



دانشگاه زنجان
دانشکده مهندسی
گروه برق

پایان نامه کارشناسی
گرایش: قدرت

عنوان:

کنترل دور موتورهای القایی سه فاز

استاد راهنما: دکتر اوجاقی

نگارش: محمد سیدی حاجی حسن

شهر یور 92

فهرست

2.....مقدمه

4.....هدف پروژه

5.....فصل اول(درایور موتورهای القایی)

6.....مقدمه

6.....ساختمان موتورهای القایی

10.....موتور القایی

13.....مشخصات کارایی و اصول کنترل موتور القایی

19.....کنترل ولتاژ استاتور

21.....کنترل ولتاژ روتور

24.....کنترل فرکانس

35.....کنترل ولتاژ و فرکانس

37.....کنترل جریان

39.....کنترل ولتاژ جریان و فرکانس

41.....کنترل مدار بسته موتورهای القایی

46.....فصل دوم(یکسو کننده ها)

مقدمه 46

مدارهای دیودی 46

انواع دیود های قدرت 46

یکسو کننده های پل سه فاز 48

مدارهای تریستوری 50

انواع تریستورها 51

مبدل های نیمه سه فاز 60

مبدل های کامل سه فاز 64

فصل سوم (اینورترها) 68

مقدمه 68

اصول کار 69

پارامترهای کارایی 72

اینورترهای سه فاز 73

کلید های ترانزیستوری 79

IGBT ها 80

کنترل ولتاژ اینورترها 83

مدولاسیون پهنای پالس منفرد 83

مدولاسیون پهنای پالس چند گانه 85

مدولاسیون پهنای پالس سینوسی 88

مدولاسیون پهنای پالس سینوسی بهبود یافته 92

کنترل جا به جایی فاز 93

روش های مدولاسیون پیشرفته 95

مدولاسیون دوزنقه ای 95

مدولاسیون پلکانی 96

مدولاسیون پله ای 97

مدولاسیون تزریق هارمونیک 98

مدولاسیون دلتا 99

فصل چهارم (شبیه سازی کنترل سرعت موتور القایی) 101

کنترل سرعت از طرف روتور 101

آشنایی با نحوه عملکرد بلوک ها 103

پارامترها و جعبه های محاوره 107

جعبه های محاوره ی واحدهای (SI) 108

جعبه های محاوره ی واحدهای (PU) 109

ورودی و خروجی ها 110

112..... بلوک اندازه گیری شدت جریان

113..... جعبه محاوره اندازه گیری جریان

114..... بلوک GTO

118..... ورودی و خروجی ها

118..... فرض ها و محدودیت ها

120..... بلوک سیستم قدرت

121..... بلوک دیود

123..... جعبه محاوره دیود

123..... ورودی و خروجی ها

126..... بلوک (RMS)

127..... به اجرا در آوردن عملیات

128..... بلوک شاخه های سری RCL

129..... بلوک اندازه گیری ولتاژ

131..... بلوک Productblock

131..... بلوک Integrator

132..... بلوک saturation اشباع

132..... بلوک Ln3

132..... بلوک Lgical operator

بلوک Relay..... 133

بلوک sum..... 133

بلوک Gain..... 133

دو مدار شبیه سازی شده کنترل سرعت موتور القایی حلقه باز
به وسیله کنترل مقاومت روتور 133

مراجع..... 140

سالهاست که نیاز به کنترل توان التریکی سیستم هاس گرداننده موتور الکتریکی و کنترل صنعتی وجود داشته است. این نیاز به توسعه سیستم وارد-لونارد منجر گشت تا ولتاژ **dc** متغیری برای کنترل گرداننده های موتور های **dc** به دست آید. با پیشرفت الکترونیک قدرت و ساخت کلید های حالت جامد این امکان فراهم شده است که با چاپر های **dc** یا یکسو کننده های کنترل شده ولتاژ متغیر **dc** نسبتا گران هستند و به خاطر به خاطر داشتن کموتاتور ها و جاروبکها به سرویس و مراقبت بیشتری نیاز دارند. با این حال در ایوهای **dc** در بسیاری از کاربرد های صنعتی مورد استفاده قرار می گیرند. ساختار موتور های **ac** بر خلاف با ساختار تزویج ساده دارای مشخصه شدیداً تزویج شده غیره خطی و چند متغیری هستند. کنترل در ایوهای **ac** معمولاً نیازمند یک الگوریتم کنترلی پیچیده می باشد که می تواند به وسیله میکروپروسور ها و یا میکرو کامپیوترها به همراه مبدل های توان با سرعت کلید زنی بالا انجام شود.

موتور های **ac** دارای چندین مزیت هستند. سبک بودن (20 تا 40 درصد سبکتر از موتور های **dc** معادل) و ارزان بود در مقایسه با موتور های **dc** به مراقبت کمتری نیاز دارن. در کاربردهای با سرعت متغیر آنها به کنترل فرکانس ولتاژ و جریان نیاز دارند.

مبدل های قدرت اینورتر ها و کنترل کننده های ولتاژ **ac** قادر هستند که فرکانس ولتاژ و جریان را برای برآورده کردن نیازهای در ایو کنترل کنند. این کنترل کننده های قدرت که نسبتاً پیچیده و گران هستند نیاز به روش های کنترل فیدبک همانند مرجع نمونه و کنترل حالت لغزشی و کنترل میدان گرا دارند. با این حال مزیت های در ایو **ac** بیش از معایب ان است.

دو نوع در ایو **ac** وجود دارد:

1- در ایو موتور القایی

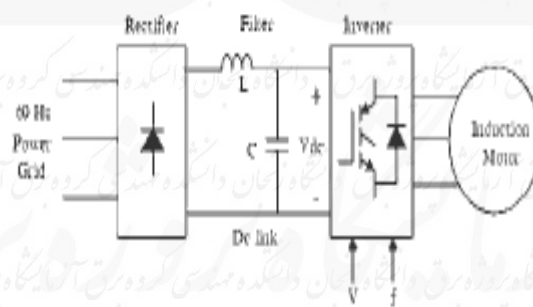
2- در ایو موتور سنکرون

امروزه در ایو های **ac** در رنج های متفاوت به شکل گسترده ای در صنعت کاربرد دارند. حدود 75 درصد بازار در ایو های **ac** متعلق به در ایو های کوچک یعنی در ایو هایی با قدرت کمتر از 5 اسب بخار می باشد.

تعریف و هدف پروژه:

در این پروژه سعی بر این است با یک درایو موتورهای القایی بتوان ان را در محدوده ای از سرعت های دلخواه با گشتاور معینی مورد بهره برداری قرار داد. موتور های القایی موجود در صنعت دارای قدرت های نامی متفاوتی هستند و طبیعی است که یکی از مشخصات اصلی هر درایور توان آن باشد. برای درایور موتور هایی با توان بالاتر باید دیود ها سوییچهای موجود در اینورتر و یکسو کننده (که در ادامه با تفصیل بیشتری مورد بحث قرار خواهند گرفت) قدرت عبور جریان های بالاتری را تحت ولتاژ یکسو شده سه فاز داشته باشند.

روشی که در این پروژه برای درایور انتخاب شده است. روش کنترل ولتاژ_ فرکانس است. ویژگی مثبتی که این روش دارد توانایی کنترل دقیق تری را نسبت به روشهای دیگر فراهم میکند. در ادامه ابتدا روشهای گوناگون کنترل دور تشریح شده و نکاتی راجع به کنترل دور حلقه تشریح شده و نکاتی راجع به کنترل حلقه بسته موتور های القایی بیان گردیده است سپس قسمتهای مختلف یک درایور که از روش کنترل ولتاژ_ فرکانس بهره می گیرد به طور مجزا توضیح داده شده است. این قسمت ها شامل یکسو کننده اینورتر و مدار کنترل و پردازش میباشد که پس از بررسی اصول کارکرد آنها به چگونگی طراحی هر یک خواهیم پرداخت.



نمودار بلوکی یک درایو القایی

پاکستان نامہ کارسناسی

فصل اول

در ایو موئور القایی



مقدمه در مورد ساختار موتور های القایی

استاتور موتور های القایی همان ساختار فیزیکی ماشین های سنکرون را دارد ولی ساختار روتورشان فرق می کند.

شکل 1 یک استاتور دو قطبی را نشان می دهد. این استاتور ظاهر استاتور های ماسین القای را دارد (واقعاً هم همان است). دو نوع مختلف روتور موتور القایی وجود دارد که می تواند داخل استاتور قرار گیرد. یک نوع روتور قفسه سنجابی یا روتور قفسی نام دارد و دیگری روتور سیم پیچی شده نامیده می شود.

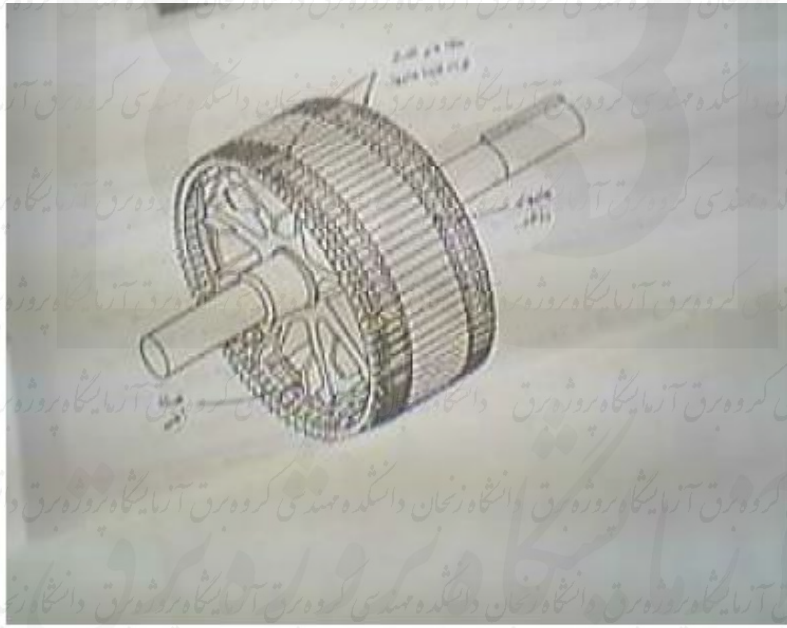
شکل 2 و 3 روتوره ای قفسه سنجابی موتور های القایی را نشان می دهد. روتور قفسه سنجابی از یک سری میله هادی تشکیل می شود که در شیار های سطح روتور قرار دارد و در دو طرف با حلقه های اتصال کوتاه کننده به هم متصل شده اند. این به این دلیل روتور قفسه سنجابی نامیده می شود که مجموعه های میله های هادی شبیه چرخ هایی هستند که سنجاب ها روی آن می دوند.

نوع دیگر روتور روتور سیم پیچی شده است. روتور سیم پیچی شده مجموع کاملی از سیم پیچی های سه فاز دارد که مثل تصویر آینه ای سیم پیچ های استاتور بر روتور هستند. سیم پیچی های استاتور معمولاً اتصال ستاره دارند و انتهای سه سیم روتور به حلقه های لغزان محور روتور متصل اند. سیم پیچی های روتور توسط جاروبک های سوار بر حلقه لغزاناتصال کوتاه می شوند. بنابراین جریان روتور موتور القایی با روتور سیم پیچی شده از طریق جاروبک های استاتور قابل دست رس اند و از همین جا می توان این جریان ها را اندازه گرفت و مقاومت های اضافی را در مدار موتور گذاشت. می توان از این خصوصیت استفاده کرد از این خصوصیت استفاده کرد مشخصه گشتاور_سرعت موتور را تغییر داد. شکل 4 دو روتور سیم پیچی شده و شکل 5 یک موتور القایی با روتور سیم پیچی شده کامل را نشان می دهد.

موتور های القایی با روتور سیم پیچی شده گران تر از موتور های القایی قفسه سنجابی است و به خاطر فرسایش ناشی از جاروبک ها و حلقه های لغزان نگهداریشان سخت است و به همین خاطر به ندرت به کار می روند.



شکل 1_ سیم پیچی استاتور موتور القایی



(الف)



(ب)

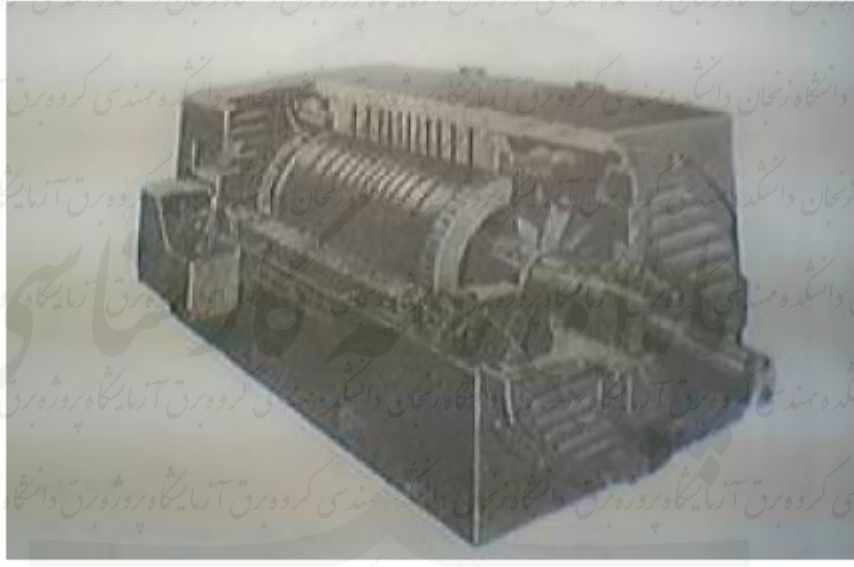
شکل 2-

(الف): یک رتور قفس-سنجایی

(ب): یک رتور قفس - سنجایی نوعی



(الف)



(ب)

شکل 3-3

(الف): برش یک موتور القایی قفس-سنجابی کوچک

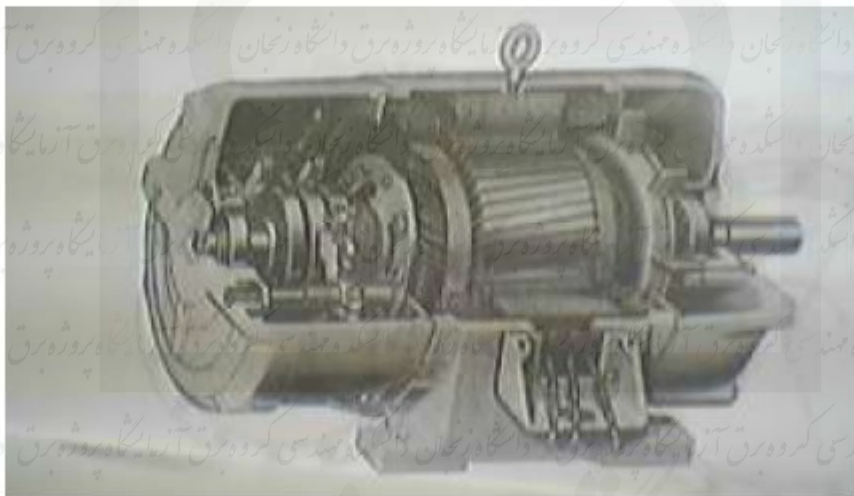
(ب): برش یک موتور قفس-سنجابی بزرگ





شکل 4-

رتور سیم پیچی شده برای موتورهای القایی



شکل 5-

برش یک موتور القایی با رتور سیم پیچی شده

موتور القای سه فاز معمولاً در درایوهای با قابلیت تنظیم سرعت به کار می‌رود و دارای سیم پیچ‌هایی سه فاز در روتور و استاتور هستند. سیم پیچ استاتور با یک ولتاژ سه فاز متعادل تغذیه می‌شود که بنا بر خاصیت ترانسفورماتوری موجب القا و لتاژ در سیم پیچی روتور می‌شوند. این امکان وجود دارد که توزیع مناسب سیم پیچ‌های استاتور اثر چند قطبی به وجود می‌آید که نتیجه آن ایجاد چندین سیکل نیرویی رانش مغناطیسی در اطراف شکاف هوایی می‌باشد. این میدان موجب توزیع فضایی چگالی شار سینوسی در فاصله هوایی می‌شود. سرعت چرخش این میدان سرعت سنکرون نامیده می‌شود و از رابطه زیر بدست می‌آید.

$$(1_1)$$

$$\omega_s = \frac{2\omega}{p}$$

که در آن p تعداد قطب‌ها و ω فرکانس منبع بر حسب rad/s می‌باشد. اگر ولتاژ فاز ترانسفور باشد یک شار ناشی (در روتور) به وجود می‌آید که از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$(2_1)$$

$$\phi_r = \phi_m \cos(\omega_m t + \delta - \omega_s t)$$

ولتاژ القا شده در هر فاز سیم پیچ روتور برابر است با:

$$(3_1)$$

$$\begin{aligned} e_r &= N_r \frac{d\phi}{dt} = N_r \frac{d}{dt} [\phi_m \cos(\omega_m t + \delta - \omega_s t)] \\ &= -N_r \phi_m (\omega_s - \omega_m) \sin[(\omega_s - \omega_m)t - \delta] \\ &= -s E_m \sin(s\omega_s t - \delta) = -s\sqrt{2} E_r \sin(s\omega_s t - \delta) \end{aligned}$$

که در آن N_r تعداد دورها در هر فاز روتور ω_m سرعت زاویه ای روتور، δ موقعیت نسبی روتور E_r مقدار موثر ولتاژ القا شده در هر فاز روتور و s مقدار لغزش می‌باشد که به صورت زیر تعریف می‌شود

$$(4_1)$$

$$s = \frac{\omega_s - \omega_m}{\omega_s}$$

و از آن سرعت موتور به صورت $\omega_m = \omega_s(1-s)$ بدست می آید مدار معادل برای یک فاز

روتور در شکل 1-1 الف نشان داده است که در آن R_r مقاومت هر فاز سیم پیچ روتور X_r راکتانس نشتی هر فاز در فرکانس تغذیه و E_r مقدار موثر ولتاژ فاز القا شده در سرعت صفر ($s=1$) می باشد. جریان روتور از رابطه زیر بدست می آید.

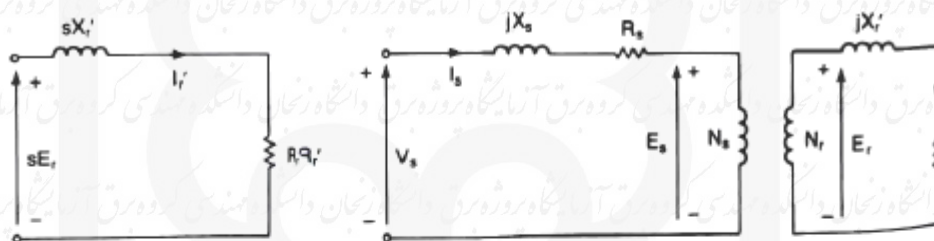
$$I_r' = \frac{sE_r}{R_r' + jsX_r'} \quad (5-1)$$

$$= \frac{E_r}{R_r'/s + jX_r'}$$

که R_r و X_r مربوط به سیم پیچ روتور می باشند.

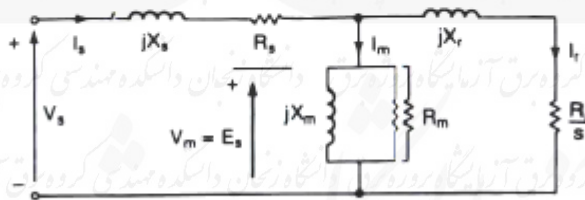
مدل مداری موتور هایی القایی برای هر فاز در شکل 1-1 ب نشان داده شده است که در آن R_s و X_s مقاومت هر فاز و راکتانس نشتی سیم پیچ استاتور هستند. مدار معادل کامل با تمام پارامتر ها رجوع شده به استاتور در شکل 1-1 آمده است. که R_m معرف مقاومت تلفات تحریک (یا هسته) و X_m راکتانس مغناطیسی کننده می باشد. وقتی که به منبع وصل می شود تلفات هسته استاتور وجود خواهد شد و تلفات هسته روتور بستگی به مقدار لغزش دارد. تلفات

ناشی از اصطکاک و سیم پیچ $P_{no\ load}$ هنگامی که ماشین در حال چرخش است وجود دارند. تلفات هسته P_c را نیز می توان جز از تلفات چرخشی $P_{no\ load}$ محسوب کرد.



(الف) مدار روتور

(ب) مدار استاتور و روتور



(ج) مدار معادل

شکل 1-1 مدل مداری موتورهای القایی

مشخصات کارایی و اصول کنترل موتور القایی

جریان روتور I_r و جریان استاتور I_s از مدار معادل شکل 1-1 ج بدست می آید که R_r و X_r به سیم پیچ استاتور ارجاع داده شده اند. با به دست آوردن مقادیر I_r و I_s پارامترهای سیم پیچ استاتور را می توان به صورت زیر بدست می آید:

تلفات مسی استاتور

$$(6-1)$$

$$P_{su} = 3I_s^2 R_s$$

تلفات مسی روتور

$$(7-1)$$

$$P_{ru} = 3I_r^2 R_r$$

تلفات هسته

$$(8-1)$$

$$P_c = \frac{3V_m^2}{R_m} \approx \frac{3V_s^2}{R_m}$$

تلفات شکاف هوایی (توانی که استاتور به روتور از طریق شکاف هوایی انتقال می یابد)

$$(9-1)$$

$$P_g = 3I_r^2 \frac{R_r}{s}$$

توان به وجود آمده

$$(10-1) \text{ و } (11-1)$$

$$P_d = P_g - P_{ru} = 3I_r^2 \frac{R_r}{s} (1 - s)$$

$$= P_g (1 - s)$$

گشتاور به وجود آمده

$$(12-1)$$

$$\tau_d = \frac{P_d}{\omega_m}$$

دانشجویان محترم:

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



مراجع

- ۱- ماشین های الکتریکی اثر فیتز جرالده - کینگسلی - اومنسلی .
A. E. Fitzgerald c. kingsley, and A. kusco , Electric Machinery .
- ۲- ماشین های الکتریکی ac اثر ب . ال . تراژا - ا . ک تراژا
AC. Machines , B. L Theraja and A. K. Theraja
- ۳- الکترونیک صنعتی اثر سیریل لندر.
- ۴- شبیه سازی با استفاده از مطلب (Y)
- ۵- راجا گوپالان- وبی تجزیه و تحلیل سیستم های الکترونیکی قدرت با کمک کامپیوتر.
- ۶- موهان- ان الکترونیک قدرت ، مبدل ها - کاربرد و طراحی .
- ۷- قطعات کنترل شده نیمه هادی قدرت ، انتشارات پرنیس - هال.