



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



برنامه درسی رشته

## مهندسی برق

### Electrical Engineering

مقطع کارشناسی پیوسته



گروه فنی و مهندسی  
پیشنهادی کارگروه تخصصی مهندسی برق

پایه

نام رشته: مهندسی برق	عنوان گرایش: —
گروه: فنی و مهندسی	دوره تحصیلی: کارشناسی پیوسته
کار گروه تخصصی: مهندسی برق	نوع مصوبه: بازنگری
پیشنهادی: کار گروه تخصصی مهندسی برق	تاریخ تصویب: ۱۴۰۰/۰۵/۱۷

برنامه درسی بازنگری شده دوره کارشناسی پیوسته رشته مهندسی برق، در جلسه شماره ۱۵۹ تاریخ ۱۴۰۰/۰۵/۱۷ کمیسیون برنامه‌ریزی آموزشی به شرح زیر تصویب شد:

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

ماده دو- این برنامه درسی، جایگزین برنامه درسی رشته مهندسی برق مصوب جلسه ۸۲۴ تاریخ ۱۳۹۱/۱۲/۱۳ شورای برنامه‌ریزی آموزشی می‌شود.

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

ماده چهار- این برنامه درسی از شروع سال تحصیلی ۱۴۰۰-۱۴۰۱ به مدت ۵ سال قابل اجرا است و پس از آن، در صورت تشخیص کارگروه تخصصی مربوطه، نیاز به بازنگری دارد.

دکتر محمد رضا آهنچیان  
دبیر کمیسیون برنامه‌ریزی آموزشی





وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

برنامه درسی

رشته کارشناسی

مهندسی برق

گروه فنی و مهندسی



فصل اول

## مشخصات کلی



## مشخصات کلی دوره کارشناسی مهندسی برق

### مقدمه :

در اجرای اصول قانون اساسی جمهوری اسلامی ایران، از جمله بند "ب" اصل دوم و بندهای ۳ و ۱۳ اصل سوم و ایجاد شرایط تحقق بند ۴ همین اصل و نیز اجرای اصل سی ام و بند ۷ اصل چهل و سوم و ایجاد شرایط تحقق بندهای ۸ و ۹ این اصل و اصول دیگر و با توجه به گسترش روز افزون دانش و کاربرد مهندسی برق در زمینه‌های گوناگون در زندگی بشر، پس از بررسی و مطالعه پیشرفت‌ها و نیازهای کشور، دوره کارشناسی مهندسی برق با مشخصات زیر تدوین شده است :

### ۱- تعریف و هدف :

دوره کارشناسی مهندسی برق یکی از مجموعه‌های آموزش عالی در زمینه فنی و مهندسی بوده و هدف آن تربیت افراد مستعدی است که بتوانند با آگاهی علمی و فنی کافی از عهده وظایف طراحی، بهره‌برداری و توسعه، نظارت، مدیریت و نگهداری از سیستم‌های الکتریکی، الکترونیکی و دیجیتال در زمینه‌های مرتبط برآیند و یا آماده ادامه تحصیل در مقاطع بالاتر باشند. بر همین مبنا برنامه درسی دوره مرکب از دروس نظری، آزمایشگاهی، کارگاهی و کارآموزی و پروژه است.

### ۲- طول دوره و شکل نظام :

طول این دوره ۴ سال می‌باشد و برنامه‌های درسی آن برای ۸ ترم برنامه‌ریزی می‌شود. طول هر ترم ۱۶ هفته آموزش کامل است. مدت هر واحد برای درس نظری ۱۶، عملی و آزمایشگاهی اصلی و تخصصی ۳۲، کارگاهی ۴۸ و کارآموزی ۲۴۰ ساعت است. همچنین برای دروس نظری غیر عمومی، برگزاری کلاس تمرین تا سقف یک سوم واحد درس مجاز می‌باشد. ارائه بسته‌های تخصصی الزامی رشته مهندسی برق، بر اساس برنامه‌ها، امکانات و ظرفیت‌های دانشکده/گروه آموزشی صورت می‌گیرد.

### ۳- واحدهای درسی :

تعداد کل واحدهای درسی، آزمایشگاهی و کارگاهی این مجموعه، براساس معیارها و مقررات وزارت، شامل انسجام، پیوستگی، تعادل، انعطاف پذیری، مهارت افزایی، و همچنین تحلیل برنامه‌های مشابه در برخی از دانشگاه‌های مشهور دنیا، ۱۴۰ و به تفکیک زیر است :

۱-۳: عمومی ۲۲ واحد

۲-۳: پایه ۲۶ واحد

۳-۳: اصلی ۵۱ واحد

۴-۳: تخصصی الزامی ۱۵ واحد (کلیه دروس و آزمایشگاه‌های یکی از بسته‌های تخصصی)

۵-۳: تخصصی انتخابی ۱۱ واحد (از مجموعه دروس و آزمایشگاه‌های تخصصی انتخابی با تایید استاد اهنما)

۶-۳: اختیاری ۱۰ واحد (با رعایت ضوابط مندرج در برنامه و ملاحظات دانشکده/گروه آموزشی)

۷-۳: پروژه کارشناسی ۳ واحد

۸-۳: کارآموزی ۲ واحد

### ۴- نقش و توانایی :

دانش‌آموختگان این دوره آمادگی و مهارت‌های زیر را بدست خواهند آورد :



- ۱-۴: مهارت کافی در شناخت، نحوه عملکرد و چگونگی نگهداری و بهره‌برداری سیستم‌ها و کنترل و اجرای پروژه‌ها در تخصص مربوطه، به ویژه به صورت گروهی
- ۲-۴: فراگیری مستمر، شناسایی و بهره‌برداری از فناوری‌های نوین، بویژه فناوری اطلاعات، و ارزیابی آنها بمنظور کاربرد در طرح و توسعه و نوآوری
- ۳-۴: شرکت در پروژه‌های صنعتی، تحقیقاتی و بررسی‌های فنی در زمینه تخصصی
- ۴-۴: کسب توانایی‌های لازم جهت تجزیه و تحلیل سیستم‌ها و طراحی آنها
- ۵-۴: مسئولیت‌پذیری، علاقمندی به پیشرفت حرفه‌ای، استقبال از رقابت سالم، برخورداری از وجدان کاری و مهارت‌های ارتباطی گفتاری، نوشتاری و رفتاری
- ۶-۴: برخورداری از مکارم اخلاقی و فضایل انسانی و کسب درک صحیح از امور فرهنگی، اجتماعی و سیاسی و احساس مسئولیت در قبال آنها

#### ۵- ضرورت و اهمیت :

- تربیت کارشناسان مهندسی برق با توجه به موارد زیر روشن است :
- ۱-۵: گسترش و نفوذ روزافزون فناوری و دانش مهندسی برق در ابعاد صنعتی، تولیدی، اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی و خدماتی و لزوم نوآوری و به روزرسانی آنها جهت ارتقاء کیفی و توسعه توانایی بهره‌برداری از مواهب و استعدادها در این زمینه‌ها
- ۲-۵: همگامی با پیشرفت‌های جهانی در این حیطه‌ها



فصل دوم

برنامه درسی



## ۱- دروس عمومی

ردیف	نام درس	تعداد واحد	ساعت		
			نظری	عملی	جمع
۱۰۱	اندیشه اسلامی (۱)	۲	۳۲	---	۳۲
۱۰۲	اندیشه اسلامی (۲)	۲	۳۲	---	۳۲
۱۰۳	انسان در اسلام	۲	۳۲	---	۳۲
۱۰۴	حقوق سیاسی و اجتماعی اسلام	۲	۳۲	---	۳۲
۱۰۵	فلسفه‌ی اخلاق (با تکیه بر مباحث تربیتی)	۲	۳۲	---	۳۲
۱۰۶	اخلاق اسلامی (مبانی و مفاهیم)	۲	۳۲	---	۳۲
۱۰۷	آیین زندگی (اخلاق کاربردی)	۲	۳۲	---	۳۲
۱۰۸	عرفان عملی در اسلام	۲	۳۲	---	۳۲
۱۰۹	انقلاب اسلامی ایران	۲	۳۲	---	۳۲
۱۱۰	آشنایی با قانون اساسی جمهوری اسلامی ایران	۲	۳۲	---	۳۲
۱۱۱	اندیشه سیاسی امام خمینی (ره)	۲	۳۲	---	۳۲
۱۱۲	تاریخ فرهنگ و تمدن اسلامی	۲	۳۲	---	۳۲
۱۱۳	تاریخ تحلیلی صدر اسلام	۲	۳۲	---	۳۲
۱۱۴	تاریخ امامت	۲	۳۲	---	۳۲
۱۱۵	تفسیر موضوعی قرآن	۲	۳۲	---	۳۲
۱۱۶	تفسیر موضوعی نهج البلاغه	۲	۳۲	---	۳۲
۱۱۷	تاریخ علم	۲	۳۲	---	۳۲
۱۱۸	فلسفه علم	۲	۳۲	---	۳۲
۱۱۹	اخلاق مهندسی	۲	۳۲	---	۳۲
۱۲۰	روش تحقیق و نگارش علمی	۲	۳۲	---	۳۲
۱۲۱	فارسی	۳	۴۸	---	۴۸
۱۲۲	زبان عمومی فنی مهندسی	۳	۴۸	---	۴۸
۱۲۳	دانش خانواده و جمعیت	۲	۳۲	---	۳۲
۱۲۴	تربیت بدنی (۱)	۱	---	۳۲	۳۲
۱۲۵	تربیت بدنی (۲)	۱	---	۳۲	۳۲



- از بین دروس ۱ تا ۴ حداکثر ۲ درس اختیار شود.
- از بین دروس ۹ تا ۱۱ حداکثر ۴ درس اختیار شود.
- از بین دروس ۱۵ تا ۱۶ حداکثر ۱ درس اختیار شود.
- از بین دروس ۱ تا ۲۰، ۱۲ و ۱۳ حداکثر ۱ درس اختیار شود.

- از بین دروس فوق ۲۲ واحد اخذ گردد.
- از بین دروس ۵ تا ۸ حداکثر ۲ درس اختیار شود.
- از بین دروس ۱۲ تا ۱۴ حداکثر ۲ درس اختیار شود.
- از بین دروس ۱۷ تا ۲۰ حداکثر ۲ درس اختیار شود.
- هر یک از دروس زبان فارسی و زبان عمومی فنی مهندسی باید در هفته حداقل در دو جلسه تدریس شود.



دروس پایه

ردیف	نام درس	تعداد واحد	ساعت			پیش نیاز / (هم نیاز)
			نظری	عملی	جمع	
۱	ریاضی عمومی ۱	۳	۴۸	-	۴۸	-
۲	ریاضی عمومی ۲	۳	۴۸	-	۴۸	ریاضی عمومی ۱
۳	فیزیک ۱ (حرارت و مکانیک)	۳	۴۸	-	۴۸	(ریاضی عمومی ۱)
۴	فیزیک ۲ (الکتریسیته و مغناطیس)	۳	۴۸	-	۴۸	فیزیک ۱
۵	احتمال مهندسی	۳	۴۸	-	۴۸	ریاضی عمومی ۲
۶	محاسبات عددی	۲	۳۲	-	۳۲	ریاضی عمومی ۲ و برنامه سازی کامپیوتر
۷	معادلات دیفرانسیل	۳	۴۸	-	۴۸	(ریاضی عمومی ۲)
۸	برنامه سازی کامپیوتر	۳	۴۸	-	۴۸	-
۹	کارگاه عمومی	۱	-	۳۲	۳۲	-
۱۰	آز فیزیک ۱	۱	-	۳۲	۳۲	(فیزیک ۱)
۱۱	آز فیزیک ۲	۱	-	۳۲	۳۲	(فیزیک ۲)
		جمع	۲۶			



۲- دروس اصلی

ردیف	نام درس	تعداد واحد	ساعت		
			نظری	عملی	جمع
۱	اقتصاد مهندسی	۳	۴۸	-	۴۸
۲	زبان تخصصی برق	۲	۳۲	-	۳۲
۳	نقشه کشی مهندسی	۱	-	۳۲	۳۲
۴	کارگاه برق	۱	-	۳۲	۳۲
۵	ریاضیات مهندسی	۳	۴۸	-	۴۸
۶	آشنایی با مهندسی برق	۱	۱۶	-	۱۶
۷	مدارهای الکتریکی ۱	۳	۴۸	-	۴۸
۸	مدارهای الکتریکی ۲	۲	۳۲	-	۳۲
۹	الکترومغناطیس	۳	۴۸	-	۴۸
۱۰	سیگنالها و سیستم ها	۳	۴۸	-	۴۸
۱۱	سیستم های کنترل خطی	۳	۴۸	-	۴۸
۱۲	الکترونیک ۱	۲	۳۲	-	۳۲
۱۳	الکترونیک ۲	۲	۳۲	-	۳۲
۱۴	ماشین های الکتریکی ۱	۲	۳۲	-	۳۲
۱۵	ماشین های الکتریکی ۲	۲	۳۲	-	۳۲
۱۶	اصول سیستم های مخابراتی	۳	۴۸	-	۴۸
۱۷	تحلیل سیستم های انرژی الکتریکی ۱	۳	۴۸	-	۴۸
۱۸	سیستم های دیجیتال ۱	۳	۴۸	-	۴۸
۱۹	سیستم های دیجیتال ۲	۳	۴۸	-	۴۸
۲۰	آز مدارهای الکتریکی و اندازه گیری	۱	-	۳۲	۳۲
۲۱	آز ماشین های الکتریکی ۱	۱	-	۳۲	۳۲
۲۲	آز الکترونیک	۱	-	۳۲	۳۲
۲۳	آز سیستم های کنترل خطی	۱	-	۳۲	۳۲
۲۴	آز سیستم های دیجیتال ۱	۱	-	۳۲	۳۲
۲۵	آز سیستم های دیجیتال ۲	۱	-	۳۲	۳۲
		جمع	۵۱		



۴-۱) بسته تخصصی الکترونیک

ردیف	نام درس	تعداد واحد	ساعت		
			نظری	عملی	جمع
۱	پروژه کارشناسی	۳	-	-	-
۲	کارآموزی	۲	-	-	-
۳	الکترونیک ۳	۳	۴۸	-	۴۸
۴	سیستم‌های ریزپردازنده‌ای	۳	۴۸	-	۴۸
۵	مدارهای پالس و دیجیتال	۳	۴۸	-	۴۸
۶	فیزیک الکترونیک	۳	۴۸	-	۴۸
۷	آز الکترونیک ۳*	۱	-	۳۲	۳۲
۸	آز مدارهای پالس و دیجیتال*	۱	-	۳۲	۳۲
۹	آز مدارهای مخابراتی*	۱	-	۳۲	۳۲
۱۰	آز الکترونیک صنعتی*	۱	-	۳۲	۳۲
		جمع	۲۰		

\* گذراندن سه آزمایشگاه الزامی است

۴-۲) بسته تخصصی قدرت

ردیف	نام درس	تعداد واحد	ساعت		
			نظری	عملی	جمع
۱	پروژه کارشناسی	۳	-	-	-
۲	کارآموزی	۲	-	-	-
۳	ماشین‌های الکتریکی ۳	۳	۴۸	-	۴۸
۴	الکترونیک صنعتی	۳	۴۸	-	۴۸
۵	تاسیسات الکتریکی	۳	۴۸	-	۴۸
۶	تحلیل سیستم‌های انرژی الکتریکی ۲	۳	۴۸	-	۴۸
۷	آز ماشین‌های الکتریکی ۲*	۱	-	۳۲	۳۲
۸	آز تحلیل سیستم‌های قدرت*	۱	-	۳۲	۳۲
۹	آز عایق‌ها و فشارقوی*	۱	-	۳۲	۳۲
۱۰	آز حفاظت و رله*	۱	-	۳۲	۳۲
۱۱	آز الکترونیک صنعتی*	۱	-	۳۲	۳۲
		جمع	۲۰		

\* گذراندن سه آزمایشگاه الزامی است.



۳-۴) بسته تخصصی کنترل

ردیف	نام درس	تعداد واحد	ساعت		
			نظری	عملی	جمع
۱	پروژه کارشناسی	۳	-	-	-
۲	کارآموزی	۲	-	-	-
۳	سیستم‌های کنترل مدرن	۳	۴۸	-	۴۸
۴	جبر خطی	۳	۴۸	-	۴۸
۵	کنترل صنعتی	۳	۴۸	-	۴۸
۶	سیستم‌های کنترل دیجیتال	۳	۴۸	-	۴۸
۷	آز سیستم‌های کنترل دیجیتال*	۱	-	۳۲	۳۲
۸	آز الکترونیک صنعتی*	۱	-	۳۲	۳۲
۹	آز کنترل صنعتی*	۱	-	۳۲	۳۲
۱۰	آز ابزار دقیق*	۱	-	۳۲	۳۲
		جمع	۲۰		

\* گذراندن سه آزمایشگاه الزامی است.

۴-۴) بسته تخصصی مخابرات

ردیف	نام درس	تعداد واحد	ساعت		
			نظری	عملی	جمع
۱	پروژه کارشناسی	۳	-	-	-
۲	کارآموزی	۲	-	-	-
۳	میدان‌ها و امواج	۳	۴۸	-	۴۸
۴	ریزموج و آنتن	۳	۴۸	-	۴۸
۵	مخابرات دیجیتال	۳	۴۸	-	۴۸
۶	پردازش سیگنال‌های دیجیتال	۳	۴۸	-	۴۸
۷	آز مخابرات دیجیتال*	۱	-	۳۲	۳۲
۸	آز مدارهای مخابراتی*	۱	-	۳۲	۳۲
۹	آز پردازش سیگنال‌های دیجیتال	۱	-	۳۲	۳۲
۱۰	آز ریزموج و آنتن*	۱	-	۳۲	۳۲
		جمع	۲۰		

\* گذراندن سه آزمایشگاه الزامی است.



۴-۵) بسته تخصصی بیو الکترونیک

ردیف	نام درس	تعداد واحد	ساعت			
			نظری	عملی	جمع	
۱	پروژه کارشناسی	۳	-	-	-	
۲	کارآموزی	۲	-	-	-	
۳	فیزیولوژی ۱	۳	۴۸	-	۴۸	
۴	مبانی بیوالکترونیک	۳	۴۸	-	۴۸	
۵	پدیده های بیوالکترونیک	۳	۴۸	-	۴۸	
۶	تجهیزات عمومی بیمارستانی	۳	۴۸	-	۴۸	
۷	سیستم های رادیولوژی و تصویرگر پزشکی	۲	۳۲	-	۳۲	
۸	آز سیگنالهای حیاتی	۱	-	۳۲	۳۲	
					جمع	۲۰

۴-۶) بسته تخصصی سیستم های دیجیتال

ردیف	نام درس	تعداد واحد	ساعت			
			نظری	عملی	جمع	
۱	پروژه کارشناسی	۳	-	-	-	
۲	کارآموزی	۲	-	-	-	
۳	مدارهای پالس و دیجیتال	۳	۴۸	-	۴۸	
۴	طراحی در سطح سیستم	۳	۴۸	-	۴۸	
۵	سیستم های ریزپردازنده ای	۳	۴۸	-	۴۸	
۶	طراحی سیستم های دیجیتال (ASIC و FPGA)	۳	۴۸	-	۴۸	
۷	آز ریزپردازنده *	۱	-	۳۲	۳۲	
۸	آز مدارهای پالس و دیجیتال *	۱	-	۳۲	۳۲	
۹	آز پردازش سیگنال های دیجیتال *	۱	-	۳۲	۳۲	
۱۰	آز طراحی در سطح سیستم *	۱	-	۳۲	۳۲	
					جمع	۲۰

\* گذراندن سه آزمایشگاه الزامی است.



۴-۷) دروس تخصصی انتخابی (حد اقل ۱۱ واحد از دروس و آزمایشگاه ها به تایید استاد راهنمای تحصیلی)

ردیف	نام درس	تعداد واحد	ساعت		
			نظری	عملی	جمع
۱	مدارهای مخابراتی	۳	۴۸	-	۴۸
۲	فیلتر و سنتز مدار	۳	۴۸	-	۴۸
۳	فیزیک مدرن	۳	۴۸	-	۴۸
۴	مدارهای مجتمع CMOS	۳	۴۸	-	۴۸
۵	حفاظت و رله	۳	۴۸	-	۴۸
۶	عایقها و فشارقوی	۳	۴۸	-	۴۸
۷	ماشین های الکتریکی مخصوص	۳	۴۸	-	۴۸
۸	تولید انرژی الکتریکی	۳	۴۸	-	۴۸
۹	درایوهای الکتریکی	۳	۴۸	-	۴۸
۱۰	آز درایوهای الکتریکی	۱	۳۲	-	۳۲
۱۱	طرح خطوط هوایی انتقال انرژی الکتریکی و پروژه	۳	۴۸	-	۴۸
۱۲	طرح پست های فشار قوی و پروژه	۳	۴۸	-	۴۸
۱۳	تحقیق در عملیات	۳	۴۸	-	۴۸
۱۴	سیستم های کنترل غیر خطی	۳	۴۸	-	۴۸
۱۵	ابزار دقیق	۳	۴۸	-	۴۸
۱۶	اتوماسیون صنعتی	۳	۴۸	-	۴۸
۱۷	مبانی مکاترونیک	۳	۴۸	-	۴۸
۱۸	ریزداننده پیشرفته	۳	۴۸	-	۴۸
۱۹	برنامه سازی پیشرفته	۳	۴۸	-	۴۸
۲۰	یادگیری ماشین	۳	۴۸	-	۴۸
۲۱	سیستم های نهفته	۳	۴۸	-	۴۸
۲۲	سیستم های مخابرات نوری	۳	۴۸	-	۴۸
۲۳	مخابرات بی سیم	۳	۴۸	-	۴۸
۲۴	شبکه های مخابراتی	۳	۴۸	-	۴۸
۲۵	اصول و دستگاههای توانبخشی حرکتی و عصبی	۳	۴۸	-	۴۸
۲۶	مدیریت اطلاعات پزشکی	۳	۴۸	-	۴۸
۲۷	فیزیولوژی ۲	۳	۴۸	-	۴۸
۲۸	مدلسازی محاسباتی سیستمهای فیزیولوژیکی	۳	۴۸	-	۴۸
۲۹	روش تحقیق و نگارش علمی	۲	۳۲	-	۳۲
۳۰	دروس و آزمایشگاه های سایر بسته ها				

#### ۸-۴) دروس اختیاری (۱۰ واحد)

دانشجویان با مشورت و موافقت استاد راهنما و با مراعات ضوابط زیر و ملاحظات دانشکده/گروه آموزشی و رعایت عدم همپوشانی محتوی دروس، نسبت به انتخاب و گذراندن حداقل ۱۰ واحد درس و یا آزمایشگاه مبادرت می نمایند:

الف) محیط زیست و انرژی

ب) دروس و آزمایشگاه‌های کارشناسی و تحصیلات تکمیلی مهندسی برق، مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات

ج) دروس و آزمایشگاه‌ها از سایر رشته‌ها

د) مباحث ویژه (۳ واحد)



فصل سوم

سرفصل دروس





پیشیناز: -

تعداد واحد: ۲ (نظری)

**هدف:** تبیین ضرورت پرداختن دانشجوی مسلمان به دین و مقولات دینی، تعمیق و گسترش اطلاعات و تقویت خدا باوری و ایمان دانشجویان در زمینه مباحث مربوط به خداشناسی و رستاخیز

سرفصل (۳۲ ساعت)

۱- انسان و ایمان

۱-۱- نیازهای معنوی انسان

۲-۱- نقش ایمان مذهبی در زندگی انسان

۳-۱- عقل و ایمان

۲- مفهوم خدا

۱-۲- برداشتهای مختلف درباره خدا

۲-۲- خدا در ادیان ابراهیمی (یهود، مسیحیت، اسلام)

۳- خدایابی

۱-۳- دل و شهود

۲-۳- عقل و استدلال

۴- توحید و شرک

۱-۴- توحید ذاتی و صفاتی

۲-۴- توحید افعالی

۳-۴- توحید عبادی (توسل و شفاعت)

۵- سایر اوصاف خداوند

۱-۵- عدل الهی

۲-۵- حکمت و قدرت

۳-۵- مسئله شرور

۴-۵- جبر و اختیار (قضا و قدر)

۶- رستاخیز و جاودانگی انسان

۱-۶- مرگ و برزخ

۲-۶- قیامت



## اندیشه اسلامی (۲)

پیشینـاز : اندیشه اسلامی ۱

تعداد واحد : ۲ (نظری)

هدف : گسترش آگاهی های دانشجویان در زمینه دین، پیامبری، اسلام، امامت و ولایت

سرفصل (۳۲ ساعت)

### ۱- پیشینه دین و پیامبری

- ۱-۱- تعریف دین و پیشینه آن در تاریخ
- ۲-۱- یهودیت و مسیحیت، پیدایش و سرنوشت آنان
- ۳-۱- آشنایی با تورات و انجیل و مقایسه آن دو با قرآن
- ۴-۱- تأثیر حاکمیت مسیحیت بر جامعه غربی و مقایسه آن با تأثیر اسلام در پیدایش تمدن اسلام

### ۲- اهداف، ابعاد و قلمرو دین

- ۱-۲- ضرورت وحی و پیامبری برای سعادت معنوی و زندگی دنیایی
- ۲-۲- عصمت پیامبران
- ۳-۲- نقش دین در زندگی دنیایی (بررسی دیدگاههای اومانیزم، سکولاریزم، و لیبرالیزم و نظریه جامعیت دین)
- ۴-۲- گوهر مشترک دین و راز تعدد ادیان و شرایع
- ۵-۲- رابطه علم و دین

### ۳- شناخت اسلام

- ۱-۳- قرآن و سنت
- ۱-۱-۳- اعجاز قرآن
- ۲-۱-۳- اعتبار سنت
- ۳-۱-۳- محکومات و متشابهات
- ۲-۳- عقل و جایگاه آن در شناخت دین
- ۳-۳- خاتمیت و پاسخگویی اسلام به نیازهای متغیر انسان
- ۴-۳- روش فهم دین (تکامل پذیری، فهم بشری، قداست فهم دینی، پلورالیزم دینی)

### ۴- امامت و ولایت

- ۱-۴- معنای امامت و ولایت
- ۲-۴- ابعاد و شئون امامت (مرجعیت دینی، ولایت سیاسی - ولایت معنوی)
- ۳-۴- عصمت امامان و ادله نصب آنان
- ۴-۴- مهدویت

### ۵- مرجعیت و ولایت در عصر غیبت

- ۱-۵- مرجعیت دینی در عصر غیبت
- ۲-۵- ولایت فقیه و رهبری سیاسی در زمان غیبت

### ۶- تاریخچه ولایت فقیه

- ۱-۶- مبنای مشروعیت حکومت دینی و اختیارات ولی فقیه
- ۲-۶- نصب، عزل و نظارت بر ولی فقیه



## انسان در اسلام

پیشیناز: -

تعداد واحد: ۲ (نظری)

**هدف:** آشنایی با دیدگاه اسلام درباره انسان، جایگاه او در نظام هستی و استعدادها و مسئولیت‌ها و آگاهی از ارزش واقعی انسان

سرفصل (۳۲ ساعت)

### ۱- کلیات و مفاهیم بنیادین

- ۱-۱- تعریف، اهمیت و ضرورت انسان‌شناسی
- ۲-۱- انسان‌شناسی از دیدگاه‌های مختلف (تجربی، اسطوره‌ای، فلسفی، دینی و ...)
- ۳-۱- انسان در نظرگاه عارفان مسلمان (مولوی، حافظ و ...)

### ۲- ساحت‌های وجود انسان

- ۱-۲- طبیعت و نیازها مادی انسان
- ۲-۲- معنویت و فطرت الهی انسان
- ۳-۲- عقل و آگاهی انسان
- ۴-۲- آزادی و مسئولیت انسان

### ۳- کمال انسان

- ۱-۳- عشق و محبت (عشق حقیقی، عشق مجازی و عشق کاذب)
- ۲-۳- سیر تکامل انسان (شناخت خدا، عبودیت و تکلیف)
- ۳-۳- مراتب کمال و صعود انسان
- ۴-۳- عوامل و موانع کمال

### ۴- از خود بیگانگی

- ۱-۴- معنای از خود بیگانگی و دیدگاه‌های موجود در این باره
- ۲-۴- زمینه‌ها، عوامل و پیامدهای از خود بیگانگی انسان
- ۳-۴- انسان مدرن و بیگانگی انسان از خود
- ۴-۴- درمان خودبیگانگی



## حقوق سیاسی و اجتماعی در اسلام

پیشیناز: -

تعداد واحد: ۲ (نظری)

**هدف:** آشنایی با ویژگی‌های نظام حقوقی اسلام و اصول بنیادین و انواع حقوق و آزادی‌های مدنی و سیاسی انسان از دیدگاه اسلام

سرفصل (۳۲ ساعت)

### ۱- مفاهیم اولیه و کلیات

۱-۱- مفهوم و انواع حق (حق تکوینی، تشریحی، حق الناس، حق الله و ...)

۲-۱- منشأ و خاستگاه حق

### ۲- مبانی و ویژگی‌های نظام حقوقی اسلام (در مقایسه با سایر نظام‌ها)

۱-۲- مبانی حقوق اسلامی

۲-۲- حقوق طبیعی و حقوق فطری

۳-۲- رابطه متقابل حق و تکلیف

۴-۲- جایگاه عدالت در نظام حقوق اسلام

۵-۲- مفهوم، مبانی و انواع آزادی در اسلام

۶-۲- نسبت حقوق فرد و جامعه

### ۳- حقوق مدنی و اجتماعی در اسلام

۱-۳- حق حیات، تکامل پیشرفت انسان

۲-۳- آزادی تفکر و عقیده

۳-۳- آزادی بیان و قلم

۴-۳- انتخاب شغل و مسکن و ...

۵-۳- حق امنیت قضائی و عدالت اجتماعی

### ۴- حقوق سیاسی

۱-۴- حق مشارکت در امور سیاسی

۲-۴- حق نظارت عمومی

۳-۴- حق حاکمیت ملی

### ۵- حقوق زن

۱-۵- مبانی حقوق زن

۲-۵- تفاوت‌های حقوق زن و مرد و علل آن

۳-۵- اسلام و فمینیسم

### ۶- حقوق کودک در اسلام

### ۷- حقوق اقلیت در اسلام

### ۸- حقوق و روابط بین‌الملل در اسلام



## فلسفه اخلاق (با تکیه بر مباحث تربیتی)

پیشیناز: -

تعداد واحد: ۲ (نظری)

**هدف:** توجیه باورهای اخلاقی و تقویت بنیان‌های فکری فراگیران و آشنایی با مکاتب و دیدگاه‌های مختلف اخلاقی با تأکید بر بیان دیدگاه‌های اندیشمندان اسلامی

### سرفصل (۳۲ ساعت)

#### ۱- کلیات

- ۱-۱- مفهوم، اهمیت و جایگاه فلسفه اخلاق
- ۲-۱- انواع پژوهش‌های اخلاقی (توصیفی، هنجاری و فرااخلاقی)
- ۳-۱- سیر فلسفه اخلاق در اندیشه اسلامی

#### ۲- مسئولیت اخلاقی

- ۱-۲- معنا شناسی مسئولیت اخلاقی
- ۲-۲- شرایط مسئولیت اخلاقی (مباحثی درباره جبر ژنتیکی، محیطی و ...)
- ۳-۲- قلمرو مسئولیت اخلاقی

#### ۳- واقع‌گرایی اخلاقی

- ۱-۳- واقع‌گرایی در مفاهیم اخلاقی
- ۲-۳- واقع‌گرایی در احکام اخلاقی

#### ۴- معیار ارزش اخلاقی

- ۱-۴- سود و زیان شخصی یا گروهی
- ۲-۴- حسن و قبح ذاتی افعال
- ۳-۴- مطابقت با قانون عقل
- ۴-۴- امر و نهی الهی
- ۵-۴- حسن فعلی و فاعلی

#### ۵- اطلاق و نسبیّت در اخلاق

- ۱-۵- انواع نسبیّت‌گرایی اخلاقی (توصیفی، هنجاری و فرااخلاقی)
- ۱-۵- مکاتب اخلاقی نسبیّت‌گرا
- ۲-۵- نقل و نقد دلایل نسبیّت‌گرایان
- ۳-۵- مطلق‌گرائی اخلاقی
- ۴-۵- مکاتب مطلق‌گرا

#### ۶- دین و اخلاق

- ۱-۶- نیازمندی‌های دین به اخلاق
- ۲-۶- وابستگی‌های اخلاق به دین
- ۳-۶- نقد و بررسی نظریه‌های تباین، اتحاد و تعامل



## اخلاق اسلامی (مبانی و مفاهیم)

پیشیناز: -

تعداد واحد: ۲ (نظری)

**هدف:** آشنایی دانشجویان با مبانی و مفاهیم اخلاق اسلامی در حوزه فضایل و رذایل اخلاقی، به منظور کسب فضیلت‌ها و پرهیز از رذیلت‌های اخلاقی

سرفصل (۳۲ ساعت)

### ۱- کلیات

- ۱-۱- مفهوم، اهمیت و جایگاه علم اخلاق اسلامی
- ۲-۱- تاریخچه علم اخلاق اسلامی
- ۳-۱- رویکردهای مختلف در علم اخلاق اسلامی

### ۲- مبانی اخلاق اسلامی

- ۱-۲- هدفمندی زندگی انسانی
  - ۱-۲-۱- عوامل و موانع قرب
  - ۲-۱-۲- مراتب و درجات قرب به خدا
- ۲-۲- خودشناسی
  - ۲-۲-۱- ابعاد وجود انسانی (بعد متعالی و مادی) و جاودانگی او
  - ۲-۲-۲- آزادی و اختیار
  - ۲-۲-۳- نقش عقیده و عمل در تکوین شخصیت انسانی

### ۳- فضایل و رذایل اخلاقی

- ۱-۳- در رابطه انسان با خدا (معنویت و بندگی)
- ۲-۳- در رابطه با خود (اخلاق فردی)
- ۳-۳- در رابطه با دیگران (اخلاق اجتماعی)
- ۴-۳- فضایل اخلاقی
  - ۱-۳-۴- محبت به خدا و اولیای الهی
  - ۲-۳-۴- توکل
  - ۳-۳-۴- قناعت
  - ۴-۳-۴- یاد مرگ
  - ۵-۳-۴- تفکر
  - ۶-۳-۴- اخلاص
  - ۷-۳-۴- خوف و رجاء
  - ۸-۳-۴- .....
- ۵-۳- رذایل اخلاقی
  - ۱-۳-۵- دنیاگرایی
  - ۲-۳-۵- پیروی از هوای نفس



۳-۵-۳- غرور

۳-۵-۴- خودفراموشی

۳-۵-۵- ریا

۳-۵-۶- آفات زبان

۳-۵-۷- .....



## آیین زندگی (اخلاق کاربردی)

پیشیناز: -

تعداد واحد: ۲ (نظری)

**هدف:** آشنایی دانشجویان با معیارهای اخلاق اسلام درباره مهمترین ابعاد زندگی روزمره و ایجاد زمینه‌ای برای گرایش بیشتر به پذیرش موازین اخلاقی اسلام درباره مسائل فردی و اجتماعی

سرفصل (۳۲ ساعت)

۱- اهمیت، جایگاه و ابعاد اخلاق اجتماعی در اسلام

۲- اخلاق دانشجویی

۱-۲- رابطه اخلاقی دانشجو با خود

۲-۲- رابطه اخلاقی دانشجو با استاد

۳-۲- رابطه اخلاقی دانشجو با سایر دانشجویان

۳- اخلاق آموزش و پرورش

۱-۳- تأثیر ویژگی‌های اخلاقی انسان در آموزش و پرورش علمی

۲-۳- ویژگی‌ها و محدودیت‌های اخلاقی پژوهش و آموزش

۳-۳- اخلاق نقد

۴- اخلاق کار و معیشت

۱-۴- شیوه‌های اخلاقی و غیر اخلاقی کسب ثروت

۲-۴- معیارهای اخلاقی انتخاب شغل و ...

۵- اخلاق معاشرت

۱-۵- صله ارحام

۲-۵- اخلاق شهروندی

۳-۵- مدارا

۴-۵- مسئولیت پذیری

۶- اخلاق دوستی و رفاقت

۱-۶- نقش دوست در سعادت و شقاوت انسان

۲-۶- معیارهای شناخت دوست خوب

۳-۶- وظایف و حقوق دوستان در قبال یکدیگر و ...

۷- اخلاق جنسی

۱-۷- اهمیت و جایگاه غریزه جنسی در اخلاق

۲-۷- حدود ارتباط زن و مرد (دختر و پسر) با یکدیگر

۳-۷- فضایل اخلاقی مربوط به امور جنسی (حجاب، حیا، عفت و ...)

۴-۷- آسیب شناسی اخلاق جنسی

۸- اخلاق گزینش همسر

۱-۸- ویژگی‌های همسر شایسته از نظر اسلام

۲-۸- فضایل و رذایل اخلاقی در زندگی زناشویی





- ۳-۸- راه‌های انتخاب همسر
- ۴-۸- ویژگی‌های یک زندگی موفق
- ۵-۸- راه‌های دستیابی به زندگی موفق

#### ۹- اخلاق سیاست

- ۱-۹- وظایف اخلاقی دولتمردان در قبال مردم
- ۲-۹- وظایف اخلاقی مردم در قبال دولت
- ۳-۹- راه‌های غیر اخلاقی کسب قدرت و جلب رأی و ...

#### ۱۰- اخلاق گفتگو و نقد

- ۱-۱۰- محوریت حق و حقیقت طلبی
- ۲-۱۰- فضایل و رذایل اخلاق مربوط به گفتگو

#### ۱۱- اخلاق محیط زیست

- ۱-۱۱- آداب تعامل انسان با محیط خود
- ۲-۱۱- راه حل‌های اخلاقی مشکلات زیست محیطی
- ۳-۱۱- وظیفه ما در قبال تخریب محیط زیست



**هدف:** آشنایی دانشجویان با شیوه صحیح سیر و سلوک عرفانی، دفاع از عرفان عملی اسلام در برابر شیوه‌های بدیل و ایجاد زمینه تربیت و تزکیه نفس

**سرفصل (۳۲ ساعت)**

**۱- کلیات**

- ۱-۱- تعریف عرفان عملی و تفاوت آن با علم اخلاق و عرفان نظری
- ۱-۲- جایگاه و اهمیت عرفان عملی

**۲- راههای متفاوت سیر و سلوک عرفانی**

- ۱-۲- معرفی راههای متنوع سیر و سلوک عرفانی
- ۲-۲- معیارهای گزینش بهترین و مناسب‌ترین راه سیر و سلوک

**۳- دین و عرفان**

- ۱-۳- نقش دین در ارایه راه صحیح سیر و سلوک
- ۲-۳- راه صحیح سیر و سلوک در گفتار و کردار معصومان
- ۳-۳- مسأله طریقت، شریعت و حقیقت

**۴- اهداف و سیر و سلوک**

- ۱-۴- معرفت حق
- ۲-۴- عشق به حق، عشق به مظاهر حق
- ۳-۴- قرب به حق
- ۴-۴- رجعت به حق (لقاء الله - فناء فی الله - بقاء بالله)

**۵- نقش راهنما (پیر) در سیر و سلوک عرفان**

- ۱-۵- ضروری یا غیر ضروری بودن راهنما در عرفان
- ۲-۵- خطرات و آفات پیر گزینی
- ۳-۵- پرهیز از پیروی مرشدهای دروغین

**۶- تزکیه و تهذیب نفس**

- ۱-۶- انواع نفس: نفس اماره، لوامه، مطمئنه
- ۲-۶- ریاضت‌های مشروع و نامشروع برای تهذیب نفس
- ۳-۶- مراحل تهذیب نفس
- ۴-۶- مراقبه و محاسبه
- ۵-۶- آثار و پیامدهای تزکیه نفس

**۷- مقامات عارفان**

- ۱-۷- توبه
- ۲-۷- ورع
- ۳-۷- زهد
- ۴-۷- فقر
- ۵-۷- صبر
- ۶-۷- توکل
- ۷-۷- رضا

**۸- حالات عرفان**

- ۱-۸- قرب و محبت
- ۲-۸- خوف و رجا و شوق
- ۳-۸- انس و اطمینان
- ۴-۸- مشاهده
- ۵-۸- یقین



## انقلاب اسلامی ایران

پیشیناز: -

تعداد واحد: ۲ (نظری)

**هدف:** آشنایی نظری با علل و عوامل پیدایش انقلاب اسلامی و بررسی تحولات فرهنگی، اجتماعی و سیاسی انقلاب اسلامی و مسائل پس از آن

سرفصل (۳۲ ساعت)

### ۱- مفاهیم و کلیات

۱-۱- تعریف فرهنگ، تاریخ، نظام اجتماعی و نهادها، قدرت، حاکمیت

۱-۲- انقلاب و تغییرات اجتماعی و نظریه‌ها

۲- زمینه‌های فرهنگی، تاریخی و سیاسی جامعه معاصر ایران

۳- مشروطه و عوامل تأثیرگذار در آن (عوامل فرهنگی، سیاسی، اقتصادی، خارجی و ...)

۴- تحلیل تحولات اجتماعی و سیاسی ایران پس از مشروطه

۴-۱- کودتای ۱۲۹۹ و تأسیس پهلوی، زمینه و عوامل داخلی و خارجی

۴-۲- تحلیل ساخت قدرت پهلوی دوم

۴-۳- ملی شدن صنعت نفت و کودتای ۲۸ مرداد

۴-۴- نیروهای کاری سیاسی مخالف رژیم پهلوی

۵- امام خمینی و فرآیند شکل‌گیری انقلاب اسلامی (از ۱۳۴۲-۱۳۵۷)

۶- ماهیت، آرمان و نقش مردم و رهبری در پیروزی انقلاب اسلامی

۷- بازتاب و تأثیرات انقلاب اسلامی در جهان اسلام و در دنیای معاصر

۸- دستاوردها و چالش‌های انقلاب اسلامی



## آشنایی با قانون اساسی جمهوری اسلامی ایران

پیشیناز: -

تعداد واحد: ۲ (نظری)

**هدف:** آشنایی با اصول و مبانی قانون اساسی و نسبت آن با قوانین دیگر و حقوق و آزادی‌های عمومی مقرر در آن

سرفصل (۳۲ ساعت)

۱- مفهوم قانون اساسی و تاریخچه آن در ایران

۱-۱- قانون اساسی در دوره مشروطه

۲-۱- قانون اساسی در جمهوری اسلامی ایران

۲- مبانی فقهی، نظری قانون اساسی جمهوری اسلامی ایران

۳- ریشه‌های فرهنگی و اجتماعی قانون اساسی جمهوری اسلامی ایران

۴- محورها و فصول اساسی قانون اساسی جمهوری اسلامی ایران

۴-۱- اصول کلی

۴-۲- حقوق و آزادی‌های عمومی

۴-۳- رهبری

۴-۴- قوه قضائیه

۴-۵- قوه مجریه

۴-۶- قوه مقننه

۴-۷- سیاست خارجی

۵- بازنگری در قانون اساسی

۶- مقایسه قانون اساسی جمهوری اسلامی ایران با قانون اساسی سایر کشورها



## اندیشه سیاسی امام خمینی (ره)

پیشیناز: -

تعداد واحد: ۲ (نظری)

**هدف:** آشنایی با بنیادها، چارچوب و اصول اندیشه سیاسی بنیان‌گذار جمهوری اسلامی و شناخت سیره و قواعد حاکم بر رفتار سیاسی ایشان

سرفصل (۳۲ ساعت)

- ۱- زندگی علمی، سیاسی امام خمینی (ره)
- ۲- مبانی معرفتی و اعتقادی اندیشه‌های سیاسی امام
- ۳- مروری بر اصول اندیشه سیاسی امام
  - ۱-۳- ضرورت حکومت اسلامی
  - ۲-۳- معیار مشروعیت حکومت
  - ۳-۳- ولایت مطلقه فقیه
- ۴- مسائل و محورهای مهم در دیدگاه‌ها و اندیشه سیاسی امام
  - ۱-۴- جمهوری اسلامی
  - ۲-۴- جایگاه مجلس و قانونگذاری
  - ۳-۴- نقش مردم در حکومت
  - ۴-۴- انتخابات و اراده عمومی
  - ۵-۴- قانون اساسی
  - ۶-۴- احزاب و گروه‌ها و مشارکت سیاسی
  - ۷-۴- اصول و مبانی سیاست خارجی
  - ۸-۴- استکبار جهانی و نظام بین‌الملل
  - ۹-۴- مسئله فلسطین و امت اسلامی
  - ۱۰-۴- جریان‌های اجتماعی، سیاسی معاصر ایران
  - ۱۱-۴- مستضعفان و عدالت اجتماعی



## تاریخ فرهنگ و تمدن اسلامی

پیشیناز: -

تعداد واحد: ۲ (نظری)

**هدف:** آشنایی با شکل‌گیری تمدن اسلامی و عناصر داخلی و خارجی مؤثر در تعالی و انحطاط آن به منظور تقویت خودباوری و تحکیم هویت ملی اسلامی

سرفصل (۳۲ ساعت)

### ۱- مباحث پایه

- ۱-۱- واژه‌شناسی تاریخ، فرهنگ، تمدن و تجدد
- ۱-۲- عناصر تشکیل‌دهنده فرهنگ و تمدن
- ۱-۳- تعریف تمدن اسلامی و محدوده تاریخی و جغرافیایی آن

### ۲- تمدن اسلامی و علل و عوامل آن

- ۲-۱- ویژگی‌های تمدن اسلامی
- ۲-۲- نهضت شکوفایی علمی در تمدن اسلامی
- ۲-۳- نهادهای سیاسی، اجتماعی و علمی تمدن اسلامی
- ۲-۴- علل و عوامل اعتقادی، فرهنگی و اجتماعی، پیدایش و شکوفایی تمدن اسلامی
- ۲-۵- تأثیر فرهنگ‌ها و تمدن‌های پیشین در پیدایش تمدن اسلامی (یونان و ایران و ...)
- ۲-۶- خدمات متقابل اسلام و ایران

### ۳- زمینه‌های ضعف، علل و عوامل رکود تمدن اسلامی

- ۳-۱- تهاجم دشمنان خارجی (مغول، صلیبیان و ...)
- ۳-۲- اشرافی‌گری و حکومت‌های خودکامه و دور شدن خلافت از معیارهای اصیل اسلامی
- ۳-۳- تحجرگری و محدودیت‌های سیاسی و اجتماعی
- ۳-۴- دنیا پرستی و انحطاط اخلاقی و انحراف از اسلام راستین

### ۴- تأثیر تمدن اسلامی بر تمدن غرب و پیدایش رنسانس

### ۵- ظرفیت‌های موجود در جهان اسلام

- ۵-۱- موقعیت جغرافیایی و ژئوپلیتیک کشورهای اسلامی
- ۵-۲- منابع زیرزمینی و انسانی کشورهای اسلامی
- ۵-۳- سرمایه فرهنگی و معنوی اسلام
- ۵-۶- انحطاط معنوی و بحران‌های درونی دنیای مدرن



## تاریخ تحلیلی صدر اسلام

تعداد واحد : ۲ (نظری) - پیشیناز :

هدف : آشنایی با چگونگی ظهور و گسترش اسلام و شیوه گذر از جامعه جاهلی به جامعه اسلامی

### سرفصل (۳۲ ساعت)

#### ۱- مباحث پایه

۱-۱- تعاریف، تقسیمات، فوائد تاریخ

۲-۱- آشنایی با مورخان و منابع و مآخذ مهم تاریخ اسلام

۳-۱- رویکرد شرق شناسی به تاریخ اسلام و نقد آن

#### ۲- جهان در آستانه بعثت

۱-۲- اوضاع اجتماعی، فرهنگی، جزیره العرب در آستانه ظهور اسلام (ارزشهای حاکم، خانواده، دین و ...)

۲-۲- وضعیت سیاسی، اجتماعی و فرهنگی ایران و روم

#### ۳- تاریخ زندگی و سیره پیامبر پیش از هجرت

۱-۳- تاریخ زندگی و اخلاق و منش شخصی پیامبر

۲-۳- روش پیامبر اسلام در دعوت و رسالت

۳-۳- زمینه‌ها و موانع گسترش اسلام در مکه

#### ۴- تاریخ زندگی و سیره پیامبر پس از هجرت

۱-۴- اهمیت، عوامل و چگونگی هجرت

۲-۴- سیره فرهنگی، اجتماعی و سیاسی پیامبر(ص) در مدینه

۳-۴- جریانهای معارض با پیامبر در مدینه (منافقان و کفار)

۴-۴- پیمانها و روابط داخلی و خارجی پیامبر

#### ۵- تاریخ خلافت

۱-۵- ماجرای سقیفه

۲-۵- مهمترین اقدامات سیاسی و نظامی دوران خلفا

#### ۶- تاریخ زندگی علی(ع)

۱-۶- شخصیت امام علی(ع) (تولد، اسلام، تربیت و پرورش و ...)

۲-۶- امام علی(ع) در دوران خلفا

۳-۶- حکومت علوی و معارضان

۴-۶- سیره علوی

#### ۷- تاریخ زندگی امام حسن(ع) و امام حسین(ع)

۱-۷- امام حسن(ع) و امام حسین(ع) در دوره پیامبر(ص)، خلفا و امام علی(ع)

۲-۷- صلح امام حسن(ع) و قیام امام حسین(ع)، زمینه‌ها و پیامدها



## تاریخ امامت

پیشیناز: -

تعداد واحد: ۲ (نظری)

هدف: آشنایی با مسئله امامت، جایگاه آن در اسلام و سیره و سنت پیشوایان در مقتضیات مختلف زمانی

سرفصل (۳۲ ساعت)

### ۱- کلیات

- ۱-۱- وصایت و جانشینی در تاریخ انبیای پیشین
- ۲-۱- واژه شناسی امامت، ولایت، اهل بیت، صحابه، تابعین و ...

### ۲- جانشینی پیامبر

- ۱-۲- رحلت پیامبر و مسئله جانشینی
- ۲-۲- ماجرای سقیفه، زمینه‌ها و پیامدهای آن

### ۳- دوره امامت امام علی (ع) و امام حسن (ع)

- ۱-۳- دوره‌های زندگی امام علی (ع) - (همراه با پیامبر، عصر خلفا، دوران حکومت)
- ۲-۳- سیره امام علی (ع) و اصول حکومت علوی
- ۳-۳- امام حسن در دوره پیامبر، خلفا و امام علی (ع)
- ۴-۳- صلح امام حسن، انگیزه‌ها و پیامدها

### ۴- دوره زندگی امام حسین (ع) و امام سجاد (ع)

- ۱-۴- امام حسین در دوران پیامبر و امام علی و امام حسین
- ۲-۴- قیام عاشورا، زمینه‌ها و آثار آن
- ۳-۴- شخصیت و اقدامات امام سجاد

### ۵- دوره زندگی امام باقر (ع) و امام صادق (ع)

- ۱-۵- ویژگی‌های سیاسی اجتماعی و فرهنگی دوران امام باقر و امام صادق
- ۲-۵- شخصیت علمی و معنوی امام باقر و امام صادق از نظر شیعه و اهل سنت
- ۳-۵- نقش امام باقر و امام صادق در تقویت و شکوفایی فرهنگی و معارف اسلامی و تشیع

### ۶- دوره زندگی امام کاظم (ع) و امام رضا (ع)

- ۱-۶- وضعیت سیاسی و اجتماعی دوران امام کاظم (ع)
- ۲-۶- شخصیت امام کاظم و تأثیر ایشان در جامعه اسلامی و شیعه
- ۳-۶- وضعیت سیاسی و اجتماعی و فرهنگی دوران امام رضا (ع)
- ۴-۶- شخصیت امام رضا و تأثیرات فرهنگی و سیاسی ایشان در جامعه اسلامی
- ۵-۶- مسئله ولایت عهدی امام رضا، انگیزه‌ها، علل و پیامدها

### ۷- دوره زندگانی امام جواد (ع) تا امام زمان (عج)

- ۱-۷- شرایط اجتماعی فرهنگی و سیاسی دوران امامان
- ۲-۷- شخصیت امامان و تأثیر آنها در جامعه اسلامی و شیعی
- ۳-۷- ایجاد شبکه ارتباطات علمی، اجتماعی و سیاسی امامان با جامعه شیعی (وکلا، روایان و فقیهان)

### ۸- دوران غیبت





- ۸-۱- زمینه‌های غیبت و شرایط اجتماعی و سیاسی آن دوره
- ۸-۲- امام مهدی (عج) در منابع اهل تسنن و تشیع
- ۸-۳- تشیع در دوران غیبت صغری و نواب اربعه
- ۸-۴- فلسفه انتظار و شرایط ظهور



## تفسیر موضوعی قرآن

پیشیناز: -

تعداد واحد: ۲ (نظری)

هدف: آشنایی با برخی مفاهیم زندگی ساز قرآن کریم در قالب نگرش موضوعی

سرفصل (۳۲ ساعت)

- ۱- کلیات
- ۲- قرآن چگونه کتابی است
  - ۱-۲- کلام خدا
  - ۲-۲- کتاب هدایت
- ۳- روش فهم قرآن
  - ۱-۳- محکم و متشابه
  - ۲-۳- تفسیر و تاویل
- ۴- خدا در قرآن
- ۵- رابطه انسان و خدا
- ۶- روابط اجتماعی در قرآن
- ۷- سنت‌های الهی در قرآن
- ۸- بینش و اندیشه در قرآن
- ۹- ...



## تفسیر موضوعی نهج البلاغه

پیشیناز: -

تعداد واحد: ۲ (نظری)

هدف: آشنایی با نهج البلاغه و درک آموزه‌های اساسی نهج البلاغه با نگرش موضوعی

سر فصل (۳۲ ساعت)

### کلیات

- ۱- آشنایی با نهج البلاغه (گردآوری، اسناد و مدارک، کتاب شناسی)
- ۲- ارزش ادبی نهج البلاغه
- ۳- سیری در موضوعات نهج البلاغه
- ۴- خدا در نهج البلاغه
- ۵- پیامبری و امامت
- ۶- سیاست حکومت
- ۷- روابط اجتماعی در نهج البلاغه
- ۸- انسان کامل
- ۹- ...



## فارسی

تعداد واحد : ۳ (نظری)

پیشیناز : -

سرفصل (۴۸ ساعت)

۱- ۱۵۰ صفحه از کتاب برگزیده متون ادب فارسی (مرکز نشر دانشگاهی)

۲- مباحث زیر از کتاب زبان و نگارش فارسی (انتشارات سمت)

- درباره نویسنده و ارزش و نقش نویسنده
- مشخصات یک نوشته خوب
- شیوه املاي فارسی
- نشانه گذاری
- شیوه تحقیق
- آشنایی با مراجع تحقیق
- نحوه استفاده از مراجع و مأخذ
- مقاله نویسی (طرز نوشتن مقاله، انواع مقاله، ادبی، تاریخی، علمی، اجتماعی، ...)
- فن ترجمه
- انواع نثر
- انواع نظم
- سبک‌های ادبی : خراسانی، عراقی، هندی، دوره بازگشت و ...
- مختصری در دستور زبان فارسی
- شیوه تهیه و تنظیم پایان‌نامه





## دانش خانواده و جمعیت

تعداد واحد : ۲ (نظری)

پیشیناز : -

سرفصل (۳۲ ساعت)

- تعریف سلامت از منظر فردی، خانوادگی و اجتماعی
- تعریف سلامت از منظر جسم، روح و روان، تفکر و اندیشه
- شکل گیری و انواع خانواده
- روابط در خانواده‌های امروز
- طلاق و تأثیر آن در جامعه
- طبقات اجتماعی و تأثیر آن در شکل گیری شخصیت نسل آینده
- تاریخچه تنظیم خانواده، اهمیت و استراتژی‌های آن در ایران و جهان
- شاخص‌های جمعیتی، حرکات جمعیت، مشکلات ناشی از ازدیاد جمعیت در ایران و جهان
- تعریف و اهداف طرح تنظیم خانواده و تأثیر آن در سلامت و بقاء مادران و کودکان
- استراتژی‌های طرح تنظیم خانواده در ایران
- غدد جنسی و عملکرد آنها
- دستگاه تناسلی جنس مذکر و مؤنث
- بلوغ جنسی و صفات ثانویه جنسی
- عادت ماهیانه و نمودار فیزیولوژیکی آن
- روش‌های پیشگیری از بارداری از قدیم تا به امروز
- روش‌های نوین (پیشگیری) از بارداری ویژه مردان
- روش‌های نوین پیشگیری از بارداری ویژه زنان
- آموزش، برنامه‌ریزی، ارزشیابی و نحوه ارتباط با مردم برای پیاده‌سازی طرح تنظیم خانواده
- ارضاء جنسی «Orgasm» در یک واکنش جنسی سالم از نگاه علم



## تربیت بدنی (۱)

تعداد واحد: ۱ (عملی)

پیشیناز: -

### سرفصل (۳۲ ساعت)

درس تربیت بدنی یک واحد عمومی می باشد که هدفش بهبود آمادگی جسمانی دانشجویان می باشد و رشته تخصصی در این واحد تدریس نمی شود و فاکتورهایی که جهت بهبود آمادگی جسمانی دانشجویان باید تقویت گردند عبارتند از:

۱- سرعت

۲- قدرت

۳- استقامت: عضلانی- قلبی، عروقی

۴- چابکی

۵- انعطاف پذیری

و تست هایی که جهت سنجش و بهبود فاکتورهای فوق باید گرفته شود عبارتند از:

۱- تست های سرعت: دوره های ۶۰ متر و ۱۰۰ متر

۲- تست توان و قدرت: پرش جفت و پرش عمودی و کلیه حرکاتی که با وزنه صورت می گیرد

۳- تست استقامت: عضلانی: بارفیکس و شنای سوئدی قلبی، عروقی: تست کویر

۴- چابکی: دو ۹×۴

۵- انعطاف پذیری = اندازه گیری میزان کشش عضلات بر روی سکوی خط کشی شده



## تربیت بدنی (۲)

پیشیناز: تربیت بدنی (۱)

تعداد واحد: ۱ (عملی)

سرفصل (۳۲ ساعت)

با توجه به امکانات مراکز آموزشی و تمایل دانشجویان در یکی از رشته‌های تخصصی نظیر فوتبال، تنیس روی میز، والیبال، بسکتبال، شنا و ... این درس ارائه می‌شود.





## ریاضی عمومی ۱

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: -

همنیاز: -

### شرح درس

- ۱- مختصات دکارتی و مختصات قطبی
- ۲- اعداد مختلط، جمع و ضرب و ریشه و نمایش هندسی اعداد مختلط، نمایش قطبی اعداد مختلط
- ۳- جبر توابع
- ۴- دستوره‌های مشتق‌گیری، تابع معکوس و مشتق آن، مشتق توابع مثلثاتی و توابع معکوس آنها، قضیه رل، قضیه میانگین
- ۵- کاربردهای هندسی و فیزیکی مشتق، منحنی‌ها و شتاب در مختصات قطبی، کاربرد مشتق در تقریب ریشه‌های معادلات
- ۶- تعریف انتگرال توابع پیوسته و قطعه قطعه پیوسته، قضایای اساسی حساب دیفرانسیل و انتگرال، تابع اولیه، روشهای تقریبی برآورد انتگرال
- ۷- کاربرد انتگرال در محاسبه مساحت و حجم و طول منحنی و گشتاور و مرکز ثقل و کار ... (در مختصات دکارتی و قطبی)
- ۸- لگاریتم و تابع نمایی و مشتق آنها، تابع‌های هذلولی
- ۹- روش‌های انتگرال‌گیری مانند تعویض متغیر و جزء به جزء و تجزیه به کسرها
- ۱۰- برخی تعویض متغیرهای خاص، دنباله و سری عددی و قضایای مربوطه، سری توان و قضیه تیلور با باقیمانده بسط تیلور



## ریاضی عمومی ۲

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: ریاضی عمومی ۱

همینااز: -

### شرح درس

- ۱- معادلات پارامتری
- ۲- مختصات فضایی
- ۳- بردار در فضا و انواع ضرب بردارها
- ۴- ماتریس های  $3 \times 3$ ، دستگاه معادلات خطی سه مجهولی، معکوس ماتریس، حل دستگاه معادلات، استقلال خطی، پایه در  $R^2$ ،  $R^3$ ، تبدیل خطی، دترمینان  $3 \times 3$ ، مقدار و بردار ویژه
- ۵- معادلات خط، صفحه و رویه درجه دو
- ۶- تابع برداری و مشتق آن، سرعت و شتاب، خمیدگی و بردارهای قائم بر منحنی
- ۷- تابع چند متغیره، مشتق کلی و جزئی، صفحه مماس و خط قائم گرادیان، قاعده زنجیره ای برای مشتق جزئی، دیفرانسیل کامل
- ۸- انتگرال های دو گانه و سه گانه و کاربرد آنها در مسائل هندسی و فیزیکی، تغییر متغیر در انتگرال گیری (بدون اثبات دقیق) مختصات استوانه ای و کروی
- ۹- میدان برداری، انتگرال منحنی الخط، انتگرال رویه ای دیورژانس، لاپلاسیان، پتانسیل، قضایای گرین و دیورژانس و استوکس



## فیزیک ۱ (حرارت و مکانیک)

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: -

همنیاز: ریاضی عمومی ۱

### شرح درس

- ۱- تعادل: شروط تعادل تحت اثر نیروها و گشتاورها، قوانین مربوطه
- ۲- حرکت در یک بعد و دو بعد: سرعت و شتاب، انواع حرکت، حرکت زمین و مشابه ثقل
- ۳- کار و انرژی: مقدمه، کار، انرژی جنبشی، انرژی پتانسیل الاستیک، نیروهای پایستار و ناپایستار، کار داخلی، انرژی پتانسیل داخلی، توان و سرعت، پایستگی انرژی مکانیکی
- ۴- ضربه، قانون پایستگی تکانه، قوانین مربوط به برخورد
- ۵- دوران: سرعت زاویه‌ای، شتاب زاویه‌ای، دوران با شتاب زاویه‌ای ثابت و متغیر، رابط بین سرعت و سرعت زاویه‌ای و شتاب و شتاب زاویه‌ای، گشتاور نیرو، لختی دورانی، انرژی جنبشی دورانی، کار یک گشتاور، تکانه زاویه‌ای، پایستگی تکانه زاویه‌ای، دوران حول محورهای ثابت و متحرک، حرکت غلتشی
- ۶- دما، گرما و قانون اول ترمودینامیک، قانون صفرم ترمودینامیک، اندازه‌گیری دما
- ۷- نظریه جنبشی گازها: گازهای کامل، انرژی جنبشی انتقالی، پویش آزاد میانگین، درجه آزادی و گرمای ویژه مولی
- ۸- انتروپی و قانون دوم ترمودینامیک: فرآیند یکسویه، تغییر در انتروپی، قانون دوم ترمودینامیک

مراجع:

1. D. Halliday, R. Resnick, and J. Walker, Fundamentals of Physics, 9<sup>th</sup> ed., Wiley, 2010.



## فیزیک ۲ (الکتروسیسته و مغناطیس)

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: فیزیک ۱

همین‌ا‌ز: -

### شرح درس

**بار الکتریکی:** بار الکتریکی، قانون کولن، پایدگی بار الکتریکی

**میدان الکتریکی:** میدان الکتریکی، خطوط میدان، میدان الکتریکی حاصل از بار نقطه‌ای، میدان الکتریکی دو قطبی، میدان

الکتریکی حاصل از خط باردار، حرکت بار نقطه‌ای در یک میدان الکتریکی، دوران دو قطبی در یک میدان الکتریکی

**قانون گوس:** شار الکتریکی، شار یک میدان الکتریکی، رابطه قانون گوس و کولن، رسانای باردار منزوی، کاربردهای قانون گوس

**پتانسیل الکتریکی:** انرژی پتانسیل الکتریکی، پتانسیل الکتریکی، پتانسیل بار نقطه‌ای، پتانسیل گروه ذرات باردار، پتانسیل حاصل

از توزیع پیوسته بار، محاسبه میدان از پتانسیل

**ظرفیت:** ظرفیت خازنی، محاسبه ظرفیت، ذخیره انرژی در میدان الکتریکی، خازن با دی الکتریک، دی الکتریک‌ها و قانون گوس

**جریان برق و مقاومت الکتریکی:** جریان، مقاومت، قانون اهم، توان در مدار الکتریکی

**مدارها:** کار و انرژی و EMF، مدار یک حلقه‌ای، مدارهای چند حلقه‌ای، آمپر سنج و ولت سنج، مدارهای RC

**میدان‌های مغناطیسی:** شدت میدان مغناطیسی، میدان‌های متعامد (اثر هال)، نیروی مغناطیسی وارد بر بار متحرک، نیروی

مغناطیسی وارد بر سیم حامل جریان، گشتاور بر یک حلقه جریان، دو قطبی مغناطیسی

**میدان مغناطیسی حاصل از جریان الکتریکی:** محاسبه میدان مغناطیسی حاصل از جریان، قانون آمپر، میدان مغناطیسی سیم پیچ

و چنبره، پیچه حامل به عنوان دو قطبی مغناطیسی

**القاء:** قانون القای فارادی، قانون لنز، القاء و انتقال انرژی، میدان‌های الکتریکی القایی، القاگرها، خود القاء، مدارهای RL، انرژی

ذخیره شده در میدان مغناطیسی، چگالی انرژی میدان مغناطیسی، القاء متقابل

**نوسان‌های الکترومغناطیس و جریان متناوب:** نوسان‌های LC، جریان متناوب، مدار RLC، توان در مدارهای جریان متناوب،

معادلات ماکسول، جریان جابجایی

**امواج الکترومغناطیسی:** موج الکترومغناطیسی در حال حرکت، انتقال انرژی و بردار پوینتینگ

آشنایی با خاصیت دوگانی موج و ذره، تداخل نور، پراش نور، نسبیت، تشعشع اتم هیدروژن

مراجع:

1. D. Halliday, R. Resnick, and J. Walker, Fundamentals of Physics, 9<sup>th</sup> ed., Wiley, 2010.



## احتمال مهندسی

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: ریاضی عمومی ۲

همنیاز: -

### شرح درس

- ۱- اشاره‌ای به تئوری مجموعه‌ها، نمونه‌ها و نمایش جدولی آنها همراه با میانگین، نما، میانه و واریانس
- ۲- تبدیل و ترکیب احتمالات و قضایای مربوطه
- ۳- متغیرهای تصادفی پیوسته و گسسته
- ۴- میانه، میانگین و واریانس توزیعات دو جمله‌ای، پواسن، فوق هندسی، نمایی، نرمال، ...
- ۵- توزیع مشترک چند متغیر تصادفی، همبستگی و استقلال متغیرها
- ۶- توزیع شرطی
- ۷- توابع مشخصه و مولد گشتاور
- ۸- قضیه حد مرکزی
- ۹- نامساوی‌های مارکف، چبی شف، ...
- ۱۰- توابع متغیرهای تصادفی
- ۱۱- اشاره به مبحث آمار



## محاسبات عددی

تعداد واحد: ۲ (نظری)

همینااز: -

پیشنیاز: معادلات دیفرانسیل و برنامه‌سازی کامپیوتر

### شرح درس

- ۱- خطاها و اشتباهات
- ۲- درونیابی و برون‌یابی
- ۳- یافتن ریشه‌های معادلات با روشهای مختلف
- ۴- مشتق‌گیری و انتگرال‌گیری عددی، تفاوت‌های محدود
- ۵- روشهای عددی برای حل معادلات دیفرانسیل معمولی مرتبه ۱ و ۲
- ۶- عملیات روی ماتریس‌ها و تعیین مقادیر ویژه آنها
- ۷- حل دستگاههای معادلات خطی و غیرخطی، روش حداقل مربعات



## معادلات دیفرانسیل

همینااز : ریاضی عمومی ۲

تعداد واحد : ۳ (نظری)

### شرح درس

- ۱- طبیعت معادلات دیفرانسیل و حل آنها
- ۲- خانواده منحنی‌ها و مسیرهای قائم
- ۳- معادله جدا شدنی
- ۴- معادله دیفرانسیل خطی مرتبه اول، معادله همگن
- ۵- معادله خطی مرتبه دوم، معادله همگن با ضرائب ثابت، روش ضرائب نامعین، روش تغییر پارامترها
- ۶- کاربرد معادلات مرتبه دوم در فیزیک و مکانیک
- ۷- حل معادله دیفرانسیل با سریها، توابع بسل و گاما
- ۸- چند جمله‌ای لژاندر
- ۹- مقدمه‌ای بر دستگاه معادلات دیفرانسیل
- ۱۰- تبدیل لاپلاس و کاربرد آن در حل معادلات دیفرانسیل



## برنامه‌سازی کامپیوتر

تعداد واحد : ۳ (نظری)

پیشیناز : -

همینااز : -

### شرح درس

۱- اصول برنامه‌سازی: کامپیوتر و انواع آن، اعداد و نشانه‌ها، اعداد دودویی، پردازش اطلاعات، سخت‌افزار و نرم‌افزار، برنامه

مترجم، فایل‌های کتابخانه‌ای

۲- شیوه‌های برنامه‌نویسی: مراحل ایجاد و توسعه برنامه، الگوریتم، روندنما (فلوچارت)، تکامل و طبقه‌بندی زبان‌های برنامه‌نویسی

۳- تشریح برنامه‌نویسی به زبان C (یا یکی از زبان‌های معتبرمانند پاسکال، فرترن، ... ) و آشنایی با : عملوندها،

دستورات، شناسه، انواع اطلاعات و اندازه آنها، کلاسهای ذخیره‌سازی، مقادیر ثابت و متغیر، عبارات محاسباتی، توابع ریاضی،

عبارات ورودی و خروجی، احکام گمارش، شرطی، اعلانی و تکراری، متغیرهای اندیس‌دار، حافظه‌های مشترک، عمومی و

کمکی، زیربرنامه‌ها

۴- نوشتن و اجرای چند برنامه کامپیوتری

۵- آشنایی و کار با بسته‌های نرم‌افزاری

مراجع (زبان C) :

۱. م. داورپناه‌جزی، مبانی کامپیوتر و برنامه‌نویسی به زبان C، انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان، ۱۳۸۶.
2. H.R. Hanly and E.B. Koffman, Problem Solving and Program Design in C, 7<sup>th</sup> ed., Addison-Wesley, 2012.
3. Al Kelly, Ira Pohl, C by dissection, The Essentials of C Programming, 4<sup>th</sup> ed., Addison-Wesley Publishing Company, 2000.
4. Herbert Schildt, Turbo C The Complete Reference, 2<sup>nd</sup> ed., McGraw-Hill, 1992.
5. Herbert Schildt, C++ The Complete Reference, 4<sup>th</sup> ed., McGraw-Hill, 2002.
6. H. M. Deitel and P.J. Deitel, C++ How to Program, 6<sup>th</sup> ed., Prentice Hall International, 2009.





## کارگاه عمومی

تعداد واحد: ۱ (عملی)

پیشنیاز: -

همنیاز: -

**هدف:** آشنایی با اصول ایمنی و بهداشت کارگاه‌ها و طرز استفاده از وسایل و ابزار مورد استفاده

**شرح درس:**

روش کار کردن با نقشه‌های فنی، وسایل و تجهیزات کارگاهی در بخش‌های ماشین ابزار، جوشکاری، مدلسازی و ریخته‌گری، برق و ...



## آز فیزیک ۱

تعداد واحد: ۱ (عملی)

پیشیناز: -

همینااز: فیزیک ۱

### شرح درس

- ۱- بررسی شرط تعادل برای نیروهای واقع در صفحه
- ۲- اندازه گیری جرم حجمی جامدات و مایعات
- ۳- بررسی قوانین حرکت نوسانی در آونگ ساده
- ۴- اندازه گیری ارزش آبی کالیمتر و اندازه گیری ظرفیت گرمای ویژه جامدات
- ۵- تعیین دمای نهان تبخیر آب
- ۶- اندازه گیری گرمای نهان ذوب یخ
- ۷- تعیین ضریب انبساط حجمی مایعات
- ۸- تعیین ضریب انبساط طولی جامدات
- ۹- بررسی دماسنج‌ها و ساخت ترمو کوپل
- ۱۰- تعیین ضریب هدایت حرارت جامدات



## آز فیزیک ۲

تعداد واحد : ۱ (عملی)

همینااز : فیزیک ۲

پیشینااز : -

### شرح درس

- ۱- بررسی قوانین اهم و کیرشهف در مدارهای جریان مستقیم  
آشنایی با دستگاه‌های اندازه‌گیری (ولت‌متر - آمپر‌متر - اهم‌متر)
- ۲- بررسی پل‌های اندازه‌گیری جریان مستقیم
- ۳- بررسی شارژ و دشارژ خازن در مدار RC با تحریک پله‌ای
- ۴- پاسخ پایدار مدار RC به تحریک سینوسی
- ۵- پاسخ پایدار مدار RL به تحریک سینوسی
- ۶- مغناطیس و جریان الکتریکی (بررسی قوانین لنز و فارادی)  
آشنایی با اوسیلسکوپ
- ۷- بررسی اساس کار ترانسفورماتورها
- ۸- فرومغناطیس (بررسی اثر هسته فرومغناطیس بر روی میدان مغناطیسی)
- ۹- بررسی اساس کار ژنراتورها و الکتروموتورها
- ۱۰- مولد DC یا دینامو



## اقتصاد مهندسی

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشیناز: -

همیناز: نیمسال چهارم

هدف: آشنایی با مفاهیم اقتصادی و کاربرد آنها در مهندسی

شرح درس:

مقدمه و مفاهیم پایه‌ای

فرآیند تصمیم‌گیری اقتصاد مهندسی

فاکتورهای مالی (مرکب سالیانه و پیوسته)

روش‌های اقتصاد مهندسی و کاربرد آنها: ارزش فعلی، یکنواخت سالیانه، نرخ بازگشت سرمایه، نسبت منافع به مخارج، دوباره بازگشت، ...

استهلاک

تجزیه و تحلیل اقتصادی بعد از کسر مالیات

تجزیه و تحلیل جایگزینی

آنالیز حساسیت

تجزیه و تحلیل اقتصادی در شرایط عدم اطمینان

تورم و کاربرد آن در اقتصاد مهندسی

کاربرد برنامه‌ریزی ریاضی در اقتصاد مهندسی

توجه اقتصادی و آنالیز قیمت در پروژه‌ها

مراجع:

1. Y. V. Yevdokimov, Economics for Engineers, 3<sup>rd</sup> ed., Pearson Custom Pub., 2007.
2. W. M. Scarth, Economics, The Essentials, 3<sup>rd</sup> ed., Hartcourt Canada, 2003.

۳. س. ک. اورعی، اقتصاد برای همه، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر، ۱۳۸۵.



## زبان تخصصی برق

تعداد واحد : ۲ (نظری)

همینااز : -

پیشینااز : زبان عمومی فنی مهندسی

**هدف :** آشنایی با متون علمی و فنی انگلیسی در زمینه مهندسی برق

شرح درس :

محتوای کتاب درسی زبان تخصصی مهندسی برق شامل نکات گرامی، لغت و نوشتاری، به همراه مقالات عام در زمینه مهندسی برق



همین‌ا‌ز: -

پیشین‌ا‌ز: -

**هدف:** آشنایی با روش‌ها و نرم‌افزارهای ترسیم فنی و نمایش‌های تصویری

شرح درس:

رسم تصویر نقطه، خط، صفحه و جسم بر روی یک صفحه تصویر، معرفی صفحات اصلی تصویر، اصول رسم سه‌تصویر، رابط هندسی بین تصاویر مختلف، انواع خطوط و کاربرد آنها، ترسیمات هندسی، روش‌های مختلف معرفی فرجه اول و سوم، طریقه رسم سه‌تصویر یک جسم در فرجه سوم، روش رسم شش‌تصویر یک جسم در فرجه اول، تبدیل فرجه، رسم تصویر یک جسم به کمک تصاویر معلوم آن، انواع برش‌ها، مستثنیات در برش، تعریف تصویر مجسم و کاربرد آن، طبقه‌بندی تصاویر مجسم، تصویر مجسم قائم (ایزومتریک، دیمتریک، تری‌متریک)، تصویر مجسم مایل شامل مایل ایزومتریک (کاوالیر) و مایل دیمتریک (کابینت)، اتصالات پیچ و مهره و پرچ و جوش و طریقه رسم انواع آنها، طریقه رسم نقشه‌های سوار شده باختصار. معرفی و به‌کارگیری نرم‌افزارهای موجود در زمینه درس



## کارگاه برق

تعداد واحد : ۱ (کارگاهی)

پیشیناز : کارگاه عمومی

همیناز : -

هدف: آشنایی با طرز کار برخی مدارهای الکتریکی

شرح درس :

روشنایی لامپ معمولی : آشنایی با انواع کلید و پریز و مدارات سیم کشی خانگی

مدارات روشنایی با بالاست (مهتابی)

مدارات در باز کن خانگی (تصویری)

مدار راه انداز موتور (کنتاکتوری)

مدارات کنترلی پیشرفته تر با میکرو PLC از نوع logo : آشنایی با روش برنامه ریزی، ارائه برنامه کنترلی تحت

(Function Block Diagram) FBD و تست کارکرد برای مواردی مانند :

مدار کنترل در پارکینگ

مدار روشنایی محوطه با حسگر نوری

مدار کنترل سطح آب مخزن توسط پمپ

مدار کنترل هواکش های مرکزی یک واحد آپارتمانی و هواکش پارکینگ با حسگر گاز



**هدف:** آشنایی با مفاهیم و کاربردهای سری و تبدیل فوریه، زمینه‌های بروز و روش‌های تحلیل معادلات با مشتقات جزئی، توابع و نگاشت‌ها در صفحه مختلط  
شرح درس:

۱. **سری فوریه و تبدیل فوریه:** تعریف سری فوریه، فرمول اویلر، بسط در نیم‌دامنه، نوسات واداشته، انتگرال فوریه، تبدیل لاپلاس؛ قضیه گیسیس و محدودیت‌های تحلیل فوریه، توابع متعامد و کامل، همگرایی سری و تبدیل فوریه، کاربرد تحلیل فوریه در حل مسائل مهندسی، خواص تقارنی تبدیل و سری فوریه، معرفی تبدیل فوریه‌ی زمان کوتاه
۲. **معادلات با مشتقات جزئی:** معادله موج یک متغیره، روش تفکیک متغیرها، جواب دالامبر برای معادله موج، معادله انتشار گرما، معادله موج، معادله لاپلاس در مختصات دکارتی و کروی و قطبی، معادلات بیضوی، سهموی و هذلولوی، موارد کاربرد تبدیل لاپلاس در حل معادلات با مشتقات جزئی، حل معادلات با مشتق جزئی با استفاده از انتگرال فوریه، استخراج معادلات تلگرافی
۳. **توابع تحلیلی و نگاشت همدیس و انتگرال‌های مختلط:** حد و پیوستگی، مشتق توابع مختلط، توابع نمائی و مثلثاتی، هذلولی و لگاریتمی، مثلثاتی معکوس و نمائی با نمای مختلط، نگاشت همدیس، حفظ شرط مرزی دیریکله تحت تبدیل همدیس، حفظ انرژی تحت تبدیل همدیس، کاربرد تبدیل همدیس در محاسبات ظرفیت الکتریکی
۴. **انتگرال خطی در صفحه مختلط:** قضیه انتگرال کوشی، محاسبه انتگرال خطی بوسیله انتگرال‌های نامعین، فرمول کوشی، بسط‌های تایلور و مک لورن، محاسبه‌ی انتگرال‌ها به روش مانده‌ها، قضیه مانده، محاسبه انتگرال حقیقی کسری، محاسبه انتگرال حقیقی مثلثاتی

**مراجع:**

1. C. R. Wylie, Advanced Engineering Mathematics, 6<sup>th</sup> ed., McGraw – Hill, 1995.
2. E. Kreyszig, Advanced Engineering Mathematics, 10<sup>th</sup> ed., Wiley, 2011.
۳. ج. راشد محصل، ریاضیات مهندسی، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۹۱.
۴. ب. طائری، ریاضی مهندسی برای دانشجویان رشته‌های علوم پایه و مهندسی، مرکز نشر دانشگاه صنعتی اصفهان، ۱۳۹۰.
۵. م. تومانیان، ریاضیات مهندسی، انتشارات آرشنا، تبریز، ۱۳۸۹.





## آشنایی با مهندسی برق

تعداد واحد: ۱ (نظری)

پیشنیاز: -

همنیاز: نیمسال اول

**هدف:** ارائه شمای کلی از ساختار، کاربردها، تقسیم‌بندی‌ها و چشم‌انداز رشته مهندسی برق

شرح درس:

تعریف واژه مهندسی، ضرورت و اهمیت فن آفرینی در مهندسی، ارتباط مهندسی برق با علوم پایه  
مروری بر شکل‌گیری تحولات و تقسیم‌بندی‌های تخصصی رشته با ذکر مثال‌های جذاب و روزآمد  
معرفی زمینه‌ها و ترسیم شمای کلی کاربردهای تخصص‌های مهم رشته مهندسی برق  
چشم‌انداز تحولات و پیشرفت‌های مهندسی برق در آینده  
اهمیت آموزش مادام‌العمر و آمادگی جهت ادامه تحصیل در مقاطع بالاتر  
معرفی انجمن‌های علمی کشوری و بین‌المللی در مهندسی برق  
اشاره به نرم‌افزارهای عام و مهم نشریات داخلی و بین‌المللی در رشته مهندسی برق  
ذکر سازمان‌ها و شرکت‌های تولیدی و خدماتی مهم مهندسی برق داخلی و بین‌المللی



## مدارهای الکتریکی ۱

تعداد واحد: ۳ (نظری)

همینااز: فیزیک ۲، معادلات دیفرانسیل

پیشینااز: -

**هدف:** آشنایی با مدل‌سازی اجزاء و تحلیل مدارهای الکتریکی درحوزه زمان و حالت دائمی سینوسی

شرح درس:

**مقدمه:** شمای کلی درس، ضرورت و مبنای مدل‌سازی در تحلیل و طراحی مهندسی

**اجزاء، مدل‌ها و مدارهای مقاومتی:** مدارهای فشرده، قوانین کیرشف، اجزاء مدار شامل مقاومت‌ها، خازن‌ها، سلف‌ها، منابع

نابسته و وابسته و شکل موج‌ها، توان و انرژی، روش‌های تحلیل گره و مش در مدارهای مقاومتی، مدار معادل تونن و نرتن، استفاده

از جمع آثار و تقارن در تحلیل مدار، تقویت‌کننده‌های عملیاتی و کاربردهای آن

**مدارهای مرتبه اول:** پاسخ گذرا و حالت دائمی، پاسخ‌های پله و ضربه

**مدارهای مرتبه دوم:** پاسخ‌های پله و ضربه، نوسان و مقاومت منفی و پایداری

**مدارهای مرتبه بالاتر:** روش تحلیل گره و مش، محاسبه پاسخ ضربه

**تجزیه و تحلیل حالت دائمی سینوسی:** فازورها، مفاهیم امپدانس و ادمیتانس، تحلیل حوزه فرکانسی، تابع شبکه و پاسخ

فرکانسی، توان لحظه‌ای، توان متوسط و توان مختلط، مقادیر مؤثر، قضیه انتقال توان حداکثر

**آشنایی با مدارهای سه فاز**

**سلف‌های تزویج شده و ترانسفورماتور**

**مراجع:**

۱- پرویز جبه‌دار مارالانی، نظریه اساسی مدارها و شبکه‌ها، ترجمه و تکمیل جلد ۱، ویرایش دوم: انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۹۷.

2. R.C. Dorf and J.A. Svoboda, Introduction to Electric Circuits, 8<sup>th</sup> ed., John Wiley, 2010.

3. J.W. Nilsson and S. A. Riedel, Electric Circuits, 9<sup>th</sup> ed., Prentice-Hall, 2010.

4. R.A. DeCarlo and P.M. Lin, Linear Circuit Analysis: Time Domain, Phasor and Laplace Transform Approaches, Oxford University Press, 2001.

5. C. K. Alexander and M. N. O. Sadiku, Fundamentals of Electric Circuits, 4<sup>th</sup> ed., McGraw Hill, 2008.



## مدارهای الکتریکی ۲

تعداد واحد: ۲ (نظری)

پیشیناز: مدارهای الکتریکی ۱

همیناز: -

**هدف:** آشنایی با روش‌های منظم تحلیل مدار در حالت کلی

شرح درس:

گراف مدار و قضیه تلگان، حلقه‌ها و کات‌ست‌های مستقل

معادلات حالت

کاربرد تبدیل لاپلاس در تحلیل مدار

تحلیل حوزه فرکانسی مدار، فرکانس‌های طبیعی و توابع شبکه

قضایای اصلی مدار شامل جمع آثار، جانشینی، تونن، و هم‌پاسخی

دو قطبی‌ها و ماتریس‌های مختلف توصیف آنها

بهم‌پیوستن دو قطبی‌ها

**مراجع:**

- ۱- پرویز جبه‌دار مارالانی، نظریه اساسی مدارها و شبکه‌ها، ترجمه و تکمیل جلد ۲، ویرایش دوم: انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۹۷.
2. R.C. Dorf and J.A. Svoboda, Introduction to Electric Circuits, 8<sup>th</sup> ed., John Wiley, 2010.
3. J.W. Nilsson and S. A. Riedel, Electric Circuits, 9<sup>th</sup> ed., Prentice-Hall, 2010.
4. R.A. DeCarlo and P.M. Lin, Linear Circuit Analysis: Time Domain, Phasor and Laplace Transform Approaches, Oxford University Press, 2001.
5. C. K. Alexander and M. N. O. Sadiku, Fundamentals of Electric Circuits, 4<sup>th</sup> ed., McGraw Hill, 2008.



همینااز: -

پیشینااز: ریاضی عمومی ۲ و فیزیک ۲

**هدف:** آشنایی با مفاهیم میدان‌های الکتریکی ساکن، مغناطیسی ساکن، الکترومغناطیس متغیر با زمان و معادلات ماکسول  
شرح درس:

**مقدمه:** اهمیت و گستردگی دامنه کاربرد

**مرور آنالیز برداری:** سیستم‌های مختصات و دکارتی، استوانه‌ای و کروی، مفاهیم گرادیان، دیورژانس، قضایای استوکس، دیورژانس و هلمولتز

**میدان‌های الکتریکی ساکن:** قانون کولن، قانون گوس، خطوط میدان و شار الکتریکی، پتانسیل الکتریکی، هادی‌ها، عایق‌ها و قطبش الکتریکی، بار حجمی و بار سطحی، شرایط مرزی میدان‌های الکتریکی ساکن، خازن و ظرفیت خازنی، انرژی الکترواستاتیکی  
**حل مسائل الکترواستاتیک:** معادله لاپلاس، معادله پواسون، قضیه یکتایی، روش تصویر، حل معادلات لاپلاس و پواسون در مختصات کارتزین، استوانه‌ای و کروی

**جریان‌های الکتریکی دائم:** چگالی جریان و جریان حجمی، قانون اهم و قوانین کیرشهف، شرایط مرزی و معادله پیوستگی جریان، تلفات توان و قانون ژول

**میدان‌های مغناطیسی ساکن:** قانون نیروی لورنتس، قانون بیوساوار، دوقطبی مغناطیسی، پتانسیل برداری مغناطیسی، بردار مغناطیسی شدن، مواد مغناطیسی، شرایط مرزی برای میدان‌های مغناطیسی، خودالقایی و القای متقابل، انرژی مغناطیسی، نیروی مغناطیسی

**میدان‌های متغیر با زمان و معادلات ماکسول:** قانون فارادی و القای الکترومغناطیسی، جریان جابجایی، معادلات ماکسول برای میدان‌های متغیر با زمان، توابع پتانسیل الکتریکی و مغناطیسی، معادله موج و میدان‌های هارمونیک، امواج صفحه‌ای در محیط بدون تلفات، امواج عرضی، قطبش موج، توان حمل شده توسط موج و بردار پوینتینگ، انعکاس و انکسار امواج صفحه‌ای (تابش عمودی و تابش مایل)

**مراجع:**

2. U. S. Inan, and A. S. Inan, Engineering Electromagnetics, Addison- Wesley, 1999.
3. D. J. Griffiths, Introduction to Electrodynamics, 3<sup>rd</sup> ed., Prentice - Hall, 1999.
4. W. H. Hayt and J. A. Buck, Engineering Electromagnetics, 6<sup>th</sup> ed., McGraw- Hill, 2001.
5. D. K. Cheng, Field and Wave Electromagnetics, 2<sup>nd</sup> ed., Addison- Wesley, 1998.
6. J. R. Reitz and F. J. Milford, Foundations of Electromagnetic Theory, 4<sup>th</sup> ed., Addison- Wesley, 1992.



## سیگنال‌ها و سیستم‌ها

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: ریاضیات مهندسی

همین‌ااز: -

**هدف:** آشنایی با توصیف سیگنال‌ها و تحلیل سیستم‌های خطی و تغییر ناپذیر با زمان در حوزه‌های زمان (پیوسته و گسسته) و

فرکانس

شرح درس:

**مقدمه:** مفاهیم و ابزارهای ریاضی پردازش سیگنال‌ها و تحلیل سیستم‌ها، تعاریف، خواص و تقسیم‌بندی‌های کلی

**سیگنال‌های پیوسته زمان و گسسته زمان:** نمایش ریاضی، ضربه و پله، متناوب، نمایی مختلط، توان و انرژی

**سیستم‌های خطی و تغییر ناپذیر با زمان:** پاسخ ضربه، مفهوم کانولوشن، خواص پاسخ ضربه، توصیف به وسیله معادلات

تفاضلی و دیفرانسیل

**سری فوریه سیگنال‌های متناوب:** اهمیت نمایش در محاسبه پاسخ سیستم‌های LTI، سیگنال‌های پیوسته زمان، سیگنال‌های

گسسته زمان، همگرایی سری فوریه، خواص نمایش سری فوریه

**تبدیل فوریه پیوسته زمان:** تعریف، همگرایی، خواص، تحلیل سیستم‌های توصیف شده با معادلات دیفرانسیل با ضرائب ثابت

**تبدیل فوریه گسسته زمان:** تعریف، همگرایی، خواص، تحلیل سیستم‌های توصیف شده با معادلات تفاضلی با ضرائب ثابت

**نمونه برداری:** قضیه، فرم‌های ایده آل و غیر ایده آل، پدیده تداخل طیفی، بازسازی

**تبدیل لاپلاس:** تعریف، همگرایی، خواص، تابع تبدیل و تحلیل سیستم‌های LTI (پیوسته زمان)

**تبدیل Z:** تعریف، همگرایی، خواص، تابع تبدیل و تحلیل سیستم‌های LSI (گسسته زمان)

کاربردهای نوعی

مراجع:

1. A. V. Oppenheim, A. S. Willsky and S.H. Nawab, Signals and Systems, 2<sup>nd</sup> ed., Prentice-Hall, 1996.
2. R. E. Ziemer, W. H. Tranter and D. R. Fannin, Signals and Systems, Continuous and Discrete, 4<sup>th</sup> ed., Prentice - Hall, 1998.
3. S. Haykin and B. Van Veen, Signals and Systems, 2<sup>nd</sup> ed., Wiley, 2003.



## سیستم‌های کنترل خطی

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: مدارهای الکتریکی ۲، سیگنال‌ها و سیستم‌ها

همنیاز: -

**هدف:** آشنایی با روش‌های تحلیل و طراحی سیستم‌های کنترل خطی تک متغیره در حوزه زمان و فرکانس

شرح درس:

- معرفی سیستم‌های کنترل: مدل‌سازی سیستم‌های نمونه، معرفی ساختارهای مختلف کنترلی
- نمایش سیستم‌های خطی: تابع تبدیل، نمودار بلوکی، گراف جریان سیگنال
- پاسخ زمانی سیستم‌های خطی: پاسخ ضربه، پاسخ پله، پاسخ شیب، تحلیل پاسخ حالت گذرای سیستم، مشخصه‌های پاسخ زمانی مدارهای مرتبه اول و دوم، خطاهای حالت ماندگار
- تحلیل پایداری: تعریف پایداری، معادله مشخصه، قطب‌ها و شرایط پایداری، بررسی پایداری به روش روث و هرولتز
- روش مکان هندسی ریشه‌ها: نمودارهای مکان ریشه، قوانین رسم نمودار مکان ریشه، تحلیل مکان ریشه‌ای سیستم‌های کنترل
- طراحی به کمک مکان هندسی ریشه‌ها: طراحی جبران‌سازهای بهره‌تناسبی، پیش‌فاز، پس‌فاز، طراحی جبران‌ساز PID
- روش‌های پاسخ فرکانسی: نمودار بود، تعریف سیستم مینیمم فاز و غیر مینیمم فاز، نمودار نایکویست، محک پایداری نایکویست، مشخصه‌های پایداری، قطب‌ها و صفرها بر روی محور موهومی، نمودار نیکولز
- طراحی فرکانسی: طراحی کنترل‌کننده بر مبنای نمودار نایکویست، طراحی کنترل‌کننده‌های P، PI، PD و PID، آشنایی

با

با

نرم‌افزاری Simulink

مراجع:

1. G. F. Franklin, D. Powell and A. Emami – Naeini, Feedback Control of Dynamic Systems, 6<sup>th</sup> ed., Prentice – Hall, 2009.
2. J. I. DAZZO and C. H. Houpis, Linear Control System Analysis and Design with MATLAB, 5<sup>th</sup> ed., Marcel Dekker, 2003.
3. K. Ogata, Modern Control Engineering, 5<sup>th</sup> ed., Prentice – Hall, 2009.
4. F. Golnaraghi and B. C. Kuo, Automatic Control Systems, 9<sup>th</sup> ed., Wiley, 2009.
5. R. C. Dorf and R. H. Bishop, Modern Control Systems, 12<sup>th</sup> ed., Prentice – Hall, 2010.

۶. ع. خاکی صدیق، سیستم‌های کنترل خطی، دانشگاه پیام نور، ۱۳۷۹.



## الکترونیک ۱

تعداد واحد: ۲ (نظری)

پیشنیاز: مدارهای الکتریکی ۱

همنیاز: -

**هدف:** آشنایی با خواص فیزیکی، ساختار و مدل‌سازی عناصر نیمه‌هادی و کاربرد آنها در مدارهای ساده

**شرح درس:**

**مقدمه:** فیزیک نیمه‌هادی، نیمه‌هادی‌های ذاتی و غیر ذاتی، پیوند PN

**دیود و مدارهای دیودی**

**ترانزیستور دوقطبی (BJT):** بایاسینگ و پایداری حرارتی، رفتار و مدل سیگنال کوچک

**تقویت‌کننده‌های پایه:** ولتاژ، جریان، هدایت انتقالی، مقاومت انتقالی، مدل‌های ایده‌آل و غیر ایده‌آل

**تقویت‌کننده‌های تک‌طبقه BJT:** امپدانس مشترک، بیس مشترک، کلکتور مشترک

**ترانزیستورهای FET (MOSFET و JFET):** بایاسینگ، رفتار و مدل سیگنال کوچک

**تقویت‌کننده‌های تک‌طبقه MOSFET:** سورس مشترک، گیت مشترک، درین مشترک

**مراجع:**

1. B. Razavi, Fundamentals of Microelectronics, Wiley, 2008.
2. A.S. Sedra & K.C. Smith, Microelectronic Circuits, 6<sup>th</sup> ed., Oxford University Press, 2010.
3. A.M. Sodagar, Analysis of Bipolar and CMOS Amplifiers, CRC Press, 2007.
4. R.C. Jaeger & T.N. Blalock, Microelectronic Circuit Design, 2nd ed., McGraw - Hill, 2003.



## الکترونیک ۲

تعداد واحد : ۲ (نظری)

پیشیناز : الکترونیک ۱

همیناز : -

هدف: تحلیل و طراحی مدارهای الکترونیکی

شرح درس :

منابع و آینه‌های جریان، بارهای فعال

تقویت کننده‌های چند طبقه و طبقه کاسکود

تقویت کننده‌های تفاضلی

فیدبک

تقویت کننده‌های عملیاتی و کاربردهای آنها

تنظیم کننده‌های ولتاژ

مراجع :

1. B. Razavi, Fundamentals of Microelectronics, Wiley, 2008.
2. A.S. Sedra & K.C. Smith, Microelectronic Circuits, 6<sup>th</sup> ed., Oxford University Press, 2010.
3. A.M. Sodagar, Analysis of Bipolar and CMOS Amplifiers, CRC Press, 2007.
4. R.C. Jaeger & T.N. Blalock, Microelectronic Circuit Design, 2<sup>nd</sup> ed., McGraw-Hill, 2003.
5. B. Razavi, Design of Analog CMOS Integrated Circuits, McGraw-Hill, 2001.





## ماشین‌های الکتریکی ۱

تعداد واحد: ۲ (نظری)

پیشنیاز: مدارهای الکتریکی ۱

همنیاز: الکترومغناطیس

**هدف:** آشنایی با مدارهای مغناطیسی، اصول تبدیل الکترومکانیکی و ماشین‌های dc

شرح درس:

**مدارهای مغناطیسی:** مشخصه مواد فرومغناطیسی، مدارهای مغناطیسی با تحریک dc، مفاهیم نشت و پراکندگی فلو مدارهای

مغناطیسی با تحریک ac، تلفات فو کو و هیستریزیس، اصول اولیه ترانسفورماتور تکفاز (حالت بی‌باری)

**تبدیل الکترومکانیکی:** انرژی در میدان مغناطیسی، مبدل‌های الکترومکانیکی پیوسته و ناپیوسته، نیرو و گشتاور در سیستم‌های

مغناطیسی، مبدل‌های الکترومکانیکی یک و چند تحریکه

**کلیات ماشین‌های dc:** ساختمان، توزیع میدان در فاصله هوایی ناشی از تحریک استاتور و روتور، مشخصه مغناطیسی ماشین‌های

dc، سیم پیچی آرمیچر، نیروی محرکه القاء شده در آرمیچر، گشتاور الکترومغناطیسی در ماشین dc

**ژنراتورهای dc:** مشخصه‌های بی‌باری و باردار انواع ژنراتورهای dc، عکس‌العمل آرمیچر

**موتورهای dc:** مشخصه‌های مختلف انواع موتورهای dc، راه‌اندازی موتورهای dc، تنظیم سرعت موتورهای dc، تلفات و

راندمان ماشین‌های dc

**مراجع:**

1. A.E. Fitzgerald, C. Kingsley and S. D. Umans, Electric Machinery, 6<sup>th</sup> ed., McGraw-Hill, 2003.
2. M. E. El-Hawary, Principles of Electric Machines with Power Electronic Applications, 2<sup>nd</sup> ed., Wiley-IEEE Press, 2002.
3. G. R. Slemon, Electric Machines and Drives, Addison-Wesley 1992.
4. J Hindmarsh and A. Renfrew, Electrical Machines and drive systems, 3<sup>rd</sup> ed., Butterworth-Heinemann, 1997.



## ماشین‌های الکتریکی ۲

تعداد واحد: ۲ (نظری)

پیشیناز: -

همین‌از: ماشین‌های الکتریکی ۱

**هدف:** معرفی اصول و کارکرد ترانسفورماتورهای تکفاز، موتورهای القائی و مقدمه‌ای بر موتورهای سنکرون

شرح درس:

**ترانسفورماتورهای تکفاز:** ساختمان، حالت‌های بی‌باری و بارداری، مدار معادل، آزمایش‌های مدار باز و اتصال کوتاه، تلفات و راندمان، اصول اولیه، موازی کردن، به کارگیری تپ‌چنجر

**کلیات موتورهای القائی:** ساختمان موتور القائی با روتور قفسه‌ای و سیم‌پیچی شده، ضرائب مربوط به سیم‌پیچی (ضریب گام، ضریب توزیع، تعداد دور مؤثر، ...)، میدان گردان در موتورهای القائی چند فازه، محاسبه گشتاور موتورهای القائی، مشخصه گشتاور - سرعت موتور القائی و اثر مقاومت روتور روی آن، اثر هارمونیک‌های زمانی و مکانی در مشخصه گشتاور - سرعت موتور

**مدار معادل موتور القائی:** تعیین مقادیر مدار معادل با استفاده از تست‌های بی‌باری و روتور قفل شده، تلفات و راندمان موتور

القائی

راه‌اندازی موتورهای القائی

تنظیم سرعت موتورهای القائی

مقدمه‌ای بر موتورهای سنکرون

مراجع:

1. J. Hindmarsh and A. Renfrew, Electrical Machines and drive systems, 3<sup>rd</sup> ed., Butterworth-Heinemann, 1997.
2. A.E. Fitzgerald, C. Kingsley and S. D. Umans, Electric Machinery, 6<sup>th</sup> ed., McGraw-Hill, 2003.
3. M. E. El-Hawary, Principles of Electric Machines with Power Electronic Applications, 2<sup>nd</sup> ed., Wiley-IEEE Press, 2002.
4. G. R. Slemon, Electric Machines and Drives, Addison-Wesley, 1992.



## اصول سیستم‌های مخابراتی

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: سیگنال‌ها و سیستم‌ها، احتمال مهندسی

همنیاز: -

**هدف:** آشنایی با ساختار عمومی سیستم‌های مخابراتی، تبیین و تحلیل عملکرد مدولاسیون‌های دامنه و زاویه در فقدان و حضور اغتشاش

شرح درس:

**مقدمه:** شمای کلی و اجزای یک سیستم مخابراتی و اجزاء و پارامترهای مؤثر در انتقال سیگنال الکتریکی

**توصیف مرتبه دوم سیگنال‌های قطعی:** همبستگی، تعامد، طیف توان/انرژی

**انتقال سیگنال در باند پایه:** اعوجاج‌های خطی و غیر خطی و رویکردهای جبران‌سازی

**مدولاسیون‌های موج پیوسته:** مدولاسیون‌های دامنه (AM, DSB, SSB, VSB)، مدولاسیون‌های زاویه (PM, FM)، روش‌های مالتی پلکس کردن (FDM, TDM)

**مقدمه‌ای بر فرایندهای تصادفی:** فضای توابع نمونه، توابع چگالی احتمال مراتب مختلف، توابع چگالی احتمال متغیرهای برداری، توابع میانگین و همبستگی، خواص ایستانی و ارگادیستی، چگالی طیف توان، ویژگی‌های اغتشاش حرارتی

**تحلیل اثر اغتشاش در مدولاسیون‌های موج پیوسته**

**معرفی روش‌های مدولاسیون دیجیتال (ASK, PSK, FSK)**

**معرفی مدولاسیون‌های پالس (نمونه‌برداری، چندی‌کردن، PM, PCM، مدولاسیون دلتا)**

**مراجع:**

1. A. Bruce, Corlson, P. B. Crilly and J. C. Rutledge, Communication Systems: An Introduction to Signals and Noise in Electrical Communication, 5<sup>th</sup> ed., McGraw – Hill, 2009.
2. S. Haykin, M. Moher, Introduction to Analog and Digital Communications, 2<sup>nd</sup> ed., Wiley, 2007.
3. J. G. Proakis, M. Salehi, Communication Systems Engineering, 2<sup>nd</sup> ed., Prentice – Hall, 2002.
4. B. P. Lathi, Z. Ding, Modern Digital and Analog Communication Systems, 4<sup>th</sup> ed., Oxford University Press, 2009.



## تحلیل سیستم‌های انرژی الکتریکی ۱

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: ماشین‌های الکتریکی ۲

همنیاز: -

**هدف:** آشنایی دانشجویان مهندسی برق با اصول تولید، انتقال، توزیع و کنترل انرژی الکتریکی

شرح درس:

**مقدمه:** تاریخچه، ساختار سیستم‌های قدرت

**مفاهیم اساسی سیستم‌های انرژی الکتریکی:** توان در جریان متناوب، سیستم‌های سه فاز، سیستم اعداد پیونیت، دیاگرام تک خطی

**تولید انرژی الکتریکی در سیستم‌های قدرت:** مدار معادل ساده شده ماشین سنکرون، مقدمه‌ای بر تولید پراکنده

**ترانسفورماتورها:** مدار معادل ترانسفورماتورهای تکفاز، مدل ترانسفورماتورهای سه فاز با اتصالات  $\lambda/\Delta$ ، ترانسفورماتورهای شیفت فاز، ترانسفورماتورهای با شیر متغیر

**انتقال توان الکتریکی:** مقاومت اهمی خط انتقال، خاصیت سلفی خط انتقال، ظرفیت خازنی خط انتقال، شبکه‌های دو قطبی، مدل‌های خط انتقال کوتاه، متوسط و بلند

**توزیع انرژی الکتریکی:** انواع شبکه‌های توزیع، محاسبات شبکه مانند محل نقطه ژرف، مشخصه‌های بار و ...

**مرکز کنترل انرژی:** مروری بر وظایف مرکز کنترل انرژی شامل پخش بار، ملاحظات پایداری، تخمین حالت، حفاظت، آنالیز شرایط اضطرار OPE، AGC، ...، پخش بار

**مقدمه‌ای بر بازار برق و خصوصی سازی**

**مراجع:**

1. W. D. Stevenson, Elements of Power System Analysis, 4<sup>th</sup> ed., McGraw – Hill, 1982.
2. P. Venkatesh, et. al. , Electrical Power Systems: Analysis, Security and Deregulation, PHI Learning., 2017.
3. P.S.R. Murty, Electrical Power Systems, Elsevier Science, 2017.
4. P. Schavemaker, L. V. D. Sluis, Electrical Power System Essentials, Wiley, 2017.
5. S. Ray, Electrical Power Systems: Concept, Theory and Practice, PHI Learning, 2014.
6. Salvador Acha Daza, Electric Power System Fundamentals, Artech House, 2016.



## سیستم‌های دیجیتال ۱

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشیناز: -

همیناز: الکترونیک ۱

**هدف:** آشنایی با روش‌های تحلیل و طراحی مدارهای منطقی و سیستم‌های دیجیتال

شرح درس:

سیستم اعداد، جبر بول، جداول کارنو

دروازه‌ها، ساختارهای مدارهای منطقی

آرایه‌های برنامه پذیر PLD (PAL, PLA), CPLD, FPGA

زبان توصیف سخت افزاری (HDL)

مدارهای ترکیبی: مبدل کد، جمع کننده، ضرب کننده، کد بردار، کد گذار، مالتی پلکسر

مدارهای تریبی: معادلات حالت و تحلیل مدارهای تریبی، فلیپ فلاپها، شیفت رجیسترها، ثبات‌ها، شمارنده‌ها

حافظه‌ها (RAM, ROM)

ALU، معماری کامپیوتر

مراجع:

۱. م. تابنده و س. م. مگی، مدارهای منطقی و سخت‌افزارهای کامپیوتر، مؤسسه انتشارات علمی دانشگاه صنعتی شریف، ۱۳۹۰.

2. M.M. Mano, and M. D. Ciletti, Digital Design, 4<sup>th</sup> ed., Prentice – Hall, 2006.

3. V.P. Nelson, et al., Digital logic Circuit Analysis and Design, Prentice – Hall, 1995.

4. M.M. Mano, Computer System Architecture, 2<sup>nd</sup> Custom ed., Pearson Custom Publishing, 2005.

5. C. H. Roth, Fundamentals of Logic Design, 6<sup>th</sup> ed., Cengage Learning Press, 2010.

6. John F. Wakerly, Digital Design: Principles and Practices, 4<sup>th</sup> ed., 2005.



## سیستم‌های دیجیتال ۲

تعداد واحد : ۳ (نظری)

پیشنیاز : سیستم‌های دیجیتال ۱

همنیاز : -

**هدف :** آشنایی با اصول طراحی سخت‌افزار و نرم‌افزار یک کامپیوتر پایه و مطالعه کاربردی یک نمونه ریزپردازنده

شرح درس :

**الف) معماری :**

مقدمه : بررسی کارآیی پردازنده‌ها

معماری مجموعه دستورات

واحد پردازش مرکزی (CPU) : طراحی واحد کنترل، ALU، ثبات‌ها و انواع معماری استک، انباشت کننده

(Accumulator) و GPR

ورودی / خروجی : کنترل I/O تحت فرمان نرم‌افزار، وقفه، اولویت وقفه

حافظه : سلسله مراتب حافظه، حافظه اصلی، Cache، حافظه مجازی

مفاهیم پیشرفته : پردازش خطوط لوله‌ای (pipeline) و پردازش موازی

**ب) ریز پردازنده :**

مقدمه و تعاریف ریزپردازنده‌ها

برنامه نویسی اسمبلی

درگاه‌های موازی

سیستم حافظه ریزپردازنده‌ها

زمان سنج

درگاه‌های سریال

وقفه‌های خاص ریزپردازنده

طراحی سیستم‌های ریزپردازنده ای : صفحه کلید، صفحه نمایش، مبدل‌های آنالوگ به دیجیتال

مراجع :

1. M.M. Mano, Computer System Architecture, 2<sup>nd</sup> Custom ed., Pearson Custom Publishing, 2005.
2. J.S. Mackenzie and R.C. Phan, The 8051 Microcontroller , 4<sup>th</sup> ed., Prentice – Hall , 2006.
3. D.V. Gadre , Programming and Customizing the AVR Microcontroller , McGraw – Hill , 2000.
4. M.A. Mazidi and J.G. Mazidi , The 80\*86 IBM Pc and Compatible Computers; Assembly Language, Design and Interfacing, Vols: I & II, 4<sup>th</sup> ed., Prentice -Hall ,2004.
5. D. Patterson and J. Hennessy, Computer Architecture: A Quantitative Approach, 5<sup>th</sup> ed., Morgan Kaufmann Perss, 2011.
6. W. A. Triebel and A. Singh, The 8088 and 8086 Microprocessors: Programming, Interfacing, Software, Hardware, and Applications, 4<sup>th</sup> ed., 2003.





## آزمادهای الکتریکی و اندازه‌گیری

تعداد واحد: ۱ (عملی)

پیشیناز: -

همین‌ااز: مدارهای الکتریکی ۲

**هدف:** بررسی و مشاهده مفاهیم مطرح شده در دروس مدارهای الکتریکی ۱ و ۲ و آشنایی با دستگاه‌های اندازه‌گیری

**آزمایش ۱:** بررسی قانون اهم، تقسیم ولتاژ، تقسیم جریان و اصل جمع آثار

**آزمایش ۲:** بررسی مدار معادل تونن و نرتن و قضیه انتقال توان ماکزیمم

**آزمایش ۳:** آشنایی با اسیلوسکوپ

**آزمایش ۴:** بررسی رفتار گذرای مدارات مرتبه اول و دوم و تعیین فرکانس تشدید

**آزمایش ۵:** پاسخ فرکانسی مدارهای RL و RC و RLC- فیلترهای بالا گذر و پایین گذر

**آزمایش ۶:** اندازه‌گیری ظرفیت خازن - ضریب خودالقایی - ضریب القاء متقابل

**آزمایش ۷:** اندازه‌گیری توان در مدارهای الکتریکی

**آزمایش ۸:** اندازه‌گیری انرژی الکتریکی

**آزمایش ۹:** اندازه‌گیری‌های مغناطیسی (منحنی هیستریزیس - ضریب نفوذ مغناطیس)

**آزمایش ۱۰:** تصحیح ضریب توان در مدارات الکتریکی





## آزمایش‌های الکترونیکی ۱

تعداد واحد: ۱ (عملی)

پیشنیاز: ماشین‌های الکترونیکی ۱

همین‌اکنون: -

**هدف:** انجام شبیه‌سازی با نرم‌افزار MATLAB، تمرین عملی، تقویت و توسعه آموخته‌های درس مربوطه

شرح درس:

مولد DC تحریک مستقل

مولد DC تحریک شنت

مولد DC تحریک سری

مولد DC تحریک ترکیبی (همه مشخصه‌ها)

موتور DC تحریک شنت

موتور DC تحریک سری

موتور DC تحریک ترکیبی



## آز الکترونیک

تعداد واحد: ۱ (عملی)

همینااز: الکترونیک ۲

پیشینااز: آز مدارهای الکتريکی و اندازہ گیری

**هدف:** کاربرد دانش الکترونیک در طراحی و آزمايش مدارها و سیستم‌های الکترونيکی پایه

شرح درس:

**آزمایش ۱:** استفاده از دیود به عنوان مقاومت خطی کنترل شونده، طراحی ساخت آزمايش یک پتانسیومتر الکترونيکی، یک تقویت کننده با بهره قابل کنترل (AGC,GCA)

**آزمایش ۲:** طراحی مدارهای امیتر مشترک، کسکود و تفاضلی و مقایسه نتایج حاصله با یکدیگر؛ استفاده از مدار امیتر مشترک ساده به عنوان یک NOT و تکمیل آن به کمک دیود به صورت گیت‌های NAND و NOR

**آزمایش ۳:** طراحی و آزمايش یک تقویت کننده CS با استفاده از یک J-FET، بررسی پایداری نقطه کار و مشخصات دینامیکی آن؛ استفاده از یک PWR/MOS-FET به عنوان سوئیچ قدرتی (PWM)

**آزمایش ۴ و ۵:** طراحی و پیاده‌سازی یک تقویت کننده با بهره، مقاومت‌های ورودی و خروجی مشخص، اندازه‌گیری مشخصات آن و مقایسه با مقادیر مطلوب؛ اضافه کردن حلقه فیدبک و مشاهده کاهش بهره، کاهش اعوجاج، افزایش پهنای باند، تغییر مقاومت‌های ورودی و خروجی، پایداری نقطه کار و بخصوص کاهش وابستگی مشخصات تقویت کننده به تغییرات پارامترهای ترانزیستورها

**آزمایش ۶:** طراحی و ساخت یک تقویت کننده CC برای ماکزیمم توان خروجی به ازاء منبع تغذیه و بار مشخص، بررسی توان خروجی و راندمان بدست آمده؛ تکرار آزمايش با یک طبقه پوش - پول و مقایسه نتایج حاصله؛ استفاده از فیدبک جهت کاهش اعوجاج

**آزمایش ۷-۱۲:** طراحی چند سیستم در حد امکانات موجود و انجام آزمايش‌های مربوطه



## آز سیستم‌های کنترل خطی

تعداد واحد: ۱ (عملی)

پیش‌نیاز: سیستم‌های کنترل خطی

هم‌نیاز: -

**هدف:** تجربه عملی و توسعه آموخته‌های درس مربوطه در قالب ۳۲ ساعت



## آز سیستم‌های دیجیتال ۱

تعداد واحد: ۱ (عملی)

پیشیناز: -

همیناز: سیستم‌های دیجیتال ۱

**هدف:** تمرین عملی مطالب درس مربوط از طریق آشنایی با سخت‌افزار، نرم‌افزار و زبان توصیف سخت‌افزار سیستم‌های دیجیتال

**شرح آزمایش:**

- ۱- آشنایی با گیت‌های AND, OR, XOR و چند گیت ساده دیگر در منطق TTL یا CMOS و آشنایی با پارامترهای آنها
- ۲- طراحی یک نیم جمع کننده و تمام جمع کننده با استفاده از گیت‌های فوق
- ۳- معرفی نرم‌افزار ISE و پیاده‌سازی مدار به صورت شماتیک (جمع کننده، کدبردار و ...)
- ۴- آموزش Verilog و شبیه‌سازی یک مدار نیم جمع کننده و تمام جمع کننده با استفاده از این زبان
- ۵- ادامه آموزش زبان Verilog و پیاده‌سازی مدارهای Decoder, Encoder و Multiplexer
- ۶- ادامه آموزش زبان Verilog و پیاده‌سازی مدارهای جمع کننده‌های چند بیتی و مدارهای مشابه آن
- ۷- آشنایی با فلیپ فلاپ
- ۸- طراحی شمارنده
- ۹- طراحی شیفت رجیستر
- ۱۰- انجام پروژه‌ها (به صورت ترکیبی از موارد فوق)



## آز سیستم‌های دیجیتال ۲

تعداد واحد: ۱ (عملی)

پیش‌نیاز: آز سیستم‌های دیجیتال ۱

هم‌نیاز: سیستم‌های دیجیتال ۲

**هدف:** تجربه عملی و توسعه آموخته‌های درس مربوطه در قالب ۳۲ ساعت



## پروژه کارشناسی

تعداد واحد: ۳ (عملی)

نوع واحد: -

پیشیاز: گذراندن حداقل ۹۵ واحد

همنیاز: -

**هدف:** کسب توانایی تجزیه و تحلیل و طراحی سیستم‌ها و شرکت در پروژه‌های صنعتی، تحقیقاتی و بررسی‌های فنی در زمینه تخصصی



## کارآموزی

تعداد واحد: ۲ (عملی)

نوع واحد: -

پیشیناز: گذراندن حداقل ۹۵ واحد

همیناز: -

**هدف:** آشنایی با نحوه‌ی استفاده از دانش نظری و آزمایشگاهی در محیط کار

**شرح درس:**

حضور به مدت ۸ هفته تمام وقت (معادل ۲۴۰ ساعت) در یک شرکت یا واحد تخصصی تولیدی یا خدماتی به منظور آشنایی با فعالیت‌ها و فراگیری فرآیندها در حد امکان و تدوین گزارش کتبی



## الکترونیک ۳

تعداد واحد: ۳ (نظری)

همین‌ا‌ز: سیستم‌های کنترل خطی

پیشین‌ا‌ز: الکترونیک ۲

هدف: آشنایی با تحلیل تخصصی مدارهای الکترونیکی آنالوگ دو قطبی و MOS

شرح درس:

ترانزیستورهای دو قطبی و MOSFET: ساختار فیزیکی، مدارهای معادل علائم کوچک کامل  
تقویت کننده‌های یک طبقه و چند طبقه ترانزیستوری دو قطبی و MOSFET: پاسخ فرکانسی در باندهای  
فرکانسی پایین و بالا، پاسخ‌های زمانی  
پاسخ فرکانسی تقویت کننده‌های فیدبک شده  
پایداری و جبران‌سازی فرکانسی  
تقویت کننده‌های قدرت (کلاس A, B, AB)  
بررسی مدار داخلی تقویت کننده‌های عملیاتی و آشنایی با مشخصه‌ها  
نویز

مراجع:

1. B. Razavi, Design of Analog CMOS Integrated Circuits, McGraw-Hill, 2001.
2. A.S. Sedra and K.C. Smith, Microelectronic Circuits, 6<sup>th</sup> ed., 2010.
3. P. R. Gray, P. J. Harst, S. H. Lewis and R. G. Meyer, Analysis and Design of Analog Integrated Circuits, 5<sup>th</sup> ed., Wiley, 2009.
4. A.M. Sodagar, Analysis of Bipolar and CMOS Amplifiers, CRC Press, 2007.
5. D.A. Johns and K. Martin, Analog Integrated Circuit Design, 2<sup>nd</sup> ed., Wiley, 2012.





## سیستم‌های ریزپردازنده‌ای

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: سیستم‌های دیجیتال ۲

همنیاز: -

**هدف:** آشنایی کامل با PC، کلیه Portها (سریال، موازی و ...) و باس‌ها و با PCهای قابل استفاده در فناوری نهفته (Embedded) همچون PC-104 و Panel-PC و Biscuit-PC

**شرح درس:**

**مقدمه:** اشاره به تفاوت‌های ساختار و کاربرد ریزپردازنده‌ها و میکروکنترلرها، شرح تفاوت‌های عمده ریزپردازنده‌های ۸، ۱۶، ۳۲، ۸ بیتی و میکروکنترل‌های ۸، ۱۶ بیتی، جایگاه کارتهای مجهز به ریزپردازنده (Single Board CPU) در مقایسه با PCها، تکمیل مباحث مربوط به ریزپردازنده‌های ۸۰۸۶/۸۰۸۸

**وقفه در CPUهای Intel و PC:** وقفه‌های نرم‌افزاری و معرفی چندین وقفه (INT21)0/S و BIOS (1C, 1A, 16, ...)، شرح کامل PIC(8259) و عملکرد آن در Single Board و همچنین PC

**ارتباط موازی:** روش handshaking و معرفی PPI(8255) در Mode I، آشنایی با چاپگر و ارتباط Centronix، اتصال چاپگر به یک کارت از طریق PPI(Model D)، Multi-Processing با استفاده از روش Master/Slave و معرفی PPI در Mode II، آشنایی کامل با پورت موازی در PC

**ارتباط سری:** اصول اولیه ارتباط سریال و پرتکل‌ها (RS485, RS422, RS232)، معرفی 8251(USART) و شرح قابلیت‌ها و ارتباط به طریق غیر همزمانی و همزمانی (HDLC, SDLC, BISYNCT, ...)، معرفی 8237(UART) و نمونه‌های پیشرفته-تر همچون 16450، 16550، ...، آشنایی کامل با پورت‌های سریال در PC و عملکرد INT<sup>H</sup>، معرفی و آشنایی کامل با پورت (Universal Serial Bus) USB

**DMA (دسترسی مستقیم حافظه):** معرفی کامل 8237(DMAC)، کاربرد و نقش در PC و ...

**مطالعه موردی ۱: IBM-PC:** ویژگی‌های کارت مادر و روند تغییرات در نسل‌های مختلف، حافظه در PC (Parity check, DIMM, SIMM, ...)، I/Oهای مختلف در PC، معرفی باس‌های مختلف در: AGP, PCI-X, PCI, VL-BUS, MCA, EISA, ISA و مقایسه آنها از نقطه نظر فرکانس باس، پهنای باند و ... طراحی کارت برای باس

**معرفی انواع PC:** عادی، IPC (Industrial PC)، PC-104، Biscuit PC، ... مطالعه موردی ۲: آشنایی با و کاربرد PC-104

**ویژگی‌های یک ریزپردازنده پیشرفته:** Pipelining، Caching، ILP، ...، اشاره به مفاهیم Segmentation و Paging برای آدرس دهی، اشاره به مفاهیم Multi-thread و Multi-core، تفاوت‌ها و ویژگی‌های پردازنده‌های CISC و RISC. معرفی چندین نمونه از هر یک

**معرفی Pentium و ویژگی‌های آن:** اشاره به ویژگی‌ها و تفاوت‌های Pentium با 486، 386، 286، 186/188، 8086/8، اشاره به ویژگی‌های P-PRO، MMX، PIII، PIV و ...، آشنایی با پردازنده‌های نوین خانواده Intel و AMD، معرفی ریزپردازنده‌های پیشرفته ARM و ...، ویژگی Server و معرفی Serverهای Intel-Based

**آشنایی با پردازنده‌ها و سیستم‌های Risc-Based:** معرفی پردازنده SPARC از خانواده RISC، مطالعه موردی ۳: آشنایی با سیستم‌های کامپیوتری SUN و کاربردهای آن در صنعت برق

**پروژه:** تجزیه و تحلیل صورت مسئله و ابزارهای انتخاب سخت‌افزار برای یک پروژه تعریف شده با استفاده از Single Board CPU یا PC (PC-104، ...)، و یا سیستم‌های کامپیوتری پیشرفته‌تر



مراجع :

1. B. B. Bray, The Intel Microprocessors (from 8086 to Core2), Architecture, Programming and Interfacing, 8<sup>th</sup> ed., Prentice-Hall, 2009.
2. [http://www.Intel.\(Hp,IBM,SUN\).com](http://www.Intel.(Hp,IBM,SUN).com)



## مدارهای پالس و دیجیتال

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشیناز: -

همیناز: الکترونیک ۱

**هدف:** آشنایی با تحلیل و طراحی مدارهای الکترونیکی شکل دهنده و مولد پالس و دیجیتال

**شرح درس:**

پاسخ مدارهای RC، RL و RLC به شکل موج‌های پالس، مثلثی، نمایی متناوب و نامتناوب  
**حالات گذرا در قطع و وصل دایود و ترانزیستور:** پاسخ دایود به ورودی دیجیتال در جهت مثبت و منفی، پاسخ ترانزیستور

به ورودی دیجیتال در جهت مثبت و منفی، پاسخ MOS به ورودی دیجیتال

**مدارهای شکل دهنده به موج:** طراحی مدارهای مولد توابع خطی و غیر خطی به کمک تقویت کننده‌های عملیاتی، کاربرد مدارها در اصلاح مشخصات حسگرها و مولدهای سیگنال

**مالتی و بیراتور دو حالت و اشمیت تریگر:** پایداری و سرعت، مدارهای تریگر، طراحی با استفاده از opamp، مدارهای TTL و CMOS، حفاظت ورودی مدارهای CMOS

**مالتی و بیراتور یک حالت:** انواع گسسته و مجتمع، کاربرد در زمان سنجی

**مالتی و بیراتور نوسانی:** انواع گسسته و مجتمع با و بدون کریستال

**ICهای زمان سنج:** ساختار و کارایی مدارهای مجتمع زمان سنج مانند ۵۵۵، کاربرد در تولید و شکل دهی موج‌ها، مولدهای توابع

**مبدل‌های آنالوگ به دیجیتال و دیجیتال به آنالوگ:** مدارهای نمونه‌بردار (Sample & Hold)، مبدل‌های آنالوگ به دیجیتال، توپولوژی مبدل‌های دیجیتال به آنالوگ مبتنی بر جریان و ولتاژ در شبکه نردبانی R-2R؛ منابع و معیارهای خطا در

مبدل‌های دیجیتال به آنالوگ و ارزیابی عملکرد

**سوئیچ MOSFET**

**حسگرها:** فاصله، فشار، ارتعاش، دما، ...

**مراجع:**

1. R. J. Baker, CMOS: Mixed-Signal Circuits Design, 2<sup>nd</sup> ed., Wiley- IEEE Press, 2008.
2. D. A. Bell, Solid State Pulse Circuits, 4<sup>th</sup> ed., Oxford University Press, 2007.
3. J. Graeme, Photodiode Amplifiers, McGraw-Hill, 1996.
4. J. Graeme, Applications of Operational Amplifiers, McGraw-Hill, 1973.
5. H. M. Berlin, 555 Timer Applications Source Book, Experiments, BPB Publications, 2008.
6. Texas Instrumexts, Handbook of Operational Amplifiers
7. W. Junay, Opamp, Applications Handbook, Analog Devices, 2004.

۸. م. تابنده، تکنیک پالس و مدارهای دیجیتال، ویرایش دوم، انتشارات دانشگاه صنعتی شریف، ۱۳۸۷



## فیزیک الکترونیک

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: فیزیک ۲

همین‌یا: الکترونیک ۱

**هدف:** آشنایی با اصول مقدماتی فیزیک حالت جامد کاربردی و ادوات الکترونیک

**شرح درس:**

- ۱- **مکانیک کوانتومی و حالت جامد:** مرور مقدمات، ماتریس انتقال در یک بعد، شبکه دو بعدی، بلورهای مکعبی و الماس، ساختار باند انرژی
- ۲- **تعادل تراپرد:** حفره‌ها و الکترون‌ها، توزیع فرمی-دیراک، تراپرد، نفوذ، و انتقال، اثرات ترموالکتریک، وابستگی به دما و اشباع سرعت، اثر هال
- ۳- **نیمه هادی‌های خالص و ناخالص:** نیمه هادی‌های ساده و مرکب، نقص‌های نقطه‌ای، خطی و صفحه‌ای، ناخالصی‌های دهنده و گیرنده، حامل‌های اقلیت و اکثریت، تولید و باز ترکیب، تزریق حامل، معادلات وابسته و مستقل از زمان، طول نفوذ
- ۴- **پیوند  $p-n$  ایده‌آل:** فن‌آوری ساخت، پیوند پله‌ای و تدریجی، پیوند  $p-n$  در تعادل، پیوند  $p-n$  در بایاس، شکست، پاسخ گذرا و نوسانی، خازن اتصال، رفتار غیر ایده‌آل، دیود فلز-نیمه‌هادی
- ۵- **ترانزیستور دو قطبی پیوندی:** ساختار و کارکرد ترانزیستور دو قطبی پیوندی، مدل‌های کارکرد BJT، مدار معادل، پاسخ فرکانسی، اثرات غیر ایده‌آل
- ۶- **ترانزیستور اثر میدانی:** خانواده‌های FET، مشخصه جریان-ولتاژ، خازن فلز-اکسید-نیمه‌هادی، MOSFET
- ۷- **ادوات قدرت:** دیود چهار لایه، یکسوساز نیمه‌هادی کنترل شونده (SCR)، تریاک (Triac)، ترانزیستور دو قطبی با گیت ایزوله (IGBT)

**مراجع:**

1. C. Kittel, Introduction to Solid- State Physics, Wiley, 2000.
2. B. G. Streetman and S. Banerjee, Solid State Electronics, 5<sup>th</sup> ed., Prentice- Hall, 2000.



## آز الکترونیک ۳

تعداد واحد: ۱ (عملی)

پیشیاز: -

همنیاز: الکترونیک ۳

**هدف:** تجربه عملی و توسعه آموخته‌های درس مربوطه در قالب ۳۲ ساعت



## آز مدارهای پالس و دیجیتال

تعداد واحد: ۱ (عملی)

پیشنیاز: آز الکترونیک

همنیاز: مدارهای پالس و دیجیتال

**هدف:** تجربه عملی و توسعه آموخته‌های درس مربوطه در قالب ۳۲ ساعت



## آز مدارهای مخابراتی

تعداد واحد : ۱ (عملی)

پیشیناز : -

همیناز : مدارهای مخابراتی

هدف : پیاده‌سازی سیستم‌های مخابراتی آنالوگ و مشاهده عملکرد

شرح آزمایش :

نوسان‌ساز

مدولاتور AM

دمدولاتور AM (باند باریک و باند وسیع)

مدولاتور FM

دمدولاتور FM

PLL

گیرنده سوپرهتروداین با استفاده از مدار مجتمع

مراجع :



## آز الکترونیک صنعتی

تعداد واحد: ۱ (عملی)

پیشیاز: -

همنیاز: الکترونیک صنعتی

**هدف:** تجربه عملی و توسعه آموخته‌های درس مربوطه در قالب ۳۲ ساعت





## مدارهای مخابراتی

تعداد واحد: ۳ (نظری)

همینااز: -

پیشینااز: الکترونیک ۲، اصول سیستم‌های مخابراتی

**هدف:** آشنایی با مدارهای الکترونیکی RF در رژیم غیر خطی، تحلیل و طراحی و کاربرد آنها در سیستم‌های فرستنده-گیرنده بی‌سیم

**شرح درس:**

**مقدمه:** ضرورت و اهمیت موضوع، فناوریها، کاربردها و معماری سیستم‌های فرستنده و گیرنده در باند RF

یادآوری مدارهای تشدید و تزویج

طراحی و تحلیل تقویت کننده‌های فرکانس رادیویی (RF)

مدل‌های غیر خطی ادوات الکترونیکی در باند RF

نوسان‌سازهای سینوسی RF

مخلوط کننده‌ها RF

مدولاتورهای AM

آشکارسازهای AM

مدولاتورهای FM

آشکار سازهای FM

مدولاتورهای I و آشکارسازهای I و Q

انواع گیرنده‌ها: سوپر هترودین، گیرنده با IF صفر، گیرنده با IF Sampling

آشنایی با حلقه‌های قفل فاز و ترکیب کننده‌های فرکانس

طراحی و تحلیل تقویت کننده‌های قدرت: کلاس کاری و مقایسه فن‌آوری‌ها (CMOS, GaN, GaAs)

**مراجع:**

1. K. K. Clarke and D. T. Hess, Communication Circuits: Analysis and Design, 2<sup>nd</sup> ed., Krieger Pub Co, 1994.
2. J. R. Smith, Modern Communication Circuits, 2<sup>nd</sup> ed., McGraw-Hill, 1997.
3. H. L. Kraus, C.W. Bostian, F. H. Raab, Solid State Radio Engineering, Wiley, 1980.
4. D. O. Pederson and K. Mayaram, Analog Integrated Circuits for Communication: Principles, Simulation and Design, 2<sup>nd</sup> ed., Springer, 2007.
5. J. Everard, Fundamentals of RF Circuit Design with Low Noise Oscillators, Wiley, 2001.



## فیلتر و سنتز مدار

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشیناز: الکترونیک ۲، سیگنال‌ها و سیستم‌ها

همیناز: -

**هدف:** آشنایی با اصول و روش‌های پیاده‌سازی توابع تبدیل توسط مدارهای الکتریکی فعال و غیر فعال

**شرح درس:**

مقدمه: مفاهیم کلی ریاضی و مداری، بلوک‌های سازنده مدار

چند جمله‌ای‌های هرویتز و توابع حقیقی مثبت

معرفی و خواص توابع نقطه تحریک (DP) مدارها: RC، RL و RLC، پیاده‌سازی مدار به کمک DP

طراحی و پیاده‌سازی مدار به کمک تابع تبدیل: مدارهای نردبانی، لیس و دارلینگتون

مسئله تقریب: تقریب دامنه و تأخیر (یکنواخت و غیر یکنواخت)

فیلترهای کلاسیک با دامنه یکنواخت: باترورث، چبی شف، چبی شف معکوس و بیضوی

فیلتر کلاسیک با تأخیر یکنواخت: بسل

طراز سازی و واقعی سازی: امیدانسی و فرکانسی

طراحی و سنتز فیلترهای فعال: روش مستقیم و غیر مستقیم، مدارهای RC یک دهانه و دو دهانه، متغیر حالت، حساسیت در

فیلترها

**مراجع:**

1. M. E. Van Valkenburg, Introduction to Modern Network Synthesis, Wiley, 1974.
2. A. Budak, Passive and Active Network, Analysis and Synthesis, Waveland Pr., 1991.
3. G. C. Temes and J. W. LaPatra, Introduction to Circuit Synthesis and Design, McGraw Hill, 1977.
4. R. Schaumann and M.E. Van Valkenburg, Design of Analog Filters, Oxford University Press, 2001.



## فیزیک مدرن

تعداد واحد: ۳ (نظری)

همینااز: -

پیشینااز: فیزیک ۲، ریاضیات مهندسی

هدف: آشنایی با مفاهیم فیزیک کلاسیک در یک قالب کلی با تکیه بر نارسایی های فیزیک کلاسیک

شرح درس:

آزمایش مایکسون و تامسون و نظریه وجود الکترون در ماده

خاصیت دوگانی موج و ذره

نسبیت خاص

مدل های اتمی: راترفورد - بور

مبانی مکانیک کوانتوم: معرفی معادلات شرودینگر، بررسی اتم هیدروژن، ...

اصل عدم قطعیت هایزنبرگ و اصل رادپاولی

معرفی مکانیک آماری: توزیع ماکسول - بولتزمن، فرمی - دیراک



## مدارهای مجتمع CMOS

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: الکترونیک ۲

همین‌ااز: -

**هدف:** آشنایی با اصول و تکنیک‌های طراحی مدارهای مجتمع بر اساس تکنولوژی CMOS

**شرح درس:**

**اصول کارکرد ترانزیستور MOS:** مدل سیگنال کوچک در فرکانس‌های پایین و بالا و عملکرد آن، خازن‌های پارازیت، اثرات کانال کوتاه و کانال باریک، مدل‌ها

**تکنولوژی CMOS:** مروری بر فرآیند ساخت مجتمع، سلول‌ها و مدارهای پایه، مدل BSIM3V3، منابع و مراجع جریان و ولتاژ، نویز و دوره نویز در مدارهای CMOS

**تقویت کننده‌های عملیاتی:** پارامترها و شاخص‌های مهم ضریب حذف نویز منبع تغذیه (PSRR)، تصحیح و جبران‌سازی پاسخ فرکانسی، ساختارهای مختلف تقویت کننده عملیاتی CMOS و Biasing

**طبقات خروجی شاخص‌های تقویت کننده خروجی:** تقویت کننده‌های خروجی بدون فیدبک

**ارزیابی کارایی یک تقویت کننده عملیاتی**

**معماری پیشرفته تقویت کننده عملیاتی CMOS با کارایی بالا**

**عناصر غیر فعال در تکنولوژی CMOS**

**تقویت کننده‌های عملیاتی متعادل (تفاضل کامل) (Fully Balanced Op Amps)**

**تجزیه تحلیل اعوجاج (Distortion) و عوامل غیر خطی در مدارهای مجتمع CMOS**

**عناوین پیشرفته در طراحی مدارهای مجتمع CMOS**

**مراجع:**

۱. س.م. عطاردی، طراحی مدارهای مجتمع آنالوگ CMOS، نشر لاجین، ۱۳۷۹.

2. B. Razavi, Design of Analog CMOS Intergrated Circuit, McGraw-Hill, 2000.



## ماشین‌های الکتریکی ۳

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشیناز: ماشین‌های الکتریکی ۲

همیناز: -

**هدف:** آشنایی با ساختار و کارکرد ترانسفورماتورهای سه فاز و معرفی، مدل‌سازی، تحلیل حالت‌های پایدار و گذرا، تحریک و موازی‌سازی مولدهای سنکرون

**ترانسفورماتورهای سه فاز:** خصوصیات عملیاتی ترتیبات مختلف، تپ‌چنجرهای متداول، کاربرد در سیستم‌های انتقال و توزیع قدرت

**نکات کلی و تحلیل حالت پایدار در وضعیت متعادل ماشین‌های سنکرون:** توصیف فیزیکی و نظریه اساسی، سیم پیچ‌های میدان و آرمیچر: آرایش و تاثیر متقابل آنها؛ توصیف ریاضی، نمایش در سیستم برواحد (pu)، تحلیل حالت پایدار و نمودار برداری، مشخصه‌های توان-زاویه بار در حالت پایدار، راکتانس‌های محور  $q-d$  و  $o$  و تعیین آنها با آزمایش، مدار معادل، سیم‌پیچ‌های دمپر

**کارگذرای مولد سنکرون:** معرفی راکتانس‌های گذرا و ثابت‌های زمانی، تعیین راکتانس‌های گذرا و ثابت‌های زمانی به کمک آزمایش اتصال کوتاه سه فاز، اثر اشباع بر روی راکتانس‌ها و تنظیم، تحلیل ریاضی اتصال کوتاه سه فاز، گشتاورهای اتصال کوتاه و راه‌اندازی، فروافتادگی ولتاژ، گشتاورهای سنکرون و دمپینگ

**تحریک مولد سنکرون و تنظیم خودکار ولتاژ آن:** انواع سیستم‌های تحریک و معیار انتخاب آنها، مدل‌سازی سیستم تحریک، کنترل ولتاژ دیجیتالی، کنترل سیستم‌های تحریک، کنترل تحریک یک/چند پارامتری و تأثیر بر روی پایداری سیستم قدرت، کنترل گروهی سیستم‌های تحریک

**کارموازی مولدهای سنکرون:** باس بی‌نهایت، سنکرون کردن مولدها، اتصال و زمین کردن نول‌ها

مراجع:

1. M. J. Heathcote, J & P Transformer Book, 13<sup>th</sup> ed., Newnes, 2007.
2. I. Kerszenbaum, Inspection of Large Synchronous Machines : Checklists, Failure Identification and Troubleshooting, Wiley- IEEE Press, 1996.
3. M. G. Say Alternating Current Machines, Pittman Publishing, 1998.
4. T. Boldea, Synchronous Generators, CRC Taylor & Francis, 2005.
5. T. A. Lipo, Analysis of Synchronous Machines, CRC Taylor & Francis, 2008.



## الکترونیک صنعتی

تعداد واحد: ۳ (نظری)

همین‌ااز: ماشین‌های الکتریکی ۲

پیشین‌ااز: الکترونیک ۲

**هدف:** آشنایی با انواع ادوات، یکسو کننده‌ها و مبدل‌ها با کاربردهای صنعتی

شرح درس:

مقدمه

سوئیچ‌های نیمه‌هادی قدرت ( Diode, BJT, IGBT, SCR, MOSFET, DIAC, TRIAC, GTO, ... ):

ساختمان داخلی، مشخصه، روشن و خاموش کردن، حفاظت

یکسو کننده‌ها: تکفاز، سه فاز، شش فاز، ساده و کنترل شده، لحاظ سلف منبع، پدیده کموتاسیون، شکل موج‌های ولتاژ طرف dc

و جریان طرف ac

مبدل‌های DC-DC سوئیچینگ: رگولاتورهای خطی، مبدل‌های پایه، باک، بوست، باک-بوست، Cuk، مبدل‌های ایزوله

نوع باک: فرورارد و انواع آن-پوش پول-نیم پل-تمام پل، مبدل فلائی‌باک

پوشگرها: جریان متناوب (تکفاز، سه فاز)، جریان دایم

مدارات اسنابر: روشن کردن-خاموش کردن

اینورترها: تک‌فاز شامل نیم‌پل و پل با بارهای مقاومتی و سلفی، سه فاز (هدایت ۱۲۰ و ۱۸۰ درجه)

مبدل‌های AC-AC: سیکلو کانورتر، AC-DC-AC، کنترلرهای ولتاژ AC

کاربردهای الکترونیک صنعتی، مرور مشکلات کیفیت توان در شبکه‌های قدرت

مراجع:

1. M. H. Rashid, Power Electronics: Circuits, Devices, and Applications, 3<sup>rd</sup> ed., Prentice-Hall, 2004.
2. N. Mohan, T. M. Undeland and W. P. Rbbins, Power Electronics, Wiley, 2003.
3. R. W. Erickson and D. Maksimovic, Fundamentals of Power Electronics, 2<sup>nd</sup> ed., Springer, 2001.
4. D. W. Hart, Introdtion to Power Electronics, Prentice-Hall, 1996.
5. P. Biswanath, Industrial Electronics and Control, 3<sup>rd</sup> ed., PHI Learning Private Limited, 2014.
6. I. Batarseh, A. Harb, Power Electronics, Circuit Analysis and Design, 2<sup>nd</sup> ed. , Springer , International Publishing, AG 2018.



## تأسیسات الکتریکی

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشیناز: تحلیل سیستم‌های انرژی الکتریکی ۱

همیناز: -

هدف: آشنایی با مهندسی روشنایی و تأسیسات الکتریکی

شرح درس:

روشنایی: تعریف و ماهیت نور، اشعه مادون قرمز و ماورای بنفش، کمیت‌های نورسنجی، استانداردهای روشنایی، محاسبات روشنایی داخلی و خارجی

ساختمان و راه‌اندازی لامپ‌ها: رشته‌ای، فلورسنت، جیوه‌ای، سدیم، کم مصرف

ایمنی و حفاظت در تأسیسات الکتریکی

محاسبات سطح مقطع سیم و کابل و سیم‌کشی هوایی

فیوز و محاسبات آن

طراحی تابلو

برآورد بار و تقاضا برای بارهای صنعتی و تجاری

زمین کردن (الکتریکی و حفاظتی)، اندازه‌گیری مقاومت زمین، رله‌های زمین و سایر ادوات و رله‌های مرتبط

انواع سیستم‌های توزیع برق

سیستم‌های اضطراری

آشنایی با آسانسور و پله‌های برقی

تصحیح ضریب قدرت در کارخانجات

سیستم‌های هشدار دهنده

سیستم‌های جریان ضعیف شامل آنتن و سیستم تلفن

آشنایی با نرم‌افزارهای مربوطه

پروژه

مراجع:

۱. ح. کلهر، مهندسی تأسیسات الکتریکی.

۲. ح. کلهر، مهندسی روشنایی، شرکت سهامی انتشار، ۱۳۸۹.

۳. م. موحد، لامپ‌ها و محاسبات روشنایی فنی.

4. W. T. Grondzik, A. G. Kwok, B. Stein and J. S. Reynolds, Mechanical and Electrical Equipment for Buildings, 11<sup>th</sup> ed., Wiley, 2011.

5. Electrical Installations Hand Book, Siemens I, II, III

۶. م. سلطانی، تجهیزات نیروگاه، مؤسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران، ۱۳۹۰.



## تحلیل سیستم‌های انرژی الکتریکی ۲

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشیناز: تحلیل سیستم‌های انرژی الکتریکی ۱

همیناز: -

**هدف:** آشنایی با مدل‌های مهم شبکه‌های انرژی الکتریکی و روش‌های تحلیل خطا و پایداری

**شرح درس:**

**مدل ادمیتانس و محاسبات شبکه:** شبکه ادمیتانس معادل، ماتریس تلاقی شبکه و Ybus

**مدل امپدانس و محاسبات شبکه:** ماتریسهای ادمیتانس و امپدانس شبکه، اصلاح ماتریس Zbus موجود، پیدا کردن ماتریس امپدانس شینه به روش مستقیم، دیاگرام تک خطی

**خطاهای متقارن:** حالت‌های گذرا در مدارهای RL سری، محاسبه خطا با استفاده از ماتریس Zbus، محاسبات اتصال کوتاه با استفاده از مدارهای معادل Zbus

**مولفه‌های متقارن و شبکه‌های توالی:** بررسی فازورهای نامتقارن از طریق مولفه‌های متقارن، مولفه‌های متقارن فازورهای نامتقارن، مدارهای ستاره و مثلث متقارن، توان بر حسب مولفه‌های متقارن، مدارهای توالی، شبکه‌های توالی

**خطاهای نامتقارن:** خطاهای یک خط به زمین، خط به خط، دو خط به زمین، خطاهای مدار باز

**پایداری سیستم قدرت:** مساله پایداری، دینامیک رتور و معادله نوسان، معادله توان - زاویه، معیار سطح‌های برابر، حل گام به گام منحنی نوسان

**مراجع:**

1. W. D. Stevenson, Elements of Power System Analysis, 4<sup>th</sup> ed., McGraw – Hill, 1982.
2. P. Venkatesh, et. al. , Electrical Power Systems: Analysis, Security and Deregulation, PHI Learning., 2017.
3. P.S.R. Murty, Electrical Power Systems, Elsevier Science, 2017.
4. P. Schavemaker, L. V. D. Sluis, Electrical Power System Essentials, Wiley, 2017.
5. S. Ray, Electrical Power Systems: Concept, Theory and Practice, PHI Learning, 2014.
6. Salvador Acha Daza, Electric Power System Fundamentals, Artech House, 2016.





## آزمایش‌های الکتریکی ۲

تعداد واحد: ۱ (عملی)

پیشنیاز: آزمایش‌های الکتریکی ۱

همنیاز: ماشین‌های الکتریکی ۳

**هدف:** انجام شبیه‌سازی با نرم‌افزار MATLAB، تمرین عملی، تقویت و توسعه آموخته‌های درس مربوطه

شرح درس:

آزمایش بی‌باری ترانسفورماتور تک‌فاز و استخراج مؤلفه‌های آن

آزمایش بارداری ترانسفورماتور تک‌فاز و استخراج مؤلفه‌های آن

آزمایش موازی کردن ترانسفورماتورها

آزمایش بدست آوردن گروه ترانس ۳ فاز

استارت و بارگیری موتور القایی  $\Delta$ -Y

بارداری و بی‌باری موتور القایی و بررسی فرکانس القایی در روتور در:

دوره‌های مختلف از طریق موتور القایی روتور سیم‌بندی شده

تغییر دور با تغییر مقاومت در دوره‌های بالا، رسم منحنی گشتاور - سرعت

آزمایش موتور سنکرون و تحریک موتور در جریان‌های مختلف و تبادل U و P



## آز تحلیل سیستم‌های قدرت

تعداد واحد: ۱ (عملی)

پیش‌نیاز: تحلیل سیستم‌های انرژی الکتریکی ۲

هم‌نیاز: -

**هدف:** تجربه عملی و توسعه آموخته‌های درس مربوطه در قالب ۳۲ ساعت



## آز عایق‌ها و فشارقوی

تعداد واحد: ۱ (عملی)

پیشین‌آز: -

همین‌آز: عایق‌ها و فشارقوی

هدف: تجربه عملی و توسعه آموخته‌های درس مربوطه در قالب ۳۲ ساعت

شرح درس:

اندازه‌گیری ولتاژ فشارقوی متناوب

اهمیت اجزاء مدار اندازه‌گیری حداکثر ولتاژ

اندازه‌گیری ولتاژ فشارقوی دائم و ناهم‌واری آن

تخلیه الکتریکی در میدان‌های غیر یکنواخت با ولتاژ دائم

تخلیه الکتریکی با ولتاژ دائم و متناوب در هوای رقیق

اثر ورق عایق بین دو الکتروود سوزن صفحه

اندازه‌گیری مقاومت مخصوص، عدد دی الکتریک و ضریب تلفات عایقی کاغذ عایق و روغن ترانسفورماتور

اندازه‌گیری ظرفیت و ضریب تلفات عایقی یک دستگاه فشارقوی

اندازه‌گیری استقامت عایقی نمونه‌های عایقی جامد و مایع و اثر عوامل خارجی بر آن

تغییر ولتاژ شکست روغن و کاغذ عایق با تغییر رطوبت

اثر رطوبت و غبار و املاح بر روی سطح مقره‌های فشارقوی

تغییر خواص فیزیکی روغن و کاغذ عایق بر اثر کهنگی

ژنراتور ضربه یک پله - تولید و اندازه‌گیری موج ضربه کامل و شکسته

ژنراتور ضربه ۵ پله و آزمایش بر تعیین ولتاژ شکست یک مقره

امواج سیار و بررسی رفتار خط انتقال با اجزاء متمرکز



## آز حفاظت ورله

تعداد واحد : ۱ (عملی)

پیشیاز :-

همنیاز : حفاظت ورله

**هدف:** تجربه عملی و توسعه آموخته‌های درس مربوطه در قالب ۳۲ ساعت



## آز الکترونیک صنعتی

تعداد واحد: ۱ (عملی)

پیشیاز: -

همنیاز: الکترونیک صنعتی

**هدف:** تجربه عملی و توسعه آموخته‌های درس مربوطه در قالب ۳۲ ساعت



## حفاظت و رله

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشیناز: تحلیل سیستم‌های انرژی الکتریکی ۲

همیناز: -

**هدف:** مطالعه و بررسی اصول، روش‌ها، رله‌ها و تجهیزات حفاظت سیستم‌های قدرت

شرح درس:

**مقدمه:** مفاهیم اولیه و تئوری‌های بنیادین، اجزا و تجهیزات حفاظتی، حوزه‌های حفاظتی، ادوات جانبی

**ادوات اندازه‌گیری:** انواع ترانسفورمرهای جریان، انواع ترانسفورمرهای ولتاژ، استانداردها، ساختار و تحلیل و بررسی ساختار، انواع و مقایسه اندازه‌گیری‌های رله‌ها: اندازه‌گیری، کمکی، الکترومغناطیسی، الکترونیکی، دیجیتالی، ریزپردازنده-ای

**حفاظت جریانی خطوط انتقال:** ساختمان و اصول عملکرد رله‌های جریانی، هماهنگی رله‌های جریانی با یکدیگر و با فیوزها

**حفاظت دیستانس خطوط انتقال:** ساختمان، واحدهای فاز، واحدهای زمین، نواحی عملکرد و تنظیم رله‌های دیستانس

**حفاظت دیفرانسیل ترانسفورماتور قدرت:** اصول، دیفرانسیل درصدی، ترانسفورماتورهای تکفاز و سه‌فاز، عملکرد در جریانهای هجومی، اتصال زمین و اتصال زمین محدودشده، رله بوخه‌لتس، اضافه شار و ترانسفورماتور توزیع

**حفاظت ژنراتور:** در مقابل اتصال کوتاه فاز و زمین استاتور، در مقابل اتصال کوتاه حلقه، در مقابل اتصال زمین روتور، در مقابل بار نامتعادل، در مقابل قطع محرک اولیه، حفاظت قطع تحریک و حفاظت فرکانسی

**حفاظت شینه:** آرایش‌های شینه بندی، حفاظت دیفرانسیل درصدی، حفاظت دیفرانسیل امپدانس بالا و محاسبات، اتصالات حفاظت باسبار در شینه‌بندی‌های متداول پست

**حفاظت موتورهای القایی:** اتصال کوتاه‌های فاز، زمین و حلقه، عدم تعادل ولتاژ یا قطع فاز

**حفاظت شبکه‌های توزیع:** تجهیزات حفاظتی، جابجایی تجهیزات، تأثیر منابع تولید پراکنده

مراجع:

4. S. H. Horowitz, A. G. Phadke, Power System Relaying, 3<sup>rd</sup> ed., Wiley, 2008.
5. W. A. Elmore, Protective Relaying, Theory and Applications, 2<sup>nd</sup> ed., Marcel Dekker, 2003.
6. J. M. Gers, E. J. Holmes, Protection of Electricity Distribution Networks, IET Press, 2<sup>nd</sup> ed., 2005.
7. P. M. Anderson, Power System Protection, Wiley –IEEE, 1999.
8. Y. G. Paithankar, S. R. Bhide, Fundamentals of Power System Protection, PHI, 2004.
9. J.L. Blackburn and T.J. Domin, Protective Relaying: Principles and Applications, 3<sup>rd</sup> ed., CRC Press, 2006.



## عایقها و فشار قوی

تعداد واحد: ۳ (نظری)

همینااز: -

پیشینااز: تحلیل سیستم‌های انرژی الکتریکی ۱

**هدف:** آشنایی با تکنولوژی عایقهای الکتریکی، انواع ولتاژها و جریانهای مورد استفاده در تستهای فشارقوی و روشهای تولید و اندازه‌گیری آنها

**شرح درس:**

**میدانهای الکتریکی:** کروی، استوانه‌ای، دو صفحه موازی، دو کره فلزی هم مرکز، دو استوانه هم محور، دو هادی موازی، یک هادی و زمین، خم روگوفسکی، محاسبه با استفاده از نگاشت کانفورم، حل عددی (تفاضل محدود، اجزاء محدود)

**عایقهای الکتریکی:** معدنی و آلی، جامد، مایع و گاز، ثابت دی‌الکتریک مختلف، ضریب تلفات عایقی، وابستگی ویژگیهای عایق به دما و فرکانس، معیارهای انتخاب عایق

**تخلیه الکتریکی در گازها:** تئوری تخلیه، قانون پاشن، قوس الکتریکی و ویژگیهای آن، کرونا، استقامت الکتریکی هوا، پدیده صاعقه، شکل‌گیری و اثرات آن

**تخلیه الکتریکی در عایقهای مایع و جامد:** تخلیه جزئی، تخلیه سطحی، تخلیه خزنده، تخلیه الکتریکی در روغن، شکست الکتریکی عایقهای جامد، شکست حرارتی، نظریه‌های مختلف فروپاشی عایق

**معرفی استانداردها:** ملی، منطقه‌ای، بین‌المللی، دستورالعمل‌های فنی

**تولید فشارقوی الکتریکی:** ولتاژ فشارقوی متناوب (ترانسفورماتور کاسکاد، مدار تشدید سری)، تولید ولتاژ فشارقوی dc (یکسوکننده معمولی، یکسوساز دو پله و چند پله، یکسوساز ویلارد، مدار آلیون، ژنراتور وان‌دوگراف)، ولتاژ ضربه صاعقه و کلیدزنی (مدار اساسی ژنراتور ضربه، ژنراتور چند پله، تولید ولتاژ ضربه شکسته، تولید جریان ضربه)

**اندازه‌گیری فشارقوی الکتریکی:** اندازه‌گیری ولتاژهای متناوب، dc و ضربه، پلهای اندازه‌گیری و اندازه‌گیری تخلیه جزئی، اندازه‌گیری جریان‌های بالا (کویل روگوفسکی، لینگ‌های مغناطیسی، ترانسفورماتور اندازه‌گیری جریان و اثر هال)

**امواج سیار:** معادلات خط انتقال، قوانین انعکاس امواج در حالات مختلف و دیاگرام نردبانی

**مبانی هماهنگی عایقی، انواع اضافه ولتاژها، بررسی احتمالاتی اضافه ولتاژها، بررسی احتمالاتی شکست عایق و برقیها**

**مراجع:**

۱. ح. محسنی، مبانی مهندسی فشارقوی الکتریکی، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۷۷.
۲. م. ق. محمدی، اصول مهندسی فشار قوی الکتریکی، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر، ۱۳۷۵.
۳. م. ق. محمدی، فیزیک و تکنولوژی عایق‌ها، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر، ۱۳۶۳.
4. E. Kuffel, W. S. Zaengl and J. Kuffel, High Voltage Engineering Fundamentals, 2<sup>nd</sup> ed., Newness, 2000.
5. A. R. Hileman, Insulation Coordination for Power Systems, CRC Press, 1999.



## ماشین‌های الکتریکی مخصوص

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: ماشین‌های الکتریکی ۲

همنیاز: -

**هدف:** آشنایی با ساختار و عملکرد ماشین‌های الکتریکی مخصوص

**شرح درس:**

**موتورهای القایی دوفاز متعادل و نامتعادل:** مؤلفه‌های مستقیم و معکوس یک شبکه دوفاز، موتورهای القایی تکفاز، روش -

های ایجاد گشتاور راه‌اندازی در موتور القایی تکفاز، مدار معادل موتورهای القایی دوفاز نامتعادل

**سرو موتورهای dc و ac دوفاز:** اصول کار و مشخصه‌ها

**تاکوژنراتورهای dc و ac:** بررسی ساختمان، خطاها و مزایا و معایب

**سینکروها:** سینکروهای فرستنده، گیرنده، ترانسفورمر، تفاضلی، بررسی ساختمان انواع سینکروها، محاسبه گشتاور تئوری کار انواع

سینکروها

**موتورهای:** سنکرون با مغناطیس دائم، رلوکتانس، سویچ رلوکتانس، هستریزیس، سنکرون کم سرعت، dc بدون جاروبک

**ماشین‌های کموتوردار:** موتورهای ac سری، موتور یونیورسال، موتورهای ریپالسیونی

**موتورهای پله‌ای:** باروتور آهنربای دائم، با رلوکتانس متغیر، با رلوکتانس متغیر چند طبقه، مختلط (هایبرید)، مشخصه‌ها، سیستم -

های محرکه و مداربندی

**موتورهای خطی:** ساختمان اساسی، القایی یک طرف و دو طرفه

**مراجع:**

۱. واحدی، ماشین‌های الکتریکی مخصوص، انتشارات دانشگاه صنعتی شریف، ۱۳۹۵.
۲. م. ر. فیضی و ک. خفافی، ماشین‌های مخصوص الکتریکی، چاپ سوم، انتشارات دانشگاه تبریز، ۱۳۸۷.
3. P. P. Acarnley, Stepping Motors, a Guide to Theory and Practice, 4<sup>th</sup> ed., The Institute of Electrical Engineering (IET), 2002.
4. A. E. Fitzgerald, C. Kingsley and S. D. Umans, Electric Machinery, 6<sup>th</sup> ed., McGraw- Hill 2002.
5. T. Kenjo, Stepping Motors, Oxford Science Publication, 1994.





## تولید انرژی الکتریکی

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: ماشین‌های الکتریکی ۳

همین‌ا: -

**هدف:** آشنایی با انواع و نحوه کارکرد نیروگاه‌ها و مدارهای کنترلی ژنراتورها

شرح درس:

الف- الکتریکی:

آشنایی با ساختار کلی و اصول کار نیروگاه‌ها: حرارتی، گازی، سیکل ترکیبی، آبی، هسته‌ای، خورشیدی، بادی و ...

انتخاب نوع نیروگاه: موقعیت نصب، مسائل اقتصادی، اهمیت و لزوم کنترل فرکانس و ولتاژ

آشنایی با ساختمان ژنراتورها: سیستم‌های کنترل تحریک، سیستم کنترل فرکانس، سنکرون کردن نیروگاه‌ها، مصارف داخلی

ترانسفورماتورهای قدرت و تجهیزات آنها

وضعیت تولید برق در ایران

ب- مکانیکی:

معرفی انواع نیروگاه‌ها و اصول کار: حرارتی (سوخت فسیلی، سوخت هسته‌ای اعم از شکافت یا گداخت)، انرژی‌های

تجدیدپذیر (آبی، بادی، خورشیدی، زمین گرمایی)

سیکل‌های ترمودینامیکی: سیکل رانکین، سیکل برایتون، سیکل ترکیبی رانکین - برایتون، سیکل دیزل، سیکل هم تولیدی

نیروگاه آبی: پتانسیلی، جزر و مدی، امواج

نیروگاه بادی و نیروگاه خورشیدی

قابلیت انواع نیروگاه‌ها: سطح تولید توان، بازدهی، استفاده جزیره‌ای یا اتصال به شبکه سراسری

انواع توربین‌ها: اجزاء اصلی و کمکی انواع نیروگاه‌ها

مشخصه‌های عملکردی اجزای اصلی انواع نیروگاه‌ها: معرفی اعداد بدون بعد، دیاگرام‌های t-s و h-s نیروگاه‌های حرارتی

با سوخت‌های فسیلی، مقایسه شرایط کاری واقعی با سیکل استاندارد شده حالت ایده‌آل، محاسبه انواع راندمان‌ها، عوامل

بازگشت‌ناپذیری و اتلاف کار

بازدید از انواع نیروگاه‌ها

مراجع:

۱. ر. هوشمند، تولید برق در نیروگاه‌ها، ویرایش دوم، انتشارات دانشگاه شهید چمران، ۱۳۸۹.

۲. م. سلطانی، تجهیزات نیروگاه، مؤسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران، ۱۳۹۰.

3. T. Elhiol, K. chen, and R. C. Swanekamp, Standard Handbook of Powerplant Engineering, 2<sup>nd</sup> ed., McGraw-Hill 1997.

4. M.M. El-Wakil, Powerplant Technology, McGraw-Hill, 2002.

5. R. Bachmann, H. Nielsen, J. Warner and R. Kehlhofer, Combined-Cycle Gas & Steam Turbine Power plants, 2<sup>nd</sup> ed., Pennwell Books, 1999.

6. P. Kiameh, Power Generation Handbook, 2<sup>nd</sup> ed., McGraw-Hill, 2011.

## درایوهای الکتریکی

تعداد واحد : ۳ (نظری)

پیشنیاز : الکترونیک صنعتی

همین‌باز : -

هدف : آشنایی با ساختار و عملکرد درایوهای الکتریکی

شرح درس :

مرور موتورهای الکتریکی: میدان و شار مغناطیسی، گشتاور

مبدل‌های الکترونیک قدرت برای درایوهای موتور

درایوهای موتور DC

درایوهای انواع موتورهای سنکرون

درایوهای موتور مغناطیس دائم

درایوهای موتور القایی

درایوهای موتور سوئیچ رلوکتانس

انتخاب درایو/موتور

مراجع :

1. A. Hughes, B. Drury, Electric Motors and Drives: Fundamentals, Types and Applications  
5<sup>th</sup> ed., Newnes, 2019.

2. N. Mohan, Electric Machines and Drives: A First Course. Wiley, 2013.



## آز درایوهای الکتریکی

تعداد واحد: ۱ (عملی)

پیشیناز: -

همیناز: درایوهای الکتریکی

**هدف:** شبیه سازی کامپیوتری، تجربه عملی و توسعه آموخته‌های درس مربوطه در قالب ۳۲ ساعت



## طرح خطوط هوایی انتقال انرژی الکتریکی و پروژه

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: تحلیل سیستم‌های انرژی الکتریکی ۲

همین‌یا: -

**هدف:** آشنایی با اصول طراحی الکتریکی، مکانیکی، نصب و بهره‌برداری خطوط هوایی انتقال انرژی الکتریکی

شرح درس:

انواع خطوط انتقال انرژی الکتریکی (مانند AC تکفاز و سه فاز و DC دو سیمه و سه سیمه) و مقایسه آنها

مسیریابی خط انتقال

نقشه برداری و روشهای مدرن آن (مانند بکارگیری GPS)

**محاسبات الکتریکی خط انتقال:** ولتاژ خط، تعیین نوع و محاسبه سطح مقطع هادیها، تلفات خط، کرونا و تلفات آن، راندمان خط، رگولاسیون ولتاژ، تعیین تعداد مدار و تعداد باندل، اندوکتانس و کاپاسیتانس خط، رعد و برق و اصول حفاظت در مقابل صاعقه، انتخاب سیم محافظ (با رشته‌های فولادی و OPGW) و ...

**محاسبات مکانیکی خط:** شامل مواردی مانند تعاریف اولیه (پلان، پروفیل، UTS، فلش، اسپن و...)، نحوه انتخاب برج ها، نحوه تعیین محل و تعداد سیمهای محافظ، معادله منحنی سیم آویزان از دو پایه هم و ناهم ارتفاع، معادله تغییر وضعیت، محاسبه طول سیم، کشش وارده برسیم، فلش سیم، نحوه تهیه جدول کشش و فلش، بارگذاری برج، نوسانات هادی (آئولین، گالوپینگ، آونگی)، انواع فونداسیون و ....

**عایق بندی خط:** انواع مقره (چینی، شیشه ای، کامپوزیتی و سیلیکون رابر)، توزیع پتانسیل در زنجیر مقره، نحوه انتخاب تعداد مقره در یک زنجیر مقره، انحراف زنجیر مقره بر اثر باد و ....

**قوانین حریم خطوط انتقال برق ایران:** حریم افقی و عمودی، حریم شعاعی، نحوه تعیین حریم (محاسبات میدانهای الکتریکی، مغناطیسی، نویز صوتی، نوسانات مکانیکی و تداخل رادیویی)، آشنائی با شاخه زنی درختان (tree trimming) و...  
**روشهای اجرای خط:** شامل برج گذاری، عملیات سیم کشی، بکارگیری جداول کشش و فلش، ابزارآلات، یراق آلات، ماشین ها، عملیات خط گرم

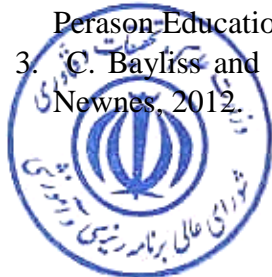
انجام یک پروژه کلاسی در زمینه‌ای مرتبط و ارائه نتایج در قالب گزارش، سخنرانی، مقاله و... (حسب تشخیص استاد درس) الزامی است.

مراجع:

1. F. Kiessling, P. Nefzger, J.F. Nolasco, U. Kaintzyk, Overhead Power Lines, Planning, Design, Construction, Springer, 2003.
2. S. Sivanagaraju, S. Satyanarayana, Electric Power Transmission and Distribution, 2008, Perason-Education India.
3. C. Bayliss and B. Hardy, Transmission and Distribution Electrical Engineering, 4<sup>th</sup> ed., Newnes, 2012.

۴. ق. حیدری، طراحی الکتریکی خطوط انتقال نیرو، انتشارات اسحاق، ۱۳۹۳.

۵. م. طرفدارحق، طراحی خطوط انتقال انرژی الکتریکی، جلد اول، انتشارات آشینا، ۱۳۹۸.



## طرح پست‌های فشار قوی و پروژه

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: تحلیل سیستم‌های انرژی الکتریکی ۲

همین‌یا: -

**هدف:** آشنایی با اصول طراحی، مشخصات فنی تجهیزات، نقشه‌ها و استانداردهای پست‌های فشارقوی

**شرح درس:**

**مقدمه:** دلایل احداث پست و انواع پست‌ها از دیدگاه‌های مختلف مانند سطح ولتاژ، عملکرد، نوع سیستم عایقی، سیستم حفاظت و کنترل و غیره

**تجهیزات و انتخاب مشخصات فنی:** ترانسفورماتور قدرت، کلید قدرت، سکسیونر، ترانسفورماتورهای اندازه‌گیری، برقگیر، سیستم مخابراتی PLC و راکتور شنت

**معرفی و مقایسه فنی - اقتصادی آرایش‌های مختلف شینه بندی:** آرایش‌های شین ساده با قطع طولی، طرح‌های H و U، شین اصلی و فرعی، شین دوبل، شین دوبل با شین کمکی، شین دوبل با سکسیونر موازی، دو بریکری، یک و نیم بریکری کامل، یک و نیم بریکری ناقص، آرایش رینگ

**اینترلاک کلیدها و سکسیونرها:** اصول و منطق اینترلاک در آرایش‌های شینه‌بندی مختلف

**سیستم زمین:** اهداف، تعاریف اساسی، ولتاژ گام و تماس، محاسبات سطح مقطع هادی‌های شبکه زمین، مقادیر مجاز ولتاژ گام و تماس، تأثیر لایه سطحی بر مقادیر مجاز ولتاژ گام و تماس، محاسبه مقادیر واقعی ولتاژ گام و تماس، الگوریتم طراحی شبکه زمین بر اساس استاندارد IEEE Std. 80-2000

**سیستم تغذیه AC و DC:** سیستم AC، سیستم DC، دیزل ژنراتور، ترانسفورماتور تغذیه داخلی و باتری شارژر  
**نقشه‌های پست:** انتخاب انواع فواصل مجاز (clearance) در داخل پست، نقشه تک خطی فشارقوی، نقشه تک خطی حفاظتی، نقشه جانمایی (Layout) و جزئیات آن

**پروژه**

**مراجع:**

1. ABB Switchgear Manual, 11th Edition, ABB, 2006.
2. J. D. McDonald, Electric Power Substations Engineering, 2<sup>nd</sup> ed., CRC Press, 2007.
3. IEEE Guide for Safety in AC Substations Grounding', IEEE Std. 80-2000.
۴. م. سلطانی، تجهیزات نیروگاه، مؤسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران، ۱۳۹۰.
۵. ر. هوشمند، طراحی پست‌های فشار قوی، انتشارات دانشگاه اصفهان، ۱۳۹۰.



## سیستم‌های کنترل مدرن

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: سیستم‌های کنترل خطی

همنیاز: جبر خطی

**هدف:** آشنایی با مفهوم حالت و روش‌های طراحی کنترل کننده در این فضا

### شرح درس:

**مقدمه:** آشنایی با نمایش‌های داخلی (تابع تبدیل) و خارجی (فضای حالت) سیستم‌های کنترل و مزایای بکارگیری متغیرهای حالت و نمایش فضای حالت

**مروری بر مفاهیم جبر خطی:** فضاها برداری، ترکیب‌های خطی، نگاشت‌های خطی، دستگاه معادلات جبر خطی  
**نمایش سیستم‌های خطی:** خواص سیستم‌های خطی، جواب معادلات دیفرانسیل سیستم‌های خطی، نمایش فضای حالت، انتخاب متغیرهای حالت، حل معادلات فضای حالت، روش‌های بدست آوردن ماتریس انتقال حالت، تبدیل لاپلاس، حالت دینامیکی، روش هامیلتون، روش سیلوستر، تبدیل همانندی، قطری‌سازی، فرم کانونیکال جردن، مدل‌سازی بر اساس معادلات لاگرانژ، خطی‌سازی ریاضی، عدم قطعیت در مدل‌سازی، مدل‌سازی بر پایه مشخصه‌های فیزیکی سیستم‌های الکتریکی، سیستم‌های الکترو مکانیکی، سیستم‌های مکانیکی، سیستم‌های هیدرولیکی

**کنترل پذیری و رویت پذیری:** تعاریف و شرایط دوگانی سیستم‌های خطی، کنترل پذیری خروجی و تابعی، ترکیب کانونیکال کالمن

**نظریه و تحقق و پایداری:** تحقق مینیمال، تحقق سیستم‌های MISO, SIMO, SISO، تعاریف پایداری، پایداری درونی، پایداری BIBO، روش‌های اول و دوم لیاپانوف

**سیستم‌های کنترل فیدبک حالت:** مفاهیم اولیه، محاسبه بهره فیدبک حالت، سیستم‌های چند ورودی، اثرات فیدبک حالت، طراحی سیستم‌های ردیاب، روش‌های جایابی قطب، جایابی قطب برای سیستم‌های MIMO، دفع اغتشاش، فیدبک حالت با کنترل انتگرالی

**رویتگرهای خطی:** ساختار و خواص رویتگرهای مرتبه کامل و مرتبه کاهش یافته، سیستم‌های کنترل فیدبک حالت با رویتگر، طراحی جایابی قطب با فیدبک خروجی، فیدبک حالت با رویتگر، قضیه جداسازی، فیدبک حالت با تخمین اغتشاش، عملکرد حلقه بسته

**آشنایی با کنترل بهینه:** فیدبک حالت بهینه LQR، انتخاب بهره اعمالی، رویتگر حالت بهینه LQE، فیلتر کالمن

### مراجع:

- ع. خاکی صدیق، اصول کنترل مدرن، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۸۳.
- ح. ر. تقی‌راد، مقدمه‌ای بر کنترل مدرن، انتشارات دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی، ۱۳۸۲.
- C-T Chen, Linear System Theory and Design, 3<sup>rd</sup> ed., Oxford University Press, 1999.
- W. L. Brogan, Modern Control Theory, 3<sup>rd</sup> ed., Prentice-Hall, 1991.



## جبر خطی

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: ریاضی عمومی ۲

همینااز: -

**هدف:** آشنایی با مفاهیم جبر خطی و کاربردهای آن در سیستم‌های کنترل

**شرح درس:**

**بردارها و فضاهای برداری:** میدان، فضای بردار خطی، وابستگی خطی، استقلال خطی، اسپن کردن فضا، ترکیب خطی بردارها، تغییر پایه در یک فضا، رتبه ماتریس، پوچی ماتریس، ضرب داخلی، تابع نرم، انواع نرم، بردارهای متعامد، فرآیند متعامدسازی گرام-اشمیت

**عملگرهای خطی در فضای برداری:** تعریف، عملگر یک به یک، عملگر پوشا، فضای برد، فضای پوچی، تبدیلات همانندی، ماتریس‌های مشابه، ترکیب عملگرهای خطی، فضای برداری، عملگرهای خطی، نرم عملگرها، دستگاه معادلات خطی، عملگر الحاقی **مقادیر ویژه، بردارهای ویژه:** زیر فضای  $A$ -invariant، بردارهای ویژه، مقادیر ویژه یا طیف عملگر، هسته هرمیتی و ویژگی-های عملگرها با هسته متقارن، قطری‌سازی ماتریس‌ها، فرم جردن، چند جمله‌ای مشخصه، قضیه کیلی-همیلتون، چند جمله‌ای مینیمال، عملگرهای مثبت معین و منفی، نیمه معین مثبت و منفی و نامعین

**عملگرهای خاص:** عملگرهای هرمیتی، پاد هرمیتی، یکانی، نرمال متقارن، پاد متقارن، متعامد و خواص آنها **عملگرهای تجزیه ماتریسی و کاربردها:** تجزیه به مقادیر تکین، عدد شرطی، SVD، مسئله حداقل مربعات، SVD و معکوس مجازی، جهت‌های اساسی تابع تبدیل، تجزیه QR و محاسبه معکوس تعمیم یافته، تجزیه LU و کالسکی

**مراجع:**

1. G. Strang, Introduction to Linear Algebra, 3<sup>rd</sup> ed., Wellesley-Cambridge Press, 2003.
2. W. L. Brogan, Modern Control Engineering, Prentice- Hall, 1991.
3. S. Roman, Advanced Linear Algebra, 3<sup>rd</sup> ed., Springer Verlag, 2007.
4. B. Nobel and J. W. Daniel, Applied Linear Algebra, 3<sup>rd</sup> ed., Prentice- Hall, 1987.



## کنترل صنعتی

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشیناز: سیستم‌های کنترل خطی

همیناز: -

**هدف:** آشنایی با ساختارهای مختلف کنترل صنعتی و روش‌های طراحی و پیاده‌سازی کنترل کننده‌ها در صنعت

### شرح درس:

**تعاریف و کلیات:** فرآیند صنعتی، مزایای اتوماسیون، عناصر اتوماسیون، مدل‌سازی و کنترل فرآیند، کنترل کننده‌های PID

**اتوماسیون صنعتی:** مقدمه، نمودار کنترل سیستم از سخت‌افزار تا DCS و سپس FCS، مقدمه‌ای بر PID و PLC: اصول پایه، سخت‌افزار، روش‌های برنامه‌ریزی، برنامه‌ریزی نردبانی، توسعه یک برنامه ساده، مثال‌هایی از کاربرد PLC در فرآیند صنعتی

**مدل‌سازی فرآیند:** مدل‌سازی بر اساس اصول فیزیکی حاکم بر فرآیند، به دست آوردن معادلات حالت، معرفی و مدل‌سازی مکانیسم‌های کنترل سطح، جریان، فشار، دما و غلظت

**شناسایی فرآیند:** مدل‌سازی استاتیکی، مدل‌سازی دینامیک برای سیستم‌های مرتبه اول و دوم بدون تأخیر، فرآیند انتگرالی، سیستم‌های نوسانی معرفی نسبت کنترل‌پذیری و بهره‌نهایی نرمالیزه شده، روش‌های پاسخ فرکانسی، روش پاسخ فرکانسی زیگلر-نیکولز، روش فیدبک رله‌ای، روش‌های پیشرفته شناسایی پارامتری، روش حداقل مربعات، سیستم‌های گسسته و پیوسته رتبه بالا

**طراحی تنظیم و پیاده‌سازی کنترل کننده PID:** معیارهای طراحی کنترل کننده‌ها، معرفی بخش‌های مختلف کنترل کننده PID، اثر جمع شدن (اشباع) انتگرالگیر، انواع و روش‌های پیاده‌سازی، معرفی یک کنترل کننده PID صنعتی، روش‌های DDC، روش‌های تنظیم زمانی زیگلر-نیکولز، ISE, IAE، روش‌های تنظیم فرکانسی زیگلر-نیکولز و روش‌های دیگر، ویژگی‌های کنترلی PID، سیستم‌های با تأخیر و سیستم‌های درجه بالا

**معرفی ساختار کنترلی در صنعت:** کنترل کننده‌های On/Off، پیشخور (Feed Forward)، موازی (Cascade)، انتخابی (Selective)، اولویت‌دار (Override)، کنترل نسبت (Ratio Control) و چند بازه‌ای (Split Range)

### مراجع:

1. K. J. Astrom and T. Hagglund, PID Controllers: Theory, Design, and Tuning, International Society for Measurement and Control, 1995.
2. A. J. Crispin, Programmable Logic Controllers and Their Engineering Application, McGraw Hill, 1996.

۳. ح. ر. تقی‌راد، مقدمه بر اتوماسیون و کنترل فرآیندهای صنعتی، انتشارات دانشگاه خواجه نصیر طوسی، ۱۳۸۱.





## سیستم‌های کنترل دیجیتال

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشیناز: سیستم‌های کنترل خطی

همیناز: -

**هدف:** آشنایی با روش‌های طراحی و پیاده‌سازی کنترل‌کننده‌های دیجیتال با رویکردهای پایه و فضای حالت

### شرح درس:

**مقدمه:** معرفی سیستم‌های کنترل دیجیتال و کامپیوتری، گذار از زمان پیوسته به زمان گسسته و از مقدار پیوسته به دیجیتال، ارتباط طیف (فوریه) سیگنال اصلی و سیگنال نمونه برداری شده، بازسازی سیگنال اصلی، پدیده اختلاط فرکانسی، ارتباط تبدیل لاپلاس سیگنال اصلی و تبدیل  $Z$  سیگنال گسسته، گذار از گسسته به پیوسته، معادل گسسته مدل‌های پیوسته، مدل‌سازی مبدل دیجیتال به پیوسته (D/A)، به دست آوردن اطلاعات بین نمونه‌ها

**نمایش و تحلیل خصوصیات سیستم‌های دیجیتال:** نمایش سیستم‌ها توسط تبدیل  $Z$ ، معادل گسسته مدل‌های پیوسته از روی معادلات حالت، محاسبه تابع نمایی ماتریس (تابع انتقال حالت)، قضایای کنترل‌پذیری و رویت‌پذیری، معرفی تحقق‌های گوناگون برای یک تابع تبدیل، پایداری و ناپایداری برای مدل‌های گسسته و آزمون‌های آن

**روش‌های طراحی پایه:** استفاده از تقریب‌های گسسته جبران‌سازهای پیوسته، فیلترهای ضد اختلال فرکانسی، طراحی به کمک فن مکان هندسی ریشه‌ها و ملاحظات، طراحی در حوزه فرکانس و ملاحظات، طراحی به روش حداقل نمودن نشست و ملاحظات، طراحی با استفاده از ویژگی‌های چند جمله‌ای‌ها

**روش‌های طراحی در فضای حالت:** طراحی با استفاده از مفاهیم تحقق‌ها، کنترل‌کننده‌های فضای حالت بهینه، فیلترهای کالمن، عملکرد ردیابی

**آشنایی با روش‌های پیاده‌سازی کنترل‌کننده‌های دیجیتال:** بررسی روش‌های پیاده‌سازی کنترل دیجیتال در صنعت، بررسی نمونه کنترل‌کننده دیجیتال

### مراجع:

1. K. J. Astrom and B. Wittenmark, Computer- Controlled Systems: Theory and Design, 3<sup>rd</sup>ed., Prentice- Hall, 1996.
2. K. Ogata, Discrete-Time Control Systems, 2<sup>nd</sup> d., Prentice- Hall, 1995.
3. B. C. Kao, Digital Control Systems, 2<sup>nd</sup> ed., Oxford University Press, 1995.
4. G. F. Franklin, J.D. Powell and M. L. Workman, Digital Control of Dynamic Systems, 3<sup>rd</sup> ed., Addison-Wesley, 1997.



## آز سیستم‌های کنترل دیجیتال

تعداد واحد: ۱ (عملی)

پیش‌نیاز:

هم‌نیاز: سیستم‌های کنترل دیجیتال

**هدف:** تجربه عملی و توسعه آموخته‌های درس مربوطه در قالب ۳۲ ساعت



## آز کنترل صنعتی

تعداد واحد: ۱ (عملی)

پیشیاز: -

همنیاز: کنترل صنعتی

**هدف:** تجربه عملی و توسعه آموخته‌های درس مربوطه در قالب ۳۲ ساعت



## آز ابزار دقیق

تعداد واحد: ۱ (عملی)

پیشنیاز: -

همنیاز: ابزار دقیق

**هدف:** تجربه عملی و توسعه آموخته‌های درس مربوطه در قالب ۳۲ ساعت



## تحقیق در عملیات

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: ریاضی عمومی ۲، برنامه‌سازی کامپیوتر

همنیاز: -

هدف: آشنایی با زمینه تحقیق در عملیات و روش‌های مدل‌سازی برنامه‌ریزی

شرح درس:

مقدمه: گستره زمینه تحقیق در عملیات

روش‌ها و مدل‌های ریاضی در تحقیق در عملیات

بهبودسازی مطلق و مقید: قیدهای تساوی، نامساوی و متغیر صحیح، تصمیم‌های متوالی

برنامه‌ریزی خطی: مدل‌سازی، روش‌های ترسیمی سیمپلکس، دوفازی M بزرگ، دوگانگی، حساسیت

برنامه‌ریزی متغیر صحیح

برنامه‌ریزی پویا

برنامه‌ریزی غیرخطی

آشنایی با مدل‌های احتمالی

مراجع:

1. H. A. Taha, Operations Research: An Introduction, **10<sup>th</sup>** ed., Pearson India, 2018.
2. F. S. Hillier, G. J. Lieberman, B. Nag, P. Basu, Introduction To Operations Research, **10<sup>th</sup>** ed., Mc Graw-Hill India, 2017.



## سیستم‌های کنترل غیر خطی

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: سیستم‌های کنترل خطی

همین‌ا: -

**هدف:** آشنایی با مبانی تحلیل و طراحی سیستم‌های کنترل غیر خطی

**شرح درس:**

**مقدمه:** معرفی سیستم‌های غیر خطی، معادلات حالت، نقطه تعادل، خصوصیات بارز سیستم‌های غیر خطی و تعریف چرخه حدی

**تحلیل فاز:** خصوصیات سیستم‌های غیر خطی رسته دو، ترسیم نمودار فاز، نقاط تکین، روش‌های ترسیمی، روش‌های عددی، تحلیل نمودار فاز

**تحلیل پایداری:** تعاریف پایداری، قضایای لیاپانوف مستقیم و غیرمستقیم، پایداری فراگیر، قضیه لاسال، قضایای نا پایداری و پایداری مطلق، طراحی کنترل کننده بر اساس تابع لیاپانوف

**تحلیل چرخه حدی:** تعریف و خصوصیات چرخه حدی، قضایای وجود، تعریف توابع توصیفی، نمونه‌هایی از توابع توصیفی برای اشباع و منطقه مرده، تحلیل پایداری چرخه حدی با استفاده از توابع توصیفی

**طراحی کنترل کننده‌های خطی برای سیستم‌های غیر خطی:** تعیین مدل خطی سازی شده ریاضی، طراحی کنترل کننده خطی برای مدل خطی سازی شده، پیاده‌سازی کنترل کننده بر روی سیستم غیر خطی در نقاط کار مختلف و بررسی اثرات غیر خطی در عملکرد کنترلی (به عنوان مثال بررسی اشباع، هیستریزس و ناحیه مرده)، مقدمه‌ای بر مدل سازی و کنترل چندگانه

**طراحی کنترل کننده خطی ساز با فیدبک:** روش‌های خطی سازی ورودی- خروجی، دینامیک صفر، مثال‌های کاربردی

**مراجع:**

1. H. Khalil, Nonlinear Systems, 3<sup>rd</sup> ed., Prentice- Hall, 2001.
2. J. J. Slotine and W. Li, Applied Nonlinear Control, Prentice- Hall, 1991.
3. D. Cheng, X. Hu and T. Shen, Analysis and Design of Nonlinear Control Systems, Springer, 2011.



## ابزار دقیق

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: سیستم‌های کنترل خطی

همین‌ا‌ز: -

**هدف:** آشنایی با مفاهیم، اصول کارکردی و انتخاب ابزار دقیق و تجهیزات، مکانیزم‌های اندازه‌گیری در صنعت و طراحی حلقه‌های کنترلی

**شرح درس:**

**مقدمات و تعاریف پایه:** حسگر، مبدل و ارسال کننده، مشخصات استاتیکی و دینامیکی، اجزاء یک سیستم اندازه‌گیری  
انواع ابزار دقیق، زنجیره کالیبراسیون  
**آشنایی با مکانیزم‌های اندازه‌گیری:** جابجایی خطی و سرعت خطی، جابجایی زاویه ای-دورانی و سرعت دورانی، نیرو، گشتاور، شتاب، ارتعاش، ... فشار، دما، شدت جریان سیال، سطح  
**سایر مکانیزم‌های متداول اندازه‌گیری:** آنالیزهای سنجش غلظت، حسگرهای هوشمند، حسگرهای رباتی، حسگرهای نرم، ...  
**شیرهای کنترلی:** انواع، مکانیزم‌های محرک‌ها، جایابی (Positioning) و اندازه‌گذاری (Sizing) برای مایعات و گازها  
**معرفی کلی کنترل کننده‌های صنعتی و بررسی ساختار آنها**  
**معرفی نمادها، نقشه‌ها و استانداردهای مورد استفاده در نقشه‌های کنترلی نظیر P&ID, PFD ...**  
**اصول طراحی کیفی سیستم‌های کنترل و ابزار دقیق:** نحوه طراحی حلقه‌های کنترلی و انتخاب ابزار دقیق‌های بهینه در هر حلقه

**مراجع:**

1. A. S. Morris, Measurement and Instrumentation Principles, 3<sup>rd</sup> ed., Butterworth, 2001.
2. O. J. DeSa, Applied Technology and Instrumentation for Process Control, Taylor & Francis, 2004.
3. O. J. DeSa, Instrumentation Fundamentals for Process Control, Taylor & Francis, 2011.
4. A. Anderson, Instrumentation for Process Measurement and Control, CRC Press, 1997.
5. P. Chohey, Instrumentation and Process Control, McGraw-Hill, 1996.
6. J. P. Benetly, Principles of Measurement Systems, Longman, 1995.



## اتوماسیون صنعتی

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشیناز: -

همیناز: سیستم‌های کنترل دیجیتال

**هدف:** آشنایی با سیستم‌های اتوماسیون صنعتی، سیستم‌های کنترل گسترده و پروتکل‌های ارتباطی صنعتی

شرح درس:

اصول شبکه‌های انتقال اطلاعات، شبکه‌های اتوماسیون صنعتی، سیستم‌های کنترل گسترده  
پروتکل‌ها و سیستم‌های انتقال اطلاعات در صنعت: Modbus, Industrial Ethernet, Profibus, Fieldbus, ... , Canbus

انتقال بی‌سیم اطلاعات و پروتکل‌های آن

سیستم‌های کنترل مدیریتی و جمع‌آوری اطلاعات (SCADA)

سیستم‌های اتوماسیون صنعتی

مراجع:

1. IDC Technologies, Practical Distributed Control Systems, 2006.
2. J. Park, S. MacKay and E. Wright, Practical Data Elsevier, 2003.
3. D. Bailey and E. Wright, Practical SCADA for Industry, IDC Technologies, 2003.
4. S. B. Morris, Automated Manufacturing Systems: Actuators, Controls, Sensors, and Robotics, McGraw-Hill, 1994.





## مبانی مکاترونیک

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: سیستم‌های کنترل خطی، سیستم‌های دیجیتال ۲

همنیاز:

**هدف:** آشنایی با تعریف و تاریخچه مهندسی مکاترونیک، فلسفه طراحی تجمیعی؛ تجمیع سخت‌افزاری و نرم‌افزاری، اصول مدلسازی سیستم‌های چند حوزه‌ای، مشخصات و نحوه انتخاب عناصر و طراحی کلی سیستم‌ها مکاترونیکی

شرح درس:

تعریف مهندسی مکاترونیک و تاریخچه آن  
فلسفه طراحی مکاترونیکی و اصول طراحی سیستم‌های چند حوزه‌ای  
اجزای اساسی سیستم‌های مکاترونیکی و نحوه ارتباط آنها  
مبانی حسگرها و محرکه‌ها در سیستم‌های مکاترونیکی  
مبانی مدلسازی سیستم‌های چند حوزه‌ای  
معادلات لاگرانژ برای توصیف دینامیک سیستم‌های مکاترونیکی  
آشنایی با ساختارهای هوشمند از جمله پیزوالکتریک‌ها  
سیستم‌های کنترل نهفته  
اصول سیستم‌های بلادرنگ  
آشنایی با برخی محصولات مکاترونیکی

مراجع:

1. D. Shetty and R.A. Kolk, Mechantronics System Design, CL-Engineering, 1997.
2. R. Iserman, Mechatronics Systems, Springer Verlag, 1999.



## میدان‌ها و امواج

تعداد واحد : ۳ (نظری)

پیشنیاز : الکترومغناطیس

همین‌ا‌ز : -

**هدف:** شناخت پدیده‌های مرتبط با انتشار و انتقال و آشنایی با هدایت امواج الکترومغناطیسی توسط خطوط انتقال و موجرها

شرح درس :

یادآوری معادلات ماکسول و شرایط مرزی

توابع پتانسیل تأخیر یافته الکتریکی و مغناطیسی

معادله موج و میدان‌های زمان هماهنگ

قضیه پوینتینگ

امواج تخت یکنواخت

قطبش

تابش و بازتاب در فصل مشترک دو محیط (تابش عمود و مایل)

تعریف مدار فشرده و مدار گسترده

مد TEM در خطوط انتقال

معادلات خط انتقال و حل آنها

پارامترهای خط انتقال: امپدانس مشخصه، ثابت انتشار، ثابت تضعیف، سرعت فازی و اثر پوسته‌ای

نمودار اسمیت و کاربرد آن

تطبیق امپدانس: خط ربع طول، تک زائده و دو زائده

حالت گذرا در خط انتقال

مدهای انتشاری در موجرها (TE و TM)

موجبر با صفحه موازی

موجبر مستطیلی: حل معادله موج، حالت‌های TE و TM، فرکانس‌های قطع، سرعت فاز و گروه، امپدانس موج

موجبر دایروی: حل معادله موج، حالت‌های انتشار TE و TM

ثابت تضعیف در موجرها

تشعشع از یک دو قطبی بسیار کوتاه و معرفی پارامترهای آنتن

مراجع :

1. D. K. Cheng, Field and wave Electromagnetics, 2<sup>nd</sup> ed., Addison-Wesley, 1989.
2. J. D. Kraus, Electromagnetics, 4<sup>th</sup> ed., McGraw-Hill, 1991.
3. S. Ramo, T. Van Duzer and J. R. Whinnery, Fields and Waves in Communication Electronics, 3<sup>rd</sup> ed., Wiley, 1994.



## ریز موج و آنتن

تعداد واحد : ۳ (نظری)

پیشنیاز : میدان‌ها و امواج

همین‌ااز : -

هدف: آشنایی با روش‌های تحلیلی، قطعات ریزموج، آنتن‌ها و آرایه‌ها

شرح درس :

یادآوری موجرها

موجرهای سطحی، موجر تخته‌ای (Slab)

خطوط ریز نواری (امپدانس مشخصه و ثابت انتشار)

پارامترهای S (ماتریس پراکندگی) دو دهانه و چند دهانه

تقسیم‌کننده‌های توان، اتصالات T و هایبرید در موجرها و خطوط ریز نواری

قطعات غیر فعال موجری و ریز نواری : تضعیف‌کننده، تغییر فاز دهنده، تزویج‌کننده جهت‌دار

تشدیدکننده‌های ریز موج (خط انتقالی و موجری)، فرکانس‌های تشدید و ضریب کیفیت (مدهای مختلف)

پارامترهای آنتن: الگوی تابشی، پهنای پرتو، بهره آنتن، تطبیق آنتن، قطبش آنتن

معادله فرستنده و گیرنده (Friss) و معادله رادار

یادآوری پتانسیل‌های تأخیری و مسئله تابش، میدان‌های نزدیک و دور

تشعشع از آنتن‌های دو قطبی و مقاومت تابشی

تشعشع از آنتن حلقوی کوچک

آرایه‌های آنتن: خطی یکنواخت، تابش جانبی (Broadside)، تابش انتهایی (Endfire)، سازه آرایه (Array factor)، ضرب

الگوها

تشعشع از روزنه‌ها

آشنایی با انواع آنتن‌های روزنه‌ای

مراجع :

1. D. M. Pozar, Microwave Engineering, 3<sup>rd</sup> ed., Wiley, 2005.
2. R.E. Collin, Foundations for Microwave Engineering, 2<sup>nd</sup> ed., Wiley-IEEE Press, 2000.
3. C. A. Balanis, Antenna Theory Analysis and Design, 3<sup>rd</sup> ed., Wiley, 2005.
4. J. D. Kraus and R. J. Marhefka, Antennas For All Applications, 3<sup>rd</sup> ed., McGraw-Hill, 2001.



## مخابرات دیجیتالی

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: اصول سیستم‌های مخابراتی

همنیاز: -

**هدف:** آشنایی با مدل‌ها، محاسبه متوسط اطلاعات و کدگذاری منابع گسسته و ساختار کلی، اجزاء و عملکرد سیستم‌های مخابرات دیجیتالی (باند‌های پایه و میانی)

**شرح درس:**

**مقدمه:** معرفی ساختار عمومی، معیار عملکرد و امتیازات سیستم‌های مخابرات دیجیتالی

**مرور فرآیندهای تصادفی:** میانگین، همبستگی، استقلال، ایستانی، ارگادستی، دانسیته طیف توان، نمایش‌های فرآیندهای باند میانی، فرآیند گوسی، زنجیره مارکوف

**تئوری اطلاعات و کدگذاری منبع:** منابع مستقل و وابسته، اطلاعات متوسط، روش‌های کدگذاری

**ظرفیت:** اطلاعات متقابل، تطبیق منبع و کانال، ظرفیت کانال گوسی

**مدولاسیون دیجیتالی پالس باند پایه:** معرفی روش‌های مختلف و امتیازهای PAM، طراحی سیستم PAM ایده‌آل و محاسبه عملکرد، پدیده ISI، همسان‌سازی، همزمان‌سازی، شکل‌دهی طیف

**انتقال اطلاعات دیجیتالی در باند میانی:** ساختار عمومی سیستم، طراحی گیرنده بهینه و محاسبه احتمال خطا در شرایط ایده‌آل، طیف توان و پهنای باند، ساختارهای آشکارسازهای غیر همزمان و افت عملکرد.

**کدگذاری کانال:** معرفی مفهوم و مرور برخی روش‌های اصلی

**مبانی سیستم‌های مخابراتی چند عاملی و طیف گسترده**

**مراجع:**

1. K. S. Shanmugam, Digital and Analog Communication Systems, 1978.
2. J. G. Proakis and M. Salehi, Communication Systems Engineering, 2<sup>nd</sup> ed., Prentice- Hall, 2001.
3. L. W. Couch, Digital and Analog Communication Systems, , 7<sup>th</sup> ed., Prentice- Hall, 2006.
4. B. P. Lathi and Zhi Ding, Modern Digital and Analog Communication Systems, 4<sup>th</sup> ed., Oxford University Press, 2009.



## پردازش سیگنال‌های دیجیتال

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: سیگنال‌ها و سیستم‌ها

همین‌ا: -

**هدف:** آشنایی با اصول پردازش سیگنال‌های دیجیتال و طراحی فیلترهای گسسته زمان

شرح درس:

**مقدمه:** مرور سیگنال‌ها، سیستم‌های تبدیل فوریه گسسته - زمان، تبدیل Z و خواص آنها

**نظریه نمونه‌برداری:** قضیه نمونه‌برداری نایکوئیست، تغییر نرخ نمونه‌برداری (Upsampling, Downsampling)، پردازش

سیگنال چند نرخ و نمایش چند فازه فیلترها و مفهوم بانک فیلتر، تبدیل A/D

**تبدیل فوریه گسسته (DFT):** تعریف، خواص، کاربرد

**تحلیل سیستم‌های LTI در حوزه تبدیل:** تابع سیستم، سیستم معکوس، فاز خطی، ارتباط بین دامنه و فاز پاسخ فرکانسی،

سیستم‌های تمام گذر (All Pass)، سیستم‌های حداقل فاز و خواص آنها، سیستم‌های FIR با فاز خطی

**طراحی فیلترهای گسسته:** طراحی فیلترهای آنالوگ (با ترورت و چیبچف)، طراحی فیلترهای دیجیتال IIR، طراحی فیلتر

دیجیتال از فیلتر آنالوگ متناظر (تبدیل دو خطی، تثبیت پاسخ ضربه)، روش‌های کامپیوتری، طراحی فیلترهای دیجیتال FIR، طراحی

با استفاده از پنجره‌گذاری، طراحی با استفاده از نمونه‌برداری فرکانسی، فیلتر بهینه و الگوریتم Parks-McClellan

**ساختارهای مختلف پیاده‌سازی:** نمایش گراف جریان، فرم‌های مستقیم، سری، موازی، و فرم‌های مزدوج، اثر دقت محدود

**الگوریتم FFT**

مراجع:

1. A. V. Oppenheim and R. W. Schaffer, Discrete - Time Signal Processing, 3<sup>rd</sup> ed., Prentice-Hall, 2009.
2. S. K. Mitra, Digital Signal Processing, a Computer- Based Approach, 4<sup>th</sup> ed., McGraw – Hill, 2010.
3. J. G. Proakis, and D. K. Manolakis, Digital Signal Processing: Principles, Algorithms, and Applications, 4<sup>th</sup> ed., Prentice – Hall, 2006.
4. R. G. Lyons Understanding Digital Signal Processing, 3<sup>rd</sup> ed., Prentice- Hall, 2010.
5. J. H. McClellan , C. S. Burrus , A. V. Oppenheim, T. W. Parks, R. W. Schaffer and H. W. Schuessler, Computer- Based Exercises for Signal Processing Using MATLAB Ver. 5, Prentice – Hall, 1977.



## آز مخابرات دیجیتال

تعداد واحد : ۱ (عملی)

پیشیناز : -

همیناز : مخابرات دیجیتال

**هدف :** تقویت و گسترش مفاهیم و شبیه‌سازی و پیاده کردن سیستم‌های معرفی شده در درس مخابرات دیجیتال

شرح آزمایش :

BPSK با یک نمونه

BPSK با N نمونه

BPSK با N نمونه با شکل پالس نیم سینوسی و گوسی

4QAM

BPSK با N نمونه و شکل پالس مختلف در سیمولینک

FSK در سیمولینک

کدینگ همینگ

بررسی کانال فیدینک و مفهوم دایورسیتی فضایی

پیاده‌سازی مدولاتور و دمدولاتور BPSK با دیدگاه فیلتری

بررسی مفهوم ISI و شکل موج‌های مناسب این کانال

مراجع :

1. J. G. Proakis, Fundamentals of Communication Systems, Prentice Hall, 2004.



## آز پردازش سیگنال‌های دیجیتال

تعداد واحد: ۱ (عملی)

پیشیناز: -

همیناز: پردازش سیگنال‌های دیجیتال

**هدف:** آشنایی با قابلیت‌های نرم‌افزار MATLAB برای طراحی و شبیه‌سازی سیستم‌های پردازش سیگنال‌های دیجیتال

شرح درس:

**جعبه ابزار طراحی فیلتر:** طراحی انواع فیلترهای میان گذر، بالا گذر، پایین گذر IIR و FIR با پارامترهای مشخص نظیر فرکانس قطع، عرض باند، طول فیلتر، افت خارج باند، ریپل داخل باند، ...

**جعبه ابزار ممیز ثابت:** تبدیل فیلترهای طراحی شده به صورت ممیز ثابت جهت تمهید پیاده‌سازی در پردازنده، ارزیابی اثر چندی کردن ضرائب بر پاسخ سیستم

استفاده از DFT برای نمایش طیف و بررسی اثر پنجره‌های مختلف

آشنایی با توابع ضبط سیگنال صوت و بازگشایی تصاویر دیجیتال، اعمال فیلترهای مختلف و ثبت نتایج شنیداری و دیداری

آشنایی با ابزارهای برازش منحنی (CF TOOL)

مراجع:



## آز ریزموج و آنتن

تعداد واحد : ۱ (عملی)

پیشیناز : -

همیناز : ریزموج و آنتن

**هدف :** آشنایی با طرز کار و اندازه گیری مشخصات قطعات و سیستم های ریزموج و آنتن

شرح آزمایش :

آشنایی با قطعات موجبری، باند فرکانسی، مد اصلی موجبر، منابع توان، مبدل موجبر به کابل، تجهیزات میکروویو

اندازه گیری الگوی موج ساکن (SWR, امپدانس, طول موج)

اندازه گیری مشخصات اتصالات موجبری ( $T_{EH}$ ,  $T_H$ ,  $T_E$ ..) و کاربرد آن در تقسیم توان و تطبیق امپدانس

اندازه گیری مشخصات اتصالات موجبری (تضعیف کننده...) و کاربرد آن در تقسیم توان و تطبیق امپدانس

اندازه گیری مشخصات قطعات غیر هم پاسخ (سیرکولاتور و ایزولاتور)

اندازه گیری مشخصات و کاربرد مشدد میکروویو (فرکانس تشدید و ضریب کیفیت)

اندازه گیری مقاومت منفی نوسان سازگان و کاربرد آن

تزیج کننده موجبری و کاربرد آن در اندازه گیری و تقسیم توان

اصول اندازه گیری مشخصات عمومی آنتن (پترن، امپدانس، پلاریزاسیون)

اندازه گیری مشخصات آنتن های خطی (دیپل، مونوپل، بالن، یاگی)

اندازه گیری مشخصات آنتن های روزنه (موجبری، منعکس کننده)

اندازه گیری مشخصات آنتن های نواری (پچ تکی و آرایه پچ)

مراجع :





## سیستم‌های مخابرات نوری

تعداد واحد: ۳ (نظری)

همین‌ا: -

پیشین‌ا: اصول سیستم‌های مخابراتی، میدان‌ها و امواج

**هدف:** آشنایی با ادوات و سیستم‌های مخابرات نوری و روش‌های تحلیل و طراحی آنها

**شرح درس:**

**آشنایی با سیستم‌های مخابرات نوری**

**فیبر نوری:** حل معادله موج در فیبر نوری، ساختار فیبرهای نوری ضریب پله‌ای و تدریجی چند مدی و تک مدی، روش‌های

تهیه فیبر نوری و کابل کردن آنها

**منابع نور:** دیود نور گسیل (LED) و طرز کار آن، دیود لیزری (LD) و طرز کار آن

**تحریک فیبر نوری:** روش‌های اتصال فیبرنوری به منبع نور، تلفات و راندمان

**آشکارسازهای نوری:** انواع مختلف آشکارسازها، مشخصات و آشکارسازی توأم با بهره (APD)، اصول گیرنده‌های نوری

**آنالیز خطوط انتقال:** ملاحظات از دیدگاه سیستم بودجه توان برای سیستم‌های مخابرات نوری

**اندازه گیری‌ها:** اندازه گیری تلفات، پاشندگی، توزیع ضریب شکست و غیره

**مراجع:**

1. G. Keiser, Optical Fiber Communications, 4<sup>th</sup> ed., McGraw-Hill, 2010.
2. J. M. Senior, Optical Fiber Communications: Principles and Practice, 3<sup>rd</sup> ed., Prentice Hall, 2008.



## مخابرات بی سیم

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: اصول سیستم‌های مخابراتی

همین‌ا‌ز: -

**هدف:** آشنایی با مبانی، روش‌ها و شبکه‌های مخابرات بی سیم ثابت و سیار

**شرح درس:**

**مقدمه‌ای بر سیستم‌های بی سیم:** معرفی شبکه‌های بی سیم سیار و ثابت

**اصول طراحی شبکه‌های سلولی و مهندسی ترافیک:** اصول شبکه‌های سلولی، محاسبه ظرفیت و محاسبات Erlang.

دست به دست و روشهای انجام آن، روشهای افزایش ظرفیت در شبکه‌های سلولی

**بررسی کانال‌های بی سیم و مدهای آنها:** بررسی مختصات کانال انتشار شامل افت مسیر، پدیده‌های سایه و محو شوندگی

**محاسبه پارامترهای کانال:** پهنای باند همدوسی و...، معرفی مدل عملی و تجربی نظیر HATA , COST

**مدولاتورها و دمودولاتورها در مخابرات بی سیم:** بررسی بازدهی طیفی و توان، مشخصات مدولاتورهای بی سیم، مدولاتورها

و دمودولاتورهای متداول نظیر QPSK, QAM, GMSK

**روش‌های داپلکس و دسترسی چندگانه در مخابرات بی سیم:** FDMA, TDMA, CDMA, FDD, TDD

**بررسی نمونه‌هایی از سیستم‌های بی سیم ثابت و سیار:** GSM نسل سوم، WiMAX, WIRELESS LAN

**مراجع:**

1. T. S. Rappaport, Wireless Communication: Principles & Practice, 2<sup>nd</sup> ed., Prentice Hall, 2002.
2. A. F. Molisch, Wireless Communications, , 2<sup>nd</sup> ed., Wiley, 2010.
3. V. K. Garg, Wireless Communications & Networking, Elsevier Science, 2007.



## شبکه های مخابراتی

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: اصول سیستم های مخابراتی

همینااز: -

**هدف:** آشنایی با اصول و پروتکل های لایه های مختلف شبکه های داده

**شرح درس:**

**مقدمه:** ساخت افزار شبکه، نرم افزار شبکه، مدل های مرجع، استانداردهای شبکه

**لایه فیزیکی:** مبانی نظری، محیط های انتقال سیمی و بی سیم، ماهواره های مخابراتی، شبکه تلفن ثابت، شبکه تلفن سیار

**لایه پیوند داده:** تشخیص خطا، تصحیح خطا، پروتکل های پنجره لغزان، پروتکل HDLC

**زیر لایه کنترل دسترسی به شبکه:** تخصیص کانال، پروتکل های دسترسی چند گانه، اترنت، شبکه های محلی بی سیم، شبکه های

بی سیم شهری، بلوتوث

**پروتکل های TCP/IP**

**لایه شبکه در Internet:** پروتکل IP، لایه انتقال در Internet: پروتکل های UDP و TCP

**لایه کاربرد:** سیستم DNS، پست الکترونیکی، وب، محتوای چند رسانه ای

**مراجع:**

1. A. S. Tanenbaum, and D.J. Wetherall, Computer Networks, 5<sup>th</sup> ed., Prentice Hall, 2010.
2. J. F. Kurose, and K. W. Ross, Computer Networking: A Top-Down Approach, 5<sup>th</sup> ed., Addison-Wesley, 2009.
3. B. A Forouzan, Data Communications and Networking, McGraw-Hill, 2006.



## فیزیولوژی ۱

تعداد واحد : ۳ ( نظری )

پیشیناز :-

همیناز :-

**هدف :**

آشنا ئی دانشجویان مهندسی پزشکی با فیزیولوژی ارگان‌های مختلف بدن انسان

**شرح درس :**

**سلول:** فیزیولوژی غشاء سلول و اتصالات بین سلولی، انتقال یون‌ها و مولکول‌ها از غشاء سلول، پتانسیل‌های غشا و

پتانسیل‌های عمل

**عضله:** عضله اسکلتی، مکانیسم مولکولی انقباض و ویژگی‌های انقباض

**ساختمان قلب:** آشنایی با عضله قلب و سیکل قلبی، آشنایی با نوار قلبی

**گردش خون:** تنظیم همورال و موضعی جریان خون، تنظیم فشار شریانی، برون‌ده قلبی - بازگشت وریدی

**تنفس:** فیزیولوژی تنفس، مکانیزم تنفس و تهویه ریوی، گردش خون ریوی، تبادلات گازی در ریه‌ها

**مایعات بدن و کلیه‌ها:** فیزیولوژی کلیه، تنظیم آب و الکترولیت‌های مایعات بدن

**مرجع :**

[1] J. E. Hall, Guyton and Hall textbook of medical physiology, 13<sup>th</sup> ed., Philadelphia, PA: Elsevier, 2016.



## مبانی بیوالکتریک

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: فیزیولوژی ۱

همین‌یا: الکترونیک ۲

### هدف:

- ۱- مطالعه سیستم‌ها و فناوری‌های به کار رفته در ابزارهای دقیق پزشکی با رویکرد طراحی و ساخت ابزارهای دقیق پزشکی
- ۲- معرفی برخی مدارهای الکتریکی و کاربرد آن‌ها در ابزار دقیق پزشکی
- ۳- معرفی سیستم‌های حسگری، ارزیابی و ثبت اطلاعات بیولوژیکی از بدن انسان

### شرح درس:

#### مقدمه و مبانی ابزار دقیق

بلوک دیاگرام، دسته‌بندی ابزارهای بیومدیکال، تداخلات و اصلاح ورودی‌ها، منابع خطا در سیستم‌های اندازه‌گیری مهندسی پزشکی و تکنیک‌های جبران آن، آمار زیستی، مشخصات استاتیک، مشخصات دینامیک

#### منشأ پتانسیل‌های حیاتی

سلول‌های تحریک‌پذیر، میدان‌های هادی حجمی، عملکرد سیستم عصبی جانبی، معرفی پتانسیل‌های حیاتی کلینیکی ECG، EEG، EMG، EOG، ERG، ENG و کاربردهای مختلف آن‌ها

#### حسگرها و مبدل‌های پارامترهای حیاتی مختلف

اندازه‌گیری جابه‌جایی (مقاومتی، القایی، خازنی، پیزوالکتریک)، اندازه‌گیری دما (ترموکوپل‌ها، ترمیستورها، تشعشعی، فیبر نوری)، اندازه‌گیری نوری، انواع الکترودهای ثبت پتانسیل‌های حیاتی، واسط الکتروود-الکتروولت، پولاریزه شدن (الکترودهای پولاریزه شونده و پولاریزه نشونده)، رفتار و مدل‌های الکتروود، واسط الکتروود-بافت

#### انواع الکتروودها

#### تقویت‌کننده‌های عملیاتی و مدارهای معمول در ابزارهای دقیق پزشکی

#### مثال‌های کاربردی مختلف از سیستم‌های ابزار دقیق پزشکی

#### معرفی برخی ابزارهای دقیق در تصویربرداری پزشکی

### مراجع:

- 1- J. G. Webster, Medical Instrumentation: Application and Design, 4<sup>th</sup> ed. New York: Wiley, 2009.
- 2- J. D. Enderle and J. D. Bronzino, Introduction to Biomedical Engineering, 3<sup>rd</sup> ed. Burlington, Mass.: Academic Press, 2012.
- 3- R. Aston, Principles of Biomedical Instrumentation and Measurement, Columbus: Merrill Pub. Co, 2002.



تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: فیزیولوژی ۱، الکترومغناطیس

همینااز: -

**هدف:** آشنایی با چگونگی تولید پتانسیل در سلول و رشته‌های تحریک‌پذیر و اثر جریان‌های (بیو)الکتریکی بر بافت‌های بدن  
**شرح درس:**

**منشاء پتانسیل‌های سلولی:** قانون‌های نفوذ و رانش ذرات بدون بار در محلول‌های آبی، رابطه اینشتین، تعادل در سیستم تک یونی (نرست)، پتانسیل‌های غشاهای بیولوژیکی، پتانسیل استراحت و پتانسیل عمل

**مدل‌های واکنش‌های غشایی**

**انتشار پتانسیل بیوالکتریکی در سلول‌های و رشته‌های تحریک‌پذیر:** رشته‌ها و بافت‌های تحریک‌ناپذیر، رشته‌های عصبی تحریک‌پذیر مقاومتی و خازنی، معادلات منحنی شدت، زمان تحریک، انتشار پتانسیل در رشته تحریک‌پذیر با طول محدود

**منابع الکتریکی و توزیع پتانسیل‌های میدانی خارج سلولی در هادی حجمی:** معادلات شبه ایستا در هادی حجمی، چگالی جریان در هادی حجمی و توزیع پتانسیل، پتانسیل میدانی در اثر حرکت پتانسیل غشایی، منطقه عصب‌گیری و نقش و جایگاه هندسه الکتروود در کیفیت و مشخصات بیوپتانسیل، اثرات فیلتری برداشت سیگنال در هادی حجمی  
**تحریک الکتریکی خارجی بافت‌های تحریک‌پذیر:** معادلات توزیع پتانسیل، تحریک فیبرهای تحریک‌پذیر با طول محدود و نامحدود با مایلین و بدون مایلین، تابع فعالیت و شرط‌های لازم و کافی تحریک، تحریک تک قطبی و چند قطبی، تحریک سلول‌های عصبی، تحریک آندی، تحریک‌های چند الکتروودی.

**زیست‌سنجی و الکتروودهای ثبت و تحریک**

**روش الکتروفیزیولوژی ثبت پتانسیل‌های سلولی:** مهار و لتاز، مهار جریان و ...

**پتانسیل‌های قطبی:** فعالیت الکتریکی قلب، اشتقاق‌های استاندارد، اشتقاق‌های تقویت شده، ثبت‌های داخل و خارج سلولی

**پتانسیل‌های عضلانی و برانگیخته**

**پتانسیل‌های مغزی و برانگیخته**

**تحریک الکتریکی کارکردی**

**مراجع:**

1. R. Plonsey, Bioelectric Phenomena, McGraw-Hill, 1969.
2. R. Plonsey, R. Ba, Bioelectricity: A Quantitative Approach, 2000.
3. C. E. Pullar (Ed.), The Physiology of Bioelectricity in Development, Tissue Regeneration and Cancer, CRC Press, 2016.



## تجهيزات عمومی بیمارستانی

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشینياز: مبانی بیوالکتريک

همینياز: سیستم های کنترل خطی

### هدف:

آشنائی با بخش های بیمارستانی، مدارات، نحوه کار و اصول تجهيزات هر بخش، تهديدات ایمنی نسبت به بیماران و تیم پزشکی و روشهای افزایش ایمنی دستگاهها و تجهيزات پزشکی و طراحی و اجرای سیستم توزیع الکتریسیته

### شرح درس:

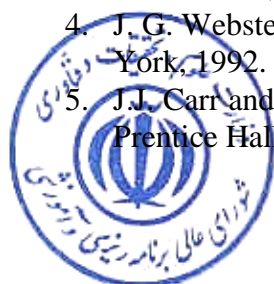
مقدمه

تاریخچه

مسائل و مشکلات موجود در سیستم مدیریت تجهيزات پزشکی در بیمارستانها  
آشنایی با بخش های مختلف یک بیمارستان و تقسیم بندی بخش های بیمارستانی  
تجهيزات بخش های مراقبت های ویژه، شامل: دستگاه های الکتروکاردیوگرام، مونیتورهای مخصوص، فشار سنج، اسپرومتر، پالس اکسیمتری، دفیبریلاتور، ضربان ساز قلب (بیرونی و کاشتی)، پمپ تزریق  
برخی تجهيزات NICU  
برخی تجهيزات اتاق عمل، شامل: چراغ های سقفی ثابت و متحرک، سیستم BIS و دستگاه های بیهوشی و تنفس، الکتروکوتر (چاقوی الکتریکی)  
اثرات فیزیولوژیکی الکتریسیته  
سیستم مناسب توزیع جریان الکتریسیته در بیمارستان  
خطرات ماکروشوک و میکروشوک الکتریکی  
روشهای اصلی کاهش خطرات شوک الکتریکی  
ملاحظات در سیستم توزیع الکتریسیته و طراحی تجهيزات پزشکی

### مراجع:

1. Medical Applications Guide. Texas Instruments, 2010.
2. J. Dyro. The Clinical Engineering Hand Book. Elsevier Academic Press, 2004.
3. L.A. Geddes, L.E. Baker, Principles of Applied Biomedical Instrumentation, Wiley Interscience, 1989.
4. J. G. Webster. Medical Instrumentation: Application and Design, 2<sup>nd</sup> ed., Wiley, New York, 1992.
5. J.J. Carr and J.M. Brown, Introduction to Biomedical Equipment Technology, 4<sup>th</sup> ed., Prentice Hall, 2000.



## سیستم‌های رادیولوژی و تصویرگر پزشکی

تعداد واحد: ۳ (نظری)

همینا: -

پیشینا: مبانی بیوالکترونیک

هدف:

آشنایی با اصول فیزیکی و مبانی نظری سیستم‌های رادیولوژی و پرتودرمانی و روش‌های تصویرگری پزشکی و استفاده از آن‌ها در معاینه و درمان

شرح درس:

مفاهیم اولیه تصویربرداری: معرفی، سیگنال‌ها و سیستم‌ها، کیفیت تصویر  
تصویربرداری پرتونگاری: فیزیک پرتونگاری، پرتونگاری پروجکشنی، توموگرافی کامپیوتری  
تصویربرداری پزشکی هسته‌ای: فیزیک پزشکی هسته‌ای، سینتیکرافی صفحه‌ای، توموگرافی کامپیوتری تشعشعی  
تصویربرداری فراصوت: فیزیک تصویربرداری فراصوت، سیستم‌های تصویربرداری فراصوت  
تصویربرداری تشدید مغناطیسی: فیزیک تصویربرداری تشدید مغناطیسی، سیستم‌های تصویربرداری تشدید مغناطیسی، پروتکل‌های تصویربرداری تشدید مغناطیسی و رشته‌پالس‌ها، مدالیتی‌های تصویربرداری تشدید مغناطیسی  
تحلیل و مشاهده تصاویر پزشکی: تصویربرداری تشدید مغناطیسی کارکردیف تصویربرداری تانسور انتشار، مشاهده دوبعدی و سه‌بعدی

بایگانی تصویر و سیستم‌های ارتباطی

مراجع:

- 1- P. Suetens, Fundamentals of Medical Imaging, 2<sup>nd</sup>ed. Cambridge University Press, 2009.
- 2- H. K. Huang, Picture Archiving and Communication Systems in Biomedical Imaging. VCH Publishers, NY, 1996.





## آز سیگنالهای حیاتی

تعداد واحد : ۱ ( عملی )

همینااز: تجهیزات عمومی بیمارستانی

پیشینااز: مبانی بیوالکتریک

### هدف:

آشنائی با نحوه ثبت سیگنالهای حیاتی و پیش پردازش آنها، آموزش نحوه تعبیر و تحلیل سیگنالهای حیاتی و بررسی تأثیر شرایط محیطی و رفتاری مختلف بر آنها

آزمایش ۱: فشار خون

آزمایش ۲: سیگنالهای سیستم تنفسی

آزمایش ۳: الکترواکولوگرام و حرکات چشم

آزمایش ۴: الکتروکاردیوگرام و فعالیت قلب

آزمایش ۵: الکتروانسوفالوگرام و فعالیت مغزی

آزمایش ۶: الکترومایوگرام و تحریک ماهیچه‌ای

آزمایش ۷: تحریک ماهیچه و عصب

آزمایش ۸: سایکوفیزیولوژی: ارتباط سیگنالهای مختلف بدن با حالات روحی



## اصول و دستگاههای توانبخشی حرکتی و عصبی

تعداد واحد: ۳ ( نظری)

همینا: نیمسال ۷

پیشینا: -

**هدف:** آشنایی با مفاهیم اولیه حرکت شناسی، تحلیل و الگوهای طبیعی و مشکل دار راه رفتن، ارتزها و پروتزها، تحریک عملکردی الکتریکی و اصول کلی رباتیک در توانبخشی

شرح درس:

تعریف معلولیت به لحاظ جسمانی و توانبخشی

حرکت شناسی و بیومکانیک مقدماتی حرکت

اندامهای حرکتی سایبرنتیک (پروتزها)، و توانبخشی حرکتی (در اندامهای آسیب دیده) به کمک رباتها (ارتزها) معلولیت های سیستم های شنوایی و بینایی و اصول کلی شبکه های مصنوعی و سمعک های کاشتی

مراجع:

1. J. Grafman, I.H. Robertson(Eds), Handbook of Neurophysiology, Volume 9: Plasticity and Rehabilitation, Elsevier Science, 2003.
2. Z. Bien, D. Stefanov(Eds), Advances in Rehabilitation Robotics, Springer Verlag, 2004.
3. D. Winter, Biomechanics and Motor Control of Human Movement, Wiley, 2005.



## مدیریت اطلاعات پزشکی

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشیناز: تجهیزات بیمارستانی یا موافقت مدرس  
همیناز: -

### هدف:

آشنایی دانشجویان با مبانی و مفاهیم انفورماتیک پزشکی شامل داده پزشکی، تصمیم گیری پزشکی، آنالیز سود و هزینه و مدیریت پروژه در سیستم های اطلاعات درمانی، استانداردهای مبادله و آرشیو دادگان پزشکی مانند DICOM و HL7 و طراحی پیشنهاد ایجاد، یکپارچه سازی و ارتقاء سیستم های اطلاعات بیمارستانی و آرشیو و مبادله تصاویر پزشکی

### شرح درس:

مقدمه

دادگان پزشکی

تصمیم گیری پزشکی

آنالیز سود و هزینه

مدیریت پروژه سیستم های اطلاعات درمانی

استاندارد سیستم های مدیریت اطلاعات درمانی

اخلاق در سیستم های مدیریت اطلاعات درمانی

انفورماتیک تصویر

شبکه های یکپارچه درمانی

سیستم های بازیابی اطلاعات

### مراجع:

- 1- A. Venot (ed), Medical Informatics, e-Health Fundamentals and Applications (Health Informatics), Springer, 2014,
- 2- H.K. Huang, PACS and Imaging Informatics, 2<sup>nd</sup> ed, Wiley-Blackwell, 2010,



## فیزیولوژی ۲

تعداد واحد : ۳ ( نظری)

همینا: فیزیولوژی ۱

پیشینا:

هدف:

آشنائی دانشجویان مهندسی پزشکی با فیزیولوژی ارگان‌های مختلف بدن انسان

شرح درس:

**دستگاه عصبی: اصول کلی و فیزیولوژی حسی:** ساختار سلولی دستگاه عصبی (نورون)، وقایع یونی پتانسیل‌های تحریکی و مهاری در نورون‌ها، ناقلین شیمیایی سیناپس، انتقال و پردازش سیگنال‌ها در مجموعه‌های نورونی، انواع گیرنده‌های حسی و پتانسیل‌های گیرنده، حس‌های پیکری شامل لمس و درد و حرارت

**دستگاه عصبی: موتور و نوروفیزیولوژی یکپارچه:** رفلکس‌های نخاعی، قشر مغز - حافظه و یادگیری - خواب و بیداری، امواج مغزی، دستگاه عصبی خودکار (اوتونوم)

**دستگاه عصبی: حس‌های خاص:** فیزیولوژی چشم، فیزیولوژی گوش، فیزیولوژی غدد، مقدمه‌ای بر سیستم غدد درون‌ریز بدن و آشنایی با کلیات هورمون‌ها، آشنایی با فیزیولوژی غده هیپوفیز، قدامی و خلفی، آشنایی با فیزیولوژی غده تیروئید، فیزیولوژی ترشح داخلی پانکراس، هورمون‌های غده فوق کلیوی، فیزیولوژی غدد جنسی

**گوارش:** فیزیولوژی گوارش شامل حرکت، ترشح و هضم و جذب

مرجع:

[2] J. E. Hall, Guyton and Hall textbook of medical physiology, 13<sup>th</sup> ed., Philadelphia, PA: Elsevier, 2016.



## مدلسازی محاسباتی سیستمهای فیزیولوژیکی

تعداد واحد : ۳ (نظری)

همینااز: سیستمهای کنترل خطی

پیشینااز: فیزیولوژی ۱

### هدف :

آشنائی دانشجویان با مفهوم و نحوه مدلسازی محاسباتی سیستمهای فیزیولوژیکی و کاربرد روشهای ریاضی و مهندسی در تحلیل مدل‌های محاسباتی سیستمهای فیزیولوژیکی و کاربردهای عملی این فرآیند

### شرح درس :

مقدمه

الکتروفیزیولوژی تولید پتانسیل عمل در سلولهای تحریک پذیر

مدارهای نورونی و تولید EEG

الکتروفیزیولوژیکی قلب و تولید EEG

سیستم قلبی - عروقی

انتقال دارو (فارماکوکینتیک) و اثر آن (فارماکودینامیک)

سیستم ایمنی و تعامل آن با سلولهای سرطانی

سیستم کنترل حرکت انسان

مسائل و مشکلات مطرح در مدلسازی محاسباتی سیستمهای بیولوژیکی

### مراجع :

- [3] Chappell M. and Payne S., Physiology for Engineers: Applying Engineering Methods to Physiological Systems, Springer International Publishing, 2016.
- [4] Feher J., Quantitative Human Physiology: An Introduction, Elsevier, 2017.



## طراحی در سطح سیستم

تعداد واحد: ۳ (نظری)

همینا: -

پیشینا: سیستم‌های ریزپردازنده ای

هدف: آشنایی با مفهوم سازی و انتزاع بمنظور شناخت و افزایش احتمال موفقیت در پیاده سازی سیستم های الکترونیک بر تراشه

شرح درس:

معرفی رویکرد، طبقه‌بندی و تعاریف در طراحی در سطح سیستم

ابزارهای طراحی در سطح سیستم

تعیین ویژگی‌ها و مدل‌سازی

تحلیل پيشا جزء جزء سازی

جزء جزء سازی

تحلیل پسا جزء جزء سازی و عیب زدایی و ارزیابی

پیاده سازی های سخت‌افزاری و نرم‌افزاری

کاربرد طراحی در سطح سیستم در پیاده‌سازی و ارزیابی

مراجع:

1. B. Bailey, A. Piziali, ESL Design and Verification: A Prescription for Electronic System Level Methodology, Morgan Kaufmann, 2010.
2. B. Bailey, G. Martin, ESL Models and their Application: Electronic System Level Design and Verification in Practice, Springer, 2010.



## طراحی سیستم‌های دیجیتال (FPGA و ASIC)

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: سیستم‌های دیجیتال ۲

همنیاز: -

**هدف:** آشنایی با روند طراحی، پیاده‌سازی و شبیه‌سازی عملکردی مدارهای دیجیتال با کمک ابزار CAD و روش‌های FPGA و ASIC

شرح درس:

معرفی ادوات منطقی قابل برنامه‌ریزی (SPLD, CPLD and FPGA)

روش‌های طراحی بالا به پایین (Top-Down Design)

معرفی VERILOG

روش‌های بهینه طراحی، توصیه‌ها با رعایت ترتیبی

ماشین‌های Finite State Machine-FSM

شبیه‌سازی مقدماتی و پیشرفته و تست عملکرد

سنتز سخت‌افزاری برای ASIC & FPGA

رفتار و منطق الگوریتم‌های سنتر مدار

طراحی فیزیکی (به وجود آوردن Layout)

چیدمان و جایگزینی قطعات و الگوریتم‌های مسیریابی (Routing)

تست عملکرد

سیستم بر روی تراشه (SOC: System On a Chip)

شبکه بر روی تراشه (NOC: Network On a Chip)

تلفیق سخت‌افزار و نرم‌افزار و تست کامل سیستم

مراجع:

1. S. Hauck and A deHon, Reconfigurable Computing: The Theory and Practice of FPGA-Based Computation, Elsevier, 2008.
2. F. Vahid, Digital Design with RTL Design, Verilog and VHDL, Wiley, 2010.
3. C. Bobda, Introduction to Reconfigurable Computing Architectures, Algorithms, and Applications, Springer, 2007.
4. G. De Micheli, Synthesis and Optimization of Digital Circuits, McGraw-Hill, 1994.
5. <http://www.altera.com> (Xilinx, actel or atmel).com
6. N. A. Sherwani, Algorithms for VLSI Physical Design Automation, Kluwer Academic Publishers, 2002.
7. Brown and Zvonko Vranesic, Fundamentals of Digital Logic with Verilog Design, 2<sup>nd</sup> ed, 2007.



## آز طراحی در سطح سیستم

تعداد واحد: ۱ (عملی)

پیشیاز: -

همنیاز: طراحی در سطح سیستم

**هدف:** تجربه عملی و توسعه آموخته‌های درس مربوطه در قالب ۳۲ ساعت





## ریزپردازنده پیشرفته

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: سیستمهای دیجیتال ۲

همینااز:-

**هدف:** آشنایی با CPU پیشرفته با بررسی ریزپردازنده های X86 بحث Multi-core و Multi-processing، ریز پردازنده های خاص همانند GPU، DSP و NP ها، انواع server و storage های مهم و مراکز داده مجهز به خدمات رایانش ابری (Cloud Computing)

شرح درس:

ریزپردازنده های پیشرفته ۳۲ و ۶۴ بیتی: ساختار CPU در دهه ۹۰ شامل Cache، ILP، روشهای آدرس دهی... از Pentium تا سری PIII، Array Processing، Vector processing، SIMD/MIMD، SSE و ...، اتصال چندین CPU

ساختار CPU از سال ۲۰۰۰: فناوریهای Netburst، Multi-Core، Nehalem و... از سری P4 تا سری i7، ریزپردازنده های سالهای ۲۰۱۰ به بعد شامل Sandy Bridge(2011)، Ivy Bridge(2012)، Haswell(2013) فناوریهای ریز پردازنده های مدرن Multi-Core از قبیل مجازی سازی (VT)، مباحث امنیت و ... طراحی سیستم های پیشرفته سخت افزاری از قبیل Availability، Scalability و معرفی چندین نمونه Clustering، Server

انواع Storage و فناوریهای روز مرتبط (iSCSI، SAN، NAS، DAS) ...)

ساختار مراکز داده

خدمات رایانش ابری (Cloud Computing)

مراجع:

1. J.L.Hennessy, D.A. Patterson, Computer Architecture, A Quantitative Approach, 5<sup>th</sup>ed.,Morgan Kaufmann, 2012.
2. D.A.Patterson, J.L Hennessy, Computer Organization and Design, 4<sup>th</sup> ed.,2011.
3. Related white papers and documents



## برنامه‌سازی پیشرفته

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: برنامه‌سازی کامپیوتر

همنیاز: -

هدف: آشنایی با مباحث پیشرفته در برنامه‌سازی کامپیوتر

شرح درس:

**طرح برنامه و معرفی درس:** چرخه‌ی حیات، جایگاه برنامه‌سازی، روش‌های طرح برنامه، ایده‌ی شیء‌گرایی  
**برنامه‌سازی شیء‌گرا:** شیء و تعریف آن، تشخیص شیء‌ها در یک مسئله، ارتباط شیء‌ها به زبان‌های برنامه‌نویسی شیء‌گرا،  
تاریخچه و معرفی C++

**مرور یکی از زبان‌های رویه‌ای غیر شیء‌گرا (C):** رده، چند ریختی، وراثت، نمونه برنامه  
**رده:** ارتباط رده و شیء، لفاف‌بندی (encapsulation) و تجرید، قسمت‌های مختلف رده (خصوصی، عمومی، حفاظت شده)،  
رابط رده، بنا کننده و نابود کننده، رده‌های مشتق شده

**چند ریختی:** ضرورت چند ریختی، چند ریختی توابع، چند ریختی عملگرها  
**وراثت:** معرفی و مواد استفاده، وراثت یگانه، وراثت چند گانه

**قالب (template):** ضرورت قالب (template) به همراه مثال، قالب توابع (Function templates)، انشقاق و قالب

**امکانات دیگر زبان برنامه‌نویسی C++**

**مدل‌های دیگر برنامه‌سازی:** مقدمه و مرور، برنامه‌سازی تصویری، برنامه‌سازی پنجره‌ها، برنامه‌سازی کارگزار، مشتری  
**آزمون و مستندسازی:** ضرورت، ابزارهای خودکار آزمون، مستندات حین برنامه، مستندات فنی، راهنمای استفاده کننده  
**دروازه‌های ارتباط مابین کامپیوتر و شبکه**

مراجع:

1. H. Deitel and P. Deitel, C++ Programming Language, 5<sup>th</sup> ed., Prentice-Hall, 2005.
2. R. S. Wiener, L. J. Pinson, An Introduction to Object- Object- Oriented Programming and C++, Addison-Wesley, 1988.
3. B. Stroustrup, The C++ Programming Language, 3<sup>rd</sup> ed., Addison- Wesley, 1997.
4. W. R. Steens, UNIX Network Programming, Prentice-Hall, 1990.



## یادگیری ماشین

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: احتمال مهندسی

همنیاز: -

**هدف:** آشنایی با مفهوم، جنبه‌های نظری و عملی یادگیری ماشین، روش‌ها و الگوریتم‌ها در شاخه‌های مختلف

**شرح درس:**

**مقدمه:** مفهوم کلی یادگیری ماشین و مرور اجمالی احتمال

**روش‌های تخمین MAP و ML**

**رگرسیون:** خطی و غیر خطی، پیش‌برازش، منظم‌سازی، آماری

**ارزیابی و تنظیم مدل‌ها:** اعتبار سنجی خودی و متقابل، انتخاب مدل، انتخاب ویژگی

**دسته‌بندی:** احتمالی، نظریه تصمیم، بهینه‌بیز، جداساز مولد، دو/چند دسته‌ای

**دسته‌بندی بر اساس توابع جداساز:** پرسپترون، خطی فیشر، ماشین بردار پشتیبان (SVM)، کانون (Kernel)، شبکه‌های

عصبی

**یادگیری مبتنی بر مجموعه:** تخمین چگالی غیر پارامتری، دسته‌بندی  $k$ -نزدیکترین همسایه، رگرسیون خطی وزن‌دار

**یادگیری جمعی، یادگیری محاسباتی**

**کاهش ابعاد بدون ناظر:** تحلیل مولفه اصلی، تحلیل مولفه مستقل

**روش‌های خوشه‌بندی:** افرازی، سلسله مراتبی

**روش‌های یادگیری تقویتی:** فرایند تصمیم مارکف، مبتنی بر مدل، تکرار مقدار و تکرار سیاست، بدون مدل

مراجع:

1. K. P. Murphy, Machine Learning: A Probabilistic Perspective, MIT Press, 2012.
2. C, Bishop, Pattern Recognition and Machine Learning, Springer, 2006.
3. T. Mitchell, Machine Learning, MIT Press, 1998.
4. T. Hastie, R. Tibshirani, J. Freidman, The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference and Prediction, 2<sup>nd</sup> ed., Springer, 2016.



**هدف:** آشنایی با بازه وسیعی از موضوعات پیشرفته هم از نظر سخت‌افزاری و هم از نظر نرم‌افزاری و الگوریتمی در رابطه با سیستم‌های نهفته  
**شرح درس:**

پردازنده‌های نهفته همه منظوره و VLIW

پردازنده‌های مختص حوزه‌های خاص: سیگنال‌های دیجیتال، 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، سنتز مسیره‌داده

چندپردازنده‌های نهفته: روش‌های طراحی چندپردازنده‌ها، معماری‌های چندپردازنده‌ها، روش‌های طراحی چندپردازنده‌ها با مصرف

توان پایین، مدل‌های زمان‌بندی چندپردازنده‌ها

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

DVSF، مدیریت حافظه، مدل حافظه

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

الگوریتم‌های طراحی و بهینه‌سازی: زمان‌بندی، تخمین حافظه و توان مصرفی، روش‌های حل مساله با ILP، Simmulated

Genetic Algorithm و Anealing

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

ایمنی در پردازنده‌های نهفته

#### مراجع:

5. E. A. Lee, S. A. Seshia, Introduction to Embedded Systems, a Cyber-Physical Systems Approach, 2<sup>nd</sup> ed., MIT Press, 2011.
6. T. H. Cormen, C. E. Leiserson, R.L. Rivest, C. Stein, Introduction to Algorithms, 3<sup>rd</sup> ed., MIT Press, 2009.
7. P. Jenne, R. Leupers, Customizable Embedded Processors, Morgan Kaufmann Publishers, 2007.
8. J. A. Fisher, P. Faraboschi, C. Young, Embedded Computing: A VLIW Approach to Architecture, Compilers and Tools, Morgan Kaufmann Publishers, 2005.
9. J. Henkel, S. Parameswaran, Designing Embedded Processors: A Low-Power Perspective, Springer, 2007.



## روش تحقیق و نگارش علمی

تعداد واحد: ۲ (نظری)

پیشنیاز: زبان تخصصی برق

همنیاز: -

**هدف:** آشنایی با مبانی، روش اجرای تحقیق علمی و تدوین گزارش‌های کتبی و ارائه شفاهی دستاوردها

### شرح درس:

**مقدمه:** تعریف علم، شباهت‌ها و تفاوت‌ها با فلسفه و ادراک (شهود)

**مفهوم تحقیق:** تعریف، ویژگی‌ها، دسته‌بندی‌ها، تاریخچه

**ویژگی‌های ضروری یک محقق:** خود اتکائی، گشادگی و انعطاف پذیری، جامع‌نگری، پشتکار، خلاقیت، تعهد، نظم، برخورداری از روحیه کار گروهی، پایبندی به اصول اخلاقی

**مراحل انجام تحقیق:** برنامه‌ریزی (تهیه پیشنهاد موضوع، تدوین طرح اجرایی و زمان‌بندی‌ها)، اجراء (جمع‌آوری اطلاعات، پیگیری طرح اجرایی، تحلیل نتایج، ارائه دستاوردها)

**مبانی اجراء:** مشاهده، فرضیه، آزمون، تفسیر

**منابع اطلاعات:** مجموعه مقالات کنفرانس‌ها، مجلات، ژورنال‌های تخصصی، پایان‌نامه‌ها و رساله‌ها، گزارش‌های علمی، ثبت اختراع‌ها، پایگاه‌های اطلاعات کتاب‌شناختی، موتورهای جستجو، شاخص‌های استناد

**مهارت جستجو در منابع:** مدیریت زمان و هدف‌گذاری، تندخوانی، یادداشت‌برداری، سازمان‌دهی فایل و نگهداری اطلاعات، آشنایی با تکنیک‌های مهم در MS Outlook

**نگارش گزارش (مقاله) علمی:** ساختار، روش نگارش و مرجع‌دهی، داوری، آشنایی با تکنیک‌های مهم در MS Word، نگارش رزومه

**اخلاق مهندسی:** مبانی و مکاتب اخلاقی، اصول اخلاقی حرفه‌ای و لزوم رعایت آنها، بد اخلاقی‌های علمی، مثال‌هایی از نمونه‌های رایج در تخلف یا لغزش، نرم‌افزارهای کشف تشابه مقالات

**اصول ارائه شفاهی:** آماده کردن طرح و مطالب سخنرانی، نکات مهم در تهیه اسلایدها- نکات مهم در هنگام ارائه، پاسخ‌گویی به سؤالات، مصاحبه حضوری، آشنایی با تکنیک‌های مهم در MS Power Point

**برقراری ارتباط اجتماعی در محیط‌های علمی و حرفه‌ای**

### مراجع:

۱. ع. خاکی‌صدیق، مقدمه‌ای بر اخلاق پژوهشی و اخلاق مهندسی، انتشارات دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی، ۱۳۸۹.

۲. م. بهادری‌نژاد، اخلاق مهندسی و مهندسی اخلاق، انتشارات یزدا، ۱۳۸۸.

۳. ع. حرّی، آیین گزارش‌نویسی، دبیرخانه هیأت امنای کتابخانه‌های عمومی کشور، ۱۳۷۱.

4. M. Markel, Writing in the Technical Fields: A Step-by-Step Guide For Engineers, Scientists and Technicians, IEEE Press, 1994.

5. D. F. Beer, D. A. McMurrey, A Guide to Writing as an Engineer, 3<sup>rd</sup> ed., Wiley, 2009.



## محیط زیست و انرژی

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشیناز: گذراندن حد اقل ۹۵ واحد

همیناز: -

**هدف:** آشنائی دانشجویان با مباحث محیط زیست و انرژی در فرایند توسعه پایدار

شرح درس:

مقدمه: مرور مقدماتی بر مباحث محیط زیست و انرژی و توسعه پایدار

منابع انرژی در ایران و جهان

اقتصاد انرژی

مصرف درست انرژی

اصول علمی حاکم بر تولید انرژی و قوانین مربوطه

انرژی‌های تجدید پذیر ( خورشیدی، بادی، زمین گرمایی، زیست توده‌آبی، ... ) و اثرات آن‌ها در محیط زیست

نیروگاه‌های فسیلی، هسته‌ای و اثرات آن‌ها در محیط زیست

مصرف انرژی در ایران و جهان و تاثیر آن بر محیط زیست

مصرف سوخت‌های فسیلی در بخش‌های صنعتی و اثرات آن در محیط زیست

آلاینده‌های آب، خاک و هوا

گرمایش زمین، تغییرات اقلیمی و آثار اجتماعی، اقتصادی و زیستی آن‌ها

مراجع:

1. M. A. Uqaili, K. Haryian (eds.), Energy, Environment and Sustainable Development, Springer, 2013.
2. W. Dung, J.C.M. Kao, R.Chen, Frontiers of Energy and Environmental Engineering, CRC Press, 2013.
3. G. M. Masters, W. P. Ela, Introduction to Environmental Engineering and Science, 3<sup>rd</sup> ed., Prentice-Hall, 2007.
4. P. F. Hodgson, Energy, the Environment and Climate Change, Oxford University Press, 2010.
5. J. Twilled, T. Weir, Renewable Energy Resources, 2<sup>nd</sup> ed., CRC Press, 2006.

۶. ترازنامه انرژی - وزارت نیرو

۷.

