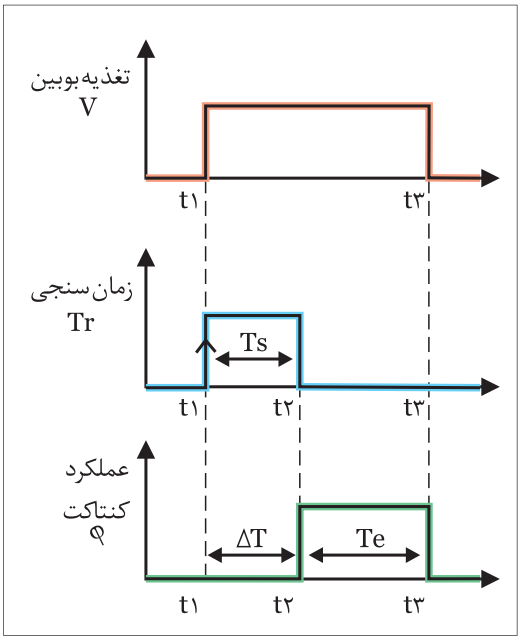
می شود و پس از اتمام زمان تنظیمی کنتاکت تایمر عمل کرده و خروجی آن فعال می شود . این وضعیت وصل تا زمانی که برق تایمر وصل باشد باقی خوهد ماند. لذا برای استفاده مجدد از تایمرها لازم است تا برق بویین تایمر راقطع کنیم چرا که در این صورت کنتاکت به حالت اولیه خود باز می گردد.

شکل(۲۶۷-۱)نمودار زمانی نحوه عملکرد این نوع تایمر ها را نشان می دهد .

همانگونه که در شکل مشخص است یک تاخیر زمانی (ΔT) بین لحظه وصل تغذیه بویین (t۱)تا در لحظه وصل کنتاکت تایمر (t۲) وجود دارد. لذا به همین دلیل است که به آن تایمر با تاخیر در وصل گویند .



شکل۲۶۷-۱

t۱ - لحظه وصل جریان به بویین تایمر و لحظه شروع زمانشنجی

t۲ - لحظه پایان زمان سنجی و لحظه عملکرد کنتاکت(set)

t۳- لحظه قطع جریان بویین تایمر و لحظه عملکرد کنتاکت(reset)

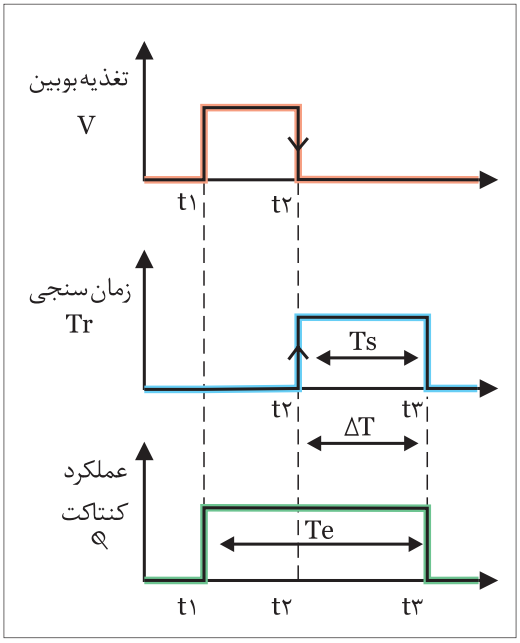
Ts – مدت زمانی تنظیمی تایمر

Te- مدت زمان عملکرد تایمر

ΔT - مدت زمان تاخیر در وصل (فاصله بین زمان وصل تغذیه بویین تا وصل کنتاکت تایمر)

در تایمـر های با تاخیر در قطع با اتصال تغذیـه بویین ،کنتاکت تایمر عمل کرده و در همان شرایط با قی می ماند . در این گونه تایمر ها زمان سنجی تایمر از لحظـه قطـع جریان بویین تایمر آغاز می شـود . پس از اتمـام زمان تنظیمی کنتاکت تایمر عمل کرده و قطع می شود در این حالت تایمر آماده دریافت راه اندازی مجدد اسـت شکل(۲۶۸- ۱)نمودار زمانی نحوه عملکرد این نوع تایمر ها را نشان می دهد.

همان گونه که در شـکل مشخص اسـت یک تاخیر زمانی (ΔT) بین لحظه قطـع تغذیه بوییـن تایمر (t۲) تا لحظه قطع کنتاکت تایمر (t۲)وجود دارد. لذا به همین دلیل است که به آن تایمر با تاخیر در قطع گویند.



شکل۲۶۸-۱

t۱ - لحظه وصل جریان ب بویین تایمر و لحظه عملکرد کنتاکت (set)

t۲ – لحظه قطع جریان بویین تایمر و لحظه شروع زمان سنجی

t۳ – لحظه پایان زمان سنجی و لحظه قطع جریان بویین کنت کتور

Ts- مدت زمان تنظیمی تایمر

Te- مدت زمان عملکرد تایمر

ΔT–مدت زمان تاخیر در قطع (فاصله بین قطع تغذیه بویین تا قطع کنتاکت تایمر)

۳۸ – ۱ – آشنایی با انواع لیمیت‌سوئیچ‌ها[1] و فلوترسوئیچ‌ها[2]

۱ – ۳۸ – ۱ – لیمیت‌سوئیچ

لیمیت‌سوئیچ یک کلید فشاری است که فرمان مکانیکی محرک آن معمولاً عاملی غیر از دست می‌باشد. بر همین اساس چون از این نوع کلیدها در موارد مختلفی می‌توان استفاده کرد در ساخت آن‌ها نیز تنوع زیادی را می‌توان مشاهده کرد. ساختمان داخلی آن از دو یا چند کنتاکت هم‌محور باز و بسته تشکیل شده است.

در شکل ۲۶۹ـ۱ تصاویری از انواع لیمیت‌سوئیچ‌ها را مشاهده می‌کنید. از این کلیدها جهت محدود کردن حرکت دستگاه‌های متحرک در مسیرهای خطی یا دورانی استفاده می‌شود. ازجمله‌ی آن‌ها می‌توان مسیر جرثقیل‌های سقفی، درب آسانسورها و نوارهای نقاله را نام برد.

اصطلاحاً به لیمیت‌سوئیچ‌های کوچک «میکروسوئیچ» نیز گفته می‌شود.

شکل ۲۷۰ـ۱ تصاویری از انواع لیمیت‌سوئیچ‌ها در اندازه‌ی کوچک‌تر را نشان می‌دهد.

شکل ۲۶۹–۱

علامت اختصاری میکروسوئیچ در استاندارد IEC به‌صورت شکل ۲۷۱ـ۱ است.

شکل ۲۷۱–۱

شکل ۲۷۰–۱

شکل ۲۷۲ـ۱ نحوه‌ی باز کردن یک نوع لیمیت‌سوئیچ را به همراه پیچ‌های مربوط به کنتاکت باز و بسته نشان می‌دهد.

۲ – ۳۸ – ۱ – فلوترسوئیچ

ازجمله کلیدهای فشاری که در زمینه‌ی کنترل و محدود کردن سطح مایعات در داخل مخازن و یا چاه‌های آب و فاضلاب به کار می‌رود «فلوترسوئیچ‌ها» هستند. ساختمان داخلی این کلیدها مشابه لیمیت‌سوئیچ‌ها از یک کنتاکت باز و یک کنتاکت بسته تشکیل می‌شود. این سوئیچ کنترل‌کننده‌ها به صورت‌های مکانیکی و الکترونیکی ساخته می‌شوند.

برای تشخیص بالا و پایین بودن سطح مایع در محل موردنظر از شناورهای پلاستیکی و یا سنسورهای نوری نوع الکترونیکی استفاده می‌شود.

شکل ۲۷۲–۱

1– Limit Switch
2– Flowter Switch

شکل ۲۷۳ـ۱ یک مدل آن نشان داده شده است.

در نوع پلاستیکی که فرمان به‌صورت مکانیکی فرستاده می‌شود از دو محفظه‌ی پلاستیکی به‌عنوان وزنه‌هایی روی سطح آب و خارج از مخزن استفاده می‌شود. مثلاً در شکل ۲۷۴ـ۱ اگر بخواهیم آب خارج شده از چاه را به‌طور غیرمستقیم و اتوماتیک تحت کنترل درآوریم از طریق یک نخ، وزنه‌ای را خارج از مخزن B و وزنه‌ی دیگری روی آب داخل مخزن A قرار می‌گیرد. بدین ترتیب وقتی میزان آب در مخزن کم شود شناور داخل مخزن در سطح پایین‌تری قرار می‌گیرد و در نتیجه از طریق تیغه‌ی وصل شده، فرمان وصل برای موتور فرستاده می‌شود و درصورت پرشدن مخزن، شناور داخل مخزن به سمت بالا می‌آید و موجب می‌شود تا تیغه‌ی فلوتر قطع و موتور خاموش می‌شود.

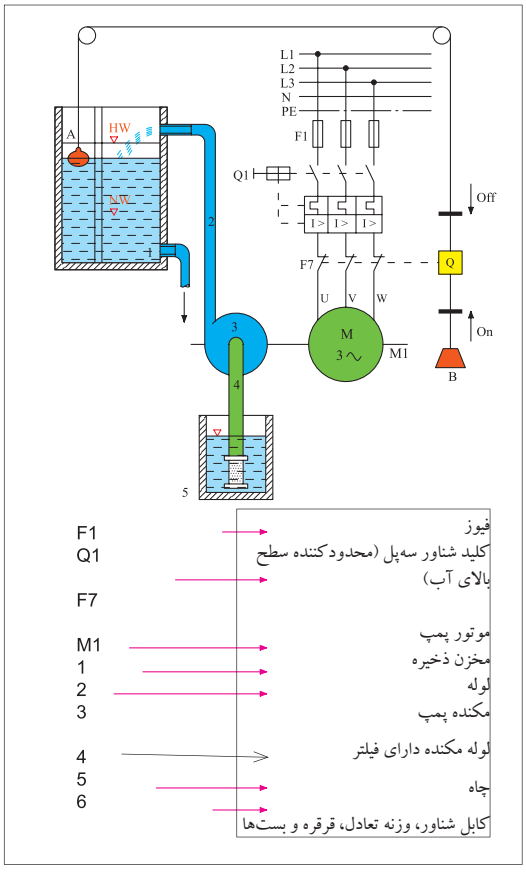
شکل ۲۷۳-۱

(a)

(b)

(c)

شکل ۲۷۵-۱

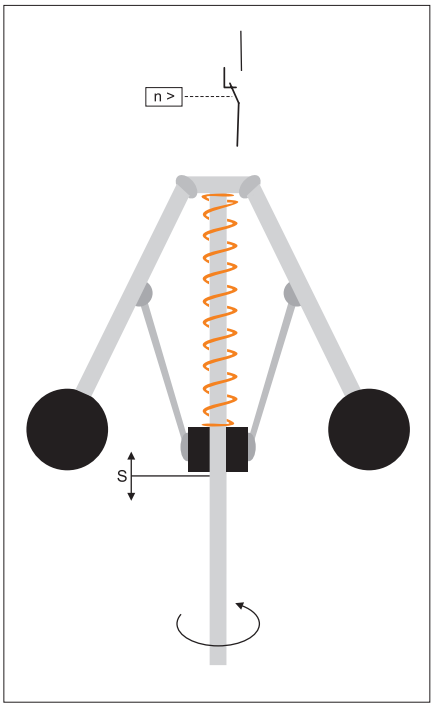


شکل ۲۷۴-۱

شکل‌های a ـ ۲۷۵ـ۱ و b ـ ۲۷۵ـ۱ نمونه‌هایی از فلوترسوئیچ‌ها را نشان می‌دهد. در شکل c - ۲۷۵-۱ نحوه نصب یک نمونه فلوترسوئیچ را مشاهده می‌کنید.

۳۹ – ۱ – کلید های تابع دور

از کلید های تابع دور در موتورهای سه فاز و تک فازه با دو هدف مختلف استفاده می شود. علت به کارگیری کلید تابع دور در موتور های سه فاز اغلب به جهت بالا بردن درجه حفاظت مدار در برابر افزایش سرعت احتمالی دستگاه (مانند میکسر ها) و یا ترمزهای جریان مخالف استفاده می شود. یک نوع از این کلید ها که بیشتر در موتورهای سه فاز کابرد دارد را در شکل (۲۷۶–۱) مشاهده می کنید . ساختمان این نوع کلید ها از یک محور، فنر، دو بازو که در انتهای آنها دو وزنه قرار گرفته تشکیل می شود. این بازوها (طوق) که در ابتدا و انتها توسط یک تکیه گاه هایی به فنر متصل هستند و حول محور حرکت می کنند در صورت کم و زیاد شدن سرعت محور موتور به سمت بالا حرکت کرده و وزنه ها از طرفین به محور نزدیک یا دور می شوند. در صورت بالا رفتن سرعت قسمت (S) کلید مدار را قطع و در صورتی در سرعت کم باشد قسمت (S) کلید مدار در حالت وصل نگه می دارد .



شکل ۲۷۶–۱

نوع دیگری از کلیدهای تابع دور که بیشتر در موتور های تک فاز (کولر) کاربرد دارند را در شکل (۲۷۷–۱) مشاهده می کنید. هدف از به کارگیری این کلید ها در موتورهای تک فاز خارج کردن سیم پیچی کمکی آنهادر حداقل ۷۵ % دور نامی آنها است (اطلاعات بیشتر در بحث موتور های تک فاز) در این کلید با افزایش قسمتی که در شکل با شماره (۱) نشان داده شده در اثر نیروی گریز ا ز مرکز به سمت عقب کشیده شده و فنر را فشرده می کند از طرفی دیگر در اثر برخورد با دو پلاتین بلند سبب می شود تایمر مداری آنها قطع شود.

شکل ۲۷۷–۱

هرگاه سرعت کاهش یابد در این صورت نیروی فنر پشت قطعه کائوچویی (۱) به آن فشار آورده و به جلو می راند در این صورت دو پلاتین مجدداً متصل شده و مدار خود را می بندد.

۴۰ – ۱ – رله کنترل فاز

از جمله وسایلی که امروزه در مدارهای الکتریکی به کار گرفته می شود "رله کنترل فاز" است . از این رله هم در مدارهای سه فاز و هم تک فاز می توان استفاده کرد . از این رله در زمینه تشخیص یا قطع خطاهای نامبرده شده استفاده می شود.

- قطع یک یا دو فاز
- جا به جایی فازها (تغییر توالی فازها)
- عدم تقارن ولتاژ سه فاز
- شوک های ناشی از قطع و وصل متوالی برق

شکل(۲۷۸-۱) تصویر یک نمونه رله کنترل فاز را نشان می دهد. اصول کار این رله ها بدین صورت است که پس از وصل شدن سه فاز و نول به ترمینال‌های L۱، L۲، L۳، N(R ،S ،T ،MP)در صورت مناسب بودن ولتاژها و صحیح بودن ترتیب فازها چراغ لاکه نشـان دهنده وجود ولتاژ تغذیه اسـت به تنهایی روشن شده و بعد از زمان انتظار با روشـن شـدن چراغ Rکنتاکت شماره ۱۵ رله از پیچ شماره ۱۶ قطع شـده و به کنتاکت ۱۸ وصل شـده و اجازه عمل به مدار مربوطه (مثلاً کنتاکتور و موتور) را می‌دهد.

در صورت بروز هر گونه اشکال در شبکه مانند دوفاز شدن ، جابه جایی فاز افزایش یا کاهش ولتاژ سیگنال خطای مربوطه روشن شده و با خاموش سیگنال خروجی (R) رله داخلی قطع می‌شـود یعنی اتصـال کنتاکت داخل رله که در شرایط ۱۵ به ۱۸ است جدا شده و در وضعیتی که ۱۵ به ۱۶ وصل می‌شود قرار می گیرد . با این عمل مدار فرمان بوبین کنتاکتور قطع شده و در نتیجه مدار جریان رسـان به موتور نیز قطع می شود . در شـکل(۲۷۹-۱) نحوه اتصال رله کنترل فاز در مدارفرمان راه اندازی یک موتور سـه فاز مشاهده می کنید در اغلب این رله ها؛ اعلام خطای فاز و جا به جایی فاز با نشـانگر (P)و اعلام خطای افزایش و کاهش ولتاژ بانشانگرهای <Uو>U انجام می پذیرد.

در برخی از این دسـتگاه از چند ولوم (پتانسـیومتر) تنظیم استفاده شده که برای تنظیمات خاصی به کار می روند.

۱- پتانسـیومتر تأخیر در قطع : با این پتانسیومتر می توان زمان تأخیر در قطع بعد از بروز خطا را (از ۱تا ۱۵ ثانیه) تنظیم کرد. در واقع با انتخاب زمان می توان شرایط استارت مجدد برروی راه اندازی مدار (موتور) را در نظر گرفت.

۲- پتانسـیومتر تنظیم حساسـیت قطع فاز : با این پتانسیومتر میزان حساسیت رله در مقابل میزان نامتقارنی و ولتاژ شبکه جهت قطع مدار را تنظیم کرد .

معمولاً در موتور هایی که ولتاژ برگشت زیادی دارند می توان از حساسیت حدود ۳ تا ۱۰ درصد و صورت عدم تقارن موجود در شـبکه که مزاحم عمل عادی رله می‌شود می توان از حساسیتی حدود ۲۵ تا ۳۰ استفاده نمود.

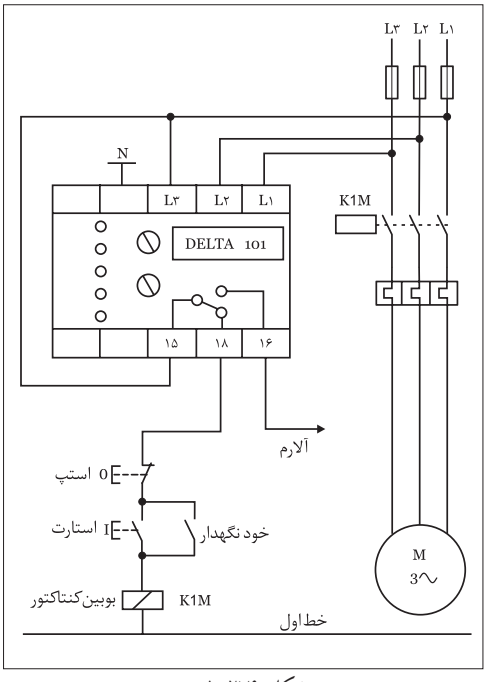
تذکر:

برای اطمینان از صحت تنظیمات انجام شـده در رله می توان هنگام کار موتـور بـا قطع یک فیوز ، شـبکه را دو فاز نموده و عملکـرد کنترل فاز را مشاهده نمود.

الف)

ب)

شکل ۲۷۸-۱



شکل ۲۷۹-۱

۴۱ – ۱ – رله کنترل بار

به طور معمول بر روی حفاظت موتور ها از بی متال هایی که روی کنتاکتورها قرار می گیرند استفاده می شود. از جمله معایب بی متال ها می توان به :

- بی متال ها عناصر مکانیکی هستند که با گذشت زمان حساسیت خود را از دست داده و به درستی عمل نمی کنند .
- با توجه به تنوع و زمینه های کاربردی مختلف کنتاکتورها باید از بی‌متال‌های خاص آنها استفاده کرد.
- از آنجایی که بی متال ها بر اساس تغییرات دما کار می کنند از تغییر دمای محیط می تواند روی عملکرد آنها تأثیر داشته باشد.

امروزه از رله های الکترونیکی خاص به نام "رله کنترل بار " که تصویر یک نمونه آن را در شکل (۲۸۰–۱) مشاهده می کنید استفاده می شود .

شکل ۲۸۰–۱

کنترل بار الکترونیکی یک کنترل کننده دقیق، بدون تأثیر پذیری از محیط و استهلاک مکانیکی با کارکرد طولانی برای محافظت دستگاه های سه فاز در برابر جریان های بیش از نیاز موتورها (بار[1]) است که جایگزین بی متال ها شده اند .

شکل ۲۸۱–۱

اغلب رله های کنترل بار جوابگوی استارت موتورها با زمان قطع قابل تنظیم بوده و دارای خصوصیات زیر می باشند:

- قابلیت تحمل جریان راه اندازی با زمان قابل تنظیم
- قابلیت تنظیم زمان تأخیر در قطع برای اضافه جریان
- محافظت بار در برابر جریان های لحظه ای بیش از دو برابر مقدار تنظیمی
- دارای شرایط عملکردی قفل شونده اتوماتیک
- قابلیت تنظیم زمان تأخیر راه اندازی (۱تا ۳۰ ثانیه)
- کنترل جریان های سه فاز (خصوصاً موتورها) به هنگام راه اندازی و وصل

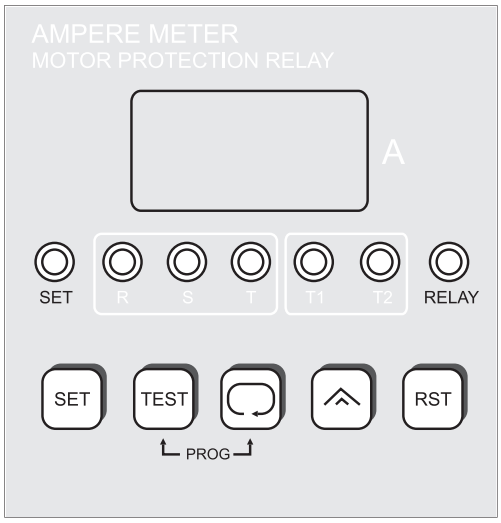
شکل(۲۸۱–۱) نحوه عملکرد اتصال این رله ها در مسیر مصرف کننده ها را نشان می دهد. نحوه عملکرد این رله ها بدین صورت است که با وصل ولتاژ تغذیه به ترمینال های A۱,A۲ رله خروجی عمل کرده وچراغ تغذیه (Power)آنها روشن خواهد شد در اینجاست در خیلی ترمینال ۱۵ از ۱۶ قطع و به ۱۸ وصل می گردد. مدار اینگونه رله به صورتی طراحی شده که از فرمان قطع ناخواسته به علت جریان زیاد استارت موتورها که معمولاً چند برابر جریان رسمی است جلوگیری می کند.

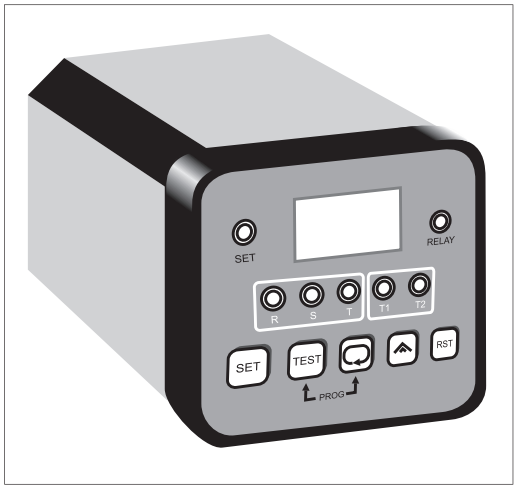
1-Load

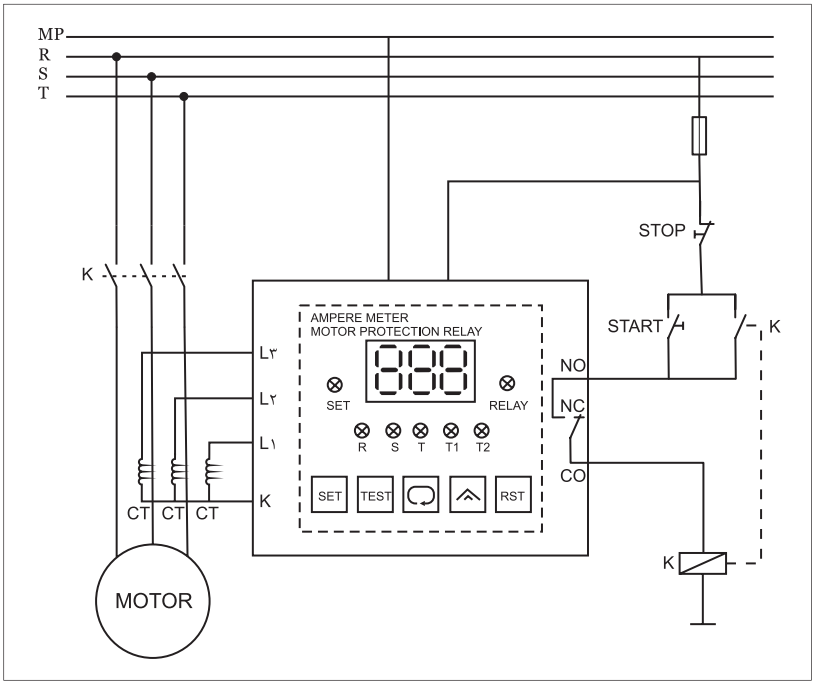
این زمان دو رله متناسب با توان موتور بین ۱ تا ۳۰ ثانیه قابل تنظیم است.

اگر پس از پایان راه اندازی هنوز اضافه جریانی وجود داشته باشد نشان دهنده آن است که روی محور موتور اضافه بار وجود دارد در نتیجه رله متناسب با زمان تنظیمی روی آنها که معمولا ۶، ۴،۲،۲/۵ ،... ثانیه است مدار را قطع می کند.

در شکل (۲۸۲- ۱) تصویر ظاهری و مدار داخلی یک نمونه رله اضافه بار که دارای صفحه نمایش (LCD) است نشان داده شده است.







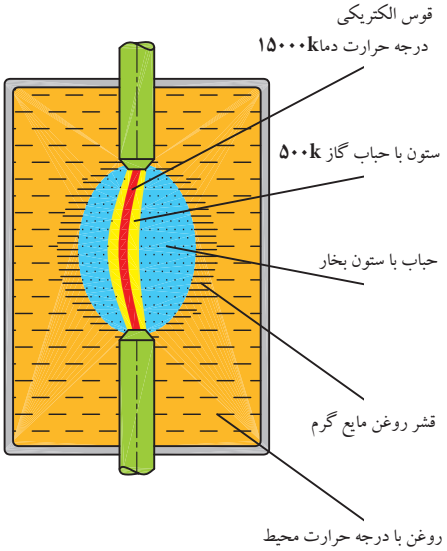
شکل ۲۸۲-۱

۴۲ – ۱ – آشنایی با کلیدهای روغنی

از آن‌جایی که در لحظات وصل و قطع کلیدها بین دو کنتاکت جرقه یا قوس الکتریکی به‌وجود می‌آید و گرمای حاصل از قوس الکتریکی باعث خرابی کنتاکت‌ها می‌شود در برخی موارد به‌جهت خنک کردن و ازبین بردن جرقه‌های بین کنتاکت‌های کلید و افزایش عمر کنتاکت‌ها از کلیدهایی استفاده می‌شود که کنتاکت‌های آن در روغن قرار دارد. اصطلاحاً به این کلیدها، کلیدهای روغنی گفته می‌شود. در این کلیدها هرچه شدت جریان عبوری بیش‌تر باشد قوس‌الکتریکی شدیدتر می‌باشد.

چگونگی عملکرد روغن بدین‌صورت است که در موقع جدا شدن دو کنتاکت جریان‌رسان در محفظه‌ی روغن و ایجاد جرقه و قوس شدید بین دو کنتاکت، روغن اطراف جرقه به علت حرارت زیاد قوس بخار می‌شود. در نتیجه اطراف جرقه را حبابی از گاز فرا می‌گیرد و منجر به خاموش شدن قوس می‌شود (شکل ۲۸۳ـ۱).

در شکل ۲۸۴ـ۱ شمای داخلی و در شکل ۲۸۵ـ۱ شمای ظاهری دو نوع کلید روغنی را مشاهده می‌کنید. امروزه این نوع کلیدها ساخته نمی‌شوند و کم‌تر مورد استفاده قرار می‌گیرند.

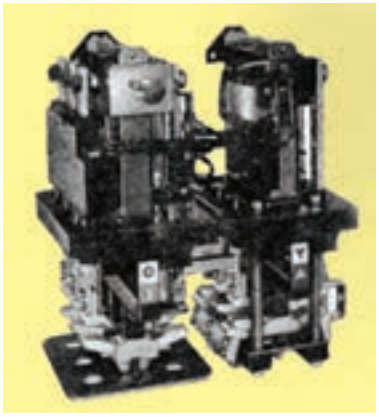


شکل ۲۸۳ـ۱

۴۳ – ۱ – علائم اختصاری و حروف شناسایی مدارهای صنعتی

۱ – ۴۳ – ۱ – علائم اختصاری

پیش از بررسی و اتصال مدارهای الکتریکی لازم است تا با برخی علائم اختصاری الکتریکی آشنا شویم. در جدول‌های ۳۱ـ۱ تا ۳۵ـ۱ نمونه‌های مختلفی از این علائم نشان داده شده است.



شکل ۲۸۴ـ۱ـ اجزای داخلی کلید ستاره مثلث

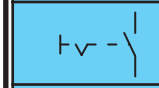
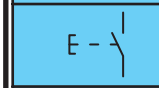
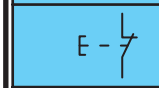
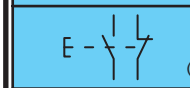
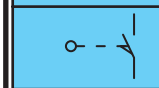
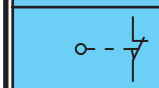
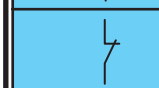
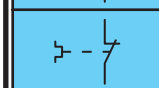
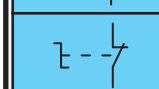
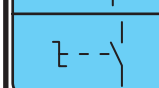
شکل ۲۸۵ـ۱ ـ شمای ظاهری کلید سه فاز ساده

جدول ۳۱–۱

نام وسیله یا قطعه	علامت اختصاری
بوبین کنتاکتور	
رله‌های عملگر با مشخصه خاص	
رله با تأخیر در وصل	
رله با تأخیر در قطع	
رله با تأخیر در قطع و وصل	
رله دارای قطب	P
رله با تحریک الکترومکانیکی	
رله با تحریک پس‌ماند مغناطیسی	
رله با تحریک حرارتی (بی‌متال)	
رله اضافه جریان (جریان زیاد)	I >
رله قطع‌کننده جریان معکوس	I→

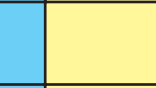
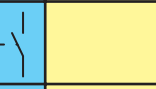
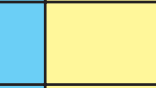
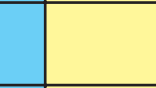
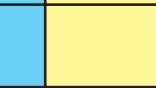
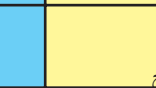
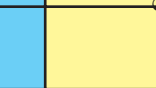
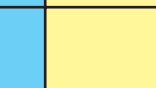
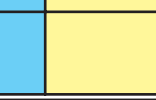
● کلیدها و کنتاکت‌ها

جدول ۳۳-۱

نام وسیله یا قطعه	علامت اختصاری
کلید یک‌فاز	
کلید سه‌فاز	
شستی وصل (استارت)	
شستی قطع (استپ)	
شستی‌وصل و قطع (استپ و استارت دوبل)	
کنتاکت باز لیمیت‌سوئیچ	
کنتاکت بسته لیمیت‌سوئیچ	
کنتاکت باز کنتاکتور	
کنتاکت بسته کنتاکتور	
کنتاکت بسته (مدار فرمان) بی‌متال	
کنتاکت بسته شونده سریع	
کنتاکت باز شونده تأخیری	
کنتاکت بسته کلید گردان	
کنتاکت باز کلید گردان	

● محرک عملگرها (محرک وسایل)

جدول ۳۲-۱

نام وسیله یا قطعه	علامت اختصاری
محرک دستی	
محرک فشاری (با دست)	
محرک کششی	
محرک تغییر جهت	
محرک با کلید	
فعال شونده با بادامک و حسگرها	
محرک فشاری (با پدال)	
قفل مکانیکی	
محرک موتوری	
محرک کلید اضطراری	
محرک حرارتی قابل تنظیم	
محرک حرارتی غیرقابل تنظیم	
محرک الکترومغناطیسی	
محرک با سطح سیال	

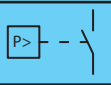
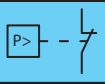
● وسایل خبردهنده

جدول ۳۵ـ۱

نام وسیله یا قطعه	علامت اختصاری
لامپ خبر	
بیزر	
بوق	
زنگ	
آژیر	
دیود LED	

● کلیدها و کنتاکت‌ها

جدول ۳۴ـ۱

نام وسیله یا قطعه	علامت اختصاری
کنتاکت باز کلید	
کنتاکت بسته کلید	
کنتاکت باز کلید تابع فشار	
کنتاکت بسته کلید تابع فشار	
کنتاکت باز کلید شناور (فلوتر)	
کنتاکت بسته کلید شناور (فلوتر)	
کنتاکت باز تایمر با وصل سریع	
کنتاکت باز تایمر با تأخیر در وصل	
کنتاکت بسته تایمر با قطع سریع	
کنتاکت بسته تیمر با تأخیر در قطع	
کنتاکت بسته کلید کششی	
کنتاکت باز کلید کششی	
کنتاکت تبدیل (تعویض کننده)	
کنتاکت تبدیل با حالت خاموش در وسط	

۲ – ۴۳ – ۱ – حروف شناسایی

در مدارهای فرمان و قدرت برای مشخص کردن تجهیزات به‌کار رفته، از حرف شناسایی استفاده می‌شود. جدول ۳۶ـ۱ حرف مشخصه‌ی نوع وسیله را به همراه مثال‌هایی نشان می‌دهد.

جدول ۳۶-۱

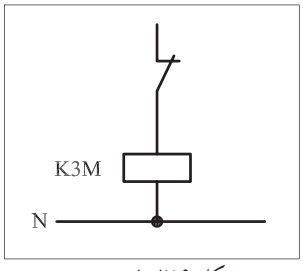
حروف شناسایی	نوع تجهیزات	مثال‌ها
A	گروه‌های ساختاری و گروه‌های کوچک	تقویت‌کننده، تقویت‌کننده مغناطیسی، وسایل مرکب
B	وسایل تبدیل انرژی غیرالکتریکی به انرژی الکتریکی و برعکس	سنسور (حس‌کننده) ، حرارتی (ترموالکتریک)، سلول فتوالکتریک، گشتاورسنج، مبدل‌های کریستالی، میکروفن‌ها، بلندگو، رمزگذارها
C	خازن‌ها	خازن‌های الکترولیتی، خازن‌های غیرالکترولیتی، خازن‌های متغیر
D	عناصر تأخیردهنده، عناصر ذخیره ساز، عناصر باینری (دو وضعیتی)	المان‌های تأخیری، المان‌های دیجیتالی، حافظه‌های مغناطیسی، ثبات‌ها، دیسک‌گردان، ضبط صوت‌ها، عناصر دارای یک ثبات، عناصر دارای دو ثبات
E	متفرقه	روشنایی، تجهیزات گرمایی، وسایل و تجهیزاتی که در گروه‌های دیگر تعریف نشده است.
F	وسایل حفاظتی	فیوزها، وسایل حفاظتی over voltage و رله‌های حفاظتی کلیدهای فیوزدار، وسایل قطع‌کننده، کلیدهای قطع و وصل اتوماتیک
G	ژنراتورها ـ منابع تغذیه	ژنراتورهای چرخان، مبدل‌های فرکانس چرخان، باتری‌ها، اسیلاتورها (اسیلاتورهای کریستالی)، منابع تغذیه قدرت
H	وسایل خبردهنده (نمایشگر)	وسایل نمایشگر صوتی و نوری (بوق، آژیر، لامپ، ساعت زنگ‌دار)
K	کنتاکتورها و رله‌ها	کنتاکتورها، رله‌های فلاش، کنتاکتورهای کمکی، رله‌های زمانی
L	وسایل القایی	چوک، سیم‌پیچ، فیلتر
M	موتورهای الکتریکی	موتور سه‌فاز، موتور تک‌فاز، موتور خطی
N	تقویت‌کننده‌ها، تنظیم‌کننده‌ها	تقویت‌کننده‌ها، تنظیم‌کننده‌ها (رگولاتورها)، وسایل الکترونیکی
P	وسایل اندازه‌گیری و وسایل آزمایش (تست)	نشان‌دهنده‌ها، ثبات‌ها، شمارنده‌ها، وسایل اندازه‌گیری، آمپرمتر، ولت‌متر، اسیلوسکوپ، ساعت‌ها، پالس‌دهنده‌ها
Q	کلیدهای قدرت	کلیدهای ایزوله کننده، کلیدهای جداکننده، کلیدهای قطع و وصل حفاظتی، کلیدهای حفاظت موتور
R	مقاومت‌ها	مقاومت‌های ثابت، مقاومت‌های قابل تنظیم، پتانسیومترها، رئوستا، مقاومت راه‌انداز، مقاومت‌های شنت، مقاومت‌های حرارتی (ترمیستور)
S	کلیدها، سلکتورها (انتخاب‌کننده)	کلید فشاری، میکروسوئیچ، کلید کنترل، کلیدهای پالس‌دهنده
T	ترانسفورماتورها	ترانسفورماتور ولتاژ، ترانسفورماتور جریان، ترانسفورماتور ایزوله، مبدل‌های AC به DC
U	مدولاتورها ،آشکارسازها ، مبدل‌ها	جداکننده‌ی سیگنال، مبدل فرکانس، دمودولاتور، مبدل، سیگنال ژنراتور، انیورتر
V	نیمه هادی‌ها و لامپ‌ها	لامپ‌های الکترونی، لامپ‌های تخلیه، دیودها، ترانزیستورها، تریستورها، یکسوکننده‌ها
W	مسیرهای ارتباطی ،آنتن‌ها، لامپ‌ها	سیم‌ها، کابل‌ها، شین‌ها، آنتن دوقطبی، آنتن‌های بشقابی (گیرنده)
X	ترمینال‌ها ، فیش‌ها ، دوشاخه و پریز	دوشاخه و پریز، سوکت‌های نر و ماده، اتصال‌دهنده، فیش آزمایش (تست)
Y	تجهیزات مکانیکی که با برق کار می‌کنند.	ترمزها، کلاچ‌ها، شیرها، چاپگرها، دورنگار، دربازکن
Z	فیلترها، فیلترهای جبران کننده وسایل محدود کننده	شبکه‌ی متعادل‌کننده‌ی کابل، فیلترهای پارازیت‌گیر RC و LC

برخی موارد علاوه بر حروف شناسـایی‌ی جدول ۳۶ـ۱، در مدارهای فرمان و قدرت از حروف شناسـایی دیگر به همراه عدد استفاده می‌شود که به ترتیب حرف شناسایی دوم نشان‌دهنده‌ی نوع عملکرد و مشخصه‌ی عددی نشان‌دهنده‌ی تعداد وسـایل و تجهیزات به‌کار برده شـده‌ی مشابه است. جدول ۳۷ـ۱ مفهوم حروف دوم شناسایی را نشان می‌دهد.

جدول ۳۷-۱

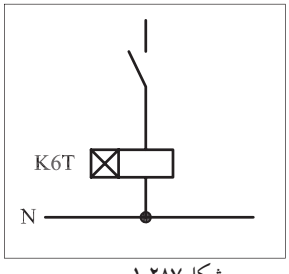
حروف شناسایی	عملکرد	حروف شناسایی	عملکرد
A	عملکرد کمکی به‌خصوص قطع	N	اندازه‌گیری
B	جهت حرکت (f- جلو، b- عقب، r- بالا، L- پایین، c- جهت حرکت عقربه ساعت و خلاف جهت حرکت)	P	نسبی و متناسب
C	شمارش	Q	وضعیت کار(وصل، قطع و محدود)
D	تمایز دهنده و تفکیک کننده	R	راه‌اندازی مجدد و لغو حرکت
E	عملکرد وصل (روشن)	S	ذخیره کردن و ضبط کردن
F	حفاظت	T	تأخیر داشتن و اندازه‌گیری زمان
G	آزمایش(تست)	U	-
H	نشان دهنده و خبردهنده	V	سرعت و شتاب
J	تلفیق یا ترکیب چند عمل	W	اضافه کردن و جمع کردن
K	عملکرد کلید فشاری	X	ضرب کردن و چند برابر کردن
L	نشانه گذاری	Y	آنالوگ (قیاسی)
M	عملگر اصلی	Z	دیجیتال(رقمی)

به‌عنوان مثال اگر در مدار فرمانی روی یک وسـیله حروف K۳M نوشته شده باشد نشان می‌دهد که آن وسیله سومین کنتاکتور اصلی است که در مدار به‌کار رفته است (شکل ۲۸۶ـ۱).



شکل ۲۸۶ـ۱

به‌همین ترتیب اگر روی وسـیله‌ای حروف K۶T نوشته باشد معرّف آن است که این وسـیله ششمین رله‌ی زمانی (تایمر) است که در مدار مورد استفاده قرار گرفته است (شکل ۲۸۷ـ۱).



شکل ۲۸۷ـ۱

ضمیمه ۱

– میدان مغناطیسی دوّار

در یک شبکه سه‌فاز چون عبور جریان به صورت پیوسته صورت می گیرد و در طی مدت زمانی که مدار وصل اســت از آن سیکل‌های متوالی عبور می کند به همین دلیل هر گاه جریان متناوب سه‌فازه‌ای به سیم‌پیچی‌های یک موتور سه‌فاز وصل شــود.در طی این مدت زمان میدان مغناطیسی دائم و به صورت پشت سر هم (متوالی) در فضای اطراف اســتاتور به‌وجود آمده و در حال حرکت خواهد بود.

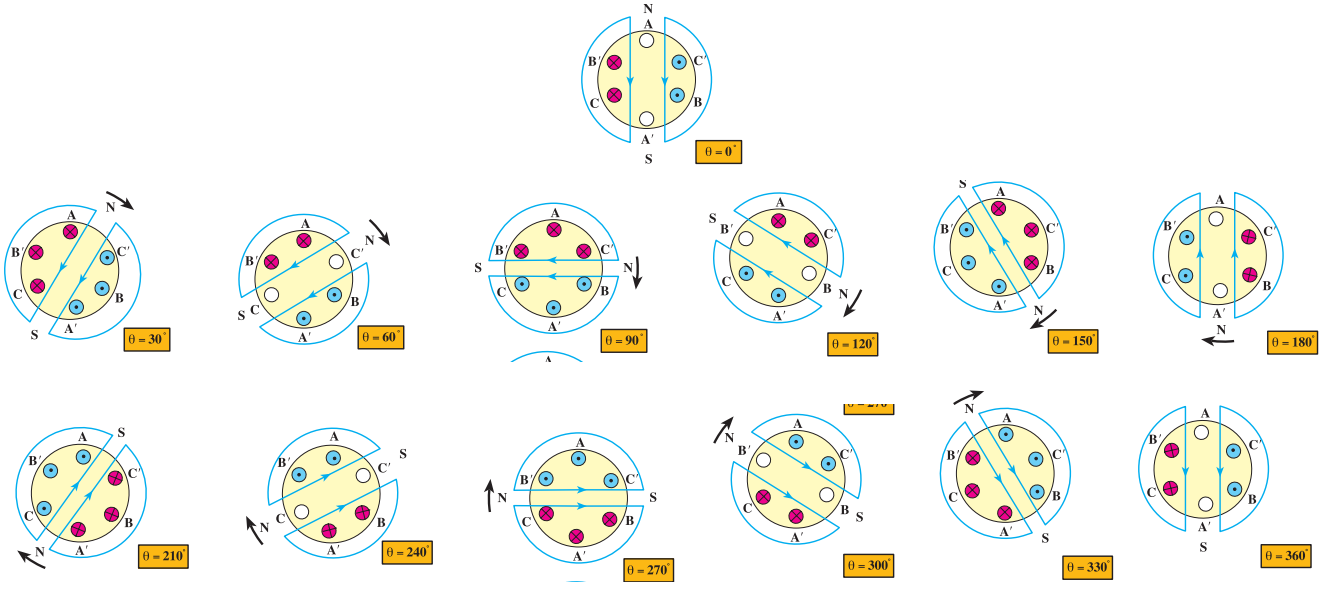
شــکل ۲۸۸ــ۱ تصاویری از وضعیت میدان مغناطیسی ایجاد شده در فضای اســتاتور یک موتور ســه‌فاز دو قطب را در زوایای ۰، ۳۰، ۶۰، ۹۰، ۱۲۰، ۱۵۰، ۱۸۰، ۲۱۰، ۲۴۰، ۲۷۰، ۳۰۰، ۳۲۰ و ۳۶۰ درجه نشان می‌دهد.

همان‌طوری که مشــاهده می‌شود در فاصله‌ی زمانی که یک سیکل از شکل موج‌های ســه‌فاز طی می‌شــود قطب‌های N و S موتور نیز در هر ۳۰ درجه تغییر وضعیت داده و ۳۶۰ درجه را با یک دور چرخش طی می کند.

در شکل مقابل حروف A ،B و C سر کلاف‌های هر فاز و حروف A' ، B' ، C' و ته کلاف‌های استاتور است.

یادآوری:

علامت ⊗ نشان‌دهنده ورودی جریان و ⊙ خروجی جریان را نشان می‌دهند.



شکل ۲۸۸ــ۱

ضمیمه ۲

– سازمان‌های فنی

یکی از مواردی که در مباحث برق مطرح است استاندارد بودن علائم، نقش‌ها و نکات فنی است. در جهان سازمان‌های فنی گوناگون در زمینه‌ی معرفی اســتانداردها و نکات مختلف فنی فعالیت دارند. در جدول ۳۸ـ۱ حروف اختصاری و نام هریک از این سازمان‌ها را مشاهده می کنید. نکته‌ی حائز اهمیت آن اســت که دو سازمان VDE[1] و IEC[2] در زمینه برق از سایر ســازمان‌ها در دنیا بیش تر مطرح هســتند. ما نیز در ارائه علائم و نقشه‌ها از استانداردهای این سازمان‌ها استفاده می کنیم.

جدول ۳۸ – ۱ – سازمان‌های فنی

علامت کوتاه	نام سازمان
ADB	انجمن کار مهندسان کارگاهی آلمان
ANSI	مؤسسه استاندارد آمریکا
ASA	انجمن استاندارد آمریکا
BSI	مؤسسه استاندارد انگلستان
CCIF	کمیته مشاوره بین‌المللی تلفن
CCIR	کمیته مشاوره بین‌المللی ارتباطات بی‌سیم
CCIT	کمیته مشاوره بین‌المللی تلگراف
CEE	کمیسیون بین‌المللی اصول کارشناسی تولیدات الکروتکنیکی
CEI	کمیسیون بین‌المللی الکروتکنیک
CEN	کمیته اروپایی استاندارد
CIE	کمیسیون بین‌المللی روشنایی
DBP	اداره ثبت اختراعات آلمان فدرال
DIN	مؤسسه استاندارد آلمان
DKE	کمیسیون الکروتکنیک آلمان
EIA	اتحادیه صنایع الکرونیک
EV O¨	اتحادیه الکروتکنیکی اتریش
EVU	کارخانجات تأمین انرژی
FNE	کمیته استاندارد الکروتکنیک در مؤسسه استاندارد آلمان
FTZ	اداره مرکزی مخابرات
FeO	نگهداری تلفن
IEC	کمیسیون بین‌المللی الکروتکنیک
ISO	سازمان بین‌المللی استاندارد
JEDEC	شرکت متحده توسعه دستگاه‌های الکترونیکی
NTG	شرکت فنی خبر
O¨ NA	مؤسسه استاندارد اتریش
O¨ NORM	استاندارد اتریش
O¨ VE	اتحادیه الکروتکنیک اتریش
RAL	کمیته شرایط تحویل و تضمین کالا در مؤسسه استاندارد آلمان
REFA	اتحادیه مطالعات کار (کمیته دولتی تعیین زمان کار)
RMA	اتحادیه تولیدکنندگان رادیو
SEV	اتحادیه الکروتکنیک سوئیس
SNV	اتحادیه استاندارد سوئیس
TAB	شرایط عضویت فنی VDEW
UIT	اتحاد بین‌المللی ارتباطات مخابراتی
VDE	اتحادیه برقکاران آلمان
VDEW	اتحادیه کارخانه‌های برق آلمان
VDI	انجمن مهندسان آلمان
VDMA	اتحادیه مؤسسات ماشین‌سازی آلمان
VSM	انجمن صنایع ماشین‌سازی سوئیس
ZVEH	اتحادیه مرکزی برقکاران دستی آلمان
ZVEI	اتحادیه مرکزی صنایع الکروتکنیک

1–VDE - Verband Deutscher Elektroteehniker

2– IEC - International Electrotechnical Commission

ضمیمه ۳

– برنامه زمانی نگهداری ماشین‌ها

یـک برقکار صنعتی جهت رسـیدگی به ماشـین‌های الکتریکی موجود در کارگاه می‌بایسـت برنامه‌ی زمانی داشـته باشد تا از ماشین‌ها در ازای بیش‌ترین عمر مفید، بالاترین بازده کاری را دریافت کند. جدول ضمیمه ۳ یک نمونه فرم برنامه‌ی زمانی جهت نگهداری ماشین‌های الکتریکی را نشان می‌دهد.

جدول ۳۹ – ۱ – برنامه زمانی نگهداری ماشین‌های الکتریکی

کار تعمیر و نگهداری	نوع ماشین					فاصله زمانی سرویس
	یاتاقان		روتور			
	غلتکی	بوشی	کمو تاتور	حلقه لغزان	قفسه‌ای	
سطح روغن بازدید شود.		×				هفتگی
بررسی لرزش و دمای یاتاقان با لمس آن	×					
جاروبک‌های زغالی، نگهدارنده جاروبک‌ها و کموتاتور بازدید شود.			×			
بازدید دقیق جاروبک‌های زغالی، وضعیت جاروبک‌ها، کموتاتور یا حلقه‌های لغزان			×	×		ماهانه هر سه ماه
بازدید تمام اتصالات الکتریکی			×	×	×	
آزمایش نیروی فشار بر جاروبک‌ها			×	×		
سیم‌پیچ‌ها از نظر کثیفی بازرسی شوند، در صورت نیاز سیم‌پیچ‌ها تمیز و خشک گردند. مقاومت عایقی سیم‌پیچ‌ها اندازه‌گیری شود.			×	×	×	هر نیم سال
کموتاتور یا حلقه‌های لغزان از نظر لنگی دورانی آزمایش شوند، در صورت نیاز تراشکاری و پرداخت شود.			×	×		
صافی روغن و گردش روغن در صورت وجود، بازرسی شود.		×				
نظافت اساسی موتورها خاصه سیم‌پیچ‌ها. در صورت لزوم سیم‌پیچ‌ها خشک شوند. مقاومت عایقی سیم‌پیچ‌ها اندازه‌گیری شود.			×	×	×	سالانه (نگهداری عمومی)
بازرسی یاتاقان از نظر لقی بیش از حد مجاز و گرمای حین کار. اگر در یاتاقان‌های غلتکی متعلقات روغن‌کاری موجود است، در صورت نیاز روغن‌کاری و گریس‌کاری شود. *	×	×				
بازدید دقیق جاروبک‌ها، وضعیت جاروبک‌ها، کموتاتور یا حلقه‌های لغزان. در صورت نیاز تعمیر شوند.			×	×		
روغن یاتاقان تعویض شود. جعبه یاتاقان پیش از پر کردن روغن با بنزین کاملاً شسته شود.		×				هر دو سال (به طور تقریبی بعد از ۵۰۰۰ ساعت کاری)
اگر متعلقات روغن‌کاری موجود است، در صورت نیاز روغن‌کاری و گریس‌کاری شود. *	×					
یاتاقان‌ها شسته شده و موتورهای بدون متعلقات روغن‌کاری با گریس تازه گریس‌کاری شود. به نوع و درجه مناسب گریس طبق دستورالعمل سازنده توجه شود. در ماشین‌های دارای متعلقات روغن‌کاری در صورت نیاز روغن‌کاری انجام شود. *	×					هر سه سال(به طور تقریبی بعد از ۱۵۰۰۰ ساعت کاری)

* روغن‌کاری و گریس‌کاری یاتاقان‌های غلتکی دارای متعلقات روغن‌کاری طبق دستورالعمل روغن‌کاری از طرف سازنده انجام گیرد. فاصله زمانی روغن‌کاری برحسب نوع طرح خیلی متفاوت است.

ضمیمه ۴

– عیب یابی موتورهای سه‌فاز

از آن‌جایی که ممکن است در ضمن کار موتورهای سه‌فاز دچار مشکلی شوند در خاتمــه‌ی این بحث جدول‌هایی ارائه شــده که به اختصار چند عیب احتمالی موتورهای آسنکرون روتور قفسی و روتور سیم‌پیچی را بیان می کنند.

جدول ۴۰ – ۱ –عیوب ممکن در موتورهای آسنکرون سه فاز (روتور قفسه‌ای و روتور دارای حلقه لغزان)

رفع عیب	علت عیب	عیب
موتور به حرکت در نمی‌آید یافقط به دور کمی می‌رسد.		
بر طرف نمودن پارگی بازرسی ماشین در حالت کار برای پیدا کردن اضافه بار اتصالات بازرسی شود. کلاف سیم‌پیچ درست وصل شود. شبکه بازرسی گردد. یاتاقان تعویض گردد.	پاره شدن کابل برق گشتاور مقاوم بسیار بزرگ است. اتصال بد جابه‌جا وصل شدن سر و ته یک کلاف بدون ولتاژ بودن یک سیم بیرونی روتور به هسته استاتور خیلی نزدیک شده است.	در یک کلاف هیچ جریانی وجود ندارد. موتور زیر بار به دور کامل نمی‌رسد. جریان کلاف‌ها مختلف است. سر و صدای زیاد در زمان روشن کردن
بارگذاری موتور سبب کاهش شدید دور آن می‌شود.		
موتور قوی‌تر به کار برده شود، به مشخصات موتور در روی پلاک آن توجه شود، اتصال استاتور در وضعیت مناسب قرار داده شود. کابلی با سطح مقطع بزرگ‌تری به کار برده شود.	اضافه بار، موتور به جای مثلث به صورت ستاره وصل شده است. سطح مقطع کابل برق بسیار کوچک است.	شدت جریان بسیار بزرگ است. ولتاژ موتور بسیار کم است.
گرمای بسیار شدید		
بــه مشــخصات موتور در روی پلاک آن توجه شــود. نحوه اتصال اســتاتور تصحیح گردد. ولتاژ شبکه آزمایش گردد. مسیر عبور هوا بازرسی و تمیز گردد. پروانه بادبزن تعویض گردد. جریــان کلاف‌هــا اندازه‌گیری شــود،مقاومت کلاف‌ها اندازه‌گیری شــود. در صــورت نیاز کلاف ســیم‌پیچ تازه‌ای به کار برده یا موتور تعویض شــود. ماشــین در حالت کار بازرســی گردد. موتور بزرگ‌تری به کار برده شــود. ولتاژ اندازه‌گیری شود. به پلاک مشخصات موتور توجه شود. به پلاک مشخصات موتور توجه شود، استاتور به شکل مناسب بسته شود. کلیــد ســتاره ــ مثلــث برای اطمینــان از تغییــر اتصال مثلث آزمایش شــود. اتصال مثلث آزمایش شود. استاتور به شکل مناسب بسته شود. نقاط اتصال آزمایش، تمیز و سمباده‌کاری شود. یاتاقــان را بیــرون آورده، آزمایــش کــرده، و در صــورت نیــاز تعویض و گریس‌کاری شود. یاتاقان را بیرون آورده و آزمایش کنید	اتصال نادرست استاتور، اغلب اتصال مثلث به جای اتصال ستاره به‌کار رفته است. ولتاژ شبکه بسیار زیاد یا بسیار کم است. تهویه و خنک کردن موتور نامناسب است. جهت چرخش نادرســت در موتورهای بــا پروانه بادبزن مایل اتصالی در سیم‌پیچ یا اتصال بدنه اضافه بار ولتاژ شبکه در جعبه تقسیم موتور (تخته‌کلم) بسیار کم است. موتور به جای اتصال مثلث به صورت اتصال ســتاره بسته شده است. اتصال نادرست کلید ستاره ــ مثلث وجود اتصال بد در جعبه تقسیم و همچنین در کابل‌ها در یاتاقان‌های غلتکی: گریس فاسد شده است. در یاتاقان‌های لغزشــی: روغن نامناســب، یاتاقان صدمه دیده است.	موتور حتی در حالت بی‌باری گرم می‌شود. کلاف‌های مجزا در استاتور داغ می‌شوند. موتــور بیــش از هر چیــز در حالت بارگــذاری گرم می‌شود. یک کلاف به شــدت گرم می‌شود، موتور در بار کم متوقف می‌شود. یاتاقان‌ها گرم می‌شوند.

عیوب موتورهای با روتور دارای حلقه لغزان		
رفع عیب	**علت عیب**	**عیب**
زغال‌هـا و حلقه‌هـای لغزان تمیز شـود،حلقه‌های لغزان پرداخت شود.	سطح تماس کثیف است.	زغال‌ها جرقه می‌زنند.
با اسـتفاده از ماشـین‌تراش حلقه‌های لغزان یکنواخت و پرداخت گردند. ببینید آیا آن‌ها شل شده‌اند، سپس آن‌ها را تعویض نمایید.	حلقه‌های لغزان زبر یا غیر دایره‌ای یا شیاردار می‌باشند.	
زغال‌ها با سمباده بسیار نرم پرداخت داده شود.	سطح تماس نامناسب زغال‌ها با حلقه‌های لغزان	
فشـار معمول به طـور تقریبی $۲N/cm^۲$ اسـت. فنرها به صورت استوانه بدون تاب تنظیم یا تعویض شوند.	فشار بسیار کمی بر زغال‌ها وارد می‌شود.	
جریان دریافتی اندازه‌گیری شود. اضافه بار برطرف شود. وسیله دور نگهدارنده احتمالی تنظیم شود.	اضافه بار چنان‌چه وسیله‌ای برای دور نگه‌داشتن زغال وجود دارد، در آن صورت ممکن است تماس زغال‌ها با حلقه‌های لغزان نامناسب باشد.	حلقه‌های لغزان یا زغال‌ها بسیار داغ می‌شود.
همـه نقاط تماس اتصالات از نظر اسـتحکام مکانیکی و تمیزی بازرسـی گـردد. در صورت نیـاز تمیز و محکم شود.	تماس نامناسب اتصالات در مدار روتور، به طوری که شاخه‌ای به طور کامل فعال نباشد.	روتـور داغ می‌شـود، موتور به سـختی راه می‌افتد و صدا می‌کند.
جریان‌های روتور اندازه‌گیری شود. نقاط تماس اتصالات تمیز و محکم شود. زغال‌ها و حلقه‌های لغزان بازرسی و در وضعیت مناسب قرار داده شوند.	تماس نامناسـب اتصالات در مـدار روتور، به طوری که در آن نقاط مقاومت بسیار زیاد است	کاهش شدید دور موتور در زمان بارگذاری
سیم رابط قوی‌تری به کار برده شود.	مقاومت راه‌انداز بسـیار بزرگ، سیم رابط بین موتور و راه‌انداز بسیار ضعیف	
روتور باید دوباره سیم‌پیچی شود. در صورت لزوم موتور تعویض شود	وجود اتصال کوتاه بین سیم‌پیچ‌های روتور	موتور در حالت بی‌بار با مدار راه‌انداز باز به راه می‌افتد.
بازرسـی برای نقاط اتصال شـل، بازرسـی برای وجود قطع‌شدگی سیم‌پیچ روتور	مدار جریان روتور توسط نقاط اتصال نامناسب قطع می‌شود.	جریان اسـتاتور با وجود بار یکنواخت در نوسـان اسـت، چرخش غیریکنواخت موتور
عیوب ممکن در موتورهای قفسه‌ای		
روتور تعویض شود.	اتصال نامناسب بین میله‌های قفس و حلقه‌های اتصال کوتاه	روتـور داغ می‌شـود، موتور به سـختی راه می‌افتد و صدا می‌کند
طراحی یا سـاخت اشتباه. از سـازنده سؤال شود. روتور تعویض گردد.	نسبت تعداد شیارها بین روتور و استاتور مناسب نیست.	موتور شروع به چرخش می‌کند ولی با دور کم به چرخش ادامه می‌دهد.
حلقه اتصال کوتاه پیچ و تاب داده شود	مقاومت روتور بسیار کوچک است.	
نـوع اتصال بازرسـی و در وضعیت درسـت قـرار داده شود.	اشتباه در نوع اتصال	موتور با قطب قابل تغییر در دور تعیین شده نمی‌چرخد.

منابـع و مآخـذ

۱ــ ماشین‌های الکتریکی مؤلف: استفن چاپمن مترجم: صدوقی و ...

۲ــ ماشین‌های الکتریکی (جلد۴) مؤلف: بی‌ال تراژا مترجم: سعید شعاری‌نژاد

۳ــ موتورهای الکتریکی مؤلف: هاری میلیف مترجم: فریدون قیطرانی

۴ــ فرمان الکتریکی مؤلف: براتعلی مشکاتی

۵ ــ کارکارگاهی (مدار فرمان) مؤلف: حسین رحمتی‌زاده

۶ ــ برق صنعتی مؤلف: فریدون علومی

۷ــ جزوه‌ی درسی کارگاه مدار فرمان مؤلف: شهرام خدادادی

۸ ــ جدول‌های مهندسی برق

۹ــ تعدادی از کتب موجود در زمینه برق صنعتی در حد تهیه تصویر

۱۰ - Electrician’s Technical Reference (motors) By: DAVID R.Carpenter

۱۱ - Wiring Manual - Automation and Power Distribution Moeller.

۱۲ــ کاتالوگ‌های مختلف از شرکت‌های

AEG - CAMSCO-Telemechanic- SEMENS - Noeller - ELCA - hellermann- Moeller.