جمهوری اسلامی ایران
وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

دانشگاه اصفهان

مشخصات کلی برنامه و سرفصل دروس

کارشناسی‌ارشد مهندسی برق – الکترونیک قدرت و ماشین‌های الکتریکی

(Electrical Engineering-Power Electronics & Electrical Machines)

دانشکده فنی و مهندسی

مصوب هجدهمین جلسه شورای دانشگاه

مورخ ۱۴۰۲/۴/۲۵

دانشگاه اصفهان

دانشکده فنی و مهندسی

گروه مهندسی برق

مشخصات کلی برنامه و سرفصل دروس

کارشناسی ارشد مهندسی برق – الکترونیک قدرت و ماشین‌های الکتریکی

(Electrical Engineering-Power Electronics & Electrical Machines)

فهرست شماره صفحه

فصل اول: مشخصات کلی کارشناسی ارشد

۱– مقدمه.....۶
۲– اهداف.....۶
۳ – اهمیت و ضرورت.....۶
۴– نقش، توانایی و شایستگی دانش آموختگان.....۶
۵– تعداد و نوع واحدهای درسی.....۷

فصل دوم: جدول عناوین و مشخصات دروس

جدول ۱: جدول نوع دروس ۹
جدول ۲: دروس تخصصی.....۱۰
جدول ۳: دروس اختیاری.....۱۱
جدول ۴: دروس جبرانی.....۱۳

فصل سوم: ویژگی‌های هریک از دروس (هدف و سرفصل دروس)

دروس تخصصی:

۱– الکترونیک قدرت.....۱۶
۲– تئوری جامع ماشین‌های الکتریکی.....۱۸
۳– خودروهای الکتریکی و ترکیبی ۲۰
۴– درایوهای الکتریکی.....۲۲
۵– طراحی ماشین‌های الکتریکی.....۲۴
۶– کنترل مدرن.....۲۶
۷– اصول و روش تحقیق.....۲۸
۸– سمینار.....۳۰

دروس اختیاری:

۱- انرژی‌های تجدیدپذیر..... ۳۲
۲- بهره‌برداری از سیستم‌های قدرت..... ۳۴
۳- تولید پراکنده و ریزشبکه‌ها..... ۳۶
۴- درایوهای الکتریکی پیشرفته ۳۸
۵- دینامیک سیستم‌های قدرت ۱..... ۴۰
۶- روش‌های بهینه سازی پیشرفته..... ۴۲
۷- سامانه‌های ذخیره سازی انرژی ۴۴
۸- سیستم‌های انتقال انرژی به روش HVDC..... ۴۶
۹- سیستم‌های انتقال انعطاف پذیر (FACTS)..... ۴۸
۱۰- شبکه‌های هوشمند انرژی الکتریکی ۵۰
۱۱- طراحی سیستم‌های فتوولتائیک..... ۵۲
۱۲- طراحی مبدل‌های الکترونیک قدرت در سیستم‌های بادی و خورشیدی ۵۴
۱۳- طراحی منابع تغذیه سوئیچینگ..... ۵۶
۱۴- قابلیت اطمینان در سیستم‌های قدرت..... ۵۸
۱۵- کنترل توان راکتیو در سیستم‌های قدرت ۶۰
۱۶- کنترل غیرخطی ۶۲
۱۷- کیفیت توان الکتریکی..... ۶۴
۱۸- ماشین‌های الکتریکی مدرن ۶۶
۱۹- مدارهای کاربردی در الکترونیک قدرت..... ۶۸
۲۰- مدل‌سازی و کنترل مبدل‌های الکترونیک قدرت..... ۷۰
۲۱- هوش محاسباتی..... ۷۲

پیوست:

۱- علت بازنگری..... ۷۵
۲- جدول تطبیقی دروس تخصصی..... ۷۶
۳- جدول تطبیقی دروس اختیاری..... ۷۷

فصل اول

مشخصات کلی برنامه درسی

مقدمه

در راستای تحقق اهداف کلی برگزاری دوره تحصیلات تکمیلی (کارشناسی ارشد و دکتری) برق ـ قدرت و نظر به تجارب حاصله در دوره‌های پیشین، لزوم بازنگری در برنامه‌ریزی دروس این دوره احساس می‌گردید. بنابراین مجموعه حاضر با هدف ایجاد منبعی مناسب برای برنامه‌های آموزشی و پژوهشی دوره کارشناسی ارشد مهندسی برق با گرایش الکترونیک قدرت و ماشین‌های الکتریکی تهیه شده است. در این مجموعه ضمن تفکیک دروس در مجموعه‌های تخصصی و اختیاری برای این رشته، برای هر درس تعداد واحد نظری یا عملی، دروس پیش‌نیاز و هم زمان ارائه شده است. امید است تهیه این مجموعه گامی مؤثر در دستیابی بهتر و کامل-تر دانش آموختگان این دوره به اهداف تعیین شده باشد تا بتوانند قابلیت‌های خود را در مراکز و صنایع مختلف از جمله: مراکز آموزشی و پژوهشی، شرکت‌های برق منطقه‌ای، نیروگاه‌ها، کارخانه‌های تولید فولاد و آهن، خودروسازی، مترو و قطارهای برقی، بیمارستان‌ها و غیره به‌کار گیرند.

اهداف

به طور کلی دوره کارشناسی ارشد مهندسی برق ـ الکترونیک قدرت و ماشین‌های الکتریکی به تکمیل دروس نظری و امور پژوهشی در زمینه مبدل‌های الکترونیک قدرت، ماشین‌های الکتریکی و کنترل آنها می‌پردازد. دروس پیش بینی شده به همراه تعداد واحدی که برای تحقیقات و پژوهش درنظر گرفته می‌شود به گونه‌ای است که دانش آموختگان این دوره هم قابلیت فعالیت در مراکز صنعتی درگیر با مسائل قدرت الکتریکی را داشته و هم بتوانند با ادامه تحصیلات آکادمیک به امور آموزشی و پژوهشی بپردازند.

اهمیت و ضرورت

با توجه به رشد روزافزون مبدل‌های الکترونیک قدرت و ماشین‌های الکتریکی، درایوهای الکتریکی، و کاربردهای آنها در صنایع مختلف و انرژی‌های تجدید پذیر و همچنین توجه به سیستم‌های کنترل مدرن این تجهیزات، اهمیت طراحی، ساخت و کنترل مبدل‌های الکترونیک قدرت ماشین‌های الکتریکی را روز به روز بیشتر نموده است. براین اساس، به روز بودن مباحث مطرح شده در دوره‌ی تحصیلات تکمیلی برای پوشش هرچه بیشتر این موارد ضروری است.

نقش و توانایی و شایستگی دانش آموختگان

دانشجویان با گذراندن دروس و همچنین انجام پژوهش در این گرایش، ضمن انجام فعالیتهای آموزشی، پژوهشی و تحقیقاتی مربوط به مبدل‌های الکترونیک قدرت، ماشین‌های الکتریکی و سیستم‌های درایو آنها، توانایی لازم برای ایجاد خلاقیت و انجام فعالیت‌های طراحی، ساخت، بهره‌برداری و کنترل انواع مبدل‌های الکترونیک قدرت، ماشین‌های الکتریکی و سیستم درایو آنها و حل مشکلات صنایع در این زمینه‌ها را بدست خواهند آورد.

تعداد و نوع واحدهای درسی

دانشجویان مقطع کارشناسی ارشد رشته مهندسی برق- الکترونیک قدرت و ماشین‌های الکتریکی ، ملزم به اخذ ۱۴ واحد درس تخصصی و پایان نامه (۶ واحد) می‌باشند که در قالب جدول دروس تخصصی (جدول شماره ۲) آورده شده است. مابقی واحدهای درسی (۹ واحد) را با نظر استاد راهنما، از میان دروس اختیاری (جدول شماره ۴) اخذ می‌نمایند.

تعداد کل واحد در نظر گرفته شده برای این دوره برابر ۲۹ واحد می باشد. این دروس به منظور تسلط بر مفاهیم نوین این گرایش مهندسی برق و تقویت توان علمی دانشجو برای اجرای فعالیت‌های آموزشی پژوهشی برنامه‌ریزی شده است.

فصل دوم

جدول عناوین و مشخصات دروس

جدول ۱: جدول نوع دروس

ردیف	نوع واحد درسی	تعداد واحد
۱	تخصصی	۱۴
۲	اختیاری	۹
۳	پایان‌نامه	۶
	جمع	۲۹

جدول ۲: دروس تخصصی

ردیف	نام درس	تعداد واحد		تعداد ساعات		پیش‌نیاز یا هم نیاز
		نظری	عملی	نظری	عملی	
۱	الکترونیک قدرت	۳		۴۸		----
۲	تئوری جامع ماشین‌های الکتریکی	۳		۴۸		----
۳	خودروهای الکتریکی و ترکیبی	۳		۴۸		----
۴	درایوهای الکتریکی	۳		۴۸		----
۵	طراحی ماشین‌های الکتریکی	۳		۴۸		----
۶	کنترل مدرن	۳		۴۸		----
۷	روش تحقیق	۱		۱۶		----
۸	سمینار	۱		۱۶		----
جمع کل		۲۰		۳۲۰		

از بین دروس بندهای ۱ تا ٦، اخذ چهار درس و اخذ دروس بند ۷ و ۸ الزامی است.

جدول ۳: دروس اختیاری

ردیف	نام درس	تعداد واحد		تعداد ساعات		پیش‌نیاز یا هم نیاز
		نظری	عملی	نظری	عملی	
۱	انرژی‌های تجدیدپذیر	۳		۴۸		---
۲	بهره‌برداری از سیستم‌های قدرت	۳		۴۸		---
۳	تولید پراکنده و ریزشبکه‌ها	۳		۴۸		---
۴	دینامیک سیستم‌های قدرت ۱	۳		۴۸		---
۵	درایوهای الکتریکی پیشرفته	۳		۴۸		---
۶	روش‌های بهینه‌سازی پیشرفته	۳		۴۸		---
۷	سامانه‌های ذخیره سازی انرژی	۳		۴۸		---
۸	سیستم‌های انتقال انرژی به روش HVDC	۳		۴۸		---
۹	سیستم‌های انتقال انعطاف پذیر (FACTS)	۳		۴۸		---
۱۰	شبکه‌های هوشمند انرژی الکتریکی	۳		۴۸		---
۱۱	طراحی سیستم‌های فتوولتائیک	۳		۴۸		---
۱۲	طراحی مبدل‌های الکترونیک قدرت در سیستم‌های بادی و خورشیدی	۳		۴۸		---
۱۳	طراحی منابع تغذیه سوئیچینگ	۳		۴۸		---
۱۴	قابلیت اطمینان در سیستم‌های قدرت	۳		۴۸		---
۱۵	کنترل توان راکتیو در سیستم‌های قدرت	۳		۴۸		---
۱۶	کنترل غیرخطی	۳		۴۸		---
۱۷	کیفیت توان الکتریکی	۳		۴۸		---
۱۸	ماشین‌های الکتریکی مدرن	۳		۴۸		---
۱۹	مدارهای کاربردی در الکترونیک قدرت	۳		۴۸		---
۲۰	مدل سازی و کنترل مبدل‌های الکترونیک قدرت	۳		۴۸		---
۲۱	هوش محاسباتی	۳		۴۸		---
۲۲	مباحث پیشرفته در قدرت ۱	۳		۴۸		---
۲۳	مباحث پیشرفته در قدرت ۲	۳		۴۸		---

۲۴	دروس تخصصی انتخابی باقی مانده از جدول شماره ۲	۶		۹۶		---
۲۵	دو درس از گرایشهای مرتبط با تایید استاد راهنما و کمیته تحصیلات تکمیلی گروه	۶		۹۶		---
جمع کل		۸۱		۱۲۹۶		

جدول ٤: دروس جبرانی

ردیف	نام درس	تعداد واحد		تعداد ساعات		پیش‌نیاز یا هم نیاز
		نظری	عملی	نظری	عملی	
۱	الکترونیک صنعتی	۳		۴۸		
۲	ماشین‌های الکتریکی ۳	۳		۴۸		
	جمع کل	---		--		

شرایط اخذ دروس جبرانی :

دانشجویان ورودی مقطع کارشناسی ارشد الکترونیک قدرت و ماشین‌های الکتریکی که دروس مندرج در جدول ۴ را در دوره کارشناسی خود اخذ نکرده‌اند، موظف هستند این دروس را به عنوان دروس جبرانی در این دوره اخذ نمایند.

فصل سوم

ویژگی‌های هریک از دروس (هدف و سرفصل دروس)

دروس تخصصی

الکترونیک قدرت

Power Electronics

تعداد واحد نظری: ۳	تعداد واحد عملی: – حل تمرین: دارد توجیه در صورت نیاز به حل تمرین: پایه‌ای بودن درس
نوع درس: تخصصی	پیش‌نیاز: ندارد

هدف درس:

معرفی و تحلیل ادوات، مدارها و کنترل مبدلهای الکترونیک قدرت شامل مبدلهای DC به DC، DC به AC و کابردهای صنعتی آنها.

رئوس مطالب:

- معرفی و بررسی مشخصه‌های انواع کلیدهای نیمه‌هادی توان بالا و نیمه هادی‌های قدرت نسل جدید (Sic,GaN).
- معرفی و تحلیل مبدل‌های DC-DC (چاپرها)، مبدل کاهنده مبدل افزاینده، مبدل کاهنده ـ افزاینده، مبدل چوک، مبدل پل نیم موج و تمام موج درشرایط عملکرد پیوسته و ناپیوسته، کاربردهای صنعتی آنها.
- آشنایی با مبدلهای DC-DC با واسطه ترانسفورمرهای سوئیچینگ.(در حد معرفی)
- معرفی و تحلیل مبدل‌های DC-AC (اینورترها)
- مطالب اساسی درخصوص اینورترها، مدلاسیون پهنای باند(PWM)، سوئیچینگ پهنای باند سینوسی (SPWM)، اینورتر تکفاز پل نیم موج و تمام موج، بررسی در حالتهای سوئیچینگ PWM Unipolar و PWM Bipolarتکفاز، اینورتر تکفاز پوش– پول.
- معرفی و تحلیل اینورتر سه فاز، بررسی در حالت PWM Unipolar و PWM Bipolar ، سوئیچینگ بردار فضایی (SVPWM) و کاربردهای صنعتی آنها.
- اینورترهای چند سطحی تکفاز و سه فاز و کاربردهای صنعتی آنها.
- مدل سازی مبدل‌های الکترونیک قدرت با استفاده از روش متوسط‌گیری فضای حالت

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
+	+	+	+

بازدید: ـ

منابع اصلی:

1- N. Mohan, T. M. Underland, W. P. Robbins, “Power Electronics, Converters Applications and Design”, 3rd Edition, John Wiley & Sons, 2002.

2- D. Hart,” Power Electronics”, Mc Graw Hill, 2011.

3- R. W. Erickson, D. Maksimović, “Fundamentals of Power Electronics”, 3rd Edition, Springer, 2020.

4- M. H. Rashid, “Power Electronics: Circuits Devices and Application”, 4th Edition, Pearson India, 2018.

منابع فرعی:

1- F. Blaabjerg,” Control of Power Electronic Converters and Systems”: Academic Press, 2021.

2- B. J. Baliga, “Fundamentals of Power Semiconductor Devices”, 2nd edition, Springer, 2018.

3- M. H. Rashid, “Power Electronics Handbook”, Fourth Edition, 2018.

تئوری جامع ماشین‌های الکتریکی

Comprehensive Theory of Electrical Machines

تعداد واحد نظری: ۳	تعداد واحد عملی: – حل تمرین: دارد توجیه در صورت نیاز به حل تمرین: با توجه به ماهیت درس (طراحی مفهومی)، برای حل مثالهای طراحی، به کلاس اضافه جهت حل تمرین نیاز است.
نوع درس: تخصصی	پیش‌نیاز: ندارد

هدف درس:

تحلیل، مدل‌سازی و شبیه‌سازی سیستم‌های الکترومکانیکی، ماشین‌های القائی و ماشین سنکرون در حالت دائمی و دینامیکی

رئوس مطالب:

- مبانی سیستم‌های الکترومکانیکی
- تبدیلات سه‌فاز به دو فاز در ماشین‌های AC
  - تبدیل کلارک ($o\beta\alpha$)
  - تبدیل dqo
  - تبدیل پارک
- ماشین القائی و مدل‌سازی آن
  - معادلات دیفرانسیل الکتریکی
  - معادلات دیفرانسیل الکترومکانیکی
- ماشین سنکرون و مدل‌سازی آن
  - معادلات دیفرانسیل الکتریکی
  - معادلات دیفرانسیل الکترومکانیکی
- روش‌های محاسبات کامپیوتری

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
+	+	+	+

بازدید: –

منابع اصلی:

1. J. Meisel, “Principles of Electromechanical Energy Conversion”, Mc Graw-Hill, 1st edition, the USA, 1966.
2. P. C. Krause, “Analysis of Electric Machinery”, Mc Graw-Hill, 3rd edition, the USA, 2013.

منابع فرعی:

1- C. M. Ong, “Dynamic Simulation of Electric Machinery using Matlab/Simulink”, Prentice-Hall, 2nd edition, the USA, 1998.

خودروهای الکتریکی و ترکیبی

Electric and Hybrid Electric Vehicle

تعداد واحد نظری: ۳	تعداد واحد عملی: – حل تمرین: دارد توجیه در صورت نیاز به حل تمرین: جهت حل مسائل و کمک در تکالیف شبیه سازی و طراحی.
نوع درس: تخصصی	پیش‌نیاز: ندارد

هدف درس:

بررسی مکانیکی و الکتریکی، ساختار، اجزاء، و اصول طراحی خودروهای الکتریکی

رئوس مطالب:

- خودروهای الکتریکی: معرفی، مزایا، مشکلات، اثرات اقتصادی و محیط زیستی
- بررسی نیروهای مقاوم در برابر جرکت خودرو: نیروی غلتشی، نیروی مقاومت باد، نیروی مقاوم شیب؛ معادلات حرکت خودرو، نیروی ایجاد شده بین تایر و جاده، لغزش
- سیستم تولید و انتقال توان در خودروی الکتریکی
- آشنایی و بررسی مبدل‌های dc-dc مورد استفاده در خودروهای الکتریکی و ترکیبی
- ذخیره‌سازهای انرژی مورد استفاده در خودروهای الکتریکی و کنترل شارژ ودشارژ آنها
- باطری‌های لیتیوم–یون، و ابرخازن‌ها
- ساختارهای تولید توان در خودروهای ترکیبی
- اینورترهای سه فاز و کنترل آنها
- موتورهای محرک PM و القایی در خودروهای الکتریکی
- کنترل موتور در خودروهای الکتریکی
- کنترل موتورهای الکتریکی در سرعت‌های بالا
- ترمز خودرو با بازتولید انرژی
- اصول طراحی خودروهای الکتریکی

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
+	+	+	+

بازدید: -

منابع اصلی:

1. M. Ehsani, Y. Gao, S. Longo, K. Ebrahimi, “Modern Electric, Hybrid Electric, and Fuel Cell Vehicles”, ,3rd Edition, CRC Press 2018.
2. Mi, Chris, and M. Abul Masrur. Hybrid electric vehicles: principles and applications with practical perspectives. John Wiley & Sons, 2017.
3. Fenton, John, and Ron Hodkinson. Lightweight electric/hybrid vehicle design. Elsevier, 2001.

منابع فرعی:

1- Husain, Iqbal. Electric and hybrid vehicles: design fundamentals. CRC press, 2010.

دانشکده فنی و مهندسی
گروه مهندسی برق

درایوهای الکتریکی

Electric Drives

تعداد واحد نظری: ۳	تعداد واحد عملی: – حل تمرین: دارد توجیه در صورت نیاز به حل تمرین: انجام پروژه‌های شبیه سازی
نوع درس: تخصصی	پیش‌نیاز: ندارد

هدف درس:

معرفی روش‌های کنترلی موتورهای DC و کنترل اسکار موتورهای القایی، تحلیل، طراحی کنترل برداری و کنترل مستقیم گشتاور موتورهای القایی، روش‌های مدرن تخمین متغیرهای کنترلی و رویتگرها در کنترل ماشین‌های القایی

رئوس مطالب:

- معرفی روش‌های کنترل موتورهای DC ، شامل:کنترل حلقه باز و حلقه بسته، کنترل گشتاور و موقعیت،کنترل سرعت زیر سرعت پایه و در سرعت‌های بالا (تضعیف میدان).
- معرفی روش کنترل اسکالر موتورهای AC.
- مدل فازور فضایی ماشین‌هایAC(Space-Phasor Model) :
- فازور فضایی جریان‌ها، ولتاژها، نیروی محرکه استاتور، نیروی محرکه رتور، جریان مغناطیس کنندگی، شار پیوندی مغناطیس کنندگی، شار پیوندی رتور و شار پیوندی استاتور.
- ارائه روابط گشتاور مغناطیسی تولیدی در مختصات مختلف (شار مغناطیس کنندگی پیوندی، شار پیوندی استاتور، شار پیوندی رتور) در کنترل برداری و کنترل مستقیم گشتاور ماشین‌های القایی.
- روش‌های کنترل برداری(Direct, Indirect) و کنترل مستقیم گشتاور ماشین القایی(قفس سنجابی و رتور سیم پیچی شده) تغذیه شده با اینورتر نوع ولتاژ(VSI) و اینورتر نوع جریان (CSI).
- ارائه روش‌های مختلف کنترل برداری و اسکالر ماشین‌های القایی بدون استفاده از حسگرهای سرعت و مقایسه آنها با یکدیگر مانند: روش MRAS رویت‌گرهایLuenberger ، Kalman.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
+	+	+	+

بازدید: ـ

منابع اصلی:

1. P. Vas, “Sensorless Vector and Direct Torque Control”, Oxford University Press, 1998.
2. N. Mohan,”Electric Machine and Drive”, John Wiley & Sons, 2012.
3. B. Bose, “Power Electronics and Motor Drives: Advances and Trends”, Elsevier, 2nd Edition, 2020.
4. S.A. Nasar,” Vector Control of AC Drives”, 1st edition, Routledge, 2017.

منابع اصلی:

1-T. Widi, “Electrical Machines, Drives and Power Systems”, 6th edition Pearson, 2005.
2-B. K. Bose, “Modern Power Electronics and AC Drives”, Prentice Hall, 2002.

طراحی ماشین‌های الکتریکی

Design of Electrical Machines

تعداد واحد نظری: ۳	تعداد واحد عملی: – حل تمرین: دارد توجیه در صورت نیاز به حل تمرین: با توجه به مطرح شدن اصول نظری طراحی، نیاز به حل تمرین وجود دارد.
نوع درس: تخصصی	پیش‌نیاز: ندارد

هدف درس:

بیان مبانی ریاضی و روش‌های کامپیوتری طراحی ماشین‌های الکتریکی جریان متناوب

رئوس مطالب:

- مروری بر معادلات ماکسول
- محاسبات پیش‌پردازش و پس‌پردازش در ارتباط با مسائل مغناطیسی
- مقدمه‌ای بر طرّاحی یک ترانسفورماتور تک‌فاز و سه‌فاز
- مقدمه‌ای بر طراحی یک ماشین القایی کوچک
- مقدمه‌ای بر طراحی یک ماشین سنکرون کوچک
- روش‌های محاسبات کامپیوتری برای به‌دست‌آوردن نتایج نهایی

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
+	+	+	+

بازدید: –

منابع اصلی:

۱- پ. سی. کراوز، مؤلّف: م. سقائیان‌نژاد، ح. نیک خواجویی، مترجم: "تحلیل ماشین‌های الکتریکی"، انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان، چاپ چهارم، زمستان ۱۳۸۹.

2- N. Bianchi, "Electrical Machines Analysis Using Finite Elements", Taylor & Francis, 1st edition, CRC Press, 2005.

۳- ع. حمدی، مؤلف؛ ا. واحدی، س. دهرویه، مترجم؛ "طراحی ماشین‌های الکتریکی"، انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران، چاپ سوم، ۱۳۹۳.

منابع فرعی:

۱- اچ. سی. جی. دو. چونگ، مؤلف؛ ج. فیض، مترجم؛ "طراحی موتور جریان متناوب"، انتشارات دانشگاه صنعتی سهند، چاپ اول، ۱۳۷۳.

2- S. J. Salon, "Finite Element Analysis of Electrical Machines", Kluwer Academic Publishers, 1st edition, Massachusetts, 1995.

کنترل مدرن

Modern Control

تعداد واحد نظری: ۳	تعداد واحد عملی: – حل تمرین: دارد توجیه در صورت نیاز به حل تمرین: جهت حل مسائل و کمک در تکالیف شبیه سازی
نوع درس: تخصصی	پیش‌نیاز: ندارد

هدف درس:

تحلیل و طراحی سیستم‌های کنترل در حوزه زمان با استفاده از متغیرهای حالت و آشنایی با رویتگرهای حالت.

رئوس مطالب:

- توصیف ریاضی سیستم‌ها
  - توصیف ورودی ـ خروجی، فضای حالت و ارتباط آن با توصیف ورودی ـ خروجی
  - خطی‌سازی سیستم‌های غیرخطی
- مروری بر مفاهیم جبر خطی و مقدمات ریاضی
  - تغییر پایه، نمایش ماتریسی تبدیل‌های خطی
  - مقادیر ویژه و بردارهای ویژه، بردارهای ویژه تعمیم یافته، فرم قطری، فرم جردن
  - توابع ماتریس مربعی، چندجمله‌ای می‌نیمال، قضیه کیلی هامیلتون
- معادلات دینامیکی در فضای حالت
  - ماتریس اساسی معادلات، ماتریس انتقال حالت برای سیستم‌های خطی تغییرناپذیر و تغییر پذیر با زمان
  - حل معادلات حالت و خروجی برای سیستمهای خطی تغییر پذیر و تغییر ناپذیر با زمان
  - معادلات دینامیکی معادل، فرم همبسته معادلات حالت
- کنترل پذیری و رویت شوندگی
  - تست‌های کنترل پذیری و رویت شوندگی
  - تجزیه کانونیکال کالمن
  - کنترل پذیری و رویت شوندگی سیستمهای خطی تغییر پذیر با زمان
- تئوری تحقق
  - تحقق پذیری معادلات حالت
  - تحقق‌های کنترل پذیری و رویت شوندگی

- تحقق می‌نیمال و تحقق بالانس شده
- پایداری
  - پایداری ورودی ـ خروجی
  - بررسی پایداری لیاپانف و مجانبی سیستمهای خطی تغییر ناپذیر با زمان
  - خلاصه ای از روش مستقیم لیاپانوف برای بررسی پایداری سیستمهای غیرخطی
- فیدبک حالت خطی
  - طراحی فیدبک حالت خطی و فیدبک حالت با کنترل انتگرال
  - طراحی سیستم‌های ردیاب با فیدبک حالت
  - جایابی قطب
- مشاهده گر حالت خطی
  - ایده و ساختار مشاهده گرها
  - مشاهده گر مرتبه کامل و مرتبه کاهش داده شده
  - فیدبک حالت با استفاده از حالت‌های تخمین زده شده
  - قضیه جداسازی
- مقدمه‌ای بر سیستم‌های کنترل بهینه خطی

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
+	+	+	+

بازدید: –

منابع اصلی:

1- K. Ogata, Modern Control Engineering, 5th Edition, Prentice Hall, 2009.
2- C. T. Chen, Linear System Theory and Design, 4th Edition, Oxford University Press, 2013.
3- W. L. Brogan, Modern Control Theory, 3rd Edition, Prentice-Hall, 1991.

منابع فرعی:

۱– ع. خاکی صدیق، اصول کنترل مدرن، چاپ چهاردهم، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۹۵.

روش تحقیق

Research Methodology

تعداد واحد نظری: ۱	تعداد واحد عملی: – حل تمرین: ندارد توجیه در صورت نیاز به حل تمرین:---
نوع درس: تخصصی	پیش‌نیاز: ندارد

هدف درس:

کسب مهارت در اصول و روش‌های انجام تحقیق، اصول تهیه انواع ارائه‌های نوشتاری، مسائل مطرح در اجرای انواع ارائه‌های گفتاری و معرفی ابزارهای مربوطه

رئوس مطالب:

- نحوه و اصول انجام تحقیق علمی
  - انواع مدارک علمی قابل استناد (انواع مقالات (علمی، مروری، نامه‌ای)، مقالات مجله، مقالات کنفرانسی)
  - شیوه‌های جستجوی مدارک علمی
  - اعتبار سنجی مدارک علمی
- اصول ارائه شفاهی مطالب علمی
  - اصول اساسی در سخنرانی و ارائه مطالب
  - نحوه تهیه اسلاید
- اصول ارائه کتبی مطالب علمی
  - اصول کلی نگارش متون
  - اصول نوشتن پروپوزال، مقاله و پایان نامه
- اخلاقیات در انتشارات علمی
- شناسایی انجمن‌های علمی و همایشهای مختلف در حوزه تخصصی
- معرفی نرم افزارهای کاربردی (Word, power point, excel, visio, endnote, …)

روش ارزیابی

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
–	–	+	+

منابع اصلی:

۱- م. روحانی رانکوهی،شیوه ارائه مطالب علمی- فنی، انتشارات جلوه، ۱۳۹۲.
۲- ح. لسانی، روش تحقیق در فنی و مهندسی و علوم تجربی، انتشارات قائم، ۱۳۹۴.

سمینار

Seminar

تعداد واحد نظری: ۱	تعداد واحد عملی: – حل تمرین: ندارد توجیه در صورت نیاز به حل تمرین:---
نوع درس: تخصصی	پیش‌نیاز: ندارد

هدف درس:

آموزش انجام یک پژوهش علمی و ارائه گزارش کتبی و شفاهی در مورد موضوع پژوهش

رئوس مطالب:

دانشجویان باید بر روی یک موضوع که می‌تواند در خصوص موضوعات تحقیقاتی مختلف که در زمینه الکترونیک دیجیتال باشد تحقیق نموده و ضمن آشنایی و انجام مراحل یک تحقیق، گزارشی در این مورد تهیه و سپس طی جلسه‌ای با سخنرانی آن را ارائه نمایند.

روش ارزیابی

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
–	–	–	+

دروس اختیاری

انرژی‌های تجدید پذیر

Renewable Energy Resources

تعداد واحد نظری: ۳	تعداد واحد عملی: – حل تمرین: دارد توجیه در صورت نیاز به حل تمرین: با توجه به لزوم آموزش و استفاده از نرم افزار تخصصی در این درس، همچنین مرور بر طراحی چند مسئله کاربردی
نوع درس: اختیاری	پیش‌نیاز: ندارد

هدف درس:

ارائه روش‌های جدید در تولید انرژی‌های تجدیدپذیر در محیط زیست و بررسی ساختار کلی آن‌ها

رئوس مطالب:

- منابع کنونی انرژی و میزان بهره‌برداری، ذخایر انرژی و توزیع انرژی در جهان.
- انرژی خورشیدی: روش‌های کسب انرژی خورشیدی، مبدل‌های انرژی خورشیدی به انرژی الکتریکی، سلول‌های خورشیدی، فتوسل‌های خورشیدی، ساختار نیروگاه‌های خورشیدی.
- انرژی باد، ساختار نیروگاه‌های بادی، دینامیک توربین‌های بادی، مبدل‌های انرژی باد به انرژی الکتریکی.
- انرژی زمین گرمایی، شرایط لازم در استفاده از انرژی زمین گرمایی، ساختار نیروگاه‌های زمین گرمایی، سیکل ترمودینامیکی نیروگاه‌های زمین گرمایی، انواع نیروگاه‌های زمین گرمایی و سیکل‌های ترمودینامیکی آن‌ها.
- استفاده از انرژی امواج، روش‌های بهره‌برداری از این انرژی، ساختار نیروگاه‌های با انرژی امواج.
- انرژی بیوماس، روش‌های بهره‌برداری از این انرژی، تولید انرژی الکتریکی از روش بیوماس.
- راه‌های استفاده از انرژی جزر و مدی، ساختار نیروگاه‌های جزر و مدی.

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
+	+	+	+

بازدید: -

منابع اصلی:

۱- گ. بویل، مولف ع. پرتوی، مترّجم انرژی‌های نو، انرژی برای آینده‌ای پایدار، انتشارات دانشگاه تهران، ۲۸۸۵، چاپ دوم، ۱۳۹۶.

۲- م. ثقفی، مولف انرژی‌های قابل تجدید، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ سوم، ۱۳۸۸.

3- G. N. Tiwari, M. K. Ghosal, “Renewable Energy Resources: Basic Principles and Applications”, Alpha Science International Ltd., 2nd Edition, 2019.

4- L. Freris, D. Infield, “Renewable Energy in Power Systems”, Wiley-IEEE Press, 2008.

منابع فرعی:

1- A. V. D. Rosa, “Fundamentals of Renewable Energy Processes”, Academic Press, 2005.

2- F. D. Bianchi, H. De Battista, R. J. Mantz, “Wind turbines Control Systems”, AIC Springer, First Edition, 2007.

بهره‌برداری از سیستم‌های قدرت

Power System Operation

تعداد واحد نظری: ۳	تعداد واحد عملی: – حل تمرین: دارد توجیه در صورت نیاز به حل تمرین: با توجه به ماهیت محاسباتی بودن درس، نیاز به حل تمرین دارد
نوع درس: اختیاری	پیش‌نیاز: ندارد

هدف درس:

مطالعه روش‌ها و مباحث پیشرفته در بهره‌برداری از سیستم‌های قدرت، کنترل در سیستم‌های قدرت، امنیت سیستم‌های قدرت

رئوس مطالب:

- مباحث اقتصادی در بهره‌برداری اقتصادی از نیروگاه‌های بخاری، روش‌های متنوع حل مسئله، بهره‌برداری اقتصادی با توجه به مفاهیم بازار برق.
- بررسی روش‌های در مدار قرار گرفتن نیروگاه‌ها، روش لیست حق تقدم، روش برنامه‌ریزی دینامیکی پس‌رو و پیش‌رو، بررسی اولیه مسئله از دیدگاه مفاهیم بازار برق.
- تعیین تابع تلفات در شبکه‌های قدرت، بررسی الگوریتم‌های کامپیوتری در تعیین تابع تلفات.
- هماهنگی تولید بین نیروگاه‌های آبی و حرارتی، مدل مناسب انواع نیروگاه‌های آبی برای حل مسئله، انواع برنامه‌ریزی‌های کوتاه مدت، روش گرادیان.
- نقش مراکز کنترل در سیستم‌های قدرت، بررسی حلقه کنترلی LFC، کنترل تولید ناحیه‌ای، نحوه عملکرد مرکز SCADA در کنترل شبکه سراسری.
- بررسی حساسیت سیستم‌های قدرت، قابلیت اطمینان در سیستم قدرت، بررسی حالت‌های اضطراری در خروج خطوط و تغییر تولید واحدها، استفاده از مدل برنامه‌ریزی خطی در کنترل شرایط اضطراری.
- تخمین حالت در سیستم قدرت و روش‌های حل آن.

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
+	+	+	+

بازدید: -

منابع اصلی:

1. J. Fuller, P. Obiomon, S. I. Abood, “Power System Operation, Utilization, and Control”, CRC Pr I Llc, Jul 21, 2022.
2. Y. Kale, J. Chakraborty, “Power System Operation and Control: Power System”, LAP LAMBERT Academic Publishing, May 12, 2022
3. R. Sangu, Ch. Rami Reddy, V.C. Veera Reddy, “Power System Operation and Control”, Evincepub Publishing, Mar 6, 2020.
4. A. J. Wood, B. F. Wollenberg, “Power Generation, Operation & Control”, John Wiley & Sons Publishing, 3rd Edition, 2013.

منابع فرعی:

1. H. Bevrani, “Robust Power System Frequency Control”, Springer; 1st Edition. 2nd Printing. 2009.
2. F. I. Denny, D. E. Dismukes, “Power System Operations and Electricity Markets”, CRC Publisher, 2002

تولید پراکنده و ریزشبکه‌ها

Distributed Generation and microgrids

تعداد واحد نظری: ۳	تعداد واحد عملی: – حل تمرین: دارد توجیه در صورت نیاز به حل تمرین: جهت حل مسائل و کمک در تکالیف شبیه سازی و طراحی.
نوع درس: اختیاری	پیش‌نیاز: ندارد

هدف درس:

بررسی، مدل‌سازی و کنترل منابع تولید پراکنده، منابع تجدیدپذیر و ریزشبکه‌ها (میکروگریدها)، روش‌های تزریق توان از تولیدات پراکنده به شبکه و ریزشبکه

رئوس مطالب:

- منابع تولید پراکنده و تجدیدپذیر: سیستم‌های فتوولتاییک، نیروگاه‌های بادی و آبی کوچک، میکروتوربین، پیل‌سوختی، ذخیره‌سازهای انرژی
- ریزشبکه‌ها: آشنایی، تعاریف، اصول، انواع، مزایا و مشکلات، حالت‌های کاری جزیره‌ای و متصل به شبکه
- سیستم‌های فتوولتائیک: تابش خورشید و ویژگی‌های آن، محاسبات انرژی خورشیدی و تعیین زوایای نصب پنل‌های در مناطق مختلف، سلول فتوولتائیک: طرز کار، انواع، مدل مداری و منحنی مشخصه، اثر سایه، سری و موازی کردن سلول‌ها، الگوریتم‌های جذب حداکثر توان
- کنترل ولتاژ و جریان مبدل‌های dc-dc الکترونیک قدرت، کنترل ولتاژ و جریان اینورترها
- روش‌های تزریق توان اکتیو و راکتیو یک منبع تولید پراکنده به شبکه: روش iα, iβ، روش Eδ، روش id, iq
- ریز شبکه‌های dc کنترل آنها در حالت‌های جزیره‌ای و متصل به شبکه
- کنترل میکروگریدهای جزیره‌ای، کنترل اولیه ولتاژ و فرکانس: روش master-slave ، روش افتی (droop)، منابع مستقل، شکل دهنده grid follower و پیرو grid former ، روش افتی (droop) در شبکه‌های مقاومتی، روش انتقال به قاب مجازی روش امپدانس مجازی، توزیع و حذف جریان هارمونیکی یا غیرخطی
- کنترل ثانویه فرکانس و ولتاژ،کنترل ثالثیه فرکانس و ولتاژ
- نیروگاه‌های بادی

- شبکه‌های هوشمند

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
+	+	+	+

بازدید: -

منابع اصلی:

1. A. Bidram, V. Nasirian, A. Davoudi, F. L. Lewis, “Cooperative Synchronization in Distributed Microgrid Control”, Springer, 2017.
2. N. Hatziargyriou, “Microgrids Architectures and Control”, Wiley-IEEE Press, 2014.
3. A .Smets, K .Jäger, O .Isabella, R .Van Swaaij, M. Zeman, “Solar Energy: The Physics and Engineering of Photovoltaic Systems”, UIT Cambridge, England, 2016.

منابع فرعی:

1. P. Zhang, “Networked Microgrids”, Cambridge University Press, 2020.
2. S. Al-Hallaj, G. Wilk, G. Crabtree, M. Eberhard, “Overview of distributed energy storage for demand charge reduction”, MRS Energy & Sustainability, 2018.

درایوهای الکتریکی پیشرفته

Advanced Electric Drives

تعداد واحد نظری: ۳	تعداد واحد عملی: – حل تمرین: دارد توجیه در صورت نیاز به حل تمرین: انجام پروژه‌های شبیه سازی
نوع درس: اختیاری	پیش نیاز: ندارد

هدف درس:

تحلیل و طراحی روش‌های کنترلی برداری و کنترل مستقیم گشتاور انواع ماشین‌های سنکرون، روش‌های مدرن تخمین متغیرهای کنترلی و رویتگرها در کنترل ماشین‌های سنکرون.

رئوس مطالب:

- ارایه معادلات مکانیکی حرکت‌های خطی و دورانی ماشین‌های الکتریکی، محاسبه ثابت اینرسی برای ماشین‌های الکتریکی، بررسی مشخصه‌های گشتاور–سرعت انواع بارهای مکانیکی.
- مروری بر مدل‌سازی ماشین‌های سنکرون در مختصات مرجع دوار بر اساس بردارهای فضایی.
- ارایه روش‌های کلاسیک طراحی رگولاتور برای ماشین‌های الکتریکی Dc و Ac:
- طراحی، تحلیل و آنالیز رگولاتورهای: جریان، گشتاور، سرعت و موقعیت در یک سیستم کنترل زنجیره‌ای(Cascade).
- کنترل برداری و کنترل مستقیم گشتاور ماشین‌های سنکرون بر اساس مدل فازور فضایی ماشین در مختصات مرجع دوار:
- کنترل ماشین‌های سنکرون با سیم پیچی تحریک،کنترل ماشین PMSM با مغناطیس دائم سطحی و مغناطیس دائم داخلی و کنترل ماشین سنکرون رلوکتانسی بر اساس روش‌های MTPA وMPTV در محدوده سرعت‌های پایین تر و بالاتر ازسرعت نامی.
- کنترل بدون حسگر سرعت ماشین‌های سنکرون:
- کنترل با استفاده از رویت گر اغتشاش، رویتگر ASO،کنترل بر اساس روش MRAS. و کاربردهای عملی آنها در صنعت.
- ارایه روش‌های عملی اندازه‌گیری و تخمین پارامترهای الکتریکی و مکانیکی موتورهای الکتریکی AC و DC.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
+	+	+	+

بازدید: ـ

منابع اصلی:

1. S. K. Sul, “Control of Electric Machine Drive System “, John Wiley and Sons, New Jersey, 2011.
2. B. Bose, “Power Electronics and Motor Drives: Advances and Trends”, Elsevier, 2nd Edition, 2020.
3. I. Boldea, L.Tutelea,”Reluctance Electric Machines Design and Control”, CRC Press, 2020.
4. P. Vas, “Sensorless Vector and Direct Torque Control”, Oxford University Press, 1998.

منابع فرعی:

1. S.A. Nasar, “Vector Control of AC Drives”, 1st edition, Routledge, 2017.
2. D. W. Novotny and T. A. Lipo, “Vector Control and Dynamics of AC Drives”, Oxford Science Publications, 2000.

دانشکده فنی و مهندسی
گروه مهندسی برق

دینامیک سیستم‌های قدرت ۱

Power System Dynamics 1

تعداد واحد نظری: ۳	تعداد واحد عملی: – حل تمرین: دارد توجیه در صورت نیاز به حل تمرین: شبیه سازی مطالب درسی
نوع درس: اختیاری	پیش‌نیاز: ندارد

هدف درس:

اهداف این درس: مدل‌سازی، تحلیل و ارایه روش‌های مختلف کنترلی برای بهبود پایداری سیستم‌های قدرت می‌باشد.

رئوس مطالب:

- مقدمه و تعاریف: مقدمه‌ای بر ساختار، کنترل و معیارهای طراحی و بهره برداری سیستم‌های قدرت، تعاریف مفاهیم اولیه در پایداری، مفاهیم پایداری زاویه‌ای، پایداری ولتاژ، پایداری کوتاه مدت و بلندمدت.
- مدل‌سازی دینامیکی بخشهای مختلف سیستم قدرت شامل ماشین سنکرون، سیستم تحریک، گاورنرو بار.
- تحلیل پایداری با استفاده از روش فضای حالت، تحلیل مقادیر ویژه و بردارهای ویژه چپ و راست و ضریب مشارکت
- بررسی نوسانات فرکانس پایین و پایداری دینامیک سیستم قدرت، مدل خطی سیستم تک ماشین متصل به شین بی نهایت (مدل هفرون ـ فیلیپس) و تحلیل پایداری دینامیکی آن، مدل خطی سیستم چند ماشینه سیستم قدرت
- طراحی پایدار ساز سیستم قدرت به روش سنتی
- طراحی پایدارساز با استفاده از روش کنترل بهینه خطی (LOC): اصول کنترل بهینه خطی، حل معادله ریکاتی، طراحی LOC با هدف تخصیص مقادیر ویژه
- نوسانات پیچشی و تشدید زیر سنکرون(SSR) و روش‌های مقابله با آن.
- معادل‌سازی دینامیکی، بیان روش‌های معادل‌سازی بر اساس مقادیر ویژه، همسانی، شناسایی و تخمین.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
+	+	+	+

بازدید: ـ

منابع اصلی:

1. J. Machowski, J. Bialek, D. J. Bumby, “Power System Dynamics: Stability and Control”, 3rd Edition , Wiley, 2020.

2. P. Kundur, O. P. Malik, “Power System Stability and Control”, 2nd Edition, Mc.Graw-Hill Company, 2022.
3. Y. N. YU, “Electric Power System Dynamics”, Academic Press, 1983.

منابع فرعی:

1. D. Mondal, A. Chakrabarti, A. Sengupta, “Power System Small Signal Stability Analysis and Control”, Elsevier, 2nd Edition, 2020.
2. P. M. Anderson, A. A. Fouad, “Power System Control and Stability”, Wiley-IEEE Press, 2003.

.

روش‌های بهینه‌سازی پیشرفته

Advance optimization methods

تعداد واحد نظری: ۳	تعداد واحد عملی: – حل تمرین: ندارد توجیه در صورت نیاز به حل تمرین:
نوع درس: اختیاری	پیش‌نیاز: ندارد

هدف درس:

در این درس مفاهیم و روش‌های اساسی بهینه‌سازی معرفی می‌گردد. و دانش و بینش لازم را برای ورود به مباحث پیشرفته و حل مسایل مختلف بهینه‌سازی را فراهم می‌نماید.

رئوس مطالب:

- معرفی انواع مختلف مسایل بهینه‌سازی
- مدل بندی مسایل واقعی به فرم مسایل بهینه‌سازی
- تعاریف مجموعه محدب و توابع محدب و خواص انها
- مسایل بهینه‌سازی محدب، مسایل بهینه‌سازی خطی، مسایل بهینه‌سازی درجه دو
- مسایل بهینه‌سازی هندسی
- دوگانگی در مسایل بهینه‌سازی: تابع لاگرانژ، نقاط زینی، شرایط بهینگی، اختلال، تحلیل حساسیت
- تقریب و برازش: مسایل کمترین نرم، تقریب نرم
- برنامه ریزی صحیح و کاربرد ان در مدل بندی مسایل کاربردی
- روش‌های عددی و معرفی الگوریتم‌ها: روش‌های کاهشی، روش نیوتن، روش نقطه درونی، روش ناحیه اعتماد، روش شاخه و کران
- معرفی مسایل بهینه‌سازی چند هدفه و روش‌های حل انها
- مسایل بهینه‌سازی نیم نامتناهی

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
+	+	+	+

بازدید: –

منابع اصلی:

1. S. Rao, “Engineering Optimization theory and practice”, John Wiley, 2019.
2. E.K. Chong, S. H. Zak, “An Introduction to Optimization”, John Wiley, 2011.
3. Ravindran, K. M. Ragsdell, and G. V. Reklaitis, “Engineering Optimization”, John Wiley, 2006.

منابع فرعی:

1. S. Boyd, L. Vandenberghe, “Convex Optimization”, Cambridge University Press, 2009.

سامانه‌های ذخیره ساز انرژی

Energy Storage Systems

تعداد واحد نظری: ۳	تعداد واحد عملی: – حل تمرین: ندارد توجیه در صورت نیاز به حل تمرین:
نوع درس: اختیاری	پیش‌نیاز: ندارد

هدف درس:

بررسی انواع روش‌های ذخیره‌سازی مستقیم انرژی الکتریکی و ذخیره‌سازی سایر انرژی‌ها در راستای تولید برق.

رئوس مطالب:

- مقدمه
- مزایای ذخیره‌سازی انرژی
- ذخیره ساز هوای فشرده
- انواع باتری‌ها
- ذخیره‌سازی انرژی با فلایویل
- ذخیره انرژی مغناطیسی با ابررسانا
- ذخیره‌سازی انرژی با ابرخازن‌ها
- سیستم‌های ذخیره انرژی بر پایه هیدروژن
- تکنولوژی پمپ ذخیره ای
- ذخیره‌سازی حرارتی

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
–	+	+	+

بازدید: –

منابع اصلی:

1. “Technology Roadmap - Energy storage”, International Energy Agency, 2014.
2. “Grid Energy Storage,” U.S. Department of Energy, December 2013.
3. A. H. Alami, “Mechanical Energy Storges for reneweable and sustainable energy resources”, Springer, 2020.

منابع فرعی:

1- H. Zechun, “Energy storage for power system planning and operation”, Wiley, 2020.

سیستم‌های انتقال انرژی به روش HVDC

HVDC Transmission Systems

تعداد واحد نظری: ۳	تعداد واحد عملی: – حل تمرین: ندارد توجیه در صورت نیاز به حل تمرین:
نوع درس: اختیاری	پیش‌نیاز: ندارد

هدف درس:

ارائه روش‌های انتقال انرژی به صورت HVDC، طراحی و کنترل سیستم HVDC ، مسائل هارمونیک‌ها و فیلتراسیون و آنالیز پایداری گذرا و دینامیکی برای سیستم‌های HVDC

رئوس مطالب:

- تاریخچه، هدف از انتقال انرژی، اتصالات موجود و اتصالات آینده شبکه ایران با شبکه‌های همسایه،
- طرح‌های انتقال انرژی، مقایسه HVDC با HVAC
- دریچه‌های تایریستوری (مشخصات، ساختار و حفاظت).
- آنالیز مبدل HVDC در حالت دائم (مدل مبدل، توان اکتیو و راکتیو، ارتباط یکسوساز و اینورتر).
- کنترل خط انتقال HVDC (مشخصه کنترلی یک مبدل، مشخصه کنترلی خط HVDC، کنترل تپ‌چنجر، کنترل قدرت انتقالی، کنترل ولتاژ DC و کنترل فرکانس AC)
- خطا در شبکه AC/DC و حفاظت.
- تجهیزات خط HVDC (راکتور، مقره، کلیدها)
- کنترل توان راکتیو در ترمینال‌ها. آلترناتیوهای استراتژی کنترل، منابع توان راکتیو (بانک‌های خازنی، کندانسور سنکرون، SVC، TCR و TSC)
- هارمونیک‌ها و فیلتراسیون.
- پخش بار AC/DC
- پایداری گذرا و دینامیک در شبکه AC/DC
- میراسازی SSR توسط خط HVDC

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
+	+	+	+

بازدید: -

منابع اصلی:

1. J. Arrillaga and B. Smith, “AC-DC Power Systems Analysis”, Book, IEE Power and Energy Series 27, 1998.
2. G. Jang, “HVDC for Grid Services in Electric Power Systems”, MDPI, 2019.
3. J. M. Maza-Ortega, A. G. Exposito, “HVDC/FACTS for Grid Services in Electric Power Systems”, MDPI, 2020.
4. K.R. Padiyar, “HVDC Power Transmission Systems Technology and System Interactions”, Book, Tata McGraw Hill, 1990.
5. J. Arrillaga, “High Voltage Direct Current Transmission”, Book, IEE Power Engineering Series (6), 1983.

منابع فرعی:

1. E.W. Kimbark, “Direct Current Transmission”, Book, Vol. I, John Wiley & Sons, 1971.
2. D. V. Hertem, O. G. Bellmunt, J. Liang,”HVDC Grids: For Offshore and Supergrid of the Future”, IEEE & John Wiley, 2016.

سیستم‌های انتقال انعطاف‌پذیر (FACTS)

FACTS Devices

تعداد واحد نظری: ۳	تعداد واحد عملی: – حل تمرین: ندارد توجیه در صورت نیاز به حل تمرین:
نوع درس: اختیاری	پیش‌نیاز: ندارد

هدف درس:

معرفی، اصول کار و تحلیل ادوات الکترونیک قدرت، در سیستم‌های انتقال انرژی الکتریکی به منظور کنترل‌پذیری مشخصات سیستم و بهبود عملکرد آن در شرایط دائمی، دینامیک و گذرا

رئوس مطالب:

- مقدمه: مشکلات و نیازهای سیستم انتقال، ظهور ادوات FACTS ، ادوات FACTS نسل اول، ادوات FACTS بر پایه مبدل‌های الکترونیک قدرت.
- جبران‌کننده‌های موازی: لزوم استفاده از جبران‌کننده‌های موازی در سیستم قدرت، اصول عملکرد، آرایش و کنترل SVC، اصول عملکرد، آرایش و کنترل STATCOM ، مدل‌سازی STATCOM ، کاربردها، مقایسه بین SVC و STATCOM.
- جبران‌کننده‌های سری: تنظیم ولتاژ حالت ماندگار و جلوگیری از فروپاشی ولتاژ، بهبود پایداری گذرای زاویه‌ای روتور، کنترل پخش توان، اصول عملکرد، آرایش و کنترل TCSC ، اصول عملکرد، آرایش و کنترل SSSC ، مدل‌سازی SSSC به منظور تحلیل پایداری و پخش بار.
- جابجاگر فاز(PAR): تأثیر جابجاگر فاز بر مشخصه‌های سیستم قدرت، اصول عملکرد و مشخصه‌های حالت ماندگار PAR ، مدل حالت ماندگار PAR، کاربردهای PAR.
- کنترل کننده یکپارچه توان: ضرورت استفاده و کاربردها، مشخصه‌ها و اصول عملکرد، کنترل و عملکرد دینامیکی، مدل‌سازی UPFC ، بهبود مشخصه‌های سیستم قدرت با استفاده از UPFC.
- کاربرد ادوات FACTS در پایداری دینامیک و گذرای سیستم قدرت.
- انتقال DC با ولتاژ بالا (HVDC): ضرورت استفاده از HVDC ، اجزاء و اصول کار مبدل HVDC ، کنترل سیستم HVDC ، مدارهای مبدل و اجزاء آن، تحلیل سیستم قدرت دارای مبدل‌های HVDC.

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
+	+	+	+

بازدید: –

منابع اصلی:

1. G. Velmayil, S. Rany, K. Sundari “Utilisation of FACTS Devices in Power System”, LAP LAMBERT, 2018.
2. M. Eremia, C. Liu, A. Edris, “Advanced Solutions in Power Systems”, Wiley-IEEE Press, 2016.
3. N. G. Hingorani, L. Gyugyi, “Understanding FACTS”, Wiley-IEEE Press, 1999.
4. M. Han, A. Gole “Modeling and Simulation of HVDC Transmission” IET Digital Library, 2020.

منابع فرعی:

1. R. Teodorescu, M. Liserre, P. Rodr´ıguez, “Grid Cconverters for Photovoltaic and Wind Power Systems”, John Wiley, 2011.
2. A. Yazdani, R. Iravani, “Voltage-Sourced Convertors in Power Systems, Modeling, Control & Application”, John Wiley, 2010.

شبکه‌های هوشمند انرژی الکتریکی

Smart Grids

تعداد واحد نظری: ۳	تعداد واحد عملی: – حل تمرین: ندارد توجیه در صورت نیاز به حل تمرین:
نوع درس: اختیاری	پیش‌نیاز: ندارد

هدف درس:

بررسی و مطالعه اهمیت، مبانی و روند هوشمندسازی شبکه‌های انرژی

رئوس مطالب:

- مقدمه‌ای بر شبکه‌های هوشمند و ارائه مفاهیم اولیه و سیر تکاملی شبکه‌های هوشمند
- سیستم‌های اندازه‌گیری، کنترل و ارتباطات هوشمند
- پاسخگویی و مدیریت سمت تقاضا و بررسی کارآیی مصرف کنندگان در شبکه‌های هوشمند
- خانه‌های هوشمند و استفاده از شبکه‌های هوشمند برای مدیریت انرژی در ساختمان
- خودروهای برقی در شبکه‌های هوشمند
- برنامه‌ریزی ریزشبکه‌ها
- شبکه‌های توزیع فعال و انرژی تعاملی
- شبکه‌های هوشمند برای بهبود امنیت فیزیکی و سایبری سیستم

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
+	+	+	+

بازدید: –

منابع اصلی:

۱- گ. قره پتیان، م. شاهیده پور، ب. ذاکر، شبکه‌های هوشمند و ریز شبکه‌ها، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر، ۱۳۹۷
2- C. W. Gellings, “The Smart Grid: Enabling Energy Efficiency and Demand Response”, The Fairmont Press, 2009.
3- S. K. Salman, “Introduction to the smart grid: Concepts, technologies and evolution”, The Institution of Engineering and Technology, 2017.
4- S. SenGupta, A. F. Zobaa, K. S. Sherpa, and A. K. Bhoi, “Advances in Smart Grid and Renewable Energy”, springer, 2021.

منابع فرعی:

1- A. Tomar and R. Kandari, ”Advances in Smart Grid Power System”, Academic Press, 2020.
2- S. Chowdhury, S. P. Chowdhury, and P. Crossley, “Microgrids and Active Distribution Networks”, IET, 2009.
3- J. Momoh, “Smart Grid: Fundamentals of Design and Analysis”, Wiley- IEEE Press, 2012.

طراحی سیستم‌های فتوولتائیک

Design of Photovoltaic Systems

تعداد واحد نظری: ۳	تعداد واحد عملی: – حل تمرین: دارد توجیه در صورت نیاز به حل تمرین: با توجه به لزوم آموزش و استفاده از نرم افزار تخصصی در این درس، همچنین مرور بر طراحی چند مسئله کاربردی
نوع درس: اختیاری	پیش‌نیاز: ندارد

هدف درس:

ارزیابی ویژگی‌ها و ساختارهای سیستم خورشیدی، روش‌های طراحی، بهینه سازی، کنترل و بهره برداری از سیستم‌های برق خورشیدی

رئوس مطالب:

- معرفی ساختار صفحات خورشیدی، مبدل‌های الکترونیک قدرت
- ساختار و توپولوژی انواع مبدل‌های خورشیدی: اینورتر مرکزی، ریزاینورترها، ...
- الگوریتم‌های دریافت حداکثر توان (MPPT) در مبدل‌های خورشید ی
- جریان نشتی دراینورترهای خورشیدی بدون ترانسفورماتور
- کنترل مبدل‌های خورشیدی در شرایط بروز خطا در شبکه
- طراحی فیلترهای ورودی و خروجی مبدل‌های خورشیدی
- انواع روش‌های کنترل تزریق جریان به شبکه
- استانداردها و الزامات سیستم‌های خورشیدی متصل به شبکه و منفصل از شبکه
- تشخیص حالت جزیره‌ای
- کنترل سیستم خورشیدی در ریز توری‌ها
- طراحی سیستم‌های خورشیدی در حضور شبکه هوشمند

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
+	+	+	+

بازدید: ـ

منابع اصلی :

1. R. Teodorescu, M. Liscrrc, and P. Rodriguez, “Grid Converters for Photovoltaic and Wind Power Systems”, Wiley, 2011.
2. G. M. Masters, “Renewable and Efficient Electric Power Systems”, Wiley, 2nd edition, 2018.
3. R. Mayfield, “Photovoltaic Design and Installation for Dummies”, Wiley, 2010.

طراحی مبدل‌های الکترونیک قدرت در سیستم‌های بادی و خورشیدی

Design of Power Electronics Converters for the Wind and PV Systems

تعداد واحد نظری: ۳	تعداد واحد عملی: – حل تمرین: دارد توجیه در صورت نیاز به حل تمرین: با توجه به لزوم آموزش و استفاده از نرم افزار تخصصی در این درس، همچنین مرور بر طراحی چند مسئله کاربردی
نوع درس: اختیاری	پیش‌نیاز: ندارد

هدف درس:

معرفی و ارزیابی مبدل‌های الکترونیک قدرت در سیستم‌های بادی و خورشیدی

رئوس مطالب:

- مقدمه‌ای بر سیستم‌های بادی و خورشیدی
- ساختار انواع مبدل‌های خورشیدی: اینورتر مرکزی، اینورترهای رشته‌ای، ریزاینورترها
- ساختار انواع سیستم‌های بادی
- جریان نشتی در اینورترهای خورشیدی بدون ترانسفورماتور
- طراحی فیلترهای ورودی و خروجی در مبدل‌های خورشیدی و بادی
- استانداردها و الزامات سیستم‌های خورشیدی و بادی متصل به شبکه
- روش‌های مختلف سنکرون‌سازی سیستم‌های خورشیدی و بادی تکفاز و سه فاز با شبکه برق
- الگوریتم‌های دریافت حداکثر توان (MPPT) در مبدل‌های خورشیدی و بادی
- انواع روش‌های کنترل تزریق جریان به شبکه در سیستم‌های بادی و خورشیدی

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
+	+	+	+

بازدید: –

منابع اصلی:

1- R. Teodorescu, M. Liscrrc, and P. Rodriguez, “Grid Converters for Photovoltaic and Wind Power Systems”, Wiley, 2011.
2- Y. Yongheng, K. A. Kim, Frede Blaabjerg, and A. Sangwongwanich, “Advances in Grid-Connected Photovoltaic Power Conversion Systems”, Woodhead Publishing, 2018.

طراحی منابع تغذیه سوئیچینگ

Switching Power Supplies Design

تعداد واحد نظری: ۳	تعداد واحد عملی: – حل تمرین: دارد توجیه در صورت نیاز به حل تمرین: با توجه به لزوم آموزش و استفاده از نرم افزار تخصصی در این درس، همچنین مرور بر طراحی چند مسئله کاربردی
نوع درس: اختیاری	پیش‌نیاز: ندارد

هدف درس:

معرفی و بررسی منابع تغذیه سوئیچینگ و مبدل‌های فرکانس بالا و انواع ساختارهای آنها و همچنین ارائه اصول تئوری و نکات عملی مرتبط با ساخت آنها.

رئوس مطالب:

- مقدمه‌ای بر منابع تغذیه سوئیچینگ
- بررسی ساختارهای مختلف منابع تغذیه سوئیچینگ
- ساختارهای غیر ایزوله (باک، بوست، باک ـ بوست، چوک)
- ساختارهای ایزوله (فوروارد، پوش ـ پول، نیم پل، تمام پل، فلای بک)
- طراحی عناصر مغناطیسی
- مروری بر قوانین مغناطیسی
- بررسی مشخصات هسته‌ها در منابع سوئیچینگ
- بررسی مشخصات سیم پیچ‌ها در منابع تغذیه سوئیچینگ
- طراحی ترانسفورمر (ترانسفورمر فوروارد، ترانسفورمر فلای بک)
- طراحی سلف DC
- طراحی کنترل کننده‌ها
- مدلسازی منابع تغذیه سوئیچینگ
- طراحی و پیاده‌سازی کنترل کننده‌ها

- معرفی روش‌های مد جریان در منابع تغذیه سوئیچینگ

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
+	+	+	+

بازدید: –

منابع اصلی:

1. A. Pressman, “Switching Power Supply Design”, Mc Graw-Hill, USA, 3rd Edition, 2009.
2. C. Basso, "Switch-Mode Power Supplies", McGraw-Hill, 2nd Edition, 2014.
3. R. W. Erickson, D. Maksimovoc, “Fundamentals of Power Electronics”, Springer, 3rd edition, 2020.

قابلیت اطمینان در سیستم‌های قدرت

Power System Reliability

تعداد واحد نظری: ۳	تعداد واحد عملی: – حل تمرین: دارد توجیه در صورت نیاز به حل تمرین: با توجه به ماهیت محاسباتی بودن درس، نیاز به حل تمرین دارد
نوع درس: اختیاری	پیش‌نیاز: ندارد

هدف درس:

تحلیل روش‌های گوناگون در تعیین قابلیت اطمینان سیستم‌های ساده تا پیچیده، قابلیت اعتماد سیستم‌های انتقال و توزیع، مدل مارکو و مونت کارلو

رئوس مطالب:

- مفاهیم اولیه در مبحث قابلیت اطمینان، تئوری احتمالات، تابع توزیع و تابع چگالی، امید ریاضی، واریانس، توزیع دوجمله‌ای و خواص آن، کاربردهای مهندسی توزیع دوجمله ای، توزیع دوجمله‌ای در احتمال تولید نیروگاه‌ها.
- مدل‌سازی احتمالاتی شبکه‌های سری و موازی، روش کات‌ست در مدل‌سازی احتمالاتی سیستم‌های پیچیده، روش درخت پیش‌آمدها در مدل‌سازی.
- توزیع‌های احتمالاتی، توزیع پواسون، توزیع نرمال، توزیع گاما.
- معادل‌سازی شبکه‌ها، معادل‌سازی سری و موازی اجزاء.
- تعیین قابلیت اطمینان براساس مدل مارکو، تعیین تابع احتمال زمانی، تعیین احتمال حدی حالت‌ها، ارزیابی قابلیت اطمینان با سیستم‌های تعویض پذیر و تعمیرپذیر، تأثیر المان‌های ذخیره در قابلیت اطمینان سیستم، معادل‌سازی المان‌ها در مدل مارکو.
- شبیه‌سازی مونت کارلو، مفاهیم مشابه‌سازی، شبیه‌سازی با المان‌های ذخیره.
- قابلیت اطمینان در شبکه‌های توزیع و قدرت، اثر بدی آب و هوا در قابلیت اعتماد، اثر وجود فیوز و کلیدهای جدا کننده در شبکه‌های توزیع.
- قابلیت اطمینان در پست‌های سیستم‌های قدرت، اثرات کلیدهای قدرت در قابلیت اطمینان.

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
+	+	+	+

بازدید: –

منابع اصلی:

1. P.E. William, H. Smith, “Electric Power System Reliability Paperback”, Alphagraphics-Roswell GA, 2018.
2. C. Singh, P. Jirutitijaroen, J. Mitra, “Electric Power Grid Reliability Evaluation: Models and Methods”, Wiley-IEEE Press; 1st Edition, 2018.
3. D. Elmakias, “New Computational Methods in Power System Reliability”, Springer; 2008.
4. R. Billinton, “Reliability Evaluation of Engineering Systems: Concepts and Techniques”, 3rd Edition, Springer, 2013.
5. R. Billinton, R. N. Allan, “Reliability Evaluation of Power Systems”, Springer, 2001.

منابع فرعی:

1. A. Chowdhury. D. Koval, “Power Distribution System Reliability: Practical Methods and Applications”, Wiley-IEEE Press, 2009.
2. R. Billinton, W. Li, “Reliability Assessment of Electrical Power Systems Using Monte Carlo Methods”, Springer, 2006.

کنترل توان راکتیو در سیستم‌های قدرت

Reactive Power Control in Power System

تعداد واحد نظری: ۳	تعداد واحد عملی: – حل تمرین: ندارد توجیه در صورت نیاز به حل تمرین:
نوع درس: تخصصی	پیش‌نیاز: ندارد

هدف درس:

تئوری جبران بار و شبکه، اصلاح ضریب توان و تثبیت ولتاژ، اصول انتقال توان در ولتاژهای بالا و فواصل طولانی، نقش کنترل توان راکتیو در بهبود رفتار حالت دایمی و دینامیکی سیستم‌های قدرت، اصول کار جبران کننده‌های مختلف

رئوس مطالب:

- مقدمه: مفهوم توان رآکتیو، اهمیت کنترل توان رآکتیو، معرفی منابع توان رآکتیو
- تئوری جبران بار: اصلاح ضریب توان و تنظیم ولتاژ، مشخصه‌های تقریبی توان راکتیو، جبران کننده بار به صورت رگولاتور ولتاژ، روش متعادل کردن بارهای نامتعادل و اصلاح ضریب توان توسط جبران‌کننده‌ها.
- تئوری کنترل توان راکتیو در سیستم‌های انتقال انرژی الکتریکی در حالت ماندگار: معادلات اساسی حاکم بر خط انتقال و بار طبیعی خط.
- خط جبران نشده در حالت مدار باز.
- خط جبران نشده در حالت زیربار.
- خطوط انتقال جبران شده.
- انواع جبران‌سازی ثابت و پخش شده یکنواخت.
- اصول جبران کننده‌های استاتیک: مشخصات جبران کننده‌های استاتیک، معرفی TCR و انواع جبران کننده‌های مربوط به آن، معرفی TSC و انواع جبران کنندهای مربوط به آن.
- معرفی و اصول عملکرد کندانسورهای سنکرون و ادوات FACTS.

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
+	+	+	+

بازدید: -

منابع اصلی:

1. T. J. E. Miller, “Reactive Power Control in Electrical Systems”, John Wiley, 1998.
2. R. C. Bansal, T. S. Bhatti, “Small Signal Analysis of Isolated Hybrid Power Systems: Reactive Power and Frequency Control Analysis”, John Wiley, 2008.
3. N. M. Tabatabaei, A. J. Aghbolagh, N. Bizon, F. Blabjeerg, “Reactive Power Control in AC Power Systems: Fundamentals and Current Issues”, Springer, 2017.

منابع فرعی:

1- F. Saccomanno, “Electric Power Systems: Analysis and Control”, IEEE & John Wiley, 2003.

کنترل غیرخطی

Nonlinear Control

تعداد واحد نظری: ۳	تعداد واحد عملی: – حل تمرین: ندارد توجیه در صورت نیاز به حل تمرین:
نوع درس: اختیاری	پیش‌نیاز: -

هدف درس:

توصیف و تحلیل پایداری سیستم‌های غیرخطی، طراحی برخی کنترل کننده‌ها برای سیستم‌های غیرخطی

رئوس مطالب:

- مقدمه: معرفی سیستم غیرخطی، ویژگی‌های سیستم‌های غیرخطی.
- مقدمات ریاضی: معادلات توصیف کننده، وجود و یکتایی جواب، شرط لیپشیتز.
- آنالیز سیستم‌های غیرخطی در صفحه فاز: معرفی پرتره فاز، نقاط تعادل، سیکل حدّی، آنالیز صفحه فاز سیستم خطی شده.
- تئوری لیاپانف: مفهوم پایداری یک نقطه تعادل، خطی‌سازی و پایداری محلی، روش مستقیم لیاپانف، قضیه لیاپانف برای پایداری محلی و فراگیر، قضیه لاسل، آنالیز لیاپانف برای سیستم‌های LTI ، معکوس قضیه لیاپانف.
- تئوری پایداری پیشرفته: پایداری سیستم‌های غیرخطی تغییر پذیر بازمان، لم باربالت، Comparison Functions، کرانداری پاسخ سیستم، آشنایی با پایداری ورودی به حالت (ISS) و لینک آن با پایداری نمایی سراسری (GES) و پایداری مجانبی سراسری (GAS).
- تابع توصیفی: معرفی، محاسبه تابع توصیفی برخی از المان‌ها، پیش بینی سیکل حدی با استفاده از تابع توصیفی.
- کلیاتی بر طراحی کنترل کننده‌های غیرخطی: طراحی بر اساس تابع لیاپانف.
- روش طراحی خطی‌سازی با فیدبک: خطی‌سازی Input-State ، خطی سازی ورودی–خروجی، دینامیک صفر (The Zero –Dynamics).
- کنترل مد لغزشی: معرفی صفحه لغزش، طراحی کنترل کننده، مسئله چترینگ.
- روش بازگشت به عقب (Backstepping) .

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
+	+	+	+

بازدید: -

منابع اصلی:

1. J. Slotine and W. Li, "Applied Nonlinear Control", Englewood Cliffs, Prentice Hall, 1991.
2. H. K. Khalil, "Nonlinear Systems", 3rd Edition, Prentice Hall Inc, Newjersy, 2002.
3. H. K. Khalil, "Nonlinear Control", Pearson Education Limited, 2014.
4. A. Isidori, "Nonlinear Control Systems", 3rd Edition. Springer Verlag, 1995.

منابع فرعی:

1- S.S. Sastry, Nonlinear Systems: Analysis stability and control, springer-verlag 1999.

کیفیت توان الکتریکی

Power Quality

تعداد واحد نظری: ۳	تعداد واحد عملی: – حل تمرین: دارد توجیه در صورت نیاز به حل تمرین: با توجه به ماهیت محاسباتی بودن درس، نیاز به حل تمرین دارد.
نوع درس: اختیاری	پیش‌نیاز: ندارد

هدف درس:

معرفی پدیده‌های کیفیت توان، استانداردها، اثر پدیده‌های کیفیت توان بر عملکرد سیستم قدرت، روش‌های مونیتورینگ، تعیین جهت انتشار پدیده‌های کیفیت توان و اصول کار فیلترها در سیستم قدرت.

رئوس مطالب:

- مفهوم کیفیت توان: تعاریف پایه کیفیت توان، اهمیت کیفیت توان، اغتشاشات، شاخص‌ها و روش‌های محاسبه شاخص‌ها، استانداردها
- مفاهیم توان‌ها در محیط‌های غیر سینوسی، محاسبه ضریب توان در شرایط هارمونیکی و نامتقارن.
- منابع تولید اغتشاشات کیفیت توان، اثرات پدیده‌های کیفیت توان بر تجهیزات الکتریکی
- آنالیز سیگنال‌های با طیف ثابت و طیف متغیر: تبدیل فوریه، فیلتر کالمن،تبدیل لاپلاس، تبدیل هارتلی،تبدیل ویولت،
- هارمونیک‌ها: عوامل ایجاد کننده و اثرات هارمونیک‌ها.
- مدل‌سازی و آنالیز هارمونیکی: مدل سازی بار، مدل سازی منبع، مدل سازی خطوط انتقال، مدل سازی ترانسفورماتور، مدل‌سازی موتورهای الکتریکی، پخش بار هارمونیکی، هارمونیک‌ها و بانک‌های خازنی، هارمونیک‌ها و ترانسفورماتورها.
- فیلترهای پسیو و اکتیو: مفاهیم، اصول عملکرد و کاربرد
- تغییرات ولتاژ: عوامل و اثرات، مشخصه‌ها، اثر متقابل تغییرات ولتاژ و بارها، روش‌های جبران‌سازی

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
+	+	+	+

بازدید: ـ

منابع اصلی:

1. R. C. Dugan, M. McGranaghan, S. Santoso, H. Wayne Beaty," Electric Power Systems Quality", 3rd Edition, McGraw Hill, 2012.
2. G. T. Heydt, "Electric Power Quality", Pardue University, 2002.
3. J. C. Das, "Power System Harmonics and Passive Filter Designs", Wiley IEEE-Press, 2015.
4. M. D. Abdus Salam, "Fundamentals of Electrical Power Systems Analysis", Springer, 2020.
5. A. Baggini, "Handbook of Power Quality", Wiley IEEE-Press, 2008.

منابع فرعی:

1. M. H. J. Bollen, I. Gu, "Signal Processing of Power Quality Disturbances", Wiley IEEE-Press, 2006.
2. J. Arrillaga, N. R. Watson "Power System Harmonic Analysis", 2003.

ماشین‌های الکتریکی مدرن

Modern Electrical Machines

تعداد واحد نظری: ۳	تعداد واحد عملی: – حل تمرین: ندارد توجیه در صورت نیاز به حل تمرین:
نوع درس: اختیاری	پیش‌نیاز: ندارد

هدف درس:

بررسی تئوری و اصول ساختمانی موتورهای خاص به تفصیل و مباحث کنترلی در ارتباط با عملکرد و مشخصه‌های کاری آنها، شامل موتورهای القایی خطی، موتور درایوهای جریان مستقیم بدون جاروبک و ماشین‌های سنکرون بزرگ.

رئوس مطالب:

- سیر تحول در ساختار و کنترل ماشین‌های الکتریکی
- ویژگی‌های ماشین‌های الکتریکی با توجّه به صرفه‌جوئی در انرژی و مصارف کنترلی دقیق و سریع
- موتورهای سنکرون مدرن: شامل موتورهای سنکرون با مغناطیس دائم (PMSM) و موتورهای Brushless DC (BLDC)
- ماشین‌های سنکرون بزرگ و بررسی حالت گذرا در آنها
- معرفی و تحلیل موتورهای خطی (Linear Motors): موتور خطی آسنکرون سه فاز

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
+	+	+	+

بازدید: -

منابع اصلی:

1. H. W. Beaty and J. L. Kirtley, Jr, "Electric Motor Handbook", McGraw-Hill Book, Company, 1st edition, New York, 1998.
2. J. R. Hendershot Jr. and T.J. E. Milller, "Design of Brushless Permanent-magnet Motors", Magna Physics Publishing and Clarendon Press, Oxford, Michigan, 2nd edition, the USA, 1995.
3. R. Krishnan, "Switched Reluctance Motor Drives: Modeling, Simulation analysis and Applications", CRC Press, 1st edition, the USA, 2001.

مدارهای کاربردی در الکترونیک قدرت

Applied Circuits in Power Electronics

تعداد واحد نظری: ۳	تعداد واحد عملی: – حل تمرین: دارد توجیه در صورت نیاز به حل تمرین: با توجه به لزوم آموزش و استفاده از نرم افزار تخصصی در این درس، همچنین مرور بر طراحی چند مسئله کاربردی
نوع درس: اختیاری	پیش‌نیاز: ندارد

هدف درس:

معرفی و تحلیل مدارهای کاربردی مختلف در حوزه الکترونیک قدرت

رئوس مطالب:

- مدارهای راه‌انداز گیت
- بالاست‌های الکترونیکی
- مدارهای راه‌انداز LED
- اصلاح کننده‌های ضریب توان
- منابع تغذیه اضطراری
- شارژرهای خودروهای الکتریکی
- مبدل‌های مورد استفاده در سیستم‌های فتوولتائیک
- مبدل‌های مورد استفاده در سیستم‌های بادی

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
+	+	+	+

بازدید: –

منابع اصلی:

1. M. H. Rashid, “Power electronics handbook”, Science direct, 4th edition, 2018.
2. R. Teodorescu, M. Liserre, and P. Rodriguez, “Grid Converters for Photovoltaic and Wind Power Systems”, Wiley, 2011.
3. N. Mohan, T. M. Underland, W. P. Robbins, “Power Electronics, Converters, Applications and Design”, John Wiley & Sons, 2002.

منابع فرعی:

1- M. H. Rashid, “Power Electronics: Circuits devices and Application”, Prentice-Hall, 2008.

مدل‌سازی و کنترل مبدل‌های الکترونیک قدرت

Modeling and Control of Power Electronics Converters

تعداد واحد نظری: ۳	تعداد واحد عملی: – حل تمرین: دارد توجیه در صورت نیاز به حل تمرین: با توجه به لزوم آموزش و استفاده از نرم افزار تخصصی در این درس، همچنین مرور بر طراحی چند مسئله کاربردی
نوع درس: اختیاری	پیش‌نیاز: ندارد

هدف درس:

ارائه انواع روش‌های نوین مدل‌سازی و کنترل انواع مبدل‌های الکترونیک قدرت بررسی و تحلیل می‌شوند. در پایان این درس دانشجویان قادر خواهند بود ضمن مدل‌سازی مناسب انواع مبدل‌های الکترونیک قدرت و تحلیل دقیق آنها از نظر پاسخ دینامیکی، کنترل کننده‌های متناسب و پیشرفته‌ای برای آنها طراحی نمایند.

رئوس مطالب:

- اهمیت کنترل در مبدل‌های الکترونیک قدرت
- مدل‌سازی مبدل‌های الکترونیک قدرت
  - روش متوسط‌گیری فضای حالت
  - خطی‌سازی
  - مدل سیگنال کوچک
  - مدلسازی به روش‌های نوین
- کنترل مبدل‌های الکترونیک قدرت
  - دیاگرام بود مبدل‌ها
  - آنالیز صفرها و قطب‌ها در یک مبدل
- طراحی کنترل کننده
  - پایداری و تست‌های آن
  - طراحی کنترل کننده‌های کلاسیک
- روش‌های کنترل چند حلقه‌ای

- کنترل جریان
- کنترل کننده‌های خاص
  - کنترل دیجیتال
  - کنترل کننده‌های غیرخطی
  - کنترل کننده‌های آموزش پذیر
  - کنترل در تصحیح کننده‌های ضریب توان

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
+	+	+	+

بازدید: -

منابع اصلی:

1- R. W. Erickson, D. Maksimovoc, “Fundamentals of Power Electronics”, Springer, 3rd edition, 2020.
2- S. Bacha, I. Munteanu, A.I. Bratcu, Power Electronic Converters Modeling and Control with Case Studies, Springer-Verlag London 2014.
3- A. Pressman, “Switching Power Supply Design”, Mc Graw-Hill, USA, 3rd edition, 2009.

منابع فرعی:

1-M. H. RASHID, Power Electronics Handbook, Academic Press, 1st Edition, 2001.
2-N. Mohan, T. M. Undeland, W. P. Robbins, Power Electronics: Converters, Applications, and Design Wiley, 3rd edition, 2016.

هوش محاسباتی

Computational Intelligence

تعداد واحد نظری: ۳	تعداد واحد عملی: – حل تمرین: ندارد توجیه در صورت نیاز به حل تمرین:
نوع درس: اختیاری	پیش‌نیاز: ندارد

هدف درس:

بررسی انواع شبکه‌های عصبی، روش‌های فازی، الگوریتم‌های ژنتیک و برخی دیگر از الگوریتم‌های هوشمند و کاربرد آن‌ها در مدل‌سازی و کنترل سیستم‌های پیچیده.

رئوس مطالب:

- شبکه‌های عصبی شامل: مقدمه‌ای بر شبکه‌های عصبی بیولوژی و مصنوعی، ساختار شبکه‌های عصبی مصنوعی.
- شناسایی الگو، پرسپترون تک لایه، شبکه‌های عصبی انجمنی.
- بهینه‌سازی عددی و روش تندترین کاهش.
- شبکه‌های عصبی آدالاین و یادگیری LMS ، شبکه‌های عصبی چندلایه و یادگیری پس انتشار خطا.
- منطق فازی: ریاضیات فازی، تعاریف، روش‌های استنتاج فازی، روش‌های طراحی قوانین فازی، مدل‌سازی فازی، شبکه‌های عصبی –فازی (ANFIS).
- الگوریتم ژنتیک، کاربرد الگوریتم ژنتیک در بهینه‌سازی (بهینه‌سازی مجموعه‌های فازی و طراحی بهینه پارامترهای کنترل کننده‌ها) ، معرفی برخی دیگر از الگوریتم‌های هوشمند: کنترل کننده احساسی، سیستم ایمنی، الگوریتم PSO ، الگوریتم Ant colony.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
+	–	+	+

بازدید:ـ

منابع اصلی:

1. J.M. Keller, D. Liu, D. B. Fogel,” Fundamentals of Computational Intelligence: Neural Networks, Fuzzy Systems, and Evolutionary Computation”, IEEE Press Series on Computational Intelligence, 2016.
2. B. Krose, P. Smagt, “An Introduction to Neural Networks”, Prentice Hall, 1996.

۳. م. ب. منهاج، "مبانی شبکه‌های عصبی"، مرکز نشر دانشگاهی صنعتی امیرکبیر، تهران، ۱۳۹۷.

4. S. Haykin, “Neural Networks: A Comprehensive Foundation”, Prentice Hall, New Jersy, 1998.
5. Li-Xin Wang,”A Course In Fuzzy Systems and Control”, Pearson; Facsimile edition,1996.

۶. م. تشنه لب، ن. صفارپور، د. افیونی،" سیستم‌های فازی و کنترل فازی"،ناشر: دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، چاپ هشتم، ۱۳۹۸.

7. R. Brooker ,“Genetics: Analysis and Principles”, 7th Edition, McGraw Hill Company, 2021.

منابع فرعی:

1- Hung T. Nguyen, Elbert A. Walker,” A First Course in Fuzzy Logic”, 3rd Edition, Chapman and Hall, 2005.
2- K. Thippeswamy, “Artificial Neural Network: Incorporating Optimized Algorithm”, LAP LAMBERT Academic Publishing, 2021.

.

پیوست

۱- علت بازنگری برنامه درسی:

مطابق با برنامه درسی قبلی مصوب نهمین جلسه شورای دانشگاه مورخ تیر ماه ۹۳ برخی دروس تحت عنوان مباحث ویژه ارائه می‌شد که در این برنامه در جداول آورده شده است. دروس جدیدی که مطابق با توسعه‌های فناوری و نیازهای تحقیقاتی بروز است اضافه شدند. با تجربه‌ای که کسب شد، تعداد دروس مقطع ارشد از ۸ درس به ۷ درس کاهش داده شد.

۲- جدول تطبیقی دروس تخصصی

دروس قدیم			دروس جدید			استاد بازنگری کننده درس	توضیحات
نام درس	تعداد واحد		نام درس	تعداد واحد			
	نظری	عملی		نظری	عملی		
الکترونیک قدرت ۱			الکترونیک قدرت	۳		بهزاد میرزاییان	به روز رسانی مراجع، محتوی و تغییر عنوان درس
تئوری جامع ماشین‌های الکتریکی	۳		تئوری جامع ماشین‌های الکتریکی	۳		آرش کیومرثی	به روز رسانی مراجع و محتوی
-----	3		خودروهای الکتریکی و ترکیبی	۳		محمد مدنی	اضافه شدن درس
الکترونیک قدرت ۲	۳		درایوهای الکتریکی	۳		بهزاد میرزاییان	به روز رسانی مراجع،محتوی و تغییر عنوان درس
طراحی ماشین‌های الکتریکی	۳		طراحی ماشین‌های الکتریکی	۳		آرش کیومرثی	به روز رسانی مراجع و محتوی
کنترل مدرن	۳		کنترل مدرن	۳		محمد عطایی	به روز رسانی مراجع و محتوی
-----	–		روش تحقیق	۱		مهدی نیرومند	درس جدید اضافه شده و سرفصل جدید طراحی شده است.
سمینار	۲		سمینار	۱		مهدی نیرومند	درس ۲ واحدی به ۱ واحد تبدیل شد و مباحث اندکی مختصر شد

۳- جدول تطبیقی دروس اختیاری

دروس قدیم			دروس جدید			استاد بازنگری کننده درس	توضیحات
نام درس	تعداد واحد		نام درس	تعداد واحد			
	نظری	عملی		نظری	عملی		
انرژی‌های تجدیدپذیر در مهندسی برق	۳		انرژی‌های تجدیدپذیر	۳		مهدی نیرومند	به روز رسانی مراجع و محتوی و تغییر عنوان درس و تغییر عنوان درس
بهره‌برداری از سیستم‌های قدرت	۳		بهره‌برداری از سیستم‌های قدرت	۳		رحمت اله هوشمند	به روز رسانی مراجع و محتوی
تولید پراکنده	۳		تولید پراکنده و ریزشبکه‌ها	۳		محمد مدنی	به روز رسانی مراجع و محتوی و تغییر عنوان درس
----	۳		درایوهای الکتریکی پیشرفته	۳		بهزاد میرزاییان	درس جدید اضافه شد
دینامیک سیستم‌های قدرت ۱	۳		دینامیک سیستم‌های قدرت ۱	۳		امین خدابخشیان	به روز رسانی مراجع و محتوی
روش‌های بهینه سازی پیشرفته	۳		روش‌های بهینه سازی پیشرفته	۳		صغری نوبختیان	به روز رسانی مراجع و محتوی
---	۳		سامانه‌های ذخیره سازی انرژی	۳		مهدی نیرومند	درس جدید اضافه شد
سیستم‌های انتقال انرژی به روش HVDC	۳		سیستم‌های انتقال انرژی به روش HVDC	۳		مهدی قلی پور	به روز رسانی مراجع و محتوی
سیستم‌های انتقال انعطاف پذیر (FACTS)	۳		سیستم‌های انتقال انعطاف پذیر (FACTS)	۳		مهدی قلی پور	به روز رسانی مراجع و محتوی
شبکه‌های هوشمند	۳		شبکه‌های هوشمند انرژی الکتریکی	۳		یحیی کبیری	به روز رسانی مراجع و محتوی و تغییر عنوان درس
طراحی سیستم‌های فتوولتائیک	۳		طراحی سیستم‌های فتوولتائیک	۳		مهدی نیرومند	به روز رسانی مراجع و محتوی

طراحی سیستم‌های سلولی خورشیدی	۳		طراحی مبدل‌های الکترونیک قدرت در سیستم‌های بادی و خورشیدی	۳		مهدی نیرومند	به روز رسانی مراجع و محتوی و تغییر عنوان درس
طراحی منابع تغذیه سوئیچینگ	۳		طراحی منابع تغذیه سوئیچینگ	۳		مهدی نیرومند	به روز رسانی مراجع و محتوی
قابلیت اعتماد در سیستم‌های قدرت	۳		قابلیت اطمینان در سیستم‌های قدرت	۳		رحمت اله هوشمند	به روز رسانی مراجع و محتوی و تغییر عنوان درس
کنترل توان راکتیو در سیستم‌های قدرت	۳		کنترل توان راکتیو در سیستم‌های قدرت	۳		مهدی قلی پور	به روز رسانی مراجع و محتوی
کنترل غیرخطی و کاربرد آن در قدرت	۳		کنترل غیرخطی	۳		محمدعطایی	به روز رسانی مراجع و محتوی و تغییر عنوان درس
کیفیت توان الکتریکی	۳		کیفیت توان الکتریکی	۳		بهزاد میرزاییان	به روز رسانی مراجع و محتوی
ماشین‌های الکتریکی مدرن	۳		ماشین‌های الکتریکی مدرن	۳		آرش کیومرثی	به روز رسانی مراجع و محتوی
مباحث پیشرفته در قدرت ۱	۳		مباحث پیشرفته در قدرت ۱	۳		---	----
مباحث پیشرفته در قدرت ۲	۳		مباحث پیشرفته در قدرت ۲	۳		---	----
-----	۳		مدارهای کاربردی در الکترونیک قدرت	۳		مهدی نیرومند	اضافه شدن درس
مدل‌سازی و کنترل مبدل‌های الکترونیک قدرت	۳		مدل‌سازی و کنترل مبدل‌های الکترونیک قدرت	۳		مهدی نیرومند	به روز رسانی مراجع و محتوی
هوش محاسباتی	۳		هوش محاسباتی	۳		بهزاد میرزاییان	به روز رسانی مراجع و محتوی