



مرجع کاربردی مهندسی

برق در صنعت

مؤلف:

بهروز اردوخانی

۱۳۹۰

سرشناسه :	اردو خانی، بهروز، ۱۳۶۲ -
عنوان و نام پدیدآور :	مرجع کاربردی مهندسی برق در صنعت/مؤلف بهروز اردو خانی.
مشخصات نشر :	تهران: آذرین مهر، ۱۳۹۰.
مشخصات ظاهری :	۲۱۲ ص: مصور، جدول.
شابک :	۹۷۸-۶۰۰-۹۲۵۷۷-۳-۷
وضعیت فهرست نویسی :	قیفا
یادداشت :	کتابنامه: ص: ۱۱۴.
موضوع :	مدارهای برقی
موضوع :	فرمان‌های برقی
موضوع :	اتصال‌های برقی
موضوع :	رله‌های برقی
موضوع :	صنایع برقی -- ایران
موضوع :	کنترل کننده‌های برنامه پذیر
رده بندی کنگره :	TK۶۵۴/الف۴م۲۳ ۱۳۹۰
رده بندی دیویی :	۶۲۱/۳۱۹۲
شماره کتابشناسی ملی :	۲۶۷۰۱۹

کلیه حقوق چاپ و نشر برای
انتشارات آذرین مهر محفوظ می باشد.



عنوان کتاب : مرجع کاربردی مهندسی برق در صنعت

مؤلف : بهروز اردو خانی

ناشر : آذرین مهر

ناظر فنی چاپ : ابراهیم مفاخری

چاپ و صحافی: به آوران

لیتوگرافی: غرب اسکندر

شابک : ۹۷۸-۶۰۰-۹۲۵۷۷-۳-۷

نوبت چاپ: ۱۳۹۰

قیمت : ۱۰۰۰۰ تومان

تیراژ : ۱۰۰۰

تهران: خیابان انقلاب - خیابان وحید نظری بین فخر رازی و دانشگاه پلاک ۶۵ طبقه اول واحد ۴ - انتشارات آذرین مهر

۳۰ - ۲۹ - ۶۶۹۷۸۰۲۱

فروشگاه شماره یک: میدان انقلاب، ضلع جنوب شرقی، روبروی ایستگاه BRT، بازار بزرگ کتاب، طبقه زیرین پلاک ۴ بانک کتاب
سختکده ارسال انواع کتاب به تمام نقاط ایران ۰۰۰ ۶۶۴۰۸۰۰۰ - ۲۱ (خط ۱۰)

فروشگاه شماره دو: میدان انقلاب ضلع جنوب شرقی کتابفروشی گلچین ۰۹۱۲۷۰۶۱۶۹۷

با نام و یاد خداوند متعال،

کتابی که اکنون شما عزیزان آن را در اختیار دارید حاصل تفکری است که با وجود توانایی علمی دانشجویان و مهندسان برق وجود خلاء ای به نام نداشتن تجربیات کافی و عملی در صنعت برق آنها را کامل نخواهد کرد. در صورت استفاده بهینه از این کتاب با مفاهیم بنیادی برق صنعتی و شناخت المانهای مورد نیاز برای تابلوهای فرمان و قدرت آشنا شده و ضمن شناخت انواع درایوها به شناخت و بررسی موتورهای القایی به خاطر اهمیت بالای آن در الکتروموتورهای مورد استفاده در صنعت و کارخانه ها پرداخته می شود، در فصل آخر این کتاب با توجه به اینکه امروزه در تمامی کارخانه ها بحث اتوماسیون حرف اول و آخر را می زند تلاش شده است با PLC هایی که در ایران بیشتر مورد استفاده قرار می گیرد و متعلق به کمپانی زیمنس است آشنا شوید.

با توجه به اینکه این اثر خالی از اشکال نبوده لذا شما عزیزان می توانید در صورت داشتن هرگونه پیشنهاد و انتقادی با بنده از طریق پست الکترونیکی ordoukhani.behrouz@gmail.com ارتباط برقرار نمایید. در آخر برخود لازم می بینم از تمامی عزیزانی که در بوجود آمدن این اثر کمک کردند بخصوص آقای مفاخری نهایت تشکر و قدردانی را داشته باشم.

فصل اول: آشنایی با اهداف کتاب مهندسی برق در صنعت

۱۲	آشنایی با مدارات کنترل
۱۲	۱-۱- مدارات کنترل
۱۳	۱-۲- کنترل دستی
۱۳	۱-۳- عملکرد اتوماتیک
۱۳	۱-۴- المانهای کنترلی

فصل دوم: علائم مورد استفاده در مدارات فرمان

۱۶	اهداف آموزشی فصل دوم
۱۶	۲-۱- علائم کنساکت
۱۸	۲-۲- علائم کلید
۱۹	۲-۳- علائم کلیدهای فشاری
۲۰	۲-۴- علائم کوئل
۲۱	۲-۵- علائم رله اضافه بار
۲۲	۲-۶- علائم پایلوتها
۲۲	۲-۷- علائم دیگر
۲۴	۲-۸- علائم اختصاری

فصل سوم: کلیدها و ادوات مورد استفاده در مدارات فرمان و قدرت

۲۸	۳-۱- وسایل کنترل ساده
۲۸	۳-۲- انواع کلیده‌های ساده
۲۹	۳-۲-۱- کلید اهرمی ساده
۲۹	۳-۲-۲- کلید غلطکی
۳۰	۳-۲-۳- کلیدهای سلکتوری

۳۲	کلید سلکتوری دو وضعیتی
۳۳	کلید سلکتوری سه وضعیتی
۳۳	۳-۲-۴- شستی‌های فشاری
۳۶	۳-۳- کلیدها و استارترهای دستی موتورها
۳۶	۳-۲-۱- استارتر دستی دو پل
۳۷	۳-۲-۳- استارترهای دستی SMF برای موتورهای زیر اسب بخار
۳۸	۳-۳-۳- کلیدهای دستی MMS و MRS
۳۹	۳-۴-۳- کنتاکتور و استاتور دستی کلاس ۱۱ Furnas
۳۹	۳-۵-۳- محافظ- استارترهای موتور از نوع ۲RU۱۰
۴۱	۳-۶-۳- کلید استوانه‌ای معکوس کننده
۴۲	۳-۷-۳- کلید اصلی
۴۳	۳-۴- چراغ پایلوت یا لامپ سیگنال
۴۳	۳-۵- میکرو سوئیچ
۴۴	۳-۶- تایمرها
۴۵	۳-۶-۱- تایمر موتوردار
۴۵	۳-۶-۲- تایمر الکترونیکی
۴۶	۳-۶-۳- تایمر پنوماتیک
۴۶	۳-۶-۴- تایمر حرارتی
۴۷	۳-۷- کلیدهای فشار و ساختمان آن
۴۸	۳-۷-۱- عملکرد کلید فشار در یک مثال عملی
۴۹	۳-۷-۲- رنج فشار در کلیدهای فشار
۴۹	۳-۷-۳- عملکرد معکوس کلید فشار
۵۰	۳-۸- ترانسفور ماتورهاى کنترل
	فصل چهارم: مدارات قدرت و مدارات فرمان
۵۴	۴-۱- دیاگرام خطی
۵۵	۴-۲- قرانت یک دیاگرام خطی
۵۶	۴-۳- مدار قدرت و مدار فرمان
۵۶	۴-۴- بارها و اجزاء کنترلی
۵۸	۴-۵- اتصال اجزای کنترل
۵۸	۴-۶- شماره گذاری خطوط
۵۹	۴-۷- استفاده از شستی فشاری در مدار فرمان
۶۱	۴-۸- استفاده از چراغ پایلوت در مدار قدرت و فرمان
۶۳	۴-۹- موارد استفاده تایمر
	فصل پنجم: حفاظت اضافه بار و رله‌های مربوطه
۶۶	۵-۱- ایجاد حرارت توسط عبور جریان
۶۷	۵-۲- اتصال کوتاه و استفاده از رله مغناطیسی

۶۹	۵-۳- مواقع بروز اضافه بار
۷۰	۵-۴- اضافه بار موقتی ناشی از جریان راه اندازی
۷۰	۵-۵- حفاظت اضافه بار
۷۱	۵-۶- رله‌های اضافه بار
۷۱	۵-۷- کلاس تریپ
۷۲	۵-۸- استفاده از رله اضافه بار در مدار موتور
۷۳	۵-۹- رله‌های اضافه بار بی‌مثال
۷۵	۵-۱۰- جریان دمای محیط در رله اضافه بار
۷۶	۵-۱۱- رله اضافه بار جریان شده با بیمتال کلاس ۴۸
۷۷	۵-۱۲- رله اضافه بار SIREUS ۳RU۱۱
۷۷	۵-۱۳- رله‌های اضافه بار الکترونیکی
۷۸	۵-۱۳-۱- رله‌های اضافه بار الکترونیکی مدل ۱۰۰ FURNAS ESP
۷۸	۵-۱۳-۲- رله اضافه بار الکترونیکی مدل ۱۰ Siemans ۳RB
۷۹	۵-۱۳-۳- رله اضافه بار الکترونیکی مدل ۱۲ Siemans ۳RB
۷۹	۵-۱۴- سیستم ارتباطی PROFIBUS DP
۸۰	۵-۱۵- رله اضافه بار ۳UF۵ SIMOCODE-DP
	فصل ششم: کنتاکتورها و استارترهای مغناطیسی
۸۴	۶-۱- ساختمان کنتاکتور و اصول عملکرد آن
۸۷	۶-۲- مشخصات کنتاکتور
۹۰	۶-۳- رله اضافه بار
۹۱	۶-۴- استارتر موتور
۹۱	۶-۵- استارتر موتور در مدار فرمان
۹۲	۶-۶- مقادیر نامی استارترها براساس استانداردهای موجود
۹۳	۶-۶-۱- استاندارد NEMA
۹۴	۶-۶-۲- استاندارد IEC
۹۶	۶-۷- کنتاکتورهای با هدف مشخص یا DP
۹۷	۶-۸- استارترهای مدل FURNAS INNOVAPLUS
۹۸	۶-۹- استارترهای ESP۱۰۰
۹۹	۶-۱۰- استارترهای نوع SIRIUS ۳R
۱۰۱	۶-۱۱- استارترهای مدل ۳TF
۱۰۲	۶-۱۲- انتخاب رله بار در استارترها
	فصل هفتم: رله‌های کنترلی
۱۰۶	۷-۱- عملکرد رله‌های کنترلی
۱۰۷	۷-۲- آرایش کنتاکتها در رله‌های کنترلی
۱۰۹	۷-۳- استفاده از رله کنترلی در مدار فرمان
۱۱۱	۷-۴- رله‌های کنترلی ساخت زیمنس

- ۱۱۱-۱-۴-۷ رله‌های کنترلی مدل SIRIUS ۳RH۱۱
- ۱۱۱-۲-۴-۷ رله‌های همه منظوره یا رله‌های Plug in
- ۱۱۱-۳-۴-۷ رله‌های زمانی
- ۱۱۴-۱-۳-۴-۷ رله تأخیری روشن- بسته شونده با زمان
- ۱۱۵-۲-۳-۴-۷ رله تأخیری روشن- باز شونده با زمان
- ۱۱۵-۳-۳-۴-۷ رله تأخیری خاموش- باز شونده با زمان
- ۱۱۵-۴-۳-۴-۷ رله تأخیری خاموش- بسته شونده با زمان
- ۱۱۶-۵-۳-۴-۷ کنتاکتهای لحظه‌ای در رله‌های زمانی

فصل هشتم: راه اندازی و تغییر جهت موتورهای بوسیله کنتاکتور

- ۱۱۸-۱-۸ راه اندازی موتورهای القایی
- ۱۱۹-۲-۸ راه اندازی و تغییر جهت موتورهای با استفاده از کلیدهای ساده
- ۱۱۹-۱-۲-۸ راه اندازی موتور با اتصال مستقیم
- ۱۲۰-۲-۲-۸ راه اندازی موتور با استفاده از کلید ستاره- مثلث
- ۱۲۲-۳-۲-۸ تغییر جهت الکترو موتور سه فاز
- ۱۲۳-۳-۸ کنترل سرعت و تغییر جهت موتورهای با استفاده از کنتاکتورها
- ۱۲۳-۱-۳-۸ کنترل سرعت موتورهای AC و روشهای آن
- ۱۲۵-۱-۱-۳-۸ روش سیم پیچی مجزا
- ۱۲۸-۲-۱-۳-۸ روش تغییر قطب
- ۱۲۹-۳-۱-۳-۸ تغییر جهت موتورهای AC
- ۱۳۰-۴-۱-۳-۸ تغییر جهت گردش در موتورهای تکفاز
- ۱۳۱-۴-۸ راه اندازی موتورهای AC سه فاز با استفاده از کنتاکتورها
- ۱۳۱-۱-۴-۸ راه اندازی با ولتاژ کامل
- ۱۳۳-۲-۴-۸ راه اندازی با ولتاژ کاهش یافته
- ۱۳۳-۱-۲-۴-۸ راه اندازی توسط اتو ترانسفورماتور
- ۱۳۴-۲-۲-۴-۸ استارترهای با سیم پیچ جداگانه
- ۱۳۵-۳-۲-۴-۸ استارترهای ستاره - مثلث
- ۱۳۶-۴-۲-۴-۸ استارتر با مقاومت اولیه
- ۱۳۷-۵-۲-۴-۸ راه اندازی به روش اضافه کردن مقاومت در سیم پیچی موتور
- ۱۳۸-۶-۲-۴-۸ راه اندازی موتور دالاندر
- ۱۴۲-۷-۲-۴-۸ کنترل کننده‌های کاهش ولتاژ از نوع حالت جامد
- ۱۴۳-۵-۸ نمونه‌های صنعتی از ستارترهای نرم ساخت زمینس
- ۱۴۳-۱-۵-۸ راه انداز نرم مدل SIRIUS ۳R
- ۱۴۴-۲-۵-۸ راه انداز نرم مدل SIKO START
- ۱۴۵-۶-۸ راه اندازی موتورهای تکفاز با استفاده از کنتاکتورها
- ۱۴۷-۸-۷ ترمز در موتورهای القایی
- ۱۴۷-۱-۷-۸ ترمز مکانیکی با استفاده از نیروی الکترومغناطیس

۱۴۹	۸-۷-۲- ترمز با استفاده از نیروی فشار مخالف
۱۵۰	۸-۷-۳- ترمز الکترو دینامیکی با استفاده از جریان پیوسته

فصل نهم: راه اندازی و تست ماشین های الکتریکی

۱۵۶	آزمایش شماره ۱
۱۵۸	آزمایش شماره ۲
۱۵۹	آزمایش شماره ۳
۱۶۱	آزمایش شماره ۴
۱۶۵	آزمایش شماره ۵
۱۶۸	آزمایش شماره ۶
۱۷۰	آزمایش شماره ۷
۱۷۱	آزمایش شماره ۸
۱۷۴	آزمایش شماره ۹
۱۷۷	آزمایش شماره ۱۰
۱۷۹	آزمایش شماره ۱۱
۱۸۱	آزمایش شماره ۱۲
۱۸۳	آزمایش شماره ۱۳
۱۸۵	آزمایش شماره ۱۴
۱۸۹	آزمایش شماره ۱۵
۱۹۰	آزمایش شماره ۱۶
۱۹۳	آزمایش شماره ۱۸

فصل دهم: موتورهای القایی

۱۹۸	۱-۷- ساختمان موتور القایی
۲۰۱	۲- مفاهیم اصلی موتورهای القایی
۲۰۲	ایجاد گشتاور القایی در یک موتور القایی
۲۰۵	مفهوم لغزش رتور
۲۰۷	فرکانس الکتریکی روی رتور
۲۱۰	۳- مدار معادل یک موتور القایی
۲۱۰	مدل ترانس یک موتور القایی
۲۱۲	مدل مدار رتور
۲۱۵	مدار معادل نهایی
۲۱۷	۴- توان و گشتاور در موتورهای القایی
۲۱۷	تلفات و نمودار توان - جریان
۲۲۰	توان و گشتاور در یک موتور القایی
۲۲۹	۵- مشخصه های گشتاور - سرعت موتور القایی
۲۳۰	گشتاور القایی از نظر فیزیکی
۲۳۵	تعیین معادله گشتاور القایی موتور القایی

۲۴۰	شرحی بر منحنی گشتاور - سرعت موتور القایی
۲۴۳	گشتاور ماکزیمم در یک موتور القایی
۲۵۱	۶- تغییرات مشخصه‌های گشتاور - سرعت در موتور القایی
۲۵۳	کنترل مشخصه‌های موتور با طراحی رتور قفسی
۲۵۵	طراحی رتور ژرف- میله و قفسی دوبل
۲۵۷	کلاس‌های طراحی موتور القایی
۲۶۳	۷- طرح موتور القایی
۲۶۷	۸- استارت کردن موتورهای القایی
۲۷۲	مدارهای استارت موتور القایی
۲۷۶	۹- کنترل سرعت موتورهای القایی
۲۸۱	کنترل سرعت با تغییر فرکانس
۲۸۷	کنترل سرعت با تغییر ولتاژ خط
۲۸۸	کنترل سرعت با تغییر مقاومت رتور
۲۸۸	۱۰- راه اندازه‌های نیمه هادی موتور القایی
۲۹۰	تنظیم فرکانس (سرعت)
۲۹۱	انتخاب الگوهای ولتاژ و فرکانس
۲۹۶	شتاب قابل تنظیم مستقل و شیب‌های کاهش شتاب
۲۹۷	حفاظت موتور
۲۹۷	۱۱- تعیین پارامترهای مدل مدار
۲۹۷	تست بی‌باری
۳۰۲	تست رتور قفل شده
	فصل یازدهم: آشنایی با مدارات فرمان و قدرت ماشینهای صنعتی
۳۱۴	اهداف آموزشی فصل یازدهم
۳۱۴	آشنایی با طرز کار بعضی از ماشینهای صنعتی
۳۱۴	آشنایی با مدارات قدرت و فرمان ماشینهای صنعتی
۳۱۴	۱-۱۱- ماشین مته (دریل)
۳۱۴	۱-۱-۱۱- ماشین مته دستی
۳۱۶	۲-۱-۱۱- ماشین مته رومیزی
۳۱۷	۳-۱-۱۱- ماشین مته پایدار
۳۱۸	۴-۱-۱۱- ماشین مته ستونی
۳۲۲	۲-۱۱- ماشین تراش
۳۲۲	۱-۲-۱۱- راه اندازه‌ی ماشینهای تراش
۳۲۳	۳-۱۱- ماشینهای صفحه تراش
۳۲۳	۱-۳-۱۱- راه اندازه‌ی ماشین صفحه تراش
۳۲۵	۴-۱۱- ماشین فرز
۳۲۶	قسمتهای مختلف ماشین فرز عبارتند از

۳۳۸	۵-۱۱- ماشین پرس
۳۳۰	۶-۱۱- ماشین قیچی (گیوتین)
۳۳۰	۱-۶-۱۱- راه‌اندازی ماشین قیچی
۳۳۱	۷-۱۱- ماشین فلاویز زنی اتوماتیک
	فصل دوازدهم: آشنایی با PLC
۳۳۶	۱۲-۱- پیدایش PLC
۳۳۸	۱۲-۲- ساختار یک PLC
۳۴۱	۱۲-۳- انواع PLC
۳۴۵	سخت‌افزارهای زمینس
۳۴۵	۱۲-۴- LOGO!
۳۴۷	۱۲-۵- SIMATIC SY-۲۰۰
۳۴۹	۱۲-۶- SIMATIC SY-۳۰۰
۳۵۲	- مایکروپای سری ۳۰۰
۳۵۲	مایکروپای ورودی و خروجی
۳۵۵	کارت‌های Fail Safe
۳۵۵	مایکروپای EX
۳۵۶	کارت‌های FM
۳۵۷	پردازنده‌های ارتباطی CP
۳۶۱	مایکروپای واسط
۳۶۳	SIMATIC Teleservice
۳۶۳	۱۲-۷- SIMATIC SY-۴۰۰
۳۶۴	- افزونگی سخت‌افزاری
۳۶۵	- مایکروپای سری ۴۰۰
۳۶۵	کارت‌های دیجیتال
۳۶۵	کارت‌های آنالوگ
۳۶۶	کارت‌های FM
۳۶۶	کارت‌های CP
۳۶۷	Rack
۳۶۷	مایکروپای واسط
۳۶۸	منابع تغذیه
۳۶۸	Y-Link
۳۶۹	- افزونگی نرم‌افزاری
۳۷۰	- O/اهای توزیع شده و ET۲۰۰ها
۳۷۱	ET۲۰۰S
۳۷۳	ET۲۰۰Isp
۳۷۳	ET۲۰۰X

۳۷۳	ET۲۰۰L
۳۷۴	ET۲۰۰B
۳۷۴	ET۲۰۰M
۳۷۶	HMI - ۱۲-۸
۳۷۷	TP Panel
۳۷۸	OP Panel
۳۷۹	TP Panel
۳۸۲	SIMATIC CY
۳۸۲	SIMATICY- ۶۱۳
۳۸۳	SIMATICY-۶۳۵
۳۸۳	SIMATICY-۶۳۶
۳۸۴	۱۲-۹ - شبکه‌های زمینس
۳۸۷	داده‌های عمومی
۳۹۶	۱۲-۱۰ - نرم افزارهای زمینس
۳۹۷	۱۲-۱۰-۱ - نرم افزارهای برنامه نویسی
۳۹۸	SIMATIC Manager
۴۰۰	- ایجاد یک پروژه جدید و پیکره بندی سخت افزاری
۴۱۰	پیکره بندی ET۲۰۰M
۴۱۲	پیکره بندی PC Station
۴۱۴	مراجع

آشنایی با مدارات کنترل.

۱-۱- مدارات کنترل

یک کنترل کننده معمولاً به عنوان یک وسیله یا گروهی از وسایل تعریف می‌شود که به روشهای از پیش تعیین شده، توان الکتریکی تحویل داده شده به دستگاهی که به آن متصل است را تحت نظارت و کنترل دارد. عبارت کنترل که در مدارات کنترلی به کار می‌رود یک مفهوم کلی است که از یک کلید ساده گرفته تا یک سیستم پیچیده شامل رله‌ها، کنتاکتورها، تایمرها، کلیدها و چراغهای نشان دهنده را دربرمی‌گیرد. هر مدار الکتریکی که برای روشنایی و یا قدرت به کار می‌رود دارای اجزای کنترلی است. به عنوان مثال کلیدی که مانند شکل (۱) برای روشن و خاموش کردن یک لامپ به کار می‌رود، یک مدار کنترل محسوب می‌شود.

البته در صنعت تعداد بسیار زیادتری از وسایل و تجهیزات وجود دارد. به عنوان مثال برای روشن و خاموش کردن یک موتور و حفاظت آن و ماشین آلات مربوطه و همچنین پرسنل در حال کار، از کنترلرها استفاده می‌شود. کنترلرهای یک موتور علاوه بر این، قابلیت معکوس کردن جهت، تغییرات سرعت، راه اندازی نرم (Jogging)، توالی‌ها و پایلوت را نیز دارا هستند.

مدارات کنترلی که برای عملکرد دقیق و اتوماتیک یک ماشین به کار می‌روند ممکن است بسیار پیچیده باشد.



شکل (۱)