

بنام حُرّ و نَد جان و

پایه‌ری و لیتاژ در سیستم‌های قدرت

تری و لیتاژ - کوستاس ورناس

ترجمه :

- دکتر سید محمد تقی بطحایی
(استاد و عضو هیئت علمی دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی)
- مهندس آرمان آذرخش

سرشناسه	:	کوتسم، تیری وان
عنوان و نام پدیدآور	:	Cutsem, Thierry Van
مشخصات نشر	:	تهران : قدیس، ۱۳۹۸.
مشخصات ظاهری	:	۳۷۰ ص.: مصور.
شابک	:	۹۷۸-۶۲۲-۶۷۲۳-۰۹-۱
وضعیت فهرست نویسی	:	فیفا
یادداشت	:	عنوان اصلی: Voltage stability of electric power systems, c2008.
یادداشت	:	کتاب حاضر نخستین بار با عنوان "پایداری ولتاژ در سیستم‌های قدرت" با ترجمه علی مصلی‌نژاد، حامد کریمی، بهمن مخجوبی‌اصیل توسط انتشارات آفتاب گیتی در همین سال فیفا گرفته است.
عنوان دیگر	:	پایداری ولتاژ در سیستم‌های قدرت.
موضوع	:	برق -- سیستم‌ها -- پایداری
شناسه آید	:	بطحانی، سیدمحمدتقی، ۱۳۲۹ -، مترجم
شناسه افزوده	:	آذرخش، آرمان، ۱۳۶۹ -، مترجم
رده ی کتبه	:	TK1010
رده بنده دیویی	:	۳۱/۶۲۱
شماره کتابخانه	:	۵۹۳۸۵۰۶



انتشارات قدیس

پایداری ولتاژ در سیستم‌های قدرت تیری وان کاتسم - کوستاس ورناس

ناشر: قدیس

صفحه‌آرایی: قدیس

لیتوگرافی، چاپ و صحافی: رایان پبلیش

نوبت و سال چاپ: اول، ۱۳۹۸

شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه

قیمت: ۹۰۰۰۰ تومان

شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۶۷۲۳-۰۹-۱

حق چاپ محفوظ و منحصرأ مخصوص ناشر است.

دفتر مرکزی و مرکز پخش:

انتشارات قدیس: تهران، میدان انقلاب، خیابان ۱۲ فروردین، پایین‌تر از وحید نظری، نبش بن‌بست

حقیقت، پلاک ۴ واحد ۵ تلفن: ۶۶۴۰۳۵۴۸ - ۶۶۴۱۱۳۸۱ - ۶۶۷۱۵۲۵۵

کتاب‌فروشی الیاس: تهران، میدان انقلاب، نبش خیابان ۱۲ فروردین، پلاک ۱۳۱۰ - تلفن: ۶۶۴۰۵۰۸۴

WWW.Qeddispub.com

فهرست

فصل ۱ / مقدمه	۱۳
۱-۱. چرا تصمیم گرفتیم کتاب دیگری منتشر کنیم؟	۱۳
۱-۲. پایداری ولتاژ	۱۵
۱-۳. طبقه‌بندی پایداری سیستم‌های قدرت	۱۸
۱-۴. ساختار کتاب حاضر	۲۲
۱-۵. نمادها	۲۴
فصل ۲ / مسائل مربوط به سیستم انتقال	۲۵
۲-۱. سیستم تک‌بار متصل به سیستم بینهایت	۲۶
۲-۲. بیشترین توان قابل تحویل	۲۷
۲-۲-۱. ماکزیمم توان بدون محدودیت	۲۷
۲-۲-۲. ماکزیمم توان با در نظر گرفتن یک ضریب توان مشخص	۲۹
۲-۲-۳. توان ماکزیمم استخراج شده از منابع پخش بار	۳۲
۲-۳. روابط توان-ولتاژ	۳۵
۲-۴. نیازمندی ژنراتور به توان راکتیو	۳۸
۲-۵. یک نگاه اولیه به مکانیزم‌های ناپایداری	۳۹
۲-۵-۱. مشخصه‌های PV شبکه در برابر بار	۳۹
۲-۵-۲. سناریوهای ناپایداری	۴۱
۲-۶. تأثیر جبران‌سازی	۴۵
۲-۶-۱. جبران‌سازی سری خط	۴۵
۲-۶-۲. جبران‌سازی موازی	۴۶
۲-۶-۳. جبران‌سازهای استاتیک توان راکتیو	۴۸
۲-۸. تأثیر نسبت‌های قابل تنظیم ترانسفورماتور	۵۵
۲-۹. مسائل	۵۹

فصل ۳ / مدل‌سازی اجزای سیستم قدرت ۶۳

- ۱-۳. مروری بر نظریه‌ی ماشین سنکرون ۶۴
- ۱-۱-۳. فرض‌های اساسی مدل‌سازی ۶۴
- ۲-۱-۳. معادلات پارک ۶۵
- ۳-۱-۳. دینامیک‌های حرکت ۶۸
- ۴-۱-۳. مدل‌سازی ساده تنها با تحریک ۶۹
- ۵-۱-۳. نمایش فازوری ۷۲
- ۶-۱-۳. قاب مرجع سنکرون ۷۳
- ۷-۱-۳. روابط توان ۷۴
- ۱-۱-۳. مدل‌سازی اشباع ۷۵
- ۹-۱-۳. رابط حالت ماندگار در حضور اثر اشباع ۷۸
- ۱۰-۱-۳. مدلی برابر سیستم‌های پریونیت ۸۰
- ۲-۲-۳. کنترل‌کننده‌های فیلتر ولتاژ ۸۲
- ۱-۲-۳. بررسی اجمالی کنترل فرکانس ۸۲
- ۲-۲-۳. تنظیم‌کننده‌های خودکار ولتاژ ۸۶
- ۳-۲-۳. کنترل ثانویه ولتاژ ۹۰
- ۳-۳. تأثیر تجهیزات محدودکننده بر پایداری ۹۳
- ۱-۳-۳. محدودکننده‌های فوق تحریک: توان ۹۳
- ۲-۳-۳. محدودکننده‌های فوق تحریک: مدل‌سازی ۹۶
- ۳-۳-۳. محدودکننده‌های جریان آرمیچر ۱۰۰
- ۴-۳. مشخصه ولتاژ-توان راکتیو ژنراتورهای سنکرون ۱۰۰
- ۱-۴-۳. ماشین تحت کنترل تنظیم‌کننده‌ی خودکار ولتاژ ۱۰۱
- ۲-۴-۳. ماشین با جریان میدان محدودشده ۱۰۵
- ۳-۴-۳. ماشین با جریان آرمیچر محدودشده ۱۰۷
- ۴-۴-۳. بحث و بررسی ۱۰۸
- ۵-۳. منحنی‌های قابلیت ۱۰۹
- ۱-۵-۳. حالت ساده: ماشین اشباع نشده با روتور گرد ۱۰۹

۱۱۰ ۳-۵-۲. حالت کلی: مدل مفصل

۱۱۲ ۳-۶. تأثیر محدودیت‌های ماشین بر توان قابل تحویل توسط آن

۱۱۴ ۳-۷. مسائل

فصل ۴ / دینامیک شبکه‌های قدرت چند ماشینه ۱۱۷

۱۱۸ ۴-۱. وابستگی بارها به ولتاژ

۱۱۸ ۴-۱-۱. مشخصه‌های بار

۱۲۱ ۴-۲. دینامیک بازیابی بار

۱۲۳ ۴-۳. موتورهای القایی

۱۲۳ ۴-۳-۱. اهمیت موتورهای القایی

۱۲۴ ۴-۲-۲. بارهای موتور

۱۲۹ ۴-۲-۳. رفتار موتور تحت تأثیر گشتاور مکانیکی

۱۳۶ ۴-۳-۴. موتورهای القایی تکفاز

۱۳۹ ۴-۴. تغییردهنده‌های تپ

۱۳۹ ۴-۴-۱. توصیف

۱۴۱ ۴-۴-۲. مدلسازی تغییردهنده تپ بار

۱۴۵ ۴-۴-۳. بازیابی بار از طریق تغییردهنده تپ

۱۴۸ ۴-۴-۴. تغییردهنده‌های تپ چند سلسله‌ای

۱۵۱ ۴-۵. بازیابی بار ترمو استاتیک

۱۵۵ ۴-۶. مدل‌های عمومی بارهای مجتمع

۱۵۵ ۴-۶-۱. بار مجتمع

۱۵۶ ۴-۶-۲. مدل‌های عمومی برای بار خود بازیاب

۱۶۰ ۴-۷. شاخه‌های HVDC (خطوط ولتاژ بالای جریان مستقیم)

۱۶۳ ۴-۸. مسائل

فصل ۵ / انعطاف‌پذیر کردن سیستم قدرت ۱۶۵

۱۶۶ ۵-۱-۱. وجود و یکتایی پاسخ

۱۶۹ ۵-۱-۲. نقاط تعادل و پایداری آنها

۱۷۴ ۵-۱-۳. خمینه‌های تغییرناپذیر

- ۱۷۸..... ۴-۱-۵. چرخه‌های حدی و پایداری آنها
- ۱۸۲..... ۵-۱-۵. ناحیه‌ی جذب
- ۱۸۴..... ۲-۵. انشعاب‌ها
- ۱۸۷..... ۲-۲-۵. انشعاب گره‌ی زین اسبی
- ۱۹۲..... ۳-۲-۵. انشعاب هوپف
- ۱۹۴..... ۳-۵. سیستم‌های دیفرانسیل جبری
- ۱۹۴..... ۱-۳-۵. نقاط تعادل و پایداری
- ۱۹۷..... ۲-۳-۸. بررسی تکنیکی جبری
- ۲۰۱..... ۴-۵. مقیاس‌های زمانی چندگانه
- ۲۰۱..... ۱-۴-۵. تکنیک تکین
- ۲۰۳..... ۲-۴-۵. خنثی‌سازی آهسته
- ۲۰۵..... ۳-۴-۵. پایداری آهسته و سریع
- ۲۰۷..... ۴-۴-۵. مثال: بوسان در تحربه شده
- ۲۰۹..... ۵-۴-۵. تکنیکی در سیستم‌های با دو مقیاس زمانی
- ۲۱۱..... فصل ۶ / مدل‌سازی از دیدگاه سیستم‌های
- ۲۱۲..... ۱-۶. طرح کلی یک مدل دینامیکی عمومی
- ۲۱۲..... ۱-۱-۶. پاسخ آنی: شبکه
- ۲۱۲..... ۲-۱-۶. پدیده‌های دینامیکی کوتاه مدت
- ۲۱۳..... ۳-۱-۶. پدیده‌های دینامیکی بلندمدت
- ۲۱۵..... ۲-۶. مدل‌سازی شبکه
- ۲۱۵..... ۱-۲-۶. مدل شبکه در شکل برداری
- ۲۱۵..... ۲-۲-۶. مدل‌سازی دوقطبی
- ۲۱۷..... ۳-۲-۶. فرمول‌بندی جریان مختلط
- ۲۲۰..... ۵-۲-۶. فرمول‌بندی جریان‌های اکتیو و راکتیو
- ۲۲۱..... ۳-۶. یک مثال مشروح
- ۲۲۲..... ۱-۳-۶. توصیف کلی سیستم نمونه
- ۲۲۲..... ۲-۳-۶. فرضیات اساسی مدل‌سازی

- ۶-۳-۷. برهمکنش بین مقیاس‌های زمانی ۲۸۴
- ۷-۳-۷. مثال‌ها ۲۸۶
- ۴-۷. ویژگی‌های بردار ویژه و بردار تکین ۲۹۰
- ۱-۴-۷. بحثی در مورد کاربرد بردارهای ویژه ۲۹۱
- ۲-۴-۷. بحثی در مورد تجزیه‌ی مقدار تکین ۲۹۳
- ۵-۷. سطح باریذیری یا سطح انشعاب ۲۹۴
- ۱-۵-۷. فضای پارامتر ۲۹۵
- ۲-۵-۷. بردار نرمال و نزدیکترین نقاط انشعاب ۲۹۷
- ۳-۵-۷. حساسیت حاشیه‌ها به پارامترها ۳۰۰
- ۶-۱. محدودپذیری در حضور ناپیوستگی‌ها ۳۰۲
- ۱-۷. فرار از قید نامساوی ۳۰۲
- ۲-۶-۷. کاربرد برای ژنراتورهای تحت محدودیت ۳۰۵
- ۳-۶-۷. تأثیر مقدار حساسیت ۳۰۷
- ۷-۷. مسائل ۳۰۸

فصل ۸ / مکانیزم‌های ناپایداری و اقدامات متقابل در برابر آنها ۳۱۱

- ۱-۸. انواع اقدامات متقابل ۳۱۲
- ۲-۸. طبقه‌بندی مکانیزم‌های ناپایداری ۳۱۵
- ۱-۲-۸. ناپایداری کوتاه‌مدت و لتاژ ۳۱۵
- ۲-۲-۸. ناپایداری بلندمدت و لتاژ ۳۱۶
- ۳-۲-۸. ناپایداری کوتاه‌مدت ناشی از دینامیک بلندمدت ۳۱۸
- ۳-۸. مثال‌هایی از ناپایداری کوتاه‌مدت و لتاژ ۳۱۹
- ۱-۳-۸. مثال ۱: ناپایداری ST1 ۳۲۰
- ۱-۳-۸. مثال ۲: ناپایداری ST2 ۳۲۱
- ۱-۳-۸. مثال ۳: ناپایداری ST3 ۳۲۲
- ۴-۸. اقدامات متقابل در برابر ناپایداری کوتاه‌مدت ۳۲۶
- ۱-۴-۸. کلیدزنی خازنی سریع ۳۲۷
- ۲-۴-۸. جبران‌سازهای استاتیکی توان راکتیو ۳۲۷

- ۳۲۷.....HVDC مدولاسیون ۳-۴-۸
- ۳۲۸.....پاکسازی سریع خطا ۴-۴-۸
- ۳۲۸.....بارزدایی سریع ۵-۴-۸
- ۳۳۰.....مطالعه‌ی مواردی از ناپایداری بلندمدت ولتاژ ۵-۸
- ۳۳۰.....مورد ۱: ناپایداری LT1 ۱-۵-۸
- ۳۳۶.....مورد ۲: ناپایداری ژنراتور از نوع S-LT1 ۲-۵-۸
- ۳۳۸.....مورد ۳: ناپایداری موتور از نوع S-LT1 ۲-۵-۸
- ۳۴۰.....اقدامات اصلاحی در برابر ناپایداری بلندمدت ولتاژ ۶-۸
- ۳۴۰.....اهداف اقدامات متقابل ۱-۶-۸
- ۳۴۲.....مورد ۲: با *راندن تعادل بلندمدت سیستم: کجا باید واکنش نشان داد؟ ۲-۶-۸
- ۳۴۷.....مورد ۳: با *راندن تعادل بلندمدت سیستم: چه زمانی باید واکنش نشان داد؟ ۳-۶-۸
- ۳۴۹.....۴-۶-۸ اقدامات اصلاحی: تعیین میزان اصلاحات نسبت به مدت زمان آنها
- ۳۵۴.....۷-۸ مسائل

فصل ۹ / شاخص‌ها و روش‌های ارزیابی امنیت ولتاژ ۳۵۵

- ۳۵۶.....۱-۹ امنیت ولتاژ: تعاریف و شاخص
- ۳۵۶.....۹-۱-۱ حالات عملیاتی
- ۳۵۹.....۲-۱-۹ تحلیل امنیت
- ۳۶۱.....۳-۱-۹ تعیین حاشیه‌ی امنیت
- ۳۶۲.....۴-۱-۹ نمادگذاری روش‌های استاتیکی
- ۳۶۳.....۲-۹ ارزیابی پیشامدهای سیستم
- ۳۶۳.....۱-۲-۹ پخش بار پس از پیشامدها
- ۳۶۴.....۲-۲-۹ روش‌های پخش بار برای مسائل غیر قابل حل
- ۳۶۶.....۳-۲-۹ منحنی‌های VQ
- ۳۶۸.....۴-۲-۹ روش‌های شبیه‌سازی با چند مقیاس زمانی
- ۳۸۱.....۵-۲-۹ شبیه‌سازی بلندمدت با تقریب شبه ماندگار
- ۳۸۷.....۳-۹ محاسبه‌ی حد بارپذیری
- ۳۸۷.....۱-۳-۹ تعریف و شرح مسأله

- ۳۹۰..... ۲-۳-۹. روش‌های پیوستار
- ۳۹۵..... ۳-۳-۹. روش‌های بهینه‌سازی
- ۴۰۱..... ۴-۳-۹. ترکیب شبیه‌سازی زمانی و تحلیل حساسیت
- ۴۰۴..... ۵-۳-۹. روش‌های مبتنی بر پاسخ‌های چندگانه‌ی پخش بار
- ۴۰۵..... ۴-۹. تعیین حد بهره‌برداری امن از سیستم
- ۴۰۵..... ۱-۴-۹. تعریف و شرح مسأله
- ۴۰۷..... ۲-۴-۹. جستجوی دودویی
- ۴۱۱..... ۵-۱. تحلیل مقادیر و بردارهای ویژه به منظور تشخیص ناپایداری
- ۴۱۱..... ۱-۵-۱. تحلیل بردار ویژه
- ۴۱۳..... ۵-۲-۹. روش‌های محاسبه‌ی بردار ویژه
- ۴۱۷..... ۶-۹. مثال‌ها از یک سیستم واقعی
- ۴۱۷..... ۱-۶-۱. ولتاژ و توان سیستم هیدروکیک
- ۴۱۹..... ۲-۶-۹. مدل‌سازی سیستم
- ۴۲۱..... ۳-۶-۹. راستی‌آزمایر شبه‌مجازی به روش تقریب شبه ماندگار
- ۴۲۵..... ۴-۶-۹. مثال‌هایی از مکانیزم‌های ناپایداری و اقدامات متقابل در برابر آنها
- ۴۳۰..... ۵-۶-۹. تعیین حدود بهره‌برداری امن از سیستم
- ۴۳۳..... ۶-۶-۹. تعیین حد بارپذیری
- ۴۳۴..... ۷-۶-۹. شناسایی نقطه‌ی بحرانی
- ۴۳۵..... ۷-۹. مسائل به هنگام
- ۴۳۵..... ۱-۷-۹. انتخاب پیشامد
- ۴۳۶..... ۲-۷-۹. شاخص‌های پایداری و لتاژ
- ۴۳۷..... ۳-۷-۹. روش‌های یادگیری خودکار
- ۴۳۹..... منابع

منابع