



دانشگاه علم و صنعت ایران  
معاونت آموزشی  
دفتر برنامه ریزی درسی

## مشخصات کلی، برنامه و سرفصل دروس

دوره کارشناسی ارشد مهندسی قدرت  
گرایش الکترونیک قدرت و ماشینهای الکتریکی



گروه فنی مهندسی  
مجموعه مهندسی برق

مصوب جلسه مورخ ۷۳/۱۱/۹ شورای عالی برنامه ریزی و جلسه مورخ ۸۲/۷/۲۲  
شورای برنامه ریزی درسی دانشگاه علم و صنعت ایران

بسم الله الرحمن الرحيم

برنامه آموزشی دوره کارشناسی ارشد مهندسی قدرت  
گرایش الکترونیک قدرت و ماشینهای الکتریکی

گروه فنی مهندسی  
مجموعه مهندسی برق

براساس آئین نامه واگذاری اختیارات برنامه ریزی درسی به دانشگاههای دارای هیأت ممیزه، در جلسه مورخ ۸۲/۷/۲۲ شورای برنامه ریزی درسی دانشگاه علم و صنعت ایران برنامه پیشنهادی به شرح پیوست، تهیه شده توسط دانشکده مهندسی برق در خصوص انجام بازنگری عمده در برنامه درسی دوره کارشناسی ارشد مهندسی قدرت مورد موافقت قرار گرفت. تغییرات انجام شده بطور خلاصه عبارتند از:

تفکیک دوره کارشناسی ارشد مهندسی قدرت به دو گرایش ۱- سیستم های قدرت ۲- الکترونیک قدرت و ماشینهای الکتریکی و همچنین افزودن درسهای جدید ۱- هارمونیک های سیستم های قدرت ۲- کیفیت توان الکتریکی ۳- ادوات Facts به مجموعه دروس هر یک از دو گرایش.

محمد رضا ابوطالبی

معاون آموزشی دانشگاه علم و صنعت ایران

۱۳۸۳/۵/۶

برنامه آموزشی دوره کارشناسی ارشد مهندسی قدرت گرایش الکترونیک قدرت و ماشینهای الکتریکی برای کلیه دانشجویان ورودی نیمسال اول ۸۳-۱۳۸۲ به بعد لازم الاجرا بوده و دانشجویان ورودی ۱۳۸۰ و ۱۳۸۱ نیز در صورتیکه دروس خود را مطابق با این برنامه گذرانده باشند فارغ التحصیلی آنان تحت یکی از عناوین گرایشهای فوق بلامانع است.

سید محمد تقی صالحی

رئیس دانشگاه علم و صنعت ایران

۱۳۸۳/۵/۶



**فصل اول :**  
**تعريف، اهداف، طول دوره و شكل نظام**



## بسمه تعالی

مقدمه: مجموعه ای که از نظر می گذرد حاصل بازنگری انجام شده توسط دانشکده مهندسی برق دانشگاه علم و صنعت ایران بر روی مجموعه مشخصات کلی، برنامه و سرفصل دروس رشته مهندسی قدرت مصوب ۷۳/۱۱/۹ شورایعالی برنامه ریزی می باشد که در تاریخ ۸۲/۷/۲۲ به تصویب شورای برنامه ریزی درسی دانشگاه رسیده است.

در برنامه جدید جهت فراهم ساختن زمینه تحقیق و ایجاد تمرکز بیشتر رشته مهندسی قدرت به دو گرایش تحت نامهای ۱- سیستم های قدرت ۲- الکترونیک قدرت و ماشینهای الکتریکی تفکیک شده است. افزایش سه درس جدید و بازنگری فهرست دروس جبرانی از دیگر موارد اصلاحی این مجموعه می باشد.

۱- تعریف و اهداف :

دوره کارشناسی ارشد قدرت مرکب از دروس نظری و کار تحقیقاتی در زمینه های قدرت الکتریکی است. هدف از ایجاد این دوره، تربیت دانش آموختگانی است که با فعالیت در زمینه های برنامه ریزی، مدیریت و بهره برداری طرح و پیاده کردن پروژه های تولید و تبدیل، انتقال، توزیع انرژی الکتریکی و تأسیسات الکتریکی بتواند به نحو مؤثری پاسخگوی نیازها و کمبودهای کشور باشند.

۲- مهارتهای دانش آموختگان :

دانش آموختگان این دوره می توانند علاوه بر کار آموزشی و یا پژوهشی در دانشگاهها و مراکز تحقیقاتی، در وزارتخانه ها و سازمانهای مسئول اجرای طرحهای صنعتی که در سطح گسترده با مسائل قدرت الکتریکی رو به رو هستند، فعالیت نمایند.

۳- طول دوره و شکل نظام :

برنامه های درسی این دوره برای چهار نیمسال طرح ریزی شده است. طول هر نیمسال ۱۶ هفته آموزشی کامل، مدت هر واحد درس نظری، آزمایشگاهی و کارگاهی به ترتیب ۱۶، ۳۲ و ۴۸ ساعت می باشد.

۴- شرایط گزینش دانشجو :

شرایط گزینش دانشجو علاوه بر شرایط عمومی به شرح زیر می باشد :

الف- دارا بودن مدرک کارشناسی در یکی از رشته های مجموعه کارشناسی برق (قدرت، الکترونیک، مخابرات و کنترل) و همچنین کارشناسی مهندسی کامپیوتر گرایش سخت افزار

ب- موفقیت در آزمون کتبی ورودی



---

**فصل دوم:**  
**واحدهای درسی و جدولهای دروس**



تعداد واحدهای درسی این دوره بدون در نظر گرفتن دروس جبرانی مطابق با جدول (۱) برابر ۳۲ واحد به شرح زیر است:

### جدول ۱- کلیه دروس

ردیف	نوع دروس	واحد
۱	دروس اصلی (اجباری)	حداقل ۹
۲	دروس تخصصی (اختیاری)	حداکثر ۱۵
توجه: مجموع واحدهای اصلی و تخصصی باید برابر ۲۴ واحد باشد.		
۳	سمینار	۲
۴	پایان نامه	۶
توجه: کمیته تحصیلات تکمیلی مجری دوره می تواند در ازاء حذف یک درس اختیاری ۳ واحدی تعداد واحد پایان نامه را به ۹ واحد افزایش دهد.		

#### ۱- دروس جبرانی:

در صورت صلاحدید کمیته تحصیلات تکمیلی، پذیرفته شدگان می بایست تمام یا تعدادی از دروس معرفی شده در جدول شماره ۲ را به عنوان دروس جبرانی بگذرانند.

#### ۲- دروس اصلی (اجباری):

دروس اصلی به گونه ای انتخاب شده اند که مبانی و اصول لازم برای این رشته را پوشش دهند و نسبت به دروس تخصصی دارای اولویت می باشند. این دروس همگی ۳ واحدی بوده و در جدول شماره ۳ معرفی شده اند. دانشجوی می بایست حداقل ۹ واحد از این دروس را اخذ نماید.

#### ۳- دروس تخصصی (اختیاری):

دروس تخصصی، امکاناتی را برای فعالیت تخصصی و تمرکز بیشتر در یک زمینه خاص فراهم می آورند. این دروس همگی ۳ واحدی بوده و در جدول شماره ۴ معرفی شده اند. دانشجوی می تواند حداکثر ۱۵ واحد از این دروس را اخذ نماید.

توجه: اخذ دروس می بایست به گونه ای باشد که مجموع واحدهای اصلی و تخصصی برابر ۲۴ واحد گردد.

#### ۴- سمینار:

گذراندن درس سمینار (۲ واحد) برای دانشجویان هر گرایش اجباری است. در این درس دانشجوی با گزینش یک موضوع مرتبط با گرایش خود و با نظارت یک استاد مشاور پیرامون موضوع انتخاب شده مطالعه و پژوهش به عمل می آورد. این پژوهش می بایست در برگزیده تاریخچه ای از پژوهش های انجام شده، وضعیت کنونی و پیش بینی روند پژوهش مورد نظر باشد. نتیجه پژوهش می بایست به صورت یک گزارش کتبی و یک ارائه شفاهی، عرضه گردد.



۵- پایان نامه :

در این دوره دانشجو با انجام یک پایان نامه ۶ واحدی به تحقیق و پژوهش پیرامون مساله خاصی می‌پردازد. موضوع پایان نامه الزاماً می‌بایست در یکی از زمینه‌های مرتبط با گرایش دانشجو باشد و زمینه علمی و عملی لازم برای انجام آن با درسهای اخذ شده توسط دانشجو، فراهم شده باشد. مقررات مربوط به دفاع و ارزیابی پایان نامه مطابق آئین نامه‌های تحصیلات تکمیلی می‌باشد.

جدول ۲- دروس جبرانی

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	ساعت	
			جمع	نظری
۱	ماشین‌های الکتریکی ۲	۳	۴۸	۴۸
۲	بررسی سیستم‌های قدرت ۲	۳	۴۸	۴۸
۳	الکترونیک صنعتی	۳	۴۸	۴۸
۴	حفاظت ورله‌ها	۳	۴۸	۴۸
۵	عایق‌ها و فشارقوی	۳	۴۸	۴۸
۶	تولید و نیروگاه	۳	۴۸	۴۸
۷	ماشین مخصوص	۳	۴۸	۴۸

جدول ۳- دروس اصلی (اجباری) گرایش الکترونیک قدرت و ماشینهای الکتریکی (حداقل ۹ واحد) :

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	ساعت		پیشیاز
			جمع	نظری	
۱	الکترونیک قدرت ۱	۳	۴۸	۴۸	الکترونیک صنعتی
۲	الکترونیک قدرت ۲	۳	۴۸	۴۸	الکترونیک قدرت ۱
۳	تئوری جامع ماشینهای الکتریکی	۳	۴۸	۴۸	ماشین‌های الکتریکی ۳
۴	کنترل مدرن	۳	۴۸	۴۸	جبرخطی (یا درس معادل در دروس لیسانس)
۵	طراحی ماشینهای الکتریکی	۳	۴۸	۴۸	ماشین‌های الکتریکی ۳



جدول ۴- دروس تخصصی (اختیاری) گرایش الکترونیک قدرت و ماشینهای الکتریکی (مجموع واحدهای اجباری و اختیاری اخذ شده باید برابر ۲۴ واحد شود) :

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	ساعت		
			جمع	نظری	عملی
۱	دینامیک سیستم‌های قدرت الکتریکی ۱	۳	۴۸	۴۸	-
۲	مهندسی فشارقوی الکتریکی پیشرفته	۳	۴۸	۴۸	-
۳	روشهای اجزاء محدود در الکترومغناطیس	۳	۴۸	۴۸	-
۴	دینامیک غیرخطی سیستم‌های قدرت	۳	۴۸	۴۸	-
۵	کنترل توان راکتور در سیستم‌های قدرت	۳	۴۸	۴۸	-
۶	بررسی حالات گذرا در سیستم‌های قدرت	۳	۴۸	۴۸	-
۷	بررسی احتمالی سیستم‌های قدرت	۳	۴۸	۴۸	-
۸	قابلیت اعتماد در سیستم‌های قدرت	۳	۴۸	۴۸	-
۹	بررسی و شناخت انرژی‌های نو	۳	۴۸	۴۸	-
۱۰	شبه سازی و مدل سازی	۳	۴۸	۴۸	-
۱۱	سیستم‌های کنترل دیجیتال	۳	۴۸	۴۸	-
۱۲	کنترل بهینه	۳	۴۸	۴۸	-
۱۳	سیستم‌های کنترل چند متغیره	۳	۴۸	۴۸	-
۱۴	سیستم‌های کنترل غیرخطی	۳	۴۸	۴۸	-
۱۵	شناسایی سیستم‌ها	۳	۴۸	۴۸	-
۱۶	شبکه‌های عصبی	۳	۴۸	۴۸	-
۱۷	میکروپروسور	۳	۴۸	۴۸	-
۱۸	حفاظت پیشرفته سیستم‌های قدرت	۳	۴۸	۴۸	-
۱۹	بهره‌برداری از سیستم‌های قدرت پیشرفته	۳	۴۸	۴۸	-
۲۰	هارمونیک‌های سیستم‌های قدرت	۳	۴۸	۴۸	-
۲۱	کیفیت توان الکتریکی	۳	۴۸	۴۸	-
۲۲	ادوات facts	۳	۴۸	۴۸	-
۲۳	مباحث ویژه در مهندسی قدرت ۱	۳	۴۸	۴۸	-
۲۴	مباحث ویژه در مهندسی قدرت ۲	۳	۴۸	۴۸	-
۲۵	یکی از دروس کارشناسی ارشد سایر گرایشهای مجموعه مهندسی برق	۳	۴۸	۴۸	-

\* بعضی از دروس پیشنهادی، مربوط به دوره های کارشناسی ارشد سایر گرایشهای مجموعه مهندسی برق هستند.





جدول ۵- سمینار و پایان نامه

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	ملاحظات
۱	سمینار	۲	
۲	پایان نامه	۶	کمیته تحصیلات تکمیلی مجری دوره می تواند در ازاء حذف یک درس اختیاری ۳ واحدی تعداد واحد پایان نامه را به ۹ واحد افزایش دهد.



## الکترونیک قدرت I



تعداد واحد : ۲

نوع واحد : نظری

پیشنیاز : الکترونیک صنعتی

سرفصل دروس : (۵۱ ساعت)

I- برشگرهای جریان دائم

II- مباحث تکمیلی در اینورترها ( SPWM, P WM و.....)

III- برشگرهای جریان متناوب

IV- سیکلوکانورترها

V- کنترل دور موتورهای AC و بلوک دیاگرام مدار کنترل آنها

VI- " " " " " و DC " " " "

VII- مبدل‌های تشدید و نیمه تشدید

مراجع :

- 1- Power Electronics, Circuits, devices, And Applications; M.H.Rashid-1988
- 2- Power Electronics; Kjeld Thorborg-1988
- 3- Power Electronics and Ac Drives; B.K. Bose- 1986
- 4- Thyristor-Phase Controlled Converters and Cycloconverters; B.R. Pelly- 1971
- 5- Les Convertisseurs de L' electronique de Puissance; Guy Segulier- Vol.2- 3- 4- 1987



## الکترونیک قدرت II

تعداد واحد : ۳

نوع واحد : نظری

پیشنیاز : الکترونیک قدرت I

سرفصل دروس : (۵۱ ساعت)

مطالب پیشرفته در کنترل ماشین های D.C. و A.C. و سایر جنبه های تحقیقاتی و آزمایشگاهی در زمینه الکترونیک قدرت که با هدایت استاد مربوطه انجام خواهد یافت نظیر سیمولاسیون مبدلهای جریان و بار آن جهت پیش بینی و بهبود کارکرد مجموعه ، کمپانزاسیون ، دینامیک شبکه های قدرت و عملکرد سیستم بصورت فیلترهای اکتیو ، مباحث تکمیلی در مبدلهای تشدید و نیمه تشدید ، مباحث مختلف در نحوه کاهش هارمونیک هارمونها و مسائل ویژه در الکترونیک قدرت .

مراجع : علاوه بر منابع ذکر شده در الکترونیک قدرت I

- 1- Control of Electrical Drives; W. Leonhard-1985.
- 2- Thyristor DC Drives; P.C. Sen-1981
- 3- Electronique De Puissance  
1- Commande Des Moteurs A Caurant Continu  
R. CHAUPRADE \_ EYROLLES\_ 1984.
- 4- Electronique De Puissance  
2- Commande Des Moteurs A Courant Alternatif  
R. CHAUPRADE\_ F. MILSANT  
EYROLLES\_ 1984.

تئوری جامع ماشین های الکتریکی



تعداد واحد : ۳

نوع واحد : نظری

پیشنیاز : ماشین ۳

سرفصل دروس : (۵۱ ساعت)

فصل اول - کلیات

(۱) معادلات ولتاژ- جریان مدارهای ترانسفورماتور دو و چند سیمه با حرکت

نسبی

(۲) ماتریس امپدانس

(۳) ماشین های باکلاف های واقعی و کلاف های ساختگی (Pseudostationary)

(۴) سیستم های واحد ( PER- UNIT ) در ماشین های الکتریکی

(۵) متغیرهای فازوری ولحظه ای و ابراتور هویساید ( Heaviside ) .

(۶) تبدیل متغیرها بتوان تثبیت شده

(۷) استخراج معادلات پارک و مدارهای معادل dq برای ماشین جامع

در محوری

فصل دوم - ماشین های کموتاتوری DC

(۱) معادلات حرکت در ماشین کموتاتوری DC جامع

(۲) بررسی خصمیات ماشین های کموتاتوری DC به کمک معادلات

پارک

(۳) بررسی رفتار ماشین در حالت پایدار ( Steady State )



- ۴) بررسی رفتار دینامیکی ماشین
- ۵) تمایز بین گذرای الکترومغناطیسی و الکترومکانیکی
- ۶) بررسی حالت گذرای ماشین در احتمال کوتاه ناگهانی ماشین
- ۷) بررسی حالت گذرا در متادین و آمپلیدین
- ۸) گذرای الکترومغناطیسی برای سیگنال های بزرگ و کوچک
- ۹) بررسی حالت گذرای ماشین در تغذیه از AC به کمک یکسو کننده

#### فصل سوم - ماشین های القایی سه فاز

- ۱) معادلات جامع موتور در مختصات پارک و بر حسب  $\psi$
- ۲) معادلات پارک در سیستم pu
- ۳) دیگر معادلات لازم برای بررسی عملکرد موتور
- ۴) حالت های گذرای الکترومغناطیسی و الکترو دینامیکی
- ۵) مشخصه های بار داری موتور در حالت پایدار به کمک مدل dq موتور.
- ۶) تاثير اشباع و راههای ملحوظ کردن آن
- ۷) ارتباط پارامترهای روتور با الفزئز
- ۸) معادلات سیستم مکانیکی موتور
- ۹) بررسی حالت گذرای موتور با اعمال بار، قطع بار، عیب سه فاز و معکوس کردن جهت چرخش.
- ۱۰) بررسی حالت گذرای موتور در اتصال به ولتاژ نامتعادل به کمک مؤلفه های ترتیب مثبت و منفی
- ۱۱) مدل کامل (درجه ۵) و مدل های ساده تر موتور برای شبیه سازی آن



### فصل چهارم - ماشین های سنکرون سه فاز

- ۱) معادلات جامع ماشین و بیان آنها بر حسب pu
- ۲) معادلات ماشین بر حسب  $\psi$
- ۳) کار ماشین در حالت پایداری و ولتاژ متعادل
- ۴) بررسی حالت های گذرای الکترومکانیکی و الکترومغناطیسی
- ۵) رفتار تابی ( Swing ) ژنراتور سنکرون در بی اغتشاش سیستم
- ۶) پایداری ماشین و مقادیر ویژه ( Eigenvalues )
- ۷) معیار مساحت بر ابر
- ۸) عملکرد آسنکرونی و نامتعادل ماشین سنکرون
- ۹) راکتانس ها و ثابت های زمانی مختلف ماشین و اهمیت آنها
- ۱۰) عملکرد ژنراتور آسنکرون در احتمال به شین بی نهایت
- ۱۱) کنترل تحریک ژنراتور سنکرون
- ۱۲) مدل های کامل و ساده ماشین های سنکرون برای شبیه سازی آن

مراجع :

- 1) Analysis of Electric Machinery  
Paul C. Krause . 1987, Mc. Graw- Hill. USA.
- 2) Generalized Theory of Electrical Machines  
P.S. Bimbhra, 1997, Khanna pub. INDIA.
- 3) The General Theory of Alternating Current Machines.  
B. Adkins & R. G. Harley, Chapman & Hall, UK
- 4) Electric Machine Dynamics  
I. Boldea & S.A. Nasar, 1997, Macmillan Pub. Co, USA

- 5) Response Analysis of AC Electrical Machines  
Computer Models and Simulation  
J.R. Smith, 1990, Research Studies Press ltd, UK.
- 6) Analysis of Electrical Machines  
R.T, Smith, 1982, Pergamon Press UK.





## کنترل مدرن

تعداد واحد : ۳

نوع واحد : نظری

پیشنیاز : کنترل سیستمهای خطی - جبرخطی (یا معادلات معادل در دروس لیمناس)

سرفصل دروس : (۵۱ ساعت)

تقسیم بندی سیستمها - متغیرهای حالت State Variable, معادلات حالات, State Equations, فضای حالت, مسیرحالت, نوشتن معادله حالت برای سیستمهای مختلف - مدل حالت فاز و نرمال (فرم Jordan, فرم Companion - سیستمهای SISO, MIMO - روشهای نرمالیزه کردن معادله حالت - نمای شکل سیستمها Signal Flow Diagram بدست آوردن تابع تبدیل سیستم Signal Flow Diagram از روی معادله حالت و بالعکس برای سیستمهای SISO, MIMO - حل معادله حالت, ماتریس انتقال حالت State Transition Matrix - کنترل پذیر و رویت شوندگی سیستمهای متصل - تحلیل پایبنداری سیستمهای چند متغیره - جابجانی نمودن قطبها POLE ASSING MENT در سیستمهای کنترل بایک ورودی و یک خروجی و کاربرد تئوری لیاپانوف (Liapanov) - تجزیه و تحلیل سیستمهای غیرخطی و خطی کردن آنها - توابع توضیحی Desciuling Function روشهای تحلیلی ولیاپانوف Liyapanov - کنترل بهینه Linear Quadratic Optimal Control



مراجع:

- 1- Ref-"linear Control System" D,Azzu & Haupis Analysis And Design
- 2- "Linear System Fundamentals"  
J.G Reid, 1983
- 3- "Control And Dynamic System"  
Y. Takahashi, M. Rabin, D.Auslander. 1972.
- 4- MODERN CONTROL THEORY  
WILLIAM L. BROGAN, QUANTUM PUBLISHER, INC.
- 5- LINEAR SYSTEMS ANALYSIS, GEORGE M.  
SWISHER, 1974.  
MATRIX PUBLISHERS 1976.





## طراحی ماشینهای الکتریکی

تعداد واحد : ۳

نوع واحد : نظری

پیشنیاز : ماشینهای الکتریکی ۳ و آژ

سرفصل دروس : ( ۵۱ ساعت )

مشخصات و پارامترهای اساسی برای تعیین ابعاد ماشین .

انتخاب قطر و طول ماشین .

کلیات در رابطه با فلوی مغناطیسی در ماشینها :

فلوهای مختلف یک ماشین الکتریکی ، متدهای مطالعه فلوی مغناطیسی

از قبیل متد آنالیز ریاضی ، متد آنالیز عددی ، متدهای گرافیک ، متدهای

تجربی و ترسیمی ، چگونگی تقسیم اندوکسیون در فاصله هوایی و ...

محاسبه منحنی مغناطیس ماشین : محاسبه مشخصات فاصله هوایی ،

آمبردور اندوژی و محاسبه مغناطیسی اندوکتور ماشینهای با قطب برجسته

فرم فلوی مغناطیسی در فاصله هوایی یک ماشین گردان ، تعاریف

مربوط به فلوهای دیفرانسیل .

محاسبه فلوهای فراری و زاگتانههای فراری اندوژی .

محاسبه تلفات در ماشینهای گردان : از قبیل تلفات مکانیکی ، آهن

ومس .

مسئله حرارت در ماشینها و محاسبه وانتیلاسیون اهمیت مسئله ،

کلیات روی تولید گرما در داخل ماشینها و انتقال بوسیله کنوکسیون ،

هدایت و تشعشع و متدهای عملی جهت تعیین مقادیر آنها

مسائل مربوط به طراحی سیم پیچ ماشینهای الکتریکی انواع عایق  
بندی و غیره ( .  
استفاده از روشهای کامپیوتری در طراحی ماشینهای الکتریکی.

مراجع :

- 1- Calcul Des Machines  
Electriques Tournantes  
A. Belot  
Paris- école Superieure D'electricite



## دینامیک سیستمهای قدرت الکتریکی I



تعداد واحد : ۳

نوع واحد : نظری

پیشنیاز : بررسی سیستمهای قدرت ۲ و ماشینهای الکتریکی ۳

سرفصل دروس : (۵۱ ساعت)

مقدمه ، تعاریف ، مسائل جاریه دینامیکی - مسائل عادی در کنترل

مدل عناصر اصلی ، سیستم برای بررسی دینامیکی : مدل دینامیکی بار ،

مدل ماشین سنکرون ، مدل درجه پائین ، مدل درجه بالا ، مدل مدار تحریک

و تنظیم کننده ولتاژ ، مدل گاورنر ، مدل توربین آبی ، توربین بخار ،

توربین گازی ، مدل نیروگاه اتمی .

تقسیم بندی مسائل دینامیکی

دینامیک سیستم باثبات زمانی بزرگ

کنترل بار و فرکانس ، پاسخ بویلر و کنترل آن

کنترل ثانویه در سیستم های قدرت

کنترل ولتاژ و توان راکتیو

پایداری دینامیکی و گذرا ، نوسانات تحت سنکرون ، نوسانات حاصل در

اثر کلید زنی

نوسانات بافرکانس پایین و کنترل های اضافی : مدل سیستم قدرت برای

بررسی نوسانات بافرکانس پایین - روشهای بهبود دمپینگ سیستم توسط

کنترل‌های اضافی در مدار تحریک - روشهای بهبود دمپینگ سیستم توسط

کنترل گاورنر .



شهای کنترل خطی بهینه سیستم قدرت الکتریکی : اصول کنترل خطی  
بهینه ، حل معادله ماتریسی ریکاتی - کاربرد مقادیر ویژه در طراحی کنترل

کننده های خطی بهینه

تجزیه و تحلیل مدل دینامیکی کلی سیستم

پایداری دینامیکی سیستم ، بهبود پایداری دینامیکی ، بهبود پایداری

دینامیکی با استفاده از کنترل کمکی تحریک

پایدارسازی شبکه قدرت

نوسانات زیرسنگرون : مدل الکتریکی مکانیکی برای بررسی پدیده

نوسانات زیرسنگرون - بررسی کنترل مدار تحریک - بررسی کنترل خطی

بهینه برای نوسانات زیرسنگرون .

مدل معادل دینامیکی سیستم قدرت الکتریکی در خارج از حوزه بررسی :

معادل برپایه مقادیر ویژه - معادل برپایه همبندی - معادل برپایه

اغتشاشات اتفاقی - معادل با استفاده از اندازه گیری و روشهای احتمالی

روش مستقیم لیاپانوف و کاربرد آن جهت بررسی پایداری گذرا

موضوعات روز رکنترل دینامیکی

مراجع :

Electric Energy System Theory, an introduction

By, Olle I. Elgerd, Mc Graw Hill 1982 Power

System Dynamics, By Yau-nan YU, Academic

Press 1983.

IEEE Power Engineering Society 1975,

Dynamic System Performance.

Symposium on Adequacy & Philosophy of Modelling IEEE Proc.

نقاصات جدید در زمینه مسائل دینامیکی سیستم قدرت .

## عنوان : مهندسی فشار قوی الکتریکی پیشرفته

### مشخصات :

پیشنیاز : عایقها و فشار قوی پروژه : - جمع ساعات تدریس : ۴۸	نوع درس : اختیاری نوع واحد : نظری تعداد واحد : ۳
--	--

### هدف :

#### سرفصلها :

- ۱- یادآوری قوانین الکترواستاتیک : قانون کولن- میدان الکتریکی- گشتاور الکتریکی- دو قطبی ها- بردار جابجایی- قانون گوس- تئوری تانژند- قانون پاشن.
- ۲- آثار میدانهای الکتریکی : پلاریزاسیون- یونیزاسیون- ظرفیت های جزئی- بارفضایی- ضریب حساسیت- تلفات عایقی- تخلیه جزئی- شکست الکتریکی.
- ۳- روشهای محاسبه شدت میدان الکتریکی : انواع میدان های الکتریکی- معادلات میدان- روشهای تحلیلی- روشهای تجربی- روشهای ترسیمی- روشهای آنالوگ- روشهای عددی.
- ۴- خواص عایق های الکتریکی : قابلیت هدایت- مقاومت مخصوص- مقاومت عایقی- مقاومت سطحی- ضریب تلفات- ضریب گذریمی- استقامت الکتریکی- استقامت حرارتی- اندازه گیری های لازم.
- ۵- تولید و اندازه گیری ولتاژهای زیاد : کاربرد ولتاژهای زیاد در سیستم های عایقی- شکل موج ولتاژهای زیاد- روشهای تولید ولتاژهای زیاد- روشهای اندازه گیری ولتاژهای زیاد.
- ۶- اصول طراحی عایقی تجهیزات فشارقوی : مقره ها- پوشینگ ها- کابل ها- محدودیت های عایقی- تعدیل شدت میدان الکتریکی- تعدیل غیر یکنواختی توزیع پتانسیل- بهره وری عایقی.
- ۷- نگهداری عایقی تجهیزات فشار قوی : تأثیر عوامل محیطی- تأثیر آلاینده ها بر عایق های بیرونی- روشهای افزایش استقامت سطحی- روشهای پیشگیری از تخریب سطحی- تعدیل اضافه ولتاژ- بازیافت عایقی.
- ۸- آزمایش های فشارقوی : ضوابط و دستورالعمل های استاندارد- انواع آزمایشها- ارزیابی عایقی- تخمین عمر عایقی.


### منابع و مراجع پیشنهادی :

۱- حسین محسنی، "مهندسی فشارقوی الکتریکی پیشرفته"، دانشگاه تهران، ۱۳۷۷.

2- E.Kuffel, W.S.Zaengl, "High Voltage Engineering", Pergamon Press Oxford, 2000.

3- J.S.T.Looms, "Insulators for High Voltages", Peter Peregrinus Ltd, London, 1990.

4- M.S.Naidu, "High Voltage Engineering", India, 2002.

محل مهر	شرح تغییرات	تاریخ	ویرایش
	تدوین توسط شورای عالی برنامه ریزی	۷۳/۱۱/۹	تدوین اولیه
	بازنگری توسط دانشکده مهندسی برق دانشگاه علم و صنعت ایران	۸۲/۷/۲۲	بازنگری اول

روشهای اجزاء محدود در الکترومغناطیس



تعداد واحد : ۳

نوع واحد : نظری

پیشنیاز : ماشین ۳

سرفصل دروس : (۵۱ ساعت)

- اصول ریاضی روش اجزاء محدود

- معادلات مشتق جزئی حاکم بر پدیده های فیزیکی - معادلات ماکسول

- روش حل معادلات دیفرانسیل بفرم انتگرال

( Variational Formulation)

- توابع پایه جهت تقریب توابع

- روش مستقیم کردن یک تابع انتگرالی

- روشهای مختلف تشکیل فرم انتگرالی Functional

- معادله اولر-لاگرانژ Euler-Lagrange

- فرم ضعیف Weak Form

- فرم انرژی Energy Form

- روش Weighted Residuals

- روش Collocation Method

- روش اجزاء محدود

- روش اجزاء محدود برای مسائل یک بعدی ، دوبعدی و سه بعدی و

متغیربازمان

- المانهای یک بعدی ، دوبعدی و سه بعدی



- فرم بتانسیتی معادلات میدان الکتریکی و مغناطیسی

- تشکیل معادلات برای هر جز،

- تشکیل معادلات کلی

- اعمال شرایط مرزی

- روشهای حل معادلات کلی

- روشهای کامپیوتری برای بدست آوردن نتایج نهائی

- 1- " FEM for Electrical Engineers" by Sylvester
- 2- " Introduction to FEM" by Reddy
- 3- "Computer Aided Design in Magnetics" by Lowther
- 4- "CAD in Electromagnetics" by Coulomb



دینامیک غیرخطی سیستمهای قدرت



تعداد واحد : ۳

نوع واحد : نظری

پیشنیاز : ماشینهای الکتریکی ۳ بررسی ۲

سرفصل دروس : ( ۵۱ ساعت )

- ۱- مقدمه : تعاریف پایداری گذرادرسیستم قدرت ( تک ماشین باس بینهایت و چند ماشینه ) یادآوری روش مستقیم لیابانوف نقاط تعادل
- ۲- مدل سازی دینامیکی سیستم قدرت برای تغییرات بزرگ مدل یک ماشین و باس بینهایت  
مدل دو ماشین  
مدل چند ماشین  
مدل درجه بالای ماشین سنکرون با اثرات غیرخطی شار ( تضعیف شار Flux Decay )  
مدل سیستم تحریک مدل درجه بالای چند ماشین با اثرات غیرخطی شار ( Flux Decay )  
مدل بارهای غیرخطی ( وابسته به فرکانس ولتاژ )  
- نمایش فضای حالت مدلهای یادشده با استفاده از مرکز زاویه COA
- ۳- توابع لیابانوف و انرژی برای سیستم قدرت  
توابع انرژی لیابانوف برای تک ماشین باس بینهایت  
توابع انرژی لیابانوف برای چندین ماشین  
توابع انرژی برای گروه ماشینها ( Group Energy Function )

توابع انرژی برای چندین ماشین بامدل مغلل شامل سیستم تحریک و  
بارهای وابسته به ولتاژ

تعمیم معیارسطوح مساوی روشهای تجزیه وترکیب

Decomposition Aggregation

۴- محاسبه مناطق بیداری برای سیستم چند ماشینه

منطقه جذب وبیداری ومشخصات مرزهای بیداری

روش های مختلف بااستفاده از uep و PEBS

۵- کاربرد

بررسی بیداری گذرا

بررسی ایمنی Security Assessment

روش UEP

روش CUEP

روش EBS

روش MOL

بررسی ایمنی دینامیکی Dynamic Security Assessment

۶- موارد جدید دربررسی تابع انرژی

توابع برداری لیاپانوف ونغیره

"Energy Function Analysis for Power  
System Stability" by M.A.PAI, 1989 Kluwer  
Academic Publishers IBSN 0-7913-9035-0

"Power System Stability"  
by M.A. PAI, 1981 North-Horthd Publishing  
Company ISBN 04448-6 310-9

مقالات متعدد نوشته شده درزمینه بیداری گذراوتابع انرژی وروش لیپانوف.





### کنترل توان راکتیو در سیستمهای قدرت

تعداد واحد : ۳

نوع واحد : نظری

پیشنیاز : بررسی سیستمهای قدرت ۲

سرفصل دروس : (۵ ساعت)

ایجاد توان راکتیو و عناصر ایجاد کننده آن .

کنترل توان راکتیو در حالت ایستا: جبران کردن بار- جبران کردن:

خلوط- جبران کننده موازی و جبران کننده موازی و جبران کننده سری -

جبران کردن با تصفیه بندی خط.

اثرات دینامیکی جبران کننده : تاثیرات در دوره گذرا- تاثیرات در

اولین نوسان - تاثیرات در نوسانات ممتد.

وساثل جبران کننده : راکتورها- خازنهای سری - خازنهای سنگرون

جبران کننده های استاتیک و طرز کار، طراحی آنها .

اثرات هارمونیک جبران کننده ها: اثر هارمونیک هابر خط- سوط

مخابراتی - فیلترها .

مماهنگی توان راکتیو: کنترل بهینه توان راکتیو- مدلهای کامپیوتری

قابل استفاده در این زمینه .

مسائل ویژه در کنترل راکتیو.

مراجع :

1- Reactive Power Control in Electric Systems.

T. J. E. Miller,

John Wiley & Sons



### بررسی حالات گذرا در سیستمهای قدرت

تعداد واحد : ۳

نوع واحد : نظری

پیشنیاز : بررسی سیستمهای قدرت ۲ و ماشینهای الکتریکی ۳

سرفصل دروس : ( ۵۱ ساعت )

بررسی حالت‌های گذرای الکترومغناطیسی در شبکه‌های قدرت شامل : روش‌های نرده ای Lattice ، برژرون ، کنولوشن ( Convolution ) ، بررسی درحوزه فرکانس ، تبدیل Z ( Z-Transform ) - مدل سازی و مدارهای معادل شبکه و سیستمهای انتقال زیرزمینی .

بررسی حالت‌های گذرا در ترانسفورموتورها و راکتورها شامل : مدل فیزیکی سیستمهای الکترومغناطیسی ساکن ، حل معادلات دیفرانسیل و تعیین جریانها ولتاژها در ترانسفورموتورهای یک فاز و سه فاز .

مقایسه نتایج تئوری و تجربی در ترانسفورموتورهای یک فاز سه فاز .

بررسی حالت‌های گذرا در ماشینهای الکتریکی شامل :

امواج ساکن و سیار در سیم پیچها ، طرز تقسیم ولتاژ ضربه ای در سیم پیچها و مدل سازی جهت تعیین ولتاژ ضربه ای در قسمت‌های مختلف سیم پیچ .

مراجع:

- 1- Z- Transform Electromagnetic Transient Analysis In High- Voltage Networks (W.Derek Humpage)
- 2- A Method For Solving Transient Phenomena In Multiphase Systems .( H.W. Dommel)
- 3- Electromagnetic Transient Analysis In EHV Power Networks (Derek Humpage And Kit-Pa Wong, of The Ieee, 1982)
- 4- Transient Current In Nonlinear Electromagnetic Devices (William K.Mac Fadyen)
- 5- Electric Machinery (Fitzgerald)



بررسی احتمالی سیستمهای قدرت



تعداد واحد :

نوع واحد :

پیشنیاز :

سرفصل دروس :

۱- مقدمه ای بر شرایط عدم قطعیت در بهره برداری ، برنامه ریزی و طراحی

سیستمهای قدرت

۲- کاربرد تئوری تصمیم گیری در سیستمهای قدرت

۳- بررسی احتمالاتی بخش توان

۴- بررسی احتمالاتی اتصال کوتاه

۵- بررسی احتمالاتی بایرداری سیستمهای قدرت

۶- شبیه سازی مانتوکار لولو کاربرد آن در سیستمهای قدرت

مراجع :

- 1- Probability Concepts in Electric Power Systems. BY: George J. Anders  
John Wiley & Sons

قابلیت اعتماد در سیستم های قدرت



تعداد واحد : ۳

نوع واحد : نظری

پیشنیاز : ریاضیات پیشرفته مهندسی

سرفصل دروس : (۵۱ ساعت)

فرآیندهای مارکف - فرآیند تجدید - مدل سازی فضای حالت - قابلیت اعتماد عناصر - آمادگی - تعمیر و نگهداری - قابلیت اعتماد سیستم ها - مدل سازی منطقی سیستم ها - روش های شبکه - روش های فضای حالت - قابلیت اعتماد سیستم تولید - قابلیت اعتماد سیستم توزیع - قابلیت اعتماد سیستم قدرت .

مرجع :

- 1- Reliability Modelling in Electric Power Systems By. J. Endreng
- 2- Power System Reliability Calculations By. R. Billinton
- 3- Introduction to Reliability in Design By. Chaels O. Smith
- 4- Papers from the literature

بررسی و شناخت انرژیهای نو



تعداد واحد : ۳

نوع واحد : نظری

پیشنیاز : ندارد

سرفصل دروس : (۵۱ ساعت)

وضعیت انرژی در جهان - میزان مصرف انرژی در حال و آینده - منابع  
کنونی انرژی و میزان بهره برداری - ذخایر انرژی - توزیع انرژی - انرژی  
خورشیدی - انرژی باد - انرژی گداخت و شکافت ، Wave Energy ،  
Geothermal Energy, Bio Energy, ... (طرق بهره برداری ،  
بررسی اقتصادی ، وضعیت در ایران و جهان ) .



مراجع :

- 1- Reliability Modeling In Electric Power System By: J. Endrenyi
- 2- Introduction To Reliability In Design By: Charles O. Smith
- 3- Reliability Evaluation of Engineering Systems: Concepts And Rechnigues
- 4- Method For Statistical Analysis Of Reliability & Life Data  
By: Nancy R.Mann  
Ray E.Schafer And Nozer D. Sing Purwalla





## شبیه سازی و مدلسازی

تعداد واحد: ۳

نوع واحد:

پیشنیاز: دانشجوی کارشناسی ارشد با توافق استاد

سرفصل درس: ( ۵۱ ساعت)

- ۱- اصول مدلسازی راستنمایی ( validation )، اجزا مدل ( چهارچوب، ساختار، پارامترها- ساختار استاتیکی و ساختار دینامیکی ) .
  - ۲- مدلسازی سیستم های متمرکز
  - ۳- مدلسازی سیستم های گسترده
  - ۴- شبیه سازی مونت کارلو
  - ۵- روشهای تولید اعداد تصادفی یکنواخت
  - ۶- روشهای تولید اعداد تصادفی غیر یکنواخت و خواص مدلهای مختلف احتمالاتی
  - ۷- نمونه های مشابه سازی صف انتظار آموزش، بازی و غیره.
  - ۸- روشهای کاهش واریانس
  - ۹- کامپیوتر و مشابه سازی، سخت افزارهای اختصاصی برای مشابه سازی، سیستم های حسابگر موازی و گسترده در مشابه سازی
  - ۱۰- آشنایی با زبانهای مشابه سازی با تاکید بر GPSS و SIMSCRIPT
- مراجع:
- 1- A Guide to Simulation, Bratley, Fox and Schrage, 1987.
  - 2- Computer-Aided Modelling and Simulation, J.A. Spriet and G.C. Vansteenkiste, 1982.

## سیستم های کنترل دیجیتال



تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: سیستم های کنترل خطی

سرفصلهای درس: (۵۱ ساعت)

آشنائی با سیستمهای کنترل دیجیتال و مثالهای از کاربردهای آنها، تبدیل Z و خواص آن و تبدیل Z معکوس تابع تبدیل پالسی و دنباله وزنی، نمونه برداری ضربه ای، محاسبه تبدیل Z باروش انتگرال کانولوتن، بازسازی سیگنال اصلی از روی سیگنال نمونه برداری شده تعیین پاسخ میان دولحظ نمونه برداری، تحقق کنترل کننده های دیجیتال و فیلترهای دیجیتال، نگاشت میان صفحه S و صفحه Z، تحلیل پایداری سیستمهای حلقه بسته درحوزه Z، بدست آوردن معادلهای زمان گسته، کنترل کننده های زمان پیوسته، اصول طراحی براساس معادلهای زمان گسته کنترل کننده های آنالوگ، اصول طراحی براساس روش مکان ریشه و روشهای پاسخ فرکانسی، روش طراحی تحلیلی، تحلیل فضای حالت، نمایش فضای حالت سیستمهای زمان گسته، حل معادلات حالت سیستمهای زمان گسته، ماتریس تابع تبدیل پالسی، گسته سازی معادلات فضای حالت سیستمهای زمان پیوسته، تحلیل پایداری لیابانوف سیستمهای زمان گسته خطی، غیرخطی و تغییرپذیر با زمان، تحلیل و طراحی در فضای حالت گسته، کنترل پذیری کامل حالت، کنترل پذیری خروجی، رویت پذیری

اثرگسته کردن سیستمهای کنترل زمان پیوسته بر کنترل پذیری و  
رویت پذیری، تبدیلات مفید در فضای حالت طراحی از طریق جایابی  
قطبها، فرمول آکرمن، پاسخ Deadbeat، روتیگرهای حالت،  
روتیگرهای حالت مرتبه کامل، طراحی روتیگرهای پیش بین، روتیگر  
جاری، روتیگر مرتبه حداقل، سیستمهای سرو

د. دارما راتنی ودنتر





## کنترل بهینه

تعداد واحد : ۳

نوع واحد : نظری

پیشنیاز : اصول کنترل مدرن

سرفصل دروس : (۵۱ ساعت)

فرموله کردن مسئله کنترل بهینه و تخمین پس داده ها  
Performances - برنامه ریزی دینامیک - روشهای برگشتی  
Recurrence - تئوری هامیلتون ، جاکوبی ، بلمن  
Hamilton-Jacobi-Bellman - محاسبات واریاسیون  
Variations - کاربرد محاسبات واریاسیون در سیستمهای  
کنترل بهینه - رگولاتورها و سروموتورهای خطی ، کنترل بانگ بانگ  
Bang Bang و زمان کمینه Minimum Time - مسائل  
ردیابی در سیستمها (با ورودی معین) TRACKING PROBLEM -  
روشهای عددی برای یافتن کنترل بهینه و مسیرهای بهینه - مسئله  
نقاط کرانی ثابت و متغیر - روش گرادین - کاربرد شبیه سازی کامپیوتری  
در کنترل بهینه - بررسی سیستمهای کنترل خطی بهینه منغصل .

مراجع:

- 1- R. Boudarel, J. Delmas, P. Guichet  
Command Optimale Des Processus  
Dunod, France
- 2- Andrew P. Sage, Chelsea C. White

Optimum Systems Control  
Prentice-Hall, Inc

3- Donald E.KIRK

Optimal Control Theory An Introduction  
Prettice - Hall, INC

4- LINEAR OPTIMAL CONTROL SYSTEMS,  
KWAKERNAAK, SIVAN, WILEY\_INTERSCIENCE, 1972.





## سیستمهای کنترل چند متغیره

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: اصول کنترل مدرن (یا کنترل پیشرفته یا نظریه سیستمهای خطی)

سرفصل درس: (۵۱ ساعت)

تئوری سیستمهای چندمتغیره

۱- نمایش سیستمهای چندمتغیره

۲- کنترل پذیری، روهیت پذیری و صورتهای کانونیکال

۳- تحقق سیستمهای چندمتغیره

۴- صفرها و قطب های سیستمهای چندمتغیره

۵- معکوس سیستمهای چندمتغیره

۶- پایداری سیستمهای چندمتغیره

طراحی سیستمهای چندمتغیره

۱- جایابی قطب و طراحی رویتگر در سیستمهای چندمتغیره

۲- کنترل بکویله سازی در سیستمهای چندمتغیره

۳- طراحی سیستمهای دنبال رونده چندمتغیره

۴- روشهای کنترل پاسخ فرکانسی سیستمهای چندمتغیره

مراجع:

- 1) R.V. Patd and N.Munro, "Multivariable System Theory and Design," Pergamon Press, 1982

- 2) J.M. Maciejowski, "Multivariable Feedback Design," Addison-Wesley, 1989
- 3) H.H. Rosenbrock, "State-Space and Multivariable Theory," Wiley, 1970, <sup>an.</sup>
- 4) P.K. Sinha, "Multivariable Control Introduction," Marcel Dekker, 1984







## سیستمهای کنترل غیرخطی

تعداد واحد : ۳

نوع واحد : نظری

پیشنیاز: سیستمهای کنترل خطی - اصول کنترل مدرن یا کنترل پیشرفته

یا نظریه سیستم های خطی (یا همزمان)

سرفصل دروس : (۵۱ ساعت)

۱- مقدمه: آشنائی با انواع توابع غیرخطی و کاربرد آنها در حلقه های

کنترل

۲- بررسی و آنالیز در فضای حالت و صفحه فاز Phase Plane analysis

، بررسی نقاط تعادل و سیکل های حدی، استفاده از Point

transformation technique جهت تعیین سیکل حدی، جذب

کننده ها و جذب کننده های عجیب (strange attractors)

۳- بررسی و آنالیز تابع توصیفی describing function analysis

بررسی سیکل حدی، بکارگیری Tsypkin's method در

تعیین دامنه و پریود سیکل حدی، بررسی سیستمهای آشوبناک و

Chaos

۴- اصول تئوری لیاپانوف، روش خطی نمودن متکاملات غیرخطی، روش

مستقیم لیاپانوف

۵- بررسی تئوری پیشرفته پایداری، بررسی پایداری سیستمهای خودگردان

و غیرخودگردان Autonomous and Non-Autonomous

۶- اصول طراحی سیستمهای کنترل غیرخطی

۱-۶ روش خطی نمودن با پس خور Feedback Linearization

۲۶- روش کنترل لغزان Sliding Control

۳۶- روش کنترل تطبیقی Adaptive Control یا مبحثی

اختیاری به انتخاب استاد درس

۷- وجود پروژه درسی در رابطه با مسائل فوق توضیه می شود.

مراجع :

- 1) J.J.E.Slotine and W.Li, "Applied Nonlinear Control," Prentice-Hall, 1991
- 2) M.Vidyasagar, "Nonlinear Systems Analysis," Prentice-Hall, 1993
- 3) P.A.Cook, "Nonlinear Dynamical Systems," Prentice-Hall, 1986
- 4) J.E.Gibson, "Nonlinear Automatic Control," McGraw-Hill, 1963





## شناختی سیستمها

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: سیستمهای استوکاستیک



سرفصل دروس: ( ۵۱ ساعت )

زمینه‌های مورد بحث:

تئوری وینر، کلموگرف - نمایش سیستمهای دینامیکی  
استوکاستیک بصورت متغیرهای مارکوف - تئوری کالمن، بوسی  
در زمان پیوسته و زمان منفصل - مختصری از آنالیز سریهای  
زمانی و فرآیندهای ARMA - معادلات دیفرانسیل  
استوکاستیک - فیلترکردن در حضور نویز " رنگین " - فیلترهای  
غیرخطی . .

تئوری تخمین - آشنائی با آمار ریاضی - روشهای  
آماری برای تخمین - تخمین MLE - روش تعمیم یافته کمترین  
مربعات - مسئله همگرایی - کاربرد . .  
کنترل استوکاستیک و مسئله شناختی - کنترل مرتبه  
دوم و معادله ریکاتی ( حالت پیوسته و حالت منفصل ) - کاربرد  
تئوری Martingale

تخمین تابع کوواریانس و طیف - کاربرد در پیش بینی

و ماف کردن - مندهای غیر احتمالی ( Deterministic ) -  
Bias و وارپانس تخمین عبارات مجانبی برای ماتریس  
کووارپانس و . . . . .

+ مباحث دیگر از قبیل کنترل Adaptive -  
فرآیندهای جهش ( Jump Processes ) و کاربرد آن -  
تصمیم گیری در محیط غیر دقیق ( Fuzzy ) - برنامه ریزی  
و شناسایی در مورد سیستمهای بزرگ . . .



## شبکه‌های عمیق



تعداد واحد : ۳

نوع واحد : نظری

پیشنیاز :

سرفصل دروس : (۵۱ ساعت)

مقدمه‌ای بر شبکه‌های عمیق، تاریخچه، مفاهیم کلی - شبکه مک  
کالاک و بیتس - پرسترون و دسته بندی نمونه ها - شبکه‌های هاپیلندو  
هاپنستدت، شبکه گرابرگ - ماشین بولتزن و ماشین دیفیوژن - قواعد  
یادگیری هب و دلتا - یادگیری بایس انتشار خطا - یادگیری در ماشینهای  
بولتزن - شبکه‌های خودتنظیم کننده - نظریه عمومی برای شبکه‌های  
عمیق - استنتاج تقریبی بکمک شبکه‌های عمیق - شناسایی الگوی  
تطبیقی با شبکه‌های عمیق خودتنظیم کننده - المانهای تطبیقی برای  
حل مسائل مشکل کنترل یادگیرنده - پیاده سازی الکترونیکی شبکه‌های  
عمیق، پیاده سازی با حافظه، مدارهای VLSI، مدارهای  
مجموع برنامه پذیر.



## میکروپروسور

تعداد واحد : ۲

نوع واحد : نظری

پیشنیاز : مدار منطقی

سرفصل دروس : (۵۱ ساعت)

شرح مختصر میکروپروسور (ریزپردازنده) و قسمتهای مختلف آن  
(نظیر واحدهای مخابراتی ALU)، رجیسترها، واحد کنترل - خطوط  
آدرس و داده ها.

شناسایی حافظه های Eprom, Rom, Ram.....

بررسی زبان Assembly و تجزیه و تحلیل واحد پردازش

(روشهای مختلف اجرای دستورالعمل).

بررسی نحوه ارتباط دستگاههای جانبی I/O با میکروپروسور

(نظیر روش های Rolling و بناوقفه Interrupt و

غیره) - موضوع حق تقدم Priority و نحوه اجرای آن

Daisy Chain و یا تعدد Interrupt نظیر

Vector Interrupt - Non Maskable و غیره.

انتقال اطلاعات از پروسور به I/O و بالعکس بصورت موازی

و بصورت سری با استفاده از IC های واسطه (بعنوان مثال

PIO و SIO در 80-2).

بررسی روشهای ارتباط مستقیم I/O یا حافظه (نظیر

تدریس آریز



مراجع:

- 1- Microprocessors And Small Digital Computer Systems For Engineer And Scientist; A. KORN
- 2- Microprocessor And Digital Systems
- 3- The Amz 8000 Family Data Book  
Advanced Micro Derices

## عنوان : حفاظت پیشرفته سیستم های قدرت

### مشخصات :

پیشنیاز : حفاظت و رله ها پروژه : - جمع ساعات تدریس : ۴۸	نوع درس : اختیاری نوع واحد : نظری تعداد واحد : ۳
---	--


### هدف :

#### سرفصلها :

- ۱- مقدمه شامل مزایای حفاظت دیجیتال، روند توسعه حفاظت دیجیتال
- ۲- سخت افزار رله های دیجیتال (بلوک دیاگرام) و قسمتهای مختلف رله های دیجیتال
- ۳- الگوریتم های با موج سینوسی
- ۴- الگوریتم های فوریه و والش
- ۵- الگوریتم های مبتنی بر روش حداقل مربعات
- ۶- الگوریتم های مبتنی بر مدل دیفرانسیل خط انتقال
- ۷- الگوریتم های مبتنی بر روش امواج سیار
- ۸- الگوریتم های رله دیفرانسیل
- ۹- محل یابی خطا
- ۱۰- حفاظت ترانسفورماتور
- ۱۱- حفاظت خطوط چند ترمینال
- ۱۲- مقدمه مخابرات فیبر نوری و کاربرد آن در حفاظت
- ۱۳- سیستم های هماهنگ شده حفاظت و کنترل سیستمهای قدرت

### منابع و مراجع پیشنهادی :

۱- «حفاظت و سیگنال دهی دیجیتال» ترجمه دکتر صادق جمالی، دانشگاه علم و صنعت ایران، ۱۳۸۰. 2- A.J.Johns & S.K.Salman, "Digital Protection for Power Systems", Peter Peregrinus, London, 1995. 3- A.Phadke & J.S.Thorp, "Computer Relaying for Power Systems", Research studies press Ltd., 1988.
--

محل مهر	شرح تغییرات	تاریخ	ویرایش
	تدوین شده توسط شورای عالی برنامه ریزی	۷۳/۱۱/۹	تدوین اولیه
	بازنگری توسط دانشکده مهندسی برق دانشگاه علم و صنعت ایران	۸۲/۷/۲۲	بازنگری اول
			بازنگری دوم





## بهره برداری از سیستمهای قدرت پیشرفته

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: مائین های الکتریکی ۳ و بررسی سیستمهای قدرت ۲

سرفصل دروس: (۵۱ ساعت)

مسائل اقتصادی در بهره برداری از سیستمهای قدرت،

Unit Commitment به روش های مختلف پیش بینی بار

روشهای مختلف، در مدار قرار گرفتن نیروگاهها، بخش توان اقتصادی

Economic Dispatch با در نظر گرفتن تلفات خط انتقال،

بخش توان نیروگاههای حرارتی و آبی، روشهای مختلف برای

برنامه ریزی سیستمهای قدرت، تبادل اقتصادی انرژی بین سیستمهای

بهم پیوسته، روشهای پیشرفته و سریع بخش توان، نظارت سیستمهای

قدرت سیستمهای EMS، SCADA نقش مراکز کنترل،

تخمین حالت سیستمهای قدرت Bad Data Detection, State Estimation

بررسی حساسیت سیستمهای قدرت و بررسی حالت های اضطراری

Contingency Analysis

مراجع:

1- Power Generation Operation & Control

By: Allen J. Wood

Bruce F. Wollenberg

John Wiley & Sons

2- Modern Power Systems Control and Operation

By: Alif S. Debs

Kluwer Academic Publishers.

## عنوان : هارمونیکهای سیستمهای قدرت

### مشخصات :

نوع درس : اختیاری	پیشنیاز : -
نوع واحد : نظری	پروژه : -
تعداد واحد : ۳	جمع ساعات تدریس : ۴۸

### هدف :


#### سرفصلها :

- ۱- مقدمه و تعریف: تعاریف، مشخصات و پارامترهای اساسی برای تعیین کیفیت سیستمهای قدرت، ...
- ۲- علل و اثرات ناخالصیها (هارمونیکها) در سیستمهای قدرت: اثرات هارمونیکها بر ترانسفورماتورها، موتورها، رله ها و خطوط (تلفات هارمونیکی، میزان عمر مفید، حساسیت، کنترل) (Geomagnetically Induced Currents (GIC), Ferro Resonance, Resonanc) , ...
- ۳- اندازه گیری کیفیت سیستمهای قدرت : اندازه گیری جریان، ولتاژ، توان و ... در حضور هارمونیکها.
- ۴- مدلسازی خطوط و اجزاء سیستمهای قدرت : مدل غیر خطی ترانسفورماتورها و موتورها، Harmonic Power Flow, Power Flow, ...
- ۵- کنترل کیفیت در سیستمهای قدرت : میزان مجاز هارمونیکها (استاندارد ۵۱۹ IEEE (...))، روشهای جلوگیری از GIC، فیلترها ... (Harmonic Filter, Active Filter), Power Conditioners, ...

### منابع و مراجع پیشنهادی :

#### مراجع :

- 1- G.T. Heydt, "Electric Power Quality", Star in a Circle Publications.
- 2- J.Arrillaga, D.A.Bradley and P.S.Bodger, "Power System Harmonics" John Wiley & Sons,
- 3- W.Shepherd and P.Zand, "Energy Flow and Power Factor in Non-Sinusoidal Circuits", Cambridge University Press, New York.

محل مهر	شرح تغییرات	تاریخ	ویرایش
	تدوین شده توسط دانشکده مهندسی برق دانشگاه علم و صنعت ایران	۸۲/۷/۲۲	تدوین اولیه
			بازنگری اول
			بازنگری دوم

## عنوان : کیفیت توان الکتریکی Electric Power Quality

### مشخصات :

پیشنایز : - پروژه : - جمع ساعات تدریس : ۴۸	نوع درس : اختیاری نوع واحد : نظری تعداد واحد : ۳
--	--

### هدف :

#### سرفصلها :

۱- مقدمه : کیفیت نیروی برق، تعاریف، کلاسه بندی موارد، ماهیت پدیده‌های مربوطه، شرایط نامی ولتاژ در شبکه، استانداردهای مربوطه و ...

۲- تعاریف و اصطلاحات (Terminology & Definitions) : موارد عمومی کیفیت انرژی الکتریکی، پدیده‌های گذرا، تغییرات و نوسانات ولتاژ، عدم تعادل ولتاژ، تغییر شکل موج، نوسانات فرکانس، ضریب اعوجاج، پدیده‌های outage, spike, notch و ... فاکتورهای THD, THF, C.DIN.

۳A- تغییرات و نوسانات ولتاژ (Voltage Variations and Fluctuations) : انواع نوسانات ولتاژ، افت/قطع ناگهانی ولتاژ (Voltage sags & interruptions)، اضافه ولتاژ گذرا، پدیده notching، تغییرات طولانی مدت ولتاژ، Undervoltage, Overvoltage.

رگولاسیون ولتاژ، عوامل بوجود آورنده و روشهای بهبود موارد فوق

۳B- هارمونیکها و اینترهارمونیکها (تعاریف، استانداردها، عوامل بوجود آورنده، راههای مقابله و ...)

۴- پدیده سوسوزدن (Flicker) : تعریف، بررسی آماری، استانداردهای مربوطه، روشها و تجهیزات اندازه‌گیری، پیش بینی و تعیین میزان سوسوزدن، منحنی‌های مربوطه، روشهای بهبود و کاهش این پدیده


۵- اثرات کیفیت توان : کیفیت برق و اثرات آن در دستگاههای اندازه گیری و الکترونیکی، انواع تجهیزات قدرت، بارهای الکتریکی، وسایل خانگی، کنتورهای القایی و الکترونیکی، سیستمهای مخابراتی و ...

۶- زمین کردن (Wiring & Grounding) : تعریف، دلائل زمین کردن، مشکلات و محدودیتهای زمین کردن تجهیزات حساس، استانداردهای مربوطه و ...

۷- مانیتورینگ و اندازه‌گیری موارد کیفیت توان : پارامترهای قابل اندازه‌گیری، نقاط مناسب برای مانیتورینگ در شبکه، معیارها و روشهای ارزیابی و اندازه‌گیری، بررسی استانداردهای مربوطه، انواع تجهیزات و دستگاههای اندازه‌گیری موارد کیفیت توان

### منابع و مراجع پیشنهادی :

- 1- R.C.Dugan, et al, "Electrical Power System Quality", 1996.
- 2- "Quality of Electrical Supply", ESAA short course Program, 1997.
- 3- GT. Heydt, "Electrical Power Quality", 1991.
- 4- J.Arrillaga et al, "Power System Harmonics", 1985.
- 5- M. Bollen, "Understanding Power Quality Problems", IEEE Press 2000.
- 6- "Voltage Quality in Electrical Power Systems", IEEE, 2001.
- 7- B.W.Kennedy, "Power Quality Primer", MC Graw Hill, New York, 2000.

محل مهر	شرح تغییرات	تاریخ	ویرایش
	تدوین شده توسط دانشکده مهندسی برق دانشگاه علم و صنعت ایران	۸۲/۷/۲۲	تدوین اولیه
			بازنگری اول
			بازنگری دوم

## عنوان : ادوات FACTS

### مشخصات :

پیشنیاز : - پروژه : - جمع ساعات تدریس : ۴۸	نوع درس : اختیاری نوع واحد : نظری تعداد واحد : ۳
--	--

### هدف :

#### سرفصلها :

- ۱- کنترل انتقال توان و دلیل نیاز به ادوات FACTS : اصول انتقال توان AC - مشکلات و نیازهای انتقال - ظهور ادوات FACTS - معرفی کنترل کننده‌های FACTS
- ۲- ادوات FACTS موازی (STATCOM-SVC) : اصول جبران‌سازی موازی استاتیکی - معرفی SVC و اصول کاربرد آن - کنترل SVC - معرفی STATCOM و کنترل آن - کاربردها
- ۳- ادوات FACTS سری (SSSC-TCSC) : معرفی TCSC و اصول کار آن - مدل TCSC - کاربرد TCSC - میراسازی نوسانات و رزونانسهای زیر سنکرون - جایابی و حفاظت TCSC - معرفی SSSC - مدل SSSC و کاربردهای آن
- ۴- جابجاگر فاز استاتیکی (SPS = Static phase shifter) : اصول کار جابجاگر فاز - معرفی جابجاگر فاز استاتیکی (SPS) - مدل SPS در حالت ماندگار و بررسی عملکرد آن - مدارهای قدرت SPS - کاربردهای SPS
- ۵- کنترل کننده یکپارچه پخش بار (UPFC) : معرفی UPFC و اصول کار آن - مشخصه‌های UPFC - نحوه کنترل مستقل توانهای اکتیو و راکتیو - مقایسه UPFC با دیگر ادوات FACTS - کنترل UPFC و حالت‌های دینامیکی.
- ۶- کنترل کننده پخش بار بین خطوط (IPFC) : معرفی IPFC - نحوه کنترل توان اکتیو بین دو خط موازی - کاربرد IPFC برای کنترل توان در چند خط موازی
- ۷- تجزیه و تحلیل و کنترل ادوات FACTS در حالت ماندگار : مدلسازی ادوات FACTS در حالت ماندگار - بررسی عملکرد ادوات FACTS در حالت ماندگار
- ۸- مطالعات حالت گذار در حضور ادوات FACTS : مرور معیار سطوح برابر - تجزیه و تحلیل سیستم قدرت در حضور ادوات FACTS (STATCOM-SVC-SSSC-TCSC, UPFC) - کنترل ادوات FACTS برای بهبود پایداری گذرا

### منابع و مراجع پیشنهادی :

- 1- A.T.Johns, A. Ter Gazarian and F. Warne.(editors)"Flexible AC Transmission Systems (FACTS)", IEE Power and Energy Series 30.
- 2- Robert J.Herrick, Narain G. Hingorani and Laszlo Gyugyi.(editorial Board). "Understanding FACTS", IEEE Press,

ویرایش	تاریخ	شرح تغییرات
تدوین اولیه	۸۲/۷/۲۲	تدوین شده توسط دانشکده مهندسی برق دانشگاه علم و صنعت ایران
بازنگری اول		
بازنگری دوم		

