

برق صنعتی

به همراه ۱۰۰ سؤال تستی
با پاسخنامه

تألیف:

مهندس حسین روستا آزاد



۱۴۰۰

| | |
|---------------------|--|
| سرشناسه | روستا آزاد حسین ۱۳۷۴ |
| عنوان و نام پدیدآور | برق صنعتی (به همراه ۱۰۰ سؤال تستی با پاسخنامه) / تالیف حسین روستا آزاد |
| مشخصات نشر | تهران، حکمت عرفان ۱۴۰۰ |
| مشخصات ظاهری | ۲۱۱ صفحه ۲۵×۱۷ |
| شابک | ۹۷۸-۶۰۰-۹۴۱۱۷-۲-۸ |
| وضعیت فهرست نویسی | فیا |
| یادداشت | کتابنامه [211] |
| موضوع | کارخانه‌ها -- تجهیزات برقی -- راهنمای آموزشی (عالی) |
| موضوع | Factories -- Electric equipment -- Study and teaching (Higher) |
| رده بندی کنگره | TK ۴۰۳۵ |
| رده بندی دیویی | ۶۲۱/۳ |
| شماره کتابشنسی ملی | ۸۷۳۴۶۱۶ |



www.ketab.ir

برق صنعتی

به همراه ۱۰۰ سؤال تستی با پاسخنامه

نویسنده: مهندس حسین روستا آزاد

ناشر: حکمت و عرفان

صفحه آرا: دلارام پری‌پیکر

نوبت چاپ: اول پاییز ۱۴۰۰

چاپ و صحافی: آرزوی دیدار

شمارگان: ۵۰۰

قیمت: ۷۰.۰۰۰ تومان

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۹۴۱۱۷-۲-۸

انتشارات حکمت و عرفان

تهران، خیابان شهید مصطفی خمینی، کوچه شهید افشار، شهاب ۱، پلاک ۷

تلفن: ۰۹۱۲۱۴۳۳۶۶۷ - ۳۳۵۵۸۰۶۸

کلیه حقوق برای ناشر و مؤلف محفوظ است.

فهرست مطالب

| | |
|----|---|
| ۱۱ | پیشگفتار |
| ۱۲ | تقدیم به پدر و مادر عزیزم |
| | فصل اول: مقدمه‌ای از برق صنعتی |
| ۱۴ | ۱-۱ مقدمه |
| ۱۴ | ۲-۱ کاربرد برق صنعتی |
| ۱۴ | ۳-۱ کلید |
| ۱۵ | ۱-۳-۱ کلیدهای ساده |
| ۱۶ | ۲-۳-۱ کلیدهای مرکب |
| ۱۷ | ۳-۳-۱ کلید اهرمی |
| ۱۸ | ۴-۳-۱ کلید غلطکی |
| ۱۸ | ۵-۳-۱ کلید زبانه‌ای |
| ۱۹ | ۶-۳-۱ سلکتور سوئیچ |
| ۲۰ | ۷-۳-۱ کلیدهای لحظه‌ای (فشاری) |
| ۲۱ | ۸-۳-۱ کلید فیوز |
| ۲۴ | ۴-۱ دسته‌بندی فیوزها از نظر سطح ولتاژ شبکه |
| ۲۴ | ۱-۴-۱ فیوزهای فشار ضعیف |
| ۲۵ | ۲-۴-۱ فیوزهای فشار قوی |
| ۲۶ | ۵-۱ دسته‌بندی فیوز از نظر زمان قطع |
| ۲۶ | ۱-۵-۱ فیوز تندکار |
| ۲۶ | ۲-۵-۱ فیوز کندکار |
| ۲۶ | ۶-۱ دسته‌بندی فیوزها از نظر ساختمان |
| ۲۶ | ۱-۶-۱ فیوز ذوب شوند (فشنگی) |
| ۲۷ | ۲-۶-۱ فیوز اتوماتیک (آلفا) |
| ۲۷ | ۳-۶-۱ فیوز مینیاتوری |
| ۲۹ | ۴-۶-۱ فیوز محافظ جان یا کلید FI |
| ۳۰ | ۷-۱ کنتاکتورها |
| ۳۱ | ۱-۷-۱ مزایای استفاده از کنتاکتورها نسبت به کلیدهای دستی |
| ۳۳ | ۲-۷-۱ قسمت‌های مختلف کنتاکتور عبارتند از |
| ۳۶ | ۳-۷-۱ مشخصات پلاک کنتاکتور |
| ۳۷ | ۸-۱ رله کنترل فاز |
| ۳۸ | ۹-۱ رله کنترل بار |
| ۳۹ | ۱۰-۱ تابلو برق |

- ۴۰..... ۱-۱۰-۱ کارایی تابلو برق.....
- ۴۰..... ۲-۱۰-۱ اجزاء تشکیل دهنده تابلو و تجهیزات نصب شده.....
- ۴۰..... ۱-۲-۱۰-۱ بدنه.....
- ۴۱..... ۲-۲-۱۰-۱ فیوز.....
- ۴۱..... ۳-۲-۱۰-۱ کلیدها.....
- ۴۱..... ۴-۲-۱۰-۱ کنتاکتور.....
- ۴۲..... ۵-۲-۱۰-۱ بی‌متال.....
- ۴۲..... ۶-۲-۱۰-۱ راه‌ها.....
- ۴۲..... ۷-۲-۱۰-۱ ارتباطات.....
- ۴۳..... ۸-۲-۱۰-۱ داکت.....
- ۴۳..... ۹-۲-۱۰-۱ ترمینال.....
- ۴۳..... ۱۰-۲-۱۰-۱ لامپ سیگنال.....
- ۴۴..... ۱۱-۲-۱۰-۱ تجهیزات اندازه‌گیری.....
- ۴۴..... ۱۲-۲-۱۰-۱ تابلو برق.....
- ۴۴..... ۱۱-۱ انواع تابلو برق از نظر شکل طراحی.....
- ۴۵..... ۱۲-۱ انواع تابلوها از نظر ایستایی.....
- ۴۶..... ۱۳-۱ انواع تابلو برق از نظر ساختار طراحی.....
- ۴۶..... ۱۲-۱ سیم و کابل.....
- ۴۷..... ۱۵-۱ سیم.....
- ۴۷..... ۱-۱۵-۱ سیم‌های مفتولی یا تک رشته‌ای.....
- ۴۸..... ۲-۱۵-۱ سیم نیمه افشان.....
- ۴۸..... ۳-۱۵-۱ سیم‌های افشان یا چند رشته‌ای.....
- ۴۹..... ۱۶-۱ ساختمان سیم‌ها.....
- ۴۹..... ۱۷-۱ انواع سیم‌ها و علائم اختصاری آنها.....
- ۵۱..... ۱-۱۷-۱ سیم ارت.....
- ۵۲..... ۲-۱۷-۱ سیم لاکی.....
- ۵۲..... ۳-۱۷-۱ کابل کواکسیال.....
- ۵۳..... ۱۸-۱ کابل.....
- ۵۳..... ۱۹-۱ ساختمان کابل.....
- ۵۴..... ۲۰-۱ هادی کابل.....
- ۵۴..... ۲۱-۱ عایق کابل‌ها.....
- ۵۴..... ۲۲-۱ رنگ‌بندی سیم و کابل.....
- ۵۵..... ۲۳-۱ روش انتخاب کابل.....

- ۵۵.....۱-۲۳-۱ قدرت تحمل جریان الکتریکی.....
- ۵۶.....۱-۲۳-۲ ولتاژ.....
- ۵۶.....۱-۲۳-۳ اندازه سیم و کابل.....
- ۵۶.....۱-۲۳-۴ جنس سیم و کابل.....
- ۵۶.....۱-۲۳-۵ برجسب روی سیم و کابل.....
- ۵۷.....۱-۲۴ انواع کابل.....
- ۵۷.....۱-۲۴-۱ کابل فشار ضعیف (Low Voltage Cables).....
- ۵۸.....۱-۲۴-۲ کابل فشار قوی (High Voltage Cables).....
- ۵۸.....۱-۲۵ تفاوت سیم و کابل.....
- ۵۸.....۱-۲۶ اندازه گیری.....
- ۵۹.....۱-۲۶-۱ حدود اندازه گیری.....
- ۵۹.....۱-۲۶-۲ دستگاه اندازه گیری.....
- ۵۹.....۱-۲۷ انواع دستگاه های اندازه گیری.....
- ۵۹.....۱-۲۷-۱ ولت متر.....
- ۵۹.....۱-۲۷-۲ آمپر متر.....
- ۶۰.....۱-۲۷-۳ اهم متر.....
- ۶۰.....۱-۲۷-۴ فرکانس متر.....
- ۶۱.....۱-۲۷-۵ وار متر.....
- ۶۱.....۱-۲۷-۶ کسینوس فی متر.....
- ۶۲.....۱-۲۷-۷ مولتی متر.....
- ۶۲.....۱-۲۸ کار با مولتی متر دیجیتال.....
- ۶۴.....۱-۲۹ روش اندازه گیری ولتاژ با ولت متر.....
- ۶۵.....۱-۳۰ روش اندازه گیری جریان با آمپر متر.....
- ۶۶.....۱-۳۱ روش اندازه گیری مقاومت با اهم متر.....
- ۶۸.....۱-۳۲ کنتور.....
- ۶۸.....۱-۳۲-۱ واحد اندازه گیری.....
- ۶۹.....۱-۳۲-۲ اساس کار کنتور.....
- ۶۹.....۱-۳۲-۳ نحوه نصب کنتور تکفاز در مدار.....
- ۶۹.....۱-۳۳ انواع کنتور.....
- ۷۰.....۱-۳۳-۱ کنتورهای مکانیکی.....
- ۷۰.....۱-۳۳-۲ کنتورهای دیجیتالی.....
- فصل دوم: موتورهای الکتریکی**
- ۷۴.....۱-۲ مقدمه.....

- ۷۴..... ۲-۲ مغناطیس
- ۷۵..... ۳-۲ خطوط نیروی مغناطیس و میدان مغناطیسی
- ۷۶..... ۴-۲ موتورهای الکتریکی
- ۷۷..... ۵-۲ تقسیم بندی موتورهای الکتریکی
- ۷۸..... ۶-۲ انواع موتورهای الکتریکی
- ۷۸..... ۱-۶-۲ موتورهای سنکرون
- ۷۹..... ۲-۶-۲ موتورهای آسنکرون
- ۷۹..... ۷-۲ ساختمان موتور آسنکرون
- ۸۰..... ۱-۷-۲ استاتور (ساکن)
- ۸۰..... ۲-۷-۲ روتور (گردنده)
- ۸۱..... ۸-۲ اصول کار موتورهای آسنکرون سه فاز
- ۸۲..... ۹-۲ پلاک مشخصات الکتروموتورهای سه فاز
- ۸۴..... ۱۰-۲ کلاس حرارتی
- ۸۴..... ۱۱-۲ انتخاب موتورهای الکتریکی
- ۸۶..... ۱۲-۲ اتصال موتور برای تأمین قدرت مکانیکی
- ۸۶..... ۱-۱۲-۲ اتصال مستقیم و بدون تغییر سرعت
- ۸۶..... ۲-۱۲-۲ سیستم مبدل سرعت
- ۸۶..... ۱۳-۲ الکتروموتورهای تک فاز
- ۸۶..... ۱-۱۳-۲ ساختمان
- ۸۷..... ۲-۱۳-۲ اصول کار الکتروموتورهای تک فاز
- ۸۷..... ۱۴-۲ انواع موتورهای تک فاز
- ۹۰..... ۱۵-۲ پلاک اتصالات موتور (تخته کلم)
- ۹۳..... ۱۶-۲ آشنایی با پلاک مشخصات الکتروموتورهای سه فاز
- ۹۳..... ۱۷-۲ راه‌اندازی موتورهای سه فاز آسنکرون
- ۹۴..... ۱۸-۲ توان موتور در اتصال‌های ستاره و مثلث
- ۹۴..... ۱۹-۲ تغییر جهت گردش در موتورهای سه فاز
- ۹۵..... ۲۰-۲ عیب‌یابی موتورهای الکتریکی
- ۹۶..... ۱-۲۰-۲ تشخیص عیب‌های مکانیکی و رفع آن‌ها
- ۹۶..... ۱-۱-۲۰-۲ شکستگی بدنه درپوش‌ها (قالپاق‌ها)
- ۹۷..... ۲-۱-۲۰-۲ خرابی بلبرینگ‌ها- پوش‌ها- یاتاقان‌ها
- ۱۰۰..... ۲-۲۰-۲ تشخیص عیب‌های الکتریکی و رفع آن
- ۱۰۱..... ۳-۲۰-۲ لنگی محور موتور
- ۱۰۱..... ۴-۲۰-۲ درگیر شدن رتور با استاتور

| | |
|--|---|
| ۱۰۲..... | ۲۱-۲ موتورهای سه فاز..... |
| ۱۰۲..... | ۱-۲۱-۲ اتصال ستاره..... |
| ۱۰۶..... | ۲۲-۲ موتورهای تکفاز..... |
| فصل سوم: سیم‌پیچی الکتروموتورها | |
| ۱۱۰..... | ۱-۳ مقدمه..... |
| ۱۱۲..... | ۲-۳ سیم‌پیچی..... |
| ۱۱۴..... | ۳-۳ مشخصات لازم برای طراحی و سیم‌پیچی موتور..... |
| ۱۱۸..... | ۴-۳ فرم کلاف‌های سیم‌پیچی..... |
| ۱۱۸..... | ۱-۴-۳ سیم‌پیچی متحدالمرکز..... |
| ۱۱۹..... | ۲-۴-۳ سیم‌پیچی زنجیره‌ای..... |
| ۱۲۰..... | ۵-۳ روش استفاده از جدول شیارها..... |
| ۱۲۰..... | ۱-۵-۳ موتورهای با شیار کامل یک طبقه..... |
| ۱۲۰..... | ۲-۵-۳ سیم‌پیچی دو طبقه موتورهای سه فازه..... |
| ۱۲۳..... | ۶-۳ سیم‌پیچی موتورهای تک فاز روتور قفسه‌ای..... |
| ۱۲۴..... | ۱-۶-۳ سیم‌پیچی یک طبقه یک فاز..... |
| ۱۲۶..... | ۲-۶-۳ سیم‌پیچی دو طبقه موتورهای تک فاز..... |
| ۱۲۷..... | ۷-۳ تمرین..... |
| ۱۳۶..... | ۸-۳ مراحل سیم‌پیچی موتورهای الکتریکی..... |
| ۱۳۶..... | ۱-۸-۳ جدا کردن روتور از استاتور(باز کردن موتور)..... |
| ۱۳۷..... | ۲-۸-۳ برداشتن مشخصات و نقشه از روی سیم‌پیچی استاتور..... |
| ۱۳۸..... | ۳-۸-۳ خارج کردن سیم‌های سوخته از داخل شیار..... |
| ۱۳۹..... | ۴-۸-۳ اندازه‌گیری قطر سیم و تعداد دور کلاف‌ها..... |
| ۱۳۹..... | ۵-۸-۳ عایق کاری داخل شیارها..... |
| ۱۴۱..... | ۶-۸-۳ پیچیدن کلاف‌ها..... |
| ۱۴۲..... | ۷-۸-۳ طرز جا زدن کلاف‌ها در شیارها..... |
| ۱۴۶..... | ۸-۸-۳ محکم کردن سیم‌ها در داخل شیار..... |
| ۱۴۶..... | ۹-۸-۳ سر بندی کلاف‌های موتور..... |
| ۱۴۷..... | ۱۰-۸-۳ نوار بندی کلاف‌ها..... |
| ۱۴۸..... | ۱۱-۸-۳ آزمایش مقدماتی موتور..... |
| ۱۴۸..... | ۱۲-۸-۳ سوار کردن موتور..... |
| ۱۴۹..... | ۱۳-۸-۳ آزمایش موتور به وسیله‌ی اتصال به برق..... |
| ۱۵۰..... | ۱۴-۸-۳ باز کردن مجدد و کنترل عایق‌بندی و نوار پیچی موتور..... |
| ۱۵۰..... | ۱۵-۸-۳ لاک زدن موتور..... |

| | |
|----------|--|
| ۱۵۲..... | ۳-۸-۱۶ سوار کردن نهایی موتور و آزمایش مجدد..... |
| | فصل چهارم: مدارات فرمان و قدرت برق صنعتی |
| ۱۵۲..... | ۴-۱ مقدمه..... |
| ۱۵۵..... | ۴-۲ آشنایی با نقشه‌های الکتریکی و چگونگی ترسیم آن‌ها..... |
| ۱۵۵..... | ۴-۲-۱ علائم اختصاری..... |
| ۱۵۷..... | ۴-۳ مدارات فرمان و نحوه سیم‌کشی..... |
| ۱۵۸..... | ۴-۴ مدار قدرت و نحوه سیم‌کشی..... |
| ۱۵۹..... | ۴-۵ نقشه کلی..... |
| ۱۵۹..... | ۴-۶ نقشه مونتاژ..... |
| ۱۵۹..... | ۴-۷ نقشه خارجی..... |
| ۱۵۹..... | ۴-۸ نقشه ترمینال..... |
| ۱۶۳..... | ۴-۹ طراحی و تشریح راه‌اندازی یک موتور بصورت لحظه‌ای..... |
| ۱۶۵..... | ۴-۱۰ طراحی و تشریح راه‌اندازی یک الکترو موتور بصورت دائم..... |
| ۱۶۷..... | ۴-۱۱ طراحی و تشریح راه‌اندازی یک الکترو موتور بصورت دائم بیش از یک نقطه..... |
| ۱۶۹..... | ۴-۱۲ طراحی و تشریح راه‌اندازی یک الکترو موتور بصورت لحظه‌ای - دائم..... |
| ۱۷۰..... | ۴-۱۳ طراحی و تشریح راه‌اندازی دو الکترو موتور بصورت یکی پس از دیگری..... |
| ۱۷۲..... | ۴-۱۴ طراحی و تشریح راه‌اندازی دو الکترو موتور بصورت یکی بجای دیگری..... |
| ۱۷۳..... | ۴-۱۵ طراحی و تشریح راه‌اندازی دو الکترو موتور بصورت یکی پس از دیگری اتوماتیک (با تایمر)..... |
| ۱۷۵..... | ۴-۱۶ طراحی و تشریح راه‌اندازی دو الکترو موتور بصورت یکی بجای دیگری اتوماتیک با تایمر..... |
| ۱۷۷..... | ۴-۱۷ طراحی و تشریح راه‌اندازی یک الکترو موتور بصورت چپگرد راستگرد یا حفاظت..... |
| ۱۷۹..... | ۴-۱۸ طراحی و تشریح راه‌اندازی یک الکترو موتور بصورت چپگرد و راستگرد سریع..... |
| ۱۸۰..... | ۴-۱۹ طراحی و تشریح راه‌اندازی یک الکترو موتور بصورت ستاره مثلث دستی..... |
| ۱۸۳..... | ۴-۲۰ طراحی و تشریح راه‌اندازی یک الکترو موتور بصورت ستاره و مثلث اتوماتیک با تایمر..... |
| ۱۸۵..... | ۴-۲۱ طراحی و تشریح راه‌اندازی یک الکترو موتور بصورت دالاندر (موتورهای دو سرعت)..... |
| ۱۸۸..... | سوالات تستی برق صنعتی..... |
| ۲۱۲..... | منابع و مآخذ..... |

پیشگفتار

باتوجه به پیشبرد علم در دنیا و نقش دانشگاه در ترویج آن و باتوجه به ارتباط بسیار نزدیک بین دانشگاه و صنعت سعی بر آن داشتیم در این کتاب تلفیقی از تجربه‌های صنعتی، مطالب علمی را در اختیار دانشجویان و مخاطبان علاقه‌مند به حضور در صنعت برق ایران قرار دهیم. نحوه بیان مطالب به گونه‌ای است که در کمترین حجم از عبارات بیشترین انتقال اطلاعات صورت پذیرد. باتوجه به تنوع مطالب عنوان شده در این کتاب، می‌توان این مجموعه را یکی از بهترین کتاب‌های چاپ شده در زمینه برق صنعتی دانست. به گونه‌ای که با مطالعه فصل‌های مختلف از این مجموعه می‌توان ضمن کسب دید کلی از ادوات پایه‌ای و پرکاربرد موجود در صنعت، اقدام به طراحی و تحلیل سیستم‌های صنعتی مطرح شده در کتاب پرداخت.

این کتاب در چهار فصل به قرار زیر تنظیم شده است:

فصل اول: تجهیزات پایه‌ای برق صنعتی، معرفی کلیدها، کنتاکتور، بی‌متال، فیوز، کابل و...

فصل دوم: ماشین‌های الکتریکی، تقسیم بندی ماشین‌های الکتریکی، تعمیر و نگهداری.

فصل سوم: سیم پیچی انواع الکترو موتور های تکفاز و سه فاز .

فصل چهارم: اجزای تابلو، مونتاژ تابلو، آشنایی با نقشه‌های الکتریکی، نحوه ترسیم نقشه‌ها،

طراحی و مونتاژ مدارات فرمان و قدرت.

حسین روستا آزاد

پاییز ۱۴۰۰