

**اثر شایسته‌ی تقدیر در "پانزدهمین دوره جایزه کتاب
سال جمهوری اسلامی ایران" در زمینه مهندسی
معدن در سال ۱۳۷۶**



**اثر برگزیده‌ی "هفتمین جشنواره‌ی کتاب سال
دانشگاهی دانشگاه تهران" در سال ۱۳۷۷**



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

خدمات فنی در معادن

تألیف:

حسن مدنی

عضو هیأت علمی دانشکده معدن،

دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)

سرشناسه	: مدنی، حسن، ۱۳۲۲ -
عنوان و نام پدیدآور	: خدمات فنی در معادن / تألیف حسن مدنی.
مشخصات نشر	: تهران: دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)، مرکز نشر، ۱۳۷۵.
مشخصات ظاهری	: چهارده، ۶۶۱ ص: مصور، جدول، نمودار.
شابک	: ۱۸۵۰۰ ریال: چاپ اول: ۳-۰۷۹-۴۶۳-۹۶۴؛ ۲۶۰۰۰ ریال (چاپ دوم): ۴۲۰۰۰ ریال (چاپ سوم): ۶۹۵۰۰ ریال (چاپ چهارم): ۹۰۰۰۰ ریال (چاپ پنجم): ۲۳۵۰۰۰ ریال چاپ ششم: ۸-۰۷۹-۴۶۳-۹۶۴-۹۷۸
یادداشت	: چاپ دوم: ۱۳۷۹.
یادداشت	: چاپ سوم: ۱۳۸۱.
یادداشت	: چاپ چهارم: زمستان ۱۳۸۵.
یادداشت	: چاپ پنجم: ۱۳۸۸
یادداشت	: این کتاب در سال‌های ۱۳۸۱ - ۱۳۹۷ تجدیدچاپ شده است.
یادداشت	: واژه‌نامه.
یادداشت	: کتابنامه: ص: [۶۲۱] - ۶۳۹.
موضوع	: مهندسی معدن.
شناسه افزوده	: دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران). مرکز نشر.
شناسه افزوده	: Amirkabir University of Technology (Tehran Polytechnic). Publishing Center.
رده‌بندی کنگره	: ۱۳۷۵ خ ۴ / م ۲۷۷ / TN
رده‌بندی دیویی	: ۶۲۲
شماره کتابشناسی ملی	: ۷۵-۸۹۵۰ م



انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر
(پلی تکنیک تهران)

عنوان کتاب	: خدمات فنی در معادن
تألیف	: حسن مدنی
ناشر	: انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)
لیتوگرافی، چاپ و صحافی	: انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)
چاپ هشتم	: بهار ۱۴۰۳
قیمت	: ۴۹۰,۰۰۰ تومان
تیراژ	: ۳۰۰ نسخه
شابک	: ۸-۰۷۹-۴۶۳-۹۶۴-۹۷۸ ISBN : 978-964-463-079-8

آدرس مرکز پخش: خیابان ولیعصر، روبروی خیابان بزرگمهر، فروشگاه کتاب مرکز نشر

دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران) - تلفن: ۶۶۴۹۸۸۶۸

وبسایت: <http://publication.aut.ac.ir>

حق چاپ برای ناشر محفوظ است.

به نام خدا

پیشگفتار

برای انجام عملیات استخراجی در معادن، بعضی خدمات فنی و مهندسی باید انجام گیرد که بدون آنها، معدنکاری غیرممکن است. در معادن زیرزمینی، نور طبیعی نفوذ نمی‌کند و بنابراین تامین روشنایی یکی از ضروریات اصلی در این معادن است. از سوی دیگر به علت امتیازات هوای فشرده، این نوع انرژی در تمام معادن سطحی یا زیرزمینی مصرف دارد و بنابراین طراحی سیستم توزیع مناسب هوای فشرده، از جمله کارهای مهندسی دیگری است که در معادن انجام می‌گیرد. واضح است که در هر معدن، انرژی برق نیز مصرف می‌شود و بنابراین بررسی نحوه توزیع برق و تجهیزات لازم برای انجام این خواسته، از جمله دیگر کارهای خدماتی مهندسی در معادن است.

در کتاب حاضر، سه بخشی که به آن اشاره شد مورد بررسی قرار گرفته است. بدیهی است از آنجا که تولید هوای فشرده در درس ماشینهای حرارتی و تولید برق نیز در مبحث مبانی مهندسی برق بررسی می‌شود، لذا در این کتاب به این مباحث نپرداخته‌ایم. در تدوین این کتاب که سالها به صورت جزوه در دانشگاههای مختلف کشور تدریس شده، از منابع مختلفی استفاده شده است که فهرست آنها به ترتیب استفاده در متن در فهرست پایانی کتاب آمده و در داخل متن نیز منبع مورد استفاده با شماره‌ای در داخل [] مشخص شده که این عدد شماره منبع مورد استفاده در فهرست یاد شده است. برای سهولت کار خوانندگان، در پایان کتاب فهرست راهنما و نیز فهرست نمادهایی که در کتاب به کار رفته آمده است تا با استفاده از آن در موارد لزوم بتوان مطلب مورد نظر را به آسانی در متن کتاب پیدا کرد.

جا دارد از کسان بسیاری که در تهیه این کتاب همکاری داشته‌اند، سپاسگزاری شود.

در ابتدا باید از مسئولین مرکز نشر دانشگاه صنعتی امیرکبیر تشکر کنم که به چاپ این کتاب همت گماشتند. سرکار خانم محمدی، با مهارت متن کتاب را حروفچینی کردند که جای سپاسگزاری دارد. آقایان بخشنده، رحمتی و خلیفه دانشجویان دانشکده مهندسی معدن و متالورژی دانشگاه صنعتی امیرکبیر در تصحیح و مقابله متن کتاب زحمات زیادی کشیده‌اند که بدینوسیله از آنان تشکر می‌شود. سرانجام باید از آقای فرهاد اسلامی سپاسگزاری کنم که رسم بعضی از شکلها و صفحه‌آرایی کتاب را عهده‌دار بوده‌اند.

امید است این کتاب مورد استفاده دانشجویان و علاقمندان قرار گیرد.

حسن مدنی

فهرست مطالب

بخش اول - روشنایی در معدن

صفحه	عنوان
۳	فصل ۱ - مبانی روشنایی
۳	۱-۱- آشنایی
۳	۱-۲- ماهیت نور مرئی
۴	۱-۲-۱- تئوری ذره‌ای
۴	۱-۲-۲- تئوری موجی هویگنس
۴	۱-۲-۳- تئوری الکترومغناطیسی
۵	۱-۲-۴- تئوری کوانتم
۵	۱-۲-۵- تئوری تلفیقی
۶	۱-۳- طیف انرژی و روشنایی
۷	۱-۴- نحوه تشعشع اجسام
۸	۱-۵- مشخصه‌های اصلی روشنایی
۸	۱-۵-۱- زاویه فضایی
۱۰	۱-۵-۲- جریان نور
۱۱	۱-۵-۳- مقدار نور
۱۱	۱-۵-۴- شدت نور
۱۲	۱-۵-۵- شدت نور متوسط
۱۲	۱-۵-۶- منحنی توزیع نور
۱۶	۱-۵-۷- شدت روشنایی
۲۶	۱-۵-۸- تراکم نور یا درخشندگی
۳۰	۱-۵-۹- ضریب جذب
۳۰	۱-۵-۱۰- ضریب انعکاس
۳۳	۱-۵-۱۱- ضریب بهره منبع نور
۳۵	۱-۶- اندازه‌گیری مشخصه‌های روشنایی در آزمایشگاه
۳۵	۱-۶-۱- اندازه‌گیری شدت نور
۳۷	۱-۶-۲- اندازه‌گیری روشنایی

- ۳۸ ۱-۶-۳- اندازه گیری درخشندگی
- ۴۰ ۱-۶-۴- چگونگی اندازه گیری مشخصات روشنایی
- ۴۱ ۱-۷- توزیع جریان و شدت نور یک منبع
- ۸-۱ نحوه تعیین شدت نور چراغ در امتدادهای مختلف
- ۴۷ به کمک منحنی توزیع نور
- ۶۱ ۱-۹- تعیین شدت نور متوسط یک منبع
- ۶۳ ۱-۹-۱- روش روسو
- ۶۷ ۱-۹-۲- روش راسل یا بلوخ
- ۶۸ ۱-۹-۳- کره نورسنجی یا کره اولبریشت
- ۷۱ فصل ۲- بررسیهای نورسنجی در معدن
- ۷۱ ۲-۱- آشنایی
- ۷۲ ۲-۲- حساسیت چشم انسان نسبت به طول موجهای مختلف
- ۷۳ ۲-۳- روشهای نورسنجی در داخل معدن
- ۷۴ ۲-۳-۱- نورسنجی فیزیکی
- ۷۸ ۲-۳-۲- نورسنجی عکاسی
- ۷۹ ۲-۳-۳- نورسنجی چشمی
- ۸۱ ۲-۴- خطاهای نورسنجی
- ۸۴ ۲-۵- اندازه گیری شدت روشنایی در معدن
- ۸۶ ۲-۶- طرز عمل در بررسیهای روشنایی سنجی در معدن
- ۸۶ ۲-۶-۱- اندازه گیری در سطح
- ۸۸ ۲-۶-۲- اندازه گیری جداگانه نورهای مستقیم و غیرمستقیم
- ۸۹ ۲-۶-۳- روش قرائت ماکزیمم
- ۹۰ ۲-۷- اندازه گیری درخشندگی در معدن
- ۹۲ ۲-۸- اندازه گیری ضریب انعکاس
- ۹۳ ۲-۸-۱- روش مقایسه نورهای منعکس شده
- ۹۴ ۲-۸-۲- روش مقایسه چیپس های استاندارد
- ۹۵ ۲-۸-۳- روش مقایسه استاندارد ضریب انعکاس
- ۹۶ ۲-۸-۴- انعکاس سنجی با استفاده از کره

۹۹	فصل ۳- طراحی روشنایی در معدن
۹۹	۱-۳- آشنایی
۱۰۰	۲-۳- استانداردهای روشنایی در معدن
۱۰۰	۱-۲-۳- استانداردهای جهانی برای روشنایی معادن زیرزمینی
۱۰۲	۲-۲-۳- استانداردهای روشنایی کشورهای مختلف
۱۰۷	۳-۳- طراحی روشنایی به روش نقطه به نقطه
۱۱۲	۴-۳- طراحی روشنایی به روش نقطه به نقطه با استفاده از کامپیوتر
۱۱۳	۱-۴-۳- مشخصات برنامه
۱۱۴	۲-۴-۳- نحوه استفاده از برنامه
۱۱۴	۳-۴-۳- محدودیتهای برنامه
۱۱۵	۵-۳- طراحی روشنایی به روش لومن
۱۱۶	۱-۵-۳- ضریب بهره‌دهی
۱۱۷	۲-۵-۳- ضریب نگهداری
۱۱۸	۳-۵-۳- ضریب جذب
۱۲۳	۶-۳- تاثیر نور منعکسه از سقف و دیوارهای کار معدنی
۱۲۸	۷-۳- طراحی درخشندگی
۱۳۱	فصل ۴- وسایل روشنایی عمومی معدن
۱۳۱	۱-۴- آشنایی
۱۳۲	۲-۴- لامپهای رشته‌ای
۱۳۲	۱-۲-۴- ساختان لامپها
۱۳۳	۲-۲-۴- فشار الکتریکی لامپها
۱۳۴	۳-۲-۴- مشخصات لامپها
۱۳۴	۴-۲-۴- عملکرد لامپ رشته‌ای
۱۳۶	۵-۲-۴- لامپهای ویژه معادن
۱۳۹	۶-۲-۴- مزایا و معایب لامپ رشته‌ای
۱۴۱	۳-۴- لامپهای تنگستن هالوژن
۱۴۳	۴-۴- لامپهای تخلیه الکتریکی در گاز
۱۴۴	۱-۴-۴- لامپ سدیم

۱۴۸	۴-۲-۲- لامپ جیوه
۱۵۱	۴-۳-۴- لامپ هالید فلزی
۱۵۳	۴-۵- لامپ های فلورسنت
۱۵۴	۴-۵-۱- راه انداز
۱۵۷	۴-۵-۲- لامپ های فلورسنت بدون راه انداز
۱۵۹	۴-۵-۳- مشخصات لامپ های فلورسنت
۱۶۷	۴-۵-۵- چراغ های توربینی
۱۷۵	فصل ۵- چراغ های انفرادی
۱۷۵	۵-۱- آشنایی
۱۷۶	۵-۲- چراغ کاریتی
۱۷۷	۵-۳- چراغ اطمینان شعله ای
۱۷۹	۵-۴- اصول کار چراغ های الکتریکی
۱۸۰	۵-۴-۱- باطری های اسیدی
۱۸۳	۵-۴-۲- باطری های قلیایی
۱۸۵	۵-۵- انواع چراغ های الکتریکی
۱۸۶	۵-۵-۱- چراغ های دستی
۱۸۷	۵-۵-۲- چراغ های کلاهی
۱۹۱	۵-۶- طریقه شارژ چراغ های الکتریکی
۱۹۳	۵-۶-۱- شارژ چراغ های اسیدی
۱۹۷	۵-۶-۲- شارژ چراغ های قلیایی
۱۹۸	۵-۶-۳- بعضی نکات در مورد شارژ چراغ ها
۱۹۹	۵-۷- چراغ خانه
۲۰۲	۵-۸- انتخاب چراغ مناسب
۲۰۵	فصل ۶- چگونگی تامین روشنایی در قسمتهای مختلف معدن
۲۰۵	۶-۱- آشنایی
۲۰۵	۶-۲- روشنایی راهروهای معدن
۲۰۶	۶-۲-۱- تقسیم بندی راهروها از نظر تامین روشنایی
۲۰۶	۶-۲-۲- تامین روشنایی در راهروهای رفت و آمد

۲۰۸	۳-۲-۶- تامین روشنایی در راهروهای مشترک
۲۰۸	۴-۲-۶- تامین روشنایی در راهروهای اصلی حمل و نقل
۲۰۸	۳-۳-۶- روشنایی کارگاههای استخراج زغال
۲۰۸	۱-۳-۶- سیستم روشنایی ضد جرقه در جبهه کار بلند
۲۱۲	۲-۳-۶- سیستم روشنایی کارگاهی با چراغهای ذاتاً ایمن
۲۱۴	۴-۶- مثالهایی از روشنایی معادن

بخش دوم - توزیع هوای فشرده در معدن

۲۲۶	فصل ۷- مشخصات هوای فشرده
۲۲۶	۱-۷- آشنایی
۲۲۶	۲-۷- فشار هوا
۲۲۶	۱-۲-۷- فشار نسبی
۲۲۶	۲-۲-۷- فشار مطلق
۲۲۷	۳-۲-۷- خلاء
۲۲۷	۴-۲-۷- شرایط استاندارد
۲۲۷	۳-۷- دمای هوا
۲۲۸	۴-۷- تحولات ترمودینامیکی
۲۲۸	۱-۴-۷- تحول هم‌دما یا تکدما
۲۲۹	۲-۴-۷- تراکم آدیاباتیکی
۲۳۰	۳-۴-۷- قانون اصلی گازها
۲۳۲	۵-۷- حجم هوای فشرده
۲۳۲	۶-۷- رطوبت هوای فشرده
۲۳۵	۱-۶-۷- رطوبت مطلق
۲۳۵	۲-۶-۷- رطوبت نسبی
۲۳۹	۷-۷- ناخالصی‌های موجود در هوای فشرده
۲۴۱	۸-۷- انرژی لازم برای فشردن هوا
۲۴۲	۱-۸-۷- فشارش تکدما

۲۴۵	۲-۸-۷- حالت کلی
۲۴۹	۷-۹- نقش ارتفاع در توان لازم برای تراکم هوا
۲۵۰	۷-۱۰- نقش ارتفاع در ظرفیت کمپرسورها
۲۵۷	فصل ۸- محاسبات مربوط به توزیع هوای فشرده
۲۵۷	۸-۱- آشنایی
۲۵۸	۸-۲- محاسبه شدت جریان هوای لازم
۲۵۹	۸-۳- تصحیحات لازم در مورد شدت جریان هوای فشرده
۲۶۱	۸-۳-۱- تصحیح از بابت ضریب همزمانی
۲۶۱	۸-۳-۲- تصحیح از بابت نشست هوا
۲۶۲	۸-۳-۳- تصحیح از بابت ارتفاع
۲۶۵	۸-۴- یک مثال عملی در مورد محاسبه شدت جریان هوای فشرده
۲۶۶	۸-۵- انتخاب قطر مناسب برای خط لوله
۲۶۸	۸-۶- محاسبه افت فشار در خط لوله
۲۷۰	۸-۶-۱- فرمولها
۲۸۰	۸-۶-۲- بررسی اعتبار فرمولها
۲۸۷	۸-۶-۳- جدولها
۲۸۷	۸-۶-۴- نمودارها
۲۹۹	۸-۷- محاسبه افت موضعی در خط لوله
۳۰۰	۸-۸- محاسبه افت در شیلنگها
۳۰۲	۸-۹- محاسبه افت با استفاده از کامپیوتر
۳۰۴	۸-۹-۱- مشکلات استفاده از فرمولهای موجود
۳۰۷	۸-۹-۲- نرم افزار جدید ارائه شده
۳۰۷	۸-۹-۳- مزایای نرم افزار
۳۱۴	۸-۱۰- محاسبه میزان نشست هوای فشرده
۳۱۵	۸-۱۱- محاسبه خط لوله از نظر تحمل فشار
۳۱۷	۸-۱۲- طراحی شبکه های توزیع هوای فشرده
۳۴۱	فصل ۹- تجهیزات توزیع هوای فشرده
۳۴۱	۹-۱- آشنایی

۳۴۱	۲-۹-کمپرسور
۳۴۲	۲-۹-۱-تقسیم‌بندی کمپرسورها
۳۴۲	۲-۹-۲-کمپرسورهای متناوب یا رفت و برگشتی
۳۴۹	۲-۹-۳-کمپرسورهای پره‌دار
۳۵۱	۲-۹-۴-کمپرسورهای دوار
۳۵۴	۲-۹-۵-بعضی مفاهیم در مورد کمپرسورها
۳۵۶	۲-۹-۶-ظرفیت کمپرسور
۳۵۷	۳-۹-مخزن هوا
۳۵۸	۴-۹-لوله اصلی
۳۵۹	۵-۹-شیلنگ
۳۶۲	۶-۹-تجهیزات مربوط به خشک کردن هوا
۳۶۳	۶-۹-۱-طریقه بیش فشاری
۳۶۳	۶-۹-۲-طریقه سرد کردن انتهایی
۳۶۶	۶-۹-۳-طریقه جذب (درآشامی)
۳۶۷	۶-۹-۴-طریقه جذب سطحی (برآشامی)
۳۶۸	۷-۹-آبگیر
۳۶۹	۸-۹-وسایل جلوگیری از یخ زدن آب
۳۷۰	۹-۹-وسایل روغن‌کاری
۳۷۴	۱۰-۹-وسایل اندازه‌گیری

بخش سوم - توزیع برق در معدن

۳۷۹	فصل ۱۰- طراحی و محاسبه شبکه توزیع برق
۳۷۹	۱۰-۱-آشنایی
۳۸۱	۱۰-۲-چگونگی نمایش شبکه‌های انتقال
۳۸۱	۱۰-۲-۱-روش یک سیمه
۳۸۱	۱۰-۲-۲-نمودار شماتیکی
۳۸۱	۱۰-۲-۳-روش نمایش مفصل

۳۸۲	۳-۱۰- شرایط عمومی شبکه‌ها
۳۸۴	۴-۱۰- انواع شبکه‌ها
۳۸۴	۱-۴-۱۰- تقسیم‌بندی از نظر چگونگی تغذیه
۳۸۶	۲-۴-۱۰- تقسیم‌بندی از نظر موقعیت هادی‌ها
۳۹۰	۵-۱۰- محاسبه بار شبکه
۳۹۰	۱-۵-۱۰- مصارف معدنی
۳۹۰	۲-۵-۱۰- مصارف کارخانه کانه‌آرایی
۳۹۴	۳-۵-۱۰- تاسیسات بیرونی معدن
۳۹۵	۴-۵-۱۰- محاسبه مصرف کلی
۴۰۲	۶-۱۰- محاسبه شبکه
۴۰۳	۷-۱۰- بررسی شبکه از نظر استحکام مکانیکی
۴۰۴	۹-۱۰- بررسی شبکه براساس حداکثر دما
۴۰۶	۹-۱۰- بررسی شبکه براساس افت ولتاژ و توان در جریان دائم
۴۰۸	۱-۹-۱۰- هنگامی که بار در انتهای خط واقع باشد
۴۱۲	۲-۹-۱۰- هنگامی که در چندین نقطه از شبکه انشعاب گرفته شود
۴۱۵	۳-۹-۱۰- هنگامی که بخواهیم انشعاب‌ها دارای افت فشار مساوی باشند
۴۲۱	۱۰-۱۰- محاسبه شبکه براساس افت ولتاژ و توان در جریان متناوب یک‌فاز
۴۲۱	۱-۱۰-۱۰- هنگامی که بار در انتهای خط واقع باشد
۴۲۴	۲-۱۰-۱۰- هنگامی که در چندین نقطه از شبکه انشعاب گرفته شود
۴۲۴	۱۱-۱۰- محاسبه شبکه براساس افت فشار و توان در جریان متناوب سه‌فاز
۴۲۵	۱-۱۱-۱۰- هنگامی که بار در انتهای خط متمرکز باشد
۴۲۶	۲-۱۱-۱۰- هنگامی که در چندین نقطه از شبکه انشعاب گرفته شود
	۳-۱۱-۱۰- هنگامی که بخواهیم افت فشار در تمام مصرف‌کننده‌ها
۴۲۸	یکسان باشد
۴۴۷	فصل ۱۱- وسایل و تجهیزات شبکه توزیع برق در معدن
۴۴۷	۱-۱۱- آشنایی
۴۴۸	۲-۱۱- سیم‌ها
۴۴۸	۱-۲-۱۱- سطح مقطع سیم‌ها

۴۴۸	۱۱-۲-۲-ساختمان سیمها
۴۴۹	۱۱-۲-۳-روپوش سیمها
۴۴۹	۱۱-۲-۴-انواع سیمها
۴۵۰	۱۱-۳-تجهیزات شبکه هوایی
۴۵۱	۱۱-۳-۱-پایه ها
۴۵۲	۱۱-۳-۲-کنسولها
۴۵۵	۱۱-۳-۳-مقره ها
۴۵۸	۱۱-۴-کابلها
۴۶۱	۱۱-۴-۱-قسمتهای مختلف کابل
۴۶۲	۱۱-۴-۲-انواع کابلها
۴۶۵	۱۱-۴-۳-علایم کابلها
۴۶۶	۱۱-۴-۴-مقاطع استاندارد کابلها
۴۶۶	۱۱-۴-۵-تجهیزات کابل
۴۶۸	۱۱-۴-۶-آزمایش کابلها
۴۷۱	۱۱-۵-کابلهای ویژه معادن
۴۷۲	۱۱-۵-۱-تقسیم بندی کابلهای معدنی براساس ولتاژ
۴۷۴	۱۱-۵-۲-کابلهای ویژه چاه
۴۷۵	۱۱-۶-تجهیزات انتقال برق در داخل معدن
۴۷۵	۱۱-۶-۱-ترانسفورماتورهای معدنی
۴۸۲	۱۱-۶-۲-مدار قطع کن های فشار ضعیف یا هوایی
۴۹۳	۱۱-۶-۳-مدار قطع کن فشار قوی یا روغنی
۴۹۵	۱۱-۶-۴-رله های حفاظتی
۴۹۸	۱۱-۶-۵-کلیدها
۵۰۲	۱۱-۶-۶-یکسوکننده ها
۵۰۲	۱۱-۶-۷-کلیدخانه
۵۰۷	۱۱-۷-تجهیزات انتقال برق در معادن روباز
۵۰۹	فصل ۱۲-چگونگی انتقال و توزیع برق در معادن
۵۰۹	۱۲-۱-آشنایی

۵۱۳	۲-۱۲- نیروگاه اختصاصی معدن
۵۱۵	۳-۱۲- پست ترانسفورماتور اصلی
۵۱۷	۱۲-۱-۳- کلید اصلی
۵۱۷	۱۲-۲-۳- فیوز
۵۱۸	۱۲-۳-۳- ترانسفورماتور
۵۱۹	۱۲-۴-۳- اتصال زمین
۵۲۰	۱۲-۵-۳- مدار قطع کن اصلی
۵۲۰	۱۲-۶-۳- برقگیر
۵۲۰	۱۲-۷-۳- رله های اتصال زمین
۵۲۰	۱۲-۴- انتقال برق از پست اصلی تا دهانه چاه یا تونل اصلی
۵۲۲	۱۲-۱-۴- شبکه هوایی
۵۳۰	۱۲-۲-۴- شبکه زمینی
۵۳۷	۱۲-۵- انتقال از دهانه چاه یا تونل اصلی تا مرکز توزیع اصلی داخلی
۵۴۰	۱۲-۶- مرکز توزیع اصلی داخل معدن
۵۴۲	۱۲-۱-۶- چگونگی توزیع در مرکز اصلی
۵۴۳	۱۲-۲-۶- مشخصات و تجهیزات مرکز توزیع اصلی
۵۴۳	۱۲-۳-۶- تاسیسات مرکز توزیع اصلی
۵۴۴	۱۲-۷- مراکز توزیع فرعی
۵۴۵	۱۲-۱-۷- انتخاب محل مرکز توزیع فرعی
۵۴۶	۱۲-۲-۷- تجهیزات مرکز توزیع فرعی
۵۴۸	۱۲-۳-۷- مشخصات الکتریکی مراکز توزیع فرعی
۵۴۸	۱۲-۴-۷- نحوه جابه جا کردن مراکز توزیع فرعی
۵۴۸	۱۲-۸- انتقال برق از مراکز توزیع فرعی تا ماشین آلات
۵۵۱	۱۲-۹- خط تغذیه لکوموتیوهای برقی
۵۵۳	۱۲-۱-۹- مشخصات جریان تغذیه
۵۵۳	۱۲-۲-۹- مشخصات خط تغذیه
۵۵۳	۱۲-۳-۹- خط برگشت
۵۵۶	۱۲-۱۰- مثالی از چگونگی انتقال برق در معدن

۵۶۲	فصل ۱۳- مسایل ایمنی در توزیع و انتقال برق
۵۶۱	۱-۱۳- آشنایی
۵۶۲	۲-۱۳- خطرات دستگاههای برقی
۵۶۲	۱-۲-۱۳- مسائل کلی
۵۶۳	۲-۲-۱۳- غلافهای ضد جرقه
۵۶۴	۳-۱۳- ساخت غلافهای ضد جرقه
۵۶۸	۴-۱۳- بازرسی و کنترل دستگاههای ضد انفجار
۵۷۰	۵-۱۳- دستگاههای ذاتاً ایمن
۵۷۱	۱-۵-۱۳- مسائل کلی
۵۷۱	۲-۵-۱۳- موارد اشتعال
۵۷۲	۳-۵-۱۳- ضرورت‌های لازم
۵۷۲	۴-۵-۱۳- منبع تامین برق
۵۷۴	۵-۵-۱۳- روشهای محدود کردن انرژی جرقه
۵۷۶	۶-۵-۱۳- دیوهای زنر
۵۷۷	۷-۵-۱۳- پلهای زنر
۵۷۷	۸-۵-۱۳- نگهداری دستگاههای ذاتاً ایمن
۵۷۹	۶-۱۳- سیستم محافظت زمین
۵۸۰	۷-۱۳- سیستمهای عیب‌یابی در اتصال زمین
۵۸۶	۸-۱۳- محافظت بیش باری

بخش چهارم - پیوست‌ها

۵۹۲	پیوست ۱- شدت روشنایی لازم برای نقاط مختلف
۶۰۵	پیوست ۲- حروف یونانی
۶۰۶	پیوست ۳- دستگاه واحدها
۶۰۷	پیوست ۴- واحدهای جرم و رابطه آنها در دستگاههای مختلف
۶۰۸	پیوست ۵- واحدهای طول و رابطه آنها در دستگاههای مختلف
۶۰۹	پیوست ۶- واحدهای سطح و رابطه آنها در دستگاههای مختلف

- پیوست ۷- واحدهای حجم و رابطه آنها در دستگاههای مختلف ۶۱۰
- پیوست ۸- واحدهای جرم مخصوص و رابطه آنها در دستگاههای مختلف ۶۱۱
- پیوست ۹- واحدهای فشار و رابطه آنها در دستگاههای مختلف ۶۱۲
- پیوست ۱۰- واحدهای انرژی و رابطه آنها در دستگاههای مختلف ۶۱۴
- پیوست ۱۱- واحدهای شدت جریان، نیرو، شتاب و توان ۶۱۶
- پیوست ۱۲- تبدیل واحدها از دستگاه انگلیسی به دستگاههای M.K.S. و C.G.S. ۶۱۸
- پیوست ۱۳- تبدیل واحدها از دستگاه M.K.S. به C.G.S. و انگلیسی ۶۱۹
- فهرست منابع به ترتیب استفاده در متن ۶۲۰
- فهرست الفبایی منابع ۶۳۰
- واژه‌نامه انگلیسی - فارسی ۶۴۱
- واژه‌نامه فارسی - انگلیسی ۶۴۷
- فهرست نمادها ۶۵۳
- فهرست راهنما ۶۵۵
- فهرست نامها ۶۴۶