

دوره آموزشی
آشنایی با
الکتروموتور
ویژه
تکنسین های برق

محل اجرا: سی‌مان کردستان



مدرس: برور

آذر ماه 1394

مقدمه:

پس از تولید جریان الکتریکی تکفاز ، اولین ترانسفورمر تکفاز در سال ۱۸۵۵ میلادی توسط سی پرنوسکی و دری بلاتلی اختراع و به ثبت رسید.

تقریباً ۵ سال بعد با بوجود آمدن جریان متناوب سه فاز ، ترانسفورمر سه فاز توسط دولیوو- دوبروولسکی اختراع شد. همزمان با اختراع ترانسفورمر سه فاز ، ترانسفورمر روغنی توسط براون پیشنهاد و ساخته شد. راجع به اصول کار ترانسفورمر ، عمل القایی و القای متقابل سیم پیچ های ترانسفورمر اشخاص زیادی بخصوص کاپ ، دولیوو- دوبروولسکی ، ایشتاین متس ، گورگس و گیزبرت بررسی و تحقیقات بسیار ارزنده ای انجام دادند که موجب تکمیل ترانسفورمرهای سه فاز و اختراع ماشینهای آسنکرون ، سنکرون و مخصوص تکفاز و سه فاز شد.

امروزه انواع ترانسفورمرهای تکفاز و سه فاز برای کاهش و افزایش سطح ولتاژ یا عایق الکتریکی ولتاژ ثانویه ترانسفورمر از زمین الکتریکی یا نول شبکه (ترانسفورمر ایزوله) کاربرد دارند ، همچنین انواع ماشینهای الکتریکی تکفاز ، سه فاز و مخصوص AC برای تأمین انرژی الکتریکی و مکانیکی مورد نیاز مصارف صنعتی و خانگی در ابعاد و قدرتهای گوناگون بکار گرفته می شوند.

همان طور که می دانید ، ماشینهای الکتریکی AC جزء اصلی لوازم و تجهیزات الکترومکانیکی خانگی و صنعتی بشمار می رود . بنابراین آسایش و رفاه زندگی در جوامع بشری و تولیدات صنایع و کارخانجات در گروی شناخت ، انتخاب ، کاربرد و بهره برداری بهینه از این تجهیزات است.

انواع و کاربرد ترانسفورمرهای تکفاز و سه فاز

ترانسفورمر یک دستگاه الکتریکی است که ورودی و خروجی آن انرژی الکتریکی است. این دستگاه در نوع انرژی الکتریکی تغییری ایجاد نمی کند ، اما می تواند در اندازه ی کمیت های آن مانند جریان ، ولتاژ ، زاویه ی فاز و ... تغییر ایجاد کند.

پیدایش ترانسفورمر سه تحول عمده در صنعت برق بشرح زیر بوجود آورد:

- ۱- امکان طراحی وسایل الکتریکی با منابع تغذیه ی دلخواه
 - ۲- ایزوله یا عایق کردن یک قسمت از شبکه های فشارقوی
 - ۳- ارتباط سراسری بین شبکه های تولید و مصرف انرژی الکتریکی در سطح یک یا چند کشور
- دستاور فوق سبب تنوع و کاربرد ترانسفورمرهای تکفاز و سه فاز شد. در تقسیم بندی شکل ۱ با انواع ترانسفورمر آشنا می شوید.



کاهنده

افزاینده

۱:۱ یا ایزوله

تکفاز با خروجی ثابت

قدرت

۱:۱ یا ایزوله

مبدل دو فاز

تغییر دهنده ی زاویه ی فاز

اتصال زمین

سه فاز

تکفاز

دوفاز

ترانسفورمر جوشکاری

سه فاز با خروجی DC قابل تنظیم

ترانسفورمر رکتیفایر

انواع ترانسفورمر

اتوترانسفورمر

تکفاز

سه فاز

جریان (CT)

ولتاژ (PT)

ولتاژ خازنی (CVT)

اندازه گیری و حفاظتی

تکفاز

سه فاز

شش فاز

دوازده فاز

ترانسفورمر رکتیفایر

ترانسفورمر نقطه جوش

ترانسفورمر های مخصوص

گرمکن مغناطیسی

دستگاه جرقه زن

هویه ی لحیم کاری

سوئیچینگ

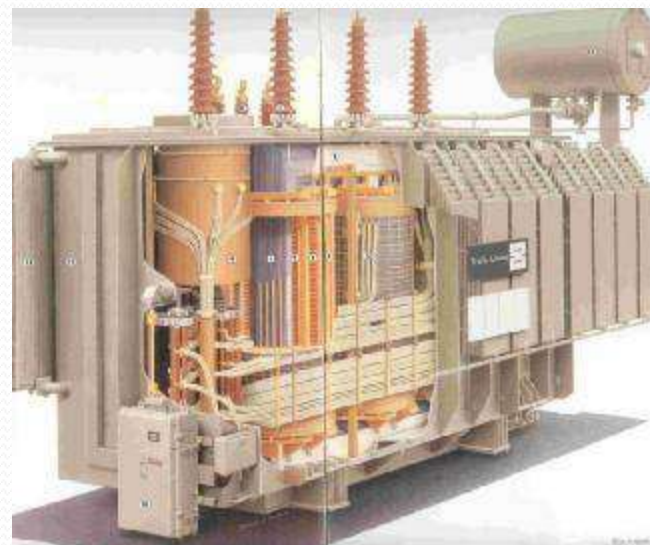
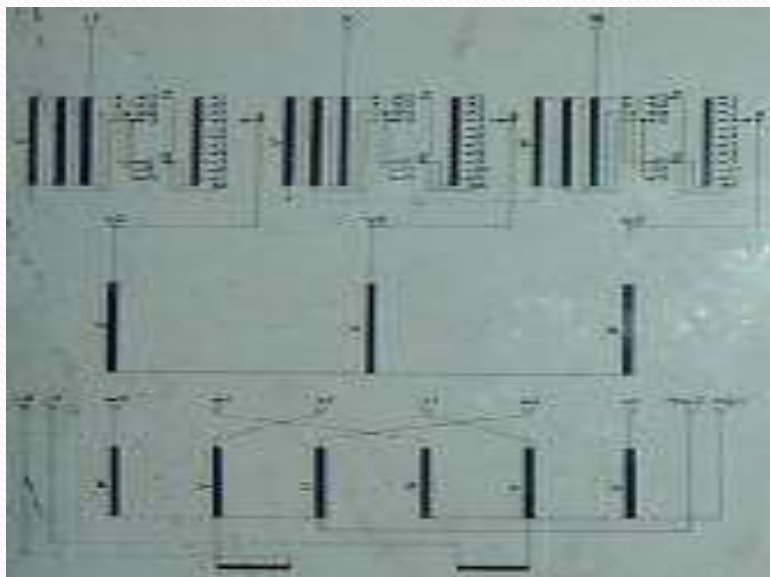
تطبیق امپدانس

کوره های قوس الکتریک

کوره های القایی

فیلتر الکترواستاتیک

گرمکن مغناطیسی



3-PHASE RECTIFIER TRANSFORMER TYP FLTOK-L NO. 055-15207

8197/2x5796kVA Duty continuous 50Hz Spec.IEC Insul.level 125-50/25 Cooling OFWF Year 1980

Untanking mass 20,0 tons Mass of oil 12,8 tons Transp.mass incl.oil 35,0 tons Total mass 37,5 tons

Impedance voltage 6,6% at rated current

مقدمه :

مراحل خرید و تامین یا
ایجاد تاسیسات الکتریکی
(نیروگاه - صنایع -
کارخانجات و...)

1. تهیه مشخصات فنی - انتخاب مشاور و سازنده

2. طراحی - ساخت - تست کارخانه ای

3. حمل و تخلیه - نصب و راه اندازی - تحویل موقت و دائم

4. بهره برداری و سرویس و نگهداری (تعمیر و بهینه سازی)

انواع و کاربرد موتورهای الکتریکی مخصوص AC

- امروزه در صنایع و لوازم خانگی، موتورهای الکتریکی AC و مخصوص کاربرد بیشتری دارد. تقسیم بندی این موتورها به سه دسته 1- سنکرون 2- آسنکرون 3- مخصوص است که نسبت به موتورهای DC (با قدرت یکسان) دارای مزایایی به شرح زیر می باشند

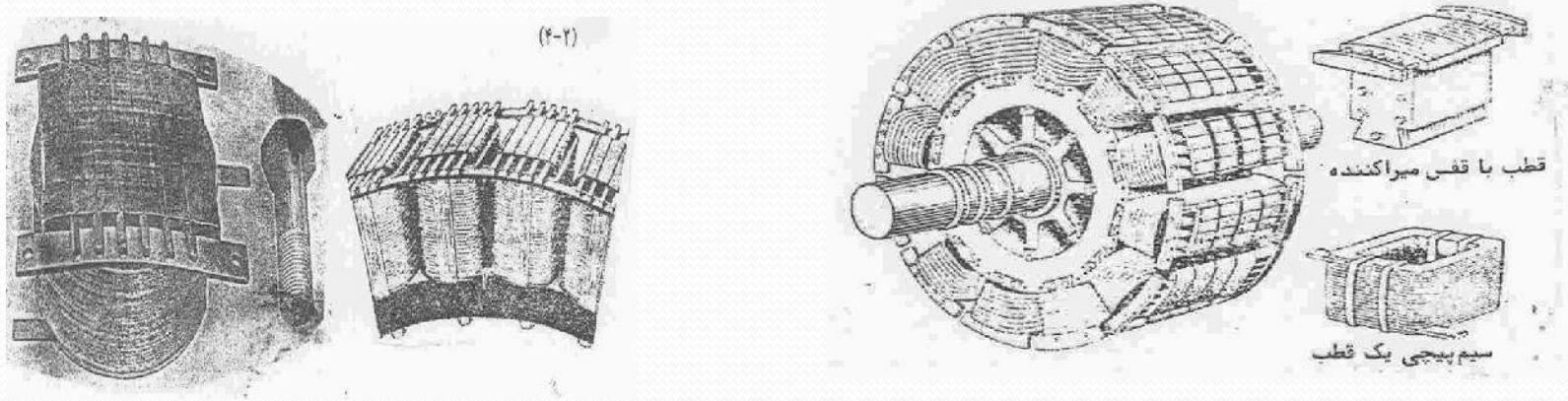
- ۱. سبک بودن (۲۰ تا ۴۰ درصد سبک تر از موتورهای با قدرت یکسان DC)
- ۲. کمی حجم نسبت به موتورهای DC با قدرت یکسان
- ۳. سرویس و نگه داری و تعمیر آسان و راحت
- ۴. ساختمان ساده تر
- ۵. ارزان بودن
- ۶. عمر مفید بیشتر
- ۷. تحمل ولتاژ بالاتر

2- فاکتورهای مهم در ارتباط با انتخاب موتورهای AC

- 1- سطح ولتاژ شبکه
- 2- محدوده ی تغییرات بار
- 3- ضد انفجار بودن در صورت لزوم
- 4- منبع تغذیه مورد نیاز
- 5- راه اندازی آسان
- 6- گشتاور راه اندازی مناسب
- 7- سرعت موتور و محدوده ی تغییرات آن
- 8- ترمز آسان
- 9- سرویس و نگهداری آسان
- 10- تعمیرات آسان و ارزان

1- موتورهای سه فاز سنکرون

این موتورها ساختمان پیچیده تر و قیمت گرانتری دارند. روتور این نوع موتورها عمداً از نوع قطب برجسته بوده و سرعت چرخش آنها ثابت است. کاربرد این موتورها برای تأمین قدرت اکتیو برای چرخش آسیاب مواد و کمپرسورهای صنعتی از قدرت های ۱ تا ۵۰ مگاوات و برای تأمین قدرت ر اکتیو و اصلاح ضریب قدرت الکتریکی ترانسفورماتورهای کوره های قوس الکتریکی و پاتیلی کارخانجات صنایع فولاد تا قدرت ۷۰ مگاوات آمپر است.



شکل فوق روتور یک موتور سنکرون و اجزای آن را نشان می دهد.



Output: 1 - 70 MVA
 Voltages: 1-15 kV, 50 and 60 Hz
 Frames: 710 - 2500 mm
 Speeds: 300 - 1500 rpm



شکل روتورهای استوانه ای موتور سنکرون

شکل روتور برجسته
 یک موتور سنکرون

مزایای موتور سنکرون :

- 1- این موتور دارای ضریب قدرت مناسب و قابل تنظیم است .
- 2- بازده عالی دارد .
- 3- در مقابل نوسان ولتاژ حساسیت ندارد .
- 4- امکان بکار بردن آن به طور مستقیم با ولتاژ زیاد وجود دارد .
- 5- با تحریک مناسب هیچگونه قدرت راکتیو مصرف نمی کند و فقط قدرت اکتیو مناسب می گیرد .
- 6- از این موتور میتوان به عنوان مولد قدرت راکتیو برای بالا بردن ضریب قدرت خط استفاده کرد .

معایب موتور سنکرون :

- 1- يك وسیله راه اندازی اولیه که موتور کمکی و غیره می باشد احتیاج دارد .
- 2- علاوه بر جریان متناوب برای سیم پیچ استاتور ، جریان دائم برای قطبهای آن هم مورد احتیاج است در نتیجه قیمت ماشین را نسبت به مشابه خود بالا میبرد .
- 3- سرعت آن ثابت است .
- 4- نداشتن تحمل اضافه بار (در صورتیکه خیلی زیاده از حد مجاز به آن بار دهند می ایستد و دوباره بایستی آنرا راه اندازی کرد).

کاربرد موتور سنکرون :

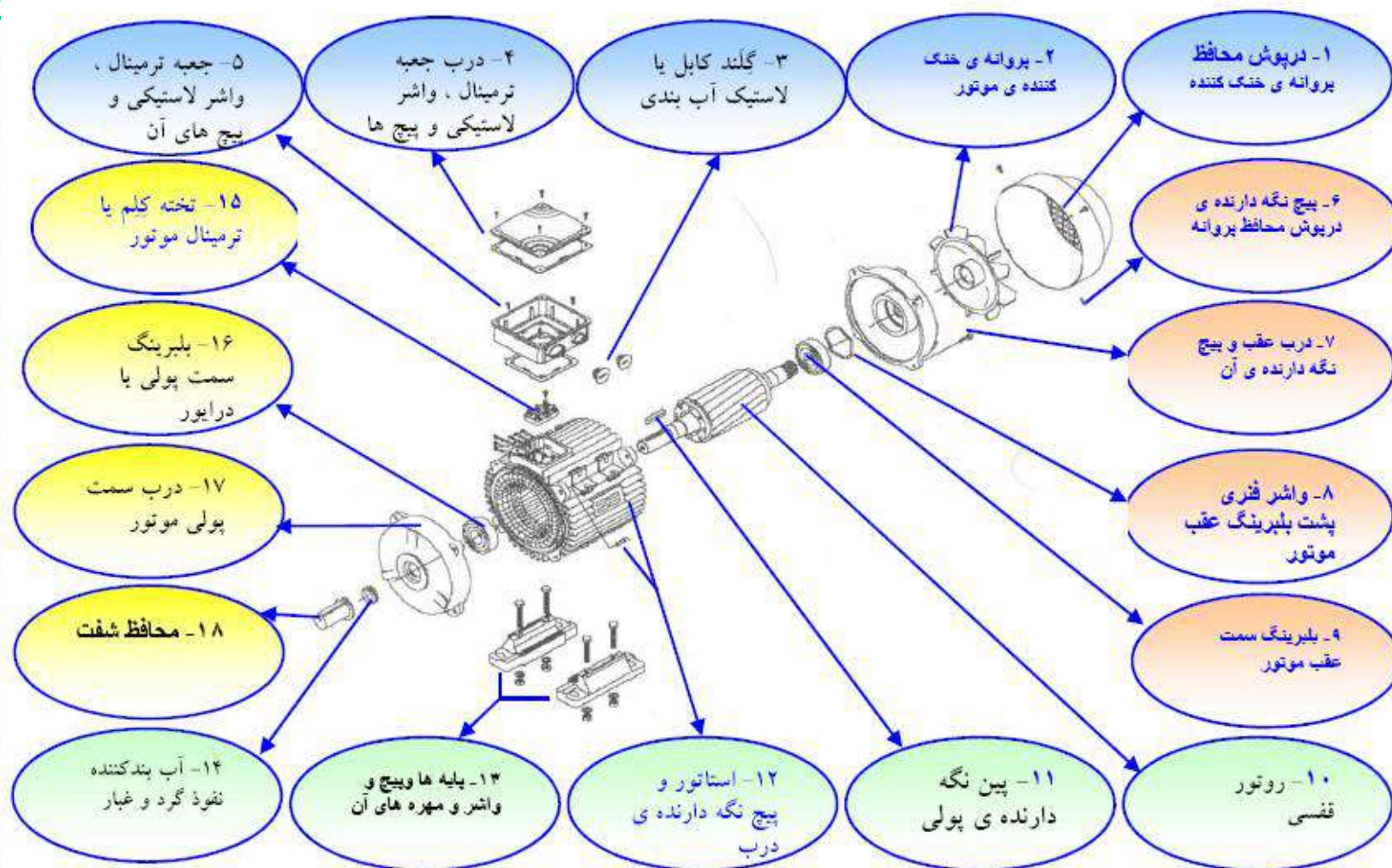
- 1- به خاطر راه اندازی مشکل موتور سنکرون ، مورد استفاده آن محدود است .
- 2- به خاطر سرعت ثابت آن، در مواردیکه دور ثابت نیاز باشد، استفاده می شود.
- 3- کاربرد مهم موتور سنکرون ، برای اصلاح $\cos\phi$ است. بار روی آن قرار نداده یعنی موتور بدون بار کار میکند در این حالت موتور سنکرون را خازن سنکرون گویند.
- 4- در صنایعی که نوسانات ولتاژ زیاد است و نیمه هادی های کنترل شده مانند ترایستور و IGBT کاربرد زیاد دارند از موتور سنکرون استفاده می شود.

2- موتور های سه فاز آسنکرون

نوع سه فاز این الکتروموتورها ، خود به دو دسته ی روتور قفسی یا قفس سنجابی و روتور سیم پیچی یا روتور رینگی تقسیم می شوند.

۱-۲ موتور های روتور قفسی

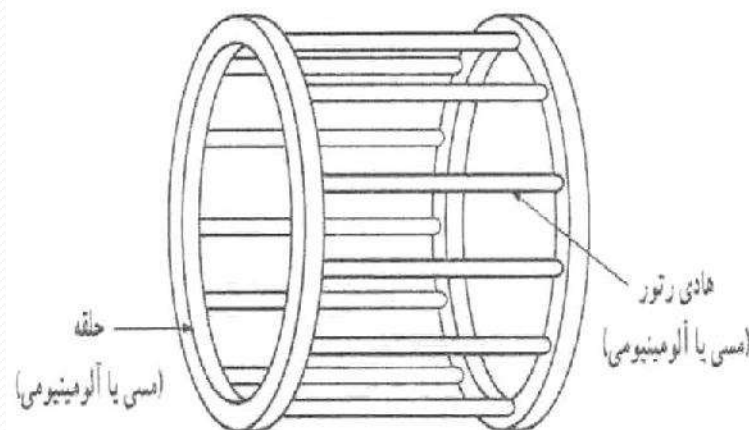
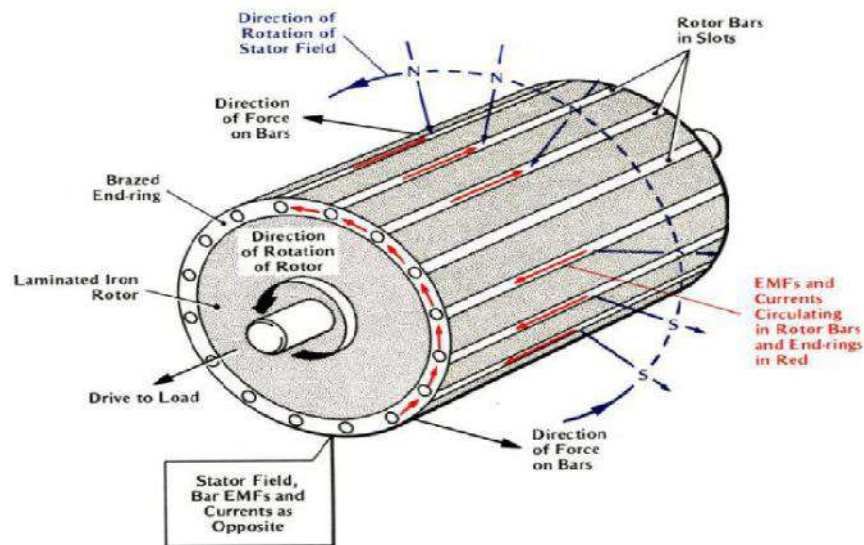
تقریباً ۹۰ درصد موتور های القایی از نوع قفسی هستند. زیرا روتور ساختمان ساده و محکمی داشته است. روتور های قفسی شامل هسته های لایه لایه شده ی استوانه ای با شیار های موازی برای نصب هادی های میله ای یا شمشیری از نوع مسی ، آلومینیومی یا از آلیاژ های دیگر است. هادی ها در دوسر روتور به وسیله ی دو حلقه که از جنس هادی ها است ، مانند شکل اتصال کوتاه می شوند. قفس ها در دو نوع ساده و دابل با توجه به کاربرد موتور طراحی و ساخته می شود. شیار های روتور قفسی را مخصوصاً "مورب میسازند تا بدین وسیله صدای هوم مغناطیسی موتور هنگام کار کاهش یابد و از تمایل به قفل روتور هنگام راه اندازی جلوگیری شود و همچنین قابلیت پایداری موتور هنگام تغییر ناگهانی بار افزایش می یابد.



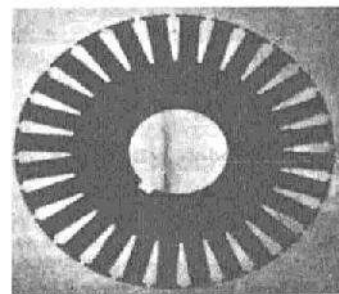
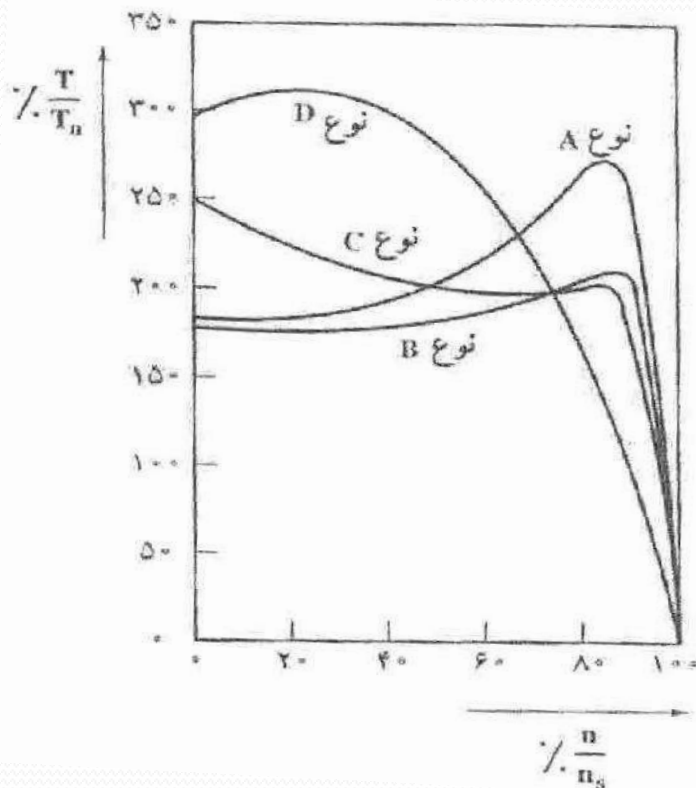
نقشه ی انفجاری یک نوع موتور روتور قفسی

اساس کار موتور القايي سه فاز

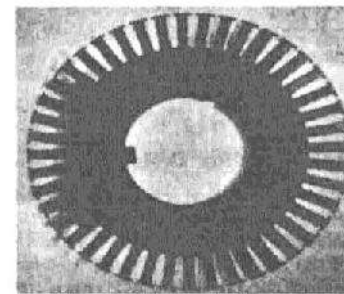
با اتصال جريان سه فاز به سيم پيچي سه فاز استاتور يك موتور القايي ، ميدان دوار با سرعت n_s و با مقدار ثابت Φ_m $\Phi_T = 1/5$ توليد مي شود. اين ميدان پس از خارج شدن از هسته ي استاتور از فاصله ي هوايي بين استاتور و روتور عبور کرده و هنگام عبور از روتور ، هادي هاي روتور را قطع کرده و در آن ها مطابق با قانون القاء الكترومغناطيسي فاراده ولتاژي القاء مي کند. چون هادي هاي روتور مانند قفس شکل زير اتصال کوتاه شده اند ، ولتاژ القاء شده در هادي ها سبب عبور جريان الكتريکي در هادي هاي روتور مي شود. جريان القايي روتور خود سبب توليد ميدان مغناطيسي در روتور شده و در فاصله ي هوايي بين استاتور و روتور با يکديگر درگير مي شوند. نتيجه ي برخورد دو ميدان مغناطيسي استاتور و روتور در فاصله ي هوايي سبب افزايش تراکم شار مغناطيسي در يک طرف هادي هاي روتور و کاهش تراکم شار مغناطيسي در طرف ديگر همان هادي ها شده و روتور را در جهت ميدان دوار با سرعتي کمتر از n_s به حرکت در مي آورد.



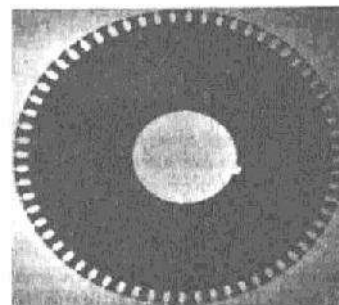
موتورهای AC با روتورهای قفسی استاندارد نوع A و B برای راه اندازی بارهای سبک ، روتورهای قفسی نوع C و D برای راه اندازی بارهای سنگین که نیاز به گشتاورهای راه اندازی زیاد دارند ، مانند راه اندازی فن ها با پروانه ی چدنی ، کمپرسورها و پمپ های سانتریفوژ مورد استفاده قرار می گیرند.



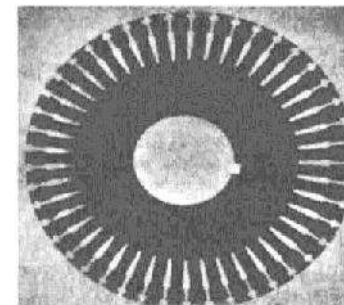
قفس نوع B



قفس نوع A



قفس نوع D



قفس نوع C

سرعت میدان دوار بر حسب دور در هر ثانیه را با **RPS (Revolution Per Second)** نشان می دهند. معمولاً سرعت میدان دوار و روتور را بر حسب دور در هر دقیقه بیان می کنند و از رابطه ی زیر به دست می آید:

$$N_s = \frac{120F}{P}$$

f : (HZ) فرکانس شبکه بر حسب هرتز

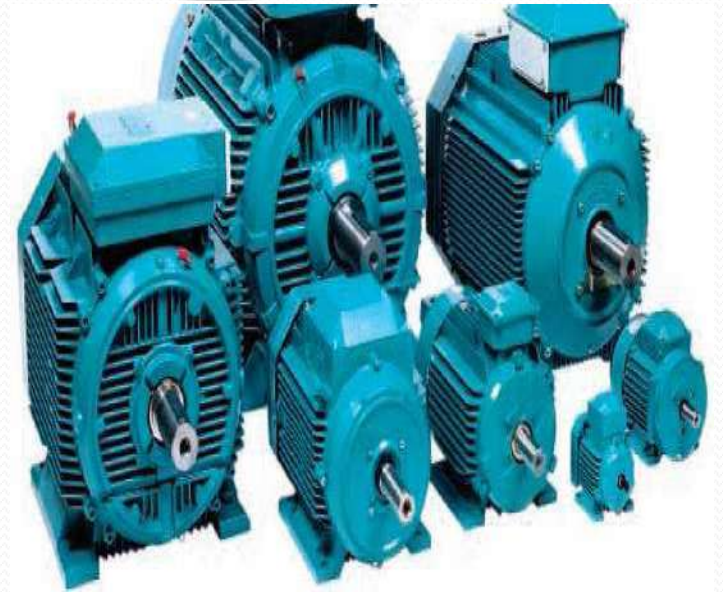
P : تعداد جفت قطب های سیم پیچی

n : (RPM) Revolution Per Minute (سرعت میدان دوار بر حسب دور در هر دقیقه)

$$\% \text{ لغزش} = \frac{N_s - N_r}{N_s} \times 100$$

جدول زیر سرعت سنکرون برای قطبهای مختلف را نشان می دهد.

تعداد قطب ها	سرعت سنکرون
2	3600
4	1800
6	1200
8	900
10	720

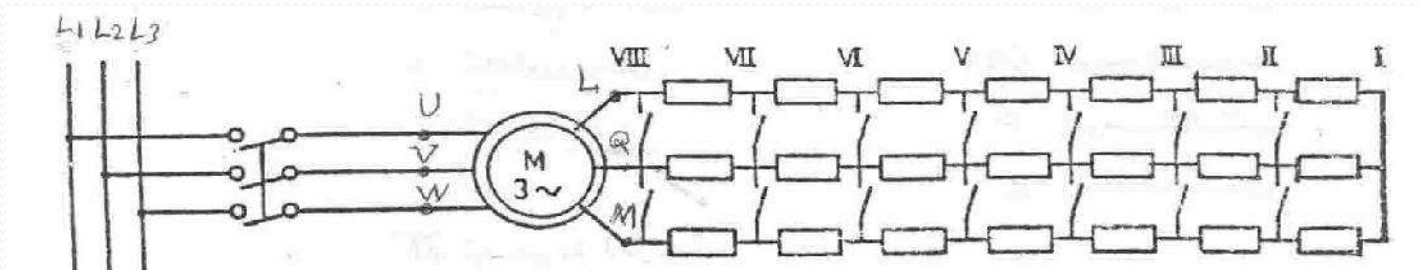


2-2 موتورهای آسنکرون سه فاز روتور سیم پیچی

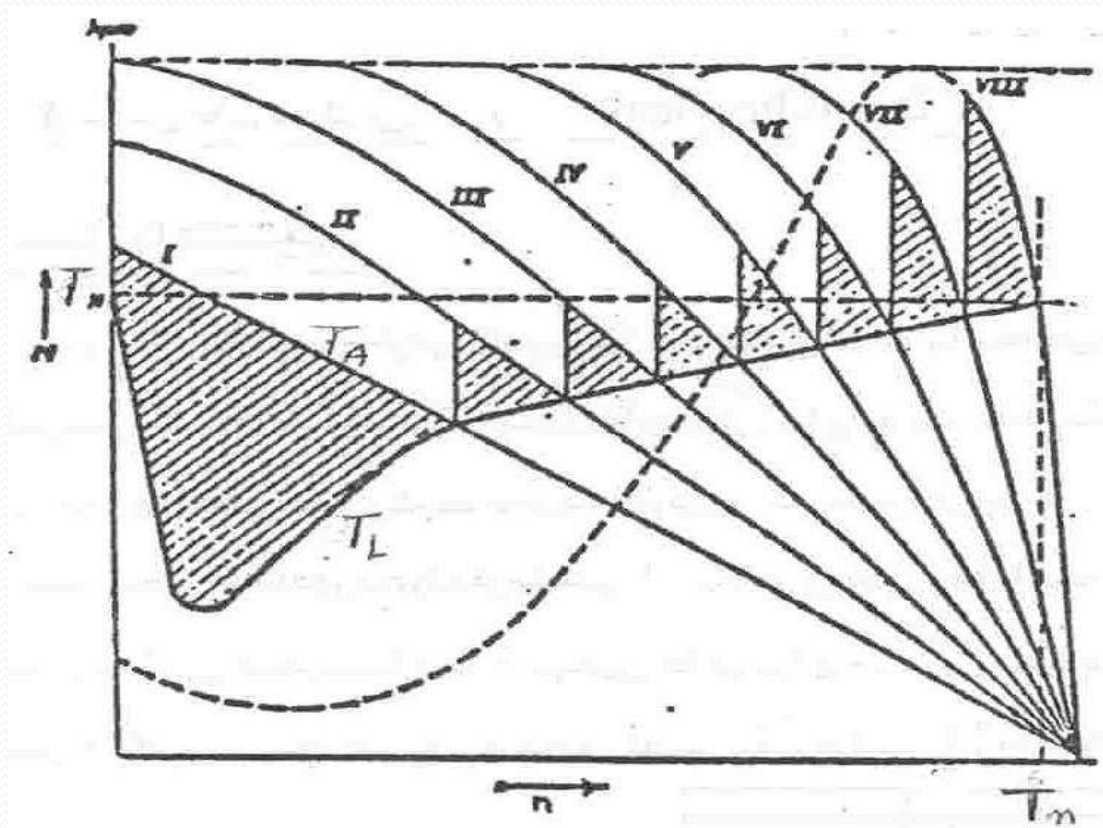
این موتورها برای محرک ماشین آلات صنعتی که در شروع راه اندازی نیاز به گشتاور راه اندازی زیاد دارند مانند آسیاب مواد کارخانجات سیمان ، سنگ شکن ها ، نوار نقاله ها ، جرثقیل ها کمپرسورهای بزرگ ، آسانسورهای معادن زیر زمینی ، موتورهای سنکرون اصلاح کننده ی ضریب قدرت الکتریکی



شکل 1 مقاومت 8 پله ای را نشان می دهد که به وسیله ی کنتاکتور هنگام راه اندازی از مدار خارج می شوند. شکل 2 مشخصه ی گشتاور سرعت موتور آسنکرون روتور سیم پیچی را نشان می دهد.

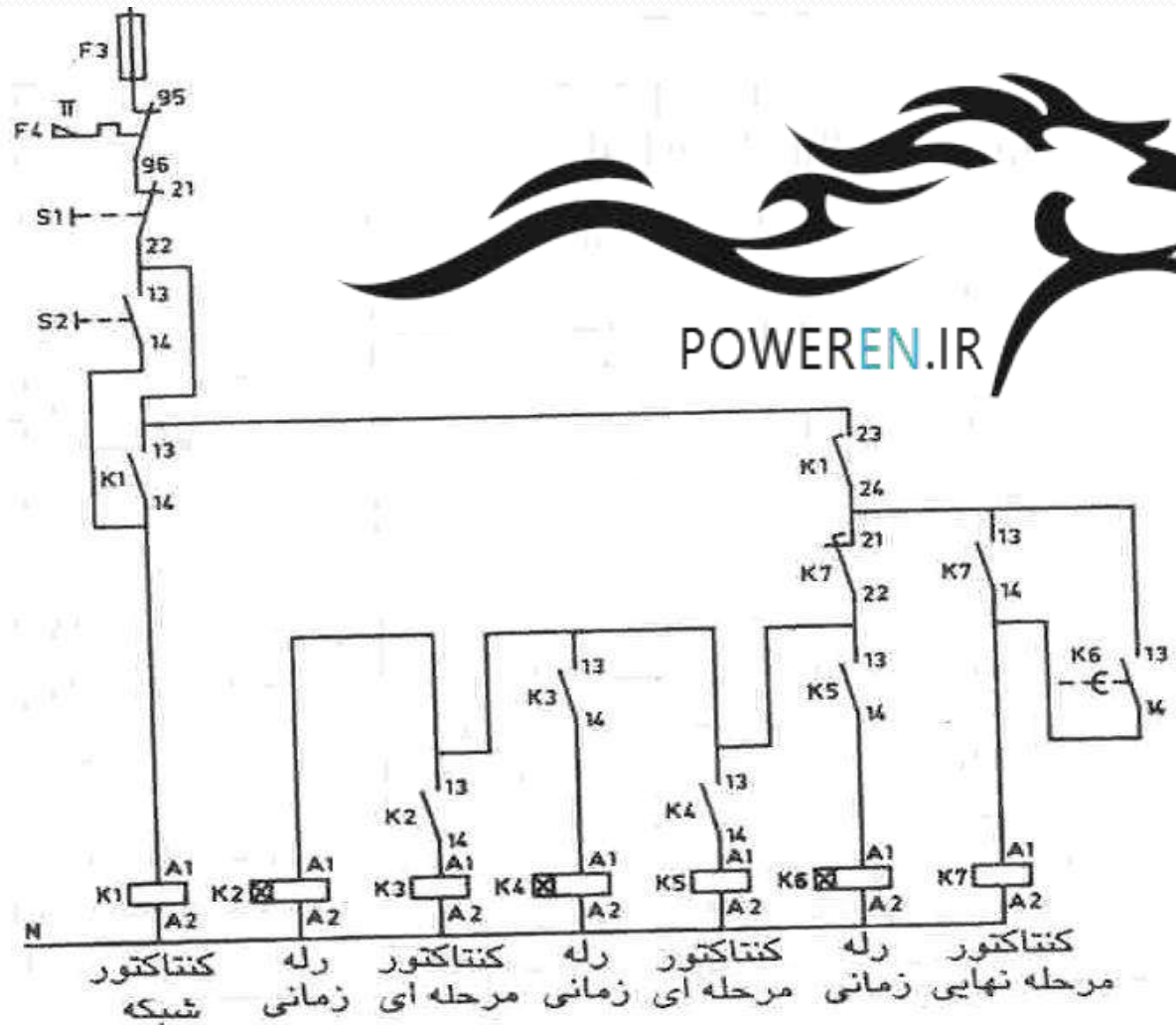
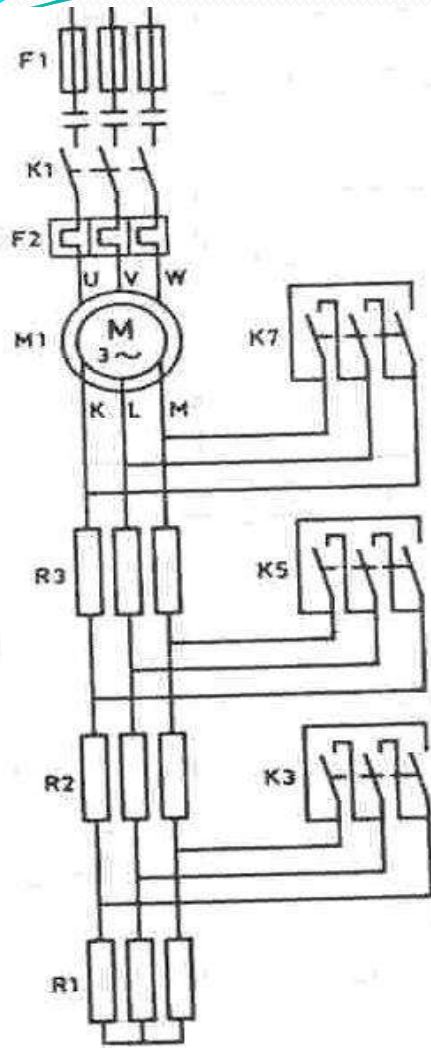


شکل 1



شکل 2

شکل 3 مدار قدرت و فرمان یک موتور سه فاز آسنکرون روتور سیم پیچی را با مقاومت راه انداز 4 مرحله ای نشان می دهد.





انواع روشهای راه اندازی موتورهای آسنکرون

برای راه اندازی موتورهای AC روش های مختلفی وجود دارد ، با توجه به نوع بار این روش ها کاربرد پیدا می کند. این روش ها عبارتند از:

1- راه اندازی مستقیم ، برای بارهای سبک در موتورهای فشار ضعیف و راه اندازی موتورهای فشارقوی

2- راه اندازی ستاره _ مثلث ، برای راه اندازی بارهایی که مقدار بار در زمان راه اندازی کمتر از 30% بار نامی است.

3- راه اندازی با استفاده از مقاومت راه انداز ، برای راه اندازی بارهای سنگین در موتورهای روتور سیم پیچی

4- قرار دادن رآکتور در مدار استاتور و اتصال کوتاه کردن آن بعد از راه اندازی موتور

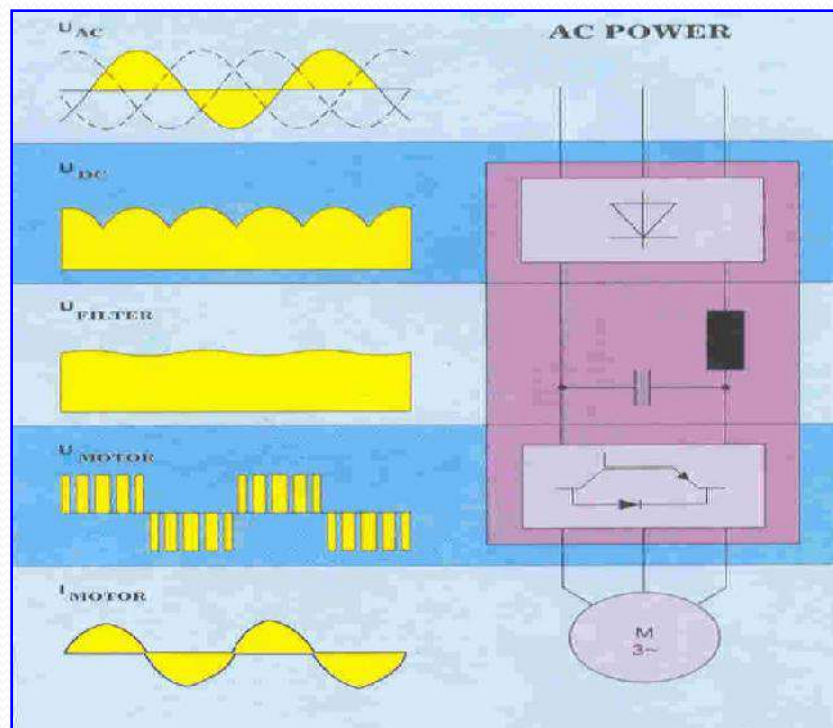
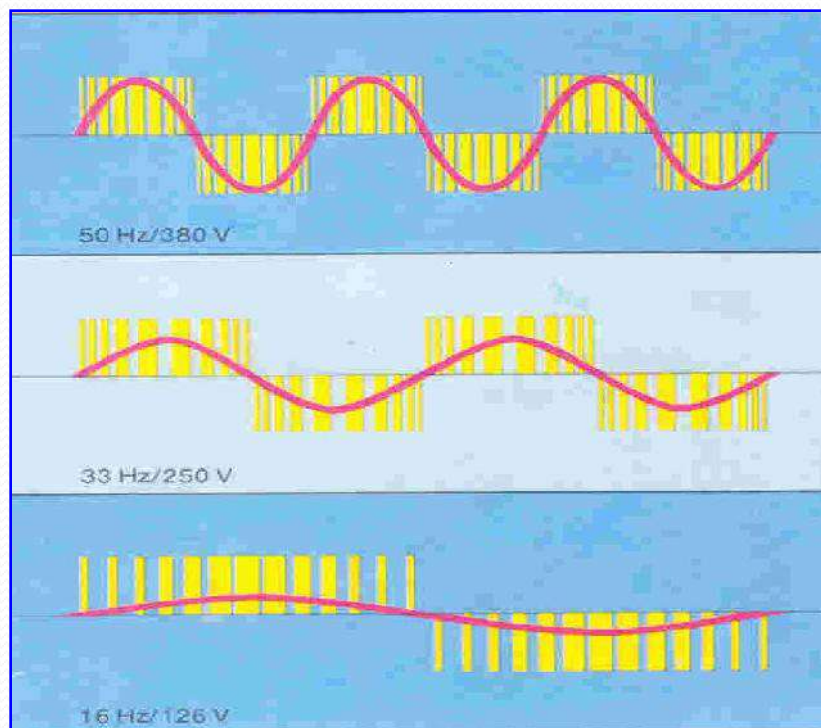
5- راه اندازی با استفاده از اتو ترانسفورماتورها برای راه اندازی بارهای سنگین در موتورهای روتور قفسی

6- راه انداز نرم

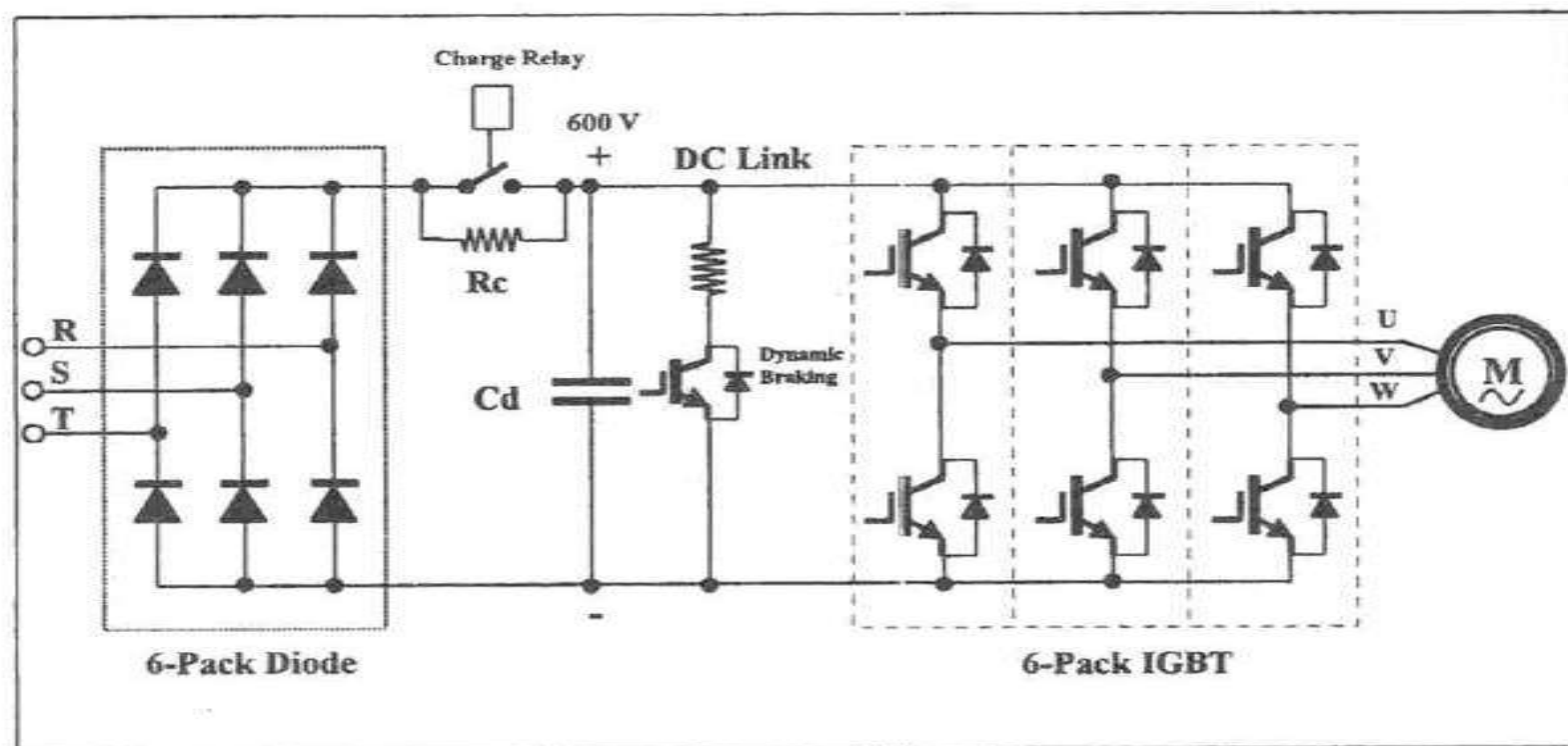
انواع روش های راه اندازی نرم و کنترل دور در موتورهای AC

امروزه برای کاهش تنش وارده به موتورهای آسنکرون از راه انداز نرم استفاده می کنند.

برای راه اندازی نرم و کنترل دور موتورهای AC لازم است که فرکانس و ولتاژ به یک نسبت کاهش یابد تا جریان راه اندازی کاهش یافته و موتور با گشتاور مورد نیاز بار، راه اندازی شود. برای راه اندازی به روش نرم و کنترل دور آنها تکنیک های مختلفی وجود دارد.

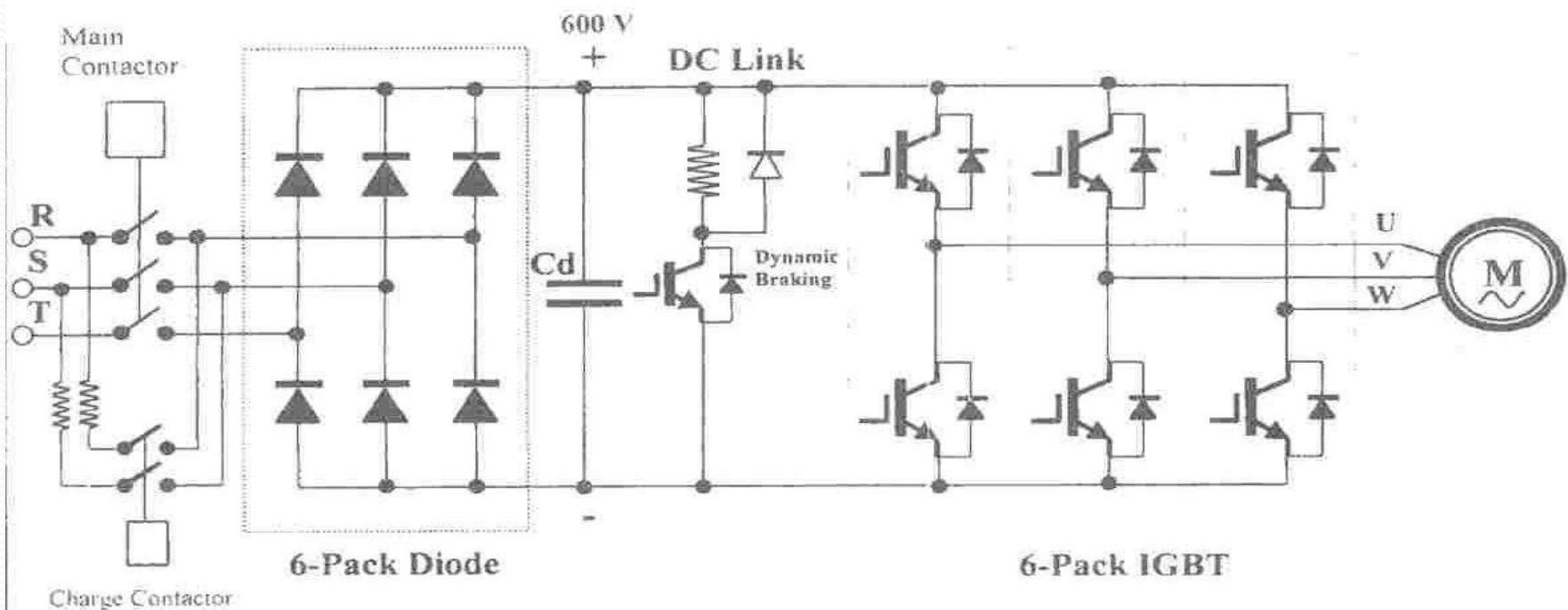


واحد قدرت سیستم شامل یک یکسوساز سه فاز (که از ۶ عدد دیود قدرت تشکیل شده است)، تعدادی خازن لینک DC برای صاف کردن ولتاژ یکسو شده توسط دیودها، یک سیستم شارژ خازنهای Link DC، یک ترانزیستور IGBT برای قرار دادن المنت حرارتی در مدار در زمان ترمز کردن دستگاه، و یک اینورتر که شامل ۶ عدد ترانزیستور قدرت IGBT است، می باشد. با سوئیچینگ ترانزیستورهای قدرت IGBT توسط سیگنالهای ارسالی از واحد کنترل، برق سه فاز با ولتاژ و فرکانس متغیر در خروجی اینورتر تولید می شود، که با اعمال آن به موتور می توان سرعت موتور را کنترل نمود.



۱-۴ - سیستم شارژ خازنهای لینک DC :

چون در زمان روشن شدن دستگاه، خازنهای بزرگ لینک DC دشارژ می باشند، بنابراین اگر مستقیماً در مدار قرار گیرند، جریان زیادی کشیده و سیستم آسیب خواهد دید. به این دلیل ابتدا توسط یک مقاومت، این خازنها شارژ می شوند و وقتی ولتاژ لینک به مقدار مورد نظر رسید، با فرمان برد میکرو و از طریق یک کنتاکتور، مقاومت از مدار خارج می شود. اگر سیستم شارژ خازنها درست عمل نکند، دستگاه خطای LUF (Fault) داده و متوقف می شود.



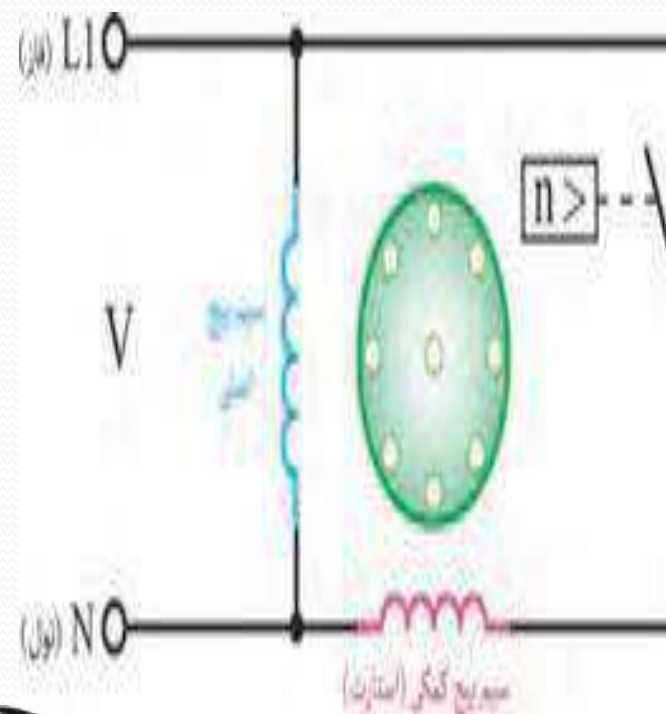
موتورهای آسنکرون تکفاز روتور قفسی

موتورهای آسنکرون تکفاز دارای انواع مختلف بوده و در صنعت و لوازم خانگی کاربرد زیادی دارد. انواع و کاربرد این نوع موتورها عبارتند از

1-موتور آسنکرون تکفاز با راه انداز مقاومتی

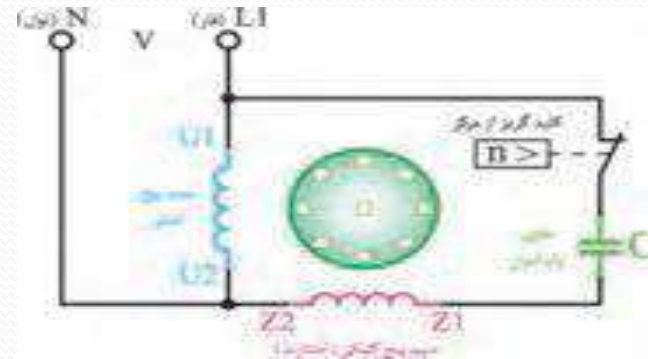
این موتورها از نوع فاز شکسته بوده و دارای سیم پیچ اصلی و کمکی است.

مقاومت سیم پیچ کمکی این موتورها بیشتر از مقاومت اهمی سیم پیچ اصلی آنها است.مورد کاربرد این نوع موتورها ، در کمپرسور یخچال های خانگی ، فن ها و... این موتورها مجهز به کلید گریز از مرکز یا رله ی مغناطیسی برای خارج کردن سیم پیچ راه انداز از مدار است و زمانی که سرعت روتور به ۷۵ % سرعت نامی آن رسید ، کلید گریز از مرکز یا رله ی مغناطیسی عمل می کند



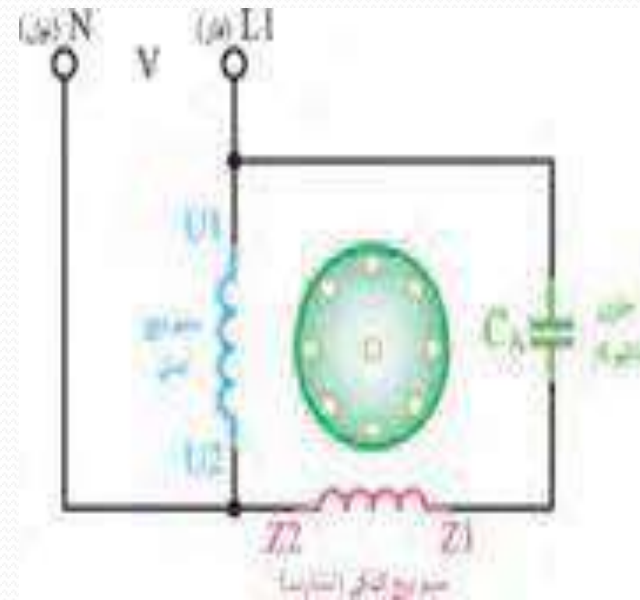
2- موتور آسنکرون تکفاز با خازن راه انداز

این موتور ها شبیه موتور های تکفاز با راه انداز مقاومتی است با این تفاوت که یک یا دو عدد خازن راه انداز با سیم پیچ کمکی سری می شود و گشتاور راه اندازی آن زیاد است و در قدرت ۷۵٪ اسب بخار برای راه اندازی کولر های آبی با قدرت زیاد و کمپرسور هوا و همزن مواد کاربرد دارد



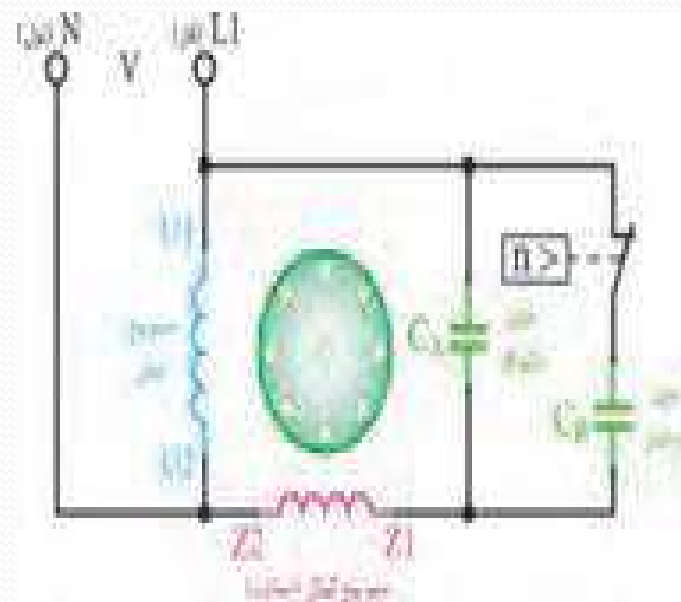
3-موتور آسنکرون تکفاز با خازن دایم کار

این موتور دارای یک خازن روغنی دایم کار است که با سیم پیچ کمکی بطور سری قرار دارد. این موتور به عنوان محرک هواکش پمپ آب ، لباسشویی و کولر آبی و هود آشپزخانه کاربرد دارد،



4-موتور آسنکرون تکفاز دو خازنی

این موتور دارای یک خازن راه انداز و یک خازن دایم کار است. خازن های دایم کار و راه انداز در ابتدای راه اندازی موتور با سیم پیچ کمکی سری می شوند و بعد از رسیدن سرعت روتور به 75% سرعت نامی موتور ، خازن راه انداز بوسیله ی کلید گریز از مرکز یا رله ی مغناطیسی از مدار خارج شده و موتور با خازن دایم کار در مدار باقی می ماند. کاربرد این نوع موتور در پمپ آب تکفاز با قدرت بالا و دستگاه چند کاره نجاری است

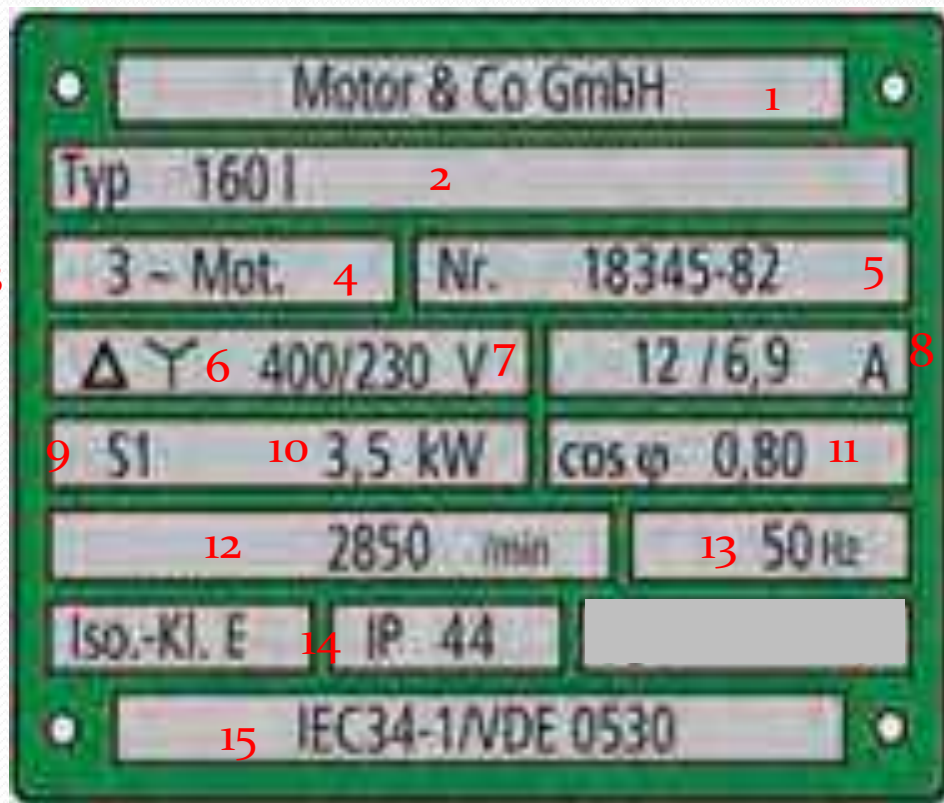


5-موتور آسنکرون تکفاز با قطب چاکدار

موتورهای قطب چاکدار دارای گشتاور راه اندازی کم بوده و به عنوان محرک هواکش ، پمپ آب کولر ، فن کباب پزی و بعضی از کولر آبی رومیزی کاربرد دارد



پلاک خوانی الکترو موتور ها:



- 1 نام کارخانه سازنده
- 2 مدل (تیب ماشین)
- 3 تعداد فاز (یکفاز یا سه فاز)
- 4 موتور یا مولد
- 5 شماره بدنه
- 6 نوع اتصال موتور (ستاره یا مثلث)
- 7 ولتاژ کار موتور (برحسب ولت)
- 8 جریان موتور (برحسب آمپر)
- 9 نوع کار موتور (پیوسته یا موقت)
- 10 قدرت موتور (برحسب اسب بخار)
- 11 ضریب قدرت موتور
- 12 سرعت موتور (بر حسب دور در دقیقه)
- 13 فرکانس موتور (برحسب هرتز)
- 14 حفاظت بین المللی
- 15 استاندارد مورد استفاده در ساخت موتور

- مشخصاتی که روی پلاک الکتروموتورها مینویسند برای استفاده بهینه در طراحی و راه اندازی صحیح بکار میرود و شامل نکاتی میشود که گاهی بی توجهی به آن باعث بهره بری کمتر و خسارت به تجهیزات الکتریکی میگردد.

- **No:** شماره ساخته شده توسط کارخانه

- **Type:** شامل کلیه مشخصات فنی الکترو موتور که در کاتالوگ کارخانه موجود بوده و یا در مکاتبه با کارخانه باید به آن اشاره شود و یا در هنگام خرید مشابه

- **A:** حداکثر جریان مجاز الکترو موتور را نشان میدهد که میزان جریان نباید بیشتر از مقدار فوق و بلکه همیشه الکترو موتور طوری انتخاب شود که زیر مقدار فوق کار کند.

- **S:** رژیم کاری

• **V:** ولتاژ کاري الكترو موتور مي باشد كه نبايد ولتاژ بيشتري و يا كمتر به سيم پيچهاي الكترو موتور اعمال گردد

• **HZ:** الكترو موتور بايد در فرکانس ۵۰ هرتز كار كند (برق ايران)

• **60HZ** الكترو موتور بايد در فرکانس ۶۰ هرتز كار كند (فرکانس برق برخي كشورهاي)

• **R.P. M:** نکته: دور الكترو موتورهاي با فرکانس ارتباط دارد لذا الكترو موتوري كه در فرکانس ۵۰ هرتز مثلاً ۱۵۰۰ دور مي باشد همين الكترو موتور در فرکانس ۶۰ دورش ديگر ۱۵۰۰ نيست .
نشان دهنده **R.P. M** دور الكترو موتور در يك دقيقه در روي شفت خروجي مي باشد.

■ **KW:** مقدار توان الكترو موتور را نشان مي دهد.

• **IP:** ميزان حفاظت الكترو موتور در مقابل گرد و غبار و .. و طبق جدول ص 68 مي باشد.



















• **CL:** كلاس عايقی

• **KG:** وزن

نکته : اگر روي الكترو موتوري نوشته شده بود 220/380 معني ان اين است كه اين الكترو موتور در شبكه برق ۱۱۰ ولت كه برخي از كشورها استفاده ميشود بايد بصورت مثلث و در كشورهاي كه ولتاژ ۲۲۰ ولت (ولتاژ بين يك فاز و نول) دارند مثل ايران بايد بصورت ستاره بسته شود .

وضعیت نصب موتور: وضعیت نصب، یکی از عوامل فیزیکی است که در انتخاب یک موتور باید به آن توجه داشت، زیرا نوع یاتاقان های موتور برای وضعیت نصب ویژه ای طراحی شده است و اگر موتور در وضعیت نامناسبی نصب شود، عمر مفید دستگاه در آن وضعیت، کاهش می یابد.

در جدول زیر چگونگی نصب موتورهای الکتریکی بر اساس استاندارد (IEC) نشان داده شده است.

شکل ساختمانی ماشینهای الکتریکی					
علامه IEC -	شکل	شرح	علامه IEC -	شکل	شرح
ماشین با یاتاقان سبزی					
B5		با دو یاتاقان سبزی و طوق (فلنج) نصب	V4		مانند V3، اما سر آزاد محور در سمت پایین
IM 3001			IM 3211		
B6		با دو یاتاقان سبزی و یک سر آزاد محور، برای نصب روی دیوار	V5		با دو یاتاقان نمونه، پایه برای نصب روی دیوار، سر آزاد محور در سمت پایین
IM 1051			IM 1051		
B7		مانند B6، اما سر آزاد محور در سمت چپ	V10		با دو یاتاقان سبزی، طوق نصب و سر آزاد محور در سمت پایین
IM 1051			IM 4011		
B8		مانند B6، اما برای نصب از سقف	V15		مانند V10، اما سطح نصب بر روی طرف پیشانی (جلو)
IM 1071			IM 3511		
ماشین بدون یاتاقان و با یاتاقان مجزا					
B10		با دو یاتاقان سبزی و طوق (فلنج) نصب	A2		بدون محور، بدنه دارای پایه
IM 4001			IM 5510		
B14		با دو یاتاقان سبزی و سطح نصب بر روی سمت پیشانی (جلو)	C2		با دو یاتاقان سبزی و یک یاتاقان مجزا
IM 3601			IM 6010		
ماشین برای وضعیت عمودی					
V1		با دو یاتاقان نمونه و طوق نصب، سر آزاد محور در سمت پایین	D1		با یک یاتاقان مجزا و محور طوق دار
IM 3011			IM 7005		
V2		مانند V1، اما سر آزاد محور در سمت بالا	D9		با دو یاتاقان مجزا، سر محور آزاد
IM 3251			IM 7201		
V3		مانند V1، اما طوق نصب و سر آزاد محور در سمت بالا	V11		یاتاقان عرضی در بالا، طوق اتصال در پایین، نصب بر روی جکسون حین عمل، آوار چوبی، حلقه جاد -
IM 3031			IM 8015		

انواع سرویس، تعمیرات و نگهداری تجهیزات :

۱- تعمیرات پس از وقوع خرابی

Corrective (Break down) maintenance/ Failure Base

۲- تعمیرات پیشگیرانه

Preventive maintenance (PM)/ Time Base

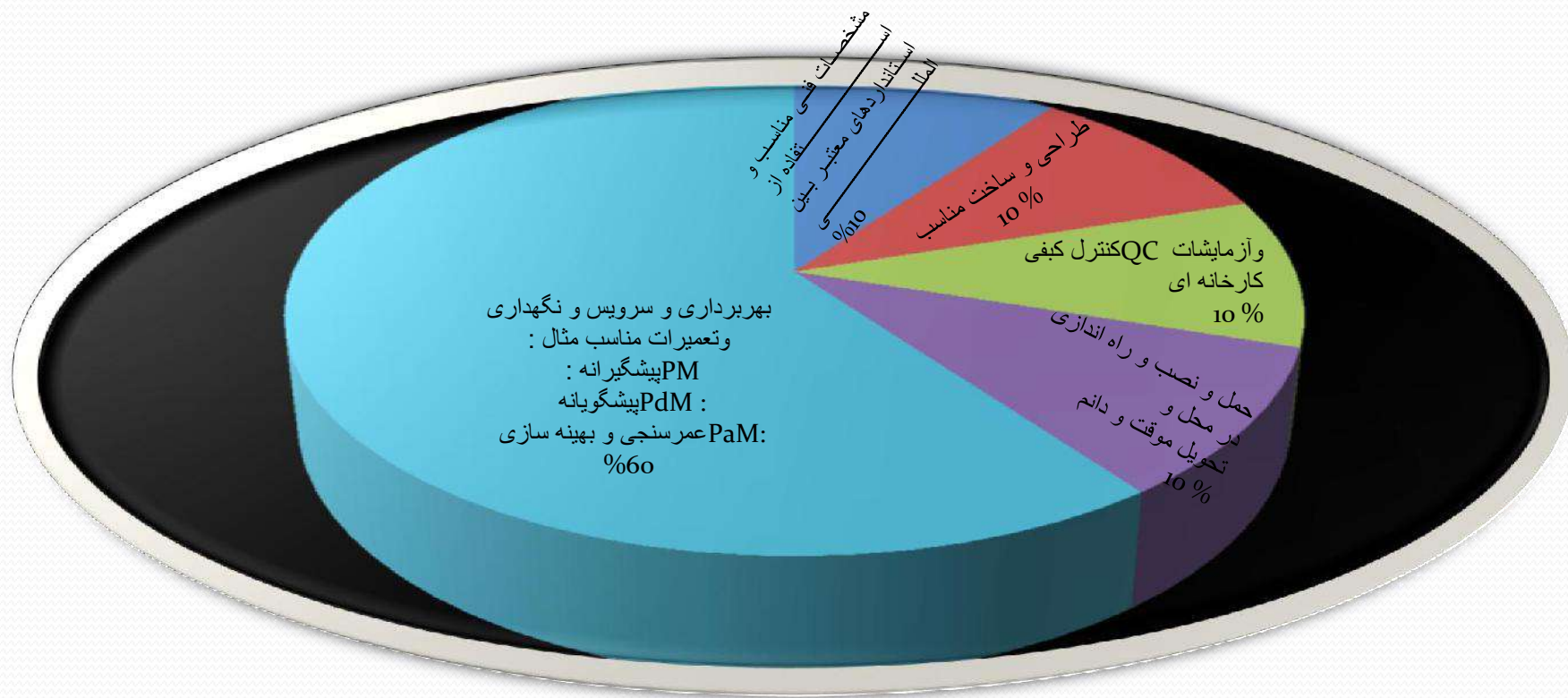
۳- تعمیرات پیشگویانه

Predictive maintenance (PdM)/ Condition
Monitoring Base (CM)

۴- تعمیرات آینده سازانه (بهینه سازی)

Proactive maintenance (PaM)/ Rehabilitation
(Upgrading)

اثر عوامل مهم در عمر تجهیزات الکتریکی (ترانسفورماتور، ژنراتور، موتور....)



۱. کیفیت (استاندارد - طراحی - انتخاب کلاس عایقی و مواد مناسب از سازنده معتبر) با توجه به درجه حرارت و شرایط محیطی محل کار

۲. عوامل مخرب (حرارت - رطوبت - مواد شیمیایی و آلودگی - لرزش ، ضربه میکانیکی و اتصال کوتاه)

عمر تجهیزات ← ← عمر عایق



سرویس و تعمیر و نگهداری پیشگیرانه و پیشگویانه تجهیزات مهم الکتریکی مانند :

۱. ترانسفورماتور های قدرت- راکتور (وتپ چنجر ها)

۲. روغن های عایقی الکتریکی (معدنی و مصنوعی)

۳. ماشین های الکتریکی (ژنراتور -موتور های سنکرون و آ سنکرون)

۴. تابلو های الکتریکی

۵. اتصالات و تجهیزات هوایی در پست ها (بوشینگ -برق گیر - ترانس جریان و ولتاژ - دژنگتور و سکسیونر)

گاز (مانند: SF6)

مایع (مانند: روغن عایق ترانسفورماتور یا کابل)

جامد (مانند: میکا)

انواع عایقهای الکتریکی در صنعت برق

انواع عایقهای جامد الکتریکی

کتان - ابریشم

کتان - سلولز (کاغذ و چوب)

رزینها - لعاب - اپوکسی - پولیمر

میکا - فیبر - شیشه

میکا - فیبر - شیشه - سیلیکون - اپوکسی

میکا - فیبر - شیشه - سیلیکون - اپوکسی (کلاس بالاتر)

میکا - شیشه - سیلیکات - سیلیکون (NOMEX)

کلاس عایق	حداکثر درجه حرارت مجاز
Y	90
A	105
E	120
B	130
F	155
H	180
C	> 180

عایق رده Y

عایق های رده Y از مواد یا ترکیب موادی مانند پنبه ، ابریشم ، کاغذ ، سلولز ، چوب و غیره که به روغن آغشته یا غوطه ورنشده باشند ، تشکیل می شود. مواد رده Y برای ماشین های الکتریکی و دستگاههای الکتریکی مناسب نیستند زیرا سریع فاسد شده و بسیار جاذب الرطوبه اند.

عایق رده A

عایقهای رده A مواد یا ترکیب موادی مانند پنبه، ابریشم و کاغذ هستند که به عایق مایعی مانند روغن آغشته شده یا روی آنها را پوشانده و یا در آن فرو برده شده اند. سایر مواد که تجربه نشان دهد که در حدود درجه حرارت رده A کار می کنند، در این رده جای دارد. مواد رده A که با صمغ های طبیعی، سلولز اترسل و روغنهای عایق و غیره آغشته می شوند عایق رده A را تشکیل می دهند. همچنین در این رده ورقهای چوبی و کاغذ لاک دار جای دارند.

عایق رده E

عایق‌های رده E مواد یا ترکیبات موادی هستند که تجربه و آزمایش نشان دهد که با درجه حرارت کلاس E کار می‌کنند (موادی که درجه پایداری حرارتی آنها تا 15°C بالاتر از درجه حرارت مواد رده A است). مانند لعابهای مصنوعی پنبه و ورقهای کاغذ با چسب فرمالدئید و غیره.

عایق رده B

عایق‌های رده B مواد یا ترکیب موادی مانند میکا، الیاف شیشه‌ای (فیبرکلاس) پنبه نسوز با چسب مناسب می‌باشند. سایر مواد و ترکیبات غیرآلی که با درجه حرارت رده B کار می‌کنند میتوان در این رده به حساب آورد. مانند میکا، الیاف شیشه‌ای، پنبه نسوز با چسب مناسب که بصورت ورقه‌های میکا، شیشه و پنبه نسوز در آید.

عایق رده F

عایق های رده F مواد یا ترکیب موادی مانند میکا، الیاف شیشه‌ای، پنبه نسوز با مواد چسبان مناسب هستند. سایر مواد و ترکیبات غیرآلی که به تجربه بتوانند با درجه حرارت رده F کار کنند در این رده جای می‌گیرند (موادی که پایداری حرارتی آنها اجازه می‌دهد که 25°C بالاتر از مواد رده B کار کنند).

عایق رده H

عایق های رده H موادی مانند سیلیسیم مرتجع (خمیری) و ترکیب موادی مانند میکا، الیاف شیشه‌ای، پنبه نسوز با چسب مناسب مانند صمغ های سیلیسیم می‌باشند. سایر مواد یا ترکیب موادی که تجربه و آزمایش نشان دهد که با درجه حرارت رده H کار می‌کنند در این رده پذیرفته می‌شوند.

عایق رده C

عایق های رده C مواد یا ترکیب موادی مانند میکا، چینی، شیشه و کوارتز با یا بدون چسب غیرآلی می‌باشند. سایر مواد یا ترکیب موادی را که تجربه نشان دهد که در درجه حرارت رده C کار می‌کنند جزو این رده قرار می‌گیرند.

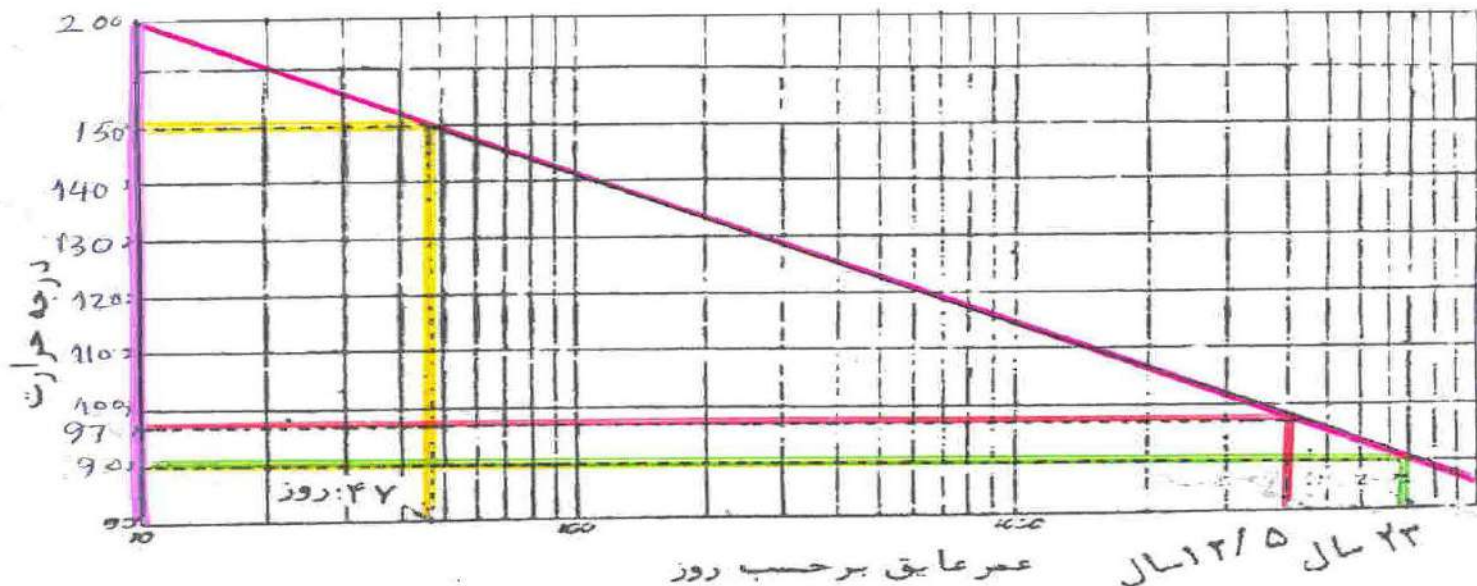
مثال زیر را برای درک اهمیت افزایش درجه حرارت بررسی می‌کنیم.
عمر مواد عایق رده کلاس A را میتوان با رابطه تجربی زیر بیان کرد:

$$T = 7.2 \times 10^4 e^{-0.09 \theta}$$

T: عمر ماده عایق به سال

θ : حداکثر درجه حرارتی است که ماده می‌تواند دائماً با آن مواجه باشد.

اگر درجه حرارت عایق به 90°C برسد میتواند در حدود ۲۳ سال به خوبی کار کند. ولی اگر درجه حرارت به 97°C برسد عمر آن تقریباً به نصف افت می‌کند. وقتی درجه حرارت کار 150°C باشد، حدود ۴۷ روز و با درجه حرارت 200°C حدود ۱۰ ساعت کار می‌کند. شکل (۱-۳) رابطه بین درجه حرارت و عمر ماده عایق رده A را نشان می‌دهد.



تأثیر درجه حرارت بر طول عمر عایق های استاندارد

– اگر $t_a > 40^\circ\text{C}$ باشد باید ضریب تصحیح K_f را به حساب آورد.

– مثال ۱: بار مکانیکی مساوی: $t_a = 50^\circ\text{C}$, $P_0 = 11 \text{ kW}$

$$P_m = 11 \times \frac{100}{90} = 12.2 \text{ kW}$$

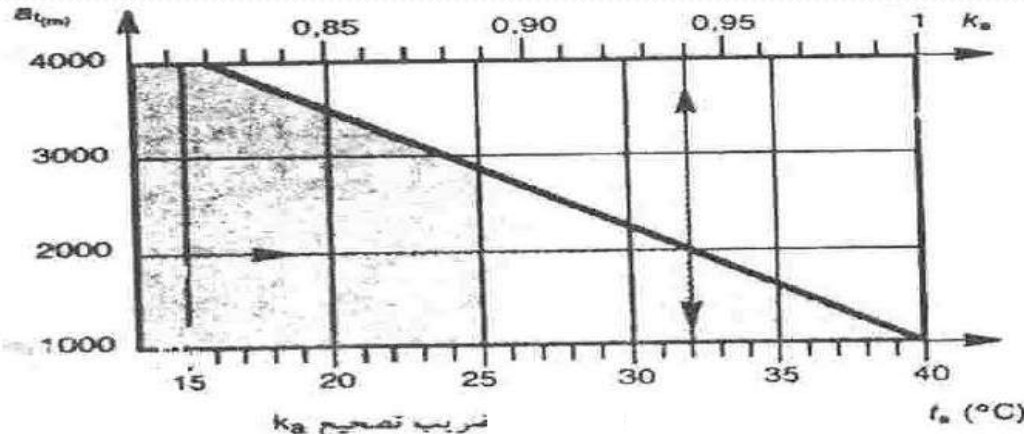
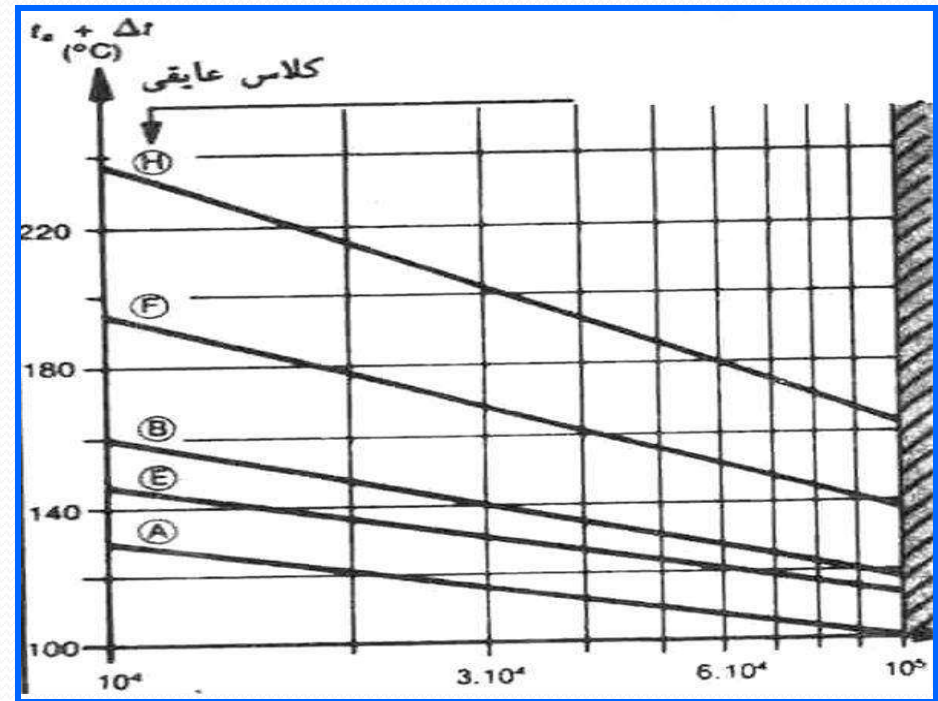
– مثال ۲:

موتور ۱۵ kW با $t_a = 55^\circ\text{C}$ ، توان حداکثر موتور

$$P_m = 15 \times 0.85 = 12.75 \text{ kW}$$

ضریب تصحیح درجه حرارت

درجه حرارت محیط t_a	ضریب تصحیح K_f
45°C	0.95
50°C	0.90
55°C	0.85



– مثال ۳:

حاشین با توان $P_0 = 11 \text{ kW}$, $a_t = 2000 \text{ m}$

توان نامی موتور:

$$t_a \leq 40^\circ\text{C} \text{ با } P_m = 11 \times \frac{1}{0.94} = 11.7 \text{ kW}$$

$$P_m = 11 \text{ kW} \text{ با } t_a \leq 32^\circ\text{C}$$

– مثال ۴:

موتور ۱۵ kW با $a_t = 2000 \text{ m}$

توان حداکثر موتور:

$$P_m = 11 \times 0.94 = 10.4 \text{ kW}, t_a \leq 40^\circ\text{C}$$

$$P_m = 11 \text{ kW} \text{ با } t_a \leq 32^\circ\text{C}$$

تنش های روی عایقها

وقتی یک ماشین الکتریکی در حال کار می باشد سیم پیچ استاتور آن تحت تأثیر انواع تنش های الکتریکی - حرارتی و مکانیکی قرار می گیرد. مقدار این تنش ها بستگی به فاکتورهای زیادی داشته و مقداری از آنها بستگی به طراحی ماشین داشته و مقدار دیگر بستگی به مقدار باری که روی آن قرار می گیرد دارد. تنشها به ۴ گروه تقسیم می گردند:

الف - تنشهای الکتریکی

ب - تنشهای حرارتی

ج - تنشهای مکانیکی

د - تنشهای محیطی

الف - تنشهای الکتریکی

اگر عایق اصلی شینه های ماشین های الکتریکی به اندازه کافی نباشد خیلی زودتر از تمام شدن عمر ماشین اتصال زمین بوجود خواهد آمد. مشکل جدی دیگر، عایق بین حلقه های یک شینه می باشد. سطح شکست عایق بین حلقه های یک کوئل باید خیلی بیشتر از ولتاژ معمولی بین حلقه ها باشد. چون عایق حلقه ها باید پالس های بوجود آمده در اثر موج حاصل از قطع و وصل کلیدها، یا رعد و برق را بخوبی تحمل کند. تحمل سیم پیچ برای یک چنین موجهایی نه تنها بستگی به سطح عایقی بین حلقه ها داشته، بلکه به شکل قرار گرفتن حلقه ها نیز دارد. ماشینهای با قدرت کم و ولتاژ بالا، دارای تعداد حلقه های زیاد با سطح مقطع مسی کم می باشد، و این باعث می شود که در طراحی سیم پیچی، فاصله بین هادیها، فاکتور مهمی در مشخص کردن تحمل سیم پیچی از نظر موج ورودی گردد.

تنش های حرارتی

تنشهای حرارتی، را برای کارکرد نرمال در مرحله طراحی در نظر می گیرند. ولی حوادث غیر نرمال مانند اضافه بار و اتصال کوتاههای متعدد باعث افزایش درجه حرارت عایقها بیش از مقداری که در طراحی در نظر گرفته شده گشته و در نتیجه باعث کاهش عمر عایقها می گردد. جهت جلوگیری از این عامل عناصر حساسی جهت اندازه گیری درجه حرارت عایقها در ژنراتور تعبیه می کنند.

ج - تنشهای مکانیکی

تنشهای مکانیکی به تعداد زیاد و به طرق مختلف در ماشینها بوجود می آید ولی نتیجه آن یکسان بوده و باعث شکستگی عایق شینه که نتیجه آن اتصال کوتاه در حلقه های یک کویل، اتصال زمین کویلها و یا اتصال فاز به فاز می گردد. مهم ترین عامل صدمات مکانیکی حرکت کویلها در قسمتهای انتهایی بوده و بیشتر در اتصال کوتاهها بوجود می آید.

د - تنشهای محیطی

آخرین مسئله‌ای که باعث صدمه دیدن عایقهای ماشین های الکتریکی می‌گردد، آلودگی محیطی بوده و این آلودگی میتواند ذرات هادی یا بخارات اسیدی باشد. برای جلوگیری از این نوع آلودگیها سیم پیچ ماشینهای الکتریکی را با وارنیش مخصوص می‌پوشانند. ماشینهایی که دارای سیستم خنک کنندگی باز می‌باشند بیشتر در معرض آلودگی محیط بوده و به مرور زمان ذرات موجود در هوا روی عایقهای سیم‌پیچی یا روی هسته می‌نشینند.

اگر آلودگی را بوسیله روشهای مشخص شده در زمانهای برنامه‌ریزی شده از روی عایقها بردارند، احتمالاً هیچ گونه آسیبی به ژنراتور نمی‌رسد. ولی اگر آلودگی روی قسمت‌های مختلف ماشین بمدت طولانی باقی بماند، باعث کاهش تبادل حرارتی می‌گردد که نتیجه آن افزایش درجه حرارت شینه های ماشینها را سبب می‌شود و در نهایت عمر ماشین بسیار کاهش می‌یابد. در بعضی از مکانها که آلودگی بصورت ذرات غبار می‌باشد ممکن است مسیرهای تهویه بسته گردد و این عمل باعث افزایش درجه حرارت در نقاط مختلف ژنراتور شده که نتیجه آن خراب شدن ژنراتور می‌باشد.

Motor size

A B C D, E, F, G

M3BP 160 L 3GBP 161 103 - A D A, 003 etc.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----

A Motor type
 B Motor size
 C Product code
 D Mounting arrangement code
 E Voltage and frequency code
 F Generation code
 G Variant codes

Explanation of the product code:

Positions 1 to 4

3GBA/3GBP = Totally enclosed fan cooled squirrel cage motor with cast iron frame

Positions 5 and 6

IEC-frame

07 = 71	20 = 200
08 = 80	22 = 225
09 = 90	25 = 250
10 = 100	28 = 280
11 = 112	31 = 315
13 = 132	35 = 355
16 = 160	40 = 400
18 = 180	

Position 7

Speed (Pole pairs)

1 = 2 poles
 2 = 4 poles
 3 = 6 poles
 4 = 8 poles
 5 = 10 poles
 6 = 12 poles
 7 = > 12 poles
 8 = Two-speed motors for fan drive
 9 = Multi-speed motors, two-speed motors for constant torque

Position 8 to 10

Serial number

Position 11

- (dash)

Position 12

Mounting arrangement

A = Foot-mounted, top-mounted terminal box
 R = Foot-mounted, terminal box RHS seen from D-end
 L = Foot-mounted, terminal box LHS seen from D-end
 B = Flange-mounted, large flange
 C = Flange-mounted, small flange (sizes 71 to 112)
 H = Foot- and flange-mounted, terminal box top-mounted
 J = Foot- and flange-mounted, small flange with tapped holes
 S = Foot- and flange-mounted, terminal box RHS seen from D-end
 T = Foot- and flange-mounted, terminal box LHS seen from D-end
 V = Flange-mounted, special flange
 F = Foot- and flange-mounted. Special flange

Position 13

Voltage and frequency code

See table below

Position 14

Generation code

A, B, C...

The product code must be, if needed, followed by variant codes.

Code letters for supplementing the product code - single speed motors

Code letter for voltage and frequency					
A	B	D	E	F	H
380 VY 50 Hz	380 VΔ 50 Hz	380-420 VΔ 50 Hz 660-690 VY 50 Hz 440-480 VΔ 60 Hz	500 VΔ 50 Hz 575 VΔ 60 Hz	500 VY 50 Hz 575 VY 60 Hz	415 VΔ 50 Hz
S	T	U	X		
220-240 VΔ 50 Hz 380-420 VY 50 Hz 440-480 VY 60 Hz	660 VΔ 50 Hz	690 VΔ 50 Hz	Other rated voltage, connection or frequency, max. 690 V		

Code letters for supplementing the product code - two speed motors

Code letter for voltage and frequency					
A	B	D	E	H	S
220 V 50 Hz	380 V 50 Hz	380-400 V 50 Hz 440-480 V 60 Hz	500 V 50 Hz 575 V 60 Hz	400-415 V 50 Hz 460-480 V 60 Hz	220-230 V 50 Hz

Squirrel cage induction motor M2BA 355 S 4, 187.5 kW, 1500 rpm, B3







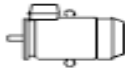


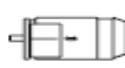
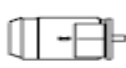
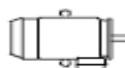





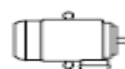

















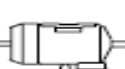
Motor Type		M2BA 355 S 4
Drawing Number		3BHS110044
Electrical Data Motor:		
nominal shaft power (1000 m)	kW	250
nominal shaft power required (2500 m)	kW	187.5
Frequency	Hz	50
Poles	/	4
Voltage	V	380
rated speed	rpm	1489
synchronous speed	rpm	1500
rated current	A	349
power factor at full load	cos φ	0.85
efficiency at full load η	%	96.3
Torque	Nm	1206
Tmax/TN	-	3.2
Construction:		
rotor inertia $J=WR^2$	kgm ²	6.5
weight	kg	1550
Direction of rotation		Bi-directional
Terminal box position seen from DE		On top
Standard		IEC
sound pressure level (no load)	dB (A)	80
mounting		IM 1001, B3
protection		IP 55
cooling		IC 411
Insulation class/ temp. rise		F/B
colour		RAL 5014
Locked Rotor Torque	T_s/T_N	2.7
No Load Current	A	118
Starting Current in case of DOL	I_s/I_N	8.3
Efficiency (%) and Power Factor (-)	100 %	96.3 / 0.85
of Nominal Load for:	75 %	96.2 / 0.83
	50 %	95.4 / 0.76
Bearing Type	DE / NE	NU322/C3 / 6319/C3
Accessories:		
Thermistor: 2/winding (PTC)		No
PT100 in windings		No
PT100: in bearings (DE & NDE)		No
drain holes		No
Shaft	$\varnothing \times L$ [mm]	100 x 210
space heater	(V/ W)	No
Foundation studs		No

Squirrel cage induction motor M2BA 315 SMC 4, 125 kW, 1500 rpm, B3

Motor Type		M2BA 315 SMC 4
Drawing Number		3BHS111453
Electrical Data Motor:		
nominal shaft power (1000 m)	kW	160
nominal shaft power required (2500 m)	kW	125
Frequency	Hz	50
Poles	/	4
Voltage	V	380
rated speed	rpm	1488
synchronous speed	rpm	1500
rated current	A	237
power factor at full load	cos φ	0.84
efficiency at full load - η	%	95.8
Torque	Nm	802
Tmax/TN	-	3.4
Construction:		
rotor inertia J=WR ²	kgm ²	2.9
weight	kg	970
Direction of rotation		Bi-directional
Terminal box position seen from DE		On top
Standard		IEC
sound pressure level (no load)	dB (A)	70
mounting		IM 1001, B3
protection		IP 55
cooling		IC 411
Insulation class/ temp. rise		F/B
colour		RAL 5014
Locked Rotor Torque	T _s /T _N	2.7
No Load Current	A	89
Starting Current in case of DOL	I _s /I _N	8.2
Efficiency (%) and Power Factor (-)	100 %	95.8 / 0.84
of Nominal Load for:	75 %	95.7 / 0.80
	50 %	94.9 / 0.72
Bearing Type	DE / NE	NU319/C3 / 6316/C3
Accessories:		
Thermistor: 2/winding (PTC)		No
PT100 in windings		No
PT100: in bearings (DE & NDE)		No
drain holes		No
Shaft	Ø x L [mm]	80 x 170
space heater	(V/ W)	No
Foundation studs		No

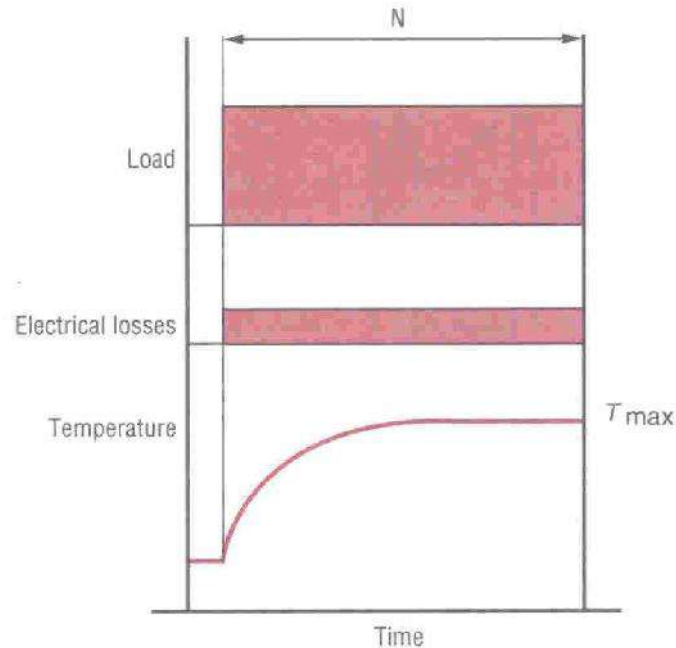
قدرت P_2 بر حسب دمای محیط بر حسب سانتیگراد		نسبت جریان راه اندازی به جریان نامی	راندمان (η)			ضریب قدرت ($\cos \phi$)			
40	50		4/4	3/4	2/4	4/4	3/4	2/4	لحظه راه اندازی
≤1.1	≤1	5	0.730	0.725	0.685	0.785	0.730	0.640	0.70
1.5	1.4	5.4	0.770	0.760	0.730	0.770	0.720	0.620	0.70
2.2	2	5.6	0.780	0.770	0.740	0.790	0.730	0.630	0.63
3	2.7	6.5	0.800	0.795	0.775	0.800	0.730	0.645	0.62
4	3.7	6.8	0.830	0.830	0.810	0.810	0.745	0.660	0.62
5.5	5	7	0.830	0.830	0.810	0.810	0.745	0.670	0.55
7.5	6.9	7	0.840	0.840	0.820	0.820	0.770	0.710	0.55
9	8.3	7	0.850	0.850	0.830	0.840	0.795	0.665	0.50
11	10	7	0.880	0.880	0.860	0.820	0.770	0.665	0.50
15	14	7.5	0.880	0.880	0.860	0.820	0.770	0.670	0.50
18.5	17	7.8	0.880	0.880	0.860	0.820	0.770	0.660	0.45
22	20	7.8	0.900	0.900	0.880	0.820	0.775	0.660	0.45
30	27.5	8	0.900	0.900	0.880	0.835	0.775	0.670	0.40
37	34	7.5	0.910	0.910	0.890	0.835	0.780	0.715	0.40
45	41.5	7.5	0.910	0.910	0.890	0.850	0.810	0.715	0.40
55	50.5	7.5	0.920	0.920	0.900	0.850	0.805	0.715	0.40
75	69	7.5	0.920	0.920	0.900	0.850	0.805	0.725	0.38
90	83	7.5	0.935	0.930	0.905	0.855	0.815	0.730	0.38
110	101	8	0.935	0.930	0.905	0.830	0.820	0.730	0.37
132	122	8	0.940	0.925	0.910	0.865	0.820	0.740	0.36
160	144	8	0.940	0.925	0.910	0.865	0.825	0.740	0.35
200	184	8	0.940	0.925	0.910	0.875	0.840	0.750	0.30

Mounting arrangements

	Code/CodeII						Product code pos. 12
Foot-mounted motor.	IM B3 IM1001	IM V5 IM1011	IM V6 IM1031	IM B6 IM1051	IM B7 IM1061	IM B8 IM1071	A = foot-mounted, term.box top R = foot-mounted, term.box RHS L = foot-mounted, term.box LHS
							
Flange-mounted motor, large flange	IM B5 IM3001	IM V1 IM3011	IM V3 IM3031	*) IM3051	*) IM3061	*) IM3071	B = flange mounted, large flange
							
Flange-mounted motor, small flange	IM B14 IM3601	IM V19 IM3611	*) IM3631	*) IM3651	*) IM3661	*) IM3671	C = flange mounted, small flange
							
Foot- and flange-mounted motor with feet, large flange	IM B35 IM2001	IM V15 IM2011	IM V36 IM2031	*) IM2051	*) IM2061	*) IM2071	H = foot/flange-mounted, term.box top S = foot/flange-mounted, term.box RHS T = foot/flange-mounted, term.box LHS
							
Foot- and flange-mounted motor with feet, small flange	IM B34 IM2101	IM2111	IM2131	IM2151	IM2161	IM2171	J = foot/flange-mounted, small flange
							
Foot-mounted motor, shaft with free extensions	IM1002	IM1012	IM1032	IM1052	IM1062	IM1072	
							

*) Not stated in IEC 34-7.

رژیم های کاری الکتروموتورهای سه فاز و یک فاز



N = operation at constant load

T_{max} = maximum temperature attained

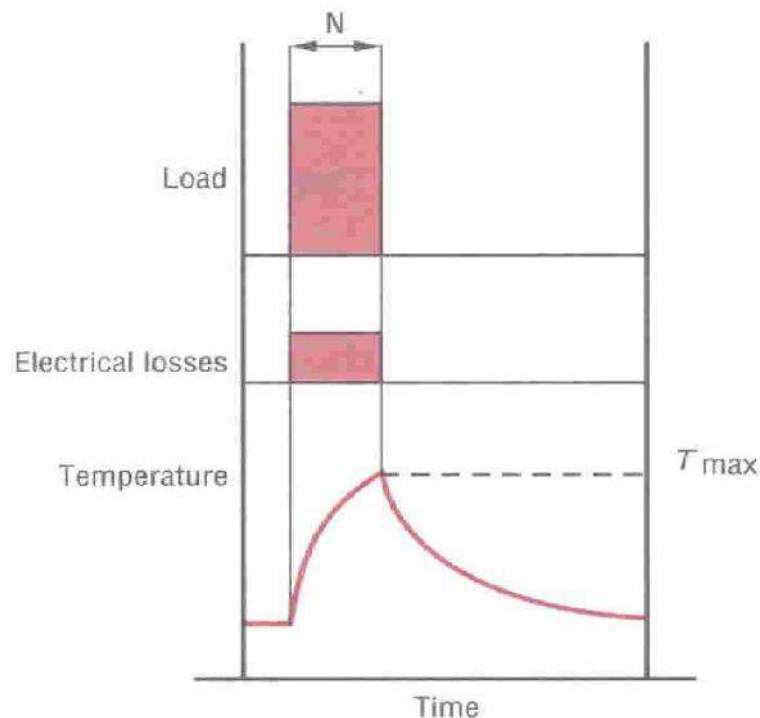
رژیم کاری S1

شکل مقابل نمودار بار ، تلفات الکتریکی و اشباع حرارتی الکتروموتور با نوع کار S1 را نشان می دهد.

الکتروموتور تحت بار نامی به درجه حرارت پایدار و ثابت می رسد.

در رژیم S1 الکتروموتور بدون وقفه کار می کند ، بدون آنکه دمای آن از دمای مجاز تجاوز کند.

👉 رژیم کاری S2



N = operation at constant load

T_{max} = maximum temperature attained

شکل مقابل نمودار بار، تلفات الکتریکی و اشباع حرارتی الکتروموتور با نوع کار S2 را نشان می دهد.

زمان کار الکتروموتور کوتاه است.

زمان های بارگذاری استاندارد در رژیم S2 :

10 ، 30 ، 60 و 90 دقیقه است.



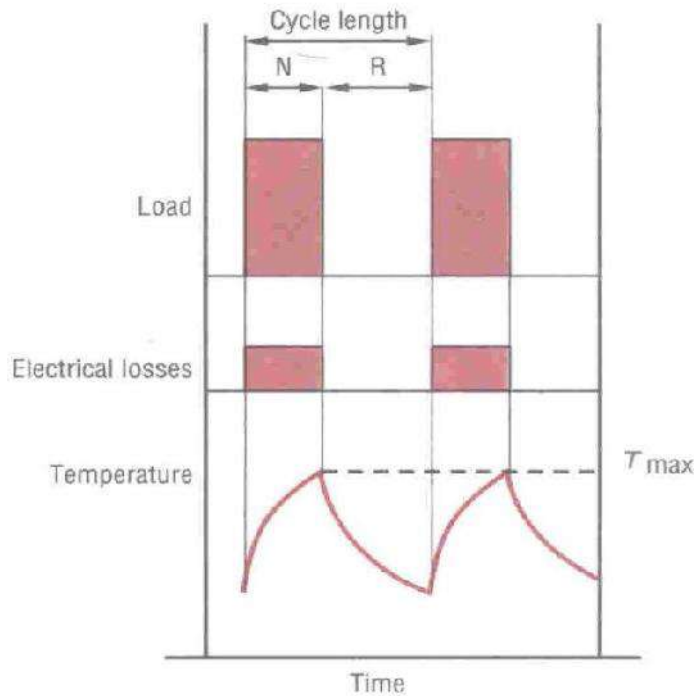
👉 رژیم کاری S_3

شکل مقابل نمودار بار، تلفات الکتریکی و اشباع حرارتی الکتروموتور با نوع کار S_3 را نشان می دهد.

ضریب کاری یا **ED** های استاندارد :

15 ، 25 ، 40 و 60% است.

اگر مدت زمان سیکل معلوم نباشد آن را 10 دقیقه در نظر می گیرند.



N = operation at constant load

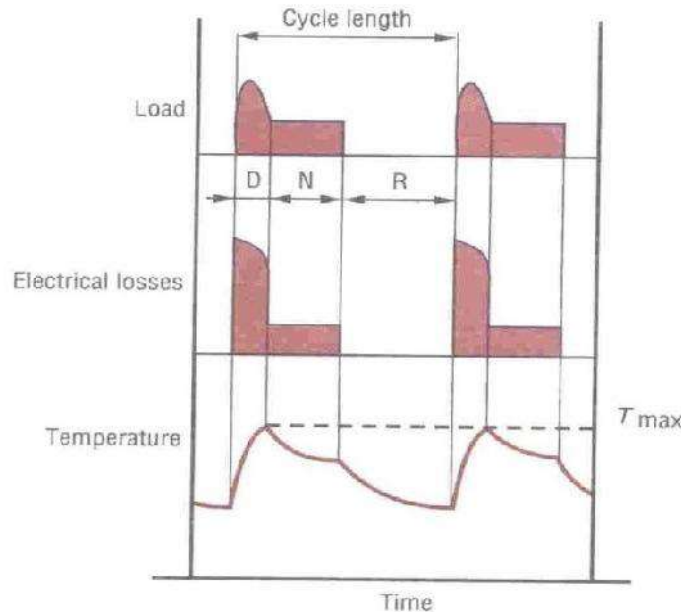
R = rest

T_{max} = maximum temperature attained

👉 رژیم کاری S4

شکل مقابل نمودار بار ، تلفات الکتریکی و اشباع حرارتی الکتروموتور با نوع کار S4 را نشان می دهد.

در S4 کار شبیه S3 است ، در این حالت جریان راه اندازی ، الکتروموتور را بیشتر گرم می کند.



D = starting

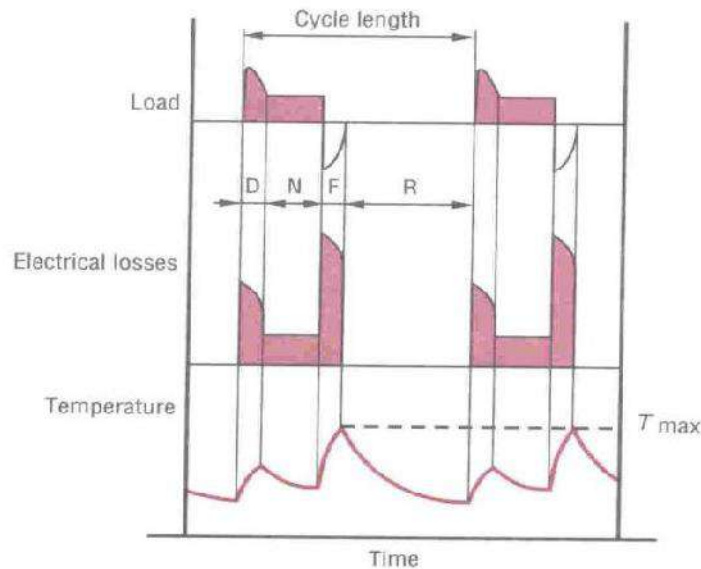
N = operation at constant load

R = rest

T_{max} = maximum temperature attained during cycle

$$\text{Duty cycle (\%)} = \frac{D + N}{N + R + D} \cdot 100$$

👉 رژیم کاری S5



D = starting

N = operation at constant load

F = electrical braking

R = rest

T_{max} = maximum temperature attained during cycle

$$\text{Duty cycle (\%)} = \frac{D + N + F}{D + N + F + R} \cdot 100$$

شکل مقابل نمودار بار، تلفات الکتریکی و اشباع حرارتی الکتروموتور با نوع کار S5 را نشان می دهد.

در S5 کار شبیه S4 است ، در این حالت یک نوع ترمز الکتریکی (ترمز جریان مستقیم ، ترمز جریان معکوس) در نظر گرفته شده است که الکتروموتور را بیشتر گرم می کند.

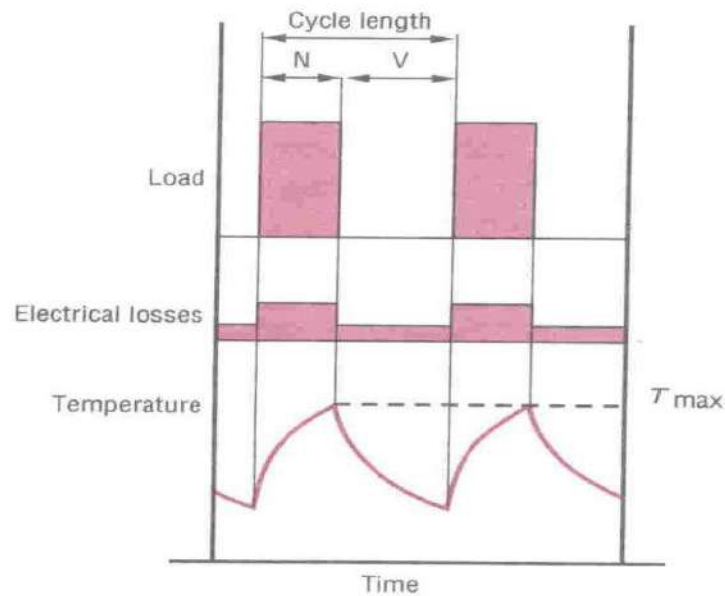
D = مدت زمان راه اندازی

N = مدت زمان کارکرد در بار ثابت

F = مدت زمان ترمز (اتصال به منبع در جهت عکس حرکت)

R = مدت زمان استراحت و قطع از منبع

رژیم کاری S6



N = operation at constant load

V = no-load operation

T_{max} = maximum temperature attained during cycle

$$\text{Duty cycle (\%)} = \frac{N}{N + V} \cdot 100$$

شکل مقابل نمودار بار، تلفات الکتریکی و اشباع

حرارتی الکتروموتور با نوع کار S6 را نشان می دهد.

در S6 کار شبیه S3 است ، در زمان وقفه یا

استراحت ، الکتروموتور در حالت بدون بار قرار می

گیرد و خاموش نمی شود.

N = مدت زمان کارکرد در بار ثابت

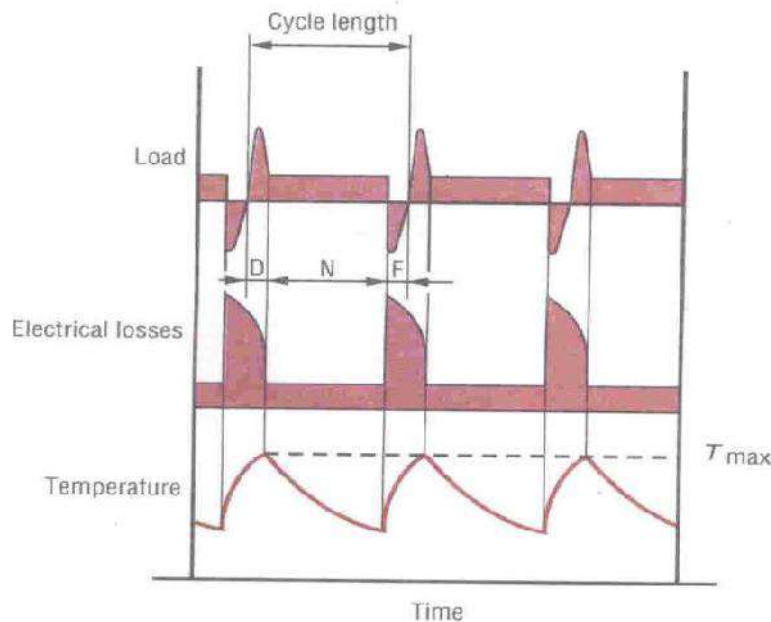
V = مدت زمان کارکرد در بی باری

👉 رژیم کاری S7

شکل مقابل نمودار بار، تلفات الکتریکی و اشباع حرارتی
الکتروموتور با نوع کار S7 را نشان می دهد.

در S7 الکتروموتور بدون وقفه کار می کند. به لحاظ
راه اندازی مداوم و ترمز الکتریکی، الکتروموتور بیش از حد
معمول گرم می شود.

نوع ترمز: تغذیه سیم پیچ ها با جریان مستقیم



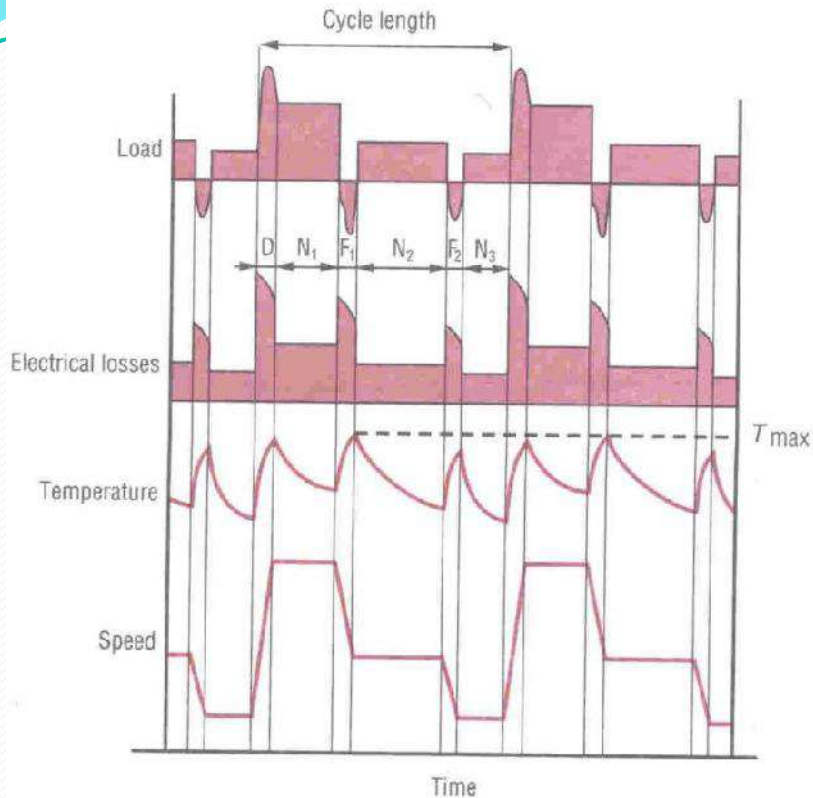
D = starting

N = operation at constant load

F = electrical braking

T_{max} = maximum temperature attained during cycle

Duty cycle = 1



$F_1 F_2$ = electrical braking

D = starting

$N_1 N_2 N_3$ = operation at constant loads

T_{max} = maximum temperature attained during cycle

👉 رژیم کاری S8

شکل مقابل نمودار بار، تلفات الکتریکی و اشباع حرارتی الکتروموتور با نوع کار S8 را نشان می دهد.

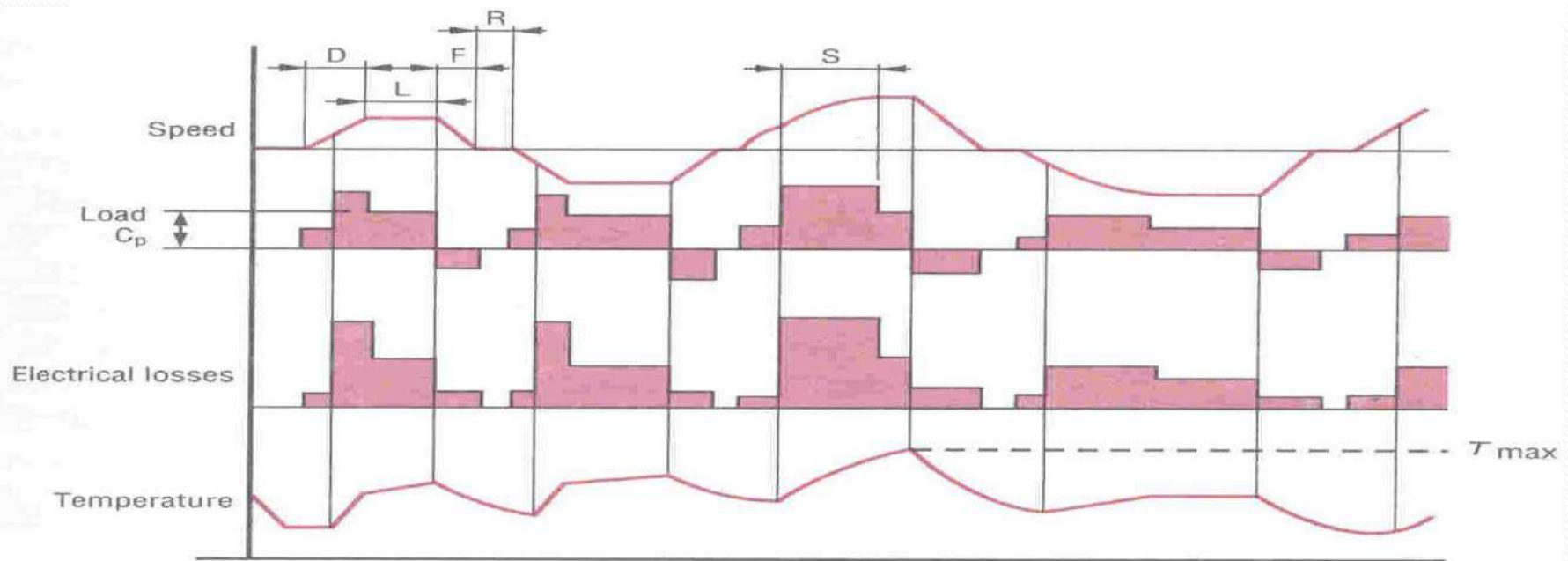
در S8 کار شبیه S7 است، فقط تغییر دور به وسیله تغییر قطب ها انجام می شود.

$$\text{ضریب کاری} = \frac{D + N_1}{D + N_1 + F_1 + N_2 + F_2 + N_3} \times 100$$

$$\frac{F_1 + N_2}{D + N_1 + F_1 + N_2 + F_2 + N_3} \times 100$$

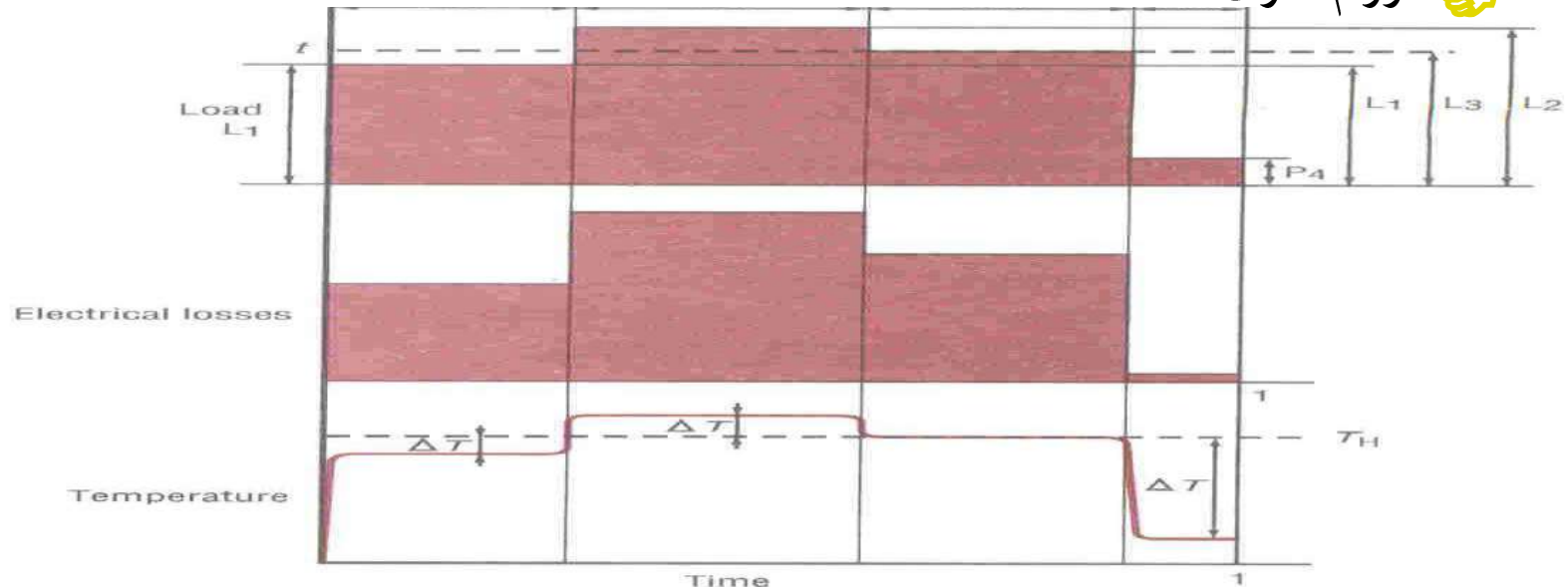
$$\frac{F_2 + N_3}{D + N_1 + F_1 + N_2 + F_2 + N_3} \times 100$$

در این نوع ماشین‌های الکتریکی در مدت یک سیکل کاری تغییرات سرعت و بار برحسب تغییرات بار وارده از طرف سیستمی که به ماشین بار وارد می‌نماید. پریودهای مختلفی اعم از حالت قطع، استراحت R ، راه‌اندازی D ، بی‌باری V ، بارهای مختلف N ، بیش از حد نامی S ، پریودهای مختلف ترمز و همچنین سرعت‌های مختلف وجود داشته باشد. نوع کار در پلاک نامی ماشین‌ها تنها بصورت $S9$ مشخص گردیده است.



- D = starting
- L = operation at variable loads
- F = electrical braking
- R = rest
- S = operation at overload
- C_p = full load
- T_{max} = maximum temperature attained

👉 رژیمن کاری S10



L_i = loads

N = power rating for duty type S1

p = $p / \frac{L}{N}$ = reduced load

t = time

T_p = total cycle time

t_i = discrete period within a cycle

Δt_i = t_i / T_p = relative duration of period within a cycle

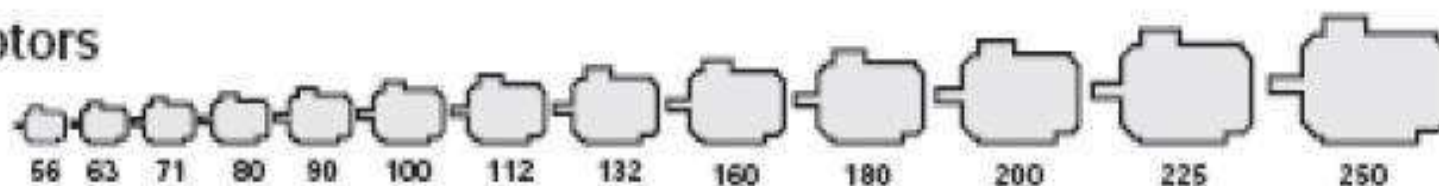
P_u = electrical losses

H_N = temperature at power rating for duty type S1

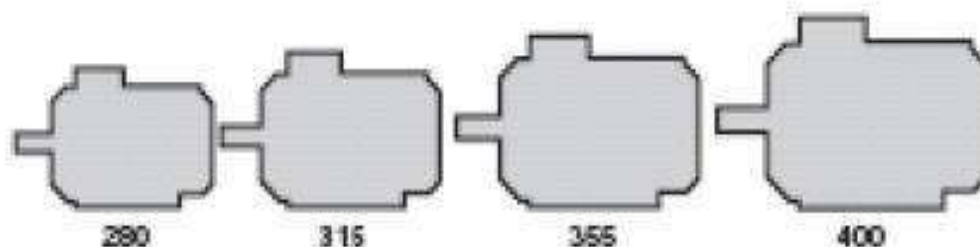
ΔH_i = increase or decrease in temperature rise at the i^{th} period of a cycle

STANDARD MOTORS

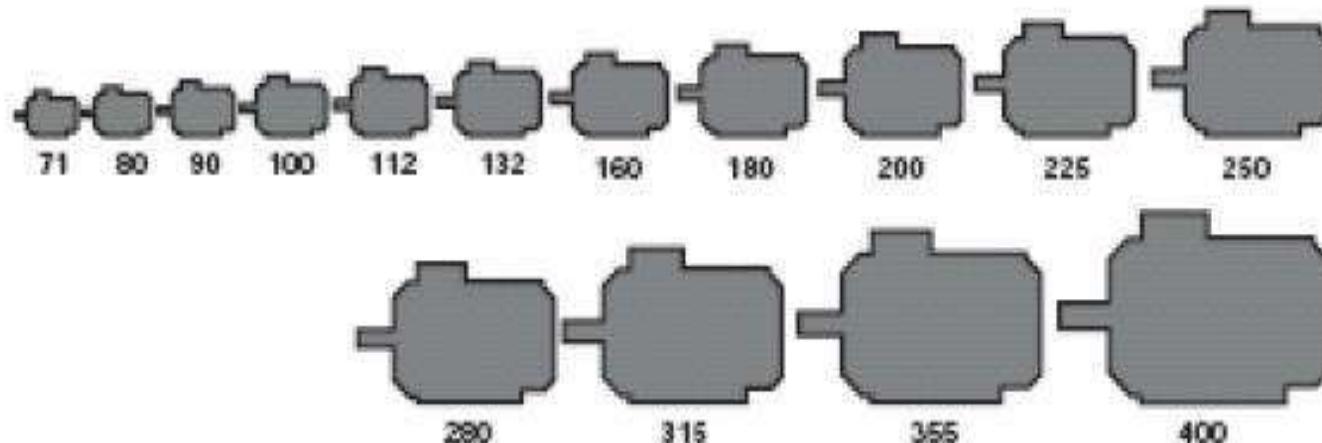
Aluminum motors





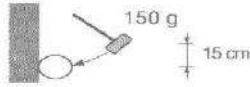


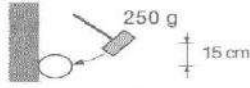

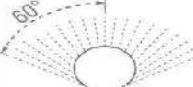



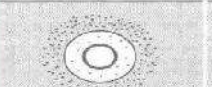
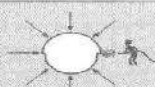

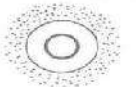
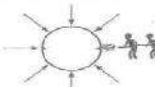
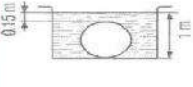
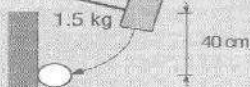


Steel motors



Cast iron motors



حفاظت موتورهای القایی سه فاز و یک فاز در برابر ضربه ، ورود گردو غبار و مایعات


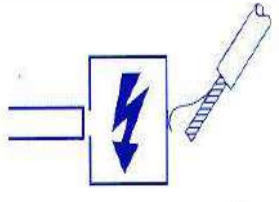




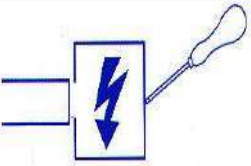
First number : protection against solid objects			Second number : protection against liquids			Third number : mechanical protection		
IP	Tests	Definition	IP	Tests	Definition	IP	Tests	Definition
0		No protection	0		No protection	0		No protection
1		Protected against solid objects of over 50 mm (e.g. accidental hand contact)	1		Protected against vertically dripping water (condensation)	1		Impact energy : 0.225 J
2		Protected against solid objects of over 12 mm (e.g. finger)	2		Protected against water dripping up to 15° from the vertical	2		Impact energy : 0.375 J
3		Protected against solid objects of over 2.5 mm (e.g. tools, wire)	3		Protected against water dripping up to 60° from the vertical	3		Impact energy : 0.500 J
4		Protected against solid objects of over 1 mm (e.g. thin wire)	4		Protected against water splashes from all directions			
5		Protected against dust (no deposits of harmful material)	5		Protected against jets of water from all directions	5		Impact energy : 2 J
6		Totally protected against dust. Does not involve rotating machines	6		Protected against jets of water comparable to heavy seas			
Indices of protection : in accordance with IEC 34-5 Example : IP 557 machine P : Index of protection 5 : Machine protected against dust and accidental contact. Test result : no dust enters in harmful quantities, no risk of direct contact with rotating parts			7		Protected against the effects of immersion to depths of between 0.15 and 1 m	7		Impact energy : 6 J
			8		Protected against the effects of prolonged immersion at depth			
						9		Impact energy : 20 J

درجه ی حفاظت تابلوها و وسایل برقی دوار در برابر نفوذ آب و اجسام خارجی IP_{nm}








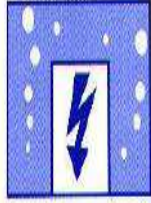

توضیح m	حفاظت در برابر	رقم دوم از سمت چپ m	توضیح n	حفاظت در برابر	رقم اول از سمت چپ n
هیچ حفاظتی در برابر آب ندارد.	بدون حفاظت	0	هیچ حفاظتی در برابر ورود اجسام خارجی یا تماس بدن با قسمتهای برقدار وجود ندارد.	بدون حفاظت	0
حفاظت در برابر چکیدن قطرات مایع بصورت عمودی	قطرات مایعات	1	حفاظت شده در برابر تماس قسمتی از بدن مانند دست یا ورود اشیای سخت با قطر بیش از 50 میلیمتر	اشیای بزرگتر از 50 میلیمتر	1
حفاظت در برابر چکیدن قطرات مایع تا زاویه ی 15 درجه	قطرات مایعات	2	حفاظت شده در برابر تماس انگشتان ، حفاظت شده در برابر ورود اجسام سخت با قطر بیش از 12 میلیمتر	اشیای بزرگتر از 12 میلیمتر	2
حفاظت در برابر اسپری مایع با زاویه ی 60 درجه	اسپری مایعات	3	حفاظت شده در برابر تماس یا ورود ابزار و اشیای کوچک که قطر آنها بیش از 2/5 میلیمتر باشد.	اشیای بزرگتر از 2/5 میلیمتر	3
حفاظت در برابر پاشیده شدن مایعات از هر جهتی	پاشش مایع	4	حفاظت شده در برابر ورود اشیای ریز یا ابزاری که قطر آنها بیش از 1 میلیمتر باشد.	اشیای بزرگتر از 1 میلیمتر	4
حفاظت در برابر پاشیده شدن آب با فشار از هر جهتی	جت آب	5	حفاظت شده در برابر تجمع مقادیر زیانبار گرد و غبار در داخل وسیله (قابل نفوذ)	تجمع گرد و غبار	5
حفاظت در برابر موج و آب در شرایط عرشه ی کشتی ها	سیلاب	6	حفاظت کامل در برابر ورود گرد و غبار به داخل وسیله	تجمع گرد و غبار	6
حفاظت در برابر غوطه ور شدن در آب با عمق ، فشار و زمان معلوم	غوطه وری محدود	7	حفاظت در برابر ورود مقادیر زیانبار آب در حالت عدم کارکرد دستگاه	—	S
حفاظت در برابر غوطه ور شدن در آب با فشار معین و زمان نامحدود	غوطه وری نامحدود	8	حفاظت در برابر ورود مقادیر زیانبار آب در حالت کارکردن دستگاه	—	M
			حفاظت در برابر شرایط آب و هوایی خاص (طبق توافق)	—	W

First Numeral

Protection against ingress of solid foreign objects

IP	Example	Requirements	IP	Example	Requirements
0		No protection	4		Wire Max 1.0 mm
1		Back of hand Max 50 mm	5		Dust Limited dust
2		Finger Max 12.5 mm	6		Dust No dust
3		Tool Max 2.5 mm			

Second Numeral Protection against harmful ingress of water

IP	Example	Requirements	IP	Example	Requirements
0		No protection	5		Jets
1		Vertically dripping	6		Strong jets
2		Dripping up to 15°	7		Temporary immersion (15 cm and 1 m)
3		Limited spraying	8		Immersion under pressure
4		Splashing			

1- آزمایش های روتین (Routine test programe)

1-1 کنترل بیرینگ ها (Bearing Control)

1-2 کنترل عایق (Control of the Insulation)

1-3 اندازه گیری مقاومت اهمی (Ohmic resistance measurment)

1-4 اندازه گیری ویبراسیون (Vibration measurment)

1-5 آزمایش اتصال کوتاه (Short Circuit test)

1-6 آزمایش بی باری (No Load test)

1-7 آزمایش ولتاژ زیاد (High voltage test)

2- آزمایش های نوعی (Type test programe)

2-1 آزمایش های روتین (Routine test)

2-2 آزمایش منحنی بی باری (No Load Curve)

2-3 آزمایش تحت بار (Load point)

2-4 آزمایش راه اندازی و کارکرد گرم (Heat run test)



اندیس **PI** شاخصی برای قضاوت در مورد وضعیت عایق است و بدین شرح تعریف می گردد: مقاومت اندازه گیری شده هر فاز نسبت به بدنه ، توسط میگر در 60 ثانیه به مقاومت اندازه گیری شده توسط میگر در 15 ثانیه یا مقاومت اندازه گیری شده هر فاز نسبت به بدنه ، توسط میگر در 10 دقیقه به مقاومت اندازه گیری شده توسط میگر در 1 دقیقه.

$$PI = R_{10'} / R_{1'} \quad \text{یا} \quad PI = R_{60''} / R_{15''}$$

PI > 2.5	1.5 < PI < 2.5	PI < 1.5	PI اندیس
خشک یا ترک خورده	مطلوب	رطوبت گرفته یا کاهش مقاومت عایقی	وضعیت عایق

ولتاژ تست های ضربه و مقدار مؤثر در موتورهای القایی سه فاز و یک فاز ، انتخاب ولتاژ برای تست میگر و حداقل مقاومت عایقی تجهیزات

Insulation level of rotating electrical machines using form-wound stator coils according to IEC 34-15/
DIN VDE 0530 P. 15 (extract)

Rated voltage U_N in kV	Rated impulse voltage (peak value) in kV	System frequency test voltage (r.m.s. value) in kV
	Wave 1.2/50 ($4U_N + 5$ kV)	($2U_N + 1$ kV)
6.0	29	13.0
6.6	31	14.2
10.0	45	21.0
11.0	49	23.0
13.8	60	28.6
15.0	65	31.0

منابع آزمون	حد اقل مقاومت شاقص	قسمت اندازه گیری شده
کابل کراس لینک (XLPE)	۷۰۰ مگا اهم	فاز به فاز - فاز به زمین
ماشینهای دوار	موتورهای HV متناوب	فاز به زمین
	موتورهای LV متناوب	فاز به زمین
	موتورهای جریان مستقیم	آرمیچر به زمین + سیم پیچ میدان به زمین
		سیم پیچ میدان به آرمیچر
انسفورها به یادداشت ارجوع کنید	۳۳ کیلو ولت	فاز به زمین
	۶/۶ و ۳/۳ کیلو ولت	بین سیم پیچهای اولیه و ثانویه
	۳۸۰ ولت	
کلمه خانه های فشار قوی	۱۰۰ مگا اهم	فاز به فاز - فاز به زمین

ردیف	عوامل گرم کردن و سوختن الکتروموتورهای سه فاز و یک فاز
1	بار زیاد
2	ولتاژ زیاد
3	ولتاژ کم
4	فرکانس زیاد
5	فرکانس کم
6	رطوبت
7	افزایش بیش از حد درجه حرارت محیط
8	راه اندازی نامناسب
9	عدم بالانس محوری و شعاعی

ردیف	عوامل گرم کردن و سوختن الکتروموتورهای القای سه فاز و یک فاز
10	لرزش بیش از حد مجاز
11	خرابی یاتاقان ها
12	جریان های القایی در محور موتور (Shaft Current)
13	هارمونیک ها
14	تهویه نامناسب
15	عمل نکردن سیستم کنترلی
16	اتصال نامناسب موتور به شبکه
17	رژیم کاری نامناسب
18	عدم سرویس و نگهداری به موقع

ردیف	عوامل گرم کردن و سوختن الکتروموتورهای القایی سه فاز و یک فاز
19	کلاس عایقی نامناسب
20	مناسب نبودن IP موتور
21	اختلاف هم سطحی روتور و استاتور
22	باز یا قطع شدن میله های روتور
23	تاب برداشتن محور روتور
24	آزاد شدن قفس از محور روتور
25	روان سازی نامناسب
26	گریپاژ بودن روتور در داخل استاتور
27	نداشتن گلندکابل در جعبه ترمینال

ردیف	عوامل گرم کردن و سوختن الکتروموتورهای القایی سه فاز و یک فاز
28	نامناسب بودن کابل تغذیه
29	نداشتن رله حفاظتی مناسب
30	تنظیم نبودن رله های حفاظتی
31	شکستگی رینگ های دوسر روتور
32	خراب شدن سیستم ترمز
33	دو فاز شدن
34	عدم تخلیه هوا در سیستم آبرسانی
35	حرکت محوری بیش از حد مجاز
36	خرابی عایق زیر یاتاقان

ردیف	عوامل گرم کردن و سوختن الکتروموتورهای القایی سه فاز و یک فاز
37	خرابی هسته استاتور
38	خرابی هسته روتور
39	خرابی محور روتور
40	نامناسب بودن زغال های موتور
41	خرابی کلاچ
42	خرابی کوپلینگ
43	خرابی گیربکس
44	اشکال مکانیکی در قسمت بار
45	قرار گرفتن جسم خارجی بین روتور و استاتور

ردیف	عوامل گرم کردن و سوختن الکتروموتورهای القایی سه فاز و یک فاز
46	خرابی رینگ ها در موتورهای روتور رینگ
47	اشباع شدن CT های حفاظتی موتور
48	خرابی سنسورهای موتور
49	کالیبره نبودن سنسورهای موتور
50	ضربه و شوک های شبکه
51	حذف پوشش عایقی روی پیشانی کلاف ها
52	تنش های الکترومکانیکی و الکترودینامیکی
53	استفاده از تمیز کننده های نامناسب
54	شل شدن پروانه های خنک کننده

الف) آسیب دیدگی فیزیکی عایق بدنه ؛

ب) درجه حرارت بیش از حد مجاز و در نتیجه شکنندگی عایق ؛

ج) شکل نامنظم سیم‌پیچی و در نتیجه بوجود آمدن اختلاف پتانسیل بیش از حد بین آنها و احتمال آرک زدن؛

ح) وجود نیروهای گریز از مرکز در روتور؛

د) آلودگی و کثیفی، رطوبت و وجود گرد و غبار و روغن در سیم‌پیچی که سبب کاهش مقاومت عایقی می‌گردد. همچنین به علت رسوبی شدن مانع تهویه مناسب و در نتیجه افزایش دما و آسیب رسیدن به عایقها می‌گردد؛

و) اتصال کوتاه در هادیهای روتور: هنگام تغییر بار در موتور، به علت تغییر دما، طول هادی تغییر می‌کند و عایق نمی‌تواند از این تغییر طول تبعیت نماید و در نتیجه به تدریج در بعضی نقاط شروع به ترک خوردن و در نهایت عایقها می‌شکنند و سبب اتصال کوتاه یک حلقه می‌گردند. معمولاً این ترکها در محل خروج هادی از شیارها

اتفاق می‌افتند؛

ن) یا لانس نبودن روتور سبب می‌گردد که چرخش روتور متقارن نباشد و در نتیجه سبب لرزش و ارتعاش الکتروموتور می‌گردد. همچنین به یاطاقانها و بلبرینگها نیز آسیب می‌رساند؛

و) اگر نگهدارنده‌های شینه‌های روتور استحکام کافی نداشته باشند، در اثر نیروی گریز از مرکز زیاد ناشی از سرعت بالای چرخش روتور، ممکن است که به گوه‌ها فشار آمده و حتی شینه‌ها از داخل شیارها خارج شوند؛

ه) بهره برداری از الکتروموتور در سرعت‌های بیشتر از سرعت نامی که سبب آسیب رسیدن به یاطاقانها و بلبرینگها می‌گردد و سبب لرزش زیاد موتور می‌گردد.

ل) وجود جسم خارجی سخت در فاصله هوایی (Air Gap) بین روتور و استاتور که سبب آسیب رسیدن به شینه‌های روتور و استاتور و همچنین عناصر نگهدارنده روتور می‌گردد؛

ک) معیوب بودن ورقهای هسته روتور که سبب افزایش دمای موضعی می‌گردد که این گرما به سرعت منتشر گشته و به سایر قسمت‌های هسته و نیز شینه‌های روتور آسیب می‌رساند. عمر عایقها را نیز کاهش می‌دهد؛

گ) وجود حبابهای ریز هوا بین عایقهای شینه‌های روتور که سبب کاهش عمر عایقی می‌گردد؛

س) وجود فاصله هوایی بین هسته و شینه که این امر نیز سبب آسیب رسیدن به عایق شینه‌ها می‌گردد؛

ش) رطوبت در داخل الکتروموتور سبب کاهش مقاومت عایقی عایق‌های شینه‌های روتور گشته و می‌تواند حتی موجبات آرک زدگی را نیز فراهم آورد؛
ر) وجود داشتن محدوده وسیع انبساط و انقباض مابین عایق‌ها و نیز عایق‌ها با هسته که سبب می‌گردد تا لایه‌های عایق جابجا شده و از سطح هادی جدا شوند و حتی ترک بردارند و اتصالی پیش آید؛

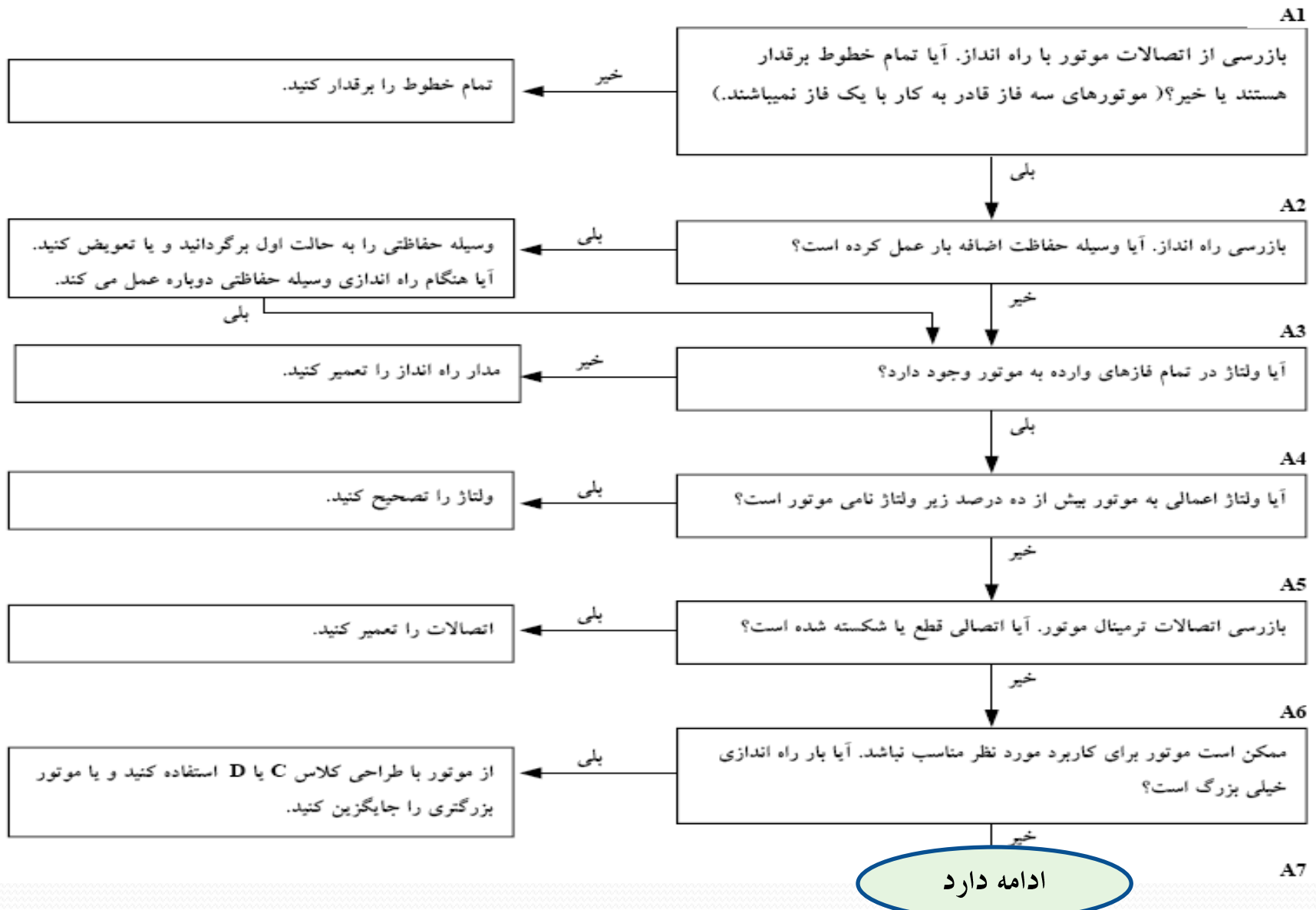
ظ) وجود اجسام خارجی سخت در فاصله هوایی بین روتور و استاتور سبب معیوب شدن ورقه‌های هسته و عایق سیم پیچی می‌گردد و حتی ممکن است سبب از بین رفتن هادی شینه‌ها نیز گردد.

ع) عدم بالانس روتور که سبب افزایش تنش مکانیکی و اصطکاک گشته و فاصله هوایی نامتقارن بین روتور و استاتور را موجب می‌گردد.

عیب یابی موتورهای القایی سه فاز

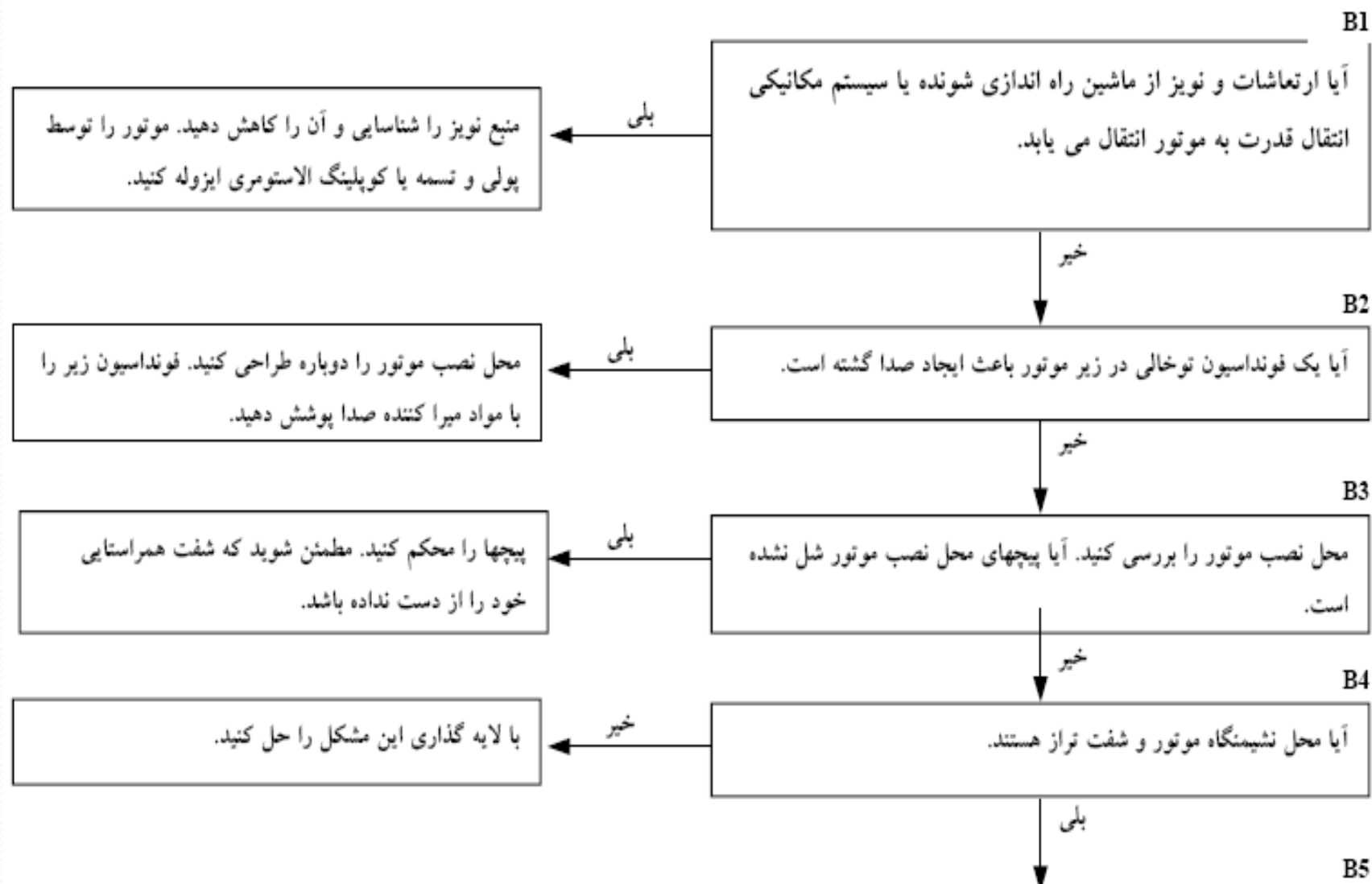
موتورهای آسنکرون

مورد A: عدم راه اندازی موتور و یا وضعیت بسیار کند شتابگیری موتور

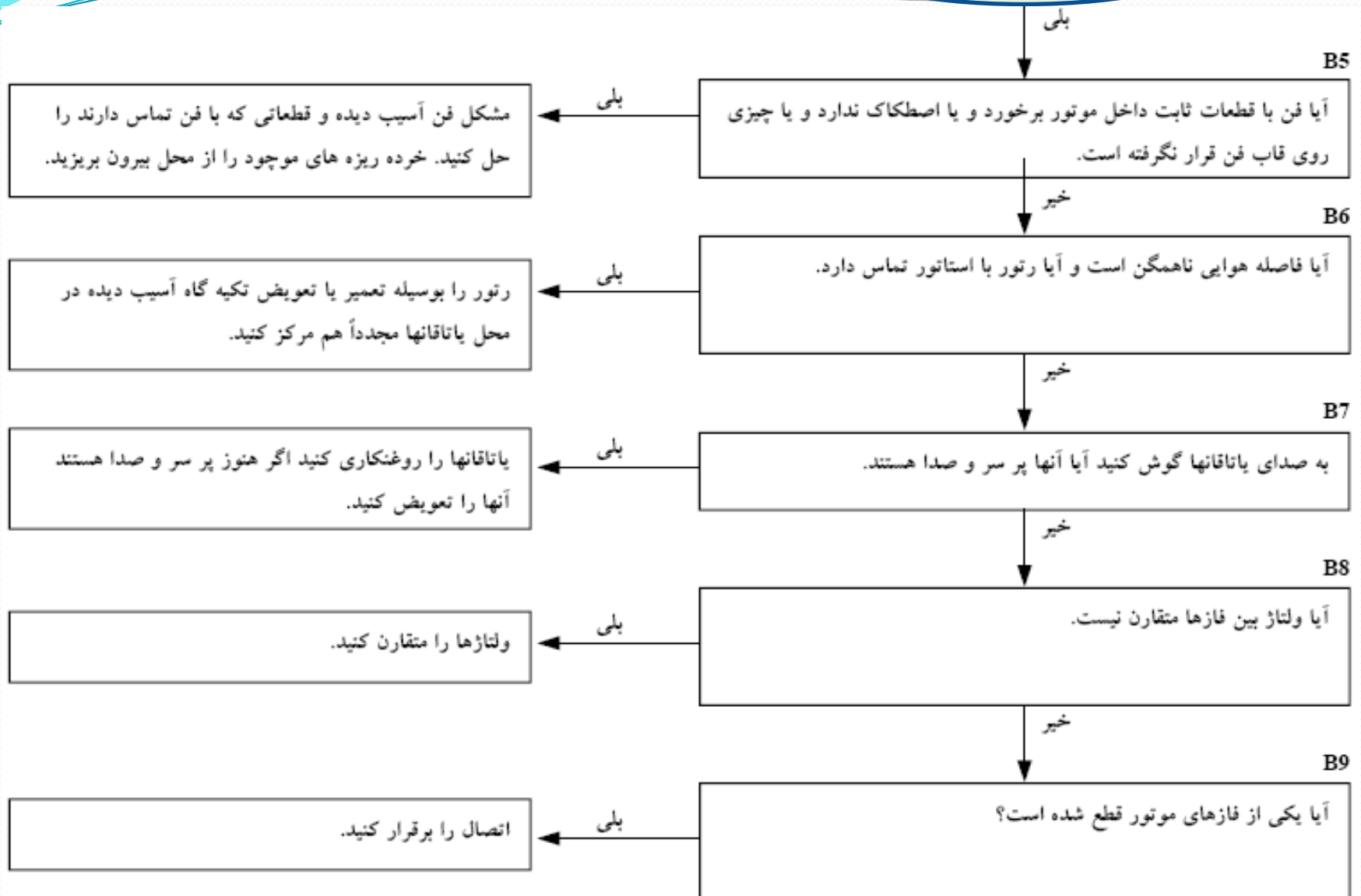


ادامه اسلاید قبلی





ادامه اسلاید قبلی



موتورهای آسنکرون

مورد C: داغ شدن بیش از حد موتور

C1

آیا دمای محیط خیلی بالاست؟

بلی

دمای محیط را کاهش داده یا میزان تهویه را افزایش دهید و
یا از موتور بزرگتر استفاده کنید.

خیر

C2

آیا موتور برای استفاده در محل فعلی، کوچک انتخاب شده است؟

بلی

از موتور بزرگتری در محل استفاده کنید.

خیر

C3

آیا موتور بسیار آهسته شروع به حرکت و راه اندازی مینماید؟

بلی

سیکل راه اندازی را کاهش داده و یا از موتور قویتری
استفاده نمائید.

خیر

C4

پوسته موتور را کنترل کنید. آیا روی آنرا ماده ای کثیف گرفته که به عنوان
عایق در مقابل دفع حرارت عمل میکند؟

بلی

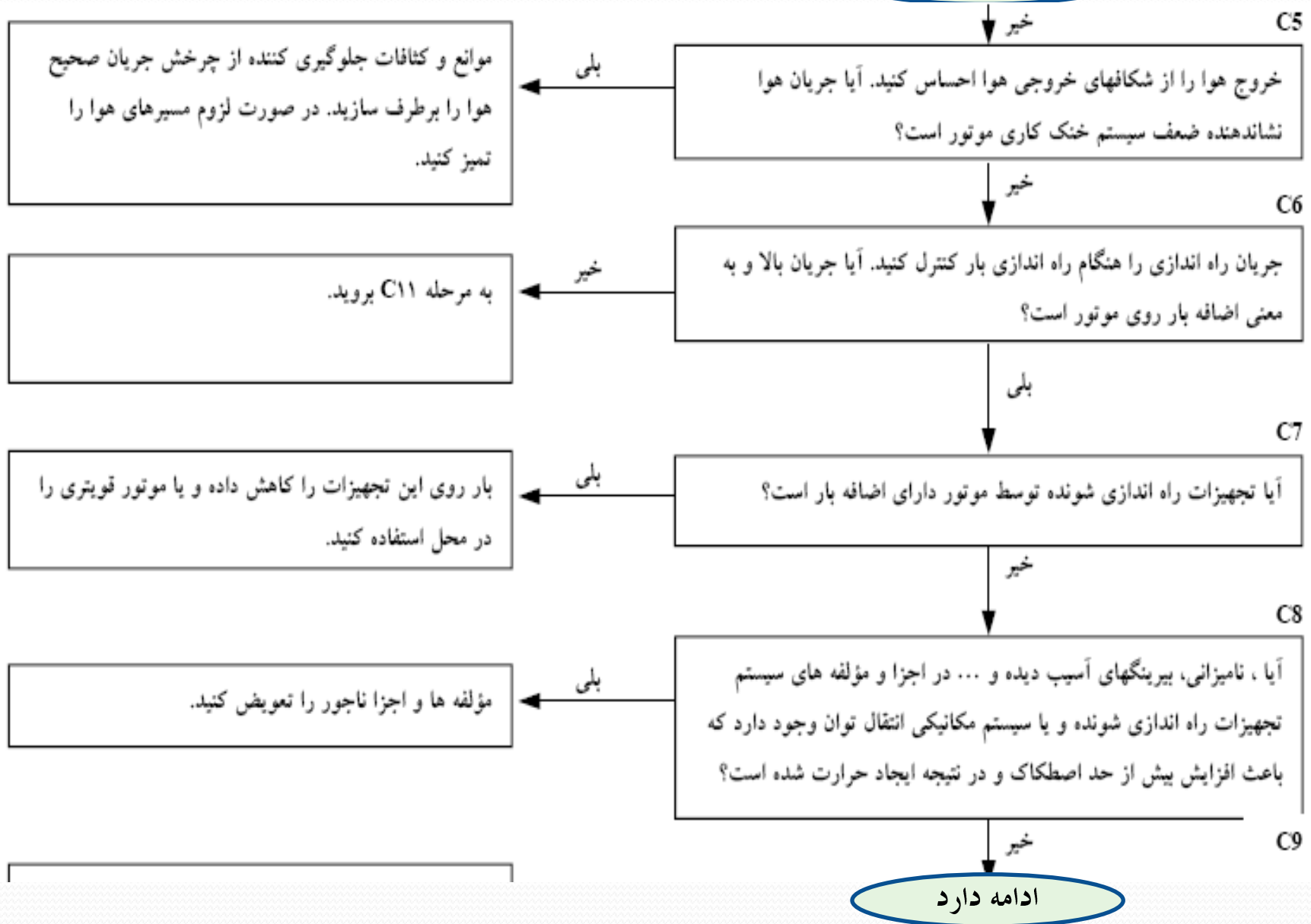
این مواد را با استفاده از زدودن و خراشیدن تمیز کنید.

خیر

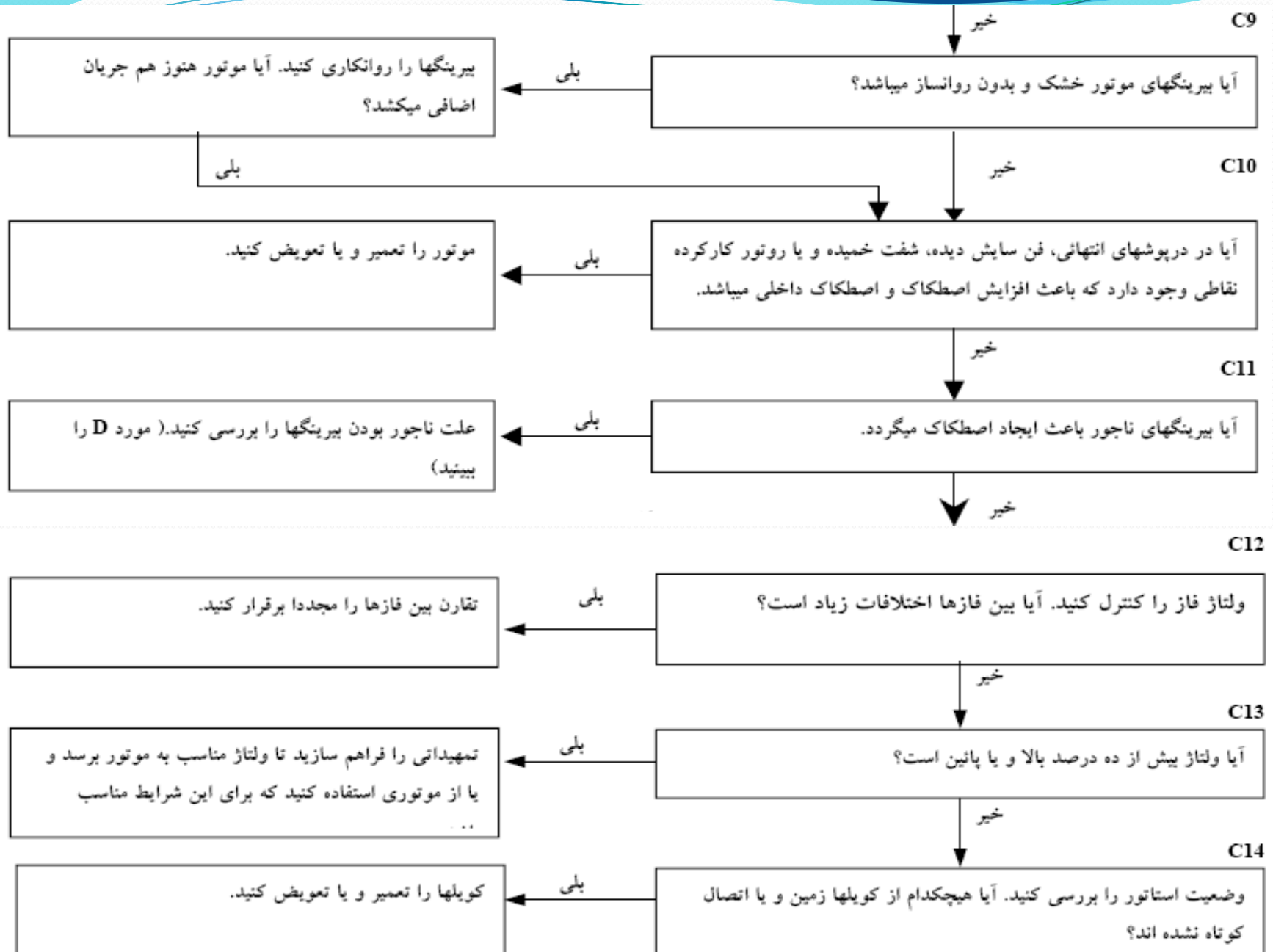
C5

ادامه دارد

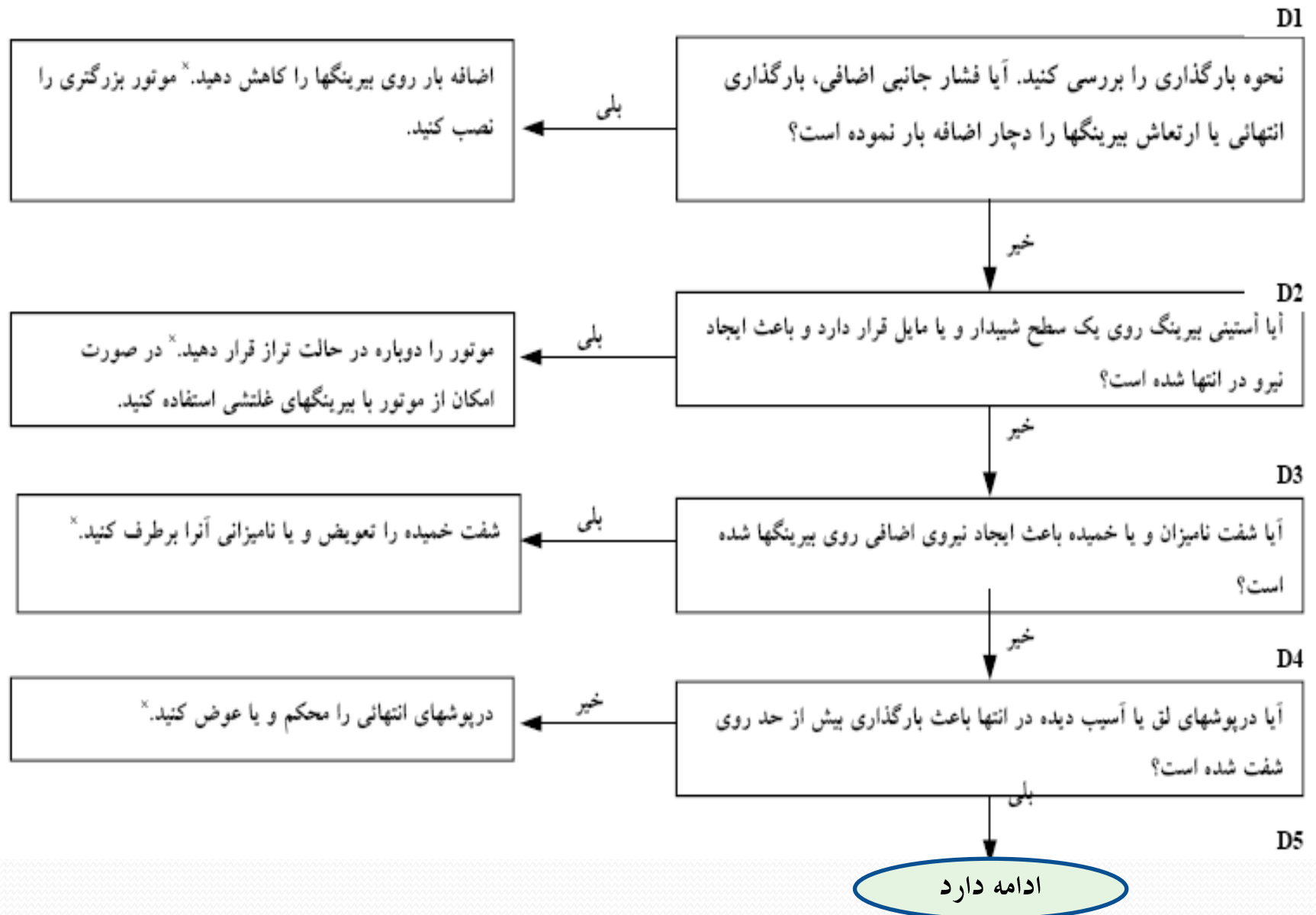
ادامه اسلاید قبلی



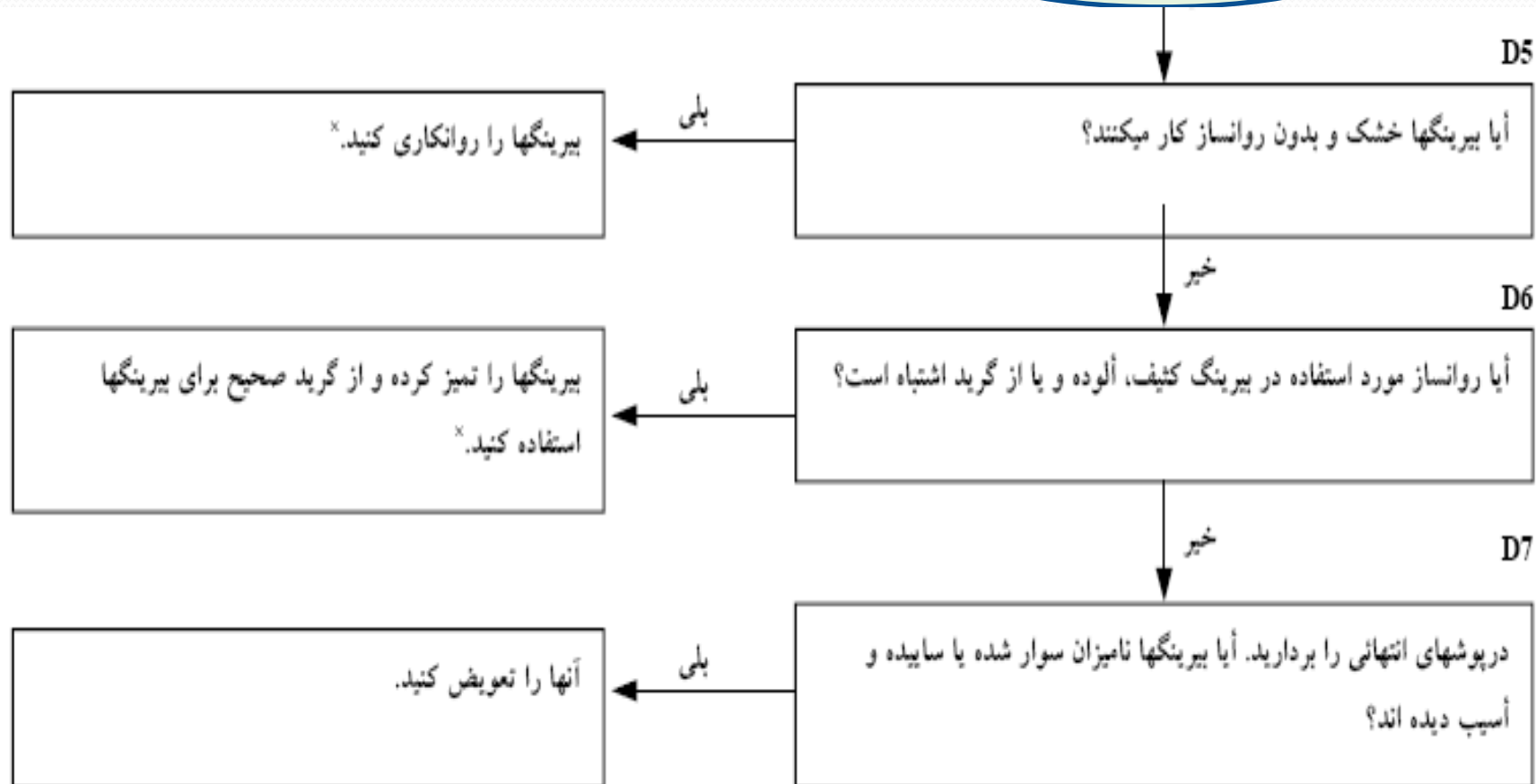
ادامه اسلاید قبلی



مورد D: بیرینگهای موتور خیلی داغ و یا با صدای زیاد کار میکنند.



ادامه اسلاید قبلی



* این امکان وجود دارد که بیرینگها آسیب دیده باشند. اگر موتور هنوز با صدای زیاد کار میکند، بیرینگها را تعویض کنید.

موارد عیب و علل آن و روش رفع عیب در موتورهای القایی یک فاز

نوع عیب	علل احتمالی	رفع عیب
۱-موتور به راه نمی افتد .	۱-۱- اتصال غلط موتور	بررسی دقیق اتصال
	۱-۲- اتصال به شبکه قطع شده است .	سیمها و محل اتصالی کنترل شود .
	۱-۳- رتور به استاتور مائیده می شود.	یاتاقان ها بررسی و در صورت لزوم تعویض شوند
	۱-۴- فیوز یا کلید خودکار قطع است .	وصل کنید خودکار یا تعویض فیوز
	۱-۵- در موتورهای یا خازن : خازن مناسب توان موتور نمی باشد .	خازن مناسب انتخاب شود .
۲- در موقع دادن بار موتور نمی کشد و داغ می شود .	۲-۱- در فشار الکتریکی ۱۱۰ ولت در اثر اتصال غلط موتور به جای آنکه دو نیمه فاز اصلی موازی شوند به حالت سری وصل شده اند .	اتصال غلط به حالت اتصال موازی در آید .
	۲-۲- در فشار الکتریکی ۲۲۰ ولت در اثر اتصال غلط به جای آنکه دو نیمه اصلی را سری وصل کنند موازی وصل کرده اند .	اتصال غلط به حالت اتصال سری در آید .

نام اجزا یا دستگاه	برنامه بازرسی یا نگهداری الکتروموتورهای AC	الف	ب	ج	د	ه	و
سیم پیچی استاتور و روتور	اندازه گیری درجه حرارت سیم پیچی در مکان هایی که PT100 نصب شده است ، جهت بررسی اینکه سیستم خنک کننده مرتب انجام وظیفه می نماید.	*					
سیم پیچی استاتور و روتور	اندازه گیری مقاومت عایقی			*			
سیم پیچی استاتور و روتور	بازدید بصری از تمام قسمت های موتور جهت جرم گرفتگی با گرد و غبار ، گریس ، روغن و در صورت لزوم تمیز کردن و شستشو ، بازدید نخ بندی ، اتصالات ، سرسیم ها از نظر محکم بودن ، بازدید گوه ها			*			
کل الکتروموتور	اندازه گیری تلفات هسته						*
کل الکتروموتور	اندازه گیری لرزش عمودی و افقی الکتروموتور از نقطه ی مرکزی نگهدارنده ی بیرینگ		*				
کل الکتروموتور	اندازه گیری صدای الکتروموتور : گوش کردن و چک کردن صدای غیرعادی مانند صدای سایش یا ضربه زدن و ...	*					
کل الکتروموتور	بازدید بصری از میزان آلودگی روی موتور	*					
منبع تغذیه ، ترمینال و سیستم های کنترل الکتروموتور	بازدید وضعیت اتصال تمام کابل ها و سیم های رابط	*					
کل الکتروموتور	چک کردن میزان گرد و غبار و لکه ها		*				
ذغال ها و رینگ ها	بازدید بصری از آزاد بودن ذغال ها و حرکت آن ها در جاذغالی ، تمیزی محل تماس ذغال ها و رینگ های موتور ، بازدید فشار فنر پشت ذغال ها		*				
رینگ ها	بازدید سطح رینگ ها از نظر خراشیدگی و تغییر رنگ		*				
ذغال ها و نگهدارنده ی آن ها	بازدید ذغال ها از نظر فرسودگی و در صورت نیاز تعویض نمودن آن ها		*				

نام اجزا یا دستگاه	برنامه بازرسی یا نگهداری الکتروموتورهای AC	ب	د	ا	نه	ا	له
کل الکتروموتور	شستشوی الکتروموتور ، شستشوی سیم پیچ ها ، خشک کردن و وارنیش کاری سیم پیچ ها				*		
درب قالیاق ها	بازدید جای بیرینگ ها روی درب قالیاق ها				*		
درب قالیاق ها	بازدید بیرینگ ها ، گریس خورها و کاسه غدها			*			
پروانه خنک کن	بازدید پروانه ی خنک کن			*			
جعبه ترمینال	بازدید جعبه ترمینال و درپوش آن از نظر شکستگی و تغییر شکل ظاهری				*		
روتور قفسی	بازدید و تست قفس های روتور ، بازدید محل جوش های شینه ها به رینگ اتصال کوتاه روتور					*	
جعبه ترمینال	بازدید پیچ و واشر فتری نگهدارنده ی درپوش جعبه ترمینال					*	
جعبه ترمینال	بازدید تخته کَلِم از نظر شکل ظاهری و سالم بودن			*			
روتور	تست ترک یابی محور یا شافت روتور						*
شافت و کوپلینگ	بازدید جای خار یا پین روی شافت ، بازدید سالم بودن ، ستر و تراز بودن کوپلینگ ، محکم بودن پیچ های نگهدارنده ی کوپلینگ				*		
پوسته و درب قالیاق ها	بازدید سالم بودن و عدم ترکیدگی درب قالیاق ها و پوسته ی الکتروموتور				*		
روتور	بازدید شافت ، جای بیرینگ ها ، جای کوپلینگ ، جای سیل ها				*		
سیم پیچی استاتور	تست اتصال حلقه کلاف ها (Surge) (Test) ، اندازه گیری مقاومت اهمی فازها ، اندازه گیری اندوکتانس فازها ، اندازه گیری میزان تخلیه ی جزئی ، اندازه گیری تلفات عایقی ($\tan \delta$) ، بازدید نخ بندی ، اتصالات سر سیم ها از لحاظ محکم بودن				*		
روتور	بازدید گوه ها ، بازدید بانداژ سیم پیچی روتور				*		

نام اجزا یا دستگاه	برنامه بازرسی یا نگهداری الکتروموتورهای AC	د	د	د	د	د	د	د	د
موتورهای رینگ	بازدید نگهدارنده های جاذغالی از نظر تمیز بودن و تست مقاومت عایقی		*						
سیستم خنک کننده ی هوا ، آب و اتصالات	بازدید از سوپاپ ورودی آب و تمیز کردن آن	*							
	بازدید بصری از لوله های آب جهت نشتی	*							
	بازدید از فیلترها و میزان مسدود بودن آن ها	*							
	بازدید و تمیز کردن فیلترها و در صورت لزوم تعویض نمودن آن ها و چک کردن سویچ اختلاف فشار		*						
	چک کردن سطح داخلی لوله های هوا یا آب خنک کننده جهت زنگ زدگی				*				
	بازدید بصری از کل سیستم جهت جرم و غبار گرفتگی								*
کوپلینگ	بازدید از تنظیم بودن کوپلینگ								*
کل الکتروموتور	بازدید از پیچ های محل نصب موتور و قفل بودن آن ها				*				
پیچ های اتصال	بازدید از سفت بودن قفل کن های پیچ های موتور				*				
موتور و فن های خنک کننده	بازدید از بیرینگ ها جهت کثیف نبودن						*		
کل الکتروموتور	اندازه گیری درجه حرارت از محل های لازم و ثبت آن	*	*						
رول بیرینگ ها	روغن کاری مجدد فقط در حال روشن بودن موتور		*	*	*				
	چک کردن سیل های بیرینگ ها و روغن کاری آن ها	*							
	تعویض قطعات فرسوده (بیرینگ ها و سیل ها)		*						
	چک کردن از جهت جرم گرفتگی		*		*				

استاندارد موتورهای الکتریکی

[This is a preview - click here to buy the full publication](#)



IEC 60034-1

Edition 12.0 2010-02

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Rotating electrical machines –
Part 1: Rating and performance**

**Machines électriques tournantes –
Partie 1: Caractéristiques assignées et caractéristiques de fonctionnement**

ساختمان ماشین های دوار (ژنراتور - موتور):

استاتور: بدنه - هسته - سیم پیچ (کویل)

رتور: بدنه - سیم پیچ (کویل) - سیم پیچ خفه کننده - رینگ لغزنده (Slip Ring) - رینگ نگهدارنده (R.R)

تجهیزات جانبی: سیستم تحریک - کولر - سیستم حفاظت - گیربکس و دغال و جا دغالی و ...

انواع حفاظت و کنترل موتورها

- حفاظت جریان زیاد (اضافه بار)
- حفاظت جریان اتصال کوتاه (جریان خیلی زیاد)
- حفاظت ولتاژ کم و ولتاژ بالا
- حفاظت اتصال یکفاز و دو فاز
- حفاظت دو فاز شدن و بار نامتقارن
- حفاظت شار اضافی (U/F:Over Flux)
- کنترل وضعیت درجه حرارت (سیم پیچ، هسته، بدنه، یاتاقان، کولر و ...)
- کنترل وضعیت لرزش (بدنه، محور، یاتاقان و ...)
- کنترل هیتر حرارتی (Space Heater معمولاً 4 - 6 درجه بیشتر از درجه حرارت محیط)

سرویس و نگهداری
ماشین های دوار
ژنراتورها-موتورهای سنگرون و آسنکرون



A = توسط پرسنل کارخانه سازنده (مثلا پلوس ژنراتور - مپنا / آنسالندو /)

1 = برای G ، در صورت لزوم نیمه بالایی را بردارید

2 = برای M ، فقط کور داخلی و خارجی سطح جلویی را بردارید

3 = کورهای را بردارید

4 = فقط G

5 = در هر دو بار دوره G انجام شود

6 = نشی آب داخل ماشین

7 = در صورتی که افت در سیستم آب خنک خیلی بالا باشد

8 = برای G ، منبع تحریک را از سیم پیچ روتور از نظر الکتریکی قطع کنید

9 = یکسال بعد از بهره برداری، سپس مطابق با برنامه M و G

M.M.1 - نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه (P.M)

M.M.1.1 - شرح فهرست تعمیرات و نگهداری (P.M)

d = روزانه

w = هفتگی

m = ماهانه

h = نیمه سال

y = سالانه

r = در مواقع ضروری

O = توسط نیروگاه

نکھاری و تعمیرات استاتور (نوائو) M.M.2

MAINTENANCE INTERVAL OF STATOR

d	w	m	h	y	r	M	G	R	S	D	O	A	Machine Part:	Maintenance Point:
						x	x		x			x	<u>Stator core</u> Stator core attachment	Visual checks and examination of welding seams.
						x	x		x			x	Stator core fouling	Inspect for fouling such as oil, dust, and corrosion. Inspect the air ducts for free passage, cleanliness.
							x		x			x	Stator core clamping	Check the stator core clamping for duct spacers, clamping fingers and for loose laminations.
							x		x			x	Clamping plates	Check the pressure between the clamping pin lug and the clamping plate.
						x	x		x			x	<u>Stator winding</u> Stator end-winding	Fouling, damage of the coloured coating. Traces of vibration. Insulation caps for crack, brittleness as well as binding. Freedom from play of the end-winding support.
						x	x		x			x	End-winding support	Fouling. Fastening to the clamping plate.
									x	x		x	Seating of the slot-wedges	Inspect the wedging, tangential wedging, rewedging.
									x			x	Stator winding	Slot openings appraisal.
						x	x		x			x	Insulation resistance	Measurement as well as recording of the insulation resistance.
							x		x			x	DC voltage check	High voltage test according to relevant instructions.
							x		x	x	x	x	Resistance thermometer	Functional test, calibration.
						x	x		x			x	Phase rings Generator leads Lead-ins	Inspection of general condition and checking for fouling (oil, dust), damage to the coating, marks of vibration.
						x	x		x			x	<u>Casing</u> Inner cover	Cleanliness. If needed, take out and replace the locking plates.
						x	x		x			x	Air guide	Check condition of rubber gaskets and locking bolts.
						x	x		x			x	Outer cover	Inspection of gasket.

MAINTENANCE INTERVAL OF ROTOR

d	w	m	h	y	r	M	G	R	S	D	O	A	Machine Parts	Maintenance Points
													<u>Rotor assembly</u>	
						x	x		x	4		x	Rotor	Fouling due to oil, dust or corrosion.
					x							x	Rebalance	Determine cause and correct.
						x	x		x	x		x	Bearing journals	Check for condition of surface. If needed, remachine.
							x		x			x	Coupling flange	Check for rotary run-out. Measurement of parallelism, corrosion and protective coating. If needed check for cracking with dye penetrant test.
							5			x		x	Retaining rings	Inspect visually on corrosion and damage. If needed, check for cracking using dye penetrant or U.S. test.
							x	x				x	<u>Rotor winding</u>	
						x	x					x	Rotor winding	Dynamic impedance and recurrence surge oscillator (R.S.O) test.
						x	x		x	4		x	Rotor end-winding	Visual inspection using mirror or endoscope. Check for loose spacer pieces or insulation out of place.
							5			x		x	End-winding bracing	Loose spacer pieces or insulation out of place. Clean fouled location.
					6	x	x		x			x	Insulation resistance	Measure and check insulation resistance (see relevant instructions for recommended minimum value).
							x		x	x		x	Slot wedging	Visual check for cleanliness of holes and for insulation out of place. Check for correct tightening and securing of balancing weights.
							5			x		x	Rotor leads	Supply line bolt and winding connection. Check on tightening torque for bolts and bolting.

MAINTENANCE INTERVAL OF BEARING

d	w	m	h	y	r	M	G	R	S	D	O	A	Machine Parts	Maintenance Points
													<u>Bearing assembly</u>	
						x	x		x			x	High pressure jacking oil connections (when foreseen)	Functional test of rotor jacking at all bearings. If needed, measurement of jacking oil pressure. Check all screwed connections for leaks.
						x	x		x			x	Bearing shells	Visual inspection for scoring and support pattern. Checking adhesion of bearing metal using ultrasonic and dye penetrate test. Measurement and, if needed, adjustment of bearing clearance.
						x	x		x		x	x	Bearign insulation	Check the insulation values.
						x	x		x			x	Bearing pedestal	Housing guide, check alignment and fastening bolts.
						x	x		x		x	x	Oil deflectors	Checking of condition and of clearances.
						x	x				x	x	Bearing white metal temperature detector	Functional test, calibration
													<u>Oil monitoring system</u>	
						x	x		x		x	x	Bearing oil temperature detector	Functional test, calibration
						x	x		x		x	x	Bearing oil pressure detector	Functional test, calibration

M.M.5 - سیستم مونیٹورنگ ژنریتور / امونر :

MAINTENANCE INTERVAL OF GENERATOR MONITORING SYSTEM

d	w	m	h	y	r	M	G	R	S	D	O	A	Machine Parts	Maintenance Points
													<u>Cooling air system</u>	
			x			x	x		x		x	x	Liquid leakage detector	Functional test
							x		x		x	x	Resistance thermometer	Functional test and calibration
						x	x		x		x	x	Dial thermometer	Functional test and calibration
		x				x	x		x		x	x	Make-up filter	clean. If needed, take out and replace.
													<u>Standstill Heating</u>	
						x	x		x		x	x	Space heaters	Functional test
													<u>Rotor grounding</u>	
	x					x	x		x		x	x	Stranded copper wire	Check for condition

M.M.6 - کولر ہا :

MAINTENANCE INTERVAL OF COOLERS

d	w	m	h	y	r	M	G	R	S	D	O	A	Machine Parts	Maintenance Points
				9		x	x		x		x	x	Coolers	
						x	x		x		x	x	Condition	Check general condition of cooler. If needed carry out repqirs.
						x	x		x		x	x	Leakage test (overpressure test)	
						x	x	x	x		x	x	Sealing of the water chambers	Check for condition.If needed, replace.
						x	x	x			x	x	Sealing of the cooler casing to stator frame or connection ducts.	Check for condition.If needed, replace.
													<u>Water monitoring</u>	
						x	x				x	x	Monitoring Instruments	Functional test, calibration

MAINTENANCE INTERVAL OF BRUSH AND SLIP RINGS

d	w	m	h	y	r	M	G	R	S	D	O	A	Machine Parts	Maintenance Points
													<u>Brush gear</u>	
						x	x		x		x	x	General	Check general conditions of brush holder
						x	x		x		x	x	Securing of bolts	Check that all electrical and mechanical screws are correctly tightened
						x	x		x		x	x	Flat spiral spring	Check the pressure spring. If needed, replace the worn springs.
													<u>Brushes</u>	
x						x	x	x	x		x	x	Operating conditions	Visual check for correct running of brushes (with no excessive sparks or vibrations). Verify the normal noise of the system. Monitor excitation current and verify brushes current density.
x		x				x	x	x	x		x	x	Flexible connections	Check for condition
					x	x	x	x	x		x	x	Brush wearing	Verify wearing
								x	x		x	x	Replace brushes	
			x					x			x	x	<u>Slip rings assembly</u>	
						x	x		x		x	x	Rings surface	Visual check the condition using for example a stroboscopic lamp.
						x	x		x		x	x	Ring surface	At standstill measure wear, depth of scratches, eccentricity. If needed reground or replace (only by manufacturer)
						x	x		x		x	x	Brush - holder	Check conditions.
						x	x		x		x	x	Air deflectors	Check conditions and insulation.
													<u>Monitoring system</u>	
						x	x		x		x	x	Monitoring Instruments	Functional test, calibration
x						x	x	x	x		x	x	Air filter	Check for conditions. As needed, clean or replace.

اتصال موتور برای تأمین قدرت مکانیکی

اگر بخواهیم موتوری را برای دستگاهی انتخاب یا با موتور قبلی آن جایگزین کنیم، باید به سیستم اتصال موتور به دستگاه توجه داشته باشیم. برای اتصال موتور به دستگاه دو حالت وجود دارد: **الف** اتصال مستقیم و بدون تغییر سرعت، **ب** اتصال با مبدل برای تغییر سرعت



اتصال مستقیم و بدون تغییر سرعت

در صورتی که سرعت دستگاه با سرعت موتور یکی باشد، از اتصال مستقیم استفاده می شود. این کار با نصب مستقیم قطعه گردنده ماشین روی محور موتور (کوپل کردن) امکان پذیر است معمولاً در موتورهای الکتریکی، که برای به حرکت درآوردن پمپ های چاه آب، پمپ های گریز از مرکز و تهویه هوای سالن پرورش طیور استفاده می شوند، انتقال قدرت مستقیم صورت میگیرد.

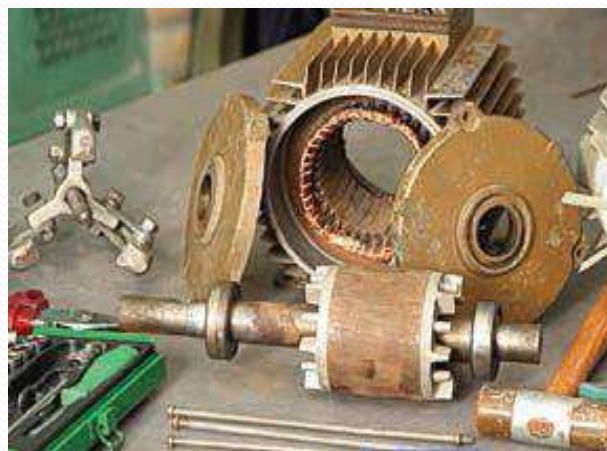
سیستم مبدل سرعت

اگر سرعت لازم برای وسیله مورد نظر با سرعت موتور انتخاب شده یکی نباشد، برای تبدیل سرعت از دستگاه های تغییر دور مانند جعبه دنده (گیربکس)، تسمه و چرخ تسمه یا زنجیر و چرخ زنجیر، استفاده میشود



شناسایی قطعات مکانیکی و الکتریکی الکتروموتور

پیچ گوشتی ضربه خور، آچار رینگگی، آچار بوکس، چکش و پولی کش سه شاخه



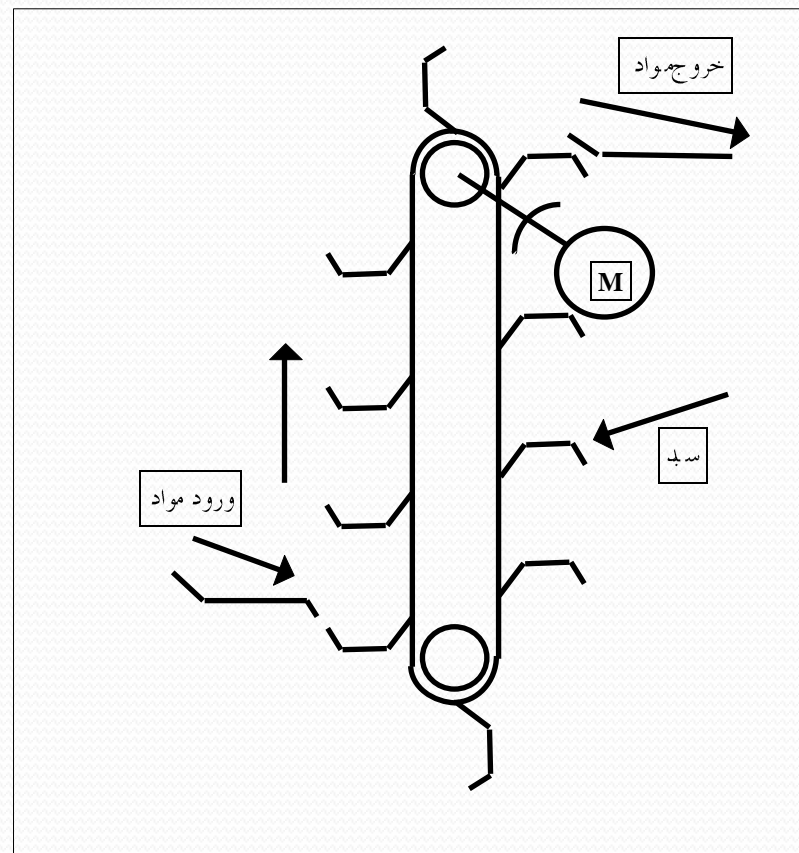
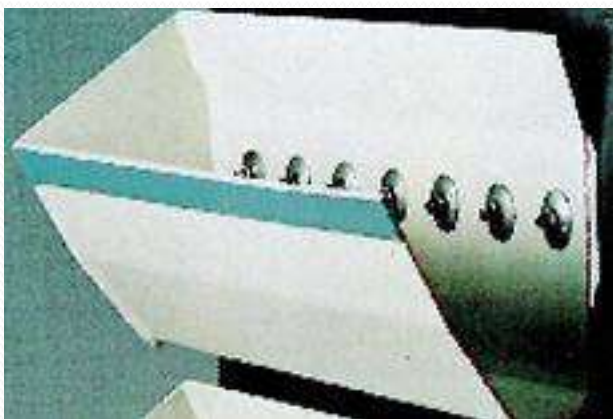
روشهاي انتقال مواد

با توجه به ساختار کارخانه سیمان و تشکیل آن از واحدهای مختلف که در هر واحد عملیات خاصی بر روی مواد انجام شده و محصول آن وارد واحد بعدی می شود . روشهای انتقال مواد از اهمیت خاصی برخوردار است ، و از آن تجهیزات مختلفی که به طرق متفاوت عمل می نمایند جهت انتقال و جابجایی مواد استفاده میشود.

با توجه به نیاز مواد به دو روش اساسی انتقال مییابند:

- **انتقال عمودي**
- تجهیزات انتقال عمودي عبارتند از :
- **باکت الواتورها**
- باتوجه به شکل يك باکت الواتور از تعدادی سبد تشکیل شده که بر روی زنجیری نصب شده اند که حول دو چرخ دنده قرار گرفته است .
- چرخ دنده بالایی توسط نیروی يك الکتروموتور به چرخش در آمده و سبدها را به حرکت در می آورد.

- در سمت پایین مواد وارد سبدها شده و پس از انتقال به بالا و چرخش حول چرخ بالایی واژگون شده و مواد داخل خود را تخلیه می نمایند .

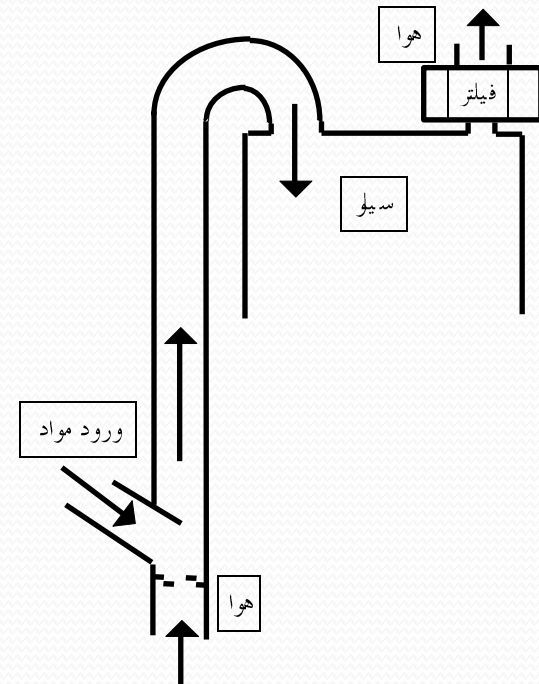
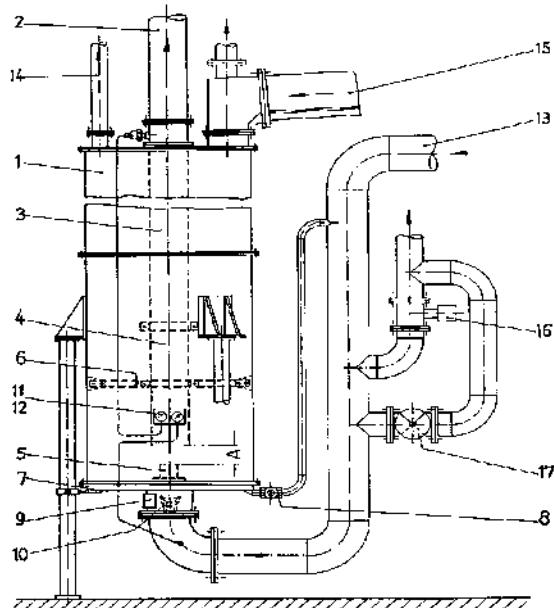


بکته الواتور

• ایرلیفتها

- شکل شمایی یک ایرلیفت را را نشان میدهد. ایرلیفت برای انتقال موادی که به صورت پودر میباشند مناسب است.
- ایرلیفت از لوله توخالی بزرگی تشکیل شده که از یک سو هوا با دبی و قدرت بالا توسط بلوور به آن تزریق شده و سمت دیگر آن وارد سیلو ی مواد میشود. موادی که از طریق مسیر ورود وارد ایرلیفت میشوند به همراه هوای تزریق شده به بالا منتقل و وارد سیلو می شود.
- سیلو باید مجهز به فیلتری باشد که هوای تزریق شده توسط بلوور را به خارج انتقال دهد.

CPAC Claudius Peters AG

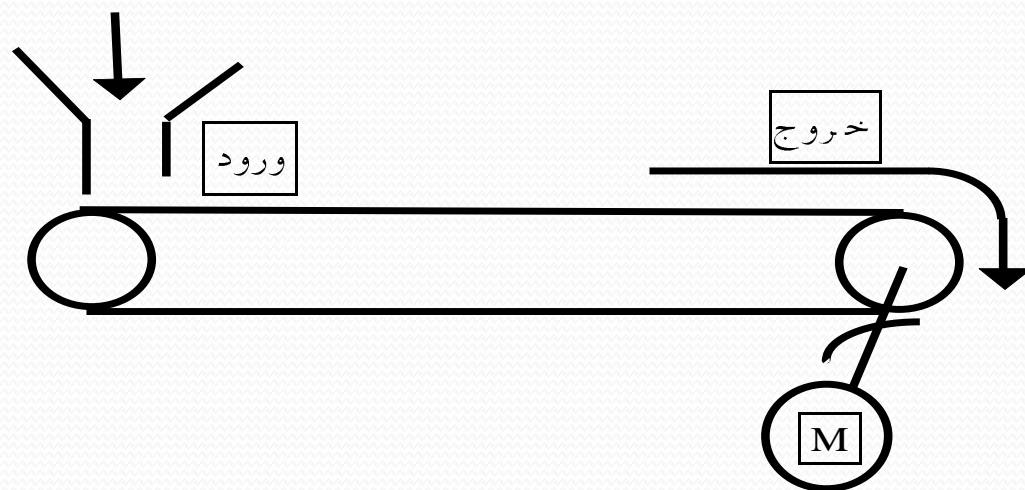


انتقال افقي

از این تجهیزات جهت انتقال مواد به صورت افقی و یا شیب ملایم به ارتفاع اندک استفاده می شود.

نوار نقاله

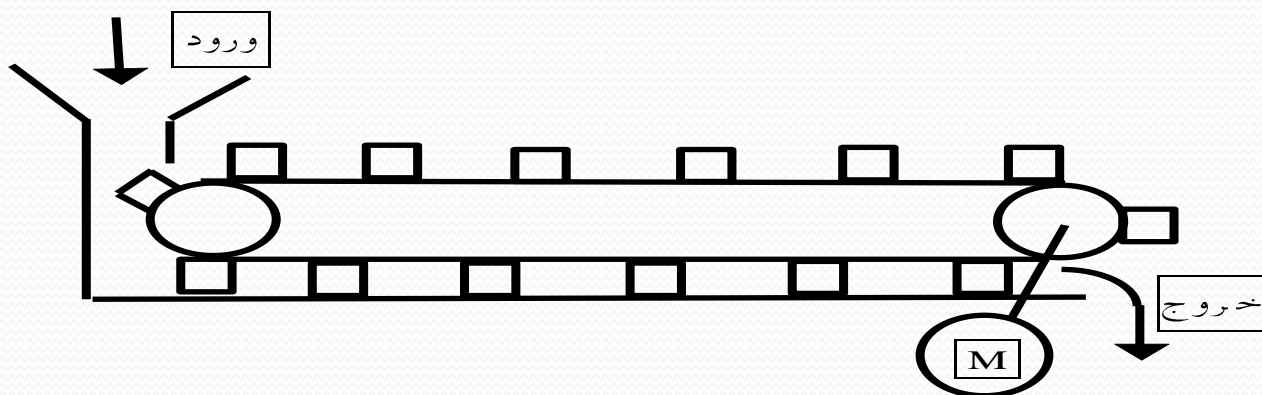
نوار نقاله از دو عدد درام اصلی تشکیل شده که تسمه نقاله دور آنها قرار می گیرد. نیروی الکتروموتوری یکی از درامها را به چرخش در آورده و در نتیجه تسمه نقاله حول درامها به حرکت در آمده و باعث انتقال مواد روی آن از یک سو به سوی دیگر می شود.



در مسافتهای طولانی از انحراف تسمه نقاله توسط هدایت کننده های مناسب جلوگیری میشود.

2-2-نوار زنجیری دراگچین

نوار زنجیری دراگچین شبیه به نوار نقاله است با این تفاوت که به جای تسمه نقاله از زنجیری حول درام های ابتدایی و انتهایی استفاده میشود که دارای زائده های فلزی است و حرکت این زائده ها مواد را به جلو هل میدهند.



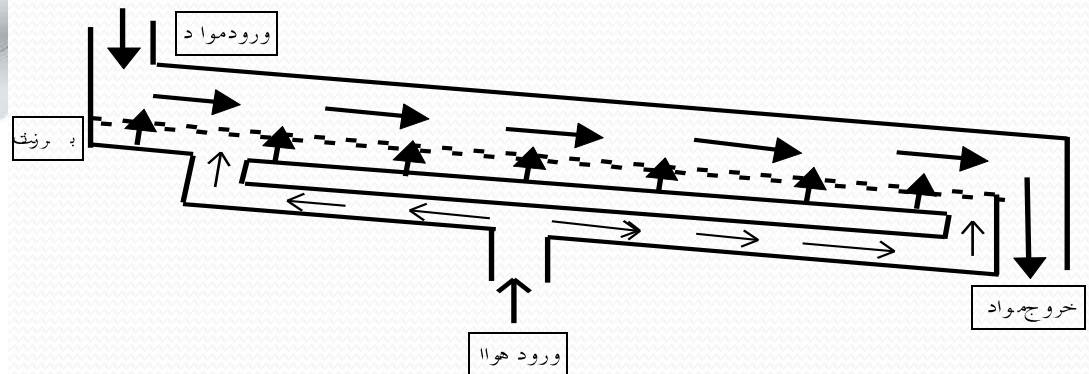
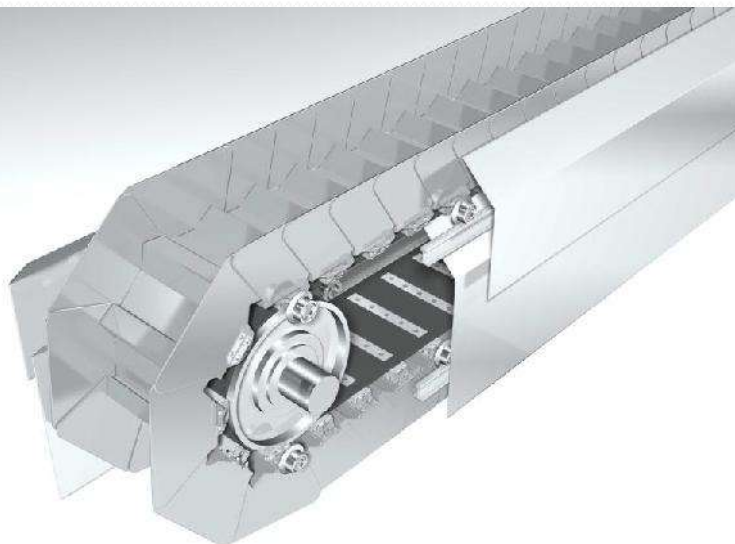
نوار زنجيري آموند

نوار زنجيري آموند از سبدهاي فلزي متداخلي تشكيل شده و مانند نوار نقاله عمل ميکند با اين تفاوت که از طرفين داراي لبه هايي است که از ريزش مواد روي آن که داراي حرارت بالايي است جلو گيري ميکند. سبدها در زمان دور زدن حول درامهائي ابتدا و انتهاي نوار بر روي يکديگر مي لغزند هر سبد داراي چرخ فلزي است که آنرا بر روي مسير هدايت ميکند. اين نوارهاي فلزي به نام شرکت سازنده آن آموند خوانده مي شوند.

اير اسلايد

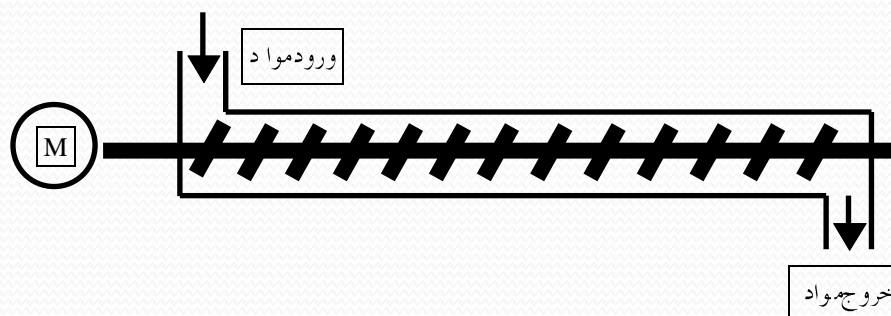
اير اسلايد از محفظه مکعبي طولي تشكيل شده که با شيب ملايمي مواد پودر شده را از ارتفاع بالا به ارتفاع پايين تري انتقال ميدهد.

مواد از مسير ورودي وارد ايراسلايد و بر روي برزنتي که هوا به زير آن دمیده مي شود بر اثر شيب سيستم به پايين مي لغزد و به انتهاي سيستم ميرود. برزنت پارچه محکمي است که هواي تزريق شده از پايين را به مواد رسانده و باعث سبک شدن و سر خوردن آن به طرف خروجي ميشود. و در مقابل از عبور مواد به زير برزنت جلو گيري ميکند.



اسکرو (مارپیچ)

اسکرو از شفت بلندي تشکیل شده که تسمه اي بصورت مارپیچ حول آن جوش شده و شبیه به دنده هاي يك پیچ است که در اثر چرخش مواد را به جلو هل میدهد.





1- تعمیر ماشینهای الکتریکی

تألیف : گرنوگوئیچ گمکه

ترجمه : مهندس محمود بهروزی فر

2- موتورهای فشار ضعیف ، متوسط و قوی AC

از شرکت ABB

3- کلاسهای استاد خوجم آقای مهندس محمد حیدری

مدرس دانشگاه تربیت مدرس

منابع و مآخذ :

با تشکر :برور