دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

دفتر مدیریت برنامه‌ریزی آموزشی

فرم تعریف درس

عنوان درس به زبان فارسی	مدل‌سازی و تحلیل عددی ماشین‌های الکتریکی	**مقطع**	کارشناسی ارشد و دکتری
عنوان درس به زبان لاتین	Numerical Modeling and Simulation of Electrical Machinery	**رشته**	مهندسی برق
نوع درس	اختیاری	**گرایش**	قدرت
نوع واحد	نظری	**تعداد واحد**	سه
دروس پیش‌نیاز	ماشین‌های الکتریکی ۳	**جمع ساعات**	۴۸

هدف

امروزه پیشرفت جوامع در گرو صنعتی شدن و تبدیل روش‌های سنتی تولید به فرآیندهای خودکار و صنعتی می‌باشد. ماشین‌های الکتریکی به عنوان سیستم محرکه اصلی صنایع –از تجهیزات مورد استفاده در لوازم خانگی گرفته تا صنایع پیشرفته نظیر هوافضا – همواره در حال تغییر و تحول هستند. طراحی هر نوع ماشین الکتریکی با هدف خاصی صورت گرفته و در نهایت طراح به دنبال این است تا حاصل طراحی جوابگوی نیاز مورد نظر بوده و از نظر مشخصه‌های خروجی و راندمان کارکرد، بهینه باشد. تغییرات زیادی در طرح اولیه جهت دستیابی به طرح بهینه نهایی صورت می‌گیرد و در هر مرحله از طراحی نیاز به ارزیابی اثر تغییرات بر مشخصه خروجی می‌باشد. یکی از مراحل بنیادی در ارزیابی هر طرح استفاده از یک مدل ریاضی مناسب و دقیق برای شبیه سازی رفتار و مشخصه‌های خروجی ماشین الکتریکی است. استفاده از یک مدل ریاضی به جای ساخت یک نمونه واقعی ارزانتر بوده و زمان کمتری نیاز دارد. به همین دلیل در دهه‌های اخیر تلاش‌های زیادی توسط محققین جهت دستیابی به روش مناسب جهت مدل-سازی انواع ماشین‌های الکتریکی صورت پذیرفته است که منجر به ابداع روش‌هایی زیر شده است:

الف- مدار معادل مغناطیسی (Magnetic Equivalent Circuit)،

ب- تابع سیم‌پیچی (Winding Function)،

ج- روش اجزاء محدود (Finite Element) شده است.

در این درس هدف ارائه روش‌های مدل‌سازی و شبه‌سازی انواع ماشین‌های الکتریکی اعم از ترانس(تک‌فاز و سه‌فاز)، انواع موتور و ژنراتورهای الکتریکی با استفاده از روش‌های فوق می‌باشد. این روش‌ها علاوه بر توانایی مدل کردن ماشین در حالت سالم را دارند، می‌توان با این روش‌ها انواع شرایط مختلف خطا را نیز مدل کرد. این امر با استفاده از روش‌های مدل‌سازی سنتی که در درس تئوری جامع ماشین ارائه می‌شود غیر قابل انجام است. لذا این روش‌ها به عنوان تنهاترین و کاراترین ابزار جهت تحلیل ماشین‌های الکتریکی در شرایط مختلف کاری می‌باشد. دانشجویان در طول درس با روند مدل‌سازی انواع ماشین‌های الکتریکی با این روش‌ها تحت شرایط مختلف کاری آشنا شده، به طوری که پس از انجام پروژه‌های درسی توانایی مدل‌سازی انواع ماشین‌های الکتریکی را تحت نرم‌افزار مطلب را خواهند داشت.

عنوان سرفصل	ساعات ارائه
فصل اول	**۳**
مقدمه	
۱- مدل‌سازی و شبیه‌سازی	
۱-۱- اهداف مدل‌سازی و شبیه‌سازی	
۱-۲- تعریف اصلی در بحث مدل‌سازی و شبیه‌سازی	
۱-۳- ارزیابی مدل	

دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
مدیریت برنامه‌ریزی آموزشی دانشگاه

فصل دوم: مدل‌سازی و شبیه‌سازی ترانس‌های قدرت	۹
مقدمه ۲-۱- ترانسفورمرهای ایده‌آل ۲-۲- مدل ترانی دو سیم‌پیچه ۲-۲-۱- معادلات شاردور ۲-۲-۲- معادلات ولتاژ ۲-۲-۳- نمایش مدار معادل ۲-۳- شبیه‌سازی ترانس دو سیم‌پیچه ۲-۴- وضعیت ورودی‌ها و خروجی‌ها ۲-۵- در نظر گرفتن پدیده اشباع هسته در شبیه‌سازی ۲-۵-۱- منحنی مقدار لحظه‌ای اشباع ۲-۶- اتصال سه فاز ۲-۶-۱- اتصال Y-Y ۲-۶-۲- اتصال D-Y ۲-۷- پروژه‌های درسی	
فصل سوم: مدل‌سازی و شبیه‌سازی ماشین‌های الکتریکی بروش تابع سیم‌پیچی	۱۲
مقدمه ۳- روش تابع سیم‌پیچی جهت مدل‌سازی ماشین ۳-۱- تابع سیم‌پیچی ۳-۲- محاسبه تابع سیم‌پیچی ۳-۳- تابع سیم‌پیچی سیستم‌های چند تحریکه ۳-۴- محاسبه اندوکتانس در ماشین‌های قطب صاف ۳-۵- محاسبه اندوکتانس در ماشین‌های الکتریکی قطب برجسته ۳-۶- پروژه‌های درسی ۳-۶-۱- مدل‌سازی و شبیه‌سازی ماشین‌های الکتریکی قطب صاف بروش تابع سیم‌پیچی ۳-۶-۲- مدل‌سازی و شبیه‌سازی ماشین‌های سنکرون بروش تابع سیم‌پیچی ۳-۶-۳- مدل‌سازی و شبیه‌سازی دیگر ماشین‌های چرخان	
فصل چهارم: مدل‌سازی و شبیه‌سازی ماشین‌های الکتریکی بروش مدار معادل مغناطیسی	۱۲
مقدمه ۴- پرمآنس در مدارات مغناطیسی ۴-۱-۱- پرمآنس‌های ثابت ۴-۱-۲- پرمآنس‌های غیر خطی و پارامتریک ۴-۱-۳- نحوه محاسبه پرمآنس‌های ماشین‌های با شیار مستقیم با تعداد شیارهای متفاوت در استاتور و روتور ۴-۱-۴- اثر اوریب کردن شیارها ۴-۱-۵- اثر کج‌محوری رتور بر پرمآنس‌ها ۴-۱-۶- اثر پراکندگی شار بر پرمآنس‌ها ۴-۲- پرمآنس‌های ذاتاً غیرخطی ۴-۲-۱- روش تقریب منحنی B-H ۴-۲-۲- اثر ابعاد متغیر بر پرمآنس‌ها	

دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
مدیریت برنامه‌ریزی آموزشی دانشگاه
وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
دانشگاه صنعتی
خواجه نصیر الدین طوسی

۴-۳- منابع در روش مدار معادل مغناطیسی ۴-۳-۱- نیروی محرکه مغناطیسی کلاف‌ها در محیط‌های با پرمابیلیته بالا ۴-۳-۲- نیروی محرکه مغناطیسی سیم‌پیچ‌های گسترده ۴-۳-۳- مدل‌سازی آهنربای دائم در روش مدار مغناطیسی ۴-۴- محاسبه نیرو و گشتاور ۴-۵- مدار معادل مغناطیسی سیستم‌های الکترومغناطیسی ۴-۵-۱- هسته‌های تحریک شده با یک سیم‌پیچ و چند سیم‌پیچ ۴-۵-۲- هادی در شیار ۴-۵-۳- قطب‌های اساسی	
فصل پنجم: روند مدل‌سازی ماشین با استفاده از مدار معادل مغناطیسی	۶
۵- ماتریس‌های پرمآنس و معادلات ولتاژ ۵-۱- ماشین‌های القایی ۵-۱-۱- مدل‌سازی ساده ۵-۱-۲- مدل پیچیده ۵-۲- پروژه‌های درسی ۵-۲-۱- ماشین‌های سنکرون قطب برجسته ۵-۲-۲- ماشین‌های سنکرون با آهنربای دائم ۵-۲-۳- پروژه ماشین سوئیچ رلوکتانس ۵-۲-۴- پروژه ماشین قطب چاکدار و القایی	
فصل ششم: مدل‌سازی و تحلیل دینامیکی ماشین‌های القایی سه فاز در شرایط سالم و خطادار	۶
مقدمه ۶-۱- ساختار و مفاهیم عملکردی ۶-۲- تاثیر هارمونیک‌های زمانی و مکانی در مشخصه عملکردی ماشین‌های القایی ۶-۳- خود تحریکی در ماشین القایی ۶-۴- مدل‌سازی و شبیه‌سازی خطا در ماشین‌های القایی ۶-۵- تشخیص بروش تجزیه و تحلیل سیگنال جریان و ارتعاشات ۶-۶- تشخیص خطا بروش مدل‌های پایه ۶-۷- روش‌های عصبی و فازی در تشخیص خطا	

منابع و مراجع پیشنهادی

۱- "Computer-Aided Analyses of Electrical Machines" , By Vlado Ostovic, Prentice Hall ۱۹۹۴

۲- "Dynamics of Saturated Electric Machines" , By Vlado Ostovic, Springer Verlag Publisher ۱۹۸۹

۳- "Dynamic Analysis of Electric Machinary" , By: Chee-Mun-Ong. Pritic Hall ۱۹۹۸

۴- "Dynamic Simulation of Electrical Machines" , By T. A. Lipo, Class Note

۵- Class Note,

۶- IEEE Paper

توضیحات در خصوص تدوین اولیه، بازنگری‌ها و شرح تغییرات درس

این سرفصل در تاریخ ۸۷/۱۰/۲۵ در شورای برنامه‌ریزی آموزشی و در تاریخ ۸۸/۰۶/۳۱ در شورای دانشگاه مورد تصویب قرار گرفت.

دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
مدیریت برنامه‌ریزی آموزشی دانشگاه

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
دانشگاه صنعتی
خواجه نصیر الدین طوسی