

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

برنامه ریزی پست ها و فیدرها در شبکه های توزیع انرژی الکتریکی

(با معرفی نرم افزار مسیریابی فیدر)

نویسنده: اچ.لی ویلیس

ترجمه و تالیف:

دکتر علیرضا عسکرزاده

(استاد دانشگاه تحصیلات تکمیلی صنعتی و فناوری پیشرفته، کرمان)

مهندس محمد علی علی پور

(دانشجوی کارشناسی ارشد برنامه ریزی و مدیریت سیستم های انرژی الکتریکی)

مهندس ابوالفضل غفاری

(دانشجوی دکتری سیستم های قدرت)



با قدردانی از حمایت مادی و معنوی شرکت توزیع نیروی برق شمال استان کرمان

سرشناسه	: ویلیس، اچ. لی، ۱۹۴۹- م. Willis, H. Lee, 1949-
عنوان و نام پدیدآور	: برنامه‌ریزی پست‌ها و فیدرها در شبکه‌های توزیع انرژی الکتریکی (با معرفی نرم‌افزار مسیریابی فیدر) / نویسنده اچ. لی ویلیس؛ ترجمه و تالیف علیرضا عسگرزاده، محمدعلی علی‌پور، ابوالفضل غفاری.
مشخصات نشر	: تهران: آوای قلم، ۱۴۰۲. مشخصات ظاهری: ۲۱۵ص.
شابک	: ۹-۰۸-۸۲۶۱-۶۲۲-۹۷۸ وضعیت فهرست نویسی: فیپا
یادداشت	: عنوان اصلی: Power distribution planning reference book, 2nd ed, c2004.
یادداشت	: کتاب با حمایت شرکت توزیع نیروی برق شمال استان کرمان منتشر شده است.
یادداشت	: واژه‌نامه. یادداشت: کتابنامه
موضوع	: برق نیرو -- توزیع -- برنامه‌ریزی Electric power distribution -- Planning
شناسه افزوده	: عسگرزاده، علیرضا، ۱۳۶۳- مترجم
شناسه افزوده	: علی‌پور، محمدعلی، ۱۳۷۷- مترجم
شناسه افزوده	: غفاری، ابوالفضل، ۱۳۶۴ اردیبهشت- مترجم
رده بندی کنگره	: TK۳۰۹۱
رده بندی دیویی	: ۳۱۹/۶۲۱
شماره کتابشناسی ملی	: ۹۵۴۶۶۹۱

برنامه‌ریزی پست‌ها و فیدرها در شبکه‌های توزیع انرژی الکتریکی

(با معرفی نرم‌افزار مسیریابی فیدر)

نویسنده:	اچ. لی ویلیس	طراحی جلد:	مهران خانی
ترجمه و تالیف:	دکتر علیرضا عسگرزاده	صفحه‌آرایی:	فاطمه دشتی رحمت آبادی
مهندس محمدعلی علی‌پور، مهندس ابوالفضل غفاری	تاریخ نشر:	اول - ۱۴۰۳	
انتشارات آوای قلم	شمارگان:	۵۰۰ جلد	
دفتر تحقیقات شرکت توزیع	شابک:	۹-۰۸-۸۲۶۱-۶۲۲-۹۷۸	
نیروی برق شمال استان کرمان	قیمت:	۲۱۰۰۰۰ تومان	

شرکت توزیع نیروی برق شمال استان کرمان: کرمان خیابان خواجه خیابان توانیر تلفن ۳۲۲۲۸۵۹۱ و

۳۲۵۲۰۵۰۱ نامبر ۰۳۴۳۲۵۲۰۷۲۹، صندوق پستی ۴۶۳-۷۶۱۷۵ شماره صندوق ۱۰۱۱۱۲ کدپستی

۷۶۱۷۸۹۹۴۴۳، وب سایت: WWW.NKED.CO.IR، پست الکترونیک: INFO@NKED.CO.IR

انتشارات آوای قلم: شماره تماس: ۰۶۶۵۹۱۵۰۴-۰۶۶۵۹۱۵۰۵-۰۲۱ همراه: ۰۹۲۱۲۰۵۷۷۵۱

فروشگاه کتاب چاپی و الکترونیکی: www.avapublisher.com

هرگونه چاپ و تکثیر از محتویات این کتاب بدون اجازه کتبی شرکت توزیع نیروی برق شمال استان

کرمان یا نویسندگان ممنوع است.

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فصل اول: سیستم‌های توزیع توان	۱۳
۱-۱- مقدمه	۱۴
۲-۱- مأموریت سیستم انتقال و توزیع	۱۴
۳-۱- قابلیت اطمینان تحویل توان	۱۶
۴-۱- قوانین ذاتی سیستم انتقال و توزیع	۱۷
۵-۱- سطوح سیستم انتقال و توزیع	۲۰
۱-۵-۱- سطح انتقال	۲۲
۲-۵-۱- سطح فوق توزیع	۲۳
۳-۵-۱- سطح پست	۲۴
۴-۵-۱- سطح فیدر	۲۵
۵-۵-۱- سطح شاخه فرعی	۲۷
۶-۵-۱- ترانسفورماتورهای سرویس	۲۸
۷-۵-۱- سطح ثانویه و سرویس	۲۹
۸-۵-۱- انتقال و توزیع به چه معنی هستند؟	۲۹
فصل دوم: جنبه‌های اقتصادی ظرفیت بخش‌های خط و ترانسفورماتور	۳۱
۱-۲- مقدمه	۳۲
۲-۲- خطوط توزیع	۳۲
۱-۲-۲- انواع خط	۳۳
۲-۲-۲- خطوط توزیع زمینی	۳۳
۳-۲-۲- اجزای سیستم تک، دو و سه فاز	۳۵
۴-۲-۲- اتصال مثلث و ستاره	۳۵
۵-۲-۲- مثلث در برابر ستاره، کدام یک بهتر است؟	۳۶
۶-۲-۲- عناصر مدارهای تک و دو فاز	۳۸
۷-۲-۲- استفاده از خطوط سه فاز در چیدمان توزیع	۳۸
۸-۲-۲- چیدمان سطح سرویس آمریکا و اروپا	۳۹
۹-۲-۲- عملکرد و تحلیل اقتصادی خط	۴۱
۱۰-۲-۲- امپدانس، افت ولتاژ و تلفات	۴۲
۳-۲- ترانسفورماتورها	۴۳
۱-۳-۲- ترانسفورماتورها، صرفه به مقیاس را برای انتقال توان تغییر می‌دهند	۴۳

۴۴	۲-۳-۲- انواع ترانسفورماتور.....
۴۴	۲-۳-۲- ترانسفورماتورهای سرویس.....
۴۵	۲-۳-۴- ترانسفورماتورهای پست یا قدرت.....
۴۶	۲-۳-۵- ترانسفورماتورهای قدرت تک فاز.....
۴۷	۲-۳-۶- ترانسفورماتورهای روغنی.....
۴۷	۲-۳-۷- ترانسفورماتورهای نوع خشک.....
۴۸	۲-۳-۸- ترانسفورماتورهای مخصوص.....
۴۸	۲-۳-۹- ترانسفورماتورهای کم تلفات.....
۴۹	۲-۳-۱۰- ترانسفورماتورهای سه سیم پیچه.....
۴۹	۲-۳-۱۱- ترانسفورماتورهای با امیدانس بالا.....
۴۹	۲-۳-۱۲- ترانسفورماتورهای با تعداد فاز بالا.....
۴۹	۲-۳-۱۳- ترانسفورماتورهای کاملاً خود محافظ.....
۵۰	۲-۳-۱۴- مشخصات و رتبه بندی ترانسفورماتور.....
۵۲	۲-۳-۱۵- نامگذاری سه رتبه بندی.....
۵۲	۲-۳-۱۶- رتبه بندی FOFA.....
۵۳	۲-۳-۱۷- رتبه بندی عادی، اضطراری و فوق اضطراری.....
۵۳	۲-۴-۱- اساس انتخاب اقتصادی تجهیزات.....
۵۳	۲-۴-۱- انتخاب بهترین اندازه ممکن برای خط در یک موقعیت خاص.....
۵۶	۲-۴-۲- ارزیابی بیش از دو انتخاب.....
۵۶	۲-۴-۳- ارزیابی خطوط تک و دو فاز.....
۵۷	۲-۴-۴- محدوده بارگذاری اقتصادی هادی ها.....
۵۸	۲-۴-۵- تأثیر رشد بار بر انتخاب هادی.....
۵۹	۲-۴-۶- تأثیر دوره ارزیابی کوتاه تر.....
۶۰	۲-۴-۷- تغییر هادی در یک خط موجود.....
۶۱	۲-۴-۸- خطی سازی بخش متغیر هزینه بارگذاری.....
۶۲	۲-۴-۹- جنبه اقتصادی کابل زمینی.....
۶۳	۲-۴-۱۰- جنبه اقتصادی ظرفیت ترانسفورماتور.....
۶۵	۲-۴-۱۱- انتخاب اندازه ترانسفورماتورهای قدرت.....
۶۷	فصل سوم: چیدمان فیدر توزیع.....
۶۸	۳-۱- مقدمه.....
۶۸	۳-۲- سیستم فیدر.....
۶۸	۳-۲-۱- مأموریت و اهداف.....
۶۸	۳-۲-۲- پست ها و فیدرها.....

- ۳-۲-۳- موقعیت مرکزی برای پست ۷۰
- ۴-۲-۳- فیدرها باید بین پست‌ها کشیده شوند. ۷۰
- ۵-۲-۳- نواحی سرویس‌دهی پیوسته و انحصاری ۷۱
- ۶-۲-۳- بخش بزرگی از بار، نسبتاً دور از پست قرار دارد. ۷۱
- ۷-۲-۳- توان باید به نزدیکی مشترکین تحویل داده شود. ۷۲
- ۸-۲-۳- ساختار انشعاب و تقسیم ۷۲
- ۹-۲-۳- عبارت $D = (|\Delta X| + |\Delta Y|)$ بهتر از $D = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2}$ عمل می‌کند. ۷۳
- ۱۰-۲-۳- آرایش فیدرهای شعاعی، حلقوی و غربالی ۷۵
- ۱-۱۰-۲-۳- فیدرهای شعاعی - تک مسیره ۷۵
- ۲-۱۰-۲-۳- فیدرهای حلقوی - دو مسیره ۷۶
- ۳-۱۰-۲-۳- شبکه‌های غربالی - مسیرهای متعدد ۷۷
- ۴-۱۰-۲-۳- فیدرهای توزیع عادی، شهری و روستایی ۷۷
- ۵-۱۰-۲-۳- چیدمان فیدر زمینی در مناطق شهری ۷۹
- ۶-۱۰-۲-۳- چیدمان فیدر در مناطق روستایی ۸۴
- ۳-۳- چیدمان فیدر شعاعی و حلقوی ۸۹
- ۱-۳-۳- انعطاف‌پذیری طراحی ۹۳
- ۲-۳-۳- استفاده از انعطاف‌پذیری طراحی برای جنبه‌هایی غیر از هزینه ۹۴
- ۳-۳-۳- قابلیت اطمینان ۹۵
- ۴-۳-۳- هزینه‌های زیباسازی ۹۵
- ۵-۳-۳- رشد بار آینده ۹۶
- ۴-۳- فیدرهای دو ولتاژه ۹۶
- ۱-۴-۳- فیدرهای حلقوی دو ولتاژه اروپایی ۹۷
- ۲-۴-۳- فیدرهای شعاعی دو ولتاژه ۹۹
- ۳-۴-۳- ابعاد اقتصادی فیدرهای دو ولتاژه ۱۰۱
- ۵-۳- چیدمان چند فیدری ۱۰۳
- ۱-۵-۳- رویکرد سیستمی ۱۰۳
- ۱-۱-۵-۳- رویکرد سیستم‌ها: فیدرها تنها بخشی از سیستم هستند. ۱۰۳
- ۲-۱-۵-۳- رویکرد سیستمی از تنگ‌نظری "فیدر به فیدر" جلوگیری می‌کند. ۱۰۳
- ۲-۵-۳- چه تعداد فیدر در ناحیه سرویس‌دهی یک پست باشد؟ ۱۰۴
- ۱-۲-۵-۳- دیدگاه کلاسیک (و اغلب نامناسب) در مورد فیدرها ۱۰۴
- ۲-۲-۵-۳- فیدرها به جای فیدر ۱۰۶
- ۳-۲-۵-۳- قابلیت اطمینان یک تفاوت اصلی است اما در هر صورت، یک مزیت قطعی نیست. ۱۰۸

- ۱۰۸-۳-۵-۲-۴- تصمیم‌گیری در مورد تعداد فیدها.....
- ۱۰۹-۳-۵-۳- برنامه‌ریزی سیستم فیدر.....
- ۱۱۳-۳-۵-۳-۱- پرهیز از تنگ‌نظری "فیدر به فیدر".....
- ۱۱۳-۳-۵-۲- سیاست پشتیبانی مناسب در زمان وقوع پیشامد.....
- ۱۱۴-۳-۵-۳- "چیدمان مسیر پسرو"، نتایج خوبی تولید می‌کند.....
- ۱۱۵-۳-۵-۴- سعی کنید از مسیرهای غیرمستطیلی استفاده کنید.....
- ۱۱۶-۳-۵-۴- برنامه‌ریزی برای رشد بار.....
- ۱۱۷-۳-۵-۴-۱- پیش‌بینی بار.....
- ۱۱۸-۳-۵-۲- مدیریت رشد بارهای موجود در ناحیه فیدر.....
- ۱۱۹-۳-۵-۴- توسعه به منظور تغذیه بارهای نقطه‌ای جدید در نواحی‌ای از فیدر موجود.....
- ۱۲۰-۳-۵-۴- توسعه به منظور تغذیه رشد بار در نواحی جدید.....
- ۱۲۰-۳-۵-۴-۵- به حداقل رساندن ریسک برای رشد بار نامعین.....
- ۱۲۳-۳-۵-۵- روابط برآورد هزینه سیستم فیدر.....
- فصل چهارم: چیدمان پست‌های توزیع و سطح سرویس..... ۱۲۵**
- ۱۲۶-۴-۱- مقدمه.....
- ۱۲۷-۴-۱-۱- سازگاری استانداردها و طراحی، نکته کلیدی است.....
- ۱۲۷-۴-۱-۲- چهار بخش اصلی.....
- ۱۲۸-۴-۲- تجهیزات و چیدمان سمت فشار قوی پست.....
- ۱۲۹-۴-۲-۱- پست‌های ترکیبی انتقال - توزیع.....
- ۱۳۰-۴-۲-۲- خطوط و ولتاژ فوق توزیع.....
- ۱۳۱-۴-۲-۲-۱- تغذیه فوق توزیع شعاعی.....
- ۱۳۲-۴-۲-۲-۲- تغذیه حلقوی یا دو طرفه شبکه فوق توزیع.....
- ۱۳۲-۴-۲-۲-۳- بهبود قابلیت اطمینان با مدارهای حلقوی، نیازمند مدارشکن‌های فوق توزیع است.....
- ۱۳۴-۴-۲-۲-۲- مدارهای حلقوی بر روی یک سازه.....
- ۱۳۵-۴-۲-۲-۵- تغذیه با بیش از دو خط فوق توزیع.....
- ۱۳۵-۴-۲-۳- پیکربندی‌های سمت فشار قوی و قابلیت اطمینان سرویس.....
- ۱۳۷-۴-۲-۳-۱- انتخاب پیکربندی فشار قوی برای یک پست توزیع.....
- ۱۳۸-۴-۲-۴- ویژگی‌های برجسته سمت فشار قوی از نقطه‌نظر طراح.....
- ۱۳۸-۴-۳- جایابی پست و برنامه‌ریزی توسعه سیستم.....
- ۱۳۸-۴-۳-۱- مکان، ظرفیت و ناحیه سرویس‌دهی پست.....

۱-۳-۴-۱- پست‌ها و ناحیه سرویس‌دهی آن‌ها، ناحیه تحت پوشش شرکت را قاب‌بندی (قطعه بندی) می‌کنند.....	۱۳۸
۱-۳-۴-۲- یک پست شامل سه سطح از تجهیزات است.....	۱۳۹
۱-۳-۴-۳- یک مکان، ظرفیت و ناحیه سرویس‌دهی بهینه برای پست وجود دارد.....	۱۴۰
۱-۳-۴-۴- ناحیه سرویس‌دهی بهینه.....	۱۴۰
۱-۳-۴-۵- ظرفیت بهینه پست.....	۱۴۱
۱-۳-۴-۶- بهینگی بر حسب نیازهای سیستم تعریف می‌شود.....	۱۴۱
۱-۳-۴-۷- چالش طراح: یافتن محل، ظرفیت و ناحیه سرویس‌دهی بهینه.....	۱۴۱
۱-۳-۴-۸- قاعده نیمساز عمود.....	۱۴۱
۴-۴- جنبه‌های اقتصادی جایابی و اندازه‌یابی پست.....	۱۴۴
۴-۴-۱- هزینه‌های فیدر و چگونگی تغییر آن‌ها با توجه به مکان و ظرفیت.....	۱۴۵
۴-۴-۲- جابجا کردن یک پست درون مرزهای غیر قابل تغییر ناحیه سرویس‌دهی.....	۱۴۶
۴-۴-۳- جایابی محل پست زمانی که مرزهای ناحیه سرویس‌دهی آن برای به حداقل رساندن تأثیر بر روی هزینه تنظیم شوند.....	۱۴۸
۴-۵- چیدمان و برنامه‌ریزی سطح سرویس.....	۱۵۱
۴-۵-۱- سطح سرویس.....	۱۵۲
۴-۵-۲- انواع چیدمان سطح سرویس.....	۱۵۳
۴-۵-۲-۱- چیدمان آمریکایی و اروپایی.....	۱۵۳
۴-۵-۲-۲- ثانویه غربالی در برابر شعاعی.....	۱۵۴
۴-۵-۲-۳- هوایی در برابر زمینی.....	۱۵۵
۴-۵-۲-۴- "تعداد زیادی ترانسفورماتور بدون ثانویه" در برابر "تعداد کمی ترانسفورماتور با تعداد زیادی ثانویه".....	۱۵۵
فصل پنجم: توسعه نرم‌افزار مسیریابی فیدر با استفاده از نظریه گراف و بهینه‌سازی تصادفی.....	
۵-۱- مقدمه.....	۱۶۰
۵-۲- مسیریابی فیدر.....	۱۶۰
۵-۲-۱- تعریف گراف.....	۱۶۲
۵-۲-۲- درخت پوشای کمینه.....	۱۶۲
۵-۳- تابع هدف و محدودیت‌ها.....	۱۶۳
۵-۳-۱- تابع هدف.....	۱۶۳
۵-۳-۲- محدودیت‌ها.....	۱۶۵
۵-۳-۱- اتصال شبکه.....	۱۶۵
۵-۳-۲- ظرفیت حرارتی خطوط.....	۱۶۵

۱۶۶	..... ۵-۳-۲-۳- افت ولتاژ
۱۶۶	..... ۵-۴- بهینه‌سازی
۱۶۶	..... ۵-۴-۱- تعریف بهینه‌سازی
۱۶۹	..... ۵-۴-۲- معرفی اصطلاحات رایج در بهینه‌سازی
۱۷۳	..... ۵-۴-۳- اجزای یک مسئله بهینه‌سازی
۱۷۳	..... ۵-۴-۳-۱- متغیر تصمیم
۱۷۳	..... ۵-۴-۳-۱-۱- متغیر تصمیم پیوسته
۱۷۳	..... ۵-۴-۳-۲- متغیر تصمیم گسسته
۱۷۴	..... ۵-۴-۳-۲- تابع هدف و محدودیت‌ها
۱۷۴	..... ۵-۴-۳-۲-۱- مسائل بهینه‌سازی خطی و غیرخطی
۱۷۴	..... ۵-۴-۳-۲-۲- مسائل بهینه‌سازی محدب و غیرمحدب
۱۸۰	..... ۵-۴-۴- روش‌های بهینه‌سازی
۱۸۰	..... ۵-۴-۴-۱- روش‌های بهینه‌سازی سنتی
۱۸۲	..... ۵-۴-۴-۲- روش‌های بهینه‌سازی ابتکاری
۱۸۴	..... ۵-۴-۴-۲-۱- بهینه‌سازی اجتماع ذرات
۱۸۶	..... ۵-۴-۴-۲-۲- الگوریتم جستجوی کلاغ
۱۸۸	..... ۵-۵- استفاده از نرم‌افزار مسیریابی فیدر برای حل یک مسئله واقعی
۱۹۷	..... مراجع
۲۰۱	..... پیوست: راهنمای استفاده از نرم‌افزار مسیریابی فیدر
۲۰۲	..... (پ) - ۱- مقدمه
۲۰۲	..... (پ) - ۲- منوی Data Panel
۲۰۲	..... (پ) - ۲-۱- زیرمنوی Peak Load
۲۰۳	..... (پ) - ۲-۲- زیرمنوی Line Data
۲۰۵	..... (پ) - ۲-۳- زیرمنوی Load Profile
۲۰۵	..... (پ) - ۲-۴- زیرمنوی Network Data
۲۰۷	..... (پ) - ۳- منوی Planning by Peak Load
۲۰۷	..... (پ) - ۳-۱- زیرمنوی Power Flow
۲۰۹	..... (پ) - ۳-۲- زیرمنوی Feeder Routing
۲۱۰	..... (پ) - ۴- منوی Planning by Load Profile
۲۱۱	..... واژه‌نامه

سخن مدیر عامل

امروزه صنعت برق نقشی حیاتی در پیشرفت و آبادانی جوامع بشری ایفا کرده و رکن اصلی توسعه اقتصادی کشورهای دنیا به شمار می‌رود. بدین منظور، تولید، انتقال و توزیع انرژی الکتریکی به صورت مقرون به صرفه، مطمئن و پایدار، هدف نهایی مدیران و برنامه‌ریزان سیستم قدرت است. جهت نائل شدن به این هدف، استفاده صحیح از روش‌های علمی امری اجتناب‌ناپذیر است.

برنامه‌ریزی شبکه توزیع یکی از مهم‌ترین و اساسی‌ترین مسائل سیستم قدرت بوده و طراحی اقتصادی شبکه توزیع با در نظر گرفتن اهدافی نظیر کاهش تلفات و افزایش قابلیت اطمینان یکی از چالش‌های اصلی برنامه‌ریزان شبکه توزیع است. با توجه به این موضوع که در شبکه فعلی، بخشی از طراحی‌ها به صورت غیر بهینه انجام شده است، بهره‌گیری از ابزارهای طراحی مناسب می‌تواند کمک شایانی به بهبود وضعیت موجود نماید. از سوی دیگر، لازم است طراحی شبکه‌های آتی نیز به صورت اصولی، بهینه و مبتنی بر روش‌های علمی صورت پذیرد تا عملکرد مناسب شبکه توزیع را به همراه داشته باشد.

اعتقاد داریم نسل جدید شرکت‌های توزیع در شرایط کنونی با شیوه‌های سنتی و غیرعلمی قابل مدیریت نبوده و به فراخور ریشه دوانیدن برق در زندگی شهروندان می‌بایست استراتژی‌ها، تکنیک‌ها و روش‌های طراحی شبکه، بهره‌برداری و خدمت‌رسانی اصولی، علمی، به‌روز و کارآمد گردد تا در نهایت هم از لحاظ اقتصادی مقرون‌به‌صرفه بوده و هم حداکثر رضایتمندی مشتریان را به همراه داشته باشد. امروزه بدون گره زدن مدیریت شبکه‌های توزیع به آخرین یافته‌ها و شیوه‌های علمی و مدرن به‌خصوص در حوزه طراحی به مفهوم راه را به بیراهه رفتن بوده و هزینه‌های هنگفتی را متوجه شبکه‌های توزیع خواهد نمود.

در راستای اجرای سیاست‌های وزارت نیرو مبنی بر توسعه فعالیت‌های دانش محور و اجرای برنامه‌های راهبردی در خصوص مهارت‌افزایی نیروی انسانی، شرکت توزیع نیروی برق شمال استان کرمان اقدام به حمایت از چاپ و انتشار کتب مرتبط می‌نماید. در کتاب حاضر، بخش‌های بسیار مهمی از طراحی شبکه توزیع، برنامه‌ریزی پست‌ها و فیدرها مورد توجه قرار گرفته و نرم‌افزار مسیریابی بهینه فیدرها که با حمایت این شرکت توسعه داده شده است، معرفی خواهد شد. امید است این کتاب گامی هر چند کوچک در جهت کمک به طراحی بهینه شبکه توزیع و افزایش مهارت برنامه‌ریزان به‌خصوص نیروی انسانی متخصص در حوزه طراحی و مطالعات سیستم بردارد تا رسیدن به بلوغ شرکت‌های توزیع در این حوزه را تسریع بخشد.

محمد سلیمانی ساردو

رئیس هیات مدیره و مدیر عامل

(mss_sardoo@yahoo.com)

تقدیم به

انسان‌هایی که

به فردایی بهتر

می‌اندیشند.

پیش‌گفتار ناشر

سپاس بی‌کران پروردگار را که به انسان قدرت اندیشیدن بخشید، قدرتی که در مقایسه با سایر موجودات باعث شده است که انسان هرگز به امکانات محدود خود اکتفا نکند. مکاتب الهی، انسان را موجودی کمال‌طلب و پویا می‌دانند که جهت‌گیری او به سوی خالقش می‌باشد. از جمله راه‌های تقرب به خداوند علم است، علمی که زیبایی عقل است. علمی که در دریای بی‌کران آن، هر ذره نشانی از آفریدگار است و هر چه علم انسان افزون گردد، تقریبش بیشتر می‌شود. از این روست که به علم‌اندوزی و دانش‌آموزی توجهی بی‌نظیر مبذول گردیده است؛ اما علم‌آموزی به ابزاری نیاز دارد که مهم‌ترین آن کتاب است و انتشار نتیجه مطالعات پژوهشگران و اندیشمندان پاسخگوی این نیاز خواهد بود.

جهت تحقق این امر و گام برداشتن در جهت ارتقای پایه‌های علم و دانش و رشد و شکوفایی استعدادها، انتشار کتاب را یکی از اهداف خود قرار داده و انتظار داریم با حمایت‌های معنوی هم‌وطنان گرامی بتوانیم گام‌های مؤثر و ارزشمندی را برداریم. گرچه تلاش خواهد شد در حد دانش و تجربه اندکمان کارهایی بدون اشکال تقدیم حضورتان گردد، ولی اذعان داریم که راهنمایی‌های شما عزیزان می‌تواند ما را در ارتقای کیفی کتاب راهگشا باشد لذا همیشه منتظر پیشنهادات و راهنمایی‌های شما خواهیم بود.

در پایان از همه عزیزانی که در مراحل مختلف تهیه، تدوین و چاپ کتاب از همفکری و همکاری آن‌ها برخوردار بوده‌ایم آقایان دکتر علیرضا عسکرزاده، مهندس محمدعلی علی‌پور و مهندس ابوالفضل غفاری (نویسندگان) و همچنین همکاران شرکت توزیع نیروی برق شمال استان کرمان به‌خصوص آقایان مهندس محمد سلیمانی (مدیر عامل)، مهندس حسین نیک‌پور (معاون برنامه ریزی و تحقیقات)، مهندس احمد حسینی (مدیر دفتر تحقیقات) و سرکار خانم مهندس آزاده زین‌الدینی (کارشناس تحقیقات) سپاسگزاری نموده و موفقیت روزافزونشان را آرزومندم.

دکتر مهدی خانی

مدیرمسئول انتشارات آوای قلم

به نام خداوند بخشنده و مهربان

پیشگفتار

برنامه‌ریزی بهینه شبکه توزیع، یکی از چالش‌های اصلی مهندسين برق است. از نقطه‌نظر مهندسی، در برنامه‌ریزی بهینه، سیستم طراحی شده بایستی پاسخگوی شرایط حال و آینده بوده و ضمن بیشینه ساختن جنبه‌های مثبت و کمینه کردن جنبه‌های منفی، محدودیت‌های شبکه (از جمله افت ولتاژ و ظرفیت تجهیزات) را نیز برآورده نماید. در سیستم قدرت، اهدافی نظیر هزینه، تلفات و قابلیت اطمینان به عنوان اهداف اصلی شناخته می‌شوند که دو مورد اول جنبه منفی داشته (هر چه کمتر بهتر) و قابلیت اطمینان دارای جنبه مثبت است (هر چه بیشتر بهتر). در شبکه توزیع، بسیاری از مسائل برنامه‌ریزی به صورت یک مسئله بهینه‌سازی تعریف شده و با توجه به اینکه در عمل، توابع حاکم بر سیستم قدرت به صورت غیرخطی و غیرمحدب بیان می‌شوند، یافتن پاسخ بهینه (یا نزدیک به بهینه) ساده نخواهد بود.

در شبکه توزیع، مسائل برنامه‌ریزی مهمی وجود دارد که از میان آن‌ها می‌توان به تعیین ظرفیت خطوط و ترانسفورماتورها، جایابی پست‌ها، مشخص نمودن ناحیه سرویس‌دهی هر پست، تعیین پیکربندی فشار قوی و فشار ضعیف پست‌ها، چیدمان فیدرها، تعداد ترانسفورماتورهای سرویس و چیدمان سیستم ثانویه اشاره کرد. با توجه به اهمیت بسیار بالای برنامه‌ریزی شبکه توزیع و تأثیر قابل توجه این بخش بر روی عملکرد کلی سیستم قدرت، قواعد و ملاحظات زیادی وجود دارند که طراحان سیستم توزیع بایستی نسبت به آن‌ها آگاهی داشته باشند تا با در نظر گرفتن این واقعیات، اقدام به برنامه‌ریزی و طراحی شبکه توزیع کنند. هدف اصلی این کتاب، معرفی تعدادی از مسائل برنامه‌ریزی شبکه توزیع و ذکر قواعد کلی در مسائل برنامه‌ریزی مربوطه است.

این کتاب مشتمل بر پنج فصل بوده که فصل‌های اول تا چهارم آن به طور کامل ترجمه کتاب مرجع "برنامه‌ریزی توزیع توان" نوشته اچ. ال. ویلیس^۱ است [۱]. در فصل اول، کلیات سیستم‌های توزیع توان آورده شده و در فصل دوم، جنبه‌های اقتصادی خطوط و ترانسفورماتورها مورد بحث قرار گرفته است. فصل سوم، بر روی چیدمان فیدرهای توزیع تمرکز کرده و در فصل چهارم، چیدمان پست-های توزیع و سطح سرویس مورد توجه واقع شده است.

در فصل پنجم این کتاب، مسیریابی فیدر به عنوان یک مسئله بهینه‌سازی مدل‌سازی شده و در نهایت، بر اساس نظریه گراف و بهینه‌سازی تصادفی، نرم‌افزاری به منظور حل بهینه مسئله مسیریابی فیدر توسعه داده شده است. این نرم‌افزار قادر است مسیر فیدرها را برای هر شبکه نوعی به نحو مطلوبی مشخص کند. در پیوست این کتاب، نرم‌افزار مسیریابی بهینه به طور کامل معرفی شده است. با توجه به هزینه بالای احداث سیستم فیدر و تأثیر زیاد این بخش از شبکه توزیع بر روی عملکرد کلی سیستم

¹. H. L. Willis, Power distribution planning reference book

قدرت، مسیریابی بهینه فیدر نه تنها صرفه‌جویی اقتصادی قابل ملاحظه‌ای به همراه خواهد داشت بلکه منجر به بهبود عملکرد فنی شبکه توزیع نیز خواهد شد. در حال حاضر، در اکثریت قریب به اتفاق شرکت‌های توزیع، مسیر فیدرها بر اساس نظرات و تجربیات طراح مشخص شده و قالب مشخصی برای بهینه‌سازی این امر در یک چارچوب مبتنی بر روش‌های علمی وجود ندارد. امید است با توسعه این نرم‌افزار، گامی هر چند کوچک جهت تحقق این امر برداشته شده باشد.

این کتاب با حمایت مادی و معنوی شرکت توزیع نیروی برق شمال استان کرمان تهیه شده است. گذشته از مرجع اصلی و سایر مراجعی که در تهیه این کتاب از آن‌ها استفاده شده است، تعدادی از همکاران و دانشجویان نیز یاری‌رسان ما بوده‌اند. بدین منظور لازم است از همکاران محترم شرکت توزیع نیروی برق شمال استان کرمان آقای مهندس محمد سلیمانی (مدیر عامل)، آقای مهندس حسین نیک‌پور (معاون برنامه‌ریزی و تحقیقات)، آقای مهندس احمد حسینی (مدیر دفتر تحقیقات)، سرکار خانم مهندس آزاده زین‌الدینی (کارشناس تحقیقات) و آقای مهندس رضا قطب‌الدینی (معاون مهندسی و نظارت) کمال تشکر را داشته باشیم. همچنین، از زحمات آقای سجاد ایازی، دانشجوی کارشناسی ارشد رشته برنامه‌ریزی و مدیریت سیستم‌های انرژی الکتریکی و سایر عزیزانی که یاری‌رسان ما بوده‌اند، قدردانی می‌شود.

این کتاب مانند هر کتاب دیگری خالی از اشکال نیست. بدین منظور از خوانندگان محترم تقاضا می‌شود هرگونه نظر اصلاحی خود را از طریق پست الکترونیکی به آدرس ایمیل a.askarzadeh@kgut.ac.ir ارسال نمایند.

علیرضا عسکرزاده

محمدعلی علی‌پور

ابوالفضل غفاری

زمستان ۱۴۰۲