



شرکت توزیع نیروی برق
استان خراسان رضوی (سهامی خاص)

کاربرد ادوات توان سفارشی در بهبود کیفیت توان در شبکه‌های توزیع

نویسندگان:

دکتر اریندام قوش؛ دکتر جواد لدویج

مترجم:

دکتر رضا قاضی

استاد دانشگاه فردوسی مشهد



انتشارات وازگان خرد

کاربرد ادوات توان سفارشی در بهبود کیفیت توان
در شبکه های توزیع

Ghosh, Arindam / قوش، ایرندام	سرشناسه
کاربرد ادوات توان سفارشی در بهبود کیفیت توان در شبکه های توزیع / نویسندگان ایرندام قوش، جرارد لدویج : ترجمه رضا قاضی	عنوان و نام پدیدآور
مشهد: وازگان خرد، ۱۳۹۶	محل نشر
۴۶۸ ص، مصور	موضوع تخصصی
978-964-8931-96-9 : ۲۵۰۰۰ ریال	شابک
قیما	نوع سند
Power quality enhancement using custom power devices.	یادداشت
برق - سیستمها - کنترل کیفی	موضوع
Electric power systems - Quality control	موضوع
لدویج، جرارد	شناسه افزوده
قاضی، رضا، ۱۳۳۱ - مترجم	شناسه افزوده
TK1010/4216	رده بندی کنگره
	رده بندی دیویی
۴۶۴۱۰۰	شماره کتابشناسی ملی

کاربرد ادوات توان سفارشی در بهبود کیفیت توان در شبکه های توزیع

ترجمه : رضا قاضی

صفحه آرای و طرح جلد: وازگان خرد

چاپ اول : ۱۳۹۶ - ۵۰۰ نسخه وزیری

چاپخانه: دانشگاه فردوسی مشهد

قیمت : ۲۵۰۰۰ تومان

شابک : ۹۷۸-۹۶۴-۸۹۳۱-۹۶-۹

واژگان خرد، مشهد، تقاطع آبکوه و کلاهدوز، شماره ۴۵۲ واحد ۳
(۰۹۱۵۳۱۷۹۱۸۵۰ ۰۵۱۳۸۴۶۶۹۷۶)

کلیه حقوق برای ناشر محفوظ است.

فهرست

پیشگفتار.....	۸
مقدمه مترجم.....	۱۰
مقدمه مولفان.....	۱۳
فصل ۱. مقدمه.....	۱۶
۱-۱ کیفیت توان الکتریکی.....	۱۸
۲-۱ کاربرد الکترونیک، قدرت در سیستم‌های انتقال.....	۲۴
۳-۱ کاربرد الکترونیک قدرت در شبکه‌های توزیع.....	۳۴
۴-۱ تولید پراکنده (DG).....	۳۸
۵-۱ مراجع.....	۴۱
فصل ۲. توصیف کیفیت توان الکتریکی.....	۴۳
۱-۲ تعاریف و اصطلاحات کیفیت توان.....	۴۵
۲-۲ مسائل کیفیت توان.....	۵۷
۳-۲ نتیجه‌گیری.....	۷۱
۴-۲ مراجع.....	۷۲
فصل ۳. تجزیه و تحلیل مسائل کیفیت توان و روش‌های بهبود.....	۷۳
۱-۳ تجزیه تحلیل خاموشی‌ها.....	۷۴
۲-۳ آنالیز عدم تعادل.....	۷۸
۳-۳ تجزیه تحلیل اعوجاج.....	۸۸
۴-۳ تحلیل فرورفتگی ولتاژ.....	۱۰۲
۵-۳ تجزیه تحلیل فلیکر ولتاژ.....	۱۰۶

۱۰۸	۳-۶ تأثیر قطعی‌ها بر مشترکین و روش کاهش مدت زمان آن‌ها
۱۱۰	۳-۷ متعادل کردن بار
۱۱۹	۳-۸ کاهش هارمونیک
۱۲۴	۳-۹ کاهش دادن فرورفتگی ولتاژ
۱۲۶	۳-۱۰ نتیجه‌گیری
۱۲۸	۳-۱۱ مراجع
۱۳۰	فصل ۴. ۱. ادوات توان سفارشی: مقدمه
۱۳۱	۴-۱ ارتباط مشترکین - رست‌ها
۱۳۴	۴-۲ معرفی وسایل توان سفارشی
۱۴۹	۴-۳ پارک توان سفارشی
۱۵۲	۴-۴ وضعیت کاربرد ادوات CPD
۱۵۲	۴-۵ نتیجه‌گیری
۱۵۲	۴-۶ مراجع
۱۵۳	فصل ۵. ساختار و کنترل مبدل‌های قدرت
۱۵۴	۵-۱ توپولوژی اینورتر
۱۶۳	۵-۲ سوییچینگ سخت - سوییچینگ نرم
۱۶۹	۵-۳ اینورترهای ولتاژ بالا
۱۷۰	۵-۴ ترکیب اینورترها برای افزایش ولتاژ و توان
۱۸۵	۵-۵ کنترل ولتاژ حلقه - باز
۱۹۸	۵-۶ کنترل سوییچینگ حلقه بسته
۲۰۵	۵-۷ سیستم‌های مرتبه دو و بالاتر
۲۲۷	۵-۸ نتیجه‌گیری
۲۲۹	۵-۹ مراجع

فصل ۶. وسایل نیمه‌هادی محدود کننده، قطع کننده و انتقال دهنده	۲۳۲
۱-۶ محدود کننده جریان نیمه‌هادی	۲۳۳
۲-۶ قطع کننده نیمه‌هادی (SSB)	۲۳۸
۳-۶ ملاحظات در عملیات کلید زنی و محدود کنندگی	۲۴۰
۴-۶ کلید انتقال نیمه‌هادی (SSTS)	۲۴۲
۵-۶ الگوریتم‌های تشخیص فرورفتگی یا برآمدگی ولتاژ	۲۴۹
۶-۶ نتیجه‌گیری	۲۵۵
۷-۶ مراجع	۲۵۶
فصل ۷. جبران بار با استفاده از جبران کننده استاتیکی توزیع	۲۵۷
۱-۷ جبران‌سازی بارهای تک فاز	۲۵۸
۲-۷ ساختار جبران‌ساز موازی ایده‌آل	۲۶۱
۳-۷ تولید جریان مرجع با استفاده از سوری نظهار PQ	۲۶۵
۴-۷ تولید جریان‌های مرجع با استفاده از مؤلفه‌های متغیر لحظه‌ای	۲۷۴
۵-۷ الگوریتم عمومی جهت تولید جریان‌های مرجع	۲۸۳
۶-۷ تولید جریان‌های مرجع در شرایط منبع نامتعادل	۲۹۱
۷-۷ نتیجه‌گیری	۲۹۹
۸-۷ مراجع	۳۰۰
فصل ۸. پیاده‌سازی و کنترل جبران کننده استاتیکی توزیع (DSTATCOM)	۳۰۲
۱-۸ ساختار جبران کننده استاتیکی توزیع	۳۰۳
۲-۸ کنترل جبران کننده استاتیکی توزیع متصل به منبع محکم	۳۰۷
۳-۸ جبران کننده استاتیکی متصل به منبع تغذیه ضعیف	۳۱۱
۴-۸ کنترل فازوری جریان جبران کننده استاتیکی	۳۲۴
۵-۸ جبران کننده استاتیکی در مد کنترل ولتاژ	۳۳۵
۶-۸ نتیجه‌گیری	۳۴۴
۷-۸ مراجع	۳۴۵

۳۴۶	فصل ۹. جبران‌سازی سری سیستم توزیع
۳۴۹	۹-۱ DVR تغذیه شده با یکسوکننده
۳۵۴	۹-۲ DVR تغذیه شده با خازن DC
۳۷۱	۹-۳ ساختار DVR
۳۸۱	۹-۴ بازگردانی ولتاژ
۳۸۳	۹-۵ فیلتر اکتیو سری
۳۸۷	۹-۶ نتیجه گیری
۳۸۸	۹-۷ مراجع
۳۸۹	فصل ۱۰. اصلاح نلنده کیفیت توان یکپارچه (UPQC)
۳۹۰	۱۰-۱ پیکربندی UPQC
۳۹۱	۱۰-۲ مشخصه‌های UPQC جبران‌کننده موازی سمت راست
۳۹۸	۱۰-۳ مشخصه‌های UPQC موازی سمت چپ
۴۰۱	۱۰-۴ ساختار و کنترل UPQC موازی-راست
۴۱۰	۱۰-۵ ساختار و کنترل UPQC موازی-چپ
۴۱۴	۱۰-۶ نتیجه گیری
۴۱۵	۱۰-۷ مراجع
۴۱۶	فصل ۱۱. تولید پراکنده و اتصال به شبکه
۴۱۶	۱۱-۱ تولید پراکنده - الزامات اتصال و تاثیرات آن‌ها بر شبکه
۴۲۰	۱۱-۲ تداخل و جایابی بهینه DG
۴۲۶	۱۱-۳ کیفیت توان در DG
۴۳۱	۱۱-۴ مسائل جزیره‌ای
۴۳۵	۱۱-۵ جبران‌سازی خطوط توزیع
۴۴۶	۱۱-۶ تولید توان حقیقی
۴۴۶	۱۱-۷ مسائل حفاظتی مرتبط با DG
۴۴۷	۱۱-۸ تکنولوژی‌های DG

۴۴۸	۹-۱۱ اثرات انواع DG بر کیفیت توان
۴۵۱	۱۰-۱۱ نتیجه گیری
۴۵۲	۱۱-۱۱ مراجع

فصل ۱۲. جهت گیری آینده و فرصت ها جهت ارتقای کیفیت توان

۴۵۳	۱-۱۲ حساسیت کیفیت توان
۴۵۸	۲-۱۲ بهبود مسائل کیفیت توان از دیدگاه موسسه و مشترک
۴۶۰	۳-۱۲ مشارکت تجهیزات مشترکین در کیفیت توان
۴۶۱	۴-۱۲ استانداردها با بهم پیوستن
۴۶۲	۵-۱۲ نیازمندیهای عملکردهای توان و اعتبار سنجی
۴۶۵	۶-۱۲ شکل تحویل انرژی
۴۶۷	۸-۱۲ نتیجه گیری
۴۶۸	۹-۱۲ مراجع

پیشگفتار

کیفیت توان بارتی است که جهت توصیف جنبه‌های مهم تأمین برق به کار برده می‌شود. مسائل کیفیت توان می‌تواند به عنوان مشکلاتی تعریف کرد که به صورت انحراف در ولتاژ، جریان و فرکانس ظاهر می‌شوند. به کار افتادن یا عملکرد غلط تجهیزات را به دنبال خواهند داشت. این مسائل در گذشته نگرانی زیادی ایجاد نمی‌کردند زیرا اثرات آنها بر تجهیزات و مصرف‌کننده‌های موجود ناچیز بود. اما در سال‌های اخیر با گسترش بارهای حساس میکروپروسسوری و تجهیزات الکترونیکی در شبکه‌های توزیع رضایتمندی به‌طور قابل توجهی تغییر کرده است. در واقع سیمای شبکه‌های توزیع نسبت به گذشته بسیار متفاوت شده است. امروزه با به کارگیری تجهیزات الکترونیکی جهت کنترل خط تولید، اتوماسیون فرایندها و وسایل خانگی مدرن که روبه افزایش است، همگی نیازمند تغذیه با کیفیت بالا هستند. کاربردهای متنوع ادوات الکترونیک قدرت در بخش‌های صنعتی، تجاری و خانگی می‌توانند کیفیت تغذیه را تا سر حد هشدار تخریب نمایند. رشد روزافزون به کارگیری تولیدات پراکنده (DGs) و پردازش آنها از طریق مبدل‌های الکترونیک قدرت، مسائل کیفیت توان را تشدید کرده است. عوارض نامطلوب ناشی از فقدان کیفیت در تأمین انرژی، شامل صدمه دیدن و از کار افتادن تجهیزات، افزایش تلفات بهره‌وری پایین سیستم توزیع، اختلال در سیستم حفاظتی و مخابراتی و نهایتاً زیان اقتصادی است.

همچنین باید گفت که مقررات زدایی و خصوصی‌سازی و در نتیجه رقابتی شدن محیط که در آن برق به عنوان یک کالا عرضه می‌شود اهمیت کیفیت توان را دوچندان نموده است، چه عدم ارائه کیفیت مطلوب موجبات نارضایتی مشتریان را فراهم می‌نماید.

لذا با توجه به اهمیت کیفیت توان، لازم است جهت شناسایی، تحلیل و روش‌های بهبود اقدامات موثری صورت گیرد. از آنجایی که یکی از مباحث فناوری FACTS مربوط به بهبود کیفیت توان بوده و تحت عنوان ادوات توان سفارشی (CPD) نام گذاری شده است، شناخت آنها می‌تواند کمک شایانی در این زمینه نماید. بدیهی است با ارتقای کیفیت توان که جزو برنامه‌های

راهبردی شرکت است، خسارت احتمالی وارده به مشترکین کاهش یافته و با تأمین رضایت آنان منافع شرکت نیز تأمین خواهد شد.

در این راستا با پیشنهاد کمیته تحقیقات شرکت مبنی بر ترجمه کتاب حاضر توسط آقای دکتر رضا قاضی استاد دانشگاه فردوسی مشهد و مشاور شرکت موافقت گردید. ضمن قدردانی از ایشان و دست اندرکاران امید است نشر این کتاب که معرفی جامعی از مفاهیم کیفیت توان و به ویژه ادوات CPD است گامی کوچک در جهت ارتقای سطح علمی در این زمینه باشد و مورد استفاده مهندسین برق، کارشناسان محترم شرکت های توزیع، دانشجویان مهندسی برق و سایر علاقمندان قرار گیرد.

محمد رضا مزینی
مدیر عامل شرکت توزیع نیروی برق
استان خراسان رضوی

مقدمه مترجم

در سالهای اخیر به دلایل مختلف شرکتهای توزیع و مشترکین نسبت به کیفیت برق توجه خاصی مبذول داشته‌اند. گویا مسئله کیفیت توان از دیرباز مورد بحث مهندسين برق بوده است، لیکن نگاه سیستمی به این مسأله موضوع جدیدی است که تلاش محققین و مهندسين را به خود معطوف نموده است. در این تلاش کتابهای متعدد به چاپ رسیده و استانداردهای لازم تدوین و مقالات متنوعی انتشار یافته است. در اکثر دانشگاه‌های داخلی و خارج کیفیت توان الکتریکی بعنوان یک درس دوره تحصیلات تکمیلی در رشته مهندسی برق تدریس می‌شود. راه اندازی مراکز تحقیقاتی و آزمایشگاهی مرتبط با کیفیت توان در پاره‌ای از دانشگاه‌ها نشان دهنده اهمیت این موضوع است. از جمله دلایل اهمیت موضوع کیفیت توان را می‌توان تغییرات حاصل در سیمای شبکه‌های توزیع نسبت به گذشته دانست. امروزه در مصرف‌کننده‌های سیستم‌های میکروپروسسوری و الکترونیکی مورد استفاده قرار گرفته است که نسبت به مصرف‌کننده‌های قدیم شدیداً به مسائل کیفیت توان حساس هستند. در راستای افزایش بهره‌وری و راندمان سیستم‌های قدرت منجر به بکارگیری انواع مبدل‌های الکترونیکی قدرت، محرکه‌های تنظیم سرعت راندمان بالا و سایر تجهیزات مشابه شده است که خود منجر به مسائل کیفیت توان نظیر افزایش سطوح هارمونیکی گردیده‌اند. در گذشته عوامل ایجاد مسائل کیفیت توان بسیار محدود بودند مثلاً اعوجاج هارمونیکی از ناحیه اشباع مغناطیسی ترانسفورماتور یا بارهای صنعتی خاص نظیر کوره‌های قوس الکتریک ایجاد می‌شد و عمده نگرانی مهندسين از اثرات نامطلوب آنها بر ماشین‌های القایی و سنکرون، تداخل تلفنی و صدمه دیدن خازن‌ها بود. همچنین در گذشته چون تجهیزات محافظه کارانه طراحی می‌شدند دارای تحمل بیشتری در مقابل مسائل کیفیت توان بودند و حال آنکه امروزه به کمک نرم افزارهای مختلف بهینه‌سازی، تجهیزات بهینه طراحی می‌شوند لذا در مقابل

تغییرات کیفیت توان دارای تحمل کمتری هستند. علاوه بر موارد فوق آگاهی مصرف کننده گان و شرکت های برق نسبت به مسائل کیفیت توان نظیر گذراهای کلید زنی، فرورفتگی یا برآمدگی ولتاژ، قطعی و هارمونیک افزایش یافته است. اجرای خودکار فرایندها (اتوماسیون) در کارخانجات وابستگی به کیفیت توان فزونی یافته است.

مقررات زدایی و تجدید ساختار و پیامد رقابتی شدن محیط، مسائل کیفیت توان مورد توجه بیشتری قرار گرفته است. شرکت های توزیع در این رقابت تلاش می کنند با ارائه برق با کیفیت بهتر رضایت مشتریان را جلب نمایند.

روند روبه رشد بکارگیری تولید پراکنده در سراسر شبکه های توزیع سبب طرح مسائل مرتبط با کیفیت توان شده است که نیاز به بررسی دقیق دارد.

در نهایت باید گفت که کیفیت توان یک مسأله اقتصادی است که شرکت های توزیع، مشتریان و تولید کنندگان تجهیزات در سه تحت تأثیر آن قرار می گیرند. شرکت های توزیع با از دست دادن مشتریان باعث نارضایتی مردم تامین برق با کیفیت، دچار ضرر و زیان مالی خواهند شد. مشتریان صنعتی ممکن است در اثر اغتشاش کوچک در تغذیه دچار از کار افتادن تجهیزات حساس و قطع تولید گردند. خسارت ناشی از قطع تولید به اندازه اندازی مجدد بسته به نوع صنعت می تواند بسیار قابل توجه باشد.

با توجه به عوارض زیان بار ناشی از کیفیت برق نامطلوب، اقدامات لازم جهت شناسایی مسائل کیفیت توان و بهبود آن ضروری است. رویه های مدرن بهبود کیفیت توان و مقابله با اغتشاشات حتی با آنهایی که دارای زمان تداوم بسیار کوتاه هستند، مبتنی بر بکارگیری ادوات الکترونیک قدرت است. این تجهیزات در خطوط انتقال به ادوات FACTS و در توزیع به ادوات CPD نامگذاری شده اند. با استفاده از این فناوری می توان برق با کیفیت مناسب و استاندارد به مشتریان صنعتی، تجاری و خانگی ارائه داد. دسته ای از این تجهیزات قادرند شبکه را در مقابل اغتشاشات ناشی از بار حفاظت نمایند و دسته دیگر مشتریان را در مقابل اغتشاشات ناشی از شبکه حفاظت نمایند.

اینجانب پس از چندین ترم تدریس درس کیفیت توان الکتریکی و ادوات FACTS در مقطع کارشناسی ارشد و دکتری در دانشگاه فردوسی مشهد اقدام به ترجمه کتاب حاضر نمودم. این کتاب در مقایسه با کتابهایی که در زمینه کیفیت توان توسط همکاران گرامی در دانشگاه های کشور به چاپ رسیده است، بیشتر به وسایل بهبود دهنده کیفیت توان پرداخته و استراتژی های

کنترلی را مورد بررسی قرار داده است. امید است که تکمیل‌کننده آنها و مرجعی مناسب برای مهندسین برق، کارشناسان شرکتهای توزیع و دانشجویان رشته مهندسی برق در این زمینه باشد. برخود لازم می‌دانم از جناب آقای مهندس محمد رضا مزینی مدیر عامل گرانقدر و فرهیخته شرکت توزیع نیروی برق استان خراسان رضوی و اعضای محترم کمیته تحقیقات شرکت به خاطر قبول پیشنهاد ترجمه کتاب و حمایت معنوی-مالی در نشر آن کمال تشکر و قدر دانی نمایم. همچنین از عزیزانی که در تدوین، صفحه‌آرایی و چاپ کتاب همکاری نموده‌اند تشکر و قدر دانی می‌نمایم. مزید امتنان است چنانچه خوانندگان صاحب نظر در صورت مشاهده هر گونه نقص اینجانب را مطلع نمایند تا در ویرایشهای آتی به رفع آنها اقدام نمایم

رضا قاضی

استاد دانشگاه فردوسی مشهد

زمستان ۱۳۹۵

مقدمه مولفان

قابلیت اطمینان - کیفیت دو عامل مهم در تحویل انرژی الکتریکی است. سیستم توزیع انرژی الکتریکی وقتی دارای قابلیت اطمینان است که تمامی مشترکین در طول شبانه روز و در طول سال با قطعی برق مواجه نشوند. عبارت کیفیت توان غالباً به حفظ ولتاژ مشترکین نزدیک به شکل موج سینوسی در فرکانس 50 یا 60 اشاره دارد. ممکن است استدلال شود که تثبیت ولتاژ و فرکانس از مسئولیتهای بخش تولید برق است. البته در این کتاب نشان داده خواهد شد، با وجود کیفیت مطلوب در بخش تولید، اینکه مشترکین کیفیت مطلوب را دریافت نمایند تضمینی وجود ندارد.

کتاب حاضر دو هدف را تعقیب می کند: معرفی مسائل کیفیت توان و دیگری ارائه راه حل در بهبود کیفیت توان با استفاده از کنترل کننده های برپایه الکترونیک قدرت است. جهت دستیابی به این اهداف ابتدا مسائل کیفیت توان و اثرات آنها بر مشترکین مورد بحث قرار می گیرد. در ادامه راه حل های بهبود کیفیت توان ارائه می شود. راه حل های مبتنی بر بکارگیری وسایل الکترونیک قدرت را ادوات توان سفارشی نام گذاری می کنیم.

مسائل کیفیت توان در شبکه های توزیع مسائل جدیدی نیستند لیکن با تغییر مشترکین نسبت به آنها افزایش یافته است. همچنین از دیر باز راه حل های سنتی (متداول) جهت بهبود مسائل کیفیت توان وجود داشته است. البته این راه حل های سنتی مبتنی بر ادوات پسیو (غیر فعال) بوده لذا قادر نیستند در تغییر شرایط سیستم قدرت به طور صحیح پاسخ دهند. ادوات توان سفارشی در مقابل اکثر مسائل کیفیت توان پاسخ انعطاف پذیری ارائه می کنند.

در سالهای اخیر مسائل مرتبط با کیفیت توان و راه حل های بهبود آن، در میان مهندسين برق علاقه مندی زیادی را موجب شده است. چاپ مقالات متعدد در نشریات IEEE، IEE و EPSR بیانگر این علاقه مندی است. همچنین در خصوص کیفیت توان به طور منظم در کنفرانس های

IEEE و CIGRE مورد بحث بوده است. از این نقطه نظر امیدواریم این کتاب بتواند از این دو جنبه درک بهتری را فراهم نماید. البته همواره بایستی به خاطر داشت که هر کتابی دیدگاه نویسندگان را در آن موضوع انعکاس می‌دهد و کلام آخر در آن موضوع نخواهد بود. بنابراین خرسند خواهیم بود اگر این کتاب موجب توسعه و تحقیق بیشتر در ادوات توان سفارشی و کاربردهای آن گردد. در این کتاب مثالهای زیادی ارائه شده است. جهت شبیه‌سازی مدارهای الکترونیک قدرت نرم افزارهای تجاری متعددی موجود است. نرم افزار EMTDC/PSCAD محصول مرکز تحقیقات HVDC مانیت با ابزار مفیدی جهت شبیه‌سازی سیستم قدرت و مدارهای الکترونیک قدرت مرتبط با آن است. همچنین در شبیه‌سازی سیستم قدرت با استفاده از مدل‌های ریاضی، نرم افزار MATLAB بسیار مناسب خواهد بود. از مزیت‌های نرم افزار MATLAB این است که می‌توان به سهولت الگوریتم‌های کاربردی پیچیده را در مدل اعمال کرد. در تمامی شبیه‌سازیهای ارائه شده در این کتاب از یکی از این دو نرم افزار استفاده شده است.

این کتاب در ۱۲ فصل تنظیم شده است. در فصل ۱ مفاهیم کیفیت توان و راه‌حلهای بهبود معرفی شده است. در این فصل هم‌چنین بعضی از ادوات سیستم‌های انتقال ac انعطاف‌پذیر (FACTS) مورد بحث قرار گرفته است. از آنجا که این ادوات به‌صورت پیش‌نیاز ادوات توان سفارشی (CPD) در نظر گرفت. به‌علاوه مفاهیم تولیدات پراکنده (DG) و اتصال به شبکه معرفی می‌شود.

در فصل ۲ اصلاحات کیفیت توان و تعاریف آنها ارائه می‌شود. همچنین اثرات کیفیت توان نامطلوب بر روی مشترکین انتهایی مورد بحث قرار می‌گیرد.

در فصل ۳ تجزیه تحلیل کیفیت توان و شاخص‌های آن ارائه می‌شود. در این فصل مفاهیم مهمی که مورد استفاده وسیع در فصول بعدی خواهد بود، ارائه می‌گردد. روش‌های متداول بهبود کیفیت توان در این فصل معرفی می‌شوند.

در فصل ۴ ادوات توان سفارشی معرفی می‌شود. این ادوات به دو دسته تقسیم‌بندی می‌شوند: ادواتی که آرایش شبکه را تغییر می‌دهند و ادواتی که جبران‌کننده هستند. ادواتی که آرایش شبکه را تحت تاثیر قرار می‌دهند شامل SSCL، SSB و SSTS و ادواتی که جبران‌سازی بار را انجام می‌دهند شامل DSTATCOM، DVR و UPQC می‌باشند. در این فصل همچنین مفهوم پارک توان سفارشی مورد بحث قرار می‌گیرد.

در فصل ۵ ساختار مبدل‌های الکترونیک قدرت و سیستم‌های کنترلی آنها مورد بحث قرار

می‌گیرد. از آنجایی که اغلب ادوات جبران‌کننده از مبدل‌های الکترونیک قدرت تشکیل شده‌اند، در این فصل توپولوژی آنها، اصول کارشان همراه با سیستم‌های کنترلی بطور شفاف بیان می‌شوند تا کتاب جامع باشد.

در فصل ۶ راجع به توپولوژی و اصول کار ادوات تغییر دهنده آرایش شبکه، بحث و بررسی می‌شود و نشان داده می‌شود که چگونه این ادوات شبکه توزیع را در مقابل شرایط غیرعادی حفاظت می‌کنند.

در فصل ۷ تئوری جبران‌سازی موازی مورد بحث قرار می‌گیرد. نشان داده شده است که جبران‌ساز موازی چگونه می‌تواند نقش متعادل کردن بار، اصلاح ضریب قدرت و فیلتر اکتیو را ایفاء کند. بحث ابتدا بر تئوری اصلاح اغتشاشات لحظه‌ای متمرکز شده است، زیرا تولید جریان‌های مرجع جبران‌کننده را بر اساس ولتاژ و جریان‌های لحظه‌ای اندازه‌گیری شده، آسان می‌کند.

در فصل ۸ راجع به ساختارهای عملی جبران‌کننده‌های موازی و کاربرد آنها بحث می‌شود. نشان داده شده است که یک DSTATCOM چگونه قادر است در شرایط محکم بودن یا نبودن ولتاژ تغذیه، بار را جبران‌سازی نماید. همچنین بحث شده است که DSTATCOM چگونه می‌تواند ولتاژ یک باس در شبکه توزیع را در صورت اتصال به آن، کنترل نماید.

در فصل ۹ اصول جبران‌سازی سری مورد بحث قرار گرفته است. در این فصل نشان داده شده است که یک جبران‌کننده سری چگونه می‌تواند ولتاژ سریال بار را، در مقابل فرورفتگی یا برآمدگی و اعوجاج در سمت تغذیه، تنظیم نماید. همچنین نشان داده شده است که یک وسیله سری همراه با وسایل پسیو موازی، چگونه قادر است به صورت پراکتیو عمل نماید.

در فصل ۱۰ جبران‌کننده جامع کیفیت توان مورد بحث قرار گرفته است و ساختار از این جبران‌کننده با توجه به مزایا و معایب تشریح شده است.

در فصل ۱۱ تولید پراکننده و الزامات اتصال به شبکه بحث شده است. مجموعه‌ای از موارد اتصال اینورترها به شبکه یا حالت جزیره‌ای ارائه شده است.

در فصل ۱۲ نتیجه‌گیری کتاب ارائه شده است. فرصت‌ها و جهت‌گیری‌های آینده در خصوص ارتقای کیفیت توان بیان شده است.