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

برنامه درسی رشته

مهندسی برق – الکترونیک

ELECTRICAL ENGINEERING - ELECTRONICS

مقطع دکتری

تهیه کنندگان:

نام عضو هیات علمی	مرتبه علمی
دکتر صمد شیخایی	دانشیار
دکتر شاهین جعفرآبادی آشتیانی	دانشیار
دکتر محمد رضا کلاهدوز اصفهانی	دانشیار
دکتر بیژن علیزاده	دانشیار
دکتر شقایق وحدت	استادیار

جدول تغییرات

ردیف	در برنامه قبلی	در برنامه بازنگری شده
۱.	فیزیک حالت جامد	تغییر نام داده شده به: فیزیک حالت جامد پیشرفته
۲.	ادوات انرژی	تغییر نام داده شده به: افزاره‌های ذخیره انرژی ۱
۳.	مدارهای زیست الکترونیک	تغییر نام داده شده به: مدارها و سیستمهای مجتمع زیستی
۴.	مدارهای مجتمع خیلی فشرده	تغییر نام داده شده به: مدارهای مجتمع خیلی فشرده پیشرفته
۵.	تکنولوژِی مدارهای مجتمع فرکانس بالا	تغییر نام داده شده به: تکنولوژِی مدارهای مجتمع فرکانس رادیویی
۶.	اتصالات میانی و نانوسیم‌ها در مدارات VLSI و نانوسیستم‌ها	تغییر نام داده شده به: اینترکانکت‌ها و یک‌پارچگی سیگنال در مدارهای VLSI و نانوسیستم‌ها
۷.	ادوات نانو و مجتمع‌سازی آن	حذف شده است. مطالب آن در دروس دیگر پوشش داده می‌شود.
۸.	فناوری ساخت افزاره‌های نیم‌رسانا پیشرفته	حذف شده است. بیشتر مطالب آن در درس تئوری و فناوری ساخت افزاره‌های نیم‌رسانا ارائه می‌شود.
۹.	آزمایشگاه نانو بیو الکترونیک	حذف شده است. به دلیل یک واحدی بودن در ساختار برنامه دروس سه واحدی نمی‌گنجد.
۱۰.	--	درس سلول خورشیدی اضافه شده است
۱۱.	--	درس افزاره‌های ذخیره انرژی ۲ اضافه شده است
۱۲.	--	درس الکترونیک سرطان اضافه شده است
۱۳.	--	درس طراحی مدارهای مجتمع خیلی فشرده دیجیتال، از RTL تا GDSII اضافه شده است
۱۴.	--	درس بسته‌بندی تراشه و مجتمع‌سازی ناهمگن اضافه شده است
۱۵.	--	درس فناوری‌ها، مدارها و سیستم‌های حافظه اضافه شده است
۱۶.	--	درس محاسبات درون حافظه اضافه شده است
۱۷.		سرفصل و محتوای کلیه دروس مورد بازبینی قرار گرفته‌اند.

فصل اول

مشخصات کلی برنامه درسی

الف) مقدمه

رشته مهندسی برق – الکترونیک در مقطع دکتری شامل سه بخش یا زمینه تحقیقاتی است و دانشجویان در بدو ورود، با انتخاب استاد راهنمای خود در یکی از سه بخش به تحقیق و پژوهش مشغول خواهند شد. این بخش‌ها عبارتند از:

۱. افزاره‌های میکرو و نانوالکترونیک

۲. مدارهای مجتمع الکترونیک

۳. سیستمهای دیجیتال

در بخش افزاره‌های میکرو و نانوالکترونیک، دانشجویان با اصول اولیه و پایه‌ای در حوزه ادوات و قطعات الکترونیک آشنا خواهند شد. این بخش نزدیکترین قسمت مهندسی برق به مباحث عمیق فیزیکی است و تبلور آن در طراحی و ساخت قطعات الکترونیک دیده می‌شود. این بخش از یک طرف با بخش مدارهای مجتمع الکترونیک ارتباط تنگاتنگی داشته و از طرف دیگر با رشته مخابرات میدان و البته فیزیک نیز ارتباط موضوعی دارد. در این بخش، دانشجویان به طور همزمان، با مسائل نظری و تجربی در حوزه ادوات نیمه هادی آشنا شده و بسته به علایق شخصی خود در زمینه‌های مرتبط به تحقیق و پژوهش خواهند پرداخت. حوزه‌های تحقیقاتی فعال در دانشگاه تهران عبارتند از ساخت انواع ادوات نیمه‌هادی از جمله حسگرها، ادوات بیوالکترونیک، نانوبیوالکترونیک، باتری‌ها و ذخیره‌سازهای انرژی، سلول‌های خورشیدی، ریزسیالات (میکروفلوئیدیک)، میکروالکترومکانیک، و ... .

بخش مدارهای مجتمع الکترونیک مجموعه مهارت‌هایی را در بر دارد که شامل تحلیل، طراحی، و تست مدارهای الکترونیکی آنالوگ، دیجیتال، و فرکانس بالای مجتمع و ساخت سیستم‌های الکترونیکی با استفاده از مدارهای مجتمع است. این مدارها می‌توانند کاربردهای گسترده‌ای در دریافت و پردازش سیگنال‌های الکتریکی و کنترل سامانه‌ها داشته باشند. بطور خلاصه می‌توان گفت امروزه پیاده‌سازی تمام سامانه‌های ارتباطی والگوریتم‌های کنترلی به وسیله مدارهای مجتمع الکترونیک انجام می‌پذیرد. فناوری الکترونیک و مدارهای مجتمع در چند دهه اخیر شاهد پیشرفت بسیار سریعی بوده است، طوری که میزان مجتمع‌سازی این مدارها از چند ترانزیستور به چند میلیارد ترانزیستور رسیده است. بازار بین‌المللی این فن‌آوری نیز بالغ بر صدها میلیارد دلار می‌شود. حوزه‌های تحقیقاتی فعال در این بخش در دانشگاه تهران عبارتند از: طراحی و ساخت مدارهای مجتمع آنالوگ، دیجیتال، سیگنال مخلوط و رادیویی، شامل مبدل‌های داده، تقویت‌کننده‌ها، فرستنده‌گیرنده‌های مخابراتی، پردازش‌گرهای سیگنال دیجیتال، مدارهای الکترونیک زیستی (بیوالکترونیک)، مدارهای مجتمع کم‌توان، پیاده‌سازی شبکه‌های عصبی مصنوعی، و ... . همچنین در این بخش، تحقیقات روی مدارهای گسسته (دیسکریت) نیز انجام می‌گیرد.

در بخش سیستم‌های دیجیتال، دانشجویان با مباحث پیشرفته طراحی سیستم‌های دیجیتال در سطوح مختلف تجرید (سطح سیستم، سطح انتقال ثبات (RTL)، سطح گیت و سطح ترانزیستور یا لی‌اوت) آشنا خواهند شد. با توجه به سیر تکاملی و رو به رشد استفاده از فناوری‌های دیجیتال در طراحی و ساخت انواع سیستم‌ها با کاربردهای مختلف در حوزه‌های مخابرات، کنترل، مهندسی پزشکی و حتی قدرت، دانشجویان تحصیلات تکمیلی بخش سیستم‌های دیجیتال می‌بایست مسلط به مباحث پیشرفته در حوزه طراحی، چگونگی استفاده از ابزارهای طراحی (EDA Tools) و حتی توسعه چنین ابزاری شوند. در این راستا، حوزه‌های تحقیقاتی بخش سیستم‌های دیجیتال به گونه‌ای سازماندهی شده است که شامل دو بخش کلی

آشنایی با متدولوژی‌های مختلف طراحی اتوماتیک سیستم‌های دیجیتال و همچنین توسعه ابزارهای مختلف طراحی باشد. به طور خلاصه، حوزه‌های تحقیقاتی بخش سیستم‌های دیجیتال دانشگاه تهران عبارتند از: متدولوژی‌های طراحی اتوماتیک مدارهای الکترونیکی، اصول طراحی مدارهای دیجیتال ASIC و مدارهای دیجیتال مبتنی بر FPGA، طراحی توامان سخت‌افزار–نرم‌افزار، طراحی مدارهای دیجیتال با رویکرد تحمل‌پذیری خرابی، چگونگی آزمون‌پذیری، درستی‌سنجی و عیب‌یابی مدارهای دیجیتال با توسعه ابزار مناسب، امنیت سخت‌افزار، طراحی سیستم‌های نهفته و ساخت تراشه‌های دیجیتال.

ب) مشخصات کلی، تعریف و اهداف

برنامه حاضر برای مقطع دکترای رشته مهندسی برق - الکترونیک تهیه شده است. این رشته به طور متوسط برای چهار سال تحصیلی (۸ نیم سال) طراحی شده و هر نیم سال مشتمل بر ۱۶ هفته آموزشی است. برای هر واحد نظری ۱۶ ساعت آموزش در نظر گرفته شده است. در راستای ارتقای دانش نظری و فناورانه، دانشجویان باید با تشخیص استاد راهنما و تایید گروه نسبت به اخذ ۱۸ واحد از دروس ارائه شده اقدام نمایند. البته بر اساس زمینه تحقیقاتی انتخابی دانشجو، گذراندن تعدادی از این واحدها مطابق جدول ارائه شده در بخش "ث" اهمیت خاصی پیدا می‌کند. بر اساس مصوبات وزارت عتف، تعداد ۱۸ واحد نیز برای رساله دکتری و در نتیجه تعداد کل ۳۶ واحد برای دانش‌آموختگی در نظر گرفته شده است.

پ) ضرورت و اهمیت

کلیه بخش‌های مهندسی برق – الکترونیک در زمینه‌های تحقیقاتی فعال و تاثیرگذار در دنیا مشغول به تحقیق و پژوهش هستند. در بخش افزاره، با اختراع افزاره‌های جدید و یا بهبود کارکرد و مشخصات افزاره‌های قبلی، کاربردهای جدیدی برای این افزاره‌ها پدیدار می‌گردد. ساخت قطعاتی برای دستیابی به سرعت پردازش بالاتر سیگنال‌ها، ساخت حسگرهایی با دقت بالاتر برای مصارف مختلف صنعتی و پزشکی، ساخت افزاره‌های انرژی جهت استحصال و ذخیره‌سازی آن، تنها چند نمونه از این تحقیقات هستند. در بخش مدار، با یافتن آرایش‌های مداری جدید و یا بهبود عملکرد مدارهای قبلی در زمینه کاهش توان یا افزایش سرعت، کاربردهای جدیدی برای آنها ایجاد می‌گردد. پایش سلامت در سطحی بالاتر همچون کاشتینه‌های پزشکی، مخابرات داده با سرعت بیشتر، پردازش سیگنال با دقت بالا جهت ارائه خدماتی با کیفیت افزون‌تر، نمونه‌هایی از این پژوهش‌ها هستند. در بخش سیستمهای دیجیتال نیز ساخت پردازنده‌هایی با سرعت و پیچیدگی بالاتر، حافظه‌هایی با ذخیره‌سازی بیشتر اطلاعات، و ارائه سرویس‌هایی با هوشمندی بیشتر، در افزایش کیفیت زندگی دیجیتال امروزی تاثیر به سزایی خواهند داشت.

البته در سال‌های اخیر مرزبندی بین این سه بخش کمرنگ‌تر شده و با بروز زمینه‌های تحقیقاتی بین رشته‌ای، فاصله بین آنها کمتر هم شده است. در اینجا لازم است ذکر شود که در هر سه بخش، دانش‌آموختگان با مدرک دکتری در مهندسی برق – الکترونیک تحصیلات خود را به پایان می‌رسانند و انتخاب بخش یا زمینه تحقیقاتی، تاثیری در محتوای این مدرک نخواهد داشت.

ت) تعداد و نوع واحدهای درسی

جدول (۱)- توزیع واحدها

نوع دروس	تعداد واحد
دروس جبرانی	۰
دروس عمومی	۰
دروس پایه	۰
دروس تخصصی اختیاری	۱۸ واحد
رساله	۱۸ واحد
جمع	**۳۶**

ث) مهارت، توانمندی و شایستگی دانش‌آموختگان

همه دروس دکترای رشته مهندسی برق – الکترونیک در دسته دروس اختیاری قرار گرفته‌اند. اما دانشجویان می‌بایست با بر اساس زمینه تحقیقاتی خود، بهره‌گیری از جدول و توضیحات زیر، مشورت با استاد راهنما، و در نهایت با تایید گروه نسبت به اخذ دروس خود همت کنند.

کسب مهارت، شایستگی و توانمندی در زمینه	دروس مرتبط
افزاره های میکرو و نانوالکترونیک	دروس پایه کارشناسی: فیزیک الکترونیک دروس اصلی: تئوری و فناوری ساخت افزاره‌های نیم‌رسانا، مکانیک کوانتمی دروس تخصصی: افزاره‌های نیم‌رسانا، نانوتکنولوژی و نانوالکترونیک، شبیه‌سازی افزاره‌های نیم‌رسانا، فیزیک حالت جامد پیشرفته، نانوبیوالکترونیک، انتقال کوانتومی، پدیده انتقال در نیم‌رساناها، افزاره‌های ذخیره انرژی ۱، افزاره‌های ذخیره انرژی ۲، مشخصه‌یابی مواد و افزاره‌های نیم‌رسانا، حسگرهای نیم‌رسانا، سلول خورشیدی، محاسبات کوانتومی، سامانه های الکترومکانیکی ریز و بسیار ریز، افزاره‌های نانو و مجتمع‌سازی، الکترونیک نوری، زیست حسگرها، تئوری و فناوری ساخت افزاره‌های نیم‌رسانا پیشرفته
مدارهای مجتمع الکترونیک	دروس پایه کارشناسی: الکترونیک ۳ دروس اصلی: مدارهای مجتمع خیلی فشرده پیشرفته، مدارهای مجتمع خطی (CMOS)

	دروس تخصصی: مبدل‌های داده مجتمع، مدارهای مجتمع فرکانس رادیویی، اینترکانکت‌ها و یک‌پارچگی سیگنال در مدارات VLSI و نانوسیستم‌ها، ابزار دقیق پیشرفته الکترونیکی، مدارهای مجتمع توان پایین، فناوری‌ها، مدارها و سیستم‌های حافظه، محاسبات درون حافظه، رابطهای سریال پرسرعت، مدارها و سیستهای مجتمع زیستی، طراحی مدارهای مجتمع خیلی فشرده دیجیتال از RTL تا GDSII، بسته‌بندی تراشه و مجتمع‌سازی ناهمگن، تکنولوژی مدارهای مجتمع فرکانس رادیویی، طراحی و مدل‌سازی با زبان‌های سخت افزاری (VHDL)، سیستم روی تراشه، مدارهای مجتمع خطی پیشرفته، فیلترهای مجتمع، پردازش سیگنال‌های آنالوگ، مدارهای پهن‌باند، مدارهای مجتمع یکپارچه ریزموج، مدارهای مجتمع نوری
سیستمهای دیجیتال	دروس پایه کارشناسی: سیستم‌های دیجیتال ۱، سیستم‌های دیجیتال ۲، شبیه‌سازی شی‌گرای سیستم‌های الکترونیکی، طراحی سیستم‌های نهفته مبتنی بر FPGA دروس اصلی: طراحی و مدلسازی با زبانهای سخت افزاری (VHDL)، متدولوژی‌های طراحی اتوماتیک سیستم‌های دیجیتال دروس تخصصی: آزمون و آزمون‌پذیری، محاسبات کامپیوتری، درستی‌سنجی صوری و عیب‌یابی در سیستم‌های دیجیتال، طراحی سیستم‌های تحمل‌پذیر خرابی، مدارهای مجتمع خیلی فشرده پیشرفته، مدارهای مجتمع توان پایین، اینترکانکت‌ها و یک‌پارچگی سیگنال در مدارات VLSI و نانوسیستم‌ها، معماری کامپیوتر پیشرفته، شبکه عصبی و یادگیری عمیق، یادگیری عمیق با کاربرد در بینایی ماشین و پردازش صوت، چندپردازنده‌های روی تراشه، یادگیری ماشین، حسگرهای نیم‌رسانا، پردازشگرها در سیستم‌های نهفته، فناوری‌ها، مدارها و سیستم‌های حافظه، محاسبات کوانتومی

دروس مرتبط با هر بخش یا زمینه تحقیقاتی در جدول بالا آمده است. دروس پایه، دروس کارشناسی مرتبط به زمینه تحقیقاتی هستند که دانشجو در صورت نگذراندن یا ضعف در آنها، دچار مشکل خواهد شد. بنابراین اکیداً توصیه می‌شود در چنین شرایطی، دانشجو به صورت مستمع آزاد در کلاس‌ها شرکت کند و تکالیف و پروژه‌های درسی مربوطه را انجام دهد.

دروس اصلی، دروسی هستند که دانشجو بدون گذراندن آنها، دانش اصلی مرتبط با آن بخش را کسب نخواهد کرد. بنابراین در صورتی که دانشجو در دوره کارشناسی ارشد، این دروس را نگذرانده است توصیه اکید این است که همه این دروس را بگذراند. حتی در صورتی که قبلاً این دروس را گذرانده است، اما کیفیت ارائه درس در حد مطلوب نبوده، یا

سیلابس متفاوتی داشته، یا اینکه دانشجو آنها را با نمره مناسب نگذرانده است، با تشخیص استاد راهنما و تایید گروه، می‌تواند مجدداً این دروس را بگذراند.

دروس تخصصی، دروسی هستند که با توجه به جهت‌گیری و موضوع تحقیق دانشجو، توصیه می‌گردد که دانشجو تعدادی از آنها را بگذراند. گذراندن مجدد این دروس با همان شرایط ذکر شده در بالا و با صلاحدید استاد راهنما و تایید گروه می‌تواند مجاز باشد. اما در هر حال گذراندن تکراری دروس اصلی یا تخصصی، در هر شرایطی نباید مجموعاً بیشتر از دو درس باشد.

همچنین در جهت راهنمایی بیشتر دانشجویان در تخصص یافتن در حوزه‌های مختلف، جزئیات بیشتری در مورد هر یک از سه بخش نامبرده ارائه می‌گردد.

بخش افزاره‌های میکرو و نانوالکترونیک:

کسب مهارت، شایستگی و توانمندی در زمینه	دروس مرتبط
حوزه نظری افزاره	مکانیک کوانتومی، فیزیک حالت جامد پیشرفته، شبیه‌سازی افزاره‌های نیم‌رسانا، انتقال کوانتومی، پدیده انتقال در نیم‌رساناها، افزاره‌های نیم‌رسانا، افزاره‌های ذخیره انرژی ۱
افزاره‌های انرژی	تئوری و فناوری ساخت افزاره‌های نیم‌رسانا، افزاره‌های نیم‌رسانا، افزاره‌های ذخیره انرژی ۱، افزاره‌های ذخیره انرژی ۲، سلول خورشیدی، مشخصه‌یابی مواد و افزاره‌های نیم‌رسانا
نانوبیوالکترونیک	مکانیک کوانتومی، یکی از دو درس افزاره‌های نیم‌رسانا یا فیزیک حالت جامد پیشرفته، نانوبیوالکترونیک، الکترونیک سرطان، زیست حسگرها. همچنین از دانشکده پزشکی دروس بیوشیمی، فیزیولوژی، و آناتومی توصیه می‌شود.
نانوالکترونیک	تئوری و فناوری ساخت افزاره‌های نیم‌رسانا، افزاره‌های نیم‌رسانا، مکانیک کوانتومی، حسگرهای نیم‌رسانا، نانوتکنولوژی و نانوالکترونیک، مشخصه‌یابی مواد و افزاره‌های نیم‌رسانا، فیزیک حالت جامد پیشرفته

بخش مدارهای مجتمع الکترونیک:

کسب مهارت، شایستگی و توانمندی در زمینه	دروس مرتبط
طراحی مدارهای مجتمع آنالوگ	مدارهای مجتمع خطی، مبدل‌های داده مجتمع، مدارهای مجتمع فرکانس رادیویی، تکنولوژی مدارهای مجتمع فرکانس بالا، مدارها و سیستهای مجتمع زیستی، بسته‌بندی تراشه و مجتمع‌سازی ناهمگن، تکنولوژی مدارهای مجتمع فرکانس رادیویی، مدارهای مجتمع خطی پیشرفته، فیلترهای مجتمع، پردازش سیگنال‌های آنالوگ، مدارهای پهن‌باند، مدارهای مجتمع یکپارچه ریزموج، مدارهای مجتمع نوری
طراحی مدارهای مجتمع دیجیتال	مدارهای مجتمع خیلی فشرده پیشرفته، مدارهای مجتمع توان پایین، فناوری‌ها – مدارها و سیستم‌های حافظه، محاسبات درون حافظه، طراحی مدارهای مجتمع خیلی فشرده دیجیتال از RTL تا GDSII، اینترکانکت‌ها و یک‌پارچگی سیگنال و در مدارهای VLSI و نانوسیستم‌ها، رابطهای سریال پرسرعت، طراحی و مدل‌سازی با زبان‌های سخت‌افزاری (VHDL)، سیستم روی تراشه
طراحی سیستم‌های الکترونیک	ابزار دقیق پیشرفته الکترونیکی، اینترکانکت‌ها و یک‌پارچگی سیگنال و در مدارهای VLSI و نانوسیستم‌ها، رابطهای سریال پرسرعت، الکترونیک سطح گسترده

بخش سیستمهای دیجیتال:

کسب مهارت، شایستگی و توانمندی در زمینه	دروس مرتبط
یادگیری کامل زبان های سخت افزاری در سطوح مختلف و استفاده از آن در مراحل مختلف طراحی و ساخت مدارهای دیجیتال	طراحی و مدلسازی با زبانهای سخت افزاری
آزمون و آزمون پذیری مدارها پس از ساخت، روش های تست کردن مدارهای دیجیتال و ارزیابی بردارهای تست	آزمون و آزمون پذیری
آشنایی با مفاهیم سنتز سطح بالا (HLS)، آشنایی با مفاهیم طراحی سیستم‌های نهفته مبتنی بر FPGA	متدولوژی های طراحی اتوماتیک سیستم های دیجیتال
آشنایی با انواع افزونگی‌ها برای افزایش تحمل‌پذیری اشکال، آشنایی با روش‌های تحلیل و ارزیابی تحمل-پذیری اشکال	طراحی سیستم های تحمل پذیر خرابی
آشنایی با روش‌های درستی‌سنجی صوری (Formal Verification) مدارهای دیجیتال، آشنایی با روش‌های عیب‌یابی (Debugging) و تصحیح (Correction) اتوماتیک مدارهای دیجیتال	درستی سنجی صوری و عیب یابی در سیستم های دیجیتال

ج) شرایط و ضوابط ورود به دوره

مطابق ضوابط و مقررات وزارت علوم، تحقیقات و فناوری می‌باشد.

چ) عناوین دروس امتحانی جهت ورود به مقطع دکتری

عناوین دروس امتحانی و ضرایب مربوطه در آزمون ورودی، توسط وزارت علوم- تحقیقات و فناوری مشخص می شود و دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر تابع آن خواهد بود.

عناوین دروس امتحانی : ۱- مجموعه دروس تخصصی در سطوح کارشناسی شامل (ریاضیات مهندسی- مدارهای الکتریکی ۱و ۲- الکترونیک ۱ و ۲)، ۲- استعداد تحصیلی و ۳- زبان انگلیسی.				
رشته	**گرایش**	رشته‌های مرتبط که دانش آموختگان آن می‌توانند در این مجموعه امتحانی شرکت کنند	**ضرایب دروس امتحانی به ترتیب دروس**	
			۱	**۲**	**۳**
مهندسی برق	الکترونیک	تمامی رشته‌ها	۴	۱	۱

فصل دوم

جدول عناوین و مشخصات دروس

جدول (۱)- عنوان و مشخصات کلی دروس جبرانی

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد (۱-۳ واحد)	نوع واحد			تعداد ساعات		پیش‌نیاز	هم‌نیاز
			نظری	عملی	نظری- عملی	نظری	عملی		
۰۱.	**روش تحقیق ۱**	۱	*			۱۶	۰	–	–
۰۲.	**روش تحقیق ۲**	۱	*			۱۶	۰	–	–

- به تشخیص گروه آموزشی، دانشجویانی که در مقطع کارشناسی ارشد خود دروس جدول فوق را نگذرانده اند موظف به اخذ آنها هستند.

جدول (۲)- عنوان و مشخصات کلی دروس تخصصی اختیاری

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	نوع واحد			تعداد ساعات		پیش‌نیاز	هم‌نیاز
			نظری	عملی	نظری- عملی	نظری	عملی		
۰۱.	**تئوری و فناوری ساخت افزاره‌های نیم‌رسانا**	۳	*			۴۸	۰	-	–
۰۲.	**مکانیک کوانتمی**	۳	*			۴۸	۰	–	–
۰۳.	**افزاره‌های نیم‌رسانا**	۳	*			۴۸	۰	–	–
۰۴.	**نانوتکنولوژی و نانوالکترونیک**	۳	*			۴۸	۰	–	–
۰۵.	**شبیه‌سازی افزاره‌های نیم رسانا**	۳	*			۴۸	۰	–	–
۰۶.	**فیزیک حالت جامد پیشرفته**	۳	*			۴۸	۰	–	–
۰۷.	**نانوبیوالکترونیک**	۳	*			۴۸	۰	–	–
۰۸.	**الکترونیک سرطان**	۳	*			۴۸	۰	–	–
۰۹.	**انتقال کوانتومی**	۳	*			۴۸	۰	–	–
۰۱۰.	**پدیده انتقال در نیم رساناها**	۳	*			۴۸	۰	–	–
۰۱۱.	**افزاره‌های ذخیره انرژی ۱**	۳	*			۴۸	۰	–	–
۰۱۲.	**افزاره‌های ذخیره انرژی ۲**	۳	*			۴۸	۰	–	–

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	نوع واحد			تعداد ساعات		پیش‌نیاز	هم‌نیاز
			نظری	عملی	نظری-عملی	نظری	عملی		
۱۳.	مشخصه‌یابی مواد و افزاره‌های نیم‌رسانا	۳	*			٤٨	۰	–	–
۱٤.	حسگرهای نیم‌رسانا	۳	*			٤٨	۰	–	–
۱۵.	سلول خورشیدی	۳	*			٤٨	۰	–	–
۱٦.	محاسبات کوانتومی	۳	*			٤٨	۰	–	–
۱۷.	سامانه‌های الکترومکانیکی ریز و بسیار ریز	۳	*			٤٨	۰	–	–
۱۸.	الکترونیک نوری	۳	*			٤٨	۰	–	–
۱۹.	زیست حسگرها	۳	*			٤٨	۰	–	–
۲۰.	مدارهای مجتمع خیلی فشرده پیشرفته	۳	*			٤٨	۰	–	–
۲۱.	مدارهای مجتمع خطی (CMOS)	۳	*			٤٨	۰	–	–
۲۲.	مبدل‌های داده مجتمع	۳	*			٤٨	۰	–	–
۲۳.	مدارهای مجتمع فرکانس رادیویی	۳	*			٤٨	۰	–	–
۲٤.	اینترکانکت‌ها و یک‌پارچگی سیگنال در مدارهای VLSI و نانوسیستم‌ها	۳	*			٤٨	۰	–	–
۲۵.	ابزار دقیق پیشرفته الکترونیکی	۳	*			٤٨	۰	–	–
۲٦.	مدارهای مجتمع توان پایین	۳	*			٤٨	۰	–	–
۲۷.	فناوری‌ها، مدارها و سیستم‌های حافظه	۳	*			٤٨	۰	–	–
۲۸.	محاسبات درون حافظه	۳	*			٤٨	۰	–	–
۲۹.	رابط‌های سریال پرسرعت	۳	*			٤٨	۰	–	–
۳۰.	تکنولوژی مدارهای مجتمع فرکانس رادیویی	۳	*			٤٨	۰	–	–
۳۱.	بسته‌بندی تراشه و مجتمع‌سازی ناهمگن	۳	*			٤٨	۰	–	–
۳۲.	الکترونیک سطح گسترده	۳	*			٤٨	۰	–	–

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	نوع واحد			تعداد ساعات		پیش‌نیاز	هم‌نیاز
			نظری	عملی	نظری-عملی	نظری	عملی		
۳۳.	مدارها و سیستمهای مجتمع زیستی	۳	*			۴۸	۰	–	–
۳۴.	طراحی مدارهای مجتمع خیلی فشرده دیجیتال، از RTL تا GDSII	۳	*			۴۸	۰	–	–
۳۵.	سیستم روی تراشه	۳	*			۴۸	۰	–	–
۳۶.	مدارهای مجتمع خطی پیشرفته	۳	*			۴۸	۰	–	–
۳۷.	فیلترهای مجتمع	۳	*			۴۸	۰	–	–
۳۸.	پردازش سیگنالهای آنالوگ	۳	*			۴۸	۰	–	–
۳۹.	مدارهای پهن باند	۳	*			۴۸	۰	–	–
۴۰.	مدارهای مجتمع یکپارچه ریز موج	۳	*			۴۸	۰	–	–
۴۱.	مدارهای مجتمع نوری	۳	*			۴۸	۰	–	–
۴۲.	طراحی و مدل‌سازی با زبان‌های سخت‌افزاری (VHDL)	۳	*			۴۸	۰	–	–
۴۳.	متدولوژی‌های طراحی اتوماتیک سیستم‌های دیجیتال	۳	*			۴۸	۰	–	–
۴۴.	آزمون و آزمون‌پذیری	۳	*			۴۸	۰	–	–
۴۵.	محاسبات کامپیوتری	۳	*			۴۸	۰	–	–
۴۶.	درستی‌سنجی صوری و عیب‌یابی در سیستم‌های دیجیتال	۳	*			۴۸	۰	–	–
۴۷.	طراحی سیستم‌های تحمل‌پذیر خرابی	۳	*			۴۸	۰	–	–
۴۸.	معماری کامپیوتر پیشرفته	۳	*			۴۸	۰	–	–
۴۹.	شبکه عصبی و یادگیری عمیق	۳	*			۴۸	۰	–	–
۵۰.	یادگیری عمیق با کاربرد در بینایی ماشین و پردازش صوت	۳	*			۴۸	۰	–	–
۵۱.	چند پردازنده‌های روی تراشه	۳	*			۴۸	۰	–	–

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	نوع واحد			تعداد ساعات		پیش‌نیاز	هم‌نیاز
			نظری	عملی	نظری-عملی	نظری	عملی		
۵۲.	یادگیری ماشین	۳	*			۴۸	۰	–	–
۵۳.	پردازشگرها در سیستم‌های نهفته	۳	*			۴۸	۰	–	–
۵۴.	مباحث ویژه در الکترونیک	۳	*			۴۸	۰	–	–
۵۵.	دروس تحصیلات تکمیلی سایر رشته‌ها	۳	*			۴۸	۰	–	–

- دانشجو مجاز به اخذ ۱۸ واحد از لیست واحدهایی از جدول فوق می‌باشد که در مقطع کارشناسی ارشد نگذرانده است.
- دانشجو به تشخیص استاد راهنما و موافقت گروه آموزشی می‌تواند حداکثر دو درس اختیاری خود را از میان دروس سایر رشته‌های تحصیلات تکمیلی اخذ نماید.

- جدول (۳)- عنوان و مشخصات کلی رساله

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	نوع واحد			تعداد ساعات		پیش‌نیاز	هم‌نیاز
			نظری	عملی	نظری-عملی	نظری	عملی		
۱.	رساله دکترا	۱۸						–	–

فصل سوم

ویژگی‌های دروس

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

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

.....

هدف کلی:

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

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

اهداف ویژه:

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

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

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

۳. یک مقاله را خوب و موثر مطالعه کنند.

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

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

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

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

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

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

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال ۷۰درصد

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

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

- ابزارهای نوشتن و ارائه کردن مانندOFFICE

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

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

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

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

.....

هدف کلی:

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

اهداف ویژه:

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

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

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

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

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

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

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال ۷۰درصد

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

آزمون های متعدد در طول ترم از هر مبحث ۳۰ درصد

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

- ابزارهای نوشتن و ارائه کردن مانندOFFICE

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

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

عنوان درس به فارسی:	تئوری و فناوری ساخت افزاره‌های نیم‌رسانا		
عنوان درس به انگلیسی:	Theory and Technology of Device Fabrication	**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:		**پایه** □	**نظری** ■
دروس هم‌نیاز:		**تخصصی** □	**عملی** □
تعداد واحد:	۳	**اختیاری** ■	**نظری-عملی** □
تعداد ساعت:	٤٨	**رساله / پایان‌نامه** □	

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

.....

الف) هدف کلی:

- هدف این درس ارائه اطلاعات پایه‌ای از فیزیک افزاره‌های نیم‌رسانا و پروسه‌های ساخت انواع قطعات نیم‌رسانا مانند اکسیداسیون ویفرهای سیلیکنی و آلایش آنها، و ایجاد توانایی طراحی و ساخت پروسه‌های پیچیده برای ساخت مدارهای مجتمع الکترونیکی می‌باشد.

ب) اهداف ویژه:

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

۱. روشهای ساخت را برای ایجاد پروسه‌های پیچیده برای ساخت افزاره‌های کاربردی و مدارهای الکترونیک (برای مثال ساخت ترانزیستور، سلول خورشیدی و ...) با هم ادغام نمایند.
۲. افزاره‌های خاص را در میان انتخاب‌های متفاوت در دسترس انتخاب نمایند.
۳. روشهای ساخت مختلف را با هم مقایسه نمایند.
۴. پروسه تکنولوژی ساخت قطعات و مدارهای نانو-میکرو الکترونیک را شرح دهند.

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. آشنایی با پروسه ساخت قطعات میکروالکترونیک
۲. تکنولوژی ساخت ترانزیستورهای اثرمیدان در یک نگاه
۳. روشهای ساخت ویفرهای سیلیکنی و Epitaxy
۴. اتاق تمیز، تمیزکاری ویفر و پروسه Gettering
۵. لیتوگرافی نوری
۶. اکسیدهای حرارتی
۷. پروسه‌های گرمادهی
۸. نفوذ
۹. کاشت یونی
۱۰. لایه نشانی بخار شیمیایی

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

- ۶ سری تمرین

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

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

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. J. Plummer, M. Deal, Griffin , P. Deal, Griffin, Silicon VLSI Technology. Fundamentals, Models and Computer Simulations, Prentice Hall, 2000.
2. Henry Radamson, Lars Thylen, Monolithic Nanoscale Photonics-Electronics Integration in Silicon and Other Group IV Elements, Elsevier, 2014.
3. Dieter. K. Schroder , Semiconductor Material and Device Characterization, John Wiley sons Inc, 1998.

عنوان درس به فارسی:	مکانیک کوانتومی		
عنوان درس به انگلیسی:	Quantum Mechanics	**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:		**پایه** □	**نظری** ■
دروس هم‌نیاز:		**تخصصی** □	**عملی** □
تعداد واحد:	۳	**اختیاری** ■	**نظری-عملی** □
تعداد ساعت:	٤٨	**رساله / پایان‌نامه** □	

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

.....

الف) هدف کلی:

- آشنایی با مفاهیم اصلی مکانیک کوانتومی، روش‌ها، ارائه مثالهای ساده و کاربردها

ب) اهداف ویژه:

۱. درک دوگانگی رفتار ذره و موج
۲. یادگیری استفاده از روش‌های تقریب در مکانیک کوانتومی
۳. درک رفتار کوانتومی الکترون‌ها در شبکه‌های بلوری
۴. آشنایی با سیستم‌های بس ذره‌ای و آمار کوانتومی و کوانتش دوم

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

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

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

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال ۳۵ درصد

آزمون‌های میان و پایان نیم‌سال ۶۵ درصد

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

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

عنوان درس به فارسی:	افزاره‌های نیم‌رسانا		
عنوان درس به انگلیسی:	Solid State Devices	**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:		**پایه** □	**نظری** ■
دروس هم‌نیاز:		**تخصصی** □	**عملی** □
تعداد واحد:	۳	**اختیاری** ■	**نظری-عملی** □
تعداد ساعت:	٤٨	**رساله / پایان‌نامه** □	

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

.....

الف) هدف کلی:

- هدف این درس ارائه اطلاعات تخصصی از فیزیک نیم‌رسانا و به کارگیری مباحث مطرح شده در توجیه و تفسیر خروجی‌های افزاره‌های نیم‌رسانا است. این دانش به دانشجویان در راستای تجزیه و تحلیل و طراحی و ساخت افزاره‌ها جهت مدارهای مجتمع الکترونیکی کمک شایانی می‌کند.

ب) اهداف ویژه:

۱. آشنایی با فیزیک نیم‌رساناها
۲. آشنایی با افزاره‌های اثر میدان
۳. آشنایی با افزاره‌های بر پایه ساختارهای ناهمگون
۴. آشنایی با افزاره‌های خاص سرعت بالا

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مرور فیزیک کوانتوم و فیزیک آماری
۲. مروری بر فیزیک مواد نیم رسانا
۳. پیوندهای p-n همگون و ناهمگون
۴. پیوندهای تونلی و سازو کار تونل زنی
۵. پیوند شاتکی
۶. ترازیستورهای دوقطبی همگون
۷. ترازیستورهای دوقطبی ناهمگون
۸. ساختارهای دو پایانه ای، سه پایانه ای MOS ، ترانزیستور اثر میدانی MOS
۹. آثار کا نال کوتاه در ترانزیستور اثر میدانیMOS
۱۰. افزاره‌های سرعت بالا و مدرن : Finfet

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

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

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

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱. یانیس.پی. تسیویدیس، ترجمه مرتضی فتحی ، عملکرد و مدل سازی ترانزیستور MOS ، انتشارات دانشگاه تهران ، ۱۳۸۷.

2. S.M. Sze, , K. K. Ng, Physics of Semiconductor Device, J. Wiley, 2006.
3. Y. Taur, T. H. Ning Fundamentals Of Modern VLSI Devices, Cambridge University Press, 2009.
4. S.M. Sze, and M. K. Lee, Semiconductor Devices: Physics and Technology, Wiley, 2013.

عنوان درس به فارسی:	نانوتکنولوژی و نانوالکترونیک		
عنوان درس به انگلیسی:	Nano-Electronics and Nano-technology	**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:		**پایه** □	**نظری** ■
دروس هم‌نیاز:		**تخصصی** □	**عملی** □
تعداد واحد:	۳	**اختیاری** ■	**نظری-عملی** □
تعداد ساعت:	٤٨	**رساله / پایان‌نامه** □	

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

.....

الف) هدف کلی:

- هدف این درس آشنایی با فیزیک و جنبه‌های تکنولوژیک نانوساختارهاست. توجه ویژه ای به نانولوله‌های کربنی، گرافن و نانونوارهای کربنی خواهد شد. همچنین جنبه‌های تکنولوژی مدارهای نانوالکترونیک امروزی مورد بحث و بررسی قرار خواهد گرفت ارائه خواهد شد. در نهایت نگاه مختصری به الکترونیک مولکولی و کوانتوم دات‌ها و نانوسیم‌های سیلیکنی خواهیم داشت.

ب) اهداف ویژه:

دانشجویانی که این درس را با موفقیت پشت سر بگذارند دانش مربوط به:

۱. فرآیندهای پیچیده و خاص در ساخت مواد و افزاره‌ها در ابعاد نانو
۲. افزاره‌های نانو الکترونیک شامل کوانتم دات‌ها؛ افزاره‌های یک بعدی و دو بعدی
۳. فیزیک مربوط به افزاره‌های در مقیاس نانو و بخصوص بررسی گرافن و نانو نوارهای کربنی
۴. الکترونیک مولکولی و تخمین هاکل را کسب خواهند کرد.

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. فرآیند ساخت افزاره‌های نیم‌رسانا: مروری بر مراحل ساخت مدارهای مجتمع
۲. آشنایی با فرآیندهای ساخت نانو: فرآیندهای بالا به پایین و پایین به بالا
۳. ابزار مشخصه‌یابی: میکروسکوپ نیروی اتمی، میکروسکوپ الکترونی، میکروسکوپ تونل زنی و میکروسکوپ نوری
۴. تئوری تونل زنی در میکروسکوپ الکترونی روبشی (مدل باردین)
۵. تئوری Tight-Binding : مدل‌های نانولوله‌های کربنی و ساختارهای گرافنی
۶. نانوسیم/ دات‌های کوانتومی: فیزیک عملکرد کوانتوم دات، تشدیدی تونل زنی، انتقال، رساناهای کوانتومی
۷. الکترونیک مولکولی: آشنایی با اوربیتالهای مولکولی هوکل، شکاف‌های انرژی HOMO,LUMO ، افزاره و سوئیچ‌های مولکولی
۸. ترانزیستورهای بالستیک: انتقال در افزاره‌های بالستیک، اشباع سرعت

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

- دو تا سه تمرین برای تسلط بر مفاهیم و مطالب
- ارائه حضوری به صورت اختیاری(در صورت وجود زمان)

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

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

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Charles P. Poole, Frank J. Owens,Introduction to Nanotechnology, Wiley, 2003.
2. Carbon Nanotubes, S. Reich, C. Thomsen, J. Mauiltzsch, Wiley-VCH, 2003.
3. C. Dupas, P. Houdy, M. Lahmani,Nanoscience, Nanotechnologies and Nanophysics, Springer, 2004.
4. Ashcraft and Mermin, Solid State Physics, 2011.

عنوان درس به فارسی:	شبیه‌سازی افزاره‌های نیم‌رسانا		
عنوان درس به انگلیسی:	Semiconductor Device Simulation	**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:		**پایه** □	**نظری** ■
دروس هم‌نیاز:		**تخصصی** □	**عملی** □
تعداد واحد:	۳	**اختیاری** ■	**نظری-عملی** □
تعداد ساعت:	٤٨	**رساله / پایان‌نامه** □	

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

.....

الف) هدف کلی:

- آشنایی با روش‌های عددی حل معادلات حاکم بر افزاره‌های نیم‌رسانا

ب) اهداف ویژه:

۱. آشنایی با معادلات نفوذ و رانش، هیدرودینامیک و بولتزمن برای انتقال الکترون‌ها
۲. مدل سازی پارامترها و ضرایب مورد معادلات انتقال
۳. یادگیری روش‌های حل عددی معادلات انتقال و تحلیل پایداری آن‌ها
۴. مدل‌های پیشرفته افزاره‌های نیم‌رسانا

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. معادلات دیفرانسیل سهموی، بیضوی، هذلولی
۲. روش‌های حل دسته معادلات خطی و غیر خطی و روش نیوتن
۳. روش‌های گسسته سازی تفاضل محدود و حجم محدود
۴. شبیه‌سازی‌های دو بعدی و سلول بندی با شبکه‌های بدون ساختار
۵. دقت گسسته سازی فضایی و آنالیز پایداری گسسته سازی زمانی
۶. معادلات پیوستگی، نفوذ و رانش و پواسون و شرایط مرزی
۷. حل عددی معادلات انتقال و روش شارفتر-گومل
۸. مدل سازی قابلیت تحرک حامل‌ها با لحاظ اثرات فونون، ناخالصی‌های یونیزه، سطح و مرز و گرم شدن حامل‌ها
۹. مدل سازی نرخ تولید و بازترکیب با فوتون و فونون، اوژه، شاکلی-رید-هال، یونیزاسیون ضربه ای
۱۰. مدل سازی دیود، ترانزیستورهای دو قطبی و اثر میدانی
۱۱. تابع توزیع، معادله بولتزمن و ممان‌ها آن، معادلات هیدرودینامیک
۱۲. روش مونت کارلو، اشباع سرعت و الکترون‌های داغ

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

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۳۵ درصد
آزمون‌های میان و پایان نیم‌سال	۶۵ درصد

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. K.M. Kramer , W.N.G. Hitchon, Semiconductor Devices: A Simulation Approach, Prentice Hall, 1997.
2. S. Selberherr, Analysis and Simulation of Semiconductor Devices, Springer, 1984.
3. C. Jungemann, B. Meinerzhagen, B. Meinzerhagen, Hierarchical Device Simulation, Springer, 2003.
4. M. Lundstrom, Fundamentals of Carrier Transport, Cambridge University Press, 2000.

عنوان درس به فارسی:	فیزیک حالت جامد پیشرفته		
عنوان درس به انگلیسی:	Advanced Solid-State Physics	**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:		**پایه** ☐	**نظری** ■
دروس هم‌نیاز:		**تخصصی** ☐	**عملی** ☐
تعداد واحد: ۳		**اختیاری** ■	**نظری-عملی** ☐
تعداد ساعت: ٤٨		**رساله / پایان‌نامه** ☐	

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

.....

الف) هدف کلی:

- آشنایی با مفاهیم اصلی و روش‌های تحلیل رفتار الکترون‌ها در بلورهای جامد با تمرکز روی نیم‌رساناها

ب) اهداف ویژه:

۱. درک خواص الکترون و فونون در بلورهای کریستالی
۲. توصیف دینامیک و توزیع الکترون‌ها در افزاره‌های نیم‌رسانا با استفاده از معادلات انتقال
۳. آشنایی و تحلیل خواص نانو ساختارها
۴. درک فرآیندهای جذب و گسیل نوری در بلورها

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. گاز الکترونی در یک، دو و سه بعد
۲. شبکه‌های بلوری و شبکه وارون
۳. حالات الکترون در مولکول‌ها و جامدات
۴. نوارهای انرژی و دینامیک الکترون در بلورها
۵. فونون‌ها در شبکه‌های بلوری و ظرفیت حرارتی شبکه
۶. مکانیزم‌های پراکندگی الکترون در نیم‌رساناها (فونون‌ها و ناخالصی‌های باردار)
۷. معادله انتقال بولتزمن و ممان‌های آن
۸. تقریب زمان واهلش و قابلیت تحرک
۹. اثر پلتیر و سیبک و افزاره‌های ترموالکتریک
۱۰. انتقال بالستیک الکترون‌ها در افزاره‌های نیم‌رسانا
۱۱. نانوساختارها و اثرات کوانتومی بر خواص الکترون‌ها در این ساختارها
۱۲. فرآیندهای نوری در بلورها

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

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۳۵ درصد
آزمون‌های میان و پایان نیم‌سال	۶۵ درصد

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

5. C. Kittel, Introduction to Solid State Physics, John Wiley & Sons, 2004.
6. N.W. Ashcroft , N.D. Mermin, Solid State Physics, Cengage Learning, 1976.
7. M. Razeghi, Fundamentals of Solid-State Engineering, Springer, 2009.
8. J.D. Patterson , B.C. Bail, Solid-State Physics: Introduction to the Theory, Springer, 2018.

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

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

.....

الف) هدف کلی:

- هدف این درس آشنایی با مفهوم نانوبیوالکترونیک است که به معنی ترکیب عناصر بیولوژیکی با الکترونیک است. در این درس آموخته می‌شود که با الهام از سیگنال‌های بیولوژیکی می‌توانیم شناخت بهتری نسبت به جمع‌آوری داده‌ها و دستکاری موثرتری بر سلول‌ها و مولکول‌های زیستی داشته باشیم و در نهایت پیوندی بین زیست شناسی و الکترونیک برقرار کنیم. هدف نانوبیو الکترونیک ساخت افزاره‌های الکترونیکی نانوساختار به منظور تشخیص بیماری، درمان و دارورسانی و مهندسی فرایندهاست.

ب) اهداف ویژه:

۱. آشنایی با مفاهیم زیستی و پیوند بین مهندسی الکترونیک با علم زیست شناسی
۲. آشنایی با حوزه نانوبیوالکترونیک برپایه DNA
۳. آشنایی با با حوزه نانو بیوالکترونیک برپایه پروتئین
۴. آشنایی با حوزه نانو بیوالکترونیک برپایه سلول

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مروری بر نانو بیوالکترونیک
۲. نانو بیوالکترونیک برپایه DNA: توانایی DNA در هدایت جریان، مروری بر مباحث تونل زنی کوانتومی، فوتون و الکترون، hopping و ترازهای HOMO و LUMO، نانو افزاره‌های تشخیصی بر پایهDNA ، نانوساختارهای DNA functionalized
۳. نانو بیوالکترونیک برپایه سلول: مناطق الکتریکی از سلول بیوالکترونیک، غشای سلولی و سیتواسکلتون، تشخیص بیماری بر اساسالکترون اختلال الکتریکی سلولی، نانوبیوحسگرهای الکتریکی برای تشخیص سلول و درمان
۴. سیستم‌های تشخیصی الکتروشیمیایی CV و EIS برای تشخیص سرطان بصورت in-vitro و in-vivo و نقش نانو ساختارهای فعال الکتریکی در آن
۵. ترجمه بیو الکترونیکی ازاد سازی ROS توسط سلولهای سرطانی
۶. برهمکنش پتانسیل الکتروستاتیک جهت ایجاد تغیی در متابولیزم سلولهای سرطانی و میزان برهمکتش رگ‌های خونی و لنفاوی با بافت مجاور، مدالیته جدید در درمان
۷. پدیده الکترو پوریشن و چگونگی بکار گیری آن در دارو رسانی انتخابگرایانه به بافت‌های سرطانی
۸. پدیده CELLEX و تفاوت زمان دی پلاریزاسیون الکتریکی بین سلولهای متاستاتیک و غیر متاستاتیک سرطانی

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

- ارائه سمینار در خصوص یکی از موضوعات جدید در این حوزه و تشریح آن و بررسی مقالات روز مرتبط به آن

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

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

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱. مقالات و پتنت های استاد درس

2. A. Offenhäusser, R. Rinaldi ,Nanobioelectronics - for Electronics, Biology, and Medicine, Springer New York, 2009.
3. I. Willner, E. Katz Bioelectronics: From Theory to Applications, Wiley. 2006.
4. Q. Liu, P. Wang ,Cell-based Biosensors: Principles and Applications, Artech House. 2009.
5. R. Pethig, S. Smith ,Introductory Bioelectronics: For Engineers and Physical Scientists, Wiley, 2012.

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

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

.....

الف) هدف کلی:

- هدف این درس آشنایی با فانکشن الکتریکی سلول‌های سرطانی و روش‌های شناسایی و پردازش آن‌ها با هدف استفاده در تشخیص و درمان سرطان است که بر مبنای Electrotechnical Onco-Surgery و Electrotechnical Onco-Diagnosis استوار است. فناوری‌های پیشرفته‌ای مثل ECT، IRE و پدیده CELLEXO، Metaschip و Signed Transduction در سلول‌های سالم و سرطانی و نگاه پایه بیوالکترونیک به تومورهای جامد کارسینومی.

ب) اهداف ویژه:

۱. بررسی امپدانسی سلول‌های سرطانی در فرکانس‌های مختلف
۲. متدهای تشخیص کلینیکی سرطان به کمک الکترومیکس
۳. متدهای درمان سرطان (IRE, ECT) و کمک الکترونیکی

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. تشخیص الکتریکی گره لنفاوی سرطانی (Metas Chip)
۲. پدیده و تفاوت آن بین سلول primary و متاستاتیک سرطان (CELLEX)
۳. پاسخ GHz مولکول‌های آب سلول‌های سالم و سرطانی با هدف تشخیص سرطان (GHz Response)
۴. پدیده electrotaxis سلول‌های سرطانی در میدان‌های DC و کم فرکانس (Electro taxis)
۵. آشنایی با فناوری پروب تشخیص مارجین‌های سرطانی و گره‌های لنفاوی (CDP, ELS)
۶. تاثیر بار الکترواستاتیک مثبت در ایجاد و اختلال در متابولیسم سلول‌های سرطانی و دارورسانی (PECT)
۷. رویکردهای الکتروشیمیایی در حوزه بیولوژی سرطان
۸. رویکردهای الکتروشیمیایی در حوزه درمان سرطان
۹. رویکرد مگنتوفورتیک در حوزه درمان سرطان
۱۰. پدیده الکتروپوریشن و تاثیر آن در درمان سرطان با و بدون کمک داروی شیمی درمانی

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

- ارائه سمینار در خصوص یکی از موضوعات جدید در این حوزه و تشریح آن و بررسی مقالات روز مرتبط به آن

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

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

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱. مقالات و پتنت های استاد درس

2. R. KhanB , Biosensor Based Advanced Cancer Diagnostics, Elsevier , 2021.
3. Raji Sundararajan, Electroporation-Based Therapies for Cancer, Elsevier, 2014.
4. Saldier, Electrical Properties of Tissues, Springer, 2022.

عنوان درس به فارسی:	انتقال کوانتومی		
عنوان درس به انگلیسی:	Quantum Transport	**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:		**پایه** □	**نظری** ■
دروس هم‌نیاز:		**تخصصی** □	**عملی** □
تعداد واحد:	۳	**اختیاری** ■	**نظری-عملی** □
تعداد ساعت:	٤٨	**رساله / پایان‌نامه** □	

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

.....

الف) هدف کلی:

- درک ارتباط قانون اهم و عملکرد افزاره‌های نیم‌رسانا با رفتار کوانتومی الکترون‌ها در مقیاس اتمی

ب) اهداف ویژه:

۱. آشنایی با پدیده انتقال الکترون‌ها در مقیاس اتمی و سیستم‌های کوانتومی باز
۲. درک به اثرات کوانتمی و کوانتیزه شدن رسانایی در عملکرد افزاره‌های نانوالکترونیک
۳. آشنایی و یادگیری نحوه مدل سازی افزاره‌های نانوالکترونیک با استفاده از توابع گرین

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. روش‌های عددی حل معادله شرودینگر
۲. ترکیب خطی اربیتال‌های اتمی و حالات الکترونی در مولکول‌ها
۳. روش تنگ بست و نوار انرژی الکترون‌ها در شبکه‌های بلوری
۴. معادله دیراک و اسپین الکترون و بر همکنش اسپین–مدار
۵. زیر نوارهای انرژی و چگالی حالات در ساختارهای صفر، یک و دو بعدی
۶. کوانتیزه شدن رسانایی، مقاومت اتصال و مقاومت اهمی
۷. سیستم‌های کوانتومی باز و ماتریس چگالی
۸. پهن شدگی حالات و عدم قطعیت انرژی زمان
۹. توابع گرین و ارتباط مشاهده پذیرها با این توابع
۱۰. انتقال همدوس و رابطه لاندائور–بوتیکر
۱۱. انتقال نا همدوس و خود انرژی برای مدل سازی بر همکنش‌ها
۱۲. تجزیه و تحلیل افزاره‌های نانو با استفاده از توابع گرین

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

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال ۳۵ درصد

آزمون‌های میان و پایان نیم‌سال ۶۵ درصد

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. S. Datta, Quantum Transport: From Atoms to Transistors, Cambridge University Press, 2005.
2. M. Pourfath, The Non-Equilibrium Green's Function Method for Nanoscale Device Simulation, Springer, 2014.
3. S. Datta, Lessons from Nanoelectronics: A New Perspective on Transport, World Scientific, 2012.
4. S. Datta, Electronic Transport in Mesoscopic Systems, Cambridge University Press, 1995.

عنوان درس به فارسی:	پدیده انتقال درنیم‌رساناها		
عنوان درس به انگلیسی:	Transport Phenomena in Semiconductors	**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:		**پایه** □	**نظری** ■
دروس هم‌نیاز:		**تخصصی** □	**عملی** □
تعداد واحد:	۳	**اختیاری** ■	**نظری-عملی** □
تعداد ساعت:	۴۸	**رساله / پایان‌نامه** □	

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

.....

الف) هدف کلی:

- تحلیل و آشنایی با عوامل مؤثر بر دینامیک الکترون‌ها در نیم‌رساناها و کاربرد آن برای درک رفتار افزاره‌های مختلف نیم رسانا

ب) اهداف ویژه:

۱. آشنایی با مکانیزم‌های مختلف پراکندگی در نیم‌رساناها
۲. محاسبه قابلیت تحرک و رسانایی در نیم‌رساناها
۳. یادگیری روش‌های مختلف حل معادله انتقال بولتزمن
۴. درک و تحلیل رفتار الکترون‌ها در میدان‌های الکتریکی ضعیف و قوی

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. الکترون و فونون‌ها در شبکه‌های کریستالی
۲. پراکندگی الکترون با فونون‌های صوتی، نوری و نوری قطبی
۳. پراکندگی الکترون با ناخالصی‌های یونیزه و برهم‌کنش الکترون– الکترون
۴. مکانیک آماری و تابع توزیع در حالت تعادل
۵. معادله بولتزمن برای تابع توزیع در حالت غیر تعادل
۶. حل آنالیتیک معادله بولتزمن برای مسائل ساده
۷. روش ممان‌های تابع توزیع و استخراج معادلات هیدرودینامیک و رانش و نفوذ
۸. روش مونت کارلو برای حل عددی معادله بولتزمن
۹. پدیده انتقال در میدان‌های ضعیف: پاسخ خطی و ضرایب انتقال
۱۰. موبیلیتی در میدان‌های ضعیف، اثر هال و اثرات ترموالکتریک
۱۱. پدیده انتقال در میدان‌های قوی: الکترون‌های داغ و اشباع سرعت حاملها
۱۲. انتقال بالستیک و گذار به انتقال کوانتومی

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

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۳۵ درصد
آزمون‌های میان و پایان نیم‌سال	۶۵ درصد

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. M. Lundstrom, Fundamentals of Carrier Transport, Cambridge University Press, 2000.
2. C. Jacoboni, Theory of Electron Transport in Semiconductors, Springer, 2010.
3. M. Lundstrom and C. Jeong, Near-Equilibrium Transport: Fundamentals and Applications, World Scientific, 2013.
4. M. Lundstrom, Fundamentals of Nanotransistors, World Scientific, 2017

عنوان درس به فارسی:	افزاره‌های ذخیره انرژی ۱		
عنوان درس به انگلیسی:	Energy Storage Devices 1		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:			پایه ☐ نظری ■
دروس هم‌نیاز:			تخصصی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		اختیاری ■ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	٤٨		رساله / پایان‌نامه ☐

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

.....

الف) هدف کلی:

- هدف این درس آشنایی با ذخیره‌سازهای انرژی به صورت الکتروشیمیایی، (مانند باتری‌های لیتیم یونی، ابرخازن‌ها و پیل‌های سوختی) است. در این میان عمده توجه درس بر روی باتری‌های لیتیم یونی، اصول عملکرد آن‌ها و پارامترهای تعیین کننده در کارایی این افزاره‌ها متمرکز شده است. مشخصه‌یابی این افزاره‌ها نیز در دستور کار درس قرار دارد.

ب) اهداف ویژه:

۱. آشنایی با فیزیک ذخیره‌سازهای انرژی بصورت الکتروشیمیایی
۲. شناسایی محدودیت‌ها، مشکلات پیش رو و فرصت‌های موجود در زمینه افزاره‌های ذخیره‌کننده انرژی، به‌خصوص باتری‌های لیتیم یونی
۳. آشنایی با مشخصه‌یابی‌های مربوط به این افزاره‌ها

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. منابع انرژی
۲. مقدمه‌ای بر باتری‌ها و انواع مواد الکترودی
۳. پارامترهای تعیین‌کننده در کارایی یک باتری
۴. تلفات اهمی
۵. تلفات اکتیواسیون
۶. تلفات تراکم: دیفیوژن در باتری
۷. پروفایل ولتاژ باتری
۸. مقدمه‌ای بر مشخصه‌یابی‌های ذخیره‌سازهای انرژی به صورت الکتروشیمیایی: ولتامتری چرخه‌ای

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

- ۲ تا ۴ سری تمرین

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

تمرین‌ها:	~۲۰ درصد
آزمون میان ترم	~۳۵ درصد
آزمون پایان ترم	~۴۵ درصد

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Bard, Allen J., Faulkner, Larry R., White, Henry S, Electrochemical Methods: Fundamentals and Applications, Wiley, 2022.

2. John Newman, Karen E. Thomas-Alyea, Electrochemical Systems, Electrochemical Society Series, 2020.
3. Peter Atkins, Julio de Paula. W.H. Freeman, Atkin’s Physical Chemistry, 2012.
4. 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

عنوان درس به فارسی:	افزاره‌های ذخیره انرژی ۲		
عنوان درس به انگلیسی:	Energy Storage Devices 2		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:			پایه □ نظری ■
دروس هم‌نیاز:			تخصصی □ عملی □
تعداد واحد:	۳		اختیاری ■ نظری-عملی □
تعداد ساعت:	٤٨		رساله / پایان‌نامه □

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

.....

الف) هدف کلی:

- هدف این درس آشنایی با ذخیره‌سازهای انرژی به صورت الکتروشیمیایی، (مانند باتری‌های لیتیم یونی، ابرخازن‌ها و پیل‌های سوختی) است. این درس در ادامه درس افزاره‌های ذخیره انرژی ۱ طراحی شده است. در افزاره‌های ذخیره انرژی ۱ به اصول عملکرد باتری‌های لیتیم یونی پرداخته شده بود. در افزاره‌های ذخیره انرژی ۲، بر روی ابرخازن‌ها و مشخصه‌یابی ذخیره‌سازهای انرژی بحث خواهد شد.

ب) اهداف ویژه:

۱. آشنایی با فیزیک ذخیره‌سازهای انرژی بصورت الکتروشیمیایی
۲. شناسایی محدودیت‌ها، مشکلات پیش رو و فرصت‌های موجود در زمینه افزاره‌های ذخیره‌کننده انرژی، به‌خصوص ابرخازن‌ها
۳. آشنایی با مشخصه‌یابی‌های مربوط به این افزاره‌ها

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مقدمه‌ای بر ابرخازن‌ها
۲. انواع ابرخازن‌ها
۳. دولایه الکتریکی
۴. انواع مواد الکترودی
۵. پارامترهای تعیین‌کننده در کارایی یک ابرخازن
۶. مشخصه‌یابی‌های ذخیره‌سازهای انرژی به صورت الکتروشیمیایی: ولتامتری چرخه‌ای در ابرخازن‌ها
۷. مشخصه‌یابی‌های ذخیره‌سازهای انرژی به صورت الکتروشیمیایی: طیف‌سنجی امپدانس الکتروشیمیایی
۸. مشخصه‌یابی‌های ذخیره‌سازهای انرژی به صورت الکتروشیمیایی: GCD، نمودار راگون، ..

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

- ۲ تا ۴ سری تمرین

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

تمرین‌ها:	~۲۰ درصد
آزمون میان ترم	~۳۵ درصد
آزمون پایان ترم	~۴۵ درصد

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Bard, Allen J., Faulkner, Larry R., White, Henry S, Electrochemical Methods: Fundamentals and Applications, Wiley, 2022.
2. John Newman, Karen E. Thomas-Alyea, Electrochemical Systems, Electrochemical Society Series, 2020.
3. Peter Atkins, Julio de Paula. W.H. Freeman, Atkin's Physical Chemistry, 2012.
4. Sandeep A Arote, Electrochemical Energy Storage Devices and Supercapacitors, IOP Publishing Ltd, 2021.
5. Kamal K. Kar, Handbook of Nanocomposite Supercapacitor Materials I: Characteristics, Springer, 2020.
   Kamal K. Kar, Handbook of Nanocomposite Supercapacitor Materials II: Performance, Springer, 2020.
   Kamal K. Kar, Handbook of Nanocomposite Supercapacitor Materials III: Selection, Springer, 2021.

عنوان درس به فارسی:	مشخصه‌یابی مواد و افزاره‌های نیم‌رسانا		
عنوان درس به انگلیسی:	Semiconductor Material and Device Characterization	**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:		**پایه** □	**نظری** ■
دروس هم‌نیاز:		**تخصصی** □	**عملی** □
تعداد واحد:	۳	**اختیاری** ■	**نظری-عملی** □
تعداد ساعت:	٤٨	**رساله / پایان‌نامه** □	

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

.....

الف) هدف کلی:

- در این درس، بررسی عمیقی از انواع روشهای مشخصه‌یابی که برای افزاره‌های نیم‌رسانا مورد استفاده قرار می‌گیرد ارائه می‌شود. روشهای الکتریکی و فیزیکی و همچنین روشهای تجربی در کار با ابزار پیچیده توضیح داده خواهد شد. به دلیل اهمیت روشهای بر پایه الکترون و اشعه ایکس، مفاهیم فیزیکی و بنیادی در این تکنیک‌ها ارائه خواهند شد. همچنین روابط کوانتومی برای طیف سنجی رامان برای فهم بهتر سیگنال‌های رامان ارائه خواهد شد.

ب) اهداف ویژه:

دانشجویانی که این درس را با موفقیت پشت سر بگذارند، دانش مربوط به:

۱. تکنیک‌های مختلف مشخصه‌یابی شامل اندازه‌گیری‌های الکتریکی و طیف‌سنجی‌های حوزه زمان
۲. میکروسکوپ نیروی اتمی (AFM)و آنالیز XRD و آنالیز با رزولوشن بالای آن
۳. میکروسکوپ الکترونی و نحوه عملکرد TEM
۴. طیف‌سنجی رامان و تئوری کوانتومی مربوط به آن را بدست خواهند آورد.

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. روشهای مشخصه‌یابی الکتریکی شامل اندازه‌گیری مقاومت و خازن
۲. اندازه‌گیری چهار سوزنی (Four Point Probe)
۳. مشخصه‌یابی خازن MOS و ترانزیستورهای اثرمیدان
۴. طیف‌سنجی عمیق ترازهای تله به کمک رفتار گذرای خازنی
۵. طیف‌سنجی پروب روبشی با تاکید بر AFM ، STM و پروب کلوین
۶. کریستالوگرافی با اشعه ایکس شامل روشهای XRD ، SAXS و DCD
۷. میکروسکوپ الکترونی عبوری (TEM) و الگوهای پراش الکترونی
۸. طیف‌سنجی رامان با نگاه به برهم‌کنش فوتون–فونون، قطبیت پذیری مولکول‌ها
۹. مشخصه‌یابی الکتروشیمیایی: ولتامتری چرخه ای، EIS

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

- ۲ تا ۳ سری تمرین برای تسلط بر سرفصل مطالب
- یک ارائه به صورت اختیاری

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

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

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. D. K. Schroder, Semiconductor Material and Device Characterization, J. Wiley , 2015.
2. D. Williams, C. Carter, Transmission Electron Microscopy Plenum press, 2009.
3. Simon M. Sze, Yiming Li, Kwok K. Ng, Physics of Semiconductor Devices, J. Wiley, 2021.
4. Ashcraft and Mermin, Solid State Physics, 2011.

عنوان درس به فارسی:	حسگرهای نیم‌رسانا		
عنوان درس به انگلیسی:	Semiconductor Sensors		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:			پایه ☐ نظری ■
دروس هم‌نیاز:			تخصصی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		اختیاری ■ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	٤٨		رساله / پایان‌نامه ☐

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

.....

الف) هدف کلی:

- هدف این درس آشنایی با فرآیند ساخت مدارهای مجمتع، آشنایی با انواع فرآیندهای ساخت مخصوصاً با استفاده از فناوری MEMS، فهم فیزیک پلاسما در فرآیندهای ساخت، آشنایی با حسگرهای مختلف و نحوه عملکرد آنها شامل حسگرهای مکانیکی، مغناطیسی، نوری، حرارتی ، تشعشعی، هسته‌ای، شیمیایی و بیولوژیکی است.

ب) اهداف ویژه:

۱. کسب دانش فرآیندهای پیچیده ساخت افزاره و حسگرها
۲. کسب دانش در زمینه ساخت محرکه‌ها و مبدل‌های ریزماشینکاری
۳. آشنایی با ساختارهای آشکارسازهای نوری و مادون قرمز منظم آرایه‌ای
۴. آشنایی با فرآیند پلاسمای سرد و فیزیک مربوط به آن

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. فرآیندهای ساخت افزاره‌های نیم‌رسانا
۲. آشنایی با فرآیندهای ساخت افزاره‌های MEMS
۳. فیزیک پلاسما
۴. حسگرهای مکانیکی و محرک‌ها
۵. حسگرهای حرارتی و اندازه‌گیر جریان (flow-meter)
۶. حسگرهای نوری، حسگر مادون قرمز، CCDها
۷. حسگرهای تشعشعی و هسته‌ای
۸. حسگرهای شیمیایی، حسگر گاز
۹. مقدمه ای بر حسگرهای بیولوژیک و ساختارهای آن

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

- دو تا سه سری تمرین برای تسلط بر مفاهیم مطرح شده
- یک ارائه به صورت اختیاری

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

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

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Simon M. Sze, Yiming Li, Kwok K. Ng, Physics of Semiconductor Devices, J. Wiley, 2021.
2. M.A. Lieberman and A.J. Lichtenberg, Principles of Plasma Discharges and Material processing, John Wiley, 2005.
3. Sami Franssila , Introduction to Micro-Fabrications, John Wiley, 2010.

عنوان درس به فارسی:	سلول خورشیدی		
عنوان درس به انگلیسی:	Solar cell	**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:		**پایه** ☐	**نظری** ■
دروس هم‌نیاز:		**تخصصی** ☐	**عملی** ☐
تعداد واحد: ۳		**اختیاری** ■	**نظری-عملی** ☐
تعداد ساعت: ٤٨		**رساله / پایان‌نامه** ☐	

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

.....

الف) هدف کلی:

- هدف از این درس آشنایی دانشجویان با بحث بنیادی فیزیک فیزیک سلول خورشیدی با محوریت شبیه‌سازی و نقش علوم و فناوری نانو در نسل جدید سلول‌های خورشیدی است. اصول کاربردی و آخرین دستاوردها در نسل جدید سلول‌های خورشیدی شامل سلول‌های خورشیدی لایه نازک، پروسکایت و نقاط کوانتومی شرح داده خواهد شد.

ب) اهداف ویژه:

۱. تسلط دانشجویان تحصیلات تکمیلی بر فیزیک و انواع سلول‌های خورشیدی
۲. آشنایی با مباحث مربوط به نصب پنل‌ها و نیروگاه‌های خورشیدی
۳. کسب مهارت در شبیه‌سازی سلول‌های خورشیدی
۴. کسب توانمندی در جهت پژوهش در زمینه‌ی سلول‌های خورشیدی

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. فیزیک سلول خورشیدی
۲. سلول‌های خورشیدی نانوساختار پروسکایتی
۳. مشخصه‌یابی سلول‌های خورشیدی
۴. پنل و ماژول‌های خورشیدی: مسائل نصب و راه‌اندازی
۵. سلول‌های خورشیدی لایه نازک CdS و CIGS
۶. سلول‌های خورشیدی بازدهی بالا III-V
۷. نرم افزارهای متداول شبیه‌سازی و آموزش کد نویسی در SCAPS
۸. شبیه‌سازی سلول‌های خورشیدی متنوع در قالب پروژه

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

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی و امتحانک‌ها در طول ترم	۱۰ درصد
پروژه	۲۰ درصد
آزمون میان ترم	۳۰ درصد
آزمون پایان ترم	۴۰ درصد

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱. راضیه تیموری و راحله محمدپور، مبانی مدل‌سازی سلول‌های خورشیدی، انتشارات سازمان جهاد دانشگاهی تهران ، چاپ اول ۱۴۰۰.

2. Handbook of Photovoltaic Science and Engineering,2003

3. S.M. Sze, and M. K. Lee, Semiconductor Devices: Physics and Technology, Wiley, 2013.

عنوان درس به فارسی:	محاسبات کوانتمی		
عنوان درس به انگلیسی:	Quantum Computing	**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:		**پایه** ☐	**نظری** ■
دروس هم‌نیاز:		**تخصصی** ☐	**عملی** ☐
تعداد واحد:	۳	**اختیاری** ■	**نظری-عملی** ☐
تعداد ساعت:	٤٨	**رساله / پایان‌نامه** ☐	

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

.....

الف) هدف کلی:

- کامپیوترهای کوانتومی می‌توانند مسائلی مثل شکستن سیستم‌های رمز را سریع‌تر از کامپیوترهای سنتی حل کنند. در این درس، مدل محاسبات کوانتومی و روش‌های حل مسئله با این مدل بررسی می‌شوند.

ب) اهداف ویژه:

۱. آشنایی با مبانی فیزیک مدرن و خصوصاً مکانیک کوانتومی؛ آشنایی با مبانی جبر خطی
۲. مهارت یافتن در استفاده از نرم افزار QISKIT که از پکیج‌های Python میباشد
۳. آشنایی با پروتکلهای ارتباطات کوانتومی
۴. شناخت الگوریتمهای مهم در محاسبات کوانتومی

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مقدمات: آشنایی با مفاهیم پایه در محاسبات کوانتومی، کاربردهای محاسبات کوانتومی، آینده‌ی سامانه‌های کوانتومی و محدودیت فعلی سامانه‌های کوانتومی
۲. محاسبات برگشت‌پذیر: گیت‌های برگشت‌پذیر، گیت‌هایCNOT ، TOFOLI، FREDKIN، MKGو HNG
۳. ریاضیات مکانیک کوانتومی: تعریف ریاضی-کوانتومی اطلاعات، اعداد مرکب، اعداد اول، تبدیل فوریه کوانتومی، ماتریس‌های پاولی، ضرب تنسورها، نماد دیراک، کت و براکت
۴. محاسبات کوانتومی: مبانی محاسبات کوانتومی، فضای هیلبرت، افزاره‌های کوانتومی، کیوبیت، رجیسترهای کوانتومی، مدارهای کوانتومی، روش‌های طراحی مدارهای کوانتومی، طراحی خودکار مدارهای کوانتومی، مسأله داچ-جوزا، الگوریتم شور، سنتز مدارهای کوانتومی، طراحی فیزیکی مدارهای کوانتومی
۵. رمزنگاری کوانتومی: رمزنگاریRSA ، الگوریتم‌های رمزنگاری کوانتومی
۶. آشنایی با مبانی و پروتکل‌های ارتباطات/مخابرات کوانتومی
۷. برنامه‌نویسی با پکیج‌های محاسبات کوانتومی مانند Qiskit
۸. آشنایی با الگوریتم‌های جدید مانند HHL
۹. یادگیری ماشین کوانتومی
۱۰. فناوری‌های مرتبط برای ساخت کامپیوتر کوانتومی

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

- ۲ تا ۴ تکلیف دستی
- ۴ پروژه کامپیوتری در طول ترم در زمینه‌های طراحی مدارها و الگوریتم‌های کوانتومی

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

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

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Michael Nielsen, Isaac Chuang, Quantum Computation and Quantum Information. Cambridge University Press. 2011.
2. David McMahon, Quantum Computing Explained. John Willy, 2008.
3. Jack Hidary, Quantum Computing: An Applied Approach, Springer, 2021.

عنوان درس به فارسی:	سامانه‌های الکترومکانیکی ریز و بسیارریز		
عنوان درس به انگلیسی:	Micro/Nano Electro-Mechanical Systems (MEMS/NEMS)	**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:		**پایه** □	**نظری** ■
دروس هم‌نیاز:		**تخصصی** □	**عملی** □
تعداد واحد:	۳	**اختیاری** ■	**نظری-عملی** □
تعداد ساعت:	٤٨	**رساله / پایان‌نامه** □	

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

.....

الف) هدف کلی:

- هدف از این درس، معرفی مفاهیم پایه‌ای و مسائل سامانه‌های الکترومکانیکی با ابعاد ریز (سامانه‌های میکروالکترومکانیکی یا MEMS)، آشنایی با مکانیک مواد و از جمله فرآیندهای ساخت این سامانه‌ها، اصول حاکم بر عملکرد آنها و تاثیر کاهش ابعاد بر این عمکرد، روش‌های تحلیل و شبیه‌سازی آنها، و نیز آشنایی با سامانه‌های با ابعاد بسیار ریز (نانوالکترومکانیکی یا NEMS) است.

ب) اهداف ویژه:

۱. آشنایی با فرایندهای ساخت سامانه‌های ریز از جمله ریزماشین‌کاری توده و سطحی
۲. اصول عملگر و حسگرهای ریزمکانیکی الکترونیکی
۳. آشنایی با سامانه‌های الکترواپتیکی
۴. آشنایی با ریزسیالات

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

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

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

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

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

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. S.D. Senturia Microsystem Design, Springer, 2001.

2. M. Madou, Fundamentals of Microfabrication, CRC Press, 2002.
3. C. Liu, Foundations of MEMS, Pearson Education, 2012.

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

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

.....

الف) هدف کلی:

- آشنا کردن دانشجویان تحصیلات تکمیلی، با مفاهیم فیزیکی پایه‌ای مربوط به کارکرد ادوات الکترونیک نوری، نحوه کارکرد این ادوات، و مقدمه‌ای بر مخابرات نوری به عنوان کاربرد مهمی از این نوع ادوات

ب) اهداف ویژه:

۱. آشنایی با مفاهیم پایه‌ای مکانیک کوانتومی و الکترونیک حالت جامد مرتبط با فرآیندهای نوری در نیمه‌هادی
۲. نحوه کارکرد و پارامترهای کارایی سلول‌های خورشیدی
۳. نحوه کارکرد، پارامترهای کارایی، و انواع آشکارسازهای نوری نیمه‌هادی
۴. نحوه کارکرد، پارامترهای کارایی، و انواع دیودهای نور دهنده نیمه‌هادی و نیز انواع لیزرهای نیمه‌هادی

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مروری بر الکترونیک حالت جامد: دسته‌بندی مواد و مقایسه نیمه‌هادی‌ها؛ روش‌های رشد نیمه‌هادی‌ها؛ انواع مواد کریستالی
۲. مروری بر مکانیک کوانتومی: دوگانه ذره و موج، تابع موج الکترون، و معادله شرودینگر؛ الکترون در اتم هیدروژن و سایر عناصر جدول تناوبی؛ نظریه ساختار باند انرژی و عدد (بردار) موج؛ انواع ذرّات و خواص آنها، اصل انحصار پائولی، و اسپین؛ تابع توزیع و چگالی حالتهای مجاز الکترونها بر اساس انرژی
۳. ساختار باند انرژی: مدل‌های به دست آوردن ساختار باند انرژی و روش Tight Binding؛ نیمه‌هادی‌های با باند انرژی ممنوعه مستقیم و غیر مستقیم؛ تقارن تابع موج و روش k.p برای محاسبه ساختار باند انرژی؛ نظریه اغتشاش مستقل از زمان و وابسته به زمان؛ تغییر ساختار باند با روش های آلیاژ کردن، کرنش، و محدود کردن حرکت الکترون؛ جرم مؤثر
۴. برهمکنش نور و ماده: مدل کردن ماهیت نور: فوتون و موج؛ تئوری های الکترودینامیک کلاسیک و کوانتومی؛ کوانتیزه کردن اول و دوم؛ نظریه‌های نور کلاسیک و کوانتومی؛ امواج الکترومغناطیس و قطبیت؛ مدل فوتونی نور؛ جذب و گسیل نور خود به خودی و تحریک شده؛ نرخ و ضریب جذب؛ نرخ گسیل و ضریب بهره؛ المان ماتریسی در نیمه هادی بدنه و چاه پتانسیل؛ ضرائب A/B انیشتن
۵. گذرهای نوری: گذر بین باندی در نیمه‌هادی بدنه؛ چگالی حالت مشترک؛ چگالی حالت فوتون؛ گذر بین باندی و درون باندی در نیمه‌هادی چاه پتانسیل کوانتومی؛ جذب و تقویت نوری
۶. آشکار ساز نوری: انواع آشکارسازهای نوری؛ اثر نور الکتریکی (اثر نوری خارجی)؛ اثر نوری داخلی؛ پارامترهای عملکردی آشکارساز نوری؛ آشکار ساز هدایت نوری؛ دیود های نوری PN، PiN، سد شاتکی، بهمنی، ... ؛ ترانزیستور نوری، آشکار ساز نوری فلز – نیمه هادی – فلز، آشکار ساز مادون قرمز چاه کوانتومی، ...؛ حالت نور ولتاژی (سلول خورشیدی)؛ کارایی عملکرد سلول خورشیدی؛ حالت نور هدایتی؛ تقویت‌کننده فیبری آلائیده شده با اربیوم
۷. دیود گسیل نوری (LED): لومینانس تزریقی؛ ساختار نامتجانس دوگانه و سیستم‌های مواد آن؛ انواع گذرهای نوری؛ طول موج‌های گسیل نور؛ پارامترهای کارایی؛ بسته‌بندی؛ کاربرد برای مخابرات؛ ساختارهای گسیل از لبه و سطح؛ کوپل نور به فیبر
۸. لیزر: سیستم دو سطحه؛ اصول عملکرد لیزری؛ سیستم چهار سطحه؛ لیزر دیودی نیمه‌هادی؛ حفره Fabry-Perot؛ مقایسه LED و لیزر؛ وارونگی جمعیت؛ شرط انجام عمل لیزری؛ شرط آستانه حفره؛ آستانه بهره؛ محیط بهره داخل حفره؛ موج‌های ایستاده و مودهای موج طولی و عرضی؛ مشخصات عملکردی؛ بستگی حرارتی خروجی؛ پروفایل خروجی؛ ساختارهای با پیوند نامتجانس تکی و دوتایی؛ ساختارهای محدود سازی افقی (نواری) هدایت شده با بهره و با ضریب

شکست؛ ساختارهای GRINSCH، ECL، C^3، DBR، DFB، ...؛ ساختار چاه و نقطه کوانتومی؛ چگالی جریان آستانه؛ پاسخ فرکانسی؛ پدیده‌های Chirp و پرش مدی

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

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

امتحانات	۷۰ درصد
پروژه (+ تکالیف)	۳۰ درصد

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. S. L. Chuang, Physics of Optoelectronic Devices, John Wiley, 2009.
2. J. Singh,Electronic and Optoelectronic Properties of Semiconductor Structures, Cambridge University Press, 2003.
3. Michael A. Parker, Physics of Optoelectronics, CRC Press Taylor & Francis, 2005
4. Rosencher , Vinter , Optoelectronics , Cambridge University Press, 2004
5. J. Singh, Semiconductor Optoelectronics: Physics and Technology, Mc Graw-Hill, 1995.

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

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

.....

الف) هدف کلی:

- هدف از این درس، کسب شناخت درباره اصول، فناوری و روش‌ها در حوزه حسگرهای زیستی می‌باشد.

ب) اهداف ویژه:

۱. آشنایی با برهمکنش میکرو ارگانیسم ها با ادوات حسگری الکتریکی با هدف تشخیص در حوزه پزشکی
۲. یافتن مکانیسم ها و ساختار های نوین جهت افزایش انتخاب گری و حساسیت در پروتکل های تشخیص افتراقی

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. آشنایی با سیستم‌ها و فرایندهای مهم زیستی، آنزیم‌ها و پروتئین‌های دخیل و کارکرد زیست حسگرها
۲. بررسی اجمالی زیست حسگرها
۳. عناصر اساسی دستگاه‌های حسگر
۴. مهندسی حسگر
۵. زیست حسگرهای الکتروشیمیایی پروتئین
۶. شناخت پروتئین‌ها و خصوصیات آن‌ها
۷. کلیات ژنتیک و خصوصیات DNAو فرایندهای زیستی وابسته به آن
۸. بیوالکترونیک سلولی
۹. حسگر امپدانس سلولی
۱۰. نانوبیو الکترونیک بر پایه DNA
۱۱. نانوبیوالکترونیک بر پایه پروتئین
۱۲. سامانه‌های ریز و بسیار ریز زیستی (BIO MEMS AND MEMS)

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

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

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

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. A.L. Lehninger, D.L. Nelson, and M. M. Cox, Principles of Biochemistry, W. H. Freeman, 2008.
2. A. Offenhausser, et al., Nanobioelectronics for Electronics, Biology, and Medicine, Springer , 2009.
3. Q. Liu, P. Wang, Cell Based Biosensors: Principles and Applications, Artech House, 2007.

عنوان درس به فارسی:	مدارهای مجتمع خیلی فشرده پیشرفته		
عنوان درس به انگلیسی:	Advanced Very Large Scale Integration (Advanced VLSI)	**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:		**پایه** □	**نظری** ■
دروس هم‌نیاز:		**تخصصی** □	**عملی** □
تعداد واحد: ۳		**اختیاری** ■	**نظری-عملی** □
تعداد ساعت: ۴۸		**رساله / پایان‌نامه** □	

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

الف) هدف کلی

- دانشجویان با روش‌های طراحی و پیاده‌سازی مدارهای خیلی فشرده دیجیتال مبتنی بر تکنولوژی CMOS در مقیاس زیر مایکرون و نانو و نیز چالش‌های طراحی آشنا شده و آنها را در مثال‌های مختلف بکار خواهند بست. با معیارهای طراحی شامل قابلیت اطمینان، هزینه (پیچیدگی یا سطح تراشه)، تأخیر (سرعت)، و توان مصرفی (انرژی) به عنوان پارامترهای مهم طراحی مدارهای مجتمع و روش محاسبه آنها آشنا شده و آنها را در طراحی بهینه انواع مدارهای ترکیبی و ترتیبی در سطوح مختلف مداری، سیستمی، واحد پردازشگر، مسیریابی سیگنال کلاک و خطوط توان بکار خواهند گرفت. آموزش و بکارگیری نرم افزارها و ابزار Verilog، VHDL، Hspice، و Cadence از اهداف این درس است.
- در این درس، اهمیت اینترکانکت‌های درون تراشه و تاثیر آن در پارامترهای طراحی مورد بررسی قرار خواهند گرفت. کلیه روش‌های طراحی سفارشی و روش‌های مبتنی بر ابزارها و نرم‌افزارهای اتوماتیک بحث خواهند شد. طراحی انواع سلول‌های حافظه فرار و غیرفرار، پایا (استاتیک) و پویا (داینامیک) تا ساختارهای بسیار حجیم و بزرگ حافظه‌ها است. دانشجویان با طراحی لی‌اُوت آشنا شده و در مدارهای ساده و پیچیده، مهارت آن را بدست خواهند آورد.

ب) اهداف ویژه:

در پایان این درس، دانشجویان تحلیل، طراحی، بهینه‌سازی، پیاده‌سازی و تکنیک‌های طراحی لی‌اُوت مدارهای مجتمع فشرده دیجیتال استاتیک و داینامیک را با تسلط بر معیارهای طراحی در موارد زیر خواهند آموخت:

۱. تنوع جامع از خانواده‌های مدارهای منطقی ترکیبی و مدارهای منطقی ترتیبی، بر اساس معیارهای طراحی شامل قابلیت اطمینان، هزینه (سطح تراشه، پیچیدگی، کارایی (تأخیر یا سرعت)، و انرژی
۲. انواع بلوک‌های سازنده واحدهای محاسباتی شامل جمع‌کننده‌ها، ضرب‌کننده‌ها، انتقال دهنده‌ها تا مدارهای جانبی، انواع متدولوژی‌های طراحی و پیاده‌سازی سفارشی و اتوماتیک
۳. انواع حافظه‌های برتراشه، حافظه‌های تراشه تنها، زمانبندی‌ها، محاسبات سرعت و انرژی مصرفی
۴. تأثیر اینترکانکت‌ها، یک‌پارچگی سیگنال، مسیریابی کلاک و توان، و بسته‌بندی packaging در ملاحظات طراحی

پ) مباحث و سرفصل‌ها:

۱. **مقدمه‌ای بر مدارهای مجتمع فشرده دیجیتال VLSI:**

تاریخچه تحول و توسعه مدارهای مدارهای مجتمع از معرفی اولین ترانزیستور تا مدارهای مجتمع سطح ویفر، موضوعات و مسائل طراحی مدارهای مجتمع، معیارهای طراحی (قابلیت اطمینان، هزینه و پیچیدگی، تأخیر یا سرعت، انرژی مصرفی)، چشم‌انداز آتی برای مدارهای مجتمع فشرده شامل فناوری‌های نوظهور، نانو الکترونیک، تکنولوژی 3D-VLSI، و مقیاس‌دهی تکنولوژی ساخت.

۲. **فرآیند ساخت مدارهای مجتمع CMOS مقیاس نانو، بسته‌بندی packaging، و طراحی لی‌اوت:** فرآیند ساخت مدارهای مجتمع CMOS در مقیاس نانو، قواعد طراحی لی‌اوت، چشم‌انداز و روندهای نوظهور در فرآیند تکنولوژی

۳. **مقیاس‌دهی تکنولوژی:** روند مقیاس دهی تا کوچکترین مشخصه ابعاد، تاثیر مقیاس‌دهی تکنولوژی در معیارهای طراحی، تأثیر مقیاس دهی تکنولوژی در روندهای جدید طراحی VLSI تا نانو CMOS و نانوالکترونیک، تأثیر مقیاس دهی در انواع پراسسورها، حافظه‌ها، پردازنده‌های بسیار سریع،

٤. **افزاره (بررسی مختصر):** مروری بر فیزیک عملکرد و روابط ترانزیستور MOSFET با تأکید بر ترانزیستورهای کانال کوتاه در ابعاد نانو، اثرات ثانویه در مشخصات ترانزیستور با ابعاد نانو، ترانزیستور در زیر آستانه.

٥. **اتصالات‌میانی:** معرفی جایگاه اینترکانکت‌ها در روند تحول و توسعه مدارهای مجتمع VLSI، تأثیر مقیاس‌دهی در اینترکانکت‌ها، پارامترها و پارازیتیکی‌های اتصالات‌میانی، مقاومت خازن و اندوکتانس، مدل‌های الکتریکی، مدل تأخیر و پاسخ خروجی، یک‌پارچگی سیگنال، نگاهی به تکنولوژی‌های آینده اتصالات میانی.

٦. **معکوس‌کننده CMOS:** معکوس‌کننده‌پایای CMOS در ابعاد نانو، چشم‌انداز شهودی، بررسی ستبربودن اینورتر CMOS و رفتار پایای آن. کارایی اینورتر شامل: رفتار پویا، توان و انرژی مصرفی، بررسی تاثیر مقیاس‌دهی در معیارهای ارزیابی و عملکردی معکوس کننده.

٧. **طراحی گیت‌ها با منطق ترکیبی** (Combinational) **در CMOS:** مقدمه‌ای بر مدارهای منطقی ترکیبی، طراحی مدارهای ساده و پیچیده CMOS و انواع خانواده‌های مختلف مبتنی بر طراحی پایا Static و پویا Dynamic.

٨. **طراحی گیت‌ها با منطق ترتیبی** (Sequential)**:** مبانی و تعاریف مدارهای ترتیبی و عنصر عنصر پایه حافظه، طراحی انواع مدارهای لچ و رجیسترها مبتنی بر مبانی پایا و پویا، سبک‌های نوآورانه در طراحی رجیسترها، مسائل و چالش‌های مرتبط با رجیسترها. رویکرد پایپلاین کردن، استفاده از روش پایپلاین کردن برای بهینه‌سازی، طراحی مدارهای ترتیبی پیچیده و سایز بزرگ، مسیریابی کلاک و خطوط توان.

٩. **متدولوژی طراحی و پیاده‌سازی مدارهای دیجیتال بسیار فشرده:** روش‌های طراحی سفارشی Custom Design، روش‌های طراحی مبتنی بر استفاده از نرم‌افزارها و ابزار طراحی اتوماتیک (نیمه سفارشی، طراحی مبتنی بر FPGA، ساختارهای مختلف طراحی مبتنی بر FPGA.

١٠. **طراحی بلوک‌های سازنده واحدهای محاسباتی**: مقدمه‌ای بر ساختار و واحدهای سازنده پراسسورها، مسیرداده در معماری پردازنده‌های دیجیتال، روش-های طراحی جمع‌کننده‌ها با رویکرد مداری و سیستمی، روش‌های طراحی ضرب‌کننده‌ها، روش‌های طراحی انتقال‌دهنده‌ها و سایر عملگرهای محاسباتی. روش‌های طراحی توان کم: معرفی انواع روش‌ها در سطوح طراحی و عملکردی، مصالحه توان و سرعت در ساختارهای مسیرداده.

١١. **طراحی حافظه و ساختارهای آرایه‌ای**: مقدمه‌ای بر حافظه‌های سطح تراشه و حافظه‌های تنها، ساختار حافظه و مدارهای جانبی، ساختار و روش‌های طراحی انواع حافظه‌های ROM, EPROM, EEPROM و محاسبه تأخیر (سرعت) در آنها. معرفی انواع حافظه‌های Static و حافظه‌های Dynamic، قابلیت اعتماد حافظه‌ها، محاسبات، طراحی مدارهای حسگر برای حافظه‌ها، مطالعه موردی در طراحی حافظه، روندها و تحولات جدید در حافظه نیم‌رسانا.

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

- استفاده از اسلایدهای درس با توجه به پیچیدگی محتوای درس و استفاده بهینه از زمان،
- به‌روز نگهداشتن محتوای درس بر اساس پیشرفت دانش نظری مرتبط با درس،
- استفاده از نوشتن بر روی وایت بورد در توضیح و تشریح روابط و مفاهیم اصلی،
- پیش مطالعه درس توسط دانشجویان با توجه به اسلایدها و مستنداتی که از قبل در اختیار دانشجو قرار می‌گیرد.
- پرسش و پاسخ و بحث کلاسی برای هوشیار نگهداشتن، توجه دادن و مشارکت دانشجو،
- دادن تکالیف درسی، تمرین‌های کامپیوتری و پروژه کوچک درسی برای ایجاد مهارت‌های تخصصی.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی: تکالیف منزل، تمرین‌های کامپیوتری، پروژه درسی، و امتحان میان ترم: ۶۵ درصد

آزمون پایان ترم: ۳۵ درصد

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

امکانات متداول نظیر ویدئو پروژکتور برای ارائه درس، نرم‌افزارهای Verilog، VHDL، Hspice, Cadence برای انجام تکالیف کامپیوتری

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. R. Jacob Baker, CMOS: Circuit Design, Layout, and Simulation (IEEE Press Series), Wiley-IEEE Press on Microelectronic Systems, 2019.
2. Neil H.E. Weste, D. Harris, CMOS VLSI Design: A Circuits and Systems Perspective, Addison Wesley, 2011.
3. J.M. Rabaey , Digital Integrated Circuits: A Design Perspective, Prentice Hall, 2003.
4. Shojiro AsaiV , LSI Design and Test for Systems Dependability, Springer, 2018.
5. Shojiro Asai, VLSI Design and Test for Systems Dependability, Springer, 2018.

عنوان درس به فارسی:	مدارهای مجتمع خطی (CMOS)		
عنوان درس به انگلیسی:	Analog Integrated Circuits (CMOS)		**نوع درس و واحد**
دروس پیش‌نیاز:			**پایه** □ **نظری** ■
دروس هم‌نیاز:			**تخصصی** □ **عملی** □
تعداد واحد:	۳		**اختیاری** ■ **نظری-عملی** □
تعداد ساعت:	٤٨		**رساله / پایان‌نامه** □

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

.....

الف) هدف کلی:

- اصول، کاربردها، روشهای طراحی مدارهای مجتمع آنالوگ ارائه می‌گردند. مدارهای پایه‌ای از جمله تقویت‌کننده‌های عملیاتی معرفی می‌گردند. پارامترهای طراحی و مصالحه‌های طراحی بین آن پارامترها تبیین می‌گردد. به نویز الکترونیکی بعنوان یکی از مهمترین پارامترهای طراحی توجه ویژه مبذول خواهد شد. روشهای طراحی با توجه به خصوصیات تکنولوژی‌های CMOS جدید عرفی و بررسی می‌گردند. در فصول پایانی مدارهای آنالوگ پیچیده تر مانند فیلتر معرفی می‌گردند.

ب) اهداف ویژه:

۱. تحلیل مدارهای آنالوگ پایه مانند تقویت‌کننده
۲. طراحی تقویت‌کننده‌های عملیاتی مختلف با پارامترهای مختلف
۳. استخراج پارامترهای طراحی بلوک‌ها و مدارهای پایه از مشخصات بلوکهای بزرگ آنالوگ

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مدلسازی در ترانزیستورهای تکنولوژی CMOS
۲. طراحی مدارهای تقویت‌کننده‌های عملیاتی و طراحی آنها
۳. معرفی مدارهای تقویت‌کننده‌های عملیاتی پیشرفته و طراحی آنها
۴. جبرانسازی فرکانسی تقویت‌کننده‌های عملیاتی
۵. معرفی مدارهای تقویت‌کننده‌های کلاس AB و ولتاژ پایین و طراحی آنها
۶. نویز الکترونیکی
۷. معرفی و طراحی مدار منبع ولتاژ بندگپ مجتمع
۸. تطابق در افزاره‌های مجتمع CMOS
۹. معرفی و طراحی مداری فیلترهای زمان پیوسته
۱۰. معرفی و طراحی مداری فیلترهای خازنهای سوییچ شده

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

- مسئله، تمرین، و تکلیف کامپیوتری برای بخشهای اصلی (بطور متوسط ۵ تکلیف)
- دو پروژه کامپیوتری طراحی، یا یک پروژه کامپیوتری طراحی و یک پروژه طراحی و پیاده‌سازی عملی مدارچاپی

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

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

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1- Tony Chan Carusone, David Johns, and Ken Martin , Analog Integrated Circuit Design, John Wiley & Sons, Inc., 2011.
2- Behzad Razavi, Design of Analog CMOS Integrated Circuits, McGraw-Hill, 2017.
3- P.R.Gray, P.J.Hurst, S.H.Lewis, R.G.Meyer, Analysis and Design of Analog Integrated Circuits, John Wiley & Sons, Inc., 2009.
4- Willey M.C. Sansen, Analog Design Essentials, Springer, 2006 .
5- R. Gregorian, G. C. Temes, Analog MOS Integrated Circuits for Signal Processing, John Wiley & Sons, Inc., 1989

عنوان درس به فارسی:	مبدل‌های داده مجتمع		
عنوان درس به انگلیسی:	Integrated Data Converters	**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:		**پایه** □	**نظری** ■
دروس هم‌نیاز:		**تخصصی** □	**عملی** □
تعداد واحد:	۳	**اختیاری** ■	**نظری-عملی** □
تعداد ساعت:	٤٨	**رساله / پایان‌نامه** □	

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

.....

الف) هدف کلی:

- در این درس مبدلهای داده آنالوگ به دیجیتال و دیجیتال به آنالوگ، کاربردها و اهمیت آنها در تکنولوژی‌های جدید (که گرایش آنها بیشتر به سوی مدارات دیجیتال است)، و انواع مختلف رایج این مبدلها، معرفی و روشهای طراحی و تست آنها مورد بحث قرار می‌گیرد.

ب) اهداف ویژه:

۱. آشنایی با تئوری نمونه برداری و کاربرد مبدلهای آنالوگ به دیجیتال و مبدلهای دیجیتال به آنالوگ
۲. معرفی مشخصات و پارامترهای مبدلهای داده و روشهای مشخصه گذاری آنها و آشنایی با محدودیتهای بکارگیری، طراحی و ساخت مبدلها در افزایش سرعت نمونه برداری و افزایش دقت
۳. آشنایی با طراحی مبدلهای نرخ نایکوئیست با تمرکز بر مبدلهای فلش، سیستم و مدار مبدلهای پایپلاین، و مبدلهای SAR
۴. آشنایی با طراحی مبدلهای بیش نمونه گیر دلتا-سیگما

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. معرفی مبدلهای داده: کاربردها، تئوری نمونه‌گیری و عملکرد آن، کلاسهای مختلف نمونه‌برداری
۲. کوانتایز کردن و متریک‌های کیفیت استاتیک: مشخصه‌های استاتیک، مشخصه‌های دینامیک
۳. تست مبدلهای داده: اندازه‌گیری و مشخصه‌گذاری آزمایشگاهی و خط تولید
٤. تطابق افزاره‌های مجتمع CMOS
۵. مبدلهای آنالوگ به دیجیتال فلش و فولدینگ؛ و تکنیکهای متوسط‌گیری و اینترپولیشن: معرفی آرایش و مشکلات مبدل فلش، متوسط‌گیری و اینترپولیشن، پیاده‌سازی مبدلهای آنالوگ به دیجیتال فولدینگ و مشکلات آنها، مبدلهای آنالوگ به دیجیتال موازی Time-interleave
٦. مبدلهای دو و چند مرحله ای: همپوشانی بیت، و تصحیح خطای دیجیتالی
۷. سیستم مبدلهای لوله‌ای: مبدل N بیتی بعنوان مبدل N-1 بیتی بدنبال یک مبدل 1 بیتی، مشخصه طبقه بهره در مبدل لوله‌ای، منابع خطا در طبقه بهره در مبدل لوله‌ای، تصحیح خطا و طبقه ۱٫۵ بیتی، طبقه بهره ساخته شده با خازنهای سوییچ شده، غیرخطینگی و ناپیوستگی در مبدلهای آنالوگ به دیجیتال، مبدل آنالوگ به دیجیتال با مشخصه غیرهمنوا
۸. طبقه باقیمانده در مبدلهای لوله‌ای: پیاده‌سازی سوییچ-خازنی، مشکلات آرایش سوییچ-خازنی، مدارات طبقه بهره باقیمانده، طراحی نمونه‌گیر/نگهدار سوییچ-خازنی، منابع خطا و غیرخطینگی مبدل دیجیتال به آنالوگ، طراحی مقایسه‌گر و مبدلهای آنالوگ به دیجیتال فلش، کالیبراسیون
۹. مبدلهای بیش‌نمونه‌گیر و دلتا-سیگما: بیش‌نمونه‌برداری، مدولاتور دلتا، و مدولاتور دلتا-سیگما، شکل‌دهی نویز کوانتایزر، مدولاتور دلتا-سیگمای مرتبه بالا، مدولاتور دلتا-سیگمای متوالی، پیاده‌سازی مدولاتور دلتا-سیگما به روش سوییچ-خازن، فیلترهای دیجیتال Decimation در مدولاتور دلتا-سیگما
۱۰. معرفی و پیاده‌سازی مبدلهای آلگوریتمی، و SAR
۱۱. معرفی چند آرایش و پیاده‌سازی مبدل دیجیتال به آنالوگ

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

- مسئله، تمرین، و تکلیف کامپیوتری برای بخشهای اصلی (بطور متوسط ۵ تکلیف)
- دو پروژه کامپیوتری طراحی، یا یک پروژه کامپیوتری طراحی و یک پروژه طراحی و پیاده‌سازی عملی مدارچاپی

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

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

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Behzad Razavi, Principles of Data Conversion System Design, IEEE Press, 1995
2. Marcel Pelgrom, Analog-to-Digital Conversion, Springer, 2017
3. Franco Maloberti, Data Converters, Springer, 2007
4. Rudy van de Plassche, CMOS Integerated ADC and DAC, Kluwer, 2003
5. Shanthi Pavan, Richard Schreier, Gabor C. Temes, Understanding Delta-Sigma Data Converters, Wiley-IEEE Press, 2017

عنوان درس به فارسی:	مدارهای مجتمع فرکانس رادیویی		
عنوان درس به انگلیسی:	Radio Frequency Integrated Circuits (RFIC)		**نوع درس و واحد**
دروس پیش‌نیاز:			**نظری** ■ **پایه** □
دروس هم‌نیاز:			**عملی** □ **تخصصی** □
تعداد واحد:	۳		**نظری-عملی** □ **اختیاری** ■
تعداد ساعت:	٤٨		**رساله / پایان‌نامه** □

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

.....

الف) هدف کلی:

- هدف از این درس، آشنایی دانشجویان با سیستم‌ها و مدارهای مجتمع فرستنده گیرنده‌های رادیویی، مسائل مختلف آنها، نحوه تحلیل، و در نهایت طراحی این مدارات است.

ب) اهداف ویژه:

۱. شناخت معماری‌های مختلف فرستنده و گیرنده و مسائل آنها
۲. شناخت و بررسی دقیق مسائل و ساختارهای مداری متداول برای بلوک‌های مختلف فرستنده گیرنده، شامل تقویت‌کننده کم‌نویز (LNA)، میکسر، و نوسانگر (اسیلاتور)
۳. شناخت اجمالی مسائل و ساختارهای مداری متداول برای بلوک‌های حلقه قفل فاز (PLL) و تقویت‌کننده توان (PA)

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مفاهیم پایه در طراحی RF: آثار غیرخطسانی، محاسبات نویز، تطبیق
۲. مروری بر مفاهیم مخابراتی: مدولاسیون‌های دیجیتال، روش‌های دستیابی چندگانه
۳. معماری‌های فرستنده گیرنده: هیترودایِن، Sliding IF، تبدیل مستقیم، گیرنده رد تصویر، گیرنده IF پایین
۴. تقویت‌کننده‌های کم نویز(LNA) : بحث تطبیق ورودی، آرایش‌های سورس مشترک، گیت مشترک، کسکود، با سلف دجنره، و دیگر آرایش‌های متداول و جدید، روش‌های تغییر بهره
۵. میکسرها: نشت دهانه به دهانه، آرایش‌های تک متوازن و جفت متوازن، محاسبات بهره و نویز در میکسرهای غیرفعال، محاسبات بهره و نویز در میکسرهای فعال، آرایش‌های بهبود یافته
۶. نوسانگرها: نگرش فیدبکی و نگرش تک‌دهانه‌ای، نوسانگرهای تزویج ضربدری، نوسانگرهای کنترل شده با ولتاژ (VCO)، نویز فاز و تحلیل آن با روش لیسون و روش حاجی‌میری، نوسانگرهای تربیعی
۷. حلقه قفل فاز (PLL): نوع I و II، تفاوت آنها و مدل سیستمی هر یک، پمپ بار و مساله تزریق بار و نشت کلاک، مدارهای مقسم فرکانس
۸. تقویت‌کننده‌های توان (PA): مروری بر کلاس‌های پایه A و B و C، آشنایی با کلاسهای E و F، آشنایی اجمالی با روشهای خطی‌سازی مختلف از جمله مدولاسیون قطبی، Outphasing، و دوهرتی

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

- شش تمرین دستی
- یک پروژه یا سه تمرین کامپیوتری از طراحی و شبیه‌سازی بلوک‌های فرستنده گیرنده شامل LNA و میکسر و VCO
- یک ارائه مقاله

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال — مجموعا ۴۰ تا ۵۰ درصد

آزمون میان‌ترم و پایان‌ترم	مجموعا ۵۰ تا ۶۰ درصد

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Behzad Razavi, RF Microelectronics, Pearson, 2011.
2. Thomas Lee , Design of CMOS Radio Frequency Integrated Circuits, Cambridge University Press, 2003.
3. Frank Ellinger, Radio Frequency Integrated Circuits and Technologies, Springer Science , 2007.

عنوان درس به فارسی:	اینترکانکت‌ها و یک‌پارچگی سیگنال در مدارهای VLSI و نانوسیستم‌ها		
عنوان درس به انگلیسی:	Interconnects and Nano Wires in VLSI Circuits and Nano Systems		**نوع درس و واحد**
دروس پیش‌نیاز:			**پایه** □ **نظری** ■
دروس هم‌نیاز:			**تخصصی** □ **عملی** □
تعداد واحد:	۳		**اختیاری** ■ **نظری-عملی** □
تعداد ساعت:	٤٨		**رساله / پایان‌نامه** □

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

الف) هدف کلی:

از مهترین اهداف درس موارد زیر را می‌توان نام برد:

- ایجاد شناخت جامعی از جایگاه، اهمیت، و کارایی اینترکانکت‌ها (اتصالات‌میانی) در مدارهای مجتمع، سیستم‌های الکترونیکی و بوردهای مدارچاپی با روند کوچک شدن تکنولوژی تا مقیاس نانو. بررسی آثار اتصالات‌میانی/سیم‌ها در عملکرد، کارایی، توان مصرفی و قابلیت اطمینان مدارهای مجتمع، و سیستم‌های الکترونیکی و بوردهای مدارچاپی، بررسی اثرات پارازیتیکی اتصالات‌میانی و روشهای مدلسازی آنها، بررسی و تحلیل یکپارچگی سیگنال و توان و خطاهای ناشی از اتصالات‌میانی و سیم‌ها، تحلیل تاخیر انتشار و روش‌های مدل سازی و کاهش آن، بررسی نویز هم شنوایی و روشهای مدلسازی و کاهش آن.
- بررسی رفتار و مدلسازی سیمها در سطح سیستم و بوردهای مدارچاپیPCB ، کمی‌سازی خطا و آسیب‌پذیری الکترومغناطیسی سیستم‌های الکترونیکی ناشی از اثر امواج و مسیریابی روی بورد، سازگاری و تداخل الکترومغناطیسی EMC/EMI درPCB ها، معرفی تکنولوژیهای جایگزین برای ساختار مدارات مجتمع و سیم بندی در آنها نظیر ساختار 3D، بررسی نانوسیمها و نانولوله‌های کربنی به عنوان جایگزین برای اتصالات‌میانی، بررسی تاخیر انتشار و نویز همشنوایی در نانو لوله‌های کربنی، نانو نوارهای گرافینی، و مدل سازی مداری آنها

ب) اهداف ویژه:

۱. بدست آوردن بینش علمی و دقیق از جایگاه و اهمیت اینترکانکت‌ها (اتصالات‌میانی) و یکپارچگی سیگنال در دو سطح مدار مجتمع و سیستم‌های همگن و غیرهمگن، و توانایی بکارگیری نرم افزارهای ADS ، HSPICE برای شبیه‌سازی و تحلیل اتصالات میانی

۲. درک مفاهیم و نحوه‌ی محاسبه پارامترها (پارازیتیکی) اینترکانکت‌ها، یادگیری روش‌های مدل‌سازی اتصالات‌میانی و نحوه‌ی بکارگیری آنها، مفهوم تأخیر و نایقینی تأخیر و مدل‌سازی آن، مفاهیم همشنوایی و توان مصرفی و مدل‌سازی آنها، روشهای کارآمد برای کاهش هم‌شنوایی و توان مصرفی

۳. آشنایی به بسته‌بندی انواع مدارهای مجتمع و اثر آنها در یکپارچگی سیگنال نظیر تأخیر، توان مصرفی و قابلیت اعتماد، و ایجاد توانایی تحلیل سازگاری/تداخل الکترومغناطیسی در بوردهای مدارچاپی، طراحی بورد مقاوم و چالشهای آن، آسیب‌پذیری سیستم‌های الکترونیکی

۴. آشنایی با فناوری نانوالکترونیک، رژیم انتقال الکترون و هدایت، نانو سیم‌ها و انواع نانولوله‌های کربنی به عنوان تکنولوژی‌های جدید اتصالات‌میانی مدارات مجتمع و روش‌های مدل‌سازی آنها و مدل‌سازی نویز هم‌شنوایی و ...

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مقدمه‌ای بر فناوری‌های ساخت سیستم‌های مدار مجتمع VLSI زیر میکرون تا نانو سیستم‌ها، انواع اینترکانکت‌ها در مدارهای مجتمع، بسته‌بندی مدارهای مجتمع، نگاه کلی بر جایگاه اتصالات میانی/سیم‌ها در مدارات مجتمع، سیستم‌های الکترونیکی و بوردهای مدار چاپی و نقش آنها در عملکرد یک سیستم

۲. اینترکانکت‌ها و مساله ی مقیاس شدن Scaling و آثار ناشی از آن از IC تا مجتمع‌سازی همگن و ناهمگن، یک پارچگی سیگنال Signal Integrity ، پدیده کوچ الکتریکی Electromigration

۳. انواع پارازیتیکی‌های اتصالات میانی و محاسبه آنها، پدیده‌های مرتبط با اینترکانکت‌ها و مدل‌سازی آنها شامل: تاخیر، نایقینی در تاخیر، روش‌های کاهش تأخیر، تلف توان، نویز هم شنوایی و روش‌های کاهش آن، یکپارچگی سیگنال و توان Power/Signal Integrity

۴. تکنیک‌های مدل سازی اینترکانکت‌ها، مدل‌های مداری فشرده و گسترده RC، RLC، مدل خط انتقال،

۵. انواع اینترکانکت‌ها و مدل‌های آنها در FPGAها، ساختار و مدل‌سازی اینترکانکت‌ها و تأخیر در مدارات مجتمع سه بعدی 3D-VLSI، توابع توزیع اتصالات میانی در مدارات مجتمع دو بعدی و سه بعدی

۶. انواع بسته‌بندی مدارهای مجتمع، مدل‌های IBIS، تداخل الکترومغناطیسی در بوردهای مدارچاپی EMC/EMI ، تحلیل آسیب پذیری سیستم‌های الکترونیکی در سطح سیستم و PCB و کمی‌سازی خطا

۷. اینترکانکت‌های نوری Optical Interconnects ، اینترکانکت‌ها با ساختارهای بیولوژیکی، معرفی تکنولوژی Low-k و نقش آن در تاخیر و نویز هم شنوایی اتصالات میانی.

۸. انواع نانوسیم‌ها Nano Wires ، مکانیزهای پراکندگی الکترون در نانو سیم‌ها، مقایسه عملکرد اتصالات میانی متداول مسی با نانوسیم‌ها

۹. معرفی نانو لوله‌های کربنی (Carbon Nano Tubes) CNT و انواع آنها، اشاره ای بر روش‌های ساخت و کاربردهای نانو لوله‌های کربنی، انتقال الکتریکی و هدایت کوانتمی در نانو لوله‌های کربنی

۱۰. مدل‌های مداری فرکانس بالا برای نانو لوله‌های کربنی تک‌دیواره و چند دیواره

۱۱. مدل‌سازی دسته نانولوله‌های تک‌دیواره و چند دیواره

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

- استفاده از اسلایدهای درس با توجه به پیچیدگی محتوای درس و لزوم استفاده بهینه از زمان،
- به‌روز نگهداشتن محتوای درس بر اساس پیشرفت دانش نظری مرتبط با درس،
- استفاده از نوشتن بر روی وایت بورد در توضیح و تشریح روابط و مفاهیم اصلی،
- پیش مطالعه درس توسط دانشجویان با توجه به اسلایدها و مستنداتی که از قبل در اختیار دانشجو قرار می‌گیرد.
- پرسش و پاسخ و بحث کلاسی برای هوشیار نگهداشتن، توجه دادن و مشارکت دانشجو،
- دادن تکالیف درسی، تمرین‌های کامپیوتری و پروژه کوچک درسی برای ایجاد مهارت‌های تخصصی.
- تعداد ۷ تکلیف کامپیوتری به صورت شبیه‌سازیهای کامپیوتری و تحلیل نتایج، پروژه درسی

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

- فعالیت‌های کلاسی: تکالیف منزل، تمرین‌های کامپیوتری، پروژه درسی، و امتحان میان ترم: ۷۰ درصد
- آزمون پایان ترم: ۳۰ درصد

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

امکانات متداول نظیر ویدئو پروژکتور برای ارائه درس، نرم‌افزارهای ADS، Hspice برای انجام تکالیف کامپیوتری.

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. B. K. Kaushik and V. R. Kumar, Crosstalk in Modern On-Chip Interconnects: A FDTD Approach, Springer, 2016.
2. S. Saini, Low Power Interconnect Design, Springer, 2015.
3. B. K. Kaushik, Majumder, K. Manoj, Carbon Nanotube Based VLSI Interconnects, Springer, 2015.
4. T. Gupta, Copper Interconnect Technology, Springer, 2014.
5. M. S. Bakir, and J. D. Meindl, Integrated Interconnect technologies for 3D Nanoelectronic Systems, Artech House, 2009.

عنوان درس به فارسی:	ابزار دقیق پیشرفته الکترونیکی		
عنوان درس به انگلیسی:	Advanced electronic instrumentation	**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:		**پایه** □	**نظری** ■
دروس هم‌نیاز:		**تخصصی** □	**عملی** □
تعداد واحد:	۳	**اختیاری** ■	**نظری-عملی** □
تعداد ساعت:	٤٨	**رساله / پایان‌نامه** □	

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

.....

الف) هدف کلی:

- هدف این درس ایجاد آشنایی با مدارات الکترونیکی مورد نیاز در سیستم‌های ابزاردقیق (instrumentation) پیشرفته است. تمرکز درس بصورت عمده بر طراحی سیستم‌های الکترونیک آنالوگ با دقت بسیار بالا شامل تقویت‌کننده ولتاژ، اندازه‌گیرهای جریان، ظرفیت، اندوکتانس، امپدانس و فرکانس، و فاز است که سیگنالهای پایه خروجی انواع حسگرها و ترانسدیوسرها می‌باشند. آموزش طراحی مدارات با ادوات غیر مجتمع در این درس در اولویت دارد.

ب) اهداف ویژه:

۱. توانایی طراحی و پیاده‌سازی یک سیستم اندازه‌گیری دقیق با عناصر غیرمجتمع موجود در بازار
۲. توانایی طراحی مدارات واسط مناسب و دقیق برای حسگرها و ترانسدیوسرهای مختلف
۳. آشنایی با مدارات مختلف شامل تقویت‌کننده عملیاتی و تقویت‌کننده ابزاردقیق
۴. آشنایی با با روشهای طراحی بسیار کم نویز در حوزه مدارات آنالوگ غیر مجتمع

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

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

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

- ۳ تا ۴ تمرین
- ۲ پروژه

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

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

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. 1 S. Franco, Design with operational amplifiers and analog integrated circuits, McGraw Hill, 2015.
2. C. Kitchin and L. Counts, A designers guide to instrumentation amplifiers, Analog Devices, 2006.
3. J. Wilson, Sensor Technology Handbook, Elsevier-Newnes 2005.
4. L.T. Harrison, Current sources and voltage references, Elsevier- Newnes 2005.

عنوان درس به فارسی:	مدارهای مجتمع توان پایین		
عنوان درس به انگلیسی:	Low Power Integrated Circuits	**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:		**پایه** □	**نظری** ■
دروس هم‌نیاز:		**تخصصی** □	**عملی** □
تعداد واحد:	۳	**اختیاری** ■	**نظری-عملی** □
تعداد ساعت:	٤٨	**رساله / پایان‌نامه** □	

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

.....

الف) هدف کلی:

- این درس به دانشجویان تحصیلات تکمیلی تکنیک‌های کم توان برای بهینه سازی مصرف توان مدارهای مجتمع دیجیتال را می‌آموزد. دانشجویان تکنیک‌های کم توان برای طراحی، حالت آماده به کار و زمان اجرا در سطوح مختلف تجرید از سطح فیزیکی تا سطح نرم افزار و سیستم را می‌آموزند.

ب) اهداف ویژه:

دانشجویانی که این درس را با موفقیت پشت سر بگذارند روش‌های زیر خواهند آموخت:

۱. بهینه سازی توان/انرژی در مرحله طراحی با استفاده از روش‌های مداری
۲. بهینه سازی توان/انرژی در مرحله طراحی با استفاده از روش‌های معماری، نرم افزاری، و سیستمی
۳. بهینه سازی توان/انرژی در مرحله کارکرد آماده به کار مدار با استفاده از روش‌های مداری و سیستمی
۴. بهینه سازی توان/انرژی در مرحله کارکرد فعال مدار با استفاده از روش‌های مداری و سیستمی

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مقدمه‌ای بر دلیل کاهش توان توان مصرفی: در انواع مختلف کاربردها، روند تغییر فناوری
۲. ترانزیستورهای نانومتری: رفتارها و مدل‌ها، جریان‌های نشتی زیر آستانه و دیگر پدیده‌ها، نوسانات، نوآوری‌ها در فناوری و افزاره
۳. مفاهیم پایه‌ای توان و انرژی مصرفی: شاخص‌ها، توان پویا، توان ایستا، مصالحه‌های بین انرژی و تأخیر
۴. بهینه‌سازی توان/انرژی در مرحله طراحی با استفاده از روش‌های مداری: چارچوب بهینه سازی برای مصالحه بین انرژی و تأخیر، بهینه‌سازی توان مصرفی پویا (استفاده از چند منبع تغذیه، تعیین اندازه ترانزیستورها، نگاشت فناوری)، بهینه‌سازی توان مصرفی ایستا (استفاده از چند ولتاژ آستانه، پشته کردن ترانزیستورها)
۵. بهینه‌سازی توان/انرژی در مرحله طراحی با استفاده از روش‌های معماری، نرم افزاری، و سیستمی: فضای مصالحه معماری و سیستمی، هم‌زمان‌سازی کارایی انرژی را بهبود می‌بخشد، به کارگیری همبندی‌های متفاوت، حذف ناکارایی، هزینه قابلیت انعطاف
۶. بهینه‌سازی توان/انرژی مصرفی اتصالات و کلاک در مرحله طراحی: روند و مرزها، استفاده از روش OSI برای بهینه‌سازی اتصالات (لایه فیزیکی، ارتباط داده‌ای و MAC، شبکه، کاربرد)، شبکه توزیع کلاک
۷. بهینه‌سازی توان/انرژی در مرحله کارکرد آماده به کار مدار با استفاده از روش‌های مداری و سیستمی: چرا مدیریت حالت آماده به کار؛ توان پویا در حالت دروازه گذاری کلاک؛ توان ایستا در حالتهای اندازه‌گذاری ترانزیستورها، دروازه گذاری تغذیه، بایاس کردن بدنه، و تغییر تدریجی منبع تغذیه
۸. بهینه‌سازی توان/انرژی در مرحله کارکرد فعال مدار با استفاده از روش‌های مداری و سیستمی: انگیزه بهینه‌سازی در حالت کارکرد مدار، تغییر مقادیر ولتاژ و فرکانس مدار به صورت پویا، بایاس کردن بدنه به صورت تطبیقی، خود تطبیقی عمومی، استفاده تهاجمی (بهتر از بدترین حالت)، محدوده‌های تغذیه و مدیریت توان

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

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال ۳۰ درصد

آزمون پایان نیم‌سال ۷۰ درصد

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. A. Sarkar, S. De, M. Chanda, C. K. Sarkar, Low Power VLSI Design Fundamentals, De Gruyter Oldenbourg, 2016.
2. J. Rabaey, Low-Power Design Essentials, Springer, 2009.
3. Piguet, Low-Power CMOS Circuits, Taylor & Francis, 2006.
4. Jan M. Rabaey, Anantha Chandrakasan, Borivoje Nikolic, Digital Integrated Circuits, 2nd Ed., Pearson Education Inc., 2003.

عنوان درس به فارسی:	فناوری‌ها، مدارها و سیستم‌های حافظه		
عنوان درس به انگلیسی:	Memory Technologies , Circuits, and Systems	**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:		**پایه** □	**نظری** ■
دروس هم‌نیاز:		**تخصصی** □	**عملی** □
تعداد واحد:	۳	**اختیاری** ■	**نظری-عملی** □
تعداد ساعت:	٤٨	**رساله / پایان‌نامه** □	

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

.....

الف) هدف کلی:

- در این درس مفاهیم پایه فیزیک حافظه‌ها، مدارات و سیستم‌های حافظه‌های امروزی و نوظهور و همچنین مجتمع‌سازی آن‌ها به دانشجویان معرفی می‌شود. همچنین این درس دانشجویان را با آخرین پیشرفت‌ها در حافظه‌ها آشنا خواهد کرد.

ب) اهداف ویژه:

دانشجویانی که این درس را با موفقیت پشت سر بگذارند مطالب زیر خواهند آموخت.

۱. پارامترها و مشخصه‌های سلول‌های حافظه
۲. حافظه‌های SRAM ترانزیستور و مدارهای جانبی
۳. حافظه‌های DRAM ترانزیستور و مدارهای جانبی
۴. فناوریهای‌های حافظه‌های نوظهور

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مفاهیم ابتدایی کارکرد ترانزیستورها
۲. حافظه‌های مبتنی بر ترانزیستور: مدار و نحوه کار حافظه‌هایSRAM ، پایداری در سلول‌هایSRAM ، مدار و نحوه کار حافظه‌هایDRAM، ساختار سیستمی حافظه‌هایDRAM، پروتکل‌های دسترسی به حافظه‌های DRAM و مفاهیم ابتدایی کنترلر حافظه DRAM
۳. حافظه‌های Flash: نحوه کارکرد حافظه‌های NAND Flash، نحوه کارکرد حافظه‌های NOR Flash، حافظه‌های چند سطحی
٤. مفاهیم پایه کارکرد مواد با قابلیت تغییر فاز: نحوه کارکرد حافظه‌های تغییر فاز
۵. نحوه کارکرد حافظه‌های مقاومتی
٦. خطاهای حافظه و تشخیص و تصحیح خطا

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

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال ۳۰ درصد

آزمون‌ها ۷۰ درصد

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. C. Shin, Variation-Aware Advanced CMOS Devices and SRAM, Springer, 2016
2. Jawar Singh, Saraju P. Mohanty, and Dhiraj K. Pradhan, Robust SRAM Designs and Analysis, Springer, 2013.
3. Pavlov, M. Sachdev, CMOS SRAM Circuit Design and Parametric Test in Nano-Scaled Technologies, Springer, 2008.

4. M. K. Qureshi, S. Gurumurthi, B. Rajendran, Phase Change Memory: From Devices to Systems, Morgan & Clypool, 2011.
5. B Keeth, R. J. Baker, B. Johnson, F. Lin, DRAM Circuit Design. Fundamental and High-Speed Topics, Wiley-IEEE Press, 2008.

عنوان درس به فارسی:	محاسبات درون حافظه		نوع درس و واحد	
عنوان درس به انگلیسی:	In Memory Computing		پایه □	نظری ■
دروس پیش‌نیاز:			تخصصی □	عملی □
دروس هم‌نیاز:			اختیاری ■	نظری-عملی □
تعداد واحد:	۳		رساله / پایان‌نامه □	
تعداد ساعت:	٤٨			

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

.....

الف) هدف کلی:

برای کم کردن و حتی از بین بردن سربار دسترسی داده، امروزه ایده محاسبات در درون حافظه مطرح شده است. هدف اصلی این درس ارائه روش‌های مختلف برای پیاده سازی محاسبات بر روی حافظه‌های فرار و غیرفرار است. یکی از کاربردهای مهم که محاسبات بر روی حافظه می‌تواند به افزایش سرعت و کاهش انرژی مصرفی آن به مقدار زیادی کمک کند، کاربرد یادگیری ماشین است. از این رو، در این درس پیاده سازی این کاربرد بر روی حافظه به طور خاص مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

ب) اهداف ویژه:

۱. آشنایی با سلول‌ها و ساختارهای حافظه و محدودیت‌های مرتبط با قابلیت اطمینان آن‌ها
۲. آشنایی با چگونگی پیاده‌سازی گیت‌های ساده دیجیتال و مدارات دیجیتال با استفاده از سلول‌ها و آرایه حافظه
۳. آشنایی مختصر با برخی از الگوریتم‌های یادگیری ماشین
۴. آشنایی با نحوه پیاده‌سازی شبکه‌های عصبی روی بستر حافظه و چگونگی افزایش دقت آن‌ها

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مقدمه‌ای بر حافظه‌های فرار (SRAM و DRAM) و عملکرد آن‌ها
۲. مقدمه‌ای بر حافظه‌های غیرفرار (ReRAM، STT-MRAM و PCM)
۳. استفاده از سلول‌های حافظه SRAM برای انجام محاسبات
۴. انجام عملیات ریاضی با استفاده از حافظه‌های ReRAM
۵. استفاده از آرایه حافظه در کاربرد Matching
۶. آشنایی مقدماتی با الگوریتم‌های یادگیری ماشین
۷. پیاده‌سازی شبکه‌های عصبی با استفاده از آرایه حافظه و آشنایی با مدارهای Neuromorphic
۸. آموزش شبکه‌های عصبی پیاده‌سازی شده روی بستر حافظه

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

- سه تمرین کامپیوتری
- پروژه نهایی: پیاده‌سازی ایده ارائه شده در یک مقاله

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۴۵ درصد
آزمون میان دوره و پایان نیم‌سال	۵۵ درصد

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. S. Shirinzadeh , R. Drechsler, In memory computing: Synthesis and Optimization, Springer, 2020.
2. M. Kang, S. Gonugondla, N. R. Shanbhag, Deep In-memory Architectures for Machine Learning, Springer, 2020.
3. H. Yu, L. Ni , Y. Wang, Non-Volatile In-Memory Computing by Spintronics,Morgan and Claypool, 2017.
4. M. Daneshtalab , M. Modaressi, Hardware Architectures for Deep Learning, IET, 2020.
5. N. Zheng , P. Mazumder, Learning in Energy-Efficient Neuromorphic Computing, Wiley, 2020.

عنوان درس به فارسی:	رابطهای سریال پرسرعت		
عنوان درس به انگلیسی:	High Speed Serial Links	**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:		**پایه** □	**نظری** ■
دروس هم‌نیاز:		**تخصصی** □	**عملی** □
تعداد واحد:	۳	**اختیاری** ■	**نظری-عملی** □
تعداد ساعت:	٤٨	**رساله / پایان‌نامه** □	

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

.....

الف) هدف کلی:

- رابط‌های سریال پرسرعت مانند انواع تجاری USB، Ethernet، و HDMI در وسایل الکترونیکی امروزی کاربرد فراوانی یافته است. هدف از این درس، آشنایی با سیستم‌های فرستنده گیرنده‌های سیمی، بلوک‌های سازنده آنها و آرایش‌های مداری و مسائل مرتبط با طراحی این مدارها است.

ب) اهداف ویژه:

۱. آشنایی با کانال‌های مختلف در رابطهای سریال، مدل آنها، نویزهای مختلف در رابط‌های سریال از جمله همشنوایی، جیتر و اثر آن
۲. آشنایی با مدارهای پایان‌دهی، درایور در فرستنده، مقایسه‌گر درگیرنده، مالتی پلکسر، و طراحی این مدارها
۳. آشنایی با انواع مختلف یکسان‌ساز (اکوالایزر) در رابط‌های سریال شامل انواع آنالوگ و دیجیتال و نحوه تحلیل و طراحی آنها
۴. آشنایی با مدارهای بازیابی کلاک و داده (CDR)، بلوکهای مختلف آن، و نحوه طراحی آنها

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مقدمه: آشنایی با رابطهای سریال و انواع تجاری آنها، بررسی مطالب درس
۲. کانال‌ها در رابط‌های سریال: بردهای مدار چاپی، مدل یک سیم، معادلات خط انتقال، انواع تلفات در خطوط انتقال، معادله انعکاس، تزویج خطوط و خطوط تفاضلی، همشنوایی سر دور و سر نزدیک، پاسخ زمانی کانال
۳. نویز در رابط‌های سریال: بررسی و دسته‌بندی منابع نویز به انواع کراندار و آماری، و انواع مستقل و متناسب، محاسبات نویز تداخل بین سمبل (ISI)، بودجه‌ریزی نویز، انواع جیتر و دسته بندی آن، مدل دوضربه‌ای، بودجه‌ریزی جیتر
۴. مدارهای فرستنده گیرنده: پایان‌دهی و انواع آن، مدارهای فرستنده شامل درایورهای ولتاژی و جریانی، مدارهای مالتی‌پلکسر، مدارهای گیرنده شامل مقایسه‌گر و دی‌مالتی‌پلکسر
۵. یکسان‌سازی: یکسان‌ساز (اکوالایزر) FIR در فرستنده، یکسان‌ساز FIR در گیرنده، یکسان‌ساز CTLE ، یکسان‌ساز DFE، مدولاسیون در رابطهای سریال
۶. بازیابی کلاک و داده: معماری‌های کلاک‌زنی، معماری کلاک‌نهان و مدارهای بازیابی کلاک و داده (CDR) در آن، آشکارسازهای فاز، CDR دو حلقه‌ای، مدار درون‌یاب فاز، مروری اجمالی بر معماری کلاک ارسال، روش‌های توزیع کلاک
۷. موردکاوی: بررسی استاندارد PCI Express، بررسی استاندارد Ethernet

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

- شش یا هفت تمرین و تمرین کامپیوتری
- یک پروژه از طراحی و شبیه‌سازی بلوک‌های سازنده یک فرستنده گیرنده سیمی شامل یکسان‌ساز یا CDR
- یک ارائه مقاله

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	مجموعاً ۴۰ تا ۵۰ درصد
آزمون میان ترم و پایان ترم	مجموعاً ۵۰ تا ۶۰ درصد

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱. صمد شیخایی، مدارات و سیستمهای رابطهای سریال پرسرعت، دانشگاه تهران، ۱۳۹۲.

2. W. Dally, J. Poulton, Digital Systems Engineering, Cambridge University Press, 1998.
3. B. Razavi, Design of Integrated Circuits for Optical Communications, McGraw-Hill, 2012.

عنوان درس به فارسی:	تکنولوژی مدارهای مجتمع فرکانس رادیویی		
عنوان درس به انگلیسی:	RF IC Technology	**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:		**پایه** □	**نظری** ■
دروس هم‌نیاز:		**تخصصی** □	**عملی** □
تعداد واحد:	۳	**اختیاری** ■	**نظری-عملی** □
تعداد ساعت:	٤٨	**رساله / پایان‌نامه** □	

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

.....

الف) هدف کلی:

- هدف از این درس، دستیابی به فهم نظری، تحلیلی و فناوری دقیقی از مسائل، پیچیدگی‌ها، مشکلات و چالش‌های طراحی مدارات مجتمع، افزاره ها و سیستم‌های فرکانس بالا در سطوح مختلف Abstraction در هر دو سطح مدارهای مجتمع و نیز مدارها و سیستم‌های فرکانس بالا می‌باشد. مباحث مورد نظر از هردو دیدگاه مدل سازی فرکانس بالای عناصراکتیو و پسیو، و نیز تحلیل و طراحی، با نگرش به مدارات مجتمع فرستنده و گیرنده، و مدارها و سیستم‌های فرکانس بالا مطرح می‌گردد.

ب) اهداف ویژه:

۱. تحلیل نظری و مدل سازی فرکانس بالای عناصر اکتیو و پسیو
۲. چالش ها و تکنیک‌های طراحی مدارهای مجتمع فرکانس بالا (اثرات تزویج امواج الکترومغناطیسی)
۳. چالش ها و تکنیک های طراحی سیستم های فرکانس بالا
۴. تحلیل و تکنیک های طراحی ادوات و مدارهای موج میلیمتری

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. معرفی، تحلیل و محاسبات انواع نویز (انواع نویزذاتی، نویز فاز، نویزهای تداخلی)
۲. معرفی و تحلیل اعوجاج در مدارهای فرکانس بالا
۳. مدل سازی، و سنتز افزاره‌های فرکانس بالای پسیو (مقاومت، خازن، سلف، سلف های اسپایرل، تقسیم کننده و ترکیب کننده توان)
۴. مدل سازی افزاره‌های فرکانس بالای اکتیو
۵. مدل سازی اتصالات میانی فرکانس بالا و خط انتقال
۶. اثرات فرکانس بالای پکیجینگ، بردهای مدارچاپی PCB (مشخصات، مدل فرکانس بالا)
۷. تطبیق امپدانس در مدارات فرکانس بالا
۸. تزویج نویز از طریق بستر در مدارات مجتمع VLSI و مدارهای مجتمع ناهمگن
۹. چالش ها و پیچیدگی‌های طراحی فرستنده گیرنده‌های RF
۱۰. چالش ها و پیچیدگی تقسیم و ترکیب کننده‌های توان
۱۱. چالش ها و تکنیک های طراحی مدارهای موج میلیمتری
۱۲. فناوری های جدید مدارهای فرکانس بالا و موج میلیمتری

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

- استفاده از اسلایدهای درس با توجه به پیچیدگی محتوای درس و استفاده بهینه از زمان
- به‌روز نگهداشتن محتوای درس بر اساس پیشرفت دانش نظری و فناوری های مرتبط با درس
- پرسش و پاسخ و بحث کلاسی برای هوشیار نگهداشتن، توجه دادن و مشارکت دانشجو
- دادن تکالیف درسی، تمرین‌های کامپیوتری و پروژه کوچک درسی برای ایجاد مهارت‌های تخصصی

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

- فعالیت‌های کلاسی: تکالیف منزل، تمرین‌های کامپیوتری، پروژه درسی، و امتحان میان ترم: ۶۵ درصد
- آزمون پایان ترم: ۳۵ درصد

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

– امکانات متداول نظیر ویدئو پروژکتور برای ارائه درس، نرم‌افزارهای Hspice, Cadence، و ADS برای انجام تکالیف کامپیوتری

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Hans L. Hartnagel, Rüdiger Quay, Ulrich L. Rohde, Matthias Rudolph, Fundamentals of RF and Microwave Techniques and Technologies, 2023.
2. Gustrau, RF and Microwave Engineering: Fundamentals of Wireless Communications, Wiley, 2012.
3. Reinhold Ludwig, Gene Bogdanov, RF Circuit Design: Theory & Applications, Pearson , 2008.
4. B. Razavi , RF Microelectronics, Pearson, 2011
5. M. Steer, Microwave and RF Design: A Systems Approach, SciTech Publishing, 2013

عنوان درس به فارسی:	بسته‌بندی تراشه و مجتمع‌سازی ناهمگن		
عنوان درس به انگلیسی:	IC Packaging and Heterogeneous Integration	**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:		**پایه** □	**نظری** ■
دروس هم‌نیاز:		**تخصصی** □	**عملی** □
تعداد واحد:	۳	**اختیاری** ■	**نظری-عملی** □
تعداد ساعت:	٤٨	**رساله / پایان‌نامه** □	

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

.....

الف) هدف کلی:

هدف از این درس، تمرکز برروی فناوری‌های مختلف بسته‌بندی مدارهای مجتمع فشرده و مدل‌سازی آنها ست. درک عمیق فناوری‌های بسته‌بندی، شامل انواع مختلف آنها از جمله فناوری‌های سطح تراشه تا بسته‌بندی سطح ویفر توسعه یافته و مجتمع‌سازی‌های همگن و ناهمگن از اهداف آموزشی این درس است.

ب) اهداف ویژه:

۱. فناوری و مدل‌سازی بسته‌بندی مدارهای مجتمع
۲. فناوری و مدل‌سازی بسته‌بندی تراشه‌های سطح ویفر توسعه یافته
۳. مجتمع‌سازی ناهمگن، فناوری‌ها و چالش‌های آن
۴. چالش‌های خنک‌سازی مدارهای مجتمع و نقش فناوری بسته‌بندی

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مقدمه و تاریخچه بسته‌بندی مدارهای مجتمع، چالش‌ها و ضرورت‌ها
۲. انواع مختلف بسته‌بندی مدارهای مجتمع مرسوم، چالش‌های فناوری و مدل‌سازی
۳. مجتمع‌سازی سیستم روی تراشه
۴. فناوری بسته‌بندی ماژول‌های چند تراشه‌ای
۵. مجتمع‌سازی سیستم در بسته‌بندی
۶. بسته‌بندی تراشه‌های فرکانس بالا
۷. فناوری بسته‌بندی 2.5D (اینترپوزر)، فناوری بسته‌بندی 3D تراشه‌ها روی ویفر(3D-IC)
۸. مدل‌سازی بسته‌بندی، مدل‌های الکتریکی، حرارتی، مکانیکی
۹. مجتمع سازی ناهمگن و انواع بسته‌بندی آن
۱۰. بسته‌بندی سطح ویفر توسعه یافته
۱۱. بسته‌بندی سطح اینترپوزر (اینترپوزر سیلیکان، ارگانیک، شیشه)، بسته‌بندی سطح ترکیبات سرامیکی (LTCC، HTCC)
۱۲. انواع اینترکانکت‌های بسته‌بندی و مدل‌سازی آنها

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

- استفاده از اسلایدهای درس با توجه به پیچیدگی محتوای درس و استفاده بهینه از زمان،
- استفاده از فیلم و ویدئوهای یوتیوب، با توجه به موضوع بالاترین سطح فناوری‌های ساخت و بسته بندی تراشه‌ها
- پرسش و پاسخ و بحث کلاسی برای هوشیار نگهداشتن، توجه دادن و مشارکت دانشجو،
- دادن تکالیف درسی، تمرین‌های کامپیوتری و پروژه کوچک درسی برای ایجاد مهارت‌های تخصصی

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی: تکالیف منزل، تمرین‌های کامپیوتری، پروژه درسی، و امتحان میان ترم: ۷۰ درصد

آزمون پایان ترم: ۳۰ درصد

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

امکانات متداول نظیر ویدئو پروژکتور برای ارائه درس، نرم‌افزارهای HSICE ، ADS و HFSS برای انجام تکالیف کامپیوتری

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Lau, J. H., Heterogeneous Integrations. Springer, 2009.
2. Kim, K. S., Advanced Chip Packaging. Wiley-IEEE Press. 2017.
3. Heterogeneous Integration Roadmap (HIR), HIR Overview and Executive Summary. http://eps.ieee.org/hir, 2019.
4. Jansen, P. C., Barker, R. System-on-Chip Test Architectures: Nanometer Design for Testability. Springer. 2017.
5. Ramm, P. System-on-Chip Test Data Management: Analysis and Debug. Springer. 2016.

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

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

.....

الف) هدف کلی:

- هدف این درس :آشنایی با افزاره‌های الکترونیک سطح گسترده و سیستم‌های مرتبط با آن است که شامل LCD و صفحه‌های نمایشگر صافOLED و نمایشگرهای صاف X-ray و حسگرهای نوری است.

ب) اهداف ویژه:

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

۱. عملکرد و فیزیک الکترونیک سطح گسترده و تکنولوژی‌های مرتبط با آن (نمایشگرهای TFT، کریستال مایع LCD، OLED و حسگرهای تصویر برداری) را درک کنند

۲. درایورهای مربوط به نمایشگرهای TFT و COMS برای کاربردهای سطح گسترده را طراحی و پیاده‌سازی نمایند.

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. آشنایی با الکترونیک سطح گسترده

۲. عملکرد و مدلسازی TFT

۳. آشنایی با فناوری نمایشگرهای LCD – افزاره های کریستال مایع

۴. معرفی روش‌های آدرس دهی LCD و مدارهای راه‌اندازی

۵. آشنایی با فناوری نمایشگرهای OLED

۶. معرفی روش‌های آدرس‌دهی OLED، طراحی پیکسل‌ها و مدارهای راه‌انداز

۷. آشنایی با تصویرگرهای X-ray و نوری

۸. بررسی مدارهای بازخوانی حسگرهای X-ray و نوری

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

- ۳ تا ۴ تمرین
- یک پروژه شبیه‌سازی در نرم افزار MATLAB و/یاHSPICE

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

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

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. C. Kagan, P. Andry, Thin-Film Transistors, Marcel Dekker 2003.
2. E. Lueder, Liquid Crystal Displays: Addressing Schemes and Electro-Optical Effects, Wily-SID 2003.

3. Y. Kuo, Thin Film Transistors: Material and Processes, Kluwer Academic Publishers, 2003 .
4. D. Cristaldi, S. Pennisi, F. Pulvirenti, Liquid Crystal Display Drivers, Springer 2009.
5. K. Iniewski, Medical Imaging: Principles, Detectors, and Electronics, John Wiley & Sons, 2009

عنوان درس به فارسی:	مدارها و سیستم‌های مجتمع زیستی		
عنوان درس به انگلیسی:	Biomedical Integrated Circuits and Systems	**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:		**پایه** ☐	**نظری** ■
دروس هم‌نیاز:		**تخصصی** ☐	**عملی** ☐
تعداد واحد:	۳	**اختیاری** ■	**نظری-عملی** ☐
تعداد ساعت:	٤٨	**رساله / پایان‌نامه** ☐	

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

.....

الف) هدف کلی:

- در این درس کاربرد و طراحی سیستم‌ها و مدارهای (خصوصاً مجتمع) الکترونیکی در کاربردهای مهندسی پزشکی با تمرکز بر روی ایمپلنت‌های فعال پزشکی در بدن ازجمله محرک‌های الکتریکی، حسگرها و ثبت سیگنال‌های حیاتی، پردازش سیگنال‌های حیاتی بسیار توان پایین، مدیریت و انتقال توان و داده، ... با تمرکز بر روش‌های نوین درمان و محدودیت‌های فیزیولوژی و بیولوژیک بدن مورد بحث و بررسی قرار می‌گیرند.

ب) اهداف ویژه:

۱. آشنایی و معرفی کاربردهای زیرسیستم‌های مختلف قابل کاشت در بدن و اندازه‌گیری امپدانس فصل مشترک الکتریکی الکترود–بافت برای ثبت و تحریک الکتریکی سیگنالهای بیولوژیک زیستی

۲. ثبت سیگنال‌های الکتریکی زیستی عصبی و معرفی مدارهای مناسب پیشانی ثبت برای بررسی، پردازش و تشخیص بیماری‌های مختلف از منشاء بافتهای مختلف از قبیل مغزی، نخاعی، شنوایی، بینایی، و قلبی–عروقی

۳. تحریک الکتریکی عصبی و معرفی مدارهای مناسب پیشانی تحریک برای درمان یا کاهش عوارض بیماریهای مختلف با منشاء عوارض بافتهای مختلف از قبیل مغزی، نخاعی، شنوایی، بینایی، و قلبی–عروقی

۴. معرفی مدارها و سیستم‌های انتقال یا جذب توان و انتقال داده بین وسایل بیرونی و وسایل کاشتینه درون بدن

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. معرفی اصول سیستم‌های قابل کاشت فعال در داخل بدن

۲. معرفی و اندازه‌گیری امپدانس الکتریکی بافت–الکترود (Impedance Spectroscopy for Biosensing) برای کاربردهای سیستم‌های ثبت و تحریک الکتریکی با ارائه مدارهای مربوطه

۳. معرفی و تحلیل مدارهای ثبت سیگنالهای مختلف زیستی بدن از قبیل EEG (و multi-channel neural recording)، ECG (مدارهای ثبت در Cardiac pacemaker and ICD)، و EMG و بررسی چالشهای مدارهای پیشانی ثبت با توجه به فیزیولوژی و فیزیک سلولهای بافت‌های مربوطه (مغز، قلب، ...)

۴. معرفی و تحلیل مدارهای تحریک الکتریکی برای بافت‌های مختلف بدن از قبیل سلولهای سطحی و عمقی مغز (DBS)، سلول‌های نخاع (SCS)، ماهیچه قلب، ... و بررسی چالش‌های سیستم‌ها و مدارهای پیشانی تحریک الکتریکی

۵. مدارها و سیستم‌های مدیریت انرژی و توان برای انتقال توان از بیرون به کاشتینه‌های درون بدن (WDPT) و طرق مختلف جذب انرژی (power harvesting)

۶. لینک‌های بی‌سیم القایی: نظریه، طراحی، اندازه‌گیری، یکسوکننده‌ها

۷. آنتن‌های RF: مروری گذرا بر مباحث آنتن

۸. سنجش از دور RF کم‌توان: فرستنده گیرنده مدولاسیون امپدانس، گیرنده‌های هم‌فاز و ناهم‌فاز RF، ملاحظات در انتخاب فرکانس حامل

۹. تقویت‌کننده‌های کم‌توان امپدانس انتقالی و گیرنده فوتون

۱۰. معرفی مدارها و سیستم‌های الکترونیکی مافوق صوت (ultrasound) برای تصویربرداری، انتقال توان و تحریک

۱۱. کاربردهای متنوع دیگر الکترونیک مجتمع و مجزا برای درمان و تشخیص

- NMR (Nuclear Magnetic Resonance) روی تراشه
- کاشتینه‌های کنترل مثانه

- کاشتینه های حلزون گوش
- پروتزهای بینایی

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

- مسئله، تمرین، و تکلیف کامپیوتری برای بخشهای اصلی (بطور متوسط ۵ تکلیف)
- دو پروژه کامپیوتری طراحی، یا یک پروژه کامپیوتری طراحی و یک پروژه طراحی و پیاده‌سازی عملی مدارچاپی

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

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

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1- Swarup Bhunia, Steve J.A. Majerus, Mohamad Sawan, Implantable Biomedical Microsystems Design Principles and Applications, Elsevier, 2015
2- Mohamad Sawan, Handbook of Biochips: Integrated Circuits and Systems for Biology and Medicine, Springer, 2022
3- Vinod Kumar Khanna, Implantable Medical Electronics: Prosthetics, Drug Delivery, and Health Monitoring, Springer, 2016

عنوان درس به فارسی:	طراحی مدارهای مجتمع خیلی فشرده دیجیتال، از RTL تا GDSII		
عنوان درس به انگلیسی:	Digital VLSI Design, from RTL to GDSII	**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:		**پایه** □	**نظری** ■
دروس هم‌نیاز:		**تخصصی** □	**عملی** □
تعداد واحد:	۳	**اختیاری** ■	**نظری-عملی** □
تعداد ساعت:	٤٨	**رساله / پایان‌نامه** □	

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

.....

الف) هدف کلی:

- در این درس، دانشجویان با روند طراحی مدارهای مجتمع دیجیتال آشنا خواهند شد تا در انتها بتوانند لی‌اوت طراحی دیجیتال مورد نظر خود را ایجاد نمایند. همچنین با روش‌های اندازه‌گیری پارامترهای مدار نظیر تأخیر، توان و مساحت اشغالی آشنا خواهند شد و برخی از راهکارهای سخت‌افزاری جهت بهبود این پارامترها و چگونگی پیاده‌سازی آن در سطح ترانزیستوری و افزودن آن به سلول‌های استاندارد قابل فهم برای ابزار سنتز، مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

ب) اهداف ویژه:

دانشجویانی که این درس را با موفقیت پشت سر بگذارند، مهارت‌های زیر را به‌دست خواهند آورد:

۱. چگونگی کد نویسی HDL قابل سنتز
۲. تست کردن درستی عملکرد مدار طراحی شده
۳. سنتز مدار، تولید نتلیست در سطح گیت، تعیین مکان (Placement) بلوک‌های مدار و ایجاد ارتباطات (routing) بین آن‌ها، تولید لی‌اوت
۴. بهینه‌سازی پارامترهای مهم مدار همچون تأخیر، توان مصرفی و مساحت اشغالی

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مقدمه‌ای بر روند طراحی مدارهای مجتمع خیلی فشرده دیجیتال
۲. آشنایی با نحوه کد نویسی (Verilog) قابل سنتز
۳. سنتز مدار
۴. آنالیز زمانی ایستا (استاتیک)
۵. آشنایی با حوزه فیزیکی (Physical Domain)
۶. تعیین مکان (placement) بلوک‌های مدار
۷. سنتز درخت کلاک
۸. برقراری ارتباطات بین واحدهای مدار (Routing)
۹. بسته‌بندی تراشه (Packaging)
۱۰. طراحی برای تست تراشه

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

- دو تا سه تمرین کامپیوتری برای تسلط بر نرم‌افزارهای مورد نیاز
- دو تا سه تمرین دستی

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۵۵-۴۵ درصد
آزمون میان دوره و پایان نیم‌سال	۴۵-۵۵ درصد

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

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

عنوان درس به فارسی:	سیستم روی تراشه		
عنوان درس به انگلیسی:	System on Chip	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:		پایه □	نظری ■
دروس هم‌نیاز:		تخصصی □	عملی □
تعداد واحد:	۳	اختیاری ■	نظری-عملی □
تعداد ساعت:	٤٨	رساله / پایان‌نامه □	

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

.....

الف) هدف کلی:

آشنایی با مفهوم، اصول طراحی و آزمون سیستم‌ها بر روی تراشه

ب) اهداف ویژه:

۱. تجزیه و تحلیل سیستم در اوایل فرآیند طراحی برای پشتیبانی از اهداف طراحی
۲. تجزیه و تحلیل مصالحه‌های سخت افزار/نرم افزار، الگوریتم‌ها و معماری‌ها برای بهینه‌سازی سیستم بر اساس الزامات و محدودیت‌های پیاده‌سازی
۳. تجزیه و تحلیل مصالحه‌ها و جستجوی معماری‌ها در فضای طراحی برای توسعه شتاب‌دهنده‌های سخت‌افزاری
۴. درک سخت افزار، نرم افزار و سنتز رابط.

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. اصول و روش‌شناسی طراحی سیستم
۲. مقدمه‌ای بر ASIC
۳. تراشه‌های قابل برنامه‌ریزی CPLD و FPGA
۴. طراحی سیستم توسط FPGA
۵. هسته‌های IP
۶. روش‌شناسی طراحی برای هسته‌های منطقی: روند طراحی SoC، اصول کلی طراحی شامل روند طراحی برای هسته‌های نرم و سخت
۷. روش‌شناسی طراحی هسته‌های آنالوگ و حافظه
۸. طراحی بر پایه Platfrom
۹. شبکه‌های ارتباط بر روی تراشه
۱۰. سیستم‌های بر روی تراشه چندپردازشگری
۱۱. شبکه بر روی تراشه
۱۲. تست سیستم‌های بر روی تراشه: هسته‌های منطقی دیجیتال، حافظه‌های نهفته، هسته‌های آنالوگ و علائم مخلوط

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

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

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

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. H. Chang, L. R. Cooke, M. Hunt, Surviving the SOC Revolution: A Guide to Platform-Based Design, Springer, 2002.
2. F. Nekoogar, F. Nekoogar, From ASICs to SOCs: A Practical Approach, Prentice Hall, 2003.
3. M. J. S. Smith, Application-Specific Integrated Circuits, Addison-Wesley, 1997.

عنوان درس به فارسی:	مدارهای مجتمع خطی پیشرفته		
عنوان درس به انگلیسی:	Advanced Linear Integrated Circuit Design (CMOS)		**نوع درس و واحد**
دروس پیش‌نیاز:			**پایه** □ **نظری** ■
دروس هم‌نیاز:			**تخصصی** □ **عملی** □
تعداد واحد:	۳		**اختیاری** ■ **نظری-عملی** □
تعداد ساعت:	٤٨		**رساله / پایان‌نامه** □

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

.....

الف) هدف کلی:

- تأکید این درس بر روی روش‌های مختلف طراحی در گره‌های جدید ساخت CMOS و غیرمتداول مدارهای آنالوگ شامل تقویت‌کننده‌های چندطبقه و پایدارسازی آنها، گیت شناور، تحریک بدنه، و ساختارهای بهبود یافته با سوینگ بالا یا با منابع تغذیه پایین و خیلی پایین می‌باشد.

ب) اهداف ویژه:

۱. آشنایی و معرفی طراحی تقویت‌کننده های‌عملیاتی خاص نظیر چند طبقه و روش‌های مختلف پایدارسازی آنها (به کار رفته در گره‌های جدید فناوری CMOS)
۲. آشنایی و معرفی طراحی تقویت‌کننده‌های عملیاتی خاص نظیر خیلی کم آفست و کم نویز و روش‌های مداری و سیستمی آنها (به کار رفته در گره‌های جدید فناوری CMOS)؛ همچنین آشنایی با انواع کلاس‌های مختلف تقویت‌کننده‌ها (A، AB، C، D، G، H، ...)
۳. معرفی و آشنایی با مدارات مدیریت توان مجتمع، خصوصاً در مدارات مختلط دیجیتال-آنالوگ بسیار مجتمع
۴. معرفی و آشنایی با مدارت خاص آنالوگ نظیر داریورهای خطوط مخابراتی سیمی، ...

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. گسترش نظریه پایدارسازی فرکانسی برای تقویت‌کننده‌های چند طبقه
۲. معرفی روش‌های مختلف حذف و کاهش شدید آفست و نویز فلیکر مانند auto-zeroing و چاپر
۳. معرفی انواع کلاس‌های تقویت‌کننده‌های عملیاتی (A، AB، C، D، G، H، ...) و کاربرد آنها
۴. درایورهای خطوط مخابراتی سیمی (تقویت‌کننده‌های خروجی)
۵. تقویت‌کننده‌های ریل تا ریل
۶. مدارهای تحریک شده از بدنه (بالک)
۷. مدارهای گیت شناور
۸. مدارات مدیریت توان در سیستم‌های مجتمع فشرده (تنظیم کننده های ولتاژ سوییچینگ، LDO)
۹. پیاده‌سازی‌های خازن و مقاومت منفی
۱۰. معرفی روش‌ها و ابزارهای جدید طراحی خودکار مدارات و زیرسیستم‌های آنالوگ (Analog CAD Tool Design)

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

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

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

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. B. Razavi, Design of Analog CMOS Integrated Circuits, McGraw-Hill, 2016.
2. T.Chan Carusone, D.A. Johns, K. Martin, Analog Integrated Circuits Design, Wiley. 2012.
3. Willey M.C. Sansen, Analog Design Essentials, Springer, 2006.
4. E. Sanchez Sinencio , A. Andreou, Low-Voltage/Low-Power Integrated Circuits and Systems, IEEE Press, 1999.

عنوان درس به فارسی:	فیلترهای مجتمع		
عنوان درس به انگلیسی:	Integrated Filters		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:			پایه □ نظری ■
دروس هم‌نیاز:			تخصصی □ عملی □
تعداد واحد:	۳		اختیاری ■ نظری-عملی □
تعداد ساعت:	٤٨		رساله / پایان‌نامه □

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

.....

الف) هدف کلی:

- آشنایی به ساختارهای مختلف و طراحی فیلترهای مجتمع CMOS و نحوه تنظیم مشخصات فیلتر در این فناوری

ب) اهداف ویژه:

۱. آشنایی با روش‌های مختلف طراحی فیلتر روی تراشه از جمله Active-RC، Gm-C، سوئیچ خازنی، ...
۲. آشنایی با نکات مداری طراحی در سطح شماتیک و در سطح لی اوت
۳. غیرایده‌آل‌های مداری و اثر آن در طراحی فیلتر و روش‌های جبران‌سازی آنها؛ روش‌های کالیبراسیون فیلتر

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. نظریه طراحی فیلتر
۲. طراحی فیلترهای غیرفعال
۳. فیلترهای فعال مقاومت خازن (Active RC)
۴. فیلترهای MOSFET-C
۵. فیلترهای Gm-C
۶. فیلترهای Current-Mode
۷. فیلترهای سوئیچ خازنی
۸. فیلترهای فرکانس بالا

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

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

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

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. M. Ghausi, K. Laker, Modern Filter Design, SciTech Publishing, 2003.
2. V. S. L. Cheung, H. C. Luong, Design of Low Voltage CMOS Switched Capacitor Systems, Kluwer, 2003.
3. Y. P. Tsividis, J. O. Voorman, Integrated Continuous-Time Filters, IEEE Press, 1993.
4. B. Nauta, Analog CMOS Filters for Very High Frequencies, Springer, 1993.

عنوان درس به فارسی:	پردازش سیگنال‌های آنالوگ		
عنوان درس به انگلیسی:	Analog Signal Processing	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:		پایه □	نظری ■
دروس هم‌نیاز:		تخصصی □	عملی □
تعداد واحد:	۳	اختیاری ■	نظری-عملی □
تعداد ساعت:	٤٨	رساله / پایان‌نامه □	

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

.....

الف) هدف کلی:

- در این درس، دانشجویان با روش‌ها و مدارهای آنالوگ پردازش سیگنال مانند کاربردهای مدارهای تقویت‌کننده عملیاتی، مدارهای سوییچ خازنی، فیلترها، و ... آشنا می‌شوند و اثرات مداری غیرایده‌آل مانند نویز قطعات و غیرخطسانی در فتار این مدارها بررسی خواهند شد.

ب) اهداف ویژه:

۱. معرفی مدارهای سوییچ خازنی و تحلیل آنها با روش تبدیل Z و قانونهای انتقال بار
۲. معرفی و تحلیل مدارهای نمونه‌بردار و نگهدار (sample-and-hold) سوییچ خازنی
۳. بررسی فیلترهای سوییچ خازنی درجه ا و ۲، فیلترهای FIR، و نردبانی
۴. معرفی مدارها و فیلترهای CMOS زمان-پیوسته

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مدارهای سوییچ خازنی
۲. مدارهای نمونه‌گیر و نگهدارنده
۳. معادلات انتقال و بقای بار، تحلیل تبدیلZ
۴. انتگرالگیرهای سوییچ خازنی، تبدیلهای حوزه S به Z
۵. اثرات ناشی از نمونه گیری نظیر sinx/x، عملیات decimation/interpolation، آشنایی با نرم‌افزار SWITCAP
۶. فیلترهای نردبانی سوییچ خازن
۷. فیلترهایFIR، مدارهای بهره با پیاده‌سازی سوییچ خازن
۸. نویز حرارتی سوییچ kT/C ، نویز آپ امپ (حرارتی و فلیکر)، و روشهای کاهش نویز فلیکر و آفست آپ امپ نظیر نمونه‌گیریdouble correlated، و chopping
۹. فیدبک سوییچ خازن مود مشترک
۱۰. فیلترهای زمان پیوسته و نحوه تنظیم آنها
۱۱. فیلترهای فعال R-C، فیلترهای MOSFET-C، و فیلترهای Gm-C

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

- دو پروژه کامپیوتری طراحی، یا یک پروژه کامپیوتری طراحی

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

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

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. B. Razavi, Design of Analog CMOS Integrated Circuits, McGraw-Hill, 2016
2. Laker, Sansen, Design of Analog Integrated Circuits and Systems, McGraw-Hill, 1994.
3. R. Gregorian , G. C. Temes, Analog MOS Integrated Circuits for Signal Processing, Wiley, 1989.
4. P. A. Allen, D. R. Holberg, CMOS Analog Circuit Design, Oxford University Press, 2002.
5. Willey M.C. Sansen , Analog Design Essentials, , Springer, 2006

عنوان درس به فارسی:	مدارهای پهن‌باند		
عنوان درس به انگلیسی:	Broadband Circuits	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:		پایه □	نظری ■
دروس هم‌نیاز:		تخصصی □	عملی □
تعداد واحد:	۳	اختیاری ■	نظری-عملی □
تعداد ساعت:	٤٨	رساله / پایان‌نامه □	

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

.....

الف) هدف کلی:

- آشنایی با طراحی مدارهای تقویت‌کننده، نوسان‌ساز و ... مورد استفاده در سیستم‌های مخابراتی باند وسیع و موج میلیمتری با در نظر گرفتن ملاحظات پیاده‌سازی بصورت مدار مجتمع و غیر مجتمع

ب) اهداف ویژه:

۱. معرفی آرایش‌های مداری مختلف برای رسیدن به مدارهای پهن‌باند
۲. بررسی پارامترهای موثر بر پهنای باند یک مدار
۳. بررسی غیرایده‌آل‌ها در سطح شماتیک و لی‌اوت در طراحی مدارهای پهن‌باند

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. معرفی سیستم‌های پهن‌باند بی‌سیم
۲. معرفی سیستم‌های پهن‌باند مخابرات نوری
۳. روش‌های افزایش پهنای باند مدارها
۴. طراحی تقویت‌کننده‌های پهن‌باند
۵. مدارهای چند باندی و روش‌های تغییر باند فرکانسی
۶. طراحی نوسان‌سازهای پهن‌باند
۷. مدارهای موج میلیمتری
۸. فناوری‌های مناسب برای مدارهای موج میلیمتری

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

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

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

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

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

5. M Bozanic, S. Sinha, Millimeter-Wave Integrated Circuits: Methodologies for Research, Design and Innovation, Springer, 2020.

عنوان درس به فارسی:	مدارهای مجتمع یکپارچه ریزموج		
عنوان درس به انگلیسی:	Monolithic Microwave Integrated Circuits	**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:		**پایه** ☐	**نظری** ■
دروس هم‌نیاز:		**تخصصی** ☐	**عملی** ☐
تعداد واحد:	۳	**اختیاری** ■	**نظری-عملی** ☐
تعداد ساعت:	٤٨	**رساله / پایان‌نامه** ☐	

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

.....

الف) هدف کلی:

آشنایی با فناوری ساخت مدارهای مجتمع ریزموج یکپارچه و اصول طراحی مدارهای فرکانس بالا در این فناوری

ب) اهداف ویژه:

۱. آشنایی با افزاره‌های فعال و غیرفعال در MMIC
۲. آشنایی با روش‌های طراحی مدارهای مختلف در MMIC از جمله تقویت‌کننده‌ها، نوسان‌گرها، سوئیچ‌ها، شیفت‌دهنده‌های فاز، و ...
۳. آشنایی با روش‌های تحلیل و شبیه‌سازی مدارها در MMIC

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مقدمه: آشنایی با MMIC
۲. مرور مباحث میدان‌ها و امواج و خطوط انتقال
۳. افزاره‌های فعال در فناوری MMIC
۴. افزاره‌های غیرفعال ریزموج
۵. ابزارهای طراحی
۶. تقویت‌کننده‌ها
۷. نوسان‌گرها
۸. میکسرها
۹. ضرب‌کننده‌ها و تقسیم‌کننده‌های فرکانس
۱۰. سوئیچ‌ها، تضعیف‌کننده‌ها، و شیفت‌دهنده‌های فاز
۱۱. فناوری‌های مجتمع مناسب برای MMIC

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

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

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

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. D. Pozar, Microwave Engineering, , Wiley, 2012.

2. I. D. Robertson, S. Lucyszyn, RFIC and MMIC Design and Technology, IET Publications, 2001.
3. I. Bahl , P. Bhartia, Microwave Solid State Circuit Design, Wiley, 2003.
4. S. Marsh, Practical MMIC Design, Artech House, 2006.
5. G. Vendelin, A. Pavio, U. Rohde, Microwave Circuit Design Using Linear and Nonlinear Techniques, Wiley, 2010.

عنوان درس به فارسی:	مدارهای مجتمع نوری		
عنوان درس به انگلیسی:	Optical Integrated Circuits		**نوع درس و واحد**
دروس پیش‌نیاز:			**پایه** ☐ **نظری** ■
دروس هم‌نیاز:			**تخصصی** ☐ **عملی** ☐
تعداد واحد:	۳		**اختیاری** ■ **نظری-عملی** ☐
تعداد ساعت:	٤٨		**رساله / پایان‌نامه** ☐

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

.....

الف) هدف کلی:

- آشنایی با طراحی سیستم‌ها و مدارهای مجتمع مورد استفاده در سیستم‌های مخابرات نوری

ب) اهداف ویژه:

۱. آشنایی با ادوات ارسال و دریافت داده در مخابرات نوری

۲. آشنایی با بلوک‌های سازنده فرستنده گیرنده‌های نوری از جمله تقویت‌کننده‌های TIA، محدودگرها، درایورها در فرستنده، و مدارهای بازیابی کلاک و داده در گیرنده

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مقدمه: آشنایی با سیستم‌های فرستنده‌گیرنده نوری

۲. مشخصات یک سیستم فرستنده گیرنده نوری

۳. نویز و جیتر در سیستم‌های فرستنده گیرنده نوری؛ بودجه ریزی نویز و جیتر

۴. مدارهای تشکیل‌دهنده فرستنده نوری

۵. تقویت‌کننده امپدانس انتقالی (TIA: Trans-impedance Amplifier)

۶. تقویت‌کننده محدودگر (Limiter)

۷. مدارهای بازیابی کلاک و داده (CDR) با ساختار حلقه قفل فاز، ساختارهای دو حلقه‌ای

۸. افزاره‌های فرستنده گیرنده نوری

۹. فناوری‌های لازم جهت تلفیق افزاره‌های نوری با مدارهای فرستنده گیرنده CMOS

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

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

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

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. B. Razavi, Design of Integrated Circuits for Optical Communications, Wiley, 2012.

2. P. Muller , Y. Leblebichi, CMOS Multichannel Single-Chip Receivers for Multi-Gigabit Optiical Data Communications, Springer, 2007.
3. C. Hermans , M. Steyaert, Broadband Opto-Electrical Receivers in Standard CMOS, Springer, 2007.
4. H. Zimmermann, Integrated Silicon Optoelectronics, Springer, 2010.
5. E. Sackinger, Broadband Circuits for Optical Fiber Communication, Wiley, 2005.

عنوان درس به فارسی:	طراحی و مدل‌سازی با زبان‌های سخت‌افزاری (VHDL)		
عنوان درس به انگلیسی:	Design & Modeling of Digital Systems with Hardware Description Languages		**نوع درس و واحد**
دروس پیش‌نیاز:			**پایه** □ **نظری** ■
دروس هم‌نیاز:	-		**تخصصی** □ **عملی** □
تعداد واحد:	۳		**اختیاری** ■ **نظری-عملی** □
تعداد ساعت:	۴۸		**رساله / پایان‌نامه** □

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

.....

الف) هدف کلی:

- یادگیری کامل زبان‌های سخت افزاری در سطوح مختلف و استفاده از آن در مراحل مختلف طراحی و ساخت مدارهای دیجیتال
- طراحی در سطح RTL و ارتباط آن با الکترونیک مدارها از طرفی و توصیف در سطح سیستم از طرف دیگر با استفاده از زبان VHDL

اهداف ویژه:

۱. استفاده از زبان VHDL برای سنتز در سطح RTL و شناخت قابلیت‌ها و محدودیت‌های RTL Synthesis
۲. یادگیری مدلهای مختلف سیمولیشن و بطور خاص موتورهای شبیه‌سازی Event Driven
۳. بوجودآوردن زمانبندی و همزمانی در زبانهای سخت افزاری در سطح گیت، RTL و سیستم
۴. توصیف سخت افزار با استفاده از SystemC با روشهای ارتباطی سطح بالا (TLM)

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. سنتز مدارها در سطح RTL با استفاده از VHDL
۲. ساختارهای زبان VHDL برای توصیف‌های Abstract
۳. مدل سیگنال و همزمانی در زبان VHDL و گسترش آن به زبانهای سخت افزاری دیگر
۴. توصیف و مدل کردن یک سیستم پردازنده ای در VHDL
۵. استفاده از زبان SystemC برای توصیفهای RTL و BFM (Bus Functional Modeling)
۶. یکجا کردن ارتباطهای RTL در سطح باس در Channelهای SystemC
۷. استفاده از TLM برای ارتباط اجزای سخت افزاری با زمانبندی دقیق
۸. استفاده از TLM برای ارتباط پروسسورها و اجزای سخت افزاری با زمانبندی تقریبی
۹. استفاده از TLM بصورت نرم افزاری با زمانبندی آزادانه

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

- استفاده از شبیه ساز و ابزار سنتز زبان VHDL
- استفاده از محیط‌های C++ برای توصیف نرم افزار و سخت افزار
- استفاده از کتابخانه SystemC برای توصیف‌های سخت افزار و نرم افزار در سطح سیستم

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۴۵ درصد
آزمون میان ترم و پایان ترم	۵۵ درصد

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

- لپ تاپ و ویدیو پروژکتور

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Z Z. Navabi, VHDL: Modular Design and Synthesis of Cores and Systems, McGraw Hill-Professional2007.
2. IEEE Std. 1076-2003, VHDL LRM, IEEE, New Jersey, 2003.
3. IEEE Std 1666-2005, IEEE Standard SystemC Language Reference Manual, IEEE, 2005.

عنوان درس به فارسی:	متدولوژی‌های طراحی اتوماتیک سیستم‌های دیجیتال		
عنوان درس به انگلیسی:	Methodologies and Algorithms for ESL Design Automation	**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:		**پایه** ☐	**نظری** ■
دروس هم‌نیاز:		**تخصصی** ☐	**عملی** ☐
تعداد واحد: ۳		**اختیاری** ■	**نظری-عملی** ☐
تعداد ساعت: ٤٨		**رساله / پایان‌نامه** ☐	

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

.....

الف) هدف کلی:

- آشنایی با مفاهیم سنتز سطح بالا (HLS)
- آشنایی با مفاهیم طراحی سیستم‌های نهفته مبتنی بر FPGA

ب) اهداف ویژه:

۱. معرفی الگوریتم‌های سنتز سطح بالا شامل الگوریتم‌های Scheduling، Resource Sharing و Binding
۲. آشنایی با ابزار سنتز سطح بالای CatapultC شرکت Mentor Graphics
۳. آشنایی با مفاهیم طراحی توامان سخت‌افزار–نرم‌افزار (Hardware-Software Co-design)
۴. آشنایی با معماری FPGA و مفاهیم طراحی سیستم‌های نهفته مبتنی بر FPGA

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مقدمه‌ای بر الگوریتم‌های سنتز سطح بالا (Scheduling, Resource Sharing and Binding)
۲. آشنایی با مباحث Loop Pipelining و Loop Unrolling در ابزار سنتز سطح بالا
۳. آشنایی با انواع مکانیزم‌های Handshaking در مبحث IO Scheduling از ابزار سنتز سطح بالا
۴. روش‌های بهینه‌سازی مسیرداده (Data-Path Optimization Techniques)
۵. مقدمه‌ای بر طراحی توامان سخت‌افزار–نرم‌افزار مبتنی بر FPGA
۶. آشنایی با معماری‌های باس (Bus Architectures)
۷. چگونگی توسعه بخش نرم‌افزار با استفاده از بسته‌های نرم‌افزاری و Hardware Abstraction Layer (HAL) API
۸. چگونگی مدیریت وقفه‌ها (Interrupts)
۹. چگونگی برقراری ارتباط بین بخش سخت‌افزار و نرم‌افزار با استفاده از انواع معماری‌های باس

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

- آموزش تعاملی مبتنی بر بحث گروهی در کلاس با مطرح‌کردن سوالات و توضیح مباحث در جهت پاسخ‌گویی به سوالات
- مطرح‌کردن جدیدترین دستاوردهای پژوهشی مرتبط در دنیا و تبیین مشکلات پژوهشی پیش‌رو
- انجام تکالیف دستی (Homeworks) جهت تسلط به مباحث گفته شده سرکلاس
- انجام تکالیف کامپیوتری در قالب سه پروژه جهت تسلط به چگونگی ارتباط بین مباحث مختلف درس

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

تکالیف دستی (Homeworks)	۱۵ درصد
تکالیف کامپیوتری (Projects)	۳۰ درصد
آزمون میان‌ترم	۲۵ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۳۰ درصد

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Pong P. Chu, Embedded SoPC Design with Nios II Processor and Verilog Examples, Wiley, 2016.
2. M. Fingeroff and T. Bollaert, High Level Synthesis – Blue Book, Mentor Graphics, 2010.
3. P. Coussy, and A. Morawiec, High Level Synthesis: From Algorithm to Digital Circuit. Springer, 2008.

عنوان درس به فارسی:	آزمون و آزمون پذیری		
عنوان درس به انگلیسی:	Test & Testability	**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:		**پایه** ☐	**نظری** ■
دروس هم‌نیاز:		**تخصصی** ☐	**عملی** ☐
تعداد واحد:	۳	**اختیاری** ■	**نظری-عملی** ☐
تعداد ساعت:	٤٨	**رساله / پایان‌نامه** ☐	

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

.....

الف) هدف کلی:

- آزمون و آزمون پذیری مدارها پس از ساخت
- روش های تست کردن مدارهای دیجیتال و ارزیابی بردارهای تست

ب) اهداف ویژه:

۱. استفاده از وریلاگ بعنوان ابزاری برای تولید تست، ارزیابی مدار برای آزمون پذیری، ارزیابی بردارهای تست، تولید و کامپایل کردن لیست خرابی ها و فشرده سازی بردارهای تست

۲. استفاده از وریلاگ برای توصیف سخت افزارهای مربوط به آزمون پذیری مدارها

۳. بوجود آوردن محیط مجازی که جایگزین تجهیزات تست کردن می باشد.

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. اصول تست و نقش HDL ها

۲. استفاده از زبان‌های توصیف سخت‌افزاری در طراحی و تست

۳. مدلسازی خرابی و عیب از ترانزیستور تا سطح سیستم

۴. روش‌ها و کاربردهای شبیه‌سازی خرابی مدارهای سطح انتقال ثبات(RTL)

۵. روش‌ها و الگوریتم‌های تولید الگوهای تست برای کنترلر و مسیرداده‌ی مدارهای سطح انتقال ثبات (RTL)

۶. الگوریتم‌های تولید تست قطعی

۷. مکانیسم‌های تست درونی مدارهای سطح انتقال ثبات (RTL) – طراحی برای تست با استفاده از پویشدر کنترلر و مسیرداده

۸. مکانیسم‌های تست بیرونی مدارهای سطح انتقال ثبات (RTL) – استاندارد IEEE در روش‌های دسترسی تست

۹. تست سیستم بر روی تراشه با استفاده از استانداردهای IEEE در دسترسی تست

۱۰. منطق تست خودکار تعبیه شده

۱۱. فشرده‌سازی تست

۱۲. تست حافظه با استفاده از BIST حافظه

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

- استفاده کردن از شبیه سازی های مدارهای دیجیتال
- ابزارهای تولید تست و شبیه سازی خرابی
- ابزار زنجیره اسکن

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۵۰ درصد
آزمون میان ترم و پایان نیم‌سال	۵۰ درصد

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

- لپ تاپ و ویدیو پروژکتور

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Z. Navabi, Digital System Test and Testable Design: Using HDL Models and Architectures, Springer, 2011.
2. Laung-Terng Wang, Cheng-Wen Wu, Xiaoqing Wen, VLSI Test Principles and Architectures, Morgan Kaufmann Publishers, 2006.
3. Niraj Jha , Sandeep Gupta, Testing of Digital Systems, Cambridge University Press, 2003.

عنوان درس به فارسی:	محاسبات کامپیوتری		
عنوان درس به انگلیسی:	Computer Arithmetic	**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:		**پایه** ☐	**نظری** ■
دروس هم‌نیاز:		**تخصصی** ☐	**عملی** ☐
تعداد واحد:	۳	**اختیاری** ■	**نظری-عملی** ☐
تعداد ساعت:	٤٨	**رساله / پایان‌نامه** ☐	

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

.....

الف) هدف کلی:

- آشنایی با سیستم‌های نمایش مختلف اعداد
- آشنایی با انواع مدارهای محاسباتی (جمع‌کننده/تفریق‌کننده/ضرب‌کننده/تقسیم‌کننده)

ب) اهداف ویژه:

دانشجویان پس از گذراندن این درس قادر خواهند بود که

۱. روش‌های سنتی و غیر سنتی نمایش اعداد را بشناسند و به کار بگیرند،
۲. انواع مدارهای محاسباتی شامل جمع کننده، تفریق کننده، ضرب کننده و تقسیم کننده را تحلیل و طراحی کنند،
۳. با روش‌های تسریع مدارهای محاسباتی آشنا شوند،
۴. با استاندارد IEEE برای سیستم نمایش اعداد ممیزشناور آشنا شده و آن را به کار ببرند.

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. سیستم نمایش اعداد
۲. مدارهای جمع کننده‌ی دو اپرندی
۳. مدارهای جمع‌کننده‌ی چند اپرندی
٤. مدارهای ضرب کننده
۵. مدارهای تقسیم کننده
٦. سیستم نمایش اعداد ممیزشناور

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

- در طول ترم ۵ سری تکلیف دستی از مطالب درسی در اختیار دانشجویان قرار می‌گیرد.
- هم‌چنین در طول ترم چند تمرین کامپیوتری (پیاده‌سازی مدارهای محاسباتی در سطوح مختلف) برای دانشجویان مشخص می‌شود.
- در پایان این درس هر یک از دانشجویان باید یک کاربرد عملی از محاسبات کامپیوتری در شاخه‌های مختلف را انتخاب کرده و به صورت سمینار برای سایر دانشجویان ارایه کنند.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

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

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1 Milos D. Ercegovac , Tomas Lang, Digital Arithmetic, Morgan Kaufmann Publishers, 2004.

2. I. Koren, Computer Arithmetic Algorithms, A.K. Peters, 2002.
3. B. Parhami, Computer Arithmetic: Algorithms and Hardware Design, Oxford University Press, 2000.
4. Mi Lu, Arithmetic and Logic in Computer Systems, John Wiley & Sons, 2004.
5. Kai Hwang, Computer Arithmetic, John Wiley & Sons, 1979.

عنوان درس به فارسی:	درستی‌سنجی صوری و عیب‌یابی در سیستم‌های دیجیتال		
عنوان درس به انگلیسی:	Formal Verification and Debugging of Digital Systems	**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:		**پایه** ☐	**نظری** ■
دروس هم‌نیاز:		**تخصصی** ☐	**عملی** ☐
تعداد واحد:	۳	**اختیاری** ■	**نظری-عملی** ☐
تعداد ساعت:	٤٨	**رساله / پایان‌نامه** ☐	

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

.....

الف) هدف کلی:

- آشنایی با روش‌های درستی‌سنجی صوری (Formal Verification) مدارهای دیجیتال
- آشنایی با روش‌های عیب‌یابی (Debugging) و تصحیح (Correction) اتوماتیک مدارهای دیجیتال

ب) اهداف ویژه:

۱. آشنایی با فرم‌های کانونیکال جهت نمایش مدارهای دیجیتال بطور خاص دیاگرام‌های تصمیم‌گیری (Decision Diagrams) در سطوح مختلف
۲. آشنایی با مسایل مختلف SAT و نحوه کارکرد SAT Solverها
۳. آشنایی با زبان‌های توصیف ویژگی‌ها مانند CTL و همچنین آشنایی با روش‌های چک‌کردن ویژگی‌ها (Property Checking) و برابری (Equivalence Checking)
۴. آشنایی با روش‌های عیب‌یابی و تصحیح اتوماتیک مدارهای دیجیتال قبل و بعد از ساخت (Pre- and Post-silicon Debug)

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. دیاگرام‌های تصمیم‌گیری دودویی (Binary Decision Diagrams)
۲. دیاگرام‌های تصمیم‌گیری سطح کلمه (Word Level Decision Diagrams)
۳. تبیین مساله صدق‌پذیری (Satisfiability) و نحوه کارکرد SAT Solverها
۴. چک‌کردن برابری (Equivalence Checking) مدارهای ترکیبی و ترتیبی با استفاده از دیاگرام‌های تصمیم‌گیری و SAT Solverها
۵. زبان‌های توصیف ویژگی‌ها در سطوح مختلف
۶. چک‌کردن ویژگی‌ها (Property Checking) با تعریف Transition System در مدارهای دیجیتال
۷. روش‌های عیب‌یابی و تصحیح اتوماتیک در سطوح مختلف تجرید (Abstraction Level) با استفاده از دیاگرام‌های تصمیم‌گیری و SAT Solverها
۸. عیب‌یابی پس از ساخت (Post-silicon Debug)

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

- آموزش تعاملی مبتنی بر بحث گروهی در کلاس با مطرح‌کردن سوالات و توضیح مباحث در جهت پاسخ‌گویی به سوالات
- مطرح‌کردن جدیدترین دستاوردهای پژوهشی مرتبط در دنیا و تبیین مشکلات پژوهشی پیش‌رو
- انجام تکالیف دستی (Homeworks) جهت تسلط به مباحث گفته شده سرکلاس
- انجام تکالیف کامپیوتری در قالب سه پروژه جهت تسلط به چگونگی ارتباط بین مباحث مختلف درس

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

تکالیف دستی (Homeworks)	۱۵ درصد
تکالیف کامپیوتری (Projects)	۲۰ درصد
آزمون میان‌ترم	۳۰ درصد

آزمون پایان نیم‌سال ۳۵ درصد

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. A. Biere, M. Heule, H. Maaren and T. Walsh, Handbook of Satisfiability, 2021.
2. B. Murphy, M. Pandey and S. Safarpour, Finding Your Way Through Formal Verification, 2018.
3. S. Ray, Scalable Techniques for Formal Verification, 2010.
4. K. Chang, I. L. Markov and V. Bertacco, Functional Design Errors in Digital Circuits: Diagnosis, Correction and Repair, 2009.
5. C. Baier and J.P. Katoen, Principles of Model Checking, 2008.

عنوان درس به فارسی:	طراحی سیستمهای تحمل پذیر خرابی		
عنوان درس به انگلیسی:	Fault Tolerant Systems	**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:		**پایه** □	**نظری** ■
دروس هم‌نیاز:		**تخصصی** □	**عملی** □
تعداد واحد:	۳	**اختیاری** ■	**نظری-عملی** □
تعداد ساعت:	٤٨	**رساله / پایان‌نامه** □	

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

.....

الف) هدف کلی:

- آشنایی با انواع افزونگی‌ها برای افزایش تحمل‌پذیری اشکال
- آشنایی با روش‌های تحلیل و ارزیابی تحمل‌پذیری اشکال

ب) اهداف ویژه:

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

۱. از افزونگی‌های سخت‌افزاری، اطلاعاتی، زمانی و نرم‌افزاری برای افزایش تحمل‌پذیری اشکال استفاده کنند،
۲. با اسفاده از زنجیر مارکوف سیستم‌های تحمل‌پذیر اشکال را تحلیل و ارزیابی کنند،
۳. اثر تغییرات فرآیند ساخت و کهن‌سالی را بر روی مشخصه‌های زمانی ترانزیستورها ارزیابی کنند،
۴. تاثیر خطای نرم بر روی عملکرد مدارهای دیجیتال ارزیابی کنند.

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. تاریخچه‌ی سیستم‌های تحمل‌پذیر اشکال
۲. انواع افزونگی‌ها در سیستم‌های تحمل‌پذیر اشکال
   - افزونگی سخت‌افزاری
   - افزونگی داده‌ای
   - افزونگی نرم‌افزاری
   - افزونگی زمانی
۳. روش‌های تحلیل کمی تحمل‌پذیری اشکال
   - مدارهای سری/موازی و غیرسری-موازی
   - زنجیر مارکوف
۴. شبکه‌های ارتباطی تحمل‌پذیری اشکال
۵. خطای نرم
۶. تغییرات فرایند ساخت
۷. کهن‌سالی

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

- در طول ترم ۵ سری تکلیف دستی از مطالب درسی در اختیار دانشجویان قرار می‌گیرد.
- هم‌چنین در طول ترم چند تمرین کامپیوتری (مانند تزریق اشکال در مدل وریلاگ یک پردازنده، به دست آوردن شارژ بحرانی گره‌های یک مدار برای بررسی تاثیر خطای نرم با شبیه‌سازی PSpice) برای دانشجویان مشخص می‌شود.

- در پایان این درس هر یک از دانشجویان باید یک کاربرد عملی از روش‌های تحمل‌پذیری اشکال در شاخه‌های مختلف را انتخاب کرده و به صورت سمینار برای سایر دانشجویان ارایه کنند.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

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

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Israel Koren, C. Mani Krishna, Fault Tolerant Systems, Elsevier Inc., 2022.
2. B. W. Johnson, Design and analysis of Fault-Tolerant Digital Systems, Addison-Wesley, 1989.
3. M. L. Shooman, Reliability of Computer Systems and Networks: Fault Tolerance, Analysis and Design, John-Wiely, 2002.
4. Shubu Mukherjee, Architecture Design for Soft Errors, Elsevier Inc., 2008.
5. Amir Zjajo, Stochastic Process Variation in Deep-Submicron CMOS: Circuits and Algorithms, Springer, 2014.

عنوان درس به فارسی:	معماری کامپیوتر پیشرفته		
عنوان درس به انگلیسی:	Advanced Computer Architecture	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:		پایه □	نظری ■
دروس هم‌نیاز:		تخصصی □	عملی □
تعداد واحد:	۳	اختیاری ■	نظری-عملی □
تعداد ساعت:	٤٨	رساله / پایان‌نامه □	

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

.....

الف) هدف کلی:

هدف کلی:

۱. آشنایی با معماری پردازنده‌های تک‌هسته‌ای پیشرفته (اجرای خارج از ترتیب، سوپر اسکالر، VLIW، برداری و ...)
۲. آشنایی با معماری پردازنده‌های چندهسته‌ای و سازگاری/یک‌پارچگی حافظه

اهداف ویژه:

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

۱. انواع پردازنده‌های تک هسته‌ای (با قابلیت اجرای خارج از ترتیب، سوپر اسکالر، VLIW، برداری) را پیاده‌سازی کنند.
۲. انواع پردازنده‌های چندهسته‌ای را پیاده‌سازی کنند.
۳. سیستم حافظه‌ی سازگار و یک‌پارچه را در پردازنده‌های چندهسته‌ای پیاده‌سازی کنند.

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مروری بر معماری مجموعه‌ی دستورات
۲. مروری بر مفاهیم پایه‌ی پایپ‌لاین (موازی‌سازی در سطح دستورات)
۳. مروری بر مفاهیم پایه‌ی سلسله‌مراتب حافظه
۴. پردازنده‌های سوپر اسکالر
۵. مدیریت اینتراپت و Exception در پردازنده‌های سوپر اسکالر
۶. پردازنده‌های VLIW
۷. مفاهیم پیشرفته در سلسله‌مراتب حافظه (مفاهیم پیشرفته در حافظه‌ی نهان، سازگاری و یک‌پارچگی در سیستم حافظه)
۸. پردازنده‌های برداری (موازی‌سازی در سطح داده)
۹. معماری پردازنده‌های چند هسته‌ای و چند نخی (موازی‌سازی در سطح نخ)
۱۰. شبکه‌های ارتباطی

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

- در این درس علاوه بر آشنایی با معماری پردازنده‌های پیشرفته، مثال‌های متعددی از پردازنده‌های تجاری نیز بررسی خواهد شد.
- در این درس تمرین‌های طراحی با زبان توصیف سخت‌افزاری و برنامه‌نویسی مختلفی به دانشجویان داده می‌شود.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

- فعالیت‌های کلاسی ۴۰ درصد
- آزمون میان‌ترم ۲۰ درصد
- آزمون پایان ترم ۴۰ درصد

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. John L. Hennessy , David A. Patterson, Computer Architecture: A Quantitative Approach, Morgan Kaufmann, 2019.
2. William Stallings, Computer Organization and Architecture: Designing for Performance, Pearson Pub., 2015.
3. Jurij Silc, Borut Robic, Theo Ungerer, Processor Architecture from Dataflow to Superscalar and Beyond, Springer, 1999.

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

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

.....

الف) هدف کلی:

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

ب) اهداف ویژه:

دانشجویانی که این درس را با موفقیت پشت سر بگذارند:

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

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

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

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

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

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

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

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

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

عنوان درس به فارسی:	یادگیری عمیق با کاربرد در بینایی ماشین و پردازش صوت		
عنوان درس به انگلیسی:	Deep Learning with Applications in Machine Vision and Audio Processing	**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:		**پایه** ☐	**نظری** ■
دروس هم‌نیاز:		**تخصصی** ☐	**عملی** ☐
تعداد واحد:	۳	**اختیاری** ■	**نظری-عملی** ☐
تعداد ساعت:	۴۸	**رساله / پایان‌نامه** ☐	

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

.....

الف) هدف کلی:

- آشنایی دانشجویان با ساختارهای نوین در یادگیری عمیق با نگاه به کاربردهایشان در بینایی ماشین و پردازش صوت

ب) اهداف ویژه:

دانشجویان در پایان درس قابلیت های زیر را دارا خواهند بود:

۱. با انواع مدلهای عمیق مثل شبکه‌های کانولوشنی، شبکه‌های بازگشتی و شبکه‌های ترانسفورمر آشنا می‌شوند.
۲. با دید شبکه‌های عمیق بعنوان یک گراف محاسباتی پارامتری و بهینه‌کردن پارامترهای گراف با تعریف تابع هزینه مناسب آشنا می‌شوند.
۳. با مدل اینکدر-دیکدر و همچنین تابع هزینه سی-تی-سی برای مدلسازی دنباله آشنا می‌شوند.
۴. با کاربردهای مختلفی مثل مکان‌یابی اشیاء، ترجمه ماشینی و تبدیل گفتار به متن آشنا می‌شوند.

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. شبکه های عصبی
   - ساختارهای ابتدایی برای طبقه بندی
   - آموزش شبکه های عصبی
۲. شبکه های عصبی کانولوشنی و ساختارهای نوین آن
۳. مدلهای مکان‌یابی اشیاء
۴. شبکه های عصبی به عنوان تخمین زننده توزیع چگالی شرطی
۵. شبکه‌های چگالی مخلوط
۶. شبکه های عصبی بازگشتی و مکانیزم توجه
۷. مدلهای اینکدر-دیکدر در ترجمه ماشینی
۸. مدلهای ترانسفورمری
۹. مدلهای زبانی و کاربردهای پردازش زبان طبیعی
۱۰. تبدیل گفتار به متن بوسیله لاس سی-تی-سی
۱۱. مدل های مولد برای سنتز تصویر و صوت

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

- ۴ تا ۵ تمرین
- یک پروژه امتیازی

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۷۵ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۲۵ درصد

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, Aaron Courville, Deep Learning, The MIT Press, 2016.
2. Dong Yu and Li Deng, Automatic Speech Recognition: A Deep Learning Approach. Springer Publishing Company, 2014.
3. Alex Graves, Supervised Sequence Labelling with Recurrent Neural Networks. Springer, 2012.
4. Christopher M. Bishop, Pattern Recognition and Machine Learning (Information Science and Statistics). Springer-Verlag, 2006.

عنوان درس به فارسی:	چندپردازنده‌های روی تراشه		
عنوان درس به انگلیسی:	Chip Multiprocessors		**نوع درس و واحد**
دروس پیش‌نیاز:			**پایه** □ **نظری** ■
دروس هم‌نیاز:			**تخصصی** □ **عملی** □
تعداد واحد:	۳		**اختیاری** ■ **نظری-عملی** □
تعداد ساعت:	٤٨		**رساله / پایان‌نامه** □

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

.....

الف) هدف کلی:

- این درس به بررسی متدهای نوین در معماری کامپیوتر برای طراحی پردازنده‌ها و حافظه‌ها در سیستم‌های کامپیوتری امروزی می‌پردازد. سیلابس این درس، که هدف آن شناساندن آخرین اطلاعات و پیشرفت‌های معماری کامپیوتر به دانشجویان است، بر اساس جهت گیری‌های (trend) جدید در بخش‌های پژوهشی و صنعتی مرتیط با معماری کامپیوتر تنظیم شده است. مهم ترین این مبحث ها در حال حاضر، شتابدهی سخت افزاری کاربردهای هوش مصنوعی و فناوری های نوین حافظه است. منبع بسیاری از مباحث درس، چهار کنفرانس اصلی رشته معماری کامپیوتر (ISCA ، MICRO، ASPLOS، وHPCA)، ژورنال اصلی معماری کامپیوتر(IEEE Micro) ، و کنفرانس اصلی ساخت و تولید سیستم‌های دیجیتال (ISSCC) می‌باشد. به علاوه، برای بسیاری از مباحث درس مثال‌هایی از پردازنده های مدرن از شرکت‌هایی مانند Intel، AMD، nVidia، ARM، IBM، و SUN ارائه می‌شود.

ب) اهداف ویژه:

دانشجویانی که این درس را با موفقیت پشت سر بگذارند:

۱. در جریان آخرین پیشرفتها و نیز موضوعات پژوهش جدید در زمینه معماری کامپیوتر و پردازش موازی قرار خواهند گرفت.
۲. دانش خوبی درباره معماری پردازنده های مدرن، حافظه، و مدارات و سیستم های جانبی متداول خواهند داشت.
۳. چالش‌ها و آخرین پیشرفت ها در زمینه طراحی و ساخت پردازنده های چند هسته‌ای و بسیارهسته‌ای را می‌شناسند.

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. معرفی روند تکنولوژی ساخت پردازنده ها
۲. بررسی چالش های معماری کامپیوتر در تکنولوژی های جدید و دلایل ظهور پردازنده های چندهسته ای
۳. مشکلات توان و دما و حافظه در پردازنده های چند هسته ای و مشکل سیلیکون تاریک
۴. شتابدهنده های سخت افزاری و پردازنده های با معماری ناهمگن
۵. نمونه های صنعتی پردازنده های ناهمگن
۶. یادگیری عمیق و شتابدهی سخت افزاری شبکه های عصبی
۷. روش های نوین و شتابدهی سخت افزاری یادگیری عمیق و پردازنده های تحاری شتابدهنده شبکه های عصبی
۸. حافظه های مدرن و پردازش در حافظه
۹. حافظه نهان و مدیریت آن در پردازنده های چندهسته ای
۱۰. همسان سازی حافظه نهان و نمونه های صنعتی حافظه نهان و همسان سازی
۱۱. مباحث پیشرفته در چند نخی و نمونه های صنعتی چند نخی پردازنده های مدرن

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

- تمرینات پژوهش محور (خواندن مقاله و ارایه گزارش، بررسی برخی ویژگیهای پردازنده های مدرن و ارایه گزارش)
- انجام شبیه سازی برای بررسی ویژگی های پردازنده های چندهسته ای
- یک پروژه نهایی .در این پروژه باید یک پیاده سازی یک شتابدهنده برای شبکه های عصبی ساخته و ارزیابی شود

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

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

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱. مجموعه ای از مقالات اخیر در زمینه های مرتبط به عنوان یکی از مراجع اصلی درس استفاده می شود

2. M. Daneshtalab, Modarressi, Hardware Architectures for Dep Learning, IET Publishers, 2020.
3. Daichi Fujiki, Xiaowei Wang, Arun Subramaniyan, Reetuparna Das, Synthesis Lectures on Computer Architecture: In-/Near-Memory Computing, Morgan and Claypool Publishers, 2022.
4. D. J. Sorin, M. D. Hill, D. Wood, Synthesis Lectures on Computer Architecture: A Primer on Memory Consistency and Cache Coherency, Morgan and Claypool Publishers, 2022.
5. Ali R. Hurson, Hamid Sarbazi-Azad, Dark Silicon and Future On-chip Systems, Elsevier Publishers, 2018.

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

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

.....

الف) هدف کلی:

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

ب) اهداف ویژه:

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

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

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

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

- ۵ تا ۷ تکلیف
- ۱ پروژه

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

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

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. R. O. Duda, P. E. Hart, and D. G. Stork, Pattern Classification. Wiley-Interscience , 2000.
2. S. Theodoridis and K. Koutroumbas, Pattern Recognition, Academic Press , 2009.
3. Christopher M. Bishop, Pattern Recognition and Machine Learning, Springer, 2006.

عنوان درس به فارسی:	پردازشگرهای سیستمهای نهفته		
عنوان درس به انگلیسی:	Embedded System Processing Elements	**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:		**پایه** □	**نظری** ■
دروس هم‌نیاز:		**تخصصی** □	**عملی** □
تعداد واحد:	۳	**اختیاری** ■	**نظری-عملی** □
تعداد ساعت:	٤٨	**رساله / پایان‌نامه** □	

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

.....

الف) هدف کلی:

- آشنایی با معماری های پردازنده های نهفته
- آشنایی با روشها و الگوریتمهای اختصاصی سازی پردازنده های نهفته

ب) اهداف ویژه:

۱. درک نیازمندی‌های نرم افزاری و سخت افزاری پردازنده های نهفته
۲. اختصاصی سازی معماری پردازنده با طراحی دستورات و شتابدهنده های خاص منظوره
۳. هم طراحی نرم افزار و سخت افزار در معماری پردازنده های نهفته
۴. تکنیکهای کامپایلری برای بهبود برنامه های نهفته

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. آشنایی با برنامه ها و پردازنده های نهفته
۲. آشنایی با معماری پردازنده های نهفته همه منظوره صنعتی
۳. آشنایی با تکنیکهای معماری برای بهبود کارایی و مصرف توان پردازنده نهفته
۴. آشنایی با روشهای موازی سازی در معماری پردازنده نهفته
۵. آشنایی با دستورات اختصاصی و الگوریتمها ی طراحی آنها
۶. تکنیکهای هم طراحی سخت افزار و نرم افزار در اختصاصی سازی پردازنده
۷. آشنایی با ابزارهای طراحی پردازنده های خاص منظوره
۸. آشنایی با نقش کامپایلر در بهبود برنامه های نهفته

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

- مطالعه مراجع درس، مطالعه و ارائه مقالات، انجام پروژه
- ۵ سری تکلیف دستی از مباحث روش طراحی، پایپ لاین، طراحی دستورات اختصاصی، بهبود کد با تکنیکهای کامپایلری
- ۲ تمرین کامپیوتری بر روی بورد FPGA
- مطالعه و ارائه یک یا دو مقاله به روز در قالب سمینار درس

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۳۰ درصد
سمینار	۱۵ درصد
آزمون میان ترم	۲۵ درصد
آزمون پایان ترم	۳۰ درصد

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

- کامپیوتر، پروژکتور، اینترنت

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. K. Karuri, R. Leupers, Application Analysis Tools for ASIP Design: Application Profiling and Instruction-set Customization, Springer, 2011.
2. P. Mishra, N. Dutt, Processor Description Languages, Morgan Kauffman Publishers, 2008.
3. J. L. Hennessy, D. A. Patterson, Computer Architecture: A Quantitative Approach, Morgan Kaufmann Publishers, 2019.
4. Paolo Ienne, Rainer Leupers, Customizable Embedded Processors, Morgan Kaufmann Publishers, 2007.
5. J. A. Fisher, P. Faraboschi, C. Young, Embedded Computing: A VLIW Approach to Architecture, Compilers and Tools, Morgan Kaufmann Publishers, 2005.