

محرکه های الکتریکی پیشرفته

تحلیل، مدل سازی، کنترل

مولفان:

ریک د دانکر

دیه کو و. ج. پل

آندره ولتمن

مترجم:

سید محمد دهقان

عضو هیئت علمی دانشگاه صنعتی قم

سرشناسه	د. دانکر، ریک
عنوان و نام پدیدآور	De Doncker, Rik
مشخصات نشر	تهران: میعاد اندیشه، ۱۳۹۸.
مشخصات ظاهری	۲۵۵ص:، صورت (رنگی)، جدول، نمودار.
شابک	978-622-231-016-5
وضعیت فهرست نویسی	فیا
یادداشت	عنوان اصلی: Advanced electrical drives Analysis, Modeling, control. 2011.
یادداشت	کتابنامه.
موضوع	کنترل کننده های برقی -- الگوهای ریاضی
موضوع	Electric controllers -- Mathematical models
موضوع	موتورهای برقی -- کنترل الکترونیکی
موضوع	Electric motors -- Electronic control
شناسه افروده	بولی، داکو دیلیو ج.
شناسه افروده	Pulle, Duco W. J.
شناسه افروده	ولتمن، آندره
شناسه افروده	Veltman, André
شناسه افروده	دهقان، سید محمد، ۱۳۶۰- مترجم
رده بندی کنگره	TK۲۸۵۱/د۳م۳ ۱۳۹۸
رده بندی دیویی	۶۲۱
شماره کتابشناسی ملی	۱۶۳۹۷۰۲



عنوان کتاب: محرکه های الکتریکی پیشرفته: تحلیل، مدل سازی، کنترل

مترجم: سید محمد دهقان

ناشر: میعاد اندیشه

نوبت چاپ: اول - ۱۳۹۸

شمارگان: ۱۰۰ نسخه

قیمت: ۳۵۰/۰۰۰ ریال

شابک: ۵-۱۶-۲۳۱-۶۲۲-۹۷۸

همه ی حقوق مادی و معنوی این اثر برای مترجم محفوظ است.

تکثیر و انتشار این اثر به هر صورت، از جمله بازنویسی، فتوکپی، ضبط الکترونیکی و ذخیره در سیستم های بازیابی و پخش، بدون دریافت مجوز کتبی و قبلی از مترجم به هر شکلی ممنوع است.

این اثر تحت حمایت «قانون حمایت از حقوق مولفان، مصنفان و هنرمندان ایران» قرار دارد

پیشگفتار

این کتاب درسی با توجه به میزان پشتیبانی از خوانندگان برای یادگیری عمیق و جامع بحث‌های مورد نظر، مشخص می‌شود. این کتاب دارای ساختاری است که هدف فوق را برای مهاجران به رشته‌های مهندسی و فناوری‌های کلیدی در گستره وسیعی از محرکه‌های الکتریکی پیوسته می‌باشد.

برای رسیدن به هدف مورد اشاره، توزیع مطالب کتاب بسیار هوشمندانه صورت گرفته است. در فصول ابتدایی، مطالب به زمینه ارائه شده است. در این راستا، در ابتدا به معرفی ساختارهای اساسی میدل‌های قدرت و موضوعات کلیدی مورد نیاز برای شناخت و استفاده از میدل‌های الکترونیک قدرت عملی پرداخته شده است. همچنین یک شالوده مناسب برای درک دو رویکرد اصلی کنترل‌کننده‌های جریان کنترل‌کننده هیستریزس و کنترل‌کننده مبتنی بر مدل ایجاد شده است. فراهم نمودن یک پیش‌زمینه مناسب و دقیق در زمینه میدل‌های قدرت و کنترل‌کننده‌های جریان باعث شده است که تمرکز روی کتاب بر روی مفاهیم مربوط به محرکه‌های الکتریکی قرار گیرد.

استفاده از ساختارهای مشترک، یکی از مزایای فوق‌العاده این کتاب می‌باشد. برای توسعه یک ساختار پایه مشترک برای مدل‌سازی و کنترل، تمام ماشین‌ها به یک دسته تقسیم می‌شوند، یعنی ماشین‌های جریان مستقیم، جریان متناوب سنکرون، و جریان متناوب "مغناطیسی" با استفاده از یک ترانسفورماتور گردان ایده‌آل مدل شده‌اند. این ساختار در ابتدا برای ماشین‌های جریان مستقیم اعمال شده است و به راحتی برای ماشین‌های جریان متناوب توسعه داده شده است. جهت ایجاد یکنواختی در بحث‌های مربوط به ماشین‌های مختلف، ماژول‌های مشترک بکار رفته است. این ماژول‌ها سازگار با محیط‌های شبیه‌سازی نیز می‌باشند. ساختار مشابهی برای ماژول‌های کنترلی استفاده شده است.

جداسازی فصول مربوط به مدل‌سازی ماشین و کنترل محرکه مربوطه از یکدیگر بسیار مفید می‌باشد. مدل‌سازی ماشین‌ها شالوده‌ای را بنا نهاده است که امکان ارائه الگوریتم‌های

کنترلی در یک ترتیب منطقی از روش‌های کلاسیک تا پیشرفته، فراهم شده است. دربرگیری هر دو ماشین سنکرون آهن‌ربای دائم سطحی و داخلی بسیار ارزنده می‌باشد. چراکه این ماشین‌ها در حال گسترش در بسیاری از کاربردها می‌باشند. توجه به بهره‌برداری در حالت تضعیف میدان نیز بسیار مهم است. دربرگیری محدودیت‌های محرکه از جمله حداکثر جریان، حداکثر شار، حداکثر گشتاور بر شار و حداکثر گشتاور بر جریان، محدوده بهره‌برداری از محرکه‌ها را به خوبی مشخص کرده است. از ساختار کنترل میدان‌گرای جامع جهت ترکیب و یکپارچه‌سازی روش‌های کنترل میدان‌گرای مستقیم و غیرمستقیم استفاده شده است.

یک گذر بسیار واضح از ماشین‌های مبتنی بر نیروی لورنتز به ماشین‌های مبتنی بر گشتاور رلوکتانسی ایجاد شده است. مدل‌سازی و ارزیابی دقیق ماشین‌های رلوکتانسی کلیدزنی شده، به مهندسان اجازه می‌دهد گشتاور پالسی ذاتی این ماشین را به درستی مدل نمایند. تشریح اشباع و اثر آن بر روی تداوم، منجر به ارزیابی درست محرکه‌های دارای این نوع ویژگی می‌گردد. با ارائه بحث‌های دقیق، باره کنترل جریان هیستریزس کلاسیک و کنترل گشتاور لحظه‌ای مستقیم چندقایم، خواننده قادر به درک ساختار مورد نیاز برای کنترل کارآمد گشتاور در محرکه‌های رلوکتانسی کلیدزنی شوند خواهد بود.

در سرتاسر کتاب، مفاهیم کلیدی تنوع در محیط شبیه‌سازی پیاده‌سازی شده است. این شبیه‌سازی‌ها به خواننده اجازه می‌دهد به سرعت، ریاضیات مفاهیم را بررسی کند و اطلاعات خود را درباره مفاهیم اصلی محرکه‌های الکتریک پیشرفته توسعه دهد.

با وجود اینکه درک مفاهیم محرکه‌های الکتریکی آسان نیست، من باور دارم که با دنبال کردن رویکرد این کتاب، مهندسان محرکه‌های پیشرفته قادر به توسعه اطلاعات خود بصورت عمیق و گسترده خواهند بود.

فهرست

- ۱- حرکت‌های الکتریکی نوین: بررسی اجمالی ۱
- ۱-۱- مقدمه ۱
- ۱-۲- روند توسعه فناوری محرکه ۳
- ۱-۳- ماشین‌های الکتریکی ۴
- ۱-۴- مدل‌های توان ۷
- ۱-۵- کنترل انرژی و پیوندهای ارتباطی ۱۰
- ۱-۶- روش‌شناسی طراحی محرکه ۱۳
- ۱-۷- سیستم آزمایشگاهی ۱۶
- ۲- مدولاسیون مبدل‌های الکترونیک قدرت ۱۹
- ۲-۱- مقدمه ۱۹
- ۲-۲- مبدل نیم-پل تکفاز ۲۱
- ۲-۳- مبدل تمام-پل تکفاز ۲۶
- ۲-۴- مبدل سه‌فاز ۳۱
- ۲-۵- مدولاسیون بردار فضایی ۳۷
- ۲-۶- اثرات زمان مرده ۴۲
- ۳- کنترل جریان بار عام ۴۵
- ۳-۱- کنترل جریان بار تکفاز ۴۶
- ۳-۲- کنترل جریان هیستریزس ۴۶
- ۳-۳- کنترل جریان مبتنی بر مدل ۴۹
- ۳-۴- کنترل جریان مبتنی بر مدل اصلاح شده ۵۴
- ۳-۵- کنترل جریان بار سه‌فاز ۵۵
- ۳-۶- کنترل جریان هیستریزس سه‌فاز ۵۸

- ۶۵..... ۲-۲-۳- کنترل جریان سه فاز مبتنی بر مدل
- ۷۱..... ۳-۲-۳- کنترل جریان سه فاز مبتنی بر مدل اصلاح شده
- ۷۳..... ۴-۲-۳- طیف فرکانسی کنترل کننده‌های جریان هیستریزیس و مبتنی بر مدل
- ۷۵..... ۴- مبانی محرکه‌ها
- ۷۵..... ۱-۴- مفاهیم ترانسفورماتور ایده‌آل و ترانسفورماتور گردان ایده‌آل
- ۷۶..... ۱-۱-۴- مدل نمادین ترانسفورماتور ایده‌آل
- ۷۶..... ۲-۱-۴- نمایش ترانسفورماتور ایده‌آل مبتنی بر شار و مبتنی بر جریان
- ۷۶..... ۲-۱-۴- مدل نمادین ترانسفورماتور گردان ایده‌آل
- ۷۷..... ۴-۱-۴- بردارهای فضایی در ترانسفورماتور گردان ایده‌آل
- ۷۷..... ۵-۱-۴- توربین شار پیوندی و جریان در ماشین‌های جریان متناوب
- ۷۹..... ۶-۱-۴- توان گشتاور در ترانسفورماتور گردان ایده‌آل
- ۸۰..... ۷-۱-۴- توان ضایعاتی ترانسفورماتور گردان ایده‌آل
- ۸۰..... ۲-۴- مبانی کنترل موتور الکتریکی و مغناطیسی
- ۸۲..... ۱-۲-۴- ماشین جریان مستقیم
- ۸۴..... ۲-۲-۴- ماشین سنکرون
- ۸۷..... ۳-۲-۴- ماشین القایی
- ۹۰..... ۳-۴- دینامیک محرکه
- ۹۰..... ۱-۳-۴- حرکت خطی و دورانی
- ۹۳..... ۲-۳-۴- انتقال حرکت از دورانی به خطی
- ۹۵..... ۳-۳-۴- انتقال حرکت بوسیله چرخ دنده
- ۹۶..... ۴-۳-۴- مدل دینامیکی یک سیستم پیشرانده
- ۹۹..... ۴-۴- اصول طراحی حلقه کنترل سرعت شفت
- ۱۰۳..... ۵- مدل سازی و کنترل ماشین‌های جریان مستقیم
- ۱۰۴..... ۱-۵- ماشین‌های جریان مستقیم تحریک مستقل کنترل شونده با جریان
- ۱۰۵..... ۱-۱-۵- مدل نمادین ماشین جریان مستقیم
- ۱۰۷..... ۲-۱-۵- مدل عمومی ماشین جریان مستقیم
- ۱۰۷..... ۲-۵- مدل ماشین میدان گرا
- ۱۱۰..... ۳-۵- کنترل ماشین جریان مستقیم تحریک مستقل
- ۱۱۰..... ۱-۳-۵- مفهوم کنترل
- ۱۱۲..... ۲-۳-۵- مرزهای عملکرد محرکه

۱۱۹-۳-۳- استفاده از مدل مبتنی بر ترانسفورماتور گردان ایده‌آل منبع جریان ۱۱۹

۱۲۱-۴-۳- استفاده از منبع ولتاژ با کنترل جریان مبتنی بر مدل ۱۲۱

۱۲۳-۶- مدل‌سازی ماشین‌های سنکرون ۱۲۳

۱۲۳-۶-۱- ماشین‌های قطب-صاف ۱۲۳

۱۲۴-۶-۱-۱- مدل نمادین ماشین قطب-صاف ۱۲۴

۱۲۶-۶-۱-۲- مدل عمومی ماشین قطب-صاف ۱۲۶

۱۲۷-۶-۱-۳- مدل میدان‌گرا در راستای رتور: ماشین سنکرون قطب صاف ۱۲۷

۱۲۸-۶-۱-۴- تحلیل حالت ماندگار ۱۲۸

۱۲۳-۶-۲- ماشین سنکرون قطب-برجسته ۱۲۳

۱۲۶-۶-۱-۲- مدل عمومی ۱۲۶

۱۲۶-۶-۲-۲- مدل میدان‌گرا در راستای رتور ماشین سنکرون قطب برجسته ۱۲۶

۱۲۸-۶-۱-۲- تحلیل حالت ماندگار ۱۲۸

۱۴۳-۷- کنترل موتورهای مبتنی بر ماشین سنکرون ۱۴۳

۱۴۳-۷-۱- مبدی کنترل کننده ۱۴۳

۱۴۵-۷-۲- کنترل ماشین‌های سنکرون قطب صاف ۱۴۵

۱۴۶-۷-۱-۲- بهره‌برداری تحت محدودیت‌های محرکه ۱۴۶

۱۵۰-۷-۲-۲- بهره‌برداری تحت محدودیت‌های محرکه ۱۵۰

۱۵۶-۷-۲-۳- تضعیف میدان محرکه‌های قطب صاف آهنربای دائم ۱۵۶

۱۵۹-۷-۲-۴- تضعیف میدان محرکه‌های قطب صاف، با تحریک الکتریکی ۱۵۹

۱۶۳-۷-۳- کنترل ماشین‌های قطب برجسته ۱۶۳

۱۶۹-۷-۴- اتصال واحد کنترل میدان‌گرا به ماشین سنکرون کنترل جریان ۱۶۹

۱۷۲-۷-۵- اتصال واحد کنترل میدان‌گرا به ماشین سنکرون متصل به منبع ولتاژ ۱۷۲

۱۷۵-۸- مدل‌سازی ماشین القایی ۱۷۵

۱۷۶-۸-۱- ماشین القایی با رتور قفسه سنجابی ۱۷۶

۱۷۷-۸-۲- مدل‌های بدون اندوکتانس نشی ماشین القایی ۱۷۷

۱۷۷-۸-۱-۲- مدل مبتنی بر ترانسفورماتور گردان ایده‌آل ماشین القایی ۱۷۷

۱۷۸-۸-۲-۲- مدل میدان‌گرا ۱۷۸

۱۸۲-۸-۳- مدل‌های ماشین با اندوکتانس نشی ۱۸۲

۱۸۳-۸-۱-۳- مدل پایه مبتنی بر ترانسفورماتور گردان ایده‌آل ۱۸۳

۱۸۵-۸-۲-۳- مدل جامع مبتنی بر ترانسفورماتور گردان ایده‌آل ۱۸۵

۱۹۰-۸-۱-۲-۳- مدل ترانسفورماتور گردان ایده‌آل مبتنی بر شار رتور ۱۹۰

- ۸-۳-۲- مدل ترانسفورماتور گردان ایده‌آل مبتنی بر شار استاتور..... ۱۹۱
- ۸-۳-۳- مدل چارچوب مرجع ساکن جامع ۱۹۲
- ۸-۳-۴- مدل میدان‌گرای جامع ۱۹۴
- ۸-۳-۴-۱- مدل میدان‌گرا در راستای شار رتور ۱۹۸
- ۸-۳-۴-۲- مدل مبتنی بر شار استاتور ۲۰۱
- ۸-۳-۵- نمودار هایلند چارچوب سنکرون ۲۰۴
- ۸-۳-۶- تحلیل حالت ماندگار ماشین القایی متصل به منبع ولتاژ ۲۰۴
- ۸-۳-۶-۲- تشخیص پارامتر و تخمین دامنه شار پیوندی استاتور و رتور ۲۰۶
- ۸-۳-۵-۱- سین‌های القایی تکفاز ۲۰۹
- ۸-۳-۱-۵- بررسی حالت ماندگار ماشین القایی تکفاز با خازن دائم ۲۱۳
- ۹- کنترل محركه‌های مبتنی بر ماشین القایی..... ۲۲۱
- ۹-۱- کنترل ولتاژ به فرکانس (V/f) ۲۲۱
- ۹-۱-۱- کنترل کننده سرعت ولتاژ به فرکانس ساده ۲۲۳
- ۹-۱-۲- کنترل ولتاژ به فرکانس با حسگر سرعت شفت ۲۲۷
- ۹-۲- کنترل میدان‌گرا ۲۲۹
- ۹-۲-۱- مبانی کنترل کننده ۲۳۱
- ۹-۲-۲- ساختار کنترل کننده ۲۳۲
- ۹-۲-۳- ساختار مازول میدان‌گرای جامع ۲۳۴
- ۹-۲-۴- کنترل میدان‌گرای غیرمستقیم با استفاده از اندازه‌گیری سرعت و زاویه شفت ۲۳۴
- ۹-۲-۵- کنترل میدان‌گرای مستقیم با حسگرهای شار فاصه زاویه ۲۳۶
- ۹-۲-۶- کنترل میدان‌گرای مستقیم با سیم‌پیچ‌های حسگر ۲۳۸
- ۹-۲-۷- کنترل میدان‌گرای مستقیم با حسگرهای ولتاژ و جریان ۲۳۹
- ۹-۲-۸- کنترل میدان‌گرای مستقیم با حسگرهای جریان و سرعت ۲۴۰
- ۹-۳- محدوده‌های بهره‌برداری محركه برای کنترل میدان‌گرا در راستای شار رتور ۲۴۲
- ۹-۴- تضعیف میدان در محركه ماشین القایی با کنترل میدان‌گرا در راستای شار رتور ۲۴۷
- ۹-۵- اتصال کنترل‌کننده میدان‌گرا به ماشین القایی کنترل جریان شونده ۲۵۱
- ۹-۶- اتصال کنترل‌کننده میدان‌گرا به ماشین القایی متصل به منبع ولتاژ ۲۵۳
- ۱۰- کنترل محركه‌های مبتنی بر ماشین رلوكتانسی کلیدزنی‌شونده..... ۲۵۷
- ۱۰-۱- مفهوم ماشین پایه ۲۵۹

۲۶۱	۳-۱۰ مبانی بهره‌برداری
۲۶۱	۱-۲-۱۰- مفهوم موتور تکفاز
۲۶۳	۲-۲-۱۰- مبانی تولید گشتاور و تبدیل انرژی
۲۶۷	۳-۲-۱۰- ماشین رلوکتانسی کلیدزنی شونده تکفاز: یک مثال خطی
۲۷۷	۴-۲-۱۰- مفهوم مدل‌سازی رلوکتانس کلیدزنی شونده
۲۷۹	۵-۲-۱۰- نمایش مشخصه مغناطیس‌کنندگی
۲۸۱	۶-۲-۱۰- مدل و مفاهیم کنترلی
۲۸۵	۶-۲-۱۰- مثال‌هایی از سرعت‌های بهره‌برداری پایین و بالا
۲۸۸	۳-۱۰- ماشین‌های چند فاز
۲۹۱	۱-۳-۱۰- مفهوم مدل
۲۹۴	۴-۱۰- کنترل محرکه رلوکتانسی کلیدزنی شونده
۲۹۴	۱-۲-۱۰- مشخصه‌ها و محدوده بهره‌برداری محرکه
۲۹۶	۲-۱۰- جنبه‌های عملکردی محرکه
۳۰۸	۱-۳-۱۰- کنترل گشتاور لحظه‌ای مستقیم (DITC)
۳۱۵	۵-۱۰- نمایش ماشین رلوکتانسی کلیدزنی شونده
۳۲۱	مراجع
۳۲۷	نمادها
۳۲۹	علائم
۳۳۱	واژگان (انگلیسی به فارسی)
۳۳۹	واژگان (فارسی به انگلیسی)