
مبدل‌های توان بالا و درایوهای AC

(ویراست دوم)

مؤلفان:

Bin Wu, Mehdi Narimani

مترجمان:

دکتر حسن براتی

دانشیار گروه برق

دانشگاه آزاد اسلامی واحد دزفول

مهندس محمد نصیر

کارشناس ارشد مهندسی برق - مدرس دانشگاه

سرشناسه	: وو، بین، ۱۹۵۷ - م.
عنوان و نام پدیدآور	: Wu, B. (Bin)
میدل‌های توان بالا و درایوهای AC ویراست دوم / مولف بین وو، مهدی نریمانی؛ مترجمان حسن براتی، محمد نصیر؛ ویراستار ادبی مسعود خردمندپور.	
مشخصات نشر	: دزفول: دانشگاه آزاد اسلامی، واحد دزفول، ۱۳۹۶.
مشخصات ظاهری	: ت، ۵۳۰ ص: مصور (بخشی رنگی)، جدول.
شابک	: ۹۷۸-۹۶۴-۱۰-۴۵۸۹-۲-۳۰۰۰۰۰ ریال
وضعیت فهرست نویسی	: فیبا
یادداشت	: عنوان اصلی: High-power converters and AC drives, 2nd ed., ۲۰۱۷.
یادداشت	: ویراست قبلی کتاب حاضر تحت عنوان "میدل‌های توان بالا و درایوهای AC" اثر بین وو، با ترجمه سیدسعید فاضل توسط دانشگاه علم و صنعت ایران در سال ۱۳۹۰ ترجمه و منتشر شده است.
یادداشت	: کتابنامه.
عنوان دیگر	: میدل‌های توان بالا و درایوهای AC
موضوع	: میدل‌های جریان برق
موضوع	: Electric current converters
شناسه افزوده	: نریمانی، مهدی، ۱۳۵۰ -
شناسه افزوده	: Narimani, Mehdi
شناسه افزوده	: براتی، حسن، ۱۳۴۸ - مترجم
شناسه افزوده	: محمد، ۱۳۶۱ - مترجم
شناسه افزوده	: دانشگاه آزاد اسلامی، واحد دزفول
رده بندی کنگره	: ۱۳۹۶ و ۲م ۹۷۸/۲۷۹۶ TK
رده بندی دیویی	: ۳۱۳/۶۲۱
شماره کتابشناسی ملی	: ۴۰۶۳۴

شناسنامه کتاب

عنوان	: میدل‌های توان بالا و درایوهای AC، ویراست دوم
مؤلفان	: Bir Wu Mehdi Narimani
مترجمان	: دکتر حسن براتی، محمد نصیر
ویراستار ادبی	: دکتر مسعود خردمندپور
ناشر	: انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی، واحد دزفول
نوبت و تاریخ چاپ	: اول / ۱۳۹۸
تیراژ	: ۲۰۰۰ نسخه
شابک	: ۹۷۸-۹۶۴-۱۰-۴۵۸۹-۲-۳۰۰۰۰۰
قیمت	: ۳۰۰۰۰۰ ریال

هرگونه چاپ، تکثیر و یا برداشت از محتویات این کتاب بدون اجازه کتبی ناشر ممنوع است. متفلمان مطابق قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان و هنرمندان تمت پیگرد قانونی قرار می‌گیرد.

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۱۰-۴۵۸۹-۲-۳۰۰۰۰۰

مرکز توزیع و پخش: دانشگاه آزاد اسلامی واحد دزفول

تماس با انتشارات: ۰۶۱-۴۲۴۲۲۰۹۰

پست الکترونیکی: dezfoul2009@gmail.com

پیشرفت‌های جدیدی در تکنولوژی درایو ولتاژ متوسط (MV) از سال ۲۰۰۶، یعنی زمانیکه ویرایش اول این کتاب چاپ و منتشر شد، بوجود آمده است. ویرایش دوم این کتاب این تکنولوژی‌ها را با اضافه کردن سه فصل جدید و بازنگری دو فصل از کتاب در خود جای داده است.

فصول جدید شامل کنترل درایوهای موتور سنکرون در فصل ۱۵، که طرح‌های کنترلی برای درایوهای موتور سنکرون را بیان نموده است، درایوهای تغذیه شونده با مبدل ماتریسی در فصل ۱۶، که مبدل‌های ماتریسی سری چند ماژولار توسعه یافته برای درایو MV را تحلیل می‌کند، و درایوهای MV بدون ترانسفورماتور در فصل ۱۷، که تکنولوژی‌های حذف ترانسفورماتور ایزوله در درایو MV را ارائه می‌نماید، می‌باشد. دو فصلی که بطور گسترده بازنگری شده‌اند، شامل سایر اینورترهای منبع ولتاژ چندسطحی در فصل ۹، و درایوهای تغذیه شونده با اینورتر منبع ولتاژ در فصل ۱۲ می‌باشند، که تعدادی از توپولوژی‌های مبدل توسعه یافته جدید و ساختارهای درایو اضافه شده‌اند.

ویرایش دوم کتاب ۶ بخش و ۱۷ فصل دارد. بخش ۱ (مقدمه) از دو فصل تشکیل شده است. فصل ۱ مروری اجمالی بر مبدل‌های توان بالا، ساختارهای درایو، و کاربردهای آنها ارائه می‌کند. بخش ۲ (دیود چندپالسه و سیم‌کشی‌ده‌های SCR) شامل سه فصل در مورد یکسوکننده‌های چندپالسه می‌باشد، که بطور گسترده در درایوهای توان بالا بعنوان مبدل‌های سمت شبکه استفاده می‌شوند. فصل ۳ یکسوکننده‌های دیودی چند پالسه را ارائه می‌کند، فصل ۴ یکسوکننده‌های SCR چند پالسه را بررسی می‌نماید، و فصل ۵ ترانسفورماتورهای تک‌پالسه شده از یکسوکننده‌های چندپالسه استفاده می‌شوند را معرفی می‌کند.

بخش ۳ (مبدل‌های منبع ولتاژ چندسطحی) از چهار فصل در ارتباط با مبدل‌های منبع ولتاژ چندسطحی تشکیل شده است. فصل ۶ تکنیک‌های مدولاسیون برای یک اینورتر دوسطحی را معرفی می‌کند، که اساس توسعه طرح‌های مدولاسیون برای اینورترهای چندسطحی را تشکیل می‌دهد. فصل ۷ بر اینورترهای نیم پل سری تمرکز می‌کند. فصل ۸ بررسی مفصلی بر اینورترهای چندسطحی با کلمپ نقطه خنثی ارائه می‌دهد. فصل ۹ سایر توپولوژی‌های مبدل چندسطحی را که اخیراً برای درایوهای MV توسعه یافته‌اند، معرفی می‌نماید.

بخش ۴ (مبدل‌های منبع جریان PWM) دو فصل برای مبدل‌های منبع جریان PWM توان بالا دارد. فصل ۱۰ بر طرح‌های کلیدزنی برای مبدل‌های منبع جریان تمرکز می‌کند، درحالیکه فصل ۱۱ بیشتر بر کنترل ضریب توان و میرایی اکتیو برای یکسوکننده‌های منبع جریان تمرکز دارد.

بخش ۵ (درایوهای AC توان بالا) از چهار فصل در مورد سیستم‌های درایو توان بالا تشکیل می‌شود. فصل ۱۲ ساختارهای درایوهای MV تغذیه شونده با اینورتر منبع ولتاژ را ارائه می‌کند، در حالیکه فصل ۱۳ در مورد درایوهای مبتنی بر اینورتر منبع جریان است. فصل ۱۴ طرح‌های کنترل پیشرفته برای درایوهای MV موتور القایی، شامل کنترل میدان‌گرا و کنترل گشتاور مستقیم بیان می‌نماید. فصل ۱۵ با

طرح‌های کنترلی پیشرفته برای درایوهای MV موتور سنکرون همچون کنترل ماکزیمم گشتاور و کنترل گشتاور مستقیم سروکار دارد.

بخش ۶ (موضوعات خاص در مورد درایوهای MV) دو فصل در مورد درایوهای MV تکاملی دارد. فصل ۱۶ بر توپولوژی‌های مبدل ماتریسی سری چندسطحی و درایوهای تغذیه شونده با مبدل ماتریسی تمرکز می‌کند. فصل ۱۷ ساختارهای درایو MV بدون ترانسفورماتور را برای هر دو درایوهای تغذیه شونده با اینورتر منبع جریان و ولتاژ ارائه می‌کند.

ویرایش دوم کتاب آخرین تکنولوژی در این زمینه را ارائه کرده، و ضمن بررسی مسائل عملی و روش‌های حل، و نشان دادن مفاهیم مهم با شبیه‌سازی‌ها و آزمایش‌ها، و همچنین نمایش جداول، نمودارها و شکل‌ها راهنمای مناسبی برای طراحی ارائه می‌نماید. از این کتاب می‌توان بعنوان یک مرجع برای محققان دانشگاهی، مهندسان، و سایر متخصصان استفاده کرد. این کتاب همچنین مفاهیم فنی مناسبی را ارائه می‌نماید، و می‌تواند بعنوان یک کتاب درسی برای دوره کارشناسی و کارشناسی ارشد در الکترونیک قدرت و درایوهای C مورد استفاده قرار گیرد.

در پایان، می‌خواهیم تشکر و قدردانی خود را از همکارانم در راکول اتوماسیون کانادا: به ویژه دکتر نوید زرگری، برای ۲۰ سال همکاری در توسعه فناوری‌های پیشرفته درایو MV به عمل بیاورم. همچنین ما از دانشجویان فوق دکتری و تحصیلات تکمیلی در آزمایشگاه برای برنامه‌ها و پژوهش درایو الکتریکی در دانشگاه رایرسون بخاطر مساعدت آنها، ماده‌سازی پیش‌نویس این کتاب کمال سپاس‌گزاری را داریم. بویژه تمایل داریم از دکتر Kai Tian و Jia Cheng Wang برای کمک بزرگ‌شان در آماده‌سازی فصول ۱۶ و ۱۷ تشکر کنیم. همچنین از ادیتور انتشارات وایلی/JEEE، خانم Mary Hatcher برای کمک و حمایت ویژه تشکر ویژه داریم. همچنین از دستیاران هات تحریریه وایلی آقای Brady Chin و خانم Divya arayanan برای کمک و مساعدت دوستانه آنها قدردانی می‌کنم.

Bin Vu
Mehdi Namani
Toronto

فهرست مطالب

۹

پیش‌گفتار

مقدمه

بخش اول

۲۷	مقدمه
۲۷	۱-۱ مروری بر مدارهای توان بالا
۳۰	۲-۱ الزامات فن و چالش‌ها
۳۰	۱-۲-۱ الزامات سه فاز خط
۳۱	۲-۲-۱ چالش‌های سه فاز موتورها
۳۲	۳-۲-۱ محدودیت‌های سیم‌بردار
۳۳	۴-۲-۱ الزامات سیستم درایو
۳۳	۳-۱ ساختارهای مبدل
۳۶	۴-۱ درایوهای صنعتی MV
۴۰	۵-۱ خلاصه
۴۱	مراجع
۴۳	پیوست

۴۵	۲. عناصر نیمه هادی توان بالا
۴۵	۱-۲ مقدمه
۴۶	۲-۲ عناصر کلیدزنی توان بالا
۴۶	۱-۲-۲ دیودها
۴۸	۲-۲-۲ یکسو کننده کنترل شده سیلیکونی (SCR)
۵۰	۳-۲-۲ ترستور خاموش شونده با گیت (GTO)
۵۲	۴-۲-۲ ترستور کموناسیون با گیت (GCT)
۵۶	۵-۲-۲ ترانزیستور دو قطبی با گیت عایق شده (IGBT)
۵۸	۶-۲-۲ سایر عناصر کلیدزنی
۵۸	۳-۲ عملکرد عناصر با اتصال سری

۵۹	۲-۳-۱ دلایل اصلی نامتعادل بودن ولتاژ
۵۹	۲-۳-۲ متعادل سازی ولتاژ در GCT ها
۶۱	۲-۳-۳ متعادل سازی ولتاژ در IGBT ها
۶۲	۲-۴ خلاصه
۶۴	مراجع

بخش دوم یکسوکننده های دیودی و SCR چند پالسه

۶۷	۳. یکسوکننده های دیودی چند پالسه
۶۷	۱-۳ مقدمه
۶۸	۲-۳ یکسوکننده دیودی شش پالسه
۶۸	۱-۲-۳ مقدمه
۷۰	۲-۲-۳ بار خازنی
۷۴	۳-۲-۳ تعریف PF و ID
۷۵	۴-۲-۳ سیستم پریونیت
۷۷	۵-۲-۳ THD و PF یکسوکننده دیودی شش پالسه
۷۸	۳-۳ یکسوکننده های دیودی چند پالسه نوع سری
۷۸	۱-۳-۳ یکسوکننده دیودی نوع سری ۱۲ پالسه
۸۳	۲-۳-۳ یکسوکننده دیودی نوع سری ۱۸ پالسه
۸۶	۳-۳-۳ یکسوکننده دیودی نوع سری ۲۴ پالسه
۸۸	۴-۳ یکسوکننده دیودی چند پالسه نوع مجزا
۸۸	۱-۴-۳ یکسوکننده دیودی نوع مجزای ۱۲ پالسه
۹۳	۲-۴-۳ یکسوکننده های دیودی نوع مجزای ۱۸ و ۲۴ پالسه
۹۴	۵-۳ خلاصه
۹۶	مراجع

۹۷	۴. یکسوکننده های SCR چند پالسه
۹۷	۱-۴ مقدمه
۹۷	۲-۴ یکسوکننده SCR شش پالسه
۹۸	۱-۲-۴ یکسوکننده شش پالسه ایده آل
۱۰۲	۲-۲-۴ تأثیر اندوکتانس خط
۱۰۵	۳-۲-۴ ضریب توان و THD
۱۰۷	۳-۴ یکسوکننده SCR ۱۲ پالسه
۱۰۹	۱-۳-۴ یکسوکننده ۱۲ پالسه آبدآل

۲-۳-۴ تاثیر اندوکتانس‌های خط و نشتی

۳-۳-۴ PF و THD

۵-۴ خلاصه

مراجع

۵. ترانسفورماتورهای تغییردهنده فاز

۱۱۷	۱-۵ مقدمه
۱۱۷	۲-۵ ترانسفورماتور تغییردهنده فاز Y/Z
۱۱۸	۱-۲-۵ ترانسفورماتورهای Y/Z-۱
۱۱۹	۲-۲-۵ ترانسفورماتورهای Y/Z-۲
۱۲۱	۳-۵ ترانسفورماتورهای Δ/Z
۱۲۳	۴-۵ حذف هارمونیک‌های جریان
۱۲۳	۱-۴-۵ به‌جای فاز جریان‌های هارمونیک
۱۲۵	۲-۴-۵ حذف هارمونیک
۱۲۶	۵-۵ خلاصه

بخش سوم میدان منبع ولتاژ پندسظمی

۶. اینورتر منبع جریان دوسظمی

۱۳۰	۲-۶ PWM سینوسی
۱۳۰	۱-۲-۶ طرح مدولاسیون
۱۳۲	۲-۲-۶ محتوای هارمونیک
۱۳۳	۳-۲-۶ فوق مدولاسیون
۱۳۴	۴-۲-۶ PWM با تزریق هارمونیک سومی
۱۳۶	۳-۶ مدولاسیون بردار فضایی
۱۳۶	۱-۳-۶ حالت‌های کلیدزنی
۱۳۶	۲-۳-۶ بردارهای فضایی
۱۳۹	۳-۳-۶ محاسبه زمان استقرار
۱۴۱	۴-۳-۶ شاخص مدولاسیون
۱۴۲	۵-۳-۶ توالی کلیدزنی
۱۴۴	۶-۳-۶ تحلیل شکل موج
۱۴۷	۷-۳-۶ حذف هارمونیک مرتبه زوج
۱۵۱	۸-۳-۶ مدولاسیون بردار فضایی گسسته
۱۵۳	۴-۶ خلاصه

۱۵۷	۷. اینورترهای چندسطحی نیم پل سری
۱۵۷	۱-۷ مقدمه
۱۵۸	۲-۷ اینورتر نیم پل
۱۵۸	۱-۲-۷ مدولاسیون پهنای پالس دوقطبی
۱۶۰	۲-۲-۷ مدولاسیون پهنای پالس تک قطبی
۱۶۲	۳-۷ توپولوژی‌های اینورتر چندسطحی
۱۶۲	۱-۳-۷ اینورتر CHB با ولتاژ dc برابر
۱۶۵	۲-۳-۷ نیم پل‌ها با ولتاژهای dc نامساوی
۱۶۷	۴-۷ طرح‌های PWM مبتنی بر موج حامل
۱۶۷	۱-۴-۷ مدولاسیون پهنای پالس با چند موج حامل
۱۷۱	۲-۴-۷ مدولاسیون تغییر سطح با چند موج حامل
۱۷۷	۳-۴-۷ مقایسه بین طرح‌های PV M, تغییردهنده فاز و تغییردهنده سطح
۱۷۹	۵-۷ مدولاسیون پلکانی
۱۸۱	۶-۷ خلاصه
۱۸۳	مراجع

۱۸۵	۸. اینورترهای چندسطحی کلمپ دیودی
۱۸۵	۱-۸ مقدمه
۱۸۶	۲-۸ اینورتر سه سطحی
۱۸۶	۱-۲-۸ ساختمان مبدل
۱۸۶	۲-۲-۸ حالت کلیدزنی
۱۸۸	۳-۲-۸ کموتاسیون
۱۹۱	۳-۸ مدولاسیون بردار فضایی
۱۹۱	۱-۳-۸ بردارهای فضایی ثابت
۱۹۳	۲-۳-۸ محاسبه زمان استقرار
۱۹۶	۳-۳-۸ رابطه بین موقعیت V_{ref} و زمان‌های استقرار
۱۹۷	۴-۳-۸ طرح توالی کلیدزنی
۲۰۳	۵-۳-۸ شکل موج‌های خروجی اینورتر و محتوای هارمونیک
۲۰۶	۶-۳-۸ حذف هارمونیک مرتبه زوج
۲۰۸	۴-۸ کنترل ولتاژ نقطه خنثی
۲۰۸	۱-۴-۸ دلایل انحراف ولتاژ نقطه خنثی
۲۰۹	۲-۴-۸ تأثیر عملکرد موتور و ژنراتوری

۲۱۰	۳-۴-۸ کنترل حلقه بسته ولتاژ نقطه خنثی
۲۱۱	۵-۸ طرح PWM مبتنی بر موج حامل و کنترل ولتاژ نقطه خنثی
۲۱۳	۶-۸ سایر الگوریتم‌های مدولاسیون بردار فضایی
۲۱۳	۱-۶-۸ مدولاسیون بردار فضایی ناپیوسته
۲۱۴	۲-۶-۸ SVM مبتنی بر الگوریتم دوسطحی
۲۱۵	۷-۸ اینورترهای کلمپ دیودی سطح بالا
۲۱۵	۱-۷-۸ اینورترهای کلمپ دیودی پنج سطحی و چهارسطحی
۲۱۷	۲-۷-۸ PWM مبتنی بر موج حامل برای اینورترهای کلمپ دیودی سطح بالا
۲۲۱	۸-۸ اینورتر هیبریدی
۲۲۱	۱-۸-۸ توپولوژی اینورتر
۲۲۱	۲-۸-۸ طرح مدولاسیون
۲۲۳	۳-۸-۸ شکل موج‌ها و محتوای هارمونیک
۲۲۵	۹-۸ خلاصه
۲۲۶	مراجع
۲۲۷	پیوست

۲۲۹	۹. سایر اینورترهای منبع ولتاژ دینامیکی
۲۲۹	۱-۹ مقدمه
۲۲۹	۲-۹ اینورتر با خازن شناور چند سطحی
۲۲۹	۱-۲-۹ ساختار اینورتر
۲۳۰	۲-۲-۹ طرح‌های مدولاسیون
۲۳۳	۳-۹ اینورتر با کلمپ نقطه خنثی اکتیو
۲۳۳	۱-۳-۹ ساختار اینورتر
۲۳۴	۲-۳-۹ حالت‌های کلیدزنی
۲۳۵	۳-۳-۹ اصل توزیع تلفات توان کلید
۲۳۶	۴-۳-۹ طرح‌های مدولاسیون و توزیع تلفات توان عنصر
۲۳۹	۵-۳-۹ اینورتر پنج سطحی ANPC
۲۴۲	۴-۹ اینورتر با نقطه خنثی
۲۴۲	۱-۴-۹ ساختار اینورتر
۲۴۳	۲-۴-۹ حالت‌های کلیدزنی
۲۴۵	۳-۴-۹ طرح مدولاسیون و کنترل ولتاژ نقطه خنثی
۲۴۵	۵-۹ اینورتر با کلمپ نقطه خنثی تودرتو
۲۴۵	۱-۵-۹ ساختار اینورتر
۲۴۶	۲-۵-۹ حالت‌های کلیدزنی
۲۴۷	۳-۵-۹ اصول کنترل ولتاژ خازن شناور

۲۴۹	۴-۵-۹ طرح‌های کلیدزنی با کنترل تعادل ولتاژ خازن
۲۵۳	۵-۵-۹ اینورترهای NNPC سطح بالا
۲۵۴	۶-۹ مبدل چندسطحی مازولار
۲۵۴	۱-۶-۹ ساختار اینورتر
۲۵۷	۲-۶-۹ حالت‌های کلیدزنی و ولتاژ شاخه
۲۵۸	۳-۶-۹ طرح مدولاسیون
۲۶۱	۴-۶-۹ تعادل ولتاژ خازن‌های شناور در MMC ها
۲۶۸	۵-۶-۹ رپیل‌های ولتاژ خازن و جریان‌های گردشی
۲۶۹	۷-۹ خلاصه
۲۷۱	مراجع

مبدل‌های منبع جریان PWM

بخش چهارم

۲۷۵	۱۰. اینورترهای منبع جریان PWM
۲۷۵	۱-۱۰ مقدمه
۲۷۶	۲-۱۰ اینورتر منبع جریان PWM
۲۷۸	۱-۲-۱۰ مدولاسیون دوزنقه‌ای
۲۸۲	۲-۲-۱۰ حذف هارمونیک انتخابی
۲۸۷	۳-۱۰ مدولاسیون بردار فضایی
۲۸۷	۱-۳-۱۰ حالت‌های کلیدزنی
۲۸۸	۲-۳-۱۰ بردارهای فضایی
۲۹۰	۳-۳-۱۰ محاسبه زمان استقرار
۲۹۲	۴-۳-۱۰ توالی کلیدزنی
۲۹۶	۵-۳-۱۰ محتوای هارمونیک
۲۹۶	۶-۳-۱۰ مقایسه SWM با TPWM و SHE
۲۹۶	۴-۱۰ اینورترهای منبع جریان موازی
۲۹۶	۱-۴-۱۰ توپولوژی اینورتر
۲۹۸	۲-۴-۱۰ مدولاسیون بردار فضایی برای اینورترهای موازی
۲۹۹	۳-۴-۱۰ تأثیر بردارهای متوسط در جریان‌های dc
۳۰۱	۴-۴-۱۰ کنترل تعادل جریان dc
۳۰۲	۵-۴-۱۰ بررسی آزمایشی
۳۰۳	۵-۱۰ اینورتر با کموتاسیون بار (LCI)
۳۰۴	۶-۱۰ خلاصه
۳۰۶	مراجع

۳۰۹	۱۱. یکسوکننده‌های منبع جریان PWM
۳۰۹	۱-۱۱ مقدمه
۳۰۹	۲-۱۱ یکسوکننده منبع جریان تک پل
۳۰۹	۱-۲-۱۱ مقدمه
۳۱۰	۲-۲-۱۱ حذف هارمونیک انتخابی
۳۱۶	۳-۲-۱۱ ولتاژ خروجی dc یکسوکننده
۳۱۷	۴-۲-۱۱ مدولاسیون بردار فضایی
۳۱۷	۳-۱۱ یکسوکننده منبع جریان دوپل
۳۱۷	۱-۳-۱۱ مقدمه
۳۱۹	۲-۳-۱۱ طرح‌های PWM
۳۲۰	۳-۳-۱۱ محتوا هارمونیک
۳۲۱	۴-۱۱ کنترل ضریب توان
۳۲۱	۱-۴-۱۱ مقدمه
۳۲۲	۲-۴-۱۱ کنترل همزمان α و m
۳۲۶	۳-۴-۱۱ سطح ضریب توان
۳۲۷	۵-۱۱ کنترل میراکننده فعال
۳۲۷	۱-۵-۱۱ مقدمه
۳۲۸	۲-۵-۱۱ حالت‌های تشدید سری و موازی
۳۲۹	۳-۵-۱۱ اصول عملکردی میراکننده فعال
۳۳۱	۴-۵-۱۱ حذف رزونانس LC
۳۳۳	۵-۵-۱۱ کاهش هارمونیکها
۳۳۶	۶-۵-۱۱ انتخاب مقاومت میراکننده فعال
۳۳۷	۶-۱۱ خلاصه
۳۳۹	مراجع
۳۴۰	پیوست

درایوهای AC توان بالا

بخش پنجم

۳۴۳	۱۲. درایوهای تغذیه شونده با اینورتر منبع ولتاژ
۳۴۳	۱-۱۲ مقدمه
۳۴۳	۲-۱۲ درایوهای MV مبتنی بر VSI دوسطحی
۳۴۳	۱-۲-۱۲ ساختار مبدل توان

۳۴۵	۲-۲-۱۲ درایو VSI دو سطحی با یکسوکننده کنترل نشده
۳۴۸	۳-۱۲ درایوهای تغذیه شونده با اینورتر کلمپ نقطه خشی (NPC)
۳۴۸	۱-۳-۱۲ درایوهای اینورتر NPC مبتنی بر GCT
۳۵۰	۲-۳-۱۲ درایوهای اینورتر NPC مبتنی بر IGBT
۳۵۳	۴-۱۲ درایوهای تغذیه شونده با اینورتر نیم پل سری (CHB) چند سطحی
۳۵۳	۱-۴-۱۲ درایوهای تغذیه شونده با اینورتر CHB برای موتورهای $V/4160-V/2300$
۳۵۶	۲-۴-۱۲ درایوهای اینورتر CHB برای موتورهای $6/6-kV/11/8-kV$
۳۵۷	۵-۱۲ درایوهای تغذیه شونده با اینورتر هیبریدی
۳۵۸	۶-۱۲ درایو تغذیه شونده با اینورتر ANPC
۳۵۸	۱-۶-۱۲ درایو تغذیه شونده با اینورتر ANPC سه سطحی
۳۵۹	۲-۶-۱۲ درایو تغذیه شونده با اینورتر ANPC پنج سطحی
۳۶۰	۷-۱۲ درایو تغذیه شونده با اینورتر MMC
۳۶۱	۸-۱۲ درایوهای kV با مدارهای چندسطحی
۳۶۲	۹-۱۲ خلاصه
۳۶۴	مراجع

۳۶۵	۱۳. درایوهای تغذیه شونده با اینورتر منبع جریان
۳۶۵	۱-۱۳ مقدمه
۳۶۶	۲-۱۳ درایوهای CSI با یکسوکننده های PWM
۳۶۶	۱-۲-۱۳ درایوهای CSI با یکسوکننده PWM تک پل
۳۷۱	۲-۲-۱۳ درایوهای CSI برای موتورهای سفارشی
۳۷۳	۳-۱۳ درایو CSI بدون ترانسفورماتور برای موتورهای ac استاندارد
۳۷۳	۴-۱۳ درایو CSI با یکسوکننده SCR چند پالس
۳۷۳	۱-۴-۱۳ درایو CSI با یکسوکننده SCR ۱۸ پالس
۳۷۴	۲-۴-۱۳ درایو CSI کم هزینه با یکسوکننده SCR ۶ پالس
۳۷۵	۵-۱۳ درایوهای LCI برای موتورهای سنکرون
۳۷۵	۱-۵-۱۳ درایوهای LCI با ورودی ۱۲ پالس و خروجی ۶ پالس
۳۷۶	۲-۵-۱۳ درایوهای LCI با ورودی ۱۲ پالس و خروجی ۱۲ پالس
۳۷۷	۶-۱۳ خلاصه
۳۷۸	مراجع

۳۷۹	۱۴. طرح های پیشرفته کنترل درایو
۳۷۹	۱-۱۴ مقدمه
۳۸۰	۲-۱۴ تبدیل فاب مرجع

۳۸۰	۱-۲-۱۴ تبدیل قاب abc/dq
۳۸۲	۲-۲-۱۴ تبدیل ثابت $abc/\alpha\beta$
۳۸۳	۳-۱۴ مدل‌های دینامیکی موتور القایی
۳۸۳	۱-۳-۱۴ مدل بردار فضایی موتور
۳۸۵	۲-۳-۱۴ مدل موتور در محور dq
۳۸۶	۳-۳-۱۴ مشخصه‌های گذرای موتور القایی
۳۹۰	۴-۱۴ اصول کنترل میدان گرا (FOC)
۳۹۰	۱-۴-۱۴ جهت دهی میدان
۳۹۲	۲-۴-۱۴ بلوک دیاگرام کلی FOC
۳۹۳	۵-۱۴ کنترل مستقیم میدان گرا
۳۹۳	۱-۵-۱۴ بلوک دیاگرام سیستم
۳۹۴	۲-۵-۱۴ محاسبه کننده شار روتور
۳۹۸	۶-۱۴ کنترل غیره شقیه میدان گرا
۳۹۹	۷-۱۴ FOC برای درایوهای تغذیه شونده با CSI
۴۰۲	۸-۱۴ کنترل مستقیم شناور
۴۰۲	۱-۸-۱۴ اصول کنترل مستقیم شناور
۴۰۴	۲-۸-۱۴ منطق کلیدزنی
۴۰۷	۳-۸-۱۴ محاسبه شار استاتور و روتور
۴۰۹	۴-۸-۱۴ شبیه‌سازی درایو DTC
۴۱۰	۵-۸-۱۴ مقایسه طرح‌های DTC و FOC
۴۱۰	۹-۱۴ خلاصه
۴۱۲	مراجع

۴۱۳	۱۵. کنترل درایوهای موتور سنکرون
۴۱۳	۱-۱۵ مقدمه
۴۱۴	۲-۱۵ مدل‌سازی موتور سنکرون
۴۱۴	۱-۲-۱۵ ساختار
۴۱۶	۲-۲-۱۵ مدل دینامیکی موتورهای سنکرون (SM)
۴۲۰	۳-۲-۱۵ مدار معادل حالت دائمی
۴۲۰	۳-۱۵ راه‌انداز VSC FED SM با کنترل جریان محور d (ZDC)
۴۲۰	۱-۳-۱۵ مقدمه
۴۲۰	۲-۳-۱۵ اساس کنترل ZDC
۴۲۳	۳-۳-۱۵ پیاده‌سازی کنترل ZDC در VSC با تغذیه راه‌انداز SM
۴۲۶	۴-۳-۱۵ تحلیل گذرا
۴۲۹	۴-۱۵ VSC تغذیه راه‌انداز SM با کنترل MTPA

۴۲۹	۱-۴-۱۵ مقدمه
۴۲۹	۲-۴-۱۵ اساس کنترل MTPA
۴۳۲	۳-۴-۱۵ پیاده‌سازی کنترل MTPA در VSC با تغذیه رامانداز SM
۴۳۳	۴-۴-۱۵ تحلیل حالت گذرا
۴۳۵	۵-۴-۱۵ VSC تغذیه رامانداز SM با طرح DTC
۴۳۵	۱-۵-۱۵ مقدمه
۴۳۵	۲-۵-۱۵ اصول DTC
۴۴۱	۳-۵-۱۵ پیاده‌سازی کنترل DTC در درایو SM تغذیه‌شده با VSC
۴۴۲	۴-۵-۱۵ تحلیل حالت گذرا
۴۴۴	۶-۵-۱۵ کنترل د.انوها، SM تغذیه شده با CSC
۴۴۴	۱-۶-۱۵ مقدمه
۴۴۵	۲-۶-۱۵ رابو SM تغذیه شده با CSC با کنترل ZDC
۴۵۰	۳-۶-۱۵ تحلیل حالت گذرا یک درایو SM تغذیه شده با CSC با کنترل ZDC
۴۵۲	۴-۶-۱۵ درایو SM تغذیه شده با CSC با کنترل MTPA
۴۵۴	۷-۱۵ خلاصه
۴۵۵	مراجع
۴۵۶	پیوست

موضوعات خاص مربوط به درایوهای MV

بخش ششم

۴۵۹	۱۶. درایوهای MV تغذیه شده با مبدل ماتریسی
۴۵۹	۱-۱۶ مقدمه
۴۶۰	۲-۱۶ مبدل ماتریسی کلاسیک (MC)
۴۶۱	۱-۲-۱۶ ساختار MC کلاسیک
۴۶۱	۲-۲-۱۶ محدودیت‌های کلیدزنی و ترکیب شکل‌موج
۴۶۶	۳-۲-۱۶ مبدل ماتریسی سه ماژول
۴۶۶	۱-۳-۱۶ MC سه فاز در تک فاز (۳×۱)
۴۷۰	۲-۳-۱۶ توپولوژی MC سه ماژوله
۴۷۰	۳-۳-۱۶ شکل موج‌های ورودی و خروجی
۴۷۱	۴-۳-۱۶ مبدل ماتریسی سری چند ماژول
۴۷۳	۱-۴-۱۶ توپولوژی CMC نه ماژوله
۴۷۴	۲-۴-۱۶ شکل موج‌های ورودی و خروجی
۴۷۸	۵-۱۶ درایو MV تغذیه‌ی شده با CMC چند ماژول
۴۸۰	۶-۱۶ خلاصه

۴۸۳	۱-۱۷ مقدمه
۴۸۴	۲-۱۷ مشکلات مربوط به ولتاژهای حالت مشترک و راه‌حل‌های متداول
۴۸۴	۱-۲-۱۷ تعریف ولتاژهای حالت مشترک
۴۸۶	۲-۲-۱۷ شکل موج‌های ولتاژ حالت مشترک
۴۸۷	۳-۲-۱۷ راه‌حل متداول
۴۸۸	۳-۱۷ کاهش ولتاژ حالت مشترک در VSC چند سطحی
۴۸۹	۱-۳-۱۷ مدولاسیون بردار فضایی برای کاهش ولتاژ حالت مشترک
۴۹۱	۲-۳-۱۷ طرح ۱ برای کاهش ولتاژ حالت مشترک (RCM1)
۴۹۴	۳-۳-۱۷ طرح ۲ کاهش ولتاژ حالت مشترک (RCM2)
۴۹۸	۴-۳-۱۷ کاهش ولتاژ حالت مشترک در VSC n سطحی
۵۰۱	۴-۱۷ درایوهای بدون ترانسفورماتور با VSC چند سطحی
۵۰۲	۱-۴-۱۷ حذف ولتاژهای CM توسط طرح کلیدزنی در VSC چند سطحی
۵۰۳	۲-۴-۱۷ کنترل ولتاژ CM توسط فیلترهای CM
۵۰۷	۳-۴-۱۷ روش ترکیبی فیلترهای CM و کاهش ولتاژ CM
۵۰۹	۵-۱۷ درایوهای تغذیه شده‌ی CSI بدون ترانسفورماتور
۵۰۹	۱-۵-۱۷ راه‌حل متعارف
۵۱۰	۲-۵-۱۷ چوک DC یکپارچه برای درایوهای تغذیه شده‌ی CSI بدون ترانسفورماتور
۵۱۴	۶-۱۷ خلاصه
۵۱۵	مراجع
۵۱۷	علائم اختصاری
۵۲۱	واژه‌نامه انگلیسی به فارسی