



دانشگاه شاهرود

دانشکده مهندسی

گروه برق

پایان نامه کارشناسی

گرایش: مخابرات

عنوان:

موتورهای الکتریکی سربازده

استاد راهنما: دکتر جلیوند

نگارش: محمدرضا فیضی

شهریور ۸۷

۱	فصل اول : مشخصات موتورهای القایی
۲	۱-۱ موتور القایی سه فاز
۲	۱-۱-۱ طرح نوع nema B
۴	۲-۱-۱ نوع nema A
۵	۳-۱-۱ موتور نوع nema C
۶	۴-۱-۱ موتور نوع nema D
۸	۵-۱-۱ موتورهای القایی رتور سیم پیچی شده
۱۰	۶-۱-۱ موتورهای چند سرعتی
۱۳	۲-۱ موتورهای القایی تکفاز
۱۴	۱-۲-۱ موتور استارت خازنی
۱۷	۲-۲-۱ موتورهای خازنی دو مقداره
۲۳	۳-۲-۱ موتور با خازن راه اندازی - حرکتی
۲۵	فصل دوم : موتورهای پربازده
۲۶	۱-۲ استاندارد بازده موتور
۲۷	۲-۲ چرا موتورهای پر بازده ؟
۲۸	۳-۲ بازده چیست ؟
۲۸	۱-۳-۲ تلفات توان
۳۰	۲-۳-۲ تلفات مغناطیسی هسته
۳۱	۳-۳-۲ تلفات اصطکاک و مزاحمت هوا
۳۲	۴-۳-۲ تلفات سرگردان بار
۳۳	۵-۳-۲ خلاصه توزیع تلفات

۳۵	۴-۲ موتورهای پربازده چیست ؟
۴۰	۵-۲ تعیین بازده
۴۳	۱-۵-۲ استاندارد IEEE ۱۱۱-۲۹۸۴
۴۵	۲-۵-۲ نشریه ۳۴-۲ IEC
۴۶	۴-۵-۲ مقایسه بازده های تعیین شده به وسیله روش های برگزیده شده
۴۶	۵-۵-۲ آزمایش واریانس
۴۷	۶-۲ طبقه بندی بازده موتور
۴۹	۷-۲ استانداردهای موتور پربازده انرژی nema
۵۴	فصل سوم :کارآیی موتورهای القایی
۵۵	۱-۳ بحث کلی
۶۱	۱-۱-۳ موتورهای پربازده
۶۳	۲-۳ کاربردهای کاری مختلف (varying duty)
۶۴	۱-۲-۳ نمونه محاسبات
۶۵	۳-۳ تغییرات ولتاژ
۶۸	۴-۳ ولتاژ نامتعادل
۷۲	۵-۳ موتورهای چند فازه تغذیه شده بوسیله منبع تغذیه با قابلیت تنظیم فرکانس
۷۳	۱-۵-۳ نوع و ویژگی های بار
۷۶	۲-۵-۳ موتور القایی تغذیه شده به وسیله منبع تغذیه با قابلیت تنظیم فرکانس
۸۵	مراجع

فصل اول

مشخصات موتورهای القایی

۱-۱ موتورهای القایی سه فاز:

با توجه به اینکه در اکثر کاربردها توان مورد نیاز (اسب بخار) توان بالای یک اسب بخار می باشد ، موتورهای القایی سه فاز در انواع مختلف ، تجهیزات صنعتی بیشتری را نسبت به دیگر موتورها پشتیبانی می کند .

متداولترین موتورهای القایی سه فاز (چند فازه) در بر گیرنده انواع زیر می باشد :

نوع A nema (national electrical manufactures association) :

گشتاور بالا ، لغزش کم ، جریان حالت قفل شده زیاد

نوع B nema : گشتاور نرمال ، لغزش نرمال ، جریان حالت قفل شده نرمال

نوع C nema : گشتاور بالا ، لغزش کم ، جریان حالت قفل شده زیاد

نوع D nema : گشتاور روتور قفل شده بالا ، لغزش زیاد

موتور روتور سیم پیچی شده : مشخصات آن بستگی به مقاومت خارجی آن دارد.

موتور چند سرعته : مشخصات آن به طراحی موتور بستگی دارد که می تواند گشتاور متغیر ، گشتاور ثابت یا توان ثابت باشد .

اصولا طراحی ویژه ای برای موتورهای الکتریکی با ویژگی های منحصر بفرد برای بر آورده کردن نیاز های خاص وجود دارد . با این وجود ، بیشتر نیاز ها توسط موتورهای ذکر شده می تواند بر آورده شود.

۱-۱-۱ طرح نوع B nema :

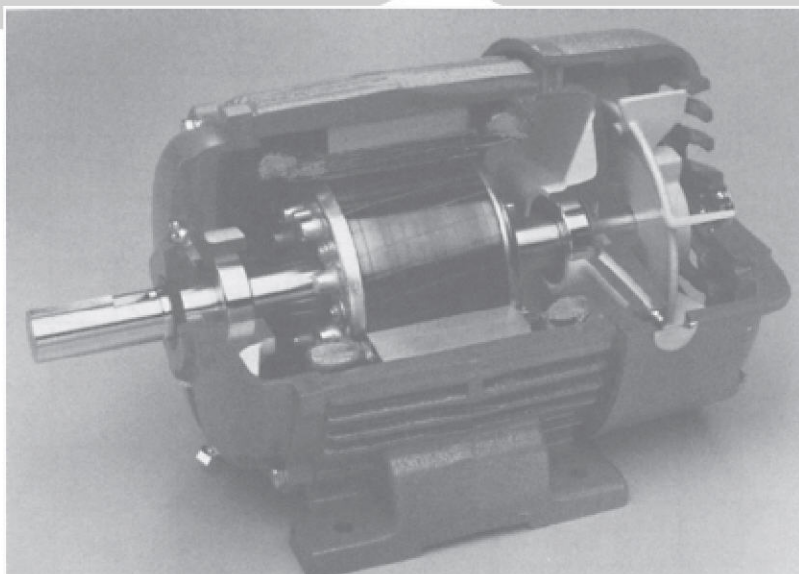
موتور نوع B nema اساسا یک موتور قدرتی است. این موتور، یک موتور سه فاز است که طراحی آن بگونه ای است که دارای گشتاور و جریان راه اندازی نرمال ، گشتاور شتاب دهنده بالاتر از گشتاور بار کامل و یک گشتاور شکست چندین برابر گشتاور بار کامل است و معمولا دارای لغزش بار نامی کمتر از ۴٪ می باشد. بنابراین سرعت این موتور بیشتر از ۹۶٪ سرعت سنکرون موتور می باشد (بر حسب دور بر دقیقه). برای مثال یک موتور ۴ قطبی که در فرکانس خط ۶۰ هرتز عمل می کند دارای سرعت سنکرون ۱۸۰۰ rpm و یا دارای سرعت بار کامل :

$$1800 - (1800 * s) = 1800 - (1800 * 0.04) = 1728 \text{ rpm}$$

و یا

$$1800 \times 0.96 = 1728 \text{ rpm}$$

در کل ، بسیاری از موتورهای سه فاز در رنج ۱ تا ۲۰۰ اسب بخار دارای لغزش بار نامی حدود ۳٪ هستند به عبارت دیگر یک موتور ۴ قطبی دارای سرعت ۱۷۴۵ rpm است. شکل ۱-۱ ساختار کلی یک نمونه از موتور نوع B nema با خنک کننده پره ای و روتور یک طبقه قفس سنجابی را با آلومینیوم نورد شده حدیده ای نمایش می دهد.



شکل ۱-۱، موتور نوع B nema با خنک کننده پره ای

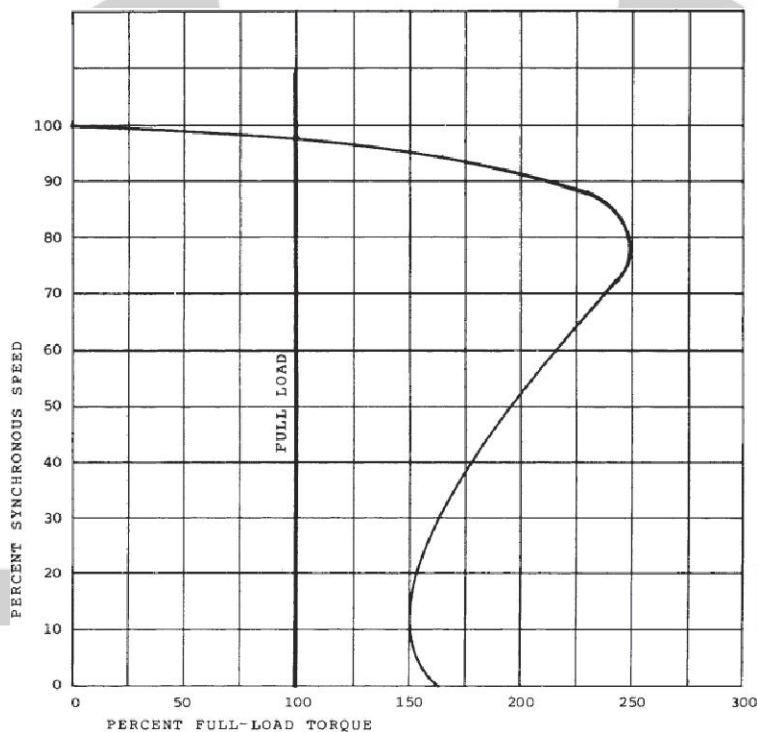
شکل ۲-۱ منحنی گشتاور - سرعت یک نمونه موتور نوع B nema را نمایش می دهد. بنابراین این موتور می تواند گشتاور راه اندازی و شتاب روانی را برای بیشتر بارها فراهم کند ؛ بعلاوه می تواند پیک اضافه بار را بدون اینکه متوقف شود ، تحمل کند. استانداردهای عملی nema برای موتورهای نوع B در جداول ۱-۱ تا ۳-۱ آمده است.

در گذشته ، استانداردهای ثابتی برای بازده یا ضریب توان موتورهای نوع B nema وجود نداشت. هر چند nema استانداردهای ثابتی برای آزمایش و طبقه بندی موتورهای القایی داشت. اخیرا nema استانداردهای

ثابت بازدهی را برای بازدهی در موتورهای القایی چند فازه ارائه کرده است. این استانداردها با تمامی جزئیات در فصل ۲ توضیح داده شده است.

۱-۱-۲ نوع A nema :

موتور نوع A nema یک موتور القایی چند فازه قفس سنجابی است که گشتاور و جریان رتور قفل شده طراحی شده آن از مقادیر نوع B nema مشابه تجاوز می کند. ملاک برای تعیین نوع A در طبقه بندی این است که جریان رتور قفل شده آن از موتور نوع B بیشتر باشد. موتور نوع A معمولاً در کاربردهای خاصی مورد استفاده قرار می گیرد که توسط موتور نوع B بر آورده نمی شود و بیشتر اوقات این عملکردها به موتورهایی با گشتاور بالاتر از گشتاور شکست معمول سپرده می شود تا احتیاجات زودگذر (اضافه بارهای کوتاه مدت) را بر آورده کند. موتور نوع A nema همیشه در بارهایی بکار گرفته می شود که به لغزش بسیار کم (برای مثال ۱٪ یا کمتر) احتیاج دارد.



شکل ۱-۲، منحنی گشتاور-سرعت موتور A nema

۳-۱-۱ موتور نوع nema C:

موتورهای نوع nema C موتورهای القایی هستند که گشتاور روتور قفل شده بالایی دارند و برای عملکردهایی با راه اندازی سخت به کار گرفته می شود. شکل ۳-۱ یک موتور نوع drip proof nema C با دو قفس و روتور آلومینیومی حدیده شده تحت فشار را نشان می دهد.

شکل ۴-۱ یک نمونه منحنی گشتاور-سرعت را برای موتور نوع nema C نمایش می دهد. اینگونه موتورها دارای لغزش بار نامی حدود کمتر از ۵٪ می باشند.

جدول ۱-۱ گشتاور روتور قفل شده موتورهای نوع A و B nema

hp	Synchronous speed, 60 Hz			
	3600 rpm	1800 rpm	1200 rpm	900 rpm
1	—	275	170	135
1.5	175	250	165	130
2	170	235	160	130
3	160	215	155	130
5	150	185	150	130
7.5	140	175	150	125
10	135	165	150	120
15	130	160	140	125
20	130	150	135	125
25	130	150	135	125
30	130	150	135	125
40	125	140	135	125
50	120	140	135	125
60	120	140	135	125
75	105	140	135	125
100	105	125	125	125
125	100	110	125	120
150	100	110	120	120
200	100	100	120	120
250	70	80	100	100

تک سرعت، چند فاز، قفس سنجابی، موتورهای توان متوسط با عملکرد متوالی (با درصدی از گشتاور بار کامل)

استانداردهای اجرایی nema برای موتورهای نوع C در جداول ۱-۱ تا ۳-۱۱ نمایش داده شده است.

۴-۱-۱ موتور نوع nema D:

موتور نوع nema D گشتاور بالای روتور قفل شده را با لغزش بالا ترکیب می کند و یک استاندارد کلی برای این نوع طراحی قلمداد می شود، یکی با لغزش بار کامل ۵ الی ۸ درصد و دیگری دارای لغزش بار کامل ۸ الی ۱۳ درصد می باشد. گشتاور روتور قفل شده برای هر دو نوع معمولاً ۲۷۵٪ الی ۳۰۰٪ گشتاور بار کامل است. با این وجود، برای عملکردهای ویژه، گشتاور رتور قفل شده می تواند بیشتر هم باشد. شکل ۱-۵ منحنی گشتاور - سرعت را برای موتورهای نوع nema D نمایش می دهد. این موتورها معمولاً برای بارهای دوره ای مانند دستگاههای منگنه و پرس توصیه می شود.

جدول ۱-۲ گشتاور شکست موتورهای نوع A و B nema

hp	Synchronous speed, 60 Hz			
	3600 rpm	1800 rpm	1200 rpm	900 rpm
1	—	300	265	215
1.5	250	280	250	210
2	240	270	240	210
3	230	250	230	205
5	215	225	215	205
7.5	200	215	205	200
10	200	200	200	200
15	200	200	200	200
20	200	200	200	200
25	200	200	200	200
30	200	200	200	200
40	200	200	200	200
50	200	200	200	200
60	200	200	200	200
75	200	200	200	200
100	200	200	200	200
125	200	200	200	200
150	200	200	200	200
200	200	200	200	200
250	175	175	175	175

تک سرعت - چند فاز - قفس سنجابی - موتورهای توان متوسط با عملکرد متوالی (با درصدی از گشتاور بار کامل)

دانشجویان محترم:

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

- [1] ALI EMADI, ENERGY-EFFICIENT ELECTRIC MOTORS, Third Edition, Chicago, 2005
- [2] Farkas, T., Schlecht, M. F. (May 1994). Viability of active EMI filters for utility applications. IEEE Trans. On power Electronics 9(3):328_337.
- [3] Akagi, H.(2000). Active and hybrid filters for power conditioning. Vol. 1. In Proc. IEEE Conf. on Industrial Electronics, pp. TU26_TU36
- [4] Marks J.H., Green, T. C. (2001). Ratings analysis of active power filters. Vol. 3. In: Proc. 32nd IEEE Power Electronics Specialists Conference, pp.1420_1425
- [5] IEEE standard dictionary of electrical and electronic terms, IEEE standard 100, 1984
- [6] IEEE recommended practices and requirements for harmonic control in electrical power systems, IEEE Standard 519, 1992