

به نام خدا



مؤسسه فرهنگی هنری
دیبگران تهران

خودآموز برق صنعتی

مؤلفان:

مهندس مسعود شاهدهی

مهندس میلاد قیدی

هرگونه چاپ و تکثیر از محتویات این کتاب بدون اجازه کتبی ناشر ممنوع است. متخلفان به موجب قانون حمایت حقوق مؤلفان، مصنفان و هنرمندان تحت پیگرد قانونی قرار می گیرند.

خودآموز برق صنعتی

مؤلفان: مهندس مسعود شاهی

مهندس میلاد قیدی

ناشر: مؤسسه فرهنگی هنری دیباگران تهران

حروفچینی و صفحه آرایی: شبیم هاشم زاده

طرح روی جلد: مجتبی حجازی

چاپ: صدف

نوبت چاپ: سوم

تاریخ نشر: ۱۳۹۸

تیراژ: ۱۰۰ جلد

قیمت: ۹۵۰۰۰۰ ریال

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۱۲۴-۵۳۵-۰

ISBN: ۹۷۸-۶۰۰-۱۲۴-۵۳۵-۰

نشانی واحد فروش: تهران، میدان انقلاب،

خ کارگر جنوبی، روبروی پاساژ مهستان،

پلاک ۱۲۵۱

تلفن: ۲۲۰۸۵۱۱۱-۶۶۴۱۰۰۴۶

فروشگاههای اینترنتی دیباگران تهران :

WWW.MFTBOOK.IR

www.dibagaran-tehran.com

www.mftdibagaran.ir

نشانی تلگرام: @mftbook لینک ربات دیباگران : @dibagaran-tehran-bot

اپلیکیشن دیباگران تهران را از سایت های اینترنتی دیباگران دریافت نمایید.

سرشناسه: شاهی، مسعود، ۱۳۲۲-

عنوان و نام پدید آور: خودآموز برق صنعتی / مؤلفان
مسعود شاهی، میلاد قیدی

مشخصات نشر: تهران- دیباگران تهران- ۱۳۹۵

مشخصات ظاهری: ۳۵۶ص

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۱۲۴-۵۳۵-۰

وضعیت فهرست نویسی: فیبا

موضوع: الکترونیک صنعتی

موضوع: Industrial electronics

موضوع: برق- کاربردهای صنعتی

موضوع: Electricity—Industrial applications

شناسه افزوده: قیدی، میلاد، ۱۳۶۵-

رده بندی کنگره: ۹۱۳۹۵ خ ۲ ش / TK ۷۸۸۱

رده بندی دیویی: ۶۲۱/۳۸۱

شماره کتابشناسی ملی: ۴۵۵۸۲۸۲

فهرست مطالب

۱۵.....	فصل اول
۱۵.....	تأسیسات الکتریکی
۱۵.....	آشنایی با جریان سه فازه
۱۶.....	انواع اتصال در سیستم سه فازه
۱۹.....	توان در مدار سه فاز
۲۰.....	روشهای اندازه گیری توان
۲۲.....	دستگاههای اندازه گیری تابلویی
۳۲.....	اتصال سیم پیچهای یک الکتروموتور سه فازه به تخته کلم (ترمینال)
۳۳.....	مزایای سیستم سه فازه
۳۵.....	انرژی الکتریکی
۳۷.....	سیستمهای گوناگون تأسیسات الکتریکی
۳۷.....	تقسیم بندی شبکه
۳۸.....	اجزای تشکیل دهنده شبکه انتقال و توزیع انرژی
۴۰.....	عایق کابلها
۴۱.....	علایم اختصاری کابلها
۴۲.....	فیوز
۴۶.....	انتخاب نوع فیوز
۵۱.....	انتخاب بین فیوزهای aM و gG
۵۲.....	خصوصیات شبکه در سمت منبع
۵۳.....	شرایط مدار
۵۶.....	فیوز گذاری در DC
۶۳.....	فیوزهای فوق سریع

۶۳	انتخاب فیوزهای فوق سریع
۶۶	پله بندی
۶۸	پله بندی بین کلید اضافه جریان و فیوز
۶۸	پله بندی بین کلید اتوماتیک و فیوز
۷۲	پله بندی فیوزها
۷۴	عوامل موثر در انتخاب کابل
۷۴	بررسی ولتاژ نامی در انتخاب هادی
۷۵	بررسی ظرفیت جریان دهی کابل ها
۷۵	عوامل موثر در ظرفیت نامی جریان هادیها
۷۹	عمق دفن کابل
۷۹	مقاومت مخصوص حرارتی کابل
۸۰	شرایط استاندارد و ضرایب نامی برای تصحیح مقدار نامی باردهی کامل
۸۱	کابل های کشیده شده به طور مستقیم در زمین
۸۲	بررسی افت ولتاژ مجاز در کابل
۸۴	محاسبه شبکه شعاعی
۸۸	بررسی تحمل جریان اتصال کوتاه توسط کابل
۸۹	روش های کابل کشی
۹۰	سرکابل و مفصل و اتصالات
۹۱	عیب یابی کابل ها
۹۳	موازی بستن آلترناتورها
۹۴	سنکرونیزاسیون آلترناتورها
۹۸	فصل دوم
۹۹	وسایل کنترل ساده
۹۹	کلیدها

۱۰۳.....	روشهای راه اندازی الکتروموتور با استفاده از کلیدهای ساده
۱۰۷.....	
۱۰۸.....	فصل سوم
۱۰۹.....	کلیدهای مرکب
۱۰۹.....	تعریف رله
۱۰۹.....	تعریف کنتاکتور
۱۱۱.....	مشخصات کنتاکتور
۱۱۸.....	علامت اختصاری
۱۱۸.....	روش استفاده از کنتاکتور
۱۱۹.....	جدول معادل کنتاکتور
۱۲۳.....	شستی و انواع آن
۱۲۴.....	شستی دوبل و مرکب
۱۲۶.....	کد و علامت شناسایی
۱۲۷.....	روش کار کنتاکتور با استفاده از شستی
۱۲۹.....	اصول کار مدار فرمان
۱۳۰.....	رله حرارتی
۱۳۲.....	رله مغناطیسی
۱۳۳.....	لامپ سیگنال
۱۳۵.....	انتخاب فیوز و کابل مورد نیاز برای الکتروموتور
۱۳۸.....	نکات ایمنی
۱۴۰.....	میکروسوییچ
۱۴۳.....	کلید گازی (کلید تابع فشار)
۱۴۸.....	ترموستات
۱۵۰.....	رله کنترل فاز

انواع نقشه	۱۵۱
فصل چهارم	۱۵۴
راه‌اندازی و کنترل موتورهای القایی (آسنکرون)	۱۵۵
راه - اندازی مستقیم	۱۵۵
تغییر جهت گردش در موتور سه فاز با استفاده از کنتاکتور	۱۵۹
راه اندازی الکتروموتور به‌روش ستاره - مثلث با تغییر جهت گردش (چپگرد - راستگرد)	۱۶۷
انتخاب کنتاکتور و رله حرارتی	۱۶۸
تنظیم سرعت در موتورهای القایی	۱۷۵
تغییر سرعت با استفاده از تغییر قطب	۱۷۶
راه اندازی موتور دالاندر	۱۷۹
ترمز در الکتروموتورهای القایی	۱۸۳
راه اندازی موتور تک فاز	۱۸۹
فصل پنجم	۲۰۷
آشنایی با ماشینهای صنعتی	۲۰۷
ماشین مته (دریل)	۲۰۷
ماشین مته پایه‌دار	۲۱۰
ماشین تراش	۲۱۳
ماشین صفحه تراش	۲۱۶
راه اندازی ماشین صفحه تراش	۲۱۶
ماشین فرز	۲۱۸
حرکت در ماشین فرز	۲۱۹
راه اندازی ماشین فرز	۲۲۰
ماشین پرس	۲۲۱
طرز کار	۲۲۳

۲۲۳.....	سیستم محرکه
۲۲۳.....	پرس هیدرولیکی
۲۲۴.....	پرس مکانیکی
۲۲۶.....	محرک خارج از مرکز
۲۲۷.....	راه اندازی ماشین پرس
۲۲۸.....	ماشین قیچی (گیوتین)
۲۲۹.....	راه اندازی ماشین قیچی
۲۳۱.....	ماشین قلاویزنی اتوماتیک
۲۳۱.....	شرح مدار
۲۳۳.....	فصل ششم
۲۳۳.....	محاسبات اتصال کوتاه
۲۳۳.....	تعاریف
۲۳۴.....	محاسبه‌ی جریان اتصال کوتاه منبع
۲۳۷.....	محاسبه‌ی جریان اتصال کوتاه در نقطه‌ای از تأسیسات الکتریکی
۲۴۶.....	روش سریع
۲۴۶.....	حفاظت هادیها
۲۴۶.....	باس بارها
۲۴۷.....	هادیهای روکشدار
۲۴۸.....	حداکثر طول حفاظت شده
۲۵۳.....	فصل هفتم
۲۵۳.....	ژنراتورهای اضطراری
۲۵۳.....	کلیات
۲۵۶.....	عوامل محدود کننده‌ی ظرفیت

فصل هشتم ۲۵۹

ترانسفورمر ۲۵۹

مقدمه ۲۵۹

سیستم خنک‌کنندگی ۲۵۹

گروه برداری ۲۶۱

راندمان و تلفات ۲۶۲

ولتاژ و جریان اتصال کوتاه ۲۶۳

عایق‌بندی ۲۶۷

تأثیر دمای محیط و ارتفاع محل نصب ۲۶۸

تأثیر دمای محیط ۲۷۰

تأثیر ارتفاع محل نصب ۲۷۰

حفاظت ترانسفورمر ۲۷۲

خطاهای داخلی ۲۷۳

خطای هسته ۲۷۵

تپ چنجر ۲۷۷

تعیین ظرفیت ترانسفورمر ۲۷۸

محاسبه افت ولتاژ ترانسفورمر ۲۷۹

ترانسفورمر توزیع ۲۸۶

فصل نهم ۲۸۷

سیستم‌های تامین توان آماده به خدمت ۲۸۷

کاربرد ۲۸۷

قابلیت اعتماد سیستم تغذیه عمومی ۲۸۸

انواع سیستم‌های تامین توان آماده به خدمت ۲۸۹

مجموعه‌های مولدی ۲۸۹

۲۹۱.....	منابع تامین توان با قطعی مجاز کمتر از ۰/۵ ثانیه
۲۹۲.....	منابع تامین توان بدون وقفه چرخان
۲۹۴.....	تاسیسات باتری
۲۹۵.....	مجموعه‌های مولدی (موتورهای درونسوز)
۲۹۵.....	کاربرد
۲۹۵.....	انواع کاربرد و بهره‌برداری
۲۹۸.....	آمادگی برای بهره‌برداری
۳۰۰.....	انواع مختلف مجموعه بدون ترمز
۳۰۱.....	ژنراتورها و متعلقات
۳۰۳.....	سیستم تحریک Thryipart
۳۰۳.....	سیم پیچی میراساز
۳۰۴.....	نصب واحدهای مولدی
۳۰۶.....	سیستم‌های باتری
۳۱۰.....	شارژ کننده‌های دارای تنظیم کننده تایریستوری
۳۱۵.....	باتری‌ها
۳۱۸.....	شارژ شناور
۳۲۳.....	تعاریف عبارت ها
۳۲۴.....	سیستم‌های UPS ساکن

۳۳۵..... فصل دهم

۳۳۵..... اصلاح ضریب قدرت

۳۳۵.....	توان اکتیو و راکتیو
۳۳۵.....	تلفات ناشی از افت ولتاژ
۳۳۵.....	اصلاح ضریب قدرت
۳۳۶.....	مقررات سیستم تغذیه اصلی

۳۳۶.....	اصلاح ضریب توان برای بارهای خطی توسط خازن‌های موازی
۳۳۶.....	توان ظاهری
۳۳۶.....	ضریب توان
۳۳۷.....	خازن‌های موازی
۳۳۷.....	توان خازن مورد نیاز
۳۳۷.....	ضریب توان $\cos \varphi_p$ مطلوب
۳۳۷.....	اضافه اصلاح
۳۳۷.....	تعیین توان اسمی خازن
۳۳۹.....	اندازه‌گیری با وسایل سنجش
۳۴۰.....	خازن‌ها
۳۴۲.....	ترکیب‌های مختلف تصحیح ضریب توان
۳۴۳.....	واحدهای تصحیح ضریب توان
۳۴۵.....	ترانسفورماتورها
۳۴۷.....	موتورهای آسنکرون
۳۴۷.....	واحدهای کنتاکتوری ستاره- مثلث
۳۴۹.....	لامپ‌های فلورسنت
۳۵۰.....	واحدهای مهار کننده الکترونیکی
۳۵۰.....	مدارهای مسدودکننده فرکانس‌های رادیویی
۳۵۰.....	بارگذاری توسط خازن‌ها
۳۵۱.....	تصحیح بارهای تغذیه شده با مبدل توسط فیلترها
۳۵۱.....	اغتشاش در سیستم ناشی از مبدل‌های پل سه فاز
۳۵۱.....	توان راکتیو فرکانس مینا
۳۵۱.....	جریان‌های هارمونیک و تشدید
۳۵۳.....	خازن‌های بافر شده با سلف

سیستم با بارهای مرکب ۳۵۵

خازن‌ها یا فیلترها ۳۵۶

خط‌مشی کیفیت انتشارات مؤسسه فرهنگی هنری دیباگران تهران در عرصه کتاب‌های است که بتواند خواسته‌های به روز جامعه فرهنگی و علمی کشور را تا حد امکان پوشش دهد.

حمد و سپاس ایزد منان را که با الطاف بی‌کران خود این توفیق را به ما ارزانی داشت تا بتوانیم در راه ارتقای دانش عمومی و فرهنگی این مرز و بوم در زمینه چاپ و نشر کتب علمی دانشگاهی، علوم پایه و به ویژه علوم کامپیوتر و انفورماتیک گام‌هایی هرچند کوچک برداشته و در انجام رسالتی که بر عهده داریم، مؤثر واقع شویم.

گسترده‌گی علوم و توسعه روزافزون آن، شرایطی را به وجود آورده که هر روز شاهد تحولات اساسی چشمگیری در سطح جهان هستیم. این گسترش و توسعه نیاز به منابع مختلف از جمله کتاب را به عنوان قدیمی‌ترین و راحت‌ترین راه دستیابی به اطلاعات و اطلاع‌رسانی، بیش از پیش روشن می‌نماید.

در این راستا، واحد انتشارات مؤسسه فرهنگی هنری دیباگران تهران با همکاری جمعی از اساتید، مؤلفان، مترجمان، متخصصان، پژوهشگران، محققان و نیز پرسنل ورزیده و ماهر در زمینه امور نشر درصدد هستند تا با تلاش‌های مستمر خود برای رفع کمبودها و نیازهای موجود، منابعی پُر بار، معتبر و با کیفیت مناسب در اختیار علاقمندان قرار دهند.

کتابی که در دست دارید با همت "آقایان مهندس مسعود شاهی-مهندس میلاد قیدی" و تلاش جمعی از همکاران انتشارات میسر گشته که شایسته است از یکایک این گرامیان تشکر و قدردانی کنیم.

کارشناسی و نظارت بر محتوا: زهره قزلباش

در خاتمه ضمن سپاسگزاری از شما دانش‌پژوه گرامی درخواست می‌نماید با مراجعه به آدرس dibagaran.mft.info (ارتباط با مشتری) فرم نظرسنجی را برای کتابی که در دست دارید تکمیل و ارسال نموده، انتشارات دیباگران تهران را که جلب رضایت و وفاداری مشتریان را هدف خود می‌داند، یاری فرمایید.

امیدواریم همواره بهتر از گذشته خدمات و محصولات خود را تقدیم حضورتان نماییم.

مدیر انتشارات

مؤسسه فرهنگی هنری دیباگران تهران
Publishing@mftmail.com

به نام خدا

مقدمه مؤلفان

خواننده گرامی

کتاب برق صنعتی که در اختیار شما قرار دارد ضمن استفاده از کتابها، کاتالوگها و نقشه‌های مندرج در فهرست مأخذ، به‌ویژه با استفاده از تجربه کارهای عملی و تدریس سالهای متمادی در صنعت برق و الکترونیک در ده فصل به‌شرح زیر تهیه و تدوین شده است .

فصل اول: مقدماتی از تأسیسات الکتریکی، آشنایی با برق صنعتی، جریان سه‌فاز، محاسبات ، موارد استفاده مختصری درباره شبکه‌های توزیع و انتقال، دستگاههای اندازه‌گیری تابلویی، انتخاب فیوز و کابل مورد نیاز برای راه‌اندازی انواع الکتروموتورهای القایی با استفاده از جدولها و با توجه به افت ولتاژ مجاز با تمرینهای لازم می باشد.

فصل دوم : ساختمان و انواع کلیدهای ساده، کاربرد و موارد استفاده آنها در صنعت به همراه نقشه‌های لازم مورد بحث قرار گرفته است .

فصل سوم : ساختمان و طرزکار انواع کلیدهای مرکب : رله ، کنتاکتور ... کاربرد و موارد استفاده هرکدام به همراه علایم و نقشه‌های مربوطه در فصل سوم به نگارش درآمده است .

فصل چهارم : راه‌اندازی کنترل انواع الکتروموتورهای القایی سه فاز و یک فاز با استفاده از کلیدهای مرکب، فرمانهای ساده، اتوماتیک و طراحی به همراه نقشه‌های مختلف و جدولهای مورد نیاز بیان شده است.

فصل پنجم : آشنایی مختصر در مورد ماشینهای صنعتی (افزار) شرح ساختمان طرزکار و همچنین کنترل و راه‌اندازی هرکدام با استفاده نقشه‌های عملی حقیقی مورد دقت قرار گرفته است.

فصل ششم: آشنایی با تعاریف اولیه اتصال کوتاه، محاسبه جریان اتصال کوتاه منبع، محاسبه ی جریان اتصال کوتاه در نقطه ای از شبکه، روش سریع، حفاظت هادی ها، باس بارها، هادیهای روکشدار، حداکثر طول حفاظت شده شرح داده شده است.

فصل هفتم: تعاریف اولیه ژنراتورهای اضطراری، عوامل محدود کننده ی ظرفیت و نحوه طراحی به طور مختصر بیان شده است.

فصل هشتم: انواع سیستم خنک کاری ترانسفرمرها، گروه برداری، راندمان و تلفات، ولتاژ و جریان اتصال کوتاه، عایق بندی، تأثیر دمای محیط و ارتفاع محل نصب، تأثیر دمای محیط، تأثیر ارتفاع محل نصب، حفاظت ترانسفورمر، خطاهای داخلی، خطای هسته، تپ چنجر، تعیین ظرفیت ترانسفورمر، محاسبه افت ولتاژ ترانسفورمر، ترانسفورمر توزیع به طور کامل توضیح داده شده است.

فصل نهم: کاربرد سیستم تامین توان آماده به خدمت، قابلیت اعتماد سیستم تغذیه عمومی، انواع سیستم های تامین توان آماده به خدمت، مجموعه های مولدی، منابع تامین توان بدون وقفه چرخان، مجموعه های مولدی (موتورهای درونسوز)، ژنراتورها و متعلقات، نصب واحدهای مولدی، سیستم های باتری، شارژ کننده های دارای تنظیم کننده تیرستوری، باتری ها بیان شده است.

فصل دهم: توان اکتیو و راکتیو، تلفات ناشی از افت ولتاژ، اصلاح ضریب قدرت، مقررات سیستم تغذیه اصلی، اصلاح ضریب توان برای بارهای خطی توسط خازن های موازی، تعیین توان اسمی خازن، ترکیب های مختلف تصحیح ضریب توان، بارگذاری توسط خازنها، تصحیح بارهای تغذیه شده با میدل توسط فیلترها، اغتشاش در سیستم ناشی از میدلهای پل سه فاز، جریان های هارمونیک و تشدید، سیستم با بارهای مرکب، خازنها یا فیلترها شرح داده شده است.

می‌دانیم که هر نوشته یا ترجمه‌ای ممکن است نارسایی‌هایی از جنبه‌های کمی، کیفی و یا حتی چاپی داشته باشد، لذا تقاضا دارم در صورت برخورد، آنها را یادآورد شده و با ایمیل gheydi.m@gmail.com در میان بگذارید. همچنین امیدواریم افراد صاحب نظر و اهل فن به‌ویژه برقکاران با سابقه و کارآموزان و دانشجویان عزیز با ارائه نظرات، پیشنهادات و انتقادهای سازنده خود ما را یاری نمایند. به‌امید موفقیت برای همه و آینده‌ای درخشان برای صنعت کشور عزیزمان ایران.