



دانشگاه زنجان
دانشکده مهندسی

گروه برق

پایان نامه کارشناسی

گرایش: مخابرات

استفاده از درایوهای موجود در ایران جهت بهره برداری از

موتورها و مقایسه عملکرد آنها

استاد راهنما: دکتر جلیل زاده

نگارش: زاغری احمد

شهریور 93

فهرست مطالب

فصل اول

9- کنترل کننده‌های موتورهای الکتریکی یا درایوها

9-1-1 درایوهای الکتریکی:

10-1-2 اجزای درایوهای الکتریکی:

10-3-1 موتورهای الکتریکی:

11-4-1 تنظیم کننده توان:

12-5-1 کنورتورها:

13-6-1 انواع کنورتورها:

16-7-1 امپدانس‌های قابل تنظیم:

16-8-1 مدارهای سوئیچینگ:

17-9-1 منابع تغذیه:

18-10-1 بلوک‌های کنترل کننده:

18-11-1 مزایای درایوهای الکتریکی:

21-12-1 مقایسه بین درایوهای DC و AC

22-13-1 قابلیت‌های کنترل کننده‌های دور موتور مدرن

25- کنترل درایوهای الکتریکی

25 کنترل درایوهای الکتریکی:

25 1-2 کنترل درایو در حالت حلقه باز:

26 2-2 کنترل درایو در حالت حلقه بسته:

26 3-2 کنترل گشتاور:

27 4-2 کنترل سرعت:

28 5-2 کنترل وضعیت زاویه‌ای:

29 6-2 بهبود ساختار کنترل کننده‌های حلقه بسته:

31 7-2 کنترل کننده‌های PID:

32 8-2 مقادیر مجاز یا نامی درایوهای الکتریکی:

33 1-8-2 حداکثر مقدار جریان:

34 2-8-2 حداکثر مقادیر گشتاور، سرعت و توان:

35 9-2 راه‌اندازی درایو:

36 10-2 ترمز درایو:

37 11-2 کنترل سرعت درایو:

38 12-2 اصول کنترل سرعت:

38 1-1-2-2 عملکرد درایو در شرایط افزایش سرعت:

40 2-1-2-2 عملکرد درایو در شرایط کاهش سرعت:

2-2-1-3 کاهش سرعت با استفاده از کنورتور یک ربعی: 40

2-2-1-3 کاهش سرعت با استفاده از کنورتور دو ربعی: 41

2-13 عملکرد درایو در شرایط تغییر جهت چرخش: 42

موتورهای جریان مستقیم DC 44

موتورهای جریان مستقیم: 44

3-1 روابط سرعت - گشتاور در حالت دایمی موتورهای DC: 44

3-2 راه اندازی 49

3-3 روش های کنترل سرعت موتورهای مستقیم: 50

3-3-1 کنترل ولتاژ آرمیچر: 50

3-3-2 کنترل میدان: 52

3-3-3 ترکیب روش های کنترل ولتاژ آرمیچر و میدان: 55

3-3-4 کنترل مقاومت آرمیچر: 55

3-4 حداقل نمودن تلفات در محرکه های DC سرعت متغیر: 56

موتورهای القایی 58

موتورهای القایی: 58

4-1 عملکرد موتورهای القایی سه فاز: 59

4-2 راه اندازی: 61

3-4 ترمز کردن: 62

4-4 کنترل سرعت: 63

4-4-1 کنترل سرعت با منبع ولتاژ متغیر و فرکانس ثابت: 63

4-4-2 کنترل سرعت با تغییر فرکانس: 65

4-4-5 حداقل نمودن تلفات: 66

4-6 محرکه‌های موتور القایی رتور سلیم‌بندی شده با کنترل قدرت لغزش: 67

4-6-2 محرکه‌های استاتیکی شریبوس: 68

4-7 عملکرد محرکه: 70

4-8 کنترل سرعت در فوق سنکرون: 74

4-9 مسایلی که درایوهای دور متغیر به وجود می‌آورند: 76

4-10 تکن الکترونیک قدرت و درایوهای AC: 81

بهینه‌سازی مصرف انرژی 83

5-1 تأثیر کنترل دور موتورهای الکتریکی بر روی بهینه‌سازی مصرف انرژی: 83

5-2 کنترل کننده‌های دور موتور: 88

5-3 انتخاب موتور مناسب: 91

5-4 تطابق موتور و بار: 91

5-5 موتورهای با راندمان بالا (Energy Efficient Motors): 93

مدیریت بهینه سازی مصرف انرژی و نقل کنترل کننده‌های دور موتور 95

1-6 دستورالعمل‌های لازم برای بهبود عملکرد موتورهای الکتریکی: 95

3-6 مزایای استفاده از کنترل کننده‌های دور موتور: 96

4-6 مدیریت بهینه‌سازی مصرف انرژی و نقش کنترل کننده‌های دور موتور: 98

صرفه جویی در بخش‌های مختلف صنعتی 101

1-7 یک مطالعه موردی در ایران: 101

2-7 پمپ‌ها و فن‌ها 104

3-7 قوانین افینیتی در کاربردهای پمپ و فن 106

4-7 مثال از محاسبات صرفه جویی انرژی در فن: 111

5-7 ماشین تزریق پلاستیک 112

6-7 صرفه جویی انرژی در تأسیسات آب و فاضلاب: 113

7-7 کمپرسورها 113

8-7 نیروگاه‌ها: 114

9-7 سیمان: 115

10-7 نرم افزار کاربردی کنترل پمپ و فن: 117

11-7 نرم افزار کاربردی کنترل سطح پیشرفته: 117

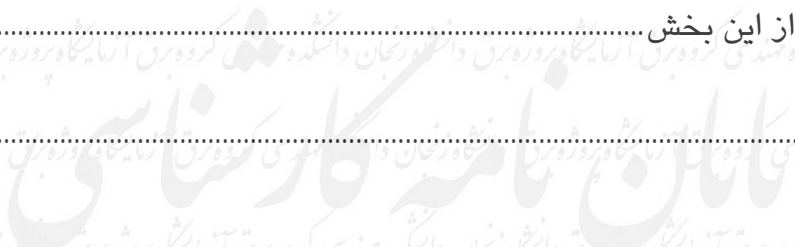
نرم افزار کنترلی Mast Follower: 117

12-7 توصیه‌ها:.....117

13-7 موانع در سیاست‌گذاری انرژی:.....119

14-7 خلاصه‌ای از این بخش.....119

منابع:.....121



کنترل کننده‌های دور موتورهای الکتریکی و تأثیر آنها بر روی بهینه‌سازی مصرف انرژی

مقدمه

در سال‌های اخیر، بهینه‌سازی مصرف انرژی در صنایع به دلایل اقتصادی و زیست‌محیطی

اهمیت بیشتری یافته و موجب شده است که اقدامات عملی گسترده‌ای در این زمینه به عمل

آید. علیرغم اینکه یکی از بزرگترین مصرف‌کنندگان انرژی الکتریکی در بخش صنعت

موتورهای الکتریکی می‌باشند، لیکن در زمینه افزایش بازدهی مبدل‌های انرژی الکتریکی به

مکانیکی مستقر در صنایع اقدامات عملی چندانی به عمل نیامده است. بدیهی است که افزایش

بازدهی محرک‌های صنعتی نه تنها از نظر اقتصادی مورد توجه استفاده‌کنندگان می‌باشد،

بلکه در برنامه‌ریزی انرژی در سطح ملی نیز حائز اهمیت است.

مطالعات انجام شده در صنایع ایران حکایت از وضعیت نابسامان انتخاب و بهره‌برداری از

موتورهای الکتریکی دارد. بر اساس این تحقیقات اغلب موتورها بزرگتر از میزان نیاز

انتخاب شده و در شرایط بدی نگه داشته می‌شوند. استفاده از موتورهای با راندمان بالا در

ایران رایج نبوده و گزارش مؤثری از استفاده از درایو جهت صرفه‌جویی انرژی در دست

نیست.

کاربردهای صنعتی بسیاری می‌توان یافت که موتورها در بازدهی بسیار پایین‌تر از مقدار

حداکثر دارند. به عنوان مثال، در یکی از کارخانجات صنعتی کشورمان در یک مورد،

متوسط توان مصرفی در یک موتور القایی سه فاز صنعتی تنها 28٪ توان نامی اندازه‌گیری

شده است. بدیهی است پایین بودن توان خروجی تا این حد تأثیرات منفی قابل توجهی بر

بازدهی و ضریب توان موتور خواهد داشت.

از سوی دیگر، دولت نیز نتوانسته است در ترویج فرهنگ استفاده بهینه از انرژی الکتریکی توفیقات خوبی داشته باشد. به عنوان مثال، وزارت نیرو و سازمان‌های وابسته به آن که مشخصاً در زمینه بهینه‌سازی مصرف انرژی الکتریکی در سطح کلان عمل می‌کند، هنوز در ارتباط با کاهش مصرف داخلی نیروگاه‌ها اقدام مؤثری به عمل نیاورده است، در حالی که پتانسیل صرفه‌جویی انرژی الکتریکی زیادی در نیروگاه‌ها وجود دارد.

فصل اول

کنترل کننده‌های موتورهای الکتریکی یا درایوها

۱-۱ درایوهای الکتریکی:

امروزه در بسیاری از صنایع و حتی وسایل خانگی، نیاز به کنترل حرکت می‌باشد. کنترل حرکت بر حسب نیاز به صورت کنترل وضعیت زاویه‌ای، مسافت پیموده شده، کنترل سرعت و یا کنترل گشتاور انجام می‌گیرد. به عنوان مثال، می‌توان به کاربرد این کنترل‌کننده‌ها در سیستم‌های حمل و نقل، صنایع نورد، کاغذسازی، نظامی و نساجی و همچنین ماشین‌افزار، ربات و ماشین لباسشویی اشاره نمود. مجموعه سیستمی را که به وسیله آن حرکت یک بار مکانیکی در اشکال مختلف آن کنترل گردیده و امکان دستیابی به گشتاور و سرعت‌های مختلف فراهم می‌گردد، یک درایو می‌نامند.

در هر درایو یک قسمت به نام موتور و یا محرک اصلی وجود دارد که در واقع منبع ایجاد حرکت می‌باشد. این قسمت به صورت‌های مختلف هیدرولیکی، پنوماتیکی، موتور مکانیکی و یا موتور الکتریکی می‌باشد. درایوی که در آن ایجاد حرکت به وسیله موتور الکتریکی انجام

۲-۱ اجزای درایوهای الکتریکی:

در شکل زیر، اجزای یک درایو الکتریکی نشان داده شده است. همان‌گونه که ملاحظه

می‌گردد، اجزای اصلی عبارتند از منبع تغذیه، سیستم تنظیم کننده توان، بلوک کنترل کننده و

بار مکانیکی. بار مجموعه‌ای متشکل از اجزای مکانیکی است که جهت انجام کار خاصی

طراحی شده‌اند. به عنوان مثال، می‌توان به هواکش، جرثقیل، ربات، ماشین لباسشویی و

ماشین افزار اشاره نمود. در فصل دوم در خصوص انواع بارهای مکانیکی بحث خواهد

شد. در این مبحث، سایر اجزای درایو شرح داده می‌شوند.

۳-۱ موتورهای الکتریکی:

در درایوهای الکتریکی از موتورهای الکتریکی مختلف استفاده می‌شود. این موتورها

عبارتند از: موتورهای جریان دایم در انواع موازی، کمپوند و مغناطیس دایم، موتورهای

القایی با روتور سیم‌پیچی شده و رتور قفسه‌ای و موتورهای جریان دایم فاقد جاروبک،

موتورهای پله‌ای و بالاخره موتورهای سویچ رلکتانس.

در گذشته هر کجا نیاز به کنترل سرعت دقیق در محدوده وسیع بود، از موتورهای جریان

دایم استفاده می‌شد و موتورهای AC به دلیل هزینه زیاد و راندمان نامناسب به کار گرفته

نمی‌شدند. امروزه با پیشرفت در صنایع الکترونیک قدرت و ساخت ارزان قیمت انواع

کنورتورها و به دلیل مزایای متعدد موتورهای AC نسبت به موتورهای DC عبارتند از:

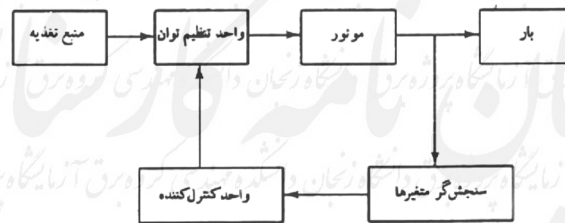
عدم وجود سیستم کموناتور که باعث کاهش نیاز به سرویس و هزینه‌های مربوط به

نگهداری می‌شود، حجم و وزن کمتر و به تبع قیمت ارزانتر به عنوان مثال قیمت یک موتور

القایی قفسه‌ای نسبت به یک موتور DC به قدرت مشابه در حدود یک سوم می‌باشد. در

عین حال موتور القایی محکم و دارای قابلیت عملکرد در سرعت و گشتاوردهای بالا

می‌باشد. موتورهای القایی با روتور سیم‌پیچی شده، اگرچه نسبت به نوع قفسه‌ای گرانقیمت‌تر هستند و نیاز به سرویس و نگهداری بیشتری دارند، ولی باز هم نسبت به نوع DC برتری خواهند داشت.



بلوک دیاگرام درایو الکتریکی در حالت کلی

موتورهای سنکرون معمولی دارای راندمان و ضریب قدرت مناسب بوده، ولی قیمت و حجم آنها نسبت به نوع القایی بیشتر است.

موتور سنکرون مغناطیس دائم، همه مزایای قبلی را داراست، ولی عملاً در قدرت‌های پایین ساخته می‌شود. موتورهای DC فاقد جاروبک، مشابه موتورهای سنکرون مغناطیس دائم هستند. از این موتورها در قدرت‌های کم و سرعت‌های زیاد استفاده می‌شود.

۱-۴ تنظیم کننده توان:

قسمت دیگر یک درایو الکتریکی، بلوک‌کننده توان می‌باشد. این قسمت می‌تواند وظایفی به شرح زیر را انجام دهد:

تنظیم توان جاری شده از منبع به سمت موتور، به نحوی که بتوان به نقطه کار مورد نظر بر روی مشخصه سرعت - گشتاور بار مکانیکی رسید.

میزان جریان کشیده شده از منبع و یا جریان موتور، در مدت زمان عبور سیستم از حالت

گذار به حالت پایدار، مانند لحظه راه‌اندازی، ترمز و یا معکوس کردن جهت چرخش در حد

مجاز نگه داشته می‌شود تا از آسیب رسیدن به سیستم و یا افت ولتاژ ناشی از اضافه جریان جلوگیری شود.

انرژی منبع به نوع مناسب، جهت تغذیه موتور تبدیل گردد، به عنوان مثال: اگر منبع از نوع DC و موتور از نوع AC است، باید از یک مبدل DC-AC استفاده گردد. در این حالت تنظیم‌کننده توان کنوکتور نامیده می‌شود.

تنظیم و انتخاب جهت جاری شدن توان و انرژی بر حسب نواحی کاری از قبیل موتوری یا ترمزی.

تنظیم‌کننده‌های توان را می‌توان به طرق مختلف دسته‌بندی کرد، از جمله دسته‌بندی به انواع کنورتورها، امپدانس‌های متغیر و مدارهای سوئیچ‌کننده.

1-5 کنورتورها: وقتی از تنظیم‌کننده توان جهت تبدیل انرژی الکتریکی از نوعی به نوع دیگر استفاده می‌شود،

(وظیفه شماره 3)، به آن اصطلاحاً کنورتور می‌گویند. البته در این حالت کنورتور می‌تواند بر حسب نیاز وظایف ذکر شده دیگر را هم انجام دهد.

منابع تغذیه اصلی درایو معمولاً به دو شکل زیر هستند:

- منبع ولتاژ AC با دامنه و فرکانس ثابت
 - منبع ولتاژ DC با دامنه ثابت
- موتورهای مورد استفاده هم دو دسته هستند:
- موتورهای DC که نیاز به ولتاژ DC با دامنه متغیر دارند.
 - موتورهای AC که نیاز به ولتاژ با دامنه و فرکانس متغیر دارند.

دانشجویان محترم:

جهت دسترسی به متن کامل پایان نامه ها به کتابخانه دانشکده مهندسی و یا آزمایشگاه پروژه گروه برق مراجعه فرمایید.

منابع:

• دکتر محمد ابراهیمی، کنترل درایوهای الکتریکی AC-DC

• مرکز ملی آموزش مدیریت انرژی - دکتر خلیل بانان

• دکتر هاشم اروعی، «بهینه‌سازی مصرف انرژی در الکتروموتورهای صنعتی» مرکز

تحقیقات نیرو، 1373.

• مهندس محمدمهدی کاظمی مقدم، «کنترل و حفاظت الکتروموتورها»، مرکز تحقیقات

وزارت نیرو، 1380

• کاظم دلوت آبادی، «ارزیابی و انتخاب درایو Medium Voltage»، شرکت پرتو

صنعت، 1382.

• واحد انرژی شرکت ریخته‌گری تراکتورسازی تبریز