



جمهوری اسلامی ایران

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

برنامه درسی

(بازنگری شده)

دوره تحصیلات تکمیلی

(کارشناسی ارشد و دکتری)



مهندسی برق

گروه فنی و مهندسی

کمیته مهندسی برق

مصوبه هشتصد و سی و ششمین جلسه شورای برنامه ریزی آموزش عالی

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری مورخ ۹۲/۴/۱۶

بسم الله الرحمن الرحيم

برنامه درسی دوره تحصیلات تکمیلی (کارشناسی ارشد و دکتری) مهندسی برق

کمیته تخصصی: مهندسی برق

گرایش:

گروه: فنی و مهندسی

رشته: مهندسی برق

دوره: تحصیلات تکمیلی (کارشناسی ارشد و دکتری)

شورای برنامه‌ریزی آموزش عالی، در هشتصد و سی و ششمین جلسه مورخ ۹۲/۴/۱۶، برنامه درسی بازنگری شده دوره تحصیلات تکمیلی (کارشناسی ارشد و دکتری) رشته مهندسی برق را به شرح زیر تصویب کرد:

ماده ۱: برنامه درسی بازنگری شده دوره تحصیلات تکمیلی (کارشناسی ارشد و دکتری) رشته مهندسی برق از تاریخ تصویب برای کلیه دانشگاهها و مؤسسات آموزش عالی کشور که مشخصات زیر را دارند، لازم‌الاجراء است:

الف) دانشگاهها و مؤسسات آموزش عالی که زیر نظر وزارت علوم، تحقیقات و فناوری اداره می‌شوند.

ب) مؤسساتی که با اجازه رسمی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری و بر اساس قوانین تأسیس می‌شوند و تابع مصوبات شورای گسترش آموزش عالی هستند.

ماده ۲: این برنامه بازنگری شده از تاریخ ۹۲/۴/۱۶ جایگزین برنامه‌های درسی دوره کارشناسی ارشد مهندسی برق - مخابرات نوری مصوب جلسه هفتصد و هفتمین جلسه شورای برنامه‌ریزی و گسترش آموزش عالی مورخ ۸۷/۱۱/۱۲، کارشناسی ارشد مهندسی برق - الکترونیک مصوب هیئت و سومین جلسه شورای عالی برنامه‌ریزی مورخ ۷۶/۱۰/۲۳، کارشناسی ارشد مهندسی برق - قدرت مصوب دویست و نود و دومین جلسه شورای عالی برنامه‌ریزی آموزشی مورخ ۷۳/۱۱/۹، کارشناسی ارشد مهندسی برق - کنترل مصوب دویست و نود و دومین جلسه شورای عالی برنامه‌ریزی آموزشی مورخ ۷۳/۱۱/۹، دکتری مهندسی برق مصوب دویست و نود و سومین جلسه شورای برنامه‌ریزی آموزش عالی مورخ ۷۳/۱۲/۲۲ شده است و برای دانشجویانی که از این تاریخ به بعد وارد دانشگاه می‌شوند، لازم‌الاجراء است.

ماده ۳: برنامه درسی بازنگری شده دوره تحصیلات تکمیلی (کارشناسی ارشد و دکتری) رشته مهندسی برق در سه فصل: مشخصات کلی، جداول دروس و سرفصل دروس برای اجراء به دانشگاهها و مؤسسات آموزش عالی ابلاغ می‌شود.

رأی صادره هشتصد و سی و ششمین جلسه شورای برنامه‌ریزی آموزش عالی مورخ ۹۲/۴/۱۶ در خصوص برنامه درسی بازنگری شده دوره تحصیلات تکمیلی (کارشناسی ارشد و دکتری) رشته مهندسی برق:

۱. برنامه درسی بازنگری شده تحصیلات تکمیلی (کارشناسی ارشد و دکتری) رشته مهندسی برق که از سوی گروه فنی و مهندسی شورای برنامه‌ریزی آموزش عالی پیشنهاد شده بود، با اکثریت آراء به تصویب رسید.
۲. این برنامه از تاریخ تصویب به مدت پنج سال قابل اجراء است و پس از آن نیازمند بازنگری است.

جعفر میلی‌منفرد
رئیس شورای برنامه‌ریزی آموزش عالی



عبدالرحیم نوهدی‌امیر
مدیر شورای برنامه‌ریزی آموزش عالی

فهرست

صفحه	عنوان
۱۰	مشخصات کلی دوره‌های تحصیلات تکمیلی مهندسی برق
	مشخصات کلی دوره کارشناسی ارشد
۱۲	تعریف و هدف
۱۲	نقش و توانایی
۱۲	طول دوره و شکل نظام
۱۲	تعداد واحدهای دوسی و پژوهشی
۱۳	شرایط پذیرش
	برنامه دوره کارشناسی ارشد
۱۵	گرایش مدارهای مجتمع الکترونیک
۱۶	گرایش افزارهای میکرو و نانو الکترونیک
۱۷	گرایش سیستم‌های الکترونیک دیجیتال
۱۸	گرایش سیستم‌های قدرت
۱۹	گرایش الکترونیک قدرت و ماشین‌های الکتریکی
۲۰	گرایش برنامه‌ریزی و مدیریت سیستم‌های انرژی الکتریکی
۲۱	گرایش سامانه‌های برقی حمل و نقل
۲۲	گرایش کنترل
۲۵	گرایش مخابرات میدان و موج
۲۶	گرایش مخابرات سیمی
۲۷	گرایش مخابرات بیسیم
۲۸	گرایش مخابرات آشن و رمزنگاری
۲۹	گرایش شبکه‌های مخابراتی
۳۰	مستشار
۳۰	پایان نامه
	مشخصات کلی دوره دکتری
۳۳	تعریف و هدف
۳۳	نقش و توانایی
۳۴	شرایط پذیرش دانشجو
۳۴	طول دوره و شکل نظام
۳۴	مرحله آموزشی
۳۵	ارزیابی جامع آموزشی و پژوهشی
۳۵	مرحله تدوین رساله
	دروس مرحله آموزشی دوره دکتری
۳۷	گرایش الکترونیک
۳۸	گرایش قدرت
۳۹	گرایش کنترل
۴۱	گرایش مخابرات



سرفصل دروس

۴۵	مدارهای مجتمع خطی (CMOS)
۴۶	تئوری و فناوری ساخت افزارهای نیم رسانا
۴۷	مدارهای مجتمع فرکانس رادیویی
۴۸	مدارهای مجتمع خیلی فشرده
۴۹	مبدل های داده مجتمع (A/D, D/A)
۵۰	مدارهای مجتمع نوری
۵۱	VHDL
۵۲	سیستم بر تراشه
۵۳	مدارهای مجتمع یکپارچه ریزموج
۵۴	الکترونیک لیزر
۵۵	مدارهای مجتمع خطی پیشرفته (CMOS)
۵۶	مدارهای زیست الکترونیک
۵۷	مدارهای مجتمع توان پایین
۵۸	فلترهای مجتمع
۵۹	مدارهای پهن باند
۶۰	افزارهای نیم رسانا
۶۱	تئوری و فناوری ساخت افزارهای نیم رسانا
۶۲	الکترونیک کوانتومی
۶۳	الکترونیک نوری
۶۴	بلورهای فوتونی
۶۵	لیر رسانایی
۶۶	نانو الکترونیک
۶۷	زیست حسگرها
۶۸	مشخصه پای مواد و افزارهای نیم رسانا
۶۹	الکترونیک، نوری پیشرفته
۷۰	فیزیک حالت جامد پیشرفته
۷۱	شیب سازی افزارهای نیم رسانا
۷۲	الکترونیک دیجیتال پیشرفته
۷۳	ریز پردازنده پیشرفته
۷۴	مدارهای واسط
۷۵	شبکه های انتقال داده
۷۶	مدارهای ASIC/FPGA
۷۷	معماری کامپیوتر پیشرفته
۷۸	پردازش گرهای سیگنال های دیجیتال
۷۹	تشخیص و تحمل حرابی
۸۰	سیستم های چند پردازنده ای با گواهی بالا
۸۱	سیستم های نهفته
۸۲	فناوری ساخت مدارهای دیجیتال
۸۳	دینامیک سیستم های قدرت ۱
۸۴	بهره برداری از سیستم های قدرت



۸۵	نتوی جامع ماشین های الکتریکی
۸۶	توزیع انرژی الکتریکی
۸۷	حفاظت پیشرفته سیستم های قدرت
۸۸	قناری عایق ها و فشار قوی
۸۹	کنترل توان و اکتیو
۹۰	بررسی حالات گذرا در سیستم های قدرت
۹۱	بررسی احتمالی سیستم های قدرت
۹۲	کیفیت توان
۹۳	سیستم های انتقال جریان متناوب تعطیل پذیر
۹۴	دینامیک سیستم های قدرت ۲
۹۵	اصول کنترل مدون
۹۶	حفاظت دیجیتال سیستم های قدرت
۹۷	الکترونیک قدرت ۱
۹۸	طراحی ماشین های الکتریکی
۹۹	الکترونیک قدرت ۲
۱۰۰	روش های اجزاء محدود
۱۰۱	کنترل محرکه های الکتریکی
۱۰۲	ماشین های الکتریکی مدون
۱۰۳	کنترل ماشین های الکتریکی
۱۰۴	طراحی مدل های الکترونیک قدرت
۱۰۵	روش های نوین کنترل مدل های الکترونیک قدرت
۱۰۶	طراحی ماشین های الکتریکی خطی
۱۰۷	برنامه ریزی و مدیریت سیستم های انرژی
۱۰۸	قابلیت اطمینان سیستم های انرژی الکتریکی
۱۰۹	انرژی های تجدید پذیر
۱۱۰	شک های خوشه انرژی الکتریکی
۱۱۱	اقتصاد انرژی الکتریکی
۱۱۲	بهینه سازی سیستم های قدرت الکتریکی
۱۱۳	بازار برق
۱۱۴	وزن سیستم ها و وزن مولد ها
۱۱۵	تجدید ساختار در سیستم های قدرت
۱۱۶	مدیریت انرژی
۱۱۷	طراحی سیستم های برق خورشیدی
۱۱۸	طراحی سیستم های سلولی خورشیدی
۱۱۹	زیر ساخت های حمل و نقل برق
۱۲۰	طراحی وسائط نقلیه برقی و ترکیبی
۱۲۱	سیستم های ذخیره کننده انرژی
۱۲۲	منابع تغذیه و شارژرها
۱۲۳	طراحی و کنترل محرکه های دائمی
۱۲۴	دینامیک حرکت پیشرفته
۱۲۵	طراحی و کنترل پیل های سوختی



۱۲۶	الکترونیک خودرو و شبکه سازی در حمل و نقل
۱۲۷	مبدل های الکتریکی توان بالا
۱۲۸	بهیروماری و مدیریت سامانه های برقی حمل و نقل
۱۲۹	مدیریت توان در وسایط نقلیه برقی
۱۳۰	کنترل غیر خطی
۱۳۱	کنترل چند متغیره
۱۳۲	کنترل بهینه
۱۳۳	اتوماسیون صنعتی
۱۳۴	ایزول دقیق پیشرفته
۱۳۵	شناسایی سیستم
۱۳۶	کنترل زمان حلقه
۱۳۷	سیستم های ترکیبی
۱۳۸	سیستم های خیره و هوش مصنوعی
۱۳۹	سیستم های عیب یاب و کنترل تحمل پذیر خطا
۱۴۰	زیاتیک
۱۴۱	کنترل فرآیند پیشرفته
۱۴۲	کنترل هوشمند
۱۴۳	مکانیک
۱۴۴	طراحی سیستم های اتوماسیون صنعتی
۱۴۵	کنترل فرآیندهای تصادفی
۱۴۶	کنترل تطبیقی
۱۴۷	هدایت و ناوبری
۱۴۸	سیستم های وقایع محسوس
۱۴۹	کنترل مقاوم
۱۵۰	کنترل فازی
۱۵۱	کنترل محلی
۱۵۲	بهینه سازی محدب
۱۵۳	سیستم های ابعاد بزرگ
۱۵۴	کنترل پیش بین
۱۵۵	تشخیص و شناسایی خطا
۱۵۶	معماری سیستم ها و طراحی مهندسی
۱۵۷	برنامه ریزی خطی و غیر خطی
۱۵۸	دینامیک سیستم ها
۱۵۹	نظریه بازی ها
۱۶۰	مهندسی تحلیل ریسک و عدم قطعیت
۱۶۱	نظریه گراف
۱۶۲	شبکه های محلی
۱۶۳	سیستم های فازی
۱۶۴	مدل سازی و شبیه سازی
۱۶۵	سیستم های پیچیده
۱۶۶	الکترومکانیک پیشرفته



۱۶۹	ویاضیات مهندسی پیشرفته
۱۷۰	ریز موج ۲
۱۷۱	آنتن ۲
۱۷۲	روش های عددی در الکترونیک و مغناطیس
۱۷۳	مدارهای فعال ریز موج
۱۷۴	سازگاری الکترونیک و مغناطیس
۱۷۵	پراکنش امواج
۱۷۶	عابادهای گرین در الکترونیک و مغناطیس
۱۷۷	جنگ الکترونیک
۱۷۸	مسحش از دور
۱۷۹	فناوری تراشه
۱۸۰	آنتن آرایه ای ریزنوری
۱۸۱	روش های میانی در الکترونیک و مغناطیس
۱۸۲	فرا مواد
۱۸۳	آنتن های مدار چاپی
۱۸۴	فوتونیک
۱۸۵	فیبر نوری
۱۸۶	سیستم های مختارات نوری
۱۸۷	لیزر
۱۸۸	نور فوریه
۱۸۹	نور غیر خطی
۱۹۰	ریز موج فوتونیک
۱۹۱	نور کوانتومی
۱۹۲	مکانیک کوانتومی
۱۹۳	فیبر نوری غیر خطی
۱۹۴	مدولاسیون نوری
۱۹۵	پردازشگر های نوری
۱۹۶	مختارات کوانتومی
۱۹۷	نانو فوتونیک
۱۹۸	نور آماری
۱۹۹	فرآیندهای تصادفی
۲۰۰	تئوری پیشرفته مختارات
۲۰۱	پردازش سیگنال دیجیتال پیشرفته
۲۰۲	سیستم های مختارات بی سیم
۲۰۳	شبکه های مختاراتی
۲۰۴	کد گذاری کانال
۲۰۵	کد گذاری کانال پیشرفته
۲۰۶	تئوری اطلاعات
۲۰۷	تئوری اطلاعات پیشرفته
۲۰۸	پردازش گفتار
۲۰۹	پردازش تصویر



۲۱۰	تئوری آشکار سازی
۲۱۱	فیلتر های ولفی
۲۱۲	مخابرات طیف گسترده
۲۱۳	تئوری تخمین
۲۱۴	مخابرات سلولی
۲۱۵	اصول و سیستم های واداری
۲۱۶	مخابرات ماهواره ای
۲۱۷	رمزنگاری
۲۱۸	ریاضیات رمزنگاری
۲۱۹	امنیت شبکه
۲۲۰	تهاننگاری اطلاعات
۲۲۱	رمزنگاری پیشرفته
۲۲۲	پیچیدگی محاسبات
۲۲۳	پروتکل های امن در شبکه
۲۲۴	سیستم های تشخیص نفوذ
۲۲۵	شبکه های کامپیوتری پیشرفته
۲۲۶	مدیریت شبکه
۲۲۷	سرنجینگ و میردهی در شبکه
۲۲۸	مهندسی ترافیک در شبکه های مخابراتی
۲۲۹	ارتباطات چند رسانه ای
۲۳۰	الگوریتم های شبکه
۲۳۱	طراحی شبکه های مخابراتی
۲۳۲	برنامه نویسی شبکه
۲۳۳	مدل سازی و ارزیابی عملکرد شبکه
۲۳۴	نظریه صف
۲۳۵	محاسبات تئوری
۲۳۶	شبکه های مخابرات نوری



مشخصات کلی

دوره‌های تحصیلات تکمیلی





بسم الله الرحمن الرحيم

مشخصات کلی دوره‌های تحصیلات تکمیلی مهندسی برق

مقدمه:

رشد سریع و روز افزون علوم مختلف در جهان، به ویژه در چند دهه اخیر، ضرورت برنامه‌ریزی مناسب و تلاش مضاعف جهت هماهنگی با پیشرفت‌های گسترده علمی و صنعتی را آشکار می‌سازد. بدون شک، تقویت خود باوری، استفاده مطلوب از خلاقیت‌های انسانی، ثروت‌های ملی و ابزار و امکانات موجود از مهم‌ترین عواملی است که در پرتوی برنامه‌ریزی مناسب می‌تواند کشور را در مسیر ترقی و پیشرفت به پیش ببرد.

خوشبختانه بعد از پیروزی انقلاب اسلامی و به ویژه در برنامه‌های پنج ساله اول تا چهارم توسعه اقتصادی، سرمایه‌گذاری‌های قابل توجهی در بخش‌های مختلف صنعت صورت گرفته است که نتایج مثبت آن به تدریج نمایان شده و نظر به روح حاکم در برنامه‌های سوم و چهارم، امید می‌رود که در سال‌های آینده بیشتر به ثمر برسد. بدیهی است سرمایه‌گذاری‌ها باید صرف ایجاد بشر به منظور تولید فناوری و نه انتقال آن گردد. گرچه انتقال فناوری ممکن است در کوتاه مدت کارساز باشد ولی در دراز مدت مشکلات را حل نخواهد کرد.

بدون تردید پیشرفت صنعتی و حرکت به سوی استقلال و خود کفائی که از اهداف والای انقلاب اسلامی است، بدون توجه کافی به امر تحقیقات میسر نبوده و تحقق کلیه مراتب آموزش در بالاترین سطح، پژوهش در مرزهای دانش و استفاده از فناوری پیشرفته را ایجاب می‌نماید. در این راستا، اجرای هر پروژه، در مراحل مختلف مطالعات اولیه، طرح، اجرا و کنترل پیشرفت، نیازمند برنامه‌ریزی مناسب و استفاده مطلوب از آموزش در سطوح مختلف می‌باشد.

گروه فنی و مهندسی شورای عالی برنامه‌ریزی با اتکال به خداوند متعال و با امید به فراهم شدن زمینه‌های لازم برای ارتقاء در زمینه آموزش‌های فنی و مهندسی و با نگرش بر تجربیات پیشین در تهیه برنامه‌های درسی، اقدام به بازنگری کلی و اساسی مجموعه تحصیلات تکمیلی برق (مقاطع کارشناسی ارشد و دکتری) نموده و شرط موفقیت را تمهید زمینه جذب دانشجویان مستعد، آماده و علاقمند، مشارکت و حمایت شایسته از جانب دانشگاه‌ها در ارائه کیفی این دوره‌ها، تقویت و گسترش مراکز تحقیقاتی، تأسیس مراکز تحقیق و توسعه در صنعت و ارتباط منسجم آنها با دانشگاه‌ها می‌داند. دستیابی به بالاترین سطح از علم و فناوری گرچه دشوار می‌باشد، لکن ضرورتی است که در سایه شکوفایی استعدادهای درخشان جوانان کشور، که تاریخ شاهد بروز شکوفایی آن در مقاطع مختلف بوده است، از یک طرف، و اعتقاد راسخ مراکز صنعتی به ارتقاء کیفیت خدمات و تولیدات، از طرف دیگر، تحقق یافتی است.

نظریه‌ای که برنامه تحصیلات تکمیلی رشته مهندسی برق با در نظر گرفتن آئین‌نامه‌های مصوب شورای برنامه‌ریزی آموزش عالی تدوین و بازنگری شده است، از ذکر مواد و نصوصه‌های مندرج در آن آئین‌نامه خودداری شده است. تأکید می‌نماید که دروس تخصصی تحصیلات تکمیلی با عناوین یکسان در دوره‌های کارشناسی ارشد و دکتری ارائه می‌شود. ولذا جدول دروس هر گرایش در دوره دکتری تلفیق دروس تخصصی گرایش‌های مرتبط در مقطع کارشناسی ارشد است.

مشخصات کلی

دوره کارشناسی ارشد



دوره کارشناسی ارشد

۱. تعریف و هدف:

دوره کارشناسی ارشد مهندسی برق مرکب از دروس نظری و برنامه تحقیقاتی در زمینه برق است. هدف از ایجاد این دوره تربیت دانشجویانی است که بتوانند با فعالیت در برنامه ریزی، مدیریت، طرح و پیاده کردن سیستم‌ها و طرح و ساخت افزارها و تجهیزات در یکی از تخصص‌های الکترونیک، قدرت، کنترل و مخابرات بنحو مؤثری پاسخگوی نیازها و ارتقاء دهنده سطح علمی کشور باشند.

۲. نقش و توانایی:

دانش‌آموختگان این دوره می‌توانند علاوه بر کار آموزشی یا پژوهشی دانشگاهی، در مراکز تحقیقاتی واحدهای صنعتی، تولیدی و خدماتی که در سطح وسیع یا مسائل روزآمد مهندسی برق درگیر هستند، فعالیت نمایند. پذیرش مسئولیت و مشارکت در طراحی و اجرای پروژه‌ها و ارتقاء سیستم‌های موجود از دیگر توانایی‌های دانش‌آموخته‌ها محسوب می‌شود.

۳. طول دوره و شکل نظام:

حداقل طول این دوره ۳ نیمسال است و دانشجویانی که با آمادگی لازم، کار درسی و تحقیقاتی خود را بنحوید آال انجام دهند، می‌توانند در ۳ نیمسال این دوره را به پایان برسانند. سقف طول دوره توسط آیین‌نامه‌های عام مشخص می‌شود. نظام آموزشی آن نیمسال - واحدی، دوره تدریس هر نیمسال ۱۶ هفته و یکک واحد نظری معادل یکک ساعت تدریس در هفته می‌باشد.

۴. تعداد واحدهای درسی و پژوهشی:

تعداد کل واحدهای دوره کارشناسی ارشد مهندسی برق ۳۲ واحد درسی و تحقیقاتی بشرح زیر

تخصصی الزامی ۶ واحد

تخصصی انتخابی ۶ واحد

تخصصی اختیاری ۱۲ واحد

(کمیته تحصیلات تکمیلی دانشکده می‌تواند گد راندن تا دو درس تخصصی انتخابی گرایش را الزامی نماید.)

سمینار ۲ واحد

پایان‌نامه ۶ واحد

جمع ۳۲ واحد



۴-۱- دروس جبرانی

علاوه بر موارد فوق، در صورتیکه دانشجوی این دوره، دروس مشخص شده (با معادل آنها) را قبلاً در سطح کارشناسی یا لیسانس نگذرانده باشد، باید با حداقل نمره ۱۲ آنها را بگذرانند. برای دروس جبرانی واحدی به دانشجو تعلق نمی‌گیرد.

۵. شرایط پذیرش:

۵-۱- دوره‌های کارشناسی قابل قبول:

هر گرایش در این دوره در ادامه گرایش متناظر در دوره کارشناسی مهندسی برق برنامه‌ریزی شده است، لیکن فارغ‌التحصیلان دیگر گرایش‌های کارشناسی مهندسی برق و همچنین دوره‌های کارشناسی فنی و مهندسی و علوم پایه می‌توانند در آن شرکت نمایند، مشروط به آنکه دروس «جبرانی» تعیین شده را با موفقیت بگذرانند.

۵-۲- آزمون ورودی:

آزمون ورودی بطور کتبی از دروس پایه و اصلی مهندسی برق بعمل می‌آید، تا کسایتیکه دروس تخصصی گرایش مورد نظر را نگذرانده‌اند اما پایه قوی در دوره‌های کارشناسی مرتبط دارند، امکان موفقیت در آن داشته باشند. پذیرش در سایر قالب‌ها تابع ضوابط وزارت و دانشگاه‌ها و مؤسسات مجری است.

۵-۳- زبان خارجی:

آشنایی با یک زبان خارجی علمی بنحوی که دانشجو بتواند به‌سبب از متون علمی آن زبان استفاده نماید، ضروری است. میزان این تسلط ممکن است بوسیله آزمون ورودی تعیین گردد.

۵-۴- سوابق تحصیلی و علمی:

گروه آموزشی، در چهارچوب ضوابط، امتیاز سوابق تحصیلی و علمی واجدین حد نصاب آزمون ورودی را مشخص و جهت لحاظ در تعیین اولویت قبولی علمی داوطلبان ورود به دوره به مرجع ذیربط منعکس می‌سازد.



برنامه

دوره کارشناسی ارشد



(ا) گرایش مدارهای مجتمع الکترونیک

الف) دروس جبرانی

ردیف	نام درس	تعداد واحد
۱	فیزیک الکترونیک	۳
۲	الکترونیک ۳	۳

ب) دروس تخصصی الزامی

ردیف	نام درس	تعداد واحد
۱	مدارهای مجتمع خطی (CMOS)	۳
۲	تئوری و فناوری ساخت افزارهای نیمه رسانا	۳

ج) دروس تخصصی انتخابی: انتخاب در درس به پیشنهاد استاد راهنما از چهار درس

ردیف	نام درس	تعداد واحد
۱	مدارهای مجتمع فرکانس رادیویی (RFIC)	۳
۲	مدارهای مجتمع خیلی فشرده (VLSI)	۳
۳	مبداهای داده مجتمع (A/D,D/A)	۳
۴	مدارهای مجتمع نوری	۳



د) دروس تخصصی اختیاری: انتخاب چهار درس به پیشنهاد استاد راهنما و تأیید گروه آموزشی از مجموعه‌ی

ردیف	نام درس	تعداد واحد
۱	VHDL	۳
۲	سیستم بر تراشه	۳
۳	مدارهای مجتمع یکپارچه ریز موج	۳
۴	الکترونیک لیزر	۳
۵	مدارهای مجتمع خطی پیشرفته (CMOS)	۳
۶	مدارهای زیست الکترونیک	۳
۷	مدارهای مجتمع توان پایین	۳
۸	فیلترهای مجتمع	۳
۹	مدارهای بهین باند	۳
۱۰	دروس تخصصی انتخابی باقیمانده	۶
۱۱	آزمایشگاه تخصصی	۳-۱
۱۲	مباحث ویژه	۳
۱۳	مباحث ویژه	۳
۱۴	دروس تخصصی کارشناسی با تحصیلات تکمیلی سایر رشته‌ها و گرایش‌ها	۶
۱۵	دو درس تحصیلات تکمیلی مصوب دانشگاه با اطلاع کمیته برنامه‌ریزی متف	۶

۲) گرایش افزارهای میکرو و نانو الکترونیک

الف) دروس جبرانی

ردیف	نام درس	تعداد واحد
۱	فیزیک الکترونیک	۳
۲	الکترونیک ۳	۳

ب) دروس تخصصی الزامی

ردیف	نام درس	تعداد واحد
۱	افزارهای نیم رسانا	۳
۲	تئوری و فناوری ساخت افزارهای نیم رسانا	۳

ج) دروس تخصصی انتخابی: انتخاب دو درس به پیشنهاد استاد راهنما از چهار درس

ردیف	نام درس	تعداد واحد
۱	الکترونیک کوانتومی	۳
۲	الکترونیک نوری	۳
۳	مدارهای مجتمع نوری	۳
۴	مدارهای مجتمع خطی (CMOS)	۳



د) دروس تخصصی اختیاری: انتخاب چهار درس به پیشنهاد استاد راهنما و تأیید گروه آموزشی از مجموعه‌ای

ردیف	نام درس	تعداد واحد
۱	بلورهای فوتونی	۳
۲	ایرسانایی	۳
۳	نانو الکترونیک	۳
۴	زیست حسگرها	۳
۵	مشخصه‌یابی مواد و افزارهای نیم رسانا	۳
۶	الکترونیک نوری پیشرفته	۳
۷	فیزیک حالت جامد پیشرفته	۳
۸	شیبه‌سازی افزارهای نیم رسانا	۳
۹	دروس تخصصی انتخابی باقیمانده	۶
۱۰	آزمایشگاه تخصصی	۳-۱
۱۱	مباحث ویژه	۳
۱۲	مباحث ویژه	۳
۱۳	دروس تخصصی کارشناسی با تحصیلات تکمیلی سایر رشته‌ها و گرایش‌ها	۶
۱۴	دو درس تحصیلات تکمیلی مصوب دانشگاه با اطلاع کمیته برنامه‌ریزی عتف	۶

۳) گرایش سیستم‌های الکترونیک دیجیتال

الف) دروس جبرانی

ردیف	نام درس	تعداد واحد
۱	سیستم‌های دیجیتال ۴ (ریز پردازنده‌ها)	۳
۲	پردازش سیگنال دیجیتال (DSP)	۳

ب) دروس تخصصی الزامی

ردیف	نام درس	تعداد واحد
۱	الکترونیک دیجیتال پیشرفته	۳
۲	ریز پردازنده پیشرفته	۳

ج) دروس تخصصی انتخابی: انتخاب دو درس به پیشنهاد استاد راهنما از چهار درس

ردیف	نام درس	تعداد واحد
۱	مدارهای مجتمع خیلی فشرده (VLSI)	۳
۲	مدارهای واسطه	۳
۳	شبکه‌های انتقال داده	۳
۴	مدارهای ASIC/FPGA	۳



د) دروس تخصصی اختیاری: انتخاب چهار درس به پیشنهاد استاد راهنما و تأیید گروه آموزشی از مجموعه‌ی

ردیف	نام درس	تعداد واحد
۱	معماری کامپیوتر پیشرفته	۳
۲	پردازشگرهای سیگنال‌های دیجیتال	۳
۳	تشخیص و تحمل خرابی	۳
۴	VHDL	۳
۵	سیستم‌های چند پردازنده‌ای با کارآیی بالا	۳
۶	سیستم‌های نهفته	۳
۷	فناوری ساخت مدارهای دیجیتال	۳
۸	دروس تخصصی انتخابی باقیمانده	۶
۹	آزمایشگاه تخصصی	۳-۱
۱۰	مباحث ویژه	۳
۱۱	مباحث ویژه	۳
۱۲	دروس تخصصی کارشناسی یا تحصیلات تکمیلی سایر رشته‌ها و گرایش‌ها	۶
۱۳	دو درس تحصیلات تکمیلی مصوب دانشگاه با اطلاع کمیته برنامه‌ریزی است	۶

۴) گرایش سیستم‌های قدرت

الف) دروس اجباری: ۲ درس از ۳ درس

ردیف	نام درس	تعداد واحد
۱	ماشین‌های الکتریکی ۳	۳
۲	تحلیل سیستم‌های انرژی الکتریکی ۲	۳
۳	الکترونیک صنعتی	۳

ب) دروس تخصصی الزامی

ردیف	نام درس	تعداد واحد
۱	دینامیک سیستم‌های قدرت ۱	۳
۲	بهره‌برداری از سیستم‌های قدرت	۳

ج) دروس تخصصی انتخابی: انتخاب دو درس به پیشنهاد استاد راهنما از چهار درس

ردیف	نام درس	تعداد واحد
۱	تئوری جامع ماشین‌های الکتریکی	۳
۲	توزیع انرژی الکتریکی	۳
۳	حفاظت پیشرفته سیستم‌های قدرت	۳
۴	فناوری عایق‌ها و فشارقوی	۳



د) دروس تخصصی اختیاری: انتخاب چهار درس به پیشنهاد استاد راهنما و تأیید گروه آموزشی از مجموعه‌ای

ردیف	نام درس	تعداد واحد
۱	کنترل توان راکتور	۳
۲	بررسی حالات گذرا در سیستم‌های قدرت	۳
۳	بررسی احتمالی سیستم‌های قدرت	۳
۴	کیفیت توان	۳
۵	سیستم‌های انتقال جریان متناوب انعطاف پذیر	۳
۶	دینامیک سیستم‌های قدرت ۲	۳
۷	اصول کنترل مدرن	۳
۸	حفاظت دیجیتال سیستم‌های قدرت	۳
۹	دروس تخصصی انتخابی باقیمانده	۶
۱۰	آزمایشگاه تخصصی	۳-۱
۱۱	مباحث ویژه	۳
۱۲	مباحث ویژه	۳
۱۳	دروس تخصصی کارشناسی یا تحصیلات تکمیلی سایر رشته‌ها و گرایش‌ها	۶
۱۴	دو درس تحصیلات تکمیلی مصوب دانشگاه با اطلاع کمیته برنامه‌ریزی انف	۶

۵) گرایش الکترونیک قدرت و ماشین‌های الکتریکی

الف) دروس جبرانی: ۲ درس از ۳ درس

ردیف	نام درس	تعداد واحد
۱	ماشین‌های الکتریکی ۲	۳
۲	تحلیل سیستم‌های انرژی الکتریکی ۲	۳
۳	الکترونیک صنعتی	۳

ب) دروس تخصصی الزامی

ردیف	نام درس	تعداد واحد
۱	الکترونیک قدرت ۱	۳
۲	تئوری جامع ماشین‌های الکتریکی	۳

ج) دروس تخصصی انتخابی: انتخاب دو درس به پیشنهاد استاد راهنما از چهار درس

ردیف	نام درس	تعداد واحد
۱	طراحی ماشین‌های الکتریکی	۳
۲	الکترونیک قدرت ۲	۳
۳	روش‌های اجزاء محدود	۳
۴	کنترل محرکه‌های الکتریکی	۳



د) دروس تخصصی اختیاری: انتخاب چهار درس به پیشنهاد استاد راهنما و تأیید گروه آموزشی از مجموعه‌ی

ردیف	نام درس	تعداد واحد
۱	ماشین‌های الکتریکی مدرن	۳
۲	کنترل ماشین‌های الکتریکی	۳
۳	طراحی مبدل‌های الکترونیک قدرت	۳
۴	روش‌های نوین کنترل مبدل‌های الکترونیک قدرت	۳
۵	طراحی ماشین‌های الکتریکی خطی	۳
۶	دروس تخصصی انتخابی باقیمانده	۶
۷	آزمایشگاه تخصصی	۳-۱
۸	مباحث ویژه	۳
۹	مباحث ویژه	۳
۱۰	دروس تخصصی کارشناسی با تحصیلات تکمیلی سایر رشته‌ها و گرایش‌ها	۶
۱۱	دو درس تحصیلات تکمیلی مصوب دانشگاه با اطلاع کمیته برنامه‌ریزی ختف	۶

۶) گرایش برنامه‌ریزی و مدیریت سیستم‌های انرژی الکتریکی

الف) دروس اجباری: ۴ درس از ۳ درس

ردیف	نام درس	تعداد واحد
۱	ماشین‌های الکتریکی ۳	۳
۲	تحلیل سیستم‌های انرژی الکتریکی ۲	۳
۳	الکترونیک صنعتی	۳

ب) دروس تخصصی الزامی

ردیف	نام درس	تعداد واحد
۱	برنامه‌ریزی و مدیریت سیستم‌های انرژی	۳
۲	قابلیت اطمینان سیستم‌های انرژی الکتریکی	۳

ج) دروس تخصصی انتخابی: انتخاب دو درس به پیشنهاد استاد راهنما از چهار درس

ردیف	نام درس	تعداد واحد
۱	انرژی‌های تجدیدپذیر	۳
۲	شبکه‌های هوشمند انرژی الکتریکی	۳
۳	اقتصاد انرژی الکتریکی	۳
۴	بهینه‌سازی سیستم‌های قدرت الکتریکی	۳



د) دروس تخصصی اختیاری: انتخاب چهار درس به پیشنهاد استاد راهنما و تأیید گروه آموزشی از مجموعه‌ی

ردیف	نام درس	تعداد واحد
۱	بازار برق	۳
۲	ریز سیستم‌ها و ریزمولدها	۳
۳	تجدید ساختار در سیستم‌های قدرت	۳
۴	مدیریت انرژی	۳
۵	طراحی سیستم‌های برق خورشیدی	۳
۶	طراحی سیستم‌های مملولی خورشیدی	۳
۷	دروس تخصصی انتخابی باقیمانده	۶
۸	آزمایشگاه تخصصی	۳-۱
۹	مباحث ویژه	۳
۱۰	مباحث ویژه	۳
۱۱	دروس تخصصی کارشناسی یا تحصیلات تکمیلی سایر رشته‌ها و گرایش‌ها	۶
۱۲	دو درس تحصیلات تکمیلی مصوب دانشگاه با اطلاع کمیته برنامه‌ریزی غنی	۶

۷) گرایش سامانه‌های برقی حمل و نقل

الف) دروس جبرانی: ۲ درس از ۳ درس

ردیف	نام درس	تعداد واحد
۱	الکترونیک صنعتی	۳
۲	ماشین‌های الکتریکی ۳	۳
۳	تحلیل سیستم‌های انرژی الکتریکی ۲	۳

ب) دروس تخصصی الزامی

ردیف	نام درس	تعداد واحد
۱	زیرساخت‌های حمل و نقل برقی	۳
۲	طراحی وسائط نقلیه برقی و ترکیبی	۳

ج) دروس تخصصی انتخابی: انتخاب دو درس به پیشنهاد استاد راهنما از چهار درس

ردیف	نام درس	تعداد واحد
۱	الکترونیک قدرت ۱	۳
۲	سیستم‌های ذخیره کننده انرژی	۳
۳	منابع تغذیه و شارژرها	۳
۴	طراحی و کنترل محرکه‌های رانش	۳



د) دروس تخصصی اختیاری: انتخاب چهار درس به پیشنهاد استاد راهنما و تأیید گروه آموزشی از مجموعه‌ی

ردیف	نام درس	تعداد واحد
۱	دینامیک حرکت پیشرفته	۳
۲	طراحی و کنترل پیل‌های سوختی	۳
۳	الکترونیک خودرو و شبکه‌سازی در حمل و نقل برقی	۳
۴	مبدل‌های الکتریکی توان بالا	۳
۵	بهره‌برداری و مدیریت سامانه‌های برقی حمل و نقل	۳
۶	مدیریت توان در وسائط نقلیه برقی	۳
۷	دروس تخصصی انتخابی باقیمانده	۶
۸	مباحث ویژه	۳
۹	مباحث ویژه	۳
۱۰	دروس تخصصی کارشناسی یا تحصیلات تکمیلی سایر رشته‌ها و گرایش‌ها	۶

قبصره: متقاضیان برگزاری این گرایش باید سابقه اجرای کامل (تا مرحله دانش آموختگی) دوره کارشناسی ارشد مهندسی برق در گرایش الکترونیک قدرت و ماشین‌های الکتریکی را داشته و علاوه بر بهره‌مندی از اعضای هیأت علمی متخصص، دارای آزمایشگاه‌های تخصصی مرتبط (الکترونیک قدرت، ماشین‌های الکتریکی، ...) باشند.

۸) گرایش کنترل

الف) دروس جبرانی

ردیف	نام درس	تعداد واحد
۱	اصول کنترل مدرن	۳
۲	کنترل دیجیتال	۳

ب) دروس تخصصی الزامی

ردیف	نام درس	تعداد واحد
۱	کنترل غیر خطی	۳
۲	کنترل چند متغیره	۳

ج) دروس تخصصی انتخابی: انتخاب دو درس به پیشنهاد استاد راهنما از چهار درس

ردیف	نام درس	تعداد واحد
۱	کنترل بهینه	۳
۲	اتوماسیون صنعتی	۳
۳	ابزار دقیق پیشرفته	۳
۴	شناسایی سیستم	۳



د) دروس تخصصی اختیاری: انتخاب چهار درس به پیشنهاد استاد راهنما و تأیید گروه آموزشی از یکی مجموعه‌های تخصصی

اتوماسیون صنعتی

ردیف	نام درس	تعداد واحد
۱	کنترل زمان حقیقی	۳
۲	سیستم‌های ترکیبی	۳
۳	سیستم‌های خیره و هوش مصنوعی	۳
۴	سیستم‌های عیب‌یابی و کنترل تحمل پذیری خطا	۳
۵	ریاضیات	۳
۶	کنترل فرآیند پیشرفته	۳

۷	کنترل هوشمند	۳
۸	مکانرونیک	۳
۹	طراحی سیستم‌های اتوماسیون صنعتی	۳
۱۰	دروس تخصصی انتخابی باقیمانده	۶
۱۱	آزمایشگاه تخصصی	۳-۱
۱۲	مباحث ویژه	۳
۱۳	مباحث ویژه	۳
۱۴	دروس تخصصی کارشناسی یا تحصیلات تکمیلی سایر رشته‌ها و گرایش‌ها	۶
۱۵	دو درس تحصیلات تکمیلی مصوب دانشگاه با اطلاع کمیته برنامه‌ریزی عتف	۶

سیستم‌های کنترل



ردیف	نام درس	تعداد واحد
۱	کنترل فرآیندهای تصادفی	۳
۲	کنترل تطبیقی	۳
۳	هدایت و ناوبری	۳
۴	سیستم‌های وقایع گسسته	۳
۵	کنترل مقاوم	۳
۶	کنترل فازی	۳
۷	کنترل عصبی	۳
۸	بهینه‌سازی محدب	۳
۹	سیستم‌های ابعاد بزرگ	۳
۱۰	کنترل پیش‌بین	۳
۱۱	تشخیص و شناسایی خطا	۳
۱۲	دروس تخصصی انتخابی باقیمانده	۶
۱۳	آزمایشگاه تخصصی	۳-۱
۱۴	مباحث ویژه	۳
۱۵	مباحث ویژه	۳
۱۶	دروس تخصصی کارشناسی یا تحصیلات تکمیلی سایر رشته‌ها و گرایش‌ها	۶
۱۷	دو درس تحصیلات تکمیلی مصوب دانشگاه با اطلاع کمیته برنامه‌ریزی عتف	۶

مهندسی سیستم

ردیف	نام درس	تعداد واحد
۱	مبانی سیستم‌ها و طراحی مهندسی	۳
۲	برنامه‌ریزی خطی و غیر خطی	۳
۳	دینامیک سیستم‌ها	۳
۴	نظریه بازی‌ها	۳
۵	مهندسی تحلیل ریسک و عدم قطعیت	۳
۶	نظریه گراف	۳
۷	شبکه‌های عصبی	۳
۸	سیستم‌های فازی	۳
۹	مدل‌سازی و شبیه‌سازی	۳
۱۰	سیستم‌های پیچیده	۳
۱۱	دروس تخصصی انتخابی باقیمانده	۶
۱۲	آزمایشگاه تخصصی	۳-۱
۱۳	مباحث ویژه	۳
۱۴	مباحث ویژه	۳
۱۵	دروس تخصصی کارشناسی یا تحصیلات تکمیلی سایر رشته‌ها و گرایش‌ها	۶
۱۶	دو درس تحصیلات تکمیلی مصوب دانشگاه با اطلاع کمیته برنامه‌ریزی عتف	۶



۹) گرایش مخابرات میدان و موج

الف) دروس جبرانی

ردیف	نام درس	تعداد واحد
۱	میدان و امواج	۳
۲	ریز موج و آنتن (ریز موج ۱)	۳

ب) دروس تخصصی الزامی

ردیف	نام درس	تعداد واحد
۱	الکترومغناطیس پیشرفته	۳
۲	ریاضیات مهندسی پیشرفته	۳

ج) دروس تخصصی انتخابی: انتخاب دو درس به پیشنهاد استاد واعضا از چهار درس

ردیف	نام درس	تعداد واحد
۱	ریز موج ۲	۳
۲	آنتن ۲	۳
۳	روش های عددی در الکترومغناطیس	۳
۴	مدارهای فعال ریز موج	۳



د) دروس تخصصی اختیاری: انتخاب چهار درس به پیشنهاد استاد واعضا و تأیید گروه آموزشی از مجامع

ردیف	نام درس	تعداد واحد
۱	سازگاری الکترومغناطیس (EMC)	۳
۲	پراکندگی امواج	۳
۳	دایادهای گرین در الکترومغناطیس	۳
۴	جنگ الکتروپیک	۳
۵	منجش از دور	۳
۶	فناوری ترانزیتور	۳
۷	آنتن آرایه ای ریز نواری	۳
۸	روش های مجانبی در الکترومغناطیس	۳
۹	فرا مواد	۳
۱۰	آنتن های مدار جایی	۳
۱۱	دروس تخصصی انتخابی باقیمانده	۶
۱۲	آزمایشگاه تخصصی	۳-۱
۱۳	مباحث ویژه	۳
۱۴	مباحث ویژه	۳
۱۵	دروس تخصصی کارشناسی یا تحصیلات تکمیلی سایر رشته ها و گرایش ها	۶
۱۶	دو درس تحصیلات تکمیلی منصوب دانشگاه با اطلاع کمیته برنامه ریزی عتف	۶

۱۰) گرایش مخابرات نسوری

الف) دروس جبرانی

ردیف	نام درس	تعداد واحد
۱	میدان و امواج	۳
۲	ریز موج و آنتن (ریز موج ۱)	۳

ب) دروس تخصصی الزامی

ردیف	نام درس	تعداد واحد
۱	الکترومغناطیس پیشرفته	۳
۲	ریاضیات مهندسی پیشرفته	۳

ج) دروس تخصصی انتخابی: انتخاب در درس به پیشنهاد استاد راهنما از چهار درس

ردیف	نام درس	تعداد واحد
۱	فوتونیک	۳
۲	فیبر نوری	۳
۳	سیستم‌های مخابرات نوری	۳
۴	الکترونیک نوری	۳



د) دروس تخصصی اختیاری: انتخاب چهار درس به پیشنهاد استاد راهنما و تأیید گروه آموزشی از مجموعه‌ی

ردیف	نام درس	تعداد واحد
۱	لیزر	۳
۲	نور فوریه	۳
۳	بور غیر خطی	۳
۴	ریز موج فوتونیک	۳
۵	نور کوآنتومی	۳
۶	مکانیک کوآنتومی	۳
۷	فیبر نوری غیر خطی	۳
۸	مدولاسیون نوری	۳
۹	پردازش گرهای نوری	۳
۱۰	مخابرات کوآنتومی	۳
۱۱	نانو فوتونیک	۳
۱۲	نور آماری	۳
۱۳	دروس تخصصی انتخابی باقیمانده	۶

۱۴	آزمایشگاه تخصصی	۳-۱
۱۵	مباحث ویژه	۳
۱۶	مباحث ویژه	۳
۱۷	دروس تخصصی کارشناسی یا تحصیلات تکمیلی سایر رشته‌ها و گرایش‌ها	۶
۱۸	دو درس تحصیلات تکمیلی مصوب دانشگاه با اطلاع کمیته برنامه‌ریزی عتف	۶

۱۱) گرایش مخابرات سیستم

الف) دروس جبرانی

ردیف	نام درس	تعداد واحد
۱	پردازش سیگنال دیجیتال (DSP)	۳
۲	مخابرات دیجیتال	۳



ب) دروس تخصصی الزامی

ردیف	نام درس	تعداد واحد
۱	فرآیندهای تصادفی	۳
۲	تئوری پیشرفته مخابرات	۳

ج) دروس تخصصی انتخابی: انتخاب دو درس به پیشنهاد استاد راهنما از چهار درس

ردیف	نام درس	تعداد واحد
۱	پردازش سیگنال دیجیتال پیشرفته	۳
۲	سیستم‌های مخابرات بی‌سیم	۳
۳	شبکه‌های مخابراتی	۳
۴	کد گذاری کانال	۳

د) دروس تخصصی اختیاری: انتخاب چهار درس به پیشنهاد استاد راهنما و تأیید گروه آموزشی از مجموعه‌ی

ردیف	نام درس	تعداد واحد
۱	کد گذاری کانال پیشرفته	۳
۲	تئوری اطلاعات	۳
۳	تئوری اطلاعات پیشرفته	۳

۴	پردازش گفتار	۳
۵	پردازش تصویر	۳
۶	تئوری آشکارسازی	۳
۷	فیلترهای وقفی	۳
۸	مخابرات طیف گسترده	۳
۹	تئوری تخمین	۳
۱۰	مخابرات سلولی	۳
۱۱	امول و سیستم های راداری	۳
۱۲	مخابرات ماهواره ای	۳
۱۳	دروس تخصصی انتخابی باقیمانده	۶
۱۴	آزمایشگاه تخصصی	۳-۱
۱۵	مباحث ویژه	۳
۱۶	مباحث ویژه	۳
۱۷	دروس تخصصی کارشناسی یا تحصیلات تکمیلی سایر رشته ها و گرایش ها	۶
۱۸	دو درس تحصیلات تکمیلی مصوب دانشگاه با اطلاع کمیته برنامه ریزی عتف	۶

۱۲) گرایش مخابرات امن و رمزنگاری

الف) دروس جبرانی



ردیف	نام درس	تعداد واحد
۱	پردازش سیگنال دیجیتال (DSP)	۳
۲	مخابرات دیجیتال	۳

ب) دروس تخصصی الزامی

ردیف	نام درس	تعداد واحد
۱	فرآیندهای تصادفی	۳
۲	تئوری پیشرفته مخابرات	۳

ج) دروس تخصصی انتخابی: انتخاب دو درس به پیشنهاد استاد راهنما از چهار درس

ردیف	نام درس	تعداد واحد
۱	رمزنگاری	۳
۲	ریاضیات رمزنگاری	۳
۳	امنیت شبکه	۳
۴	نهان نگاری اطلاعات	۳

د) دروس تخصصی اختیاری: انتخاب چهار درس به پیشنهاد استاد راهنما و تأیید گروه آموزشی از مجموعه‌ی

ردیف	نام درس	تعداد واحد
۱	رمزنگاری پیشرفته	۳
۲	پیچیدگی محاسبات	۳
۳	پروتکل‌های امن در شبکه	۳
۴	سیستم‌های تشخیص نفوذ	۳
۵	دروس تخصصی انتخابی باقیمانده	۶
۶	آزمایشگاه تخصصی	۳-۱
۷	مباحث ویژه	۳
۸	مباحث ویژه	۳
۹	دروس تخصصی کارشناسی یا تحصیلات تکمیلی سایر رشته‌ها و گرایش‌ها	۶
۱۰	دو درس تحصیلات تکمیلی منصوب دانشگاه با اطلاع کمیته برنامه‌ریزی عتف	۶

۱۳) گرایش شبکه‌های مخابراتی

الف) دروس جبرانی

ردیف	نام درس	تعداد واحد
۱	شبکه‌های کامپیوتری	۳
۲	مخابرات دیجیتال	۳



ب) دروس تخصصی الزامی

ردیف	نام درس	تعداد واحد
۱	فرآیندهای تصادفی	۳
۲	نظری پیشرفته مخابرات	۳

ج) دروس تخصصی انتخابی: انتخاب دو درس به پیشنهاد استاد راهنما از چهار درس

ردیف	نام درس	تعداد واحد
۱	شبکه‌های مخابراتی	۳
۲	شبکه‌های کامپیوتری پیشرفته	۳
۳	مدیریت شبکه	۳
۴	سوئیچینگ و مسیریابی در شبکه	۳

د) دروس تخصصی اختیاری: انتخاب چهار درس به پیشنهاد استاد راهنما و تأیید گروه آموزشی از مجموعه‌ی

ردیف	نام درس	تعداد واحد
۱	مهندسی ترافیک در شبکه‌های مخابراتی	۳
۲	ارتباطات چند رسانه‌ای	۳
۳	الگوریتم‌های شبکه	۳
۴	طراحی شبکه‌های مخابراتی	۳
۵	برنامه‌نویسی شبکه	۳
۶	مدل‌سازی و ارزیابی عملکرد شبکه	۳
۷	نظریه صف	۳
۸	محاسبات تئوری	۳
۹	شبکه‌های مخابرات تئوری	
۱۰	دروس تخصصی انتخابی باقیمانده	۶
۱۱	آزمایشگاه تخصصی	۳-۱
۱۲	مباحث ویژه	۳
۱۳	مباحث ویژه	۳
۱۴	دروس تخصصی کارشناسی یا تحصیلات تکمیلی سایر رشته‌ها و گرایش‌ها	۶
۱۵	دو درس تحصیلات تکمیلی مصوب دانشگاه یا اطلاع کمیته برنامه‌ریزی غتف	۶

سمینار:

- آموزش/ فراگیری مبانی و مراحل انجام تحقیق، اصول اخلاقی، روش‌های ارائه دستاوردها به طور شفاهی و کتبی

- بررسی زمینه‌های جاری تحقیقاتی، حتی الامکان با توجه به موضوعات و مسائل مورد نیاز کشور، در زمینه‌ی تخصصی



- مطالعه زمینه‌های تحقیقاتی با هدف موضوع پایان‌نامه

- تهیه گزارش مدون به صورت کتبی و ارائه شفاهی آن توسط دانشجو

پایان‌نامه:

فعالیت‌های تحقیقاتی دانشجو در جهت انجام یک پروژه مشخص و تحت راهنمایی استاد راهنما انجام می‌گیرد. شرکت در کلاس‌های درسی دیگر حسب تشخیص استاد راهنما ضروری است. به منظور حفظ کیفیت و ارزش علمی پایان‌نامه در عین توجه به نیازهای کشور، لازم است کمیته تخصصی با ترکیب مناسب عهده‌دار بررسی و

تعیین موضوعات مناسب باشد. در این بررسی ممکن است "اهداف"، "نتایج"، "تجهیزات مورد نیاز"، "اعتبار لازم" و "حجم کلی کار" به عنوان پارامترهای مهم مورد ارزیابی قرار گیرد. ارزیابی فعالیت دانشجو در پایان نامه کارشناسی ارشد از نظر کیفی و کمی توسط هیأت داوران انجام می شود. موفقیت دانشجو در گذراندن پایان نامه موکول به نظر این هیأت است. به منظور حفظ ضوابط و استانداردها در پژوهش دوره کارشناسی ارشد و جلوگیری از تنزل تدریجی سطح کار لازم است ترکیب هیأت داوران طبق ضوابط مناسب و با دقت کافی مشخص شود.



مشخصات کلی

دوره دکتری



دوره دکتری

۱- تعریف و هدف

دوره دکتری مهندسی برق بالاترین مقطع تحصیلی دانشگاهی است که به اعطای مدرک در این زمینه می‌انجامد و رسالت آن تربیت افرادی است که با نوآوری در زمینه‌ای خاص در گسترش مرزهای دانش و تحلیل جامع و رفع نیازهای کشور موثر باشند. این دوره مجموعه‌ای هماهنگ از فعالیت‌های آموزشی و پژوهشی با گرایش‌های زیر می‌باشد.



۱. الکترونیک

۲. قدرت

۳. کنترل

۴. مخابرات

محور اصلی فعالیت‌های علمی دوره دکتری، به تناسب موضوع، تحقیق نظری، تحقیق تجربی و یا تلفیقی از این دو است و آموزش وسیله تکمیل دانسته‌های داوطلب و هموار ساختن راه حصول به اهداف تحقیق می‌باشد. هدف از دوره دکتری مهندسی برق، ضمن احاطه یافتن بر آثار علمی مهم در یک زمینه خاص از این رشته، رسیدن به یک یا چند مورد از موارد زیر است:

- آشنا شدن با روش‌های پیشرفته تحقیق و کوشش برای نوآوری در این زمینه
- دستیابی به جدیدترین مبانی علمی، تحقیقاتی و فناوری
- نوآوری در زمینه‌های علمی، تحقیقی و کمک به پیشرفت و گسترش مرزهای دانش
- تسلط یافتن بر یک یا چند امر، همچون ۱- تعلیم، تحقیق و برنامه‌ریزی، ۲- طراحی، اجرا، هدایت، نظارت و ارزیابی، ۳- تجزیه و تحلیل و حل مسائل علمی در لبه دانش و ۴- حل جامع مشکلات عملی جامعه در یکی از زمینه‌های مهندسی برق

۲- نقش و توانایی

از فارغ التحصیلان دوره دکتری انتظار می‌رود که ضمن اشراف به آخرین یافته‌های نظری و کاربردی تخصص مربوط به خود، در مواردی که در حین طرح و اجرای یک پروژه، راه حل مشخص و مدونی وجود ندارد قادر باشند یا استفاده از آموزه‌های دوران تحصیل خود (بخش آموزشی و پژوهشی)، راه حل مناسب، بهینه و قابل قبول در سطح جامعه حرفه‌ای ارائه نمایند. بخش دیگری از فعالیت فارغ التحصیلان این دوره تدریس در

دانشگاه‌ها و تربیت مهندسين توانمند در دوره‌های کارشناسی و تحصیلات تکمیلی می‌باشد که بالطبع انتظار می‌رود در تولید علم و تبدیل علم به ایده و ثروت نقش موثری داشته باشند.

۳- شرایط پذیرش دانشجو

شرایط ورود به دوره دکتری مهندسی برق مطابق با آئین‌نامه مصوب شورای برنامه‌ریزی آموزش عالی بوده و در این راستا موارد زیر نیز مد نظر می‌باشد.

الف - داشتن مدارک کارشناسی ارشد در رشته مهندسی برق و یا سایر رشته‌های مهندسی و علوم پایه مرتبط با گرایش انتخاب شده

تبصره: پذیرفته شدگان می‌باید دروس جبرانی به پیشنهاد استاد راهنما و تأیید کمیته تحصیلات تکمیلی دانشکده را با حداقل نمره ۱۴ بگذرانند. تعداد واحد و نمره این دروس، در مرحله‌ی آموزشی و معدل دوره لحاظ نمی‌گردد.

ب- برگزاری امتحانات کتبی و شفاهی اختصاصی جهت ورود به دوره دکتری، تابع قوانین وزارت علوم، تحقیقات و فناوری می‌باشد.

ج- پذیرش، تشخیص و تأیید صلاحیت علمی داوطلب در ورود به دوره دکتری نهایتاً به عهده دانشکده پذیرنده و زیر نظر مدیریت دانشگاه و وفق مقررات وزارت علوم، تحقیقات و فناوری انجام می‌شود.

۴- طول دوره و شکل نظام

دوره دکتری مهندسی برق دارای دو مرحله آموزشی و پژوهشی (تدوین رساله) می‌باشد. نحوه ورود و خاتمه هر مرحله، و حداقل و حداکثر طول دوره مطابق آیین‌نامه دوره دکتری است.

۵- مرحله آموزشی

در مرحله آموزشی دوره دکتری مهندسی برق، گذراندن حداقل ۱۵ واحد درسی از دروس تحصیلات تکمیلی (علاوه بر واحدهای قبلی گذرانده شده در مقطع کارشناسی ارشد) الزامی است. مجموع تعداد واحدهای این دروس در دوره‌های کارشناسی ارشد و دکتری به حداقل ۲۴ برسد.



تبصره:

دانشجو موظف است در نیمسال اول ورود به دوره، اقدام به انتخاب استاد راهنمای (تحقیق) خود نماید. در همین زمان کلیات زمینه تحقیقاتی دانشجو و چارچوب دروس مربوطه توسط دانشجو وزیر نظر استاد راهنما تهیه و به تصویب شورای تحصیلات تکمیلی دانشکده می‌رسد.

۶- ارزیابی جامع آموزشی و پژوهشی

دانشجویانی که حداقل ۱۲ واحد دروس مرحله آموزشی خود را با موفقیت گذرانده باشند، لازم است در ارزیابی جامع که براساس آئین‌نامه مؤسسه برگزار می‌گردد شرکت نمایند. ارزیابی مرحله آموزشی بصورت کتبی و با شفاهی برگزار شده و دانشجو حداکثر دو بار می‌تواند در ارزیابی جامع آموزشی و پژوهشی شرکت نماید.

۷- مرحله تدوین رساله

دانشجویان بعد از تصویب زمینه کلی تحقیقاتی خود می‌توانند فعالیت‌های پژوهشی خود را آغاز نمایند. دانشجویانی که در ارزیابی جامع پذیرفته می‌شوند، در مرحله تدوین رساله ثبت نام می‌کنند. سقف تعداد کل واحدهای پژوهشی که دانشجو در مرحله تدوین رساله اخذ می‌کند ۲۱ می‌باشد بنحوی که مجموع واحدهای درسی و پژوهشی از ۳۶ کمتر نباشد. تعدید مراحل آموزشی و پژوهشی با توجه به سنوات دانشجو و مطابق آئین‌نامه دکتری خواهد بود. ثبت نام و اخذ واحدهای پژوهشی لزوماً به معنی تصویب و قبول رساله نیست و ارزیابی رساله مطابق با ضوابط آئین‌نامه دوره دکتری انجام می‌شود.

تبصره ۱

دانشجو موظف است حداکثر ظرف یک نیمسال پس از قبولی در ارزیابی جامع پیشنهاد رساله خود را با راهنمایی و همکاری اساتید راهنما و مشاور تهیه نماید تا با تایید آنان، در کمیته تخصصی بررسی پیشنهاد رساله مطرح و از چارچوب کلی آن دفاع شود.

تبصره ۲

- ا. پس از تأیید پیشنهاد رساله در کمیته مربوطه، دانشجو موظف است به شکل منظم گزارش پیشرفت تحقیق خود را به استاد راهنما و مشاورین ارائه نماید.
- ب. در راستای ارزیابی کارهای انجام شده، دانشجو گزارش پیشرفت کار رساله را در انتهای هر سال (از آغاز مرحله پژوهش) به کمیته تخصصی بررسی و هدایت رساله متشکل از استاد راهنما و مشاورین رساله و تعدادی (با همتا) از اساتید داخل و خارج از مؤسسه که توسط گروه تخصصی و تصویب شورای تحصیلات تکمیلی دانشکده تعیین شده است، ارائه می‌نماید.
- ج. نوبت می‌شود اعضاء حاضر در کمیته تخصصی بررسی و هدایت هر رساله از هیأت داوران آن رساله باشند.

تبصره ۳



تغییر استاد راهنما و یا موضوع رساله، تنها یک بار و با تصویب کمیته تحصیلات تکمیلی دانشکده امکان پذیر می باشد. بدیهی است سنوات تحصیلی دانشجو نباید از حداکثر مدت مجاز تجاوز کند.

تبصره ۴

پس از تکمیل و تدوین رساله در موعد تعیین شده و تأیید کیفیت علمی و صحت مطالب آن از طرف استاد راهنما، دانشجو موظف است از رساله دکتری خود در حضور هیأت داوری دفاع نماید.

۸- دروس مرحله آموزشی دوره دکتری

دروس تخصصی تحصیلات تکمیلی قابل ارائه در دوره دکتری همان عناوین دروس ارائه شده برای دوره کارشناسی ارشد می باشد که به تفکیک گرایش در جداول دروس آمده است. اخذ مجلد دروسی که دانشجو در یکی از مقاطع تحصیلی قبلی گذرانده است مجاز نیست و جزء واحدهای دوره محسوب نمی شود.



دروس مرحله آموزشی

(۱) گرایش الکترونیک

ردیف	نام درس	تعداد واحد
۱	مدارهای مجتمع خطی (CMOS)	۳
۲	تئوری و فناوری ساخت افزارهای نیم‌رسانا	۳
۳	مدارهای مجتمع فرکانس رادیویی (RFIC)	۳
۴	مدارهای مجتمع خیلی فشرده (VLSI)	۳
۵	مبدل‌های داده مجتمع (A/D, D/A)	۳
۶	مدارهای مجتمع نوری	۳
۷	VHDL	۳
۸	سیستم بر تراشه	۳
۹	مدارهای مجتمع یکپارچه ریزموج	۳
۱۰	الکترونیک لیزر	۳
۱۱	مدارهای مجتمع خطی پیشرفته (CMOS)	۳
۱۲	مدارهای زیست الکترونیک	۳
۱۳	مدارهای مجتمع توان پایین	۳
۱۴	فیلترهای مجتمع	۳
۱۵	مدارهای پهن باند	۳
۱۶	زیست حسگرها	۳
۱۷	افزارهای نیم رسانا	۳
۱۸	تئوری و فناوری ساخت افزارهای نیم‌رسانا	۳
۱۹	الکترونیک کوآتومی	۳
۲۰	الکترونیک نوری	۳
۲۱	بلورهای فوتونی	۳
۲۲	ابرسانی	۳
۲۳	نانو الکترونیک	۳
۲۴	مشخصه‌یابی مواد و افزارهای نیم‌رسانا	۳
۲۵	الکترونیک نوری پیشرفته	۳
۲۶	فیریک حالت جامد پیشرفته	۳
۲۷	شبه‌سازی افزارهای نیم‌رسانا	۳
۲۸	الکترونیک دیجیتال پیشرفته	۳
۲۹	ریز پردازنده پیشرفته	۳
۳۰	مدارهای واسط	۳
۳۱	شبکه‌های انتقال داده	۳



۳	مدارهای ASIC/FPGA	۳۲
۳	معماری کامپیوتر پیشرفته	۳۳
۳	پردازشگرهای سیگنال‌های دیجیتال	۳۴
۳	تشخیص و تحمل خرابی	۳۵
۳	VHDL	۳۶
۳	سیستم‌های چند پردازنده‌ای با کارایی بالا	۳۷
۳	سیستم‌های نهفته	۳۸
۳	فناوری ساخت مدارهای دیجیتال	۳۹
۳	مباحث ویژه	۴۰
	دروس تحصیلات تکمیلی سایر رشته‌ها و گرایش‌ها با تأیید گروه آموزشی	۴۱
	دروس تحصیلات تکمیلی مصوب دانشگاه با اطلاع کمیته برنامه‌ریزی عتف	۴۲

۲) گوایش قدرت

ردیف	نام درس	تعداد واحد
۱	دینامیک سیستم‌های قدرت ۱	۳
۲	بهره‌برداری از سیستم‌های قدرت	۳
۳	تئوری جامع ماشین‌های الکتریکی	۳
۴	توزیع انرژی الکتریکی	۳
۵	حفاظت پیشرفته سیستم‌های قدرت	۳
۶	فناوری عایق‌ها و فشارقوی	۳
۷	کنترل توان راکتور	۳
۸	بررسی حالات گذرا در سیستم‌های قدرت	۳
۹	بررسی احتمالی سیستم‌های قدرت	۳
۱۰	کیفیت توان	۳
۱۱	سیستم‌های انتقال جریان متناوب انعطاف‌پذیر	۳
۱۲	دینامیک سیستم‌های قدرت ۲	۳
۱۳	اصول کنترل مدرن	۳
۱۴	حفاظت دیجیتال سیستم‌های قدرت	۳
۱۵	الکترونیک قدرت ۱	۳
۱۶	تئوری جامع ماشین‌های الکتریکی	۳
۱۷	طراحی ماشین‌های الکتریکی	۳
۱۸	الکترونیک قدرت ۲	۳
۱۹	روش‌های اجزاء محدود	۳
۲۰	کنترل محرکه‌های الکتریکی	۳

۳	ماشین های الکتریکی مدرن	۲۱
۳	کنترل ماشین های الکتریکی	۲۲
۳	طراحی مبدا های الکترونیک قدرت	۲۳
۳	روش های نوین کنترل مبدا های الکترونیک قدرت	۲۴
۳	طراحی ماشین های الکتریکی خطی	۲۵
۳	برنامه ریزی و مدیریت سیستم های انرژی	۲۶
۳	قابلیت اطمینان سیستم های انرژی الکتریکی	۲۷
۳	انرژی های تجدید پذیر	۲۸
۳	شبکه های هوشمند انرژی الکتریکی	۲۹
۳	اقتصاد انرژی الکتریکی	۳۰
۳	بهینه سازی سیستم های انرژی الکتریکی	۳۱
۳	بازار برق	۳۲
۳	ریز سیستم ها و ریز مولدها	۳۳
۳	تجدید ساختار در سیستم های قدرت	۳۴
۳	مدیریت انرژی	۳۵
۳	طراحی سیستم های برق خورشیدی	۳۶
۳	طراحی سیستم های سلولی خورشیدی	۳۷
۳	زیر ساخت های حمل و نقل برقی	۳۸
۳	طراحی وسائط نقلیه برقی و ترکیبی	۳۹
۳	سیستم های ذخیره کننده انرژی	۴۰
۳	منابع تغذیه و شارژرها	۴۱
۳	طراحی و کنترل محرکه های رانش	۴۲
۳	دینامیک حرکت پیشرفته	۴۳
۳	طراحی و کنترل پیل های سوختی	۴۴
۳	الکترونیک خودرو و شبکه سازی در حمل و نقل برقی	۴۵
۳	مبدا های الکتریکی توان بالا	۴۶
۳	بهره برداری و مدیریت سامانه های برقی حمل و نقل	۴۷
۳	مدیریت توان در وسائط نقلیه برقی	۴۸
۳	مباحث ویژه	۴۹
	دروس تحصیلات تکمیلی سایر رشته ها و گرایش ها با تأیید گروه آموزشی	۵۰
	دروس تحصیلات تکمیلی مصوب دانشگاه با اطلاع کمیته برنامه ریزی علم	۵۱



۳) گرایش کنترل

ردیف	نام درس	تعداد واحد
۱	کنترل غیر خطی	۳

۲	کنترل چند متغیره	۳
۳	کنترل بهینه	۳
۴	اتوماسیون صنعتی	۳
۵	ابزار دقیق پیشرفته	۳
۶	شناسایی سیستم	۳
۷	کنترل زمان حقیقی	۳
۸	سیستم‌های ترکیبی	۳
۹	سیستم‌های خیره و هوش مصنوعی	۳
۱۰	سیستم‌های عیب‌یابی و کنترل تحمل پذیر خطا	۳
۱۱	روانیک	۳
۱۲	کنترل فرآیند پیشرفته	۳
۱۳	کنترل هوشمند	۳
۱۴	مکانرونیک	۳
۱۵	طراحی سیستم‌های اتوماسیون صنعتی	۳
۱۶	کنترل فرآیندهای تصادفی	۳
۱۷	کنترل تطبیقی	۳
۱۸	هدایت و ناوبری	۳
۱۹	سیستم‌های وقایع گسته	۳
۲۰	کنترل مقاوم	۳
۲۱	کنترل فازی	۳
۲۲	کنترل عصی	۳
۲۳	بهینه‌سازی محدب	۳
۲۴	سیستم‌های ابعاد بزرگ	۳
۲۵	کنترل پیش‌بین	۳
۲۶	تشخیص و شناسایی خطا	۳
۲۷	معماری سیستم‌ها و طراحی مهندسی	۳
۲۸	برنامه‌ریزی خطی و غیر خطی	۳
۲۹	دینامیک سیستم‌ها	۳
۳۰	نظریه بازی‌ها	۳
۳۱	مهندسی تحلیل ریسک و عدم قطعیت	۳
۳۲	نظریه گراف	۳
۳۳	شکلهای عصی	۳
۳۴	سیستم‌های فازی	۳
۳۵	مدل‌سازی و شبیه‌سازی	۳
۳۶	سیستم‌های پیچیده	۳



۳۷	مباحث ویژه	۳
۳۸	دروس تحصیلات تکمیلی سایر رشته‌ها و گرایش‌ها با تأیید گروه آموزشی	
۳۹	دروس تحصیلات تکمیلی معسوب دانشگاه با اطلاع کمیته برنامه‌ریزی عتف	

(۴) گرایش مخابرات

ردیف	نام درس	تعداد واحد
۱	الکترومغناطیس پیشرفته	۳
۲	ریاضیات مهندسی پیشرفته	۳
۳	ریز موج ۲	۳
۴	آنتن ۲	۳
۵	روش‌های عددی در الکترومغناطیس	۳
۶	مدارهای فعال ریز موج	۳
۷	افزارهای تیم‌سازی ریز موج	۳
۸	سازگاری الکترومغناطیس (EMC)	۳
۹	پراکندگی امواج	۳
۱۰	داده‌های گرین در الکترومغناطیس	۳
۱۱	جنگ الکترونیک	۳
۱۲	سنجش از دور	۳
۱۳	فناوری ترانزیتور	۳
۱۴	آنتن‌آرایه‌ای ریز نواری	۳
۱۵	روش‌های مجانبی در الکترومغناطیس	۳
۱۶	فرا مواد	۳
۱۷	آنتن‌های مدار چاپی	۳
۱۸	فونونیک	۳
۱۹	فیبر نوری	۳
۲۰	سیستم‌های مخابرات نوری	۳
۲۱	الکترونیک نوری	۳
۲۲	لیزر	۳
۲۳	نور فوریه	۳
۲۴	نور غیر خطی	۳
۲۵	ریز موج فونونیک	۳
۲۶	نور کوآنتومی	۳
۲۷	مکانیک کوآنتوم	۳
۲۸	فیبر نوری غیر خطی	۳
۲۹	مدولاسیون نوری	۳



۳	پردازش گره های نوری	۳۰
۳	مخابرات کوانتومی	۳۱
۳	ناتو فوتونیک	۳۲
۳	نور آماری	۳۳
۳	فرآیندهای تصادفی	۳۴
۳	تئوری پیشرفته مخابرات	۳۵
۳	پردازش سیگنال دیجیتال پیشرفته	۳۶
۳	سیستم های مخابرات بی سیم	۳۷
۳	شبکه های مخابراتی	۳۸
۳	کد گذاری کنال	۳۹
۳	کد گذاری کنال پیشرفته	۴۰
۳	تئوری اطلاعات	۴۱
۳	تئوری اطلاعات پیشرفته	۴۲
۳	پردازش گفتار	۴۳
۳	پردازش تصویر	۴۴
۳	تئوری آشکارسازی	۴۵
۳	فیلترهای وقفی	۴۶
۳	مخابرات طیف گسترده	۴۷
۳	تئوری تخمین	۴۸
۳	مخابرات سلولی	۴۹
۳	اصول و سیستم های راداری	۵۰
۳	مخابرات ماهواره ای	۵۱
۳	رمزنگاری	۵۲
۳	ریاضیات رمزنگاری	۵۳
۳	امنیت شبکه	۵۴
۳	نهان نگاری اطلاعات	۵۵
۳	رمزنگاری پیشرفته	۵۶
۳	پیمایشی محاسبات	۵۷
۳	پروتکل های امن در شبکه	۵۸
۳	سیستم های تشخیص نفوذ	۵۹
۳	شبکه های کامپیوتری پیشرفته	۶۰
۳	مدیریت شبکه	۶۱
۳	سوئیچینگ و مسیریابی در شبکه	۶۲
۳	مهندسی ترافیک در شبکه های مخابراتی	۶۳
۳	ارتباطات چند رسانه ای	۶۴



۳	الگوریتم‌های شبکه	۶۵
۳	طراحی شبکه‌های مخابراتی	۶۶
۳	برنامه‌نویسی شبکه	۶۷
۳	مدلسازی و ارزیابی عملکرد شبکه	۶۸
۳	نظریه صف	۶۹
۳	محاسبات نوری	۷۰
۳	شبکه‌های مخابرات نوری	۷۱
۳	دروس تخصصی انتخابی باقیمانده	۷۲
۳	مباحث ویژه	۷۳
	دروس تحصیلات تکمیلی سایر رشته‌ها و گرایش‌ها با تأیید گروه آموزشی	۷۴
	دروس تحصیلات تکمیلی مصوب دانشگاه با اطلاع کمیته برنامه‌ریزی حنف	۷۵



سر فصل دروس



مدارهای مجتمع خطی (CMOS) Analog Integrated Circuits (CMOS)

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش نیاز: -

هم نیاز: -

هدف: ارائه اصول طراحی مدارهای مجتمع خطی آنالوگ در فناوری CMOS

شرح درس:

مقدمه: آشنایی با فناوری CMOS

طراحی مدارهای پایه

آشنایی با ابزارهای طراحی مدار

پاسخ فرکانسی مدارهای آنالوگ

تحلیل نویز در مدارهای آنالوگ

فیدبک

طراحی تقویت کننده عملیاتی (OP-AMP)

مدارهای تولید بایاس

آشنایی با مدارهای کلیدخازنی (Switch Capacitance)

مبانی طراحی مدارهای داده



مراجع:

1. B. Nikolic, Design of Analog CMOS Integrated Circuits, McGraw-Hill, 2001.
2. T. Carusone, D. Johns, and K. Martin, Analog Integrated Circuit Design, 2nd ed., Wiley, 2012.
3. P. Gray, P. Hurst, S. Lewis and R. Meyer, Analysis and Design of Analog Integrated Circuits, 5th ed., Wiley, 2009.
4. W. Sansen, Analog Design Essentials, Springer, 2007.
5. Y. Tsividis, and C. McAndrew, Operation and Modeling of the MOS Transistor, 3rd ed., Oxford University Press, 2010.

تئوری و فناوری ساخت افزاردهای نیم رسانا Theory and Manufacturing Technology of Semiconductor Devices

تعداد واحد: ۲ (نظری)

پیش نیاز: -

هم نیاز: -

هدف: ایجاد توانایی جهت توصیف مراحل مختلف ساخت مدارهای مجتمع، چالش‌ها، ساختارها و تخمین هزینه پیاده‌سازی

شرح درس:

مقدمه: مقدمه‌ای بر فناوری سیلیکون

مروری بر فناوری CMOS

رشد بلور سیلیکون و خواص و مشخصه‌یابی آن

ویژگی‌ها و تمهیدات لازم برای تولید افزاردهای نیمه‌هادی

لینتوگرافی

رشد اکسید حرارتی و خواص و مشخصه‌یابی آن

نفوذ آلومیندها

کاشت یونی

لایه نشانی لایه‌های نازک

زدایش

فناوری Back-end

مراجع:

1. J. D. Plummer, M. D. Deal, and P. D. Griffin, Silicon VLSI Technology, Fundamentals, Practice and Modeling, 2nd ed., Prentice Hall, 2008.
2. R. C. Jaeger, Introduction to Microelectronic Fabrication, 2nd ed., Prentice Hall, 2002.
3. S. M. Sze and K. K. Ng, Physics of Semiconductor Devices, 3rd ed., Wiley, 2006.
4. S. M. Sze and M. K. Lee, Semiconductor Devices: Physics and Technology, 3rd ed., Wiley, 2013.



مدارهای مجتمع فرکانس رادیویی Radio Frequency Integrated Circuits

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: مدارهای مجتمع خطی

همینار: -

هدف: آشنایی با طراحی سیستم‌ها و مدارهای RF در فناوری‌های ساخت مدار مجتمع، به خصوص فناوری CMOS

شرح درس:

مقدمه: مبانی مختارات بی‌سیم و طراحی سیستم RF

معماری‌های گیرنده/فرستنده

مبانی طراحی مدار RF

تقویت‌کننده‌های فرکانس بالا و میکروها

لوساتورها

سبزرگ‌کننده‌های فرکانس و مدارهای دیجیتال فرکانس بالا

تقویت‌کننده‌های توان

مراجع:

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



مدارهای مجتمع خیلی فشرده Very Large Scale Integrated Circuits (VLSI)

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش نیاز: -

همنیاز: مدارهای مجتمع خطی

هدف: آشنایی با اصول طراحی مدارهای مجتمع دیجیتال در فناوری CMOS

شرح درس:

مقدمه: آشنایی با فناوری CMOS

مدارهای ترکیبی (Combinational)

مدارهای پیاپی (Sequential)

مدارهای منطقی پویا

حافظه

قالب‌های محاسباتی

تکنیک‌های توان پایین

تولید و توزیع ساعت

مدارهای ورودی و خروجی

مراجع:

1. J. Rabaey, A. Chandrakasan and B. Nikolic, Digital Integrated Circuits: A Design Perspective, 2nd ed., Prentice- Hall, 2003.
2. N. Weste and D. Harris, CMOS VLSI Design, A Circuit and Systems Perspective, 4th ed., Addison Wesley, 2010.
3. S. Kang and Y. Leblebici, CMOS Digital Integrated Circuits Analysis and Design, McGraw- Hill, 2003.
4. H. Kaeslin, Digital Integrated Circuit Design, from VLSI Architectures to CMOS Fabrication, Cambridge University Press, 2008.



مبدل‌های داده مجتمع (A/D, D/A) Integrated Data Converters

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش‌نیاز: -

همنیاز: -

هدف: بررسی اصول، ساختارها و محدودیت‌های مبدل‌های A/D, D/A مجتمع بعنوان واحدهای واسطه‌ای مابین سیستم‌های آنالوگ و دیجیتال

شرح درس:

مقدمه: کاربردها، معیارهای ارزیابی (پویا و ایستان)

مدارهای نمونه‌بردار و نگهدارنده (Sample & Hold) و پارامترهای ارزیابی آنها

ساختارهای مختلف مبدل‌های D/A: استفاده از مراجع ولتاژ، جریان، بار الکتریکی، تأثیر عملکرد عناصر صوتیج، بررسی حالت‌های غیر ایده‌آل

ساختارهای مختلف مدارهای A/D: Two-Step, Flash, Pipeline, Interleaved, ... بررسی حالت‌های غیر ایده‌آل (تأثیر مقادیر غیر خطی خازن‌ها، Kickback Noise, Clock Jitter, ...)

مبدل‌های بیش نمونه‌بردار: مدولاسیون سیگما-دلتا، شکل‌دهی نویز، خطای چندی‌سازی، فیلترهای درون‌یابی و چند-یک‌ی (Decimation)

افزایش دقت مدارهای مبدل، حذف الفست، کالیبراسیون

مراجع:

1. B. Razavi, Principles of Data Conversion System Design, Wiley- IEEE Press, 1995.
2. R. J. Baker, CMOS Circuit Design, Layout, and Simulation, 3rd ed., Wiley- IEEE Press, 2010.
3. R. J. Baker, CMOS: Mixed- Signal Circuit Design, 2nd ed., Wiley- IEEE Press, 2008.
4. S. R. Norsworthy, R. Schreier, and G. C. Temes, Delta- Sigma Data Converters Theory, Design, and Simulations, Wiley- IEEE Press, 1996.
5. G. Manganaro, Advanced Data Converters, Cambridge University Press, 2012.



مدارهای مجتمع نوری Optical Integrated Circuits

تعداد واحد: ۲ (نظری)

پیشنیاز: مدارهای مجتمع خطی

همنیاز: -

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

شرح درس:

مقدمه: آشنایی با سیستم‌های گیرنده فرستنده نوری

افزاده‌های نوری

مشخصات سیستم

تقویت کننده امپدانس انتقالی (Trans-Impedance: TIA)

تقویت کننده حدی (Limiting)

مدارهای بازسازی ساعت و داده یا ساختار حلقه قفل فاز و دیگر ساختارها

مدارهای تشکیل دهنده فرستنده نوری

مراجع:

1. B. Razavi, Design of Integrated Circuits for Optical Communications, 2nd ed., Wiley, 2012.
2. P. Muller and Y. Leblebichi, CMOS Multichannel Single-Chip Receivers for Multi-Gigabit Optical Data Communications, Springer, 2007.
3. C. Hermans and M. Steyaert, Broadband Opto-Electrical Receivers in Standard CMOS, Springer, 2007.
4. H. Zimmermann, Integrated Silicon Optoelectronics, 2nd ed., Springer, 2010.
5. E. Sackinger, Broadband Circuits for Optical Fiber Communication, Wiley, 2005.



VHDL

تعداد واحد: ۳ (نظری)

همیناژ: -

پیشیناژ: -

هدف: آشنایی با توصیف‌های الگوریتمی، ساختاری و فیزیکی و سطوح سیستم، رجیستر، گیت، ترازیستور و لی اوت در طراحی مدارهای الکترونیک دیجیتال

شرح درس:

آشنایی با زبان VHDL: معرفی کلی و ویژگی‌ها، ساختار کلی، مدل‌سازی عناصر الکترونیکی با استفاده از VHDL

طراحی در سطح الگوریتمیک: بررسی مسائل، استفاده از PMG، منطبق چند حالت، زمان بندی،...

طراحی در سطح رجیستر: تشریح مدار بر اساس انتقال داده‌ها، طراحی کنترل کننده، مسائل زمانی،...

طراحی در سطح گیت: طراحی و مدل‌سازی دقیق عناصر، مدل‌سازی تاخیر، بار خروجی، امپدانس ورودی، فلیپ فلاپ‌ها،...

ساز الگوریتمیک مدار: روند کلی از مرحله مدل‌سازی رفتاری تا پیاده‌سازی در سطح گیت، مباحث زمان‌بندی و پیاده‌سازی،

پیاده‌سازی FSM، طراحی به صورت ریز برنامه‌ریزی،...

آشنایی با VHDL-AMS: دستورات VHDL-AMS و چگونگی مدل‌سازی مدارهای آنالوگ-دیجیتال

مراجع:

1. J. Armstrong, and G. Gary, Structured Logic Design with VHDL, Prentice Hall, 1993.
2. Z. Navabi, VHDL, Analysis and Modeling of Digital Systems, 2nd ed., McGraw-Hill, 1997.
3. U. Heinkel, et al, The VHDL Reference: A Practical Guide to Computer-Aided Integrated Circuit Design including VHDL-AMS, Wiley, 2000.



سیستم بر تراشه System on Chip

تعداد واحد: ۴ (نظری)

پیشنیاز: -

همنیاز: -

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

شرح درس:

مقدمه

اصول و روش‌شناسی طراحی سیستم

مقدمه‌ای بر ASIC

تراشه‌های قابل برنامه‌ریزی CPLD و FPGA

طراحی سیستم توسط FPGA

هسته‌های IP

روش‌شناسی طراحی برای هسته‌های منطقی: روند طراحی SoC، اصول کلی طراحی قابل استفاده، روند طراحی برای هسته‌های

نرم، روند طراحی برای هسته‌های سخت

روش‌شناسی طراحی هسته‌های آنالوگ و حافظه

طراحی بر پایه Platform

شبکه‌های ارتباط بر روی تراشه

سیستم‌های بر روی تراشه چند پردازشگری

شبکه بر روی تراشه

تست سیستم‌های بر روی تراشه: هسته‌های منطقی دیجیتال، حافظه‌های نهفته، هسته‌های آنالوگ و علائم مخلوط

مراجع:

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



مدارهای مجتمع یکپارچه ریزموج Monolithic Microwave Integrated Circuits (MMIC)

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: مدارهای مجتمع خطی

همنیاز: -

هدف: آشنایی با فناوری ساخت مدارهای مجتمع زیر موج یکپارچه و اصول طراحی مدارهای فرکانس بالا در این فناوری

شرح درس:

مقدمه: آشنایی با MMIC

مرور محث میدان‌ها و امواج و خطوط انتقال

افزاینده‌های فعال در فناوری MMIC

افزاینده‌های غیر فعال ریز موج

ابزارهای طراحی

تقویت کننده‌ها

توساگرها

میکرها

ضرب کننده‌ها و تقسیم کننده‌های فرکانس

سولج‌ها، تعدیف کننده‌ها و تغییر دهنده‌های فاز

مراجع:

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



الکترونیک لیزر Laser Electronics

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش نیاز: -

همیناژ: الکترونیک کوانتومی

هدف: آشنایی با نظریه لیزر و نحوه تولید نور منسجم لیزر، تعامل نور لیزر با محیط‌های اتمی، تحلیل ایستا و پویای لیزر

شرح درس:

مروری بر نظریه الکترومغناطیس

نور هندسی و موجی

موج‌های نوری

کوارک‌های نوری

نظریه کوانتومی تعامل نور با ماده و تابش در سیستم‌های اتمی

نظریه نوسان لیزر

نظریه قفل فاز در لیزرها

لیزرهای نیمه‌هادی

لیزرهای با ناحیه فعال جامد، سیب و نقطه کوانتومی

لیزرهای یسرفته و لیزرهای تک مد مبتنی بر ساختارهای پرپودتک

تشویت کننده‌های نوری

نظریه نویز در سیستم‌های لیزری

نظریه لیزرهای مولد پالس‌های فوق باریک (فمتو ثانیه‌ای) جهت استفاده در مخابرات نوری بین بانده

مراجع:

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



مدارهای مجتمع خطی پیشرفته (CMOS) Advanced Linear Integrated Circuits (CMOS)

تعداد واحد: ۲ (نظری)

پیشنیاز: مدارهای مجتمع خطی CMOS

همینار: -

هدف: تحلیل جامع و طراحی دقیق مدارهای مجتمع CMOS خطی

شرح درس:

مشخصات تقویت کننده‌های عملیاتی CMOS با خروجی تک سر
ساختارهای مختلف تقویت کننده‌های عملیاتی تک سر: دو طبقه، آپشاری تلسکوپی (Telescopic Cascode)، آپشاری تا شده (Folded-Cascode)، آینه جریان، ورودی ریل به ریل (Rail to Railinput)
تقویت کننده‌های عملیاتی CMOS دیفرانسیل کامل: مدار CMFB، معرفی چند ساختار مختلف
طبقات خروجی CMOS: Class-A، Class-AB
مدارهای مولد ولتاژ و جریان مرجع CMOS

مراجع:

1. R. Dehghani, Design of CMOS Operational Amplifiers, Ariech House, 2013.
2. P. E. Allen and D. R. Holberg, CMOS Analog Circuit Design, 3rd ed., Oxford University Press, 2011.
3. T. C. Caruson, D. A. Johns and K. Martin, Analog Integrated Circuit Design, 2nd ed., Wiley, 2011.
4. B. Razavi, Design of Analog CMOS Integrated Circuits, McGraw- Hill, 2001.
5. P. R. Gray, P. J. Hurst, S. H. Lewis and R. G. Meyer, Analysis and Design of Analog Integrated Circuits, 5th ed., Wiley, 2009.



مدارهای زیست الکترونیک Bioelectronic Circuits

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش نیاز: -

هم نیاز: -

هدف: آشنایی با مبانی و مدارهای الکترونیک کم توان و کاربرد در سیستم های زیست پزشکی

شرح درس:

مقدمه: مروری بر مدارهای مجتمع و ویژگی های مدارهای زیست الکترونیک
تقویت کننده های کم توان امپدانس انتقالی و گیرنده فوتون: رسانایی انتقالی فوتون در سیلیکون، ساختار گیرنده فوتون، پس خور و اغتشاش
تقویت کننده های کم توان رسانایی انتقالی: ساختار پایه، تحلیل سیگنال کوچک، مشخصه های dc و ac، اعرجاج و اغتشاش
تشدید کننده ها و فیلترهای کم توان
مدارهای مد جریان کم توان
مبدل های A/D فرا کم توان
لینک های بی سیم القایی: نظریه، طراحی، اندازه گیری
آنتن های RF: مرور گذرا بر مباحث آنتن، یکسو کننده ها
سنش از دور RF کم توان: فرستنده-گیرنده مدولاسیون امپدانس، گیرنده مدولاسیون پالس، گیرنده های هم فاز و ناهم فاز RF، ملاحظات در انتخاب فرکانس حامل
سیستم های الکترونیکی فرا کم توان قابل کاشت
اصول طراحی الکترونیک فرا کم توان دیجیتال
اصول طراحی الکترونیک فرا کم توان آنالوگ و مخلوط
باتری و الکترسته شیمیایی

مراجع:

1. K. Iniewskiced (ed), CMOS Biomicrosystems, Wiley- IEEE Press, 2011.
2. K. Iniewskiced (ed), VLSI Circuits for Biomedical Applications, Artech House, 2008.
3. R. Sarpeshkar, Ultra Low Power Bioelectronics, Cambridge University Press, 2010.



مدارهای مجتمع توان پایین Low Power Integrated Circuits

تعداد واحد: ۲ (نظری)

پیش نیاز: -

همنیاز: -

هدف: آشنایی با ضرورت، اندازه‌ها، فناوری‌ها و طراحی‌های مدارهای مجتمع توان پایین

شرح درس:

مقدمه: توان و انرژی در مدارهای مجتمع، انگیزه طراحی مدارهای توان پایین، نشی در ترانزیستورهای نانو متری، معیار حاصل ضرب توان در تأخیر

مدارهای منطقی و سلول‌های پایه: گیت‌های ایستای CMOS، گیت‌های عبور، گیت‌های پویا

فناوری‌های ساخت: چند ولتاژ آستانه، چند ولتاژ تغذیه، توان پایین (نشی پایین)، تغییر اندازه ترانزیستورها، حافظه‌های توان پایین تکنیک‌های مدار کاهش توان: ایستا و پویا، دروازهبندی پالس ساخت، دروازهبندی تغذیه، تغییر دینامیک تغذیه، تغییر دینامیک توان مصرفی، مدارهای با فعالیت کم

تکنیک‌های توان پایین در سطح الگوریتم: بلوک‌های محاسباتی توان پایین، خط لوله، ساختارهای موازی، کدگذاری FSM، بازچینی ورودی‌ها و خازن موثر، جانبایی زمانی توان پایین

مدارهای آنالوگ توان پایین: مدار زیر آستانه ترانزیستور، عملکرد گیت‌ها و مدارهای ساده محاسباتی در زیر آستانه، عملکرد حافظه و فلپ فلاپ‌ها در زیر آستانه، ترانزیستورهای Trigate و FinFET، تقویت کننده‌های ولتاژ پایین، مبدل‌های توان پایین

مراجع:

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



فیلترهای مجتمع Integrated Filters

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش‌نیاز: مدارهای مجتمع خطی

همین‌بار: -

هدف: آشنایی با ساختارهای مختلف و طراحی فیلترهای مجتمع و نحوه تنظیم مشخصات فیلتر در این فناوری

شرح درس:

نظریه طراحی فیلتر

فیلترهای فعال مقاومست خازن (Active RC)

فیلترهای MOSFET- C

فیلترهای Gm- C

فیلترهای Current- Mode

فیلترهای سوئیچ خازنی

فیلترهای فرکانس بالا

مراجع:

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



مدارهای پهن باند Broadband Circuits

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش‌نیاز: مدارهای مجتمع خفنی

هتیار: -

هدف: آشنایی با طراحی مدارهای تقویت کننده نوسان ساز و ... مورد استفاده در سیستم‌های مخابراتی باند وسیع

شرح درس:

معرفی سیستم‌های پهن باند بی‌سیم

معرفی سیستم‌های پهن باند مخابرات نوری

روش‌های افزایش پهنای باند مدارها

طراحی تقویت کننده‌های پهن باند

طراحی نوسان‌سازهای پهن باند

مدارهای موج میلی‌متری

مراجع:

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



افزاردهای نیم‌رسانا Solid State Devices

تعداد واحد: ۲ (نظری)

پیش‌نیاز: -

هم‌نیاز: -

هدف: کسب شناخت عمیق از ساختار و رفتار افزاردهای نیم‌رسانا

شرح درس:

مرور فیزیک نیم رساناها

پیوندهای p-n دگر ساختاری

پیوندهای نونلی و متالیزم نونل‌زنی

پیوندهای شاکلی در قالب مدل‌های TE, TFE و FE

افزاردهای مبتنی بر خازن‌های MOS

MOSFET

مباحث پیشرفته در افزاردهای BJT شامل HBT

افزاردهای پیشرفته JFET, MESFET, MODFET

افزاردهای فرکانس بالا مانند افزاردهای تونل‌زنی و IMPATT

افزاردها با ساختار کوانتومی

افزاردهای نوری

مراجع:

1. S. M. Sze, and K. K. Ng, Physics of Semiconductor Devices, 3rd ed., Wiley, 2007.
2. Y. Taur and T. H. Ning, Fundamentals of Modern VLSI Devices, 2nd ed., Cambridge University Press, 2009.
3. S. M. Sze and M. K. Lee, Semiconductor Devices: Physics and Technology, 3rd ed., Wiley, 2013.



تئوری و فناوری ساخت افزاردهای نیم‌رسانا Theory and Manufacturing Technology of Semiconductor Devices

تعداد واحد: ۲ (تئوری)

همین‌ا: -

پیش‌ا: -

هدف: ایجاد توانایی جهت توصیف مراحل مختلف ساخت مدارهای مجتمع، چالش‌ها، ساختارها و تخمین هزینه پیاده‌سازی

شرح درس:

مقدمه: مقدمه‌ای بر فناوری سیلیکون

مروری بر فناوری CMOS

رشد بلور سیلیکون و خواص و مشخصه‌یابی آن

ویژگی‌ها و تمهیدات لازم برای تولید ادوات نیمه‌هادی

لبنوگوالی

رشد اکسید حرارتی و خواص و مشخصه‌یابی آن

نمود آلاینده‌ها

کاشت یونی

لایه نشانی لایه‌های نازک

زدایش

فناوری Back-end

مراجع:

1. J. D. Plummer, M. D. Deal, and P. D. Griffin, Silicon VLSI Technology, Fundamentals, Practice and Modeling, 2nd ed., Prentice Hall, 2008.
2. R. C. Jaeger, Introduction to Microelectronic Fabrication, 2nd ed., Prentice Hall, 2002.
3. S. M. Sze and K. K. Ng, Physics of Semiconductor Devices, 3rd ed., Wiley, 2006.
4. S. M. Sze and M. K. Lee, Semiconductor Devices: Physics and Technology, 3rd ed., Wiley, 2013.



الکترونیک کوانتومی Quantum Electronics

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: فیزیک مدرن

همنیاز: -

هدف: آشنایی با مبانی و مفاهیم نظری الگوهای ریاضی و فیزیکی رفتار حامل‌های بار الکتریکی در افزاره‌های نوین الکترونیک و نوری

شرح درس:

مقدمه: پیدایش الگوهای کوانتومی

معادله موج شرودینگر

انتشار الکترون در ساختارهای چهار-کوانتومی

حالت‌های ویژه، عملگرها

نوسان گرهای هماهنگ

فرمیون‌ها و بوزن‌ها

اختلال مستقل از زمان

اختلال وابسته به زمان

تکانه‌ی زاویه‌ای و اتم هیدروژن

مراجع:

1. A. F. J. Levi, Applied Quantum Mechanics, 2nd ed., Cambridge University Press, 2006
2. V. Mitin, D. Sementsov and N. Vagidov, Quantum Mechanics for Nanostructures, Cambridge University Press, 2010
3. J. Singh, Quantum Mechanics: Fundamentals and Applications to Technology, Wiley, 1996.
4. A. Yariv, An Introduction to Theory and Applications of Quantum Mechanics, Wiley, 1982.



الکترونیک نوری Optoelectronics

تعداد واحد: ۳ (تئوری)

پیش نیاز: الکترومغناطیس

همنیاز: -

هدف: درک مفاهیم بنیادی حاکم بر عملکرد افزارهای الکترونیک نوری و آشنا شدن با ویژگی، کاربردها و نحوه‌ی طراحی آنها

شرح درس:

مقدمه: مرور مخابرات نوری

مواد الکترونیک نوری و افزارهای نیم رسانای دگر ساختاری

پردازش‌های نوری و انتشار رزونانسی در بلورها: قطبیت، بازتابش، پراش، انتقال، معادلات ماکسول و موج

انتشار نور در موجبرها: نیرها، موجبرهای صفحه‌ای، ترویج کننده‌ها

خواص نوری و الکترونیکی نیم رساناها

دایودهای تراوش نور: میسم‌های مواد، فیزیک عملکرد، ساختارها، مشخصات و اعتمادپذیری

دایودهای لیزری: تراوش خودبخودی و انگیزشی، بهره و اتلاف، ساختار، پاسخ زمانی، مشخصات

آشکارهای نوری: جذب نور، فیزیک عملکرد، ساختار، مشخصات

سیستم‌های مخابرات نوری

مراجع:

1. J. Wilson, and J. Hawkes, Optoelectronics, An Introduction, 3rd ed., Prentice- Hall, 1998.
2. J. Singh, Optoelectronics, An Introduction to Materials and Devices, McGraw-Hill, 1996.
3. G. P. Agrawal, Fiber Optic Communication Systems, Wiley, 2002.
4. D. A. B. Miller, Semiconductor Optoelectronic Devices, Stanford University, 1999.
5. J. M. Liu, Photonic Devices, Cambridge University Press, 2005.
6. E. G. Smith, T. A. King, and D. Wilkins, Optics and Photonics: An Introduction, Wiley, 2007.



بلورهای فوتونی Photonic Crystals

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش‌نیاز: -

هم‌نیاز: مکانیک کوانتومی

هدف: تحلیل انتشار امواج الکترومغناطیسی در محیط‌های متناوب و بررسی نظریه نواری انرژی در بلورهای فوتونی

شرح درس:

انتشار امواج الکترومغناطیسی در محیط‌های ناهمگن

نظریه نوارهای انرژی در بلورهای فوتونی، تئارن در بلورهای فوتونی، مفهوم شبکه وارون و ناحیه بریلون، قضیه بلوخ

بلورهای فوتونی تک بعدی و انتشار در محیط‌های لایه نازک

بلورها فوتونی دوبعدی، ساختار نواری انرژی، تنس‌های تنش‌های و خیلی در شبکه بلور

بلورهای فوتونی سه بعدی

موجبرهای دی الکتریک چند لایه

موجبرهای سطح صافی بر بلورهای فوتونی

فیبرهای صافی بر بلورهای فوتونی

کاربردهای بلورهای فوتونی در طراحی موجبر، آینه، کاواک، فیلتر نوری و ...

روش‌های عددی در تحلیل بلورها فوتونی نظیر FEM و FDTD

کاربرد نرم افزارهای تجاری نظیر Rsoft در محاسبه نوار انرژی بلورهای فوتونی

مراجع:

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



ابر رسانایی Superconductivity

تعداد واحد: ۳ (تئوری)

پیشنیاز: الکترومغناطیس و مدارهای الکتریکی ۲

همیناژ: -

هدف: معرفی اصول و نظریه‌های ابر رسانایی و بررسی و تحلیل مدارها و افزاره‌های ابر رسانا و کاربردهای آنها در مهندسی برق

شرح درس:

حالت ابررسانایی و انواع ابررسانا

الکترومغناطیس ابررساناها و اثر مایزنر

پیوند جوزفسون و ساختارهای مبتنی بر SQUID

ساختارهای مایکروویو ابررسانا

ساختارهای مغناطیسی مبتنی بر کابل‌های ابررسانا

تابش سطحی و آشکارسازهای ابررسانا

محاسبات کوانتومی بر مبنای ابررسانایی

مراجع:

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





نانو الکترونیک Nanoelectronics

همنیاز: -

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: الکترونیک کوانتومی

هدف: کاربرد مفاهیم کوانتومی در توصیف و مشخصه‌یابی الکترونیکی سیستم‌های نانومتری

شرح درس:

مقدمه: تاریخچه افزاره‌های الکترونیکی و نانومتری، مشکلات MOSFETهای نانومتری، مفاهیم اولیه انتشار جریان در ساختارهای نانومتری، گواشیزه شدن رسانایی الکتریکی، اثر جریان حامل‌ها روی پتانسیل الکتریکی، حل سیستم معادلات شرودینگر و پواسن، استخراج قانون اهم از دیدگاه میکروسکوپی

هروری یو کوانتوم الکترونیک و فزانون آن: معادله شرودینگر و حل آن در سیستم‌های یک، دو و سه بعدی، حل تحلیلی برای اتم هیدروژن، روش‌های عددی برای حل معادله شرودینگر، فرم ماتریسی معادله و حل آن، حل تکراری معادلات شرودینگر و پواسن به روش میدان خودسازگار (SCF)، دیدگاه پس‌ذره‌ای و تقریب‌های موجود مانند هارتری-فاک (HF) و نظریه تابعی چگالی (DFT)، ارتباط دیدگاه پس‌ذره‌ای و تقریب‌های تک‌ذره‌ای

توانع پایه: مزیت در حل معادله شرودینگر، مثال ملکول هیدروژن، انواع پیوندهای دو اتمی، انواع توانع پایه و مقایسه آن‌ها، مفهوم ماتریس چگالی

مفهوم وساختار باندها و زیرباندهای انرژی: سیستم متناوب، بلورهای سه‌بعدی نیم‌رسانا و روش محاسبه، اثر spin-orbit، چگالی حالت‌ها (DOS) در سیستم‌های دو، تک و صفر بعدی، Q-Well، Q-Dot، Q-Wire، محاسبات ساختار باند در انواع نانولوله‌های کربنی، CNT

سیستم‌های کوانتومی باز: پهن‌شدگی نوارهای انرژی، همیلتونی، مفهوم خود انرژی در همیلتونی، تبادل ذره، طول عمر و ارتباط با پهن‌شدگی حالت‌های انرژی

فرمالیزم انتقال تابع گرین غیر تعادلی (NEGF): محاسبه مشخصه جریان-ولتاژ در سیستم‌های نانومتری، ارتباط با فرمالیزم Landauer-Büttiker در حالت بالستیک، پیاده‌سازی و ترکیب با فرمالیزم DFT در نرم‌افزارهای ATK و Transiesta، چند شیبه-سازی، لوله‌های نانولوله، نانو نوار گرافین و نانو مفت

مراجع:

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

زیست حسگرها Biosensors

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش نیاز: -

هم نیاز: -

هدف: آشنایی با کاربرد فناوری نانو و نانوالکترونیک در حوزه علوم و فناوری زیستی

شرح درس:

سیستم های زیستی: DNA، پروتئین، سلول

نانوبیوالکترونیک بر پایه DNA: اسل سلول، نانو ذرات فلزی با کمک DNA (ساخت و خواص الکتریکی)، قطعات الکترونیکی بر پایه DNA، شناسایی نوع DNA بوسیله نانو ذرات فلزی، آشکارسازی پتانسیومتریک هیریداسیون DNA بوسیله ترانزیستورهای FET، اصول قطعات ژنتیک منابع نوین احتمالی (الکترونیک و بیولوژیک)

نانوبیوالکترونیک بر پایه پروتئین: قطعات شناسایی پروتئین، مروری بر تئوری و مکانیزم های انتقال بار در پروتئین ها، حسگری الکتروشیمیایی آنزیم ها و پروتئین های احیا کننده، حسگرهای بیوالکتریکی بر پایه نانو ساختارها جهت تشخیص بیماری های پایه پروتئینی، منابع نوین (الکترونیک و بیولوژیک)

بیوالکترونیک سلولی: مکانیزم های عملکرد زیست حسگرهای سلولی (اندازه گیری امپدانس سلول، محاسبه پتانسیل عمل و شدید الکتریکی سلول)، کاربرد نانو ساختارها در بهبود استخراج میگال الکتریکی از غشای سلول

حسگر امپدانس سلولی ECIS: رفتار الکتریکی غشای سلولی (خازنی و مقاومتی)، مدل امپدانس سلولی در حالت های تک سلولی و جمعیتی، امپدانس معادل سلول و زیر لایه های مختلف، محاسبه حساسیت الکترودهای شامعی ECIS، پروسه ساخت ECIS، مدل مداری معادل در رژیم های فرکانس پایین و بالا، منابع نوین احتمالی

نانوبیوالکترونیک سرطان: اختلالات الکتریکی ایجاد شده در ساختار سلول در حین سرطانی شدن، کاربرد نانو لوله های کربنی و لایه های گرافینی در زیست حسگرهای سرطان

ساختارهای Bio MEMS/NEMS و کاربرد آنها در حسگری سلول و پروتئین

مراجع:

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



مشخصه‌یابی مواد و افزاره‌های نیم‌رسانا Semiconductor Material and Device Characterization

تعداد واحد: ۳ (تئوری)

پیشنیاز: -

همینار: تئوری و فناوری ساخت افزاره‌های نیم‌رسانا

هدف: آشنایی با تکنیک‌های مشخصه‌یابی افزاره‌های نیم‌رسانا، بررسی نظری عملکرد تجهیزات مشخصه‌یابی

شرح درس:

مقدمه: مروری بر مقاومت ویژه، چگالی ناخالصی، قابلیت تحرک حامل، اتصالات اهمی و شاتکی

مشخصه‌یابی مقاومت ویژه

مشخصه‌یابی چگالی حامل

مشخصه‌یابی اتصالات اهمی و شاتکی

مشخصه‌یابی ولتاژ آستانه، طول کانال و مقاومت سری

مشخصه‌یابی نواقل

مشخصه‌یابی ضخامت اکسید و بارهای سطحی و موبایل

مشخصه‌یابی قابلیت تحرک حامل

مشخصه‌یابی مبنی بر پروب (STM, AFM, SPM)

مشخصه‌یابی مبنی بر تکنیک‌های نوری: میکروسکوپ‌های نوری، الیسومتری، طیف‌نگاری رامان، فوتولومینسانس

مشخصه‌یابی با استفاده از تکنیک‌های مبنی بر اشعه الکترونیکی: یونی، ایکس و هم‌ا

آنالیز قابلیت اطمینان و خرابی

مراجع:

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



الکترونیک نوری پیشرفته Advanced Optoelectronics

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: الکترونیک نوری ۱

همنیاز: -



هدف: تحلیل و طراحی افزارهای نیم رسانای نور، تولید انتقال، تقویت، پردازش و آشکارسازی بیگنل‌های نوری

شرح درس:

اندک‌کنش نور با محیط‌های همگن و غیر همگن: درایه‌های مانرینس گذاره، پذیرفتاری غیرخطی، رابطه کرانرژ-کرونینگ، پلاسمون‌ها

فونون‌های نوری و صوتی، پاشندگی فونون-پلارزون

اکسیتون‌ها: معادله دیر، جذب و گسیل اکسیتونی

چاه، سیم و نقطه کوانتومی، ایرشکه‌ها، چگالی حالات انرژی، جذب نوری در حالت‌های صفر، یک و دوبعدی

خواص الکترواپتیکی در نیم‌رساناها: اثر فرلز-کلدیش، اثر کوانتومی اشتراک

لیزرهای مخاراتی پیشرفته: تئوری بهره در لیزرهای نقطه و چاه کوانتومی، تئوری تزویج مد و قضیه بلاخ، لیزرهای گسیل از سطح

با کاواک عمودی (VCSEL)، لیزرهای با فیدبک توزیعی براگ (DFB)، لیزرهای تنظیم پذیر چت قسمتی، لیزرهای مبتنی بر

سیستم‌های میکروانوالکترومکانیکی MEMS/NEMS، لیزرهای حلقوی

تئوری مدولاسیون مستقیم و غیر مستقیم نور

مدولاتورهای الکترواپتیکی: دامت و فاز، طرلی و عرضی، ماخ-زندره، آکوستوایپتیک، مگتروایپتیک، مبتنی بر کاپلر

مدولاتورهای الکتروجدبی: مبتنی بر اثر فرلز-کلدیش، اثر کوانتومی اشتراک

آشکارسازهای نوری: فترکداکتور، فتودیود pn ، MSM APD، SAM-APD، مادون قرمز برد بلند، متوسط و نزدیک، مبتنی

بر نقطه کوانتومی QDIP و چاه کوانتومی QWIP، مبتنی بر موجبر، JUV، آرایه‌ای

تقویت کننده‌های نیمه‌هادی نوری و بررسی انتشار پالس‌های فوق یاریک (فمتو ثانیه‌ای)

روش‌های عددی در تحلیل مدارهای مجتمع نوری (PIC)، رولش FD-BPM

مقدمه‌ای بر نرم افزارهای تجاری شبیه‌سازی ادوات نیمه‌هادی نوری، COMSOL، PICS3D، Rsoft، optiwave، Silvaco

مراجع:

1. S. L. Chuang, Physics of Photonic Devices, 2nd ed., Wiley, 2009.
2. L. Coldren, C. Corzine, and M. L. Mashunovitch, Diode Lasers and Photonic Integrated Circuits, 2nd ed., Wiley, 2012.
3. A. Yariv and P. Yeh, Photonics: Optical Electronics in Modern Communications, 6th ed., Oxford series, 2006.
4. P. Bhattacharya, Semiconductor Optoelectronic Devices, 2nd ed., Prentice Hall, 1996.
5. N. Peyghambarian, S. W. Koch and A. Mysyrowicz, Introduction to Semiconductor Optics, Prentice Hall, College, 1993.

فیزیک حالت جامد پیشرفته Advanced Solid States Physics

تعداد واحد: ۳ (تئوری)

پیش نیاز: -

همینار: مکانیک کوانتومی

هدف: بررسی ارتباط خواص ماکروسکوپی (رسانائی الکتریکی، رسانائی گرمایی، ...) و ساختاری (بلوری، ثابت شبکه و اتم پایه) جامدات

شرح درس:

تئریه درود درباره فلزات

تئریه زومرفلد درباره فلزات

کاستی‌های مدل الکترون آزاد

شبکه‌های بلوری

شبکه وارون

تعیین ساختار بلور بوسیله پراش پرتو ایکس

ترازهای الکترون در یک پتانسیل دوره ای: ویژگی‌های عام

الکترون‌ها در یک پتانسیل دوره‌های ضعیف

روش تنگ بست

روش‌های دیگر برای محاسبه ساختار نواری

مدل نیمه متعارف پویایی الکترون‌ها

تئریه نیمه متعارف رسانش در فلزات

فرانز از تقریب زمان واهلش

مراجع:

1. C. Kittel, Introduction to Solid State Physics, 8th ed., Wiley, 2004.
2. M. Razeghi, Fundamentals of Solid State, Engineering, 3rd ed., Springer, 2009.
3. N. W. Ashcroft and N. D. Mermin, Solid State Physics, Cengage Learning, 1976.
4. S. S. Li, Semiconductor Physical Electronics, 2nd ed., Springer, 2006.



شبیه‌سازی افزاردهای نیم‌رسانا Simulation of Semiconductor Devices

تعداد واحد: ۲ (نظری)

پیشنیاز: الکترونیک کوانتومی

همنیاز: -

هدف: آشنایی با روش‌های نظری و شبیه‌سازی محاسبه خواص مواد و عملکرد افزاردهای نیم‌رسانا در ابعاد نانو و اتمی

شرح درس:

مروزی بر نظریه کوانتومی: تابع موج و معادله شرودینگر، اصل عدم قطعیت، معادله شرودینگر برای چاه پتانسیل تک بعدی، پدیده تونل‌زنی کوانتوم مکانیکی، مقادیر ویژه و توابع ویژه برای معادله شرودینگر، نمایش دیراک (bra-ket)، حل تحلیلی معادله شرودینگر برای اتم تک الکترونی هیدروژن، مروزی بر اوربیتال‌های اتمی و ساختار الکترونی عناصر جدول تناوبی

معرفی و مرور روش‌های شبیه‌سازی در ابعاد نانومتری و اتمی: روش‌های شبیه‌سازی خواص مواد در ابعاد اتمی (Quantum Monte Carlo)، محاسبه نیروهای بین اتمی و پیدا کردن ساختار اتمی یا مینیم انرژی، ماهیت پیوندهای شیمیایی بین اتم‌های همسان و غیر همسان

روش‌های حل معادله شرودینگر در سیستم‌های بس ذره‌ای: الکترون‌ها بعنوان ذرات همسان، تقارن تابع موج سیستم‌های بس ذره‌ای، اصل انحصار پائولی، توابع انرژی، تقریب Hartree-Fock، بررسی اتم هلیوم، بسط تابع موج روی توابع پایه متفاوت، تابع موج تحت، مدارهای اسلاتر، توابع گوسی، اوربیتال‌های عددی

نظریه تابع چگالی: قضیه Hohenberg-Kohn، معادلات Kohn-Sham برای سیستم‌های بس ذره‌ای، تابع انرژی Exchange-Correlation، محاسبه نیروهای بین اتمی در DFT، مقایسه DFT با روش HF کاربردهای عملی، محاسبه آرایش اتمی و خواص الکترونی ساختارهای نانو

پیاده‌سازی‌های مختلف DFT، نرم‌افزارهای کاربردی و کاربردها: پیاده‌سازی بر اساس موج‌های تخت (ABINIT, Quantum-Espresso)، پیاده‌سازی بر اساس اوربیتال‌های عددی (SIESTA)، سیستم‌های پایه سیلیکونی (بلور سیلیکون، نانو ذرات سیلیکونی)، سطوح تمیز و مواد نو در فناوری CMOS، مواد ارگانیک (مولکول‌های آلی یا کاربرد در الکترونیک بعنوان مثال مولکول‌های: $C_{60}H_{12}N_2$, $C_{60}H_{12}N$, $C_{60}H_{12}N$)، سیستم‌های پایه کربنی (بررسی ساختارها و خواص الکترونیکی نانو لوله‌های کربنی، گرافین)

مراجع:

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



الکترونیک دیجیتال پیشرفته Advanced Digital Electronics

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش نیاز: -

هم نیاز: -

هدف: بررسی چالش‌های کوچک‌سازی مدارهای دیجیتال کم توان و کارایی مبتنی نگرش به افزارهای نانومتری

شرح درس:

مقدمه: روند اهمیت و اهم عناوین چالش‌های کوچک‌سازی

عملکرد ترانزیستور (مرور)

طراحی مدارات منطقی ترانزیستوری (مرور)

اجزای توان

کوچک‌سازی

جریان نشتی و مدل‌ها و ریشه‌های فیزیکی آن

اتصالات میانی

قابلیت اطمینان و مقاوم‌سازی

تغییرات در پروسه ساخت

مسایل زمان‌بندی

بهینه‌سازی توانمان سرعت پردازش و توان

طراحی کم توان در سطح زبان سخت‌افزاری

طراحی کم توان در سطح نرم افزار

حافظه‌های تیمه‌های

حافظه‌های کم توان و مسایل ویژه

پروژه درسی

مراجع:

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



ریز پردازنده پیشرفته Advanced Microprocessors

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش نیاز: سیستم‌های دیجیتال ۲

همنیاز: ۱ -

هدف: آشنایی دقیق با ساختار ریزپردازنده‌های پیشرفته و سیستم‌های مبتنی بر آنها

شرح درس:

مقدمه

ساختار CPU در دهه ۹۰: Cache, ILP, روش‌های آدرس دهی، از Pentium تا سری PIII، پردازش آرایه‌ای، پردازش برداری،

SSE, SIMD/MIMD، اتصال چندین CPU

ساختار CPU از سال ۲۰۰۰ به بعد: فناوری‌های Netburst، Multi-Core، Nehalem، از سری P4 تا سری i7، ریزپردازنده‌های

Sandy Bridge (2011)، Ivy Bridge (2012)، Haswell (2013)

ریز پردازنده‌های مدرن Multi-Core: مجازی‌سازی (VT)، امنیت و ...

مفاهیم اساسی در طراحی سیستم‌های پیشرفته سخت افزاری: مقیاس پذیری، دسترسی پذیری، خوشه بندی (Clustering) و معرفی

چندین نمونه Server

بررسی انواع Storage و فناوری‌های روز: DAS, NAS, SAN, SCSI, ...

ساختار مراکز داده (Data Center)

رایانش ابری (Cloud Computing)

مراجع:

1. J. L. Hennessy and D. A. Patterson, Computer Architecture, A Quantitative Approach, 5th ed., Morgan Kaufmann Publishers Inc., 2012.
2. D. A. Patterson and J. L. Hennessy, Computer Organization and Design, 4th ed., 2011.
3. Related White Papers and Documents.



مدارهای واسط Interface Circuits

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش نیاز: -

هم نیاز: -

هدف: آشنایی و بررسی انواع پاسبای PC مانند PCI, AGP, USB و Firewire, اجزای جانبی کامپیوتر مانند هارديسك, DC, DVD, ...

شرح درس:

انواع پاسبای از قبیل PCI, PCI-X, AGP: سطوح مختلف, مقایسه از لحاظ پهنای و سرعت, پاسبای, یک یا دو مثال واقعی, ویژگیها, نحوه کارکرد, سیگنالها و کاربردشان, مدهای انتقال, دستورات جدید, کاربردهای واقعی

انواع ادوات ذخیره سازی اطلاعات شامل انواع Hard Disk, CD و DVD: ساختار, محاسبات زمان دسترسی, فرمت های کدگذاری, فرمت های فیزیکی و منطقی, اتصالات در انواع ادوات ذخیره سازی, ساختار داخلی در سطح واسط (واسط, ATA, SATA, در دیسك سخت), مقدمه ای بر فناوری ساخت, فشرده سازی اطلاعات

USB: اهداف, ویژگیها, واسط فیزیکی USB و سیگنالها, پروتكل, انجام و کنترل انتقال, کدگذاری داده Fire Wire: مقدمه ای از استاندارد IEEE 1394, معرفی سیگنالهای واسطهای مربوط به اطلاعات و کنترل, معرفی پروتكل و نحوه کار, پاسبای, فرم بی سیم, مقایسه با USB

واسطهای کاربردی شامل نمایشگرهای LCD, صفحه کلید, چاپگر, موس: (در صورت امکان در سطح فناوری), خواندن یا نوشتن اطلاعات و همچنین سیگنالهای کنترلی, نحوه راه اندازی, امکانات سخت افزاری و نرم افزاری به منظور راه اندازی آسانتر

مراجع:

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



شبکه‌های انتقال داده Data Transmission Networks

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش‌از: -

هم‌پایه: مخابرات دیجیتال

هدف: آشنایی با مبانی علمی و مفاهیم بنیادین لایه‌های شبکه در ارتباطات داده‌ها

شرح درس:

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

مراجع:

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



مدارهای ASIC/FPGA ASIC/FPGA Circuits

تعداد واحد: ۲ (تئوری)

پیش‌نیاز: -

هم‌نیاز: -

هدف: مهم جامع روند طراحی و پیاده‌سازی دیجیتال شامل مسائل طراحی در سطح الگوریتم، بهینه‌سازی معماری، زبان‌های توصیف سخت‌افزار و مسائل طراحی ASIC در سطح سیستم و تراشه‌ساز در کاربردهای خاص

شرح درس:

فناوری و طراحی مدارهای مجتمع دیجیتال و ویژه (ASIC)

راهبردهای پیاده‌سازی ابزارهای طراحی، فرم‌های کاملاً ویژه و نیمه ویژه (Full Custom/Semi Custom)، پلتفرم‌های ویژه FPGA

طراحی: مسائل مهم، معیارهای کیفیت، اجزاء مدارات، مسائل مهم در زمان‌بندی

معماری‌های سطح VLSI برای پردازش سیگنال دیجیتال

مقدمه الگوریتم‌های متداول، نمایش الگوریتم‌ها، نمایش‌های جریان سیگنال، جریان‌داده، گراف‌های وابستگی، کران تکرار (Iteration bound)

تکنیک‌های طراحی معماری‌های سطح VLSI: خط لوله، پردازش موازی، خط لوله و پردازش موازی در توان پایین، باز زمان‌بندی، تازنی (Folding)، بازگشودنی (Unfolding)، کمینه کردن تعداد ثابت‌ها، سیستم‌لیک

معماری‌های خط لوله همزمان و ناهمزمان: خط لوله همزمان و روش‌های ساعت زنی، خط لوله موجی، خط لوله ناهمزمان، پیاده‌سازی اجزاء محاسباتی

معماری‌های محاسباتی در سطح بیت: مدارها، سیستم نمایش اعداد و اثر آنها بر پیاده‌سازی، نمایش و محاسبات ممیز شناور، محاسبات زاید، جمع‌کننده‌ها، شیفتر دهنده‌ها و مقایسه‌گرها، ضرب‌کننده‌های در سطح بیت و موازی محاسبات زاید

اثرات محدودیت پهنای بیت در سیستم

تکنیک‌های تبدیل الگوریتم‌های ممیز شناور به ممیز ثابت

طراحی فیلترهای دیجیتال خط لوله‌ای، موازی

طراحی توان پایین

پروژه



مراجع:

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

معماری کامپیوتر پیشرفته Advanced Computer Architecture

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش‌نیاز: -

همین‌نیاز: -

هدف: آشنایی با معماری قسمت‌های مختلف پردازنده‌های مدرن و نحوه پیاده‌سازی بهینه آن‌ها

شرح درس:

مقدمه‌ای بر سازمان کامپیوتر

مروری بر زبان Verilog

طراحی کامپیوتر بر اساس مجموعه دستورالعمل‌ها (ISA)

محاسبات کامپیوتر: جمع و تفریق، ضرب و تقسیم، عملیات با اعداد با ممیز شناور

طراحی سخت‌افزار پردازنده، مسیر داده، کنترل‌کننده

بالا بردن کارایی بوسیله خط لوله (Pipelining)

عملیات موازی در سطح دستورالعمل‌های ILP: خط لوله در مسیر داده‌ها و کنترل‌کننده، مخاطرات خط لوله، کاهش یا حذف

مخاطرات خط لوله، برنامه ریزی پویا، اجرای خارج از نظم OOE، پیش‌بینی پویای پرش‌ها، ارزشیابی ILP و OOE

تسلسل حافظه‌ها

تکنولوژی حافظه‌ها: سازمان حافظه Cache، سازمان حافظه مجازی

سیستم‌های چند پردازنده موازی‌سازی

طرح‌های چند پردازنده‌ای: Multi-Threading, Hyper-Threading، حافظه مشترک و همگام کردن، شبکه کردن پروسورها

پردازنده و مدارهای میانجی

نوع و مشخصات دستگاه میانجی، پردازنده و باس جانبی، راههای پیشرفته ارتباط دهی

مراجع:

1. D. A. Patterson and J. L. Hennessy, Computer Organization & Design: The Hardware/Software Interface, 5th ed., Morgan Kaufmann, 2013.
2. J. L. Hennessy and D. A. Patterson, Computer Architecture, A Quantitative Approach, 5th ed., Morgan Kaufmann, 2011.



پردازش‌گرهای سیگنال‌های دیجیتال DSP Processors

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش‌نیاز: -

هم‌پای: ریزپردازنده

هدف: آشنایی با ساختارهای و توانایی‌های پردازش‌گرهای دیجیتال مدرن.

شرح درس:

مقدمه و تعاریف، طبقه‌بندی پردازش‌گرها، جایگاه پردازش‌گرهای سیگنال
تاریخچه و تکامل پردازش‌گرهای سیگنال، معرفی و بررسی پردازش‌گرهای سیگنال اولیه
بررسی ساختار و اجزاء پردازش‌گرهای سیگنال مدرن با تأکید بر خانواده‌های C5000 و C6000 شرکت TI
نمایش و توصیف اعداد در DSPهای ممیز ثابت و ممیز شناور: چندی‌سازی سرریز، زیرریز (underflow)، شناخت و تعدیل اثرات
اشباح محاسباتی، مقیاس، بیت‌های محافظ، ...، استفاده از شیء‌سازی
الگوریتم‌های پردازش سیگنال و نکات آن‌ها روی ساختارهای پردازش‌گرهای سیگنال مدرن با تأکید بر پردازش‌گرهای ممیز
ثابت و ممیز شناور خانواده‌های C6000: فیلترهای FIR و IIR، Goertzel، FFT، 2DDCT، LPC، حذف نویز به روش LMS و ...
بهینه‌سازی کد C، Assembly و Linear assembly برای پردازش‌گرهای سیگنال مدرن با تأکید بر پردازش‌گرهای ممیز ثابت و
ممیز شناور خانواده‌های C6000
طراحی سیستمی پردازش‌گرهای خاص و تکنیک‌های (dedicated) برای مدارهای مجتمع
طراحی سخت‌افزار سیستم‌های نهفته بر مبنای پردازش‌گرهای سیگنال، مسائل طراحی سرعت بالا و mixed signal در سطح pcb ...

مراجع:

1. D. Liu, , Embedded DSP Processor Design, Morgan Kaufmann, 2008.
2. S. M. Kuo, B. H. Lee, and W. Tian, Real- Time Digital Signal Processing, 3rd ed., Wiley, 2013.
3. TI C6000 Teaching ROMs, 2010 Updates.
4. R. Chassaing and D. Reay, Digital Signal Processing and Applications with the TMS320C6713 and TMS320C6416 DSK, 2nd ed, Wiley, 2008.
5. Y. H. Hu, Programmable Digital Signal Processors, CRC Press, 2001.
6. W. Kester, Mixed-Signal and DSP Design Techniques, Analog Devices Inc., 2003.
7. N. Khehtarnavaz, Real-Time Digital Signal Processing Based on the TMS320C6000, Elsevier, 2005.



تشخیص و تحمل خرابی Fault Detection and Tolerance

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش نیاز: -

همنیاز: -

هدف: آشنایی با روش‌های سخت‌افزاری و نرم‌افزاری در طراحی سیستم‌ها و نیز مفاهیم شبکه‌های مقاوم در برابر خرابی و خطای نرم

شرح درس:

مفاهیم اصلی و مقدماتی: خرابی‌ها (Faults)، خطاها (Errors)

روش‌های طراحی به منظور دستیابی به مقاومت در برابر خرابی: افزونگی سخت‌افزاری، افزونگی اطلاعات، افزونگی زمان، افزونگی نرم‌افزاری

روش‌های ارزیابی: فرآیندهای پراسن، مدل‌های مارکف

نرم‌افزار مقاوم در برابر خرابی

مقاومت در برابر نقص و عیب در مدارات VLSI

مباحث پیشرفته: شبکه‌های مقاوم در برابر خرابی، دیسک‌های افزونه (Redundant Disks)، خطاهای نرم (Soft)

مراجع:

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



سیستم‌های چند پردازنده‌ای با کارایی بالا High Performance Multiprocessor Systems

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشیناز: -

همیناز: -

هدف: آشنایی با معماری‌های موازی جدید، چالش‌های برنامه‌نویسی و کاربردهای واقعی موازی سیستم‌های چند هسته‌ای

شرح درس:

معماری‌های موازی جدید: مقدمه، مفاهیم پایه در معماری‌های موازی، معماری CSX، معماری چند هسته‌ای اپتل، معماری

Cell Processor، معماری واحدهای پردازشی گرافیکی، معماری Tiler

الگوریتم‌ها و برنامه‌نویسی موازی: الگوهای پرکاربرد در الگوریتم‌های موازی، برنامه‌نویسی موازی (CUDA, OpenMP, MPI)

کاربردهای واقعی: عددی، غیر عددی، چند رسانه‌ای

مراجع:

1. J. Sanders and E. Kandrot, CUDA by Example: An Introduction to General- Purpose GPU Programming, Addison Wesley, 2011.
2. T. Rauber and G. Rünger, Parallel Programming for Multicore and Cluster Systems, 2nd ed., Springer, 2013.
3. C. Hughes and T. Hughes, Professional Multicore Programming Design and Implementation for C++ Developers, Wiley, 2008.
4. W. Wolf, High-Performance Embedded Computing: Architectures, Applications, and Methodologies, Morgan Kaufmann, 2007.
5. M. Scarpino, Programming the Cell Processor: For Games, Graphics, and Computation, Prentice Hall, 2008.
6. M. Quinn, Parallel Programming in C with MPI and OpenMP, McGraw-Hill, 2003.
7. D. E. Culler, J. T. Singh, and A. Gupta, Parallel Computer Architecture: A Hardware/Software Approach, Morgan Kaufmann, 1998.
8. H. El-Rewini, M. Abd-El-Barr, Advanced Computer Architecture and Parallel Processing, Wiley, 2005.
9. E. G. Talbi, Parallel Combinatorial Optimization, Wiley, 2006.



سیستم‌های نهفته Embedded Systems

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش‌نیاز: -

هم‌نیاز: -

هدف: پرورش بازه وسیعی از موضوعات سخت‌افزاری و نرم‌افزاری و الگوریتمی در ارتباط با سیستم‌های نهفته

شرح درس:

پردازنده‌های نهفته همه منظوره و VLIW

پردازنده‌های مختص حوزه‌های خاص: پردازنده‌های سیگنال‌های دیجیتال، پردازنده‌های شبکه

پردازنده‌های مختص کاربردهای خاص (ASIP): معماری‌ها، روند و محیط طراحی

پردازنده‌های قابل توسعه و قابل پیکربندی: توسعه مجموعه دستورالعمل‌ها، مدل‌سازی و تطبیق دستورالعمل،

Compiler retargeting، روند طراحی، ستر میرداد.

چندپردازنده‌های نهفته: روش‌های طراحی چندپردازنده‌ها، معماری‌های چندپردازنده‌ها، روش‌های طراحی چندپردازنده‌ها یا

مصرف توان پایین، مدل‌های زمان‌بندی چندپردازنده‌ها

سیستم‌های عامل نهفته: سیستم‌های عامل بلادرنگ، الگوریتم‌های تعیین‌کننده زمان‌بندی، زمان‌بندی‌های استاتیکی و دینامیکی

DVFS، مدیریت حافظه، مدل حافظه

مدل‌سازی سیستم‌های نهفته: مدل ماشین حالت، معادلات دیفرانسیل، معادلات ترکیبی، مدل عدالتگر، مدل جریان داده

الگوریتم‌های طراحی و بهینه‌سازی: زمان‌بندی، تخمین حافظه و توان مصرفی، روش‌های حل مسئله با ILP، الگوریتم ژنتیک،

Simulated Annealing

امنیت و قابلیت اطمینان در پردازنده‌های نهفته: مسئله ایمنی و قابلیت اطمینان، پشتیبانی وابسته به معماری برای قابلیت اطمینان و

ایمنی در پردازنده‌های نهفته

مراجع:

1. E. A. Lee and S. A. Seshia, Introduction to Embedded Systems- A Cyber-Physical Systems Approach, Lulu.com, 2013.
2. T. H. Cormen, C. E. Leiserson, and R. E. Rivest, Introduction to Algorithms, 3rd ed., The MIT Press, 2009.
3. P. Jenne and R. Leupers, Customizable Embedded Processors, Morgan Kaufmann, 2006.
4. J. A. Fisher, P. Faraboschi, and C. Young, Embedded Computing: A VLIW Approach to Architecture, Compilers and Tools, Morgan Kaufmann, 2004.
5. J. Henkel and S. Parameswaran, Designing Embedded Processors: A Low-Power Perspective, Springer, 2007.
6. W. Wolf, High-Performance Embedded Computing, 2nd ed., Morgan Kaufmann Publishers, 2014.



فناوری ساخت مدارهای دیجیتال

Fabrication Technology of Digital Circuits

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش نیاز: -

همنیاز: -

هدف: آشنایی با فرهنگ و راهبردهای طراحی مدارات VLSI

شرح درس:

آشنایی و انگیزش ها

ساخت ترانزیستور و نیم رساناها

تئوری عملکرد ترانزیستورها

مدارات ترکیبی و خانواده های آنها

مدارات ترکیبی

زبان سخت افزاری HDL با تکیه بر مباحث ستر و پیاده سازی

راهبردهای طراحی

راهبردهای صحه گذاری طراحی مدارات پیچیده

ستر مدارات

واحدهای مسير داده

طراحی برای تست

پشته بندی، ورودی و خروجی، سیگنال ساعت و توزیع توان

مراحل پیاده سازی و طراحی مدارات مجتمع با استفاده از ابزارهای طراحی روز

مراجع:

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



دینامیک سیستم‌های قدرت ۱ Power System Dynamics I

تعداد واحد: ۳ (نظری)

همین‌ا‌ز: ماشین‌های الکتریکی ۲، تحلیل سیستم‌های انرژی الکتریکی ۲

پیشین‌ا‌ز: -

هدف: معرفی مباحث اساسی مطرح در دینامیک سیستم‌های قدرت از جمله مدل عناصر اصلی، پایداری و کنترل سیستم قدرت

شرح درس:

مقدمه

انواع پایداری در سیستم‌های قدرت

بررسی انواع روش‌های تحلیل پایداری

مدل‌سازی و کاهش مرتبه مدل ماشین سنگرون

مشخصه‌ها و مناهیم خطوط انتقال و ترانسفورماتورها

مدل‌سازی انواع بارها در سیستم قدرت، انواع سیستم تحریک، توربین و کاورلر

کنترل توان‌های فعال و غیر فعال

نوسانات فرکانس پایین و طراحی پادارساز سیستم قدرت

نوسانات زیر سنگرون

مراجع:

1. P. Kundur, Power System Stability and Control, McGraw-Hill, 1994.
2. K. R. Padiyar, Power System Dynamics, Stability and Control, BS Publication, 2008.
3. J. Machowski, J. W. Bialek, and J. R. Bumby, Power System Dynamics: Stability and Control, Wiley, 2008.
4. P. W. Sauer and M. A. Pai, Power System Dynamics and Stability, Prentice Hall, 1998.
5. Yu, Yao-Nan, Electric Power System Dynamics, Academic Press, 1983.



بهره‌برداری از سیستم‌های قدرت Power Systems Utilization



تعداد واحد: ۲ (نظری)

پیشنیاز: -

همنیاز: سیستم‌های انرژی الکتریکی ۱

هدف: آشنایی با اصول بهره‌برداری از سیستم‌های قدرت به خصوص از دیدگاه اقتصادی

شرح درس:

مقدمه: مباحث بهره‌برداری از سیستم‌های قدرت، مشخصه‌های نیروگاه‌های حرارتی و آبی، بخش بار اقتصادی واحدهای حرارتی: اصول بهینه‌سازی، فرمولاسیون مسئله، روش‌های حل کلاسیک شامل روش KKT، روش‌های حل تکراری شامل روش‌های لاند، گرادیان، درجه اول و دوم، نقطه کار پایه و ضرایب، مشترک، روش‌های حل هوشمند شامل الگوریتم ژنتیک و PSO، در نظر گرفتن تلفات و روش حل مسئله، در نظر گرفتن آلودگی هوا و روش حل مسئله در مدار قرار گرفتن نیروگاه‌ها: مقدمه، فرمولاسیون مسئله، قیود مسئله شامل حداقل زمان توقف و شروع بکار، حالت کار اجباری، ذخیره چرخان، رمپ ریت واحدها، روش‌های حل کلاسیک شامل لیست حق تقدم و برنامه‌ریزی دینامیکی پیش رو، روش‌های حل هوشمند شامل الگوریتم ژنتیک و PSO

همانگی نیروگاه‌های آبی و حرارتی: مقدمه، مدل‌سازی نیروگاه‌های آبی، فرمولاسیون برنامه‌ریزی کوتاه مدت و بلند مدت، اصول بخش بار اقتصادی یا در نظر گرفتن نیروگاه‌های حرارتی و آبی، اصول در مدار قرار گرفتن نیروگاه‌ها یا در نظر گرفتن نیروگاه‌های حرارتی و آبی

بخش بار پیشرفته و بهینه: مروری بر بخش بار، روش‌های حل بخش بار شامل گامس-سایدل، نیوتن-رافسن، نیوتن-رافسن جداسازی شده، نیوتن-رافسن جداسازی شده سریع، وارد - هیل، بخش بار DC، بخش بار بهینه شامل فرمولاسیون و روش‌های حل

کنترل بار و فرکانس: مقدمه، مدل واحد، بار، موتور محرک، گاورنر و خطوط، کنترل تولید و خطوط عطف ارتباطی، تخصیص تولید

تبادل انرژی بین نواحی مجاور: مقدمه، دلایل تبادل انرژی بین نواحی مجاور، بخش بار اقتصادی و در مدار قرار گرفتن نیروگاه‌ها یا در نظر گرفتن تبادل انرژی بین نواحی مجاور، انواع قراردادهای تبادل انرژی، در نظر گرفتن تلفات خطوط در موضوع تبادل انرژی بین نواحی مجاور، سیستم دلالتی تبادل انرژی

تخمین حالت: مقدمه، مراکز دیسپاچینگ و اصول سیستم‌های اندازه‌گیری گسترده، فرمولاسیون با تاکید بر روش حداقل مربعات وزندهار، تخمین حالت در شبکه‌های متناوب، روابط ماتریسی در حل مسئله تخمین حالت، آشکارسازی و تشخیص اندازه‌گیری‌های نامناسب، رویت شوندگی و اندازه‌گیری‌های کاذب، بررسی خطای پارامتری و ساختاری در مسئله تخمین حالت

مراجع:

1. D. P. Kothari and J. S. Dhillon, Power System Optimization, 2nd ed., Prentice Hall, 2010.

۲. ح. سیدی (مترجم)، بهره‌برداری و کنترل در سیستم‌های قدرت، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۳۷۱.

تئوری جامع ماشین‌های الکتریکی Comprehensive Theory of Electrical Machines

تعداد واحد: ۳ (تئوری)

پیش‌نیاز: -

هئیز: -

هدف: آشنایی با اصول تبدیل انرژی الکترومکانیکی، مدل دینامیکی انواع ماشین‌های الکتریکی و عملکرد گذرا و دائم آنها

شرح درس:

مقدمه

تئوری تبدیل انرژی الکترومکانیکی

تئوری ماشین‌های الکتریکی جریان مستقیم

تئوری محورهای مرجع

تئوری ماشین‌های الکتریکی سیکرون سه‌فاز متناوب

تئوری ماشین‌های الکتریکی القایی سه‌فاز متناوب

تئوری ماشین‌های الکتریکی مغناطیس دائم

ایستادن و ثابت زمانی

مراجع:

1. P. Krause, O. Wasynezuk, S. Sudhoff, and S. Pekarek, Analysis of Electric Machinery and Drive Systems, 3rd ed., IEEE Press, 2013.
2. P.S. Bimblra, Generalized Theory of Electrical Machines, Khanna Pub., Delhi, India, 1989.
3. P. Krause, O. Wasynezuk, and S. Pekarek, Electromechanical Motion Devices, 2nd ed., IEEE Press, 2012.
4. J. Gao, L. Zhang, and X. Wang, AC Machine Systems, Mathematical Model and Parameters, Analysis, and System Performance, Springer, 2009.
5. Chee-Mun Ong, Dynamic Simulations of Electric Machinery- Using MATLAB, SIMULINK, Prentice Hall, 1998.



توزیع انرژی الکتریکی Electric Energy Distribution

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش‌نیاز: -

هم‌نیاز: -

هدف: آشنایی با مباحث روز در زمینه برنامه‌ریزی و بهره‌برداری شبکه‌های توزیع

شرح درس:

ساختار شبکه‌های توزیع

مشخصه‌های بار

پیش‌بینی بار

برنامه‌ریزی و جابجایی پست‌های فوق‌توزیع

جابجایی پست‌های توزیع

خازن‌گذاری در شبکه‌های توزیع

حضور و جابجایی تولیدات پراکنده در شبکه توزیع

قابلیت اطمینان در سیستم‌های توزیع

بهره‌برداری شبکه‌های توزیع و مسأله تأمین بازآرایی شبکه، بازجایی بار، جابجایی کلیدهای مانور و ...

تجدیدساختار در شبکه توزیع و تعامل مصرف‌کنندگان و شرکت‌های توزیع در بازار برق

مدیریت و پاسخگویی بار

حفاظت در شبکه‌های توزیع

مطراحی شبکه

تجهیزات شبکه

مباحث ویژه در کابل‌ها و هادی‌ها

کیفیت توان در شبکه‌های توزیع

مراجع:

1. A. A. Sallam, and O. P. Malik, Electric Distribution Systems, Wiley- IEEE Press, 2011.
2. A. S. Pabla, Electric Power Distribution, McGraw-Hill, 2004.
3. T. Gonen, Electric Power Distribution System Engineering, 1986.

۴- م. ج. ا. گلکار، مراسمی و بهره‌برداری از سیستم‌های توزیع انرژی الکتریکی (۲ جلد)، انتشارات دانشگاه صنعتی خواجه‌نصیرالدین طوسی، ۱۳۹۱.

۵- م. ر. حقی‌قام و م. کد، شیخ‌الاسلامی (مترجمین)، مهندسی سیستم‌های توزیع، دانشگاه هرمزگان، ۱۳۸۶.

۶- م. ر. حقی‌قام و م. کد، شیخ‌الاسلامی (مترجمین)، حفاظت شبکه‌های توزیع انرژی الکتریکی، دانشگاه هرمزگان، ۱۳۸۶.



حفاظت پیشرفته سیستم‌های قدرت Advanced Protection of Power Systems

تعداد واحد: ۳ (ظری)

پیش‌نیاز: حفاظت و رله

همین‌از: -

هدف: آشنایی با مباحث پیشرفته و روش‌های گسترده در حفاظت سیستم‌های قدرت

شرح درس:

مباحث پیشرفته در حفاظت اضافه جریان: تنظیم و هماهنگی رله‌ها، اضافه جریان آنی، اضافه جریان جهت‌دار و انواع قطبش
مباحث پیشرفته در حفاظت دیستانس: تنظیم رله‌های دیستانس، ماسخمان رله‌های دیستانس الکترودمکانیکی و استاتیکی، مشکلات
رله‌های دیستانس، واحد راه‌انداز رله دیستانس، قطبش رله دیستانس
حفاظت خطوط انتقال: دومی‌دار، چند پایانه، جریان شده سری، بر اساس مؤلفه‌های تحمیلی (superimposed) خطا، واحد خط
انتقال، کتابال‌های محبراتی مورد استفاده
جزیره‌ای کردن کنترل شده در سیستم‌های انتقال قدرت، حفاظت حذف بار فرکانسی شامل اصول طراحی و تنظیم سیستم‌های
حذف بار و سیستم‌های حذف بار مدرن، حفاظت حذف بار و تناژی
رله‌های استاتیکی مقایسه کننده فاز و مقایسه کننده دامنه، وصل مجدد اتوماتیک در سیستم‌های قدرت

مراجع:

1. W. A. Elmore, Protective Relaying, Theory and Application, 2nded., Marcel Dekker, 2004.
2. S. H. Horowitz, and A. G. Phadke, Power System Relaying, 3rd ed., Wiley, 2008.
3. G. Ziegler, Numerical Distance Protection, Principles and Applications, Wiley, 2008.
4. J. M. Gers, E. J. Holmes, Protection of Electricity Distribution Networks, 2nded., IEE, 2004.
5. Group of authors, Network Protection & Automation Guide, ALSTOM, 2011.



فناوری عایق‌ها و فشارقوی High Voltage and Insulation Technology

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش‌نیاز: -

همنیاز: -

هدف: آشنایی با مباحث پیشرفته در مهندسی فشارقوی الکتریکی، مکانیزم شکست انواع مختلف عایق‌ها، روش‌های عددی محاسبات میدان‌های الکتریکی و فناوری‌های مدرن تجهیزات فشارقوی

شرح درس:

قوانین الکترواستاتیک: قضیه گوس و میدان و پتانسیل الکتریکی در الکترودهای با اشکال مختلف، روش‌های تحلیلی برای محاسبه میدان‌های الکتریکی در الکترودهای مختلف

روش‌های عددی محاسبه میدان‌های الکتریکی: اجزاء محدود، تفاضل محدود، بارهای فرضی

بررسی کامل پدیده شکست الکتریکی: در گازها، در مایعات، در جامدات

اندازه‌گیری‌های پیشرفته در فشارقوی: مقاومت مخصوص، پل‌های اندازه‌گیری ظرفیت، ضریب تلفات عایقی و اندوکتانس

آشنایی با اصول هماهنگی عایقی: عایق‌بندی ترانسفورماتورها، ماشین‌های گردان، کلیدهای قدرت، خازن‌ها و کابل‌ها

تجهیزات فشارقوی با فناوری‌های GIS و PASS. خطوط انتقال با عایق گاز (GIL)

«لواحي آزمایشگاه‌های فشارقوی»

مراجع:

1. H. M. Ryan, High Voltage Engineering and Testing, 3rded., IET, 2013.
2. J. Kuffel, E. Kuffel, and W. S. Zaengl, High Voltage Engineering Fundamentals, 2nded., Newnes, 2000.
3. A. R. Hileman, Insulation Coordination for Power Systems, Marcel Dekker, 1999.
4. G. Stone, E. A. Boulter, I. Culbert, and H. Dhirani, Electrical Insulation for Rotating Machines: Design, Evaluation, Aging, Testing, and Repair, 2nded., IEEE 2004.
5. M. S. Naidu, Gas Insulated Substations, I K International Publishing House, 2008.

ترجمه: محسنی، مهندسی فشارقوی الکتریکی پیشرفته، دانشگاه تهران، ۱۳۷۱



کنترل توان راکتیو Reactive Power Control

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش‌ساز: -

هم‌پساز: تحلیل سیستم‌های انرژی الکتریکی ۲

هدف: آشنایی با مفهوم، اهمیت و جریان‌سازی توان راکتیو در سیستم‌های قدرت الکتریکی

شرح درس:

مقدمه: تعاریف، مفاهیم اولیه، اهمیت کنترل توان راکتیو، معرفی اجمالی منابع VAR و نقش آن‌ها در نیازمندی‌های سیستم‌های

الکتریکی انتقال و توزیع نیروی برق

جریان‌سازی در سیستم‌های توزیع نیروی برق

جریان‌سازی در سیستم‌های انتقال در شرایط ماندگار

برنامه‌ریزی و پخش توان راکتیو در سیستم‌های قدرت تجدید ساختار و سستی

جریان‌کننده‌های توان راکتیو

سرویس توان راکتیو به عنوان خدمات جانبی در بازار برق

جریان‌سازی در سیستم‌های انتقال در شرایط دینامیکی

مراجع:

۱. و. قاضی (مترجم)، کنترل توان راکتیو در سیستم‌های الکتریکی، نشر جهاد دانشگاهی مشهد، ۱۳۷۱.

2. T. J. E. Miller, Reactive Power Control in Electric Systems, Wiley, 1982.
3. P. M. Anderson and R. G. Farmer, Series Compensation of Power Systems, PBLSH 1996.
4. X. P. Zhang, C. Rehtanz, and B. Pal, Flexible AC Transmission Systems: Modelling and Control, 2nd ed., Springer, 2012.
5. Y. H. Song and A. T. Johns, Flexible AC Transmission Systems (FACTS), IEE, 1999.
6. P. Kundur, Power System Stability and Control, McGraw Hill, 1994.
7. C. Taylor, Power System Voltage Stability, McGraw Hill, 1994.
8. H. Seifi and M. S. Sepasian, Electric Power System Planning, Springer, 2011.



بررسی حالات گذرا در سیستم‌های قدرت Analysis of Power System Transients

تعداد واحد: ۲ (نظری)

پیش‌نیاز: -

همین‌از: تحلیل سیستم‌های انرژی الکتریکی ۲

هدف: آشنایی با منابع ایجاد حالت‌های گذرا و روش‌های کنترلی انواع مبدل‌های ac/ac , ac/dc , dc/ac , dc/dc

شرح درس:

تعاریف و دسته‌بندی‌ها

انتشار امواج در خطوط انتقال

قوانین انعکاس در خطوط انتقال و دی‌گرام نردبانی

برخورد ساعده به خط انتقال

عوامل موثر بر دامنه اضافه ولتاژها ناشی از برق‌دار کردن خط انتقال (Closing)

حالت‌های گذرای ناشی از قطع (Opening)

تحلیل ۱۱ فازه (در حالت‌های گذرا در سیستم سه فاز دو مداره یا دو سیم محافظ (۸ سیم در حالت گذرا))

حالت‌های گذرای سیم‌پیچ ترانسفورماتورها و ژنراتورها

تحلیل کامپیوتری بررسی حالات گذرا (نرم‌افزار EMTP)

مراجع:

۱. ح. محسن، مبانی مهندسی فشار قوی الکتریکی، نشر دانشگاه تهران، ۱۳۹۱.
۲. ه. علی‌پور، بررسی حالات گذرا توسط نرم‌افزار EMTP، نشر دانشگاه صنعتی شریک، ۱۳۷۸.
3. J. P. Bickford, N. Millieux and J. R. Reed, Computation of Power System Transients, Inspeel, 1980.
4. A. Greenwood, Electrical Transients in Power Systems, 2nd ed., Wiley, 1991.
5. W. Derek Humpage, Z-trans form Electromagnetic Transient Analysis in High Voltage Networks, Inspeel, 1982.
6. P. Chowdhuri, Electric Transients in Power Systems, Research Studies Pre., 1996.
7. L. Vander Sluis, Transients in Power Systems, Wiley, 2001.
8. R. Radenburg, Transient Performance of Electric Power Systems, The MIT Press, 1969.
9. J. Arrillaga and N. Watwon, Power System Electromagnetic Transient Simulation, IET Press, 2003.



بررسی احتمالی سیستم‌های قدرت Probabilistic Analysis of Power Systems

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش‌نیاز: -

هم‌نیاز: -

هدف: آشنایی با کاربرد روش‌های احتمالاتی در سیستم‌های قدرت

شرح درس:

مقدمه: شرایط عدم قطعیت در بهره‌برداری برنامه‌ریزی و طراحی سیستم‌های قدرت

کاربرد سیستم‌های تصمیم‌گیری در سیستم‌های قدرت

شیه‌سازی مونت کارلو و کاربرد آن در سیستم‌های قدرت

بررسی احتمالاتی پخش توان

بررسی احتمالاتی اتصال کوتاه

بررسی احتمالاتی پایداری در سیستم‌های قدرت

مراجع:

1. G. J. Anders, probability Concepts in Electric Power Systems, Wiley, 1990.
2. A. J. Cenejo, M. Carrilón, and J. M. Morales, Decision Making under Uncertainty in Electricity Markets, Springer, 2010.
3. V. Ramachandran and V. Sankaranarayanan, Probability Measures of Fuzzy Events in Power Systems, Proceedings of the 15th Conference on System Modelling and Optimization, pp 963-969, Springer, 1992.



کیفیت توان Power Quality

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش نیاز: الکترونیک قدرت ۱

همیناژ: -

هدف: آشنایی با منابع و آثار امواج‌ها در شبکه‌های برق و راه حل‌های جبران‌سازی

شرح درس:

مقدمه: مفاهیم، تعاریف، شاخص‌ها و ضرورت مطالعه

پدیده‌های گذرا: منشأ، اثرات و راهکارهای مقابله

تغییرات کوتاه مدت و بلند مدت ولتاژ: منشأ، اثرات و تجهیزات بهبود دهنده

فلیکر ولتاژ: منشأ، اثرات و روش‌های جبران

ناهمبستگی ولتاژ و جریان: منشأ آثار و راه حل‌های کاهش

امواج ولتاژ و جریان (هارمونیک‌ها و میان هارمونیک‌ها): منشأ، آثار، شناسایی محل تولید و تجهیزات جبران‌سازی

کاربرد ادوات نوین الکترونیک قدرت: فیلترهای فعال، ترکیبی، APFC، UPQC و ... در بهبود کیفیت توان

تأثیر استفاده از انرژی‌های تجدید پذیر و تولید پراکنده بر کیفیت توان

تأثیر انواع روش‌های زمین کردن شبکه بر کیفیت توان

مونیتورینگ و اندازه‌گیری شاخص‌های کیفیت توان و مقایسه با استانداردهای ملی و بین‌المللی

مراجع:

۱. س.ح. حسینی، کیفیت توان در شبکه‌های توزیع نیروی برق، نشر دانشجو، ۱۳۹۱.

2. H. W. Beatty, R. C. Dugan, S. Santoso and M. F. McGranaghan, Electrical Power Systems Quality, 3rd ed., McGraw-Hill, 2012.
3. J. Arrillaga, N. R. Watson, and S. Chen, Power System Quality Assessment, Wiley, 2000.
4. A. Ghosh and G. Ledwich, Power Quality Enhancement Using Custom Power Devices, Springer, 2002.
5. J. Schlabbach, D. Blume, T. Stephanblome, Voltage Quality in Electrical Power Systems, IET Press, 2001.
6. M. H. J. Bollen, Understanding Power Quality Problems: Voltage Sags and Interruptions, Wiley- IEEE Press, 2013.
7. A. Kusko and M. T. Thompson, Power Quality in Electrical Systems, McGraw-Hill, 2007.



سیستم‌های انتقال جریان متناوب انعطاف‌پذیر FACTS

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش‌نیاز: -

هم‌نیاز: الکترونیک صنعتی

هدف: آشنایی با مبانی و ساختارهای انتقال جریان متناوب انعطاف‌پذیر

شرح درس:

مقدمه: تعاریف و مفاهیم FACTS

مبدل‌های منبع ولتاژ

مبدل‌های منبع جریان

جبران‌سازهای موازی استاتیک (شامل SVC و STATCM)

جبران‌سازهای سری استاتیک (شامل TCSC و TSSC و GCSC)

جبران‌سازهای ترکیبی سری و موازی (شامل IPFC و UPFC)

نعلیم‌کننده‌های زاویه فاز و ولتاژ استاتیک (شامل TCPAR و TCVR)

مراجع:

۱. دکتر ا.ف. درافشان، آشنایی با FACTS، نشر مهندسی مشاور قدس نیرو، بهار ۱۳۸۹.

2. R. M. Mathur, R. K. Varma, Thyristor-based FACTS Controllers, Wiley- IEEE, 2002.
3. V. K. Sood, HVDC and FACTS Controllers, Springer, 2004.
4. G. Hingorani, L. Gyugyi, Understanding FACTS, Concepts and Technology of Flexible AC Transmission Systems, Wiley- IEEE Press, 1999.
5. E. Acha, FACTS Modelling and Simulation in Power Networks, Wiley, 2004.
6. X. P. Zhang, C. Rehtanz, and B. Pal, Flexible AC Transmission Systems: Modelling and Control, 2nd ed., Springer, 2012.
7. Y. H. Song, Flexible ac Transmission Systems (FACTS), IET Press, 1999.



دینامیک سیستم‌های قدرت ۲ Power System Dynamics 2

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش‌نیاز: دینامیک سیستم‌های قدرت ۱

همین‌بار: -

هدف: تریف، تحلیل بهبود انواع پایداری در سیستم‌های قدرت

شرح درس:

پایداری سگنال کوچک

پایداری گذرا

پایداری ولتاژ

نوسانات زیر سکرون

پایداری میان مدت و بلند مدت

روش بهبودی پایداری

مراجع:

1. P. Kundur, Power System Stability and Control, McGraw- Hill Inc, 1994.
2. K. R. Padiyar, Power System Dynamics: Stability and Control, Anshan, 2004.
3. J. Machowski, J. Bialek and J. Bumby, Power System Dynamics: Stability and Control, 2nd ed., Wiley, 2008.
4. P. W. Sauer and M. A. Pai, Power System Dynamics and Stability, Stipes Publishing Co., 2007.



اصول کنترل مدرن Principles of Modern Control

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش نیاز: -

همینا: -

هدف: آشنایی با مفاهیم و روش های طراحی کنترل کننده در فضای حالت

شرح درس:

مقدمه: آشنایی با نمایش های خارجی و داخلی سیستم ها و مزایای نمایش فضای حالت، چند مثال عملی، تعاریف اولیه ورودی بر نمایش جبر خطی و مدل سازی سیستم ها، خطی سازی ریاضی، عدم قطعیت در مدل سازی نمایش سیستم های خطی، جواب معادلات دیفرانسیل سیستم های خطی نمایش فضای حالت: انتخاب متغیرها، حل معادلات، روش های بدست آوردن ماتریس انتقال حالت، لاپلاس، حالت دینامیکی، روش هامیلتون، روش سیلوستر، تبدیل همانندی، قطری سازی، فرم کانونیکال جردن کنترل پذیری و رویت پذیری: تعاریف و شرایط کنترل پذیری و رویت پذیری، دوگانی سیستم های خطی، کنترل پذیری خروجی و تابعی، ترکیب کانونیکال کالمن

نظریه تحقق و پایداری: تحقق کاهش ناپذیر، تحقق سیستم های SISO، MISO، SIMO، تعاریف پایداری، پایداری درونی، پایداری BIBO، معادله ماتریسی لیاپتوف

سیستم های کنترل فیدبک حالت: محاسبه بهره فیدبک حالت، سیستم های چند ورودی، اثرات فیدبک حالت، طراحی سیستم های ردیاب، روش های جایابی قطب، جایابی قطب برای سیستم های MIMO، رفع اغتشاش، فیدبک حالت با کنترل انتگرالی رویت گویای حالت: ساختار و خواص رویت گویای مرتبه کامل و مرتبه کاهش یافته، سیستم های کنترل فیدبک حالت با رویت گر، طراحی جایابی قطب با فیدبک خروجی، فیدبک حالت با رویت گر، فضا سازی، فیدبک حالت با تخمین اغتشاش، عملکرد حلقه بسته

آشنایی با کنترل بهینه: فیدبک حالت بهینه LQR، انتخاب بهره اعمالی، رویت گر حالت بهینه LQE، فیلتر کالمن

مراجع:

۱. ع. خاکي مدنيق، اصول کنترل مدرن، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۹۰.
۲. ج. ر. تلی داد، مقدمه ای بر کنترل مدرن، انتشارات دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، ۱۳۹۲.
3. C. T. Chen, Linear System Theory and Design, 3rd ed., Oxford University Press, 1998.
4. W. L. Brogan, Modern Control Theory, 3rd ed., Prentice-Hall, 1990.



حفاظت دیجیتال سیستم‌های قدرت Digital Protection of Power Systems

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش‌نیاز: -

هم‌نیاز: -

هدف: آشنایی با ویژگی‌ها، ساختمان و مزایای رله‌های ریزپردازنده‌ای

شرح درس:

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

مراجع:

1. A. G. Phadke and J. S. Thorp, Computer Relaying for Power Systems, 2nd ed., Wiley, 2009.
2. W. Rebizant, J. Szafran and A. Wiszniewski, Digital Signal Processing in Power System Protection and Control, Springer, 2011.
3. G. Ziegler, Numerical Distance Principles and Applications, 4th ed., Publicis, 2011.
4. A. G. Phadke and J. S. Thorp, Synchronized Phasor Measurements and Their Applications, Springer, 2008.
5. A. T. Johns and S. K. Salman, Digital Protection for Power Systems, IET, 1997.



الکترونیک قدرت ۱ Power Electronics I

تعداد واحد: ۲ (نظری)

پیش‌نیاز: -

همین‌ا‌ز: الکترونیک صنعتی

هدف: آشنایی با ادوات، مدارها و کنترل مبدل‌های الکترونیک قدرت به همراه کاربردهای صنعتی آنها

شرح درس:

ترانزیستور ماست قدرت (Power Mosfet)، ترانزیستور با گیت مجزا شده IGBT، GTO و ادوات مقاطعسی

کمو تاسیون و مدارهای کمو تاسیون در مبدل‌های الکترونیک قدرت

مدارهای ضربه گیر (Snubbers): ضربه گیر قطع، ضربه گیر وصل، ضربه گیر اضافه ولتاژ، تحلیل ضربه گیر RC، تحلیل ضربه گیر

RCD

مبدل‌های AC/AC: برشگرهای جریان متناوب تکفاز و سه فاز، سیکلو کوانترها و مبدل‌های AC/AC یا پیونده DC

مبدل‌های DC/AC: اینورترهای متغیر ولتاژ (VSI) متغیر جریان (CSI) تکفاز و سه فاز و روش‌های بهبود شکل موج خروجی آنها

مبدل‌های DC/DC: تحلیل انواع مبدل‌های جریان دایم و عملکرد مبدل در جریان پیوسته و ناپیوسته و کاربردهای صنعتی آنها

پروژه

مراجع:

1. J. Kassakian, M. Schecht, G. Verghese, Principles of Power Electronics, Addison-Wesley, 1992.
2. N. Mohan, T. M. Undeland, and W. P. Robbins, Power Electronics, Converters, Applications and Design, 3rd ed., Wiley, 2002.
3. B. Bose, Modern Power Electronics and AC Drives, Prentice-Hall, 2001.
4. R. W. Erickson, and D. Maximovic, Fundamentals of Power Electronics, 2nd ed., Springer, 2001.



طراحی ماشین‌های الکتریکی Design of Electrical Machines

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش‌نیاز: -

هم‌نیاز: -

هدف: آشنایی با مفاهیم، روش‌های کلی طراحی انواع ماشین‌های الکتریکی، اهداف و قیود حاکم بر طراحی بصورت تحلیلی و عددی

شرح درس:

مواد مهندسی برق

گرما و خنک‌سازی در ماشین‌های الکتریکی

مفاهیم کلی و محدودیت‌ها در طراحی ماشین

طراحی ترانسفورماتور

طراحی ماشین‌های جریان مستقیم

طراحی موتور القایی

طراحی موتورهای متناوب‌ساز

طراحی ماشین‌های سگرون

استفاده از کامپیوتر در طراحی ماشین‌های الکتریکی

مراجع:

1. E. S. Hamdi, Design of Small Electrical Machines, Wiley, 1994.
2. V. N. Mittle, and A. Mittle, Design of Electrical Machines, Standard Publishers Distributors, Delhi, 2002.
3. A. K. Sawhney, A Course in Electrical Machine Design, Dhanpat Rai & Sons, 2003.
4. J. F. Gieras, Permanent Magnet Motor Technology: Design and Applications, 3rd ed., CRC Press, 2010.
5. I. Boldea, The Induction Machines Design Handbook, 2nd ed., CRC Press, 2010.
6. J. Pyrhonen, T. Jokinen, and V. Hrabovcova, Design of Rotating Electrical Machines, Wiley, 2007.
7. K. Hameyer, R. Belmans, Numerical Modelling and Design of Electrical Machines and Devices, WIT Press, 1999.



الکترونیک قدرت ۲ Power Electronics II

تعداد واحد: ۳ (تئری)

پیش نیاز: -

هم نیاز: الکترونیک قدرت ۱

هدف: مباحث تکمیلی در مبدل‌های الکترونیک قدرت به همراه کاربردهای صنعتی آنها

شرح درس:

مبدل‌های تشدید و نیمه تشدید

مبدل‌های باتریسی

کاربرد مبدل‌های الکترونیک قدرت در شبکه‌های قدرت و ماشین‌های الکتریکی

پروژه

مراجع:

1. M. K. Kazimierzczuk, and D. Czarkowski, Resonant Power Converters, Wiley, 1995.
2. N. Mohan, T. M. Undeland, and W. P. Robbins, Power Electronics, Converters, Applications and Design, 3rd ed., Wiley, 2002.
3. W. Leonhard, Control of Electrical Drives, Springer, 1996.
4. D. Novotny, and T. Lipo, Vector Control and Dynamics of AC Drives, Clarendon, 1996.
5. B. K. Bose, Power Electronics and Variable Frequency Drives - Technology and Applications, 2000.
6. P. Vass, Vector Control of AC Machines, Clarendon, 1990.



روش‌های اجزاء محدود Finite Elements Methods

تعداد واحد: ۲ (تئوری)

پیش‌نیاز: -

همنیاز: -

هدف: آشنایی با روش‌های عددی در تحلیل ماشین‌های الکتریکی

شرح درس:

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

مراجع:

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



کنترل محرکه‌های الکتریکی Control of Electrical Drives

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش‌نیاز: تئوری جامع ماشین‌های الکتریکی، الکترونیک قدرت ۱

همین‌از: -

هدف: تحلیل ساختارهای مختلف محرکه‌های الکتریکی و مزایای استفاده از آنها، طراحی کنترل‌کننده‌های PI در محرکه‌های DC، طراحی و تحلیل روش‌های کنترل برداری و DTC در محرکه‌های القایی

شرح درس:

مقدمه: تبدیل انرژی الکتریکی به حرکت و محدوده عملکرد محرکه‌ها، مشخصات بارهای مکانیکی (حرکتی)، مشخصات خروجی موتورها

مورد کوتاه مدارهای الکترونیک قدرت در کاربرد محرکه: مقایسه انواع مختلف در بازه‌های مختلف کاری (چهار ناحیه کنترلی) تجزیه و تحلیل موتورهای DC به عنوان پایه: پایه‌ریزی و طراحی بلوک‌های کنترلی آنالوگ و دیجیتال به صورت حلقه بسته تجزیه و تحلیل موتورهای القایی به عنوان موتورهای پر کاربرد در صنعت: مدل‌سازی فضای حالت، بررسی مشخصات کاری در نواحی مختلف کاری، بررسی جامع روش‌های کنترلی، بررسی و تحلیل انواع روش‌های کنترلی (حلقه باز و حلقه بسته)، استفاده از روش‌های کنترل برداری و نیز روش کنترل مستقیم گشتاور

بررسی دقت روش‌ها در مقابله با اغتشاشات و اعمال راهکارهای مناسب برای مقابله با اغتشاشات عروری بر برآورد پارامترها، تخمین حالت و روتگرهای شار و سرعت

مراجع:

1. I. Boldea, and S.A. Nasar, Electric Drives, 2nd ed., 2005.
2. P. Vas, Sensorless Vector and Direct Torque Control, Oxford University Press, 1998.
3. R. De Doncker, D. W.J. Palle, and A. Veltman, Advanced Electrical Drives, Analysis, Modeling, Control, Springer, 2011.
4. N. P. Quang, and J. A. Dittich, Vector Control of Three-Phase AC Machines, System Development in the Practice, Springer, 2010.
5. Stobodan N. Vukosavić, Digital Control of Electrical Drives, Springer, 2007.
6. S. Wiak, M. Dems, and K. Korneza, Recent Developments of Electrical Drives, Springer, 2006.
7. A. Hughes, Electric Motors and Drives, Fundamentals, Types and Applications, 3rd ed., Newnes, Elsevier, 2006.
8. A. Veltman, D. W.J. Palle, and R. W. De Doncker, Fundamentals of Electrical Drives, Springer, 2007.
9. J. Rodriguez, and P. Cortes, Predictive Control of Power Converters and Electrical Drives, Wiley, 2012.



ماشین‌های الکتریکی مدرن Modern Electrical Machines

تعداد واحد: ۲ (نظری)

پیش‌نیاز: -

هم‌نیاز: -

هدف: معرفی ساختمان، تحلیل عملکرد و روش‌های کنترلی ماشین‌های الکتریکی مدرن به منظور انجام مطالعات کاربردی روزآمد

شرح درس:

ژنراتورهای القایی دو تحریکه (DFIG): انواع (با جاروبک و بدون جاروبک)، ساختمان، مدل‌سازی ایستا و پویا، تحلیل عملکرد، کاربرد در توربین‌های بادی، کنترل و پویایی

ماشین‌های الکتریکی شارمجموعه: ساختمان، انواع، کنترل، کاربرد در خودروهای برقی و توربین‌های بادی

ماشین‌های سنکرون مغناطیس دائم: تحلیل، مدل‌سازی، کنترل و کاربردها

ویژگی‌های: ساختمان، تحلیل و کاربردها

ساختمانها و کاربردهای روزآمد ماشین‌های الکتریکی

مراجع:

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



کنترل ماشین‌های الکتریکی Control of Electric Machines

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش‌نیاز: -

هم‌نیاز: الکترونیک صنعتی

هدف: آشنایی با اصول کاری و کاربرد محرکه‌های ماشین‌های الکتریکی و روش‌های کنترلی مدرن مورد استفاده

شرح درس:

مقدمه‌ای بر تبدیل انرژی الکتریکی به حرکت و محدوده‌ی عملکرد محرکه‌های مختلف، مشخصات بارهای مکانیکی (حرکتی) مختلف، مشخصات خروجی موتورهای مختلف

مروری کوتاه بر مدارهای الکترونیک قدرت در کاربرد محرکه‌های الکتریکی و مقایسه‌ی انواع مختلف در بازه‌های مختلف کاری (چهار ناحیه‌ی کنترلی)

کنترل موتورهای DC به عنوان پایه، پایداری و طراحی بلوک‌های کنترلی آنالوگ و دیجیتال مناسب برای آن‌ها به صورت حلقه بسته

مدل‌سازی فضای حالت موتورهای القایی، بررسی مشخصات کاری آن‌ها در نواحی مختلف کاری و بررسی جامع روش‌های کنترلی آن‌ها (حلقه بسته و حلقه باز)

روش‌های کنترل برداری موتورهای القایی

کنترل مستقیم گشتاور موتورهای القایی

برآورد پارامترها، تخمین حالت، روبریت گرهای فلو و سرعت

مراجع:

1. Boldea and S. A. Nasar, Electric Drives, 2nd ed., CRC Press, 2005.
2. P. Vas, Sensorless Vector and Direct Torque Control, Oxford Science Pub., 1998.
3. R. D. Doncker, D. W. J. Palle, and A. Veltman, Advanced Electrical Drives, Analysis, Modeling, Control, Springer, 2011.
4. S. N. Vukosavić, Digital Control of Electrical Drives, Springer, 2007.
5. S. Wiak, M. Doms and K. Komeza, Recent Developments of Electrical Drives, Springer, 2006.



طراحی مبدل‌های الکترونیک قدرت Power Electronic Converters Design

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش‌نیاز: -

هم‌نیاز: الکترونیک صنعتی

هدف: آشنایی با طراحی انواع مبدل‌های ac/ac ، ac/dc ، dc/ac ، dc/dc

شرح درس:

مقدمه: معرفی شاخص‌های لازم در طراحی مبدل‌های الکترونیک قدرت
طراحی انواع کلیدهای الکترونیک قدرت (اهم از یک طرفه و یا دو طرفه جریان ولتاژ)
طراحی مدارات اسباب برای مبدل‌های الکترونیک قدرت با کمونسیون اجباری
طراحی فیلترهای ورودی و خروجی برای مبدل‌های الکترونیک قدرت
طراحی انواع مبدل‌های ac/ac ، ac/dc ، dc/ac ، dc/dc
نحوه محاسبه تلفات در مبدل‌های الکترونیک قدرت

مراجع:

1. M. Weus, M. Steyaert, Design and Implementation of Fully- Integrated Inductive DC- DC Converters in Standard CMOS, Springer, 2011.
2. N. Mohan, T. M. Undeland and W. P. Robbins, Power Electronics, Converters, Applications and Design, 3rd ed., Wiley, 2002.
3. F. L. Lun, H. Ye, Advanced DC- DC Converters, CRC Press, 2003.
4. M. Cirrincione, M. Pucci, G. Vitale, Power Converters and AC Electrical Drives with Linear Neural Networks, CRC Press, 2012.
5. M. K. Kazimierzczuk, Pulse- width Modulated DC- DC Power Converters, Wiley, 2008.
6. W. Shepherd and L. Zhang, Power Converter Circuits, CRC Press, 2004.
7. M. H. Rashid, Power Electronics Handbook, 3rd ed., Butterworth- Heinemann, 2010.



روش‌های نوین کنترل مبدل‌های الکترونیک قدرت Novel Control Methods of Power Electronic Converters

تعداد واحد: ۲ (نظری)

پیش‌نیاز: -

همین‌از: الکترونیک صنعتی

هدف: آشنایی با انواع روش‌های کنترلی انواع مبدل‌های ac/ac ، ac/dc ، dc/ac ، dc/dc

شرح درس:

معرفی شاخص‌های لازم در طراحی مبدل‌های الکترونیک قدرت
معرفی پارامترهای کلیدی برای انواع مبدل‌های الکترونیک قدرت
معرفی و نحوه پیاده‌سازی انواع روش‌های مدولاسیون برداری فضایی، تکنیک مدولاسیون پهنای پالس (PWM)، شیفت فاز، پاند
هیستریزس برای کنترل انواع کنترل مبدل‌های الکترونیک قدرت در حالت‌های متقارن و نامتقارن
معرفی و نحوه پیاده‌سازی روش‌های حذف هارمونیک انتخابی
معرفی و نحوه پیاده‌سازی انواع روش‌های کنترلی شارژ متبادل برای اینورترهای چند سطحی

عراجع:

1. J. Rodriguez, P. Cortes, Predictive Control of Power Converters and Electrical Drives, Wiley, 2012.
2. H. Sira-Ramirez, R. Silva-Ortigoza, Control Design Techniques in Power Electronics Devices, Springer, 2006.
3. M. P. Kazmierkowski, F. Blaabjerg, R. Krishnan, and J.D. Irwin, Control in Power Electronics, Selected Problems, Academic Press, 2002.
4. S. Khorrami and L. M. Tolbert, Multilevel Power Converters, Power Electronics Handbook, 2nd ed., Elsevier, 2007.
5. M. K. Kazimierzczuk, Pulse-width Modulated DC-DC Power Converters, Wiley, 2008.
6. S. N. Vukosavic, Digital Control of Electrical of Electrical Drives, Springer, 2007.
7. N. Mohan, T. M. Undeland, and W. P. Robbins, Power Electronics: Converters, Applications and Design, 3rd ed., Wiley, 2002.



طراحی ماشین‌های الکتریکی خطی Design of Linear Electric Machines

تعداد واحد: ۲ (نظری)

پیش‌نیاز: -

همنیاز: -

هدف: شناخت ساختار، اصول عملکرد، کاربردها، روش‌های طراحی و کنترل ماشین‌های الکتریکی خطی

شرح درس:

مقدمه: مروری بر توابع میلان‌های الکترومغناطیسی، نیروهای موجود در ماشین‌های الکتریکی خطی و اصول عملکرد

مواد بکار رفته در ساختار ماشین: تورق‌های مغناطیسی، رساناها، مواد عایقی، آهن‌رباهای دائم

مدل‌سازی ماشین‌های خطی: القایی، ساختار ابتدایی و اساس عملکرد ماشین، ساختار سطحی، ساختار استوانه‌ای، توپولوژی‌های

مختلف با تکیه و تکیه بلند یا کوتاه، ثابت یا متحرک، تکیه سیم‌پیچی شده یا قفسه‌ای

طراحی ماشین‌های خطی: القایی: ماشین‌های با سرعت پایین، متوسط و بالا با در نظر گرفتن پدیده‌های موجود در ماشین‌های خطی

از جمله اثر انتهای، اثر پوستی و تاثیر شکل شیارهای بکار رفته در شکل موج شار مغناطیسی در فاصله هوایی، روش‌های محدود

در طراحی ماشین

مدل‌سازی و طراحی ماشین‌های خطی: سکرون با توپولوژی‌های مختلف

مدل‌سازی و طراحی ماشین‌های خطی: مغناطیسی دائم با توپولوژی‌های مختلف

مراجع:

1. I. Boldea, Linear Electric Machines, Drives, and MAGLEVs Handbook, CRC Press, 2013.
2. J. Geras, Z. J. Piech and B. Z. Tomczuk, Linear Synchronous Motors, Transportation and Automation Systems, 2nd ed., CRC Press, 2011.
3. J. F. Gieras, Linear Induction Drive, Oxford University Press, 1994.
4. I. Boldea and S.A. Nasar, Linear Motion Electromagnetic Systems, Wiley, 1985.



برنامه‌ریزی و مدیریت سیستم‌های انرژی Power System Planning

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش‌نیاز: -

هم‌نیاز: -

هدف: بررسی شرایط تعیین سیستم‌های قدرت ناشی از تجدید ساختار و تجدید نظر در مقررات حاکم ایجاد بازار برق، توسعه تولید، پراکنده و ریز شبکه‌ها

شرح درس:

مبانی برنامه‌ریزی سیستم‌های قدرت: برنامه‌ریزی مرسوم، برنامه‌ریزی یکپارچه، برنامه‌ریزی در شرایط نوین، مرور ساختار سیستم‌های قدرت در کشورهای مختلف

حوزه و روند برنامه‌ریزی و اهداف آن: برنامه‌ریزی بهره‌برداری، برنامه‌ریزی توسعه‌ای بلند و کوتاه مدت، برنامه‌ریزی در شرایط عدم قطعیت

مروری بر الگوریتم‌ها و روش‌های بهینه‌سازی، تصمیم‌گیری و اقتصاد مهندسی

پیش‌بینی تقاضا در بازه‌های زمانی کوتاه، میان و بلند مدت

برنامه‌ریزی تولید محور: تولید، انتقال، توزیع

برنامه‌ریزی تقاضا محور: مدیریت تقاضا و برنامه‌های پاسخگویی

برنامه‌ریزی محیط زیست محور: برنامه‌های بهره‌وری انرژی

تلفیق سه روش اساسی برنامه‌ریزی در سیستم‌های قدرت

برنامه‌ریزی‌های اضطراری و جایگزین

مراجع:

1. H. Seifi, and M. S. Sepasian, Electric Power System Planning: Issues, Algorithms and Solutions, Springer, 2011.
2. T. W. Berrie, Electricity Economics and Planning, IET, 1992.
3. Tools and Methods for Integrated Resource Planning, UNEP, 1997.
4. IET and IEEE Related Papers.



قابلیت اطمینان سیستم‌های انرژی الکتریکی Reliability of Electric Energy Systems

تعداد واحد: ۲ (تئوری)

پیش‌نیاز: -

هم‌نیاز: -

هدف: مدل‌سازی و روش‌های ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم‌های انرژی الکتریکی قدرت در سطوح HL-I و HL-II و HL-III

شرح درس:

ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم‌های ساده و پیچیده مهندسی
ارزیابی قابلیت اطمینان بر مبنای توزیع‌های احتمال
فرآیندهای مارکوف پیوسته
روش‌های تقریبی برای ارزیابی قابلیت اطمینان
ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم تولید
ارزیابی قابلیت اطمینان در سیستم‌های قدرت مرکب تولید و انتقال
ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم‌های توزیع
ارزیابی قابلیت اطمینان پست‌ها و نیروگاه‌ها
کاربرد شیء‌سازی مونت کارلو در ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم‌های قدرت
هزینه‌نمایی قابلیت اطمینان در سیستم‌های قدرت

مراجع:

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



انرژی‌های تجدیدپذیر Renewable Energies

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش‌از: -

پیش‌از: -

هدف: آشنایی با منابع انرژی نو و تجدیدپذیر به عنوان جایگزین برای سوخت‌های فسیلی و نحوه استفاده از آن منابع

شرح درس:

وضعیت انرژی در جهان

میزان مصرف انرژی در حال و آینده

منابع کنونی انرژی و میزان بهره‌برداری

ذخائر انرژی

توزیع انرژی

انرژی خورشیدی

انرژی باد

انرژی گدازخت و شکافت، انرژی موج، انرژی زمین-گرمایی، انرژی زیستی و ...: روش‌های بهره‌برداری، بررسی اقتصادی،

وضعیت در ایران و جهان

مراجع:

1. E. F. Fuchs, and M. A. S. Masoum, Power Conversion of Renewable Energy Systems, Springer, 2011.
2. J. C. Sabonnadiere(ed.), Renewable Energy Technologies, Wiley- ISTE, 2004.
3. A. Khaligh, and O. C. Onar, Energy Harvesting, Solar, Wind, and Ocean Energy Conversion Systems, CRC Press, 2009.
4. P. Breeze, Renewable Energy Focus Handbook, Elsevier, 2009.
5. L. Freris, Renewable Energy in Power Systems, Wiley, 2008.



شبکه‌های هوشمند انرژی الکتریکی Intelligent Electric Energy Networks

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش‌نیاز: -

همنیاز: -

هدف: آشنایی با اهمیت، مبانی و روند هوشمندسازی شبکه‌های انرژی

شرح درس:

مفاهیم اولیه و سیر تکاملی شبکه‌های هوشمند
مدیریت سمت تقاضا در شبکه‌های هوشمند
اندازه‌گیری، کنترل و ارتباطات هوشمند در شبکه‌های انرژی
شبکه هوشمند برای مدیریت انرژی در ساختمان و اتوماسیون منازل (خانه‌های هوشمند)
برنامه ریزی ریز شبکه‌ها و روشهای مدل‌سازی عدم قطعیت در ریز شبکه‌ها
شبکه‌های توزیع فعال
بررسی کارایی مصرف کنندگان نهایی انرژی الکتریکی و روش‌های بهبود آن
شبکه‌های هوشمند برای امنیت فیزیکی و سایبری سیستم‌ها
شبکه‌های هوشمند برای خودروهای برقی و حمل و نقل با آلودگی کم

مراجع:

1. C. W. Gellings, TheSmart Grid: Enabling Energy Efficiency and Demand Response, The Fairmont Press, 2009.
2. S. Chowdhury, S. P. Chowdhury, and P. Crossley, Microgrids and Active Distribution Networks, IET, 2009.
3. J. Momoh, Smart Grid: Fundamentals of Design and Analysis, Wiley- IEEE Press, 2012.



اقتصاد انرژی الکتریکی Electric Energy Economy

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش‌از: -

همین‌از: -

هدف: آشنایی با تعاریف، مبانی و راهبردهای اقتصادی و مدیریتی بازار برق

شرح درس:

آشنایی با مبانی اقتصاد خرد: توابع عرضه و تقاضا، توابع خدمات، سود و هزینه در بنگاه‌های اقتصادی، عرضه و تقاضای انرژی، مدل‌سازی و بهینه‌سازی توابع هدف بنگاه‌های اقتصادی با استفاده از برنامه‌ریزی خطی و درجه ۲

تئوری بازی‌ها: مدل‌های برترند، کارنو، SFE و کاربرد آنها در انتخاب بهینه راهبردهای خرید و فروش در بازارهای انرژی

پروسی راهبردهای بهینه خرید و فروش انرژی برق در برنامه‌ریزی‌های کوتاه مدت با استفاده از شبکه‌سازی‌های کامپیوتری

معرفی ریسک، نحوه ارزیابی، محاسبه و مدیریت بهینه ریسک در بازارهای برق

برنامه‌ریزی بلند مدت توسعه واحدهای DG با استفاده از تحلیل Mean-Variance Portfolio و در نظر گرفتن برخی پارامترهای نامطمئن در سیستم انرژی

برنامه‌ریزی بلند مدت توسعه واحدهای تولید پراکنده (DG) با استفاده از تحلیل‌های AHP، DEA، Trade-Off و تعریف

سناریوهای مختلف برای آینده سیستم انرژی مطلوب و شبیه‌سازی توسعه نرم افزار HOMER

معرفی سیستم‌های انرژی هوشمند و بررسی مسائل اقتصادی، مدیریتی و فنی این سیستم‌ها

مراجع:

1. H. R. Varian, Microeconomic Analysis, 3rd ed., Norton, 2002.
2. S. Stoft, Power Systems Economics: Designing Markets for Electricity, Wiley- IEEE Press, 2002.
3. Related papers & Theses on Economics of Energy.



بهینه‌سازی سیستم‌های قدرت الکتریکی Optimization in Electric Power Systems

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش‌نیاز: -

هم‌نیاز: -

هدف: آشنایی با کاربرد روش‌های بهینه‌سازی در سیستم‌های قدرت

شرح درس:

مبانی بهینه‌سازی خطی

بهینه‌سازی خطی با قیود و متغیرهای پیچیده‌کننده

بهینه‌سازی خطی آمیخته با اعداد صحیح

مبانی برنامه‌ریزی غیرخطی

برنامه‌ریزی دو سطحی

بهینه‌سازی مقاوم

مفاهیم بهینه‌سازی چند هدفه

بهینه‌سازی غیر محدب

مراجع:

1. A. J. Conejo, E. Castillo, P. Pedregal, R. Garcia, and N. Algacil, Building and Solving Mathematical Programming Models in Engineering and Science, Wiley, 2002.
2. A. J. Conejo, E. Castillo, R. Minguez, and R. Garcia-Bertrand, Decomposition Techniques in Mathematical Programming. Engineering and Science Applications, Springer, 2006.
3. S. Gabriel, A. J. Conejo, B. Hobbs, D. Fuller, and C. Ruiz, Complementarity Modeling in Energy Markets, Springer, 2012.
4. S. S. Rao, Engineering Optimization, Theory and Practice, 4th ed., Wiley, 2009.
5. S. A. H. Soliman, and A. A. H. Mantawy, Modern Optimization Techniques with Applications in Electric Power Systems, Springer, 2011.



بازار برق Electricity Market

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشاژ: -

همیناژ: تحلیل سیستم‌های انرژی الکتریکی ۲

هدف: آشنایی با خصوصی‌سازی و ایجاد بازارهای برق و روند اجرای آن از جنبه‌های فنی و اقتصادی، برنامه‌ها و تصمیم‌گیری‌ها در تولید، انتقال و توزیع شبکه‌های انرژی الکتریکی

شرح درس:

آشنایی با بازار برق، انواع مدل‌های بازار، مفاهیم پایه اقتصاد، پیش‌بینی قیمت انرژی در بازار برق، پیش‌بینی کوتاه مدت بار مصرفی، انواع بازارهای انرژی الکتریکی و مدل‌های آن، مشارکت در بازارهای انرژی الکتریکی، ایمنی سیستم و خدمات جانبی، شبکه‌های انتقال و بازارهای برق، برنامه‌ریزی توسعه تولید و سرمایه‌گذاری در تولید برق، برنامه‌ریزی توسعه انتقال و سرمایه‌گذاری در انتقال، مدل‌سازی ریسک در بازار، روش‌های تسویه بازار، راهبردهای مشارکت در بازار برق، برنامه‌ریزی مبتنی بر قیمت مشارکت نیروگاه‌ها و برنامه‌ریزی امنیت متیو نیروگاه‌ها و تجدید ساختار در شبکه‌های توزیع انرژی الکتریکی

مراجع:

1. D. S. Kirschen and G. Strbac, Fundamentals of Power System Economics, Wiley, 2004.
2. M. Shahidehpour, H. Yamin, and Z. Li, Market Operations in Electric Power Systems, Wiley, 2002.
3. D. R. Biggar and M. R. Hesamzadeh, The Economics of Electricity Markets, Wiley, 2014.
4. P. Ranci and G. Cervigni (eds), The Economics of Electricity Markets: Theory and Policy, Edward Elgar Pub., 2013.
5. S. Gabriel, A. J. Conejo, B. Hobbs, D. Fuller, and C. Ruiz, Complementarity Modeling in Energy Markets, Springer, 2012.



ریز سیستم‌ها و ریز مولدها Distributed Generation

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش‌نیاز: بهره‌برداری سیستم‌های قدرت، الکترونیک قدرت ۱

همین‌از: -

هدف: آشنایی با انگیزه‌ها، فناوری‌ها و منابع انرژی در تولید پراکنده

شرح درس:

مقدمه: تعاریف، واژه‌گان، وضعیت کنونی و چشم‌انداز آتی، پایه‌های توسعه نیروگاه‌های پراکنده و منابع موجود، نقش منابع انرژی تجدید پذیر در توسعه تولید پراکنده، پی آمدهای فنی و اقتصادی، تاثیر تولید پراکنده بر ساختار سیستم قدرت

مرور بر مباحث تولید و بخش قدرت الکتریکی: مولدهای همزمان و القایی، پخش توان، اتصال کوتاه و قطع فاز، پایداری فن آوری‌های تولید پراکنده: نیروگاه‌های بادی (windpower)، نیروگاه‌های خورشیدی (photovoltaic)، پیل‌های سوخت (fuelcells)، نیروگاه‌های ترکیبی گرما برق (combined heat and power plants)، ریز توربین (microturbine)، توربین گازی کوچک (minigasturbine)، موثر و ژنراتورها، نیروگاه‌های برق آبی کوچک

کاربرد الکترونیک قدرت در تولید پراکنده: مبدل‌ها، ژنراتورهای سرعت متغیر، روش‌های کنترل مبدل‌ها و حفاظت آنها حفاظت سیستم‌های قدرت دارای ریز مولدها: حفاظت زمین، حفاظت فاز و حفاظت دیفرانسیل ژنراتورها، جزیره‌سازی (Islanding)، هماهنگ‌سازی حفاظتی در سیستم‌های توزیع دارای تولید پراکنده

کیفیت توان در سیستم‌های قدرت دارای تولید پراکنده: تغییرات ولتاژ، هارمونیک‌ها، قابلیت اطمینان اتصال نیروگاه‌های پراکنده به سیستم قدرت: مقررات توصیه شده، مسائل حفاظتی، کنترل توان و ولتاژ، بررسی تولید پراکنده از دیدگاه مسئله پخش توان (dispatchable و non-dispatchable)، شرایط استفاده تولید پراکنده در مقادیر انبوه

شبکه‌های توزیع و تولید پراکنده: ریز شبکه‌ها (microgrids)، شبکه‌های فعال (activenetworks) افزاردهای ذخیره انرژی برای تولید پراکنده (distributed energy storage): باتری‌ها، ذخیره انرژی مغناطیسی با ابررساناها (superconducting magnetic energy storage)، افزاردهای مکانیکی ذخیره انرژی

پروژه درسی

مراجع:

1. N. Jenkins, G. Strbac, and J. Ekanayake, Distributed Generation, IET Press, 2010.
2. S. Chowdhury, S. P. Chowdhury, and P. Crossley, Microgrids and Active Distribution Networks, IET Press, 2009.
3. A. M. Borbely, and J. F. Kreider, Distributed Generation: The Power Paradigm for the New Millennium, CRC press 2001.
4. H. L. Willis, Distributed Power Generation: Planning and Evaluation, CRC Press, 2000.



تجدید ساختار در سیستم‌های قدرت Power Systems Reconfiguration

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش‌نیاز: -

هم‌نیاز: -

هدف: آشنایی با مفاهیم، پایه‌ها و مسائل مرتبط با سیستم‌های تجدید ساختار یافته

شرح درس:

آشنایی با بازار برق و انواع مدل‌های آن

مفاهیم پایه از اقتصاد

پیش‌بینی بار و قیمت انرژی

عدم قطعیت‌ها و روش‌های مدل‌سازی آنها و تأثیر آنها در تصمیم‌گیری

تأثیر بازی‌ها و کاربرد آن

بازارهای انرژی الکتریکی

مشارکت تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان در بازارهای انرژی الکتریکی

ایمنی سیستم و خدمات جانبی

سرمایه‌گذاری در انتقال در محیط تجدیدساختار یافته و قیمت‌گذاری انتقال

سرمایه‌گذاری در تولید برق

تحلیل بازار برق و مدل‌سازی ریسک در بازار

روش‌های تسویه بازار

راهبردهای مشارکت در بازار برق

برنامه‌ریزی مبتنی بر قیمت مشارکت نیروگاه‌ها

برنامه‌ریزی امنیت - مفید مشارکت نیروگاه‌ها

ارزیابی دارایی تولید و تحلیل ریسک

طراحی بازار انرژی و خدمات جانبی

مراجع:

1. D. Kirschen and G. Strbac, Fundamentals of Power System Economics, Wiley, 2004.
2. M. Shahidehpour, H. Yamin, and Z. Li, Market Operations in Electric Power Systems, Forecasting, Scheduling, and Risk Management, Wiley, 2002.



مدیریت انرژی Energy Management

تعداد واحد: ۳ (تئوری)

پیشنیاز: -

همیناژ: تحلیل سیستم‌های انرژی الکتریکی ۲

هدف: تشریح ابعاد گسترده و ارتباطات پیچیده سیستم انرژی و تبیین روش تحلیل و ارزیابی مهمترین پارامترهای فنی، اقتصادی و

نهادی مؤثر بر توسعه بخش انرژی

شرح درس:

مبانی مدیریت انرژی و انواع آن

مدیریت انرژی و ممیزی انرژی

اندازه‌گیری، مانیتورینگ و هدف‌گذاری انرژی

مراحل مدیریت انرژی، محاسبات انرژی، مسائل زیست محیطی در انرژی، مدیریت اقتصادی و مدیریت پروژه

مدیریت انرژی در سیستم‌های الکتریکی و مدیریت انرژی در سیستم‌های حرارتی و هیدرید

مدیریت انرژی در ساختمان‌ها

مراجع:

1. S. Doty and W. C. Turner, Energy Management Handbook, 8th ed., Fairmont Press, 2012.
2. B. L. Capehart, W. C. Turner, and W. J. Kennedy, Guide to Energy Management, 7th ed., Fairmont Press, 2012.
3. A. Chakrabarti, Energy Engineering and Management, Prentice- Hall, 2011.



طراحی سیستم‌های برق خورشیدی Design of Photovoltaic Solar Systems

تعداد واحد: ۳ (تئوری)

پیش‌نیاز: -

همین‌از: الکترونیک صنعتی

هدف: آشنایی با ویژگی‌ها، ساختارها، روش‌های طراحی، بهینه‌سازی، کنترل و بهره‌برداری از سیستم‌های برق خورشیدی

شرح درس:

مقدمه: معرفی ساختار صفحات خورشیدی، مبدل‌های الکترونیک، قدرت

ساختار و توپولوژی، انواع مبدل‌های خورشیدی: اینورتر مرکزی، ریز اینورترها، ...

الگوریتم‌های دریافت حداکثر توان (MPPT) در مبدل‌های خورشیدی

جریان ناشی در اینورترهای خورشیدی بدون ترانسفورماتور

کنترل مبدل‌های خورشیدی در شرایط بروز خطا در شبکه

طراحی فیلترهای ورودی و خروجی مبدل‌های خورشیدی

انواع روش‌های کنترل تزریق جریان به شبکه

اسانداردها و الزامات سیستم‌های خورشیدی متصل به شبکه و متصل از شبکه

تشخیص حالت جزیره‌ای

کنترل سیستم خورشیدی در ریز نوری‌ها

طراحی سیستم‌های خورشیدی در حضور شبکه هوشمند

مراجع:

1. R. Teodorescu, M. Liserre, and P. Rodriguez, Grid Converters for Photovoltaic and Wind Power Systems, Wiley, 2011.
2. G. M. Masters, Renewable and Efficient Electric Power Systems, Wiley, 2004.
3. R. Mayfield, Photovoltaic Design and Installation for Dummies, Wiley, 2010.



طراحی سیستم‌های سلولی خورشیدی Design of Photovoltaic Systems

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش‌نیاز: -

هم‌نیاز: -

هدف: آشنایی با ساختار، مابین و کاربردهای سلول‌های خورشیدی

شرح درس:

مقدمه

سلول‌های کریستال سیلیکونی

فناوری لایه نازک

سلول‌های خورشیدی فتالی

سلول‌های ارگانیک حساس به تغییر رنگ

الکترونیک قدرت و ذخیره کنندگی سلولی خورشیدی

سلول‌های خورشیدی متصل به شبکه

طراحی مکانیکی سلول‌های خورشیدی

طراحی الکتریکی سلول‌های خورشیدی

عملکرد سلول‌های خورشیدی و سیستم‌های تمرکز تابش در فضا

اقتصاد، محیط زیست و تجارت

مراجع:

1. McEvoy, T. Markvart, and L. Castaner (eds), Practical Handbook of Photovoltaics: Fundamentals and Applications, 2nd ed., Academic Press, 2011.
2. D. W. Goetzberger and V. U. Hoffmann, Photovoltaic Solar Energy Generation, Vol. 112, Springer, 2005.



زیر ساخت‌های حمل و نقل برقی Electric Transportation Infrastructures

تعداد واحد: ۲ (نظری)

پیش‌نیاز: -
همین‌ا‌ز: ماشین‌های الکتریکی ۲، تحلیل سیستم‌های انرژی الکتریکی ۲

هدف: آشنایی با تحلیل ساختاری سیگنال‌های چند رسانه‌ای به عنوان کانال انتقال پیام

شرح درس:

آرایش شبکه و پست‌های انرژی الکتریکی در سامانه‌های حمل و نقل الکتریکی
محاسبات توزیع انرژی غیر خطی در شبکه‌های انرژی سامانه‌های حمل و نقل برقی
محاسبه هارمونیک، عدم تعادل و خطا در شبکه انرژی سامانه‌های حمل و نقل برقی
مدل‌سازی و تحلیل ماشین‌های کششی و رانشی الکتریکی DC در سیستم‌های کششی برقی (خودرو، مترو و لوکوموتیو)
مدل‌سازی و تحلیل ماشین‌های کششی و رانشی الکتریکی AC در سیستم‌های کششی برقی (خودرو، مترو و لوکوموتیو)
مطراحی و تحلیل سیستم‌های کنترل (توان، گشتاور) در سیستم‌های کششی و رانشی برقی
مطراحی و تحلیل سیستم‌های کنترل (توان، گشتاور) در سیستم‌های کششی و رانشی ترکیبی (الکتریکی-مکانیکی)

مراجع:

1. H. I. Andrews, Railway Traction: The Principles of Mechanical and Electrical Railway Traction, Elsevier, 1986.
2. C. Esveld, Modern Railway Track, 2nd ed., MRT-Productions, 2001.
3. H. Partab, Modern Electric Traction, Dhanpat Rai and Co, 2013.



طراحی وسائط نقلیه برقی و ترکیبی Hybrid Electric Vehicles Design

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش نیاز: -

همینا: -

هدف: آشنایی با مبانی و ورزش های طراحی وسائط نقلیه برقی و ترکیبی

شرح درس:

مسائل زیست محیطی و تاریخچه خودروهای برقی

اصول اولیه طراحی خودرو

موتورهای احتراق داخلی

خودروهای برقی

خودروهای برقی هیبریدی

سیستم محرکه الکتریکی

طراحی سیستم محرکه خودروهای الکتریکی هیبرید سری

طراحی سیستم محرکه خودروهای الکتریکی هیبرید موازی

طراحی سیستم محرکه خودروهای الکتریکی هیبرید سری-موازی

طراحی سیستم محرکه خودروهای الکتریکی و هیبرید قابل اتصال به شبکه

باتری ها و ذخیره انرژی

اصول بازیافت انرژی توسط ترمز الکتریکی

خودروهای پیل سوختی

لوگوموتیوهای برقی

محاسبات قدرت وسائط نقلیه برقی و ترکیبی

مراجع:

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



سیستم‌های ذخیره‌کننده انرژی Energy Storage Systems

تعداد واحد: ۲ (نظری)

پیش‌نیاز: -

همین‌بار: -

هدف: آشنایی با ابزارها و روش‌های ذخیره‌ساز انرژی در خودروها

شرح درس:

مقدمه‌ای بر سیستم‌های ذخیره‌ساز انرژی در خودروها

سیستم‌های باتری: اسید-سرب، نیکل، لیتیوم، مروری بر دیگر انواع، روش‌های تخمین وضعیت شارژ، روش‌های وضعیت

سلامت، سیستم مدیریت باتری (BMS)، انواع روش‌های مدل‌سازی، بررسی کاربردی انواع باتری در سیستم‌های ذخیره‌ساز

سیستم‌های ابر خازن: بررسی انواع ابر خازن، برقراری توازن ولتاژ ابر خازن‌ها

سیستم‌های پیل سوختی: مشخصات، فناوری‌های مختلف، روش‌های تامین هیدروژن

بررسی دیگر سیستم‌های ذخیره‌کننده انرژی: سیستم چرخ گردان (Fly Wheel)، سیستم‌های پنوماتیک (Pneumatic)

انواع حالت‌های ترکیبی سیستم‌های ذخیره‌ساز انرژی در بخش رانندگی خودرو

مراجع:

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



منابع تغذیه و شارژرها Power Supplies and Chargers

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش‌نیاز: -

هم‌پایان: ماشین‌های الکتریکی ۲، تحلیل سیستم‌های انرژی الکتریکی ۲

هدف: سیستم‌های عملکرد منابع تغذیه الکتریکی در خودرو

شرح درس:

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

مراجع:

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



طراحی و کنترل محرکه‌های رانش Design and Control of Propulsion Drives

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش‌نیاز: -

همنیاز: -

هدف: آشنایی با ساختارهای مختلف، اساس کار و اصول اولیه طراحی کنترل محرکه‌های رانش

شرح درس:

دیدگاه‌های محیطی در مورد خودروها و قطارهای برقی: آلودگی‌های تنفسی و صوتی، مسائل مربوط به انرژی و هزینه تمام شده-
ی آن، گرم شدن زمین

تاریخچه خودروها و قطارهای برقی و هیبرید: انواع نیروهای مقاومتی در مورد خودروها و قطارهای برقی (محرکه و ضد محرکه) و
محاسبات قدرت خودرو یا قطار و قابلیت شیروی آن

سیستم‌های محرکه الکتریکی: انواع و مزایا و معایب هر کدام در کاربردهای خودروی برقی یا قطار برقی و هیبرید

طراحی سیستم رانش: دیدگاه‌های مختلف در انتخاب قدرت محرکه‌های الکتریکی و مکانیکی (احتراق داخلی)

طراحی سیستم رانش خودروهای هیبرید موازی: دیدگاه‌های مختلف در انتخاب قدرت محرکه‌های الکتریکی و مکانیکی (احتراق
داخلی)

ذخیره‌سازی انرژی در کاربرد خودروهای برقی و هیبرید

برگشت انرژی در خودروها و قطارهای برقی: کاهش مصرف

پیش‌سازی طراحی و محرکه‌های رانش با منابع سول سوغتی

مراجع:

1. M. Ehsani, Y. Gao, and A. Emadi, Modern Electric, Hybrid Electric, and Fuel Cell Vehicles, Fundamentals, Theory, and Design, 2nd ed., CRC, 2010.
2. R. Hodkinson and J. Fenton, Lightweight Electric/Hybrid Vehicle Design, Butterworth-Heinemann, 2001.
3. I. Husain, Electric and Hybrid Vehicles Design Fundamentals, CRC Press, 2003.
4. J. Larminie, and J. Lowry, Electric Vehicle Technology Explained; 2nd ed., Wiley, 2012.
5. S. Leitman, and B. Brant, Build Your Own Electric Vehicle, 2nd ed., McGraw-Hill, 2009.
6. G. Pistoia, Electric and Hybrid Vehicles, Power Sources, Models, Sustainability, Infrastructure and the Market, Elsevier, 2010.
7. A. Fuhs, Hybrid Vehicles and the Future of Personal Transportation, CRC Press, 2009.
8. D. B. Sandalow, Plug-in Electric Vehicles, Brookings Institution Press, 2009.
9. J. M. Miller, Propulsion Systems for Hybrid Vehicles, IET, 2008.



دینامیک حرکت پیشرفته Advanced Vehicle Dynamics

تعداد واحد: ۲ (تئوری)

پیش نیاز: -

پیش نیاز: -

شرح درس:

اصول تبدیل انرژی الکترومکانیکی
مدل سازی و دینامیک ماشین های جریان مستقیم
مدل سازی و دینامیک ماشین های آسنکرون
مدل سازی و دینامیک ماشین های سنکرون
مدل سازی و دینامیک ماشین های سونچ رلوکتانس و BLDC
مقدمه ای بر مدل سازی، کنترل و دینامیک وسایل نقلیه

مراجع:

1. P. C. Krause, O. Wasynczuk, and Sudhoff, Analysis of Electric Machinery and Drive Systems, 3rd ed., Wiley, 2013.
2. R. Rajamani, Vehicle Dynamics and Control, 2nd ed., Springer, 2012.
3. E. W. Kyun, Vehicle Dynamics Controller for a Hybrid Electric Vehicle, University of Windsor, 2006.
4. T. D. Gillespie, Fundamentals of Vehicle Dynamics, Society of Automotive Engineers Inc., 2014.
5. H. Andrew, Railway Traction, Elsevier, 1986.
6. R. Krishnan, Switched Reluctance Motor Drives: Modeling, Simulation, Analysis, Design, and Applications, CRC Press, 2001.
7. R. Krishnan, Permanent Magnet Synchronous and Brushless DC Motor Drives, CRC Press, 2009.
8. R. Esteves Araújo, Induction Motors: Modelling and Control, Intech, 2014.
9. T. A. Lipo, Analysis of Synchronous Machines, 2nd ed., CRC Press, 2012.
10. S. Iwnicki, Handbook of Railway Vehicle Dynamics, CRC Press, 2006.



طراحی و کنترل پیل های سوختی Design and Control of Fuel Cells

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشاپاز: -

همنپاز:

هدف: آشنایی با طراحی، کنترل و فناوری های پیل های سوختی

شرح درس:

مقدمه ای بر سیستم های پیل سوختی

اصول سیستم های پیل سوختی: اصول عملکرد پیل سوختی، منحنی های ولتاژ جریانی پیل های سوختی، مشخصات سیستم های پیل سوختی

بررسی فناوری های مختلف پیل سوختی

روش های تأمین هیدروژن در سیستم های پیل سوختی

روش های مدل سازی خنثی و غیر خنثی پیل سوختی

روش های کنترل خنثی و غیر خنثی پیل سوختی

خودروهای پیل سوختی خالص: طراحی و بررسی معایب و مزایا

طراحی خودروهای پیل سوختی ترکیبی و نحوه اتصال سیستم پیل سوختی به سیستم رانندگی

مراجع:

1. P. Corbo, F. Migliardini, and O. Veneri, Hydrogen Fuel Cells for Vehicles, Springer, 2011.
2. W. Vielstich, A. Lamm, and H. A. Gasteiger, Handbook of Fuel Cells, 6 Vol. set, Wiley, 2003.
3. J. Larminie, A. Dicks and D. Rand, Fuel Cell Systems Explained, Third edition, Wiley, 2004.
4. M. Ehsani, Y. Gao, and A. Emadi, Modern Electric, Hybrid Electric and Fuel Cell Vehicles: Fundamentals, Theory, and Design, , 2nd ed., CRC Press, 2009.
5. J. Miller, Propulsion Systems for Hybrid Vehicles, IET, 2004.
6. A. Emadi (ed), Handbook of Automotive Power Electronics and Motor Drives, CRC Press, 2005.



الکترونیک خودرو و شبکه سازی در حمل و نقل

Automotive Electronics and Transportation Networking

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش نیاز: الکترونیک قدرت ۱

هم نیاز: -

هدف: آشنایی با اصول بکارگیری انواع مدل های الکترونیک قدرت و روش های کنترلی مدون در سیستم های حرکتی

شرح درس:

مقدمه: انواع سیستم های الکتریکی در ساختار خودروهای مرسوم برقی و هایبرید.
ساختارها و روش های کنترلی مدل های الکترونیک قدرت با قابلیت کاربرد در سامانه های برقی و هایبرید
مروری بر سیستم های محرکه موتورهای الکتریکی
ساختارهای مختلف الکترونیک قدرت سری- موازی در خودروهای مرسوم برقی و هایبرید
انواع ساختارهای الکترونیک قدرت در خودروهای برقی قابل اتصال به شبکه
زیر ساخت های شبکه قدرت در سیستم های حمل و نقل

مراجع:

1. Emadi(ed), Handbook of Automotive Power Electronics and Motor Drives, CRC Press, 2005.
2. M. H. Rashid, Power Electronics Handbook: Devices, Circuits, and Applications, 4th ed., Prentice Hall, 2013.
3. X. Bose, Modern Power Electronics and AC Drives, Prentice Hall, 2001.
4. M. Ehsani, Y. Goa, and A. Emadi, Modern Electronic, Hybrid Electric, and Fuel Cell Vehicles: Fundamentals, Theory, and Design, 2nd ed., CRC Press, 2009.
5. I. Hussein, Electric and Hybrid Vehicles: Design Fundamentals, 2nd ed., CRC Press, 2010.
6. N. Mohan, T. M. Undeland, and W. P. Robbins, Power Electronics: Converters, Applications, and Design, 3rd ed., Wiley, 2002.
7. SAE and IEC Standards.



مبدل‌های الکتریکی توان بالا High Power Electric Converters

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش‌نیاز: -

هم‌نیاز: الکترونیک قدرت ۲

هدف: بررسی و حل مشکلات محرکه‌ها و موتورهای الکتریکی توان بالا از طریق طراحی مبدل‌های الکترونیک قدرت با قابلیت کار در شرایط سخت و تنش‌های سنگین توان بدون اثرات مخرب بر کیفیت توان و قادر به جذب بخشی از انرژی بازگشتی در سرازیری‌ها و حالت‌های ترمزی

شرح درس:

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

مراجع:

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



بهره‌برداری و مدیریت سامانه‌های برقی حمل و نقل Application and Management of Electric Vehicle Systems

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش‌نیاز: -

پیش‌نیاز: -

هدف: آشنایی با اجزاء، مدل‌ها، برقراری، یکارگیری و مدیریت سامانه‌های برقی حمل و نقل

شرح درس:

آشنایی با حمل و نقل برقی و ساختار آنها

بررسی سیستم‌های ذخیره‌سازی قابل استفاده در حمل و نقل برقی

تحلیل اثر بارهای کششی بر تقاضا و کیفیت توان سیستم قدرت

مدل‌سازی خودروهای برقی برای تحلیل در شبکه‌های قدرت

اثر بهره‌برداری از خودروهای برقی بر روی تقاضای برق

بررسی روش‌های بهره‌برداری کنترل شده از خودروهای برقی

مشارکت خودروهای برقی در بازار برق

بررسی نهادهای مختلف تجمیع‌کننده خودروهای برقی

برنامه‌ریزی بهینه تجمیع‌کننده خودروهای برقی

موضوعات روز در مدیریت و کنترل حمل و نقل برقی

مراجع:

1. R. G. Valla, and J. A. P. Lopez, Electric Vehicle Integration into Modern Power Networks, Springer, 2012.
2. X. Zhang, and C. Mi, Vehicle Power Management, Modeling, Control and Optimization, Springer, 2011.
3. G. Pistoria, Electric and Hybrid Vehicles, Power Sources, Models, Sustainability, Infrastructure and the Market, Elsevier 2010.
4. C. Mi, M. A. Masnur, and D. W. Gao, Hybrid Electrical Vehicles, Principles and Applications with Practical Perspectives, Wiley, 2011.
5. A. Steinle, Electric Traction- Motive Power and Energy Supply: Basics and Practical Experience, Oldenbourg Industrieverlag GmbH, 2007.



مدیریت توان در وسایط نقلیه برقی Power Management in Electrical Vehicles

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش نیاز: -

همنیاز: -

هدف: آشنایی با نحوه مدیریت توان در بخش‌های مختلف وسایط نقلیه برقی در جهت افزایش بازده و بهبود الگوی مصرف انرژی

شرح درس:

مقدمه: انرژی و چالش‌های محیط زیستی، مراحل تبدیل انرژی برای مصرف وسایط نقلیه برقی، بازده سوخت و ...
مفاهیم پایه: ساختار خودرو، کارایی، تلفات انرژی و مصرف سوخت، چرخه تقاضای توان در محرکه، تعاریف مدیریت توان در خودروهای متداول و هبرید و ...

مدل‌سازی سیستم محرکه خودرو: موتورهای احتراق داخلی، ماشین‌های الکتریکی، باتری‌ها، ابرخازن‌ها، پیل‌های سوختی، جعبه دنده و ...

تحلیل مدیریت توان: روش‌های تحلیلی تفریبی، مدل خودرو، روش کنترل، پیاده‌سازی استراتژی کنترل در چرخه‌های استاندارد رانندگی، تحلیل کل انرژی موجود در باتری و مصرف سوخت و ...

مدیریت ادوات ذخیره‌ساز انرژی: طراحی و تعیین ظرفیت، متعادل‌سازی سول‌های باتری، مدیریت باتری شامل نمایش مقدار و ظرفیت موجود، ادوات حفاظتی و ایمنی و ...

سایر مباحث: طراحی و بهینه‌سازی در خودروهای ترکیبی، الگوریتم‌های چندمنظوره، مشکلات موجود در مدیریت توان خودرو، اصول برنامه‌ریزی پویا برای مدیریت توان در وسایط حمل و نقل برقی، روش‌های ترمز به همراه قابلیت بازگشت انرژی، وسایط حمل و نقل برقی عمومی، بررسی انواع ساختارهای کششی از قبیل مترو و قطار الکتریکی و ...

مراجع:

1. X. Zhang and C. Mi, Vehicle Power Management, Modeling, Control and Optimization, Springer, 2011.
2. Assessment of Fuel Economy Technologies for Light-Duty Vehicles, Committee on the Assessment of Technologies for Improving Light-Duty Vehicle Fuel Economy, National Academies Press, Washington, 2011.
3. L. Uzzella and A. Sciarretta, Vehicle Propulsion Systems, Introduction to Modeling and Optimization, 2nd ed., Springer, 2010.
4. A. Emadi, M. Ehsani and J. M. Miller, Vehicular Electric Power Systems, Land, Sea, Air, and Space Vehicles, CRC Press, 2003.
5. R. M. Dell, D. A. J. Rand and P. Cannor, Understanding Batteries, Royal Society of Chemistry, 2001.



کنترل غیر خطی Nonlinear Control

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: -

همیناژ: اصول کنترل مدرن

هدف: آشنایی با سیستم‌های غیر خطی و روش‌های خطی‌سازی و کنترل آنها

شرح درس:

مقدمه: آشنایی با انواع توابع غیر خطی و کاربرد آنها در حلقه‌های کنترل

بررسی نقاط تعادل و سبک‌های حدی: استفاده از تکنیک تبدیل نقطه (Point transformation Technique) جهت تعیین سبک

حدی، جذب کننده‌ها

بررسی و آنالیز تابع توصیفی، بررسی سیستم‌های آشوبناک

اصول نظریه لیاپانوف، روش خطی کردن معادلات غیر خطی، روش مستقیم لیاپانوف

بررسی نظریه یشرفته پایداری، بررسی پایداری سیستم‌های خود گردان و غیر خود گردان

اصول طراحی سیستم‌های کنترل غیر خطی

خطی نمودن با فیدبک

روش کنترل توان

مراجع:

1. J. J. Slotine, and W. Li, Applied Nonlinear Control, Prentice- Hall, 1991.
2. M. Vidyasagar, Nonlinear System Analysis, Prentice- Hall, 1993.
3. P. A Cook, Nonlinear dynamical Systems, Prentice- Hall, 1986.



کنترل چند متغیره Multivariable Control

تعداد واحد: ۲ (نظری)

پیش نیاز: -

همینااز: اصول کنترل مدون

هدف: تحلیل روش های تحلیل و طراحی فرآیندهای چند ورودی - چند خروجی (MIMO)

شرح درس:

مرور: تعاریف و نشانیای جبر ماتریس، چند جمله ای ها، ماتریس های چند جمله ای و تحقق سیستم های چند متغیره

طراحی فیدبک تک حلقه: مسئله استاندارد، روابط بنیادی و محدودیت های عملکرد

قطب ها و صف های سیستم های چند متغیره: بررسی پایداری، فرم اسمیت مک میلان (SMM)، توصیف کسری ماتریسی (MFD)

تقلیل مرتبه مدل با استفاده از مقادیر منفرد (S.V.D)

پایداری و عملکرد مقاوم سیستم های چند متغیره: بهره های اصلی، نرم های اپراتوری، $\|G\|$ و $\|G\|$

طراحی کنترل گر: بستن تریس حلقه ها، روش آرایه های نایکوئیست، غلبه قطری

طراحی کنترل گر به روش LQG/LTR و LQG فرآیند نا کمینه فاز (NMP)

مراجع:

1. J. M. Maciejowski, Multivariable Control Design, 1989.
2. N. Munro, R. V. Patel, M. V. Systems, Theory and Design, 1982.
3. A. I. G. Vardoulakis, Linear M. V. Control, 1991.



کنترل بهینه Optimal Control

تعداد واحد: ۲ (تئوری)

پیش‌نیاز: -

همین‌ساز: اصول کنترل مدون

هدف: آشنایی با روش‌های طراحی کنترل بهینه بدون قید، با قید برای سیستم‌های زمان پیوسته و زمان گسسته

شرح درس:

کنترل بهینه سیستم‌های زمان پیوسته: حل کنترل بهینه بدون قید با استفاده از حساب تغییرات، تنظیم کننده و تعقیب کننده LQ
کنترل بهینه سیستم‌های زمان پیوسته با قید: اصل پونترینگن، کنترل با حداقل زمان، کنترل با حداقل تلاش، کنترل با حداقل انرژی و زمان، حل بهینه در حالت‌های ناکین

کنترل بهینه سیستم‌های زمان گسسته: تنظیم کننده و تعقیب کننده DLQ، گسسته‌سازی معادلات سیستم و تابع هزینه

حل عددی کنترل بهینه: روش شدیدترین فرود برای حل TPBVP

کنترل بهینه با برنامه‌ریزی پویا: سیستم‌های زمان گسسته و زمان پیوسته، معادله JJB کنترل با قید

مراجع:

1. F. L. Lewis, Optimal Control, 2nd ed., Wiley, 1996.
2. D. E. Kirk, Optimal Control Theory, Prentice- Hall, 2004.
3. Optimization Toolbox for Use with MATLAB, The Math Work Inc., 2002.
4. Control Systems Toolbox For Use with MATLAB, The Math Work Inc., 2002.



اتوماسیون صنعتی Industrial Automation

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش نیاز: -

هم نیاز: -

هدف: آشنایی با سیستم‌ها، ابزارها و روش‌های اتوماسیون صنعتی

شرح درس:

ساختار سیستم‌های اتوماسیون صنعتی
کنترل متمرکز، ساختارهای سلسله مراتبی اتوماسیون
سیستم‌های کنترل توزیع شده (DCS)
سیستم‌های اتوماسیون مبتنی بر کامپیوترهای شخصی (PC-Based)
جمع‌آوری داده‌ها (Data Acquisition)
پردازش سیگنال‌های ایزاردقیق
سیستم‌های کنترل بلادرنگ (Real-time)
نیازها و الزامات سیستم عامل‌های بلادرنگ در کاربردهای صنعتی
مفاهیم جدید نرم‌افزارهای کاربردی در اتوماسیون صنعتی
شبکه‌های صنعتی فیلد‌باس و پروفا، باس
واسطه‌های انسان و ماشین (HMI)
فناوری اطلاعات در اتوماسیون صنعتی

مراجع:

1. J. Stenerson, Industrial Automation and Process Control, 2003.
2. R. Filer, and G. Leinonen, Programmable Controllers Using Allen-Bradley SLC 500 and ControlLogic, 2002.
3. S. B. Morris, Automated Manufacturing Systems, McGraw-Hill, 1995.



ابزار دقیق پیشرفته Advanced Instrumentation

تعداد واحد: ۳ (انتزعی)

پیشنیاز: -

همنیاز: -

هدف: آشنا نمودن دانشجویان با ساختار سیستم‌های ابزار دقیق - روش‌های جدید اندازه‌گیری و تحولات جدید فناوری در زمینه

ادوات سیستم‌های کنترل

شرح درس:

مقدمه: تحولات سیستم‌های کنترل و ابزار دقیق

مشخصه‌های ادوات ابزار دقیق

مبدل‌های آنالوگ

پردازش سیگنال‌های خطی

فیلترها

پردازش سیگنال‌های غیر خطی

لویز و عملکرد سیستم

مبدل‌های A/D

پردازش سیگنال‌های دیجیتال

اندازه‌گیری تلپیر مکان، نیرو، دما، فشار، دبی، سطح

اندازه‌گیری سایر کمیت‌ها

سنسورهای نوری

سنسورهای هوشمند

استانداردها

مراجع:

1. T. R. Padmanabhan, Industrial Instrumentation Principles and Design, Springer 2000.



شناسایی سیستم System Identification

تعداد واحد: ۲ (تئوری)

پیش‌نیاز: -

هم‌نیاز: -

هدف: آشنایی با روش‌های بدست آوردن مدل ریاضی یک سیستم با استفاده از اطلاعات ورودی و خروجی سیستم

شرح درس:

مروری بر روش‌های کلاسیک شناسایی سیستم

روش‌های شناسایی سیستم‌های خطی

شناسایی حداقل مربعات و خواص آن

تخمین بهینه و تخمین حداکثر درست‌نمایی

الگوریتم‌های محاسباتی

ارزیابی مدل شناسایی

شناسایی سیستم‌های متغیر با زمان

شناسایی سیستم‌های غیر خطی

روش‌های دیگر شناسایی سیستم‌ها

مراجع:

1. L. Ljung, System Identification: Theory for The User, Prentice- Hall, 1999.
2. J. P. Norton, An Introduction to Identification, Academic Press, 1989.
3. T. Soderstrom and P. Stoica, System Identification, Prentice Hall, 1989.



کنترل زمان حقیقی Real Time Control

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش نیاز: -

هم نیاز: -

هدف: آشنایی با اصول سیستم های کنترل زمان حقیقی از جمله های سخت افزاری، نرم افزاری و طراحی

شرح درس:

مقدمه: مفاهیم بنیادی، مدل کلی سیستم کنترل رایانه ای

وابسته گری با محیط، مشخصات سیگنال ها

سیستم های کنترل رایانه ای

نیازمندی های محاسباتی رایانه کنترل کننده

سیستم های عامل بلادرنگ

روش های مشخص سازی عملیاتی

شبکه های پتری

روش های مشخص سازی توصیفی و الیات موری درستی

زمان بندی، ساعت ها و هماهنگ سازی آن ها

تحمل خطایی، قابلیت اطمینان

تخمین زمان اجرا

طراحی سیستم های بلادرنگ

مراجع:

1. C. Shaw, Real-Time Systems and Software, Wiley, 2001.
2. S. Bennet, Real-Time Computer Control, Prentice-Hall, 1994.
3. J. E. Cooling, Real-Time Software Systems, Pws Pub., 1997.
4. W. A. Halang and K. H. Sacha, Real-Time Systems, World Scientific, 1992.
5. S. T. Ovaska, and P. A. Laplante, Real-Time Systems Design and Analysis, 4th ed., Wiley, IEEE Press, 2011.



سیستم‌های ترکیبی Hybrid Systems

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش‌نیاز:

همین‌ا‌ز: اصول کنترل مدرن

هدف: آشنایی با نحوه مدل‌سازی، تحلیل و کنترل سیستم‌های ترکیبی با برهم‌کنش متغیرهای گسسته و متغیرهای پیوسته

شرح درس:

معرفی سیستم‌های ترکیبی: چند مثال، مدل‌سازی، اتوماتون، پاسخ سیستم (الرزش، مسیرهای زنجیره، قابلیت دسترسی، وجود و

یکپارچگی پاسخ، نامعینی در مدل‌ها، اتصال بین سیستم‌ها، روش لیاپانوف

سیستم‌های کلید زنی، کنترل هیبرید سیستم‌های کلید زنی

مدل‌های زمان گسسته: اتوماتون، سیستم‌های متناوب تک‌ای، سیستم‌های دینامیکی منطقی، ارتباط بین مدل‌ها، کنترل پیش‌بین و

کاربرد آن، مثال کنترل سیستم ترکیبی زمان گسسته

سیستم‌های گدار و قابلیت‌ها: رفتار، ترکیب سیستم‌ها، روابط بین سیستم‌ها، رابطه شایستگی، درست آزمایی، سیستم ترکیبی به عنوان

سیستم گدار، اتوماتون زمان‌دار، خواص دنباله‌ای، کنترل سیستم‌های گدار (با اهداف دستیابی، ابعثی، و غیره)

تجزیه سیستم ترکیبی: امکان پذیری تجزیه، گروه‌های شاخه شده از سیستم‌های تجزیه پذیر

تقریب سیستم‌های ترکیبی با سیستم‌های گدار حالت محدود، کنترل هیبرید، نظریه بازی‌ها و سیستم‌های ترکیبی، تشخیص خرابی در

سیستم‌های ترکیبی، مطالعه موردی

مراجع:

1. P. Tabuada, Verification, and Control of Hybrid Systems, Springer, 2009.
2. J. Lygeros, S. Sastry, and C. Tomlin, Hybrid Systems: Foundations, Advanced Topics and Applications, To be published, currently available for download: <http://control.ee.ethz.ch/~ifatic/book.pdf>, 2010.
3. D. Liberzon, Switching in Systems & Control, Birkhauser, 2003.
4. A. Platzer, Logical Analysis of Hybrid Systems: Proving Theorems for Complex Dynamics, Springer, 2010.



سیستم‌های خبره و هوش مصنوعی Artificial Intelligence and Expert Systems

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش‌نیاز: -

همنیاز: -

هدف: آشنایی با اصول و روش‌های حل مسائل ساده و پیچیده، دانش و چگونگی نمایش آن و متدهای کلی استدلال در سیستم‌های خبره.

شرح درس:

مقدمه: تعاریف و مفاهیم اولیه، کاربردها

آشنایی با برنامه‌ریزی در زبان LISP: گراف‌ها، توابع قابل تعریف، توابع بازگشتی

روش‌های حل مسائل: جلو، سو، پشت، سو، درخت و گراف مسائل، نمایش دانش و مسئله قالب، مقایسه و مطابقت، توابع شهودی

روش‌های ضعیف: راهبرد په نوردی، جستجوی BFS و DFS، تحلیل الگوریتم‌های جستجو و -

اوراقه دانش با استفاده از منطق مستند: بیان حقایق، افزودن توابع و مستدهای قابل محاسبه، اثبات، استخراج طبیعی

اوراقه دانش به کمک سایر معطقی‌ها: استدلال‌های غیر یکپارخت، استدلال‌های آماری و احتمالی، بررسی مسائل انفانی، شبکه‌های

معنایی (Semantic)، چیدمان‌ها، روش‌های نمایش معلومات

اوراقه ساختار دانش

استدلال: احتمالی، احتمالی در دامنه زمان، تصمیم‌گیری ساده، تصمیم‌گیری پیچیده

یادگیری: یادگیری از طریق مشاهدات، دانش در یادگیری، متدهای یادگیری آماری، یادگیری بازتثبیتی

(Reinforcement Learning)

مراجع:

1. S. Russell and P. Norving, Artificial Intelligence: A Modern Approach, 3rd ed., Prentice Hall, 2009.



سیستم‌های عیب‌یاب و کنترل تحمل‌پذیر خطا Fault Diagnosis Systems and Fault Tolerant Control

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش‌نیاز: سیستم‌های کنترل خطی

همنیاز: -

هدف: آشنایی با روش‌های کشف و جداسازی خطا در سیستم‌های صنعتی و طراحی کنترل مقاوم در برابر خطا

شرح درس:

آشناسازی خطا (FD) و جداسازی خطا (FI)

روش‌های عیب‌یابی بر اساس داده: پایش آماری، آنالیز PSA، آنالیز تکنیک کتده فیشر

روش‌های عیب‌یابی بر اساس مدل: تخمین پارامترها، روش‌های بر اساس رویکرد

روش‌های عیب‌یابی هوشمند: آنالیز اتفاقی، سیستم‌های خبره، تشخیص الگو

کنترل با تحمل خطا FTC، کنترل ایمن در برابر خطا FSS، روش‌های کنترلی فعال و غیر فعال، سیستم‌های افزونه، سیستم‌های

نظارتی سوئیچ کتده، طراحی مجدد کنترلر بصورت خودکار

بررسی راه حل‌های صنعتی جدید عرضه شده به بازار

مراجع:

1. M. Blanke, M. Kinnaert, and J. Lunze, Diagnosis and Fault-Tolerant Control, 2nd ed., Springer, 2006.
2. M. Mahnud, J. Jiang and Y. Zhang, Active Fault Tolerant Control Systems: Stochastic Analysis and Synthesis, Springer, 2003.
3. L. H. Chiang, E. L. Russell, and K. D. Braatz, Fault Detection and Diagnosis in Industrial Systems, Springer, 2013.



رباتیک Robotics

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشا: -

همپا: اصول کنترل مدرن

هدف: آشنایی با اصول مدل‌سازی و کنترل بازوهای مکانیکی به عنوان مهم‌ترین سیستم‌های رباتیک صنعتی و همچنین سینماتیک و دینامیک مستقیم و معکوس بازوهای مکانیکی و طراحی کنترل خطی و غیر خطی ربات‌ها

شرح درس:

مقدمه: معرفی بازوها و سیستم‌های رباتیک، و مقدمات ریاضی برای بررسی دینامیک و کنترل بازوهای مکانیکی
تبدیل‌های ریاضی: تعریف موقعیت، سرعت و جهت‌گیری، ماتریس دوران، ماتریس تبدیل و روابای اولر
سینماتیک مستقیم و معکوس: پارامترهای دناویت هارتنبرگ، فضای مفصلی و کاردنیزن، روش هندسی، روش‌های بازگشتی، قضیه پفايفر، زیرفضاهای سینماتیک

تحلیل ژاکوبین: سرعت زاویه‌ای، تعیین سرعت مفصل، روش بازگشتی، تعریف ژاکوبین، تکنیکی، رابطه نیرو و گشتاور
دینامیک: شتاب خطی و زاویه‌ای، روش نیوتن-اولفر، روش‌های بازگشتی، روش لاگرانژ، روش بازگشتی لاگرانژ
تولید مسیر: روش‌های فضای مفصلی و کاردنیزن، منحنی‌های سهموی خطی، روش‌های بهینه‌زمانی
طراحی کنترل کننده خطی: سیستم‌های دسته دو، مدل‌سازی و شناسایی خطی بازوهای مکانیکی با جمع دنده، طراحی کنترل خطی بر اساس مدل شناسایی شده
طراحی کنترل کننده غیر خطی: روش‌های خطی‌سازی با فیدبک، روش گشتاور محاسبه شده، روش‌های چند متغیره بر اساس ژاکوبین

کنترل‌های لیدو، امپدانس و هیبرید: معرفی روش‌های ترکیبی کنترل لیدو و موقعیت به صورت هم‌زمان

مراجع:

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



کنترل فرآیند پیشرفته Advanced Process Control

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشاز: -

همپار: اصول کنترل مدرن

هدف: آشنایی با چند نمونه از کاربردهای سیستم‌های کنترلی در فرآیندهای صنعتی

شرح درس:

معرفی سیستم‌های فرآیندی: آشنایی با ویژگی‌های چند نمونه فرآیند صنعتی از جمله واکنش CSTR، ستون تقطیر، مدل تسی ایستمن، بانک مدل‌های پیشنهادی در تحقیقات کنترل فرآیند

مباحث پیشرفته در فیدبک راه‌ای: تخمین مدل، طراحی کنترل کننده برای سیستم‌های غیر مینیم فاز و سیستم‌های چند متغیره
جبران‌سازها: تأثیر تأخیر در حلقه کنترل، تخمین تأخیر، کنترل کتله Smith، کنترل پیش‌بین Moore، کنترل PIP، معرفی کنترل پیش‌بین GPC و نحوه در نظر گرفتن قیود فرآیند در مسأله GPC

پایش عملکرد: کنترل مینیم واریانس و اندیس هریس، اندیس تعمیم‌یافته هریس، اندیس هریس در سیستم‌های چند متغیره
ادزایی حلقه کنترل با معیارهای تولید: مصرف انرژی و کیفیت تولید، بهینه‌سازی زمان حقیقی (RTO) در فرآیندهای غیرخطی، انتخاب بهینه نقطه کار با محدودیت‌های فنی و اقتصادی بر اساس مدل استاتیکی، مسأله کنترل جستجوی نقطه کار بهینه و ملاحظات حفظ پایداری دینامیکی در RTO

سنسور نرم: روش‌های مبتنی بر شامایی سیستم خطی و غیر خطی، روش‌های آماری مبتنی بر تئوری ییز، طراحی سنسور نرم جهت افزایش زمان نمونه‌برداری، طراحی سنسور نرم به عنوان جایگزین سنسور خراب، ترکیب اطلاعات سنسورهای سریع و کند، مشکلات و راه کارهای کاربرد سنسور نرم در حلقه کنترل

مراجع:

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



کنترل هوشمند Intelligent Control

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش نیاز: سیستم‌های کنترل خطی

هفت باز: -

هدف: آشنایی با روش‌های شناسایی، تخمین و کنترل هوشمند و کاربرد آن در اتوماسیون صنعتی

شرح درس:

شناسایی و کنترل هوشمند با استفاده از منطق فازی: مجموعه‌های فازی، منطق فازی، سیستم‌های فازی، شناسایی فازی و کنترل فرآیندهای دینامیکی غیر خطی، طراحی کنترلرهای فازی PD و PI و PID، بهبود مدل و کنترلر فازی بر اساس الگوریتم‌های آموزشی، کنترل فازی مدل

شناسایی و کنترل هوشمند با استفاده از شبکه‌های عصبی: مروری بر پرسپترون یک لایه و چند لایه، شبکه‌های توابع بنیادی شعاعی، شبکه‌های عصبی فازی، شبکه‌های بازگشتی، پس انتشار خطای گسترش یافته

شناسایی عصبی فرآیندهای دینامیکی غیر خطی مدل NARMAX- کنترل بر اساس مدل پیشگو (APC, NPC, MFC)، کنترل مدل داخلی (IMC)

کاربردهای شناسایی و کنترل عصبی و فازی در اتوماسیون صنعتی، تخمین فرآیندهای غیر خطی صنعتی، کنترل گره‌های خود تنظیم

مراجع:

1. Y. Z. Lu, Industrial Intelligent Control, Wiley, 1996.
2. P. M. Mills, A. Y. Zomaya, and M. O. Tade, Neuro Adaptive Process Control, Wiley, 1996.
3. J. R. Jang, C. T. Sun, and E. Mizutani, Neuro- Fuzzy and Soft Computing, Prentice- Hall, 1997.



مکاترونیک Mechatronics

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: -

همنیاز: کنترل خطی

هدف: آشنایی با مبانی نرم‌افزاری و چالش‌های سخت‌افزاری در طراحی و تولید محصولات از طریق یکارگیری هم افزایانه چند حوزه‌ای نظیر مکانیک، الکترونیک، کامپیوتر و کنترل

شرح درس:

مقدمه، تعریف، شیوه طراحی، اجزاء کنترلی، ریز الکترونیک و ریز مکانیک، نانو الکترونیک
مدل‌سازی سیستم‌های فیزیکی: الکترومکانیکی، مکانیکی، الکتریکی، ترمودینامیکی، توان سیالی، مواد و ساختارها، MEMS
حسگرها و عملگرها: معرفی، تحلیل حوزه زمان و فرکانس، مشخصه‌های کارکردی، معرفی انواع حسگرها و عملگرها
سیستم‌ها و کنترل: نقش کنترل در مکاترونیک، سیگنال‌ها و سیستم‌ها، تحلیل فضای حالت، پاسخ پویای سیستم‌ها، پاسخ مکان ریشه‌ها، روش‌های پاسخ فرکانسی، روتگرهای حالت و فیلتر کالمن، کنترل مقاوم، کنترل تطبیقی و غیرخطی، کنترل هوشمند، کنترل بهینه، کنترل نهفته
رایانه و منطق: مفهوم و طراحی سیستم‌های منطقی، سیستم‌های واسط، شبکه‌های رایانه‌ای و ارتباطی، تحلیل عیب در سیستم‌های مکاترونیک، سیستم‌های دنباله‌ای همزمان و ناهمزمان، کنترل با ریز رایانه و PLC
نرم‌افزار: روش‌های اندازه‌گیری، مدل‌های A/D و D/A، پردازش سیگنال‌های اندازه‌گیری، ابزار دقیق مبنی بر رایانه، ثبت داده و گزارش‌گیری

مراجع:

1. R. H. Bishop, The Mechatronics Handbook, 2nd ed., CRC Press, 2007.
2. R. H. Bishop, Mechatronics: An Introduction, CRC Press, 2005.
3. M. D. Singh, J. G. Joshi, Mechatronics, Prentice Hall, 2006.
4. G. Onwubla, Mechatronics: Principles and Applications, Butter Worth- Heinemann, 2005.



طراحی سیستم‌های اتوماسیون صنعتی Design of Industrial Automation Systems

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش نیاز: -

همنیاز:

هدف: ارائه اصول طراحی یک سیستم اتوماسیون صنعتی، مهندسی، تدارکات و پشتیبانی EPC همراه با ذکر مثال‌های عملی

شرح درس:

مفاهیم پروژه: قابلیت پیش‌بینی، ساختار، جریان و تحویل

تیم مدیریت پروژه: مشتری، طراح، سازنده

مدیریت پروژه: محدوده کار، برآورد، برنامه زمانبندی، گزارش وضعیت

مقیاس‌بندی: دقت، اثرات تکنیک‌پذیری روی دقت، محدوده تجهیز در مقابل مقیاس، کالیبراسیون تجهیز، خطای سازی و تبدیل واحد

سیستم کنترل: مبانی، کنترل فرآیند، کنترل کتله، منطقی برنامه‌پذیر، شبکه کردن، یکپارچه‌ساز سیستم‌ها، تعیین یک سیستم PLC/HMI

دیاگرام لوله‌کشی و ابزار دقیق P & ID

نقشه آرایش تجهیزات (عمود و مکانیک)، نقشه لوله‌کشی (مکانیک)، مشخصات پمپ و تجهیزات (مکانیک)

یکپارچه‌سازی سیستم کنترل: توسعه مشخصات منطق کنترل، توسعه مشخصه واسطه عملکرد، ایجاد نمودار تک خط شبکه، وظایف سیستم‌های دیگر متصل به سیستم کنترل

باتک اطلاعات پروژه: جدول کنترل سند و اطلاعات و گزارش‌های مرتبط، جدول لیست I/O و تجهیزات و اطلاعات و گزارش‌های مرتبط، مشخصات تجهیزات



طراحی فیزیکی: اتاق کنترل، اتاق پایان بخشی (Termination)، منطقه فرآیند طرح مکان تجهیزات، اطلاعات

تجهیزات، سیم‌کشی تجهیزات و سیستم کنترل

تدارکات: چرخه خرید، طبقه‌بندی مواد، لیست تجهیزات الکتریکی، لیست تجهیزات مکانیکی

کنترل کیفیت: روش‌های بررسی طراحی مجتمع صورت گرفته

پشتیبانی ساخت و اجرا

تمرین طراحی: آشنایی با مدیریت اطلاعات، انواع اطلاعات، سیم‌کشی پایه، سیم‌کشی ایمن، طبقه‌بندی منطقه خطرناک و اثر آن

در طراحی، سیم‌کشی به سیستم کنترل

مراجع:

1. M. D. Whitt, Successful Instrumentation and Control Systems Design, 2nd ed., Instrumentation Systems, 2012.
2. G. W. Cokell, Practical Project Management: Learning to Manage the Professional, 2nd ed., International Society of Automation, 2012.
3. ANSI/NFPA 496-1998 Purged and Pressurized Enclosures for Electrical Equipment, National Fire Protection Association [NFPA], 2013.
4. ISA-5-5-1985 Graphic Symbols for Process Displays, The Instrumentation, Systems, and Automation Society, 1986.

5. ANSI/ISA-5.1-1984 R1992 Instrumentation Symbols and Identification, Instrumentation, Systems, and Automation Society, 1984.
6. ANSI/ISA-5.3-1983 Graphic Symbols for Distributed Control/ Shared Display, The Instrumentation, Systems, and Automation Society, 1983.
7. H. D. Baumann, Control Valve Primer: A User's Guide , The Instrumentation , Systems, and Automation Society, 1998.
8. ISA-75.01-1985 Flow Equations for Sizing Control Valves, The Instrumentation, Systems, and Automation Society, 1985.



کنترل فرآیندهای تصادفی Stochastic Control

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش نیاز: فرآیندهای تصادفی

همینااز: -

هدف: آشنایی با مدل‌ها و کنترل فرآیندهای تصادفی

شرح درس:

مقدمه و تاریخچه

نظریه سیستم

مدل‌های ریاضی فرآیندهای تصادفی

تجزیه و تحلیل سیستم‌های خطی

برآورد در سیستم‌های خطی: ایسا، زمان گسسته، زمان پیوسته، پویا

کاربردهای برآورد مدل خطی

برآورد سیستم‌های غیرخطی پویا

کارایی برآوردگرهای سیستم‌های غیرخطی ایسا

برآورد سیستم‌های غیرخطی زمان گسسته پویا

انواع مسائل کنترل اتوماتیک

روش‌های کنترل: حلقه باز، حلقه بسته، فیلتر جداسازی، دوگان، تطبیق مدل‌های ناشناخته کراندار

مراجع:

1. F. Schweppe, Uncertain Dynamic Systems, Prentice- Hall, 1973.
2. J. M. Mendel, Lessons In Digital Estimation Theory, Prentice- Hall, 1987.



کنترل تطبیقی Adaptive Control

تعداد واحد: ۴ (تئوری)

پیش‌ساز: -

هم‌ساز: -

هدف: آشنایی با روش‌های کنترل فرآیندهای دارای تغییرات دینامیکی و اغتشاش

شرح درس:

مقدمه

روش‌های برآورد زمان حقیقی پارامتر

تنظیم کننده‌های خود کوک (STR)

سیستم‌های تطبیقی مدل مرجع (MRAS)

طراحی بر اساس پایداری لیاپانوف و Passivity

خود کوک‌سازی (Autotuning)

پیاپی‌سازی سیستم‌های کنترل تطبیقی و نکات کاربردی

مراجع:

1. K. J. Astrom and B. Wittenmark, Adaptive Control, 2nd ed., Dover Pub, 2008.
2. G. C. Goodwin and K. S. Sin, Adaptive Filtering, Prediction and Control, Dover Pub, 2009.
3. I. D. Landau, R. Lozano, and M. M'saad, Adaptive control, 2nd ed., Springer, 2011.



هدایت و ناوبری Guidance and Navigation

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: سیستم‌های کنترل خطی

همینار: ۱ -

هدف: آشنایی با سیستم‌های مسیریابی و روش‌های هدایت اجسام پرنده در فضا و اصول طراحی سیستم خرد خلبان

شرح درس:

مقدمه: جایگاه هدایت و ناوبری

دستگاه‌های مختصات، زوایای اوپلر

برددار دوران، کوآترین‌ها و قضیه کوریولیس

معادلات دینامیک زوایای اوپلر، برددار دوران و کوآترین‌ها

انواع اندازه‌گیری زیروسکوپ و شتاب سنج

ناوبری در دستگاه مختصات اینرسی و جغرافیایی

ناوبری با دستگاه GPS

روش هدایتی PN

روش الحالی، قوانین هدایت پیشرفته

هدایت بینه و هدایت BeamRider

سایر روش‌های هدایتی

مراجع:

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



سیستم‌های وقایع گسسته Discrete Event Systems

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش‌نیاز: -

هم‌نیاز: -

هدف: آشنایی با تحلیل، مدل‌سازی و کنترل سیستم‌های وقایع گسسته و کاربرد آن در اتوماسیون و کنترل نظارتی

شرح درس:

ابزار مدل‌سازی سیستم‌های وقایع گسسته: اتوماتا، زبان‌های معمول، شبکه پتری

سترون کردن، درون نهی، اولویت‌بندی

بلوک‌بندی، Deadlock و ایمنی

کنترل‌پذیری و رویت‌پذیری

فیدبک حالت، فیدبک واقعه

ستر

مدولار بودن سیستم

مواد کاربردی

مراجع:

1. C. Cassandras and S. Lafontaine, Introduction to Discrete Event Systems, 2nd ed., Springer, 2009.
2. N. Viswanadham and Y. Narahari, Performance Modeling of Automated Manufacturing Systems, Prentice-Hall, 1992.



کنترل مقاوم Robust Control

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش نیاز: -

هم نیاز: -

هدف: آشنایی با روش های کنترلی تضمین کننده پایداری و کارایی سیستم حلقه بسته با وجود عدم قطعیت ها

شرح درس:

لرم سیگنال ها و سیستم ها

پایداری داخلی، ردگیری مجانبی و کارایی

پایداری مقاوم و کارایی مقاوم

پادار سازی

محدودیت های طراحی

شکل دادن حلقه

طراحی برای پایداری و کارایی مقاوم

نامساوی های ماتریسی خطی در کنترل مقاوم

آشنایی با H_∞ ، ستیزه و QFT

مراجع:

1. J. C. Doyle, B. A. Francis and A. R. Tannenbaum, Feedback Control Theory, Dover Pub., 2009.
2. K. Zhou and J. C Doyle, Essentials of Robust Control, Prentice- Hall, 1997.
3. S. Boyd, L. EL Ghaoui, and E. Feron, Linear Matrix Inequalities in System and Control Theory, SIAM, 1997.
4. G. E. Dullerud and F. Paganini, A Course in Robust Control Theory: A Convex Approach, Springer, 2010.



کنترل فازی Fuzzy Control

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش‌نیاز: -

همنیاز: -

هدف: آشنایی با نظریه مجموعه‌ها و سیستم‌های فازی به منظور شناسایی و طراحی کنترل فازی برای سیستم‌های غیرخطی پویا

شرح درس:

نظریه مجموعه‌های فازی: مجموعه‌های فازی، عملگرهای فازی، اصل گسترش

متعلق فازی: قواعد فازی، توابع برداشت فازی، استدلال تقریبی

سیستم‌های فازی: اجزای سیستم‌های فازی، مدل‌های مدلی، سی-او-جی، تی-اس-کت، سوکاموتو

شناسایی فازی: فرآیندهای غیرخطی پویا بر اساس تجربه و یاداده

طراحی کنترل فازی: بر اساس تجربه و یاداده‌های ورودی و خروجی فرآیند، PID, PD, PI

بهبود مدل و کنترل فازی: بر اساس الگوریتم‌های آموزشی با سرپرست، پس‌خور حالت با آموزش وارون و آموزش تخصصی،

مدل مرجع، بهینه

طراحی کنترل فازی: بر اساس مدل ریاضی، با خطی‌سازی فازی

مراجع:

1. L. X. Wang, A Course in Fuzzy Systems and Control, Prentice- Hall, 1996.
2. J. R. Jang, C. T. Sun, and E. Mizutani, Neuro- Fuzzy and Soft Computing, Prentice- Hall, 1997.
3. S. Yurkevich and K M. Passino, Fuzzy Control, Addison- Wesley, 1997.
4. N. Galley, Fuzzy Logic Toolbox for use with MATLAB, The Math Works Inc., 1996.



کنترل عصبی Neural Control

تعداد واحد: ۲ (نظری)

پیش‌نیاز: -

هم‌نیاز: -

هدف: آشنایی با شبکه‌های عصبی و روش‌های آموزشی به منظور شناسایی سیستم‌های پویای غیرخطی و طراحی کنترل غیرخطی

شرح درس:

شبکه‌های عصبی تطبیقی: سه‌لایه و چند لایه، شبکه‌های توابع بنیادی شعاعی، شبکه‌های عصبی فازی، آموزش با سرپرست و بدون سرپرست، شبکه‌های بازگشتی، پس انتشار خطای گسترش یافته

شناسایی عصبی فرآیندهای دینامیکی غیرخطی، رویکرد مگر عصبی

کنترل عصبی: آموزش وارون، آموزش تخصصی، مدل مرجع، بهینه، برنامه‌ریزی مدل پیشگو (MPS, APS, NPC)، تقریب عصبی بهینه‌ساز

کنترل مدل داخلی (IMC)، کنترل با خطای سازی عصبی

کنترل عصبی با آموزش تقویتی (تحکیمی (RL)، نهاد تطبیقی، آموزش Q

مراجع:

1. M. Norgaard, O. Ravn and N. K. Poulsen, Neural Network for Modeling and Control of Dynamic Systems, Springer, 2003.
2. S. Haykin, Neural Networks, 2nd ed., Prentice-Hall, 1998.
3. J. R. Jang, C. T. Sun, and E. Mizutani, Neuro-Fuzzy and Soft Computing, Prentice-Hall, 1997.
4. M. Norgaard, Neural Network Based Control System Design Toolkit, DTU, 2001.
5. H. Demuth, Neural Network Toolbox for use with MATLAB: User's Guide, The Math Work Inc., 1992.



بهینه‌سازی محدب Convex Optimization

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش‌نیاز: -

هم‌نیاز: -

هدف: آشنایی با نظریه و روش‌های تحلیلی و عددی حل مسئله بهینه‌سازی در سیستم‌های محدب.

شرح درس:

مقدمه: بهینه‌سازی ریاضی، روش‌های کمترین مربعات خطا و برنامه‌ریزی خطی، بهینه‌سازی محدب، بهینه‌سازی غیرخطی مجموعه‌ها و توابع محدب: مجموعه‌های شبه‌خطی و محدب، توابع محدب، خواص کلی توابع محدب، مثال‌های کاربردی، عملیات حافظه محدبیت، توابع مزدوج محدب، توابع شبه‌محدب، نامعادلات تعمیم‌یافته، ایر صفحاتی جدا ساز، مخروط‌های دوگان و نامعادلات تعمیم‌یافته، محدب بودن و نامعادلات تعمیم‌یافته

بهینه‌سازی محدب: تشریح مسائل بهینه‌سازی و بهینه‌سازی محدب، بهینه‌سازی خطی، بهینه‌سازی مربعی، برنامه‌سازی هندسی، بهینه‌سازی مقید با نامعادلات تعمیم‌یافته، بهینه‌سازی برداری

دوگانیت: تابع دوگان لاگرانژ، مسائل دوگان لاگرانژ، بیان هندسی دوگانیت، معرفی نقطه زینی، قضایای شرایط بهینگی، تحلیل اغتشاشات و حساسیت، مسائل کاربردی، سایر قضایای بهینگی مقید با نامعادلات تعمیم‌یافته

کاربردهای بهینه‌سازی محدب: برخی مسائل بهینه‌سازی محدب، مسائل بهینه‌سازی محدب شلی، تخمین و فیلترسازی - تخمین پارامتریک و غیر پارامتریک، مسائل بهینه‌سازی هندسی - تصویرسازی بر روی یک مجموعه، فاصله دو مجموعه، فاصله اقلیدسی و زاویه، ارباضی‌گون‌ها، دست‌بندی و مکان‌یابی

الگوریتم‌های حل مسئله بهینه‌سازی محدب: شامل روش‌های عددی GDM، SDM، NM، روش‌های عددی بهینه‌سازی مقید با معادلات غیرخطی شامل روش‌های ISNM، Newton، روش‌های عددی نقطه داخلی، بهینه‌سازی مقید با نامعادلات تعمیم‌یافته، روش‌های دوگان

مراجع:

1. S. Boyd and L. Vandenberghe, Convex Optimization, Cambridge University Press, 2004.
2. J. M. Borwein and A. S. Lewis, Convex Analysis and Nonlinear Optimization: Theory and Examples, 2nd ed., Springer, 2006.
3. J. Renegar, A Mathematical View of Interior Point Methods in Convex Optimization, SIAM, 1987.



سیستم‌های ابعاد بزرگ Large Scale Systems

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش‌نیاز: -

هم‌نیاز: -

هدف: آشنایی با سیستم‌های ابعاد بزرگ، مدل‌های سیستم‌های ابعاد بزرگ و کنترل آن‌ها

شرح درس:

مقدمه: تعریف، مثال‌هایی از سیستم‌های ابعاد بزرگ

ارتباط متقابل، عدم تمرکز، سیستم‌های سلسله‌مراتبی، مدل‌سازی با استفاده از گراف

تحلیل پایداری سیستم‌های بزرگ

سیستم‌های غیر متمرکز، مدل‌های ثابت و جریان‌سازهای غیر متمرکز

تنظیم‌کننده‌های مجبوری غیر متمرکز

سیستم‌هایی با دو معیار زمانی، مقیاس زمانی سلسله‌مراتبی

عملیات سلسله‌مراتبی

نمایش سیستم با مدل‌های ابعاد محدود، اتوماتا، سیستم‌های هیبرید

مراجع:

1. J. Lunze, Feedback Control of Large Scale Systems, Prentice- Hall, 1992.



کنترل پیش‌بین Predictive Control

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش‌ساز: -

هم‌ساز: -



هدف: معرفی روش‌ها و الگوریتم‌های کنترل پیش‌بین و تشریح پیاده‌سازی و محدودیت‌های اجرایی

شرح درس:

مقدمه: راهبرد کنترل پیش‌بین، نگاه تاریخی، فناوری‌ها و کاربردهای صنعتی

اجزاء و الگوریتم‌های کنترل پیش‌بین: مدل پیش‌بینی، شیوه بهینه‌سازی، قانون کنترل، الگوریتم‌های MPC، فرمول‌بندی فضای حالت

کنترل کننده‌های پیش‌بین تجاری: الگوریتم DMC، الگوریتم MAC، الگوریتم PFC، نمونه‌های عملی

کنترل کننده پیش‌بین تعمیم یافته (GPC): معرفی، فرمول‌بندی در حضور افشش رنگی، روابط حلقه بسته، تأثیر انتخاب چند

جمله‌ای‌های T و P، اختشاش‌های قابل اندازه‌گیری، پیش‌بینی کننده‌های مختلف، پایداری، کنترل کننده CRHPC

پیاده‌سازی GPC در فرآیندهای صنعتی: مدل‌سازی فرآیندهای صنعتی به روش منحنی واکنش (Reaction Curve)، مطالعات در

تأخیر زمانی مضرب صحیح و غیر صحیح، فرآیندهای انتگرالی، مقایسه با GPC استاندارد، تعقب ورودی شیب، تحلیل پایداری مقاوم

کنترل پیش‌بین چند متغیره: فرمول‌بندی، استخراج روابط ماتریسی، استخراج روابط فضای حالت، فرمول‌بندی مدل کانولوشن،

مسئله تأخیر زمانی، صفرهای انتقال در حضور کنترل MPC

کنترل پیش‌بین مقید: معرفی قیود در MPC، بهینه‌سازی، برنامه‌ریزی پویا QP، نمایش در قالب MPC، قیود نرم یکک، مدیریت

قیود، اثر قیود در پایداری، کنترل MPC چند هدفه

کنترل پیش‌بین مقاوم: مدل فرآیند و عدم قطعیت‌ها، انواع هدف، قوام در حضور عدم قطعیت‌ها، مدیریت عدم قطعیت‌ها، MPC

مقاوم و نامساوی‌های ماتریس خطی، پیش‌بینی حلقه بسته

کنترل پیش‌بین غیر خطی: مقایسه کنترل پیش‌بین خطی و غیر خطی، مدل‌های غیر خطی، حل مسئله و پیاده‌سازی‌های NMPC

پایداری کنترل پیش‌بین غیر خطی

کنترل پیش‌بین در سیستم‌های ترکیبی: مدل‌سازی، سیستم‌های MLD، سیستم‌های تکه‌ای پیوسته مستوی (Piecewise Affine Systems)

(Systems)

روش‌های سریع در کنترل پیش‌بین: سیستم‌های تکه‌ای پیوسته مستوی، MPC و برنامه‌ریزی چند پارامتری، پیاده‌سازی تکه‌ای،

سیستم‌های فاقد قطعیت، پیاده‌سازی تقریبی MPC، پیاده‌سازی با ملاحظات زمان تأخیر

معرفی چند کاربرد صنعتی: نیروگاه خورشیدی، فرآیندهای پیلوت، پالایش شکر، آسیب‌های صنعتی، ربات‌های متحرک

مراجع:

1. E. F. Camacho, and C. Bordons, Model Predictive Control, 2nd ed., Springer, 2007.
2. J. M. Maciejowski, Predictive Control with Constraint, Prentice Hall, 2000.
3. J. A. Rossiter, Model Based Predictive Control: A Practical Approach, CRC Press, 2003.

تشخیص و شناسایی خطا Fault Detection and Identification

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش‌نیاز: -

هم‌نیاز: اصول کنترل مدون

هدف: آشنایی با روش‌های تشخیص، شناسایی، جداسازی و آشکارسازی خطا در بخش‌های مختلف یک سیستم تحت کنترل شامل عملکرد، سیستم و حسگر

شرح درس:

مقدمه: تعاریف اولیه، شناسایی اصول تشخیص و شناسایی خطا، خطای حسگر/عملگر/سیستم، اهداف خطایابی، اغتشاش و عدم قطعیت، تشخیص خطای مقاوم، معرفی انواع روش‌های تشخیص و شناسایی خطا، افزودنی سخت افزاری، روش‌های مبتنی بر سیگنال و مدل

روش‌های مبتنی بر سیگنال: شناخت الگوی خطا، مسائل دسته‌بندی خطا و خوشه‌یابی، برخورد آماری با مسائل دسته‌بندی و خوشه‌یابی، روش‌های آماری، دسته‌بندی یزی، تخمین تابع چگالی احتمال به روش‌های پارامتری و غیرپارامتری، دسته‌بندی خطا بر اساس روش‌های طبقه‌بندی خطی، دسته‌بندی خطا بر اساس روش‌های طبقه‌بندی غیرخطی همانند شبکه‌های عصبی

تحلیل کاهش بعد و انتخاب ویژگی: تحلیل مولفه اصلی، تحلیل تکنیک فشرده، کمترین مربعات جزئی، معرفی چند ویژگی بر کاربرد در استخراج ویژگی

تشخیص و آشکارسازی خطا بر اساس مدل: شناسایی سیستم و چگونگی بکارگیری آن در تشخیص و شناسایی خطا، روش‌های خطی و غیرخطی پویا و ایستا

روش‌های تقریب پارامتر: کمترین مربعات بازگشتی، پرنی، روشگر، عامل بندی H_∞ و H_2 ، تولید و ارزیابی مانده: آستانه-گذاری مانده به صورت ثابت و تطبیقی و روش‌های متداول آن، بررسی اثرات عدم قطعیت، اغتشاش و کنترل‌کننده در روش‌های بیان شده بر اساس مدل

مراجع:

1. S. Theodoridis and K. Koutroubas, Pattern Recognition, 4th ed., Academic Press, 2008.
2. R. Isermann, Fault-Diagnosis Systems: An Introduction from Fault Detection to Fault Tolerance, Springer, 2006.
3. J. Chen and R. J. Patton, Robust Model-based Fault Diagnosis for Dynamic Systems, Springer, 1999.
4. S. Simani, Model-based Fault Diagnosis in Dynamic Systems using Identification Techniques, Springer, 2003.
5. S. Ding, Model-based Fault Diagnosis Techniques: Design Schemes, Algorithms, and Tools, 2nd ed., Springer, 2012.



معماری سیستم‌ها و طراحی مهندسی Systems Architecture & Engineering Design

تعداد واحد: ۲ (نظری)

پیش‌نیاز: -

همنیاز: -

هدف: آموزش اصول و روش‌های معماری سیستم‌ها در مراحل هدف گذاری، تعیین مرزها و شناخت ساختار محیط. در شرایط پیچیده برای طراحی مهندسی

شرح درس:

مفاهیم پایه، سیستم، مدل، تفکر سیستمی، پیچیدگی، عدم قطعیت، نوع، محیط سیستم‌ها، طراحی، فضای طراحی، شبکه سیستم، بهینه‌سازی و نظریه سیستم‌ها در یک جامع یک نیازمندی و روش‌های فرمول‌سازی نیازمندی‌ها با توجه به ابعاد و مولفه‌های آن، بررسی روندهای میان مدت و بلند مدت و آنالیز رفتار عناصر موجود در شبکه سیستم، برنامه‌ریزی شطرنجی برای سازماندهی اطلاعات نسبت به زمان، بررسی دیدگاه‌های مربوط به ساختار محیط‌های تولیدی آتی، روش‌های پیکربندی گزینه‌های واقعی در شرایط غیرقطعی و پیچیده، مبانی علوم سیستم‌ها و ساختارهای سلسله مراتبی در اهداف، وظایف، فرآیند و ساختار سیستم‌ها، فرآیندهای سلسله مراتبی در تصمیم‌گیری، روش‌های تصمیم‌گیری مارکوف، روش‌های جستجوی سیات (Cost-to-Go Function) در طراحی سیستم‌ها، فرآیند هدف گذاری در طراحی سیستم‌ها، فرآیند حل مسأله، فرآیند مهندسی سیستم‌های محصول محور، فرآیند محور و ساختار محور شامل معماری سیستم، طراحی و بهینه‌سازی سیستم‌ها، تجزیه و تحلیل ریسک و عدم قطعیت، شناخت منابع ریسک و عدم قطعیت و معیارهای ارزیابی آنها، آنالیز گزینه‌های واقعی، انتطاف پذیری و درجه آزادی در طراحی سیستم‌ها، روش‌های مطالعه جریان مالی (Cash Flow) در عملیات سیستم‌ها، مدل نمودن توابع تولید و هزینه در سیستم‌ها، اندازه اقتصادی در طراحی سیستم‌ها، آنالیز شبکه‌های پیچیده و تصمیم‌گیری، بهینه‌سازی شبکه‌ها، دینامیک سیستم‌های باز و مدل نمودن پیچیدگی با روش Dynamo, System StructureFlow Diagram، آشنایی با اصول و فرآیندهای طراحی (محصول، سیستم‌های عملکردی و کنترلی)، آشنایی با روش‌های اندازه‌گیری کارایی سیستم‌ها و طراحی به منظور بهبود

مراجع:

1. M. W. Maier, The Art of Systems Architecting, 3rd ed., CRC Press, 2009.
2. K. Ulrich and S. Eppinger, Product Design and Development, 5th ed., McGraw-Hill, 2011.
3. C. W. Kirkwood, System Dynamics Methods: A Quick Introduction, Arizona State University, 1998.
4. R. de Neufville, Applied Systems Analysis: Engineering Planning and Technology Management, McGraw-Hill, 1990.
5. H. Brian, Graph Theory in Practice: Part I & Part II, American Scientist, 2000.



برنامه‌ریزی خطی و غیر خطی Linear and Non-Linear Programming

تعداد واحد: ۳ (تئوری)

پیش‌نیاز: -

هم‌نیاز: -

هدف: آشنایی دانشجویان با مفاهیم و روش‌های بهینه‌سازی در مسائل خطی و غیرخطی

شرح درس:

مبانی ریاضی

آشنایی با مدل‌سازی

برنامه‌ریزی خطی: ویژگی‌های اساسی، روش سیمپلکس، مفهوم دوگانگی، الگوریتم‌های نقطه درونی (Interior Point)، برنامه‌ریزی

خطی عدد صحیح

برنامه‌ریزی غیرخطی: ویژگی‌های اساسی، روش‌های گرادیان، روش‌های نیوتنی، الگوریتم‌های مبتنی بر مفهوم دوگانگی

روش‌های لوین جستجو

مراجع:

1. D. G. Luenberger and Yin Yu Ye, Linear and Nonlinear Programming, 3rd ed., Springer, 2008.
2. S. Boyd and L. Vandenberghe, Convex Optimization, Cambridge Univ. Press, 2004.
3. K. Burke and G. Kendall, Search Methodologies, 2nd ed., Springer, 2013.



دینامیک سیستم‌ها System Dynamics

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش‌نیاز: -

همنیاز: -

هدف: توسعه یک مدل‌سازی برای ادراک و حل مسائل پیچیده در مهندسی و مدیریت از طریق افزایش توانایی‌ها و مهارت‌های مدل‌سازی و تحلیل بر پایه روش سیستمی مبتنی بر قانون علت

شرح درس:

مقدمه: معرفی درس و چارچوب کلی آن شامل دیدگاه‌ها، روش‌ها و کاربردهای حرفه‌ای دینامیک سیستم‌ها
مفاهیم پایه: سیستم، طراحی مدل، بهینه‌سازی، تفکر سیستمی، تئوری سیستم‌ها، الگوی رفتاری رشد، الگوهای رفتاری هدف‌جو، الگوهای رفتاری S شکل، الگوهای رفتاری متناوب، حلقه‌های علی (Causal Loop)، حلقه‌های مثبت، حلقه‌های منفی، حلقه‌های ترکیبی، تأخیر زمانی در حلقه‌ها، دیاگرام جریان (Flow Diagram)
روش‌های تحلیل دینامیک سیستم‌ها: پیکربندی سیستم (System Structure) برای بررسی پدیده‌های دینامیکی، آشنایی با Dynamo و استفاده از آنها در مدل‌های دینامیکی، سیستم حلقه بسته، بازخورد، متغیرهای حالت، متغیرهای نرخ، مدل‌سازی در SD، معادلات مدل و شبیه‌سازی کامپیوتری برای تصمیم‌گیری مبتنی بر مدل‌های دینامیکی
بررسی دینامیک دو یک سیستم خاص: فرآیند مدل‌سازی، تعریف مسأله رفتار مرجع، ساختمان مدل، معادلات مدل، آزمایش مدل، طراحی سیاست و تصمیم با استفاده از مدل

مراجع:

1. G. P. Richardson and A.L. Pugh, Introduction to System Dynamics Modeling with Dynamo, MIT Press 1981.
2. C. W. Kirkwood, System Dynamics Methods: A Quick Introduction, Arizona State University, 1998.
3. M. R. Goodman, Study Notes in System Dynamics, MIT Press, 1989.
4. A. Kossiakoff, W.N. Sweet and S. Seymour, Systems Engineering: Principles and Practice, 2nd ed., Wiley, 2011.
5. J. W. Forrester, Industrial Dynamics, Martino Fine Books, 2013.





نظریه بازی‌ها Game Theory

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: -

همنیاز: -

هدف: آشنایی با روش‌های تصمیم‌گیری در سیستم‌های چند عاملی و پیشینه‌سازی کارآیی در فضاهای رقابتی از طریق طراحی‌های بهینه

شرح درس:

مفاهیم کلی و مبانی تصمیم‌گیری: سیستم و روش‌های سیستمی در حل مسائل، فرایند حل مسئله و مدل‌سازی، شبکه یک سیستم، محیط یک سیستم، انواع مدل‌سازی سیستم‌ها، تصمیم‌گیری، مدل‌های تصمیم‌گیری و ارزش اطلاعات در تصمیم‌گیری، تابع ارزش و تابع مطلوبیت، اندازه‌گیری مطلوبیت (یک بعدی و چند بعدی)، تصمیم‌گیری گروهی

مبانی نظری و مدل‌سازی بازی‌ها: آشنایی با شرایط محیطی، مفاهیم و روش‌ها در فرم راهبردی، بازی‌های ماتریسی و پیوسته، راهبردی خلیه، منطق‌گرایی، تعادل نش (وجود و یکتایی، تعادل مخلوط و هم‌پسته)، بازی‌های مدولار و لبرمدولار، بازی‌های نیرومند و ایوه

بازی‌های مکرر با اطلاعات کامل: بازگشت استقرایی، تعادل کامل زیربازی، کاربرد در بازی با معاملات سودمند، راه حل معامله سودمندش

بازی‌های تک‌نفری: بازی با تکرار محدود و نامحدود، راهبردی واکنش برانگیز، نظریه‌های دسته جمعی، تعادل عمومی رقابتی، موقعیت غیر رقابتی

بازی در شرایط کمبود اطلاعات: راهبردی رفتاری و مخلوط، تعادل نش بیزین، کاربرد در حراج، نرمه‌های متفاوت حراج، بازده و ارزشی دارایی‌های حراج‌های متفاوت

یادگیری در بازی‌ها: یادگیری مایویک، اجرای تخیلی، یادگیری بیزین، راهبردی تحول پایدار، محاسبات تعادل نش در بازی‌های ماتریسی

طراحی مکانیزم: حراج بهینه، نظریه بازده همسنگ، دیدگاه‌های اجتماعی، نتایج غیر ممکن، اصول آشکارسازی، سازش انگیزشی، مکانیزم‌های VCG، مکانیزم‌ها در شبکه‌سازی، مکانیزم‌های غیر متمرکز

اثر بازی روی شبکه‌ها: تخصیص منابع مبتنی بر مطلوبیت، برون داد منفی و مثبت، مسیریابی خودخواهانه، تعادل نش و واردواب، مسیریابی بهینه جزئی، قیمت گذاری شبکه‌ای، رقابت و درگیری روی عملیات شبکه‌ای

مراجع:

1. E. Rasmusen, Games and Information: An Introduction to Game Theory, 4th ed., Wiley, 2006.
2. E. Mendelson, Introducing Game Theory and Its Applications, CRC Press, 2004.
3. H. S. Bierman and L. Fernandez, Game Theory with Economic Applications, 2nd ed., Prentice Hall, 1997.
4. C. D. Aliprantis and S.K. Chakrabarti, Games & Decision Making, 2nd ed., Oxford University Press, 2010.
5. R. D. Luce and H. Raiffa, Games and Decisions, Dover Pub., 1989.
6. D. Fudenberg and J. Tirole, Game Theory, MIT Press, 1991.
7. N. Nisan, et al, Algorithmic Game Theory, the Cambridge University Press, 2007.
8. M. Dresner, Game of Strategy: Theory and Application, RAND Corporation, 2007.
9. R. Neufville, Applied Systems Analysis: Engineering Planning and Technology Management, McGraw-Hill, 1990.

مهندسی تحلیل ریسک و عدم قطعیت Risk & Uncertainty Analysis Engineering

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش نیاز: -

هم نیاز: -

هدف: آشنایی با ماهیت غیر قطعی منابع، ارزیابی و کارکرد ریسک‌ها در محیط‌های مهندسی و مدل‌های تصمیم‌گیری در محیط‌های پر ریسک

شرح درس:

مقدمه: مفاهیم اساسی محیط‌های پر ریسک

منابع ریسک و قواعد مهندسی سیستم‌ها: تاریخچه تحول مهندسی سیستم‌ها در توسعه روش‌های طراحی، اصول تصمیم‌گیری تحت شرایط ریسک، دسته‌بندی ریسک‌های داخلی و محیطی سیستم‌ها، مفاهیم سیستم‌های پیچیده (Complex) و درهم تنیده (Complicated) و چگونگی کنترل ریسک در سیستم‌های با مقیاس بزرگ

طبیعت سیستم‌های پیچیده و مدیریت غیر متظرفه: مثال‌هایی از کارکرد ریسک در حوزه‌های متفاوت علوم، علوم اجتماعی، مهندسی و زیست محیطی

مدل‌سازی ریسک و عدم قطعیت: ریسک و تصمیم‌گیری، مدل‌های تصمیم‌گیری چند مرحله‌ای، ارزش اطلاعات رقابتی، اصول رفتار منطقی، ریسک‌گزینی، مقدمه‌ای بر مطلوبیت، نظریه مطلوبیت چند مشخصه‌ای، مقایسه گزینه‌های ممکن و ارزش زمانی پول، مدل‌سازی ریسک و عدم قطعیت در پروژه‌ها، شیوه‌سازی مونت کارلو

ریسک در طراحی سیستم‌ها: منحنی‌های ریسک و تعیین سناریوهای حادثه، مدل‌سازی وابستگی در طراحی بر اساس قابلیت اطمینان، مدل‌سازی بر اساس اتعلاف‌پذیری، مدل‌سازی بر اساس تغییر شکل‌پذیری، مدل‌سازی مدولار بر اساس رفتار کوانتومی

عراجع:

1. R. de Neufville, Applied Systems Analysis, McGraw-Hill, 1990.
2. D. Kurowicka and R. Cooke, Uncertainty Analysis with High Dimensional Dependence Modeling, Wiley, 2006.
3. A. H. Ang and W.H. Tang, Probability Concepts in Engineering Planning and Design, Basic Principles, Vol. 1, Wiley, 1975.
4. R. R. McDaniel and D. Driebe, Uncertainty and Surprise in Complex Systems, Springer, 2005.



نظریه گراف Graph Theory

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش نیاز: -

هم نیاز:

هدف: تلفیق پایه‌های ریاضی و روش‌های تحلیلی برای مدل‌سازی شبکه‌ها به منظور طراحی و کنترل سیستم‌ها یا کارکرد شبکه‌ای

شرح درس:

مفاهیم اولیه: گراف، زیرگراف، گراف‌های پیوسته و ناپیوسته، مجموعه برش، فضای برداری وابسته به یک گراف، گراف صفحه‌ای (Planar)، گراف ایزومورفیسم، گروه اتومورفیسم‌های یک گراف و کاربرد آن‌ها در شمارش مدارهای اویلری و هامیلتونی، طیف یک گراف، مسأله رنگ در گراف
نظریه شبکه‌ها: مدل‌های جریان شبکه‌ای، درخت ریشه‌ای، الگوریتم‌های کوتاه‌ترین مسیر، حداقل مسافت و حداکثر جریان در شبکه، مسأله جریان شبکه با حداقل هزینه، شبکه با پابندهای چندگانه، شبکه با چند جریان
تحلیل یک مورد شبکه عملیاتی (Case Review)، شبیه‌سازی شبکه‌ها، کاربرد نظریه گراف در تحلیل شبکه‌ها در حوزه‌های متفاوت مهندسی

مراجع:

1. J. A. Bondy and U. S.R Murty, Graph Theory, 2nd ed., Springer, 2008.
2. R. Grimaldi, Discrete and Combinatorial Mathematics, 3th ed., Pearson, 2003.
3. D. West, Introduction to Graph Theory, 2nd ed., Pearson, 2000.
4. R. K. Ahuja, T.L. Magnanti and J. B. Orlin, Network Flows, Printice Hall, 1993.



شبکه‌های عصبی Neural Networks

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش‌نیاز: -

همنیاز: -

هدف: آشنایی با خاستگاه، مبانی، مفاهیم، روش‌ها و برخی کاربردهای شبکه‌های عصبی

شرح درس:

انگیزه: یافته‌های بیولوژیک، ساختار سلول‌های عصبی و ساختارهای ارتباطی آن‌ها، پردازش توزیع شده پدیده‌سازی رفتارهای منطقی با مدل‌هایی از یافته‌های بیولوژیک: شبکه‌های مک‌لوج-پیتز، ساختار ترکیبی و ترمینی یادگیری در شبکه‌های توزیع شده: قانون هب، شبکه‌ی هب (تولائیس‌ها و معایب)، تعمیم قانون هب به حالات منطقی شبکه پرسپترون: ساختار نورون، ساختار شبکه و قانون یادگیری، اثبات همگرایی روش یادگیری پرسپترون شبکه ADALINE: پیش‌بینی خطی و روش‌های محاسباتی آن (روش ویدراو-وینر-هاف)، تعمیم ساختار محاسباتی توزیع شده، قانون یادگیری، روش بیشترین شیب، روش گرادینت مزدوج

شبکه MADALINE

انواع یادگیری: با سرپرست، بدون سرپرست، امکان یادگیری بدون سرپرست با تعریف قانون برازش برای یک الگوریتم با سرپرست، مفهوم رقابت در یادگیری

شبکه کوهونن: SOM, LVQ شبکه‌های الاستیک، حل مسائل بهینه‌سازی با شبکه‌های الاستیک مفهوم حافظه: دقت و صحت، مصنویت در قبال نویز، ظرفیت و قابلیت بازیافت، ساختارهای شرکت‌پذیر شبکه‌های شرکت‌پذیر: با خیر، با خود، انتشار مخالف، ظرفیت و هم‌گویی مفهوم دور (Iteration): شبکه‌های هاپفیلد گسترده، استفاده از همگرایی معادلات دیفرانسیل درجه‌ی اول در یادگیری شبکه، شبکه‌های هاپفیلد پیوسته، حل مسائل بهینه‌سازی

خوشه‌بندی نمونه‌های جدید: نظریه تشدید و فقی، شبکه‌های ART و انواع آن

تعمیم یادگیری به بیش از یک لایه: پس انتشار خطا، روش‌های گرادینت، گشتاور، لوئرک مارک

شبکه‌های با ساختار متغیر: همبستگی متوالی، GSOM، نگار

برخی کاربردها

مراجع:

1. L. V. Fausett, Fundamentals of Neural Networks: Architectures, and Applications, Prentice Hall, 1994.
2. D. Graupe, Principles of Artificial Neural Networks, 3rd ed., World Scientific Pub., 2013.
3. S. Haykin, Neural Networks and Learning Machines, 3rd ed., Prentice Hall, 2008.



سیستم‌های فازی Fuzzy Systems

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: -

همین‌ااز: -

هدف: آشنایی با مفهوم، مجموعه‌ها، منطق و سیستم‌های فازی

شرح درس:

بررسی تاریخی: دوران پیش از تاریخ، دوران تاریخی، ابزارها، روش‌های استدلال، محاسبه و تجمع تاریخی
انتزاع: تجرید و بازنمایی آن، تجرید ایجاد مفاهیم، برقراری ارتباط بین مفاهیم انتزاعی
استدلال: بررسی ساختار زبان برای درک فرآیند ذهنی استدلال، انتزاع عملکردهای منطقی، مفاهیم سنجش شباهت و برهم نهی، منطق صوری (نوامیس‌ها و کلسی‌ها)، منطق چند وضعیت
مجموعه‌ها: نظریه مجموعه‌های CRISP، درهم رفتگی مفاهیم، مجموعه‌های فازی مرتبه اول عملگرهای مجموعه‌های فازی، اصل تعامیت منطقی و تعامیت محاسباتی، قضیه دمورگان، مجموعه‌های فازی مرتبه‌های بالاتر
منطق فازی: استدلال تعمیم یافته، استنتاج‌های تعمیم یافته gmi و gmp، رابطه فازی، مفهوم اعتقاد و چگونگی آن، سطوح استنتاج، استنتاج‌های ساده شده (عملاتی، لارسن، زاده)

پایگاه قوانین فازی: فازی‌سازی، روش‌های استنتاج مبتنی بر برهم نهی قوانین و انتشار اعتقاد، قوانین ترکیب برای استنتاج، غیرفازی‌سازی

شکل‌گیری مفاهیم و ابزارها: کلاسی‌بندی و خوشه‌بندی، خوشه‌بندی فازی، خوشه‌بندی احتمالات و خوشه‌بندی امکانی، درخت‌های تصمیم

اندازه و مفاهیم‌سازی: اندازه فازی بودن، اندازه‌های فازی، انتگرال‌های فازی، برهم نهی دلتا در سیستم‌های تجمع، غیر فازی‌سازی

روش‌های کنترل فازی: تحلیل و کلسی‌ها، مکاشفه‌ای، قطعی (بررسی منطقی، مدل‌سازی)، خود سازمان‌دهنده، وقتی مدل‌سازی اطلاعات اصلی: تشخیص - قضاوت - تصمیم - عمل، پایگاه معرفت، حس قضاوت صحیح - تجربه - محدودیت‌ها، استنتاج قصد

مدل‌سازی فازی: روش تاکاگی-سوکگو، روش سوگنو-یاموکاوا، روش ALM محاسبات فازی: اعداد فازی و انواع آن، عدم قطعیت و تصادفی بودن، مفهوم فاصله، کانولوشن اعداد فازی، چهار عمل اصلی و خواص آن، فاکتوریل-سری و اعداد فازی

ویژدانی دلفش: افزایش دقت، خواص نرم‌های S و T در این محیط مقایسه نظریه‌های استنتاج: تئوری احتمال، تئوری امکان، تئوری دهبستر-شافر

پیااده‌سازی سیستم‌های فازی: روش‌های نورو فازی (ANFIS)، روش‌های سخت‌افزاری، پیاده‌سازی فازی‌ساز و غیر فازی‌ساز (سطح ترانسپسور، بر پایه پردازنده)

مثال‌های کاربردی: پردازش تصویر، پردازش صوت، فیلتر کردن، زمان‌بندی، تخصیص منابع، مسیر یابی، یادگیری، کنترل، عوامل

و ...



1. G. J. Klir, B. Youn, Fuzzy set and Fuzzy logic: Theory and application, Prentice Hall, 1995.
2. R. R. Yager, H. T. Nguyen, and R. M. Tong, Fuzzy Sets and Applications, Wiley, 1987.
3. H. J. Zimmerman, Fuzzy Set Theory and its Applications, 4th ed., Springer, 2001.
4. J. Yan, M. Ryan, and J. Power, Using Fuzzy Logic, Prentice Hall, 1994.
5. A. Kaufman and M. M. Gupta, Introduction To Fuzzy Arithmetic, Van Nostrand Reinhold, 1991.
6. H. T. Nguyen and N. R. Prasad, Fuzzy Modeling and Control, CRC Press, 1999.
7. G. Shafer, A Mathematical Theory of Evidence, Princeton University Press, 1976.



مدل سازی و شبیه سازی Modeling and Simulation

تعداد واحد: ۳ (تئوری)

پیش نیاز: اصول کنترل مدون

پیش نیاز: -

هدف: آشنایی با روش های نظام مند ساخت مدل های ریاضی در سیستم های دینامیکی بر اساس قوانین فیزیکی حاکم و اندازه گیری ها و ابزارهای شبیه سازی مربوطه

شرح درس:

عده های بر مدل سازی و شبیه سازی: تعاریف و انواع، کاربرد در مهندسی کنترل و سایر زمینه های مهندسی
اصول پایه مدل سازی فیزیکی: سیستم های الکتریکی / مکانیکی / هیدرولیکی، یک روش ابتدایی مدل سازی سیستم های چندحوزه ای، مکترونیک، اعتبارسنجی مدل سازی، ساده سازی مدل
مدل سازی و شبیه سازی شی گرا: تعاریف مفدماتی، مدل سازی بر اساس دیاگرام بلوکی، حلقه جبری و مشکلات آن، ساخت کتابخانه مدل، مدل سازی بر اساس معادلات، مدل سازی سلسله مراتبی و غیر سلسله مراتبی، یکارگیری Modelica
مدل سازی و شبیه سازی باند گراف: تعاریف اجزای یکاررفته، منابع، انواع باندها، اتصالات سری و موازی، علیت، تقابل علیت، استخراج معادلات فضای حالت، آشنایی با 20sim، معادلات دیفرانسیل معمولی، جبری و پاره ای، ارتباط با مدل سازی
شبیه سازی بر اساس مدل سازی فیزیکی: روش های حل عددی معادلات دیفرانسیل معمولی، جبری و پاره ای، سیستم های گسسته، شبیه سازی در Matlab و جعبه ابزارهای شبیه سازی آن در حوزه های الکترونیک / مکانیک / هیدرولیک
آشنایی با نرم افزارهای شبیه ساز متداول
مدل سازی بر اساس داده، شناسایی پارامتریک بر اساس مدل های خطی و غیر خطی به صورت جعبه خاکستری، تخمین پارامترها، شناسایی غیرپارامتریک، تحلیل گذرا، تحلیل وابستگی و تحلیل طیف و فوریه
شناسایی بر اساس جعبه سیاه مدل های دینامیکی و استاتیکی، آشنایی با جعبه ابزارهای شناسایی خطی در MATLAB و مقدماتی از شناسایی غیر خطی

مراجع:

1. L. Ljung and T. Glad, Modellbygge och Simulering, Studentlitteratur, 2004.
2. L. Ljung and T. Glad, Modeling of Dynamic Systems, Prentice-Hall, 1994.
3. F. L. Severance, System Modeling and Simulation: An introduction, Wiley, 2001.
4. D. C. Karnopp, D.L. Margolis, and R.C. Rosenberg, System Dynamics: Modeling and Simulation, and Control of Mechatronic Systems, 5th ed., Wiley, 2012.
5. O. Nelles, Nonlinear System Identification: From Classical Approaches to Neural Networks and Fuzzy Models, Springer, 2001.



سیستم‌های پیچیده Complex Systems

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش‌نیاز: -

همنیاز: -

هدف: معرفی مبانی نظری پیچیدگی مانند ریاضیات، محاسبات و نظریه اطلاعات و آشنایی با تکنیک‌های مدل‌سازی و دینامیک غیر خطی سیستم‌ها و شرح برخی از مدل‌های شاخه شده سیستم‌های پیچیده

شرح درس:

مقدمه: تعریف سیستم‌های پیچیده، مدل، سیستم‌های دینامیکی، نمونه‌هایی از سیستم‌های پیچیده مانند شبکه‌های عصبی، جریان ترافیک، بازارهای مالی و جوامع بشری

مفاهیم اساسی نظریه اطلاعات، پیچیدگی محاسباتی، پیچیدگی کولموگوروف
سیستم‌های دینامیکی گسسته: نقشه‌های تکرار شونده، مدار، نقاط ثابت و تاویس، تجزیه و تحلیل گرافیکی، صفحه فاز، دوشاخگی، نظریه آشوب

فرکتال

شبکه‌های پیچیده: گراف، شبکه‌های تصادفی، خوشه‌بندی

شبکه‌های بولی، شبکه کافمن و مدل‌های جهش ژنتیکی و تکامل

مدل هاب فیلد

نظریه بازی‌ها و کاربردها

مراجع:

1. Y. Bar-Yam, Dynamics of Complex Systems, Westview Press, 1997.
2. N. Boccard, Modeling Complex Systems, 2nd ed., Springer, 2010.
3. R. Rojas and J. Feldman, Neural Networks: A Systematic Introduction, Springer, 1996.
4. R. Devaney, An Introduction to Chaotic Dynamical Systems, 2nd ed., Westview, 2003.
5. G. W. Flake, The Computational Beauty of Nature: Computer Exploration of Fractals, Chaos, Complex Systems, and Adaptation, A Bradford Book, 2000.
6. P. Morris, Introduction to Game Theory, Springer, 1994.
7. S. Wolfram, A New Kind of Science, Wolfram Media, 2002.
8. C. Gros, Complex and Adaptive Dynamical Systems, Springer, 2008.
9. J. H. Miller and S. E. Page, Complex Adaptive Systems: An Introduction to Computational Models of Social Life, Princeton University Press, 2007.



الکترومغناطیس پیشرفته Advanced Electromagnetics

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش‌نیاز: -

همنیاز: -

هدف: شرح دقیق بسیاری از فضایی بنیادی الکترومغناطیس، روش‌های تولید حل‌های معادلات ماکسول و حل مسائل کانونیک الکترومغناطیس، موج‌بری و پراکندگی در دستگاه‌های مختصات مختلف

شرح درس:

فضای بنیادی الکترومغناطیس: یکتایی، تقابل، اصل هم‌ارزی، القاء
توابع موج صفحه‌ای برای حل مسائل کانونیک الکترومغناطیس دو دستگاه مختصات راست‌گوشه
توابع موج استوانه‌ای برای حل مسائل کانونیک الکترومغناطیس در دستگاه مختصات استوانه‌ای
توابع موج کره‌ای برای حل مسائل کانونیک الکترومغناطیس در دستگاه مختصات کره‌ای

مراجع:

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



ریاضیات مهندسی پیشرفته
Advanced Engineering Mathematics



تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشاز: -

همیناز: -

هدف: ایجاد دانش قوی و روش‌های فیزیکی در مباحث ریاضیات تحلیلی و کاربردی در زمینه‌های مهندسی

شرح درس: بر اساس تحریک دانشجویان توسط کمیته تحصیلات تکمیلی دانشکده از مباحث زیر تعیین می‌شود.

آنالیز مختلط: توابع تحلیلی، سری‌های توانی، لوران و تیلور، قضیه ماندها، فرمول انتگرال کوچی و کاربردهای آن، نقاط تکیه و طبقه‌بندی آن‌ها، اصل آرگومان، قضیه روزه و عدد پیچش منحنی، توابع چند مقدار، سطران ریاضی، روش‌های محاسبه انتگرال‌های تاسره، قضیه ادامه تحلیلی و اصل انعکاس شوارتز

حساب تغییرات: روش رابی-ریتر، اکسترمم نواح چند متغیره، کاربرد حساب تغییرات در حل عددی معادلات دیفرانسیل، مسائل اشتورم-لیوویل، مسائل مقادیر مرزی

توابع تعمیم یافته (نظریه توزیع): تابع دلتای دیراک، توابع گرین در یک، دو، یا سه بعد، حوزه طیفی، توابع دایمادی گرین، مدل سازی منابع الکترومغناطیسی در دستگاه‌های مختصات مختلف

تکانش هم دیس: کاربرد در تعیین توابع گرین و خطوط انتقال، تبدیل شوارتز کریستوفل، حل مسائل دیریکه و نیومان با توابع مختلط، عبارت تغییراتی (Variational) برای امپدانس مشخصه خطوط انتقال، نظریه پتانسیل، توابع گرین برای عملگرهای ریاضی فیزیک

معادلات انتگرالی: معادلات فرد هولم و ولتر، کرنل جدایی پذیر، نظریه هیلبرت-اشمیت، تکنیک وینر-مرف (Wiener-Hopf)، معادلات انتگرالی تکیه

تبدیل‌های انتگرالی و کاربردها: روش تبدیل فوریه، روش تبدیل لاپلاس، روش تبدیل فوریه-پل، تبدیل هیلبرت، روش وینر-مرف (Wiener-Hopf) در معادلات دیفرانسیل با مشتقات جزئی و معادلات انتگرالی

فضاهای خطی: عملگرها، معادلات عملگری (ماتریسی، انتگرالی، دیفرانسیلی)، حل تقریبی معادلات عملگری، توابع خاص، مباحث ویژه

مراجع:

1. H. T. Weber, G. Arfken, Mathematical Methods for Physicists, 7th ed., Academic Press, 2012.
2. D. G. Dudley, Mathematical Foundations for EM Theory, IEEE Press, 1994.
3. I. Stakgold and M. Holst, Green's Functions and Boundary Value Problems, 3rd ed., Wiley, Inc., 2011.
4. M. Masujima, Applied Mathematical Methods in Theoretical Physics, 2nd ed., Wiley, Weinheim, 2009.
5. S. I. Hayek, Advanced Mathematics in Science and Engineering, Marcel Dekker, 2001.
6. J. W. Dettman, Mathematical Methods in Physics and Engineering, Dover Pub., 1988.
7. R. E. Collin, Field Theory of Guided Waves, IEEE Press, 1991.
8. F. B. Hilebrand, Methods of Applied Mathematics, 2nd ed., Prentice-Hall, 1965.
9. B. Davies, Integral Transforms and Their Applications, 3rd ed., Springer, 2002.
10. I. M. Gelfand, and S. V. Fomin, Calculus of Variations, Prentice-Hall, 1963.
11. J. W. Brown and R. V. Churchill, Complex Variables and Applications, 8th ed., McGraw-Hill, 2008.
12. G. W. Hanson, and A. B. Yakovlev, Operator Theory for Electromagnetics- An Introduction, Springer, 2002.
13. D. C. Lay, Linear Algebra & Its Applications, 4th ed., Pearson, 2011.
14. M. D. Greenberg, Foundation of Applied Mathematics, Dover Pub., 2013.
15. M. Kopchenova, Computational Mathematics, Mir Pub., 1975.

ریز موج ۲ Microwaves II

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش نیاز: -

همین نیاز: ریز موج ۱ (و آنتن)

هدف: معرفی انواع موجبرهای مسطح و روش‌های تعیین مشخصات و بکارگیری در تحقق فیلترها و همچنین موجبرهای مسطح تزویج شده و چگونگی بکارگیری آنها در تزویج کننده‌های جهتی

شرح درس:

تحلیل انواع موجبرهای مسطح ریز موج

موجبرهای مسطح و تزویج شده و تزویج کننده‌های جهتی

فیلترهای مسطح ریز موج

مقدمه‌ای بر روش‌های اندازه‌گیری ریز موج

مراجع:

1. D. M. Pozar, Microwave Engineering, 4th ed., Wiley, 2012.
2. R. E. Collin, Foundations for Microwave Engineering, McGraw Hill, 1992.
3. R. K. Hoffman, Handbook of Microwave Integrated Circuits, Artech House, 1985.



آنتن ۲ Antennas 2

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش نیاز: -

همینار: ریز موج ۱ (و آنتن)

هدف: ایجاد دانش و روش‌های قوی برای تحلیل و طراحی آنتن‌های پیشرفته و آرایه‌ها

شرح درس:

پادآوری پارامترهای آنتن: الگوی تابشی، بردار تابش، بردار طول مؤثر، میدان‌های نزدیک و دور، قطبش شدگی، ...
مروار فضا: هم پاشخی، هم ارزی، دوگانی، القا (Induction)، حل معادلات ماکسول، نمایش میدان، نمایش استرانون - چو، شرط تابش سامرفلد، تقریب راه دور

آنتن‌های میمی: معادلات انتگرالی هلم و یوکلینگتون، معادله انتگرالی با هر دو پتانسیل (MPIE)، روش گشتاور (MOM)، توابع پایه، توابع وزنی، امپدانس ورودی آنتن‌های استوانه‌ای، روش وردشی (Variational) برای EMF تقریب میم نازک، تکیه در مسائل تابش، امپدانس لحودی و متقابل، آنتن حلقه‌ای، آنتن مارپیچی، آنتن دو مخروطی، آنتن‌های خودمکمل، آنتن‌های دوره‌ای لگاریتمی (LPDA)، آنتن‌های یهن باند

آرایه‌ها: آرایه‌های خطی و صفحه‌ای، تحلیل آرایه‌ای، طراحی آرایه‌ای، طراحی فیلور، مسئله نیم فضای سامرفلد
آنتن‌های روزنه‌ای: تابش از روزنه‌ها در صفحه زمین، آنتن‌های شیوری، مرز فاز، تابش از موجبرهای شیاردار، آنتن‌های بازتابی، آنتن‌های سهمی گونه، تغذیه کاسگرین و مگروگوریان، آنتن‌های ریز نواری (Microstrip)، روش‌های نور هندسی و نور فیزیکی، آنتن‌های عدسی (لتر)، آنتن‌های مضارب‌بی‌میم

مباحث ویژه: آنتن‌های فرکانالی، آنتن‌های وقفی (Adaptive)، آنتن‌ها برای کاربردهای خاص

مراجع:

1. C. A. Balanis, Antenna Theory and Design, 3rd ed., Wiley, 2005.
2. R. S. Elliott, Antenna Theory and Design, 2nd ed., Prentice-Hall, 1981.
3. R. E. Collin and F. J. Zucker, (eds): Antenna Theory, McGraw-Hill, 1969.
4. W. L. Stutzman and G. A. Thiele, Antenna Theory and Design, 2nd ed., Wiley, 1998.
5. R. E. Collin, Antennas and Wave Propagation, Wiley, 1985.



روش‌های عددی در الکترومغناطیس Numerical Techniques in Electromagnetics

تعداد واحد: ۳ (تئوری)

پیش‌نیاز: -

هم‌نیاز: میدان و امواج

هدف: آشنایی با میدان‌های الکترومغناطیسی متغیر با زمان و پدیده‌های مرتبط، مطالعه اثر تأخیر در مدارها و سیستم‌های الکترومغناطیسی و پدیده‌های انعکاس و شکست

شرح درس:

روش‌های تفاضل محدود (FD): فرمول‌های تفاضل محدود مختلف برای پیاده‌سازی آنها برای حل معادلات دیفرانسیل مشتقات جزئی سهموی، مدلولوی و بیضوی، دقت و پایداری حل‌های تفاضل محدود (روش فوئیون)، پیاده‌سازی روش تفاضل محدود در حل مسائل عملی: ساختارهای موجبری، مسائل پراکندگی، روش تفاضل محدود حوزه زمان FDTD، شرایط مرزی جاذب و PML، روش‌های انتگرال‌گیری عددی

روش‌های وردشی: فرم‌های ضعیف، فانکشنال معادل، روش‌ریلی-ریتز، روش‌های باقیمانده‌ها پوزن‌دار
روش‌های گشتاور (MoM): زمینه‌های ریاضی، کاربرد در حل مسائل الکترو استاتیکی، اعمال به معادلات انتگرالی (IE)، میدان‌های متغیر با زمان: آنتن‌های سیمی، ...

روش‌های اجزاء محدود (FEM): معرفی اصول کلی، کاربرد در حل مسائل الکترو استاتیکی و ...

روش‌های حوزه طیف برای بیان‌های توابع گرین: سری تصاویر حقیقی، حل مودال، سری تصاویر مختلط، روش پرونی

روش‌های تسریع همگرایی سری‌ها: تبدیل بواسان، تبدیل کامرا، تبدیل شکست، روش بسط به توابع نمایی

مراجع:

1. M. N. O. Sadiku, Numerical Techniques in Electromagnetics, CRC Press, 2nd ed., 2000.
2. J. N. Reddy, An Introduction to Finite Element Method, McGraw Hill, 3rd ed., 2006.
3. R. F. Harrington, Field Computation by Moment Methods, IEEE Press, 1993.
4. T. Itoh, Numerical Techniques for Microwave and Millimeter Wave Passive Structures, Wiley, 1989.
5. A. Elsherbeni, and V. Demir, The FDTD Method for Electromagnetics with MATLAB Simulations, Sci Tech Pub Inc., 2009.
6. A. Taflov, Computational Electrodynamics, The FDTD Method, Artech House, 2nd ed., 2000.
7. D. S. Jones, Methods in Electromagnetic Wave Propagation, IEEE Press, 1995.



مدارهای فعال ریزموج Active Microwave Circuits

تعداد واحد: ۲ (نظری)

پیشنیاز: -

همپایار: ریزموج ۱ (و آنتن)

هدف: معرفی روش‌های مختلف تحلیل و طراحی مدارهای فعال

شرح درس:

پارامترهای پراکندگی و پارامترهای پراکندگی تعمیم یافته

نویز در مدارهای دو دروازه

تحلیل و طراحی انواع تقویت کننده‌های سیگنال کوچک ریزموج

تحلیل و طراحی انواع تقویت کننده‌های توان ریزموج

تحلیل و طراحی نوسان‌سازهای ریزموج

تحلیل و طراحی میکروهای ریزموج

مراجع:

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



سازگاری الکترومغناطیسی Electromagnetic Compatibility (EMC)

تعداد واحد: ۲ (تئری)

پیش نیاز: -

هم نیاز: -

هدف: ایجاد دانش و پایه‌ای قوی برای شناخت و طراحی سیستم‌های الکترونیکی و مخایرانی سازگار از نظر الکترومغناطیسی

شرح درس:

مقدمه: سازوکار تابش، تعریف عناصر مداري، KVL و KCL از دیدگاه میدان، خطوط انتقال، تحلیل حالت گذرا در خطوط، پاسخ پله، تأخیر در خطوط، اثر بومنی در خطوط انتقال، برگشت سنجی در حوزه زمان (TDR)، Signal Integrity، طیف الکترومغناطیسی: طیف سیگنال، شکل موج دودنقه‌ای، زمان قرار و فرود، تأثیر نرخ تکرار و Duty Cycle، سیگنال‌های غیر متناوب

محدودیت قوانین کیرشوف: مدارهای ترویج شده، رفتار غیر ایده‌آلی اجزای مدار، امپدانس داخلی در فرکانس‌های کم و زیاد، اندوکتانس خودی و متقابل دو مدار، مقاومت تابشی یک مدار تحت، مواد فرومغناطیسی، افزاره‌های الکترومکانیکی و فوس‌زنی کپاها

آنتن‌های و سازوکار تابش: دو قطبی هرتر، میدان ناحیه دور و نزدیکه تابش از یک حلقه، آنتن‌های پهن باند، آنتن‌های روزنه‌ای، گیرندگی / فرستندگی

الزامات EMC: گسیل تابش، افزاره‌های دیجیتال طبقه A و B، جریان مدهای مشترک و تفاضلی، کاوشگرهای (Probes) جریان، مصونیت تابشی: کابل‌های حفاظت شده، گسیل هدایتی و حساسیت، صافی‌های منابع تغذیه، مصونیت رسانشی، تحلیل شبه‌های: طیف سنج‌ها، کابل‌بندی، ترویج خازنی و سلفی، ترویج تابشی، تداخل، صحبت، حفاظت‌سازی در مقابل تابش امواج الکترومغناطیسی، ضربه تأثیر حفاظت‌سازی (SE)، بازتابش و عبور از رساناها، روزه‌ها و تأثیر آنها

طراحی سیستم برای EMC: صفحات مدار چاپی، مدارهای منطقی، منابع نویز داخلی، تابش

تخلیه الکترواستاتیکی: شکست عایق‌ها، ایجاد بار استاتیکی، مدل‌های بدن انسان، تخلیه استاتیکی

مراجع:

1. C. R. Paul, Introduction to Electromagnetic Compatibility, 2nd ed., Wiley, 2006.
2. D. L. Sengupta, V. V. Liepa, Applied Electromagnetics and Electromagnetic Compatibility, Wiley, 2005.
3. T. Williams, EMC for Product Designers, 4th ed., Newnes, 2007.



پراکندگی امواج Scattering of Waves

تعداد واحد: ۲ (نظری)

پیشنیاز: الکترومغناطیس پیشرفته

همنیاز: -

هدف: آشنایی با روش‌های تحلیلی محاسبه پراکندگی از اجسام ساده و محیط‌های تصادفی و کاربردهای آن‌ها

شرح درس:

توابع گرین دایمادی محیط‌های چند لایه

شرط مرزی تعمیم یافته (Ewald-Oseen Extinction Theorem/ Extended Boundary Condition)

پراکندگی از صفحات متناوب (تئوری فلوکه)

پراکندگی از صفحات ناهموار (روش انحراف جزئی و روش‌های نور هندسی و فیزیکی)

تقریب بورن (Born)

تقریب پراکندگی همبسته (Coherent Single Scattering Theory)

آشنایی با رادار دهانه ترکیبی

مراجع:

1. J. A. Kong, Electromagnetic Wave Theory, EMW, 2000.
2. L. Tsang, Scattering of Electromagnetic Waves, Wiley, 2001.
3. A. Ishimaru, Wave Propagation and Scattering in Random Media, Wiley, 1999.



دایادهای گرین در الکترومغناطیس Dyadic Green Functions in EM Theory

تعداد واحد: ۲ (نظری)

پیشنیاز: الکترومغناطیس پیشرفته

همیناز: -

هدف: ایجاد دانش قوی در نظریه و مسائل مختلف الکترومغناطیس و آشنایی به شکل دایادی

شرح درس:

یادآوری قضایا و روابط الکترومغناطیس: تحلیل دایادی، تبدیل فوریه و منکل، توابع عددی گرین در یک، دو، و سه بعد، روش های متعارف و روش رله-ریس

توابع دایادی گرین: معادلات ماکسول به شکل دایادی، دایاد گرین فضای آزاد، گروه بندی توابع دایادی گرین، هم پاسخی، دایاد گرین برای مساله نیم فضا

موجبرهای مستطیلی: توابع موج برداری مستطیلی، روش های G_m ، G_e و G_A ، موجبرها با در عایق، موجبر یا صفحات موازی، تکنیکی G_{TE} ، تکنیکی در ناحیه منبع

موجبرها و ساختارهای استوانه ای: توابع موج برداری استوانه ای، بسط توابع گرین بر حسب توابع ویژه، استوانه رسانا، استوانه عایقی و با پرشش، عبارات سنجی، گوی رسانا و نیم صفحه، تابش از دو قطبی الکتریکی و مغناطیسی در حضور نیم صفحه موجبرها و ساختارهای کروی: کره و مخروط رسانا، کره رسانا و عایق، حفره کروی

محیط تخت لایه بندی شده: دایادهای گرین برای محیط چند لایه، هم پاسخی در محیط های چند لایه

محیط های ناهمگن: توابع موج برداری برای محیط های چند لایه، توابع موج برداری برای محیط های چند لایه کروی، لایه های کروی ناهمگن

مباحث ویژه: مباحث ویژه در موضوع های روز مرتبط با توابع دایادی گرین

مراجع:

1. C. T. Tai; Dyadic Green Functions in Electromagnetic Theory, 2nd ed., IEEE Press, 1994.
2. R. E. Collin; Field Theory of Guided Waves, 2nd ed., Wiley- IEEE Press, 1990.
3. C. T. Tai, Generalized Vector and Dyadic Analysis, Oxford University Press, 1996.
4. J. A. Kong, Electromagnetic Wave Theory, EMW Pub., 2000.
5. A. Ishimaru, Electromagnetic Wave Propagation, Radiations, and Scattering, Prentice Hall, 1990.



جنگ الکترونیک Electronic Warfare

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش‌ساز:

هم‌ساز: مخبرات دیجیتال

هدف: آشنایی با مفهوم، ابزارها و سیستم‌ها در جنگ الکترونیک

شرح درس:

مقدمه‌ای بر جنگ الکترونیک (EW): تعریف جنگ الکترونیک، تقسیم‌بندی متعارف، تقسیم‌بندی امروزی - جایگاه، ساختار سیستم‌های دفاعی، سیستم‌های موشکی، سیستم‌های رادار، آرایه فازی
سیستم‌های پشتیبانی جنگ الکترونیک (ES): مقدمه، آنتن، گیرنده‌های ES، گیرنده کریستال ویدئو، گیرنده IFM، گیرنده TRF، گیرنده سوپرهتروداین، گیرنده کانالیزه، گیرنده فشرده‌ساز، گیرنده صوتی نوری، گیرنده دیجیتال، جستجو، محاسبات POI، پردازش‌های ES، اندازه‌گیری پارامترها، Deinter Leaving، اندازه‌گیری مشخصات مرور آنتن، شناسایی تهدید، روش‌های اندازه‌گیری زاویه ورود، آنتن جهش، Wattsin & Watt، مقایسه دامنه، تداخل سطحی، اندازه‌گیری بر مبنای داپلر، اندازه‌گیری بر مبنای زمان، روش‌های محل‌یابی گسیل‌گر، صحت محل‌یابی، TDOA، FDOA

سیستم‌های حمله الکترونیکی on-board و محافظت الکترونیکی (EP) در مقابل آن‌ها: انواع مأموریت‌ها در حمله الکترونیکی (EA)، اختلال، معادلات اختلال، نویز نقطه‌ای و نویز رنگ‌بازی، ملاحظات عملی تولید اختلال، EP Look through در مقابل تکنیک‌های نویز، CFAR، ULSA، SLB Strobining، SLB، TOI و SLC، پوشاندن عملکرد جاسی، بهره زیاد آنتن (پهنای پرتو کم)، آنتن‌های چند پرتوی، AFS، چابکی فرکانسی، جلوگیری از اشباع گیرنده، STC، Burn through، پردازش هم‌دوس و پردازش داپلر، فشرده‌سازی پالس، دروازه‌گذاری، رادارهای متعدد، TV یا لیزر، رادار LPI، اختلال با استفاده از CW باند باریک قوی، EP در مقابل اختلال CW، گیرنده FTC، PWD، اختلال با استفاده از نویز یا CW جاروب شده و نویز ضربه‌ای، EP در مقابل نویز یا CW جاروب شده و نویز ضربه‌ای، برد پویایی بالا، Hard Limiter، Dicke Fix، نویز گیت شده یا نویز زیرگت، EP در مقابل نویز گیت شده، اختلال فریب، ملاحظات عملی تولید اختلال فریب، VCD، DDS، DRFM، معادلات اختلال فریب، اختلال فریب علیه رادار جستجو (تولید اهداف دروغین)، تکنیک‌های EP در مقابل اهداف دروغین، اختلال فریب علیه رادار ردگیری، RGPO، تکنیک‌های EP در مقابل RGPI، ARGPO، RGPO، تکنیک‌های EP در مقابل RGPI، مدر دوگان، فریب سرعت با EP، VGPO، AVGPO، فریب AGC با شمارش وارون و روش‌های مقابله، روش‌های فریب زاویه، تکنیک بهره وارون و روش مقابله، اختلال قطبش وارون و روش مقابله، اختلال کناره و روش مقابله، اختلال باند تصویر و روش مقابله، اختلال زاویه‌ای تا هم‌دوس، اختلال شکل دهی، اختلال چشمک زنی، اختلال زاویه‌ای هم‌دوس، اختلال چشم وارون، پس زدن از زمین

سیستم‌های حمله الکترونیکی و محافظت الکترونیکی در مقابل آن‌ها: جف، مشخصات و انواع آنها، تکنیک‌های مقابله با جف، دام (decoy) و انواع آن، تکنیک‌های مقابله با دام

مراجع:

1. D. C. Schieber, Electronic Warfare in the Information Age, Artech House, 1999.
2. D. L. Adamy, EW101: A First Course in Electronic Warfare, Artech House, 2001.
3. F. Neri, Introduction to Electronic Defense Systems, 2nd ed., Artech House, 2001.



سنجش از دور Remote Sensing

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: الکترومغناطیس پیشرفته

همنیاز: -

هدف: آشنایی با رادار تصویربرداری پلاریمتری و کاربردهای آن

شوخ درس:

قطبش موج

ماتریس پراکندگی

پاسخ / امضاء قطبش (Polarization Signature)

مدل پراکندگی برای هدف‌های نقطه‌ای (Point Targets) و گسترش (Distributed Targets)

رادار دهانه ترکیبی

مراجع:

1. J. A. Richard, Remote Sensing with Imaging Radar (Signals and Communication Technology), Springer, 2009.
2. F. T. Ulaby and C. Elachi, Radar Polarimetry for Geoscience Applications, Artech House, 1990.
3. M. Soumekh, Synthetic Aperture Radar Signal Processing with MATLAB Algorithms, Wiley, 1999.



فناوری تراهرتز Terahertz Technology

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشبار: -

همینبار: دیزموج ۱

هدف: آشنایی با خصوصیات و رفتار فرکانسی منحصر بفرد، انواع روش‌های تولید و آشکارسازی، خصوصیات انتشاری، همچنین برهم‌کنش ماده و موج در باند تراهرتز

شرح درس:

معرفی: توصیف، کاربردهای اصلی

مولدهای تراهرتز: تکنیک‌های اپتیکی، تکنیک‌های الکترونیکی

آشکارسازهای تراهرتز: بر پایه تکنیک‌های اپتیکی، بر پایه تکنیک‌های الکترونیکی

برهمکنش موج تراهرتز و ماده: جذب امواج، اثرات تشدید

مدل‌های حاکم بر غایب دی الکتریک

عناصر غیر فعال: آنتن، موجبر، فیلتر، ...

تکنیک‌های اندازه‌گیری: طیف‌سنجی در حوزه زمان و فرکانس

کاربردها: طیف‌سنجی، تصویربرداری، حسگرهای بیولوژی، ...

مراجع:

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



آنتن آرایه‌ای ریزنواری Microstrip Array Antenna

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش‌باز: -

همپای: آنتن ۲

هدف: آشنایی با طراحی و تحلیل آنتن آرایه و آرایه فازی ریزنواری خطی و صفحه‌ای

شرح درس:

پادآوری آرایه خنثی و صفحه‌ای و روش‌های سنتز (Synthesis) آرایه

پادآوری معادلات خطوط و آنتن ریزنواری

طراحی آرایه آنتن ریزنواری مستطیلی تغذیه شده بصورت سازه‌ای، سری و همپوش

اثرات خطوط انتقال و امواج سطحی در تشعشع آنتن

بررسی فیلش منعکس و سطح کلبرک کناری

آرایه فازی خطی و صفحه‌ای آنتن ریزنواری مستطیلی شامل پهن شدگی پرتو، تزوج متقابل و انحراف پرتو

دیگرام grating lobe

امپدانس و الگوی عنصر فعال و رابطه بین این دو بر حسب پارامترهای پراکندگی

مفهوم مد فلوک و تحلیل مد فلوک آرایه بی نهایت

دیگرام دایره‌های مد فلوک در جبهه‌مان مستطیلی و مثلثی

الر کوری روبش (Scan blindness) و دیگرام دایره امواج سطحی

روش تحلیل حوزه طیفی و طراحی آرایه فازی آنتن ریزنواری مستطیلی تا محدود و محدود

شیب‌ساز موجبری

تغیر دهنده‌های فاز

آرایه با چند پرتو، شبکه‌های شکل‌دهی پرتو (BFN)، مانریس پاتر، مانریس بلاس، لیز رانمن و شبکه‌های دیجیتالی شکل‌دهی پرتو

طراحی آرایه انعکاسی آنتن ریزنواری

مراجع:

1. R. C. Hansen, Phased Array Antennas, Wiley, 2001.
2. H. J. Wiser, Array and Phased Array Antenna Basics, Wiley, 2005.
3. R. Mailloux, Phased Array Antenna Handbook, 2nd ed, Artech House, 2005.
4. A. K. Bhattacharyya, Phased Array Antennas, Wiley, 2006.
5. D. M. Pozar and D. H. Schaubert, Microstrip Antennas, The Analysis and Design of Microstrip Antennas and Arrays, 1995.
6. J.R. James and P.S. Hall, Hand book of Microstrip Antennas, Peter Peregrinus, 1989.
7. R. B. Waterhouse, Microstrip Patch Antennas a Designer's Guide, Springer, 2010.
8. J. Huang and J. A. Encinar, Reflectarray Antennas, IEEE press, 2008.



روش‌های مجانبی در الکترومغناطیس Asymptotic Techniques in Electromagnetics

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش‌ساز: الکترومغناطیس پیشرفته

هم‌ساز: -

هدف: آشنایی با روش فاز مانا و مسیر بیشترین شیب برای تحلیل مسائل الکترومغناطیسی شامل انتگرال توابع نوسانی

شرح درس:

امواج در محیط‌های چند لایه

نمایش طیفی منابع

روش فاز مانا (Stationary Phase) و مسیر بیشترین شیب (Steepest Descent Path)

کنتاور دو قطبی بالای نیم فضا

روش WKB

تئوری نور فیزیکی و هندسی

حل دقیق و مجانبی پراکندگی از سازه

مراجع:

1. W. C. Chew, Waves and Fields in Inhomogeneous Media, Wiley-IEEE press, 1999.
2. D. A. McNamara, C. W. I. Pistotius, and J. A. G. Mallherbe, Introduction to the Uniform Geometrical Theory of Diffraction, Artech House, 1990.
3. P. Y. Ufimtsev, Fundamentals of the Physical Theory of Diffraction, 2nd ed., Wiley-IEEE press, 2014.



فرا مواد Metamaterials

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش نیاز: -

همینا از: ریز موج ۱

هدف: آشنایی با کاربرد فرا مواد در طراحی افزارها و سیستم‌های ریز موج

شرح درس:

مقدمه: تعریف فرا ماده، انواع مختلف فرا ماده، مدل‌های لرنتز و درود برای تحلیل فرا مواد
مفاهیم بنیادی فرا ماده: انتشار امواج، قانون علیت و شرط برقراری، پراکندگی امواج از یک اسلب، ضریب شکست منفی، جریان-
سازی ناز، لتهای مسطح یا استفاده از فرا مواد، ضریب شکست صفر
طراحی و تحلیل فرا مواد: تحقق یا گذردهی منفی، تحقق یا نفوذپذیری منفی، مدل مداری انواع مختلف فرا مواد
استخراج مشخصات الکترومغناطیس فرا مواد: روش عددی، روش اندازه‌گیری فضای آزاد، روش موجبری، روش اندازه‌گیری
استریپ لاین
کاربردها: تحقق موجبرها و نوسان کننده‌های کسر طول موج، کاربرد فرا ماده در آنتن‌ها، سنسورهای حساس میدان نزدیک،
نامرئی‌سازی
فرا مواد پیشرفته: فرا ماده نوری، تحقق فرا مواد در باند تراهرتز، فرا مواد فعال

مراجع:

1. N. Engheta and R. W. Ziolkowski, Electromagnetic Metamaterials: Physics and Engineering Explorations, Wiley, 2006.
2. T. Cui, D. Smith, and R. Liu, Metamaterials: Theory, Design, and Applications, 2nd ed., Springer, 2010.
3. Recent Papers in the Area.



آنتن‌های مدار چاپی Printed Circuit Antennas

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش‌نیاز: -

همین‌ااز: آنتن ۲

هدف: آشنایی، تحلیل و طراحی انواع آنتن‌های مدار چاپی

شرح درس:

مقدمه‌ای بر آنتن‌های مدار چاپی

تحلیل آنتن قطعه ریزنواوری مستطیلی تقذیه شده با کابل هم محور یا خط میکرواستریپ توسط روش مدل خط انتقال

تحلیل آنتن قطعه ریزنواوری مستطیلی و دایروی توسط روش مدل محفظه

بررسی تشعشع از مدل‌های مختلف

روش‌های مختلف تقذیه: کابل هم محور، پروپ 1، پروپ خازنی، خط ریزنواره، درون نهاد (Inset Fed)، تزویج نزدیک

(Proximity Coupled)، تزویج روزنه

روش‌های افزایش پهنای باند آنتن ریزنواوری

امواج سطحی (ایجاد شده در سطح دی الکتریک زمین شده) و اثرات آن در آنتن ریزنواوری

معرفی فرامواد - DGS-EBG - سطوح امپدانس بالا و کاربردهای آن (حذف امواج سطحی، افزایش بهره، ...)

آنتن‌های مدار چاپی مختلف: روزنه، مرجع هم صفحه، تکت قطبی

آنتن‌های مدار چاپی فراطین باند (UWB): اهمیت آنتن‌های UWB، اصول طراحی آنتن جهت پوشش UWB، تأخیر گروهی،

ضریب باز تولید (Fidelity Factor)

روش‌های ایجاد باند اضافی یا حذف باند

روش‌های ایجاد قطبی شدگی دو گانه و دایروی در آنتن‌های مدار چاپی

آنتن‌های مدار چاپی با قابلیت باز پیکربندی (فرکانس، باند قطبی شدگی، پرنو)

آرایه آنتن مدار چاپی

مراجع:

1. D. M. Pozar and D. H. Schaubert, Microstrip Antennas, the Analysis and Design of Microstrip Antennas and Arrays, 1995.
2. J. R. James and P. S. Hall, Handbook of Microstrip Antennas, Peter Peregrinus, 1989.
3. R. B. Waterhouse, Microstrip Patch Antennas a Designer's Guide, Springer, 2010.
4. G. Kumar and K. P. Ray, Broadband Microstrip Antennas, Artech House, 2003.
5. P. Bhartia, K.V.S. Rao and R. S. Tomar, Millimeter-Wave Microstrip and Printed Circuit Antennas, Artech House, 1991.



فوتونیک Photonics

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش نیاز: مکانیک کوانتومی

همینا: -

هدف: آشنایی با فناوری تولید و بهره‌برداری از نور شامل انتشار نور، انتقال، تقویت و آشکارسازی توسط اجزای نوری، لیزر و دیگر منابع نوری، فیبر نوری

شرح درس:

مقدمه

نظریه اشعه‌ای نور، موجی نور، الکترومغناطیسی نور و کوانتومی نور

پلازماسیون نور و پدیده‌های غیر خطی

محددهای نوری و آینه‌های سطح و کروی

التر مقابل تابش و سیستم‌های اتمی

نوسان لیزری، سیستم‌های لیزری خاص، و معادلات نرخ حامل و فوتون

روش‌های ایجاد پالس لیزر

اثرات الکترو اپتیک و ادوات الکترو اپتیکی

آکوستو اپتیکی

اپتیک غیر خطی و ادوات مربوطه

مختاریات فیبر نوری

منابع و تقویت کننده‌های نوری لیمه‌هادی

آشکارسازهای نوری

موجبرهای نوری

مدها و پاشش در فیبرهای نوری

مراجع:

1. C. C. Davis, Lasers and Electro- Optics: Fundamentals and Engineering, Cambridge University Press, 1996.
2. J. T. Verdeyen, Laser Electronics, 3rd ed., Prentice Hall, 1995.
3. Haus, Waves and Fields in Optoelectronics, Prentice Hall, 1983.
4. E. Hecht, Optics, 4th ed., Addison Wesley, 2001.
5. A. Yariv and P. Yeh, Photonics: Optical Electronics in Modern Communications, 6th ed., Oxford University Press, 2007.
6. B. E. A. Saleh and M. C. Teich, Fundamentals Of Photonics, 2nd ed., Wiley, 2007.
7. Keigo Lizuka, Elements of Photonics Vol. II, Wiley, 2002.
8. Jia- Ming Liu, Photonics, Cambridge University Press, 2005.



فیبر نوری Optical Fibers

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش نیاز: -

همینااز: میدان و امواج

هدف: ارائه مفاهیم پایه در خصوص ساختار انواع فیبرهای نوری، انتشار سیگنال‌های نوری از طریق موجبر فیبر نوری و آشنایی با کاربرد فیبر نوری در صنعت

شرح درس:

مقدمه: مروری بر امواج الکترومغناطیس

نور خنثی: استخراج نور خنثی از معادله موج، شرایط مرزی نور خنثی، اصل فرما Fermat، طبقه بیان‌ها مینتونی، قضیه لویوئه Liouville's، معادله پرتو Eikonal، معادله‌ی مسیر پرتو

موجبر لایه‌ای دی الکتریک: معادله مشخصه‌ی مدهای TE و TM، حل معادله مشخصه با روش ترسیمی، تحلیل موجبر لایه‌ای به کمک اپتیک هندسی

فیبر نوری با ضریب شکست پله‌ای و تدریجی

تلفات و روش‌های مختلف ساخت فیبر: تلفات ذاتی و غیر ذاتی فیبر، عوامل محدود کننده عرض باند فیبر نوری، تولید پیش‌سازه با تلفات کم با روش‌های (OVD, VAD, MCVD)، کشش پیش‌سازه، تولید فیبر با شیشه‌های ترکیبی با روش دو پوته Doublecrazeable

اندازه‌گیری مشخصات فیبر: نمایه ضریب شکست پیش‌سازه و فیبر، تلفات فیبر و پاشندگی، طول موج قطع مود دوم، تست کشش فیبر، کابل کردن فیبر

انواع فیبر (DSF, NZDSF, DFF, LEAF,) و کاربردهای مخابراتی، نظامی و پزشکی آن، حسگرهای فیبر نوری

مراجع:

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



سیستم‌های مخابرات نوری Optical Communication systems

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش‌نیاز: -

همنیاز: ریاضیات و آنتن

هدف: ارائه اصول پایه جهت آشنایی و استفاده از فناوری فیبر نوری در سیستم‌های مخابراتی مدرن و مباحث لینک‌ها و شبکه‌های نوری مرتبط

شرح درس:

یورسی سیستم‌های مخابراتی: انواع سیستم‌های مخابراتی، سیستم‌های مخابراتی نوری WDM/DWDM
فیبر نوری: بررسی موجی و هندسی فیبرهای نوری ضریب پله، یو تدریجی و تک مودی، روش‌های تهیه فیبر نوری و کابل کردن آنها

منابع نور: دیود نورگسیل (LED)، دیود لیزری (LD)، ساختارهای همگون نکی (Homo structure)، ساختار ناهمگون دوتایی (Hetro structure)، لیزر نوری تک مد DBR/DFB، لیزر نیمه‌هادی تک مد با طول موج قابل تنظیم
مدولاتورهای نوری: الکترونیکی، ماخ-زندر

تقویت کننده‌های نوری: نیمه‌هادی، رامان و فیبری تاخالی شده با عناصر نادر خاکی (Erbium)
تحریک و اتصال فیبره: تلفات و راندمان کپیلاز نور، منابع نیم رسانا به فیبرهای با ضریب شکست پله‌ای و تدریجی، انواع اتصالات دو فیبر، تلفات و راندمان کپیلاز فیبر به فیبر ناشی از اتصال ناهم‌رستا با تفاوت فیبرها
آشکارسازهای نوری: آشکارسازهای PIN، JPN و APD نوری، عرض باند و سرعت پاسخ دهی آشکارسازهای نوری، مشخصات گیرنده‌های آنالوگ و دیجیتال نوری، رابطه BER و S/N در گیرنده‌های نوری، حساسیت گیرنده
طراحی یک پیوندی نوری (Optical Link): طراحی پیونده نوری در حالت خطی تلفات، بردجه قدرت پیونده، طراحی پیونده نوری در حالت خطی پاشندگی، بردجه زمان صعود پیونده

آشنایی با سیستم‌های مخابرات نوری: مروری کوتاه بر سیستم‌های PDH، SDH، Sonet، WDM، DWDM، CWDM

مراجع:

1. G. Keiser, Optical Fiber Communications, 3rd ed., McGraw Hill, 2000.
2. M. Cvijetic and I.B. Djordjevic, Advanced Optical Communication Systems and Networks, Artech House, 2012.
3. J. M. Senior, Optical Fiber Communications, 2nd ed., Prentice Hall, 1992.
4. G. P. Agrawal, Fiber Optics Communication Systems, 2nd ed., Wiley, 2002.
5. I. Kaminow, T. Li, and A. E. Willner, Optical fiber telecommunications: component and subsystems, 5th ed., Academic Press, 2008.
6. G. P. Agrawal, Lightwave Technology: Components and devices, Wiley, 2004.



لیزر Laser

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش‌ساز: -

هم‌ساز: -

هدف: معرفی اصول اساسی ایجاد نور لیزر آشنایی انواع مختلف لیزرها و کاربردهای آن

شرح درس:

مفاهیم ابتدایی (فرآیند جذب و گسیل نور در محیط لیزر و مدهای نوری، خواص نور لیزر)، تأثیر متقابل نور و ماده، پمپ کردن نور، تشدید کننده‌های نوری، (Optical Resonators) نظریه کوآنتومی، سیستم اتمی، رفتار موج پیوسته گذرای لیزر انواع لیزرها، مشخصات نور لیزر، انتشار پالس‌های لیزری در محیط‌های مختلف (تقویت، تبدیل فرکانس و تراکم پالس) مدولاسیون الکترونیکی، الکترومدی و استوایتنکی کاربردهای لیزر

مراجع:

1. J. T. Verdeyen, Laser Electronics, 3rded, PrenticeHall, 1995.
2. A. Yariv and P. Yeh, Photonics: Optical Electronics in Modern Communications, 6th ed., Oxford University Press, 2006.
3. J. Wilson and J. F. B. Hawkes, Lasers: Principles and Application, Prentice Hall, 1987.
4. B. E. A. Saleh, M. C. Teich, Fundamentals of Photonics, 2nd ed., Wiley, 2007.
5. L. A. Coldren, S. W. Corzine, M. L. Mashanovitch, Diode Lasers and Photonic Integrated Circuits, 2nd ed., Wiley, 2012.



نور فوریه Fourier Optics

تعداد واحد ۳ (نظری)

پیش‌نیاز: -

همنیاز: -

هدف: آشنایی با سیستم‌های نوری برای پردازش سیگنال‌های زمانی و تصاویر. تحلیل فوریه در یک و دو بعد جهت درک رفتار سیستم‌های نوری

شرح درس:

تحلیل سیستم‌های خطی دو بعدی، تبدیل فوریه دو بعدی، پاسخ فرکانسی سیستم‌های دو بعدی، نمونه‌برداری دو بعدی، مروری بر تئوری اسکالر بخش نور، تقریب‌های فریل و فرائهافر در بخش نور، عدسی‌ها، استفاده از عدسی در گرفتن فوریه، استفاده از عدسی در تشکیل تصویر، تحلیل سیستم‌های تشکیل تصویر در میدان فرکانسی، سیستم تصویری منجم، سیستم تصویری نامنجم، اثر Aberration در پاسخ فرکانسی سیستم تصویری، اثر Speckle در سیستم‌های تصویری منجم، پردازش اطلاعات و فیلتر کردن، مروری بر خواص فیلم عکاسی، فیلتر متعلق، فیلتر Vander Lugt، شناسایی حروف، معرفی تصویربرداری با روش رادار روزه ساختگی (SAR)، بازسازی جبهه موج (هولوگرافی)، معرفی هولوگراف‌های اولیه، اثرات فیلم عکاسی در هولوگرافی، معرفی انواع هولوگرافی، موارد استفاده هولوگرافی، Interferometry

مراجع:

1. J. W. Goodman, Introduction to Fourier Optics, 3rd ed., Roberts and Company Publishers, 2004.
2. E. G. Steward, Fourier Optics, an Introduction, 2nd ed., Dover Publications, 2011.
3. F. T. S. Yu, Optical Information Processing, Krieger Pub Co, 1990.
4. G. Fowles, Introduction to Modern Optics, 2nd ed., Dover, 1989.
5. G. O. Reynolds, J. P. De Velis, G. B. Parrent, The New Physical Optics Notebook: Tutorials in Fourier Optics, American Inst. of Physics, 2000.



نور غیر خطی Nonlinear Optics

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: متالیک کوانتومی

همیناز: -

هدف: درک کلی از منشاء و اهمیت اثرات غیر خطی نوری، آشنایی با اصول نور غیر خطی جهت طراحی و شیشه‌سازی ادوات سیستم‌های ارتباطی غیر نوری

شرح درس:

تأثیر پذیری نوری غیر خطی، اثرهای الکترواپتیک و مغنتواپتیک
یکسوسازی نوری و مناسط‌سازی با میدان‌های نوری، مبدل‌های طول موج
تولید مجموع دو فرکانس، تولید هارمونیک‌ها، تولید تفاضل دو فرکانس، تقویت و نوسان‌ساز پارامتریک (OPO)
پراکندگی رامان، جذب دو فوتونی، اسپکروسکوپی نور غیر خطی، ترکیب چهار موجی و اسپکروسکوپی ترکیب چهار موجی، اسپکروسکوپی چند فوتونی
نور غیر خطی سطحی، نور غیر خطی در موجبرهای نوری، آتار نور غیر خطی در پلازما
بررسی آتار غیر خطی تولید و انتشار پالس‌های فوق یاریک (فمتو ثانیه‌ای)

مراجع:

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



ریز موج فوتونیک Microwave Photonics

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش نیاز: -

همپایه: ریز موج ۱

هدف: آشنایی با فن آوری ریز موج فوتونیک به عنوان ترکیب منجم از مهندسی ریز موج و فوتونیک

شرح درس:

اجزای اصلی: منابع نوری و لیزر، مدولاتورهای نوری، آشکارسازهای نوری

مشخصه اجزای ریز موج فوتونیک

تجزیه و تحلیل و طراحی لینک فیبر نوری

شیوه و اهمیت کلیدزنی نوری مدارات ریز موج

کنترل نوری نوسان سازهای ریز موج

نوسان سازهای الکترونیک نوری

گیرنده های ریز موج محدوده پویایی بسیار بالا بر اساس نور

روش جدیدی برای پیاده سازی خطی گیرنده ریز موج با محدوده پویایی فوق العاده بالا با استفاده از تکنیک های نوری

ادغام یکپارچه ریز موج و اپتیک بر روی یک لایه نیم رسانا: مدارات مجتمع ریز موج فوتونیک

مراجع:

1. S. Jezequel, Microwave Photonics – Devices and Applications, Wiley, 2009.
2. R. N. Simons, R. F. Leonard (Foreward), Optical Control of Microwave Devices, Artech House, 1990.
3. C.H. Lee, (editor), Microwave Photonics, 2nd ed., CRC Press, 2013.
4. A. Vilett, B. Cabon, J. Chazelas, Microwave Photonics: from components to applications and systems, Springer, 2013.



نور کوانتومی Quantum Optics

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش نیاز: -

همیناژ: مکانیک کوانتومی

هدف: توصیف علم نور و اثر متقابل آن با ماده با استفاده از مکانیک کوانتومی

شرح درس:

مروزی بر کوانتوم مکانیک: فضای هیلبرت، اپراتورها، حالت ها، تکامل زمان

اپتیک خطی کلاسیک: معادلات ماکسول، اتم لورنتس، تئوری کلاسیک جذب، قطش پیچیده و شاخص انکسار

اتم دو سطح و میدان الکتریکی کلاسیک، راه حل های Rabi، مقایسه به اتم لورنتس

اتم های چند سطح، تزیوج Raman در سیستم های ۳ سطح

فرمول بندی ماتریس چگالی، معادلات لوخ جمعیت، معادلات توری Bloch

چند سازی میدان دو Coulomb gauge: نوسانات خلاء، چگالی حالت های شعاعه، انسجام، فشرده، بسته های موج، Beam

splitter کوانتومی

تعامل اتم و میدان در تقریب دو قطبی: مدل Jaynes-Cummings حالت های Dressed، تئوری Weisskopf-Wigner

نظریه کوانتومی Photodetection

نظریه انبلاخ در مکانیک کوانتومی

مراجع:

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



مکانیک کوانتومی Quantum Mechanics

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش نیاز: -

همینا: -

هدف: آشنایی با مفاهیم اصلی مکانیک کوانتومی، تکنیک‌ها، و ارائه مثال‌های ساده

شرح درس:

مقدمه: لزوم به کارگیری مکانیک کوانتومی بجای فیزیک کلاسیک، مکانیک نیوتونی و الکترومغناطیس کلاسیکی، طول موج دویروی ذره، معادله شرودینگر، انرژی حالت‌های ویژه، نماد دیراک، تابش جسم سیاه، چینه‌های موجی ذرات، اندازه حرکت فرتون و پراکندگی کامپتون، ریاضیات مرتبط
اصول موضوعه‌های اساسی مکانیک کوانتومی
عملگرها و حالت‌های ویژه
نوسان گر هارمونیک
حرکت زاویه‌ای در مکانیک کوانتومی
سیستم‌های دو سطحی
ذرات در میدان‌های بتاسیم متقارن کروی و اتم هیدروژن
نظریه‌ی اختلال مستقل و وابسته به زمان
فربون‌ها و بوزون‌ها
کاربردهای مکانیک کوانتومی
برهمکنش تابش الکترومغناطیسی با سیستم‌های اتمی
جذب و پاشندگی تابش در سیستم‌های اتمی
نوسان لیزر
آمار کوانتومی
نظریه نواری الکترون‌ها در بلورها

مراجع:

1. A. F. J. Levi, Applied Quantum Mechanics, 2nd ed., Cambridge university Press, 2012.
2. J. J. Napolitano, J. J. Sakurai, Modern Quantum Mechanics, 2nd ed., Addison Wesley, 2010.
3. A. Yariv and P. Yeh, Photonics: Optical Electronics in Modern Communications, 6th ed., Oxford University Press, 2006.
4. R. Shankar, Principles of Quantum Mechanics, 2nd ed., Plenum Press, 2008.
5. C. Cohen-Tannoudji, B. Diu and F. Laloë, Quantum Mechanics, Vol. 1 & 2, Wiley, 1992.



فیبر نوری غیر خطی Nonlinear Fiber Optics

تعداد واحد: ۳ (تئوری)

پیشنیاز: -

همین‌ااز: نور غیر خطی

هدف: ارائه مبانی و اثرات غیر خطی در فیبرهای نوری

شرح درس:

مقدمه: مروری بر فیبر نوری

انتشار پالس در فیبر نوری: انتشار انواع پالس‌های نوری از قبیل گسوسی و سکانت هائیر پولیکه، اثر پاشندگی در پهن شدن پالس، اثر پاشندگی مرتبه‌ی سوم، مدیریت پاشندگی

مدولاسیون خود فازی: معادله غیر خطی شرودینگر، پهن شدن طیف بر اثر SPM، اثر GVD روی پالس، اثرات غیر خطی مرتبه‌ی بالاتر

سالیون‌های نوری: اصول و انتشار پالس‌های سالیون با مرتبه‌های مختلف، انواع سالیون، اثرات مرتبه بالاتر

اثرات قطعش: دو شکستی غیر خطی، سیر تغییر قطعش، ناپایداری مدولاسیونی، دو شکستی و سالیون

مدولاسیون فاز متقابل: ترویج غیر خطی ناشی از XPM، معادله‌ی NLSE ترویج شده، ناپایداری مدولاسیونی ناشی از XPM، سالیون‌های زوج، کاربردهای XPM

پراکندگی تحریک شده‌ی رامان: اصول و قدرت آستانه، SRS شبه پیوسته، تقویت کننده و لیزر فیبری رامان، SRS با پالس‌های نا، سالیون‌های رامان، لیزر سالیون رامان، اثر اختلاط چهار موج

پراکندگی تحریک شده‌ی بریلوین: اصول و قدرت آستانه، SBS شبه پیوسته، ناپایداری مدولاسیونی، لیزر پالسی و پیوسته فیبری بریلوین، کاربرد SBS

اثرات پارامتریک: اختلاط چهار موج، تئوری FWM، روش‌های تطبیق فاز، بهره و بازده تقویت کننده پارامتریک، کاربردهای FWM تولید هارمونیک دوم

مراجع:

1. G. P. Agrawal, Nonlinear Fiber Optics, 5th ed., Academic Press, 2012.
2. G. P. Agrawal, Application of Nonlinear Fiber Optics, Academic Press, 2001.
3. Y. R. Shen, The Principles of Nonlinear Optics, Wiley, 1984.
4. G. C. Baldwin, An Introduction to Nonlinear Optics, Springer, 2013.
5. A. Yariv, Quantum Electronics, 3rd ed., Wiley, 1989.



مدولاسیون نوری Optical Modulation

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: ۲ -

همین‌ساز: الکترونیک نوری

هدف: اصول انواع مدولاسیون‌های نوری شامل الکترواپتیکی، الکترومغناطیسی، اکوستواپتیکی و مگنترواپتیکی

شرح درس:

انتشار امواج الکترومغناطیسی در بلورهای birefringent، وسایل birefringent

تداخل امواج الکترومغناطیسی و هولوگرافی

اثر الکترواپتیکی، مدولاسیون الکترواپتیکی: مدولاسیون دامنه، مدولاسیون قطبش، مدولاسیون فاز، دیگر مدولاسیون‌های نوری

الرات الکترومغناطیسی، مدولاتورهای مبتنی بر اثرات الکترومغناطیسی، اثر کوآشومی اشتارک (QCSE)، اثر Franz-Keldish

تحلیل تفرق شبکه، اثر فوتونیکی، مدولاسیون فوتونیکی، اثر استوایتیکی، مدولاسیون استوایتیکی، مدولاسیون مگنتوایتیکی

مراجع:

1. A. Yariv and P. Yeh, Optical Waves in Crystals, Wiley, 2002.
2. A. Yariv, Introduction to Optical Electronics, 4th ed., Oxford University Press, 1990.
3. M. Cvijetic and L. B. Djordjevic, Advanced Optical Communication Systems and Networks, Artech House, 2013.
4. A. Yariv and P. Yeh, Photonics: Optical Electronics in Modern Communications, 6th ed., Oxford University Press, 2006.
5. R. W. Boyd, Nonlinear Optics, 3rd ed., Academic Press, 2008.



پردازشگرهای نوری Optical Processors

تعداد واحد: ۲ (نظری)

پیشنیاز: پردازش نوری اطلاعات

همنیاز: -

هدف: آشنایی با اجزاء و ساختارهای پردازش نوری آنالوگ و دیجیتال

شرح درس:

محاسبات اصلی رایانه‌های نوری: جمع، تفریق و ضرب

اجزای رایانه‌های نوری: حافظه‌های نوری، آرایه‌های منطقی، وسایل ورودی و خروجی اطلاعات، اتصالات

پردازشگرهای آنالوگ: پردازشگرهای تبدیل فوریه، همبسته‌گیرها، فیلترهای فضایی، پردازشگرهای تصویری، پردازشگرهای غیر

خطی

پردازشگرهای دیجیتال: سیستم‌های اعداد، روش‌های محاسبات عددی، ساختمان‌ها و فناوری رایانه‌های نوری

پردازشگرهای دورگه

رایانه‌های عصبی نوری

مراجع:

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



مخابرات کوانتومی Quantum Communication

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش نیاز: -

همینااز: مکانیک کوانتومی

هدف: آشنایی با اجزاء سیستم های مخابرات کوانتومی

شرح درس:

مفاهیم و نتایج بنیادی نظریه ی اطلاعات کوانتومی

قضیه ی ممنوعیت کپی سازی کوانتومی

رمزنگاری کوانتومی

پروتکل های اساسی نظریه ی اطلاعات کوانتومی

رمزنگاری کوانتومی

کانال های کوانتومی

مخابرات کوانتومی در مسافت های طولانی

مراجع:

1. M. A. Nielsen and I. L. Chuang, Quantum Computation and Quantum Information, Cambridge University Press, 2011.
2. G. Albert, et al., Quantum Information: an Introduction to Basic Theoretical Concepts and Experiments, Springer, 2001.
3. D. Bouwmeester, A Ekert and A. Zeilinger, The Physics of Quantum Information: Quantum Cryptography, Quantum Teleportation, Quantum Computation, Springer, 2000.
4. A. Peres, Quantum Theory: Concepts and Methods, Kulwer Academics, 2002.
5. M. Brooks, Quantum Computing and Communications, Springer, 1999.
6. S. Itre and F. Balazs, Quantum Computing and Communications: An Engineering Approach, Wiley, 2005.



نانو فوتونیک Nanophotonics

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش‌ساز: مکتبک کوانتومی

همپساز: -

هدف: بررسی ساختارهای نانوفوتونیک با تمرکز بر نانو ساختارهای پلاسمونیک، فرامواد و بلورهای فوتونی
شرح درس:

مقدمه: اندرکنش امواج الکترومغناطیسی با نانو ذرات، اپتیک نیمه‌معدی نانو ساختار

انتشار در موجبرهای با ابعاد چتر از طول موج (نانو موجبرها)

اندرکنش نور با نانو ذرات فلزی و نیمه‌هادی صفر، یک و دو بعدی

پلاسمونیک (اپتیک فلزات)، نانو پلاسمونیک، پاشندگی پلاسمون‌های سطحی، پاشندگی پلاسمون- پلاریتون، پاشندگی فونون- پلاریتون، کاربرد پلاسمونیک در ادوات الکترونیک نوری، پلاسمونیک در نانوفوتونیک

بلورهای فوتونی، نور کند، انتشار امواج الکترومغناطیسی در محیط‌های متناوب یک، دو و سه بعدی، کواکدها و موجبرهای مبتنی بر بلورهای فوتونی، فیبرهای مبتنی بر بلورهای فوتونی

فرامواد، مزایای شکست منفی، سوپر لنز، پلاسمون‌های فرکانس پایین، Transformation Optics

روش‌های عددی در نانو فوتونیک

مراجع:

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



نور آماری Statistical Optics

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: -

همیناژ: -

هدف: آشنایی با ماهیت آماری میدان نوری از طریق مفاهیم انسجام مکانی و زمانی، استفاده از فرآیندهای تصادفی جهت نمایش میدان نوری و بکار بردن نظریه انسجام مرتبه دوم از میدان نوری

شرح درس:

مروندی بر سیگنال‌های تصادفی یک و دو بعدی: ایستادن بودن، ارگادیک بودن، همبستگی، طیف توان، سیگنال تصادفی مختلط
پخش نور، قطبیت، ناقطبیت و قطبیت جزئی، روشی گرمایی، ماتریس انسجام (Coherency)، مرتبه قطبیت، نور لیزر
نظریه انسجام مرتبه دوم: انسجام فضایی، انسجام زمانی، انتشار انسجام متقابل، تئوری Van Cittert-Zernike
کاربردهای نظریه انسجام مرتبه دوم: Stellar interferometry، laser speckle، انتشار انسجام جزئی در سیستم‌های تصویربرداری، انتشار در رسانه تصادفی غیر یکساخت
بررسی آماری فرآیند آشکارسازی

مراجع:

1. J. W. Goodman, Statistical Optics, Wiley, 2000.
2. L. Mandel and E. Wolf, Optical Coherence and Quantum Optics, Cambridge University Press, 2008.
3. E. Wolf, Introduction to the Theory of Coherence and Polarization of Light, Cambridge University Press, 2007.



فرآیندهای تصادفی Stochastic Processes

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشبار: -

همیار: -

هدف: فراگیری مفهوم، توصیف، گونه‌ها و پردازش سیگنال‌های تصادفی

شرح درس:

تئوری احتمال: اصول موضوعه، فضای احتمال، منبرهای تصادفی یگانه، دو گانه و چند گانه، توابع توزیع، جرم و چگالی احتمال مشترک، نمونه‌هایی از توابع جرم/چگالی احتمال متغیرهای گسسته/پیوسته و ذکر مواردی از کاربردها

مبانی فرآیندهای تصادفی: تعریف، توصیف و مشخص‌سازی، معرفی فرآیندهای تصادفی شاخص شامل فرآیندهای مجموع، دو جمله‌ای، پواسن، مارکوف، گام زدن تصادفی، گوسی، تحرک براونی

ایستایی و ارگادیسیتی: تعریف و انواع

مشتق و انتگرال: پیوستگی، مشتق پذیری، انتگرال پذیری

لهاش: بسط سری فوریه، بسط کارهونن-لانیو

تحلیل و پردازش فرآیندهای تصادفی: توابع میانگین، همبستگی و طیف توان، پلند فرکانسی، فرآیندهای سفید، فیلتر نمودن، فیلتر وینر، فیلتر کالمن

فرآیندهای مارکوف: تعریف، فرم‌های زمان گسسته و زمان پیوسته، زنجیره‌های مارکوف

مقدمه‌ای بر تئوری صف

مراجع:

1. A. Papoulis and S. U. Pillai: Probability, Random Variables and Stochastic Processes, 4th ed., McGraw- Hill, 2002.
2. A. Leon- Garcia: Probability, Statistics, and Random Processes for Electrical Engineering, 3rd ed., Prentice Hall, 2008.
3. S. M. Ross: Stochastic Processes, 2nd ed., Wiley, 1996.
4. S. M. Ross: Introduction to Probability Models, 10th ed., Academic Press, 2009.
5. P. G. Hoel, S. C. Port and C. J. Stone: Introduction to Stochastic Processes, Waveland, 1986.



تئوری پیشرفته مخابرات Advanced Communication Theory

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: -

همنیاز: فرآیندهای تصادفی

هدف: فراگیری اصول پایه تحلیل و طراحی سیستم‌های مخابرات دیجیتال

شرح درس:

مقدمه: روند تاریخی شکل‌گیری و توسعه سیستم‌های مخابرات دیجیتال و ساختار کلی آن‌ها

مرور تحلیلی سیگنال‌های تصادفی: بردارهای تصادفی حقیقی و مختلط، بردارهای گوسی، قطری‌سازی ماتریس کواریانس یک بردار تصادفی (بسط کارهرمن-لائیو)، نمایش‌های سیگنال‌های تصادفی با استفاده از پایه و باند میانی، نمایش فضای برداری سیگنال‌های تصادفی

مدولاسیون‌ها و سیگنال‌های مدوله شده دیجیتال: مدولاسیون‌های بدون حافظه (FSK, QAM, PSK, PAM)، مدولاسیون‌های حافظه‌دار (DPSK, CPM, CPFSK)، طیف توان سیگنال‌های مدوله شده

قواعد، ساختارها و عملکرد گیرنده بهینه در کانال AWGN: معیارهای بهنجاری، حالت کانال برداری، حالت کانال شکل موج، کران اجتماع احتمال خطا، احتمال خطا در شکل‌های ASK, PSK, QAM, FSK, DPSK

آشکارسازی بهینه در کانال AWGN در حضور عدم قطعیت: آشکارسازی نااهساز، عملکرد آشکارساز پوش، آشکارسازی در مدولاسیون‌های حافظه‌دار (مرور)

کانال‌های محوشدگی: توصیف و مدل‌سازی آماری کانال‌های محوشدگی چند مسیری، ارتباط مدل کانال با سیگنال مدوله شده، شامیت چند کانگی کانال‌های محوشدگی، آشکارساز Rake، مدولاسیون چند حاملی

مراجع:

1. J. G. Proakis and M. Salehi: Digital Communications, 5th ed., McGraw-Hill, 2008.
2. R. G. Gallager: Principles of Digital Communication, Cambridge University Press, 2008.
3. S. Benedetto, E. Biglieri and V. Castellani: Digital Transmission Theory, Prentice-Hall, 1987.
4. J. M. Wozencraft, I. M. Jacobs: Principles of Communication Engineering, Waveland, 1990.



پردازش سیگنال دیجیتال پیشرفته Advanced Digital Signal Processing

تعداد واحد: ۲ (نظری)

پیش‌نیاز: -

هم‌نیاز: پردازش سیگنال دیجیتال

هدف: کسب دانش و تجربه در کاربرد پردازش پیشرفته سیگنال‌های دیجیتال در یک یا چند زمینه

شرح درس:

تبدیل فوریه سریع و الگوریتم‌های یادسازی

پردازش سیگنال چند نرخی

تبدیل فوریه زمان کوتاه

انتخاب یکی از موارد زیر (یا موارد مشابه) حسب صلاح‌دید کمیته تحصیلات تکمیلی گروه/دانشکده یا عمق کالی (نظری و کاربردی):

پردازش زمان-فرکانس

پردازش سیگنال‌های داداری

پردازش سیگنال‌های زیستی

پردازش سیگنال‌های آرایه‌ای

پردازش سیگنال‌های نرزدنگاری

نمونه برداری پیشرفته

مراجع:

1. A. V. Oppenheim, and R. W. Schaffer, Discrete-Time Signal Processing, 3rd ed., Prentice Hall, 2009.
2. J. S. Lim, and A. V. Oppenheim, Advanced Topics in Signal Processing, Prentice Hall, 1988.
3. P. P. Vaidyanathan, Multirate Systems and Filter Banks, Prentice Hall, 1992.



سیستم‌های مخابرات بی‌سیم Wireless Communication Systems

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش‌نیاز: -

همین‌ااز: مخابرات دیجیتال

هدف: توصیف و تحلیل اجزاء اصلی در سیستم‌های مخابرات بی‌سیم

شرح درس:

مقدمه: اصول مخابرات دیجیتال، مدولاسیون دامنه پالس، پدیده تداخل بین سمبلی، ضرورت متعادل‌سازی کانال بی‌سیم: مدل‌های فیزیکی، محور شدگی چندمسیرگی، پدیده سایه، گسترش داپلر و تأخیر، مدل فضای حالت، تخمین کانال، مقایله با پدیده محوشدگی: متعادل‌سازی، مدولاسیون چند حاملی، گیرنده چندگانه‌گی
موتی پلکس تسهیم فرکانس متعامد (OFDM): مبانی نظری، ساختارهای متداول، تداخل‌های بین حاملی و بین سمبلی، متعادل‌سازی، تخصیص توان، دسترسی چندگانه
دسترسی چندگانه تسهیم کد (CDMA): کدهای متعامد و شبه متعامد، مدولاسیون، دمودولاسیون، رویکردهای حذف تداخل
سیستم‌های مخابرات چنددورودی-چندخروجی (MIMO): فلسفه، مدولاسیون، آشکارسازی، عملکرد
بررسی چند مورد عملی و استانداردهای مربوطه

مراجع:

1. J. Proakis and M. Salehi, Digital Communications, 5thed, Prentice- Hall, 2007.
2. M. K. Simon and M. S. Alouini, Digital Communication over Fading Channels, 2nd ed., Wiley, 2004.
3. A. Goldsmith, Wireless Communications, Cambridge University Press, 2005.



شبکه‌های مخابراتی Communication Networks

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش‌نیاز: -

همنیاز: مخابرات دیجیتال

هدف: درک عمیق مفاهیم، معماری‌ها و پروتکل‌های شبکه‌های مخابراتی

شرح درس:

مقدمه: معماری شبکه مخابراتی، سولجینگ مدار بسته‌ای، معماری نرم‌افزار شبکه و مدل OSI، نگرشی تاریخی
پروتکل‌های IP: مسیریابی در اینترنت، مسیریابی کوتاه‌ترین راه، پروتکل‌های IGP، EGP، پروتکل‌های چند پخش، سیار و
تونل‌زنی

پروتکل‌های TCP و UDP: کنترل خطا و ازدحام در TCP

کاربردهای زمان حقیقی و داده‌ای: صدا و ویدیو، الزامات QoS، پروتکل RTP، پروتکل SIP، شبکه‌سازی نسل آنی (NGN)

پیش‌رانی بسته: نسبت مسیریابی با سولجینگ، روش‌های پیش‌رانی، پیش‌رانی مدار مجازی، ATM

تمهید QoS و زمان‌بندی بسته: الگوریتم‌های صف‌بندی عادلانه

شیه‌سازی Overlay: الگوریتم‌های مسیریابی

مراجع:

1. A. Leon- Garcia, and I. Widjaja, Communication Networks: Fundamentals, Concepts and Key Architectures, 2nded., McGraw-Hill, 2003.
2. Kumar, D. Manjunath, and J. Kuri, Wireless Networking, Morgan Kaufmann Publishers, 2008.
3. C.M. Cordeiro and D.P. Agrawal, Ad Hoc and Sensor Networks: Theory and Applications, 2nded., World Scientific, 2011.
4. A. Goldsmith, Wireless Communications, Cambridge University Press, 2005.
5. W. Stallings, Wireless Communications and Networks, 2nd ed., Pearson Education, Inc., 2005.
6. X.Y. Li, Wireless Ad Hoc and Sensor Networks, Cambridge University Press, 2008.



کد گذاری کانال Channel Coding

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش نیاز: -

همنیاز: -

هدف: آشنایی با مبانی و روش های کد گذاری کانال

شرح درس:

مقدمه

مروزی یو جبر

کدهای قالی خطی: برخی انواع شاخص

کدهای گردشی

کدهای BCH دوتایی

کدهای BCH غیر چندتایی

کدهای Reed-Solomon

کدهای کانولوشن

کدگذاری کانولوشن (الگوریتم وینتری)

کدهای LDPC

TCM

مراجع:

1. S. Lin and D. J. Costello: Error Control Coding, 2nd ed., Prentice-Hall, 2004.
2. S. B. Wicker, Error Control Systems for Digital Communication and Storage, Prentice Hall, 1994.
3. T. Richardson and R. Urbanke, Modern Coding Theory, Cambridge University Press, 2008.



کدگذاری کانال پیشرفته Advanced Channel Coding

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشیار: کدگذاری کانال

همنیار: -

هدف: معرفی روش‌های پیشرفته و جدید کدگذاری و کدبرداری کانال

شرح درس:

سیستم‌های مودولاسیون کد شده: TCM، انگریزک، TCM مبتنی بر میدان گالوا، RI-TCM، کدهای BCM

کدهای توربو: سری، موازی، کدبرداری، Turbo-TCM، توربو غیر دوتایی

کدهای LDPC: گالاگر، مک کی، منظم و نامنظم، غیر باینری، کدبرداری

کدهای مبتنی بر نظریه گراف، کدبرداری

کدهای فضا-زمان: فالیس، دارستی، لایه‌ای، کدبرداری

کدگذاری شبکه

مراجع:

1. C. B. Schlegel and L. C. Perez, Trellis and Turbo Coding, Wiley- IEEE Press, 2003.
2. T. Richardson, and R. Urbanke, Modern Coding Theory, Cambridge University Press, 2008.
3. H. Jafarkhani, Space- Time Coding: Theory and Practice, Cambridge University Press, 2005.
4. S. Noor and I. Ullah, LDPC Codes Construction and Performance Evaluation, LAP LAMBERT Academic Pub., 2011.



تئوری اطلاعات Information Theory

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش‌نیاز: -

همنیاز: -

هدف: بیان و اثبات محدودیت‌های بنیادین در زمینه کدگذاری منبع و کدگذاری کانال در قالب دو قضیه اصلی شانون در مورد حداقل نرخ فشرده‌سازی یک منبع و حداکثر نرخ ارسال از طریق یک کانال.

شرح درس:

کمیت‌های اصلی: آنتروپی، اطلاعات متقابل، ...

قضیه AEP

فشرده‌سازی اطلاعات، الگوریتم هافمن و قضیه اول شانون

مفهوم ظرفیت کانال و قضیه دوم شانون

کانال‌های گوسی

نظریه امواج نرخ

مقدمه‌ای بر تئوری اطلاعات شبکه

مراجع:

1. T. M. Cover and J.A. Thomas, Elements of Information Theory, 2nd ed., Wiley, 2006.
2. R. G. Gallager, Information Theory and Reliable Communication, Wiley, 1968.
3. R. W. Yeung, A First Course in Information Theory, Springer, 2006.



تئوری اطلاعات پیشرفته Advanced Information Theory

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: -

همینباز: تئوری اطلاعات

هدف: بررسی مباحث پیشرفته تئوری اطلاعات، به ویژه در شبکه‌های شامل چند گیرنده/چند فرستنده.

شرح درس:

بررسی انواع کانال‌ها: دله، دو راهه، تداخل، بخش، دسترسی چندگانه

فشرده‌سازی توزیع شده و قنیه Slepian-Wolf

تومیف چندگانه

کدگذاری شبکه

کدگذاری توأم منبع-کانال

مراجع:

1. T. M. Cover, J.A. Thomas, Elements of Information Theory, 2nd ed., Wiley, 2006.
2. A. El Gamal and Y. H. Kim Network Information Theory, Cambridge University Press, 2012.
3. T. Ho and D. Lun, Network Coding: An Introduction, Cambridge University Press, 2008.



پردازش گفتار Speech Processing

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: -

همپایار: -

هدف: آشنایی با دانش پردازش سیگنال گفتار شامل ویژگی‌ها، نحوه تولید، روش‌ها و الگوریتم‌های پردازش، مدل‌سازی، کد کردن، تحلیل کیفیت، بازشناسی محتوای فونتیکی، تشخیص گوینده، بازشناسی به کمک تطبیق زمانی پارامتریک و بازشناسی با استفاده از مدل مخفی مارکوف

شرح درس:

مبانی پردازش سیگنال گفتار

نحوه تولید سیگنال گفتار

روش‌های تولید سیگنال گفتار

مدل‌سازی سیگنال گفتار

کد کردن گفتار بر اساس پیشگویی خطی

مدل‌سازی سیگنال گفتار در حوزه کپسترال

کد کردن و فشرده‌سازی سیگنال گفتار

ارزیابی کیفیت سیگنال گفتار

بازشناسی محتوای فونتیکی و تشخیص گوینده

تطبیق زمانی پارامتریک به کمک DTW

مدل مخفی مارکوف یا HMM

مراجع:

1. J. R. Deller, J. H. L. Hansen, and J. G. Proakis, Discrete-Time Processing of Speech Signals, Wiley- IEEE Press, 1999.
2. T. Quatieri, Discrete Time Speech Signal Proc.- Principles and Practice, Prentice Hall, 2001.
3. D. O'Shaughnessy, Speech Communication, Human and Machine, 2nd ed., Wiley- IEEE Press, 1999.
4. L. R. Rabiner, R. W. Schafer, Digital Processing of Speech Signals, Prentice Hall, 1978.
5. J. N. Holmes, W. Holmes, Speech Synthesis and recognition, CRC Press, 2002.



پردازش تصویر Image Processing

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش نیاز: -

هم نیاز: -

هدف: آشنایی با مبانی و روش های پردازش تصویر

شرح درس:

مقدمه: تعریف تصویر، ساختمان چشم، تشکیل تصویر در انواع سنسورها و قوانین تشکیل تصویر

تبدیل تصویر به تصویر دیگر (باینری، Halftone)

ارتقاء (Enhancement) تصویر در حوزه های مکان: فیلترهای خطی، غیر خطی، جهت دار

ارتقاء تصویر در حوزه های فرکانس: فیلترهای حوزه فرکانس همه جهته و جهت دار (کاپور و Quincunx)

بازایی (Restoration) تصویر: فیلترهای CLS, Wiener

تصاویر رنگی: دستگاه های رنگ و تبدیل های آنها، تبدیل تصاویر خاکستری به رنگی، پردازش تصاویر رنگی، جداسازی رنگ

بخش بندی و جداسازی تصاویر: آشکارسازهای لبه، کنتورهای فعال (Snake و Levelset)، رشد ناحیه، جداسازی و ترکیب ناحیه،

تبدیل های رادون، هاف و آبریز (Water Shed)

استفاده از تبدیل های Walsh Hadamard و PCA در شناسایی و جداسازی

کاربرد مورفولوژی در پردازش تصاویر

مشراکمه سازی تصویر

مراجع:

1. M. Sonka, V. Hlavac and R. Boyle, Image Processing Analysis and Machine Vision, 4th ed., Cengage Learning, 2014.
2. R. C. Gonzalez and R. E. Woods, Digital Image Processing, 3rd ed., Prentice- Hall, 2007.
3. A. K. Jain, Fundamentals of Digital Image Processing, Prentice- Hall, 1988.
4. W. K. Pratt, Digital Image Processing, 4th ed., Wiley, 2007.



تئوری آشکارسازی Detection Theory

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش‌نیاز: -

هم‌نیاز: -

هدف: آشنایی با نظریه و آشکارسازی و جایگاه آن در پردازش آماری سیگنال

شرح درس:

مقدمه: مروری بر مبانی و کاربردهای نظریه آشکارسازی

آزمون - فرضیه‌های ساده: معیار بیزی، نیم-پیرسون، حداکثر درست‌نمایی، حداکثر احتمال پسین و Minimax، کارایی آشکارسازها

آشکارسازی سیگنال‌های یقینی: فیلتر منطبق، فیلتر منطبق تعمیم یافته، حالت Mنایی، سیگنال با پارامتر مجهول

آشکارسازی سیگنال‌های تصادفی: همبستگی باب، سیگنال‌های با پارامتر مجهول

آزمون فرضیه‌های مرکب: دیدگاه بیزی، GLR، UMP، ALR

ساختار آشکارسازها در نویز گوسی با پارامترهای نامعلوم و نویزهای غیر گوسی

مراجع:

1. S. Kay, Fundamentals of Statistical Signal Processing, Volume II: Detection Theory, Prentice-Hall, 1998.
2. B. C. Levy, Principles of Signal Detection and Parameter Estimation, Springer, 2008.
3. H. V. Poor, An Introduction to Signal Detection and Estimation, 2nd ed., Springer, 1998.
4. M. Barkat, Signal Detection and Estimation, Artech-House, 2nd ed., 2005.
5. H. L. Van Trees, K. L. Bell with Z. Tian: Detection, Estimation, and Modulation Theory, Part I- Detection, Estimation, and Filtering Theory, 2nd ed., Wiley, 2013.



فیلترهای وقتی Adaptive Filters

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش‌باز: -

هم‌باز: -

هدف: فراگیری مفهوم، مبانی، روش‌ها و کاربردهای فیلترهای وقتی

شرح درس:

مقدمه: معرفی مفهوم، رویکردها و مثال‌هایی از سیستم‌های وقتی‌پذیر

فیلترهای وینر: معیار میانگین مجذور خطا، اصل تعامد، تابع عملکرد

روش‌های جستجو: سطح عملکرد، روش بیشترین شیب (منحنی یادگیری، اثر پراکندگی مقادیر ویژه)، روش نیوتن

روش LMS: رفتار میانگین مربع خطا، میانگین مربع خطای اضافی، پایداری، اثر انتخاب مقادیر اولیه، LMS سازده سازی شده،

LMS تراز شده، LMS با گام‌های متغیر، LMS با قید خطی

فیلترهای وقتی در میدان تبدیل یافته: جزء بندی پاند فرکانسی، معامده سازی توسط تبدیل، انتخاب تبدیل، LMS با روش‌های

مختلف تبدیل

فیلترهای وقتی با ورودی قالبی: مقدمات ریاضی، الگوریتم LMS قالبی، ساختار و خواص الگوریتم LMS با قالب ثابت

فیلترهای وقتی زیر بانندی: ساختار، انتخاب فیلترهای تجزیه و ترکیب

روش کمترین مربع‌ها: اصل تعامد، عملکرد تصویر، ساختار و رفتار فرم‌های مستقیم و ورودی، روش‌های دوری سریع

کاربردها: همسان‌سازی وقتی، حذف کننده پژواک، ...

مراجع:

1. B. Farhang-Boroujeny: Adaptive Filters: Theory and Applications, 2nd ed., Wiley, 2013.
2. S. O. Haykin, Adaptive Filter Theory, 5th ed., Prentice-Hall, 2013.
3. A. H. Sayed, Adaptive Filters, Wiley- IEEE Press, 2008.



مخابرات طیف گسترده Spread- Spectrum Communications

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش نیاز: -

هم نیاز: -

هدف: آشنایی با اصول، امتیازات و کاربردهای مخابرات طیف گسترده

شرح درس:

مقدمه؛ مرور کلی کاربردها در مقابله با اختلال، کاهش احتمال رهگیری و دسترسی چند گانه به کانال

بررسی روش های گسترش طیف: چند حاملی، پرس زمنی، پرس فرکانسی، دنباله مستقیم، سیستم های ترکیبی

روش های تولید دنباله های تصادفی: آشنایی مقدماتی با میدان های گالوا و LFSR، دنباله های ماکزیمال، کدهای گلد

سترون سازی در سیستم های طیف گسترده: بررسی اجمالی تکنیک های ایجاد همزمانی دستیابی (Acquisition) و دنبال سازی

(Tracking) همزمانی

عملکرد در حضور اختلال: روش های مختل سازی، عملکرد در محیط اختلال

عملکرد در محیط دسترسی چند گانه

استانداردهای موجود مخابراتی در زمینه طیف گسترده

مراجع:

1. R. E. Ziener, R. L. Peterson and E. Borth, Introduction to Spread Spectrum Communications, Prentice- Hall, 1995.
2. D. Torieri, Principles of Spread- Spectrum Communication Systems, 2nd ed., Springer, 2011.
3. R. C. Dixon, Spread Spectrum Systems with Commercial Applications, 3rd ed., Wiley, 1994.



تئوری تخمین Estimation Theory

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش نیاز: -

همنیاز: -

هدف: فراگیری مبانی، روش‌ها و کاربردهای تخمین

شرح درس:

مقدمه: تعریف، کاربردهای نمونه، معیارهای ارزیابی

تخمین حداقل مربعات: پردازش دلفی (حافظه‌های ثابت و گسترش پذیر، تغییر مقیاس داده، حالت مقید، کاربرد تجزیه مقادیر منفرد)، پردازش دوری (فرم کواریانس، فرم اطلاعات، داده‌های برداری)

تخمین لا اویس بیته: فرم‌های دلفی و دوری، برخی خواص

تخمین حداکثر درست‌نمایی: نسبت درست‌نمایی، خواص تخمین، تابع درست‌نمایی لگاریتمی

تخمین حداقل میانگین مربعات: بیان مسأله و فرم تخمین‌زن، خواص در حالت مشاهده گوسی، مدل خطی، فیلتر وینر، کران کرامر-رائو

تخمین حداکثر احتمال پسین: تعریف، فرم، خواص

فیلتر کالمن: مدل فضایی حالت، پیشگویی، فیلتر کردن، هموارسازی، حالت دائم

مراجع:

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



مخابرات سلولی Cellular Communications

تعداد واحد: ۲ (نظری)

پیش نیاز: -

هم نیاز: -

هدف: آشنایی با جنبه‌های مختلف سیستم‌های مخابرات سلولی

شرح درس:

مدل کانال و انتشار در سیستم‌های بی‌سیم
اثرات مخوشدگی آماری (مقیاس‌های بزرگ و کوچک)
سیستم‌های دسترسی چندگانه
مبانی سیستم‌های سلولی و مهندسی ترافیک در این شبکه‌ها
مبانی مدولاسیون OFDM
روش‌های دستیابی به Diversity
آنالیز ظرفیت در شبکه‌های بی‌سیم
مبانی سیستم‌های چند ورودی چند خروجی (MIMO)

مراجع:

1. T. Rappaport, Wireless Communications, Principles and Practice, 2nd ed, Prentice Hall, 2002.
2. A. Tse and D. Vassanath, Fundamentals of Wireless Communication, Cambridge University Press, 2005.
3. A. Goldsmith, Wireless Communications, Cambridge University Press, 2005.



اصول و سیستم‌های راداری Radar Principles and Systems

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش‌نیاز: -

همنیاز: -

هدف: آشنایی با اصول و عملکرد سیستم‌ها و پردازش سیگنال‌های راداری

شرح درس:

مقدمه

معادله رادار

رادار موج پیوسته

رادار MTI

رادار ردگیر

آشنابازی سیگنال‌های راداری

پردازش سیگنال‌های راداری

رادارهای تصویر برداری

جنگ الکترونیک در رادار

مراجع:

1. M. Skolnik, Introduction to Radar Systems, 3rd ed., McGraw- Hill, 2002.
2. M. A. Richards, Fundamentals of Radar Signal Processing, 2nd ed., McGraw- Hill, 2014.
3. M. Skolnik, Radar Handbook, 3rd ed., McGraw- Hill, 2008.
4. M. A. Richards, Principles of Modern Radar, SciTech Pub., 2010.



مخابرات ماهواره‌ای Satellite Communications

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش‌نیاز: -

همنیاز: مخابرات دیجیتال

هدف: ایجاد توانایی تحلیل و طراحی ارتباط رادیویی ماهواره‌ای بمنظور تأمین نسبت سیگنال به نویز و نرخ خطای بیت درایستگاه مقصد و شبکه مخابراتی پخش رادیو-تلویزیونی به کمک ماهواره

شرح درس:

آشنایی با سیستم مخابرات ماهواره‌ای، بخش فضایی، بخش زمینی و ارتباط رادیویی مدارهای گردش ماهواره پدور زمین

قوانین کپلر، محاسبه مدار ماهواره با قانون جاذبه نیوتن، مختصات نجومی ماهواره، مدارهای مهم گردش ماهواره پدور زمین، مدارهای کم ارتفاع، مدار زمین آهنگ، مدارهای یضوی مولیا و توندرا

نحوه محاسبه فاصله، زاویه سمت و زاویه فراز ماهواره نسبت به ایستگاه زمینی

سیگنال‌های باند پایه در مخابرات ماهواره‌ای

مشخصات سیگنال تلفنی، سیگنال تلویزیون، سیگنال‌های صوتی، داده‌های دیجیتال و موتی مدیا

تکنیک‌های انتقال در مخابرات ماهواره‌ای

انتقال آنالوگ، سیگنال تلفن و تلویزیون: SCPC/FM, FDM/FM

انتقال دیجیتال سیگنال تلفن و تلویزیون: SCPC/PSK, TDM/PSK

روش‌های رمزنگاری، گذرگاری کانال، درهم سازی و مدولاسیون در مخابرات ماهواره‌ای

مقایسه سیستم‌های انتقال آنالوگ و دیجیتال

انتشار امواج رادیویی در مخابرات ماهواره‌ای

تلفات آتسفری، الوات یونسفری، تضعیف بارندگی، تأخیر انتشار در مخابرات ماهواره‌ای

محاسبه ارتباط رادیویی در مخابرات ماهواره‌ای

موامل اصلی در ارتباط رادیویی: EIRP, G/T, PATH LOSS

محاسبه دمای نویز ایستگاه زمینی و ماهواره

احساب آثار آتسفری

محاسبه نسبت حامل (سیگنال) به نویز در ارتباط فراسو، ارتباط فرسو و ارتباط کل

محاسبه نسبت حامل (سیگنال) به نویز در ارتباط میان ماهواره‌ای

تکنیک‌های دسترسی چندگانه در مخابرات ماهواره‌ای

شرح مسئله دسترسی چندگانه، شدت ترافیک و فرمول‌های اولتک

روش‌های دسترسی چندگانه در مخابرات ماهواره‌ای: FDMA, TDMA, CDMA

دسترسی ثابت و دسترسی بر حسب تقاضا، دسترسی تصادفی

آشنایی با شبکه‌های مخابرات ماهواره‌ای

مراجع:

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



رمزنگاری Cryptography

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش‌نیاز: -

همنیاز: -

هدف: آشنایی با مفاهیم و کاربردهای رمزنگاری، معرفی سیستم‌های رمز کلاسیک، فالی، دنباله‌ای و کلید همگانی

شرح درس:

مرور کلی اصول و مبانی رمزنگاری: نظریه اعداد (همه‌پشتی، قضیه باقیمانده چینی و ...)، نظریه اطلاعات (آنروپی، اطلاعات متقابل، امنیت کامل نظریه اطلاعاتی و ...)، نظریه پیچیدگی (مسائل کلاسی P و کلاسی NP و ...)

مرور و تحلیل سیستم‌های رمزنگاری کلاسیک: انواع سیستم‌های جایابی و جانشینی تک الفبایی و جانشینی چند الفبایی

سیستم‌های رمز دنباله‌ای: دنباله‌های شبه تصادفی، معیارهای سه گانه گائوب و انواع آزمون‌های آماری، تولید دنباله‌های شبه تصادفی با شیفت رجیسترهای فیدبک خطی (LFSR)

سیستم‌های رمز فالی: استاندارد رمزگذاری پیشرفته (AES)، استاندارد رمزگذاری داده (DES)

سیستم‌های کلید همگانی: سیستم‌های دبی-هلن و RSA و مک‌الیس

سیستم‌های داده‌ای صفر و توابع چکیده‌ساز

مروری بر مدیریت کلید در سیستم‌های رمزنگاری

عراجع:

1. A. Sinkov, Elementary Cryptanalysis: A Mathematical Approach, Random House, 1968.
2. D. R. Denning, Cryptography and Data Security, Addison-Wesley, 1982.
3. H. Beker, and F. Piper, Cipher System, Northwood, 1982.
4. B. Schneier, Applied Cryptography, Wiley, 1996.
5. J. Seberry, and J. Pieprzyk, Cryptography: an Introduction to Computer Security, Prentice-Hall, 1989.
6. M. Rhee, Cryptography and Secure Communication, McGraw-Hill, 1993.
7. N. Koblitz, Algebraic Aspect of Cryptography, Springer, 1998.
8. A. Menezes, P. V. Oorschot, and S. Vanstone, Handbook of Applied Cryptography, CRC Press, 1996.



ریاضیات رمزنگاری Cryptography Mathematics

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: -

همپایه: -

هدف: ارائه ریاضیات ضروری برای درک مطالب و مفاهیم کاربردی در طراحی و تحلیل سیستم‌ها و پروتکل‌های رمزنگاری

شرح درس:

مروری بر نظریه‌ی پیچیدگی محاسبات و کاربرد آن در رمزنگاری

نظریه اعداد: دستگاه معادلات همبستگی، قضایای فرما، اویلر، باقیمانده چینی، اعداد اول (روش‌های تولید و آزمون اعداد اول)،

معرفی و بررسی روش‌های مختلف تجزیه اعداد، ریشه‌های اولیه، نمادهای لژاندر و ژاکوبی، مسئله لگاریتم گسسته و مفاهیم مرتبط

نظریه گروه‌ها: هم مجموعه‌ها و روابط هم ارزی در گروه‌ها، زیر گروه‌های نرمال و گروه‌های خارج قسمتی

معرفی و تحلیل الگوریتم‌های رمز موکل - هلمن، RSA و الجمال

رمزگذاری همربخت

نظریه حلقه‌ها و میدان‌ها: حلقه چند جمله‌ای‌ها - حلقه‌های خارج قسمتی - میدان‌های منتهی (خواص و روش‌های تولید) - توسیع

میدان‌ها

متحنی‌های بیضوی و کاربرد آنها در رمزنگاری

توابع یولی: ویژگی‌های مطلوب توابع یولی در رمزنگاری، معرفی و بررسی برخی از روش‌های تولید توابع مناسب

کاربرد شبکه‌ها در رمزنگاری: مربع‌های لاتین، هندسه‌ی تصویری، طرح‌های تسهیم واز، نظریه صفر دانایی

مراجع:

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



امنیت شبکه Network Security

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش نیاز: -

همنیاز: -



هدف: معرفی و تحلیل انواع پروتکل های رمزنگاری مورد استفاده در شبکه های کامپیوتری

شرح درس:

مقدمه ای بر شبکه: مفاهیم اولیه-مدل های مرجع TCP/IP، OSI، اهداف امنیت، انواع و ماهیت حملات، سرویس های امنیت، تحلیل امنیت، مدل های امنیت شبکه

مقدمه ای بر رمزنگاری: آشنایی با رمزنگاری متقارن، سیستم های کاری رمزهای قطعه ای، آشنایی با مفاهیم و کاربردهای رمزنگاری نامتقارن (کلید عمومی)، توابع چکیده ساز

پروتکل های مدیریت کلید: آشنایی با اهداف پروتکل های توزیع کلید، معرفی انواع حملات، آشنایی با روند طراحی پروتکل های توزیع کلید، معرفی و تحلیل تعدادی از پروتکل های توزیع کلید شامل پروتکل های Otway Res، Needham Schröder و ...

پروتکل های احراز اصالت: تعریف احراز اصالت و معرفی انواع آن، MAC، توابع HMAC، معرفی و تحلیل انواع پروتکل های احراز اصالت مبتنی بر گذر واژه، پروتکل Kerberos، تحلیل صوری پروتکل های احراز اصالت

زیر ساخت کلید عمومی (PKI): امضای دیجیتال، معرفی کارکرد PKI، اجرا تشکیل دهنده یک زیر ساخت کلید عمومی، رمزنگاری مبتنی بر شناسه (Identity Base Cryptography)

امنیت پست الکترونیک: معرفی و تحلیل پروتکل های PGP، MIME و S/MIME ...

شبکه های مخلوط

پرداخت الکترونیکی: معرفی مفاهیم و ویژگی ها، معرفی انواع روش های پرداخت، امضای کوو، شمای امضای قیات شامیر، گواهی کلید خصوصی، معرفی و بررسی چند سیستم پرداخت الکترونیکی از جمله سیستم Brands

رای عمومی الکترونیکی: معرفی مفاهیم و ویژگی ها، معرفی و بررسی چند روش رای گیری الکترونیکی

رمزنگاری مبتنی بر شناسه: معرفی و بررسی انواع پروتکل های احراز اصالت، توزیع کلید، امضای دیجیتال مبتنی بر شناسه و توابع دو خطی

مقدمه ای بر امنیت اثبات پذیری

مراجع:

1. W. Stallings, Cryptography and Network Security, Principles and Practice, Prentice- Hall, 2003.
2. C. P. Pfleeger, Security in Computing, Prentice- Hall, 1997.
3. A. S. Tanenbaum, Computer Networks, Prentice- Hall, 1996.
4. M. Bishop, Computer Security: Art and Science, Addison- Wiley, 2002.
5. W. Mao, Modern Cryptography, Theory and Practice, Prentice- Hall, 2004.
6. D. R. Stinson, Cryptography, Theory and Practice, CRC Press, 2006.
7. G. Bella, Formal Correctness of Security Protocols, Springer, 2007.
8. Ch. Kaufman, R. Perlman, and M. Speciner, Network Security, Prentice- Hall, 1995.
9. D. Chaum, M. Jakobson, and R. L. Rivest, Towards Trustworthy Elections, Springer, 2010.
10. W. Stallings, Network Security Essentials, Prentice- Hall, 2000.
11. J. M. Kizza, A Guide to Computer Network Security, Springer, 2009.

نشان‌گذاری اطلاعات Information Steganography

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش‌نیاز: -

هم‌پای: -

هدف: آشنایی با تحلیل ساختاری سیگنال‌های چند رسانه‌ای به عنوان کانال انتقال پیام

شرح درس:

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

مراجع:

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



رمزنگاری پیشرفته Advanced Cryptography

تعداد واحد: ۲ (نظری)

پیش نیاز: رمزنگاری

همینا: -

هدف: آشنایی کامل با مبانی طراحی و تحلیل رمزهای قطعه‌ای و متوالی، انواع روش‌ها و تحلیل متعارف رمزنگاری کلید همگانی، مدیریت کلید، پروتکل‌های پیشرفته و ...

شرح درس:

آزمون‌های آماری و اعمال آن‌ها با استفاده از بسته‌های نرم‌افزاری

ساختار رمزهای قطعه‌ای

الگوریتم‌های DES و AES

تحلیل رمزهای قطعه‌ای منجر به تحلیل تقاضایی و خطی

رمزهای متوالی حافظه‌دار و بی حافظه، با پالس‌های ساعت مرتب و غیر مرتب

روش‌های تحلیل رمزهای متوالی از قبیل حملات همبستگی مشروط و غیر مشروط

بررسی و تحلیل رمزهای کلید همگانی از قبیل RSA، الگوریتم گسترده

پروتکل‌های صفر دانایی، پروتکل‌های شناسایی و امضاء دیجیتال فیلد نامیر

حملات کانال جانبی و سایر مباحث تکمیلی

مراجع:

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



پیچیدگی محاسبات Computational Complexity

تعداد واحد: ۳ (تئوری)

پیشا: -

همنیاز: -

هدف: آشنایی با مدل‌های پایه در تحلیل پیچیدگی محاسبات و بکارگیری در زمینه‌های محاسبات موازی، تصادفی، رمزنگاری،

شرح درس:

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

مراجع:

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



پروتکل‌های امن در شبکه Secure Network Protocols

تعداد واحد: ۲ (نظری)

پیشنیاز: رمزنگاری

همپایان: شبکه‌های کامپیوتری

هدف: معرفی، تحلیل و ارزیابی انواع پروتکل‌های رمزنگاری مورد استفاده در شبکه‌های کامپیوتری و روش‌های مقابله با حملات مختلف

شرح درس:

مقدمه: مفاهیم اولیه، مدل‌های مرجع OSI، TCP/IP، اهداف امنیت، انواع و ماهیت حملات، سرویس‌های امنیتی، تحلیل امنیت، مدل‌های امنیت شبکه

مفاهیم پایه رمزنگاری: رمزنگاری متقارن، رمزهای قلابی، رمزنگاری نامتقارن (کلید عمومی)، توابع چکیده‌ساز پروتکل‌های مدیریت کلید: اهداف توزیع کلید، انواع حملات، طراحی پروتکل‌های توزیع کلید، تحلیل پروتکل‌های توزیع کلید شامل Needham Schroeder، Otway Rees پروتکل‌های احراز اصالت: تعریف احراز اصالت و معرفی انواع آن، MAC، توابع HMAC، احراز اصالت مبتنی بر گذر واژه، Kerberos، تحلیل صوری

زیر ساخت کلید عمومی (PKI): اجزا تشکیل دهنده، کارکرد، امضای دیجیتال، رمزنگاری مبتنی بر شناسه امنیت پست الکترونیکی: معرفی و تحلیل پروتکل‌های S/MIME، PGP و ...

طرح‌های امضاء

شبکه‌های مخلوط

طرح‌های تهیم راز و رمزنگاری آسانهای

پرداخت الکترونیکی: مفاهیم و ویژگی‌ها، روش‌های پرداخت، امضای کور، شمای فبات شامیر، گواهی کلید خصوصی، چند

سیستم پرداخت الکترونیکی از جمله Brands

رای گیری الکترونیکی: مفاهیم و ویژگی‌ها، چند روش رای گیری الکترونیکی

رمزنگاری شناسه بنیاد: پروتکل‌های احراز اصالت، توزیع کلید، امضای دیجیتال شناسه بنیاد و توابع دو خطی

مقدمه‌ای بر امنیت فبات پذیر

مراجع:

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



سیستم‌های تشخیص نفوذ Intrusion Detection Systems

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشیناز: -

همنیاز: -

هدف: فراگیری نحوه، زمان و چگونگی استفاده از سیستم‌ها و تحلیل و مقایسه رویکردهای تشخیص نفوذ در محیط‌های شبکه با توجه به اهداف و مشخصه‌های امنیتی

شرح درس:

سیستم‌های تشخیص نفوذ: مبتنی بر میزان، مبتنی بر شبکه، مبتنی بر امضاء، مبتنی بر معین‌سازی (Specification)

امضاء بنیاد: کاربرد دوخت تصمیم

ناهنجاری بنیاد: مدل دینیک، سیستم خبره IDES، تشخیص نفوذ آماری، بر مبنای سیستم ایمنی

قانون بنیاد: انواع، خانواده STAT، تحلیل‌گذار رویکرد قانون بنیاد (USTAT)، شبکه بنیاد (NETSTAT)

مبتنی بر معین‌سازی: SHIM

معیارهای ارزیابی: مثبت نادرست و منفی نادرست، Precision، Recall، F-Measure، متحنی ROC، تنظیم IDS، داده‌کاوی برای

تشخیص نفوذ شبکه، مدل‌سازی COST، استفاده از عامل مجعول، پایدار پذیر

مجموعه‌های داده‌ای: DARPA 99، KDDCUP 99، انتخاب ویژگی‌ها، نقد ارزیابی با داده‌های DARPA 98، 99، استفاده

از short

هسته‌سازی هشدارهای تشخیص نفوذ: ماهیت، خوشه‌بندی، پیش‌نیاز / نتیجه، رویکرد جامع

پاسخ‌گویی به حمله: یک طبقه‌بندی از سیستم‌های پاسخ به نفوذ، پاسخ به نفوذ انطباقی

کوچک‌های اینترنتی و راه‌های مقابله با آن‌ها: مفاهیم و ویژگی‌ها، چند روش رای‌گیری الکترونیکی

مراجع:

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



شبکه‌های کامپیوتری پیشرفته Advanced Computer Networks

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش‌نیاز: -

همنیاز: شبکه‌های کامپیوتری

هدف: آشنایی با مباحث روز در زمینه شبکه‌های کامپیوتری

شرح درس:

این درس شامل موضوعات جدید و مطرح روز در زمینه شبکه‌های کامپیوتری می‌باشد. مطالب درس شامل مباحث ۱ الی ۴ و مباحث انتخابی از ردیف ۵ به بعد می‌باشد.

اصول B-ISDN و فناوری‌های جایگزین نظیر ATM و IPng
انتقال اطلاعات نظیر سوئیچینگ مداری، سوئیچینگ بسته‌ای، سوئیچینگ سلولی و فناوری‌های پشتیبان آنها همچون MPLS, MPOA, سوئیچینگ IP و اصول کار و ارزیابی آن‌ها
مسیردهی (Routing): مسیردهی با هدف کنترل کیفیت خدمات (QoS Routing)، مسیردهی برای انتقال موازی (Multicast routing)

کنترل کیفیت خدمات QoS: تعریف خدمات شبکه (Controlled Bitrate, CBR, ABR, ...)، مدیریت و کنترل ترافیک و ارزیابی آنها، روش‌های زمانبندی (Scedykubg) و تأثیر آن‌ها بر کیفیت خدمات، روش‌های اشتراک منابع شبکه

مدل کردن ترافیک: مدل‌های MMPT، جریان سیال، خودمانند و الگوریتم‌های متناظر جهت کنترل برقراری ارتباط (CAC)
ساختار و اصول کار سوئیچ‌های مبتنی بر Banin Networks، سوئیچ‌های مبتنی بر حافظه، صفی مربوط به بافرهای ورودی-خروجی

پروتکل TCP و فرم‌های جدید آن: طراحی و پارامترها و ارزیابی عملکرد آن با استفاده از فناوری‌های مختلف در لایه‌های زیرین شبکه‌های نوری، فناوری SONET و مسائل مربوط به WDM

شبکه‌های بی‌سیم، مسائل مربوط به CDMA/ TDMA, Mobility, Hand-Off Control و نظیر آن
بهندسی شبکه: طراحی بهینه توپولوژی شبکه، تعیین ظرفیت خطوط در یک محیط چند خدماتی، طراحی منطقی شبکه VP (Virtual Path)

امنیت شبکه (Network Security): شناسایی کاربران، کنترل دسترسی اطلاعات
مدیریت و کنترل شبکه، شبکه‌های هوشمند و موضوعات مطرح دیگر

مراجع:

1. K. R. Umashankar, An Engineering Approach to Computer Networking, Addison- Wesley, 1997.
2. M. Schwartz, Broadband Integrated Networks, Prentice Hall PTR, 1996.
3. A. Tanenbaum, Computer Networks, Prentice Hall, 1996.
4. T. G. Robertazzi, Performance Evaluation of High Speed Switching Fabrics and Networks, IEEE Press, 1993.
5. J. P. Leduc, Digital Moving Pictures: Coding and Transmission on ATM Networks, Amsterdam, Elsevier, 1994.
6. M. E. Steenstrup, Routing in Communication Networks, Prentice Hall, Int., 1995.
7. U. Black, ATM, Vol. III, Prentice Hall, 1998.
8. A. Kershenbaum, Telecommunication Network Design Algorithms, McGraw- Hill, 1993.



مدیریت شبکه Network Management

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش نیاز: -

همینا: شبکه های کامپیوتری

هدف: آشنایی با مفاهیم، روش ها و پروتکل های مورد استفاده در مدل سازی، تحلیل و مدیریت شبکه

شرح درس:

مقدمه: اهداف، جایگاه، معماری سیستم ها، استانداردها و مدل های عملکرد مدیریت شبکه، مفاهیم طراحی شبکه
مرور طراحی شبکه: فرآیند طراحی، شبکه دسترسی و شبکه کالبدی، آدرس دهی و مسیریابی
استانداردها، مدل ها و زبان: استانداردها، مدل های مدیریت، سازمان، اطلاعات، مختبرات و عملکردی شبکه
مدیریت SNMPv1: تاریخچه SNMP، مدل SNMP، مدل سازمانی، سیستم کلی، مدل های اطلاعات، مختبرات و عملکردی
مدیریت های SNMPv2 و SNMPv3: معماری، ساختار مدیریت اطلاعات SNMPv2، SNMPv2MIB، پروتکل ۲۶ در
SNMPv2، SNMPv3، سازگاری با SNMPv1
نظاره از دور (RMON): RMON SMI و RMONMIB، RMON1، RMON2، از طریق ATM، از طریق اینترنت
کاربردهای مدیریت شبکه: شکل بندی، مدیریت خطا، عملکرد، امنیت و هزینه، حسابداری، سیاست گذاری
ابزارهای طراحی و مدیریت: کلاس های مختلف

مراجع:

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



سوئیچینگ و مسیریابی در شبکه Network Switching and Routing

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش نیاز: -

همنیاز: شبکه‌های کامپیوتری

هدف: بررسی مبانی سوئیچینگ مدار و بسته‌ای و طراحی مسیر و راهکارها و معماری‌های سوئیچ و مسیر

شرح درس:

مقدمه: پارامترهای زمان، مکان، زمان-مکان در سوئیچینگ مدار و مفاهیم مسیریابی، پیش‌رانش و کلیدزنی در سوئیچینگ بسته‌ای

SONET/S DH: قالب‌بندی یا مولتی‌کس کردن، ADM، اتصال متقاطع، سیگنال‌دهی

معماری تار و پودی کلیدزنی: شبکه‌های اتصالی، کلیدهای پک و چند مرحله، شبکه‌های خود ترتیب و مسیریابی، مقیاس پذیری

سوئیچینگ بسته‌ای: لایه ۲ (IP)، لایه ۲ (MPLS, ATM)، لایه‌های ۴-۷

مباحث عملکردی: بافر کردن و اتصال، صف‌بندی ورودی، خروجی، ورودی-خروجی با تسریع، زمانبندی تار و پودی، مدیریت بافر، صف، شکل‌دهی و سیاست‌گذاری

معماری مسیر سوئیچ: معماری‌های نمونه سوئیچ و مسیر، مدیریت سوئیچ، مباحث طراحی

چند بخشی: مباحث چند بخشی در شبکه‌های چند مرحله‌ای

سوئیچینگ نوری: مدار، بسته‌ای و طول موج

سیستم‌های سوئیچ مدار: سوئیچینگ در سیار، MSC، سیگنالینگ SS7

مباحث ویژه

مراجع:

1. A. Pattavina, Switching Theory: Architecture and Performance in Broadband ATM Networks, Wiley, 1998.
2. H. J. Chao, C. H. Lam, and E. Oki, Broadband Packet Switching Technologies: A Practical Guide to ATM Switches and IP Routers, Wiley, 2001.
3. H. J. Chao and B. Liu, High Performance Switching and Routers, Wiley-IEEE Press, 2007.
4. G. Varghese, Network Algorithms: An Interdisciplinary Approach to Designing Fast Networked Devices, Morgan Kaufmann, 2004.
5. R. Ramaswami, K. N. Sivarajan, and G.H. Sasaki, Optical Networks: A Practical Perspective 3rd ed., Elsevier, 2010.
6. M. Maier, Optical Switching Networks, Cambridge University Press, 2008.



مهندسی ترافیک در شبکه‌های مخابراتی Traffic Control in Communication Networks

تعداد واحد: ۳ (تئوری)

پیش‌نیاز: -

همین‌ااز: شبکه‌های کامپیوتری

هدف: دستیابی به ابزارهای تحلیلی لازم برای مهندسی ترافیک در شبکه‌ها

شرح درس:

مروری بر نظریه صف: رابطه Little، برخی انواع صف، اولویت در صف‌بندی
شبکه‌های با دسترسی چندگانه و لایه MAC: معرفی و پایداری سیستم Aloha، الگوریتم‌های شاخه‌ای کردن، حس کردن
حامل، زرد در دسترسی چندگانه، آشکارسازی تصادم، مروری سری‌های استاندارد IEEE802
بهبودسازی مسیریابی: مسیریابی QoS، روش‌های جریان، الگوریتم‌های حداقل تأخیر مسیریابی، پیاده‌سازی توزیع شده
کنترل ازدحام: مقایسه روش‌های انتها-به-انها و پرش-به-پرش، جریان پنجره، چارچوب بکپارچه مسیریابی و کنترل جریان،
کنترل جریان MinMax، تأثیر عدالت و اولویت
زمان‌بندی و شکل‌دهی ترافیک: مقایسه رویکردهای بدترین حالت و مشخصه عملکرد آماری، الگوریتم‌های صف‌بندی عادلانه،
شکل‌دهی ترافیک، با دو/چند پارامتر، حداکثر تأخیر انتها-به-انها، الگوریتم‌های زمان‌بندی توزیع شده

مراجع:

1. D. P. Bertsekas and R. G. Gallager, Data Networks, 2nd ed., Prentice Hall, 1992.



ارتباطات چند رسانه‌ای Multimedia Communications

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش‌نیاز: -

همین‌ارز: -

هدف: آشنایی با مفاهیم اساسی در سیستم‌های چند رسانه‌ای، صحبت، تصویر، ویدئو، شامل استانداردهای بین‌المللی و طراحی آن‌ها

شرح درس:

مقدمه‌ای: مروری بر پردازش سیگنال

کاربردها و مقتضیات: ویدئو بر اساس مقاله، تلویزیون‌های محاوره‌ای، ویدئو کنفرانس، شبکه‌ی جهانی وب، کتابخانه‌های دیجیتال
مفاهیم بنیادی صوت و تصویر: نمایش آنالوگ و دیجیتال، ادراک انسان، تجهیزات صوت و تصویر (سونیج‌های مایتری، VTR، آشکارسازها و...)

فشرده‌سازی صوت و تصویر: استانداردهای JPEG، MPEG و H.263، کد کننده‌های مقیاس پذیر (مانند کد کننده‌های هرمی)،
کاربردها و مقایسه کارایی روش‌ها از نظر سخت‌افزاری و نرم‌افزاری، الگوریتم‌ها و کاربردهای پردازش تصویر و ویدئو
سخت‌افزار و نرم‌افزار چند رسانه‌ها: قطعات و معماری کامپیوتر، مبهم عامل، پروتکل‌های شبکه، مبهم‌های ذخیره‌سازی، ...

برنامه‌نویسی چند رسانه‌ای

موتورهای جستجوی چند رسانه‌ها

شبکه‌های چند رسانه‌ای

محیط‌های چند رسانه‌ای بی‌سیم

مراجع:

1. R. Steinmetz, Multimedia: Computing, Communications and Applications, Dorling Kindersley, 2005.
2. Z-N. Li and M. S. Drew, Fundamentals of Multimedia, 2nd ed., Springer, 2014.



الگوریتم‌های شبکه Network Algorithms

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش‌نیاز: شبکه‌های کامپیوتری پیشرفته

هم‌نیاز: -

هدف: توصیف و تحلیل اصول و الگوریتم‌های مطرح در مسیریابی و سوئیچینگ بسته‌ای شبکه‌ها

شرح درس:

اصول و مدل‌ها

پیش‌رانش (Forwarding): انتخاب دقیق، جستجوی IP، طبقه‌بندی

سوئیچ کردن: CIOQ, IQ, DSM، ساخت سوئیچ

کیفیت سرویس: AFD, Choke, DRR, WFQ, Tokenbucket

کنترل ازدحام: DCTCP, QCN, TCP-RED

اندازه‌گیری و امنیت: شمارش گره‌های آمارگان، نمونه‌برداری و نگهداری، ته‌فیل، آشکارسازی کرم

مراجع:

1. G. Varghese, Network Algorithmics, Morgan Kaufmann, 2005.
2. K. Erciyes, Complex Networks: An Algorithmic Perspective CRC Press, 2014.
3. D. Medhi, Network Routing, Morgan Kaufmann, 2007.



طراحی شبکه‌های مخابراتی Design of Communication Networks

تعداد واحد: ۲ (نظری)

پیشنیاز: شبکه‌های کامپیوتری پیشرفته

همین‌ساز: -

هدف: آشنایی با اهداف، چالش‌ها و راه کارهای طراحی شبکه‌های مخابراتی بهینه

شرح درس:

مقدمه: انگیزه‌های طراحی، فرآیند طراحی، مدل‌ها و الگوریتم‌ها

شبکه‌ها و شارش‌ها: مفاهیم پایه، نمایش‌های شبکه، پیوستگی، گراف، کوتاه‌ترین مسیرها، بیشترین شارش‌ها

نظریه پیشرفته شارش: چند پایانه‌ای، کمترین هزینه، چند کالایی

طراحی توپولوژیکی: توابع هزینه و مسیریابی، توپولوژی‌های حلقه، توپولوژی‌های تصادفی شده، تخصیص منابع

فرآیند تصادفی و صف‌ها: ترافیک و انسداد، تحلیل زنجیره مارکوف، رابطه ارلانگ و تعمیم بخشی‌ها، نظریه سرریز

شبکه‌های با بسته ساده: مسیریابی، تخصیص منابع، بهینه‌سازی شارش، شیء‌سازی با بسته‌های عام

شبکه‌های بسته‌ای با کنترل شارش: کنترل شارش و کنترل ازدحام، صف محدود شده، TCP

پهنای باند موثر: سرویس‌های یابنده، صف‌ها در شبکه‌های چند خدمتی

سیستم‌های چند خدمتی: انواع، تحلیل

شبکه‌های ماندگاری پذیر

مراجع:

1. C. Larsson, Design of Modern Communication Networks: Methods and Applications, Academic Press, 2014.
2. P. Oppenheimer, Top-Down Network Design, 3rd ed., Cisco Press, 2010.
3. M. Thomatis, Network Design Cookbook, lulu.com, 2014.



برنامه نویسی شبکه Network Programming

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: -

همنیاز: -

هدف: آشنایی با مفاهیم بنیادین ارتباطات داده و ارائه مبانی علمی و عملی در حوزه فناوری های برنامه نویسی نوین برای شبکه های کامپیوتری

شرح درس:

مقدمه ای بر شبکه ها: لایه فیزیکی، لایه داده، لایه شبکه و پروتکل IP، لایه انتقال و پروتکل های UDP و TCP، لایه کاربرد

برنامه نویسی Socket: Socket (all functions), CAsyncSocket, CSocketEvent handling, Chat Client & Server (Example)

مباحث سرور مثنوی

کاربردهای عمومی: WWW, Email, FTP, Telnet

پروتکل HTTP: GET-POST-PUT-HEAD

کار یا یک سرور وب به عنوان یک مرورگر

کار یا یک مرورگر استاندارد وب به عنوان یک سرور وب

مبانی HTML: فرمت پایه، برجسب های مهم، صفحه رو

پردازش فرم: معرفی CGI (C & perl)، پروتکل خروجی، پردازش ورودی، یکارگیری متغیرهای محیطی

اسکریپت های جانب مثنوی: DHTML, Document Elements, VBScript, Javascript

اسکریپت های جانب سرور: ASP (Built-in Objects, پاسخ، تقاضا، سرور، نشست، کاربرد)، اتصال به پایگاه های داده، اجزاء قابل

نصب برای ASP (AdRotator، تقویم، دسترسی پوشه)، کار با Interdev (ASPX، رفع عیب، ...)، PHP (مرجع زبان، ابزارهای پایه،

توابع)

XML

ISAPI

JZEE

مراجع:

1. S. Graham, HTML 4.0 Sourcebook, Wiley, 1998.
2. E. E. Kim, CGI Developer's Guide, Sams Publishing, 1996.
3. Shevchik and R. McDaniel, CGI Manual of Style, Ziff-Davis Press, 1996.
4. M. Reynolds and J. Honeycutt, Special Edition Using Jscript, Que Pub., 1996.
5. A. S. Tanenbaum and D. J. Wetherall, Computer Networks, 5th ed., Prentice Hall, 2010.



مدل سازی و ارزیابی عملکرد شبکه Network Modeling and Performance Evaluation

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: -

همینار: شبکه های کامپیوتری پیشرفته

هدف: آشنایی با مفاهیم و موضوع های کلیدی تکنیک های شبیه سازی و مدل سازی سیستم های وقایع گسسته برای ارزیابی عملکرد شبکه ها

شرح درس:

مقدمه: شبیه سازی (مرايا و معایب)، حوزه های تحقیق، سیستم های پیوسته و گسسته، مدل سیستم، شبیه سازی سیستم های صف، مفاهیم شبیه سازی وقایع گسسته، الگوریتم شبیه سازی زمان بندی وقایع، روش های پردازش لیست
نوم افزاهاى شبیه سازی: تاریخچه، آشنایی با شبیه ساز NS2، OPNET....

مدل های ریاضی و آماری: مدل های آماری، فرآیندهای پواسون غیر ایستادن و توزیع های تجربی، مدل های صف، شبکه های صف، اندازه گیری حالت دائمی عملکرد سیستم های صف، روش های اندازه گیری داده

تولید اعداد تصادفی: خواص اعداد تصادفی، تکنیک های تولید اعداد شبه تصادفی شامل روش LCG و Tausworthe و ...، آزمون های بررسی مولدهای اعداد شبه تصادفی شامل آزمون بررسی یکپارخت بودن اعداد، همبستگی اعداد

تولید اعداد تصادفی یا توزیع دلخواه: روش معکوس-تبدیل، تولید اعداد تصادفی یا توزیع های تعریفی بویولر، و توزیع های پیوسته بدون فرم بسته معکوس تابع توزیع، تولید اعداد تصادفی یا توزیع های گسسته، روش پذیرش-مردوده تبدیل مستقیم برای تولید اعداد تصادفی یا توزیع نرمال و لاگ نرمال، و...

تحلیل داده های شبیه سازی: مدل سازی ورودی، بررسی مدل های ترافیک داده های شبکه (متن، صوت و ویدیو)، جمع آوری داده، تخمین پارامتر، آزمون مطلوبیت پردازش (Goodness-of-Fit)، مدل سری زمانی، روش NORTA

تحلیل داده خروجی شبیه سازی: معرفی مدل شبیه سازی، بررسی اعتبار مدل شبیه سازی، تخمین بازه اطمینان، تخمین بازه ریسک، تحلیل خروجی برای پایان دادن شبیه سازی، بررسی تعداد اجراء مورد نیاز شبیه سازی، تکنیک های کاهش واریانس و مقایسه مدل دو سیستم و...

موضوع های انتخابی پیشرفته: شبیه سازی وقایع نادر، مدل سازی عملکرد براساس شبکه پتری، مدل سازی براساس شبکه های صف، فرم حاصل سری، بهینه سازی از طریق شبیه سازی، شبیه سازی پروتکل های TCP، Y به MAC و...

مراجع:

1. J. Banks et al, Discrete-Event System Simulation, 5th ed., Prentice- Hall, 2009.
2. R. Jain, The Art of Computer System Performance analysis, Techniques for Experimental Design, Measurement, Simulation and Modeling, Wiley, 1992.
3. K. Kant and M. M. Srinivasan, Introduction to Computer System Performance Evaluation, McGraw-Hill Inc., 1992.
4. P. J. Fortier, H. E. Michel, Computer Systems Performance Evaluation and Prediction, Elsevier, 2003.



نظریه صف Queueing Theory

تعداد واحد: ۲ (نظری)

پیش‌ساز: فرآیندهای تصادفی

همینا: -

هدف: آشنایی با نظریه‌های کلاسیک و مدرن صف

شرح درس:

مرور فرآیندهای تصادفی: پواسن، زنجیره‌های مارکوف گس و پیوسته، تولد و مرگ

نظریه کلاسیک صف: مدل‌ها و نامگذاری‌ها، قانون Little، صف $M/M/1$ ، مدل‌های مارکوفی، وارون پذیری در شبکه‌های صف، رویکردهای کلی میردهی، $M/G/1$

نظریه مدرن و شبکه‌های چند طبقه: مدل‌های پویایی شبکه صف چند طبقه باز، ضوابط خدمت، معادلات ترافیک، FIFO (اولویت) و شبکه‌های اشتراک پردازنده، شبکه‌های سیال (معادلات مدل سیال، تقریب‌ها، محدودیت‌ها، پایداری)، تحلیل پایداری، تحلیل ظرفیت، شبکه‌های پایدار ساز، شبکه‌های با زمان برقراری (Setup Time)، شبکه‌های سیال تخلیه بهینه

مراجع:

1. J. Medhi, Stochastic Models in Queueing Theory, 2nd ed., Academic Press, 2002.
2. R. W. Wolff, Stochastic Modeling and the Theory of Queues, Prentice Hall.



محاسبات توری Grid Computing

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش نیاز: -

همتیاز: -

هدف: آموزش نظری و عملی مسائل و راه حل های محاسبات فوق سریع و توزیع شده در محیط توری با تمرکز بر فناوری های متناظر شامل، معماری، مدل های برنامه نویسی، ابزارهای نرم افزاری و زبان ها

شرح درس:

مقدمه: مفاهیم پایه، مدل های معماری، الگوریتم و نرم افزارها، میان افزار، استانداردها، ...

ابزارها و میان افزار: زمان بندی و مدیریت منابع، امنیت (تصدیل اصالت، تأیید صلاحیت، حسابرسی)، داده و مدیریت داده

الگوریتم و برنامه نویسی و برنامه های کاربردی: نمونه ها و نحوه برنامه نویسی، نظارت

سرویس های وب: معماری سرویس گرا (SOA)، رجیستری سرویس، مستندات XML و انواع آن، مثال هایی از سرویس های وب و

نقش SOAP، WSDL و UDDI

سرویس های توری: تفاوت با وب، معماری باز (OGSA)، کارخانه

مراجع:

1. F. Berman, G. Fox, and A. J. G. Hey, Grid Computing: Making The Global Infrastructure a Reality, Wiley, 2003.
2. J. Foster and C. Desselman, The Grid 2: Blueprint for a New Computing Infrastructure, 2nd ed., Morgan Kaufmann, 2003.
3. A. Abbas, Grid Computing: A Practical Guide to Technology and Applications, Charles River Media, 2005.
4. J. Joseph and C. Fellenstein, Grid Computing, Prentice Hall, 2003.



شبکه‌های مخابرات نوری Optical Communication Networks

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش‌نیاز: -

هم‌نیاز: شبکه‌های کامپیوتری

هدف: آشنایی با مفاهیم، موضوعات، مدل، اجزاء و معماری شبکه‌های مخابرات نوری

شرح درس:

مقدمه: مرور مبانی، چشم‌اندازها و چالش‌های شبکه‌های نوری

مرور فناوری نوری: اصول فیبر نوری، مخابرات فیبر نوری و فضای آزاد

دسترسی چندگانه: TDMA، WDMA، SCMA، CDMA، SONET/SDH، CWDW/DWDM، WDMA ترکیبی

فناوری‌ها/ افزاره‌ها: افزاره‌های نوری، مالتی پلکسرهای اضافه/ حذف، اتصالات متقابل، کلیدها، ...

مهندسی سیستم‌های انتقال: مدل‌سازی، جریمه توان، اتلاف، پخش، اثرات غیر خطی فیبر نوری، همگویی، اغتشاش پایداری طول

موج

انتقال بسته (IP) در شبکه نوری: SONET/SDH، ATM، DWDM، MPLS، QMOLS

کلیدزنی نوری: معماری، فوجی، بسته‌ای فوتونیک

معماری‌های شبکه‌های نوری: غیر فعال، محوطه محلی، دسترسی و حمل، فراگیر (All)

مدیریت، کنترل و بقاء: مباحث اصلی، محافظت و بازگشت به حالت اول

مراجع:

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

