

الکترونیک قدرت

نویسندگان
ند موهان
توره ام. آندلند
ولپام پی. رایینز

مترجمین
دکتر جعفر ساداتی
دکتر محمد جلال رستگاری
دکتر نوید رضا ابجدی

نیاز دانش

۱۳۹۳

سرشناسه	مohan, Ned ند موهان
عنوان و نام پدیدآور	الکترونیک قدرت / نویسندگان: ند موهان، تورام آندلند، ویلیام پی، رابینز، مترجمین جعفر سلطانی، محمدجلال رستگار فاطمی، نویدرضا ابجدی.
وضعیت ویراست	[ویراست ۳]
مشخصات نشر	تهران: نیاز دانش، ۱۳۹۳.
مشخصات ظاهری	۵۶۸ ص: مصور، جدول، نمودار.
شابک	978-600-6481-66-1
وضعیت فهرست نویسی	فیا
یادداشت	عنوان اصلی: Power electronics: converters, applications, and design.
یادداشت	واژه نامه.
یادداشت	کتابنامه.
یادداشت	نمایه.
موضوع	الکترونیک نیرو
موضوع	مبدل های جریان برق
موضوع	نیمه هادی های نیرو
شناسه افزود	Robbins, William P رابینز، ویلیام پی
شناسه افزوده	Undeland, Tore M اوندلاند، توره ام
شناسه افزود	مترجم - جعفر، ۱۳۲۰ - مترجم
شناسه افزود	محمدجلال، ۱۳۵۷ - مترجم
شناسه افزود	نویسنده، ۱۳۵۶ -
رده بندی کنگره	TK ۷۸۸۱/۱۵ م ۸ ۱۳۹۳
رده بندی دیویی	۶۲۱.۱۷
شماره کتابشناسی ملی	۶۱



نیاز دانش

نام کتاب	الکترونیک قدرت
نویسندگان	موهان، آندلند، رابینز
گردآوری و تألیف	دکتر جعفر سلطانی، دکتر محمدجلال رستگار فاطمی، دکتر نویدرضا ابجدی
مدیر اجرایی - ناظر بر چاپ	حمیدرضا محمد شیرین - مترجم
طراح جلد	کیانا آراین
ناشر	نیاز دانش
صفحه آرا	قلم نگار - معتری
لیتوگرافی / چاپ	گنجینه
نوبت چاپ	اول - ۱۳۹۳
شمارگان	۱۰۰۰
قیمت	۲۴۰۰۰ ریال

ISBN:978-600-6481-66-1

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۶۴۸۱-۶۶-۱

هرگونه چاپ و تکثیر (اعم از زیراکس، بازنویسی، ضبط کامپیوتری و تهیهی CD) از محتویات این اثر بدون اجازه کتبی ناشر ممنوع است، متخلفان به موجب بند ۵ از ماده ۲ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان تحت پیگرد قانونی قرار می گیرند.

کلیه حقوق این اثر برای ناشر محفوظ است.

www.Niaze /DanesIn.com

تماس با انتشارات: ۰۹۱۲-۷۰۷۳۹۳۵ ۰۶۶۴۷۸۱۰۶-۶۶۴۷۸۱۰۶-۰۲۱

مشاوره جهت نشر: ۰۹۱۲-۲۱۰۶۷۰۹

مقدمه مترجمین

امروزه الکترونیک قدرت جای مهمی در تکنولوژی مدرن یافته است. الکترونیک قدرت ترکیبی از قدرت، الکترونیک و کنترل است. کنترل به بررسی مشخصه‌های دینامیک و حالت پایدار سیستم‌های با حلقه بسته می‌پردازد. قدرت، وسایل قدرت استاتیک و گردنده را که در تولید، انتقال و توزیع توان الکتریکی به کار گرفته می‌شوند بررسی می‌کند. الکترونیک، مدارها و وسایل پردازشگر یا پردازنده‌ی سیگنالها را بررسی می‌کند که برای به دست آوردن هدف‌های کنترل مطلوب مورد استفاده قرار می‌گیرند.

الکترونیک قدرت، امروزه تا جایی پیشرفت کرده است که دشوار بتوان تمام مطالب آن را در یک نیمسال تحصیلی مطرح کرد. مفاهیم اساسی الکترونیک قدرت کاملاً شناخته شده است و تغییر چندانی نکرده است ولی مشخصه‌های قطعات و نیز روش‌های سوئیچ کردن کلیدها به طور مستمر در حال بهبود است. تکنیک‌های نیمه هادی‌های قدرت با سرعت بسیاری در حال ساخت قطعات سوئیچینگ قدرت سریعی هستند که ولتاژ بالاتری داشته باشند.

کتاب الکترونیک قدرت تألیف پرفسور موهان مرجع کاملی برای دانشجویان مقاطع کارشناسی و کارشناسی ارشد می‌باشد. این فصل از این کتاب ترجمه شده است که در آن مباحث پایه مربوط به الکترونیک قدرت مطرح شده است. در فصل اول سیستم‌های الکترونیک قدرت بررسی شده است که به صورت کلی به حیطه و کاربردهای الکترونیک قدرت و دسته‌بندی مبدل‌های الکترونیک قدرت می‌پردازد.

در فصل دوم مروری بر کلیدهای نیمه هادی‌های قدرت که در آن مشخصات مطلوب در سوئیچ‌های کنترل‌پذیر از قبیل ترانزیستورهای دو قطبی (BJT)، ترانزیستورهای اثر میدانی فلز-اکسید-نیمه هادی (MOSFET)، ترانزیستورهای دارای قابلیت خاموش شدن از طریق گیت (GTO) و ترانزیستورهای پیوندی دو قطبی با گیت عایق شده (IGBT) بررسی شده است.

در فصل سوم به مبدل‌های AC به AC پرداخته شده است که در کتاب اصلی موجود نبوده و در فصل چهارم مواردی در ارتباط با شبیه‌سازی کامپیوتری سیستم‌های الکترونیک قدرت مطرح شده است.

در فصل‌های پنجم و ششم به یکسوسازهای دیودی کنترل نشده و یکسوسازهای فرکانس-خط کنترل شده در حالت‌های تکفاز و سه فاز می‌پردازد که این یکسو کننده‌ها را در حالت اثر کموتاسیون و بدون کموتاسیون مورد تحلیل قرار می‌دهد.

در فصل هفتم مبدل‌های DC به DC سوئیچینگ (برشگر) تحلیل شده که این مبدل‌ها در حالت‌های افزایشی، کاهش و افزایش/کاهش در دو مد پیوسته و ناپیوسته بررسی می‌شود.

در فصل هشتم به اینورترهای سوئیچینگ DC به AC پرداخته می‌شود که انواع مدولاسیون برای اینورترهای تکفاز و سه فاز در دو نوع منبع ولتاژ (VSI) و منبع جریان (CSI) مطرح می‌شود. همچنین مبحث مدولاسیون با بردار فضایی نیز که در کتاب اصلی موجود نبود توسط مترجمان اضافه شده است.

در فصل نهم مبدل‌های تشدید سوئیچینگ در ولتاژ صفر و جریان صفر بررسی شده است که در آن به مفاهیم اساسی در مدارهای تشدید، مبدل‌های تشدید بار، مبدل‌های سوئیچینگ تشدید، ساختار

سوئیچینگ با ولتاژ صفر و کلمپ ولتاژ ($ZVS-CV$) و اینورترهای تشدید خط DC با سوئیچینگ در ولتاژ صفر پرداخته شده است.

در فصل دهم منابع تغذیه سوئیچینگ DC بررسی شده است که در آن به منابع تغذیه خطی، بررسی کلی منابع تغذیه سوئیچینگ، کنترل منابع تغذیه سوئیچینگ dc و محافظت از منابع تغذیه پرداخته می‌شود.

در فصل یازدهم حالت‌دهنده‌های توان و منابع تغذیه بدون وقفه (UPS) بررسی شده است که در آن به اغتشاشات در خطوط تغذیه و حالت‌دهنده‌های توان پرداخته می‌شود. برای تفهیم بهتر مطالب این کتاب، در آخر بعضی از فصول تعدادی مساله حل شده نیز اضافه شده است.

همه الکترونیک قدرت در زمان حال محدود نمانده و هر روز پیشرفت جدیدی در کلیه شاخه‌های خود به ظهور می‌ریزند. این کتاب گامی است، در جهت آینده.

در پایان از خدای بخشنده محترم کتاب تقاضا داریم که اشکالات احتمالی کتاب را از طریق ایمیل‌های زیر برای مترجمین کتاب ارسال نمایند.

j1234sm@cc.iut.ac.ir

دکتر جعفر سلطانی

j_rastegar@iauh.ac.ir

دکتر مهدی جلال رستگار فاطمی

navidabjadi@yahoo.com

دکتر نویدرضا ابجدی

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱۳	فصل اول / سیستم‌های الکترونیک قدرت
۱۳	۱-۱ مقدمه
۱۴	۲-۱ الکترونیک قدرت در برابر الکترونیک خطی
۱۹	۳-۱ بهره‌کاربردها
۲۰	۴-۱ طبقه‌بندی پردازشگرهای توان و مبدل‌ها
۲۱	۱-۱ پردازشگرهای توان
۲۲	۲-۴-۱ مبدل‌های قفسه‌ای
۲۴	۳-۴-۱ مبدل ماتریس به عنوان یک پردازشگر قدرت
۲۵	۵-۱ درباره متن کتاب
۲۶	۶-۱ تنوع مباحث الکترونیک قدرت
۲۶	۷-۱ قراردادهای و نمادهای بسته کتاب
۲۷	تمرین‌ها
۳۲	مراجع
۳۳	فصل دوم / مروری بر سوئیچ‌های نیمه‌رسانای قدرت
۳۳	۱-۲ مقدمه
۳۴	۲-۲ دیودها
۳۵	۳-۲ ترისტورها
۳۸	۴-۲ مشخصات مطلوب در سوئیچ‌های کنترل‌پذیر
۴۲	۵-۲ ترانزیستورهای دوقطبی پیوندی (BJTs) و مدارهای دارلینگتون یکپارچه (NPNs)
۴۴	۶-۲ ترانزیستورهای اثر میدانی فلز-اکسید-نیمه‌هادی (MOSFET)
۴۵	۷-۲ ترისტورهای دارای قابلیت خاموش شدن از طریق گیت (GTO)
۴۶	۸-۲ ترانزیستورهای پیوندی دو قطبی با گیت عایق شده (IGBT)
۴۷	۹-۲ ترისტورهای کنترل شده از نوع MOS
۴۸	۱۰-۲ درایو و مدارهای اسنابر
۴۹	۱۱-۲ چرا از مشخصه ایده‌آل برای قطعات استفاده می‌کنیم؟
۵۰	۱۲-۲ خلاصه
۵۰	تمرینات
۵۲	مراجع
۵۳	فصل سوم / مبدل‌های ac به ac
۵۳	۱-۳ کنترل‌کننده‌های ولتاژ ac
۵۴	هارمونیک‌ها در روش کنترل فاز
۵۹	کنترل‌کننده ولتاژ ac تکفاز با بار RL
۶۷	سیکلوکانورترها (مبدل‌های چرخان)

فصل چهارم / شبیه‌سازی کامپیوتری مبدل‌ها و سیستم‌های الکترونیک قدرت.....	۷۱
۱-۴ مقدمه.....	۷۱
۲-۴ چالش‌ها در شبیه‌سازی کامپیوتری.....	۷۲
۳-۴ فرآیند شبیه‌سازی.....	۷۳
۱-۳-۴ حلقه باز، شبیه‌سازی سیگنال بزرگ.....	۷۳
۲-۳-۴ مدل سیگنال کوچک (خطی) و طراحی کنترل‌کننده.....	۷۴
۳-۳-۴ حلقه بسته، رفتار سیستم سیگنال بزرگ.....	۷۴
۴-۳-۴ جزئیات کلید زنی.....	۷۴
۴-۴ نحوه شبیه‌سازی [۱].....	۷۵
۱-۴-۴ شبیه‌سازی‌های مدار.....	۷۵
۱-۴-۴ حل‌کننده‌های معادلات.....	۷۵
۳-۴-۴ مقایسه شبیه‌سازی‌های مدار و حل‌کننده‌های معادلات.....	۷۵
۵-۴ روش‌های تحلیل در حوزه زمان.....	۷۶
۱-۵-۴ مدل‌های ترانسیل خطی.....	۷۶
۲-۵-۴ روش‌های ترانسیل غیرخطی.....	۷۸
۳-۵-۴ مدل‌های ترانسیل غیرخطی [۱].....	۸۰
۶-۴ شبیه‌سازی‌های مدار.....	۸۰
۱-۶-۴ SPICE [۳].....	۸۱
۲-۶-۴ برنامه شبیه‌سازی EMTP [۴].....	۸۴
۳-۶-۴ ارجحیت Pspice و FETP بر دیگر.....	۸۴
۷-۴ حل‌کننده‌های معادلات.....	۸۵
خلاصه.....	۸۷
مسائل.....	۸۷
مراجع.....	۱۰۰
فصل پنجم / یکسوسازهای دیودی فرانکس خط.....	۱۰۱
۱-۵ مقدمه.....	۱۰۱
۲-۵ مفاهیم پایه در یکسوسازها.....	۱۰۲
۱-۲-۵ بار تمام مقاومتی.....	۱۰۲
۳-۲-۵ بار دارای ولتاژ مستقیم داخلی.....	۱۰۵
۳-۵ یکسوساز پل دیودی تک‌فاز.....	۱۰۵
۱-۳-۵ مدار ایده‌آل با $L_s=0$	۱۰۵
۲-۳-۵ اثر L_s بر کموتاسیون جریان.....	۱۱۱
۳-۳-۵ ولتاژ ثابت در سمت $v_d(t)=V_d \cdot dc$	۱۱۷
۴-۳-۵ یکسوسازهای پل دیودی عملی.....	۱۲۱
۴-۵ یکسوسازهای (تک‌فاز) دوبرابر‌کننده ولتاژ.....	۱۲۸
۵-۵ اثر یکسوسازهای تک‌فاز بر جریان نول در سیستم‌های سه‌فاز چهارسیم.....	۱۲۹
۱-۶-۵ مدار ایده‌آل با $L_s=0$	۱۳۱
۲-۶-۵ اثر L_s بر کموتاسیون جریان.....	۱۳۶
۳-۶-۵ ولتاژ ثابت در سمت $v_d(t)=V_d \cdot dc$	۱۳۹

۱۴۲	۴-۶-۵ یکسوسازهای پل دیودی سه فاز عملی
۱۴۳	۷-۵ مقایسه یکسوسازهای سه فاز و تک فاز
۱۴۳	۸-۵ جریان هجومی و اضافه ولتاژ در هنگام شروع به کار یکسوساز
۱۴۴	۹-۵ مسایل مربوط به هارمونیک های جریان خط و کاهش ضریب توان
۱۴۵	خلاصه فصل
۱۴۶	مسایل
۱۸۳	فصل ششم / یکسوسازها و اینورترهای فرکانس خط با کنترل فاز
۱۸۳	۱-۶ مقدمه
۱۸۵	۲-۶ مدارهای ترستوری و کنترل آنها
۱۸۵	۱-۶ مسایل مدارهای ترستوری
۱۸۷	۲-۱-۶ تریک گیت ترستور
۱۸۸	۲-۶ مبدل های ترستوری کاربردی
۱۸۹	۳-۶ مبدل های تک فاز
۱۸۹	۱-۳-۶ مدار ایده آل با $L_s=0$ و $i_d(t)=I_d$
۱۹۴	۲-۳-۶ اثر L_s
۱۹۸	۳-۳-۶ مبدل های ترستوری کاربردی
۲۰۱	۴-۳-۶ حالت کار اینورتر
۲۰۴	۵-۳-۶ شکل موج ولتاژ ac (برش و ولتاژ در ولتاژ خط)
۲۰۴	۴-۶ مبدل های سه فاز
۲۰۴	۱-۴-۶ مدار ایده آل با $L_s=0$ و $i_d(t)=I_d$
۲۱۰	۲-۴-۶ اثر L_s
۲۱۶	۳-۴-۶ مبدل های کاربردی
۲۱۷	۴-۴-۶ حالت کار اینورتری
۲۲۰	۵-۴-۶ شکل موج ولتاژ ac (اعوجاج و بریدگی)
۲۲۳	۵-۶ سایر مبدل های سه فاز
۲۲۴	خلاصه فصل
۲۲۵	مسایل
۲۵۳	فصل هفتم / مبدل های DC به DC سوئیچی
۲۵۳	۱-۷ مقدمه
۲۵۴	۲-۷ کنترل مبدل های dc به dc
۲۵۶	۳-۷ مبدل باک
۲۵۸	۱-۳-۷ حالت هدایت پیوسته
۲۶۰	۲-۳-۷ مرز میان هدایت پیوسته و ناپیوسته
۲۶۰	۳-۳-۷ حالت هدایت ناپیوسته
۲۶۱	۱-۳-۳-۷ حالت هدایت ناپیوسته با V_d ثابت
۲۶۳	۲-۳-۳-۷ هدایت ناپیوسته با V_d ثابت
۲۶۴	۴-۳-۷ ریپل ولتاژ خروجی
۲۶۵	۴-۷ مبدل بوست
۲۶۶	۱-۴-۷ حالت هدایت پیوسته

۲۶۷	۲-۴-۷ مرز بین حالت هدایت پیوسته و ناپیوسته
۲۶۸	۳-۴-۷ حالت هدایت ناپیوسته
۲۷۰	۴-۴-۷ تأثیر اجزای غیر فعال
۲۷۱	۵-۴-۷ ریبیل ولتاژ خروجی
۲۷۲	۵-۷ مبدل باک- بوست
۲۷۳	۱-۵-۷ حالت هدایت پیوسته
۲۷۴	۲-۵-۷ مرز میان حالت پیوسته و ناپیوسته
۲۷۵	۳-۵-۷ حالت هدایت ناپیوسته
۲۷۷	۴-۵-۷ اثر اجزای غیر فعال
۲۷۷	۵-۶ ریبیل ولتاژ خروجی
۲۷۹	۶-۷ مبدل dc به dc کاک
۲۸۳	۷-۷ مبدل dc به ac پل کامل
۲۸۵	۱-۷-۷ PWM با سوئیچینگ ولتاژ دو قطبی
۲۸۸	۲-۷-۷ PWM سوئیچینگ ولتاژ تک قطبی
۲۹۱	۸-۷ مقایسه مبدل های ac به ac
۲۹۳	۹-۷ جمع‌بندی
۲۹۳	مسائل
۳۱۳	مراجع
۳۱۵	فصل هشتم / اینورترهای سوئیچی A به D
۳۱۵	۱-۸ مقدمه
۳۱۷	۲-۸ مفاهیم اساسی مربوط به اینورترهای سوئیچی
۳۱۹	۱-۲-۸ سوئیچینگ با مدولاسیون پهنای پال
۳۲۵	۱-۱-۲-۸ m_f کوچک ($m_f \leq 21$)
۳۲۷	۲-۲-۸ سوئیچینگ موج مربعی
۳۲۸	۳-۸ اینورترهای تک‌فاز
۳۲۸	۱-۳-۸ اینورترهای نیم پل (تک فاز)
۳۲۹	۲-۳-۸ اینورترهای پل کامل (تک فاز)
۳۴۲	۳-۳-۸ اینورترهای پوش- پول
۳۴۳	۴-۳-۸ استفاده از سوئیچ‌ها در اینورترهای تک‌فاز
۳۴۵	۴-۸ اینورترهای سه فاز
۳۴۶	۱-۴-۸ PWM در اینورترهای سه فاز با منبع ولتاژ
۳۴۹	۲-۴-۸ حالت موج مربعی در اینورترهای سه فاز
۳۵۱	۳-۴-۸ نرخ کارکرد سوئیچ در اینورترهای سه فاز
۳۵۲	۴-۴-۸ ریبیل در خروجی اینورتر
۳۵۴	۵-۴-۸ جریان سمت dc (I_d)
۳۵۶	۶-۴-۸ هدایت سوئیچ‌ها در اینورترهای سه فاز
۳۵۸	۵-۸ اثر زمان خاموشی بر ولتاژ خروجی در اینورترهای PWM
۳۶۱	۶-۸ سایر روش‌های سوئیچینگ در اینورترها

۳۶۱	۱-۶-۸ سوئیچینگ پالس موج مربعی
۳۶۲	۲-۶-۸ سوئیچینگ با روش حذف برنامه‌ریزی شده هارمونیک‌ها
۳۶۳	۳-۶-۸ مدولاسیون با جریان تنظیم شده (مدولاسیون با جریان)
۳۶۵	۴-۶-۸ سوئیچینگ با خنثی کردن هارمونیک‌ها با استفاده از مدولاسیون و اتصال ترانسفورمری
۳۶۵	۷-۸ حالت کار یکسوسازی
۳۶۶	۸-۸ کنترل موتور القایی با اینورتر منبع جریان
۳۶۷	۱-۸-۸ اینورتر منبع جریان سه فاز
۳۷۲	۲-۸-۸ منابع جریان
۳۷۳	۳-۸-۸ ترانزیستور
۳۷۵	۴-۸-۸ مدولاسیون پهنای پالس در یک اینورتر منبع جریان
۳۷۸	۵-۸-۸ اینورتر منبع جریان PWM با GTO
۳۸۲	۹-۸-۸ مدولاسیون پهنای پالس
۳۸۲	۱-۹-۸ مقدمه
۳۸۳	۲-۹-۸ پارامترهای عملکرد
۳۸۴	۳-۹-۸ تکنیک‌های کنترل اینورترهای منبع ولتاژ
۳۸۵	۴-۹-۸ استفاده از PWM و فرکانس سوئیچینگ بالا و مزایای آن
۳۸۶	۱۰-۸ روشهای PWM زمان حقیقی
۳۸۷	۱۱-۸ مدولاسیون بردار فضایی به عنوان یک روش زمان حقیقی
۳۹۲	۱۲-۸ خلاصه
۳۹۴	مسایل
۴۰۵	مراجع
۴۰۷	فصل نهم / مبدل‌های تشدید: سوئیچینگ در ولتاژ صفر و/یا جریان صفر
۴۰۷	۱-۹ مقدمه
۴۰۸	۱-۱-۹ سوئیچینگ با جریان القایی
۴۰۹	۲-۱-۹ سوئیچینگ ولتاژ صفر و جریان صفر
۴۱۱	۲-۹ دسته‌بندی مبدل‌های تشدید
۴۱۱	۱-۲-۹ مبدل‌های تشدید بار
۴۱۱	۲-۲-۹ مبدل‌های تشدید سوئیچی
۴۱۲	۳-۲-۹ مبدل‌های تشدید خط dc
۴۱۲	۴-۲-۹ مبدل‌های نیم سیکل با فرکانس بالای خط
۴۱۲	۳-۹ مفاهیم اساسی در مدارهای تشدید
۴۱۲	۱-۳-۹ مدارهای تشدید سری
۴۱۵	۳-۱-۳-۹ مشخصه فرکانسی مدار تشدید سری
۴۱۶	۲-۳-۹ مدار تشدید موازی
۴۱۶	۲-۲-۳-۹ مشخصه فرکانسی مدار تشدید موازی
۴۱۷	۴-۹ مبدل‌های تشدید بار
۴۱۸	۱-۴-۹ مبدل‌های dc-dc تشدید با بار سری (SLR)
۴۲۴	۲-۴-۹ مبدل‌های DC-DC تشدید با بار موازی
۴۲۶	۱-۲-۴-۹ حالت کار گسسته

۴۲۹	۳-۴-۹ مبدل‌های DC-DC ترکیبی
۴۲۹	۴-۴-۹ منبع جریان، اینورترهای DC-AC با تشدید موازی برای گرمایش القایی
۴۳۱	۵-۴-۹ مبدل‌های کلاس E
۴۳۴	۵-۹ مبدل‌های سوییچی تشدید
۴۳۶	۱-۵-۹ مبدل‌های تشدید ZCS
۴۴۰	۲-۵-۹ مبدل‌های تشدید ZVS
۴۴۱	۳-۵-۹ مقایسه ساختارهای ZCS و ZVS
۴۴۲	۶-۹ اختار سوییچینگ با ولتاژ صفر و کلمپ ولتاژ (ZVS-CV)
۴۴۲	۶-۹ مبدل‌های DC-DC با ساختار ZVS-CV
۴۴۵	۷-۹ اینورترهای DC-AC با ساختار ZVS-CV
۴۴۷	۳-۷-۹ مبدل‌های DC-DC با ساختار ZVS-CV و با حذف ولتاژ
۴۴۹	۷-۹ اینورترهای تشدید با DC با سوییچینگ در ولتاژ صفر
۴۵۱	۸-۹ مبدل‌های تشدید نیم سیکل با فرکانس بالای خط
۴۵۳	۹-۹ خلاصه
۴۵۴	مسایل
۴۶۸	مراجع
۴۷۳	فصل دهم منابع تغذیه سوئیچینگ DC
۴۷۳	۱-۱۰ مقدمه
۴۷۴	۲-۱۰ منابع تغذیه خطی
۴۷۵	۳-۱۰ بررسی کلی منابع تغذیه سوئیچینگ
۴۷۷	۴-۱۰ مبدل‌های DC-DC با جداسازی الکتریکی
۴۷۷	۴-۱۰ مقدمه‌ای بر مبدل‌های DC-DC با جداسازی الکتریکی
۴۸۱	۲-۴-۱۰ مبدل‌های بازگشتی یا پشرو (شکل تغییر یافته مبدل با افزایش/کاهنده)
۴۸۴	۳-۴-۱۰ مبدل‌های پیشرو (شکل تغییر یافته مبدل کاهنده/بازگشتی)
۴۸۸	۴-۴-۱۰ مبدل کشویی (شکل تغییر یافته مبدل کاهنده)
۴۹۰	۵-۴-۱۰ مبدل نیم پل (شکل تغییر یافته مبدل کاهنده)
۴۹۲	۶-۴-۱۰ مبدل‌های پل کامل (شکل تغییر یافته مبدل کاهنده)
۴۹۳	۷-۴-۱۰ مبدل‌های dc-dc منبع جریان
۴۹۴	۸-۴-۱۰ انتخاب هسته ترانسفورمر در مبدل‌های DC-DC با جداسازی الکتریکی
۴۹۷	۵-۱۰ کنترل منابع تغذیه سوئیچینگ dc
۵۰۱	۱-۵-۱۰ خطی کردن طبقه توان و فیلتر خروجی با استفاده از روش میانگین‌گیری برای حالت جهت
۴۹۸	به‌دست آوردن $\tilde{d}(s) / \tilde{v}_o(s)$
۵۰۵	۲-۵-۱۰ تابع تبدیل $\tilde{d}(s) / \tilde{v}_c(s)$ در مدولاسیون پهنای پالس با نسبت کار مستقیم
۵۰۹	۳-۵-۱۰ جبران‌سازی سیستم فیدبک با استفاده از مدولاتور پهنای پالس با نسبت کار مستقیم
۵۱۳	۴-۵-۱۰ کنترل پیشخورد (Feed-Forward) PWM برای ولتاژ خروجی
۵۱۴	۵-۵-۱۰ کنترل جریان
۵۱۸	۶-۵-۱۰ کنترل با استفاده از مدولاسیون پهنای پالس دیجیتال
۵۱۸	۶-۱۰ محافظت از منابع تغذیه

۵۲۰	۱-۶-۱۰ راه‌اندازی ایمن
۵۲۰	۱-۶-۲ محافظت در برابر ولتاژ
۵۲۰	۱-۶-۳ محدود کردن جریان
۵۲۴	۸-۱۰ طراحی مناسب جهت برآورده کردن مشخصات لازم برای منبع تغذیه
۵۲۴	۱-۸-۱۰ فیلتر ورودی
۵۲۴	۲-۸-۱۰ پل یکسوساز ورودی
۵۲۴	۳-۸-۱۰ خازن رپل و زمان ادامه کار
۵۲۵	۴-۸-۱۰ محدود کردن جریان هجومی در لحظه ابتدایی روشن شدن سویچ
۵۲۶	۵-۸-۱۰ مقاومت معادل سری (ESR) فیلتر خازنی در خروجی
۵۲۶	۶-۸-۱۰ یکسوساز همگام جهت بهبود بازدهی انرژی
۵۲۶	۸-۸-۱۰ خروجی چندگانه
۵۲۶	۸-۱۰ ملاحظات مربوط به تداخل الکترومغناطیسی
۵۲۷	۹-۱۰ خلاصه
۵۲۷	مسایل
۵۴۶	مراجع
۵۴۹	فصل یازدهم / حالت دهنده‌های توان و منابع تغذیه بدون وقفه (UPS)
۵۴۹	۱-۱۱ مقدمه
۵۴۹	۲-۱۱ اغتشاشات در خطوط تغذیه
۵۴۹	۱-۲-۱۱ انواع اغتشاش
۵۵۰	۲-۲-۱۱ عوامل ایجاد اغتشاش
۵۵۱	۳-۲-۱۱ تأثیر بر تجهیزات حساس
۵۵۱	۳-۱۱ حالت دهنده‌های توان
۵۵۳	۴-۱۱ منابع تغذیه بدون وقفه (UPS)
۵۵۳	۱-۴-۱۱ یکسوساز
۵۵۵	۲-۴-۱۱ باتری‌ها
۵۵۵	۳-۴-۱۱ اینورترها
۵۵۸	۴-۴-۱۱ سویچ انتقال استاتیک
۵۵۸	۵-۱۱ خلاصه
۵۵۹	مسایل
۵۶۱	مراجع
۵۶۳	واژه‌نامه انگلیسی به فارسی