

تئوری، کارآیی و کاربردهای ماشین‌های الکتریکی

با مثال‌هایی از *MATLAB*

تألیف:

مجتبی میرسلیم

استاد دانشگاه صنعتی امیرکبیر

انتشارات پژوهشگاه نیرو

TK ۲۱۸۲

میرسلیم، مجتبی، ۱۳۳۴-

تئوری، کارایی و کاربردهای ماشین‌های الکتریکی با مثال‌هایی از MATLAB (ویراست ۲) / تألیف مجتبی میرسلیم، تهران: پژوهشگاه نیرو، ۱۴۰۰.

۶۶۹ ص: مصور، جدول، نمودار

ISBN: ۹۷۸-۶۲۲-۹۸۰۰۱-۷-۱؛ ریال ۱,۵۰۰,۰۰۰

فهرست‌نویسی بر اساس اطلاعات فیپا

چاپ قبلی: انتشارات سروش پایا، ۱۳۹۵.

ویراست قبلی کتاب حاضر با عنوان "ماشین‌های الکتریکی: «تئوری، کارایی و کاربرد» «با مثال‌هایی از MATLAB»" در سال ۱۳۹۵ منتشر شده است.

واژه‌نامه.

کتابنامه.

۱. متلب. ۲. ماشین‌آلات برقی - طراحی به کمک کامپیوتر. ۳. ماشین‌آلات برقی - طراحی - برنامه‌های

کامپیوتری. ۴. Matlab Machinery--Computer-aided design ۵. Electric Machinery--Computer programs

Electric industries -- Iran ۷. Machinery--Drawing

ردمبندی دهی: ۶۲۱/۳۱۰۴۲-۰۲۸۵۵۴۶

شماره کتابشناسی ملی: ۸۵۴۳۲۰۷



انتشارات پژوهشگاه نیرو

چاپ اول: پاییز ۱۴۰۰

کلیه حقوق قانونی این اثر متعلق به پژوهشگاه نیرو است.

نشانی: تهران، شهرک غرب، انتهای بلوار شهید دادمان، پژوهشگاه نیرو، کدپستی: ۱۴۶۸۶۱۳۱۱۳

تلفن: ۸۸۰۷۹۴۰۱-۹

نمابر: ۸۸۰۷۸۲۹۶

وبگاه: www.nri.ac.ir

پست الکترونیک انتشارات: publications@nri.ac.ir

پیش‌گفتار

با سلام و درود به دانشجویان گرامی و پویندگان راه دانش. من این کتاب را از برای اینکه همواره به کتابی مانند آن نیاز داشتم، به نگارش درآوردم. در نوشتن این کتاب از جزوه‌های درسی و یادداشت‌های شخصی زمانی که دوره‌های تخصصی را می‌گذراندم بهره‌گیری نموده‌ام. دل‌بستگی شخصی من به یادداشت برداری ریزبینانه و تکمیل آن‌ها پس از آموزه و با بازگشت به بن‌مایه‌های به‌نام، انگیزه‌ای شد که آن یادداشت‌ها کمابیش به گونه‌ی رسا توانایی بهره‌برداری بعدی پیدا کند. از دید من یادداشت برداری به ویژه وقتی یسامان انجام گیرد، به انتقال درست مفاهیم پیچیده علمی کمک زیادی می‌کند. به علاوه، بیش از ۴۰ سال تدریس مبحث ترانس و ماشین‌ها و به‌کارگیری گفتگوهای سازنده با دانشجویان برای یافتن بهترین شیوه ارائه آموزه و پافشاری بر نکته‌های پایه، آمیزه‌ی درس و تمرین، پژوهش آزاد پیرامون ماشین‌های الکتریکی و ارزیابی تدریجی و پیوسته در یافته‌های دانشجو برای یافتن نقاط ضعفی که در محتوای آموزه یا شکل ارائه وجود دارد و بازسازی آن، از دسته عوامل یاری‌دهنده اینجانب در نگارش این کتاب بوده است.

کتابی که در پیش رو دارید ویژگی‌های چند دارد؛ بر پایه سیلابس درسهای ماشین‌های الکتریکی ۱، سه واحد و ماشین‌های الکتریکی ۲، سه واحد وزارت علوم، فناوری و تحقیقات نوشته شده است، برابر زمان کلاس هماهنگ شده است، شکل‌ها و گفتنی‌ها به گستردگی با جزئیات آمده‌اند و کوشیده‌ام به پرسش‌ها همانگونه که در اندیشه خواننده متبادر می‌شوند پاسخ داده شوند. هر بخش کتاب، از گفتنی‌های بنیادی آغاز و سپس به گونه‌ای گسترش داده میشود که هر دانشجویی، توانمند به فراگیری آن باشد. شمار گوناگون پرسش‌ها با پاسخ و پی پاسخ در هر بخش، به هرچه ساده‌تر و روشن‌تر شدن نوشته‌ها می‌افزاید تا دانشجویان بتوانند هرچه بهتر خود را برای آزمون‌های مقاطع آموزش تکمیلی آماده کنند. همچنین، با آوردن پیوست‌هایی کوشش شده است سستی برنامه‌های درسی در پشینازهای درس ماشین‌های الکتریکی جبران شود. نوشته‌های این کتاب می‌تواند برای دانشجویان رشته‌های مهندسی برق، مهندسی مکانیک، مهندسی پزشکی، نساجی، کانی و نیز مهندسين پيشه‌ور در صنايع سودمند باشد. بسیاری از نوشته‌های کتاب پیش‌رو با ترکیبی دیگرگون ولی محتوایی همانند در کتاب‌های مرجع دانشگاهی درونی و برونی یافت می‌شود. فهرستی از این بن‌مایه‌ها برای تسهیل بازگشت دستداران به آن‌ها در پایان کتاب آمده است. همچنین، کوشش شده است که بیشتر واژه‌ها به نگاره درست نوشته شوند. به عنوان دو نمونه؛ واژه هیستریسس یک واژه یونانی است و در زبان انگلیسی به شکل "هیس‌تری سی" و نه هیستریسس خوانده میشود، و یا واژه ترانسفورمر به شکل "ترانس فرمر" و نه ترانسفورماتور خوانده میشود.

در اینجا از شکیبایی و دلگرمی خستگی‌ناپذیر نیمه زندگی‌ام و همسر هم‌دلم بانو دکتر ملیحه مهرافزا، و دو فرزندم منا و محمد در نگارش این کتاب سپاسگزارم.

فهرست نوشته‌ها

۱ آشنایی با منابع انرژی، ماشین‌ها و نکات ایمنی

۱	۱-۱ مقدمه
۱	۲-۱ منابع انرژی
۳	۳-۱ روش‌های مرسوم تبدیل انرژی الکتریکی
۴	۴-۱ انواع ماشین‌ها
۷	۵-۱ اجزای اصلی ماشین و چند تعریف
۱۲	۶-۱ علت پیدایش گشتاور در ماشین
۱۳	۷-۱ ایمنی آزمایشگاهی
۱۳	۱-۷-۱ برق گرفتگی
۱۴	۲-۷-۱ مکانیزم برق گرفتگی
۱۹	۳-۷-۱ کاهش خطرات شوک الکتریکی
۲۱	۴-۷-۱ مدارشکن خطای زمین
۲۲	۵-۷-۱ عملیات امدادی
۲۲	۶-۷-۱ دستورهای ایمنی در آزمایشگاه

۲ مروری بر الکترومغناطیس

۲۵	۱-۲ میدان مغناطیسی
۲۶	۲-۲ فوران مغناطیسی
۲۷	۳-۲ دیدگاه مغناطیس‌شدن
۲۹	۴-۲ مدارهای مغناطیسی
۳۴	۵-۲ پراکندگی و برریزی فوران (پدیده لبه، برآمدگی، شکستگی)
۳۶	۶-۲ منحنی مغناطیس‌شوندگی و حلقه هیستریسیس
۴۲	۷-۲ روش‌های تحلیل مدارهای مغناطیسی
۴۲	۱-۷-۲ روش مغناطیسی
۴۶	۲-۷-۲ روش الکتریکی (روش رلوکتانسی با روش مدار معادل الکتریکی)
۵۲	۸-۲ القای ولتاژ

۵۵	۹-۲	خود القا
۵۶	۱۰-۲	القای متقابل (مشترک)
۶۱	۱۱-۲	جریان گردابی
۶۵	۱۲-۲	تلفات هسته
۶۸	۱۳-۲	تحریک با آهنربا
۷۸	۱۴-۲	مدل مداری یک کلاف پیچیده شده به دور هسته آهنی
۸۷	۱۵-۲	نیروهای الکترومغناطیسی
۹۰	۱۶-۲	گشتاور الکترومغناطیسی
۹۲	۱۷-۲	خلاصه
۱۰۲		تمرین ها

۳ مبانی تبدیل انرژی الکتریکی

۱۱۶	۱-۳	مقدمه
۱۱۷	۲-۳	موازنه انرژی
۱۱۸	۳-۳	انرژی و نیرو در سامانه الکترومکانیکی تک-تحریکه
۱۳۷	۴-۳	انرژی و گشتاور در سیستم میدان مغناطیسی چند-تحریکه
۱۴۲	۵-۳	موتور مقاومت مغناطیسی (ریلاکتنسی، رلوکتانسی)
۱۴۸	۶-۳	معادلات دینامیکی سامانه های الکترومکانیکی
۱۵۲	۷-۳	خلاصه
۱۵۵		تمرین ها

۴ ساختار و مبانی ماشین جریان مستقیم

۱۶۹	۱-۴	مقدمه
۱۷۳	۲-۴	بعضی مفاهیم مشترک بین ماشین های دوار
۱۸۰	۳-۴	ولتاژ تولیدی یکسوشده در یک ماشین دی سی
۱۸۳	۴-۴	سیم پیچی آرمیچر
۱۸۵	۱-۴-۴	سیم پیچی مجاور (حلقوی، موازی، روی هم)
۱۸۷	۲-۴-۴	سیم پیچی موجی
۱۸۸	۳-۴-۴	کاربردهای سیم بندی موجی و مجاور
۱۸۹	۵-۴	گشتاور الکترومغناطیسی