

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

شبکه‌های برق

از

سنّی تا هوشمند

www.ketab.ir

مؤلف:

میلاذ آتش بهار

سرشناسه	: آتش بهار، میلاد، ۱۳۶۶ -
عنوان و نام پدیدآور	: شبکه های برق از سنتی تا هوشمند / مولف میلاد آتش بهار.
مشخصات نشر	: رشت : انتشارات پوررفیع، ۱۴۰۰.
مشخصات ظاهری	: ۱۴۶ ص.: مصور (رنگی)، نمودار.
شابک	: 978-622-7803-02-0
وضعیت فهرست نویسی	: فیبا
یادداشت	: کتابنامه: ص. ۱۴۳ - ۱۴۶.
موضوع	: برق نیرو -- توزیع
موضوع	: Electric power distribution
موضوع	: برق -- شبکه ها -- تجزیه و تحلیل
موضوع	: Electric network analysis
موضوع	: شبکه های هوشمند توزیع برق
موضوع	: Smart power grids
رده بندی کنگره	: TK3001
رده بندی دیویی	: ۶۲۱/۳۱۹
شماره کتابشناسی ملی	: ۸۴۱۷۷۶۷
اطلاعات رکورد کتابشناسی	: فیبا



شبکه های برق از سنتی تا هوشمند

نویسنده: میلاد آتش بهار

ناشر: انتشارات پوررفیع

نوبت چاپ اول: ۱۴۰۰

تیراژ: ۵۰۰ نسخه

طرح روی جلد: فرهاد وارسته

حروفچینی و صفحه آرایی: هنر و اندیشه

چاپخانه: لاله

قیمت: ۴۵۰۰۰ تومان

شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۷۸۰۳-۰۲-۰

کلیه حقوق مادی و معنوی این اثر متعلق به مؤلف بوده و هرگونه کپی برداری از مطالب این کتاب تنها با اجازه نامه کتبی از مؤلف امکان پذیر می باشد.

فهرست

۹	پیشگفتار مولف
۱۱	مقدمه
۱۳	فصل اول
۱۳	ساختار شبکه‌های سنتی
۱۵	۱-۱ تولیدات متمرکز
۱۵	۱-۱-۱ نیروگاه حرارتی
۱۷	۲-۱-۱ نیروگاه حرارتی گازی
۱۸	۳-۱-۱ نیروگاه حرارتی بخاری
۲۳	۲-۱ سیستم انتقال انرژی الکتریکی
۲۴	۱-۲-۱ مقایسه سیستم‌های زمینی و هوایی
۲۴	۱-۱-۲-۱ خطوط انتقال زمینی
۲۶	۲-۱-۲-۱ خطوط انتقال هوایی
۲۹	۳-۱ پست‌های توزیع برق
۲۹	۱-۳-۱ پست‌های افزایشدهنده
۳۰	۲-۳-۱ پست‌های کاهشدهنده
۳۰	۳-۳-۱ پست‌های کلیدزنی
۳۰	۴-۳-۱ اجزای پست‌های برق
۳۰	۱-۴-۳-۱ اتاق کنترل برق
۳۲	۲-۴-۳-۱ اهمیت حفاظت از سیستم‌های اتاق کنترل
۳۲	۴-۱ توزیع انرژی الکتریکی
۳۴	۱-۴-۱ خط‌های فشار متوسط
۳۴	۲-۴-۱ خط‌های فشار ضعیف
۳۵	۳-۴-۱ انواع شبکه توزیع
۳۶	۱-۳-۴-۱ شبکه شعاعی

۳۷	۱-۳-۲ شبکه حلقوی
۳۸	۱-۳-۳ شبکه غربالی
۳۸	۱-۵ مصرف کنندگان
۴۱	فصل دوم
۴۱	مشکلات و معایب شبکه‌های سنتی
۴۱	۲-۱ کنتور خوانی مصارف و تحویل صورتحساب برق مصرفی
۴۲	۲-۲ مشکلات در مراحل تحویل انرژی الکتریکی
۴۳	۲-۳ عدم فعالیت مشتریان
۴۴	۲-۴ نیاز به بالا بردن امنیت و قابلیت اطمینان شبکه
۴۴	۲-۵ چالش‌های زیست‌محیطی و اقتصادی
۴۷	فصل سوم
۴۷	چرا به یک شبکه هوشمند نیازمندیم؟
۴۷	۳-۱ دلایل نیاز به شبکه هوشمند
۵۰	۳-۲ اهمیت هوشمندسازی شبکه‌های برق
۵۰	۳-۳ انتظارات از شبکه هوشمند
۵۳	فصل چهارم
۵۳	شبکه هوشمند
۵۳	۴-۱ معرفی شبکه هوشمند
۵۵	۴-۲ نحوه عملکرد شبکه هوشمند
۵۶	۴-۳ کاربرد شبکه هوشمند
۵۷	۴-۴ قابلیت‌ها و ویژگی‌های کلیدی شبکه هوشمند
۵۸	۴-۵ IOT و Smart grid
۵۹	فصل پنجم
۵۹	مزایا و معایب شبکه هوشمند
۵۹	۵-۱ مزایا شبکه هوشمند
۶۱	۵-۲ معایب شبکه هوشمند
۶۳	فصل ششم
۶۳	اجزای شبکه هوشمند

- ۱-۶ تجهیزات اندازه‌گیری و سنسورها ۶۳
- ۱-۱-۶ اندازه‌گیری در شبکه هوشمند ۶۳
- ۲-۱-۶ تجهیزات هوشمند ۶۴
- ۳-۱-۶ پست‌های هوشمند ۶۴
- ۴-۱-۶ اجزای پیشرفته در شبکه هوشمند ۶۵
- ۵-۱-۶ واحدهای نظارت کنترل و اکتساب داده (SCADA) ۶۵
- ۶-۱-۶ سیستم‌های اندازه‌گیری گسترده ۶۶
- ۷-۱-۶ سیستم موقعیت‌یاب جهانی (GPS) ۶۷
- ۸-۱-۶ کاربرد GPS در سیستم‌های قدرت ۶۷
- ۹-۱-۶ واحدهای اندازه‌گیری فازور ۶۹
- ۱۰-۱-۶ مزایای استفاده از واحدهای اندازه‌گیری فازور ۷۳
- ۱۱-۱-۶ موارد استفاده از واحدهای اندازه‌گیری فازور ۷۳
- ۱-۱۱-۱-۶ تخمین حالت ۷۴
- ۲-۱۱-۱-۶ تخمین حالت استاتیک ۷۴
- ۳-۱۱-۱-۶ تشخیص خطا ۷۵
- ۲-۶ زیر ساخت‌های ارتباطی و مخابراتی ۷۶
- ۱-۲-۶ ارتباطات یکپارچه ۷۶
- ۲-۲-۶ کانال‌های ارتباطی ۷۶
- ۱-۲-۲-۶ ارتباطات سیمی ۷۸
- ۲-۲-۲-۶ فیبر نوری ۷۹
- ۳-۲-۲-۶ ارتباطات رادیویی ۸۱
- ۴-۲-۲-۶ ارتباطات سیار سلولی ۸۴
- ۵-۲-۲-۶ ارتباطات ماهواره‌ای ۸۷
- ۳-۲-۶ سیستم‌های مخابراتی شبکه هوشمند ۹۲
- ۴-۲-۶ نقش مخابرات در توسعه شبکه‌های هوشمند ۹۲
- ۵-۲-۶ مخابرات مجتمع ۹۳
- ۶-۲-۶ امنیت اطلاعات در شبکه‌های هوشمند ۹۳
- ۲-۶ تجهیزات کنترلی و برنامه‌های مربوطه ۹۵
- ۱-۲-۶ روش‌های کنترلی پیشرفته ۹۵

- ۶-۳-۲ فناوری‌های مرتبط با شبکه هوشمند ۹۵
- ۶-۳-۳ جمع‌آوری داده‌ها در شبکه هوشمند چگونه است؟ ۹۶
- ۶-۳-۴ هوش مصنوعی و شبکه هوشمند ۹۶
- ۶-۳-۵ سطح هوشمندسازی شبکه‌های الکتریکی ۹۶
- فصل هفتم ۹۹**
- شبکه توزیع هوشمند ۹۹**
- ۷-۱ سامانه توزیع اتوماسیون ۹۹
- ۷-۱-۱ زیر ساخت‌های نرم افزاری ۹۹
- ۷-۱-۲ زیر ساخت‌های سخت افزاری ۱۰۰
- ۷-۱-۲-۱ هدف از ایجاد اتوماسیون در سطح پست و فیدر ۱۰۰
- ۷-۱-۲-۲ هدف از ایجاد اتوماسیون در سطح مشترک ۱۰۱
- ۷-۱-۳ منافع حاصل از اجرای اتوماسیون ۱۰۱
- ۷-۲ سامانه اندازه‌گیری پیشرفته ۱۰۲
- ۷-۳ برنامه پاسخگویی بار ۱۰۳
- ۷-۳-۱ اهمیت پاسخگویی بار ۱۰۳
- ۷-۳-۲ مزایای پاسخگویی تقاضا ۱۰۳
- ۷-۳-۳ انواع پاسخگویی بار ۱۰۳
- ۷-۴ خودروهای الکتریکی هیبریدی قابل اتصال به شبکه ۱۰۴
- ۷-۴-۱ چالش‌های توسعه PHEV ۱۰۴
- ۷-۵ تولیدات پراکنده تجدیدپذیر ۱۰۴
- ۷-۵-۱ نیروگاه و توربین آبی ۱۰۵
- ۷-۵-۱-۱ نحوه کار نیروگاه آبی ۱۰۶
- ۷-۵-۱-۲ مزایا و معایب نیروگاه آبی ۱۰۷
- ۷-۵-۲ نیروگاه و توربین بادی ۱۰۸
- ۷-۵-۲-۱ مزایای بهره‌برداری از انرژی بادی ۱۰۹
- ۷-۵-۲-۲ اجزاء اصلی توربین‌های بادی ۱۰۹
- ۷-۵-۳ پانل‌های فتوولتائیک ۱۱۴
- ۷-۵-۳-۱ تاریخچه‌ی فناوری فتوولتائیک ۱۱۵
- ۷-۵-۳-۲ فناوری فتوولتائیک به چه صورت کار می‌کند؟ ۱۱۵

پیشگفتار مولف

از سال ۱۸۸۲ و پس از ایجاد اولین شبکه برق توسط توماس ادیسون در شهر نیویورک آمریکا تا بدین روز، همواره توجه به صنعت برق مورد توجه مهندسين، محققين و سرمايه‌گذاران جهان بوده است. در گذر زمان و با هرچه بزرگتر شدن شبکه‌های الکتریکی نیاز به وجود سیستم‌های کنترلی و نظارتی افزایش یافت و از سال ۱۹۸۰ سیستم‌های قدرت با شکل‌گیری بازار برق قدم‌های بزرگی را در راستای تجدید ساختار شبکه برق برداشتند. بازارهای برق با ایجاد امکان مشارکت برای مشتریان در خرید و فروش برق، امکان کسب درآمد را برای همه‌ی مشترکین فراهم نموده و شبکه‌های برق را از حالت انحصاری خارج نموده‌اند. با گذشت زمان، تعداد شبکه‌های برق افزایش یافته است، تا جایی که امروزه بیش از ۹۲۰۰ شبکه در سراسر جهان وجود دارد و این شبکه‌ها حدود یک میلیون مگاوات توان مورد نیاز مصرف‌کنندگان را تأمین می‌کنند.

امروزه صنعت برق یکی از مهم‌ترین نیازهای پیشرفت کشورها برای حرکت شان به سمت صنعتی شدن است و با رشد روز به روز جمعیت در جهان، نیاز به انرژی الکتریکی نیز در حال افزایش است. از زمان دستیابی به صنعت برق، مهم‌ترین منبع تولید انرژی الکتریکی سوخت‌های فسیلی بودند و این انرژی بعد از تولید به کمک خطوط انتقال و توزیع به سمت مشتریان هدایت می‌شود. با وجود اتلاف‌های گسترده در این چرخه‌ی تولید تا توزیع، همچنان برق‌رسانی بدین روش ادامه دارد زیرا که پاسخگوی تولید برق مشتریان بوده است.

توجه به مسائل زیست محیطی و نیاز به بهبود امنیت شبکه‌های برق و همچنین قرائت کنتورها و معایب روند تحویل انرژی الکتریکی باعث شد تا محققین صنعت برق به فکر ایجاد شبکه‌های نوین برق برای حل این مشکلات و چالش‌ها اقتصادی توأم با آن باشند. از آنجایی که پیشرفت شبکه

برق، مانند سایر فناوری‌ها، رابطه مستقیمی با گذشت زمان دارد، امروزه برای افزایش کارآمدی شبکه، فناوری دیجیتال در حال ترکیب شدن با آن است. این فناوری دیجیتال جدید ارتباط دوطرفه را میسر کرده است و ارتباط مستقیم بین تولید و مصرف را تضمین می‌کند. همین پیوند میان فناوری‌های دیجیتال و شبکه برق، منجر به مفهوم جدیدی به نام شبکه هوشمند شده است.

در این کتاب سعی شده تا با معرفی انواع شبکه‌های برق و جمع‌آوری اطلاعات جامعی از این شبکه‌ها، کمکی برای آشنایی هرچه بیشتر دانشجویان و علاقه‌مندان به صنعت برق شده باشد. در این مجموعه در طی ۹ فصل به توضیح شبکه‌های سنتی و هوشمند پرداخته شده و این شبکه‌ها و اجزاء آنها و نحوه عملکردشان مورد بررسی قرار گرفته است. این فصول شامل ساختار شبکه‌های سنتی و هوشمند و نحوه عملکرد آنها می‌باشد و همچنین با معرفی انواع روش‌های انتقال و توزیع و به چالش کشیدن آنها، نیازمندی شبکه برق به هوشمندسازی مورد بحث قرار گرفته است.

امید است با ایجاد زیرساخت‌های مناسب و سرمایه‌گذاری‌های گسترده در صنعت برق، به روز شدن دروس دانشگاهی مرتبط با آن و تربیت مهندسين و محققين کاربلد و دانا، شاهد رشد روز افزون این صنعت مهم در کشور عزیزمان باشیم.

در پایان بر خود لازم می‌دانم ضمن قدردانی از زحمات تمامی عزیزانی که در تهیه، بازنگری، ویرایش و چاپ این کتاب، بنده حقیر را همراهی نموده تشکر کنم و از همکاران محترم و مهندسين ارجمند صنعت برق تقاضا دارم تا نظرات اصلاحی و پیشنهادات ارزشمند خود را جهت هرچه بهتر شدن این مجموعه و رفع نواقص احتمالی آن در چاپ‌های بعدی به ما ارائه دهند.

میلاد آتش بهار

بهار ۱۴۰۰