

# الکتر و موتور و انواع آن





## الکتروموتور و انواع آن

### تعریف موتور الکتریکی:

موتور الکتریکی (Electric Motor) یا ماشین الکتریکی (Electrical Machine) انرژی الکتریکی را به انرژی جنبشی (kinetic energy) تبدیل می‌کند. عمل عکس آن یعنی تبدیل انرژی جنبشی به انرژی الکتریکی توسط ژنراتور (generator) که بعضاً دینام (dynamo) نیز گفته می‌شود، انجام می‌شود. ساختمان کلی این دو ماشین الکتریکی به هم شبیه است و در برخی موارد یک ماشین می‌تواند هر دو نقش موتوری و ژنراتوری را بازی کند. برای مثال، موتورهای کشش (traction motor) لوکوموتیوها در قطارهای شهری که دارای ترمز دینامیکی هستند، در هر دو نقش ظاهر می‌شوند و در هنگام ترمز، انرژی جنبشی را به انرژی الکتریکی تبدیل و باعث صرف جویی در مصرف برق می‌شوند.

### تاریخچه موتور الکتریکی:

مایکل فاراده دانشمند انگلیسی برای اولین بار اثرات حرکت چرخشی و تبدیل جریان الکتریکی به نیروی مکانیکی را در سال ۱۸۲۱، نشان داد. مکانیزم اختراعی فاراده از یک سیم آویزان آزاد در حمام جیوه‌ای که در آن یک آهنربای دائمی (PM) قرار داده شده بود تشکیل یافته بود. هنگامی که جریان از سیم عبور می‌کند، سیم به دور آهنربا می‌چرخد. این اولین موتور الکتریکی بسیار ساده بود که توانست با تحولات و پیشرفت‌های بعدی مسیر تاریخ صنعت را متحول کند و شکل تکامل یافته آن امروزه به شکل موتور DC در صنایع مختلف دیده می‌شود تحول اساسی بعدی توسط نیکولا تسلا با اختراع موتور الکتریکی متناوب یا القایی در اواخر قرن ۱۹ میلادی ایجاد شد و امروز بیش از نیمی از موتورهای الکتریکی در صنایع مختلف به خانواده موتورهای جریان متناوب تعلق دارد. ذکر این نکته مهم است که اختراع تسلا تنها به موتور الکتریکی محدود نبوده و وی اساساً جریان متناوب و امکان انتقال آن از مسافت‌های دور را ابداع نمود که دارای مزایای متعددی در صنایع امروزی است.

تحول اساسی بعدی توسط نیکولا تسلا با اختراع موتور الکتریکی متناوب یا القایی در اواخر قرن ۱۹ میلادی ایجاد شد و امروزه بیش از نیمی از موتورهای الکتریکی در صنایع مختلف به خانواده موتورهای جریان متناوب تعلق دارد. ذکر این نکته مهم است که اختراع تسلا تنها به موتور الکتریکی محدود نبوده و وی اساساً جریان متناوب و امکان انتقال آن از مسافت‌های دور را ابداع نمود که دارای مزایای متعددی در صنایع امروزی است.

### اجزای الکتروموتور:

اجرای اصلی یک موتور الکتریکی را می‌توان به صورت کلی زیر دسته‌بندی نمود:

#### استاتور:

بخش ثابت به شکل ورقه‌های فلزی نازک به هم چسبیده در داخل پوسته الکتروموتور است. ایجاد میدان الکترومغناطیسی در حال چرخش به وسیله جریان الکتریکی و یا آهنرباهای ثابت وظیفه این بخش است.

#### روتور:

روتور یا همان آرمیچر بر روی شافت قرار گرفته و در مرکز موتور الکتریکی در داخل استاتور قرار دارد خود دارای سیم پیچ بوده و تحت تاثیر میدان مغناطیسی استاتور می‌تواند تولید حرکت نماید جهت حرکت تولیدی طب قانون دست چپ لورنتز مشخ می‌گردد. این بخش پوششی موتور بوده معمولاً از جنس چدن یا آلومینیم است که تمام اجزای موتور از جمله روتور و استاتور را در بر می‌گیرد.

#### شافت یا محور:



## شرکت بازرگانی نیکژن

www.nikgen.com

واحد تحقیق و توسعه

نیکژن



میله‌ای فلزی که در امتداد روتور از دو طرف یا از یک طرف الکتروموتور بیرون آمده از یک طرف فن خنک کننده به آن متصل و از سمت دیگر برای چرخاندن بخش مکانیکی مورد نظر، استفاده می‌شود.

### کموتاتور و جاروبک:

این قطعه در موتورهای DC در امتداد روتور و در داخل پوسته قرار دارد. به وسیله آن می‌توان جهت جریان الکتریکی روتور و در نتیجه جهت میدان آن را عوض نمود جریان بوسیله جاروبک‌ها که روی استاتور قرار دارد به کموتاتور که بخش متحرک است، تزریق می‌شود.

### بلبرینگ‌ها و براکت:

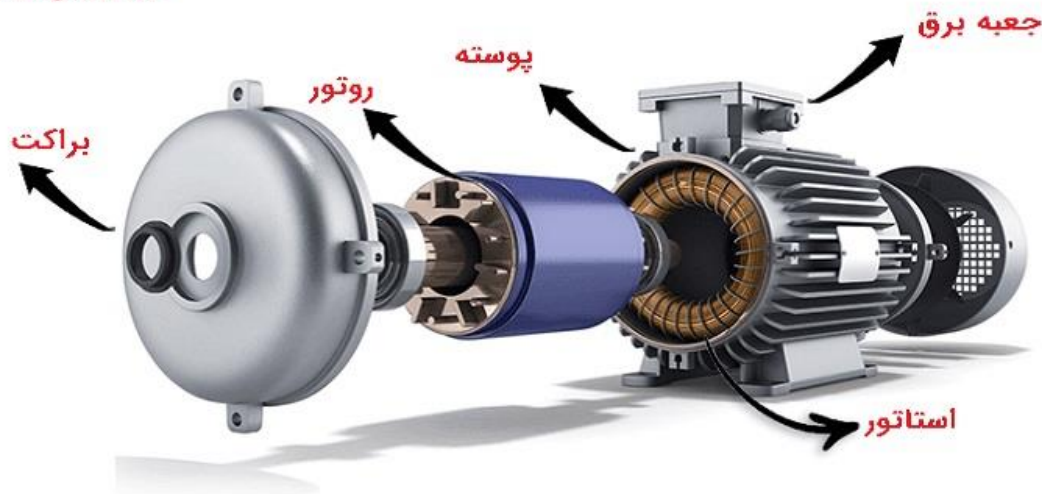
بلبرینگ‌ها و در مواردی یاناقان‌های یک موتور الکتریکی در نزدیکی نقطه‌ای قرار دارند که امتداد روتور از قاب یا بدنه خارج می‌شود و بر روی براکت‌ها قرار می‌گیرد. بلبرینگ اجازه می‌دهد تا شافت با حداقل اصطکاک بچرخد و حرکت ناخواسته را از بین می‌برد. براکت‌ها به محافظه‌های ثابت دو طرف موتور الکتریکی که بلبرینگ‌ها در داخل آن قرار گرفته گفته می‌شود.

### جعبه برق:

اتصالات الکتریکی از طریق این جعبه به موتور الکتریکی وارد و خارج می‌شوند.

# نیکژن

www.nikgen.com



ساختمان موتورهای الکتریکی از دو قسمت ثابت و دوار که به ترتیب به نام‌های استاتور و رتور معروف هستند، تشکیل شده‌اند. وظیفه استاتور ایجاد یک میدان مغناطیسی اطراف رتور است. ساختار استاتور از یکسری ورقه‌های فلزی تشکیل شده است که یک استوانه توخالی فلزی را تشکیل می‌دهد. درون ورقه‌های فلزی موجود در استاتور شیارهایی وجود دارد که در این شیارها سیم پیچ‌های الکتروموتور جاسازی شده‌اند که به کلاف نیز معروف می‌باشند.

نیکژن

بازرگانی نیکژن: دفتر مرکزی، مشهد، پاسداران 2، مجتمع فیروزه شرق، طبقه هشتم، واحد 8116

فروشگاه مرکزی: خیابان کوشش، نبش کوشش 12، 051-33435743

شماره تماس: 051-34300



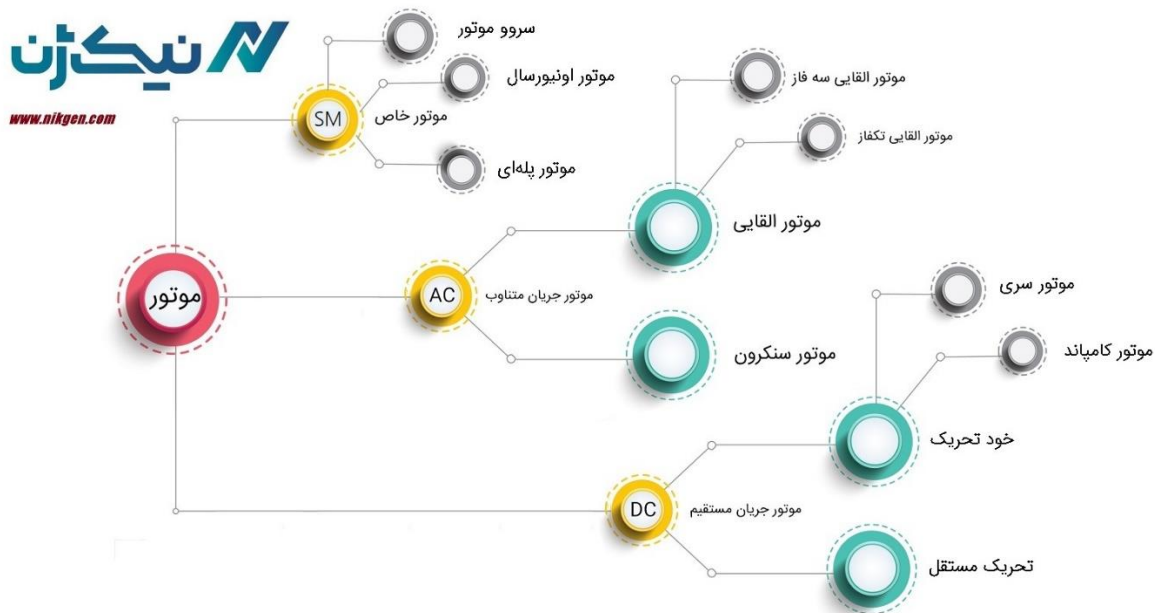
روتور نیز همانند استاتور از دو قسمت هسته و سیم پیچ تشکیل شده است که سیم پیچ های اطراف رتور می تواند از جنس مس یا آلومینیوم باشد. جنس هسته رتور معمولا رابطه مستقیمی با قدرت موتور دارد به صورتی که برای موتورهای با قدرت بالا معمولا از قفس مسی و در موتورهای با قدرت کم از قفس آلومینیومی استفاده می شود. در ساخت سیم پیچ رتور مسی از روش دایکست استفاده شده، در حالی که در سیم پیچ های آلومینیومی از روش ریخته گری استفاده می شود. روتور موتورهای القایی به دو دسته سیم پیچی شده و قفس سنجابی تقسیم می شود. برای موتورهای بزرگ معمولا از رتور قفس سنجابی با شمش مسی و برای موتورهای کوچک از شمش آلومینیومی استفاده می گردد.

## انواع الکتروموتور:

دسته بندی های متعددی برای الکتروموتورها وجود دارد معمولا دو دسته مهم موتورهای DC و موتورهای AC مهم ترین دسته بندی بوده ولیکن به لحاظ کاربردی معمولا سه دسته بندی کلی موتورهای DC و موتورهای AC و موتورهای خاص مورد استفاده است.

- الکتروموتورهای دی سی (Direct Current) یا جریان مستقیم DC
- الکتروموتورهای القایی (Alternative Current) یا جریان متناوب AC
- الکتروموتورهای خاص یا ماشین مخصوص (Special Machine)

که هر کدام از این دو دسته عمده نیز به دسته موتورهای مختلفی بسته به نوع ساخت و کاربرد تقسیم بندی می شوند.



## موتور DC:

- موتور سری
- موتور موازی
- موتور کامپوند
- موتور خود تحریک
- موتور مغناطیس دائم (PMDC)



شرکت بازرگانی نیکژن

www.nikgen.com

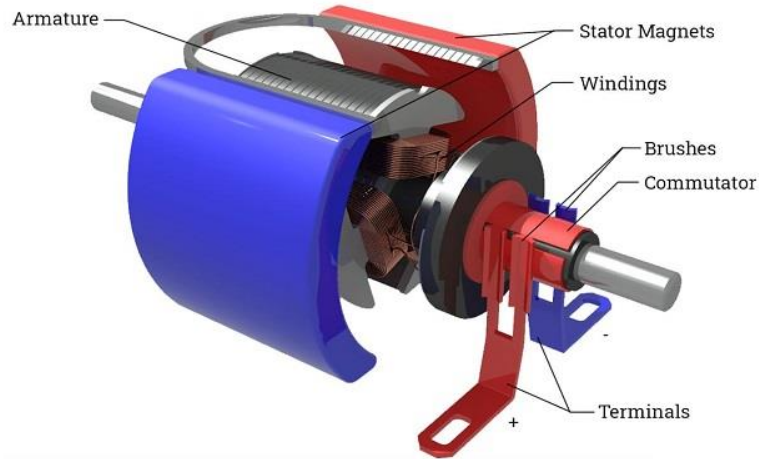
واحد تحقیق و توسعه

نیکژن



# نیکژن

www.nikgen.com



## موتور AC :

- موتور القایی
- موتور سنکرون

نیکژن

بازرگانی نیکژن: دفتر مرکزی، مشهد، پاسداران 2، مجتمع فیروزه شرق، طبقه هشتم، واحد 8116

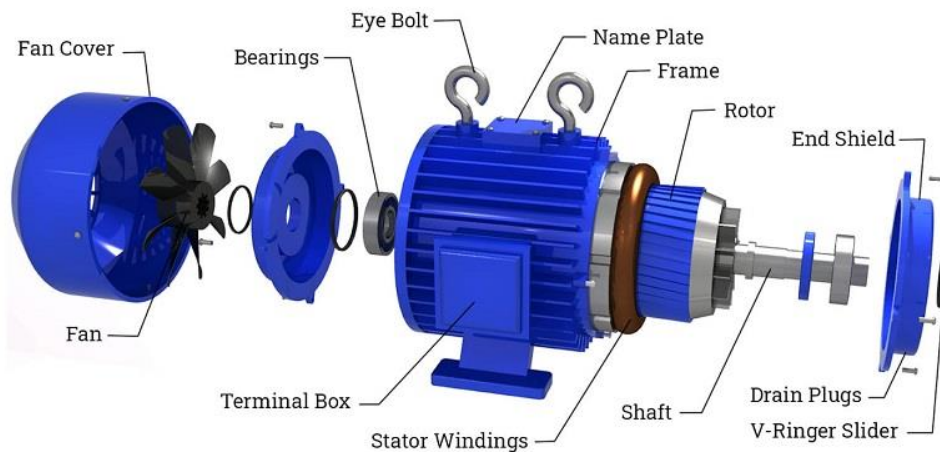
فروشگاه مرکزی: خیابان کوشش، نبش کوشش 12، 051-33435743

شماره تماس: 051-34300



# نیکژن

www.nikgen.com



## موتور خاص:

- موتورهای سروو
- موتور اونیورسال
- موتور پله‌ای
- موتور DC بدون جاروبک
- موتورهای ضد انفجار
- موتور هیستریزیسی
- موتور رلوکتانسی
- موتورهای القایی خطی (LIM)

## موتورهای جریان مستقیم یا: DC

نسخه اولیه این موتور توسط مایکل فاراده در سال ۱۸۲۱ میلادی اختراع شد. موتور DC یا جریان مستقیم؛ دارای آرمیچری از آهنربای الکتریکی است. یک سوئیچ گردشی به نام کموتاتور جهت جریان الکتریکی را در هر سیکل دو بار برعکس می‌کند این عمل باعکس ایجاد عمل دفع و جذب در هر بار گردش می‌گردد. به این ترتیب آرمیچر توسط آهنرباهای ثابت استاتور جذب و دفع می‌شوند. سرعت دوران موتور DC به گشتاور ترمزی بستگی دارد به عبارت دیگر به ولتاژ ورودی و گشتاور جریان ورودی وابسته است.

## موتورهای الکتریکی القایی یا: AC

در سال ۱۸۸۲ میلادی، نیکلا تسلا اصل میدان مغناطیسی چرخشی را معرفی کرد و پیشگام استفاده از یک میدان چرخشی برای نیروی کارکرد ماشین‌آلات شد این اختراع امکان ارسال برق تولیدی در سدهای آبی را برای مسافت‌های طولانی با تلفات کم فراهم نمود. جنگ بین



ادیسون به عنوان مدافع جریان DC و تسلا به عنوان نظریه پرداز جریان AC منجر به جنگی با عنوان جنگ جریان‌ها گردید. ادیسون و شرکت جنرال موتور به دنبال نشان دادن خطرناک بودن جریان متناوب بودند طبق مستندات تاریخی با اتصال جریان متناوب به حیوانات و کشته شدن آنها، مردم را از خطرات این جریان مطلع می‌کردند فیلم ضبط شده موجود در آن تاریخ نمایشی از کشته شدن یک فیل با اتصال جریان متناوب را نشان می‌دهد. ادعای ادیسون و کارمندان شرکت جنرال موتور این بود که از جریان متناوب تنها برای اعدام جنایتکاران می‌توان بهره برد. در مقابل تسلا با بکارگیری یک پوشش فلزی در داخل یک گوی فلزی و برقراری جریان متناوب و عبور بی خطر جریان از مسیر لباس فلزی ادعای ادیسون را رد کردند. در پایان، جنگ جریان‌ها با پیروزی تسلا و گروه وی به پایان رسید ایده موتور القایی تسلا از سال ۱۸۸۸ مطرح شد که به عنوان انقلاب صنعتی دوم شناخته می‌شود قبل از ابداع میدان مغناطیسی چرخشی، موتورهای با عبور مداوم رسانا از میان میدان مغناطیسی ایستا مانند موتورهای DC عمل می‌کردند. تسلا پیشنهاد کرد که کموتاتورهای یک موتور DC می‌تواند برداشته شود و دستگاه بتواند با نیروی حاصل از یک میدان چرخشی کار کند.

دو نوع اساسی موتور AC وجود دارد که بسته به نوع روتور مورد استفاده قرار می‌گیرد. این دو نوع عبارت هستند از :

**موتور سنکرون (synchronous motor) :** سرعت چرخش این موتور دقیقا متناسب با فرکانس تغذیه است.

**موتور القایی یا آسنکرون (induction motor) :** سرعت چرخش این موتور کمی کندتر از موتور سنکرون است و به طور معمول روتور قفس سنجایی مورد استفاده است.

## انواع روتور در موتورهای AC:

**روتورهای قفسه سنجایی (Squirrel Cage rotors) :** اغلب موتورهای AC عمومی از روتورهای قفسه سنجایی استفاده می‌کنند که در تقریبا تمام موتورهای متداول خانگی و صنعتی یافت می‌شود. روتور قفس سنجایی به خاطر شکل ظاهری که دارد به این نام معروف شده است. این روتور از حلقه‌ای در هر دو طرف، با میله‌هایی در طول روتور که به حلقه‌ها متصل هستند، تشکیل شده‌اند. این میله‌ها معمولا از جنس آلومینیوم یا مسی هستند که بین ورقه‌های روتور محکم می‌شوند. عمده جریان‌های روتور از طریق میله‌های مسی یا آلومینیومی به جای ورقه‌های با مقاومت بالا و لاک‌ها جریان می‌یابند. در موتورهای با بازده بالا، اغلب از مس ریخته گری برای کاهش مقاومت در روتور استفاده می‌شود.

در عمل، روتور در موتورهای قفس سنجایی به شکل سیم پیچ ثانویه در یک ترانسفورماتور عمل می‌کند هنگامی که روتور هم زمان (سنکرون) با میدان مغناطیسی نمی‌چرخد، جریان‌های بزرگ روتوری ایجاد می‌شوند؛ جریان‌های بزرگ روتور، روتور را آهنربا کرده و با اثر متقابل با میدان مغناطیسی استاتور باعث می‌شوند روتور به سرعت سنکرون با میدان استاتور نزدیک شود. یک موتور قفس سنجایی بدون بار که در سرعت بسیار نزدیک به سنکرون می‌چرخد، توان الکتریکی کمی را فقط برای حفظ سرعت روتور در برابر اصطکاک و تلفات مقاومت مصرف می‌کند. هرگاه بار مکانیکی افزایش یابد توان الکتریکی مصرفی نیز افزایش می‌یابد. اکثر ماشین لباسشویی‌ها، ماشین‌های ظرف شویی، فن‌ها و غیره از موتورهای نوع قفس سنجایی استفاده می‌کنند. یکی از معایب روتور قفس سنجایی نیروی راه انداز پائین و ثابت بودن سرعت چرخش آن است.

**روتور سیم پیچی شده (Wound Rotor) :** روتور سیم پیچی شده زمانی مورد استفاده قرار می‌گیرد که سرعت متغیر مورد نیاز باشد. در این مورد، روتور همان تعداد قطب‌های استاتور را داراست و سیم‌پیچ‌ها از سیم‌هایی ساخته شده اند که به حلقه‌های سایشی (slip rings) روی شافت متصل‌اند. در این روتورها جاروبک‌های (brushes) کربنی، حلقه‌های سایشی را به کنترل کننده خارجی مانند مقاومت متغیر متصل می‌کنند که اجازه می‌دهد نرخ لغزش موتور تغییر کند. میله‌های روتور الکتروموتور را به این دلیل مورب (slip rings) طراحی می‌کنند که در تاثیر میدان‌های استاتور بر روی روتور نوعی هم پوشانی به وجود آید و از لرزش و یا قفل شدن در لحظه استارت جلوگیری به عمل آید.



در مقایسه با روتورهای قفس سنجابی، موتورهای روتور سیم پیچی شده گران هستند و نیاز به تعمیر و نگهداری حلقه‌های سایشی و جاروبک‌ها دارند؛ با این حال قبل از ظهور تجهیزات الکترونیک قدرت برای کنترل سرعت متغیر به شکل استاندارد مورد بهره‌برداری قرار می‌گرفتند. در حال حاضر اینورترهای ترانزیستوری با درایو فرکانس متغیر برای کنترل سرعت مورد استفاده قرار می‌گیرند و موتورهای روتور سیم‌پیچی شده کمتر معمول هستند.

## نیکژن

www.nikgen.com



### الکتروموتور AC سنکرون:

در دینام‌های سنکرون، استاتور و هم روتور سیم پیچی می‌شوند. هنگامی که استاتور به منبع برق متصل می‌شوند، میدان گردان در موتور بوجود می‌آید که با سرعت سنکرون می‌چرخد. روتور نیز سیم پیچی شده است که توسط منبع DC تغذیه می‌شود. با اتصال جریان DC به روتور، روتور شروع به گردش با میدان دوار استاتور می‌کند.

### کاربرد الکتروموتور سنکرون:

- از این الکتروموتور برای اصلاح ضریب توان یا کسینوس فی ( $\cos\phi$ ) استفاده می‌شود در این حالت بر روی محور موتور سنکرون باری قرار نمی‌گیرد یعنی موتور الکتریکی بدون بار کار می‌کند. در این حالت موتور سنکرون را خازن سنکرون هم می‌نامند و اغلب برای کارخانه‌های صنعتی و کاهش تعرفه توان راکتیو کنترل استفاده می‌شود. وقتی یک موتور سنکرون بیش تحریک شود، و بدون بار کار کند، مانند یک خازن عمل خواهد کرد که توان راکتیو به شبکه تزریق می‌کند.
- از این موتورها هم بعنوان ژنراتور سنکرون و هم بعنوان الکتروموتور سنکرون می‌توان استفاده نمود.
- بدلیل آنکه موتور الکتریکی سنکرون، دور ثابتی دارد در تجهیزات مانند ساعت‌های الکتریکی که نیازمند این خصوصیت است مورد استفاده قرار می‌گیرد.

### مزایای الکتروموتور سنکرون:

- در مقابل نوسان ولتاژ حساسیت ندارد.



- بازده بسیار بالایی دارد.
- دارای ضریب قدرت مناسب و قابل تنظیم است.
- این الکتروموتور می تواند بطور مستقیم با ولتاژ زیاد کار کند.

### نقاط ضعف الکتروموتور سنکرون:

- سرعت این الکتروموتور ثابت است و قابلیت تنظیم برای سرعت های بالاتر و یا پایین تر را ندارد.
- این الکتروموتور قابلیت تحمل بار اضافه را ندارد.
- علاوه بر جریان متناوب برای سیم پیچ استاتور، جریان دائم برای قطب های این موتور الکتریکی نیز مورد نیاز است در نتیجه قیمت این الکتروموتور را نسبت به موارد مشابه خود بالاتر می برد.
- به یک وسیله راه انداز اولیه که می تواند موتور کمکی باشد احتیاج دارد.

### الکتروموتور AC آسنکرون:

الکتروموتور آسنکرون یک نوع موتور الکتریکی است که بر اساس اصول الکترومغناطیسی کار می کند. این موتور با استفاده از جریان الکتریکی در بخش استاتور، میدان مغناطیسی را تولید کرده و با این میدان، روتور را به گردش در می آورد. الکتروموتور آسنکرون به دلیل ساختار و عملکرد خاص خود، در بسیاری از صنایع از جمله صنعت خودروسازی، نفت و گاز، و تولید برق استفاده می شود.

کارکرد آن با ایجاد یک میدان مغناطیسی دوار می باشد که بوسیله سیم پیچ های درون استاتور تولید می شود. میدان مغناطیسی ایجاد شده بر روتور اثر گذاشته موجب تولید قطب های مغناطیسی هم نام و غیر هم نام و عمل جذب و دفع می گردد و در نهایت موجب حرکت چرخشی موتور می شود.

### مزایای الکتروموتور آسنکرون قفس سنجابی:

- به دلیل قیمت مناسب و سادگی در طراحی در بسیاری از صنایع جایگزین موتورهای دیگر شده است.
- ساختار ساده و قطعات کمی دارد که باعث افزایش قابلیت اطمینان آن می شود.
- سرعت گردش این دینام در بارهای مختلف تقریباً ثابت است.
- تغییر بار باعث از حرکت ایستادن این نوع نمی شود.
- نسبت به الکتروموتورهای سیم پیچی شده (Slip Ring) دارای ضریب قدرت بهتری هستند.
- نقاط ضعف الکتروموتور آسنکرون قفس سنجابی
- زمانی که با کار کم در حال کار است، ضریب قدرتش کاهش می یابد.
- تغییر دور این نوع با روش کاهش ولتاژ غیر ممکن است و نیاز به دستگاه (AC Drive) برای این کار دارد.



## شرکت بازرگانی نیکژن

WWW.nikgen.com

واحد تحقیق و توسعه

نیکژن



- الکتروموتورهای آسنکرون قفس سنجایی به تغییرات ولتاژ حساس هستند و در صورت کم شدن ولتاژ جریان جریان آن به همان نسبت افزایش می یابد.
- گشتاور پایینی دارد.
- در هنگام استارت این موتور الکتریکی جریان زیادی را از شبکه در حدود ۳ تا ۷ برابر جریان نامی می گیرند.