

بسم الله الرحمن الرحيم

کنترل برداری و دینامیک محرکه‌های

الکتریکی AC

تألیف:

نووت نی ولیپو

ترجمه:

دکتر جعفر میلی‌منفرد

(استاد دانشگاه صنعتی امیرکبیر)

مهندس فردین دالوند

(کارشناس ارشد مهندسی برق)

پاییز ۱۳۹۱

سرشناسه	نووتنی، دی. ویلی
عنوان و نام پدیدآور	Novotny, D. W.
مشخصات نشر	کنترل برداری و دینامیک محرک‌های الکتریکی AC / تألیف نووتنی و لیپو : ترجمه جعفر میلی منفرد، فردین دالوند.
مشخصات ظاهری	تهران : دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)، ۱۳۹۱.
شابک	۵۲۲ ص.
وضعیت فهرست نویسی	۹۷۸-۹۶۴-۴۶۳-۴۷۱-۰
یادداشت	فیا
موضوع	عنوان اصلی: Vector control and dynamics of AC drives, 1995.
موضوع	ماشین‌آلات برقی - جریان متناوب - الگوهای ریاضی
موضوع	محرک‌های برقی
موضوع	مدلهای جریان برقی - الگوهای ریاضی
موضوع	اصل جهت‌یابی میدان
موضوع	بردارها
موضوع	اعداد مختلط
شناسه افزوده	لیپو، تی. ا.
شناسه افزوده	Lipo, T. A.
شناسه افزوده	میلی منفرد، جعفر، ۱۳۳۲ - مترجم
شناسه افزوده	دالوند، فردین، مترجم
شناسه افزوده	دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)
رده بندی کنگره	۱۳۹۱ TK۲۷۳۲/۹۰۴۹
رده بندی دیویی	۶۲۱/۲۱۰۳۲
شماره کتابشناسی ملی	۲۸۲۰۷۲۰



انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر
(پلی تکنیک تهران)

عنوان کتاب	کنترل برداری و دینامیک محرک‌های الکتریکی AC
تألیف	نووت نی ولیپو
ترجمه	دکتر جعفر میلی منفرد - مهندس فردین دالوند
ناشر	انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)
لیتوگرافی چاپ و صحافی	انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)
چاپ اول	پاییز ۱۳۹۱
تیراژ	۱۰۰۰ نسخه
قیمت	۱۷۰۰۰ تومان
شابک	۹۷۸-۹۶۴-۴۶۳-۴۷۱-۰
	تلفن مرکز پخش: ۶۶۴۹۸۸۶۸
	ISBN : 978-964-463-471-0

آدرس: خیابان ولیعصر روبروی خیابان بزرگمهر، فروشگاه کتاب مرکز نشر دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)

حق چاپ برای ناشر محفوظ است

این کتاب برای جلوگیری از انتشار غیر مجاز رمزگذاری شده است

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

پیش‌گفتار مترجمان

مقدمه مؤلف

فصل ۱ مقدمه‌ای بر محرکه‌های الکتریکی AC

۱-۱	مقدمه	۱
۲-۱	مروری بر محرکه‌های الکتریکی DC	۳
۳-۱	مقایسه محرکه‌های الکتریکی AC و DC	۵
۱-۳-۱	کموتاتور و جابک‌ها	۵
۲-۳-۱	گستره توان و سرعت	۶
۳-۳-۱	بازده	۷
۴-۳-۱	ضریب توان	۷
۵-۳-۱	اینرسی	۸
۶-۳-۱	حفاظت	۸
۷-۳-۱	نگهداری موتور	۸
۸-۳-۱	مقاوم بودن	۹
۹-۳-۱	کارایی حالت ایستا	۹
۱۰-۳-۱	اندازه و وزن	۱۰
۴-۱	مقایسه ماشین‌های سنکرون و القایی	۱۱
۵-۱	نقش اینورترها در تنظیم سرعت	۱۲

۱۳	۶-۱ اینورتر ولتاژ ثابت (VSI) شش پله‌ای
۲۰	۷-۱ روش‌های کنترل فرکانس لغزش و سرعت موتور با اینورتر شش پله‌ای
۲۴	۸-۱ اینورترهای با مدولاسیون پهنای پالس (PWM)
۲۵	۱-۸-۱ مدولاسیون پهنای پالس قفل شده
۲۶	۲-۸-۱ مدولاسیون پهنای پالس سینوسی
۲۶	۳-۸-۱ مدولاسیون‌های سنکرون و آسنکرون
۲۹	۴-۸-۱ حذف پالس
۳۰	۵-۸-۱ تغییر به حالت شش پله‌ای
۳۰	۶-۸-۱ تلفات ناشی از اینورتر PWM در کنترل
۳۱	۷-۸-۱ ضربان گشتاور
۳۲	۸-۸-۱ استفاده از اینورتر PWM در کنترل سرعت موتور القایی
۳۲	۹-۱ اینورتر جریان ثابت (CSI)
۳۹	۱۰-۱ مقایسه محرکه‌های AC همه منظوره با محرکه‌های AC با کارایی بالا
۴۲	مراجع

فصل ۲ مدل‌سازی d و q ماشین‌های القایی و سنکرون

۴۳	۱-۲ مقدمه
۴۴	۲-۲ اندوکتانس‌های سیم‌پیچی
۵۳	۳-۲ معادلات ماشین در قاب مرجع ساکن c و b و a
۵۶	۴-۲ تعیین اندوکتانس‌های ماشین القایی
۶۰	۵-۲ بیان متغیرهای سه فاز توسط بردار فضایی مختلط
۶۴	۶-۲ معادلات ماشین القایی سه فاز با استفاده از بردارهای فضایی مختلط
۶۷	۷-۲ معادلات ماشین القایی ارجاع شده به استاتور

۶۹	۸-۲ معادلات ماشین القایی در قاب d و q
۷۷	۹-۲ مفهوم فیزیکی بردارهای فضایی مختلط
۸۳	۱۰-۲ توان در مدار معادل d و q
۸۷	۱۱-۲ مثال: مدل a و b و c استاتور و d و q
۹۱	۱۲-۲ گشاور الکترومغناطیسی
۹۸	۱۳-۲ بررسی راهاندازی موتور القایی با استفاده از متغیرهای d و q و o
۱۱۱	۱۴-۲ توسعه روش d و q و o برای تحلیل ماشین‌های سنکرون قطب برجسته
۱۲۹	۱۵-۲ توسعه روش d و q و o برای تحلیل موتورهای سنکرون با آهنربای دائم
۱۳۲	مراجع
۱۳۳	مسائل

فصل ۳ مدل d و q برای مبدل‌های الکترونیک قدرت

۱۳۷	۱-۳ مقدمه
۱۳۷	۲-۳ مدل d و q برای اینورترهای منبع ولتاژ
۱۴۳	۳-۳ مدل d و q برای عملکرد PWM
۱۴۵	۴-۳ مدل d و q برای اینورترهای جریان ثابت
۱۴۸	۵-۳ مدل‌های d و q اینورتر در قابل مرجع سنکرون
۱۵۲	۶-۳ مثال‌هایی از مدل‌های d و q موتور- اینورتر
۱۶۴	۷-۳ تقریب مؤلفه‌های اصلی برای عملکرد حالت ماندگار
۱۷۴	۸-۳ تشابه اینورترهای VSI و CSI
۱۷۵	مراجع
۱۷۶	مسائل

فصل ۴ تحلیل ماشین القایی با استفاده از برداری فضایی مختلط

۱-۴	مقدمه.....	۱۸۱
۲-۴	مدار معادل بردار فضایی مختلط.....	۱۸۲
۳-۴	تبدیل نسبت دور و اصلاح مدارهای معادل d و q	۱۸۴
۴-۲	مدارهای معادل حالت ماندگار.....	۱۸۶
۱-۴-۴	تغذیه سینوسی به شکل بردار فضایی مختلط.....	۱۸۸
۲-۴-۴	مدارهای معادل ارجاع شده به استاتور.....	۱۹۱
۵-۴	تغییرناپذیری مدار معادل حالت ماندگار.....	۱۹۷
۶-۴	مدارهای معادل اصلاح شده.....	۲۰۰
۷-۴	حالت‌های گذرای الکتریکی در سرعت ثابت.....	۲۰۵
۱-۷-۴	امپدانس‌های عملیاتی بردار فضایی مختلط.....	۲۰۶
۲-۷-۴	مثال: بررسی عملکرد گذرای یک ماشین القایی ناشی از تحریک ناگهانی جریان استاتور.....	۲۰۷
۳-۷-۴	روش کلی برای بررسی پاسخ حالت‌های گذرای کلیدزنی.....	۲۱۴
۸-۴	مقادیر ویژه در سرعت ثابت.....	۲۱۵
۱-۸-۴	مثال: اتصال کوتاه ناگهانی در ماشین القایی بدون بار.....	۲۲۶
۹-۴	مدارهای معادل حالت گذرا (شار پیوندی ثابت روتور).....	۲۳۰
۱-۹-۴	مدل شار پیوندی ثابت روتور.....	۲۳۱
۲-۹-۴	مدار معادل حالت گذرا.....	۲۳۲
۳-۹-۴	محاسبه ولتاژ مربوط به اندوکتانس حالت گذرا.....	۲۳۴
۴-۹-۴	اتصال کوتاه ناگهانی ماشین القایی بدون بار.....	۲۳۵
۵-۹-۴	توضیحاتی در مورد مدار معادل حالت گذرا.....	۲۳۸

۲۳۹.....	مراجع
۲۴۰.....	مسائل

فصل ۵ اصول کنترل برداری و جهت‌یابی میدان

۲۴۵.....	۱-۵ مقدمه
۲۴۶.....	۲-۵ کنترل گشتاور ماشین DC
۲۵۰.....	۳-۵ نیازمندی‌های کنترل گشتاور
۲۵۱.....	۴-۵ کنترل گشتاور ماشین سنکرون
	۱-۴-۵ ماشین سنکرون تغذیه شده با اینورتر جریان ثابت (ماشین DC بدون کموتاتور)
۲۵۱.....	
۲۵۶.....	۲-۴-۵ کنترل گشتاور و انتخاب γ
۲۵۷.....	۵-۵ مدل d و q برای ماشین سنکرون در حالت ماندگار
۲۵۷.....	۱-۵-۵ شرایط حالت ماندگار برای متغیرهای d و q
۲۵۹.....	۲-۵-۵ دیاگرام برداری متغیرهای d و q
۲۶۲.....	۶-۵ پیاده‌سازی کنترل گشتاور
	۱-۶-۵ کنترل گشتاور ماشین سنکرون با روش جهت‌یابی میدان و استفاده از اینورتر GSI
۲۶۲.....	
۲۶۴.....	۲-۶-۵ کنترل گشتاور با استفاده از $CRPWM$
۲۶۵.....	۳-۶-۵ محاسبه گر دامنه- فاز و استفاده از آن در کنترل گشتاور GSI
۲۶۶.....	۴-۶-۵ نیازمندی‌های کنترل گشتاور در ماشین سنکرون
۲۶۷.....	۷-۵ اندازه‌گیری الکتریکی زاویه میدان روتور (θ_r)
۲۶۹.....	۸-۵ ماشین‌های DC بدون جاروبک
۲۶۹.....	۱-۸-۵ ماشین موج سینوسی با کنترل جریان
۲۷۰.....	۲-۸-۵ ماشین موج دوزنقه‌ای با کنترل جریان

۲۷۲	 ۳-۸-۵ سایر ماشین‌های بدون جاروبک
۲۷۳	 ۹-۵ کنترل برداری ماشین القایی - حالت ماندگار
۲۷۳	 ۱-۹-۵ ملاحظات مربوط به مدارهای معادل متداول
۲۷۵	 ۲-۹-۵ مدار معادل اصلاح شده
۲۷۸	 ۳-۹-۵ کنترل گشتاور با استفاده از I_{ST} و I_{SQ}
۲۸۱	 ۴-۹-۵ بررسی رفتار متغیرهای ترمینال با استفاده از مؤلفه‌های جریان I_{ST} و I_{SQ}
۲۸۲	 ۱۰-۵ مدل d و q ماشین القایی در حالت ماندگار
۲۸۴	 ۱۰-۵ مثال: جهت‌یابی میدان ماشین القایی
۲۹۰	 ۱۱-۵ پیاده‌سازی جهت‌یابی میدان برای ماشین القایی
۲۹۱	 ۱-۱۱-۵ جهت‌یابی غیرمستقیم میدان شار روتور
۲۹۶	 ۲-۱۱-۵ جهت‌یابی مستقیم میدان
۲۹۸	 ۳-۱۱-۵ نیازمندی‌های کنترل گشتاور
۲۹۹	 ۱۲-۵ تفاوت اساسی جهت‌یابی میدان ماشین‌های سنکرون و القایی
۳۰۱	 مراجع
۳۰۲	 مسائل

فصل ۶ دینامیک کنترل برداری و جهت‌یابی میدان

۳۰۷	 ۱-۶ مقدمه
۳۰۸	 ۲-۶ دینامیک جهت‌یابی میدان ماشین القایی
۳۰۸	 ۱-۲-۶ مدل d و q ماشین القایی در قاب مرجع سنکرون
۳۰۹	 ۲-۲-۶ معادله‌های ماشین در قاب مرجع شار روتور
۳۱۰	 ۳-۲-۶ پاسخ حالت گذرای ماشین القایی با میدان جهت‌یابی شده
۳۱۴	 ۴-۲-۶ نمودار تولید گشتاور ماشین القایی با جهت‌یابی میدان

۳-۶	جهت‌یابی میدان شار روتور در ماشین القایی به روش غیرمستقیم.....	۳۱۶
۳-۶-۱	کنترل کننده به روش غیرمستقیم با ورودی‌های i_{ds}^e و i_{qs}^e	۳۱۶
۳-۶-۲	کنترل کننده به روش غیرمستقیم با ورودی‌های i_{dr}^e و i_{qr}^e	۳۱۸
۳-۶-۳	سایر کنترل کننده‌ها به روش غیرمستقیم.....	۳۱۹
۳-۶-۴	کنترل کننده به روش غیرمستقیم با استفاده از GSI	۳۲۰
۳-۶-۵	بررسی حالت گذرای راه‌اندازی با جهت‌یابی میدان به روش غیرمستقیم.....	۳۲۱
۳-۶-۴	جهت‌یابی میدان شار روتور در ماشین القایی به روش مستقیم.....	۳۲۷
۳-۶-۱	تعیین مستقیم زاویه شار روتور.....	۳۲۹
۳-۶-۲	اندازه‌گیری شار فاصله هوایی.....	۳۲۹
۳-۶-۳	اندازه‌گیری ولتاژ و جریان.....	۳۳۲
۳-۶-۴	پیاده‌سازی جهت‌یابی میدان به روش مستقیم.....	۳۳۴
۳-۶-۵	جهت‌یابی میدان شار فاصله هوایی ماشین القایی.....	۳۳۵
۳-۶-۱	معادله‌های d و q در دستگاه شار فاصله هوایی.....	۳۳۶
۳-۶-۲	بررسی پاسخ حالت گذرا در ماشین القایی کنترل شده توسط شار فاصله هوایی.....	۳۳۸
۳-۶-۳	رفتار حالت ماندگار در کنترل توسط شار فاصله هوایی.....	۳۴۱
۳-۶-۴	کنترل کننده با جهت‌یابی میدان به روش غیرمستقیم برای شار فاصله هوایی.....	۳۴۲
۳-۶-۵	کنترل کننده با جهت‌یابی میدان به روش مستقیم برای شار فاصله هوایی.....	۳۴۳
۳-۶-۶	بررسی حالت گذرای کنترل برداری ماشین سنکرون با جهت‌یابی میدان.....	۳۴۴
۳-۶-۱	مدل d و q ماشین سنکرون.....	۳۴۵
۳-۶-۲	کنترل برداری و کنترل زاویه.....	۳۴۶
۳-۶-۳	دینامیک جهت‌یابی میدان ماشین سنکرون.....	۳۴۸

۳۴۹	۱-۳-۶-۶ عملکرد با جریان ثابت (ناحیه گشتاور ثابت).....
۳۵۱	۲-۳-۶-۶ عملکرد با تحریک متغیر میدان (ناحیه تضعیف شار).....
۳۵۲	۴-۶-۶ پاسخ دینامیکی کنترل زاویه ($\gamma = 0$).....
۳۵۴	۵-۶-۶ مثال: جهت‌یابی میدان ماشین سنکرون.....
۳۶۱	۷-۶ استفاده از ولتاژ به عنوان متغیر کنترلی در جهت‌یابی میدان.....
۳۶۲	۱-۷-۶ معادله‌ی ولتاژ ترمینال ماشین القایی برحسب شار روتور.....
۳۶۳	۲-۷-۶ معادله‌های برطرف کننده تزویج برای جهت‌یابی میدان.....
۳۶۵	۳-۷-۶ مثال‌هایی از جهت‌یابی میدان توسط اینورترهای کنترل کننده‌ی ولتاژ.....
۳۶۷	۸-۶ جهت‌یابی میدان برای شار استاتور.....
۳۶۹	۱-۸-۶ مدل ریاضی برای جهت‌یابی میدان توسط شار استاتور.....
۳۷۰	۲-۸-۶ طراحی برطرف کننده‌ی تزویج برای سیستم جهت‌یابی میدان با شار استاتور.....
۳۷۲	مراجع.....
۳۷۳	مسائل.....

فصل ۷ تنظیم کننده جریان در مبدل‌های توان

۳۷۵	۱-۷ مقدمه.....
۳۷۶	۲-۷ اینورترهای تنظیم کننده جریان.....
۳۷۷	۱-۲-۷ تنظیم کننده جریان با استفاده از اینورتر GSI
۳۸۰	۲-۲-۷ اینورترهای PWM تنظیم کننده‌ی جریان.....
۳۸۲	۳-۷ تنظیم کننده‌های هیستریزس.....
۳۹۱	۴-۷ کنترلرهای مقایسه شیب.....
۳۹۶	۵-۷ تنظیم کننده‌های قاب ساکن.....
۴۰۱	۶-۷ تنظیم کننده‌های قاب سنکرون.....

۴۰۷	۷-۷ جبرانسازی پیش‌خور.....
۴۱۰	۸-۷ جبران‌ساز پیش‌خور تقویت شده.....
۴۱۱	۹-۷ جبران‌سازی پیش‌خور با جداسازی.....
۴۱۲	۱۰-۷ کنترل بیش‌بین.....
۴۱۴	۱۱-۷ نتیجه‌گیری.....
۴۱۵	مراجع.....

فصل ۸ اثر تنظیم پارامترها و اشباع در جهت‌یابی غیرمستقیم میدان

۴۱۷	۱-۸ مقدمه.....
۴۱۸	۲-۸ نمودار فازوری برای عملکرد با تنظیم نادرست.....
۴۲۰	۱-۲-۸ مشخصه‌های گشتاور در روش جهت‌یابی میدان.....
۴۲۸	۲-۲-۸ مثال‌ها.....
۴۲۹	۳-۲-۸ مشخصه‌های شار در روش جهت‌یابی میدان.....
۴۳۰	۴-۲-۸ تأثیر اشباع مغناطیسی.....
۴۳۳	۵-۲-۸ ملاحظات اتلاف توان.....
۴۳۸	۶-۲-۸ مثال - عدم تنظیم در روش جهت‌یابی میدان ماشین القایی.....
۴۴۵	۳-۸ پاسخ حالت گذرا.....
۴۴۵	۱-۳-۸ پاسخ گشتاور در صورت وجود خطا در بهره‌ی لغزش.....
۴۵۲	۲-۳-۸ نمودار معادله‌های ولتاژ روتور.....
۴۵۲	۳-۳-۸ شبیه‌سازی پاسخ گذرا با وجود خطای بهره لغزش.....
۴۵۶	۴-۸ انتخاب بهینه سطح شار.....
۴۵۸	۱-۴-۸ حداکثر گشتاور بر آمپر استاتور.....
۴۵۹	۲-۴-۸ حداکثر بازده محرکه.....
۴۶۳	۳-۴-۸ کاهش حساسیت به عدم تنظیم کنترل‌کننده.....

۴۶۴	 بهره‌برداری بهینه از مبدل
۴۶۵	 محدودیت‌های جریانی مبدل ۱-۴-۴-۸
۴۶۵	 محدودیت‌های ولتاژ و جریان اینورتر ۲-۴-۴-۸
۴۶۸	 مراجع
۴۶۹	 مسائل

فصل ۹ عمل‌کرد تضعیف شار

۴۷۱	 مقدمه ۱-۹
۴۷۲	 ظرفیت و تقاضای گشتاور در محرکه‌های با کارایی بالا ۲-۹
۴۷۶	 استراتژی کنترل‌برداری ماشین القایی در ناحیه توان ثابت ۳-۹
۴۷۸	 محدودیت‌های ولتاژ و جریان اعمالی از طرف اینورتر ۴-۹
۴۸۱	 منحنی ظرفیت گشتاور بیسینه در روش متداول ۵-۹
۴۸۲	 طرحی برای دستیابی ظرفیت بیشینه‌ی گشتاور ۶-۹
۴۸۴	 عبور از ناحیه گشتاور ثابت به ناحیه توان ثابت ۱-۶-۹
۴۸۴	 ناحیه دوم: تضعیف شار با توان خروجی ثابت ۲-۶-۹
۴۸۵	 ناحیه سوم: تضعیف شار با ثابت ماندن حاصل ضرب توان در سرعت ۳-۶-۹
۴۸۶	 پیاده‌سازی سیستم کنترل ۷-۹
۴۸۹	 مراجع
۴۹۱	 پیوست: معرفی پروتکت
۴۹۴	 پاسخ مسائل
۵۱۱	 فهرست راهنما

به نام خدا

پیشگفتار مترجمان

تغییر و تنظیم سرعت در محرکه‌های الکتریکی^۱، یکی از مهمترین نیازها در صنایع، اتوماسیون کارخانجات و سیستم‌های حمل‌ونقل می‌باشد. در دهه‌های اخیر پیشرفت و تکامل سریع عناصر و تجهیزات الکترونیک قدرت بویژه ظهور پرقدرت پردازنده‌های سیگنال دیجیتال^۲ (DSP)، اجرای روش‌های پیشرفته کنترل را امکان‌پذیر نموده است. پیاده‌سازی روش‌های کنترل‌برداری، کنترل مستقیم گشتاور، روش‌های کنترل هوشمند در محرکه‌های الکتریکی پیشرفته با کارایی بالا در دهه‌های اخیر بکمک تجهیزات فوق امکان‌پذیر شده‌اند.

از ویژگی‌های برجسته این کتاب ارائه مطالب بکمک بردار فضایی مختلط^۳ به عنوان یک ابزار ریاضی جهت ساده کردن مدل‌سازی ماشین‌های الکتریکی چندفاز می‌باشد. این مفهوم همچنین دارای ارزش فراوانی به عنوان یک ابزار تحلیلی در آشکارسازی کنش‌های دینامیکی مابین شارها و جریانها و به ویژه جهت‌یابی میدان در کنترل‌برداری و مستقیم گشتاور در محرکه‌های الکتریکی ac نیز می‌باشد.

فصل اول به معرفی محرکه‌های الکتریکی ac و مقایسه آن با محرکه‌های dc پرداخته است. فصل دوم و سوم و به دنبال آن فصل چهارم مدل‌سازی q, d ماشین‌های الکتریکی و مبدل‌های الکترونیک قدرت بکمک متغیرهای فضایی مختلط را ارائه نموده است. مفهوم و رفتار حالت ماندگار جهت‌یابی میدان ماشین‌ها در فصل پنجم و دینامیک

-
1. Electrical Drives
 2. Digital Signal Processes
 3. Complex Space Vector

جهت‌یابی شار در فصل ششم برای علاقه‌مندان مطرح شده است. تنظیم‌کننده‌های جریان در مبدل‌های الکترونیک قدرت، حساسیت پارامترها و اثر اشباع در جهت‌یابی میدان و عمل‌کرد تضعیف شار در فصول ۷، ۸ و ۹ آورده شده‌اند.

این کتاب می‌تواند برای دانشجویان تحصیلات تکمیلی و مهندسان شاغل در صنعت، علاوه بر جنبه‌ی آموزش مفاهیم پایه‌ی متغیرهای فضایی مختلط، جهت‌یابی میدان و کنترل‌برداری، در آشنا نمودن آنان با مباحث روز مطرح در زمینه محرکه‌های الکتریکی AC مفید واقع شود.

در ترجمه‌ی کتاب امانت‌داری رعایت شده است و در حد امکان سعی بر آن بوده است که متن ترجمه ساده، گویا و عاری از اصطلاحات ناآشنا در زبان فارسی باشد. در پایان از مدیریت محترم و کلیه کارکنان انتشارات امیرکبیر، بویژه سرکار خانم خدیجه حق‌شنو که برای تایید این کتاب قبول زحمت نموده‌اند قدردانی می‌شود. امید است این تلاش ناچیز در جهت پیش برد و اعتلای سطح علمی دانشجویان و مهندسان کشور مؤثر واقع شود.

استاد دانشکده مهندسی برق

دانشگاه صنعتی امیرکبیر

دکتر جعفر میلی‌منفرد

دانش آموخته کارشناسی ارشد برق

دانشگاه صنعتی امیرکبیر

فردین دالوند

بهار ۱۳۹۰

مقدمه مؤلف

مطالب بیان شده در این کتاب، در واقع حالت کنونی از یک سیر تکاملی با هدف تهیه مجموعه مطالبی در سطح تحصیلات تکمیلی برای درس کنترل برداری و دینامیک محرکه‌های الکتریکی AC می‌باشد. انتشار این مطالب در این زمان به منزله پایان کار نیست، بلکه بیشتر به منظور ایجاد یک نسخه رسمی از مطالعات با هدف سودمند بودن برای دانشجویان و مشارکت آنها در این صنعت می‌باشد.

با آنکه مخاطبین مطالب این متن، دانشجویان دوره‌ی تحصیلات تکمیلی مهندسی برق می‌باشند، ولی علاوه بر آن تعداد زیادی از مهندسين شاغل در صنعت و همچنین دانشجویان مقاطع بالاتر در دروس انتخابی دیگری که در معرض بخش‌هایی از مطالب بوده‌اند، نیز مدنظر قرار گرفته‌اند. به ویژه، مفهوم جهتیابی میدان و نتیجه آن یعنی توانایی کنترل مستقیم گشتاور، یکی از مفاهیم مورد علاقه خیلی از افراد بوده و می‌باشد. این امر موجب گردیده که قسمت‌هایی از متن به نحوی سازماندهی شود که دارای مطالب آموزشی با یک قالب انعطاف‌پذیر برای استفاده در موارد مختلف باشد.

قبل از هر چیز ما ارائه مطالب توسط بردار فضایی مختلط را پذیرفتیم. زیرا این مفهوم دارای ارزش فراوانی به عنوان یک ابزار تجسمی در آشکارسازی کنش‌های دینامیکی مابین شارها و جریان‌ها در ماشین‌های الکتریکی می‌باشد. با اینکه این مفهوم در ایالات متحده نشأت گرفته است ولی در اینجا هنوز آنچنان استفاده نشده است. این در حالی است که مفهوم ذکر شده در اروپا، ژاپن و سایر مناطق به طور وسیع مورد استفاده قرار گرفته است. استفاده‌ی ما از این مفهوم در توسعه مطالب این کتاب به گونه‌ای بوده است که هم اکنون یک مفهوم کلیدی در سراسر کتاب می‌باشد. توانمندی بردار فضایی مختلط به عنوان یک ابزار ریاضی جهت ساده کردن مدلسازی ماشین‌های الکتریکی چند فازه همانند یک روش ادراکی برای تجسم و تفسیر نتایج، برای هر فردی که فصل‌های دوم، سوم و چهارم این کتاب را مطالعه کرده و از قبل نیز تلاشی برای کسب موارد مشابه با استفاده از ماتریس متغیرهای حقیقی داشته است، به خوبی آشکار خواهد شد.

اگرچه هدف اولیه مطالب متن، بحث کردن درباره کنترل برداری و جهتیابی میدان است ولی علاوه بر آنها، شمار زیادی از مباحث معمول به عنوان مثال‌هایی در مورد

استفاده از مدل پایه ماشین مورد بحث قرار گرفته‌اند. این مباحث شامل توسعه مدل‌های استاندارد حالت ماندگار ماشین، حالت‌های گذرای کلیدزنی سرعت ثابت، مدل‌های حالت گذرای شار محصور^۱، مدل‌های ماشین-اینورتر و غیره می‌باشد. مطالب از طریق مختلف و به گونه‌ای سازماندهی شده‌اند که خوانندگان مختلف با پیش زمینه‌ها و نیازهای مختلف بتوانند از آنها بهره‌مند شوند. به عنوان مثال می‌توان چنین پیشنهاد کرد که:

۱. دانشجویان تحصیلات تکمیلی مطالب را به ترتیب ارائه آنها در کتاب دنبال کنند.
۲. افرادی که به مفهوم و رفتار حالت ماندگار جهت‌یابی میدان ماشین‌ها علاقه‌مند می‌باشند، می‌توانند مستقیماً به فصل پنجم مراجعه کنند. تنها دانش پیش‌نیاز این افراد تئوری حالت ماندگار ماشین می‌باشد که در کتاب‌های سطح مقدماتی بیان شده است.

۳. افرادی که به دینامیک جهت‌یابی شار علاقه‌مند می‌باشند، می‌توانند مستقیماً به فصل ششم مراجعه کنند. دانش پیش‌نیاز برای آنها مدلسازی q, d ماشین می‌باشد. این دانش در صورت نیاز در فصل دوم قابل دسترسی است.

۴. به منظور آشنایی با تحلیل متغیرهای فضایی مختلط، فصل دوم و به دنبال آن فصل چهارم مطالب پایه و همچنین مثال‌های کافی برای نمایش واضح توانمندی این روش را فراهم می‌کنند.

تعدادی مسائل نمونه در متن وجود دارد. همچنین اکثر فصل‌ها دارای یک مجموعه از مسائل در پایان فصل می‌باشند که به عنوان مطالعه شخصی می‌توان از آنها بهره گرفت. پاسخ‌های این مسائل در انتهای کتاب آورده شده‌اند.
ما این کتاب را به تعداد زیادی از دانشجویان که در مدت شرکت آنها در کلاس‌های درس‌مان در سال‌های گذشته، در شکل‌گیری مطالب کمک کرده‌اند، تقدیم می‌کنیم.

D.W.N and T.A.L

Madison, WI, USA-February, 1996.