۵
موتورهای تکفاز

۱- مقدمه

۲- موتورهای القایی تکفاز

۲-۱- چگونگی ایجاد چرخش در موتورهای القایی تکفاز

۲-۲- موتورهای القایی تکفاز با فاز شکسته

۲-۳- موتورهای القایی با خازن راه‌انداز

۲-۴- موتور القایی با خازن دائم کار

۲-۵- موتورهای القایی دو خازنی (خازن راه‌انداز و دائم کار)

۲-۶- موتور القایی قطب چاکدار

۲-۷- تغییر جهت گردش در موتورهای القایی تکفاز

۲-۸- مقایسه موتورهای القایی تکفاز

۳- موتور یونیورسال

۴- استفاده از موتورهای سه فاز در شبکه برق تکفاز

۱-مقدمه

غالبا در ساختمانهای مسکونی ،کارگاه های کوچک، مغازه ها و فروشگاه ها از شبکه برق تکفاز استفاده می‌شود. بنابراین برای استفاده از وسایلی همچون کولر،یخچال ،ماشین لباسشویی ، پمپهای آب خانگی و .. دیگر وسایل مورد نیاز در زندگی امروزی به موتور تکفاز الکتریکی احتیاج می‌باشد.

آنچانکه در فصل ۳ بیان شد، منبع تغذیه AC تکفاز میدان ضربانی ایجاد می‌کند. به همین خاطر در ابتدا تصور می شد که یکی از ضعفهای برق AC عدم کارآیی آن در تولید موتورهای الکتریکی تکفاز است[۱].

با همت مهندس فرانسوی موریس لبلانس[۲] و ارائه تئوری دو میدانی میدانهای ضربانی، طراحی و تولید انواع موتورهای تکفاز شروع شد و این ضعف بطور کلی از پرونده برق AC پاک گردید.

شکل ۱- کاربرد های موتورهای تکفاز در لوازم خانگی

بطور کلی انواع موتورهای الکتریکی که در شبکه های برق تکفاز جریان متناوب استفاده می‌شوند جزو ماشینهای مخصوص بحساب می‌آیند.

از آنجا که موتورهای الکتریکی تکفاز بسیار متنوع هستند، لذا هر یک بنا بر ویژگی های خود در جایی کاربرد دارند. این موتورها در قدرتهای کم معمولا تا ۴ کیلو وات ساخته می‌شوند.

علاوه بر دسترسی ساده به برق تکفاز در هر مکان، سازندگان لوازم خانگی، دلیل اصلی استفاده از موتورهای الکتریکی تکفاز را قیمت ارزان و مشخصه گشتاور – دور خاص این موتورها می دانند.

بطور کلی موتورهای تکفاز به سه دسته کلی تقسیم می‌شوند:

- موتور القایی تکفاز
- موتور یونیورسال
- موتور سنکرون تکفاز

در این کتاب فقط انواع موتورهای القایی تکفاز و موتور یونیورسال تشریح میشود و ساختمان انواع موتورهای سنکرون تکفاز در دوره های بالاتر تحصیلی مورد بررسی قرار خواهند گرفت.

۱- حامیان برق DC ،یکی دیگر از نقاط ضعف برق AC را کنترل ناپذیر بودن سرعت موتورهای جریان متناوب می دانستند که با رشد صنعت الکترونیک قدرت بر این مشکل نیز چیره شدند.

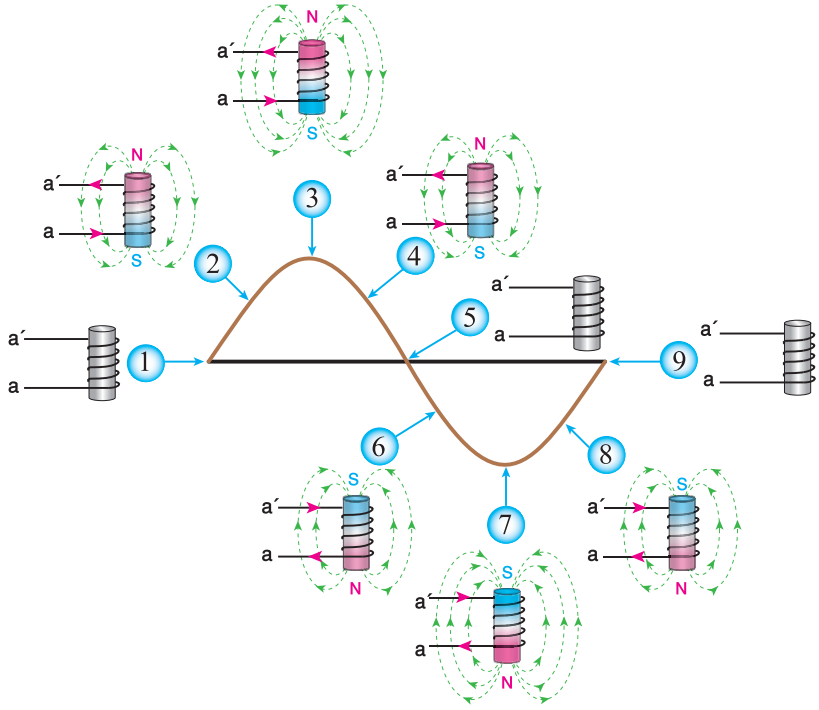
۲- Leblanc Maurice(۱۸۵۷-۱۹۲۳)

۳- دانش آموزان به فصل ۳ ، بخش اساس کار ماشینهای القایی و پدیده میدان دوار رجوع نمایند.

۲- موتورهای القایی تکفاز

همانگونـه کـه بیان شـد عامل ایجـاد چرخش در موتورهای القایی سـه فاز، ایجاد میـدان دوار در داخل اسـتاتور می‌باشـد. در صورتی که با عبور جریان AC تکفاز از یک سیم پیچ میدان ضربانی ایجاد می‌شود.

برای ساختن موتور القایی تکفاز ، باید بتوان با ابتکاری خاص میـدان دوار ایجاد نمود. هر چند طرح های ارائه شده در جهت ایجاد میدان دوار دارای نواقصی است اما برای چرخش موتورهای با توان کم کافی می‌باشد.



شکل۲- **ولتاژ و جریان تکفاز در یک سیم پیچ میدان ضربانی ایجاد می‌کند**

در واقـع چگونگی القای ولتـاژ در هادیهای رتور و چرخش آن در موتورهای سه فاز و تکفاز شبیه یکدیگر اسـت از این رو به دلیل سادگی سـاختمان موتورهای القایی تکفاز ، رتور همه‌ی آنها را از نوع قفسه سنجابی می سازند.

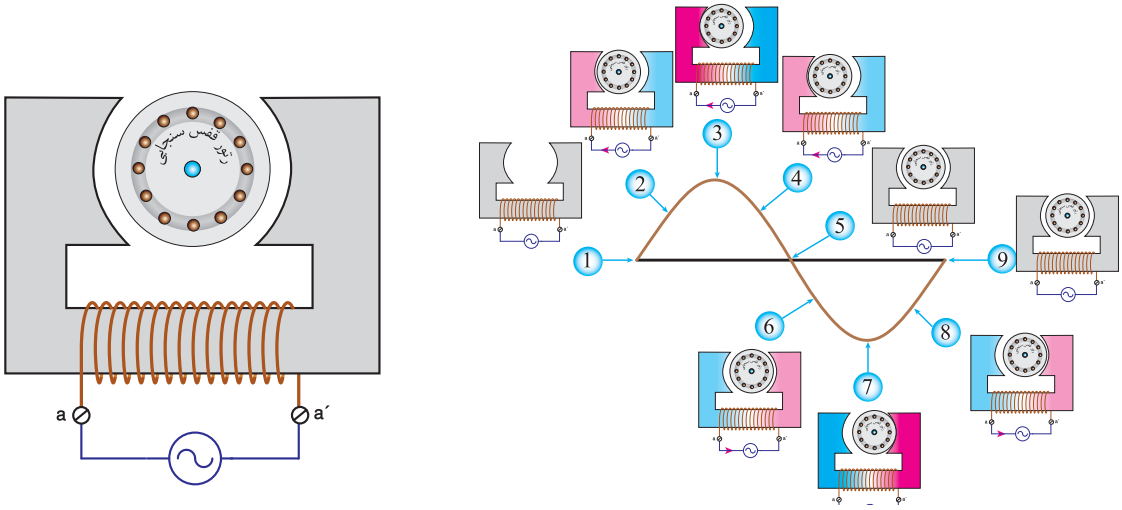
۲-۱-چگونگی ایجاد چرخش در موتورهای القایی تکفاز

در تشریح عملکرد موتورهای القایی ، نحوه ی ایجاد میدان دوار در استاتور ماشین از اصول اساسی می‌باشد. آزمایش شـکل(۳) نشان می دهد که در صورت اتصال موتور به شـبکه برق تکفاز AC ، رتور حرکتی نخواهد داشت.

امـا اگر با کمک یک وسـیله راه‌انداز رتور این موتور در یک جهت، مثلا راستگرد، به چرخش درآید رتور در همان جهت به حرکت دورانی خود ادامه می دهد.

موضـوع جالب توجه اینکه اگر ابتدا رتور به سـمت چپ چرخانده شـود ،ادامه چرخش رتور چپگرد خواهد بود.

بنابراین می تـوان گفت میدان ضربانی موتور تکفاز شـامل دو میدان دوار با اندازه ای برابر، یکی راسـتگرد و دیگری چپگرد اسـت. با آزمایش شـکل(۳) مشخص می‌شـود که با کمک وسیله راه‌انداز یکی از دو میدان بر



شکل ۳- موتور القایی تکفاز مقدماتی

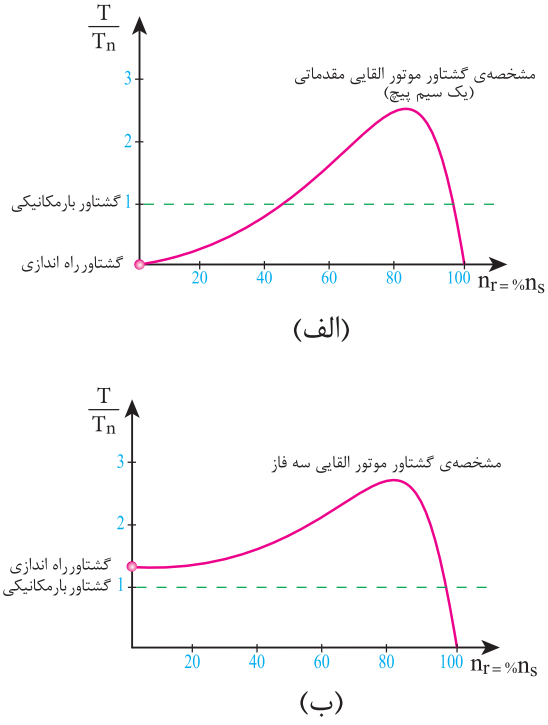
دیگـری غلبه نموده و باعث چرخش رتور در یک جهت می‌شود.

در واقع تئـوری دو میدانی اثبات می‌کند که میدان ضربانی برق تکفاز با مجمـوع دو میدان دوار هم اندازه مختلف الجهت برابر می‌باشـد. هر چند تشریح موضوع فوق با روابط ریاضی تبیین می‌گردد اما در این کتاب به مشاهدات فیزیکی آن بسنده می‌شود.

مشـخصه گشـتاور – دور موتور تکفـاز مقدماتی ، مطابق شکل(۴-الف) می‌باشد. با توجه به شکل(۴-الف) می توان مشاهده نمود که موتور القایی تکفاز مقدماتی گشتاور راه‌اندازی ندارد و به همین دلیل بدون وسیله‌ی راه‌انداز به چرخش در نمی آید.

بنابرایـن باید بـرای راه‌اندازی موتـور القایی تکفاز تدبیری اندیشیده شود.

همانطـور که در تئوری ایجاد میدان دوار موتورهای سـه فاز القایی گفته شـد ، با قرار دادن سه دسته سیم پیچ با اختلاف مکانی ۱۲۰ درجه در پوسـته استاتور و عبور جریان سه فاز از آنها میدان دوار ایجاد می‌شود.[۱]



شکل ۴- مقایسه مشخصه گشتاور–دور موتور القایی تکفاز مقدماتی و سه فاز

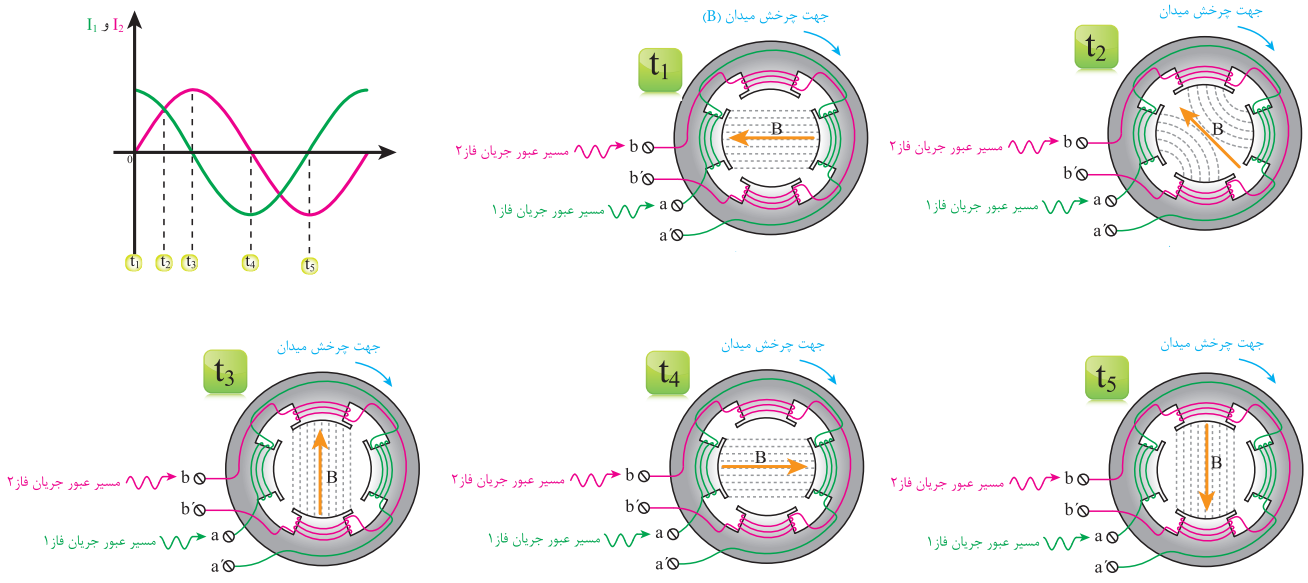
همچنین اگر مطابق شکل(۵) در پوسته استاتور دو دسته سـیم پیچ با اختلاف مکانی ۹۰ درجه نسبت به

۱) برای توضیحات بیشتر به فصل سوم مبحث ایجاد میدان دوار مراجعه کنید

۵

هم جا سازی شوند به طوری که جریان عبوری از آنها دارای اختلاف فاز ۹۰ درجه باشد ، می توان میدان دوار ایجاد کرد.

با توجه به الگوی شکل(۶-الف) ، برای ایجاد چرخش در موتورهای تکفاز القایی می توان از دو دسته سیم



شکل ۵- ایجاد میدان دوار با کمک دو دسته سیم پیچ و دو جریان متناوب با اختلاف فاز ۹۰ درجه

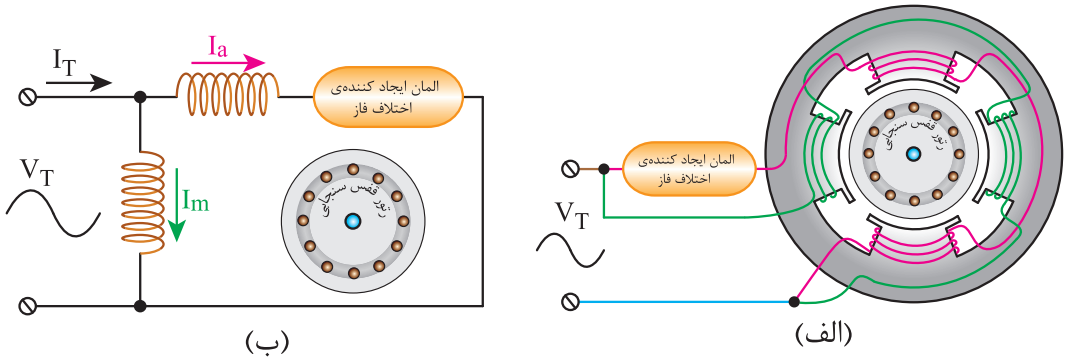
پیچ استفاده کرد به شرطی که بتوان بین جریان سیم پیچ ها اختلاف فاز ایجاد نمود. ایجاد این اختلاف فاز با استفاده از یک المان مناسب انجام می‌شود.

یکی از این دو سیم پیچ را سیم پیچ اصلی (Main) و دیگری را سیم پیچ کمکی (Auxiliary)یا راه‌انداز می‌نامند.

سیم پیچهای موتور تکفاز القایی و المان ایجاد کننده اختلاف فاز در مدار شکل(۶-ب) نمایش داده شده است.

جریان سیم پیچ اصلی را با I_m و جریان سیم پیچ راه‌انداز را با I_a نشان می‌دهند.

هر چه اختلاف فاز جریان سیم پیچ اصلی (I_m)



شکل ۶- مدار اتصال موتور تکفاز چهار قطب به جریان برق تکفاز

با سیم پیچ راه‌انداز(I_a) بیشـــتر باشدگشتاور راه‌اندازی بیشتر و میدان دوار ایجاد شده متقارن‌تر است.

بیشـــترین گشتاور راه‌اندازی زمانی است که اختلاف فاز جریان دو ســـیم پیچ ۹۰ درجه باشد. در این حالت میدان دوار ایجاد شده کاملا متقارن می‌باشد.

موتورهـــای تکفاز القایی بر اســـاس انتخـــاب المان ایجـــاد کننده اختلاف فاز به صورت ذیل دســـته بندی می‌شوند:

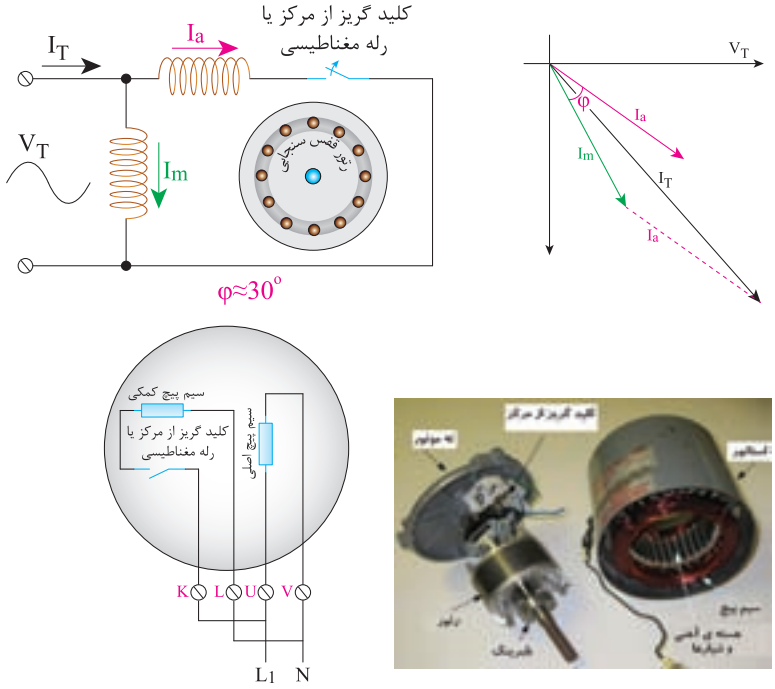
- موتورهای القایی تکفاز با فاز شکسته
- موتورهای القایی با خازن راه‌انداز
- موتور القایی با خازن دائم کار
- موتورهـــای القایی دو خازنی (خـــازن راه‌انداز و دائم کار)
- موتور القایی قطب چاکدار
- موتورهای القایی تکفاز
- موتورهای القایی تکفاز با فاز شکسته

۲-۲-موتورهای القایی تکفاز با فاز شکسته

در این موتورهـــا برای ایجاد اختلاف فاز بین جریان سیم پیچ اصلی و راه‌انداز ، نسبت مقاومت اهمی به القایی سیم پیچ راه‌انداز را بیشتر از سیم پیچ اصلی اختیار می کنند. یعنی امپدانس ســـیم پیچ راه‌انداز بیشتر خاصیت اهمی و امپدانس سیم پیچ اصلی بیشتر خاصیت سلفی دارد. در نتیجـــه مطابق دیاگرام برداری شـــکل(۷) بین جریان دو سیم پیچ اختلاف فاز ایجاد می‌شود.

بهترین راه افزایش نسبت مقاومت اهمی به مقاومت القایی ، اســـتفاده از ســـیم نازکتر در سیم پیچ می‌باشد. ضمـــن آنکه بـــا قرار گیری ســـیم پیـــچ در عمق کمتر شیارهای اســـتاتور اثر مقاومت القایی سیم پیچ کاهش می‌یابد. در عمل با قرار دادن ســـیم پیچ راه‌انداز بر روی سیم پیچ اصلی، سیم پیچ راه‌انداز در عمق کمتر و سیم پیـــچ اصلی در عمق بیشـــتر قرار گرفته و بدین ســـبب مقاومت القایی آن کمتر از مقاومت القایی ســـیم پیچ اصلی می‌شود.

از آنجـــا که مقاومت اهمی ســـیم پیـــچ راه‌انداز زیاد



شکل ۷- موتور القایی تکفاز فاز شکسته

می‌باشد، در صورت ادامه کار موتور ، تلفات حرارتی در سیم پیچ راه‌انداز باعث افزایش دمای سیم پیچ و سوختن آن می‌گردد.

به همین خاطر باید پس از راه‌اندازی موتور و زمانیکه سرعت آن حدودا به ۷۵ درصد سرعت نامی رسید ، سیم پیچ راه‌انداز از مدار خارج گردد.

برای اینکار در بعضی موتورها مانند موتور کولر از کلید گریز از مرکز و در برخی دیگر مانند یخچال و فریزر از رله مغناطیسی استفاده می‌شود.

کلید گریز از مرکز کلیدی است که با افزایش سرعت موتور از یک حد معین ، عمل می‌کند.

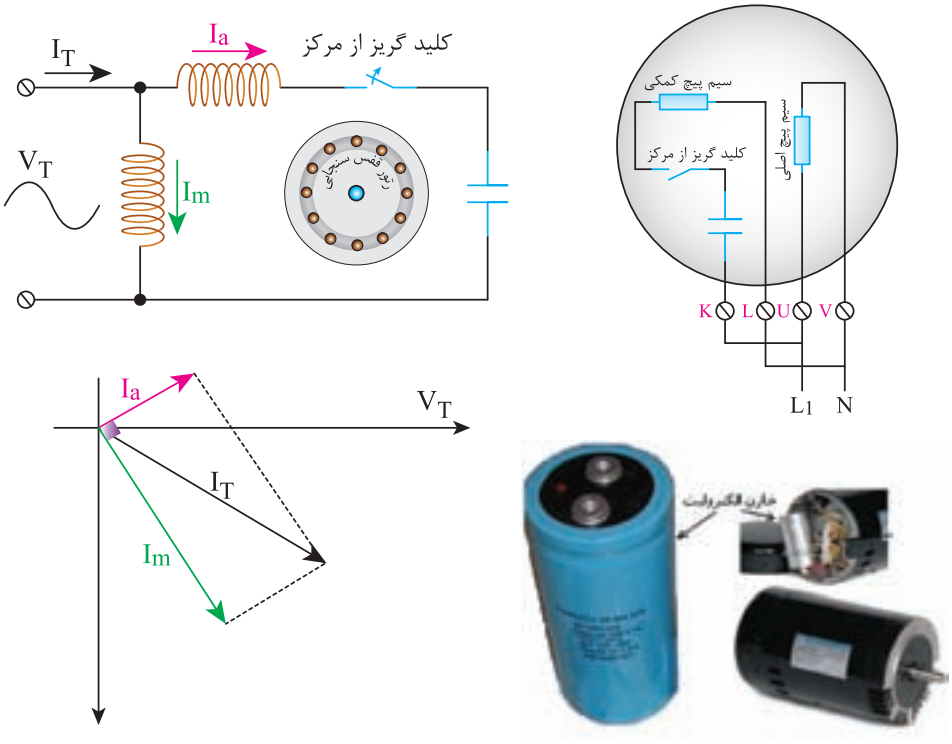
رله مغناطیسی نیز با افزایش نسبی جریان سیم پیچ کمکی بعد از راه‌اندازی موتور سبب قطع مدار می‌شود. با ساختمان داخلی این کلیدها در کتاب برق صنعتی آشنا می شوید.

در موتورهای القایی تکفاز، که سیم پیچ راه‌انداز آنها از مدار خارج می‌شود، معمولا $\frac{1}{3}$ شیارهای استاتور به سیم پیچ راه‌انداز و $\frac{2}{3}$ دیگر به سیم پیچ اصلی تعلق دارند.

این موتورها در وسایلی همچون پمپهای کوچک خانگی، یخچال، فریزر و کولرها کاربرد دارند.

۲-۳-موتورهای القایی با خازن راه‌انداز

شکل(۸) ایجاد اختلاف فاز جریان سیم پیچ اصلی و راه‌انداز را به کمک یک خازن سری شده با سیم پیچ راه‌انداز نشان می دهد. با محاسبه مقدار مناسب ظرفیت خازن می توان اختلاف زاویه بین دو جریان را در زمان راه‌اندازی به ۹۰ درجه رساند. در نتیجه گشتاور راه‌اندازی چنین موتوری بسیار خوب می‌باشد. زیرا بیشترین مقدار گشتاور در موتور القایی تکفاز با ایجاد این زاویه بدست می آید.



شکل ۸- موتور القایی با خازن راه‌انداز

بعـد از راه‌اندازی موتـور ، عبورجریان زیاد از خازن باعث سوختن آن می‌شود به همین خاطر باید خازن را توسط کلید گریز از مرکز از مدار خارج کرد.

با توجه به اینکه از خازن راه‌انداز جریان زیادی عبور می‌کند، باید ظرفیت آن نیز زیاد باشـد. از طرفی چون این خازن مدت کوتاهی در مدار است بنابراین میتوان از خازنهای الکترولیتی استفاده کرد، زیرا با در نظر گرفتن ظرفیـت خازنهـای الکترولیتی ، حجـم آنها کوچک و قیمت‌شان ارزان است.

موتورهای القایی با خازن راه‌انداز مشخصه راه‌اندازی خوبی داشته و بطور کلی در وسایلی همچون کمپرسورها، دستگاه‌های چند کاره ی نجاری و ... کاربرد دارند.

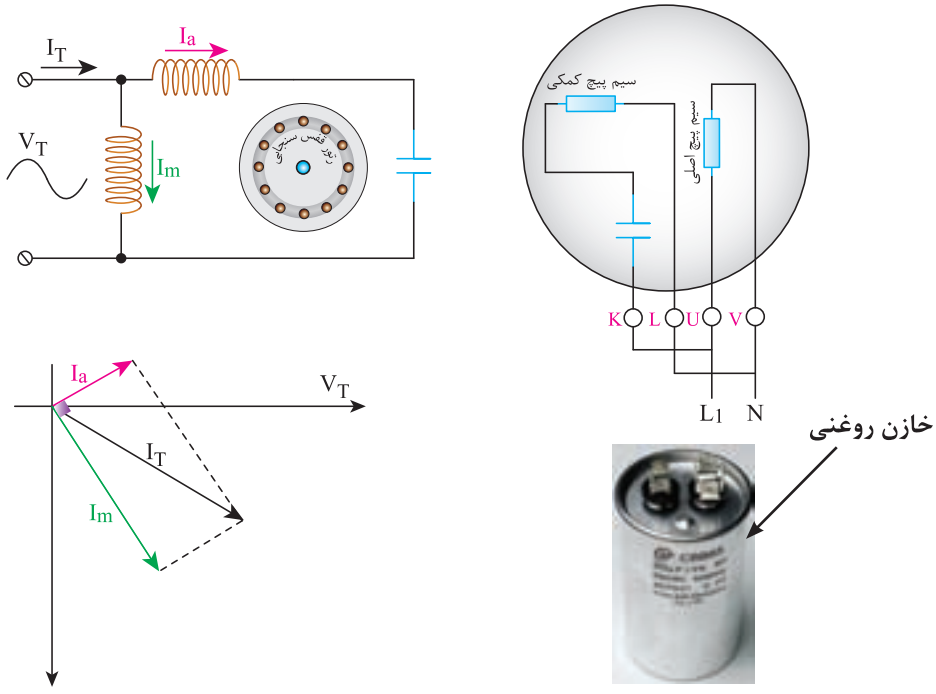
۲-۴-موتور القایی با خازن دائم کار

اگر مطابق شـکل(۹) خازن سری شده با سیم پیچ راه‌انـداز طوری محاسـبه گردد تا در موقـع راه‌اندازی اختـلاف فاز اندک ولی در زمان کار ،اختلاف فاز تقریبا ۹۰ درجه شـود ، می توان خازن را در مدار نگه داشت. در این صورت مقدار ظرفیت خازن دائم کار نسـبت به خـازن راه‌انداز کمتر اسـت و در زمان راه‌اندازی جریان کمتری از آن عبـور می‌کند. از طرفی چون خازن دائم کار مـدت زمان بیشـتری باید در مـدار بماند بنابراین خازن الکترولیت برای آن مناسب نیست. لذا خازن این موتورهـا از نوع روغنی انتخاب می‌شـود که قیمت آنها گرانتر از خازنهای الکترولیت است.

راندمان ،ضریب قدرت و گشتاور کار این موتورها در حالت کار بسیار خوب است .

بـه دلیل اینکه سـیم پیـچ راه‌انداز از مـدار خارج نمی‌شـود در نتیجه سیم پیچ اصلی و راه‌انداز را در این موتورهـا مانند هم در نظر مـی گیرند و هر کدام نصف شیارهای استاتور را اشغال می کنند.

از خصوصیات خوب این موتورها سر و صدای کم در زمان کار می‌باشـد ضمن آنکه با تغییر ولتاژ سرعتشان قابل کنترل اسـت. به همین خاطر در وسایلی همچون پنکه ،ماشین لباسشویی خانگی و هر جایی که تغییر بار در نقطه کار نداشته باشیم ، مناسب است.



شکل ۹- موتور القایی با خازن دائم کار

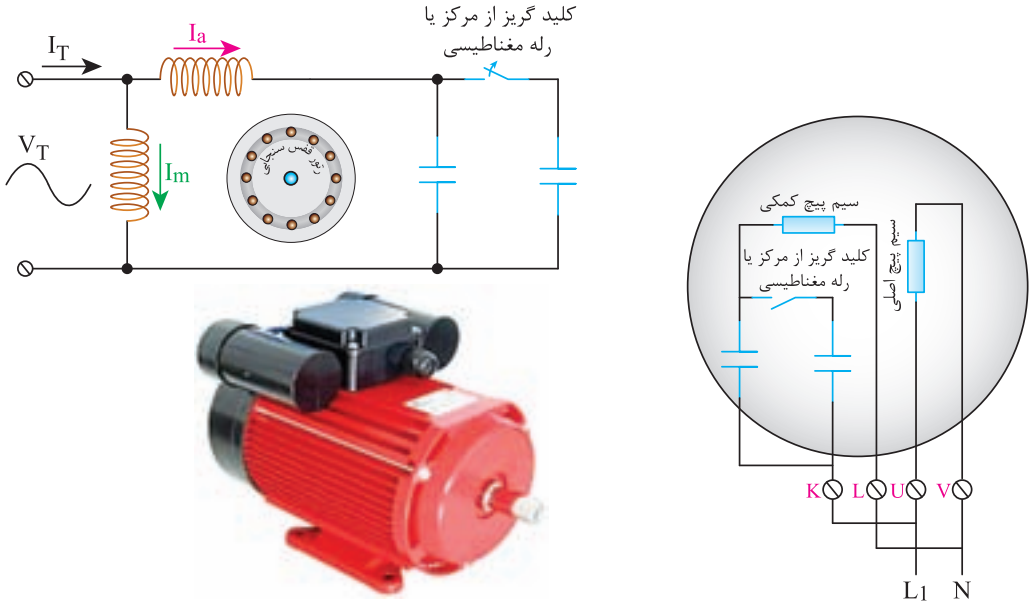
۲-۵-موتورهای القایی دو خازنی (خازن راه‌انداز و دائم کار)

اگر در موتور القایی از هر دو خازن دائم کار و راه‌انداز مطابق شکل(۱۰) هم زمان استفاده شود، موتور را دو خازنی می‌گویند.

همانطور که در بخش‌های پیشین به آن اشاره شد خازن راه‌انداز از نوع الکترولیتی و با ظرفیت زیاد می‌باشد در حالی که خازن دائم کار از نوع روغنی و دارای ظرفیت کم است.

در ابتدای راه‌اندازی موتور ، هر دو خازن با هم موازی بوده و با سیم پیچ راه‌انداز بطور سری در مدار قرار می گیرند ولی پس از رسیدن دور موتور به ۷۵ درصد دور نامی بوسیله کلید گریز از مرکز خازن راه‌انداز از مدار خارج می‌شود و تنها خازن روغنی در مدار باقی می ماند. به دلیل وجود این دو خازن ، این نوع موتورها هم دارای مشخصه گشتاور راه‌اندازی خوب می باشند و هم در زمان کار آرام و بی صدا کار می کنند. در این موتورها سیم پیچ اصلی و راه‌انداز شبیه یکدیگر در نظر گرفته می‌شود.

این موتورها غالبا جزو موتورهای صنعتی محسوب می‌شوند و در وسایلی مانند ماشین لباسشویی صنعتی، یخچالهای صنعتی، موتورهای بالابر و ... کاربرد دارند.



شکل ۱۰- موتور القایی دو خازنی (خازن راه‌انداز و دائم کار)

۲-۶-موتورالقایی‌قطب‌چاکدار

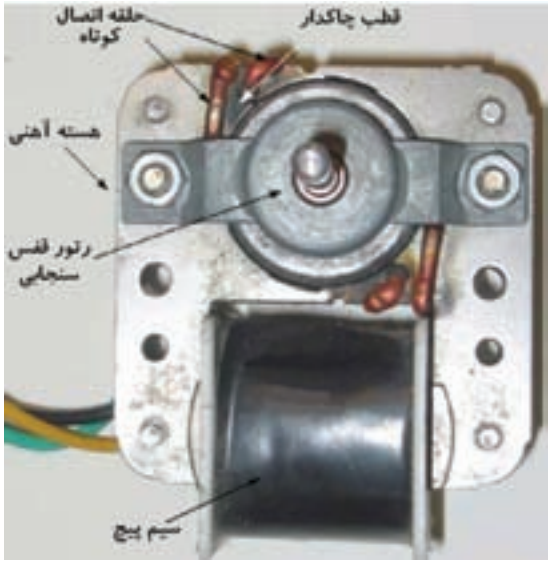
اگر بر روی قطب های برجسته‌ی موتور شکل(۳) شیارهایی تعبیه گردد و یک یا چند حلقه هادی اتصال کوتاه شده مطابق شکل(۱۱) در داخل آن قرار داده شود در این صورت به این نوع موتور القایی، موتور قطب چاکدار می‌گویند.

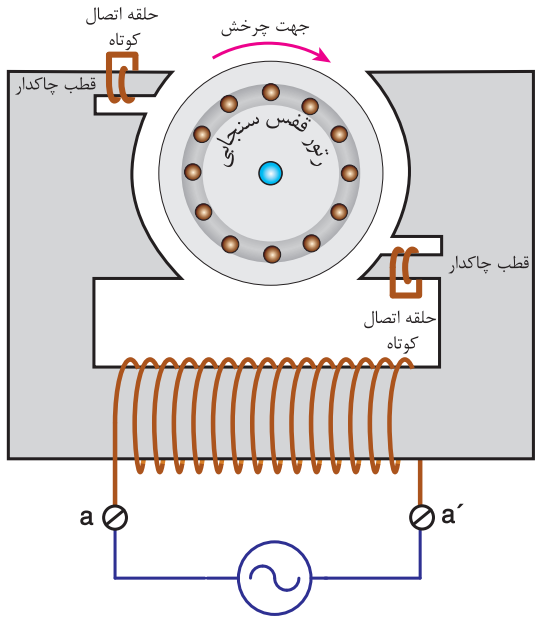
حلقه های هادی اتصال کوتاه شده در طرفین قطبها نقش سیم پیچ راه‌انداز و ایجاد کننده اختلاف فاز بین میدان اصلی و میدان قطب چاکدار را ایفا می کنند. زیرا میدان القا شده در حلقه های اتصال کوتاه ۹۰ درجه نسبت به میدان قطب اصلی اختلاف فاز داشته و

ایــن اختلاف دو میدان در این نوع موتورها، برای ایجاد گشتاور راه‌اندازی کافی می‌باشد.

گشتاور راه‌اندازی و ضریب بهره ی این موتورها بسیار کم است و معمولا در توانهای کمتر از ۱۵۰ وات ساخته می‌شــوند. مزیت اصلی این موتورها سادگی ساختمان آنها می‌باشد.

پمــپ آب کولر، فن هــای کوچک آشــپزخانه و .... وســایلی هســتند که از ایــن موتورها در ســاخت آن استفاده می‌شود.





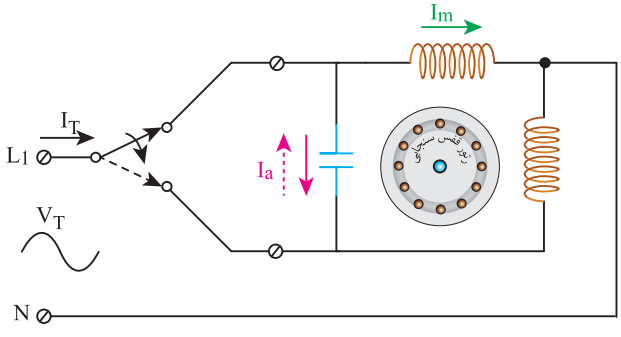
شکل ۱۱- موتور القایی قطب چاکدار(جهت چرخش و قطبها توجه شوند)

۲-۷-تغییر جهت گردش در موتورهای القایی تکفاز

بطور کلی برای تغییر جهت گردش موتورهای القایی تکفاز باید جهت جریان را در یکی از سیم پیچهای اصلی یا راه‌انداز عوض نمود.

در تغییــر جهت گردش موتورهــای القایی با خازن دائم کار غالبا از مدار شکل(۱۲) استفاده می‌شود. چون مشخصات سیم پیچ اصلی و راه‌انداز مانند هم می باشند بنابرایــن می توان خازن را طــوری در مدار قرار داد که در یک جهت با سیم پیچ اصلی و در جهت دیگر با سیم پیچ راه‌انداز سری شود.

بایــد توجه داشــت که در این مدار بــا تغییر جهت جریان خازن ، جهت جریان در ســیم پیچ کمکی عوض گردیده و همین موضوع ســبب تغییــر جهت چرخش رتور می‌شود.



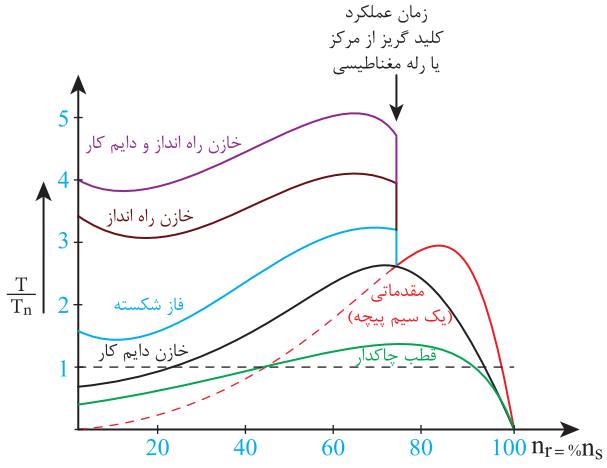
شکل ۱۲- تغییر جهت در موتور القایی تکفاز با خازن کار

از آنجـا که جریان راه‌اندازی موتورهای القایی تکفاز بـا خازن دائم کار کم اسـت بنابراین برای قطع و وصل پی در پی در شـبکه برق کمتر ایجاد اشـکال می‌کند. همچنیـن از ویژگی های دیگر این موتورسـادگی مدار تغییر جهت در آن می‌باشد.

در موتور های قطب چاکدار مطابق شکل(۱۱) جهت چرخش همواره ثابت و از سـمت چاکدار یک قطب به سمت بدون چاک قطب دیگر می‌باشد.

۲-۸-مقایسه‌موتورهای‌القایی‌تکفاز

هـر یک از موتورهای القایـی تکفاز در جای خاصی کاربرد دارند. در شکل(۱۳) مشخصه های گشتاور- دور کلیه موتورهای القایی تکفاز با یکدیگر مقایسـه شـده اسـت. با توجه به شکل(۱۳) مشـخص است که موتور القایی دو خازنی از بیشترین گشتاور راه‌اندازی برخوردار بوده و کمترین گشـتاور مربوط به موتور قطب چاکدار است.



شکل ۱۳- مقایسه مشخصه ی گشتاور- دور موتورهای القایی تکفاز

بیشتر بدانید

همچنین دیگر خصوصیات تقریبی هر یک از موتورهای القایی بطور خلاصه در جدول(۱) آورده شده است.

نوع موتور القایی تکفاز	گشتاور راه‌اندازی (درصد از گشتاور نامی)	ضریب توان در بار نامی	بازده در بار نامی (به درصد)	محدوده‌ی توان (اسب بخار)	مقایسه تقریبی قیمت(به درصد)
فاز شکسته	۱۵۰ □ ۲۰۰	۰/۵ □ ۰/۶۵	۵۵ □ ۶۵	۰/۰۵ □ ۱	۱۰۰
خازن دایم کار	۳۰ □ ۱۵۰	۰/۷ □ ۰/۹	۶۰ □ ۷۰	۰/۱۲۵ □ ۶	۱۴۰
خازن راه‌انداز	۴۰۰ □ ۲۵۰	۰/۵ □ ۰/۶۵	۵۵ □ ۶۵	۰/۱۲۵ □ ۱۰	۱۲۰
دوخازنی	۴۵۰ □ ۲۵۰	۰/۷ □ ۰/۹	۶۰ □ ۷۰	۰/۱۲۵ □ ۱۰	۱۸۰
قطب چاکدار	۶۰ □ ۲۰	۰/۲۵ □ ۰/۴	۱۵ □ ۴۰	۰/۰۱ □ ۱۶	۵۰

جدول ۱- مقایسه ویژگی انواع موتورهای القایی تکفاز

۳- موتور یونیورسال

در درس ماشین الکتریکی DC ساختمان موتور سری ارائه شده است و رابطه ی گشتاور آن از رابطه(۱-۵) تبعیت می کند:

$$T = KI_a^{۲} \qquad (۵-۱)$$

در رابطه(۱-۵)

K ضریبی است که به ساختمان داخلی موتور سری بستگی دارد

I_a جریان عبوری از آرمیچر بر حسب آمپر

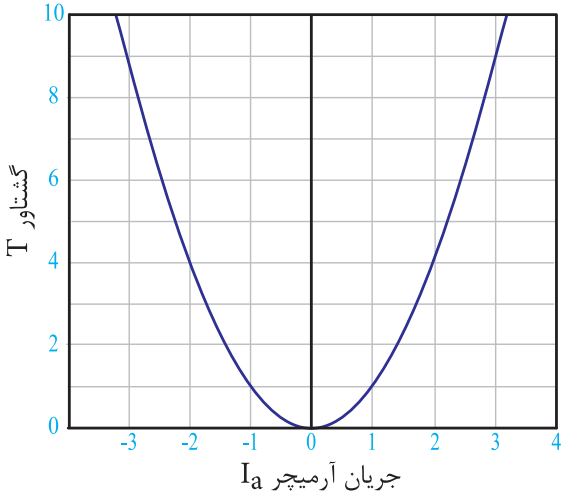
T گشتاور موتور بر حسب N-m

با توجه به رابطه (۱-۵) ، گشتاور موتور سری رابطه مجذوری با جریان آرمیچر دارد. به طور مثال تغییرات گشتاور بر اساس جریان آرمیچر بازای K=۱ به صورت منحنی شکل(۱۴) در خواهد آمد.

با توجه به شکل(۱۴) ، با تغییر جهت جریان آرمیچر، مقدار گشتاور یا نیروی وارد شده به محور منفی نمی‌شود بنابراین جهت گشتاور همواره مثبت بوده و عوض نمی‌گردد.

از آنجاییکه تغییر جهت جریان تنها بر اساس تغییر پلاریته ولتاژ اعمالی بر موتور امکان پذیر است بنابراین با اتصال منبع تغذیه جریان متناوب به موتور سری، این موتور با رفتار مشابهی که در جریان مستقیم دارد می تواند استفاده شود.

البته بدیهی است برای عملکرد بدون آسیب موتور باید اندازه ی ولتاژ موثر منبع تغذیه متناوب، معادل مقدار ولتاژ منبع تغذیه جریان مستقیم باشد. از آنجاکه این موتورها می توانند با هر دو نوع جریان متناوب و یا مستقیم کار کنند ، موتورهای یونیورسال[۱] نامیده می‌شوند.



شکل۱۴- مشخصه الکترومغناطیسی موتور DC

باید توجه داشت با اتصال موتور سری به جریان متناوب ، علاوه بر مقاومت اهمی سیم پیچ های موتور به دلیل وجود اندوکتانس آن، مقاومت القایی نیز به مدار اضافه می‌گردد در نتیجه امپدانس آن افزایش می‌یابد، بنابراین به نسبت اتصال موتور به جریان مستقیم ، جریان کمتری از سیم پیچ های موتور عبور می‌کند.

با مفهوم عکس العمل آرمیچر در درس ماشین الکتریکی DC آشنا شده اید. پدیده ی عکس العمل آرمیچر با عبور جریان متناوب از موتور سری هم ایجاد می‌شود که باعث تضعیف میدان اصلی موتور و تغییر مکان صفحه ی خنثی می‌گردد.

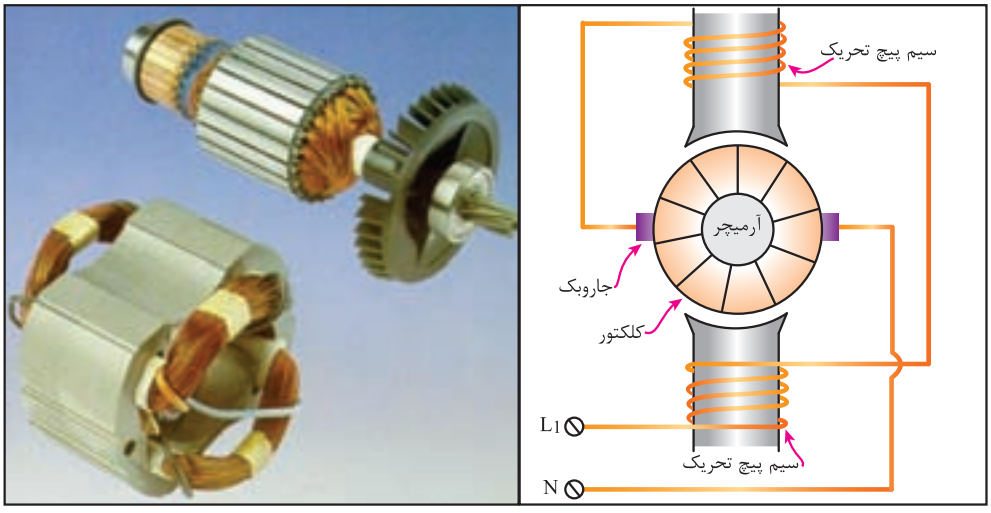
بر خلاف جریان مستقیم، با اتصال موتور یونیورسال به جریان متناوب ،در هسته ی سیم پیچ تحریک نیز، تلفات فوکو و هیسترزیس ایجاد خواهد شد و در نتیجه برای مقابله با آن باید جنس هسته از فولاد مغناطیسی مرغوب و بصورت ورقه ورقه ساخته شود.

---

۱) همه منظوره – فراگیر

۵

بطـور کلی بـرای بهبود عملکرد موتور یونیورسـال در جریان متنـاوب باید ملاحظات ویژه ای در طراحی، ساختمان و سیم پیچی آن رعایت گردد.



شکل۱۵- شکل ظاهری موتور یونیورسال

یکی از خصوصیات موتور یونیورسال افزایش سرعت آن در بی باری و کاهش سرعت آن در زیر بار می‌باشد. این همان خاصیت موتور سری است. زیرا بر اثر کاهش جریـان آرمیچـر I_a ، فوران (شـار مغناطیسـی قطب ها) نیـز کاهش می‌یابد و در نتیجه بـرای جبران ولتاژ آرمیچر طبق رابطه (۲-۵)، رتور باید با سرعت بیشتری بچرخد.[۱]

$$Ea = k\varphi w \qquad (۵-۲)$$

در رابطه(۲-۵):

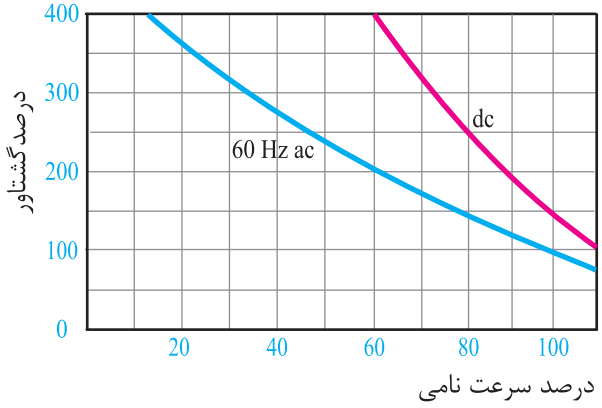
Ea ولتاژ آرمیچر بر حسب ولت

K ضریـب ثابتـی اسـت که به سـاختمان موتور بستگی دارد

ϕ شار مغناطیسی زیر هر قطب بر حسب وبر

ω سرعت زاویه رتور بر حسب رادیان بر ثانیه

البتـه گشـتاور موتور یونیورسـال بـه دلیل وجود راکتانـس سـیم پیچهای آرمیچر و قطبهـا و همچنین عکس العمل آرمیچر از موتور سـری کمتر اسـت. این تفاوت در مشـخصه گشتاور آنها در شـکل(۱۶) نشان داده شده است.



شکل۱۶- مشخصه گشتاور- دور موتور یونیورسال

از محاسن این نوع موتور حجم کم و سبکی وزن آن

۱) برای توضیح بیشتر این رابطه به کتاب ماشین DC رجوع کنید.

به نسبت قدرت تولیدی آن می‌باشد.

همچنین گشتاور فوق العاده این موتور در زیر بار ، سهولت در کنترل سرعت و استفاده از آن در سرعت های بالا (حتی تا RPM ۲۰۰۰۰) از دیگر مزایای این موتور به شمار می آید.

این نوع موتور حداکثر تا توان $\frac{۳}{۴}$ اسب بخار ساخته می‌شود و در وسایل و ابزارهای کارگاهی مانند مته، سنگ فرز و برخی لوازم خانگی مانند جارو برقی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۴-استفاده از موتورهای سه فاز در شبکه برق تکفاز

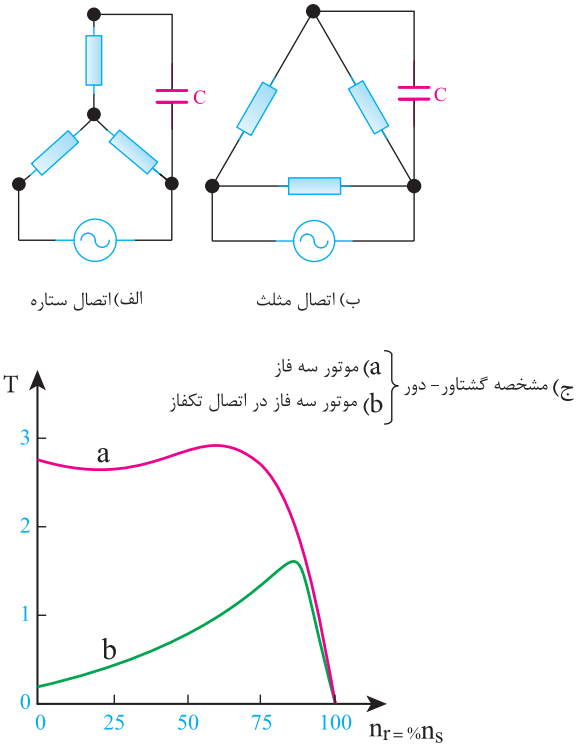
در بعضی مواقع[۱] ضرورت دارد که از موتور سه فاز القایی در شبکه برق تکفاز استفاده شود. با کمک خازن روغنی و با انتخاب ظرفیت مناسب می توان این نوع موتور را در شبکه برق تکفاز راه‌اندازی نمود.

این طرح برای اولین بار توسط مهندس چارلز اشتاین متز[۲] ارائه گردید و مدارات شکل(۱۷) زیر به نام ایشان معروف است.

بوبین هر فاز موتور سه فاز القایی ۳۸۰V ، تحمل ولتاژ ۲۲۰ V را دارد ، پس اگر چنین موتوری بخواهد با برق تکفاز راه‌اندازی گردد باید بطور مثلث به مدار اتصال داده شود تا ولتاژ اعمال شده به هر بوبین آن ۲۲۰ V باشد. همچنین برای اتصال موتور سه فازی با ولتاژ ۲۲۰/۱۲۵ V به برق تکفاز باید آن را بصورت ستاره به شبکه متصل نمود.

تحقیق کنید

دلیل اتصال ستاره در موتور سه فاز با ولتاژ ۲۲۰/۱۲۵V هنگام استفاده در شبکه برق تکفاز چیست؟



شکل۱۷- انواع مدار راه‌اندازی موتور سه فاز بصورت تکفاز با کمک خازن

با توجه به قرارگیری خازن به صورت دائم در مدار، از خازن نوع روغنی استفاده می‌شود. تجربه نشان داده است که درحالت راه‌اندازی تکفاز موتور سه فاز ، برای ایجاد گشتاور راه‌اندازی تا حدود ۳۰ درصد گشتاور نامی موتور و گشتاور کاری تا حدود ۷۵ درصد آن ، بازای هر کیلو وات توان موثر موتور ، باید خازنی با ظرفیت ۶۰ تا ۷۰ میکرو فاراد، به کار برد و البته در صورت تمایل به افزایش گشتاور راه‌اندازی از مقدار ۳۰ درصد ، باید مقدار ظرفیت خازن را بیشتر نمود. این کار با اضافه شدن یک خازن الکترولیت به طور موازی با خازن قبلی صورت می‌گیرد که پس از راه‌اندازی موتور توسط کلید گریز از مرکز از مدار خارج می‌شود.

---

۱) در دسترس نبودن شبکه برق سه فاز

۲) مهندس آلمانی تباری که کشف پدیده ی هیسترزیس و روش‌های مقابل با آن نیز از جمله فعالیت های ایشان می‌باشد. (۱۸۶۵-۱۹۲۳) Steinmetz charls

به دلیل وابستگی گشتاور بار به مقدار ظرفیت خازن انتخاب شـــده و ثابت بودن آن لازم است که گشتاور بار تغییر نداشته باشد لذا توصیه می‌گردد از این روش فقط در بارهای با **گشتاور ثابت** استفاده شود.

مثال برای راه‌اندازی تکفاز موتور ســـه فاز القایی با توان ۳ کیلو وات تقریبا به چه مقدار ظرفیت خازن نیاز می‌باشد؟

$$C(\mu F) = ۷۰(\frac{\mu F}{Kw}) \times P(Kw)$$

$$C = ۷۰(\frac{\mu F}{Kw}) \times ۳(Kw) = ۲۱۰(\mu F)$$

بنابراین موتور فوق برای داشتن گشتاور راه‌اندازی تا حدود ۳۰ درصد گشتاور نامی و گشتاور کاری تا حدود ۷۵ درصد آن به خازنی با ظرفیت $۲۱۰(\mu F)$ نیاز دارد.

پرسشهای پایان فصل(۵)

۱) چرا به موتورهای تکفاز AC نیاز داریم؟

۲) موتور تکفاز مقدماتی(یک سیم پیچه) در صورت راه‌اندازی می توانند راستگرد یا چپگرد بچرخد. (درست/ غلط)

۳) موتور تکفاز یک سیم پیچه دارای گشتاور راه‌اندازی ..... (صفر/ کم/ زیاد) است.

۴) انواع موتورهای تکفاز القایی را نام برده و نحوه‌ی عملکرد آن را شرح دهید.

۵) چرا ضریب قـدرت موتورهای القایی تکفاز با فاز شکسته در حالت کار کم است؟

۶) تغییر جهت چرخش در موتور های القایی تکفاز چگونه است؟ با مدار نشان دهید.

۷) در مقایسـه موتورهای دو خازنی بـا موتورهای القایی با خازن راه‌انداز کدام پاسخ درست است؟

الف)تقریبا همان گشتاور راه‌اندازی است ولی ضریب قدرت بهتری دارد.

ب- ضریب قدرت راه‌اندازی و کار بالاتری دارد.

ج- گشتاور راه‌اندازی بالاتر اما ضریب قدرت کمتری دارد.

د- گشتاور راه‌اندازی کمتر اما ضریب قدرت بزرگتری دارد.

۸) جهت چرخش موتور قطب چاکدار چگونه تعیین می کنند؟ با ترسیم شکل نشان دهید.

۹) در ابزارهـای دسـتی از چه نوع موتـور تکفازی استفاده می‌شود و چرا؟

۱۰) تفاوتهـای عملکردی موتور یونیورسـال را در جریان DC و AC توضیح دهید.

۱۱) مقـدار خـازن مورد نیاز جهـت راه‌اندازی یک موتور سه فاز ۱/۵Kw بصورت تکفازچقدر باید باشد؟