



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



برنامه‌ریزی رشته

مهندسی برق – مخابرات میدان و موج

COMMUNICATIONS ENGINEERING (FIELDS AND WAVES)

مقطع دکتری

تهیه کنندگان:

مرتبۀ علمی	نام عضو هیات علمی
استاد	دکتر شاه آبادی
دانشیار	دکتر یوسفی
استادیار	دکتر نشاط

جدول تغییرات

دکتری مهندسی برق – مخابرات میدان و موج / ۲

جدول ۱- تغییرات در کلیات برنامه درسی

ردیف	در برنامه قبلی	در برنامه بازنگری شده
۱.	عدم وجود درس تخصصی الزامی	اضافه کردن درس روشهای عددی در الکترومغناطیس به عنوان درس تخصصی الزامی*
۲.	عدم وجود دروس جبرانی	اضافه کردن دروس ریاضیات مهندسی پیشرفته و الکترومغناطیس پیشرفته به عنوان دروس جبرانی

* در صورت گذراندن این درس در مقاطع قبلی مجاز به اخذ مجدد در دوره دکترا نخواهند بود.

جدول ۲- لیست دروس با تغییر در نوع درس

ردیف	در برنامه قبلی	در برنامه بازنگری شده
۱.	ریاضیات مهندسی پیشرفته (اختیاری)	ریاضیات مهندسی پیشرفته (جبرانی)
۲.	تئوری الکترومغناطیس (الکترومغناطیس پیشرفته) (اختیاری)	تئوری الکترومغناطیس (الکترومغناطیس پیشرفته) (جبرانی)
۳.	روشهای عددی در الکترومغناطیس (اختیاری)	روشهای عددی در الکترومغناطیس (تخصصی الزامی)

لازم به ذکر است محتوای کلیه دروس آورده شده در جدول برنامه درسی بروز رسانی شده اند که شرح درس فارسی و انگلیسی آنها در این بسته قرار داده شده است.

جدول ۳- لیست دروس اضافه شده

ردیف	در برنامه قبلی	در برنامه بازنگری شده
۱.	-	نور غیرخطی

جدول ۴- لیست دروس حذف شده

ردیف	در برنامه قبلی	در برنامه بازنگری شده
۱.	-	-

نظر به اینکه محتوای کلیه دروس آورده شده در جدول برنامه درسی بروز رسانی شده است، ضرورتی به حذف هیچ یک از دروس وجود نداشت.

فصل اول

مشخصات کلی برنامه درسی

رشته مهندسی مخابرات میدان و موج بصورت تخصصی به دانش و کاربردهای مرتبط با پدیده میدان و موج از نوع الکترومغناطیسی و سایر انواع آن می پردازد. بصورت سنتی کاربرد مهندسی مخابرات میدان و موج به طور عمده منحصر به توسعه سامانه های ارتباطی بود، اما با گسترش علم و فناوری، کاربرد این گرایش در حوزه های دیگری نظیر حسگری، زیست فناوری، پزشکی، تصویربرداری و غیره گسترش یافته است. بنابراین، برای رفع نیازهای کشور و همگامی با تحولات روز دنیا، نیاز به تربیت نیروی انسانی متخصص در این گرایش به شدت ضروری است. در سطوح بالاتر، در کنار فعالیتهای عملی و صنعتی در این زمینه، نیاز به انجام تحقیق در زمینه های بنیادی و نیز توسعه فناوری های نوین کاربردی وجود دارد. تحقیق و توسعه بنیادی و نیز حرکت در لبه دانش ابزار رقابتی در مقایسه با سایرین در اختیار کشور قرار خواهد داد. از این رو ضرورت دارد تا در سطوح عالی دانشجویانی در این زمینه پرورش داده شده تا برای این امر مهم آماده شوند.

ب) مشخصات کلی، تعریف و اهداف

این رشته به طور متوسط برای چهار سال تحصیلی (۸ نیم سال) طراحی شده است. هر نیم سال مشتمل بر ۱۶ هفته آموزشی است. برای هر واحد نظری ۱۶ ساعت آموزش در نظر گرفته شده است. برنامه حاضر در مقطع دکتری رشته مهندسی مخابرات میدان و موج تهیه شده است. در راستای ارتقا دانش نظری و فناوریانه، دانشجویان باید با تأیید استاد راهنما نسبت به اخذ ۳ واحد درس تخصصی الزامی و ۱۵ واحد تخصصی اختیاری از دروس تخصصی اختیاری مقطع تحصیلات تکمیلی اقدام نمایند. بر اساس مصوبات وزارت عتف تعداد ۱۸ واحد نیز برای رساله دکتری و در نتیجه تعداد کل ۳۶ واحد برای دانش آموختگی در نظر گرفته شده است.

پ) ضرورت و اهمیت

بصورت سنتی کاربرد مهندسی مخابرات میدان و موج به طور عمده منحصر به توسعه سامانه های ارتباطی بود، اما با گسترش علم و فناوری، کاربرد این گرایش در حوزه های دیگری نظیر حسگری، زیست فناوری، پزشکی، تصویربرداری و غیره گسترش یافته است. بنابراین، برای رفع نیازهای کشور و همگامی با تحولات روز دنیا، نیاز به تربیت نیروی انسانی متخصص در این گرایش به شدت ضروری است. در سطوح بالاتر، در کنار فعالیتهای عملی و صنعتی در این زمینه، نیاز به انجام تحقیق در زمینه های بنیادی و نیز توسعه فناوری های نوین کاربردی وجود دارد. تحقیق و توسعه بنیادی و نیز حرکت در لبه دانش ابزار رقابتی در مقایسه با سایرین در اختیار کشور قرار خواهد داد. از این رو ضرورت دارد تا در سطوح عالی دانشجویانی در این زمینه پرورش داده شده تا برای این امر مهم آماده شوند.

جدول (۱) - توزیع واحدها

تعداد واحد	نوع دروس
۰	دروس عمومی
۰	دروس پایه
۳*	درس تخصصی الزامی
۱۵	دروس تخصصی اختیاری
۱۸	رساله
۳۶	جمع

* در صورت گذراندن درس تخصصی الزامی در مقاطع قبلی مجاز به اخذ مجدد در دوره دکترا نخواهند بود و با تایید استاد راهنما با یک درس تخصصی اختیاری جایگزین می شود.

تبصره: دانشجویانی که گرایش مقطع قبلی آنان با این گرایش غیر مرتبط می باشد بایستی تا ۶ واحد را به عنوان دروس جبرانی از میان دروس دوره قبل این رشته را در نیمسال اول تا دوم بگذرانند. انتخاب این دروس به تشخیص گروه آموزشی دانشگاه / مؤسسه می باشد و بایستی شامل دروسی باشد که دانش پایه و اصلی این رشته را در بر بگیرد. تعداد واحدهای جبرانی نیز به تشخیص گروه آموزشی دانشگاه / مؤسسه و بر مبنای میزان ارتباط رشته با رشته دوره قبلی دانشجو می باشد.

ث) مهارت، توانمندی و شایستگی دانش آموختگان

دروس مرتبط	کسب مهارت، شایستگی و توانمندی در زمینه
ریاضیات مهندسی پیشرفته، الکترومغناطیس پیشرفته، روشهای عددی در الکترومغناطیس، دایادهای گرین در الکترومغناطیس	نظریه میدان و موج الکترومغناطیسی
آنتن ۲، فناوری ترانز، مدارهای فعال ریز موج، میکروویو (ریزموج) ۲، سیستمهای رادار، سازگاری الکترومغناطیسی، انتشار امواج رادیویی، طراحی شبکههای مخابراتی	مهندسی آنتن، مهندسی میکروویو و موج میلیمتری، فناوری ترانز
نور فوریه، مبانی فوتونیک، نانوفوتونیک، فیبر نوری، نور کوانتومی، فرامواد، نور غیرخطی	اپتیک و فوتونیک

ج) شرایط و ضوابط ورود به دوره

مطابق ضوابط و مقررات وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

ه) عناوین دروس امتحانی جهت ورود به مقطع دکتری

<p>عناوین دروس امتحانی : ۱- مجموعه دروس تخصصی در سطح کارشناسی شامل (ریاضیات مهندسی- مدارهای الکتریکی ۱ و ۲- الکترومغناطیس- سیگنالها و سیستمها)، ۲- استعداد تحصیلی و ۳- زبان انگلیسی</p>		
رشته	گرایش	رشته‌های مرتبط که دانش آموختگان آن می‌توانند در این مجموعه امتحانی شرکت کنند.
مهندسی مخابرات میدان و موج	-	تمامی رشته‌ها

جدول (۲) - مواد و ضرایب امتحانی

ردیف	عنوان درس	ضریب
۱	مجموعه دروس تخصصی در سطح کارشناسی شامل (ریاضیات مهندسی، مدارهای الکتریکی ۱ و ۲، الکترومغناطیس، سیگنالها و سیستمها)	۴
۲	استعداد تحصیلی	۱
۳	زبان انگلیسی	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		پیش نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	نظری-عملی	نظری	عملی		
۱.	ریاضیات مهندسی پیشرفته	۳	*	-	-	۴۸	۰	-	-
۲.	الکترومغناطیس پیشرفته (تئوری الکترومغناطیس)	۳	*	-	-	۴۸	۰	-	-

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

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد (۱-۳ واحد)	نوع واحد			تعداد ساعات		پیش نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	نظری-عملی	نظری	عملی		
۱.	روشهای عددی در الکترومغناطیس	۳	*	-	-	۴۸	۰	-	-

* در صورت گذراندن این درس در مقاطع قبلی مجاز به اخذ مجدد در دوره دکترا نخواهند بود و با تایید استاد راهنما با دروس تخصصی اختیاری جایگزین می شود.

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

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	نوع واحد			تعداد ساعات		پیش نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	نظری-عملی	نظری	عملی		
۱.	دایادهای گرین در الکترومغناطیس	۳	*			۴۸	۰	-	-
۲.	آنتن ۲	۳	*			۴۸	۰	-	-
۳.	ریزموج ۲ (مایکروویو ۲)	۳	*			۴۸	۰	-	-
۴.	فناوری تراهرتز	۳	*			۴۸	۰	-	-
۵.	مدارهای فعال مایکروویو (ریزموج)	۳	*			۴۸	۰	-	-
۶.	سیستمهای رادار	۳	*			۴۸	۰	-	-
۷.	سازگاری الکترومغناطیسی	۳	*			۴۸	۰	-	-
۸.	انتشار امواج رادیویی	۳	*			۴۸	۰	-	-
۹.	طراحی شبکه‌های رادیویی	۳	*			۴۸	۰	-	-
۱۰.	نور فوریه	۳	*			۴۸	۰	-	-
۱۱.	مبانی فوتونیک	۳	*			۴۸	۰	-	-
۱۲.	نانو فوتونیک	۳	*			۴۸	۰	-	-
۱۳.	فیبر نوری	۳	*			۴۸	۰	-	-
۱۴.	نور کوانتومی	۳	*			۴۸	۰	-	-
۱۵.	فرامواد	۳	*			۴۸	۰	-	-
۱۶.	نور غیر خطی	۳	*			۴۸	۰	-	-

- به تشخیص استاد راهنما، دانشجویان موظف به اخذ ۱۵ واحد از لیست دروس تخصصی اختیاری (جدول بالا) که در مقطع کارشناسی ارشد نگذرانده‌اند، هستند.
- با موافقت استاد راهنما و تایید گروه آموزشی، دانشجویان می‌توانند حداکثر ۲ درس خارج از لیست دروس تخصصی اختیاری در جدول بالا و از رشته‌های مرتبط اخذ نمایند.

فصل سوم

ویژگی‌های دروس

عنوان درس به فارسی:		روشهای عددی در الکترومغناطیس	
عنوان درس به انگلیسی:		Numerical Techniques in Electromagneti	
نوع درس و واحد	پایه	نظری ■	
دروس پیش نیاز:	تخصصی ■	عملی	
دروس هم نیاز:	اختیاری	نظری-عملی	
تعداد واحد:	رساله / پایان نامه	۳	
تعداد ساعت:		۴۸	

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

هدف کلی:

- هدف این درس آشنا سازی دانشجویان با دانش و مهارتهای مورد نیاز برای انتخاب یک روش عددی مناسب برای حل مساله الکترومغناطیسی داده شده، یا ترکیب روشهای عددی موجود برای دستیابی به یک روش هایبرید است.

اهداف ویژه:

- دانشجویانی که این درس را با موفقیت بگذارند قابلیتهای ذیل را خواهند داشت:
۱. پیاده سازی تعدادی از مشهورترین روشهای عددی مورد کاربرد در حل مسائل الکترومغناطیسی عملی.
 ۲. شناخت چالشهای اساسی پیش رو در پیاده سازی و کاربرد روشهای عددی مختلف.
 ۳. آزمون و اعتبارسنجی خروجیهای یک روش عددی بکار گرفته شده در حل مسائل الکترومغناطیسی.

پ) مباحث یا سرفصل ها:

۱. روشهای تفاضل محدود (FD) (فرمولهای تفاضل محدود مختلف و پیاده سازی آنها برای حل معادلات دیفرانسیل مشتقات جزئی سهموی، هذلولوی و بیضوی، دقت و پایداری حلهای تفاضل محدود (روش فون نیومن)
۲. پیاده سازی روش تفاضل محدود در حل مسائل عملی: ساختارهای موجبری، مسائل پراکندگی، روش تفاضل محدود حوزه زمان FDTD، شرایط مرزی جاذب و PML، روشهای انتگرال گیری عددی)
۳. روشهای وردشی، فرمهای ضعیف، فانکشنال معادل، روش ریلی-ریتز
۴. روشهای باقیماندهای وزندار
۵. روشهای ممان (MoM) (زمینه های ریاضی، کاربرد در حل مسائل الکترواستاتیک
۶. اعمال به معادلات انتگرالی (IE) میدانهای متغیر با زمان: آنتن های سیمی، ...)
۷. روشهای حوزه طیف (بدست آوردن بیانهای مختلف توابع گرین: سری تصاویر حقیقی، حل مودال، سری تصاویر مختلط، روش پرونی)
۸. روشهای تسریع سرعت همگرایی سریها (تبدیل پواسان، تبدیل کامر، تبدیل شنکس، روش بسط به توابع نمایی)

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

- ۷ سری تمرین
- ۳ یا ۴ آزمون کلاسی
- تعدادی پروژه عددی مرتبط با تکالیف و یک پروژه پایانی

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

- فعالیت های کلاسی در طول نیم سال ۵۰ درصد
- آزمون پایان نیم سال ۵۰ درصد

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. M. N. O. Sadiku, Computational Electromagnetics with MATLAB, CRC Press, 2019.
2. J. N. Reddy, An Introduction to the Finite Element Method, McGraw Hill, 2006.
3. R. F. Harrington, Field Computation by Moment Methods, IEEE Press, 1993
4. T. Itoh, Numerical Techniques for Microwaves and Millimeter Wave Passive Structures, John Wiley, 1989.
5. Elsherbeni, V. Demir, The FDTD Method for Electromagnetics with MATLAB Simulations, Sci Tech Pub Inc., 2009.

عنوان درس به فارسی:		دایاد های گرین در الکترومغناطیس	
عنوان درس به انگلیسی:		Dyadic Green's Functions in EM Theory	
دروس پیش نیاز:		نوع درس و واحد	
دروس هم نیاز:		پایه <input type="checkbox"/> نظری <input checked="" type="checkbox"/>	
تعداد واحد:	۳	تخصصی <input type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/>	
تعداد ساعت:	۴۸	اختیاری <input checked="" type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/>	
		رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>	

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

هدف کلی:

- ایجاد دانشی قوی در نظریه الکترومغناطیس و آنتن ها و فرمولبندی ساختار های مختلف به شکل دایادی
- روش های تحلیلی برای حل ساختار های گوناگون الکترومغناطیسی در دستگاه های مختلف

اهداف ویژه:

۱. بیان معادلات ماکسول و مسائل مختلف الکترومغناطیسی به شکل دایادی
۲. بررسی و ایجاد توابع دایادی گرین و توابع موج برداری در دستگاه های مختصات مختلف و گروه بندی آن ها
۳. فرمولبندی مسایل و ساختار ها و محیط های گوناگون (چند لایه، متحرک،...) در دستگاه های مختلف
۴. بررسی و تحلیل موضوع های روز مرتبط با توابع دایادی گرین (محیط های کایرال، توابع دایادی وابسته به زمان در موج بر ها، حوزه طیف...)

پ) مباحث یا سرفصل ها:

۱. مرور قضایا و روابط الکترومغناطیس: تحلیل برداری، تحلیل دایادی، تبدیل فوریه و هنکل، توابع عددی گرین
۲. توابع دایادی گرین: دایاد گرین فضای آزاد، گروه بندی توابع دایادی گرین، هم پاسخی، دایاد گرین برای مساله نیم فضا
۳. موجبر های مستطیلی: روش های Ge، GA و Ge، Gm، موج برها با دو عایق، موج بر با صفحات موازی، تکینی Ge، تکینی در ناحیه منبع
۴. موج بر ها و ساختار های استوانه ای: استوانه رسانا، استوانه عایقی و با پوشش، عبارات مجانبی، گوه رسانا و نیم صفحه، تابش از دو قطبی الکتریکی و مغناطیسی در حضور نیم صفحه، استوانه بیضی گونه و توابع موج برداری استوانه ای بیضی گونه در دستگاه مختصات مربوط
۵. موج بر ها و ساختار های کروی: کره و مخروط رسانا، کره رسانا و عایق، حفره کروی
۶. محیط تخت لایه بندی شده: نظریه سامرولد، دایاد های گرین برای محیط چند لایه، هم پاسخی در محیط های چند لایه
۷. محیط های ناهمگن و متحرک: توابع موج برداری برای محیط های چند لایه کروی و ناهمگن، موج بر ها با محیط های متحرک
۸. مباحث ویژه در موضوع های روز مرتبط (محیط های کایرال، توابع دایادی گرین وابسته به زمان در موج بر ها، حوزه طیف...)

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

- تعداد ۸ تا ۱۰ تکلیف
- یک یا چند پروژه

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

- فعالیت های کلاسی و ارزیابی در طول نیم سال ۷۰ درصد
- آزمون پایان نیم سال ۳۰ درصد

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

- امکانات سمعی-بصری و دسترسی به سامانه و منابع علمی

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. C.T. Tai; Dyadic Green Functions in Electromagnetic Theory, IEEE Press, 1994
2. R.E., Collin; Field Theory of Guided Waves, IEEE Press, 1991
3. C.T. Tai, Generalized Vector and Dyadic Analysis, IEEE Press, 1992

4. J. A. Kong, Electromagnetic Wave Theory, John Wiley & Sons, 1986
5. Ishimaru, Electromagnetic Wave Propagation, Radiations, and Scattering, Prentice Hall, 1991.

عنوان درس به فارسی:		آنتن ۲	
عنوان درس به انگلیسی:		Antenna 2	
نوع درس و واحد			
پایه <input type="checkbox"/>	نظری <input checked="" type="checkbox"/>		
تخصصی <input type="checkbox"/>	عملی <input type="checkbox"/>		
اختیاری <input checked="" type="checkbox"/>	نظری-عملی <input type="checkbox"/>	تعداد واحد:	۳
رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>		تعداد ساعت:	۴۸

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

هدف کلی:

این درس دانشجویان مهندسی مخابرات را با پایه های لازم برای درک و استفاده علمی و عملی از آنتن های پیشرفته آماده می سازد. دانشجویان قادر خواهند بود، یک مساله داده شده آنتن را فرمول بندی کنند و مشخصه های آنتن را بدست آورند. روش های ریاضی و تحلیلی برای حل مسایل گوناگون آنتن ها در این درس ارائه می شود تا دانشجویان با موضوعات پیشرفته در زمینه مهندسی آنتن آشنا شوند.

اهداف ویژه:

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

۱. با طیف متنوعی از آنتنهای پیشرفته پر کاربرد آشنا شوند،
۲. دانش لازم برای تحلیل و طراحی آنتن های پیشرفته را کسب نمایند.

پ) مباحث یا سرفصل ها:

۱. کلیات و مفاهیم آنتن و مرور قضایای مرتبط
۲. الگوی تابشی، بردار تابش، بردار طول موثر، قطبی شدگی، مرور قضایای هم ارزی، هم پاسخی، دو گانی، حل معادلات ماکسول، نمایش میدان، نمایش استراتون چو، شرط تابش سامرفلد، تقریب راه دور آنتن های سیمی
۳. روشهای محاسبه امپدانس ورودی (Zin) روش وردشی (Variational)، روش EMF، آنتن های استوانه ای، تقریب سیم نازک، امپدانس خودی و متقابل، آنتن حلقه ای، آنتن مارپیچی، آنتن دومیخروطی، آنتن های خود مکمل، آنتن دوره ای لگاریتمی (LPDA)، آنتن های پهن باند، آنتن های عملی
۴. آنتن های روزنه ای (آنتن های بزرگ)
۵. تابش از روزنه ها در صفحه زمین، آنتن های شیپوری، شیپوری های دندانه دار، مرکز فاز، آنتن های بازتابی، آنتن های سهمی گونه، روشهای محاسبه میدان، کاهش سطح گلبرگ کناری، تغذیه ها، تغذیه کاسگرین و گریگوریان، روش های نور هندسی و نور فیزیکی، آنتن های عدسی (لنز)، تابش از موجبرهای شیاردار، روش های آرایه کردن آنتن های موجبرشیاردار
۶. آنتن های مایکرواستریپ انواع آنتن های مایکرواستریپ (ریزنواری)، روش های مدل سازی و تحلیل، روش های افزایش پهنای باند آنتن های مایکرواستریپ، کلیات آرایه و تشکیل آرایه در آنتن های مایکرواستریپ مسطح، آنتن های مخابرات بی سیم آنتن های کوچک
۷. تعریف آنتن کوچک، تعریف پارامتر Q، حدود فیزیکی در کوچک سازی آنتن، تکنیک های کوچک سازی آنتن، کاربردهای متنوع آنتن های کوچک

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

۶ تا ۸ سری تکلیف دستی

۱ پروژه مرتبط با درس

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت های کلاسی در طول نیم سال ۶۵ درصد

آزمون پایان نیم سال ۳۵ درصد

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

1. W. L. Stutzman, G. A. Thiele, Antenna Theory and Design, John Wiley & Sons, 2012.
2. C.A. Balanis, Antenna Theory and Design, John Wiley, 2005.
3. Class Notes, handouts and journal papers.
4. J.L. Volakis, Small Antennas: Miniaturization Techniques & Applications, McGraw-Hill, 2010
5. W.L Stutzman. & G.A. Thiele, Antenna Theory and Design, John Wiley & Sons, 1998.

عنوان درس به فارسی:		ریز موج ۲ (مایکروویو ۲)	
عنوان درس به انگلیسی:		Microwave 2	
نوع درس و واحد			
نظری <input checked="" type="checkbox"/>	پایه <input type="checkbox"/>		دروس پیش نیاز:
عملی <input type="checkbox"/>	تخصصی <input type="checkbox"/>		دروس هم نیاز:
نظری-عملی <input type="checkbox"/>	اختیاری <input checked="" type="checkbox"/>	۳	تعداد واحد:
رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>		۴۸	تعداد ساعت:

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

هدف کلی:

- در کنار مدارها و ادوات مایکروویو با موجبرهای راستگوشه یا دایروی که در درس مایکروویو ۱ فرا گرفته شده‌اند، مدارها و ادوات مسطح نیز در مهندسی مایکروویو نقش بسزائی دارند. بخشی از این درس به بررسی ویژگی‌های انواع موجبرهای صفحه‌ای و هم‌صفحه مورد استفاده در مدارهای مسطح مایکروویو و موج میلیمتری اختصاص دارد. بدین منظور روش‌های تحلیلی و عددی مختلف برای آنالیز مودهای موجبرهای مزبور معرفی می‌شوند.
- بر اساس نتایج حاصل از این روش‌ها، عوامل موثر بر مشخصه پاشندگی، امپدانس مود و توزیع میدان مودهای این موجبرها مطالعه می‌شوند. همچنین ادوات غیر فعالی نظیر کوپلرهای جهتی و نیز مدارهای مسطحی همانند فیلترهای مایکروویو که همگی از موجبرهای مسطح استفاده می‌کنند، معرفی و تحلیل خواهند شد. آنگاه برخی از روش‌های اندازه‌گیری در مایکروویو معرفی می‌شوند. سپس لامپ‌های خلأ مایکروویو به عنوان تقویت کننده یا منابع تولید مایکروویو معرفی و عملکرد آن‌ها مورد بحث و بررسی قرار می‌گیرند.

اهداف ویژه:

- دانشجویانی که این درس را با موفقیت پشت سر قرار دهند قادر خواهند بود:
- روش تحلیلی و یا عددی مناسب برای تحلیل موجبرهای مسطح و هم‌صفحه را انتخاب کرده و بکار بندند،
 - مشخصه‌های مودهای انتشار در موجبرهای مسطح، موجبرهای هم‌صفحه و موجبر مجتمع شده در زیر لایه (نظیر خطوط میدان مودها، مشخصه پاشندگی، امپدانس مشخصه، ساختار تحریک مودها) را تعیین کنند،
 - ادوات مسطح یا هم‌صفحه مایکروویو نظیر کوپلرهای جهتی مسطح را تحلیل کنند و مدارهای مسطح مایکروویو نظیر فیلترهای مایکروویو را طراحی کنند،
 - روش‌های مقدماتی اندازه‌گیری در مایکروویو و موج میلیمتری را بشناسند، مکانیزم تقویت در لامپ‌های خلأ مایکروویو را توضیح دهند و از عهده تحلیل‌های مقدماتی عملکرد آن‌ها بر آیند.

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

- مقدمه‌ای بر مهندسی نوین مایکروویو
- خطوط انتقال مسطح مایکروویو
- تحلیل و طراحی خطوط مایکرواستریپ، موجبر هم صفحه CPW، خط شیاری Slot Line، خط نواری Strip Line
- تحلیل و طراحی موجبر مجتمع شده در زیر لایه SIW
- خطوط انتقال تزویج شده و کوپلرهای جهتی (کوپلرهای TEM، کوپلرهای شبه TEM، هایبریدهای 3dB)
- فیلترهای مسطح مایکروویو (فیلترهای بر اساس خطوط تزویج شده، روش‌های طراحی فیلترها، تبدیل‌های کورودا، فیلترهای بر اساس تشدیدکننده‌های تزویج شده، فیلترهای پائین گذر با امپدانس پله‌ای)
- مقدمه‌ای بر اندازه‌گیری مایکروویو (تحلیلگر برداری شبکه، تحلیلگر طیف، روش‌های کالیبراسیون)
- مقدمه‌ای بر لامپ‌های مایکروویو (لامپ کلاسترون، مگنترون، و موج سیار)

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

- تعداد ۱۰ تکلیف و پروژه‌های کامپیوتری
- پروژه‌های محاسباتی (تحلیل مودهای موجبرهای مختلف، تحلیل و طراحی فیلترها)

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. R. Mittra and T. Itoh, Analysis of Microstrip Transmission Lines, in Advances in Microwaves, 1974.
2. D. M. Pozar, Microwave Engineering. John-Wiley, 2012.
3. R. E. Collin, Foundations for Microwave Engineering. Wiley-IEEE Press, 2000.
4. Related articles mainly from IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, IEE, and IET journals
5. R. K. Hoffman, Handbook of Microwave Integrated Circuits. Artech House, 1985.

عنوان درس به فارسی:		فناوری تراهرتز	
عنوان درس به انگلیسی:		Terahertz Technology	
نوع درس و واحد			
پایه <input type="checkbox"/>	نظری <input checked="" type="checkbox"/>		
تخصصی <input type="checkbox"/>	عملی <input type="checkbox"/>		
اختیاری <input checked="" type="checkbox"/>	نظری-عملی <input type="checkbox"/>		
رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>		۳	تعداد واحد:
		۴۸	تعداد ساعت:

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

.....

هدف کلی:

هدف این درس آشنا کردن دانشجویان با خصوصیات و رفتار فرکانسی منحصر بفرکانس تراهرتز و موج میلی متری و نحوه تولید و آشکارسازی امواج در این باند است. هدف دیگر آشناسازی دانشجویان با کاربردهای مهم در این باند فرکانسی از جمله حسگری، طیف سنجی، تصویربرداری و مخابرات پهن باند و ایجاد دانش لازم برای طراحی افزارها و سامانه‌های مرتبط با این فناوری می‌باشد.

اهداف ویژه:

دانشجویانی که این درس را با موفقیت پشت سر قرار دهند، قادر خواهند بود:

۱. با روشهای مختلف فوتونیک و الکترونیک برای تولید و آشکارسازی امواج تراهرتز و موج میلیمتری و کاربردهای آن آشنا شوند،
۲. پدیده‌های پاشندگی و تلف در مواد را از منظر فیزیکی درک کنند،
۳. با طراحی ادوات مختلف مانند موجبر، آنتن، فیلتر و ... در این باند آشنا شوند،
۴. با روشهای اندازه گیری در باند تراهرتز و موج میلیمتری آشنایی پیدا کنند،

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مقدمه: معرفی باند تراهرتز و موج میلیمتری و خواص منحصر به فرد آن، مروری بر کاربردها
۲. منابع تراهرتز: مبتنی بر زیرلایه‌های نورسانش، مبتنی بر نیمه هادی و مبتنی بر کریستالهای غیر خطی و ...
۳. آشکارسازهای تراهرتز: تئوری آشکارساز، آشکارسازهای توان و گیرنده‌های هم‌دوس
۴. برهم کنش موج با ماده: پدیده جذب، مدهای تشدید اتمی، مولکولی و کریستالی و مدل‌های ثابت دی الکتریک
۵. ادوات تراهرتز: آنتن‌ها، موجبرها، فیلترها، ادوات انکساری و بازتابی و ...
۶. روشهای اندازه گیری: طیف سنجی تراهرتز حوزه زمان و ...
۷. کاربردهای فناوری تراهرتز: حسگری، طیف سنجی، تصویربرداری، مخابرات پهن باند و ...

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

- تعداد ۶ تکلیف

- ارائه یک موضوع تحقیقاتی مرتبط با درس

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

- فعالیت‌های کلاسی در طول نیم سال ۷۰ درصد
- آزمون پایان نیم سال ۳۰ درصد

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

2. Yun-Shik Lee, Principles of Terahertz Science and Technology, Springer, 2009.
3. Erik Brundermann, Heinz-Wilhelm Hubers, Maurice FitzGerald Kimmitt, Terahertz Techniques, Springer, 2012.
4. X.-C. Zhang, Jingzhou Xu, Introduction to THz Wave Photonics, Springer, 2010.
5. Susan L. Dexheimer, ed., Terahertz Spectroscopy: Principles and Applications (Optical Science and Engineering Series), CRC Press, Taylor and Francis group, 2008.

مدارهای فعال میکروویو (ریز موج)		عنوان درس به فارسی:	
نوع درس و واحد		عنوان درس به انگلیسی: Active Microwave Circuits	
نظری <input checked="" type="checkbox"/>	پایه <input type="checkbox"/>	دروس پیش نیاز:	
عملی <input type="checkbox"/>	تخصصی <input type="checkbox"/>	دروس هم نیاز:	
نظری-عملی <input type="checkbox"/>	اختیاری <input checked="" type="checkbox"/>	۳	تعداد واحد:
رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>		۴۸	تعداد ساعت:

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

هدف کلی:

- این درس به آموزش تجزیه و تحلیل و طراحی زیرسیستم های میکروویو فعال نظیر تقویت کننده های سیگنال کوچک و سیگنال بزرگ، نوسان سازها و مخلوط کننده ها می پردازد. روش های مختلف تحلیل این گونه مدارهای فعال معرفی خواهند شد تا دانشجویان تحصیلات تکمیلی با جزئیات روش های متداول در ابزارهای طراحی به کمک کامپیوتر آشنا شوند.
- مسائل مختلف عملی در خصوص ساخت مدارهای فعال میکروویو مطرح شده و فناوری های معمول برای ساخت این نوع از مدارها معرفی می شوند. همچنین در این درس ابزارهای پیشرفته طراحی به کمک کامپیوتر به منظور طراحی مدارهای فعال نوعی بکار گرفته می شوند.

اهداف ویژه:

- دانشجویانی که این درس را با موفقیت پشت سر گذارند قادر خواهند بود:
- چیدمان های رایج برای اندازه گیری پارامترهای پراکنندگی را تجزیه و تحلیل کنند،
 - مدارهای تولید و اندازه گیری نویز در فرکانس های میکروویو را تجزیه و تحلیل کنند،
 - فناوری مورد نیاز برای ساخت یک زیرسیستم میکروویو و توپولوژی و اجزاء مدار مناسب برای ساخت تقویت کننده های سیگنال کوچک و سیگنال بزرگ را انتخاب کنند،
 - روش های تجزیه و تحلیل مختلف برای آنالیز و طراحی مدارهای فعال میکروویو را بشناسند، و ابزارهای طراحی به کمک کامپیوتر را به نحو موثر بکار بندند.

پ) مباحث یا سرفصل ها:

- مقدمه ای بر مدارهای فعال میکروویو
- پارامترهای پراکنندگی
- روش های اندازه گیری پارامترهای پراکنندگی
- تعاریف بهره توان برای مدارهای دوپورته
- نویز در دوپورته های خطی (مدلسازی نویز، منابع نویز، اندازه گیری نویز)
- طراحی تقویت کننده های سیگنال کوچک (آنالیز پایداری، تامین شرایط لازم برای تطبیق امپدانس و نویز، تقویت کننده های متوالی، متوازن، و توزیع شده)
- طراحی تقویت کننده های توان (اعوجاج هارمونیک ها، آنالیز توازن هارمونیک ها)
- نوسان سازهای میکروویو (آنالیز مدارهای با تغییرات آرام دامنه و فاز)

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

- تعداد ۱۰ تکلیف
- پروژه عددی در خصوص آنالیز مدارهای فعال میکروویو
- پروژه تئوری در باره مباحثی نظیر آنالیز پایداری
- پروژه های طراحی و ساخت مدارهای فعال میکروویو

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت های کلاسی در طول نیم سال ۶۰ درصد

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. G. Gonzalez, Microwave Transistor Amplifiers: Analysis and Design. Pearson Education, 1996.
2. D. M. Pozar, Microwave Engineering. John Wiley & Sons, 2012.
3. R. E. Collin, Foundations for Microwave Engineering. Wiley-IEEE Press, 2001.
4. G. D. Vendelin, A. M. Pavio, U. L. Rohde, Microwave Circuit Design Using Linear and Nonlinear Techniques, Wiley-Interscience, 2005.
5. S. A. Maas, Nonlinear Microwave and RF Circuits. Artech House, , 2003.

سیستمهای رادار		عنوان درس به فارسی:	
نوع درس و واحد		عنوان درس به انگلیسی:	
Radar Systems			
پایه <input type="checkbox"/>	نظری <input checked="" type="checkbox"/>	دروس پیش نیاز:	
تخصصی <input type="checkbox"/>	عملی <input type="checkbox"/>	دروس هم نیاز:	
اختیاری <input checked="" type="checkbox"/>	نظری-عملی <input type="checkbox"/>	تعداد واحد:	۳
رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>		تعداد ساعت:	۴۸

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

.....

هدف کلی:

- آشنایی با اصول عملکرد رادار و سیستمهای مختلف راداری

اهداف ویژه:

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

۱. با اصول کارکرد انواع رادارهای پر کاربرد آشنا شوند،
۲. دانش لازم در مورد پدیدههای مرتبط با رادار و پارامترهای مهم در طراحی و شبیه سازی رادار را کسب نمایند.

پ) مباحث یا سرفصلها:

۱. معرفی رادار، فرکانسهای رادار و کاربرد هریک، معادله رادار، تعریف RCS و تکنیک تجمیع پالسها
۲. رادارهای CW و FMCW
۳. رادارهای MTI و Pulse-Doppler و کاربردهای آن
۴. رادارهای رد گیر و تکنیکهای مختلف رد گیری (مرور مخروطی و تک پالس) و مقایسه آنها، بحث TWS
۵. آشکارسازی بهینه پژواک، آشکار سازی اتوماتیک ADT,CFAR
۶. استخراج اطلاعات از سیگنال رادار، تابع ابهام (Ambiguity Function)، دقت و قدرت تفکیک در رادار
۷. تکنیک فشرده سازی پالس و گیرنده منطبق
۸. کلاتر راداری (سطحی و حجمی)
۹. آنتنهای آرایه ای و پردازش آرایه ای (Array Processing).
۱۰. مسائل عملی رادار: معرفی لامپهای رادار، آنتن ها، ادوات موجبری (اتصال گردان داپلکسر، ادوات حفاظتی گیرنده، سیر کوتور، هایبریدهای موجبری) خلاصه مباحث Radome، 3D SAR، OTHR، FTC، STC، مسایل انتشار

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

- ۶ تا ۸ سری تکلیف دستی
- ۱ پروژه مرتبط با درس

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

- فعالیت های کلاسی در طول نیم سال ۶۵ درصد
- آزمون پایان نیم سال ۳۵ درصد

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. M. L. Skolnik, Introduction to Radar Systems, Mc. Graw Hill, 2001.
2. M. L. Skolnik, Radar Handbook, Mc. Graw Hill, 2008.
3. F. E. Nathanson, Radar Design Principles, Mc. Graw Hill, 1969.

عنوان درس به فارسی: سازگاری الکترومغناطیسی		عنوان درس به انگلیسی: Electromagnetic Compatibility	
نوع درس و واحد	پایه <input type="checkbox"/> نظری <input checked="" type="checkbox"/>	تخصصی <input type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/>	دروس پیش نیاز:
	اختیاری <input checked="" type="checkbox"/> رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>		دروس هم نیاز:
		۳	تعداد واحد:
		۴۸	تعداد ساعت:

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

هدف کلی:

۱. ایجاد دانش و پایه ای قوی برای طراحی سامانه هایی سازگار از نظر الکترومغناطیسی (بدون اثر گذاری یا تاثیر پذیری از سیستم های دیگر)
۲. شناخت دانش جامع و پیشرفته ای از اثر امواج الکترومغناطیسی بر سامانه های الکترونیکی، مخابراتی، زیستی، و طراحی مناسب

اهداف ویژه:

- دانشجویانی که این درس را با موفقیت پشت سر بگذارند قادر خواهند بود:
۱. سامانه های الکترونیکی و دیجیتالی را برای EMC/EMI تحلیل و طراحی کنند .
 ۲. مفاهیم Susceptibility، Conducted Emission، Radiated Emission، و Signal Integrity را درک کنند .
 ۳. تداخل صحبت (Crosstalk)، تزویج و حفاظ سازی در خطوط انتقال، PCB ها و سیم ها را بررسی و تحلیل کنند.
 ۴. زمین کردن، حفاظ سازی و SE، حفاظت از میدان مغناطیسی، و تاثیر روزه ها را درک کنند .

پ) مباحث یا سرفصل ها:

۱. مقدمه ای بر EMC/EMI: نویز و تداخل، رفتار های بنیادی سیستم های الکترونیکی، الزامات EMC برای سیستم های الکترونیکی، مرور معادلات ماکسول، سازوکار تابش، تعریف مقاومت، خازن، و سلف، KVL و KCL از دیدگاه میدان، خطوط انتقال، تحلیل خطوط با تلفات، تحلیل حالت گذرا در خطوط با تلفات، پاسخ پله، تاخیر در خطوط، زمان فراز و فرود، اثر پوستی در خطوط انتقال، برگشت سنجی در حوزه زمان (TDR)، صافی (پالایه) پایین گذر به عنوان خط با تاخیر، پاسخ پله شبکه نردبانی، Signal Integrity، پهنای باند یک سیگنال دیجیتالی
۲. طیف الکترومغناطیسی: طیف سیگنال، سری فوریه، پاسخ ضربه، توابع متناوب، شکل موج ذوزنقه ای، زمان فراز و فرود، تاثیر نرخ تکرار و Duty Cycle، تبدیل فوریه و سیگنال های غیر متناوب، مدوله سازی و طیف سیگنال
۳. محدودیت قوانین کیرشف: مدار های RLC، مدار های تزویج شده، ضرایب تزویج و ولتاژ های القا شده، رفتار غیر ایده آلی اجزای مدار، امپدانس داخلی در فرکانس های کم و زیاد، اندوکتانس خودی و متقابل دو مدار، مقاومت تابشی یک مدار تخت، مدار معادل برای مقاومت، سلف، و خازن، مواد فرومغناطیس، افزاره های الکترومکانیکی، کلید (سو ده) های مکانیکی، قوس زنی
۴. آنتن ها و سازوکار تابش: دو قطبی هرتز، میدان ناحیه دور، میدان ناحیه نزدیک، تابش از یک حلقه، آنتن های پهن باند، آنتن های روزه ای، گیرندگی / فرستندگی
۵. الزامات EMC: گسیل تابش، افزاره های دیجیتالی طبقه A و B، جریان های مد مشترک و تفاضلی و تابش از آنها، کاوند های (Probes) جریان
۶. مصونیت تابشی: کابل های حفاظ شده، گسیل رسانی و حساسیت، صافی های منابع تغذیه، مصونیت رسانی
۷. تحلیل شبکه ها: طیف سنج ها، کابل بندی، تزویج خازنی، تزویج سلفی، تزویج تابشی، تداخل صحبت، حفاظ سازی در مقابل تابش مغناطیسی و امواج الکترومغناطیسی، ضریب تاثیر حفاظ سازی (SE)، باز تابش و عبور از رسانا ها، روزه ها و تاثیر آن ها
۸. طراحی سیستم برای EMC: صفحات مدار چاپی (PCBs)، مدار های منطقی، منابع نویز داخلی، مثال های TTL، تابش مدار های منطقی
۹. تخلیه الکترواستاتیکی (ESD): شکست عایق ها، ایجاد بار استاتیکی، مدل های بدن انسان، تخلیه استاتیکی

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

- تعداد ۸ تا ۱۰ تکلیف

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی و ارزیابی در طول نیم‌سال ۶۵ درصد

آزمون پایان نیم‌سال ۳۵ درصد

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱. یادداشت‌های کلاسی و مقالات نشریات علمی مانند IEEE Trans. EMC

- Paul, Clayton R., Introduction to Electromagnetic Compatibility, John Wiley & Sons, 2006.
- Sengupta, Dipak, L., Liepa, Valdis V., Applied Electromagnetics and Electromagnetic Compatibility, John Wiley & Sons, 2006.
- Weston, David A., Electromagnetic Compatibility, Principles and Applications, 2nd ed., Revised and Expanded, Marcel Dekker Inc., New York, 2001
- Ott, Henry W., Electromagnetic Compatibility Engineering, John Wiley & Sons, 2009

انتشار امواج رادیویی		عنوان درس به فارسی:	
Radio Wave Propagation		عنوان درس به انگلیسی:	
نوع درس و واحد		دروس پیش نیاز:	
پایه <input type="checkbox"/> نظری <input checked="" type="checkbox"/>		دروس هم نیاز:	
تخصصی <input type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/>		تعداد واحد:	
اختیاری <input checked="" type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/>		۳	تعداد ساعت:
رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>		۴۸	

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

هدف کلی:

- شناسایی و تحلیل پدیده‌های انتشار امواج رادیویی

اهداف ویژه:

- دانشجویانی که این درس را با موفقیت پشت سر گذارند قادر خواهند بود:
۱. با مفاهیم اصلی در انتشار امواج رادیویی مانند تضعیف، انعکاس و اعوجاج آشنا شوند،
 ۲. با نحوه انتشار امواج سطحی و نحوه محاسبه تضعیف آن آشنایی پیدا کنند،
 ۳. محاسبات مربوط به اثر یونسفر در انتشار امواج رادیویی را فرا بگیرند،
 ۴. دانش لازم برای مدل کردن اثر باران بر انتشار موج را به دست آورند.

پ) مباحث یا سر فصل‌ها:

۱. مفاهیم مقدماتی آنتن
۲. مقدمه ای بر انتشار امواج رادیویی
۳. انتشار امواج زمینی
۴. اصل هویگنس
۵. انتشار امواج سطحی
۶. فیدینگ
۷. سیستم‌های رادیویی موج کوتاه (HF)
۸. انتشار امواج رادیویی در محیط‌های بارانی

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

- تعداد ۸ تا ۱۰ تکلیف
- یک پروژه نهایی

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

- فعالیت‌های کلاسی در طول نیم سال ۶۵ درصد
- آزمون پایان نیم سال ۳۵ درصد

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱. عبدالله قاسمی، مهندسی انتشار امواج رادیویی (دو جلد)، انتشارات دانشگاه صنعتی امیر کبیر تابستان ۱۳۸۵ و پائیز ۱۳۸۶.
2. H. Sizun , Radio Wave Propagation for Telecommunication Applications, Springer, 2003.
3. M. Dolukhanov, Propagation of Radio Waves, Mir Publishers, Moscow 1971.

عنوان درس به فارسی: طراحی شبکه های رادیویی		عنوان درس به انگلیسی: Design of Radio Networks	
نوع درس و واحد	پایه <input type="checkbox"/> نظری <input checked="" type="checkbox"/>	تخصصی <input type="checkbox"/> اختیاری <input checked="" type="checkbox"/>	تعداد واحد: ۳
	رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>		تعداد ساعت: ۴۸

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

هدف کلی:

- آشنایی با اهداف، چالشها و راه کارهای طراحی شبکه های رادیویی

اهداف ویژه:

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

۱. پارامترهای مهم در طراحی یک سیستم ارتباطی رادیویی را بشناسند،
۲. با سیستمهای ارتباط رادیویی میکروویو و HF آشنا شوند،
۳. با مشخصات فنی در طراحی یک شبکه رادیویی آشنایی پیدا کنند،
۴. دانش لازم را برای فائق آمدن بر چالشهای طراحی یک شبکه رادیویی مانند تضعیف، اعوجاج، نویز و فیدینگ کسب نمایند.

پ) مباحث یا سر فصل ها:

۱. معرفی اجزای مختلف یک سیستم رادیویی
۲. اعوجاج (distortion)
۳. تضعیف
۴. نویز در سیستمهای مخابراتی
۵. سیستمهای ارتباط رادیویی میکروویو
۶. مشخصات فنی در طراحی یک شبکه رادیویی
۷. فیدینگ
۸. تکرار کننده های غیر فعال یا Reflector
۹. طراحی شبکه های رادیویی HF

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

- تعداد ۸ تا ۱۰ تکلیف
- یک پروژه نهایی

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

- فعالیت های کلاسی در طول نیم سال ۶۵ درصد
- آزمون پایان نیم سال ۳۵ درصد

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۴. عبدالله قاسمی و فرناز قاسمیو، مباحث ویژه در طراحی لینکهای رادیویی، انتشارات دانشگاه صنعتی امیر کبیر، ۱۳۹۴.

5. A. Goldsmith, Wireless Communications, Cambridge University Press, 2005.
6. R. F. White, Engineering Considerations for Microwave Communications systems, GTE Lenkurt Electric Co., 1970.

عنوان درس به فارسی:		نور فوریه	
عنوان درس به انگلیسی:		Fourier Optics	
نوع درس و واحد			
پایه <input type="checkbox"/> نظری <input checked="" type="checkbox"/>			دروس پیش نیاز:
تخصصی <input type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/>			دروس هم نیاز:
اختیاری <input checked="" type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/>		۳	تعداد واحد:
رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>		۴۸	تعداد ساعت:

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

هدف کلی:

هدف این درس آشنا سازی دانشجویان با کاربرد ابزارهای سیستمهای خطی و تبدیل فوریه در تحلیل سیستمهای نوری که برای ذخیره سازی، پردازش و انتقال اطلاعات نوری به کار می روند است.

اهداف ویژه:

دانشجویانی که این درس را با موفقیت بگذرانند قابلیت های ذیل را خواهند داشت:

۱. تحلیل مسایل تفرق اسکالر و یافتن الگوهای تفرقی اجسام با استفاده از ابزارهای سیستمهای خطی و تبدیل فوریه
۲. آشنایی با مفاهیم همدوسی، ناهمدوسی و همدرسی جزئی و تاثیر آن بر تحلیل سیستمهای نوری
۳. تحلیل و طراحی سیستمهای پردازش نوری و تصویرگری و الگوریتمهای بازسازی جسم از اطلاعات صفحه تصویر
۴. آشنایی با هولوگرافی و کاربردهای آن و آشنایی با کاربردهای نور فوریه در مخابرات نوری مدرن

پ) مباحث یا سرفصل ها:

۱. تحلیل سیگنالها و سیستم های دو بعدی (مقدمات ریاضی: تبدیل فوریه دو بعدی، پاسخ ضربه و تابع تبدیل سیستم های خطی دو بعدی، قضیه نمونه برداری دو بعدی) (۴ جلسه)
۲. مبانی تئوری تفرق اسکالر (فرمولبندی تفرقی کرکف، فرمولبندی تفرقی ریلی-سامرفلد، مفهوم طیف زاویه ای و نحوه تحلیل انتشار یک اغتشاش در فضا با استفاده از آن، تقریب های فرنل و فرانهافر) (۶ جلسه)
۳. تحلیل نور موجی سیستم های نوری همدوس (استفاده از لنزها در گرفتن تبدیل فوریه دوبعدی، استفاده از لنزها در تصویرگری) (۳ جلسه)
۴. تحلیل فرکانسی سیستم های تصویرگری نوری (تحلیل سیستمهای تصویرگری همدوس و ناهمدوس با تکیه بر روشهای حوزه فرکانس، توابع تبدیل سیستمهای همدوس و ناهمدوس، اثر ابیرایی، مقایسه سیستمهای همدوس و ناهمدوس، حد تمایز کلاسیک ریلی، روشهای بازسازی جسم و مبحث حد تمایز برتر) (۶ جلسه)
۵. پردازش نوری اطلاعات آنالوگ (سیر تطور تاریخی، فیلتر وندرلات، فیلتر منطبق، شناسایی حروف، تصویربرداری با روش SAR (۵ جلسه)
۶. بازسازی جبهه ی موج (هولوگرافی) (معرفی هولوگرام های اولیه، معرفی انواع هولوگرافی، کاربردهای هولوگرافی) (۴ جلسه)
۷. کاربرد نور فوریه در مخابرات نوری (پراشه براگ فیبر، OCDMA، پراشه ی آرایه موجبری) (۴ جلسه)

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

- ۷ سری تمرین
- ۳ یا ۴ آزمون کلاسی
- به جز پروژه های عددی کوچک مرتبط با تکالیف، درس دارای یک پروژه پایانی نیز هست.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت های کلاسی در طول نیم سال	۳۰ درصد
آزمون پایان نیم سال	۷۰ درصد

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. J. W. Goodman, Introduction to Fourier Optics, Roberts & Company, 2005.
2. O. K. Ersoy, Diffraction, Fourier Optics and Imaging, John Wiley & Sons, Inc., 2007.
3. E. G. Steward, Fourier Optics, An Introduction, Horwood, 1987.
4. F. S. Yu, Optical Information Processing, John Wiley and Sons, 1983.
5. M. Born and E. Wolf, Principle of Optics, Cambridge University Press, 1999.

عنوان درس به فارسی:		مبانی فوتونیک	
عنوان درس به انگلیسی:		Fundamentals of Photonics	
نوع درس و واحد			
پایه <input type="checkbox"/>	نظری <input checked="" type="checkbox"/>		
تخصصی <input type="checkbox"/>	عملی <input type="checkbox"/>		
اختیاری <input checked="" type="checkbox"/>	نظری-عملی <input type="checkbox"/>	۳	تعداد واحد:
رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>		۴۸	تعداد ساعت:

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

هدف کلی:

۱. اپتیک هندسی، اپتیک مبتنی بر نظریه الکترومغناطیس، و اپتیک کوانتومی در این درس معرفی شده و محدوده صحت هر یک از این تئوری ها معین می گردد. چگونگی اندرکنش نور و ماده (به خصوص اندرکنش نور با کریستال های مختلف) هم با استفاده از تئوری کلاسیک و هم با استفاده از تئوری کوانتومی مورد بحث قرار می گیرد.
۲. همچنین دانشجویان با فیزیک ادواتی نظیر موجبرهای نوری مجتمع شده، کوپلرها و تشدیدکننده های نوری آشنا می شوند. روش های تحلیلی و عددی متداول برای آنالیز چنین ادواتی فراگرفته خواهند شد. در ادامه، فیزیک و کاربرد کریستال های فوتونی تشریح می شود و در پایان پس از ارائه مقدمه ای بر تئوری نور کوانتیزه، اصول عملکرد لیزرها معرفی و مورد تجزیه و تحلیل قرار خواهد گرفت.

اهداف ویژه:

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

۱. چگونگی اندرکنش نور و ماده را تشریح کنند، پدیده هائی همچون شکست مضاعف، فعالیت نوری، و اثر فاراده را درک و تحلیل کنند،
۲. موجبرهای مورد استفاده در سیستم های نوری مجتمع و تشدیدکننده های نوری را آنالیز و طراحی کنند،
۳. دانش مقدماتی در خصوص کریستال های فوتونی کسب نمایند، و مکانیزم های جذب، گسیل خودبخود و گسیل برانگیخته در مواد نوری را مدلسازی کنند،
۴. اصول عملکرد لیزرها را درک کرده و محاسبات پایه برای آنالیز و طراحی لیزرها را انجام دهند.

پ) مباحث یا سرفصل ها:

۱. مقدمه
۲. اپتیک مبتنی بر نظریه الکترومغناطیس
۳. پلاریزاسیون نور و خواص نوری کریستال ها
۴. موجبرهای نوری مجتمع شده
۵. تشدیدکننده های نوری
۶. کریستال های فوتونی
۷. نظریه نور کوانتیزه
۸. اندرکنش فوتون ها و اتم ها
۹. تقویت کننده ها و نوسان سازهای لیزری

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

- تعداد ۱۰ تکلیف به همراه پروژه های کامپیوتری

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت های کلاسی در طول نیم سال ۶۰ درصد
آزمون پایان نیم سال ۴۰ درصد

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. B. E. A. Saleh and M. C. Teich, Fundamentals of Photonics. New Jersey: John Wiley, 2007
2. K. Iizuka, Elements of Photonics. New York: John Wiley, 2002
3. E. Hecht, Optics. Addison-Wesley, 1987.
4. Yariv and P. Yeh, Photonics. New York: Oxford University Press, 2007.
5. R. Loudon, The Quantum Theory of Light. New York: Oxford University Press, 2000.

عنوان درس به فارسی:		نانو فوتونیک	
عنوان درس به انگلیسی:		Nano-Photonics	
نوع درس و واحد			
نظری <input checked="" type="checkbox"/> / پایه <input type="checkbox"/>			
عملی <input type="checkbox"/> / تخصصی <input type="checkbox"/>			
نظری-عملی <input type="checkbox"/> / اختیاری <input checked="" type="checkbox"/>		۳	تعداد واحد:
رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>		۴۸	تعداد ساعت:

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

هدف کلی:

تکنولوژی نانو فوتونیک برای ایجاد پیوند بین الکترونیک و فوتونیک وجود آمده است. هدف از این تکنولوژی طراحی افزاره هایی است که به اندازه افزاره های الکترونیکی جدید، کوچک باشند (با ابعاد نانو متری) و به اندازه افزاره های فوتونیک سریع باشند. حاصل این پیوند افزاره های بسیار کوچک در ابعاد نانو با سرعت پردازش بسیار بالا می باشد. لذا آشنایی با این مبحث میتواند برای همه دانشجویان مخابرات میدان و همچنین گروهی از دانشجویان الکترونیک سودمند باشد. اهداف کلی درس به صورت زیر است:

۱. آشنایی دانشجویان با تئوری پلازمونیک
۲. آشنایی دانشجویان با روشهای مختلف تحقق افزاره های نانو فوتونیک

اهداف ویژه:

- دانشجویانی که این درس را با موفقیت پشت سر بگذارند قادر خواهند بود
۱. مفهوم فیزیکی حد تفرق را شرح دهند و همچنین با روابط ریاضی حد پراش را محاسبه کنند.
 ۲. مفهوم فیزیکی پلاسمون پلاریتون های سطحی را درک کنند و نحوه تحریک و انتشار آنها را با استفاده از روابط ریاضی توضیح دهند.
 ۳. مفهوم فیزیکی پلاسمون پلاریتون های محلی را درک کنند و نحوه تحریک و کنترل آنها را با استفاده از روابط ریاضی توضیح دهند.
 ۴. افزاره های نانو فوتونیک برای تمرکز و کنترل نور در ابعاد نانو طراحی کنند و برای طراحی سیستم ها و ادوات مجتمع نوری استفاده کنند.

پ) مباحث یا سرفصل ها:

۱. مقدمه: خواص فلزات در فرکانسهای اپتیکی، مدل های لورنتز و درود
۲. پلاسمون پلاریتون های سطحی: مفهوم پلاسمون پلاریتونهای سطحی، نحوه انتشار پلاسمون پلاریتونهای سطحی در فصل مشترک یک فلز و دی الکتریک، نحوه انتشار پلاسمون پلاریتونهای سطحی در ساختارهای چند لایه
۳. موجبرهای نانو فوتیک: موجبرهای IMI، موجبرهای MIM موجبرهای گوه ای، موجبرهای هیبرید پلازمونیک
۴. تحریک پلاسمون پلاریتون های سطحی: روش استفاده از مشور، روش استفاده از ساختارهای متناوب، روشهای میدان نزدیک
۵. پلاسمونهای محلی: مدل سازی نانو ذرات با استفاده از تقریب شبه استاتیک، مدل سازی الکترو دینامیک نانو ذرات
۶. مدل سازی نانو ذرات: تئوری Mie، سطح مقطعهای پراکندگی، جذب و خاموشی.
۷. تحقق افزاره های نانو فوتونیک با استفاده از موجبرهای پلاسمونی: نانو آنها، فراسطوح پلاسمونیک و کاربردهای آنها.
۸. کاربرد نانو فوتونیک در تصویربرداری زیر طول موج: حد تفرق و روشهای عبور از آن، میکروسکوپی با قدرت تفکیک بالاتر از حد تفرق.

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

- پنج تکلیف تحلیلی و کامپیوتری
- ارائه سمینارهای پژوهشی در مورد جدیدترین دستاوردها در حوزه های مختلف پژوهشی نانو فوتونیک.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت های کلاسی در طول نیم سال ۷۰ درصد

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. L. Novotny, B. Hecht, Principles of Nano-Optics, Cambridge University Press, 2012.
2. S. A. Maier, Plasmonics: Fundamentals and Applications, Springer, 2007.
3. M. Ohtsu, K. Kobayashi, T. Kawazoe, et al., Principles of Nanophotonics, Taylor & Francis Group, 2008.
4. Recent papers in the area
5. A. V. Zayatsa, I. Smolyaninob, et al., Nano-optics of surface plasmon polaritons, Physics Reports 408, 2005.

عنوان درس به فارسی:		فیبر نوری	
عنوان درس به انگلیسی:		Optical Fibers	
نوع درس و واحد			
پایه <input type="checkbox"/> نظری <input checked="" type="checkbox"/>			
تخصصی <input type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/>			
اختیاری <input checked="" type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/>		۳	تعداد واحد:
رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>		۴۸	تعداد ساعت:

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

هدف کلی:

هدف این درس آشنا سازی دانشجویان با دانش و مهارت‌های مورد نیاز برای طراحی و اجرای سیستم های مخابرات نوری مدرن است.

اهداف ویژه:

دانشجویانی که این درس را با موفقیت بگذرانند قابلیت‌های ذیل را خواهند داشت:

- مدلسازی و فرمولبندی ریاضی و حل یک ساختار موجبر نوری با پروفیل ضریب شکست دلخواه با استفاده از روشهای نور موجی و نور شعاعی.
- تحلیل محدودیتهای عرض باند یک موجبر نوری تک مود یا چند مود به واسطه اعوجاج تاخیر درون مودی یا بین مودی.
- طراحی یک لینک فیبر نوری نوعی

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

- مقدمات: سیر تطور تاریخی سیستم های انتقال نوری، مروری بر پدیده های بازتابش، شکست و بازتابش کلی، شیفت گوس-هنشن، نور شعاعی در مقابل نور موجی
- مروری بر تحلیل موجبرها با استفاده از نور موجی، معادله آیکونال و یافتن مسیر شعاعهای نور در محیطهای ناهمگن، اصل فرما
- موجبر تیغه عایقی - (کاربرد در ادوات الکترونیک نوری، موجبرهای متقارن و نامتقارن: معادله پاشندگی با استفاده از نور موجی و نور شعاعی، حل گرافیکی مودهای هدایت شده و شرط قطع آنها، مودهای تشعشی در مقابل مودهای هدایت شده، مرور تاخیر فاز و گروه، اعوجاج تاخیر در موجبر تیغه عایقی چند مود)
- فیبرهای با پروفیل ضریب شکست پله ای (SI) (مودهای هایبرید، معادله پاشندگی و حل گرافیکی آن، شرط قطع مودها، اعوجاج تاخیرهای درون مودی و بین مودی
- تحلیل فیبر SI تحت شرایط هدایت کنندگی ضعیف، مودهای LP: استنتاج از مودهای هایبرید، استنتاج از حل اسکالر مودها، تخمین تعداد مودهای منتشره در یک فیبر چند مود، توزیع توان در سطح مقطع فیبر، فیبرهای تک مود: قطر میدانی مود (MFD)، طول ضریبان، پاشندگی پلاریزاسیون مود (PMD)، تفاوت تاخیر گروه (DGD) پلاریزاسیون ها)
- فیبرهای با پروفیل ضریب شکست تدریجی (GI) (معرفی روش WKBJ، دیاگرام عدد موج، خصوصیات انتشاری مودهای هدایت شده، مودهای نشتی در مقابل مودهای هدایت شده، تخمین تعداد مودهای منتشره در یک فیبر GI، پروفیل ضریب شکست توانی، اعوجاج تاخیرهای بین مودی، پروفیل بهینه، اندازه گیریهای توان در میدان دور و نزدیک)
- فناوری فیبر نوری (تولید فیبرهای نوری، اندازه گیریهای فیبر نوری: اندازه گیری تلف، OTDR، اندازه گیری عرض باند در حوزه‌های فرکانس و زمان، کابل‌های فیبر نوری، اتصالات و گره بندی، تزویج گرها)
- مقدمه‌ای بر طراحی لینکهای فیبر نوری (سیستمهای انتقال نوری، منابع نوری، آشکارسازهای نوری، بودجه بندی لینک، مثالهایی از طراحی لینکها در سیستم‌های نسل اول و دوم)

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

- ۷ سری تمرین
- ۳ یا ۴ آزمون کلاسی

- به جز پروژه های عددی کوچک مرتبط با تکالیف، درس دارای یک پروژه پایانی نیز هست.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت های کلاسی در طول نیم سال ۳۰ درصد

آزمون پایان نیم سال ۷۰ درصد

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. G. Keiser, Optical Fiber Communications, McGraw Hill, 2000.
2. H. Cherin, An Introduction to Optical Fibers, McGraw Hill, 1983.
3. Wim Van Etten, Jan Van Der Plaats, Fundamentals of Optical Fiber Communications, Prentice Hall, 1991.
4. J. Gowar, Optical Communication Systems, Prentice Hall, 1993.
5. J. M. Senior, Optical Fiber Communications, Principles and Practice, Pearson Education Limited, 2009.

عنوان درس به فارسی: نور کوانتومی		عنوان درس به انگلیسی: Quantum Optics	
نوع درس و واحد	پایه <input type="checkbox"/> نظری <input checked="" type="checkbox"/>	تخصصی <input type="checkbox"/> اختیاری <input checked="" type="checkbox"/>	رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>
دروس پیش نیاز:			
دروس هم نیاز:			
تعداد واحد:	۳		
تعداد ساعت:	۴۸		

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

.....

هدف کلی:

۱. آشنایی با کوانتیزه کردن امواج الکترومغناطیسی و نحوه برهمکنش امواج الکترومغناطیسی کوانتیده با ماده
۲. آشنایی با ویژگی های کوانتومی و کسب بیش و دانش در مورد پیشرفت های اخیر در زمینه فناوری های کوانتومی در پلتفرم اپتیکی

اهداف ویژه:

- بعد از اتمام درس، انتظار می رود دانشجویان قادر باشند:
۱. نحوه کوانتیزه کردن امواج الکترومغناطیسی و برهمکنش امواج کوانتیده با آنها را یاد گرفته باشند.
 ۲. حالت های همدوس و چلانده نور و ویژگی های آنها را بدانند.
 ۳. با ویژگی های کوانتومی لازم برای فناوری های کوانتومی آشنایی داشته باشند.
 ۴. با تعدادی از کاربردهای مهم کوانتوم اپتیکی و پیاده سازی ها در زمینه فناوری های کوانتومی آشنا شده باشند و بتوانند ویژگی های وسایل اپتیکی مورد نیاز برای چیدمان های کوانتوم اپتیکی را شناسایی و ارزیابی کنند.

پ) مباحث یا سرفصل ها:

۱. تاریخچه، اصول و مبانی لازم از مکانیک کوانتومی و اپتیک برای ورود به مبحث اپتیک کوانتومی
۲. ویژگی های کوانتومی مورد نیاز برای فناوری های کوانتومی: برهمکنش کوانتومی، درهمتنیدگی، تونل زنی کوانتومی، گیت های منطقی کوانتومی، ...
۳. کوانتیزه کردن امواج الکترومغناطیسی (شامل تک مد و مالتی مد)
۴. مبانی آشکارسازی فوتونی منفرد و همزمان
۵. وسایل اپتیکی و تداخل سنج های ساده
۶. بررسی رفتار موجی و ذره ای تک فوتون
۷. اپتیک کوانتومی در آزمایشگاه واقعی
۸. منابع تولید تک فوتون
۹. آشنایی با فناوریهای کوانتومی بر پایه تک فوتون
۱۰. حالت های شبه-کلاسیک امواج الکترومغناطیسی: ویژگی ها و اندازه گیری
۱۱. حالت های چلانده (نور غیر کلاسیکی): ویژگی ها، نحوه تولید و آشکارسازی
۱۲. برهمکنش نور و ماده

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

- تکلیف به علاوه پروژه
- تهیه مقاله مروری در یکی از حوزه های فناوری کوانتومی با پلتفرم اپتیک کوانتومی به علاوه ارائه سخنرانی مرتبط با موضوع

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت های کلاسی در طول نیم سال ۷۰ درصد

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. F.J. Duarte, Quantum Optics for Engineers, CRC Press, 2013
2. C.C. Gerry and P.L. Knight, Introductory Quantum Optics, Cambridge University Press, 2005
3. D.S. Simon, G. Jaeger, A.V. Sergienko, Quantum Metrology, Imaging, and Communication, Springer Press, 2017
4. Z. Ficek and M.R. Wahiddin, Quantum Optics for Beginners, CRC Press, 2014
5. H. Paul, Introduction to Quantum Optics, from Light Quanta to Quantum Teleportation, Cambridge University Press, 2004

فرامواد		عنوان درس به فارسی:	
نوع درس و واحد		عنوان درس به انگلیسی:	
Metamaterials: Fundamentals, Realization, and Applications		دروس پیش نیاز:	
پایه <input type="checkbox"/>	نظری <input checked="" type="checkbox"/>	دروس هم نیاز:	
تخصصی <input type="checkbox"/>	عملی <input type="checkbox"/>	تعداد واحد:	
اختیاری <input checked="" type="checkbox"/>	نظری-عملی <input type="checkbox"/>	۳	تعداد ساعت:
رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>		۴۸	

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

هدف کلی:

پژوهشهای جدید نشان داده است که استفاده از فرامواد در طراحی ادوات و سیستم‌های میکرو موجی میتواند بسیار سودمند باشد و کارایی این ادوات و سیستم‌ها را افزایش دهد. لذا آشنایی با این مبحث میتواند برای همه دانشجویان مخابرات میدان سودمند باشد. اهداف این درس آشنایی دانشجویان با مباحث زیر است:

۱. مفاهیم بنیادی فرامواد و طراحی و تحلیل فرامواد
۲. روش‌های اندازه گیری و مشخصه یابی فرامواد به صورت عددی و عملی و کاربردهای مختلف فرامواد

اهداف ویژه:

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

۱. رفتار امواج را در برخورد با انواع مختلف فرامواد توضیح دهند و تحلیل کنند.
۲. با استفاده از روش‌های تحلیلی، فراموادی برای کار در فرکانس‌های مختلف طراحی کنند.
۳. مشخصات الکترومغناطیسی فرامواد را با روشهای عددی استخراج کنند.
۴. از فرامواد برای طراحی سیستم‌ها و ادوات موج میکرومتری استفاده کنند.

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مقدمه: تعریف فرامواد، انواع مختلف فرامواد، مدل‌های لرنتز و درود برای تحلیل فرامواد
۲. مفاهیم بنیادی: انتشار امواج در محیط‌های فرامواد، قانون علیت و شرط برقراری آن در محیط‌های فرامواد، پراکندگی امواج از یک اسلب فرامواد، ضریب شکست منفی در فرامواد، جبران سازی فاز در فرامواد، لنزهای مسطح با استفاده از فرامواد، خصوصیات فرامواد با ضریب شکست صفر
۳. طراحی و تحلیل فرامواد: تحقق فرامواد با گذر دهی منفی، تحقق فرامواد با نفوذ پذیری منفی
۴. مشخصه یابی فرامواد: روشهای عددی برای تعیین مشخصات الکترومغناطیسی فرامواد، روش اندازه گیری فضای آزاد، روش موجبری، روش اندازه گیری استریپ لاین
۵. کاربرد ها: تحقق موجبرها و نوسان کننده‌های کسر طول موج با فرامواد، کاربرد فرامواد در آنتن‌ها، سنسورهای حساس میدان نزدیک، نامریی سازی.
۶. فرامواد پیشرفته: فرامواد نوری، تحقق فرامواد در باند تراهرتز، فرامواد فعال
۷. ساختارهای متناوب: کریستالهای فوتونی، فراسطوح، سطوح با امپدانس بالا
۸. فرامواد هذلولوی: نحوه تحقق و کاربردهای فرامواد هذلولوی

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

- پنج تکلیف تحلیلی و کامپیوتری
- ارائه سمینارهای پژوهشی در مورد جدیدترین دستاوردها در حوزه‌های مختلف پژوهشی فرامواد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم سال ۷۰ درصد

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. N. Engheta and R. W. Ziolkowski, Metamaterials: Physics and Engineering Explorations, John Wiley & Sons, Inc., 2006.
2. T. Cui, D. R. Smith, R. Liu, Metamaterials: Theory, Design, and Applications, Springer, 2010.
3. Recent papers in the area.
4. K. Sarychev and V. M. Shalaev, Electrodynamics of metamaterials, World Scientific, 2007.
5. G. I. Eleftheriades and K. G. Balmain, Negative-refraction

عنوان درس به فارسی:		نور غیرخطی	
عنوان درس به انگلیسی:		Nonlinear Optics	
نوع درس و واحد			
پایه <input type="checkbox"/>	نظری <input checked="" type="checkbox"/>		
تخصصی <input type="checkbox"/>	عملی <input type="checkbox"/>		
اختیاری <input checked="" type="checkbox"/>	نظری-عملی <input type="checkbox"/>		
رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>			
		۳	تعداد واحد:
		۴۸	تعداد ساعت:

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

.....

هدف کلی:

در این درس دانشجویان یک درک کلی از منشأ و اهمیت اثرات غیرخطی نوری به دست می آورند و با اصول نور غیرخطی جهت طراحی و شبیه سازی ادوات نوری آشنا می شوند.

اهداف ویژه:

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

۱. با پدیده های غیرخطی نوری آشنا می شوند،
۲. دانش لازم برای تحلیل، شبیه سازی و طراحی ادوات مبتنی بر نور غیرخطی را کسب نمایند.

پ) مباحث یا سرفصل ها:

۱. ضریب حساسیت نوری غیرخطی، اثرهای الکترواپتیک و مگنتو اپتیک
۲. یکسوسازی نوری و مبدل های فرکانس
۳. آشنایی با پدیده های تولید مجموع و تفاضل دو فرکانس، تولید هارمونیک، ترکیب چهارموجی، تقویت کننده و نوسان ساز پارامتریک
۴. پراکندگی رامان، جذب دو فوتون، طیف سنجی نور غیرخطی و چند فوتونی
۵. نور غیرخطی سطحی، نور غیرخطی در موجبرهای نوری و آثار نور غیرخطی در پلاسما
۶. بررسی آثار غیرخطی تولید و انتشار پالسهای فوق باریک (فمتوثانیه ای)

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

- ۶ تا ۸ سری تکلیف
- ۱ پروژه مرتبط با درس

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

- فعالیت های کلاسی در طول نیم سال ۶۵ درصد
- آزمون پایان نیم سال ۳۵ درصد

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. R. W. Boyd, Nonlinear Optics, Academic Press, 2020.
2. G. C. Baldwin, An Introduction to Nonlinear Optics, Springer, 2012.
3. Y. R. Shen, The Principle of Nonlinear Optics, Wiley, 2002.