

۸۷۵ - ۱۳۴

کنترل موتورهای القایی از تئوری تا عمل

تردآوری و تالیف:

مصطفی بیاتی (دپارتمان فنی شرکت بارس مکترونیک صنعت)



**NAGHOOS
PUBLICATION**

ریالقا ارجله یقهه با یته

عنوان و نام پدیدآور : کنترل موتورهای القایی از تئوری تا عمل

مشخصات نشر : تهران: انتشارات ناقوس، ۱۳۹۴.

مشخصات ظاهری : ۲۵۸ ص: مصور، جدول.

شابک : ۹۷۸-۹۶۴-۳۷۷-۷۷۹-۱ : بها : ۲۰۰,۰۰۰ ریال به همراه DVD

وضعیت فهرست نویسی : فیکای مختصر

یادداشت : فهرست نویسی کامل این اثر در نشانی <http://opac.nlai.ir> قابل دسترسی است.

شماره کتابشناسی ملی : ۳۸۵۷۳۱



NAGHOOS PUBLICATION

برای دید Online به آدرس زیر مراجعه کنید:

www.naghoospress.ir

انتشارات ناقوس

چاپ اول

نام کتاب : کنترل موتورهای القایی از تئوری تا عمل

ناشر : انتشارات ناقوس

گردآوری و تألیف : مصطفی بیاتی

چاپ اول : ۱۳۹۴

تیراژ : ۱۰۰۰ جلد

چاپ و صحافی : فرشویه

سرپرست صفحه آرا : صدف پورعیدی

قیمت با DVD : ۲۰۰,۰۰۰ ریال

شابک : ۹۷۸-۹۶۴-۳۷۷-۷۷۹-۱

ISBN : 978-964-377-779-1

S.M.S : ۳۰۰۰۴۵۲۳۲۳

کتاب حقوقی ای سرمایه گذار محفوظ
کتاب تمام یا قسمتی از این اثر
به صورت روفجینی یا چاپ مجدد،
چاپ افست، پلی کپی، فتوکپی و انواع
دیگر چاپ ممنوع است و پیگرد قانونی
دارد.

مراکز پخش:

۱- انتشارات ناقوس: میدان انقلاب، خیابان کارگر جنوبی، خیابان روانمهر، کوچه دولتشاهی، پلاک ۲
تلفن و فاکس : ۶۶۴۰۸۵۲۰ - ۶۶۴۰۱۷۹۸ - ۶۶۴۱۷۰۷۲ - ۶۶۴۶۶۷۹۳

۲- کتابفروشی الیاس: خیابان انقلاب، نبش فروردین تلفن: ۶۶۴۰۵۰۸۴

۳- کتابفروشی گلریزان، ضلع جنوب شرقی میدان انقلاب، پلاک ۱۱ تلفن: ۶۶۹۷۶۲۳۰

پیشگفتار

با رشد و توسعه‌ی صنایع و پیچیده‌تر شدن تجهیزات مورد استفاده در آنها، نیاز به داشتن دانش کافی پیرامون هریک از این تجهیزات نوین برای هر مهندس و تکنسینی که در حوزه صنعت مشغول به کار می‌باشد، بیش از پیش احساس می‌شود. شاید هنوز به خاطر داشته باشید که در چند دهه‌ی گذشته، استفاده از تابلوهای حجیم کنتاکتوری به منظور پیاده‌سازی منطق کنترلی در یک پروسه، امری عادی و رایج بود ولی امروزه کمتر فرایندی را می‌توان یافت که با استفاده از این روش سنتی کنترل شود و به جای آن از تجهیزات مبتنی بر میکروپروسورها و بالخصوص PLCها استفاده می‌شود و براحتی و با استفاده از برنامه می‌توان یک فرایند را با مزایای بسیاری تحت کنترل خود در آورد. با پیش روی زمان، سیستم‌های ماینورتونگ یا اینورتر نیز به این عرصه ورود کردند و امروزه می‌توان صفحات لمسی با گرافیک بسیار بالا را در جای جای یک کارخانه و یا در اکثر ماشین آلات یافت و این امکان فراهم شده است که به صورت گرافیکی وضعیت یک دستگاه یا یک از تجهیزات را ماینورتور کرد و در صورت لزوم فرامین کنترلی را از طریق این صفحات ارسال و دریافت نمود.

از جمله رایج‌ترین و شاید به جرأت بتوان گفت مهمترین تجهیزات مورد استفاده در هر فرایندی، موتورهای الکتریکی می‌باشند که به عنوان یک ملگر حیات در یک فرایند، انرژی الکتریکی را به انرژی مکانیکی تبدیل می‌کنند و در نهایت باعث به حرکت در آمدن تجهیزاتی مانند یک فن و یا یک بالابر، می‌شوند. داشتن کنترل دقیق بر عملکرد موتورهای هواره یک از چالش‌های مهندسی بوده و می‌باشد. از دیرباز تاکنون مهندسين به ارائه راهکارهای مختلف برای کنترل موتورهای الکتریکی اعم از AC و DC با ویژگی‌های منحصر به فرد، پرداخته‌اند و در نهایت ثمره‌ی تمام این تحقیقات و تلاش‌های مهندسی را می‌توان در تجهیزاتی به نام اینورترها یافت. امروزه با استفاده از راننده‌ی الکترونیک از اینورترهای موجود در بازار، با صرف کمترین زمان و هزینه می‌توان بسادگی بر تمامی پارامترهای مشخصه‌های یک موتور الکتریکی کنترل داشت. کاربر این قبیل تجهیزات صرفاً میبایست پس از انتخاب یک اینورتر متناسب با توان موتور الکتریکی موجود و تنظیم چند پارامتر که توسط صفحه کلید تعبیه شده بر روی اینورتر انجام می‌شود، عملکرد مورد نظر خود را از موتور الکتریکی دریافت کند. به عنوان مثال می‌توان سرعت و یا گشتاور موتور خود را کنترل کند و یا عملکرد موتور در لحظه توقف را مشخص کند و ده‌ها کاربرد و مثال دیگر که در ادامه در فصول مربوطه بدان‌ها خواهیم پرداخت.

در همین راستا و به منظور تلاش جهت پیشرفت میهن عزیزمان در عرصه صنعت و ارائه خدمات مرتبط با این حوزه به متخصصین صنایع مختلف، شرکت پارس مکترونیک صنعت در سال ۱۳۸۰ توسط متخصصین اتوماسیون صنعتی و مکترونیک با هدف تامین تجهیزات، طراحی و مهندسی و آموزش سیستم‌های اتوماسیون صنعتی تأسیس شد و هم اکنون در عرصه‌های مذکور یکی از پیشگامان صنعت اتوماسیون می‌باشد.



پارس مکترونیک صنعت علاوه بر اینکه نمایندگی انحصاری HMI های Panel Master تولید شرکت Cermate Technology و PLC های Co-Trust در خاورمیانه و کشور عزیزمان ایران می باشد، در حال حاضر تولیدکننده و ارائه دهنده درایوهای AC با علامت تجاری PM Drive نیز می باشد که علاوه بر تامین کلیه تجهیزات مربوطه، به ارائه خدمات فنی پس از فروش و همچنین آموزش های لازم به مشتریان، برای استفاده از حداکثر قابلیت های این درایوها، می پردازد. این خانواده از درایوها با توجه به عملکرد دقیق، قابلیت اطمینان بالا، تنوع محصولات و همچنین قیمت بسیار مناسب، به یکی از درایوهای پرکاربرد در صنایع مختلف مبدل گشته است.

ارائه خدمات فنی و مهندسی منحصر بفرد، همواره یکی از اهداف گروه پارس مکترونیک صنعت بوده است. در همین راستا کتاب پیش رو که ثمره تحقیقات و تلاش های متعدد متخصصین این شرکت بوده است، تهیه و در دسترس کاربران محترم قرار داده شده است. امید بر آن است که مطالب تالیف، گردآوری و ترجمه شده موجود در این کتاب بتواند کاربران را نسبت به دانش فنی پیرامون موتورهای الکتریکی و درایو AC بی نیاز از منابع دیگر سازد. در ادامه رئوس مطالب ارائه شده در این کتاب ارائه می شود:

در فصل اول به مبحث موتورهای القایی پرداخته شده است. در این فصل ضمن آشنایی با ساختار و انواع موتورهای القایی، به ارائه روابط ریاضی حاکم و انواع مدل های موجود برای هریک پرداخته شده است تا برای خواننده هیچ مطلبی در مورد این دسته از موتورهای پرکاربرد مبهم نماند.

در فصل دوم به بررسی دقیق انواع روش های کنترل موتورهای القایی پرداخته می شود. مفاهیمی از قبیل الکترونیک قدرت مورد استفاده در مبدل درایو، روش های کنترل برداری، V/F و ... به صورت جزئی و با ارائه روابط ریاضی حاکم و بلوک دیاگرام هریک از روش ها، در این فصل ارائه شده است.

در فصل سوم به معرفی اینورترهای PM Drive و انواع خانواده های آن پرداخته شده است و مزایا و ویژگی های هر خانواده به صورت فهرست وار ارائه شده است.

و در انتها در فصل چهارم، ترجمه کامل دفترچه راهنمای اینورتر مدل PM3031 به زبان فارسی ارائه شده است و سعی بر آن بوده است که از اصطلاحات و تعاریف قابل درک و فهم برای کاربران استفاده شود.

در انتها لازم است از کلیه زحمات مدیریت و مهندسین شرکت پارس مکترونیک صنعت که تلاش های آن ها به چاپ این کتاب انجامید، قدردانی و تشکر بعمل آوریم و از شما خواننده محترم تقاضا داریم که در صورت داشتن پیشنهاد برای بهبود مطالب ارائه شده در این کتاب، ما را در جریان نظرات ارزشمند خود قرار دهید.

ارادتمند

شرکت پارس مکترونیک صنعت

فهرست مطالب

پیشگفتار

فصل اول: موتورهای القایی انواع آن، مدلسازی و روابط حاکم

۱-۱ مقدمه

۲-۱ انواع موتورهای القایی

۱-۲-۱ موتورهای القایی تک فاز

۲-۲-۱ موتورهای القایی سه فاز

۲-۲-۱ روتور سیم پیچی شده (Wound rotor type)

۲-۲-۱ روتور قفس سنجابی (Squirrel cage type)

۳-۱ مدار معادل موتور القایی سه فاز

۴-۱ تست های موتور القایی

۱-۴-۱ تست DC

۲-۴-۱ تست بی باری (No load test)

۳-۴-۱ تست روتور قفل (Blocked Rotor test)

۵-۱ مدل موتور القایی در دستگاه DQ

۶-۱ معادلات حالت موتور القایی

۷-۱ معادلات توان و گشتاور موتور القایی

۸-۱ راه اندازی موتور القایی

۱-۸-۱ استفاده از مقاومت خارجی روتور (در مورد موتورهای روتور سیم پیچی شده)

۲-۸-۱ استفاده از روش اتصال ستاره مثلث

۳-۸-۱ استفاده از راه اندازهای نرم (Soft Starter)

۴-۸-۱ استفاده از اتوترانس

۹-۱ محاسبه ی زمان راه اندازی موتورهای القایی

۱-۹-۱ روش دقیق محاسبه زمان راه اندازی

۲-۹-۱ روش تقریبی محاسبه زمان راه اندازی

۱۰-۱ پلاک معمول یک موتور القایی AC

فصل دوم: روش های کنترل موتور القایی

۱-۲ مقدمه

۲-۲ انواع روش های کنترل اسکالر

۱-۲-۲ کنترل سرعت با تغییر لغزش

۲-۲-۲ کنترل سرعت با تغییر قطب

۳-۲-۲ کنترل سرعت با تغییر ولتاژ

۴-۲-۲ کنترل سرعت با تغییر فرکانس منبع

- ۵۱ ۵-۲-۲ کنترل ولتاژ فرکانس (V/f)
- ۵۴ ۳-۲ کنترل برداری موتور القایی
- ۵۸ ۱-۳-۲ روش کنترل برداری مستقیم (حلقه بسته)
- ۶۱ ۲-۳-۲ روش کنترل برداری غیر مستقیم (بدون سنسور)
- ۶۳ ۳-۳-۲ روش کنترل مستقیم گشتاور موتورهای القایی
- ۷۰ ۴-۲ تنظیم کنترل کننده جریان موتور القایی
- ۷۵ ۵-۲ مروری بر الکترونیک قدرت درایوهای AC
- ۷۵ ۱-۵-۲ بلوک دیاگرام یک اینورتر AC سه فاز
- ۷۶ ۱-۱-۵-۲ توان ورودی سه فاز
- ۷۸ ۲-۱-۵-۲ مدار یکسوساز یا رکتیفایر (AC/DC Converter)
- ۸۳ ۳-۱-۵-۲ مدار مبدل یا اینورتر (DC/AC Converter)
- ۸۷ ۱-۲-۲ سیگنال مدولاسیون عرض پالس PWM
- ۸۸ ۶-۲ روش‌ها- اندازه گیری سرعت موتور
- ۸۹ ۱-۶-۲ تاز ژنراتور (Tacho-Generator)
- ۸۹ ۲-۶-۲ انکودر (Encoder)
- ۸۹ ۱-۲-۶-۲ انکودر خطی
- ۹۰ ۲-۲-۶-۲ انکودر دوار
- ۹۱ ۳-۲-۶-۲ انکودر افزایشی (Incremental encoder)
- ۹۳ ۴-۲-۶-۲ انکودر مطلق (Absolute encoder)
- ۹۵ ۳-۶-۲ تحلیل گر (Resolver)

فصل سوم: معرفی اینورترهای PM Drive

- ۱۰۰ ۱-۳ مقدمه
- ۱۰۰ ۲-۳ اینورترهای سری PM100
- ۱۰۱ ۳-۳ اینورترهای سری PM303B/A
- ۱۰۲ ۴-۳ اینورترهای سری PM300A

فصل چهارم: دفترچه راهنما و تشریح پارامترهای اینورترهای PM Drive سری PM303B

فصل پنجم: مثال‌های کاربردی استفاده از اینورتر در کاربردهای مختلف

- ۲۴۶ ۱-۵ مقدمه
- ۲۴۶ ۲-۵ کنترل اینورترهای PM DRIVE از طریق شبکه مدباس و PLC های PM Logix
- ۲۴۷ ۱-۲-۵ پیاده‌سازی شبکه مدباس در PLC های زیمنس و PM Logix

۲۵۳ منابع و مراجع

۲۵۵ ضمایم