جمهوری اسلامی ایران

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

شورای گسترش و برنامه ریزی آموزش عالی

برنامه درسی رشته

مهندسی برق – مدارهای مجتمع الکترونیک

ELECTRICAL ENGINEERING - ELECTRONIC INTEGRATED CIRCUITS

مقطع کارشناسی ارشد

تهیه‌کنندگان:

نام عضو هیات علمی	مرتبه علمی
دکتر صمد شیخایی	دانشیار
دکتر شاهین جعفرآبادی آشتیانی	دانشیار
دکتر شقایق وحدت	استادیار

جدول تغییرات

ردیف	در برنامه قبلی	در برنامه بازنگری شده
۱.	دروس تخصصی-۲ چهار مورد بوده‌اند.	درس "مدارهای مجتمع توان پایین" به دروس تخصصی-۲ اضافه شده است و تعداد دروس، از ۴ به ۵ مورد رسیده است. دانشجویان به جای ۲ درس از بین ۴ درس، ۲ درس از بین ۵ درس را انتخاب خواهند کرد.
۲.	سمینار (۲ واحد)	به صورت روش تحقیق ۱ و روش تحقیق ۲ (هر کدام یک واحد) ارائه می شود.
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.	تکنولوژی مدارهای مجتمع فرکانس بالا	تغییر نام داده شده به: تکنولوژی 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.	محاسبات کوانتومی	ماهیت این درس با دیگر دروس رشته مقداری تفاوت دارد و لذا از فهرست دروس این رشته حذف شده است. اما دانشجویان کماکان می‌توانند آن را به عنوان دروس تخصصی رشته‌های دیگر بگذرانند.
۸.	--	درس طراحی مدارهای مجتمع خیلی فشرده دیجیتال، از RTL تا GDSII اضافه شده است
۹.	--	درس بسته‌بندی تراشه و مجتمع‌سازی ناهمگن اضافه شده است
۱۰.	--	درس فناوری‌ها، مدارها و سیستم‌های حافظه اضافه شده است
۱۱.	--	درس محاسبات درون حافظه اضافه شده است
۱۲.		سرفصل و محتوای کلیه دروس مورد بازبینی قرار گرفته‌اند.

فصل اول

مشخصات کلی برنامه درسی

الف) مقدمه

مهندسی برق – 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 مدارات 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 کمک مدارهای مجتمع الکترونیک انجام می‌پذیرد.

با اختراع ترانزیستور در اواخر دهه ۵۰ میلادی و ابداع مدارهای مجتمع در یک دهه بعد از آن، فناوری الکترونیک و مدارهای مجتمع شاهد پیشرفت بسیار سریعی بوده است به طوری که در مدت چند دهه، توانایی این فناوری از ساخت مدارات الکترونیکی ساده باچند ترانزیستور، به ساخت مداراتی با چند میلیارد ترانزیستور رسیده است. بازار بین المللی این فن‌آوری نیز بالغ بر صدها میلیارد دلار می‌شود.

با توجه به رشد بسیار سریع فناوری مدارهای مجتمع الکترونیک، سرعت تغییرات در مباحث آموزشی آن بالا است به طوری که نیاز به بروز کردن مستمر آن فارغ از برنامه های رسمی وجود داشته است که خوشبختانه در دانشگاه تهران با توجه به سرآمدی اساتید آن این امر با ارائه دروس جدید، و استفاده از منابع درسی مناسب تا حد بالایی تحقق یافته است.

حوزه‌های تحقیقاتی فعال در این رشته 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 رشته، تحقیقات روی مدارهای گسسته (دیسکریت) نیز انجام می‌گیرد.

ب) مشخصات کلی، تعریف و اهداف

برنامه حاضر برای مقطع کارشناسی ارشد رشته مهندسی برق – مدارهای مجتمع الکترونیک تهیه شده است. این رشته به طور متوسط برای دو سال تحصیلی (چهار 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. دانشجویان در این برنامه باید ۸ واحد آموزشی از دروس تخصصی-۱ را که موضوعات پایه‌ای و اساسی در رشته محسوب می‌شوند با موفقیت بگذرانند. در راستای کمک به انجام پایان‌نامه، با تأیید استاد راهنما دانشجویان باید نسبت به اخذ حداقل ۶ واحد از دروس تخصصی-۲ و حداکثر ۹ واحد از دروس اختیاری اقدام نمایند. تعداد ۶ واحد نیز برای پایان‌نامه کارشناسی ارشد و در نتیجه تعداد کل ۲۹ واحد برای دانش‌آموختگی در نظر گرفته شده است.

پ) ضرورت و اهمیت

هدف این رشته تربیت مهندسانی است که توانایی تحلیل، طراحی، ساخت، و تست سامانه های پیچیده الکترونیک، شامل مدارهای مجتمع و سامانه‌های الکترونیکی را که با استفاده از مدارهای مجتمع ساخته می‌شوند داشته باشند. می‌توان گفت هیچ فناوری مهمی در دنیا وجود ندارد که نیازمند مدارهای الکترونیکی نباشد. از پیاده‌سازی سخت‌افزاری هوش مصنوعی و شبکه‌های عصبی که طی سالیان اخیر توجه زیادی را به خود جلب کرده است گرفته تا خودروها، هواپیماها، لوازم خانگی، ابزارهای ارتباطی و دستگاه‌های پزشکی، در همه این موارد، به طریقی از مدارهای مجتمع (فشرده) و سامانه‌های

الکترونیکی استفاده می گردد. از طرفی، امروزه اهمیت پژوهش در حوزه‌های بین رشته‌ای و حرکت بر روی مرزهای دانش بر هیچکس پوشیده نیست. با توجه به تنوع حوزه‌های تحقیقاتی اساتید دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر، امکان فعالیت در حوزه‌های بین رشته‌ای برای دانشجویان این گرایش وجود خواهد داشت که آن‌ها را جهت ورود به بازار کار و یا ادامه تحصیل در مقاطع بالاتر توانمند می‌سازد. با توجه به گستردگی کاربرد مدارهای الکترونیکی در اکثر سامانه‌ها، دانش‌آموختگان این رشته علاوه بر صنایع تخصصی الکترونیک و میکروالکترونیک، در سایر صنایع نظیر خودروسازی، انرژی، رباتیک، تجهیزات پزشکی و نظامی نیز می توانند در ایران مشغول به کار شوند.

ت) تعداد و نوع واحدهای درسی

جدول (۱)- توزیع واحدها

نوع دروس	تعداد واحد
دروس جبرانی (*)	حداقل صفر حداکثر ۶ واحد
دروس عمومی	۰
دروس پایه	۰
دروس تخصصی الزامی-۱	۸ واحد
دروس تخصصی الزامی-۲	حداقل ۶ حداکثر ۱۵واحد
دروس تخصصی اختیاری	حداقل صفر حداکثر ۹ واحد
پایان‌نامه	۶ واحد
جمع	**۲۹**

(*) در صورت غیرمرتبط بودن رشته مقطع قبلی دانشجو، گذراندن حداکثر ۳ واحد جبرانی با انتخاب گروه آموزشی لازم است.

تبصره: دانشجویانی که گرایش مقطع قبلی آنان با این گرایش غیرمرتبط می‌باشد بایستی تا ۳ واحد را به عنوان دروس جبرانی از میان دروس دوره قبل این رشته در نیمسال اول تا دوم بگذرانند. انتخاب این دروس به تشخیص گروه آموزشی است و شامل دروسی است که دانش پایه و اصلی این رشته را در بر دارد.

ث) مهارت، توانمندی و شایستگی دانش‌آموختگان

کسب مهارت، شایستگی و توانمندی در زمینه	دروس مرتبط
طراحی مدارهای مجتمع آنالوگ	مدارهای مجتمع خطی، مبدل‌های داده مجتمع، مدارهای مجتمع فرکانس رادیویی، 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
مهارت‌ها، شایستگی‌ها و توانمندی‌های عمومی	دروس مرتبط
آشنایی با روش‌های تحقیق و ارائه مستندات	روش تحقیق ۱ و ۲

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 کارشناسی ارشد و ضرایب

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

عناوین دروس امتحانی : ۱- زبان عمومی و تخصصی (انگلیسی)، ۲- ریاضیات (معادلات دیفرانسیل، ریاضیات مهندسی، آمار و احتمال)، ۳- مدارهای الکتریکی (۱و ۲)، ۴- الکترونیک (۱و ۲) و سیستمهای دیجیتال ۱، ۵- ماشینهای الکتریکی (۱و ۲) و تحلیل سیستمهای انرژی الکتریکی ۱، ۶- سیستمهای کنترل خطی، ۷- سیگنالها وسیستمها، ۸- الکترومغناطیس.									
رشته	**گرایش**	**کد ضریب**	**ضرایب دروس امتحانی به ترتیب دروس (از راست به چپ)**							
			۱	۲	۳	٤	٥	٦	۷	۸
مهندسی برق	مدارهای مجتمع الکترونیک	۱	۲	۳	۳	۴	۱	۱	۲	۲

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		
۱.	**الکترونیک ۲**	**۳**	*			**۴۸**	۰	–	–
۲.	**الکترونیک ۳**	**۳**	*			**۴۸**	۰	–	–
۳.	**فیزیک الکترونیک**	**۳**	*			**۴۸**	۰	–	–

- به تشخیص گروه آموزشی، دانشجویان باید نسبت به گذراندن دروس از جدول بالا به عنوان واحدهای جبرانی مطابق مقررات آموزشی دانشگاه اقدام نمایند.

جدول (۲)- عنوان و مشخصات کلی دروس تخصصی الزامی-۱*

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد (۱-۳ واحد)	نوع واحد			تعداد ساعات		پیش‌نیاز	هم‌نیاز
			نظری	عملی	نظری-عملی	نظری	عملی		
۱.	**مدارهای مجتمع خیلی فشرده پیشرفته**	۳	*			۴۸	۰	-	-
۲.	**مدارهای مجتمع خطی** (CMOS)	۳	*			۴۸	۰	-	-
۳.	**روش تحقیق ۱**	۱	*			۱۶	۰	-	-
۴.	**روش تحقیق ۲**	۱	*			۱۶	۰	-	-

* گذراندن تمام دروس تخصصی-۱ الزامی است.

جدول (۳)- عنوان و مشخصات کلی دروس تخصصی الزامی-۲*

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد (۱-۳ واحد)	نوع واحد			تعداد ساعات		پیش‌نیاز	هم‌نیاز
			نظری	عملی	نظری-عملی	نظری	عملی		
۱.	**مبدل‌های داده مجتمع**	۳	*			۴۸	۰	–	–
۲.	**مدارهای مجتمع فرکانس رادیویی**	۳	*			۴۸	۰	–	–
۳.	**اینترکانکت‌ها و یک‌پارچگی سیگنال در مدارهای VLSI و نانوسیستم‌ها**	۳	*			۴۸	۰	–	–
۴.	**ابزار دقیق پیشرفته الکترونیکی**	۳	*			۴۸	۰	–	–
۵.	**مدارهای مجتمع توان پایین**	۳	*			۴۸	۰	–	–

* دانشجویان می‌بایست با تایید استاد راهنما حداقل دو درس و حداکثر پنج درس از جدول بالا را بگذرانند.

جدول (٤)- عنوان و مشخصات کلی دروس تخصصی اختیاری

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	نوع واحد			تعداد ساعات		پیش‌نیاز	هم‌نیاز
			نظری	عملی	نظری-عملی	نظری	عملی		
۱.	**فناوری‌ها، مدارها و سیستم‌های حافظه**	۳	*			٤٨	۰	–	–
۲.	**محاسبات درون حافظه**	۳	*			٤٨	۰	–	–
۳.	**رابطهای سریال پرسرعت**	۳	*			٤٨	۰	–	–
۴.	**مدارها و سیستمهای مجتمع زیستی**	۳	*			٤٨	۰	–	–
۵.	**تکنولوژی مدارهای مجتمع فرکانس رادیویی**	۳	*			٤٨	۰	–	–
۶.	**بسته‌بندی تراشه و مجتمع‌سازی ناهمگن**	۳	*			٤٨	۰	–	–
۷.	**الکترونیک سطح گسترده**	۳	*			٤٨	۰	–	–
۸.	**طراحی مدارهای مجتمع خیلی فشرده دیجیتال، از RTL تا GDSII**	۳	*			٤٨	۰	–	–
۹.	**سیستم روی تراشه**	۳	*			٤٨	۰	–	–
۱۰.	**مدارهای مجتمع خطی پیشرفته**	۳	*			٤٨	۰	–	–
۱۱.	**فیلترهای مجتمع**	۳	*			٤٨	۰	–	–
۱۲.	**پردازش سیگنالهای آنالوگ**	۳	*			٤٨	۰	–	–
۱۳.	**مدارهای پهن باند**	۳	*			٤٨	۰	–	–
۱۴.	**مدارهای مجتمع یکپارچه ریز موج**	۳	*			٤٨	۰	–	–
۱۵.	**مدارهای مجتمع نوری**	۳	*			٤٨	۰	–	–
۱۶.	**تئوری و فناوری ساخت افزاره‌های نیم‌رسانا**	۳	*			٤٨	۰	–	–
۱۷.	**افزاره‌های نیم‌رسانا**	۳	*			٤٨	۰	–	–
۱۸.	**طراحی و مدل‌سازی بازبان‌های سخت‌افزاری (VHDL)**	۳	*			٤٨	۰	–	–
۱۹.	**سلول خورشیدی**	۳	*			٤٨	۰	–	–
۲۰.	**نانوبیوالکترونیک**	۳	*			٤٨	۰	–	–

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	نوع واحد			تعداد ساعات		پیش‌نیاز	هم‌نیاز
			نظری	عملی	نظری-عملی	نظری	عملی		
۲۱.	**افزاره‌های ذخیره انرژی ۱**	۳	*			۴۸	۰	–	–
۲۲.	**مباحث ویژه در الکترونیک**	۳	*			۴۸	۰	–	–
۲۳.	**دروس تحصیلات تکمیلی سایر رشته‌ها**	۳	*			۴۸	۰	–	–

- به تشخیص استاد راهنما ، دانشجویان می‌بایست حداقل صفر درس و حداکثر سه درس از فهرست دروس اختیاری بالا را بگذرانند.
- دانشجویان به تشخیص استاد راهنما و موافقت گروه آموزشی می‌توانند حداکثر دو درس اختیاری خود را از میان دروس سایر رشته‌های تحصیلات تکمیلی اخذ نمایند.

فصل سوم

ویژگی‌های دروس

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:	٤٨	**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.

۷. **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.

۸. **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.

۹. **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.

۱۰. **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.

۱۱. **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.

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 and G. C. Temes, Analog MOS Integrated Circuits for Signal Processing, John Wiley & Sons, Inc., 1989

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:	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:			**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:

- 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: هیتروداین، 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, 2012,
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.

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		
عنوان درس به انگلیسی:	In Memory 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:

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:	مدارها و سیستم‌های مجتمع زیستی		
عنوان درس به انگلیسی:	Biomedical Integrated Circuits and Systems		**نوع درس و واحد**
			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:	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:	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 سوییِنگ 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:	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:	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:	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. 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:	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: ۴۸		**رساله / پایان‌نامه** ☐	

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

.....

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.

اهداف ویژه:

۱. تسلط دانشجویان تحصیلات تکمیلی بر فیزیک و انواع سلول های 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. محاسبه جریان سلول خورشیدی
۳. انواع سلول های خورشیدی
۴. سلول های خورشیدی سیلیکونی
۵. سلول‌های خورشیدی نانوساختار پروسکایتی
۶. مشخصه یابی سلول‌های خورشیدی
۷. سلول‌های خورشیدی لایه نازک CdS و CIGS
۸. سلول‌های خورشیدی بازدهی بالا III-V
۹. طراحی نیروگاه متصل به شبکه
۱۰. طراحی و محاسبه نیروگاه منفصل از شبکه
۱۱. شبیه‌سازی سلول خورشیدی در قالب پروژه با نرم‌افزار SCAPS

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:	نانو بیوالکترونیک		
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:

.....

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 سیگنال های 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 داروورسانی و مهندسی فرایندهاست.

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 افزاره های 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 رگ های خونی و لنفاوی با بافت مجاور، مدالیته جدید در درمان
۷- پدیده الکترو پوریشن و چگونگی بکار گیری آن در دارو رسانی انتخابگرایانه به بافت های 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:	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.
5. R. A. Huggins, Advanced Batteries: Materials Science Aspects, Springer, 2009.