASK، PSK، QAM، FSK، DPSK
- آشکارسازی بهینه در کانال AWGN در حضور عدم قطعیت : آشکارسازی ناهمساز، عملکرد آشکارساز پوش
- کانال‌های محوشدگی : توصیف و مدل‌سازی آماری کانال‌های محوشدگی چند مسیری، ارتباط مدل کانال با سیگنال مدوله شده ،خاصیت چندگانگی کانال‌های محوشدگی، آشکارساز Rake، مدولاسیون چند حاملی

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- G. Proakis and M. Salehi: Digital Communications, 5th ed., McGraw- Hill, 2008.
- R. G. Gallager: Principles of Digital Communication, Cambridge University Press, 2008.

نام درس (فارسی):	**سیستم های مخابرات بی سیم**						
نام درس (انگلیسی):	Wireless Communication Systems						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	**۳**	**واحد نظری:**	**۳**	**واحد عملی:**	**۰**	**تعداد ساعت:**	**۴۸**
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مقدمه ای بر سسیتمهای مخابرات بی سیم
- افت مسیر و اثر سایه در کانال مخابرات بی سیم
- مدلهای آماری محوشوندگی کانال در مخابرات بی سیم
- ظرفیت کانال های مخابرات بی سیم
- مدلاسیون و آشکارسازی مدلاسیون های دیجیتال
- پارزیابی عملکرد مدلاسیون دیجیتال در کانالهای بی سیم
- چند مسیرگی در مخابرات بی سیم
- مدلاسیون های آداپتیو در مخابرات بی سیم
- مدلاسیون های چند حامله در همتراز سازی
- سیستمهای چند کاربره ، روشهای دسترسی و طیف گسترده
- سیستمهای چند آنتنی و MIMO
- سسیتمهای مخابرات سلولی

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Goldsmith, Wireless Communications, 2th Ed, 2020.
- D. Tse , P. Viswanath, Fundamentals of Wireless Communication, Cambridge University Press, 2005.
- T. S. Rappaport, Wireless Communications: principles and practice, 2th Ed. Prentice Hall, 2002.
- K. Pahlavan, A.H. Levesque, Wireless Information Networks, 2th Ed.NY, 2005
- C. Cox, An Introduction to 5G, The New Radio, 5G Network and Beyond, Wiley, 2021.

نام درس (فارسی):	**پردازش سیگنال های دیجیتال پیشرفته**						
نام درس (انگلیسی):	Advanced Digital Signal Processing						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	**۳**	**واحد نظری:**	**۳**	**واحد عملی:**	**۰**	**تعداد ساعت:**	**۴۸**
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مروری سریع بر تبدیل فوریه و محدودیت‌های عملی‌اش در تحلیل سیگنال‌های با تغیر طیف در طول زمان
- تبدیل فوریه زمان کوتاه، پنجره‌ها، وخواص آن‌ها، اصل عدم قطعیت، تبدیل فوریه زمان کوتاه گسسته و معکوس آن
- بررسی محتوای فرکانسی زیر فضاهای تبدیل
- موارد استفاده از تبدل فوریه زمان کوتاه
- تبدیل ویگنر ویل انالوگ و گسسته و خواص آن و مقایسه تفاوت‌ها با تبدیل فوریه زمان کوتاه، موارد استفاده تبدیل موجک هار
- مروری بر فضاهای برداری، تجزیه سیگنال بر روی درزیرفضاهای متعامد، معرفی درخت تجزیه هار و تجزیه سیگنال با دقت چند گانه مقدماتی
- معکوس تبدل هار، کاربرد تبدیل هار، و تفاوت ان با تبدیل فوریه زمان کوتاه
- تبدیل موجک
- تعاریف، تبدیل موجک آنالوگ، تئوری تجزیه و تحلیل سیگنال با دقت چندگانه و ارتباط آن با تبدیل موجک
- -فیلتر های دابشیز، بای ارتوگنال و اسپلاین
- تبدیل موجک دو بعدی
- - کاربرد های تبدیل موجک و مقایسه با تبدیل‌های دیگر
- تبدیل بسته موجک، خواص و مقایسه کاربرد های آن در دسته بندی سیگنالها با سایر تبدیل ها

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Mallat, S. A wavelet tour of signal processing. Elsevier, 1999.
- Chui, C. K. An introduction to wavelets (Vol. 1). Academic press, 1992.
- Strang, G., & Nguyen, T. Wavelets and filter banks. SIAM, 1996.
- 4. Vaidyanathan, P. P. Multirate systems and filter banks. Pearson Education India, 2006.

نام درس (فارسی):	**شبکه های مخابرات نوری**						
نام درس (انگلیسی):	Optical Communication Networks						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	**۳**	**واحد نظری:**	**۳**	**واحد عملی:**	**۰**	**تعداد ساعت:**	**۴۸**
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مقدمه: مرور مبانی، چشم اندازها و چالش‌های شبکه‌های نوری
- مرور فناوری نوری: اصول فیبر نوری، مخابرات فیبر نوری و فضای آزاد
- دسترسی چندگانه: TDMA، WDMA، SCMA، CDMA، SONET/SDH، CWDM/DWDM، WDMA/TDMA ترکیبی
- فناوری‌ها/ افزاره‌ها: افزاره‌های نوری، مالتی‌پلکسرهای اضافه/ حذف، اتصال‌های متقابل، کلیدها، ...
- مهندسی سیستم‌های انتقال: مدل‌سازی، جریمه توان، اتلاف، پخش، اثرات غیرخطی فیبر نوری، همگویی، اغتشاش پایداری طول موج
- انتقال بسته (IP) در شبکه نوری: SONET/SDH، ATM، DWDM، MPLS، QMOLS
- کلیدزنی نوری: معماری، فوجی، بسته‌ای فوتونیک
- معماری‌های شبکه‌های نوری: غیرفعال، محوطه محلی، دسترسی و حمل، فراگیر (All)
- مدیریت، کنترل و بقاء: مباحث اصلی، محافظت و بازگشت به حالت اول

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- R. Ramaswami, K. Sivarajan, Optical Networks: A Practical Perspective, 3rd ed., Morgan Kaufmann, 2009.
- B. Mukherjee, Optical DWM Networks, Springer, 2006.
- L. Ruan and D. Z. Du, Optical Networks- Recent Advances, Springer, 2011.

نام درس (فارسی):	**تئوری اطلاعات**						
نام درس (انگلیسی):	Information Theory						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	**۳**	**واحد نظری:**	**۳**	**واحد عملی:**	**۰**	**تعداد ساعت:**	**۴۸**
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- کمیت‌های اصلی : آنتروپی، اطلاعات متقابل، ...
- قضیه AEP
- فشرده‌سازی اطلاعات، الگوریتم هافمن و قضیه اول شانون
- مفهوم ظرفیت کانال و قضیه دوم شانون
- کانال‌های گوسی
- نظریه اعوجاج نرخ
- پیچیدگی کلموگروف
- تئوری اطلاعات شبکه
- تئوری اطلاعات، یادگیری و یادگیری عمیق
- تئوری اطلاعات و شبکه های عصبی
- تئوری اطلاعات کوانتومی

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- T. M. Cover and J.A. Thomas, Elements of Information Theory, 2nd ed., Wiley, 2006.
- R. G. Gallager, Information Theory and Reliable Communication, Wiley, 1991.
- R. W. Yeung, A First Course in Information Theory, Springer, 2006.
- David J.C. MacKay, Information Theory, Inference, and Learning Algorithms, 2003.
- James V. Stone, Information Theory: A Tutorial Introduction, 2018.
- Raymond Yeung, A First Course in Information Theory, 2002.
- Raymond Yeung, Information Theory and Network Coding, 2008.
- Abbas El Gamal and Young Han Kim, Network Information Theory, 2011.
- Te Sun Han, Information-Spectrum Methods in Information Theory, 2003.

نام درس (فارسی):	مهندسی ترافیک در شبکه های مخابراتی						
نام درس (انگلیسی):	Traffic Engineering in Communication Networks						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مروری بر نظریه صف : رابطه Little، برخی انواع صف، اولویت در صف‌بندی
- شبکه‌های با دسترسی چندگانه و لایه MAC1 : معرفی و پایدارسازی سیستم Aloha، الگوریتم‌های شاخه‌ای کردن، حس کردن حامل، رزرو در دسترسی چندگانه، آشکارسازی تصادم، مروری سری‌های استاندارد IEEE802
- بهینه‌سازی مسیردهی : مسیردهی QoS، روش‌های جریان، الگوریتم‌های حداقل تأخیر مسیردهی، پیاده‌سازی توزیع شده
- کنترل ازدحام : مقایسه روش‌های انتها- به- انتها و پرش- به- پرش، جریان پنجره، چارچوب یکپارچه مسیردهی و کنترل جریان، کنترل جریان MinMax، تأثیر عدالت و اولویت
- زمان‌بندی و شکل‌دهی ترافیک : مقایسه رویکردهای بدترین حالت و مشخصه عملکرد آماری، الگوریتم‌های صف‌بندی عادلانه، شکل‌دهی ترافیک با دو/ چند پارامتر، حداکثر تأخیر انتها- به- انتها، الگوریتم‌های زمان‌بندی توزیع شده
- زمانبندی کار: الگوریتم های زمان بندی کار در یک کاشین، چندماشین موازی مستقل برای کارهای مستقل و وابسته

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- D. P. Bertsekas and R. G. Gallager, Data Networks, 2nd ed., Prentce Hall, 1992.
- Michael L. Pinedo, Scheduling Theory, Algorithms, and Systems, 6th ed, Springer, 2020.

نام درس (فارسی):	شبکه های کامپیوتری پیشرفته						
نام درس (انگلیسی):	Advanced Computer Networks						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- انتقال اطلاعات در شبکه های Packet Switching بر اساس TCP/IP ، شبکه های Circuit Switching بر اساس SDH و SONET و شبکه های Virtual Circuit Switching براساس ATM و MPLS. معماری سویچ و یا روتر در هر یک از این شبکه ها. روش های مسیردهی و انتخاب و تعیین مسیر و مدیریت ترافیک در هر یک از این شبکه ها.
- معماری شبکه های مبتنی بر نرم افزار (SDN). پروتکل Open Flow. کنترلرهای شبکه. Slicing و شبکه های مجازی براساس معماری SDN.
- NFV و VNF Service Chaining
- معماری شبکه مبتنی بر سرویس (SOA) ، سرویس های مالتی مدیا، پروتکل های مالتی مدیا
- کیفیت سرویس و مکانیزم های کنترل کیفیت سرویس در شبکه شامل روش های زمان بندی (Scheduling)، Shaping و Policing و Call Admission و چارچوب Differentiated Services
- معماری شبکه های مراکز داده (Data Center)، اینترنت اشیا (IoT)، Fog , Edge, Cloud Computing، شبکه های موبایل (5G) و امنیت شبکه

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Computer Networking: A Top-Down Approach, Kurose/Ross, 8th Edition, 2020.
- Data Communications and Networking, Behrouz Forouzan, 6th Edition 2021.
- Computer Networks: A Systems Approach, Larry Peterson, 6th Edition, 2021.
- Data and Computer Communications, William Stallings, 10th Edition, 2013.
- Computer Networks, Andrew Tanenbaum, 5th Edition, 2010.
- Software-Defined Networks: A Systems Approach, Larry Peterson, 2020.
- Foundations of Modern Networking: SDN, NFV, QoE, IoT, and Cloud, William Stallings, 2015.
- Network Functions Virtualization (NFV) with a Touch of SDN, Rajendra Chayapathi, 2016.
- 5G Wireless: A Comprehensive Introduction, William Stallings, 2021.

نام درس (فارسی):	شبکه های مخابراتی پیشرفته						
نام درس (انگلیسی):	Advanced Communication Networks						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- شبکه GSM, GPRS, and EDGE
- 2G circuit switching
- 2G/3G core networks
- Handover و مدیریت حرکت
- شبکه 4G
- Evolved UTRAN
- Scheduling
- Random Access Channel
- Evolved Packet Core Network (Diameter protocol, HSS, MME, S/PGW functions)
- شبکه 5G
- SDN technology
- NFV technology
- 3GPP standardizations (release 15 and beyond)
- Software base architecture (SBA) in core networks
- 5G core network architecture and standards
- آشنایی با تکنولوژی های موثر در نسل ششم شبکه مخابراتی

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Stefania Sesia, Issam Toufik, Matthew Baker, LTE, The UMTS Long Term Evolution: From Theory to Practice, John Wiley & Sons Ltd, 2011.
- Martin Sauter, From GSM to LTE- An Introduction to Mobile Networks and Mobile Broadband, John Wiley and Sons, 2011.
- William Stalling, 5G Wireless: A Comprehensive Introduction, Addison-Wesley Professional; 1st edition, 2021.

نام درس (فارسی):	تئوری تخمین						
نام درس (انگلیسی):	Estimation Theory						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- تخمین کلاسیک یا پارامتریک: تخمین مینیمم واریانس و نااریب، تخمین ماکزیمم درستنمایی، تخمینهای حداقل مربعها
- تخمین بیزی: معیار حداقل میانگین مربع خطا، معیار حداقل میانگین مربع خطایِ خطی، معیار ماکزیمم احتمال پسین
- فیلتر بهیینه: فیلتر وینر، فیلتر کالمن، هموارسازی، مسائل عملی در فیلتر بهینه: معیارهای ارزیابی و مقایسه تخمین‌گرها، امکان تغییرناپذیر با زمان شدن فیلتر، همگرایی و پایداری، پیاده سازی فیلتر بطور وفقی
- فیلتر غیر خطی: فیلتر کالمن توسعه یافته، فیلتر کالمن تکرار شونده، فیلتر های مبتنی بر شبیه سازی

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Kay, S., Fundamentals of Statistical Signal Processing, Volume I: Estimation Theory, Prentice Hall, 1993.
- Van Trees, H. L., Bell, K. L., Tian, Z., Detection, Estimation, and Modulation Theory, Part I-Detection, Estimation, and Filtering Theory, 2nd ed., Wiley, 2013.
- Anderson, B. D. O. and Moore, J. B., Optimal Filtering, Dover Publications, 2005.
- Simon, D., Optimal State Estimation, John-Wiley, 2006.
- 5. Mendel, J. M., Lessons in Estimation Theory for Signal Processing, Communications, and Control, 2nd ed, Prentice-Hall,1995.

نام درس (فارسی):	کدگذاری کانال						
نام درس (انگلیسی):	Channel Coding						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- تاریخچه و جایگاه کد گذاری کانال
- مقدمه ای بر جبر میدانهای محدود و فضای برداری
- کدهای قالبی خطی و کدهای قالبی مهم
- کدهای گردشی
- کدهای BCH باینری وغیرباینری
- معرفی کد Reed- Solomon
- کدهایConcatenated
- کدهای کانولوشن
- کدگشایی کدهای کانولوشن (الگوریتم ویتربی)
- معرفی کدهای LDPC
- معرفی کدهای TURBO
- معرفی روش TCM

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- S. Lin and D. J. Costello: Error Control Coding, 2nd ed., Prentice- Hall, 2004.
- S. B. Wicker, Error Control Systems for Digital Communication and Storage, Prentice Hall, 1994.
- T. Richardson and R. Urbanke, Modern Coding Theory, Cambridge University Press, 2008.
- S. Lin, W. E. Ryan, “Channel Codes: Classical and Modern”, Cambridge University Press, 2009.

نام درس (فارسی):	سیستم های سوئیچینگ						
نام درس (انگلیسی):	Switching Systems						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مقدمه: وظایف سوئیچ و مسیر ده (روتر)، شباهت ها و تفاوت ها، کاربردها و ظرفیت (سوئیچ های لبه، هسته، دسترسی)
- سوئیچ ها: مفاهیم مقدماتی سوئیچینگ: اصول سوئیچینگ مداری، سوئیچینگ بسته ای و سوئیچینگ سلولی، مفاهیم زمان، مکان، زمان-مکان در سوئیچینگ مداری، سوئیچ های مبتنی بر حافظه
- مفاهیم SONET/SDH : قالب بندی، مولتی پلکس کردن ، ADM و ...
- ساختارهای سوییچ و خصوصیات آنها (پیچیدگی، گذر دهی و ...): سوئیچ های یک طبقه و چند طبقه، سویچ ها و شبکه های بنیان، دلتا، بنش، بن بست داخلی در سوئیچ ها و انواع ان، قضایا و شرایط بدون بن بست بودن شبکه های مختلف Clos, Benes , Banyan
- شبکه های مرتب کننده (Sorter)
- سوئیچ های مبتنی بر بنیان و شبکه های مرتب کننده
- Knockout switches
- چند پخشی و همه پخشی در سوئیچ ها
- بافرینگ در سوئیچ ها: انواع بافرینگ: ورودی، خروجی، مشترک ، داخلی، ورودی- خروجی ، گذر دهی، پیچیدگی و تاخیر
- زمان بندی در سوئیچ های با بافر ورودی – خروجی، انواع زمان بندی: Round robin, Maximum Size Matching, Maximal Size Matching, ...، وزن دهی در زمانبندی: Maximum Weight Matching, Maximal Weight Matching، روش های وزن دهی: LQF, LDF, ... ، اثرات Speedup
- پیچیدگی ، گذردهی ، تاخیر و پایداری روش های مختلف زمان دهی
- وظایف : بافرینگ، زمانبندی، توزیع پهنای باند، شکل دهی ترافیک، مراقبت (policing)، مسیریابی ، کنترل دسترسی ، تشخیص پروتکل، تشخیص فرمت، تغییر و بروز رسانی فرمت و یا پروتکل، تنظیم و جستجو و بروز رسانی جداول ، و ...
- جستجوی جداول و تشخیص و تعیین نیازمندی ها: مقصد(ها)، پارامترهای کیفیت، پارامترهای امنیت (رمزنگاری و رمز گشایی و ...) و ...
- تاثیر نیازمندیها بر ساختارهای مسیر ده

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- I. A. Pattavina, Switching Theory: Architecture and Performance in Broadband ATM Networks, Wiley. 1998.
- H. J. Chao. C. H. Lam. and E. Oki, Broadband Packet Switching technologies: A Practical Guide to ATM Switches and IP Routers, Wiley. 2001.
- H. J. Chao and B. Liu, High Performance Switching and Routers, Wiley-1EEE Press. 2007.
- G. Varghese, Network Algorithmic: An Interdisciplinary Approach to Designing Fast Networked Devices. Morgan Kaufmann. 2004.
- T. G. Robertazzi, Performance Evaluation of High-Speed Switching Fabrics and Networks, IEEE Press. 1993
- R. Ramaswami, K. N. Sivarajan, and G. H. Sasaki, Optical Networks: A Practical Perspective 3rd ed. Elsevier. 2010.
- M. Maier, Optical Switching Networks, Cambridge University Press. 2008.
- M. Schwartz, Broadband Integrated Networks. Prentice Hall PTR. 1996.
- U. Black, ATM. Vol. III, Prentice Hall. 1998.

نام درس (فارسی):	پردازش تصویر						
نام درس (انگلیسی):	Image Processing						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مقدمه : تعریف تصویر، ساختمان چشم، تشکیل تصویر در انواع سنسورها و قوانین تشکیل تصویر، نمایش ریاضی تصویر
- تبدیل تصویر به تصاویر دیگر (باینری، Halftone)
- ارتقاء (Enhancement) تصاویر در حوزه‌ی مکان : فیلترهای خطی، غیر خطی، جهت‌دار، پردازش روی هیستوگرام
- ارتقاء تصاویر درحوزه‌ی فرکانس : DFT، فیلترهای حوزه‌ی فرکانس همه جهته و جهت‌دار (گابور و Quincunx)
- بازیابی و بازسازی تصویر (Restoration and reconstruction)، فیلترهای Wiener، CLS، تبدیل رادون
- تصاویر رنگی : دستگاه‌های رنگ و تبدیل‌های آن‌ها، تبدیل تصاویر خاکستری به رنگی، پردازش تصاویر رنگی، جداسازی رنگ
- بخش‌بندی و جداسازی تصاویر : آشکارسازهای لبه، آستانه‌گذاری، کانتورهای فعال (Levelset و Snake)، رشد ناحیه، جداسازی و ترکیب ناحیه، هاف و آبریز (Water Shed)
- کاربرد مورفولوژی در پردازش تصاویر
- فشرده‌سازی تصویر ، واترمارکینگ، نهان‌نگاری (Steganography)
- بازنمایی و توصیف تصویر: توصیف مرز، کدهای زنجیره‌ای، امضا، PCA

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Gonzalez, R. C. Richard E. Woods Digital Image Processing, Pearson, 2018.
- Sonka, M., Hlavac, V., & Boyle, R. Image processing, analysis, and machine vision. Cengage Learning, 2014.
- Jain, A. K. Fundamentals of digital image processing. Prentice-Hall, Inc, 1989.
- 4. Pratt, W. K. Digital image processing: PIKS Scientific inside (Vol. 4). Hoboken, New Jersey: Wiley- interscience, 2007.

نام درس (فارسی):	**سیستم های رادار**						
نام درس (انگلیسی):	Radar Systems						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	**۳**	**واحد نظری:**	**۳**	**واحد عملی:**	**۰**	**تعداد ساعت:**	**۴۸**
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مقدمه
- معادله رادار
- رادار پالسی و MTI
- پردازش سیگنالهای راداری
- آشکارسازی سیگنالهای راداری
- تابع ابهام
- رادار موج پیوسته
- رادار ردگیر
- رادارهای توزیع شده، آرایه فازی و MIMO
- رادارهای تصویربرداری SAR
- جنگ الکترونیک در رادار

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Skolnik, M. I., Introduction to RADAR Systems, McGraw-Hill, 3rd ed., 2005.
- Richards, M. A., Fundamentals of Radar Signal Processing, McGraw-Hill, 2nd ed., 2014.
- Skolnik, M. I., RADAR Handbook, McGraw-Hill, 3rd ed., 2008.
- Richards, M. A., Principles of Modern Radar, Sci Tech Pub., 2010.
- Nathanson, F.E., Radar Design Principles Signal Processing and the Environment, Sci Tech Pub., 2nd ed. 1991.
- Li, J. and Stoica, P., MIMO Radar Signal Processing, John Wiley and Sons, 2009.
- Chen, K. S., Principles of synthetic aperture radar imaging: a system simulation approach, CRC Press, 2016.

نام درس (فارسی):	مخابرات ماهواره ای						
نام درس (انگلیسی):	Satellite Communications						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- آشنایی با سیستم مخابرات ماهواره ای، بخش فضایی، بخش زمینی و ارتباط رادیویی
- مدارهای گردش ماهواره بدور زمین
- قوانین کپلر، محاسبه مدار ماهواره با قانون جاذبه نیوتن، مختصات نجومی ماهواره، مدارهای مهم گردش ماهواره بدور زمین، مدارهای کم ارتفاع، مدار زمین آهنگ،مدارهای بیضوی مولنیا و توندرا
- نحوه محاسبه فاصله، زاویه سمت و زاویه فراز ماهواره نسبت به ایستگاه زمینی
- سیگنال‌های باند پایه در مخابرات ماهواره‌ای
- مشخصات سیگنال تلفنی، سیگنال تلویزیون، سیگنال‌های صوتی، داده‌های دیجیتال و مولتی مدیا
- تکنیک‌های انتقال در مخابرات ماهواره‌ای
- انتقال آنالوگ سیگنال تلفن و تلویزیون : SCPC/FM, FDM/FM
- انتقال دیجیتال سیگنال تلفن و تلویزیون : SCPC/PSK, TDM/PSK
- روش‌های رمزنگاری، کدگذاری کانال، درهم سازی و مدولاسیون در مخابرات ماهواره‌ای
- مقایسه سیستم‌های انتقال آنالوگ و دیجیتال
- انتشار امواج رادیویی در مخابرات ماهواره‌ای
- تلفات آتمسفری، اثرات یونوسفری، تضعیف بارندگی، تاخیر انتشار در مخابرات ماهواره‌ای
- محاسبه ارتباط رادیویی در مخابرات ماهواره ای
- عوامل اصلی در ارتباط رادیویی : EIRP, G/T, PATH LOSS
- محاسبه دمای نویز ایستگاه زمینی و ماهواره
- احتساب آثار آتمسفری
- محاسبه نسبت حامل(سیگنال) به نویز در ارتباط فراسو، ارتباط فروسو و ارتباط کل
- محاسبه نسبت حامل(سیگنال) به نویز در ارتباط میان ماهواره‌ای
- تکنیک‌های دسترسی چندگانه در مخابرات ماهواره‌ای
- طرح مسئله دسترسی چندگانه، شدت ترافیک و فرمول‌های ارلانگ
- روش‌های دسترسی چندگانه در مخابرات ماهواره‌ای : FDMA, TDMA, CDMA
- دسترسی ثابت و دسترسی بر حسب تقاضا، دسترسی تصادفی

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- G. Maral, M. Bousquet, and Z. Sun, Satellite Communication Systems, 5th ed., Wiley, 2010.
- D. Roddy, Satellite Communications, 4th ed., McGraw- Hill, 2006.
- T. Pratt, C. Bostain, and J. Allnut, Satellite Communications, 2nd ed., Wiley, 2003.
- M. Richharid, Mobile Satellite Comminucations, Principles and Trends, 2th ed, Wiley, 2014

نام درس (فارسی):	**شبکه های مخابرات بی سیم**						
نام درس (انگلیسی):	Wireless Communication Networks						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	**۳**	**واحد نظری:**	**۳**	**واحد عملی:**	**۰**	**تعداد ساعت:**	**۴۸**
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مقدمه ای بر نسل های مخابرات سیار 2G, 3G, 4G, 5Gو موبایل دیتا
- روشهای Medium Access Control در مخابرات بی سیم
- روشهای Scheduling در مخابرات بی سیم
- طراحی شبکه های سلولی 2G, 3G, 4G, 5G
- کنترل قدرت فرستنده در مخابرات بی سیم
- مدیریت تداخل در مخابرات بی سیم
- همیاری و Handover در شبکه های مخابرات سیار
- طراحی شبکه های مخابرات بی سیم با بازدهی انرژی بالا

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- G. Miao, J. Zander, K. Sung, S. Ben Slimane, Fundamentals of Mobile Data Networks, Cambridge University Press, 2016.
- William Stalling, 5G Wireless: A Comprehensive Introduction, Addison-Wesley Professional; 1st edition, 2021.
- Wei Jiang, Bin Han, Cellular Communication Networks and Standards, The Evolution from 1G to 6G, Springer, 2024.

نام درس (فارسی):	رمز نگاری						
نام درس (انگلیسی):	Cryptography						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مرور کلی اصول و تاریخچه رمزنگاری از رمزهای کلاسیک تا رمزهای مدرن
- نظریه اعداد ، نظریه اطلاعات و نظریه پیچیدگی
- تعریف دنباله‌ها و مولدهای شبه تصادفی و معرفی آزمون‌های آماری
- شیفت رجیسترهای با فیدبک خطی (LFSR)
- معرفی تعدادی رمز دنباله‌ای (نظیر A5/1, A5/2 , Trivium)
- ساختار رمزهای قالبی و معرفی تعدادی رمزقالبی شامل DES و AES
- معرفی رمزهای کلید همگانی ازجمله دیفی- هلمن ، RSA ، الجمال و مک الیس
- معرفی خمهای بیضوی و کاربرد آن در رمزنگاری
- توابع چکیده‌ساز(HASH) و احراز اصالت پیام(MAC)
- مروری بر مدیریت کلید در سیستم‌های رمزنگاری

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Christof Paar, Jan Pelzl, Understanding Cryptography, Springer- Verlag, 2010.
- A. Menezes, Handbook of Applied Cryptography, CRC Press, 1997.
- W. Stalling, Cryptography and Network Security, prentice Hall, 2005.
- J. Pieprzyk, T.hardjono, J.Seberry, Fundamentals of Computer Security, Springer-Verlag, 2003.
- N. Kergunson, B. Schneier, Practical Cryptography, John Wiley, 2003.
- Andreas Klein, Stream Ciphers, Springer,2013.
- L.R Knudsen, M. J. Robshaw, The Block Cipher Companion, Springer, 2011.
- J. Seberry, and J. Pieprzyk, Cryptography: An Introduction to Computer Security, Prentice- Hall. 1989.
- N. Koblitz, Algebraic Aspect of Cryptography, Springer, 1998.

نام درس (فارسی):	ریاضیات رمزنگاری						
نام درس (انگلیسی):	Cryptography Mathematics						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مروری بر نظریه‌ی پیچیدگی محاسبات و کاربرد آن در رمزنگاری
- نظریه اعداد : دستگاه معادلات همنهشتی، قضایای فرما، اویلر، باقیمانده چینی، اعداد اول (روش‌های تولید و آزمون اعداد اول)، معرفی و بررسی روش‌های مختلف تجزیه اعداد، ریشه‌های اولیه، نمادهای لژاندر و ژاکوبی، مسئله لگاریتم گسسته و مفاهیم مرتبط
- نظریه گروه‌ها : هم مجموعه‌ها و روابط هم ارزی در گروه‌ها، زیر گروه‌های نرمال و گروه‌های خارج قسمتی
- معرفی و تحلیل الگوریتم‌های رمز مرکل- هلمن، RSA و الجمال
- رمزگذاری همریخت
- نظریه حلقه‌ها و میدان‌ها : حلقه چند جمله‌ای‌ها- حلقه‌های خارج قسمتی- میدان‌های متناهی (خواص و روش‌های تولید)- توسیع میدان‌ها
- منحنی‌های بیضوی و کاربرد آنها در رمزنگاری
- توابع بولی : ویژگی‌های مطلوب توابع بولی در رمزنگاری، معرفی و بررسی برخی از روش‌های تولید توابع مناسب
- کاربرد مشبکه‌ها در رمزنگاری، مربع‌های لاتین، هندسه‌ی تصویری، طرح‌های تسهیم راز، نظریه صفر دانایی

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- J. A. Anderson, and J. M. Bell, Number Theory with Applications, Prentice Hall, 1997.
- N. Koblitz, A Course in Number Theory and Cryptography, Springer, 1987.
- A. J. Menezes, Handbook of Applied Cryptography, CRC Press, 1996.
- N. Koblitiz, Algebraic Aspects of Cryptography, Springer, 1999.
- R. Lidl, Introduction of Finite Fields and Their Applications, Cambridge, 1986.
- D. M. Bressoud, Factorizaton and Primality Testing, Springer, 1989.
- S. Samuel, Jr. Wagstaff, Cryptanalysis of Number Theoretic Ciphers, Chapman and Hall, CRC Press, 2003.
- Elliptic Curves Number Theory and Cryptography, CRC Press, 2003.
- D. R. Stinson, Cryptography Theory and Practice, CRC Press, 2006.
- J. Hoffstein, J. Pipher, and J. H. Liverman, An Introduction to Mathematical Cryptography, Brown University, 2004.

نام درس (فارسی):	امنیت شبکه						
نام درس (انگلیسی):	Network Security						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مقدمه‌ای برشبکه : مفاهیم اولیه- مدل‌های مرجع OSI، TCP/IP، اهداف امنیت، انواع و ماهیت حملات، سرویس‌های امنیتی، تحلیل امنیت، مدل‌های امنیت شبکه
- مقدمه‌ای بر رمزنگاری : آشنایی با رمزنگاری متقارن، سبک‌های کاری رمزهای قطعه‌ای، آشنایی با مفاهیم و کاربردهای رمزنگاری نا متقارن (کلید عمومی)، توابع چکیده‌ساز
- پروتکل‌های مدیریت کلید : آشنایی با اهداف پروتکل‌های توزیع کلید، معرفی انواع حملات، آشنایی با روند طراحی پروتکل‌های توزیع کلید، معرفی و تحلیل تعدادی از پروتکل‌های توزیع کلید شامل پروتکل‌های Otway Res، Needham Schroeder و ...
- پروتکل‌های احراز اصالت : تعریف احراز اصالت و معرفی انواع آن، MAC، توابع HMAC، معرفی و تحلیل انواع پروتکل‌های احراز اصالت مبتنی بر گذر واژه، پروتکل Kerberos، تحلیل صوری پروتکل‌های احراز اصالت
- زیر ساخت کلید عمومی (PKI) : امضای دیجیتال، معرفی کارکرد PKI، اجزا تشکیل دهنده یک زیر ساخت کلید عمومی، رمزنگاری مبتنی بر شناسه (Identity Base Cryptography)
- امنیت پست الکترونیک : معرفی و تحلیل پروتکل‌های PGP، S/MIMEو ...
- شبکه‌های مخلوط
- پرداخت الکترونیکی : معرفی مفاهیم و ویژگی‌ها، معرفی انواع روش‌های پرداخت، امضای کور، شمای امضای فیات شامیر، گواهی کلید خصوصی، معرفی و بررسی چند سیستم پرداخت الکترونیکی از جمله سیستم Brands
- رأی گیری الکترونیکی : معرفی مفاهیم و ویژگی‌ها، معرفی و بررسی چند روش رأی گیری الکترونیکی
- رمزنگاری مبتنی بر شناسه : معرفی و بررسی انواع پروتکل‌های احراز اصالت، توزیع کلید، امضای دیجیتال مبتنی بر شناسه و توابع دو خطی
- مقدمه‌ای بر امنیت اثبات پذیر

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- W. Stallings, Cryptography and Network Security, Principles and Practice, Printice- Hall, 2003.
- C. P. Pfleeger, Security in Computing, Printice- Hall, 1997.
- A. S. Tanenbaum, Computer Networks, Printice- Hall, 1996.
- M. Bishop, Computer Security: Art and Science, Addison- Wiley, 2002.
- W. Mao, Modern Cryptography, Theory and Practice, Prentice- Hall, 2004.
- D. R. Stinson, Cryptography, Theory and Practice, CRC Press, 2006.
- G. Bella, Formal Correctness of Security Protocols, Springer, 2007.
- Ch. Kaufman, R. Perlman, and M. Speciner, Network Security, Prentice- Hall, 1995.
- D. Chaum, M. Jakobson, and R. L. Rivest, Towards Trustworthy Elections, Springer, 2010.

نام درس (فارسی):	**نهان نگاری اطلاعات**						
نام درس (انگلیسی):	Information Steganography						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	**۳**	**واحد نظری:**	**۳**	**واحد عملی:**	**۰**	**تعداد ساعت:**	**۴۸**
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مبانی نهان‌سازی اطلاعات و کاربردهای اصلی آن
- بررسی ساختاری اطلاعات چند رسانه‌ای (ویدیو، تصویر، صوت باند پهن و صحبت) به منظور نهان‌سازی
- تحلیل سیگنال‌ها پوشش (Cover) و بررسی الگوریتمیک آنها در محیط فشرده به منظور اختفای پیام (Covert)
- مطالعه تحلیلی روش‌های نهان‌سازی شامل نهان‌نگاری و نشان‌گذاری (مقاوم، شکننده و نیمه شکننده)
- شناسائی و تحلیل حملات عمدی و غیر عمدی در نشان‌گذاری
- نهان‌کاوی (Steganalysis) به کمک ماشین‌های فراگیری و تحلیل‌های آماری
- آشکارسازی و استخراج پیام در نشان‌گذاری و نهان‌نگاری
- مطالعه اثر ویژگی‌های ادراکی انسان در نهان‌سازی اطلاعات

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- S. Katzenbeisser, and F. A. P. Petitcolas, (eds) Information Hiding Techniques for Steganography and Digital Watermarking. Artch House, 1999.
- I. Cox, M. Miller, and J. Bloom, Digital Watermarking and Steganography, 2nd ed., Morgan Kaufmann, 2007.
- N. F. Johnson, Z. Duric, and S. Jajodia, Information Hiding: Steganography and Watermarking-Attacks and Countermeasures, Kluwer Acodemic Publishers, 2001.
- P. Wayner, Disappearing Cryptography: Information Hiding: Steganography and Watermarking, 3rd ed, Morgan Kaufmann, 2008.

نام درس (فارسی):	پروتکل های امن در شبکه						
نام درس (انگلیسی):	Secure Network Protocols						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مقدمه : مفاهیم اولیه، مدل‌های مرجع OSI، TCP/IP، اهداف امنیت، انواع و ماهیت حملات، سرویس‌های امنیتی، تحلیل امنیت، مدل‌های امنیت شبکه
- مفاهیم پایه رمزنگاری : رمزنگاری متقارن، رمزهای قالبی، رمزنگاری نامتقارن (کلید عمومی)، توابع چکیده‌ساز
- پروتکل‌های مدیریت کلید : اهداف توزیع کلید، انواع حملات، طراحی پروتکل‌های توزیع کلید، تحلیل پروتکل‌های توزیع کلیدشامل Needham Schroeder ،Otway Rees
- پروتکل‌های احراز اصالت : تعریف احراز اصالت و معرفی انواع آن، MAC، توابع HMAC، احراز اصالت مبتنی بر گذر واژه، Kerberos، تحلیل صوری
- زیر ساخت کلید عمومی (PKI) : اجزا تشکیل دهنده، کارکرد، امضای دیجیتال، رمزنگاری مبتنی بر شناسه
- امنیت پست الکترونیکی : معرفی و تحلیل پروتکل‌های PGP، S/MIME و ...
- طرح‌های امضاء
- شبکه‌های مخلوط
- طرح‌های تسهیم راز و رمزنگاری آستانه‌ای
- پرداخت الکترونیکی : مفاهیم و ویژگی‌ها، روش‌های پرداخت، امضای کور، شمای فیات شامیر، گواهی کلید خصوصی، چند سیستم پرداخت الکترونیکی از جمله Brands
- رای‌گیری الکترونیکی : مفاهیم و ویژگی‌ها، چند روش رای‌گیری الکترونیکی
- رمزنگاری شناسه بنیاد : پروتکل‌های احراز اصالت، توزیع کلید، امضای دیجیتال شناسه بنیاد و توابع دو خطی
- مقدمه‌ای بر امنیت اثبات‌پذیر

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- W. Stallings, Cryptography and Network Security, Principles and Practice, 6th ed., Printice- Hall, 2013.
- C. P. Pfleeger, Security in Computing, 4th ed., Printice- Hall, 2006.
- A. S. Tanenbaum and D. J. Watherall, Computer Networks, 5th ed., Printice-Hall, 2010.
- M. Bishop, Computer Security: Art and Science, Addison- Wesley, 2002.
- W. Mao, Modern Cryptography, Theory and Practice, Prentice- Hall, 2004.
- D. R. Stinson, Cryptography, Theory and Practice, 3rd ed., Chapman & Hall/CRC, 2006.
- G. Bella, Formal Correctness of Security Protocols, Springer, 2007.
- C. Kaufman, R. Perlman, and M. Speciner, Network Security, 2nd ed., Prentice- Hall, 2002.
- D. Chaum, M. Jakobson, R. L. Rivest, and P. Ryan, Towards Trustworthy Elections, Springer, 2010.
- W. Stallings, Network Security Essentials, 5th ed., Printice- Hall, 2013.
- J. M. Kizza, Guide to Computer Network Security, 2nd ed., Springer, 2013.
- B. Schoenmakers, Cryptographic Protocols, Lecture Notes Part 1, July 4, 2012.

نام درس (فارسی):	**مدیریت شبکه**						
نام درس (انگلیسی):	Network Management						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	**۳**	**واحد نظری:**	**۳**	**واحد عملی:**	**۰**	**تعداد ساعت:**	**۴۸**
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مقدمه : اهداف، جایگاه، معماری سیستم‌ها، استانداردها و مدل‌های عملکرد مدیریت شبکه، مفاهیم طراحی شبکه
- مرور طراحی شبکه : فرآیند طراحی، شبکه دسترسی و شبکه کالبدی، آدرس دهی و مسیریابی
- استانداردها، مدل‌ها و زبان : استانداردها، مدل‌های مدیریت، سازمان، اطلاعات، مخابرات و عملکردی شبکه
- مدیریت SNMPv1 : تاریخچه SNMP، مدل SNMP، مدل سازمانی، سیستم کلی، مدل‌های اطلاعات، مخابرات و عملکردی
- مدیریت‌های SNMPv2 و SNMPv3 : معماری، ساختار مدیریت اطلاعاتSNMPv2، SNMPv2MIB، پروتکل ۳۶ در SNMPv2، SNMPv3، سازگاری باSNMPv1
- نظاره از دور (RMON) : RMON SMI و RMONMIB، RMON1، RMNO2، از طریق ATM، از طریق اینترنت
- کاربردهای مدیریت شبکه : شکل‌بندی، مدیریت خطا، عملکرد، امنیت و هزینه، حسابداری، سیاستگذاری
- ابزارهای طراحی و مدیریت : کلاس‌های مختلف

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- A. Clemm, Network Management Fundamentals, Cisco Press, 2007.
- D. Verma, Principles of Computer Systems and Network Management, Springer, 2009.
- M. Subramanian, Network Management: Principles and Practice, Addison-Wesley, 2010.
- J. Ding, Advances in Network Management, CRC Press, 2010.

نام درس (فارسی):	رمزنگاری پیشرفته						
نام درس (انگلیسی):	Advanced Cryptography						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- آزمون‌های آماری و اعمال آن‌ها با استفاده از بسته‌های نرم‌افزاری
- الگوریتم های قالبی متعارف از قبیل الگوریتم‌های DES و AES
- الگوریتم های قالبی سبک
- روش های تحلیل رمزهای قالبی منجمله تحلیل تفاضلی و خطی و تفاضلی غیرممکن
- رمزهای جریانی حافظه‌دار و بی حافظه با انتقال منظوم و نامنظم
- روش‌های تحلیل رمزهای جریانی از قبیل حملات همبستگی مشروط و غیر مشروط و تمایزگره
- بررسی و تحلیل رمزهای کلید همگانی از قبیل RSA، لگاریتم گسسته، خم بیضوی و کد مبنا
- پروتکل‌های صفر دانائی، پروتکل‌های شناسائی و امضاء دیجیتال فیات شامیر
- حملات کانال جانبی
- امنیت قابل اثبات و پیشگوی تصادفی
- رمزنگاری همریخت

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- B. Schneier, Applied Cryptography: Protocols, Algorithms and Source Code in C, 2nd ed., Wiley, 1996.
- J. Pieprzyk, T. Hardjono, and J. Sberry, Fundamentals of Computer Security, Springer, 2003.
- A. R. Stinson, Cryptography Theory and Practice, 3rd ed., Chapman & Hall CRC, 2005.
- A. J. Menezes, P. C. Oorschot, and S. A. Vanstone, Handbook of Applied Cryptography, CRC Press, 1996.
- J. Katz and Y. Lindell, Introduction to Modern Cryptography.

نام درس (فارسی):	پیچیدگی محاسبات						
نام درس (انگلیسی):	Computational Complexity						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- نظریه ماشین‌های تورینگ : چند نواری و غیر قطعی، طرح تورینگ- چرچ، زمان اجراء و فضای مورد نیاز یک الگوریتم
- کلاس‌های پیچیدگی زمانی و فضایی : قضایای اساسی، کلاس‌های زمانی P، NP، EXP و NEXP، کلاس‌های فضایی L، NL، PSPACE، NPSPACE، ارتباط کلاس‌های زمانی و فضایی
- مسایل P تمام و NP تمام و ارتباط با کلاس های P و NP
- برخی مسائل معروف NP تمام
- کلاس PSPACE تمام
- کلاس‌های پیچیدگی : الگوریتم‌های تصادفی، موازی، تقریبی
- رابطه پیچیدگی محاسبات و رمزنگاری

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- C. H. Papadimitriou, Computational Complexity. Addison-Wesley, 1994.
- S. Arora and B. Barak, Computational Complexity: A Modern Approach, Cambridge University Press, 2009.
- D. Z. Du and K. I. Ko, Theory of Computational Complexity, Wiley, 2000.
- S. Homer and A. L. Selman. Computability and Complexity Theory, Springer, 2001.
- M. R. Garey and D. S. Johnson, Computers and Intractability: A Guide to the Theory of NP-Completeness, Freeman, 1979.

نام درس (فارسی):	امنیت لایه فیزیکی						
نام درس (انگلیسی):	Physical Layer Security						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مقدمه‌ای بر امنیت اطلاعات
- نظریه اطلاعات و ظرفیت کانال
- ظرفیت امن
- اصول امنیت لایه فیزیکی
- امنیت لایه فیزیکی در کانال های تداخلی
- حد امنیت در کانال های گوسی و بی سیم
- کد گذاری برای امنیت لایه فیزیکی
- تولید کلید لایه فیزیکی
- امنیت در کانال های چند کاربره
- امنیت در کد گذاری شبکه
- احراز هویت توسط لایه فیزیکی

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- M. Bloch, J. barros, Physical-Layer Security, From Information Theory to Security Engineering, Cambridge University Press 2011.
- X. Zhou , L. Song , Y. Zhang, Physical Layer Security in Wireless Communications, CRC Press, 2014.
- T. Q. Duong, J. Zhang, N. Yang, X. Zhou and V. Sharma, Physical Layer Security for 6G Networks, IET Press, 2024.

نام درس (فارسی):	**سیستم های تشخیص نفوذ**						
نام درس (انگلیسی):	Intrusion Detection Systems						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	**۳**	**واحد نظری:**	**۳**	**واحد عملی:**	**۰**	**تعداد ساعت:**	**۴۸**
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- سیستم‌های تشخیص نفوذ : مبتنی بر میزبان، مبتنی بر شبکه، مبتنی بر امضاء، مبتنی بر معین‌سازی (Specification)
- امضاء بنیاد : کاربرد درخت تصمیم
- ناهنجاری بنیاد : مدل دنینگ، سیستم خبره IDES، تشخیص نفوذ آماری، بر مبنای سیستم ایمنی
- قانون بنیاد : انواع، خانواده STAT، تحلیل‌گذار رویکرد قانون بنیاد (USTAT)، شبکه بنیاد (NETSTAT)
- مبتنی بر معین‌سازی : SHIM
- معیارهای ارزیابی : مثبت نادرست و منفی نادرست، Precision، Recall، F-Measure، منحنیROC، تنظیمIDS، داده‌کاوی برای تشخیص نفوذ شبکه، مدل‌سازی COST، استفاده از عامل مجعول، پایدار پذیر
- مجموعه‌های داده‌ای : DARPA، KDDCUP 99، انتخاب ویژگی‌ها، نقد ارزیابی با داده‌های DARPA 98,99، DARPA با استفاده از snort
- همبسته‌سازی هشدارهای تشخیص نفوذ : ماهیت، خوشه‌بندی، پیش نیاز/ نتیجه، رویکرد جامع
- پاسخ‌گویی به حمله : یک طبقه‌بندی از سیستم‌های پاسخ به نفوذ، پاسخ به نفوذ انطباقی
- کرم‌واره‌های اینترنتی و راه‌های مقابله با آن‌ها : مفاهیم و ویژگی‌ها، چند روش رای‌گیری الکترونیکی

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- A. K. Pathan (ed), The State of Art in Intrusion Prevention and Detection, CRC Press, 2014.
- R. Bejtlich, The Practice of Network Security Monitoring, Starch Press, 2013.
- C. Sanders and J. Smith, Applied Network Security Monitoring, Syngress, 2013.

نام درس (فارسی):	کاربرد پیشرفته هوش مصنوعی و تحول دیجیتال						
نام درس (انگلیسی):	Advanced application of artificial intelligence and digital transformation						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- یادگیری نظارت‌شده (رگرسیون)، رگرسیون خطی و چندجمله‌ای، ارزیابی مدل‌های رگرسیون ($MSE, RMSE, R^2$)، بیش‌برازش و زیربرازش
- یادگیری نظارت‌شده (طبقه‌بندی)، طبقه‌بندی با استفاده از الگوریتم‌هایی مانند Logistic Regression, SVM, KNN ، ارزیابی مدل‌های طبقه‌بندی (دقت ، Recall, F1-score, ROC-AUC)
- یادگیری بدون نظارت (خوشه‌بندی و کاهش ابعاد)، خوشه‌بندی با استفاده از K-Means وHierarchical Clustering ، کاهش ابعاد با PCA وt-SNE ، ارزیابی خوشه‌بندی (Silhouette Score, Inertia)
- بهینه‌سازی و تنظیم مدل‌ها، اعتبارسنجی متقابل، تنظیم هایپرپارامترها (Grid Search, Random Search)
- رگولاریزیشن (L1, L2, Dropout)
- یادگیری ماشین پیشرفته، درخت‌های تصمیم و جنگل‌های تصادفی، Gradient Boosting و XGBoost
- مقدمه‌ای بر شبکه‌های عصبی، نورون مصنوعی و پرسپترون، شبکه‌های عصبی چندلایه (MLP)، توابع فعال‌سازی، الگوریتم پس‌انتشار، بهینه‌سازی (SGD, Adam, RMSprop)، رگولاریزیشن (Dropout, Batch Normalization)
- شبکه‌های عصبی کانولوشن (CNN)، لایه‌های کانولوشن و Pooling ، کاربردهای CNN در بینایی کامپیوتر، معماری‌های معروف CNN (LeNet, AlexNet, VGG, ResNet)
- شبکه‌های عصبی بازگشتی (RNN)، معماری RNN وLSTM ، کاربردهای RNN در پردازش زبان طبیعی (NLP)، مشکلات آموزش RNN (Vanishing Gradient)
- مقدمه‌ای برTransformer ها، محدودیت‌های RNN و نیاز به معماری‌های جدید، معرفی Transformer و معماری آن، توجه (Attention) و مکانیزم Self-Attention
- مدل‌های زبانی مبتنی بر Transformer ، معرفی BERT وGPT ، پیش‌آموزش (Pretraining)، و تنظیم دقیق (Fine-tuning)، کاربردهای مدل‌های زبانی درNLP
- اخلاق در هوش مصنوعی، مسائل اخلاقی در توسعه و استفاده از هوش مصنوعی، سوگیری در داده‌ها و مدل‌ها، حریم خصوصی و امنیت در هوش مصنوعی

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Bishop, Christopher M. *Pattern Recognition and Machine Learning*. New York: Springer, 2006.
- Goodfellow, Ian, Yoshua Bengio, and Aaron Courville. *Deep Learning*. Cambridge, MA: MIT Press, 2016.
- Jurafsky, Daniel, and James H. Martin. *Speech and Language Processing*. 3rd ed. Hoboken, NJ: Pearson, 2020.
- Müller, Vincent C. "Ethics of artificial intelligence and robotics." (2020).

نام درس (فارسی):	**شبکه های عصبی و یادگیری عمیق**						
نام درس (انگلیسی):	Neural Networks and Deep Learning						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	**۳**	**واحد نظری:**	**۳**	**واحد عملی:**	**۰**	**تعداد ساعت:**	**۴۸**
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مقدمه ای بر شبکه های عصبی
- شبکه های عصبی پیشخور تمام اتصال
- شبکه های خودرمزنگار
- شبکه ای کانولوشنال (پیچشی)
- شبکه ای ناحیه ای کانولوشنال (پیچشی)
- شبکه های بازگشتی و توسعه های مختلف آنها
- شبکه های ترانسفورمر
- شبکه های عصبی به منظور تولید الگو
- شبکه های مولد تخاصمی (GAN)

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

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

نام درس (فارسی):	یادگیری تقویتی						
نام درس (انگلیسی):	Reinforcement Learning						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- زنجیره مارکوف گسسته در زمان و فرآیند تصمیم مارکوف؛ الگوریتم‌های برنامه‌ریزی پویا (تکرار سیاست و تکرار ارزش) برای حل فرآیند تصمیم مارکوف: معرفی و توضیح الگوریتم‌ها، معرفی اپراتور بلمن و بهینگی بلمن، بررسی ویژگی‌های اپراتورهای بلمن شامل انقباض، یکنوایی و وجود نقطه ثابت یکتا به همراه تحلیل همگرایی الگوریتم‌ها)؛
- روش‌های یادگیری تقویتی در محیط‌های مارکوف گسسته؛ روش‌های Monte Carlo برای حل مسأله یادگیری تقویتی و معرفی روش‌های on-policy و off-policy ، بررسی دسته روش‌های Tabular Temporal Difference Learning در دو نسخه on-policy و off-policy: بررسی ارزیابی سیاست با استفاده از TD، معرفی و بررسی الگوریتم‌های SARSA، Expected SARSA به عنوان روش‌های on-policy، بررسی قضایای همگرایی SARSA، معرفی و بررسی الگوریتم‌های Q-learning و Double Q-learning، Truncated Double Q-learning و Clipped double Q-learning، بررسی قضیه همگرایی الگوریتم Q-Learning
- تقریب تابع ارزش با استفاده از Temporal Difference: تقریب‌گرهای خطی و غیرخطی توابع ارزش، بررسی معیارهای خطای تقریب برای کمینه‌سازی MSE،MSBE،MSPBE و ارتباط آن‌ها بافرض داشتن تابع ارزش هدف، تحلیل و استخراج روابط کمینه‌سازی معیارهای فوق با فرض داشتن داده دسته‌ای تجربی به جای تابع ارزش هدف (Batch RL) ، استخراج و تبدیل روابط به دست آمده قبلی به نسخه آنلاین با استفاده از ایده‌های تقریب تصادفی (Stocahstic Approximation)، بررسی تعبیر و نگاه semi-gradient برای تقریب‌گرهای خطی، تعمیم روش‌های policy iteration با استفاده از تقریب تابع ارزش.
- روش‌های مبتنی بر گرادیان سیاست: پارامتریزه کردن توزیع سیاست، قضیای مربوط به گرادیان سیاست برای معیار افق نامحدود با تخفیف پاداش، بررسی الگوریتم‌های مبتنی بر گرادیان سیاست، بررسی روش‌های actor-critic با استفاده از تقریب تصادفی
- روش‌های یادگیری تقویتی عمیق؛ (مروری بر یادگیری عمیق، بررسی الگوریتم Reinforce و reinforce با baseline، بررسی الگوریتم‌های DQN، Double DQN، Dueling DQN، تحلیل و بررسی تئوری deterministic policy gradient، بررسی الگوریتم DDPG و twin delayed DDPG (TD3)، بررسی الگوریتم‌های A3C و A2C، بررسی الگوریتم‌های TRPO و PPO، بررسی الگوریتم SAC)

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Sutton, Richard S., Andrew G. Barto. Reinforcement learning: An introduction. The MIT Press, 2018.
- David Silver, Lectures on Reinforcement Learning, 2015.
- Farahmand, Amir-massoud. Lecture Notes on Reinforcement Learning. 2021. (https://amfarahmand.github.io/IntroRL/lectures/LNRL.pdf#page=24.11)
- CS 6789 (Cornell): Foundations of Reinforcement Learning Slides (https://wensun.github.io/CS6789.html)
- Bertsekas, Dimitri. A course in reinforcement learning. Athena Scientific, 2023.

نام درس (فارسی):	**کسب مهارت در صنعت**						
نام درس (انگلیسی):	Industry Internship						
پیش‌نیاز /(همنیاز):	قابل اخذ در تابستان						
تعداد واحد:	**۱**	**واحد نظری:**	**۰**	**واحد عملی:**	**۱**	**تعداد ساعت:**	**۱۲۸**
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ■ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- هدف از این درس، حضور دانشجویان تحصیلات تکمیلی در محیط حرفه‌ای، انجام فعالیت‌های تخصصی در حوزه مهندسی برق و تبادل دانش و تجربه در شرکت‌ها و سازمان‌های مربوطه است.

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۵۰٪ حضور موثر در دوره کسب مهارت در صنعت به تشخیص ناظر صنعتی

۵۰٪ ارزیابی استاد ناظر دانشگاهی بر اساس بازدید، گزارش‌های دوره‌ای و گزارش نهایی

فهرست منابع پیشنهادی:

نام درس (فارسی):	**مباحث ویژه**						
نام درس (انگلیسی):	Special Topics						
پیش‌نیاز /(همنیاز):	تایید استاد راهنما						
تعداد واحد:	**۳**	**واحد نظری:**	**۳**	**واحد عملی:**	**۰**	**تعداد ساعت:**	**۴۸**
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- در صورت درخواست استاد و تصویب گروه آموزشی، مطالب جدید و مرتبط با اهداف رشته در قالب یک درس ۳ واحدی با عنوان «مباحث ویژه» قابلیت ارائه دارد. عنوان، سرفصل و منابع درس باید توسط استاد مربوطه تهیه شده و به صورت مکتوب در اختیار گروه آموزشی قرار گیرد.
- در هر نیمسال تحصیلی حداکثر یک درس با عنوان مباحث ویژه قابلیت ارائه دارد.
- توصیه می‌شود هر استاد حداکثر یکبار در هر ۲ سال این درس را ارائه نماید.
- هر دانشجوی تحصیلات تکمیلی تنها یکبار در هر مقطع می‌تواند درس مباحث ویژه یا درس مباحث ویژه صنعتی را بگذراند.

روش ارزشیابی پیشنهادی:

بر اساس سرفصل تدوین شده توسط استاد درس

فهرست منابع پیشنهادی:

بر اساس سرفصل تدوین شده توسط استاد درس

نام درس (فارسی):	**مباحث ویژه صنعتی**						
نام درس (انگلیسی):	Industry Special Topics						
پیش‌نیاز/(همنیاز):	تایید استاد راهنما						
تعداد واحد:	**۳**	**واحد نظری:**	**۳**	**واحد عملی:**	**۰**	**تعداد ساعت:**	**۴۸**
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						
سرفصل‌ها:							
○ در صورتی که دانشگاه مجری، بر اساس اسناد آمایش سرزمینی، ماموریت استانی و یا توافق با صنایع منطقه، نیاز داشته باشد که درس خاصی را در سرفصل بگنجاند، می‌تواند از این عنوان برای درس مربوطه استفاده کند و سرفصل را تنظیم نماید. ○ در هر نیمسال تحصیلی حداکثر یک درس با عنوان مباحث ویژه صنعتی قابلیت ارائه دارد. ○ هر دانشجوی تحصیلات تکمیلی تنها یکبار در هر مقطع می‌تواند درس مباحث ویژه یا درس مباحث ویژه صنعتی را بگذراند.							
روش ارزشیابی پیشنهادی:							
بر اساس برنامه دانشگاه							
فهرست منابع پیشنهادی:							
بر اساس برنامه دانشگاه							

نام درس (فارسی):	**مطالعه آزمایشگاهی تخصصی**						
نام درس (انگلیسی):	Specialized Laboratory Study						
پیش‌نیاز/(همنیاز):	تایید استاد راهنما						
تعداد واحد:	**۱**	**واحد نظری:**	**۰**	**واحد عملی:**	**۱**	**تعداد ساعت:**	**۳۲**
آموزش تکمیلی:	■ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- در صورت درخواست استاد و تصویب گروه آموزشی، مطالب آزمایشگاهی تخصصی مرتبط با اهداف رشته در قالب یک درس عملی یک واحدی با عنوان «مطالعه آزمایشگاهی تخصصی» قابلیت ارائه دارد. عنوان، سرفصل و منابع درس باید توسط استاد مربوطه تهیه شده و به صورت مکتوب در اختیار گروه آموزشی قرار گیرد.
- در صورت موافقت دانشکده، این درس می‌تواند در گروه‌های جداگانه و توسط اساتید مختلف ارائه شود.
- توصیه می‌شود هر استاد حداکثر یکبار در هر سال این درس را ارائه نماید.
- هر دانشجوی تحصیلات تکمیلی تنها یکبار در هر مقطع می‌تواند این درس را بگذراند.

روش ارزشیابی پیشنهادی:

بر اساس سرفصل تدوین شده توسط استاد درس

فهرست منابع پیشنهادی:

بر اساس سرفصل تدوین شده توسط استاد درس

نام درس (فارسی):	**روش پژوهش**						
نام درس (انگلیسی):	Research Methodology						
پیش‌نیاز /(همنیاز):	الزاماً در نیمسال اول						
تعداد واحد:	**۱**	**واحد نظری:**	**۱**	**واحد عملی:**	**۰**	**تعداد ساعت:**	**۱۶**
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

هدف از ارائه این درس، آموزش مهارت‌ها و دانش لازم برای انجام پژوهش در دوره تحصیلات تکمیلی است. کلاس روش پژوهش به صورت آموزشی و مانند سایر کلاس‌ها تدریس می‌شود و ارائه آن به صورت سمینار و ارائه هفتگی دانشجویان، مطلقاً مجاز نیست. همچنین، انتخاب موضوع پایان‌نامه و تهیه پروپوزال کارشناسی ارشد جزو سرفصل درس روش پژوهش نبوده و در درس سمینار کارشناسی ارشد و تحت نظر استاد راهنما انجام خواهد شد.

- (۲ ساعت) تعریف پایان‌نامه، اهمیت پژوهش، روش‌شناسی پژوهش، ضرورت پژوهش و ارائه نتایج، نحوه انتخاب موضوع پژوهش و ویژگی‌های آن، اجزای اصلی پژوهش دانشگاهی، تعریف سرقت علمی و ضرورت رعایت اخلاق در پژوهش
- (۲ ساعت) روش بررسی پیشینه پژوهش، آشنایی با منابع اطلاعاتی، موتورهای جستجوی منابع علمی، نحوه مرور سریع و دقیق منابع، نحوه نوشتن خلاصه انتقادی منابع گردآوری‌شده، استفاده از ابزارهای مدیریت مراجع مانند EndNote یا Mendeley ، آشنایی با روش‌های ارجاع‌دهی
- (۴ ساعت) زمان‌بندی و نحوه انجام پژوهش، شناخت محدود تحقیق، نحوه جمع‌آوری داده‌های مورد نیاز، شیوه گزارش‌نویسی و نت‌برداری، انتخاب، طراحی و تحلیل آزمایش‌ها، مدلسازی، مطالعات موردی، صحت‌سنجی نتایج، نتیجه‌گیری
- (۳ ساعت) ساختار پایان‌نامه، قواعد نگارشی و دستوری زبان فارسی، نگارش پایان نامه با کمک نرم افزارهای Word و LaTeX، نحوه استفاده از Style ، فهرست‌دهی و شماره‌گذاری اتوماتیک
- (۳ ساعت) نحوه ارائه شفاهی و بصری نتایج، ابزارهای نمایش و تصویرسازی داده‌ها و نتایج مانند Excel و PowerPoint، بایدها و نبایدها در ترسیم نمودار، چارت و گراف، اصول کلی در ارائه شفاهی
- (۲ ساعت) اهمیت ارائه نتایج پژوهش در قالب مقالات کنفرانسی و ژورنالی، آشنایی با برخی کنفرانس‌های داخلی و خارجی مهم در زمینه مهندسی مکانیک، ژورنال‌های مهم در زمینه مهندسی مکانیک و یا زمینه‌های عمومی مرتبط، سنجه‌های مقالات و ژورنال‌ها

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۳۰٪ حضور موثر در کلاس، ۴۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۳۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Ajimotokan, H. A. (2022). Research Techniques: Qualitative, Quantitative and Mixed Methods Approaches for Engineers. Springer.
- Thiel, D. V. (2014). Research Methods for Engineers, Cambridge University Press.

نام درس (فارسی):	**سمینار کارشناسی ارشد**						
نام درس (انگلیسی):	MSc Seminar						
پیش‌نیاز/(همنیاز):	الزاماً در نیمسال دوم و تحت نظر استاد راهنما						
تعداد واحد:	**۱**	**واحد نظری:**	**۱**	**واحد عملی:**	**۰**	**تعداد ساعت:**	**۱۶**
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						
سرفصل‌ها:							
○ دانشجویان کارشناسی ارشد باید با انتخاب استاد راهنمای پژوهش خود در نیمسال دوم، در قالب درس سمینار، موضوع پژوهشی پایان‌نامه خود را مشخص نموده و تحت نظر استاد راهنما، پروپوزال پایان‌نامه کارشناسی ارشد خود را تهیه و جهت تصویب به گروه آموزشی ارائه کنند.							
روش ارزشیابی پیشنهادی:							
ـ بر اساس نظر استاد راهنما ـ نمره درس به صورت عددی (از بیست) تعیین می‌شود و در معدل تاثیر دارد اما در صورتی که دانشجو تا قبل از شروع نیمسال سوم موفق به تصویب پروپوزال خود نشود، نمره درس به صورت ناتمام ثبت می‌شود و پس از تصویب پروپوزال به صورت قبول/رد و بدون تاثیر در معدل ثبت خواهد شد.							
فهرست منابع پیشنهادی:							

نام درس (فارسی):	**پایان‌نامه کارشناسی ارشد**						
نام درس (انگلیسی):	MSc Thesis						
پیش‌نیاز/(همنیاز):	پس از گذراندن دوره آموزشی و تصویب پروپوزال						
تعداد واحد:	۶	**واحد نظری:**	۶	**واحد عملی:**	۰	**تعداد ساعت:**	
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						
سرفصل‌ها:							
○ انجام یک موضوع پژوهشی با نوآوری کافی در یکی از زمینه های مرتبط با مهندسی برق تحت راهنمایی استاد راهنما							
روش ارزشیابی پیشنهادی:							
نظر داوران جلسه دفاع							
فهرست منابع پیشنهادی:							

نام درس (فارسی):	**سمینار دکتری ۱**						
نام درس (انگلیسی):	Doctoral Seminar 1						
پیش‌نیاز/(همنیاز):	الزاماً قبل از پایان نیمسال چهارم و تحت نظر استاد راهنما						
تعداد واحد:	**۰ یا ۱**	**واحد نظری:**	**۰ یا ۱**	**واحد عملی:**	**۰**	**تعداد ساعت:**	**۱۶**
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- دانشجو پس از گذراندن امتحان جامع باید حداکثر تا پایان نیمسال چهارم تحصیلی در قالب درس سمینار دکتری ۱ پروپوزال پژوهشی خود را تدوین کند و از آن در حضور هیئت داوران دفاع کند.

روش ارزشیابی پیشنهادی:

ـ بر اساس نظر استاد راهنما

ـ تعداد واحد درس به تشخیص معاونت آموزشی دانشگاه صفر یا ۱ واحد خواهد بود.

ـ به منظور امکان تصویب پروپوزال تا پایان نیمسال چهارم، دانشجوی دکتری موظف است پیش‌نیازهای تصویب پروپوزال (مانند آزمون زبان و امتحان جامع) را پیش از فرارسیدن این مهلت فراهم نماید.

ـ در صورت موافقت معاونت آموزشی دانشگاه، نمره پروپوزال را می‌توان به عنوان نمره درس سمینار دکتری ۱ قرار داد.

فهرست منابع پیشنهادی:

نام درس (فارسی):	**سمینار دکتری ۲**						
نام درس (انگلیسی):	Doctoral Seminar 2						
پیش‌نیاز/(همنیاز):	سمینار دکتری ۱ و تحت نظر استاد راهنما (قبل از پایان نیمسال ششم)						
تعداد واحد:	**۰ یا ۱**	**واحد نظری:**	**۰ یا ۱**	**واحد عملی:**	**۰**	**تعداد ساعت:**	**۱۶**
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						
سرفصل‌ها:							
○ دانشجو باید باید حداکثر تا پایان نیمسال ششم تحصیلی در قالب درس سمینار دکتری ۲ از پیشرفت پژوهش های خود بر اساس پروپوزال تصویب شده در حضور هیئت داوران دفاع کند.							
روش ارزشیابی پیشنهادی:							
ـ بر اساس نظر استاد راهنما ـ تعداد واحد درس به تشخیص معاونت آموزشی دانشگاه صفر یا ۱ واحد خواهد بود.							
فهرست منابع پیشنهادی:							

نام درس (فارسی):	**دستیار تدریس**						
نام درس (انگلیسی):	Assistant Lecturer						
پیش‌نیاز/(همنیاز):	تحت نظر استاد راهنما						
تعداد واحد:	**۰ یا ۱**	**واحد نظری:**	**۰**	**واحد عملی:**	**۰ یا ۱**	**تعداد ساعت:**	**۳۲**
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ■ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

با توجه به اهمیت مهارت‌های تدریس در آینده حرفه‌ای دانشجویان دکتری، دانشجویان علاقمند می‌توانند **تحت نظارت استاد راهنمای خود** این مهارت‌ها را در قالب فعالیت‌های ذیل کسب نمایند:

- (۶ ساعت در قالب شرکت در کارگاه، یادگیری از استاد و مطالعه شخصی) آشنایی با مهارت‌های تدریس: توانایی برقراری ارتباط کلامی و بصری، اعتماد به نفس متکی بر دانش و هدفمندی، بردباری و حفظ آرامش، خلاقیت و نوآوری، حفظ انگیزه در خود و ایجاد انگیزه در مخاطب، مدیریت تعارض، همدلی و درک احساسات مخاطب و شرایط محیطی، شناخت جایگاه مخاطب، مدیریت زمان، قابلیت تطبیق، استفاده از ابزارهای کمک آموزشی از جمله ابزارهای فناورانه، ایجاد مشارکت در کلاس، سازماندهی و انتخاب روال مناسب در ارائه موضوعات، یادگیری مستمر، رعایت اخلاق حرفه‌ای تدریس شامل تعهد، وقت‌شناسی، صداقت، عدالت، احترام و حسن برخورد
- (۶ ساعت) آماده‌سازی ملزومات تدریس شامل طرح درس و فایل ارائه
- (۲۴ ساعت) تدریس در کلاس حل تمرین، نظارت بر فعالیت‌های دانشجویان، راهبری پروژه‌های درسی، طرح آزمون‌ها، طرح و تصحیح تکالیف
- (حداکثر ۶ ساعت که حداقل ۳ ساعت آن باید با حضور استاد مربوطه باشد) تدریس در کلاس دوره کارشناسی، آزمایشگاه و یا کارگاه
- (حداقل ۶ ساعت) سایر فعالیت‌های آموزشی به تشخیص استاد راهنما

روش ارزشیابی پیشنهادی:

نظر استاد راهنما

فهرست منابع پیشنهادی:

- Gilmore, J., & Hatcher, M. (2023). Preparing for College and University Teaching: Competencies for Graduate and Professional Students. Taylor & Francis.
- Rovida, E., & Zafferri, G. (2022). The Importance of Soft Skills in Engineering and Engineering Education. Springer.

نام درس (فارسی):	**رساله دکتری**						
نام درس (انگلیسی):	Doctoral Dissertation						
پیش‌نیاز/(همنیاز):	پس از گذراندن دوره آموزشی و سایر الزامات دوره از قبیل آزمون جامع، بسندگی زبان و تصویب پروپوزال						
تعداد واحد:	**۱۸**	**واحد نظری:**	**۱۸**	**واحد عملی:**	**۰**	**تعداد ساعت:**	
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						
سرفصل‌ها:							
○ انجام یک موضوع پژوهشی با نوآوری برجسته در یکی از زمینه های مرتبط با مهندسی برق تحت راهنمایی استاد راهنما							
روش ارزشیابی پیشنهادی:							
نظر داوران جلسه دفاع							
فهرست منابع پیشنهادی:							