

شبکه‌های برقی معادن

لوید آ. مورلی

جلد اول

www.ketab.ir

مترجم:

دکتر علی اکبر رحمانی

عضو هیئت علمی دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)

سرشناسه	:	مورلی، لوید ا.
عنوان و نام پدیدآور	:	Morley, Lloyd A. شبکه‌های برقی معادن / لوید آ. مورلی ؛ مترجم علی اکبر رحمانی ؛ ویراستار شهره کریمی.
مشخصات نشر	:	قزوین: آلائی اندیشه، ۱۳۹۹ -
مشخصات ظاهری	:	ج: مصور، جدول.
شابک	:	دوره: ۸-۳۰-۱۸-۶۰۰-۹۷۸؛ ج ۱: ۵-۳۱-۱۸-۸۰-۶۰۰-۹۷۸ ج ۲: ۲-۳۲-۱۸-۸۰-۶۰۰-۹۷۸
وضعیت فهرست نویسی	:	فیپا
یادداشت	:	عنوان اصلی: Mine power systems, ۱۹۹۰
موضوع	:	برق در معدن کاری
موضوع	:	Electricity in mining
شناسه افزوده	:	رحمانی، علی اکبر، ۱۳۳۱ - مترجم
رده بندی کنگره	:	TN۳۴۳
رده بندی دیویی	:	۶۲۲/۴۸
شماره کتابشناسی ملی	:	۷۵۸۱۶۱۹
وضعیت رکورد	:	فیپا

این کتاب با کاغذ حمایتی چاپ شده است

شبکه‌های برقی معادن (دوجلدی)

مترجم: علی اکبر رحمانی

ناشر: آلائی اندیشه (alaandishe@gmail.com)

تایپ و صفحه‌آرایی: وحیده دولتیاری

ویراستار: شهره کریمی

لیتوگرافی و چاپ: افق بی‌پایان

طراح جلد: مهندس مهندس کامیل رحمانی

شمارگان: ۳۰۰ نسخه

نوبت چاپ: اول، ۱۴۰۱

قیمت دوره: ۳۸۰۰۰۰ تومان

مرکز پخش ۱: قزوین، شهرک ملاصدرا، اندیشه ۴، پلاک ۲۰،

تلفن: ۰۲۸-۳۳۶۶۱۱۵ همراه: ۰۹۱۲-۴۸۱۷۲۹۸

مرکز پخش ۲: تهران، خیابان اردیبهشت، نبش وحید نظری، پلاک ۱۴۲،

انتشارات دانش‌نگار، تلفن: ۶۶۴۰۰۱۴۴

- ۱- آب (روشهای مختلف تصفیه آبهای شور و پسابها) (۲ جلدی)، گردآوری، انتشارات آلائی اندیشه، ۱۳۹۵.
- ۲- آسیب سازند مخزن (اصول، مدلسازی، ارزیابی و کاهش)، (۲ جلدی)، ترجمه، انتشارات آلائی اندیشه، ۱۳۹۷.
- ۳- ابزار حفاری درون چاه، (دوجلدی) ترجمه، انتشارات آلائی اندیشه، ۱۳۹۵.
- ۴- اسمز معکوس (کاربرد و فرآیندهای صنعتی)، ترجمه، انتشارات آلائی اندیشه، ۱۳۹۴.
- ۵- اصول فیزیکی تحلیل حوضه‌ی رسوبی، انتشارات آلائی اندیشه، ۱۳۹۳.
- ۶- اصول مدلسازی سامانه‌های حوضه و نفت، انتشارات آلائی اندیشه، ۱۳۹۳.
- ۷- افرون‌ها، ترجمه، انتشارات جهاد دانشگاهی دانشکده‌ی فنی دانشگاه تهران، ۱۳۸۵.
- ۸- الکتروشیمی شناورسازی کانی‌های سولفیدی، ترجمه، تجدید چاپ، انتشارات آلائی اندیشه، ۱۴۰۰.
- ۹- بازیافت طلا، نقره، مس ... از پسماندهای وسایل الکتریکی و الکترونیکی (روشهای بازیافت آبکی)، ترجمه، ۱۰- پرتوشیمی، ترجمه، انتشارات آلائی اندیشه، ۱۳۹۳.
- ۱۱- تاثیر زیست‌محیطی معدنکاری و کانه‌آرایی، ترجمه، انتشارات آلائی اندیشه، ۱۳۹۷.
- ۱۲- تاثیر عناصر موجود در هواة معدنی بر بدن انسان، گردآوری، انتشارات آلائی اندیشه، ۱۳۹۳.
- ۱۳- ترمودینامیک در علوم معدنی، ترجمه، انتشارات آلائی اندیشه، ۱۳۹۴.
- ۱۴- تطبیق تاریخچه‌ای و پیش‌بینی رفتار مخزن نفت، ترجمه، انتشارات آلائی اندیشه، ۱۳۹۵.
- ۱۵- دانستیهای بنیادی و تجربی برای مهندسان نفت و گاز، ترجمه، انتشارات آلائی اندیشه، ۱۴۰۰.
- ۱۶- درآمدی بر کانه‌آرایی (۲ جلدی)، ترجمه، انتشارات آلائی اندیشه، ۱۴۰۰.
- ۱۷- رفتار فازی سیالات مخزن نفت، ترجمه، انتشارات آلائی اندیشه، ۱۳۹۵.
- ۱۸- رهنمون عملیات مانده‌یابی در چاه‌های نفت، انتشارات آلائی اندیشه، ۱۳۹۵.
- ۱۹- زمین‌آمار و زمین‌شناسی نفت، ترجمه، تجدید چاپ، انتشارات آلائی اندیشه، ۱۴۰۰.
- ۲۰- زمین‌شیمی و زمین‌شناسی نفت، ترجمه، تجدید چاپ، انتشارات آلائی اندیشه، ۱۴۰۰.
- ۲۱- سرشته‌های حفاری نفت و گاز، ترجمه، انتشارات آلائی اندیشه، ۱۳۹۴.
- ۲۲- سیالات حفاری (ترکیب و خواص)، انتشارات آلائی اندیشه، ۱۳۹۵.
- ۲۳- شبکه‌های برقی معادن (۲ جلدی)، ترجمه، انتشارات آلائی اندیشه، ۱۴۰۰.
- ۲۴- شبیه‌سازی پیشرفته‌ی مخزن نفت، ترجمه، انتشارات آلائی اندیشه، ۱۳۹۳.
- ۲۵- شبیه‌سازی کاربردی اساسی مخزن نفت (۲ جلدی)، انتشارات آلائی اندیشه، ۱۳۹۳.
- ۲۶- شبیه‌سازی مولکولی، کاربردها در صنعت نفت و گاز (روش‌های مونت کارلو)، ترجمه، انتشارات آلائی اندیشه، ۱۳۹۵.
- ۲۷- شناورسازی کفی (فلوتاسیون)، ترجمه، انتشارات دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)، ۱۳۸۴.

- ۲۸- شیمی سطح و ترسازها (۲ جلدی)، تالیف، انتشارات آلائی اندیشه، ۱۳۹۴.
- ۲۹- فرمول‌ها و محاسبات برای عملیات حفاری، ترجمه، تجدید چاپ، انتشارات آلائی اندیشه، ۱۴۰۰.
- ۳۰- فروشویی درجا (معدنکاری انحلالی)، ترجمه، انتشارات مرکز نشر دانشگاهی، ۱۳۸۸.
- ۳۱- فرهنگ انگلیسی-فارسی اصطلاحات و عبارات مرکب، تالیف، در دست اقدام.
- ۳۲- فرهنگ واژگان محیط زیست و علوم مربوطه (۳ جلدی)، انتشارات آلائی اندیشه، ۱۴۰۰.
- ۳۳- فرهنگ واژگان منطق فازی، تالیف، انتشارات آلائی اندیشه، ۱۳۹۵.
- ۳۴- فرهنگ واژگان مهندسی شیمی (۳ جلدی)، تالیف، تجدید چاپ، انتشارات آلائی اندیشه، ۱۴۰۰.
- ۳۵- فرهنگ واژگان نفت و گاز (۴ جلدی)، تالیف، تجدید چاپ، انتشارات آلائی اندیشه، ۱۴۰۰.
- ۳۶- فیزیک سنگ، ترجمه، تجدید چاپ، انتشارات آلائی اندیشه، ۱۴۰۰.
- ۳۷- کانه‌آرایی (۲ جلدی)، ترجمه، تجدید چاپ، انتشارات آلائی اندیشه، ۱۴۰۰.
- ۳۸- کانیها و سنگهای صنعتی، تالیف، (۳ جلدی)، انتشارات آلائی اندیشه، ۱۳۹۳.
- ۳۹- کتاب راهنمای شبکه‌های لوله‌کشی، ترجمه، در دست اقدام.
- ۴۰- کتاب راهنمای مهندسی برق برای کارورزان در صنایع نفت، گاز و پتروشیمی (۲ جلدی)، ترجمه، انتشارات آلائی اندیشه، ۱۳۹۷.
- ۴۱- مدارهای خردایش کانی‌ها (عملیات و بهینه‌سازی)، تجدید چاپ، انتشارات آلائی اندیشه، ۱۴۰۰.
- ۴۲- مدیریت پسماندهای جامد (خانگی و صنعتی) (۲ جلدی)، تالیف، انتشارات آلائی اندیشه، ۱۳۹۹.
- ۴۳- معدنکاری زیستی، ترجمه، انتشارات آلائی اندیشه، ۱۳۹۳.
- ۴۴- مقدمه‌ای بر مهندسی محیط زیست (۲ جلدی)، ترجمه، انتشارات آلائی اندیشه، ۱۳۹۵.
- ۴۵- منطق فازی (تعاریف و اصطلاحات کاربردی)، انتشارات آلائی اندیشه، ۱۳۹۵.
- ۴۶- منطق فازی در زمین‌شناسی، انتشارات آلائی اندیشه، ۱۳۹۵.
- ۴۷- مهندسی تولید نفت، ترجمه، انتشارات آلائی اندیشه، ۱۳۹۳.
- ۴۸- نانوشیمی، ترجمه، تجدید چاپ، انتشارات آلائی اندیشه، ۱۴۰۰.
- ۴۹- نانولوله‌های کربنی و نانوسیم‌ها، تجدید چاپ، انتشارات آلائی اندیشه، ۱۴۰۰.
- ۵۰- واژگان حفاری و آتشیاری، تالیف، انتشارات جهاد دانشگاهی امیرکبیر، ۱۳۸۵.
- ۵۱- واژگان فتنی، تالیف، انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه تهران، ۱۳۸۳.
- ۵۲- هیدرو-آئرومکانیک کاربردی در حفاری نفت و گاز، ترجمه، انتشارات آلائی اندیشه، ۱۳۹۳.
- ۵۳- هیدروسیکلون‌ها، ترجمه، تجدید چاپ، انتشارات آلائی اندیشه، ۱۴۰۰.
- ۵۴- هیدروم탈ورژی، ترجمه، تجدید چاپ، انتشارات آلائی اندیشه، ۱۴۰۰.
- ۵۵- A Glossary of Fuzzy Logic Dictionary تالیف، در دست اقدام.

پیشگفتار

کاربرد الکتریسیته (electricity) (برق) در صنعت معدنکاری، ناحیه‌ی تخصصی مهندسی‌های معدنکاری و برق است. محیط مشکل، بارهای برقی (توان) (power loads) دینامیکی، عملیات چرخه‌ای و متحرک و الزامات ایمنی سختی که معدنکاری را مشخص می‌کنند، تماماً بر شبکه‌های برقی معدن (mine power system) نیازهای منحصر به فردی به وجود می‌آورند. هیچ صنعت دیگری به اندازه‌ی معدنکاری از تجهیزات توسعه‌پذیر متحرک استفاده نمی‌کند یا مشکلات اتصال به زمین (grounding) پیچیده‌ای ندارد. شبکه‌های برقی معدن، از تأسیسات نسبتاً ساده، برای معادن سطحی کوچک تا سامانه‌های زیرزمینی پیچیده، جایی که محیط خشن غبار، رطوبت و فضاهاى متراکم، یکپارچگی و خلاقیت مهندسی را جهت فراهم نمودن خدمات قابل اطمینان گسترش می‌دهد، تشکیل می‌شوند.

در حال حاضر، کتاب درسی مهندسی روزآمدی وجود ندارد که شبکه‌های برقی معدن را به طور ویژه‌ای پوشش دهد. این، برای دانش‌آموختگان، مهندسانی که در صنعت کار می‌کنند و آنهایی که قوانین را وضع می‌کنند، مشکلات وسیعی را به وجود آورده است. احتیاج به مرجع مناسب برای دانشجویان در مهندسی معدنکاری، نیروی تحرک اصلی این کتاب را فراهم نمود؛ چون مطالب دانشجویان در مهندسی معدنکاری، نیروی تحرک اصلی این کتاب را فراهم نمود؛ چون مطالب فنی موجود، برای آموزش مهندسان جوان، که تجربه‌ی عملی بسیار کمی دارند، ناکافی می‌نمود.

هدف از تهیه‌ی این نوشتار، این بود که یک مرجع مهندسی تکی، تا حد امکان جامع، درباره‌ی شبکه‌های برقی معادن، در اختیار دانش‌پژوهان معدنی قرار گیرد. نسخه‌های اولیه‌ی این مواد، برای راهنمایی دانشجویان دانشگاه در دوره‌های اساسی مهندسی برق تا طراحی شبکه‌ی برقی مورد استفاده قرار گرفته‌اند. به هر حال، احساس می‌شود که این مواد، بیشتر از آنچه که در کتاب درسی دانشجو منظور شده است، مفید واقع شوند. در حالیکه هدف این نیست که این کتاب جایگزین مراجع برقی یا معدنکاری دیگر شود، ولی می‌تواند برای مهندسان صنعتی، افراد تحت آموزش و مهندسان برق، که تمایل پیدا می‌کنند آموزه‌های خود را در کاربردهای شبکه‌های توان صنعتی وسعت دهند، به عنوان کتاب مرجع معقول و جامعی بشمار آید. به طور واضح، شامل نمودن تمام جوانب سامانه‌های برقی معادن در یک جلد، غیرممکن می‌باشد، به همین علت بعضی عناوین حذف شده‌اند ولی تلاش شده برجسته‌ترین اطلاعات در یک جا جمع‌آوری شوند و بدینوسیله ابزار لازم برای تداوم درگیریهای آگانه در الکتریسیته‌ی معدن در اختیار قرار داده می‌شود.

این پژوهش مرجع به سه ناحیه‌ی عمومی تقسیم شده است: فصلهای ۱ تا ۵، شامل اطلاعات اصولی، فصلهای ۶ تا ۱۱ اجزای شبکه‌های برقی و فصلهای ۱۲ تا ۱۷، ویژگیهای شبکه‌های برقی معادن می‌شوند.

فردی که با اصول الکتریکی آشنایی دارد می‌تواند فصلهای اولیه را مرور کند ولی تمام فصلها، حاوی مطالب مربوط به معدنکاری بوده و ترکیبهای ضروری تجهیزات و مفاهیمی را که باید در شبکه‌ی برقی معدن شامل گردند پوشش می‌دهند. اگرچه بیشتر مطالب به تمام عملیات معدنکاری مربوط می‌شود ولی در سرتاسر کتاب، بر روی شبکه‌های استخراج زغال‌سنگ بیشتر تأکید شده است. شبکه‌های برقی معادن سطحی و زیرزمینی مورد بحث قرار گرفته‌اند ولی چون معادن زیرزمینی، پیچیده‌ترین بوده و بیشتر از همه با مشکلات مواجه می‌گردند، با جزئیات بیشتری مدنظر قرار می‌گیرند.

کتاب حاضر، مجموعه‌ی به روز شده‌ی گزارشات معادن روباز اداره‌ی معادن است و حاوی فصلهای جدید، ترسیمات جدید و مثالهای حل شده می‌باشد که در گزارش اصلی وجود نداشتند. در هنگام نگارش، بسیاری از افراد شاغل دولتی، دانشگاهی و صنعتی ایفای نقش کردند.

لوید. آ. مورل

www.ketab.ir

مقدمه‌ی مترجم

شبکه‌های استخراج در طی دوران زندگی انسانها بر روی این کره‌ی خاکی، چندین مرحله را پشت سر گذاشته‌اند. انسانهای اولیه، پس از تشخیص مفیدبودن مواد معدنی، بالاجبار آنها را با ابزار خودساخته بدست می‌آوردند. البته مشکلاتی از قبیل سختی حفاری، عمق، سختی کانیهای استخراج شده، احتمال سقوط و ریزش سقف بالاسری، حمل و نقل و غیره نیز وجود داشتند.

با گذشت زمان، انسانها آموختند که باید ابزار مورد استفاده‌ی استخراج را بهبود بخشند. یکی از ابداعات اساسی، ورود برق، یا بهتر، ابزار برقی به محیط استخراج بود که انقلاب عظیمی در استخراج و فرآوری مواد را بدنبال داشت. مقادیر مواد مفید استخراج شده بسیار افزایش یافت (شایان ذکر است که مواد باطله‌ی حاصله نیز به تناسب افزایش پیدا کرد). مشکلات نفوذ به اعماق زمین تا حدود زیادی برطرف شدند، سامانه‌های حمل و نقل بهبود شگرفی یافتند، فرآوری، جایگاه ویژه‌ای پیدا کرد و بسیاری از کشورهای دنیا به سودهای کلانی دست یافتند. لذا اهمیت ابزار برقی دوچندان شد. از تمام کسانی که در به ثمر رسیدن این کتاب اینجانب را یاری نمودند کمال تشکر را دارم.

الحمد لله رب العالمین

تابستان ۱۴۰۰

فهرست مطالب

عنوان صفحه

پیشگفتار ۱

مقدمه ی مترجم ۳

فصل ۱. توان الکتریکی در معدنکاری

۱-۱-۱. تاریخچه ی برقی معدن ۲

۱-۱-۱. تاریخچه ی معدن زیرزمینی ۳

۱-۱-۲. تاریخچه ی معدن سطحی ۶

۲-۱. تجهیزات برقی معدن ۸

۱-۲-۱. ایستگاه های فرعی ۹

۲-۲-۱. کلیدخانه ها ۱۰

۳-۲-۱. مراکز برق (قدرت) ۱۰

۴-۲-۱. تجهیزات توزیع ۱۰

۳-۱. آرایشهای اساسی توزیع ۱۱

۱-۳-۱. شبکه ی شعاعی ۱۱

۲-۳-۱. شبکه های انتخابی اولیه ۱۲

۳-۳-۱. شبکه ی حلقه ی اولیه ۱۳

۴-۳-۱. شبکه ی انتخابی ثانویه ۱۴

۵-۳-۱. شبکه ی محل ثانویه ۱۵

۴-۱. برق شرکت تأسیساتی ۱۶

۵-۱. معدنکاری سطحی ۱۸

۱۹	۶-۱. شبکه های برقی در معادن سطحی.....
۱۹	۱-۶-۱. ایستگاههای فرعی اصلی و انتقال فرعی.....
۲۱	۲-۶-۱. توزیع برق در معدن سطحی.....
۲۸	۳-۶-۱. استخراج به روش اطاق و پایه.....
۳۰	۱-۳-۶-۱. استخراج سنتی (معمولی).....
۳۰	۲-۳-۶-۱. استخراج پیوسته.....
۳۲	۴-۶-۱. استخراج به وسیله ی جبهه ی کار طولانی.....
۳۴	۷-۱. شبکه های برقی در معادن زیرزمینی.....
۳۴	۱-۷-۱. مقررات.....
۳۵	۲-۷-۱. توزیع برق در معدن زیرزمینی.....
۳۹	۸-۱. احتیاجات برقی وسایل سطحی.....
۴۲	۹-۱. ملاحظات طراحی اساسی.....
۴۴	۱۰-۱. منابع.....

فصل ۲. اصول برقی ۱

۴۵	۱-۲. پدیده های اساسی برقی.....
۴۶	۱-۱-۲. قانون کولن.....
۴۶	۲-۱-۲. ولتاژ جریان.....
۴۸	۲-۲. دستگاه واحدها.....
۵۰	۳-۲. قوانین و پارامترهای عملی.....
۵۰	۱-۳-۲. قانون اهم.....
۵۴	۲-۳-۲. قانون ولتاژ کیرشوف.....
۵۶	۳-۳-۲. قانون جریان کیرشوف.....
۵۹	۴-۳-۲. مدارهای سری.....

- ۵-۳-۲. مدارهای موازی ۶۱
- ۶-۳-۲. میدان مغناطیسی ۶۵
- ۷-۳-۲. ضریب القا ۶۶
- ۸-۳-۲. ظرفیت (خازنی) ۷۰
- ۹-۳-۲. میدان الکتریکی ۷۲
- ۱۰-۳-۲. توان لحظه ای (آنی) ۷۴
- ۱۱-۳-۲. ایده آل سازی و تمرکز ۷۶
- ۴-۲. مدارهای جریان مستقیم ۷۷
- ۱-۴-۲. جریان مستقیم و اجزای مدار ۷۸
- ۲-۴-۲. مقاومت سری و موازی ۸۰
- ۳-۴-۲. تبدیلهای ستاره ای (wye) و مثلثی (delta) ۸۸
- ۴-۴-۲. معادلات مدار و حلقه ۹۶
- ۵-۴-۲. معادلات گره ۱۰۳
- ۶-۴-۲. قضایای شبکه ۱۱۰
- ۱-۶-۴-۲. برهم نهش ۱۱۱
- ۲-۶-۴-۲. وارونگی ۱۱۴
- ۳-۶-۴-۲. تبدیل منبع و حداکثر انتقال برق ۱۱۵
- ۵-۲. ولتاژها و جریانهایی که با زمان تغییر میکنند ۱۲۷
- ۱-۱-۵-۲. جریان متناوب از درون مقاومت ۱۳۰
- ۲-۱-۵-۲. جریان متناوب از درون ضریب القا ۱۳۱
- ۳-۱-۵-۲. جریان متناوب از درون ظرفیت (خازنی) ۱۳۲
- ۴-۱-۵-۲. معادلانی که با زمان تغییر میکنند ۱۳۴

۱۳۶	۵-۱-۵-۲. گذراها و پاسخ مدار
۱۳۷	۶-۲. جریان متناوب پایا
۱۴۲	۱-۶-۲. جریان متناوب مؤثر
۱۴۵	۲-۶-۲. فازور (بردار فاز)
۱۴۹	۳-۶-۲. فازورها و مقادیر مختلط
۱۵۳	۴-۶-۲. مبدل‌های مقاومت ظاهری
۱۵۹	۱-۴-۶-۲. رسانایی ظاهری (رسانایی مختلط)
۱۶۰	۵-۶-۲. تحلیل حالت پایا

فصل ۳. اصول برقی ۲

۱۶۹	۱-۳. توان میانگین و ضریب توان
۱۷۱	۲-۳. توان مختلط و ظاهری
۱۸۳	۳-۳. رزنانس (تشدید، طنین، پیچش صدا)
۱۸۳	۱-۳-۳. رزنانس سری
۱۸۶	۲-۳-۳. تشدید (رزنانس) موازی
۱۸۸	۴-۳. مبدل‌ها (ترانسفورماتورها)
۱۹۳	۵-۳. مبدل ایده آل
۲۰۱	۶-۳. مبدل‌های واقعی
۲۰۱	۱-۶-۳. افت رسانا
۲۰۲	۲-۶-۳. مقاومت واکنشی نشی
۲۰۴	۳-۶-۳. افت‌های هسته و جریان تحریک کننده
۲۰۸	۴-۶-۳. ساختن مبدل توان (قدرت)
۲۰۹	۵-۶-۳. مدل‌های مبدل‌ها
۲۱۲	۶-۶-۳. تعیین پارامترهای مبدل

۲۱۵	۷-۶-۳. بازدهی و تنظیم مبدل.....
۲۱۸	۸-۶-۳. مبدل‌های خودکار.....
۲۲۰	۷-۳. مبدل‌های چندولتاژی.....
۲۲۱	۸-۳. مبدل‌های جریان و پتانسیل.....

فصل ۴. مفاهیم سامانه‌های برقی

۲۲۵	۱-۴. مدار توان اساسی.....
۲۲۷	۲-۴. مدارهای سه فاز.....
۲۲۷	۳-۴. مدارهای سه فاز متوازن.....
۲۲۹	۱-۳-۴. ولتاژهای سامانه های سه فاز.....
۲۳۲	۲-۳-۴. اتصالات بار.....
۲۳۶	۳-۳-۴. جریانهای خطی و فازی.....
۲۳۷	۴-۳-۴. بارهای مثلی و ستاره ای هم ارز.....
۲۳۸	۵-۳-۴. برق سه فاز.....
۲۴۴	۴-۴. مبدل‌های سه فاز.....
۲۴۸	۵-۴. تحلیل مدار سه فاز متوازن.....
۲۵۵	۱-۵-۴. نمودار تک خطی و سه خطی.....
۲۶۲	۲-۵-۴. مدارهای حاوی مبدلها.....
۲۷۰	۶-۴. سامانه ی بر- یگه.....
۲۷۳	۱-۶-۴. مقاومت ظاهری مبدل.....
۲۷۶	۲-۶-۴. مبدلها با سه سیم پیچ.....
۲۷۸	۳-۶-۴. روش بر- یگه در تحلیل شبکه.....
۲۸۵	۷-۴. مدارهای سه فاز نامتوازن.....
۲۸۶	۱-۷-۴. انواع خرابیها.....

۲۸۷	 تحلیل خرابی	۲-۷-۴
۲۸۸	 اجزای متقارن	۸-۴
۲۸۹	 اجزای توالی	۱-۸-۴
۲۹۲	 ترکیبهای توالی - کمیت	۲-۸-۴
۲۹۴	 روابط اجزاء متقارن	۳-۸-۴
۲۹۶	 مقاومت ظاهری جزء متقارن	۴-۸-۴
۲۹۸	 محاسبات خرابی	۵-۸-۴
۳۰۲	 اصطلاحات علمی برقی	۹-۴
۳۰۴	 منابع	۱۰-۴

فصل ۵. وسایل و سنجش حالت جامد اساسی

۳۰۵	 نیمه رساناها	۱-۵
۳۰۶	 دیودها و یکسوسازها	۲-۵
۳۰۸	 معادلات دیود	۱-۲-۵
۳۱۰	 مدارهای یکسوساز	۲-۲-۵
۳۱۳	 خنک سازی	۳-۲-۵
۳۱۶	 اضافه بارها	۴-۲-۵
۳۱۶	 یکسوسازی سه فاز	۳-۵
۳۱۷	 مدارهای یکسوساز	۱-۳-۵
۳۲۰	 عملیات یکسوساز موازی	۲-۳-۵
۳۲۲	 ترانزیستورها	۴-۵
۳۲۳	 عملیات ترانزیستور	۱۰-۴-۵
۳۲۵	 تقویت کننده های ترانزیستورهای دوقطبی	۲-۴-۵
۳۳۰	 ترانزیستورهای اثر میدانی	۳-۴-۵

۳۳۲	۵-۵. یکسوسازهای سیلیکونی کنترل شده
۳۳۵	۶-۵. مدارهای مجتمع (integrated)
۳۳۸	۷-۵. سنجش اساسی
۳۳۸	۸-۵. حرکات سنجنده های اساسی
۳۴۰	۱-۸-۵. کاربردهای حرکت سنجنده
۳۴۵	۲-۸-۵. ولت سنجهها
۳۴۶	۳-۸-۵. وارمترها
۳۴۶	۴-۸-۵. سنجنده های ضریب توان
۳۴۷	۹-۵. ابزار سنجش شبکه ی توان
۳۴۸	۱-۹-۵. مبدل‌های ابزار سنجش
۳۵۰	۲-۹-۵. اتصالات تک فاز
۳۵۲	۳-۹-۵. اتصالات سه فاز
۳۵۵	۱۰-۵. ابزار سنجش ویژه
۳۵۵	۱-۱۰-۵. وات ساعت سنجهها
۳۵۷	۲-۱۰-۵. تقاضا سنجهها
۳۵۸	۳-۱۰-۵. پلها
۳۶۱	۴-۱۰-۵. مگا اهم سنجهها
۳۶۳	۵-۱۰-۵. نشانگرهای توالی فازها
۳۶۴	۱۱-۵. ابزار ثبات
۳۶۷	۱۲-۵. ابزار سنجش الکترونیکی
۳۶۷	۱-۱۲-۵. سنجنده های الکترونیکی
۳۶۹	۲-۱۲-۵. نوسان نماها

۳۷۰ ۳-۱۲-۵. دستگاه های ضبط نوار

۳۷۱ ۴-۱۲-۵. انرژی گردانها

۳۷۲ ۱۳-۵. تأسیسات ابزار سنجش

فصل ۶. موتورهای و کنترل موتور

۳۷۵ ۱-۶. تولید جریان متناوب

۳۷۷ ۱-۱-۶. اصول عملیات ژنراتور

۳۷۷ ۲-۱-۶. ساخت ژنراتور

۳۸۱ ۳-۱-۶. تولید سه فاز

۳۸۳ ۲-۶. ژنراتورهای جریان مستقیم

۳۸۶ ۳-۶. اجزای موتورهای

۳۸۷ ۱-۳-۶. گشتاور

۳۸۸ ۲-۳-۶. روابط سرعت- گشتاور

۳۹۰ ۳-۳-۶. استانداردسازی

۳۹۰ ۱-۳-۳-۶. اندازه ی قاب

۳۹۰ ۲-۳-۳-۶. محصورسازی

۳۹۱ ۱-۳-۳-۳-۶. اسب بخار

۳۹۲ ۴-۳-۳-۶. ولتاژ

۳۹۳ ۵-۳-۳-۶. افزایش دما

۳۹۴ ۴-۳-۶. نوع موتور

۳۹۵ ۴-۶. موتورهای القایی قفس محافظ سه فاز

۳۹۶ ۱-۴-۶. موتور سه فاز بنیادی

۴۰۱ ۲-۴-۶. ساخت موتور

۴۰۲ ۳-۴-۶. رفتار موتور

۴۰۵	 ۴-۴-۶ عایق بندی
۴۰۶	 ۵-۴-۶ مشخصه های طراحی
۴۰۹	 ۶-۴-۶ روشن سازی موتور القایی
۴۱۲	 ۵-۶ موتورهای القایی با روتور سیم پیچی شده
۴۱۶	 ۶-۶ موتورهای همزمان سه فاز
۴۱۸	 ۱-۶-۶ شروع به کار موتور همزمان
۴۲۰	 ۲-۶-۶ گشتاور موتور همزمان
۴۲۲	 ۳-۶-۶ ولتاژ تولیدشده
۴۲۳	 ۴-۶-۶ ضریب توان
۴۲۴	 ۵-۶-۶ کاربردها
۴۲۶	 ۷-۶ موتورهای جریان مستقیم
۴۲۶	 ۱-۷-۶ موتور بنیادی
۴۲۷	 ۲-۷-۶ ساختار واقعی موتور
۴۲۹	 ۳-۷-۶ گشتاور
۴۳۰	 ۴-۷-۶ اتصالات و عملکرد موتور
۴۳۱	 ۱-۴-۷-۶ موتورهای با مقاومت موازی
۴۳۶	 ۲-۴-۷-۶ توقف (ترمز) دینامیکی
۴۳۶	 ۳-۴-۷-۶ موتور سری
۴۳۹	 ۴-۴-۷-۶ موتورهای مختلط
۴۴۰	 ۵-۷-۶ شبکه ی وارد- لئونارد
۴۴۱	 ۸-۶ موتورهای معدن
۴۴۱	 ۱-۸-۶ کاربردها

۴۴۴	۲-۸-۶. عملیات واقعی تجهیزات
۴۴۴	۱-۲-۸-۶. دستگاههای استخراج پیوسته
۴۴۶	۲-۲-۸-۶. لوکوموتیوهای کششی
۴۵۰	۹-۶. موتورهای تک فاز
۴۵۱	۱-۹-۶. میدان استاتور دورانی
۴۵۳	۲-۹-۶. روشن سازی فاز دوقسمتی
۴۵۴	۳-۹-۶. موتورهای با آغازگر خازنی
۴۵۶	۱۰-۶. منابع

فصل ۷. اتصال به زمین

۴۶۰	۱-۷. سامانه های اتصال به زمین
۴۶۰	۱-۱-۷. خنثای بدون اتصال به زمین
۴۶۱	۲-۱-۷. خنثای به طور قوی اتصال به زمین
۴۶۱	۳-۱-۷. خنثای اتصال به زمین با مقاومت پایین
۴۶۲	۴-۱-۷. خنثای اتصال به زمین با مقاومت بالا
۴۶۳	۲-۷. ضربه ی الکتریکی
۴۶۸	۳-۷. ویژگیهای شبکه های اتصال به زمین معدن
۴۶۹	۱-۳-۷. لایه های زمین
۴۷۱	۲-۳-۷. اتصال به زمین در استخراج زیر زمینی
۴۷۴	۱-۲-۳-۷. اتصال به زمین تجهیزات سینه ی کار
۴۷۷	۲-۲-۳-۷. اتصال به زمین ریل راه آهن
۴۷۸	۳-۳-۷. اتصال به زمین در معادن سطحی
۴۷۹	۴-۷. ساختار لایه ی زمین
۴۷۹	۱-۴-۷. مقاومت زمین

فرمولهای آرایش الکترودها.....	۴-۷-۲	۴۸۲
ساختارهای خاک دولایه ای.....	۴-۷-۳	۴۹۱
تأثیرات گرمایش خاک.....	۴-۷-۴	۴۹۲
کنترل گرادیانهای پتانسیل.....	۴-۷-۵	۴۹۴
اندازه گیری مقاومت لایه ی زمین.....	۷-۵	۴۹۷
روش اندازه گیری.....	۷-۵-۱	۴۹۷
ابزار آزمایش اتصال به زمین.....	۷-۵-۲	۴۹۹
مقاومت ویژه ی لایه ی زمین.....	۷-۶	۴۹۹
عوامل تأثیرگذار بر مقاومت ویژه.....	۷-۶-۱	۵۰۲
اندازه گیری های مقاومت ویژه.....	۷-۶-۲	۵۰۵
تأثیر عمل آوری شیمیایی خاکها.....	۷-۶-۳	۵۰۹
خوردگی لایه ی خاک.....	۷-۷	۵۱۱
رهنمون های کلی لایه ی زمین.....	۷-۸	۵۱۳
تجهیزات اتصال به زمین.....	۷-۹	۵۱۵
رزیستور اتصال به زمین.....	۷-۹-۱	۵۱۵
مبدل های اتصال به زمین.....	۷-۹-۲	۵۱۶
خلاصه.....	۷-۹-۳	۵۱۸
منابع.....	۷-۱۰	۵۱۹

فصل ۸. توزیع

ماهیت توزیع کابل.....	۸-۱	۵۲۳
اجزای کابل.....	۸-۲	۵۲۷
رساناها.....	۸-۲-۱	۵۲۹
اندازه های رساناها.....	۸-۲-۱-۱	۵۳۰

۵۳۲	۲-۱-۲-۸. رشته ای کردن رسانا
۵۳۳	۲-۲-۸. عایق بندی
۵۳۵	۳-۲-۸. روکش کابل
۵۳۶	۴-۲-۸. حفاظ گذاری کابل
۵۳۸	۳-۸. انواع کابلها
۵۴۷	۴-۸. انتهای کابلها
۵۴۹	۵-۸. تزویجگرهای کابلها
۵۵۰	۱-۵-۸. تماسهای تزویجگرها
۵۵۲	۲-۵-۸. عایق بندی تزویجگر
۵۵۳	۳-۵-۸. محفظه ی تزویجگر
۵۵۵	۴-۵-۸. تزویجگرهای فشار قوی
۵۵۷	۵-۵-۸. تزویجگرهای کم ولتاژ
۵۵۸	۶-۸. انتخاب کابل
۵۶۰	۱-۶-۸. طول کابل
۵۶۰	۲-۶-۸. انتخاب رسانا
۵۶۱	۱-۲-۶-۸. جریان پذیری
۵۶۵	۲-۲-۶-۸. گرم شدن کابل بر روی قرقره
۵۶۷	۳-۲-۶-۸. محاسبات جریان
۵۷۳	۴-۲-۶-۸. مقادیر مجاز کار متناوب
۵۷۵	۵-۲-۶-۸. محاسبات ولتاژ
۵۸۲	۶-۲-۶-۸. مقاومت مکانیکی کابل
۵۸۳	۷-۲-۶-۸. جریانهای مدار کوتاه

۵۸۴	۷-۸. نصب و جابجاسازی کابل.....
۵۸۴	۱-۷-۸. کابل‌های چاه.....
۵۸۸	۲-۷-۸. نصب کابل تغذیه کننده.....
۵۹۰	۳-۷-۸. روش‌های توصیه ای جابجاسازی.....
۵۹۱	۱-۳-۷-۸. کابلها در معادن زیرزمینی.....
۵۹۳	۲-۳-۷-۸. کابلها در معادن سطحی.....
۵۹۴	۸-۸. خرابیها و ترمیم های کابلها.....
۵۹۵	۱-۸-۸. آزمایش کابل.....
۵۹۶	۲-۸-۸. مکان خرابی.....
۵۹۸	۳-۸-۸. اتصال دادن (یا جوش دادن).....
۶۰۰	۱-۳-۸-۸. روش‌های انرژی زدایی.....
۶۰۱	۲-۳-۸-۸. آماده سازی کابل.....
۶۰۲	۳-۳-۸-۸. رابط ها.....
۶۰۴	۴-۳-۸-۸. عایق کاری مجرّد.....
۶۰۶	۵-۳-۸-۸. روکش کاری مجدد.....
۶۰۷	۶-۳-۸-۸. اتصالات کابل فشارقوی.....
۶۰۸	۷-۳-۸-۸. بازرسی اتصال.....
۶۰۹	۹-۸. سامانه های واگنهای برقی.....
۶۱۰	۱-۹-۸. سیم واگن برقی.....
۶۱۱	۲-۹-۸. تغذیه کننده ی واگن برقی.....
۶۱۵	۳-۹-۸. حفاظها، روانکاری و تولید آنها.....
۶۱۹	۴-۹-۸. ریلها و پیوندها.....

۶۲۱	۸-۱۰. خطوط سیمهای هوایی
۶۲۳	۸-۱۰-۱. طراحی خط هوایی
۶۲۸	۸-۱۰-۲. برق گرفتگی ها بر اثر خط هوایی
۶۳۰	۸-۱۰-۱-۲. مجزاسازی خط هوایی
۶۳۳	۸-۱۰-۲-۲. اصلاح خط هوایی
۶۳۵	۸-۱۰-۲-۳. وسایل محافظ
۶۳۷	۸-۱۰-۲-۴. تجربیات کار ایمن
۶۴۰	۸-۱۱. منابع

فصل ۹. تجهیزات محافظ و رله گذاری

۶۴۵	۹-۱. دستگاه کلیدزنی
۶۴۷	۹-۲. ARCS و قطع جریان
۶۴۹	۹-۳. کلیدها
۶۵۰	۹-۴. مدارشکنها
۶۵۱	۹-۵. مدارشکنها برای ولتاژهای پایین و متوسط
۶۵۴	۹-۵-۱. مدارشکهای پوسته ی قالبی
۶۶۶	۹-۵-۲. مدارشکهای برقی
۶۶۸	۹-۶. مدارشکهای فشارقوی (ولتاژ بالا)
۶۶۸	۹-۶-۱. مقادیر مجاز شاخص
۶۶۹	۹-۶-۲. مدارشکهای روغنی (OCBS)
۶۷۲	۹-۶-۳. مدارشکنها با حداقل روغن
۶۷۳	۹-۶-۴. مدارشکهای خلا (VCB)
۶۷۷	۹-۷. فیوزها
۶۷۸	۹-۸. فیوزهای با ولتاژ پایین

- ۶۷۹..... ۱-۸-۹. فیوزهای بدون تأخیر زمان
- ۶۷۹..... ۲-۸-۹. فیوزهای با تأخیر زمانی
- ۶۷۹..... ۳-۸-۹. فیوز عنصر دوگانه
- ۶۸۰..... ۴-۸-۹. فیوزهای محدودکننده ی جریان
- ۶۸۲..... ۵-۸-۹. فیوزهای استاندارد
- ۶۸۳..... ۶-۸-۹. فیوزهای غیر استاندارد
- ۶۸۴..... ۹-۹. فیوزهای فشارقوی (با ولتاژ بالا)
- ۶۸۵..... ۱-۹-۹. انواع فیوزهای دفع
- ۶۸۷..... ۲-۹-۹. فیوزهای با ولتاژ بالای محدودکننده ی جریان
- ۶۸۸..... ۳-۹-۹. کلیدهای بارشکن
- ۶۸۹..... ۱۰-۹. رله ها
- ۶۹۰..... ۱-۱۰-۹. اصطلاح شناسی و انواع رله ها
- ۶۹۱..... ۲-۱۰-۹. رله های گرمایی
- ۶۹۳..... ۳-۱۰-۹. رله های جذب الکترومغناطیسی
- ۶۹۵..... ۴-۱۰-۹. رله های القاء الکترومغناطیسی
- ۶۹۶..... ۱-۴-۱۰-۹. رله ی تک مقداری
- ۷۰۱..... ۲-۴-۱۰-۹. رله ی جهت دار
- ۷۰۳..... ۱۱-۹. اتصالات اساسی رله ها
- ۷۰۴..... ۱-۱۱-۹. رله گذاری جریان مستقیم متناوب
- ۷۰۸..... ۲-۱۱-۹. رله گذاری پتانسیل جریان متناوب
- ۷۱۰..... ۳-۱۱-۹. رله گذاری تفاضلی جریان متناوب
- ۷۱۲..... ۴-۱۱-۹. اتصالات جریان مستقیم

۷۱۲.....	۱۲-۹. انواع حفاظتها.....
۷۱۳.....	۱-۱۲-۹. کنترل سیم کشی.....
۷۱۵.....	۲-۱۲-۹. حفاظت فاز.....
۷۱۶.....	۳-۱۲-۹. اضافه جریان زمین.....
۷۱۷.....	۱-۳-۱۲-۹. رله گذاری مستقیم.....
۷۱۸.....	۲-۳-۱۲-۹. رله گذاری پتانسیلی.....
۷۱۹.....	۳-۳-۱۲-۹. رله ی توالی صفر.....
۷۲۱.....	۴-۳-۱۲-۹. رله گذاری باقیمانده.....
۷۲۲.....	۵-۳-۱۲-۹. رله گذاری مثلث شکسته.....
۷۲۳.....	۴-۱۲-۹. پایش بررسی زمین.....
۷۲۳.....	۱-۴-۱۲-۹. پایشگرهای راهنما.....
۷۲۵.....	۲-۴-۱۲-۹. پایشگرهای بدون راهنما.....
۷۲۶.....	۳-۴-۱۲-۹. مشکلات و احتیاجات.....
۷۲۸.....	۵-۱۲-۹. مزایا و معایب.....
۷۳۰.....	۱۳-۹. آرایشهای برای استخراج.....
۷۳۱.....	۱-۱۳-۹. ناحیه های حفاظت.....
۷۳۱.....	۲-۱۳-۹. هماهنگی.....
۷۳۲.....	۳-۱۳-۹. حفاظت از خرابی زمین.....
۷۳۳.....	۴-۱۳-۹. اضافه بارها و مدارهای کوتاه.....
۷۳۴.....	۵-۱۳-۹. معادن سطحی.....
۷۳۷.....	۶-۱۳-۹. معادن زیرزمینی.....
۷۳۸.....	۱-۶-۱۳-۹. جریان مستقیم.....

۷۳۹	 دیود متصل به زمین ۲-۶-۱۳-۹
۷۴۱	 رسانای اتصال به زمین ۳-۶-۱۳-۹
۷۴۲	 سامانه ی انتقال خنثی ۴-۶-۱۳-۹
۷۴۳	 جریان تفاضلی ۵-۶-۱۳-۹
۷۴۶	 منابع ۱۴-۹

فصل ۱۰. تعیین اندازه وسایل حفاظتی

۷۴۷	 ۱-۱۰. جریان معیوب
۷۴۷	 ۱-۱-۱۰. منابع جریان معیوب
۷۴۹	 ۲-۱-۱۰. مدار هم ارز منبع
۷۵۱	 ۲-۱۰. محاسبات عیب شبکه های سه فاز
۷۵۲	 ۱-۲-۱۰. روشهای محاسبه ی جریان کوتاه
۷۶۱	 ۳-۲-۱۰. نمونه ای از محاسبه ی سه فاز
۷۷۴	 ۴-۲-۱۰. تحلیل عیب توسط رایانه
۷۷۵	 ۵-۲-۱۰. محاسبات جریان عیب زمین
۷۷۷	 ۳-۱۰. عیبهای شبکه ی جریان مستقیم
۷۷۹	 ۴-۱۰. تنظیمات وسایل
۷۸۰	 ۵-۱۰. تنظیمات برچین رله
۷۸۱	 ۱-۵-۱۰. حفاظت مدار کوتاه
۷۸۳	 ۲-۵-۱۰. حفاظت اضافه بار
۷۸۵	 ۳-۵-۱۰. حفاظت از عیب اتصال به زمین
۷۸۷	 ۶-۱۰. تطبیق مبدل جریان
۷۸۸	 ۱-۶-۱۰. دقت مبدل جریان
۷۹۱	 ۲-۶-۱۰. محاسبات دقت

۷۹۴	۷-۱۰. لغزشهای مدارشکتهای با ولتاژ پایین
۷۹۴	۱-۷-۱۰. حفاظت اضافه بار
۷۹۵	۲-۷-۱۰. حفاظت از مدار کوتاه
۷۹۹	۳-۷-۱۰. مدارشکتهای توان با ولتاژ پایین
۷۹۹	۸-۱۰. فیوزها
۸۰۰	۹-۱۰. هماهنگ سازی
۸۰۶	۱۰-۱۰. منابع

فصل ۱۱. گذراها و اضافه ولتاژها

۸۱۰	۱-۱۱. منابع گذرا
۸۱۰	۲-۱۱. پدیده های آذرخش
۸۱۴	۳-۱۱. گذراهای کلیدزنی
۸۱۵	۱-۳-۱۱. کلیدزنی ظرفیت خازنی
۸۲۱	۲-۳-۱۱. برش زنی جریان
۸۲۶	۳-۳-۱۱. پیش کاراندازی
۸۲۸	۴-۳-۱۱. قطع شدگی جریان مستقیم
۸۳۰	۵-۳-۱۱. گذراهای کلیدزنی کلی
۸۳۰	۴-۱۱. پدیده های گذرای دیگر
۸۳۲	۵-۱۱. امواج پیشرونده
۸۳۹	۶-۱۱. پدیده های الکترومغناطیسی
۸۴۰	۷-۱۱. عیبهایی که توسط گذرا القا میشوند
۸۴۱	۱-۷-۱۱. پاسخ سیم پیچی
۸۴۴	۲-۷-۱۱. تزویج از طریق میدلها
۸۴۵	۸-۱۱. حفاظت گذرا

۱۱-۸-۱.	متوقف کننده های اضافه جهش	۸۴۶
۱۱-۸-۲.	کاربردهای متوقف کننده های اضافه جهش	۸۵۰
۱۱-۸-۳.	خازنها و ظرفیت (خازنی) سامانه	۸۵۴
۱۱-۸-۳-۱.	کاهش مقاومت ظاهری اضافه جهش	۸۵۵
۱۱-۸-۳-۲.	جریان شارژ کردن خازنی	۸۶۱
۱۱-۸-۴.	وسایل بازداشت دیگر	۸۶۳
۱۱-۸-۴-۱.	بازداشت کننده های گذرا	۸۶۴
۱۱-۸-۴-۲.	وسایل کوتاه کننده ی مدار	۸۶۵
۱۱-۸-۵.	حفاظتهای فاراده	۸۶۵
۱۱-۸-۶.	آرایشهای مدارها	۸۶۶
۱۱-۸-۷.	حفاظت خطوط هوایی	۸۶۶
۱۱-۸-۸.	عملکرد ضربه ی لایه ی زمین	۸۶۹
۱۱-۹.	منابع	۸۷۳

فصل ۱۲. مراکز برقی معادن

۱۲-۱.	مشخصات وسیله	۸۷۵
۱۲-۲.	مراکز برقی معادن	۸۷۸
۱۲-۳.	تزویجگر کابل و فشارقوی (ولتاژ بالا)	۸۸۰
۱۲-۴.	کلیدهای همبند	۸۸۱
۱۲-۵.	کلید قطع کردن	۸۸۲
۱۲-۶.	فیوزهای با ولتاژ بالا (فشارقوی)	۸۸۳
۱۲-۷.	متوقف کننده های اضافه جهش	۸۸۵
۱۲-۸.	مبدلها	۸۸۸
۱۲-۸-۱.	مشخصات	۸۸۹

۸۹۹	۱۲-۸-۲. ساختمان مبدل
۹۰۱	۱۲-۸-۳. حفاظت‌های فاراده
۹۰۲	۱۲-۹. رزیستور اتصال به زمین
۹۰۴	۱۲-۱۰. گذرگاه جریان
۹۰۵	۱۲-۱۱. مدارشکن خروج
۹۱۰	۱۲-۱۲. حفاظت از عیب زمین
۹۱۴	۱۲-۱۳. مبدل‌های تک فاز
۹۱۶	۱۲-۱۴. مدارهای سنجنده
۹۱۸	۱۲-۱۵. تزویج‌گرهای کابل خروجی
۹۱۹	۱۲-۱۶. پایشگرهای بازبینی زمین
۹۲۳	۱۲-۱۷. تصحیح ضریب توان
۹۲۶	۱۲-۱۸. بهره برداری از جریان مستقیم
۹۲۷	۱۲-۱۹. مبدل یکسوساز
۹۳۲	۱۲-۲۰. یکسوساز
۹۳۵	۱۲-۲۱. طرح‌های حفاظت از عیب زمین شده ی جریان مستقیم
۹۳۸	۱۲-۲۲. مدارگان کنترل جریان مستقیم
۹۳۸	۱۲-۲۳. وسایل قطع کننده ی جریان مستقیم
۹۴۲	۱۲-۲۴. منابع

فصل ۱۳. کلیدخانه‌ها و ایستگاه‌های فرعی

۹۴۳	۱۳-۱. کلیدخانه ها
۹۴۴	۱۳-۲. اجزای درونی کلیدخانه
۹۴۷	۱۳-۳. رله گذاری حفاظتی کلیدخانه
۹۵۰	۱۳-۴. مدارشکنهای برقی

۹۵۲	۵-۱۳. مدارهای کنترل کلیدخانه.....
۹۵۵	۶-۱۳. طرّاحی کلیدخانه.....
۹۵۷	۷-۱۳. ایستگاههای فرعی.....
۹۵۸	۸-۱۳. آرایشهای اساسی ایستگاههای فرعی.....
۹۵۹	۱-۸-۱۳. ایستگاههای فرعی یک طرفه.....
۹۶۲	۲-۸-۱۳. ایستگاههای فرعی دوطرفه.....
۹۶۳	۹-۱۳. مبدّلهای ایستگاه فرعی.....
۹۶۶	۱۰-۱۳. دستگاه کلیدزنی ایستگاه فرعی.....
۹۶۷	۱-۱۰-۱۳. بازبست کننده ها.....
۹۶۸	۲-۱۰-۱۳. کلیدها و فیوزها برای قطع کردن.....
۹۶۹	۱۱-۱۳. رله گذاری محافظ در ایستگاههای فرعی.....
۹۷۲	۱۲-۱۳. حفاظت از آذرخش و اضافه جهش در ایستگاههای فرعی.....
۹۷۵	۱۳-۱۳. اتّصال به زمین ایستگاه فرعی.....
۹۷۶	۱-۱۳-۱۳. شبکه ی زمین شده ی ایستگاه فرعی.....
۹۸۱	۲-۱۳-۱۳. حفاظت عیب زمین شده.....
۹۸۱	۱۴-۱۳. بارهای اضافی ایستگاههای فرعی معادن.....
۹۸۵	۱-۱۵-۱۳. ایستگاههای فرعی قابل حمل.....
۹۸۶	۱۶-۱۳. ولتاژ وسیله ی تولیدکننده ی برق به عنوان توزیع معدن.....
۹۸۹	۱۷-۱۳. ملاحظات اضافی طرّاحی ایستگاه فرعی.....
۹۹۱	۱۸-۱۳. منابع.....

فصل ۱۴. کنترل و رله گذاری حالت جامد

۹۹۳	۱-۱۴. کنترل موتور.....
۹۹۷	۱-۱-۱۴. کنترل موتور ساده.....

- ۱۰۰۰ ۱۴-۱-۲. شبکه های کنترل
- ۱۰۰۲ ۱۴-۱-۳. ویژگیهای فیزیکی تیریسورها
- ۱۰۰۴ ۱۴-۲. کاربردهای جریان مستقیم
- ۱۰۰۸ ۱۴-۲-۱. شبکه های کنترل
- ۱۰۱۱ ۱۴-۲-۲. موضوعات مربوط به طراحی شبکه ی کنترل
- ۱۰۱۳ ۱۴-۲-۳. طراحیهای موتورها
- ۱۰۱۳ ۱۴-۲-۴. آرایش تیریسور
- ۱۰۱۴ ۱۴-۲-۵. مدارهای جرقه زن
- ۱۰۱۵ ۱۴-۲-۶. مقادیر مجاز و حفاظت از تیریسور
- ۱۰۱۸ ۱۴-۳. رله گذاری محافظ ایستا
- ۱۰۲۰ ۱۴-۴. عملیات رله های هیبرید و حالت حامل ساده
- ۱۰۲۶ ۱۴-۵. مقایسه ی رله ی ایستایی و الکترومکانیکی
- ۱۰۲۶ ۱۴-۵-۱. سرعت رله
- ۱۰۲۷ ۱۴-۵-۲. احتیاجات برق رله
- ۱۰۲۷ ۱۴-۵-۳. دما
- ۱۰۲۸ ۱۴-۵-۴. پاسخ گذرای برق
- ۱۰۳۰ ۱۴-۵-۵. ماهیت مکانیکی
- ۱۰۳۱ ۱۴-۵-۶. قابلیت چند کاربردی
- ۱۰۳۲ ۱۴-۵-۷. بار توانی مبدل جریان
- ۱۰۳۳ ۱۴-۵-۸. دقت
- ۱۰۳۴ ۱۴-۶. کاربردهای رله ی ایستا در معدنکاری
- ۱۰۳۶ ۱۴-۶-۱. شبکه ی حساس به نشت زمین

- ۱۴-۶-۲. حفاظت از مدار کوتاه حساس فازی ۱۰۳۹
- ۱۴-۷. رله های حالت جامد در آینده ۱۰۴۲
- ۱۴-۸. خلاصه ۱۰۴۳
- ۱۴-۹. منابع ۱۰۴۴

فصل ۱۵. باطری ها و پر کردن (شارژ کردن) باطری ها

- ۱۵-۱. نظریه ی اساسی باطری و پرکننده ی باطری ۱۰۵۱
- ۱۵-۲. مراقبت از باطری ۱۰۵۶
- ۱۵-۳. شارژکننده ها ۱۰۵۷
- ۱۵-۴. ایستگاههای شارژکننده ۱۰۶۳
- ۱۵-۵. تهویه ی جعبه ی باطری ۱۰۶۶
- ۱۵-۶. نشتی و عیبهای سطح باطری ۱۰۷۱
- ۱۵-۷. خطرات شارژکردن باطری ۱۰۷۶
- ۱۵-۱-۷-۱. اتصال شبکه به زمین ۱۰۷۹
- ۱۵-۱-۷-۲. همبندهای تابلوهای فرمان ۱۰۸۱
- ۱۵-۱-۷-۳. کابلهای خروجی ۱۰۸۱
- ۱۵-۱-۷-۴. پایشکردن خروجی بازبینی زمین ۱۰۸۲
- ۱۵-۱-۷-۵. آشکارسازی نشت سطحی ۱۰۸۳
- ۱۵-۱-۷-۶. مجزاسازی مدار شارژکننده ۱۰۸۳
- ۱۵-۱-۷-۷. نشان شارژ سالم ۱۰۸۴
- ۱۵-۱-۷-۸. حفاظت اضافه جریان ۱۰۸۴
- ۱۵-۱-۷-۹. خصلتهای اضافی ۱۰۸۵
- ۱۵-۸. منابع ۱۰۸۵

فصل ۱۶. مجاز بودن و کاهش خطر

- ۱-۱۶. اصطلاح شناسی ۱۰۸۷
- ۲-۱۶. روشهای کاهش خطر ۱۰۸۹
- ۳-۱۶. محوطه های ضد انفجار ۱۰۹۱
- ۱-۳-۱۶. انتقال انفجار ۱۰۹۴
- ۲-۳-۱۶. اتصالات محوطه ی محصورسازی ۱۰۹۵
- ۱-۲-۳-۱۶. حداکثر شکاف ایمن عملی ۱۰۹۷
- ۲-۲-۳-۱۶. هواکشهای فشاری ۱۱۰۰
- ۳-۲-۳-۱۶. ورودیهای کابل ۱۱۰۳
- ۴-۲-۳-۱۶. پنجرهها و عدسیها ۱۱۰۴
- ۳-۳-۱۶. مقاومت مکانیکی و فشارهای درونی محصورسازی ۱۱۰۷
- ۴-۳-۱۶. خطرات محصورسازی ۱۱۰۷
- ۵-۳-۱۶. وسیله ی مجاز ۱۱۱۰
- ۶-۳-۱۶. زمان طبقه بندی وسیله ی مجاز ۱۱۱۴
- ۷-۳-۱۶. مراقبت از وسیله ی مجاز ۱۱۱۴
- ۴-۱۶. خطرات ناشی از غبار زغال سنگ ۱۱۱۷
- ۱-۴-۱۶. طبقه بندی مکانهای غبار ۱۱۲۰
- ۲-۴-۱۶. کاهش خطرات غبار ۱۱۲۱
- ۳-۴-۱۶. مکانهای خطرناک در واحدهای آماده سازی ۱۱۲۳
- ۵-۱۶. منابع ۱۱۲۴

فصل ۱۷. مراقبت

- ۱-۱۷. برنامه ی مراقبت در معدن ۱۱۲۵
- ۱-۱-۱۷. تأیید اقتصادی ۱۱۲۹

- ۱۱۳۰ ۲-۱-۱۷ اجرای برنامه ی مراقبت پیشگیرانه
- ۱۱۳۱ ۳-۱۷ فنون مربوط به مراقبت پیشگیرانه
- ۱۱۳۳ ۱-۳-۱۷ اندازه گیری های اساسی برقی
- ۱۱۳۳ ۲-۳-۱۷ اندازه گیری های عایق بندی
- ۱۱۳۴ ۳-۳-۱۷ آزمایشهای مگأهم سنج
- ۱۱۴۰ ۱-۳-۳-۱۷ آزمایش موضعی (نقطه ای)
- ۱۱۴۵ ۲-۳-۳-۱۷ آزمایشهای زمان-مقاومت
- ۱۱۴۸ ۳-۳-۳-۱۷ آزمایشهای چند ولتاژی
- ۱۱۴۸ ۴-۳-۳-۱۷ تحلیل هارمونیک
- ۱۱۵۰ ۵-۳-۳-۱۷ ضریب توان بر حسب ولتاژ
- ۱۱۵۱ ۶-۳-۳-۱۷ آزمایش فرسوخ
- ۱۱۵۱ ۷-۳-۳-۱۷ تحلیل رایانه ای زمان واقعی
- ۱۱۵۲ ۴-۱۷ اندازه گیری های مکانیکی
- ۱۱۵۲ ۱-۱-۴-۱۷ ارتعاش
- ۱۱۵۴ ۲-۱-۴-۱۷ گسیل صوتی
- ۱۱۵۹ ۵-۱۷ سامانه های پایش پیوسته
- ۱۱۵۹ ۶-۱۷ هاله
- ۱۱۶۳ ۱-۶-۱۷ رفتار هاله
- ۱۱۶۷ ۲-۶-۱۷ آشکارسازی هاله
- ۱۱۶۹ ۳-۶-۱۷ مشکلات تخلیه ی جزئی در معدنکاری
- ۱۱۷۳ ۷-۱۷ قوسی شدن میان ماشین
- ۱۱۷۷ ۱-۸-۱۷ انحرافهای جریانهای مستقیم زمین شده

- ۱۱۷۸ ۱۷-۸-۱-۱. اصلاحات شبکه ی برق
- ۱۱۷۹ ۱۷-۸-۱-۲. ساختن شبکه ی اتصال به زمین
- ۱۱۷۹ ۱۷-۸-۱-۳. شبکه های توزیع آب
- ۱۱۸۰ ۱۷-۹. خلاصه
- ۱۱۸۱ ۱۷-۱۰. منابع
- ۱۱۸۲ ضمیمه: اختصارات و علایم
- ۱۱۸۴ واحد اختصارات معیار
- ۱۱۸۶ واژگان انگلیسی - فارسی
- ۱۲۰۵ نمادها
- ۱۲۰۸ نمایه ها