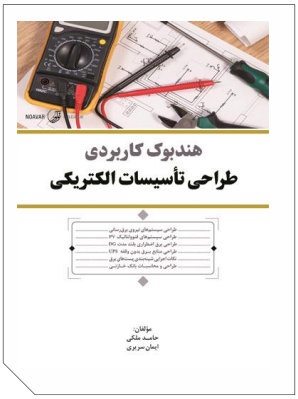
هندبوک کاربردی
طراحی تأسیسات الکتریکی



مولفان:
مهندس حامد ملکی
دکتـــر ایمان سریری

سرشناسه: ملکی، حامد، ۱۳۶۲-
عنوان و نام پدیدآور: هندبوک کاربردی طراحی تاسیسات الکتریکی/مولفان حامد ملکی، ایمان سریری.
مشخصات نشر: تهران : نوآور، ۱۴۰۲.
مشخصات ظاهری: ۴۰۰ ص.
شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۱۶۸-۷۴۴-۰
وضعیت فهرست نویسی: فیپا
یادداشت: کتابنامه.
موضوع: برق -- سیستم‌ها -- طراحی و ساخت - Electric power systems -- Design and construction
موضوع: برق‌گرفتگی -- اثر فیزیولوژیکی - Electric shock -- Physiological effect
موضوع: ساختمان‌ها -- تجهیزات برقی-- پیش‌بینی‌های ایمنی - measures Buildings -- Electric equipment-- Safety
موضوع: مهندسی برق -- دستنامه‌ها - Electrical engineering -- Handbooks, manuals, etc.
شناسه افزوده: سریری آجیلی، ایمان، ۱۳۵۹-
رده بندی کنگره: ۱۰۰۵TK
رده بندی دیویی: ۳۱۹/۶۲۱
شماره کتابشناسی ملی: ۹۵۲۲۲۲۳
اطلاعات رکورد کتابشناسی: فیپا

هندبوک کاربردی طراحی تأسیسات الکتریکی

مولفان: مهندس حامد ملکی، دکتر ایمان سریری
ناشر: نوآور
شمارگان: ۲۰۰ نسخه
شابک: ۹۷۸ _ ۶۰۰ _ ۱۶۸ _ ۷۴۴_۰

نشرنوآور

مرکز پخش:

نوآور، تهران، خیابان انقلاب، خیابان فخررازی، خیابان شـهدای ژاندارمری نرسیده به خیابان دانشگاه ساختمان ایرانیان، پـلاک ۵۸، طبقه اول، واحد ۳ تلفن: ۹۲_ ۶۶۴۸۴۱۹۱ www. noavarpub. com

کلیه حقوق چاپ و نشـر ایـن کتـاب مطـابق بـا قـانون حقـوق مؤلفـان و مصنفان مصوب سال ۱۳۴۸ برای ناشر محفوظ و منحصراً متعلق بـه نشـر نوآور می‌باشد. لذا هر گونه استفاده از کل یا قسمتی از این کتاب (از قبیل هر نوع چاپ، فتوکپی، اسکن، عکس‌بـرداری، نشـر الکترونیکـی، هـر نـوع انتشار به صـورت اینترنتـی، سـی‌دی، دی‌وی‌دی، فـیلم فایـل صـوتی یـا تصویری و غیره) بدون اجازه کتبی از نشر نوآور ممنوع بوده و شرعاً حـرام است و متخلفین تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.

صفحه رسمی انتشارات نوآور در شبکه‌های اجتماعی
@Noavarpub

فـهرست مطالب

فصل اول / ایمنی در برابر برق گرفتگی..... ۱۱

مقدمه ۱۱
ایمنی برق پایه (خطر برق گرفتگی) ۱۱
سطوح ولتاژ ایمن ۱۳
شوک الکتریکی و مکان‌های مرطوب..... ۱۴
خطر آتش‌سوزی یا سوختگی ۱۴
آتش‌سوزی به دلیل اتصالات ضعیف..... ۱۴
آتش‌سوزی به دلیل اتصال کوتاه ۱۶
آتش‌سوزی به دلیل اضافه بار ۱۶
آتش‌سوزی به دلیل اتلاف گرما ۱۷
خطر فلش قوس ۱۸
مطالعه حفاظت از شوک الکتریکی ۲۰
مقدمه‌ای بر مطالعه حفاظت از شوک الکتریکی..... ۲۰
دانش عمومی ۲۰
اثر شوک الکتریکی بر بدن انسان ۲۱
رابطه بین مقاومت بدن و ولتاژ ۲۴
ولتاژ تماس..... ۲۶
محدودیت جریان بدن قابل تحمل ۲۷
تحلیل و محاسبات ولتاژ گام و تماس ۲۷
محدودیت جریان بدن قابل تحمل ۲۹
اصول حفاظت از شوک الکتریکی ۳۰
تحت شرایط عادی (حفاظت اساسی) ۳۱
تحت شرایط خطا ۳۱
محافظ پیشرفته ۳۱
اقدامات کنترلی مهندسی برای جلوگیری از برق گرفتگی ۳۱
معرفی اجمالی سیستم‌های ارتینگ..... ۳۱
احیای قلبی ریوی (CPR)..... ۳۲
Cardio_ pulmonary resuscitation (CPR) ۳۲
مراحل احیای قلبی_ ریوی..... ۳۲

فصل دوم / سیستم‌های نیروی برق ۴۴

مقدمه ۴۴
نیروگاه‌های متعارف..... ۴۴
نیروگاه‌های غیرمتعارف ۴۴
نیروگاه‌های اصلی..... ۴۵
منابع تامین برق ۴۶
شرح منابع تامین نیروی برق کاربردی..... ۴۸
الف_ برق اضطراری طـولانی مـدت (دیـزل ژنراتـور_ بـرق اضطراری) ۴۸
مدارهای الکتریکی سیستم‌های برق اضطراری..... ۵۲
مشخصات اتاق دیزل ژنراتور..... ۵۲
محاسبات قدرت دیزل ژنراتور..... ۵۴
کلید چنج آور (دوطرفه)(Changeover Switch)..... ۵۶
سیستم نیروی تابلو ATS..... ۶۰
ATS سه پل ۶۱
ب_ خورشیدی (سولار) (Solar PV Systems)..... ۶۳
مواد نیمه هادی..... ۶۴
ساختار سلول خورشیدی..... ۶۴
سیستم Balance Of System..... ۶۵
مواد سلول ۶۵
بخش‌های سیستم تولید برق خورشیدی ۶۶
انواع پیل‌ها..... ۶۷
حالت‌های مختلف شارژ باتری ۶۷
اینورتر برای کاربرد پرتابل قابل بهره‌برداری ۷۱
حفاظت سیستم خورشیدی توسط SPD ۷۴
ساختمان بدون صاعقه خارجی ۷۴
محل نصب مناسب SPD ۷۵
طراحی سیستم خورشیدی..... ۷۶
استراکچر پنل خورشیدی..... ۷۷
مدلسازی نیروگاه خوشیدی در نرم‌افزار ۷۸
ج_ سیستم‌های ترکیبی سرمایش، گرمایش و برق ۷۹
دـ منابع برق اضطراری بدون وقفه کوتاه مـدت (uninterruptible power supply=UPS) ۸۰
A_ Standby_ آماده به کار..... ۸۰
B_ Line interactive_ خط تعاملی..... ۸۱
C_ Standby_ ferro_ آماده به کار فرو ۸۱
D_ Double conversion on line_ تبـدیل دوگانـه بـر روی خط..... ۸۲
E_ تبدیل دلتا به صورت آنلاین..... ۸۳
F_ مجموعه موتور و ژنراتور_ نوع دینامیک..... ۸۳

طراحی UPS ۸۵
محاسبه مقدار توان و زمان Backup برایups ۸۵
روش‌های مهم ارتباط شبکه برق با UPS ۸۹
کلید و هادی حفاظتی دستگاه برق بدون وقفه(UPS) ... ۸۹
برق اضطراری آسانسور ۹۰

فصل سوم / پست برق ۹۲
پست برق ۹۲
اجزای معمولی یک پست نیروگاهی..... ۹۳
انواع دسته‌بندی پست برق ۹۳
پست توزیع..... ۹۳
اصطلاح مهم در شینه‌بندی پست‌های برق ۹۷
پست فوق توزیع ۱۰۱
پست انتقال ۱۰۲
پست هوایی- پست زمینی ۱۰۲
پست داخلی- خارجی ۱۰۲
پست فلزی کیوکسی (کمپکت)- پست بتنی ۱۰۳
پست پاساژ ۱۰۳
پست اختصاصی ۱۰۳
پست عمومی..... ۱۰۳
پست کلیدی یا کوپلاژ..... ۱۰۴
انواع پست..... ۱۰۴
تجهیزات / قطعات پست برق ۱۰۴
ترانسفورماتورهای قدرت ۱۰۵
انواع ترانسفورماتور از نظر تبدیل ولتاژ:..... ۱۰۷
ترانسفورماتور کاهنده ۱۰۷
ترانسفورماتور افزاینده..... ۱۰۷
ترانسفورماتورهای قدرت ۱۰۸
ترانسفورماتور هرمیتیک ۱۰۸
ترانسفورماتور خشک رزینی ۱۰۹
ترانسفوماتور روغنی..... ۱۱۰
طراحی قدرت ترانسفورماتور ۱۱۴
طرح‌بندی‌های مختلف برای ایستگاه فرعی..... ۱۱۵
۱- پست شعاعی معمولی (Radial Substation) ۱۱۵
۲- Substation -Tapped ۱۱۶
۳- LILo (Line In Line Out) Substation..... ۱۱۶
۴- پست متصل بـه هـم (Interconnected Substation) ۱۱۷
بهره‌برداری از ترانسفورماتورهای موازی MV/LV در توزیع برق ۱۱۷

فصل چهارم / سیستم‌های نیرو..... ۱۲۰
سیستم ارتینگ TNS ۱۲۱
سیستم ارتینگ TNC ۱۲۱
سیستم ارتینگ TNCS ۱۲۲
سیستم ارتینگ TT ۱۲۳
سیستم ارتینگ IT ۱۲۴
مقایسه سیستم TN و IT ۱۲۶
سیستم‌های ارتینگ DC ۱۲۹
سیستم‌های ولتاژ پایین ELV..... ۱۳۰
کاربرد مدارهای SELV و PELV ۱۳۲
الف- PELV- تعریف بر اساس BS 7671 ..... ۱۳۲
ب- SELV- تعریف طبق BS 7671..... ۱۳۲
ELV- ایمنی (جدا شده) ولتاژ پایین حفاظتی..... ۱۳۲
الزامات نصب ۱۳۳
شرایط ولتاژهای تماسی در محیط‌های خاص ۱۳۳
نکاتی برای انتخاب SPD..... ۱۳۸
قاعده 50cm در اتصالات SPD ۱۳۹
شکل موج صاعقه ۱۴۲
انتخاب فیوز..... ۱۴۲

فصل پنجم / بانک خازن ۱۴۶
مقدمه..... ۱۴۶
ساختمان خازن ۱۴۶
تصحیح ضریب توان توسط بانک‌های خازن ۱۴۸
خازن‌های ثابت یا استاتیک ۱۴۹
اتصالات بانک خازن ۱۵۱
بانک خازنی (capacitor bank)..... ۱۵۱
- وسیله تخلیه خازن..... ۱۵۱
- فیوز داخلی یک خازن ۱۵۱
- قطع‌کننده افزایش فشار یک خازن..... ۱۵۱
- قطع‌کننده افزایش دمای یک خازن..... ۱۵۱
کنتاکتور خازنی ۱۵۲

برقدار شدن سیم‌پیچ ۱۵۳
بی‌برق شدن سیم‌پیچ ۱۵۳
ولتاژهای کلیدزنی بانک خازنی ۱۵۴
حداکثر جریان مجاز بانک خازنی ۱۵۴
شرایط تابلو بانک خازنی ۱۵۴
وسیله تخلیه خازن ۱۵۴
رگولاتور بانک خازنی ۱۵۵
سیم‌بندی رگولاتور ۱۵۵
اجزای بانک خازنی اتوماتیک ۱۵۵
انواع روش‌های جبران‌سازی توان راکتیو توسط خازن ۱۵۸
جبران‌سازی گروهی ۱۵۹
جبران‌سازی مرکزی ۱۵۹
جبران‌سازی مختلط یا ترکیبی ۱۶۰
محل نصب ترانس جریان بانک خازنی ۱۶۱
محاسبات قدرت بانک خازنی ۱۶۲
اصلاح ضریب توان موتور القایی ۱۶۸
محاسبات بانک خازنی برای ترانسفورماتور ۱۷۱
الف- با استفاده از معادله ۱۷۱
ب- با استفاده از جداول ۱۷۲
ج- با استفاده از تخمین ۱۷۳
تعریف هارمونیک ۱۷۳
ماهیت هارمونیک ۱۷۳
علل ایجاد هارمونیک ۱۷۳
اثرات هارمونیک‌ها ۱۷۴
محاسبه قدرت خازن KVAR برای موتورهای انفرادی ۱۷۶
روش‌های سیم‌کشی اصلاح ضریب توان فردی به مدارهای موتور ۱۷۷
۱- ولتاژ خود تحریکی ۱۷۷
۲- گشتاورهای گذرا ۱۷۷
محاسبات تقریبی ظرفیت خازن ۱۸۴
انتخاب تجهیزات بر مبنای قدرت خازن ۱۸۷
محاسبات تقریبی ظرفیت خازن از روی فیش برق ۱۸۷
محاسبات قدرت خازن با خواندن مقادیر کنتور ۱۸۸
محاسبات قدرت خازن از طریق تعرفه‌های انرژی ۱۸۹
اصلاح ضریب توان لامپ‌های فلورسنت ۱۸۹
تصحیح ضریب توان با استفاده از خازن‌ها در اتصال سری ۱۸۹
تصحیح ضریب توان با استفاده از خازن‌ها در اتصال موازی ۱۹۰
تصحیح ضریب توان لامپهای فلورسنت ۱۹۰
تصحیح ضریب توان سایر لامپ‌های تخلیه ۱۹۱
خازن‌گذاری، بانک خازنی و هارمونیک (مبحث۱۳ویرایش سال۹۵) ۱۹۳
مبانی عمومی بانک خازن ۱۹۴

فصل ششم / سیستم‌های انتقال انرژی و تجهیزات برق ۱۹۷
باسداکت (Busduct) ۱۹۷
افت ولتاژ ۱۹۸
انواع باسداکت ۱۹۸
الف- Non- segregated ۱۹۸
ب- Segregated ۱۹۹
ج- Isolated phase ۱۹۹
کاربرد باسداکت در تغذیه فیدر یک ترانسفورماتور ۱۹۹
شینه (باسبار) ۲۰۱
باسبار منعطف بافته شده مس عایق مسطح: ۲۰۳
رایزر برق ۲۰۵
سینی کابل ۲۰۷
انواع سینی کابل ۲۰۸
نردبان کابل ۲۰۹
قوانین کابل، کابل چند رشته‌ای، کابل کشی و دفن کابل‌ها ۲۱۲
ترنچ یا ترانشه کابل برق ۲۱۴
Joint Bay ۲۱۵
دریچه‌ها ۲۱۶
ترانکینگ ۲۱۶
مش متال ۲۱۶
منهول و هندهول ۲۱۷
هندهول (چاهک دسترسی) ۲۱۸
سیم‌ها ۲۱۹
کابل برق ۲۲۰
ساختار کابل ۲۲۰
هادی ۲۲۱
عایق ۲۲۱

غلاف داخلی ۲۲۱
پوشش محافظ ۲۲۱
غلاف ۲۲۱
فصل هفتم / تجهیزات کنترل و حفاظتی..... ۲۴۲
فیوز ۲۴۲
انواع فیوز ۲۴۳
اصطلاحات مهم در فیوزها ۲۴۴
محاسبات ماکزیمم طول حفاظت شده در فیوز ۲۴۶
فیوز خشابی (مینیاتوری) (کلید فیوز Switch Disconnector یا Fuse carrier)..... ۲۴۷
کلیدایزولاتور (مینیاتوری خشک)..... ۲۵۰
فیوزهای کاردی یا تیغه‌ای(NH) ۲۵۰
فیوز کات اوت..... ۲۵۱
محاسبه ولتاژ در نقطه‌ای اطراف سیستم زمین..... ۲۵۴
کلید جریان تفاضلی RCD ۲۵۵
تیپ‌های مختلف RCD ۲۵۸
نحوه اتصال و سیم‌کشی کلید RCD در شرایط مختلف ۲۶۰
انواع کلیدهای جریان باقیمانده از نظر مدت زمان عملکرد ۲۶۳
عدم کارایی کلید یا وسیله حفاظتی جریان باقیمانده RCD ۲۶۴
کلید خودکار مینیاتوری MCB ۲۶۶
تعدا قطب کلید مینیاتوری ۲۶۹
تأثیر دمای محیط بر جریان‌های اسمی ۲۷۰
طراحی کلید مینیاتوری ۲۷۰
طراحی تعداد روشنایی ایمنی ۲۷۱
حفاظت هادی نول (جداسازی هادی نول) ۲۷۲
بی‌متال یا رله حرارتی (Overload Relay) ۲۷۴
منحنی خطا رله اضافه بار حرارتی..... ۲۷۸
راه‌اندازی مستقیم با رله حرارتی ۲۷۸
طراحی راه‌اندازی مستقیم..... ۲۸۰
راه‌اندازی ستاره‌ـ مثلث با رله حرارتی..... ۲۸۱
روابط طراحی و انتخاب کنتاکتور در اتصال ستاره‌ـ مثلث ۲۸۲
اتصالات ترمینال موتور ۲۸۲
راه‌اندازی ستاره مثلث حالت گذرای بسته..... ۲۸۷
کلید خودکار اتوماتیک MCCB..... ۲۸۹
۱ـ Overload protection..... ۲۹۰
۲ـ Locked rotor protection..... ۲۹۰
۳ـ Short circuit protection..... ۲۹۱
نحوه نصب کلید اتوماتیک در مدار قدرت..... ۲۹۲
کلید RCBO ۲۹۳
کلید اتوماتیک محافظ موتوری MPCB..... ۲۹۵
حفاظت و کنترل موتور ۲۹۵
راه‌اندازی مستقیم و چپگرد- راستگرد با کلید MPCB ۲۹۶
راه‌اندازی ستاره – مثلث با کلید MPCB..... ۲۹۷
کلید ELCB..... ۲۹۸
ولتاژ ELCB ۲۹۸
اصول کار ۲۹۸
مزایاELCB ولتاژ ۲۹۹
معایبELCB ولتاژ ۲۹۹
اصول کار ۲۹۹
مزایاELCB یا RCCB جریان..... ۳۰۰
معایبELCB یا RCCB جریان..... ۳۰۰
انواع بر اساس قطب..... ۳۰۰
حذف حفاظت اضافه بار یا حذف حفاظت اتصال کوتاه (راهنمای طرح و اجرای تاسیسات) ۳۰۱
فصل هشتم / الزامات مقررات ملی.....۳۰۴
فواصل استاندارد ۳۱۰
حریم خطوط هوایی انتقال و توزیع نیروی برق-م۱۳ .. ۳۱۱
حریم فشار ضعیف و ۲۰ کیلو ولت..... ۳۱۳
مدارهای برق ساختمان:..... ۳۱۴
فصل نهم / سیستم زمین ۳۱۷
تعاریف سیستم زمین ۳۱۷
هدف از احداث الکترود زمین..... ۳۲۲
الکترود قائم (متداول‌ترین) ۳۲۳
الکترود صفحه‌ای (کم اثرترین) ۳۲۶
الکترودهای افقی ۳۲۷
الکترود زمین اساسی (برای هر دو نوع زمین، شامل حفاظت سیستم و ایمنی)..... ۳۳۰

الکترود زمین ۵ حلقه فنری شکل به عنوان اتصال زمین اساسی ۳۳۱
همبندی ۳۳۲
همبندی اضافی برای هم ولتاژ کردن ۳۳۳
همبندی اضافی برای هم ولتاژ کردن ۳۳۴
تحلیل تاثیر همبندی اضافی در برق‌گرفتگی ۳۳۶
مقایسه انواع الکترودهای زمین ۳۴۳
مقاومت زمین در زمینهای معمولی و عملیاتی ۳۴۶
روش‌های اجرای الکترود یوفر ۳۵۱
الکترود یوفر (Concrete Encased Electrodes CEE/UFER) ۳۵۲
سیستم الکترود زمینی(The Grounding Electrode System) ۳۵۳
الکترودهای متمرکز بر روی بتن (Concrete- Encased Electrodes) ۳۵۳
محاسبات مقاومت الکترود فونداسیونی CEE ۳۵۶
جمع‌بندی الکترود یوفر ۳۵۷
تفاوت‌های همبندی فونداسیون و الکترود یوفر ۳۵۸
شباهت همبندی فونداسیون و الکترود یوفر ۳۵۸
روابط تخمین محاسبه مقاومت الکترود زمین ۳۶۰
فرمول شوارتز ۳۶۱
نوموگراف الکترود میله‌ای ۳۶۱
انتخاب الکترود زمین ۳۶۸
اجرای الکترود ایمنی و حفاظتی ترانسفورماتور پست هوایی ۳۷۳

فصل دهم / پیوست‌ها ۳۷۸
ضمیمه اول- چک لیست‌های نظارتی ۳۷۸
برگه بازدید استاندارد ایمنی و بهداشت کار ۳۸۰
ضمیمه دوم- جداول انتخاب حفاظت موتورها ۳۸۳
ضمیمه سوم- ایمنی ۳۹۳
انواع کلاه ایمنی صنعتی و کاربردهای آن ۳۹۳
دسته‌بندی از نظر جنس کلاه ۳۹۴
برچسب‌های ولتاژ: جلوگیری از برق گرفتگی ۳۹۴
تجهیزات حفاظت فردی (Personal Protective Equipment =PPE) ۳۹۵
انواع دسته‌بندی حریق ۳۹۷
کفپوش عایق ۳۹۸

منابع و مآخذ ۴۰۰

لطفاً جهت دریافت **اصلاحات یا الحاقات** احتمالی این کتاب به سایت انتشارات نوآور مراجعه فرمایید.
Noavarpub.com

فراخوان مساعدت فرهنگی و علمی

خوانندهٔ فرهیخته و بزرگوار

نشر نوآور ضمن ارج نهادن و قدردانی از اعتماد شما به کتاب‌های این انتشارات، به استحضارتان می‌رساند که همکاران این انتشارات، اعم از مؤلّفان و مترجمان و کارگروه‌های مختلف آماده‌سازی و نشر کتاب، تمامی سعی و همّت خود را برای ارائه کتابی درخور و شایسته شما فرهیخته گرامی به‌کار بسته‌اند و تلاش کرده‌اند که اثری را ارائه نمایند که از حدّاقل‌های استاندارد یک کتاب خوب، هم از نظر محتوایی و غنای علمی و فرهنگی و هم از نظر کیفیّت شکلی و ساختاری آن، برخوردار باشد.

با این وجود، علی‌رغم تمامی تلاش‌های این انتشارات برای ارائه اثری با کمترین اشکال، باز هم احتمال بروز ایراد و اشکال در کار وجود دارد و هیچ اثری را نمی‌توان الزاماً مبرّا از نقص و اِشکال دانست. از سوی دیگر، این انتشارت بنابه تعهّدات حرفه‌ای و اخلاقی خود و نیز بنابه اعتقاد راسخ به حقوق مسلّم خوانندگان گرامی، سعی دارد از هر طریق ممکن، به‌ویژه از طریق فراخوان به خوانندگان گرامی، از هرگونه اشکال احتمالی کتاب‌های منتشره خود آگاه شده و آن‌ها را در چاپ‌ها و ویرایش‌های بعدی آن‌ها رفع نماید.

لذا در این راستا، از شما فرهیخته گرامی تقاضا داریم درصورتی که حین مطالعه کتاب، با غلط‌های محتوایی و املایی برخورد نمودید، لطفاً این موارد را در کتاب و یا برگه جداگانه‌ای یادداشت نمایید و به صورت عکس، به همراه ذکر نام و شماره تماس خود، از طریق منوی بالای سایت نوآور، قسمت پشتیبانی (تیکت) و یا اسکن کردن بارکد زیر به واحد علمی ارسال نمایید، تا این موارد بررسی شده و در چاپ‌ها و ویرایش‌های بعدی کتاب، اِعمال و اصلاح گردد و باعث هرچه پربارترشدن محتوای کتاب و ارتقاء سطح کیفی، شکلی و ساختاری آن گردد.

نشر نوآور، ضمن ابراز امتنان از این عمل متعهدانه و مسئولانه شما خواننده فرهیخته و گرانقدر، به منظور تقدیر و تشکر از این همدلی و همکاری علمی و فرهنگی، پس از بررسی کارشناسان نوآور، در صورتی که اصلاحات درست و بجا باشد، متناسب با میزان موارد ارسال شده، به رسم ادب و قدرشناسی، کدتخفیفی جهت خرید کتاب‌های نشر نوآور به شما ارائه می‌شود.

همچنین نشر نوآور و پدیدآورندگان کتاب، از هرگونه پیشنهادها، نظرات، انتقادات و راه‌کارهای شما عزیزان در راستای بهبود کتاب، و هرچه بهتر شدن سطح کیفی و علمی آن صمیمانه و مشتاقانه استقبال می‌نمایند.

در همین راستا از طریق پشتیبانی سایت (تیکت) با ما در ارتباط باشید.

نشرنوآور

تلفن: ۲ـ ۶۶۴۸۴۱۹۱

www.noavarpub.com

info@noavarpub.com

مقدمه

خداوند بزرگ را شاکرم که فرصتی فراهم آورد تا کتابی را جهت استفاده مهندسین برق به رشته تحریر در آورم. هدف اصلی برای نوشتن این کتاب ارائه مطالب و ایده‌های جدید همراه با مسئله‌های حل شده طراحی برای تفهیم این موضوع مهم در صنعت برق و ساختمان است.

در این کتاب سعی شده با زبانی ساده و جمع‌بندی‌های منظم در جداول، مفاهیم مهم را در تفهیم این موضوع مهم مثمرثمر واقع کند. این کتاب با کمک تصاویر، جداول و توضیحات تکمیلی درک بهتر و عمیق‌تری برای خواننده فراهم می‌کند. کتاب حاضر مشتمل بر ۱۰ فصل می‌باشد. فصل اول کتاب شرح مفصلی از ایمنی در برابر برق گرفتگی را بنیان نهاده است. فصل دوم سیستم‌های نیروی برق از جمله ژنست، سیستم‌های فتوولتائیک و UPS را توضیح داده است. از مهمترین نقاط قوت این کتاب طراحی نمونه یک سیستم فتوولتائیک و UPS است. فصل سوم کتاب به بررسی پست‌های برق و شینه‌بندی‌ها و ترانسفورماتورهای قدرت می‌پردازد. در این فصل طراحی قدرت ترانسفورماتور بیان شده است. فصل چهارم بررسی انواع سیستم‌های نیروی برق‌رسانی همراه با حل مسئله‌های نمونه و طراحی SPD آورده شده است. فصل پنجم کتاب برای طراحی بانک‌های خازنی در شرایط مختلف صنعتی و ساختمانی آورده شده که در این فصل تمام روش‌های طراحی و انتخاب قدرت بانک خازنی مورد نیاز با مثال‌های متنوع بیان شده است. فصل ششم کتاب سیستم‌های انتقال انرژی و تجهیزات برق از جمله مش متال، منهول و... شرح داده شده است. فصل هفتم تجهیزات کنترلی و حفاظتی از جمله MCB ، RCD و... همراه با نمونه طراحی‌های کاربردی بیان شده است. فصل هشتم الزامات و مقررات ملی ساختمان مبحث ۱۳ تشریح شده و فصل نهم شرح و تفصیل همراه با شکل‌ها و مسئله‌های کاربردی در باب سیستم زمین گفته شده است. در این فصل ۷۰ نمونه سوال مفهومی با پاسخ کوتاه نیز بیان شده است. فصل دهم پیوست‌ها، چک لیست‌های نظارت و همچنین درسنامه‌ای کاربردی از ایمنی (Safety) در صنعت برق گفته شده است.

از کلیه صاحبنظران استدعا می‌شود ایرادات و اشکالات کتاب را که حتما کم هم نمی‌باشد، بما گوشزد نمایند. این کتاب را با تمام وجود به مهندسین عزیز این مملکت تقدیم می‌کنیم زیرا آنها آینده‌ساز این مرز و بوم هستند.

در خاتمه از صبر و بردباری خانواده‌ام بخصوص همسرم قدردانی می‌نمایم. و همچنین از فرزندانم حلما و رادمهر نیز متشکرم زیرا فرصت‌های را که می‌بایست با عشق در کنار آنها باشم، به تالیف این کتاب گذراندم.

حامد ملکی
ایمان سریری
Noavar33@yahoo.com

@Noavarpub_com
صفحه رسمی **انتشارات نوآور** در اینستاگرام

هشـــدار

مطابق با قانون حقوق مؤلّفان و مصنّفان و هنرمندان مصوّب سال ۱۳۴۸ و آیین‌نامه اجرایی آن مصوّب ۱۳۵۰، برای ناشر محفوظ و منحصراً متعلق به نشر نوآور است. لذا هر گونه استفاده از کل یا قسمتی از مطالب، اشکال، نمودارها، جداول و تصاویر این کتاب، در دیگر کتب، مجلات، نشریات، سایت‌ها، شبکه‌های اجتماعی و موارد دیگر، و نیز هر گونه بهره‌برداری از مطالب این کتاب تحت هر عنوانی از قبیل چاپ، فتوکپی، اسکن، تایپ از آن، تهیه فایل پی دی اف و عکس‌برداری از کتاب، و همچنین هر نوع انتشار به صورت اینترنتی، الکترونیکی، سی دی، دی وی دی، فیلم، فایل صوتی یا تصویری و غیره بدون اجازه کتبی از نشر نوآور ممنوع و غیرقانونی بوده و **شرعاً نیز حرام** است، و متخلّفین تحت **پیگرد قانونی و قضایی** قرار می‌گیرند.

ماده ۲۳ قانون حمایت حقوق مؤلفان و مصنفان و هنرمندان:

هر کس تمام یا قسمتی از اثر دیگری را که مورد حمایت این قانون است بنام خود یا بنام پدیدآورنده بدون اجازه او و یا عالماً و عامداً بنام شخص دیگری غیر از پدیدآورنده، نشر یا پخش یا عرضه کند به حبس تأدیبی از ۶ ماه تا ۳ سال محکوم خواهد شد.

با توجّه به اینکه هیچ کتابی از کتب نشر نوآور به صورت فایل ورد یا پی دی اف و موارد این‌چنین، توسّط این انتشارات در هیچ سایت اینترنتی و یا شبکه اجتماعی ارائه نشده است، لذا درصورتی‌که هر سایت، کانال و گروهی در شبکه‌های اجتماعی اقدام به تایپ، اسکن و یا موارد مشابه نماید و کل یا قسمتی از متن کتب نشر نوآور را در رسانه های مذکور قرار دهد و یا اقدام به فروش آن نماید، توسّط کارشناسان امور اینترنتی این انتشارات که روزانه محتوای سایت‌ها و شبکه‌های اجتماعی را پایش می‌نمایند، بررسی و در صورت مشخّص‌شدن هرگونه تخلّف، ضمن اینکه این کار از نظر قانونی غیر مجاز و از نظر شرعی نیز حرام می‌باشد، وکیل قانونی انتشارات از طریق وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی، **پلیس فتا** (پلیس رسیدگی به جرایم رایانه‌ای و اینترنتی) و نیز سایر مراجع قانونی، اقدامات مقتضی را به‌عمل آورده، و طیّ انجام مراحل قانونی و اقدامات قضایی، خاطیان را مورد پیگرد قانونی و قضایی قرار داده و کلّیّه خسارات وارده به این انتشارات و مؤلّف از متخلّفان اخذ خواهد شد.

همچنین در صورتی که هر یک از کتابفروشی‌ها، اقدام به تهیّه کپی، جزوه، چاپ دیجیتال، چاپ اُفست و ... از کتب انتشارات نوآور نموده و اقدام به فروش آن نمایند، ضمن اطّلاع‌رسانی تخلّفات کتابفروشی مزبور به سایر همکاران و مُوَزّعین محترم، از طریق وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی، اتّحادیّه ناشران، و انجمن ناشران دانشگاهی و نیز مراجع قانونی و قضایی اقدام به استیفای حقوق خود از متخلّف می‌نماید.

بعضاً مشاهده می‌شود که افراد ناآگاه بدون اطلاع از موارد و مادهٔ قانون فوق (و حتی گاهاً با نیت کمک به دیگران) اقدام به انتشار فایل کتاب ناشر در شبکه‌های اجتماعی یا فضای مجازی می‌نمایند و با اینکار علاوه به وارد نمودن خسارات جبران‌ناپذیر به ناشر و مؤلف، باعث تعطیلی و بیکاری خیل عظیمی از شاغلین در بسیاری از مشاغل مربوط به کتاب مانند ناشر، مؤلف، کتاب‌فروش، لیتوگرافی، صحافی، چاپخانه، موزع و ... می‌گردند. و از طرف دیگر شخص خاطی با این کار مورد شکایت حقوقی و کیفری ناشر و مؤلف قرار می‌گیرد و باید علاوه بر پرداخت تمامی خسارات وارده به ناشر و مؤلف، متحمل جزای حبس تأدیبی نیز باشد. لذا خواهشمند است با آگاهی از مطالب فوق، ناشران را در ارائه خدمات هر چه بیشتر و بهتر یاری فرمایید.

خرید، فروش، تهیّه، استفاده و مطالعه از روی نسخه غیراصلِ کتاب،
از نظر قانونی غیرمجاز، و شرعاً نیز حرام است.

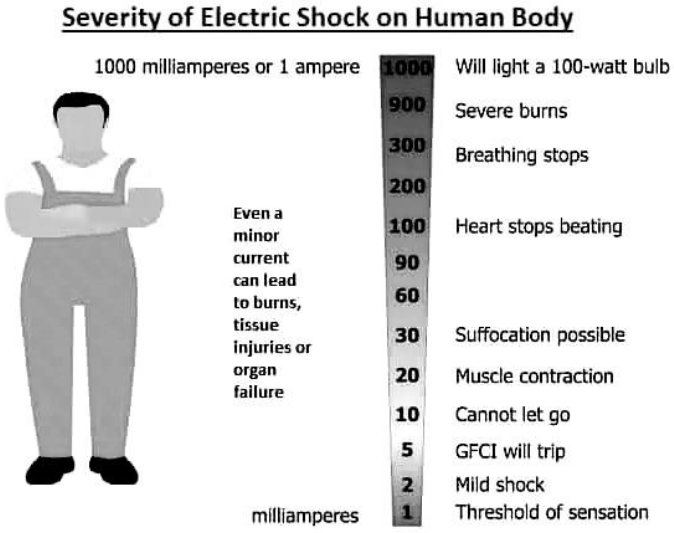
انتشارات نوآور از خوانندگان گرامی خود درخواست دارد که در صورت مشاهده هر گونه تخلّف از قبیل موارد فوق، مراتب را از طریق تلفن‌های انتشارات نوآور به شماره‌های ۹۲- ۶۶۴۸۴۱۹۰ ۰۲۱ و یا از طریق منوی بالای سایت نشر نوآور، قسمت پشتیبانی (تیکت) و یا اسکن کردن بارکد زیر به واحد مدیریت ارسال نمایید، تا از تضییع حقوق ناشر، پدیدآورنده و نیز خود خوانندگان محترم جلوگیری به‌عمل آید، و در راستای انجام این امر مهم، به عنوان تشکّر و قدردانی، از کتب انتشارات نوآور نیز هدیه دریافت نمایند.

فصل اول

ایمنی در برابر برق گرفتگی

مقدمه

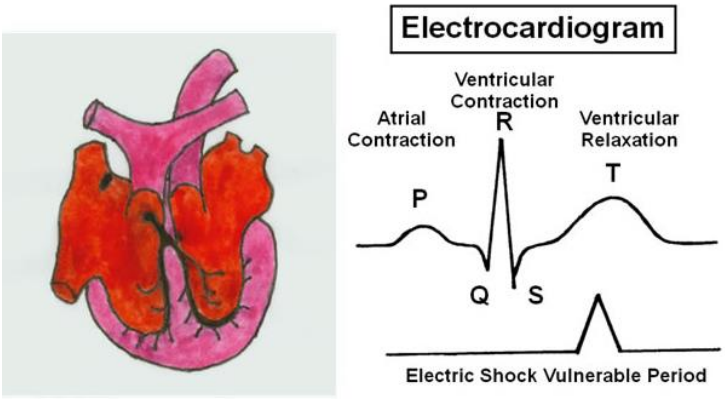
هر انسانی برای تامین انرژی کار و راحتی کسب و کار و خانه خود به برق متکی است. و آنها انتظار دارند که تاسیسات الکتریکی ایمن باشد، از مردم در برابر خطر شوک یا برق‌گرفتگی محافظت کند، و از ساختمان‌ها در برابر خطر آتش‌سوزی الکتریکی محافظت کند.



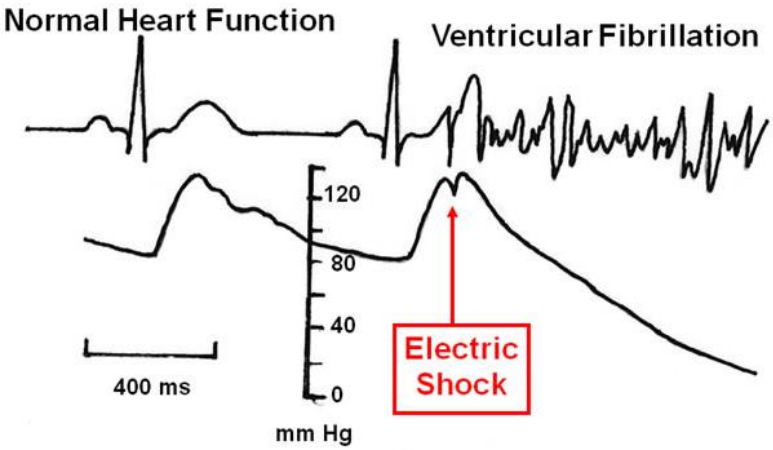
اثر شوک الکتریکی بر بدن انسان

ایمنی برق پایه (خطر برق گرفتگی)

شوک الکتریکی زمانی اتفاق می‌افتد که جریان الکتریکی به دلیل قرار گرفتن در معرض پتانسیل ولتاژ از بدن فرد عبور می کند. شوک الکتریکی از برق گرفتگی متمایز است. شوک الکتریکی کشنده می‌تواند ناشی از جریان کوتاه مدتی باشد که در بدن می‌گذرد و عملکرد طبیعی قلب را مختل می‌کند. قلب در یک دوره خاص در چرخه طبیعی قلب به شدت مستعد این وقفه است. شکل ۱ الکتروکاردیوگرام چرخه طبیعی قلب و دوره زمانی را نشان می‌دهد که در برابر ضربان جریانی که در عملکرد آن اختلال ایجاد می‌کند آسیب‌پذیر است. هنگامی که بدن در این زمان خاص تحت یک پالس جریان از طریق آن قرار می‌گیرد، فیبریلاسیون بطنی رخ می‌دهد- این مورد در شکل ۲ نشان داده شده است. در نتیجه قلب انجام وظیفه پمپاژ خون‌ای را متوقف می‌کند.



شکل ۱

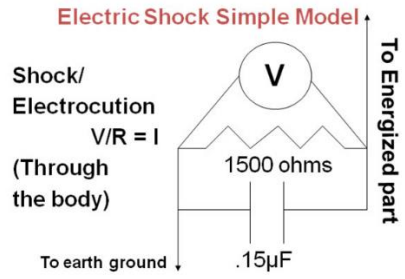


شکل۲

با در نظر گرفتن این واقعیت که قلب فقط در بخشی از چرخه خود به شدت مستعد شوک الکتریکی است، مشخص می‌شود که یک عنصر شانس در زنده ماندن از شوک الکتریکی وجود دارد. وقتی کسی در معرض نبض لحظه‌ای جریان قرار می‌گیرد، به سادگی یک موضوع شانس است. اگر یک نفر در زمان مناسب در چرخه قلب تحت یک جریان قرار گیرد، ممکن است به سادگی از آنجا دور شود، در حالی که فرد دیگری که در معرض همان جریان قرار دارد ممکن است در زمان نامناسبی در چرخه قلب با آن ضربه زده شود و دچار یک توقف کامل عملکرد طبیعی قلب این ماهیت تصادفی شوک الکتریکی لحظه‌ای است.

تعدادی از عوامل وجود دارد که بر میزان جریانی که بدن در هر ولتاژی می‌کشد تأثیر می‌گذارد. علاوه بر این، تعیین میزان جریان عبوری از قلب که می‌تواند منجر به شوک الکتریکی کشنده شود، دشوارتر است. مسیر زمینی جریان عبوری از بدنه یکی از عوامل اصلی است. مسیری بود که جریان به زمین رفت: دست به دست. دست به پا؛ پا به پا؛ یا بدتر از هر کدام از اینها، دست به سینه؟ سطح تماس به طور قابل توجهی بر این موضوع تأثیر می‌گذارد- سطح تماس بیشتر به معنای جریان بیشتر در بدن است. فشار تماس با منبع ولتاژ بالقوه کشنده نیز به همان اندازه مهم است. یکی دیگر از عوامل تعیین‌کننده اصلی توده بدن فرد است.

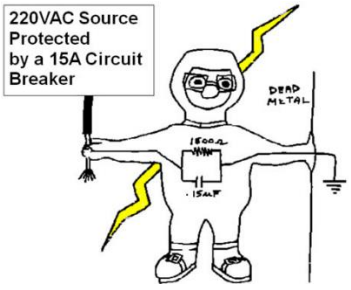
یک مدل مدار ساده که اغلب توسط متخصصان ایمنی استفاده می‌شود، یک مقاومت ۱۵۰۰ اهم است که توسط یک خازن 0.15uf شنت شده است. این مدل لزوماً بیش از حد ساده شده است. با این حال، ساده بودن آن، آن را برای کاربرد عملی مفیدتر می‌کند. شکل ۳ نحوه استفاده از این مدل را نشان می‌دهد. ولتاژ در سراسر مقاومت اندازه‌گیری می‌شود و «جریان نشتی» یا جریان عبوری از بدنه با I =V/R محاسبه می‌شود.



شکل ۳

از این مدل می‌توان برای نشان دادن خطرات برق‌گرفتگی و قطع‌کننده مدار استفاده کرد. شکل ۴ نمودار مدار یک فرد بدبخت را نشان می‌دهد که بدنش مسیر زمینی را برای منبع ۲۳۰VAC فراهم کرده است. در این حالت جریانی که این فرد می‌کشد حتی به اندازه‌ای نخواهد بود که باعث قطع مدار قطع شود، در نتیجه جریان پیوسته خواهد بود. این یک مورد برق‌گرفتگی است که در آن نه تنها چرخه طبیعی قلب متوقف می‌شود، بلکه اندام‌های داخلی به روشی مخرب گرم می‌شوند.

دلیل دیگری وجود دارد که چرا قطع‌کننده مدار از بدن انسان در برابر شوک الکتریکی محافظت نمی‌کند. حتی اگر جریان برای خاموش کردن کلید مدار کافی باشد، کلیدهای مدار معمولاً حداقل ۱/۲ـ ۱ سیکل طول می‌کشد تا باز شوند. این بدان معناست که ولتاژ کامل با بدن تماس می‌گیرد و جریان کامل حاصله همچنان از بدن عبور می‌کند و باعث ایجاد شوک الکتریکی بالقوه کشنده می‌شود. اگرچه مدار کلیدها وسایل ایمنی مهمی هستند، اما از شوک الکتریکی محافظت نمی‌کنند.



شکل ۴

سطوح ولتاژ ایمن

رویکرد اساسی برای محافظت در برابر شوک الکتریکی، جلوگیری از تماس با ولتاژهایی است که می‌توانند باعث ایجاد جریان خطرناک در بدن شوند. ولتاژهای بالاتر از 30Vrms یا حداکثر ۴۲,۲ ولت یا ۶۰VDC به اندازه کافی بزرگ در نظر گرفته می‌شوند که به طور بالقوه باعث شوک الکتریکی کشنده

برای انسان شوند. بسیاری از ایمنی الکتریکی مربوط به اجتناب از تماس انسان با ولتاژهای این سطح در شرایط عملکرد عادی و خطا است.

شوک الکتریکی و مکان‌های مرطوب

بحث تا کنون در مورد مکان‌های خشک بوده است، اما اگر مایعات رسانا در سطح تماسی که جریان را به بدن انسان می‌رسانند درگیر شوند چه؟ سیالات رسانا مقدار جریانی را که از طریق بدن انسان توسط یک ولتاژ معین تولید می‌شود، به شدت افزایش می‌دهند. در این شرایط تمرکز بر محدود کردن جریان نیست، بلکه بر محدود کردن مقدار جریانی است که می‌تواند توسط یک مدار در شرایط خطا تامین شود. معمولاً این کار با یک دستگاه قطع مدار خطای زمین (GFCI) انجام می‌شود- همچنین به عنوان مدار قطع نشتی زمین (ELCB) شناخته می‌شود. مشکل اینجاست که بین استانداردهای بین المللی در مورد اینکه چه مقدار جریان باید از بدنه عبور کند تا یک نگرانی شوک الکتریکی باشد، اختلاف نظر وجود دارد. با این حال، در صنعت نیمه هادی ۵ میلی‌آمپر به عنوان حداکثر محدودیت پذیرفته شده است. این با عدد ارائه شده در کد ملی برق ایالات متحده مطابقت دارد. این بدان معنی است که اگر شوک الکتریکی در یک مکان مرطوب نگران‌کننده باشد، جریان موجود برای خطای زمین باید به ۵ میلی‌آمپرمحدود شود.

خطر آتش‌سوزی یا سوختگی

خطر آتش‌سوزی در سیستم‌های الکتریکی در درجه اول ناشی از دو علت است:

۱) تولید گرمای بیش از حد معمولاً به دلیل یک خطا،

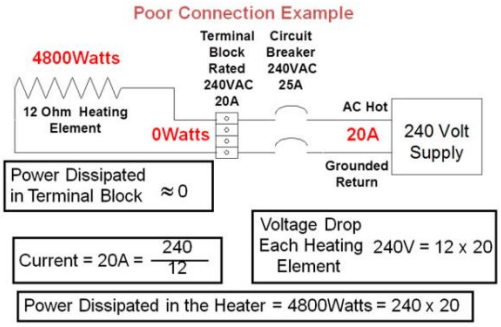
۲) اتلاف حرارت ناکافی معمولاً به دلیل یک خطا.

در هر دو مورد باید انرژی الکتریکی کافی وجود داشته باشد تا یک وضعیت خطا در خطر آتش‌سوزی ظاهر شود. سطح توان 240VA یا بیشتر معمولاً دارای انرژی کافی برای ایجاد خطر آتش‌سوزی در صورت عدم محافظت کافی در برابر آتش‌سوزی در نظر گرفته می‌شود. یک نکته مهم که باید رعایت شود این است که خطر آتش سوزی برخلاف خطر برق گرفتگی که کاملاً تابعی از سطوح ولتاژ است، توسط سطوح توان هدایت می‌شود. اگر برق برای ایجاد یک خطا در دسترس باشد، حتی اگر سطوح ولتاژ به اندازه کافی پایین باشد تا در برابر شوک الکتریکی محافظت شود، آتش می‌تواند شروع شود. خطر آتش‌سوزی ناشی از تولید گرمای بیش از حد می‌تواند در نتیجه انواع مختلف خطاها رخ دهد. با این حال، همه این خطاهای مختلف یک چیز مشترک دارند: یعنی یک جزء یا زیرسیستم انرژی حرارتی بیشتری نسبت به آنچه برای آن طراحی شده است تولید می‌کند و در نتیجه ظرفیت سیستم برای اتلاف گرما بیش از حد می‌شود و باعث شروع آتش‌سوزی می‌شود.

آتش‌سوزی به دلیل اتصالات ضعیف

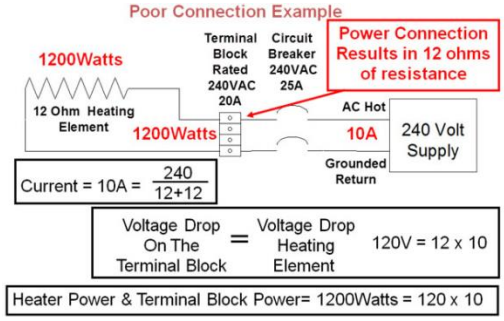
برخی از شایع ترین علل آتش‌سوزی‌های صنعتی اتصالات الکتریکی ضعیف است. آنها همچنین یکی از سخت‌ترین انواع محافظت در برابر آنها هستند. اگر اتصالات الکتریکی به خوبی انجام شوند مقاومت بسیار کمی خواهند داشت. در واقع مهندسان طراح برق معمولاً مقاومت خود را به طور مؤثر صفر در نظر می‌گیرند. این فرض زمانی معتبر است که اتصالات به درستی انجام شود. با این حال، اگر

یک اتصال سیم شل باشد و سطوح تماس الکتریکی بین دو هادی محکم ساخته نشده باشد، مقاومت در یک نقطه اتصال می‌تواند قابل توجه باشد. بررسی مدار ساده در شکل شماره ۵ و شکل شماره ۶ این نکته را نشان می‌دهد.



شکل ۵

شکل شماره ۵ عملکرد مدار را همانطور که طراحی شده نشان می‌دهد، مدار ۲۰ آمپر می‌کشد و تمام توان در بخاری تلف می‌شود. شکل شماره ۶ همان مدار را نشان می‌دهد که اتصال ضعیفی در بلوک ترمینال برقرار شود.



شکل ۶

بلوک ترمینال اکنون در نتیجه خطا دارای مقاومت ۱۲ اهم است و در واقع به عنوان یک عنصر گرمایش پیش بینی نشده عمل می‌کند. بلوک ترمینال و نصب آن در سیستم برای تحمل ۱۲۰۰ وات انرژی حرارتی که در آن تولید می‌شود طراحی نشده است. با این نوع دماهای بسیار بالا، بلوک ترمینال خود می‌تواند به منبع سوخت تبدیل شود. این مثال همچنین این واقعیت را نشان می دهد که این نوع خطا را می توان با حفاظت رایج حفاظت جریان اضافه با اندازه مناسب پنهان کرد. قبل از خطا در این مثال، مدار ۲۰ آمپر می‌کشید و بعد از خطا ۱۰ آمپر می‌کشید- یک مدار کلید با اندازه مناسب این نوع عیب را تشخیص نمی‌دهد. گشتاور مناسب اعمال شده به اتصال یکی از راه‌های رایج برای جلوگیری از این مشکل در تجهیزات جدید است. انواع دیگر اتصالات الکتریکی راه‌حل های مشابهی مانند اطمینان از چین خوردگی مناسب برای مونتاژ اتصال دهنده چین دار دارند. مشکل دشوارتر این است که این نوع مشکل می‌تواند در طول زمان خود را نشان دهد. عملکرد معمولی و لرزش تجهیزات می‌تواند اتصالات را در طی چند سال شل کند و این نوع مشکل را ایجاد کند. شرکت‌ها اغلب سیاست اسکن حرارتی سالانه