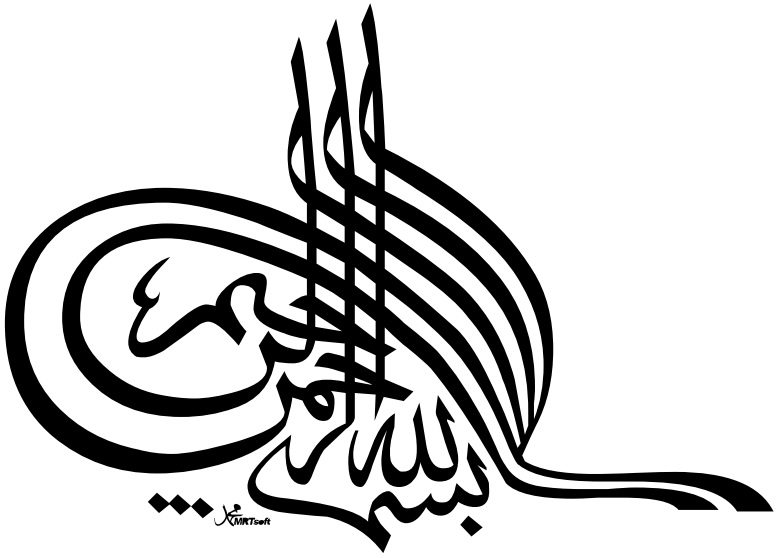
ProjehCenter
www.ProjehCenter.ir
@projehcenter
@projehcenter_ir





ProjehCenter.ir

# فهرست مطالب

**موضوع** **صفحه**


پیرامون موتور های الکتریکی ..... ۱

مقدمه ..... ۲

مواد آهنربای دائم ..... ۳

اصول آهنربای دائم ..... ۳

مواد آهنربای مدرن ..... ۶

خواص مغناطیسی ..... ۷

خواص حرارتی ..... ۱۰

تأثیر آهنرباهای Nd-Fe-B روی طراحی موتور ..... ۱۱

طراحی BLDC موتورها ..... ۱۲

سمبلها: ..... ۱۳

تعیین معادلات ..... ۱۵

عملکردها ..... ۱۶

شیوه اندازه‌گیری و ابعاد موتور ..... ۱۶

ملاحظات طراحی ..... ۱۸

آنالیز بروش عنصر محدود ..... ۱۹

مقایسه BLDC موتورها با موتورهای DC و AC ..... ۲۴

توصیف سیستمهای تحریک برای BLDC موتور: ..... ۲۷




ProjehCenter.ir

مبدل بوست AC/DC (تولید ولتاژ بالای DC جهت تغذیه اینورتر) ..... ۲۸
کنترلر موتور DC بدون جاروبک MC ۳۳۰۳۵ , NCV ۳۳۰۳۵ ..... ۳۵
ویژگیها ..... ۳۶
مقدمه ..... ۴۵
توصیف عملکردی ..... ۴۶
دکدر وضعیت روتور ..... ۴۶
آمپلی فایر خطا ..... ۴۸
نوسانگر ..... ۴۸
مدولاتور پهنای پالس ..... ۴۹
حد جریان ..... ۴۹
قفل ولتاژ پایین ..... ۵۱
خروجی خطا ..... ۵۱
خروجی تحریک‌کننده‌ها ..... ۵۳
خاموش گرمایی (حرارتی) ..... ۵۴
کاربرد سیستم ..... ۶۵
یکسوسازی موتور سه فازی ..... ۶۵
کنترلر مدار بسته سه فازی ..... ۷۰
مقایسه تغییر فاز حسگر ..... ۷۱
یکسوسازی موتور دو و چهار فازی ..... ۷۳
کنترل موتور جاروبکی ..... ۷۸
ملاحظات طرح ..... ۷۹
معکوس کننده (INVERTER) ..... ۸۰



ProjehCenter.ir

IC های اثر هال ..... ۸۴
MC۳۳۰۳۹ IC ..... ۸۶
مراجع و منابع ..... ۹۱

## فهرست اشکال و جداول

**موضوع** **صفحه**

شکل ۱: حلقه هیسترزیس آهنربای دائم ..... ۵
شکل ۲ حلقه‌های هیسترزیس ذاتی و نرمال یک ماده آهنربای دائم. ..... ۶
جدول ۱- خواص مغناطیسی مواد آهنربا ..... ۹
جدول ۲- اثرات دما بر مواد آهنربا ..... ۱۱
شکل ۳ : شکل هندسی موتور طراحی شده (PM BLDC) ..... ۱۹
شکل ۴: نمای بزرگ شده شبکه نهایی با استفاده از MaxWell 2D ..... ۱۹
شکل شماره-۵ ..... ۲۰
شکل ۶: چگالی شار ، مغناطیسی (موتور طراحی شده) ..... ۲۱
شکل ۷: توزیع خطوط شار (موتور طراحی شده) ..... ۲۱
شکل ۸: رتور با مغناطیس دایم BLDC موتور ..... ۲۳
شکل ۹: استاتور BLDC موتور ..... ۲۳
شکل ۱۰: روتور و استاتور BLDC موتور ..... ۲۴
جدول۳- مقایسه موتورهای DC معمولی و بدون جاروبک ..... ۲۶
شکل ۱۱: بلوک دیاگرام درایو BLDC با مغناطیس دایم ..... ۲۷



ProjehCenter.ir

شکل ۱۲: دیاگرام مدار مبدل بوست ..... ۲۸
شکل ۱۳: بلوک دیاگرام ساده شده NCP۱۶۵۰ ..... ۳۱
جدول۴- نحوه عملکرد و توصیف پایه های IC را بیان می‌کند. ..... ۳۵
شکل شماره-۱۴شکل شماره -۱۵ ..... ۳۷
جدول ۵- عملکرد پایه‌های MC۳۳۰۳۵ ..... ۴۱
شکل ۱۶: بلوک دیاگرام نمایش دهنده ..... ۴۲
شکل ۱۷- جدول جهت کموتاسیون سه فاز، شش مرحله‌ای ..... ۴۳
شکل ۱۸: نمودار مبنای زمانبندی برای PWM ..... ۵۴
شکل ۱۹: بافرهای خروجی مبنا ..... ۵۵
شکل ۲۰: مدار نگهدارنده (قفل کننده) با ناحیه زمانی و قطع کننده ..... ۵۶
شکل ۲۱: ایجاد ولتاژ بالای داخلی با ترانزیستورهای توان از نوع NPN ..... ۵۷
شکل ۲۲: ایجاد ولتاژ بالای داخلی به کمک ترانزیستورهای ماسفت توان N کانال . ..... ۵۸
شکل ۲۳: از بین بردن تیزی شکل موج جریان ..... ۵۹
شکل ۲۴: حفاظت درایو ماسفت ..... ۵۹
شکل ۲۵: درایو ترانزیستورهایی دو قطبی ..... ۶۰
شکل ۲۶: ماسفتهای توان از نوع حس کننده جریان ..... ۶۱
شکل ۲۷: مداری برای تهیه ولتاژ بالای بوست. ..... ۶۱
شکل ۲۸: مدار کنترل کننده سرعت ورودی با کمک استفاده از تقسیم ولتاژ بر روی مقاومتها . ..... ۶۲
شکل ۲۹: شتابدهی یا کندسازی کنترل شده. ..... ۶۲
شکل ۳۰: کنترل سرعت بروش دیجیتال ..... ۶۳
شکل ۳۱: کنترل سرعت بصورت حلقه بسته. ..... ۶۴
شکل ۳۲: مدار کنترل حلقه بسته دما ..... ۶۴



ProjehCenter.ir

شکل ۳۳: کنترل کننده سه فاز، شش مرحله‌ای تمام مرجع موتور ..... ۶۷
شکل ۳۴: شکل موجهای کموتاسیون سه فاز، شش ..... ۶۸
شکل ۳۵: کنترل کننده سه از، سه مرحله‌ای، نیم موج موتور ..... ۶۹
شکل ۳۶ : کنترل حلقه بسته BLDC موتور با استفاده از IC های MC۳۳۰۳۵ و MC۳۳۰۳۹ ..... ۷۱
شکل ۳۷: جدول تغییر فاز سنسور ..... ۷۳
شکل ۳۸: مقایسه تغیر فاز سنسور ..... ۷۳
شکل ۳۹: جدول صحت کموتاسیون دو یا چهار فازی و چهار مرحله‌ای ..... ۷۴
شکل ۴۰: کنترل کننده تمام موج، چهار مرحله‌ای و چهار فاز موتور ..... ۷۵
شکل ۴۱: شکل موجهای کنترل کننده تمام موج، چهار فاز و چهار مرحله‌ای ..... ۷۶
شکل ۴۲: کنترل کننده نیم موج، چهار مرحله‌ای و چهار فاز موتور ..... ۷۷
شکل ۴۳: کنترل کننده موتور از نوع جاروبکی با پل – H ..... ۷۹
شکل ۴۴: اینورتر سه فاز دو قطبی ..... ۸۱
شکل ۴۵: مدار اینورتر دو قطبی برای تحریک سیم پیچهای استاتور ..... ۸۲
شکل ۴۶: ترتیب کلید زنی و جهت میدان مغناطیسی بوجود آمده در فاصله هدایی ..... ۸۳
شکل ۴۷: مدار معادل عنصر هال و شکل موجهای خروجی آن ..... ۸۶
شکل ۴۸: مرحله تحریک (ایزوله کردن برد کنترل از برد قدرت) ..... ۸۹
شکل ۴۹: مدار تحرک کننده برای ترانزیستورهای بالایی ..... ۹۰
شکل ۵۰: مدار تحریک کننده برای ترانزیستورهای پایینی. ..... ۹۰



ProjehCenter.ir

# پیرامون موتور های الکتریکی



ProjehCenter.ir

## مقدمه

امروزه کاربرد وسیع موتورهای الکتریکی در بخشهای مختلف و در زندگی روزمره در مصارف خانگی و مصارف صنعتی آنچنان وسعت یافته که تصور دنیای موجود بدون موتورهای الکتریکی اگر نگوییم غیر ممکن باید گفت غیر قبل تصور می‌باشد. پس از طراحی و ساخت اولین نمونه ماشین الکتریکی توسط ارستد این ماشینها تغییر و تحولات بزرگی را در دهه‌های اخیر پذیرا بوده‌اند جهت گیری عمومی این تغییرات افزایش راندمان و بهبود کیفیت کار ماشین همراه با کاهش وزن و حجم و قیمت تمام شده بوده است. گر چه تجمع تمامی این مولفه‌ها همیشه در یک طرح ممکن نیست اما طراحان ماشینهای الکتریکی بر اساس تجربه دانش و هنر خویش همیشه سعی در تلفیق آنها نموده‌اند.

تحقیق فوق در رابطه کنترل دور موتورهای DC بدون جاروبک بوده که شامل دو بخش طراحی و کنترل می‌باشد. که در بخش طراحی به نحوهٔ طراحی بکمک نرم افزار و روابط و فرمولهای حاصله برای توان و گشتاور اشاره شده و در بخش کنترل نحوه کنترل دور موتور بکمک تراشته‌های MC۳۳۰۳۵ و MC۳۳۰۳۹ بیان گردیده است. و مدارات و عناصر مرتبط با تراشه‌های کنترلی نیز آورده شده است.

در پایان جا دارد از زحمات و راهنماییهای استاد ارجمند جناب مهندس لنگری کمال تشکر را داشته باشم. هم چنین از پدر و مادر عزیزم و برادرانم که در طی این مدت با صبر و تحمل و راهنماییهای دلسوزانه خویش همواره مشوق من بودند سپاسگزارم.



ProjehCenter.ir

## مواد آهنربای دائم

آهنرباهای دائم ممکن است در ماشینهای الکتریکی برای ایجاد تحریک، تولید خواص مشابه الکترومغناطیسهای تحریک شده با جریان مستقیم، مورد استفاده قرار گیرند. یک آهنربای دائم مفید می‌باشد زیرا انرژی مغناطیسی را ذخیره می‌کند و این انرژی صرف عملکرد وسیله نمی‌گردد. نقشی را که این انرژی ایفا می‌کند قابل مقایسه با یک کاتالیزور در یک واکنش شیمیایی است. هنگام کار در محدوده طبیعی، آهنربا انرژی‌اش را برای یک دوره نامحدود از زمان حفظ می‌کند. باید توجه نمود که اگر میدان مغناطیسی با استفاده از آهنربای الکتریکی به جای آهنربای دائم ایجاد شود، انرژی میدان تحریک همچنان باقی می‌ماند. با این حال قدری انرژی، یعنی تلفات اهمی جریان تحریک، از بین خواهد رفت.

اصول آهنربای دائم

آهنرباهای دائم، همانطور که در شکل  نشان داده شده، مواد مغناطیسی سخت با حلقه‌های هیسترزیس بزرگ می‌باشند. زمانی که یک ماده آهنربا در معرض میدان مغناطیسی قرار می‌گیرد (بدین معنی که در میان قطبهای  مغناطیسی یک آهنربای الکتریکی قرار گیرد)، چگالی شار در ماده همانطور که منحنی ۱-۰ در شکل۱ نشان می‌دهد افزایش خواهد یافت، که به عنوان، منحنی شروع مغناطیس شدن، شناخته می‌شود. در نقطه ۱ ماده اشباع می‌شود، و افزایش خواهد یافت، که به عنوان منحنی شروع مغناطیس شدن،[۱] شناخته می‌شود. در نقطه ۱ ماده اشباع می‌شود، و افزایش مجددی به صورت پیشروی حاشیه‌ای و در لبه منحنی، در شدت میدان مغناطیسی (H) و در چگالی

[۱] - Initial manetisation curve



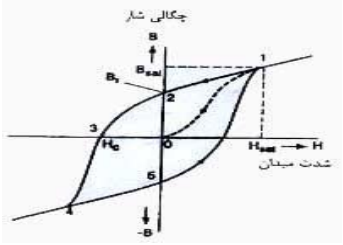
ProjehCenter.ir

شار (B) نتیجه می‌شود. چگالی شار در یک نسبت نزدیک به نفوذپذیری فضای آزاد $\mu_0$ افزایش می یابد.

۱- منحنی B-H ، کاهش پایدار مغناطیسی، پس از رسیدن به اشباع، باعث می‌شود که مسیر خطی ۲ را تعقیب کند. مقدار چگالی شار در نقطه ۲ روی حلقه هیسترزیس (H=۰) به عنوان چگالی شار باقیمانده یا پسماند [۲] $B_r$ ماده آهنربا شناخته شده، و نشان دهنده مقدار شار مغناطیسی است که ماده می تواند تولید کند.

۲- منحنی معکوس شدن جهت و افزایش میدان مغناطیسی، حلقه هیسترزیس را در ربع دوم. یعنی ۳ ایجاد خواهد کرد که به عنوان منحنی مغناطیس زدایی نرمال [۳] شناخته می‌شود و این قسمت مهمترین ناحیه مشخصه آهنربا می‌باشد. مقدار میدان مغناطیسی که در آن چگالی شار در آهنربا به صفر می‌رسد به عنوان پسماند زدایی یا نیروی پسماند زدا $(H_c)$ شناخته می شود.

افزایش مجدد میدان مغناطیسی، ماده آهنربا را در جهت معکوس به اشباع می‌برد (نقطه ۴ ). حلقه هیسترزیس با کاهش میدان مغناطیسی در نقطه ۵ به صفر می‌رسد و سپس با معکوس شدن دوباره میدان اعمال شده به پلاریته‌های اولیه و افزایش آن تا رسیدن به نقطه ۱، کامل می‌شود.




[۲] - remanence or residal flux density

[۳] - Normal demagnetisation curve



ProjehCenter.ir