

نئسیسات الکتریکہ

مؤلفان:

دکتر علی رضا رضائی

مدرس دانشگاه آزاد اسلامی واحد هشتگرد

محمدرضا حسینی آهنگر

عضو هیئت علمی دانشگاه جامع امام حسین (ع)

سرشناسه : رضایی، علیرضا، ۱۳۵۸ -
 عنوان و نام پدیدآور : تأسیسات الکتریکی / مؤلفان علیرضا رضایی، محمدرضا حسینی آهنگر.
 مشخصات نشر : تهران: چرتکه، ۱۳۹۰.
 مشخصات ظاهری : ۱۶۸ص.: مصور، جدول، نمودار.
 شابک : ۵۰۰۰۰ ریال: 978-964-6463-80-6
 وضعیت فهرست‌نویسی : فیبا
 موضوع : برق -- سیم‌کشی داخلی
 موضوع : برق -- سیستمها
 موضوع : برق -- ابزار و وسایل -- نصب
 موضوع : برق -- پیش‌بینیهای ایمنی
 شناسه افزوده : حسینی آهنگر، محمدرضا، ۱۳۵۰ -
 رده بندی کنگره : ۱۳۹۰ ت ۶۴/۶۴ TK۲۳۸۵
 رده بندی دیویی : ۶۲۱/۳۱۹۳۴
 شماره کتابشناسی ملی : ۲۵۴۲۹۰۰



انتشارات چرتکه

نام کتاب :	تأسیسات الکتریکی
ناشر :	انتشارات چرتکه
مؤلف :	دکتر علیرضا رضایی - محمد رضا حسینی آهنگر
صفحه‌آرایی :	هفت‌رنگ گرافیک (شادی حمیدی)
نوبت چاپ :	اول - پائیز ۱۳۹۰
چاپ :	حدیث
صحافی :	کیمیا
ناظر فنی چاپ :	محسن پورحسین
تیراژ :	۶۰۰ جلد
بها :	۵۰۰۰ تومان
شابک :	۹۷۸-۹۶۴-۶۴۶۳-۸۰-۶

مراکز پخش:

- ۱- تهران، میدان انقلاب، ابتدای جماراده جنوبی، کوچه جهانگرد، شماره ۱۳، نشر آترا، تلفن: ۶۶۹۲۲۰۸۲
- ۲- تهران، خیابان انقلاب، روبروی دانشگاه تهران، ابتدای خیابان ۱۲ فروردین، پلاک ۳۲۴، کتابفروشی هنر، تلفن: ۶۶۴۹۲۲۴۲
- ۳- تهران، خیابان انقلاب، روبروی دبیرخانه دانشگاه تهران، ساختمان جیبی، پلاک ۱۳۳۲، کتابفروشی عصر دانش، تلفن: ۶۶۹۷۱۲۵۱

فهرست

۲۴	۴۰۴-۱ هشدارها
۲۴	۵۰۴-۱ سیم‌های برق
۲۵	۶۰۴-۱ کابل‌های نرم (انعطاف‌پذیر)
۲۶	۷۰۴-۱ ترانسفورماتورها
	۸۰۴-۱ شبکه اتصالات (صفحه کلیدها)

۲۶	۹۰۴-۱ سیستم ارت وسایل برقی
۲۷	۱۰۰۴-۱ فیوز
۲۷	۵۰۱ روشهای اجرایی کار با تاسیسات برقی
	۶۰۱ کار کردن در مدارهای برق‌دار یا نزدیک به آن
۲۹	۷۰۱ دستورالعمل ایمنی عمومی برقکاران

فصل دوم

	زمین کردن تاسیسات و وسایل الکتریکی و مسائل ایمنی
--	--

۳۱	۱-۲ مقدمه
۳۲	۲-۲ زمین کردن الکتریکی
۳۲	۳-۲ زمین کردن حفاظتی
	۱-۳-۲ مشخصه‌های اصلی سیستم TN

۳۹	۴-۲ شرایط مطلوب شبکه جهت نول کردن سیستم حفاظتی و پیشنهادات اصلاحی
----	---

پیشگفتار

مقدمه

فصل اول

	مقدمه‌ای در مورد حفاظت و ایمنی در برابر برق‌گرفتگی
--	--

۱۱	۱-۱ مقدمه
۱۲	۲-۱ تعاریف مقدماتی
۱۴	۳-۱ برق‌گرفتگی چیست؟
	۱۰۳-۱ نحوه به وجود آمدن آسیب در برق‌گرفتگی
۱۵	۲۰۳-۱ علائم برق‌گرفتگی
۱۶	۳۰۳-۱ پاره‌ای از اصول اولیه ایمنی برق
۱۷	۴۰۳-۱ سوختگی‌های الکتریکی
۱۸	۵۰۳-۱ اقدامات نجات شخص برق‌گرفته
۱۹	۶۰۳-۱ کمک به مصدوم در سوختگی با ولتاژ بالا
۲۱	۷۰۳-۱ درمان شخص برق‌گرفته
۲۳	۱۰۴-۱ حصارها و پوششها
۲۳	۲۰۴-۱ وسائل قطع‌کننده جریان
۲۴	۳۰۴-۱ تجهیزات ضد اشتعال



فصل سوم

طراحی تاسیسات الکتریکی برای مناطق

مسکونی، تجاری، کارگاه‌ها و ... ۴۵

۱-۳ طرح سیستم برق‌رسانی خانه‌های

مسکونی ۴۵

۱-۱-۳ بارهای روشنایی خانگی ۴۶

۲-۱-۳ بارهای کوچک خانگی ۴۸

۳-۱-۳ تعیین تعداد انشعابها برای تغذیه

پریزها ۴۹

۳-۱-۳ بارهای بزرگ خانگی ۵۰

۴-۱-۳ نقشه برق‌کشی خانه‌های

مسکونی ۵۰

۵-۱-۳ نکاتی در طراحی تابلو منزل

مسکونی ۵۵

۲-۳ طرح سیستم برق مراکز صنعتی ۵۶

۱-۲-۳ سیستم توزیع برق مراکز صنعتی

۵۶

۲-۲-۳ بارهای روشنایی مراکز صنعتی ۵۷

۳-۲-۳ بارهای غیر روشنایی (صنعتی) در

مراکز صنعتی ۶۰

۴-۲-۳ طراحی سیستم اعلام حریق ۶۲

فصل چهارم

سیستم‌های حفاظتی برای فشار ضعیف و

فشار قوی در تاسیسات الکتریکی ۶۷

۱-۴ مقدمه ۶۷

۲-۴ سیستم حفاظتی ۶۷

۱-۲-۴ رله‌ها ۶۸

۲-۲-۴ کلیدهای اتوماتیک فشار ضعیف

۷۸

۳-۲-۴ ترانسهای جریان و ولتاژ ۸۵

۳-۴ اینترلاکها ۸۷

۴-۴ برقگیرها ۸۷

۱-۴-۴ انواع برقگیرها ۸۸

۲-۴-۴ ساختمان برقگیرها ۸۹

۵-۴ حفاظت و عملیات ساده ۹۰

۶-۴ ساختمان کنترل ۹۳

۷-۴ سیستم کنترل و حفاظت ۹۵

۸-۴ سیستم‌های مخابراتی ۹۵

فصل پنجم

طراحی تابلوهای فشار ضعیف و

ترانسهای اندازه‌گیری ۹۷

۱-۵ تابلو ۹۷

۱-۱-۵ اجزاء تشکیل دهنده هر تابلو ۹۷

۲-۱-۵ طبقه بندی تابلوهای فشار ضعیف

۹۸

۳-۱-۵ مشخصات کلی تابلوها ۹۹

۴-۱-۵ استاندارد ساخت تابلوها ۱۰۱

۵-۱-۵ روش نصب تابلوها: قسمتهای

ثابت - قسمتهای کشویی و جداسدنی ۱۰۲

۶-۱-۵ شرایط نصب از نظر قابلیت انتقال

۱۱۱

۶-۱-۵ جدول زیر درجات حفاظت و

تعریف آنها را که در بندهای ۱ و ۲ آمده

است، نشان می‌دهد. ۱۱۲

۲-۵ اساس کار ترانس PT ۱۱۴

۱-۲-۵ ضریب افزایش ولتاژ

ترانسفورماتور ۱۱۵

۲-۲-۵ کلاس دقت

ترانسفورماتورهای اندازه‌گیری ولتاژ ۱۱۵

۱۲۷	و حفاظتی	۳-۲-۵ ساختمان
۱۲۷	۶-۶ باتریها	ترانسفورماتورهای اندازه گیری ولتاژ..... ۱۱۵
۱۲۸	۷-۶ دیزل ژنراتور	۴-۲-۵ مشخصه های انتخاب
۱۳۱	۱-۷-۶ مشخصات فنی دیزل ژنراتور	ترانسفورماتور ولتاژ..... ۱۱۵
۱۳۳	۲-۷-۶ بررسی یک نمونه عملی..... ۱۳۳	۵-۲-۵ خطاهای اندازه گیری ترانسفورماتور
		ولتاژ..... ۱۱۶

فصل هفتم

روشنایی، طراحی و محاسبه آن به	
منظورهای مختلف سالنها، معابر،	
فرودگاهها و... ۱۳۵	

۱۳۵	۱-۷ مقدمه	۸-۲-۵ کلاس دقت و ظرفیت
۱۳۶	۲-۷ تعریف پارامترهای کلیدی	بار ترانسفورماتور..... ۱۱۷
۱۳۶	۳-۷ محاسبات روشنایی	۳-۵ ترانس اندازه گیری جریان (CT)..... ۱۱۸
۱۳۶	۱-۳-۷ روش لومن..... ۱۳۶	۱۰۳-۵ انواع CT..... ۱۱۸
۱۳۷	۲-۳-۷ روش ضریب بهره اتاق..... ۱۳۷	۴-۵ ترانس اندازه..... ۱۱۹
۱۳۷	۴-۷ محاسبه ضریب نگهداری	۱-۴-۵ ترانس اندازه گیری ولتاژ (CVT)..... ۱۲۰
۱۳۸	۵-۷ تعیین میزان روشنایی:	۲-۴-۵ ساختمان CVT..... ۱۲۰
	۶-۷ کمیت شدت روشنایی لازم برای	
۱۳۹	محیط های داخلی مختلف	
	۷-۷ شرایط آسمان در رابطه با روشنایی روز	
۱۴۲		
۱۴۳	۸-۷ محاسبه روشنایی روز	
۱۴۴	۱۰-۸-۷ روش ضریب روشنایی روز..... ۱۴۴	
۱۴۶	۹-۷ طراحی روشنایی محوطه ها	
۱۴۶	۱-۹-۷ روشنایی مطلوب محوطه ها..... ۱۴۶	
۱۴۷	۲-۹-۷ استاندارد روشنایی محوطه ها..... ۱۴۷	
۱۴۹	۳-۹-۷ ارتفاع نصب چراغ..... ۱۴۹	
۱۵۰	۴-۹-۷ محاسبات شدت روشنایی..... ۱۵۰	
۱۵۰	۵-۹-۷ افت روشنایی چراغ..... ۱۵۰	
	۶-۹-۷ اصول طراحی روشنایی	
۱۵۲	محوطه های..... ۱۵۲	
		۴-۲-۵ نسبت به تغییرات ولتاژ..... ۱۱۷
		۷-۲-۵ ابعاد سیم پیچهای ترانسفورماتور
		۱۱۷
		۶-۲-۵ تغییرات خطاهای اندازه گیری
		نسبت به تغییرات ولتاژ..... ۱۱۷
		۷-۲-۵ ابعاد سیم پیچهای ترانسفورماتور
		۱۱۷
		۸-۲-۵ کلاس دقت و ظرفیت
		بار ترانسفورماتور..... ۱۱۷
		۳-۵ ترانس اندازه گیری جریان (CT)..... ۱۱۸
		۱۰۳-۵ انواع CT..... ۱۱۸
		۴-۵ ترانس اندازه..... ۱۱۹
		۱-۴-۵ ترانس اندازه گیری ولتاژ (CVT)..... ۱۲۰
		۲-۴-۵ ساختمان CVT..... ۱۲۰

فصل هشتم

آشنایی با برق اضطراری ۱۲۱	
۱۲۱	۱-۶ مقدمه
۱۲۳	۲-۶ موارد نیازمند برق اضطراری
	۳-۶ نصب برق اضطراری و ملاحظات مربوط
۱۲۵	به آن
۱۲۶	۴-۶ یو پی اس چیست؟
۱۲۶	۱-۴-۶ چرا به یو پی اس نیاز داریم؟..... ۱۲۶
۱۲۶	۲-۴-۶ یو پی اس ها چند دسته اند؟..... ۱۲۶
	۳-۴-۶ روش انتخاب یک یو پی اس
۱۲۷	صحیح چگونه است؟..... ۱۲۷
	۵-۶ برق اضطراری سیستمهای ایمنی



- ۷-۹-۷ روش طراحی روشنایی محوطه‌ای ۱۵۳
- ۷-۹-۸ ضریب بهره روشنایی چراغ ۱۵۳
- ۷-۹-۹ محاسبه تعداد چراغ مورد نیاز ۱۵۴
- ۷-۱۰-۷ طراحی روشنایی معابر ۱۵۵
- ۷-۱۰-۸ استانداردهای روشنایی معابر ۱۵۵
- ۷-۱۰-۹ ارتفاع نصب چراغ ۱۵۸
- ۷-۱۰-۱۰ منحنی قطبی چراغهای معابر ۱۵۸
- ۷-۱۰-۱۱ معیار ارتفاع نصب چراغ ۱۵۹
- ۷-۱۰-۱۲ روش طراحی روشنایی معابر ۱۵۹
- ۷-۱۰-۶ ضریب بهره روشنایی چراغ ۱۶۰
- ۷-۱۰-۷ ضریب افت روشنایی چراغ ۱۶۱
- ۷-۱۰-۸ تعیین فاصله چراغهای معابر ۱۶۲
- ۷-۱۰-۹ خصوصیات چراغهای معابر ۱۶۳
- ۷-۱۰-۱۰ چیدمان چراغها ۱۶۳
- ۷-۱۱-۷ مثالی از طراحی روشنایی : طرح روشنایی میدان بسیج و بلوار سجاد تا پل بزرگمهر ۱۶۴
- ۷-۱۱-۸ محاسبات افت ولتاژ ۱۶۵

پیشگفتار

دانایی و علم آموزی یکی از ویژگیهای برجسته‌ی جوامع پویا و پیشرو است که همواره موثرترین نقش را در رشد و تعالی آن جامعه داشته است. این خصوصیت یگانه که پایه و اساس شکل‌گیری و انسجام تمدن‌ها و فرهنگ‌هاست ارتباطی مستقیم با کتاب و کتاب‌خوانی دارد. همانگونه که شاعر پرآوازه‌ی ایران زمین سعدی فرموده: «توانا بود هر که دانا بوده، امروز نیز دانایی و دانش آموختگی برای بشر اهمیت فوق‌العاده‌ای یافته و نیاز به کتاب و منابع علمی به سرعت در حال رشد است.

انتشار نتایج مطالعات دانشمندان و پژوهشگران یکی از مؤثرترین راه‌های پاسخگویی به این نیاز است. در ایران اسلامی سالیان دوازی است که دانش و علم‌آموزی چه به لحاظ دینی و چه از نظر فرهنگی منزلت و جایگاه والایی داشته و دانشمندان فرهیخته‌ی این مرز و بوم همواره در تلاش برای تحریر نتایج تحقیقات و تلاش‌های خود بوده‌اند تا علاوه بر انجام تکلیف دینی و بر خور داری از اجر معنوی، بتوانند نسل‌های آینده را نیز از دانسته‌ها و یافته‌های خود بهره‌مند سازند. جهت تحقق این امر و گام برداشتن به سوی خودکفایی، تألیف کتاب‌های علمی یکی از پایه‌های توسعه‌ی فرهنگی و رشد و شکوفایی استعدادها بوده و دارای اهمیت فوق‌العاده‌ای است.

آنچه که نویسندگان را بر آن داشت تا دست به تألیف این کتاب ببرند، در قدم اول، عمل به رهنمود پیامبر اعظم (ص) بود که فرمودند: «در علم را با نوشتن به زنجیر بکشیده و در قدم دوم تلاش برای تأمین بخشی از نیاز دانشگاهی کشور به منبعی فارسی و بومی جامع در تأمین نیازهای علاقمندان بود. هدف این کتاب آشنایی با اصول، مفاهیم پایه و فنون اساسی تأسیسات الکتریکی است. طبیعی است که در یک کتاب مقدماتی نمی‌توان تمام مسائل یک مبحث وسیع را جای داد؛ به همین دلیل سعی شده است کتاب حجم زیادی پیدا نکند تا مخاطب را ملول و منصرف ننماید. با عنایت به این که در نگارش این کتاب سرفصل‌های مصوب وزارت علوم، تحقیقات و فن‌آوری لحاظ شده است، سعی شده به عنوان یک مرجع درسی برای درس تأسیسات الکتریکی ویژگی‌های منحصر به فردی داشته باشد.

در نگارش این کتاب سعی شده علاوه بر تأمین نیازهای علمی دانشجویان مقطع کاردانی و

کارشناسی و تحصیلات تکمیلی برق، دانشجویان سایر رشته‌های دانشگاهی نیز از درک مطالب این کتاب بی‌بهره نمانند.

کتاب تأسیسات الکتریکی شامل هفت فصل می‌باشد. فصل اول به مباحثی پیرامون مفاهیم حفاظت و ایمنی می‌پردازد. فصل دوم به روش‌های زمین کردن پرداخته و سپس در فصل سوم، روش‌های مختلف طراحی تأسیسات الکتریکی اعم از مناطق مسکونی و تجاری پرداخته می‌شود. در فصل چهارم سیستم‌های حفاظتی برای فشار ضعیف و فشار قوی و در فصل پنجم به طراحی تابلوهای فشار ضعیف و ترانسهای اندازه‌گیری پرداخته شده است. در فصل ششم برق اضطراری و در فصل هفتم به طراحی روشنایی پرداخته می‌شود.

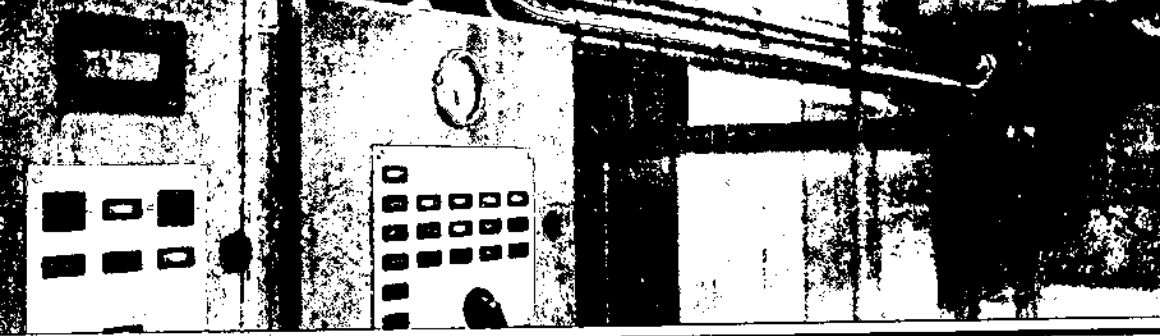
امید است این نوشتار بتواند اولاً ادامه راه بزرگان و دانشمندان این آب و خاک باشد و ثانیاً انگیزشی برای خوانندگان به منظور مطالعه و کار بیشتر در زمینه‌های مطرح‌شده در آن باشد. در انتها لازم می‌دانیم از کلیه استادان گرانقدر، همکاران محترم و دانشجویان عزیز که بدون زحمات‌های ایشان امکان انتشار کتاب با کیفیت فعلی وجود نداشت خالصانه قدرانی کنیم. بدیهی است علیرغم دقت فراوان برای تقدیم کتابی بی‌عیب و نقص، این اثر خالی از اشکال نیست؛ امید است استادان محترم دانشگاهها، دانشجویان عزیز و خوانندگان گرامی با ارائه نظرات و یادآوری اشکالات و نقطه نظرات اصلاحی و تکمیلی از طریق وب‌گاه www.hassaniahangar.ac.ir، نویسندگان را مورد لطف خود قرار دهند.

پاییز ۱۳۹۰

علیرضا رضائی محمدرضا حسنی آهنگر

arrezace@yahoo.com

mrhasani@ihu.ac



مقدمه

توان الکتریکی که اغلب به عنوان برق یا الکتریسیته شناخته می‌شود، شامل تولید و ارایه انرژی الکتریکی کافی برای روشنایی، پخت و پز، گرمای خانگی و صنعتی و فرایندهای صنعتی است.

هدف این کتاب آشنایی با تأسیسات برقی ساختمان است. در این کتاب در ابتدا با جریان برق و نکات ایمنی آن آشنا شده و در ادامه به بررسی اتصالات زمین انواع کابلها و سیمها، کلیدها، خازن و راکتور تولید و توزیع نیروی برق و مقره‌ها و عایقها و هم چنین ترانسفورماتورهای قدرت و انواع قطعات برقی پرداخته می‌شود.

www.ketaboo.ir