

راهاندازی موتورهای تکفاز

سیدپرویز موسوی^۱، مریم فریور^۲

^۱مربی سازمان آموزش فنی و حرفه‌ای کشور، اداره کل استان همدان، ip.adrapana2@gmail.com

^۲مربی سازمان آموزش فنی و حرفه‌ای کشور، ادا کل استان اصفهان، farivar.maryam@yahoo.com

چکیده: یکی از تجهیزاتی که در مراکز صنعتی، تجاری و حتی مسکونی به کار می‌رود موتورهای الکتریکی می‌باشد. موتور الکتریکی وسیله‌ای است که انرژی الکتریکی را به انرژی مکانیکی تبدیل می‌کند. انواع مختلفی از موتورها در صنعت کاربرد دارد که یکی از آن‌ها موتور تکفاز است. با توجه به اهمیت شناخت این دسته از موتورها، در این مطالعه به بررسی عملکرد موتورهای تکفاز به صورت تخصصی پرداخته‌ایم. این مقاله شامل ۹ بخش می‌باشد که در بخش ۱ مقدمه‌ای از موتورها تشریح شده است. در بخش ۲ کنترل سلامت موتور که یکی از موارد مهم در کار است بررسی شده است. در بخش ۳ تعیین مشخصات فنی از طریق پلاک موتور تشریح شده است. در بخش‌های ۴ و ۵ به ترتیب به موضوع اتصال موتورهای تکفاز و راهاندازی موتورهای تکفاز با کنتاکتور پرداخته‌ایم. تغییر جهت چرخش موتورهای تکفاز و تغییر سرعت موتورهای تکفاز از مباحث مهم در زمینه موتورها است که در بخش‌های ۶ و ۷ این دو موضوع پوشش داده شده است. در نهایت در بخش ۸ نتیجه‌گیری و در بخش ۹ مراجع ذکر شده است.

کلیدواژه‌ها: موتور الکتریکی تکفاز، پلاک‌خوانی، کنتاکتور، تغییر جهت، تغییر سرعت

۱. مقدمه

در تأسیسات مراکز صنعتی، تجاری و حتی مسکونی تجهیزات متعددی به کار می‌رود یکی از مهمترین این تجهیزات موتورهای الکتریکی می‌باشد، موتور الکتریکی، وسیله‌ای است که انرژی الکتریکی را به انرژی مکانیکی تبدیل می‌کند. موتورهای الکتریکی از نظر نوع جریان مصرفی به دو دسته تقسیم می‌شوند:

۱ - موتورهای جریان متناوب (AC)

۲ - موتورهای جریان مستقیم (DC)

بیشتر موتورهایی که در تأسیسات استفاده می‌شود از نوع جریان متناوب است. موتورهای جریان متناوب، نسبت به موتورهای جریان مستقیم دارای ساختمان ساده‌تر، عمر مفید بیشتر و تعمیر نگهداری راحت‌تری است که موجب برتری اقتصادی این موتورها نسبت به موتورهای جریان مستقیم می‌شود. اما موتورهای DC از نظر امکانات گسترده

کنترل دور و نیز گشتاور راهاندازی زیاد، هم‌چنان کاربردهای خاص خود را دارد.

موتورهای جریان متناوب به دو گروه کلی تقسیم می‌شود:

۱- موتورهای سه‌فاز

۲- موتورهای تکفاز

موتورهای تکفاز به چهار دسته کلی تقسیم می‌شود:

۱- موتور آسنکرون القایی تکفاز

۲- موتور دفعی (رپولسیون)

۳- موتور یونیورسال

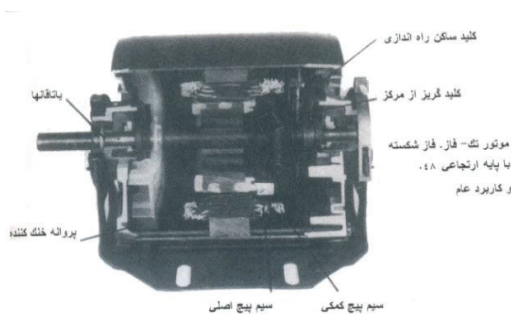
۴- موتور سنکرون با قطب دائم (رلوکتانسی -

هیستریزیسی)

در موتورهای الکتریکی تکفاز با حرکت اولیه‌ای رتور به سمت راست یا چپ، موتور راهاندازی می‌شود. با ایجاد این حرکت اولیه در یک جهت، رتور در همان جهت به چرخیدن خود ادامه خواهد داد تا به سرعتی نزدیک به سرعت سنکرون برسد.



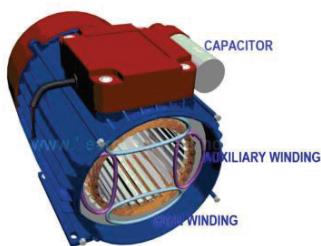
شکل ۱



شکل ۲

استاتور

استاتور (یا قسمت ساکن) موتورهای آسنکرون تک فاز، دارای محفظه چدنی است که هسته مغناطیسی داخل آن قرار دارد و سیم پیچی استاتور در داخل شیارهای این هسته مغناطیسی قرار می گیرد. شکل ۳ استاتور یک موتور آسنکرون تک فاز را نشان می دهد. هسته مغناطیسی از کنار هم قرار گرفتن چندین ورق نازک فولاد سیلیسیم دار که نسبت به هم عایق هستند ساخته شده است. شکل ۴ یک نمونه ورق استاتور را نشان می دهد.



شکل ۳

با ایجاد چرخش اولیه، حالت کارکرد موتور به صورت ژنراتوری در خواهد آمد و بنا به قانون دست راست، جریان-هایی در رتور تولید خواهد شد که این جریان ها، میدانی را در رتور به وجود می آورد که بر شار استاتور عمود است، در نتیجه گشتاوری در رتور تولید خواهد شد و موتور به چرخش خود ادامه خواهد داد.

اجرای این شیوه راه اندازی گرچه عملی است اما مطلوب نیست و همواره راه اندازی خودکار موتور تک فاز مورد نظر است. بر این اساس موتورهای تک فاز مختلفی مانند موتور تک فاز با فاز شکسته، موتور تک فاز با خازن راه اندازی موتور تک فاز با خازن دائمی و موتور تک فاز دو خازنه طراحی می شود.

در این فصل از مقاله، ساختمان، انواع، طرز کار و کاربردهای موتورهای آسنکرون القایی تک فاز و یونیورسال بررسی می شود. محدوده توان موتورهای تک فاز از $\frac{1}{4}$ اسب بخار تا چند اسب بخار است.

۲. کنترل سلامت

۲.۱. ساختمان موتورهای القایی آسنکرون

تک فاز

موتورهای آسنکرون القایی تک فاز، چند نوع اند:

۱- موتور فاز شکسته^۳

۲- موتور با راه انداز خازنی^۴

۳- موتور با خازن دائم

۴- موتور دو خازنی

۵- موتور قطب چاک دار

شکل ۱ تصویر یک موتور آسنکرون القایی تک فاز را نشان می دهد. در شکل ۲، یک موتور آسنکرون برش خورده نشان داده شده است.

ساختمان موتورهای آسنکرون القایی تک فاز از دو قسمت اصلی تشکیل شده است:

۱- استاتور

۲- رتور

^۴ - به آن، موتور با خازن راه انداز نیز می گویند.

^۳ - به آن، موتور با راه انداز مقاومتی نیز می گویند.

۲.۲. موتور فاز شکسته

در استاتور موتور فاز شکسته (split-phase induction motor) دو نوع سیم پیچ وجود دارد^۵:

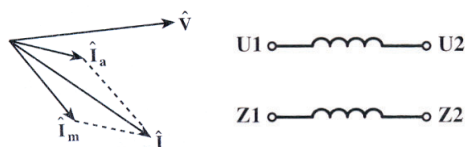
۱- سیم پیچ اصلی

۲- سیم پیچ کمکی یا راه انداز

شکل ۶ سیم پیچ های اصلی و کمکی استاتور یک موتور آسنکرون تک فاز را نشان می دهد. این دو سیم پیچ به صورت موازی با هم قرار می گیرد. بدون سیم پیچ کمکی، موتور آسنکرون تک فاز، میدان مغناطیسی دوار و در نتیجه گشتاور راه اندازی ندارد^۶.

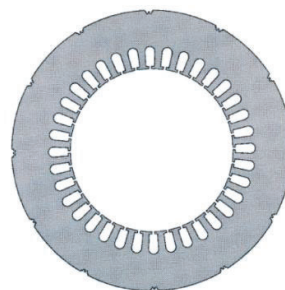
هر چه اختلاف فاز بین جریان های سیم پیچ های اصلی و کمکی به 90° نزدیک تر شود گشتاور راه اندازی موتور بیشتر خواهد شد.

برای ایجاد اختلاف فاز بین جریان های سیم پیچ های اصلی و کمکی موتور فاز شکسته، مقاومت سیم پیچ کمکی بیشتر از سیم پیچ اصلی و راکتانس سیم پیچ اصلی و راکتانس سیم پیچ اصلی بیشتر از راکتانس سیم پیچ کمکی انتخاب می شود. برای این منظور، سیم پیچ اصلی دارای تعداد دور زیاد و سطح مقطع بزرگ و سیم پیچ کمکی دارای تعداد دور کم و سطح مقطع کوچک است. در نتیجه اختلاف فاز بین ولتاژ و جریان سیم پیچ کمکی، کمتر از اختلاف فاز بین ولتاژ و جریان سیم پیچ اصلی است. شکل ۷ نمودار برداری موتورهای فاز شکسته را نشان می دهد. همان طور که دیده می شود اختلاف فاز بین جریان های سیم پیچ های اصلی و کمکی کمتر از 90° است.



شکل ۶

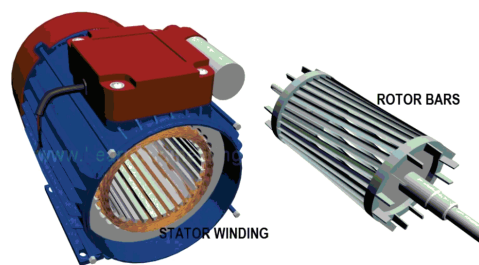
شکل ۷



شکل ۴

رتور

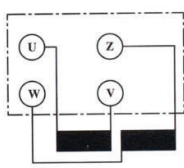
رتور یا قسمت گردنده این موتورها، محوری فولادی است که بر روی آن یک هسته آهنی به شکل استوانه قرار دارد. این استوانه نیز از کنار هم قرار گرفتن ورق های نازک فولادی که نسبت به هم عایق اند تشکیل شده است. رتور موتورهای آسنکرون تک فاز رتور قفسی ساخته می شود. به طوری که در اطراف هسته مغناطیسی استوانه ای شکل، تعدادی میله آلومینیومی یا مسی قرار دارد. این میله ها از هر دو طرف، توسط دو حلقه هم جنس میله ها به هم وصل می شود. چون مجموعه این میله ها و حلقه ها شبیه به قفس است (شکل ۵)، به این نوع موتورها، موتورهای آسنکرون رتور قفسی می گویند.



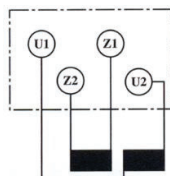
شکل ۵

^۵ - و دیگر موتورهای آسنکرون تک فاز (به جز موتور قطب چاک دار)

^۶ - بررسی علت این موضوع، خارج از بحث این مقاله است.



شکل ۱۱

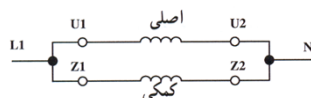


شکل ۱۲

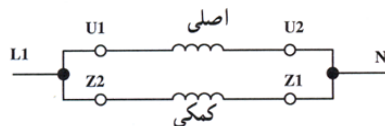
از موتورهای فاز شکسته در بادبزن‌ها، پمپ‌ها، جداکننده‌های گریز از مرکز، یخچال‌های خانگی، کولرهای آبی هوایی و...

استفاده می‌شود. قدرت این موتورها معمولاً بین $\frac{1}{3}$ تا $\frac{1}{4}$ اسب بخار می‌باشد.

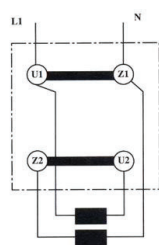
برای تغییر جهت چرخش این موتورها کافی است اتصال دو سر سیم‌پیچ کمکی یا دو سر سیم‌پیچ اصلی را عوض کنیم. شکل‌های ۱۳ و ۱۴ به ترتیب مدار و تخته کلم موتور را در حالت راست‌گرد و شکل‌های ۱۵ و ۱۶ به ترتیب مدار و تخته کلم موتور را در حالت چپ‌گرد نشان می‌دهند.



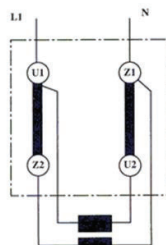
شکل ۱۳



شکل ۱۴

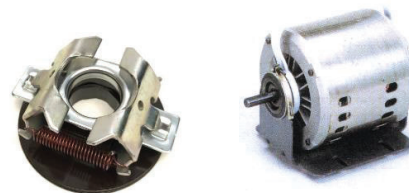


شکل ۱۵



شکل ۱۶

سیم‌پیچ کمکی پس از راه‌اندازی و رسیدن سرعت رتور به ۷۵٪ سرعت نامی، توسط یک کلید گریز از مرکز (شکل ۸) از مدار خارج می‌شود.^۷ شکل ۹ نمای ظاهری یک موتور فاز شکسته و شکل ۱۰ مدارالکتریکی این موتور را نشان می‌دهد.



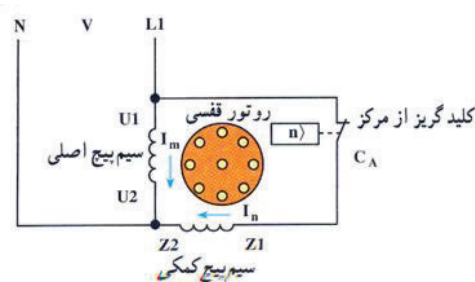
(centrifugal switch) (split-phase induction motor)

شکل ۸

شکل ۹

بر روی تخته کلم موتورهای فاز شکسته^۸ دراستاندارد قدیم از حروف U و V برای مشخص کردن سرهای سیم‌پیچ اصلی و از حروف Z و W برای تعیین سرهای سیم‌پیچ کمکی استفاده می‌شود (شکل ۱۱).

در استاندارد IEC^۹ از حروف U1 و U2 برای نشان دادن سرهای سیم‌پیچ اصلی و از حروف Z1 و Z2 برای مشخص کردن سرهای سیم‌پیچ کمکی استفاده می‌شود (شکل ۱۲).



شکل ۱۰

^{۱۰} - در بعضی از موتورها دو سر کلید گریز از مرکز بر روی تخته کلم آمده و در بعضی دیگر پس از اینکه با سیم‌پیچ کمکی سری شد یک سر از کلید و یک سری از سیم‌پیچ کمکی بیرون آمده و بر روی تخته کلم وصل می‌شود.

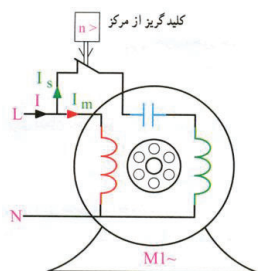
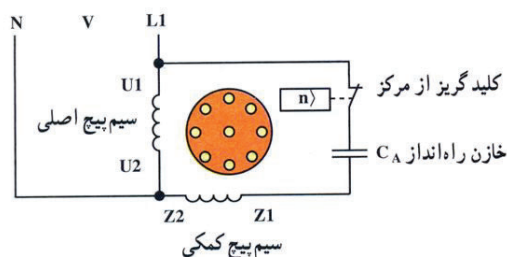
^۷ - بررسی علت این که پس از خارج شدن سیم‌پیچ کمکی از مدار، چرخش رتور ادامه می‌یابد خارج از بحث این مقاله است.

^۸ - و دیگر موتورهای آسنکرون تک فاز (به جز موتور قطب چاک‌دار)

^۹ - کمیسیون بین‌المللی الکترونیک International Electro technical Commission

در موتورهای با راهانداز خازنی نیز از یک کلید گریز از مرکز در مدار سیم‌پیچ کمکی و خازن راهانداز استفاده می‌شود. هنگامی که سرعت موتور به ۷۵٪ سرعت نامی رسید کلید گریز از مرکز، سیم‌پیچ کمکی و خازن راهانداز را از مدار خارج می‌کند. شکل ۲۰ مدار الکتریکی موتور با راهانداز خازنی را نشان می‌دهد. از موتورهای با راهانداز خازنی در پمپ‌ها، کمپرسورها، تهویه مطبوع، ماشین‌های لباسشویی بزرگ و... استفاده می‌شود. محدوده قدرت موتورهای با راه-

اندازی خازنی بیشتر از $\frac{1}{8}$ اسب بخار می‌باشد.

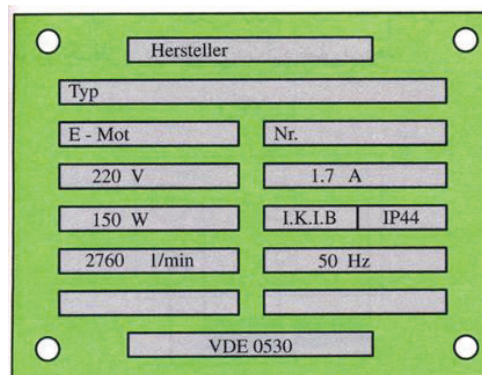


شکل ۲۰

معکوس کردن جهت چرخش این موتورها، مانند معکوس کردن جهت چرخش موتورهای فاز شکسته است. کافی است اتصال دو سر سیمی که مجموعه خازن، کلید گریز از مرکز و سیم‌پیچ کمکی به آن وصل است یا دو سر سیم‌پیچ اصلی را عوض کرد.

در شکل ۲۱ تخته کلم یک موتور با راهانداز خازنی به صورت راستگرد نشان داده شده است و شکل ۲۲ تخته کلم موتور با راهانداز خازنی با جهت چرخش چپگرد را نشان می‌دهد. در این موتور، خازن راهانداز ۶۰ میکروفاراد ظرفیت دارد و ولتاژ تا ۳۲۰ ولت را تحمل می‌کند.

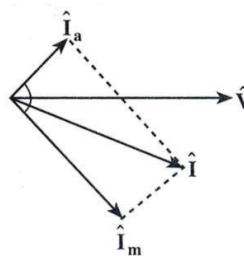
بر روی بدنه موتورهای فاز شکسته، یک پلاک مشخصات وجود دارد. در شکل ۱۷ پلاک مشخصات یک موتور فاز شکسته نشان داده شده است.



شکل ۱۷

۲.۳. موتور با راهاندازی خازنی

در بعضی از کاربردها، گشتاور راهاندازی تولید شده توسط موتور فاز شکسته برای راهاندازی بار روی محور موتور کافی نیست. در این موارد می‌توان از موتورهای با راهانداز خازنی (capacitor start motor) استفاده کرد. در موتور با راهانداز خازنی، یک خازن با سیم‌پیچ کمکی سری می‌شود. با انتخاب مناسب اندازه خازن می‌توان اختلاف فاز بین جریان‌های سیم‌پیچ‌های اصلی و کمکی را به حدود 90° رساند. شکل ۱۸ نمودار برداری موتور با راهانداز خازنی را نشان می‌دهد. خازن مورد استفاده در این موتورها معمولاً از نوع الکترولیتی است و معمولاً به صورت جداگانه روی بدنه موتور نصب می‌شود (شکل ۱۹)



شکل ۱۸



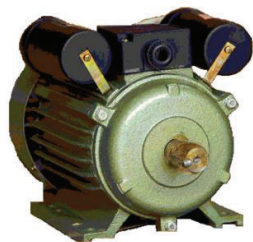
شکل ۱۹

این موتورهای در پنکه‌های رومیزی و سقفی، دمنده‌ها، ماشین لباسشویی، پمپ آب و... استفاده می‌شود.
معکوس کردن جهت چرخش این موتورها مانند معکوس کردن جهت چرخش موتورهای با راه‌انداز خازنی است.

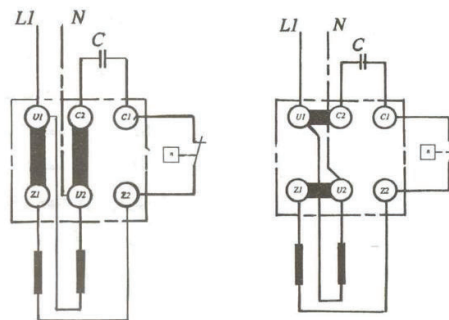
۲.۵. موتور دو خازنی

در موتورهای دو خازنی (PSC; Permanent Split- Capacitor motor) (capacitor start / capacitor run motor) هم گشتاور راه‌اندازی زیاد و هم شرایط کار خوب مد نظر است، شکل ۲۴ نمای ظاهری و شکل ۲۵ مدار الکتریکی موتور دو خازنی را نشان می‌دهد.

در ابتدای راه‌اندازی، دو خازن در مدار سیم‌پیچ کمکی قرار دارد. هنگامی که سرعت موتور به ۷۵٪ سرعت نامی رسید کلید گریز از مرکز، یکی از خازن‌ها (خازن راه‌انداز) را از مدار خارج می‌کند و خازن دیگر (خازن دائم) در مدار سیم‌پیچی کمکی باقی می‌ماند. خازن راه‌انداز از نوع الکترولیتی و خازن دائم از نوع روغنی است. ظرفیت خازن راه‌انداز معمولاً چند برابر ظرفیت خازن دائم است.
این موتور بیش از هر موتور AC تک فاز دیگر در صنعت استفاده می‌شود. این کاربری‌ها شامل ماشین‌های مرتبط با چوب، یخچال‌های صنعتی، کمپرسورهای هوا، پمپ‌های آب فشار قوی، پمپ‌های تخلیه و دیگر کاربردهای نیازمند گشتاورهای بالا در حد ۱ تا ۱۰ اسب بخار می‌شود. معکوس کردن جهت چرخش این موتورها مانند معکوس کردن جهت چرخش موتورهای با راه‌انداز خازنی است.



شکل ۲۴



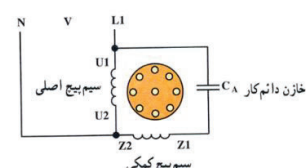
شکل ۲۱

شکل ۲۲

موتور با راه‌انداز مقاومتی (resistor start motor) نوع دیگر موتور AC تک فاز رایج است. در این نوع موتور، به جای خازن راه‌انداز از یک مقاومت راه‌انداز استفاده شده است و میزان گشتاور راه‌اندازی کمتری نسبت به موتور استارت خازنی دارد. هزینه تولید این موتور کمتر از موتور استارت خازنی است. این موتورها در تسمه نقاله‌های (belts) کوچک، پمپ‌ها و دمنده‌ها استفاده می‌شود.

۲.۴. موتور با خازن دائم

در این موتورهای یک خازن به طور دائم با سیم‌پیچ کمکی سری می‌شود و کلید گریز از مرکز وجود ندارد. شکل ۲۳ نمای ظاهری و مدار الکتریکی موتور با خازن دائم را نشان می‌دهد. خازن استفاده شده در این موتورها از نوع روغنی است و مقدار ظرفیت آن از خازن الکترولیتی استفاده شده در موتور با راه‌انداز خازنی کمتر است.



شکل ۲۳

موتورهای با خازن دائم نسبت به موتورهای فاز شکسته و با راه‌انداز خازنی، ضریب توان، بازده و گشتاور و کار بیشتر و سر و صدای کمتری دارد اما گشتاور راه‌اندازی آن‌ها از گشتاور راه‌اندازی موتورهای با راه‌انداز خازنی کمتر است. از

برای دستگاه‌هایی که زیاد قطع و وصل می‌شود، مناسب است. موتورهای PSC امتیازهای فراوانی دارد. همچنین می‌تواند برای بازدهی بهینه و ضریب توان بالا در فشار برآورد شده طراحی شود. موتور با خازن دائمی دوگانه به عنوان قابل اطمینان‌ترین موتور الکتریکی تک فاز مطرح می‌شود؛ بیش‌تر به این خاطر که به کلید گریز از مرکز نیازی ندارد و به‌راحتی با کنترل‌کننده‌های سرعت تغییر دور می‌دهد. موتورهای PSC بسته به طراحی‌شان کاربری بسیار متنوعی دارد (مانند: فن‌ها، دمنده‌ها با نیاز به گشتاور استارت کم و سیکل‌های کاری غیر دائمی مانند تنظیم دستگاه‌ها (طرز کارها)، عملگر درگاه‌ها، بازکننده‌های در گاراژها و...). همچنین موتورهای PSC در هواسازها (air handlers)، فن‌ها، دمنده‌ها و موارد دیگر که سرعت متغیر مورد نیاز است استفاده می‌شود.

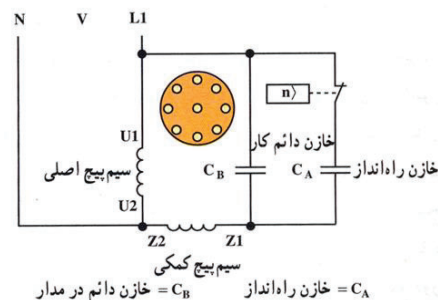
۲.۷. موتور قطب چاک‌دار

موتور قطب چاک‌دار، (shading-pole motor) فقط یک سیم‌پیچ دارد. این موتور به جای سیم‌پیچ کمکی، قطب‌های برجسته‌ای دارد که بخشی از هر یک از آن‌ها توسط یک یا چند حلقه اتصال کوتاه شده احاطه شده است. شکل ۲۷ نمای داخلی، شکل ۲۸ نمای ساده و شکل ۲۹ تخته کلم یک موتور قطب چاک‌دار را نشان می‌دهد. بررسی طرز کار این موتور، خارج از بحث این مقاله است.

موتورهای قطب چاک‌دار، ساختمان ساده و قیمت کمی دارد و گشتاور راه‌اندازی و بازده آن‌ها کم است. از این موتورها در پنکه‌های رومیزی، پمپ آب کولر، انواع بادبزین و... استفاده می‌شود.

موتورهای قطب چاک‌دار در اندازه‌های کوچک، تقریباً از

$$\frac{1}{250} \text{ تا } \frac{1}{6} \text{ اسب بخار، ساخته می‌شود.}$$



شکل ۲۵

در شکل ۲۶ پلاک مشخصات یک موتور دو خازنی نشان داده شده است. در این موتور، ظرفیت خازن راه‌انداز، $80\mu F$ و ظرفیت خازن دائم $40\mu F$ است.

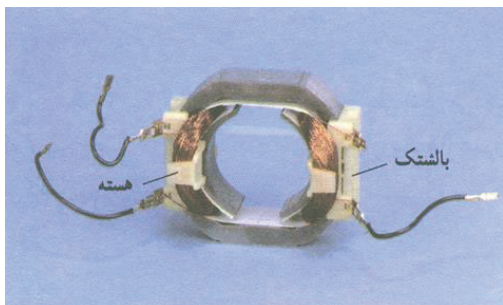
LEYBOLD DIDACTIC GMBH		
Typ	732	76
1 ~ Motor	Nr.	200 65 003
220 V		6.9 A
1.1 KW	S1	cos ϕ 0.98
1400 min ⁻¹		50 Hz
CA 80 μF		CB 40 μF
I.K.L.B	IP 54	
VDE 0530		

شکل ۲۶-۱

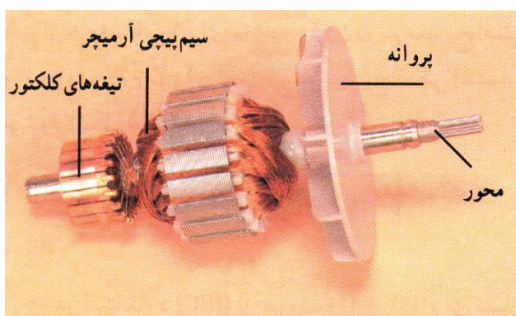
۲.۶. موتور با خازن دائمی دوگانه

(PSC; Permanent Split-Capacitor motor)

از دیگر موتورهای AC تک‌فاز رایج است. این موتور به عنوان موتور با یک خازن راه‌انداز-دائم شناخته می‌شود و همانند موتور استارت خازنی که در بالا توضیح داده شد عمل می‌کند، با این تفاوت که کلید گریز از مرکزی ندارد و سیم پیچ دوم به همراه خازن دائماً به منبع تغذیه متصل می‌ماند. از آنجا که خازن، باید برای استفاده مداوم طراحی شده باشد، نمی‌تواند توان راه‌اندازی معادل یک موتور استارت خازنی ایجاد کند. موتورهای (PSC) جریان راه-اندازی پایین، (کمتر از ۲۰۰ درصد جریان نامی) دارد و



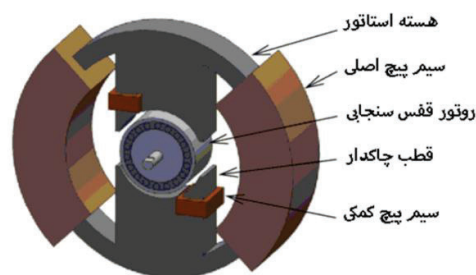
شکل ۳۰



شکل ۳۱

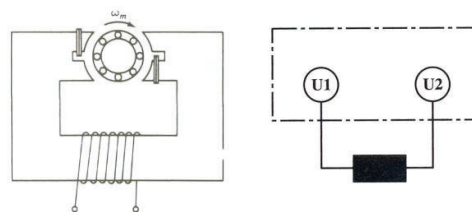
سیم پیچی آرمیچر و قطب‌های استاتور موتور یونیورسال به طور سری با هم قرار می‌گیرند. شکل ۳۳ نمای ظاهری موتور یونیورسال را نشان می‌دهد. این موتور می‌تواند هم با منبع AC و هم منبع DC کار کند؛ به همین علت به آن‌ها یونیورسال (عمومی) می‌گویند.

موتورهای یونیورسال در مقایسه با دیگر موتورهای تک فاز، به ازای یک آمپر معین، گشتاور بیشتری ایجاد می‌کند. سرعت بی‌باری این موتورها زیاد و در حدود ۲۰۰۰ دور در دقیقه است اما در بار کامل، سرعت معمولاً به ۴۰۰۰ تا ۱۶۰۰ دور در دقیقه می‌رسد. از این موتورها در جاروبرقی، دریل دستی، لوازم گردنده آشپزخانه و... استفاده می‌شود. جهت چرخش موتور یونیورسال (از نوع قطب گسترده) را می‌توان با معکوس کردن جهت جریان سیم پیچی آرمیچر یا سیم پیچی قطب‌های استاتور و جابه‌جا کردن جاروبک‌ها بر خلاف جهتی که موتور در آن جهت می‌چرخد، تغییر داد. و برای تغییر جهت چرخش موتور الکتریکی تک فاز یونیورسال از نوع قطب متمرکز (قطب برجسته) باید جهت



شکل ۲۷

جهت چرخش روتور موتور قطب چاکدار همان‌طور که در شکل ۲۸ نشان داده شده است از طرف ناحیه بدون حلقه به طرف ناحیه حلقه‌دار هر قطب است. موتورهای قطب چاکداری وجود دارد که جهت چرخش آن‌ها را می‌توان تغییر داد. در این موتورها در هر قطب، دو حلقه نصب می‌شود و به اختیار، یکی از آن دو اتصال کوتاه می‌شود.



شکل ۲۸

شکل ۲۹

۸.۲. موتور یونیورسال^{۱۱}

استاتور موتور یونیورسال (Universal motors) معمولاً به صورت قطب برجسته است (شکل ۳۰) و رتور آن دارای سیم پیچی‌ای است که سرهای آن به تیغه‌هایی مسی به نام کموتاتور وصل می‌شود. به رتور موتور یونیورسال، آرمیچر نیز می‌گویند. شکل ۳۱ آرمیچر یک موتور یونیورسال را نشان می‌دهد. برای رساندن جریان به سیم پیچی آرمیچر از جاروبک که با تیغه‌های کموتاتور در تماس است استفاده می‌شود. شکل ۳۲ تخته کلم موتور یونیورسال را نشان می‌دهد.

^{۱۱} - Universal motor

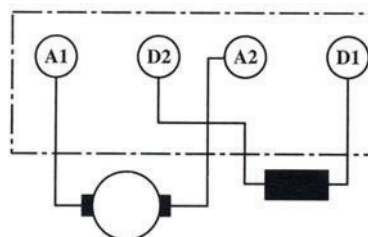
۲- نصب و راه اندازی موتورهای الکتریکی، مؤلف سیدپرویز موسوی، حسین اسکندری و مریم فریور- انتشارات سازمان آموزش فنی و حرفه‌ای کشور

۲- تکنولوژی برق جلد چهارم (ماشین‌های الکتریکی (A.C.)، مؤلف B.L.THERAJA، ترجمه سعید شعاری نژاد- انتشارات جعفری

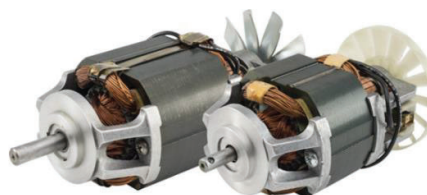
۳- کارگاه برق و مدار فرمان، مؤلف محسن بندرآبادی، ویراستار علمی حسین اسکندری- انتشارات دانشگاه جامع علمی کاربردی

۴- جداول مهندسی برق و قدرت، مؤلف گریگور هابل و...، مترجم مهندس امیر هاشمی و...، انتشارات طراح

عبور جریان سیم‌پیچی آرمیچر یا سیم‌پیچ قطب‌های استاتور را تغییر داد و روش معمول، تغییر دادن سرهای سیم‌های متصل به جاروبک‌ها می‌باشد.



شکل ۳۲



شکل ۳۳

در شکل ۳۴ پلاک مشخصات یک موتور یونیورسال نشان داده شده است.

HERSTELLER	
Typ U 63	Nr. 3359641
~ 220 V	~ 1.5 A
~ 0.1 kW	cos φ 0.56
~ 5200 min ⁻¹	50 Hz
- 220 V	- 1.9 A
- 220 V	- 1.9 A
- 5200 min ⁻¹	VDE 0530
I.KLB	IP 23

شکل ۳۴-۱

۳. مرجع

۱- طراحی الگوی برنامه ریزی درسی و تدوین سند حرفه "سامانه ملی استاندارد مهارت" استانداردهای آموزشی رشته برق سازمان آموزش فنی و حرفه‌ای کشور