

بسم الله الرحمن الرحيم

ویرایش دوم

مرجع کامل اینورترهای کنترل موتور



تألیف: مهندس مبین محسن زاده

مهندس امین محسن زاده



به اهتمام: شرکت ایمن تابلو

نماینده انحصاری محصولات **LS** در ایران

زمستان ۱۳۹۰

زندگی یعنی پژوهش و فهمیدن چیزهای جدید... دکتر محمود حسابی

پیشگفتار مؤلف

امروزه استفاده از موتورهای الکتریکی در هر خط تولید و کارخانه صنعتی کوچک و بزرگ به چشم می‌خورد و استفاده مطلوب از آن مشروط بر کنترل دقیق و قابل انعطاف سرعت و گشتاور می‌باشد. در گذشته به دلیل ضعف‌های تکنولوژی و نبود قطعات الکترونیک صنعتی برای کنترل دور موتورهای الکتریکی مجبور بودیم از روش‌هایی مانند راه اندازی به کمک مقاومت راه‌انداز، تغییر تسمه و فولی و... استفاده کنیم که همواره مشکلات و تلفات انرژی زیادی را به همراه داشته و استفاده از آن همراه با هزینه‌های بالای نگهداری و تعویض بود. با پیشرفت سریع تکنولوژی و ظهور قطعات الکترونیک صنعتی، کنترل دور موتورهای DC امکان‌پذیر شد که بخشی از این مشکلات موتورهای AC را برطرف می‌کرد و قابلیت انعطاف بالایی را فراهم می‌ساخت، ولی به علت مشکلات اصلی موتورهای DC مانند نیاز به سرویس و نگهداری با هزینه بالا، صنعت را به سوی استفاده از الکترو موتورهای AC هدایت کرد. با پیشرفت تکنولوژی و ظهور قطعات نیمه‌هادی مانند ترایاک و IGBT، نسل اول اینورترها عرضه شده ولی چون به ازای تغییرات زیاد بار، قابلیت جبران سازی سرعت وجود نداشت، استقبال از آن را نسبت به درایورهای DC محدود می‌ساخت. با وجود این، امروزه با بهره گرفتن از تکنولوژی مدرن، شاهد ساخت اینورترهایی با کارایی و تنوع بالایی می‌باشیم که با راندمانی بسیار بالا کنترل دقیق سرعت، گشتاور و بسیاری از پارامترهای کاربردی را برای ما مهیا ساخته است.

از میان شرکت‌های مختلفی که تولید کننده اینورترهای AC می‌باشند و در بازار ایران و جهان نقش مهمی در توسعه صنعت وابسته به اتوماسیون صنعتی و سیستم‌های کنترل دور موتور دارند، شرکت LG با برند LS یکی از فعال‌ترین مجموعه‌ها در ارائه محصولات متنوع برای کاربردهای مختلف با قیمتی کاملاً رقابتی می‌باشد که همین امر باعث شد برای آشنایی هر چه بیشتر متخصصین و دست‌اندرکاران اتوماسیون صنعتی و به کارگیری صحیح و کامل از امکانات اینورترهای LS، با همکاری و مساعدت شرکت محترم ایمن تابلو نماینده انحصاری محصولات LS در ایران دست به تألیف کتابی با موضوع کنترل الکتروموتورهای AC با اینورترهای صنعتی LS زده و در اختیار علاقه‌مندان قرار دهیم.

چاپ اول این کتاب در پاییز ۱۳۸۹ وارد بازار شد و خوشبختانه مورد استقبال خوبی قرار گرفت. در چاپ دوم این کتاب تصمیم گرفته‌ایم تا کتاب فوق را یک ویرایش کلی کرده و استفاده از آنرا هر چه مفیدتر گردانیم. در این راستا علاوه بر بررسی هر چه بیشتر مفاهیم پایه در حیطه موتورهای القایی، کلیه پارامترهای کنترلی اینورتر IG5A و پارامترهای اصلی اینورترهای IV5, IP5A, IH, IS5, IC5, IE5 و IS7 را تشریح کرده‌ایم. همچنین با ذکر چند مثال کاربردی راه‌اندازی واقعی یک اینورتر و کنترل آن توسط PLC و HMI را به صورت گام به گام توضیح داده‌ایم. صفحه آرایی و ویراستاری کتاب نیز به موازات محتوای آن تغییرات کاملی کرده است و امیدواریم مورد توجه مهندسین بزرگوار قرار بگیرد. از آنجایی که شرکت LS برای کاربردهای مختلف، مدل‌های متنوعی از اینورترها را با توان‌های مختلف و کارایی‌های مختص آن

پروژه طراحی و ارائه کرده است ابتدا به بررسی کلی تمام مدل‌های ساخته شده پرداخته و سپس از میان آن‌ها مدل پرکاربرد **IG5A** را که تقریباً برای هر پروژه صنعتی جوابگو بوده و رنج وسیعی از توان‌های عمومی در محدوده 6.4 تا 22 کیلووات و ورودی تک فاز و سه فاز را شامل می‌شود به طور کامل مورد بررسی قرار داده‌ایم. در تألیف این کتاب تمام سعی بر آن بوده است که، استفاده از آن برای همه دست‌اندرکاران این بخش با سطوح علمی مختلف مفید باشد و استفاده از تمام پارامترهای این مدل را دربر بگیرد. به علت تشابه زیادی که بین مدل‌های مختلف وجود دارد یادگیری این مدل باعث می‌شود که کار با سایر مدل‌های اینورتر به راحتی و تنها با نگاهی اجمالی به پارامترهای آن مقدور باشد. به همراه این کتاب، **CD** نیز پیش‌بینی شده است که شامل جدیدترین کاتالوگ محصولات **LS** می‌باشد و محصولات **PLC**، **HMI** و **AC Drive** را به طور کامل بررسی و معرفی می‌کند.

از آنجایی که یک فصل از این کتاب مختص آموزش کامل کار با نرم افزار **Drive view** برای کنترل و مانیتورینگ اینورترهای **LS** می‌باشد، آخرین نسخه از این نرم افزار نیز در **CD** قرار داده شده است.

در پایان برخورد لازم می‌دانم از تمامی دوستان در شرکت ایمن تابلو و به ویژه مدیرعامل محترم جناب آقای **مهندس ایرج وطن نواز** که همواره مشوق بنده بوده‌اند و در پدید آمدن این اثر تلاش کرده‌اند، تشکر نمایم. همچنین از زحمات جناب آقای یوسف باوند سوادکوهی مدیریت محترم انتشارات قدیس که در پدید آمدن این اثر تلاش کرده‌اند، تشکر فراوان دارم.

صاحب نظران نیز می‌توانند از طریق پست الکترونیکی mohsenzadeh@eamentablo.com دیدگاه‌های خود را با ما در میان بگذارند، همچنین برای ارتباط با خوانندگان محترم این کتاب و سایر کتاب‌های تألیف شده توسط اینجانب، وب سایت www.pcs.h.ir تهیه شده و حاوی مطالب متنوعی در مورد شاخه الکترونیک، اتوماسیون صنعتی و کنترل و ابزار دقیق می‌باشد که می‌تواند برای علاقه‌مندان به شاخه برق و کنترل مفید باشد.

✓ شاد و موفق باشید و فراموش نکنید که شاد بودن مهمتر از موفق بودن است...

مبین محسن زاده

کارشناس آموزش شرکت ایمن تابلو

دی ۱۳۹۰

فهرست

فصل اول - ساختار موتورهای القایی و روش‌های کنترل سرعت

۱-۱	جریان الکتریکی	۱۷
۱-۲	گشتاور	۲۲
۱-۳	بررسی انواع مبدل‌های ولتاژ	۲۳
۱-۴	بررسی انواع اینورتر	۲۶
۱-۵	اینورترهای با مدولاسیون عرض پالس (PWM)	۳۰
۱-۶	تاریخچه موتورهای القایی	۳۷
۱-۷	موتور الکتریکی	۳۸
۱-۸	موتورهای DC	۳۹
۱-۹	موتورهای AC	۴۲
۱-۱۰	موتورهای القایی با رتور قفس سنجابی	۴۸
۱-۱۱	موتورهای القایی بارتورسیم پیچی شده	۵۱
۱-۱۲	ساختمان داخلی موتورها	۵۴
۱-۱۳	سرعت موتور آسنکرون	۵۶
۱-۱۴	موتور جریان متناوب سه فاز سنکرون	۵۷
۱-۱۵	راه اندازی موتورهای القایی	۵۸
۱-۱۶	مشخصه بار	۶۰
۱-۱۷	انواع بار با منحنی‌های سرعت - گشتاورشان	۶۲
۱-۱۸	ساختار موتورهای القایی	۶۳
۱-۱۹	روش‌های ترمز موتورهای القایی	۶۶
۱-۲۰	پلاک خوانی موتورهای القایی	۶۸
۱-۲۱	کنترل سرعت موتورهای القایی	۷۱
۱-۲۲	کاربرد کنترل کننده‌های دور موتور در صرفه جویی انرژی	۷۷

فصل دوم – بررسی کامل محصولات اتوماسیون صنعتی و درایو LS

۸۱	۲-۱ تاریخچه مختصری از شرکت LG
۸۴	۲-۲ محصولات RFID/USN شرکت LS
۸۵	۲-۳ محصولات اتوماسیون صنعتی شرکت LS
۹۱	۲-۴ اینورترهای LS (AC Drive)
۹۲	۲-۴-۱ مدل IE5
۱۰۰	۲-۴-۲ مدل IC5
۱۰۸	۲-۴-۳ مدل IS5
۱۱۶	۲-۴-۴ مدل IS7
۱۲۷	۲-۴-۵ مدل IH
۱۳۲	۲-۴-۶ مدل IP5A
۱۴۴	۲-۴-۷ مدل IV5
۱۵۰	۲-۴-۸ اینورترهای ولتاژ متوسط VFD

فصل سوم – نرم افزار کنترل و مانیتورینگ اینورتر Drive View v3.3

۱۵۷	۳-۱ وضعیت عملیاتی
۱۵۷	۳-۲ نیازمندی‌های سیستم (PC)
۱۵۷	۳-۳ مراحل نصب نرم افزار
۱۶۰	۳-۴ نمایش از ۵ صفحه اصلی نرم افزار
۱۶۱	۳-۵ بررسی منوهای نرم افزار Drive view
۱۷۶	۳-۶ نمایش متغیرها و تنظیمات گراف

فصل چهارم – بررسی کامل پیکربندی سخت افزاری و موارد حفاظتی IG5A

۱۷۹	۴-۱ دستورالعمل‌های ایمنی و هشدارهای عمومی
۱۸۰	۴-۲ شرایط محیطی مناسب برای نصب
۱۸۱	۴-۳ اصول سیم‌بندی و مونتاژ

۱۸۲	۴-۴ اطلاعات اولیه و موارد حفاظتی
۱۸۵	۴-۵ نصب و سیم‌بندی
۱۹۴	۴-۶ برنامه‌ریزی به کمک Keypad و عملیات پایه
۱۹۶	۴-۷ جابه‌جایی به گروه‌های دیگر
۱۹۸	۴-۸ تنظیم پارامتر و تغییر مقادیر پارامتر در Drive group
۲۰۰	۴-۹ تنظیم فرکانس و عملیات پایه

فصل پنجم - بررسی کامل توابع پایه و اصلی اینورترهای IG5A

۲۰۵	۵-۱ مدهای فرکانسی
۲۱۰	۵-۲ روش تنظیم فرمان راه‌اندازی
۲۱۲	۵-۳ زمان شتاب و توقف (Accel / decel) و تنظیم خصوصیات
۲۱۵	۵-۴ الگوی تنظیم شتاب / توقف
۲۱۷	۵-۵ کنترل V/F
۲۲۱	۵-۶ تنظیم ولتاژ خروجی
۲۲۲	۵-۷ افزایش دستی گشتاور
۲۲۲	۵-۸ تعیین روش STOP
۲۲۴	۵-۹ محدوده فرکانسی

فصل ششم - بررسی کامل توابع پیشرفته و تکمیلی اینورترهای IG5A

۲۲۹	۶-۱ ترمز DC موتور
۲۳۱	۶-۲ به‌کارگرفتن Jog
۲۳۲	۶-۳ کلیدهای Up-Down درایو
۲۳۴	۶-۴ کنترل موتور به کمک مد 3-Wire
۲۳۴	۶-۵ عملکرد زمان توقف اینورتر
۲۳۵	۶-۶ کنترل کننده PID (Proportional-Integral-Derivative)
۲۴۸	۶-۷ سیستم صرفه‌جویی در انرژی
۲۴۹	۶-۸ کنترل برداری بدون سنسور
۲۵۰	۶-۹ تلاش برای راه‌اندازی مجدد (Restart) خودکار
۲۵۱	۶-۱۰ تغییر فرکانس حامل و تغییر صدای موتور

۶-۱۱	به کار انداختن موتور دوم	۲۵۲
۶-۱۲	توابع تشخیص خودکار خطا (Self-Diagnostic)	۲۵۳
۶-۱۳	کنترل ترمز خارجی	۲۵۵
۶-۱۴	پایداری سرعت اینورتر (Draw Drive)	۲۵۶
۶-۱۵	کنترل فن خنک کننده	۲۵۸
۶-۱۶	نوشتن / خواندن پارامتر	۲۵۹
۶-۱۷	پارامتر برگرداندن به تنظیمات اولیه کارخانه	۲۶۰
۶-۱۸	ثبت کلمه عبور	۲۶۰
۶-۱۹	نظارت بر عملکرد اینورتر به کمک نمایشگر	۲۶۱
۶-۲۰	خروجی آنالوگ	۲۶۵

فصل هفتم - توابع حفاظتی، نگهداری و عیب یابی اینورترها

۷-۱	نمایش وضعیت خطا	۲۶۹
۷-۲	توابع حفاظتی	۲۷۳
۷-۳	خطر اضافه بار و لغزش	۲۷۴
۷-۴	حفاظت در مقابل فقدان فاز خارجی	۲۷۵
۷-۵	نگهداری و عیب یابی	۲۷۵

فصل هشتم - پروژه های عملی به کمک اینورتر، PLC و HMI

۸-۱	کنترل جهت حرکت موتور به کمک دو لیمیت سوئیچ و تغییر سرعت آن با پتانسیومتر	۲۸۱
۸-۲	کنترل و مانیتور پارامترهای اصلی اینورتر به کمک HMI مدل XP 30	۲۸۳
۸-۳	کنترل سرعت اینورتر به کمک خروجی آنالوگ PLC	۲۹۱

فصل نهم - معرفی قطعات پر کاربرد در اینورتر و اطلاعات تکمیلی

۹-۱	نیمه رسانا	۲۹۹
۹-۲	دیود	۳۰۰
۹-۳	ترانزیستور	۳۰۳

۳۰۵	-----	MOSFET ۹-۴
۳۰۷	-----	Thyristor ۹-۵
۳۰۸	-----	TRIAC ۹-۶
۳۰۹	-----	IGBT ۹-۷
۳۱۱	-----	خازن ۹-۸
۳۱۷	-----	اصلاح ضریب توان ۹-۹
۳۲۰	-----	منابع تغذیه سویچینگ ۹-۱۰
۳۲۳	-----	پمپ ۹-۱۱

فصل دهم - اطلاعات تکمیلی و ضمیمه

۳۳۷	-----	لیست توابع اینورتر IG5A ۱۰-۱
۳۶۰	-----	لیست کدهای تحت شبکه پارامترها و توابع اینورتر IG5A ۱۰-۲
۳۶۳	-----	جدول کدهای ASCII ۱۰-۳
۳۶۳	-----	مشخصات فنی و سخت افزاری اینورتر IG5A ۱۰-۴
۳۶۵	-----	جدول انتخاب بیمتال برای راه اندازی مستقیم موتور ۱۰-۵
۳۶۶	-----	جدول انتخاب کابل‌های تغذیه ۱۰-۶
۳۶۷	-----	فهرست منابع 