

به نام آن که جان را فکرت آموخت

کنترل موتورهای الکتریکی جریان متناوب و درایو موتور

(عیب یابی و تعمیر موتورهای الکتریکی و درایوهای موتورهای جریان متناوب)

مؤلف:

داود حبیب زاده

۲۵۴۲۲۲۲۲



سرشناسه : حبیبزاده، داود، ۱۳۴۵ -
 عنوان و نام پدیدآور : کنترل موتورهای الکتریکی جریان متناوب و درایو موتور / داود حبیبزاده.
 مشخصات نشر : تهران: دانش بنیاد، ۱۴۰۳.
 مشخصات ظاهری : ۱۶۸ص: مصور.
 شابک : ۹۷۸-۶۲۲-۴۹۱۱-۱۴-۸
 وضعیت فهرست نویسی : فیفا
 موضوع : موتورهای برقی جریان متناوب -- کنترل خودکار
 موضوع : Electric motors, Alternating current -- Automatic control
 رده بندی کنگره : TK۲۷۸۱
 رده بندی دیویی : ۶۲۱/۴۶
 شماره کتابشناسی ملی : ۹۷۹۹۹۴۵
 اطلاعات رکورد کتابشناسی : فیفا

کنترل موتورهای الکتریکی جریان متناوب و درایو موتور



مولف : داود حبیبزاده
 مدیر تولید : رضا کرمی شاهنده
 ویراستار ادبی : نجمه خردمندزاد
 نوبت چاپ : ۱۴۰۳ - ۱
 تیراژ : ۲۰
 شابک : ۹۷۸-۶۲۲-۴۹۱۱-۱۴-۸

دفتر انتشارات : تهران - خیابان انقلاب - خیابان اردبیهشت - بین لیلی نژاد و جمهوری - ساختمان ۱۰
 تلفن : ۶۶۴۶۵۸۳۱ - ۶۶۴۸۱۰۹۶ - ۶۶۴۸۲۲۲۱
 فروشگاه تهران : خیابان انقلاب - مقابل دبیرخانه دانشگاه تهران - پلاک ۱۳۱۲ - کتابفروشی صاعی - تلفن : ۶۶۴۰۹۹۲۴
 فروشگاه یزد : میدان آزادی (باغ ملی) - ابتدای خیابان فرخی - جنب مجتمع ستاره - کتاب مرکزی فدک
 تلفن : ۳۶۲۲۲۴۷۵ - ۳۶۲۲۶۷۷۱ - ۳۶۲۲۶۷۷۲ - ۳۶۲۲۶۷۷۳ - ۳۵

ایمیل و وبسایت : www.fadakbook.ir - fadakbook@yahoo.com

کلیه حقوق و حق چاپ متن و عنوان کتاب که به ثبت رسیده است؛ مطابق با قانون حقوق مولفان و مصنفان مصوب ۱۳۴۸ محفوظ و متعلق به انتشارات دانش بنیاد می باشد. هرگونه برداشت، تکثیر، کپی برداری به هر شکل (چاپ، فتوکپی، انتشار الکترونیکی) بدون اجازه کتبی از انتشارات دانش بنیاد ممنوع بوده و متخلفین تحت پیگرد قانونی قرار خواهند گرفت.

معاونت حقوقی
 انتشارات دانش بنیاد

پیش گفتار

موتورهای الکتریکی و بخصوص موتورهای الکتریکی جریان متناوب از مهمترین عملگرهای مورد استفاده در لوازم صنعتی و خانگی هستند. بدون موتورهای الکتریکی خطوط تولید و صنعت معنی و مفهوم پیدا نمی کنند. انواع مختلف و متنوعی از موتورهای الکتریکی در تجهیزات و دنیای اطراف ما مشاهده می شوند. برای مثال در خودرو و اسباب بازی ها، نمونه هایی از موتورهای جریان مستقیم را می توانید مشاهده کنید. ولی موتورهای جریان متناوب بخصوص موتورهای ۳۸۰ (سه فاز)، به دلیل ساختار و ویژگی های خاصی که دارند، در صنایع مختلف بکار گرفته می شوند.

موتورهای الکتریکی با سرعت (تعداد دور در دقیقه)، جهت چرخش، توان و گشتاوری که تولید می کنند برای انجام فعالیت های مختلف استفاده می شوند. ولی اگر این پارامترها قابل کنترل نباشند، استفاده از موتورهای الکتریکی ممکن نخواهد بود. برای اینکه با روش های کنترل این مقادیر و کمیت ها آشنا شویم، ابتدا نرم افزار است با ساختمان و نحوه کارکرد موتورهای الکتریکی آشنا شویم. به همین دلیل ابتدا به بررسی ساختمان موتورهای جریان متناوب پرداخته و در ادامه روش های کنترل آنها بیان می گردد.

یکی از تجهیزات مهمی که در صنایع مختلف مشاهده می کنید، دستگاهی به نام درایو یا اینورتر است. درایو دستگاه و وسیله ای برای کنترل پارامترهای مختلف موتور مانند سرعت، جهت و جریان راه اندازی اولیه است. در این کتاب به بررسی ساختار این درایو و نحوه نگهداری، عیب یابی و تعمیر آن پرداخته می شود.

مطالب به گونه ای تهیه گردیده تا مورد استفاده کلیه علاقمندان از سطح کارگران فنی تا استادکاران با تجربه صنعت قرار گیرد.

از تمام خوانندگان و صاحب نظران انتظار دارم با ارائه پیشنهادها و انتقادهای خویش، موجب افزایش بار علمی و پر بار شدن مطالب این کتاب شوند. در پایان از تمام کسانی که در تهیه این کتاب نقش داشته اند، تشکر و قدردانی می نمایم. بخصوص جناب آقای مجیدرضا زروئی، مدیر محترم انتشارات فدک ایساتیس، که زحمت آماده سازی نشر و پخش این کتاب را تقبل نموده اند.

داود حبیب زاده

Dhabibzadeh@gmail.com

فهرست

فصل ۱ اهمیت موتورهای الکتریکی و کنترل آنها ۱

- ۱-۱ سیستم های کنترل حرکت (Motion Control) ۲
- ۲-۱ عملگرها و عناصر نهائی (Actuators and Final Elements) ۴
- ۳-۱ عملگرهای پنوماتیک (Pneumatic Actuators) ۶
- ۴-۱ عملگرهای هیدرولیک (Hydraulic Actuators) ۶
- ۵-۱ عملگرهای الکتریکی (Electrical Actuators) ۸

فصل ۲ الکتریسیته و مغناطیس، دینامو و موتورهای الکتریکی ۹

- ۱-۲ برق سه فاز و تک فاز (3 ϕ & 1 ϕ power) ۱۱
- ۱-۱-۲ نیروگاه برق (Power Plant) ۱۱
- ۲-۱-۲ شبکه برق (Electric Grid) ۱۲
- ۳-۱-۲ آرایش های ستاره و مثلث ۱۴
- ۲-۲ آهنربا و مغناطیس ۱۷
- ۳-۲ قانون جذب و دفع قطب های آهنربا ۱۷
- ۴-۲ قوانین الکترومغناطیسی و آهنربای الکتریکی ۱۸

فصل ۳ ساختمان موتورهای الکتریکی ۲۱

- ۱-۳ انواع موتورهای الکتریکی ۲۳
- ۱-۱-۳ موتورهای جریان مستقیم (DC Motors) ۲۵
- ۲-۱-۳ موتورهای DC سری، شنت، مرکب و تحریک مجزا ۲۶
- ۳-۱-۳ موتورهای جریان مستقیم با استاتور آهنربای دائم ۲۷

۴-۱-۳ موتورهای جریان مستقیم با روتور آهنربای دائم (بدون جاروبک BLDC

۲۷ (MOTOR

- ۵-۱-۳ موتورهای جریان مستقیم سری ۲۹
- ۶-۱-۳ موتورهای جریان مستقیم موازی یا شنت ۳۰
- ۷-۱-۳ موتورهای جریان مستقیم مرکب یا کامپوند ۳۱
- ۸-۱-۳ موتورهای جریان مستقیم تحریک مجزا ۳۱
- ۲-۳ رابطه بین تعداد قطب، سرعت و گشتاور موتورهای الکتریکی ۳۲
- ۳-۳ آرمیچر (Armature) ۳۳
- ۴-۳ موتورهای یونیورسال (Universal Motor) ۳۴
- ۵-۳ موتورهای جریان متناوب سه فاز (۳ AC Motors) ۳۵
- ۶-۳ دینامو، بای جریان متناوب سه فاز سنکرون و آسنکرون ۳۶
- ۷-۳ موتورهای القائی (Induction Motor) ۳۸
- ۸-۳ موتورهای دالندر (Dahlander Electromotor) ۴۰
- ۹-۳ موتورهای جریان متناوب تک فاز (Single Phase Electromotor) ۴۱
- ۱۰-۳ راه اندازی موتورهای سه فاز با تک فاز ۴۱
- ۱۱-۳ موتور القائی با خازن راه انداز (Induction motor with starting capacitor) ۴۳
- ۱۲-۳ کلید گریز از مرکز (Centrifugal switch) ۴۳
- ۱۳-۳ موتور القائی با خازن دائم (Induction motor with permanent capacitor) ۴۴
- ۱۴-۳ موتور القائی با خازن دائم و راه انداز (Induction motor with permanent capacitor and starter) ۴۵
- ۱۵-۳ موتور القائی با قطب چاک دار (Induction motor with slotted pole) ۴۶
- ۱۶-۳ موتور القائی فاز شکسته (Broken phase induction motor) ۴۶
- ۱۷-۳ تغییر جهت موتورهای القائی تک فاز ۴۷
- ۱۸-۳ خازن های دائم کار و راه انداز در موتورهای الکتریکی ۴۸
- ۱۹-۳ خازن های الکترولیتی و خازن های روغنی (کاغذی) ۴۹
- ۲۰-۳ خازن کاغذی یا پلی استر ۵۰
- ۲۱-۳ تشخیص خازن راه انداز از خازن دائم ۵۰

فصل ۲۸ انتخاب و حفاظت موتورهای الکتریکی ۵۳

۱-۴ حفاظت موتور الکتریکی (Electromotor Protection) ۵۵

۱-۱-۴	توان موتور الکتریکی	۵۵
۲-۱-۴	پلاک موتورهای الکتریکی	۵۵
۲-۴	سرعت چرخش موتور (PM: Rotation Per Minute)	۵۸
۱-۲-۴	گشتاور T (torque)	۵۸
۲-۲-۴	ولتاژ (Voltage)	۵۸
۳-۲-۴	فرکانس (Frequency)	۵۹
۴-۲-۴	کلاس عایقی موتور (Isolation Class)	۵۹
۳-۴	درجه حفاظت بدنه موتور (Enclosure یا IP)	۵۹
۴-۴	فیوز (FUSE)	۶۱
۱-۴-۴	فیوزهای ذوب‌شونده (Melting Fuses)	۶۲
۲-۴-۴	فیوزهای اتوماتیک (آلفا)	۶۳
۵-۴	بی‌متال (Bi Metal)	۶۴
۶-۴	فیوز یا کلید می‌نوبل (Miniature circuit breaker - MCP)	۶۴
۷-۴	کلید حفاظت جان (RCCB یا RCD)	۶۶
۸-۴	حفاظت‌های داخلی موتور	۶۸
۹-۴	محافظ حرارتی یا ترموگارد (Thermoguard)	۶۸
۱۰-۴	ترموستات (Thermostat)	۶۹
۱۱-۴	کلید اضافه جریان (Over Load Switch)	۶۹
۱۲-۴	مقاومت تابع دما یا ترمیستور (Thermistor)	۷۰
۱۳-۴	رله حفاظت موتور (Motor Protection Relay)	۷۰
۱۴-۴	مدار کنترل فاز (Phase Control Circuit)	۷۲

فصل ۵ کنترل موتورهای الکتریکی (Electro Motor Control) ۷۳

۱-۵	کنترل جریان راه‌اندازی موتور (Inrush Current یا Start Current)	۷۷
۲-۵	راه‌اندازی مستقیم (Direct on-line starting) DOL	۷۹
۳-۵	راه‌اندازی با رتوستا (Starting with rheostat and variable resistance)	۷۹
۴-۵	راه‌اندازی با روش نیم موتور (Starting Half Motor)	۸۰
۵-۵	استفاده از اتوترانس در راه‌اندازی موتور (Variac or Auto Trans Starting)	۸۱
۶-۵	راه‌اندازی ستاره - مثلث موتور (Starting the star-delta motor)	۸۱
۷-۵	سافت استارتر (Soft Starter)	۸۳
۸-۵	ترمز موتورهای الکتریکی (Electric motor Brake)	۸۵

۹-۵	ترمز جریان معکوس (Reverce Current Brake)	۸۷
۱۰-۵	ترمز جریان مستقیم (Direct Current Brake)	۸۷
۱۱-۵	ترمز فوق سنکرون (Ultra-Synchronous Brake)	۸۸
۱۲-۵	ترمز مادون سنکرون (Infra-Synchronous Brake)	۸۸
۱۳-۵	ترمز دینامیکی (Dynamic Brake)	۸۹
۱۴-۵	ترمز الکترومغناطیسی (Electromagnetic Brake)	۸۹
۱۵-۵	درایو موتورهای الکتریکی (Electromotor Drive)	۹۰
۱۶-۵	درایو موتورهای (DC (DC motor Drive	۹۳
۱۷-۵	درایو موتورهای (AC (Alternative Current Motor Drive یا اینورتر	
	(Inverter)	۹۷
۱۸-۵	درایو موتورهای AC القایی	۹۹
۱۹-۵	درایوهای فرکانس متغیر یا (VFD (Variable Frequency Drive	۱۰۰
۲۰-۵	اتصال درایو به کلیدهای فرمان دهنده خارجی	۱۰۸
۲۱-۵	اتصال درایو به سایر تجهیزات کنترل	۱۰۸

فصل ۱۱۱ موتورهای پله‌ای، سروو موتورها و ایزی سروو موتورها

۱-۶	موتورهای پله‌ای (Step Motor) و انواع آن	۱۱۳
۲-۶	موتورهای پله‌ای تک قطبی و دو قطبی	۱۱۵
۳-۶	سروو موتورها (servo Motors)	۱۱۷
۴-۶	ایزی سروو موتور (Easy servo Motor)	۱۲۳
۵-۶	انکودر دورانی و سنسور اثرهال (Rotary Encoder and Hall effect)	
	(Sensor)	۱۲۴

فصل ۱۲۷ درایوها و کنترل کننده‌های شرکت زیمنس

۱-۷	شرکت زیمنس	۱۲۸
۲-۷	درایوهای شرکت زیمنس (Siemence Motor Drive)	۱۲۹
۳-۷	طبقه‌بندی درایوهای زیمنس	۱۳۱
۴-۷	درایوهای سینامیکس یا زینامیکس زیمنس (Sinamics Drive)	۱۳۳
۵-۷	اجزاء یک درایو	۱۳۵
۶-۷	بررسی اجزاء درایوهای میکرومسترزیمس سری ۴۰۰	۱۳۶

۷-۷	سروو درایو V90 زیمنس ۱۴۱
۸-۷	مراحل راه اندازی و تنظیمات سروو درایو V90 ۱۴۳
۹-۷	فرکانس Jog ۱۴۴

فصل ۸ عیب یابی موتورهای الکتریکی و سیستم های کنترل

حرکت ۱۴۷

۱-۸	عیب ظاهری و عیب اصلی ۱۴۹
۲-۸	علل خرابی موتور الکتریکی ۱۵۰
۱-۲-۸	گرما و حرارت ۱۵۰
۳-۸	عیب یابی موتورهای الکتریکی ۱۵۳
۴-۸	معایب رایج رنوره های الکتریکی ۱۵۶
۵-۸	موتورهای الکتریکی در شبکه های صنعتی ۱۵۷