ولتاژ کارنامـــی (Ue): ماکزیمم ولتاژ قابل تحمل بین کنتاکت‌های ثابت و متحرک هنگام قطع و وصل را گویند.

ولتاژ نامی بوبین (U_c): ولتاژی که بوبین با آن کار می‌کند یا به‌عبارتی ولتاژ تغذیه‌ی بوبین کنتاکتور را گویند.

جریان نامی (I_e): جریانی که مجاز اســت از کنتاکت‌های قدرت کنتاکتور عبور کند.

جریـــان مجـــاز ($I_{th۲}$): جریان مجـــازی که کنتاکتور می‌توانـــد تحمل کند به‌طوری‌که در زمان نامحدود و بدون قطع و وصل کار کند.

جریان مجاز ($I_{th۱}$): جریان مجاز عبوری از کنتاکتور به‌ازای یک بار قطع و وصل در هفته را گویند.

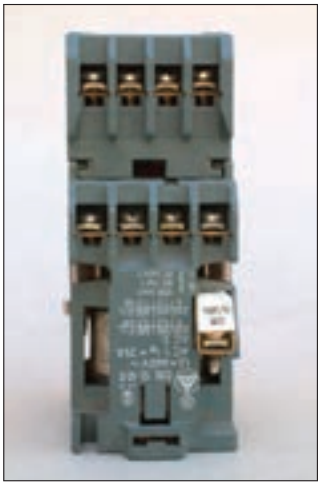
جریان مجاز(I_{th}): جریان مجاز عبوری از کنتاکتور برای یک بار قطع و وصل در یک شیفت کاری است.

طول عمر: در کلیدها طول عمر مکانیکی بر مبنای تعداد دفعات قطع و وصل آن‌هـــا بیان می‌شـــود. به همین منظور از یک حـــرف و یک عدد به‌عنوان ضریب استفاده می‌شود. جدول ۲۳ــ۱ حروف اختصاری و مفهوم هریک را نشان می‌دهد. مثلاً D۳ به معنی طول عمری برابر ۳ مرتبه قطع و وصل است.

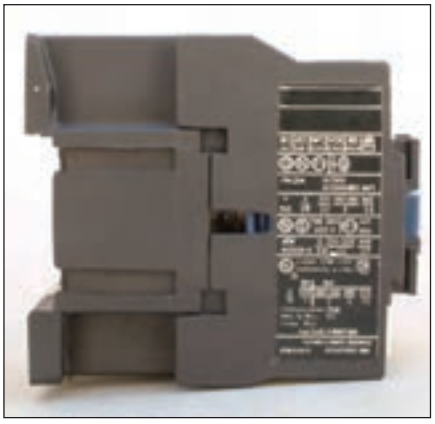
جدول ۲۳ــ۱

حرف اختصاری	A	B	C	D	E	F
ضریب	$۱۰^۳$	$۱۰^۴$	$۱۰^۵$	$۱۰^۶$	$۱۰^۷$	$۱۰^۸$

۴ – ۳۱ – ۱ – طبقه‌بنـــدی کاربـــرد کنتاکتورها: در انتخاب یک کنتاکتور علاوه‌بـــر جریـــان نامی، جریان راه‌انـــدازی، نوع جریان و نـــوع مصرف‌کننده به استحکام پلاتین‌ها نیز می‌بایست توجه داشت. شکل‌های ۲۰۹ــ۱ و ۲۱۰ــ۱ تصاویر نمونه‌های مختلفی از پلاتین کنتاکتورها با جریان‌های قابل تحمل مختلف نشـــان می‌دهد.



شکل (۲۰۶– ۱)



شکل (۲۰۷– ۱)

شکل (۲۰۸– ۱)

شکل (۲۰۹– ۱)

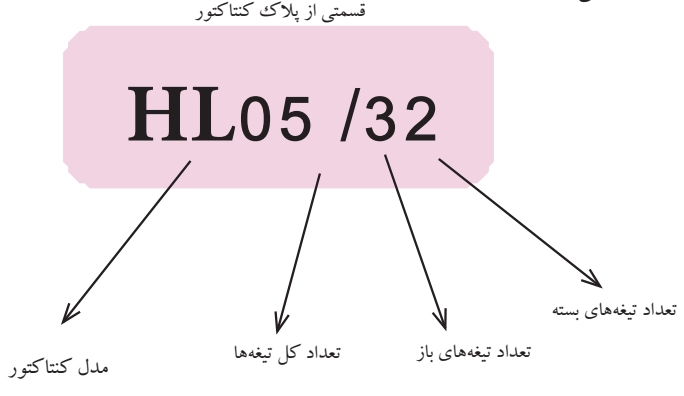
شکل (۲۱۰– ۱)

جـدول ۲۴ــ۱ طبقه‌بندی کاربـردی کنتاکتور با توجه به نوع جریان آن‌ها را نشان می‌دهد.

جدول ۲۴ــ۱

نوع جریان	علامت طبقه‌بندی	مثال برای مورد استفاده	
جریان متناوب	AC1	بار غیراندوکتیو ــ بار با اندوکتیویته ضعیف ــ گرم‌کن برقی	
	AC2	راه‌اندازی موتور آسنکرون‌روتور سیم‌پیچی	بدون ترمز جریان مخالف
	AC2'		با ترمز جریان مخالف
	AC3	راه‌اندازی موتور آسنکرون روتور قفسی	قطع موتور در هنگام کار
	AC4		برای تعداد دفعات قطع و وصل زیاد با فواصل زمانی کم ــ ترمز با جریان مخالف ــ تغییر جهت موتور در حال کار
	AC11	کنتاکتور کمکی	کوپل مغناطیسی
جریان مستقیم	DC1	بار غیراندوکتیو ــ بار با اندوکتیویته ضعیف ــ گرم‌کن برقی	
	DC2	راه‌اندازی موتور شنت	قطع موتور در هنگام کار
	DC3		برای تعداد دفعات قطع و وصل زیاد با فواصل زمانی کم ــ ترمز با جریان مخالف ــ تغییر جهت موتور در حال کار
	DC4	راه‌اندازی موتور سری	قطع موتور در هنگام کار
	DC5		برای تعداد دفعات قطع و وصل زیاد با فواصل زمانی کم ــ ترمز با جریان مخالف ــ تغییر جهت موتور در حال کار
	DC11	کنتاکتور کمکی	کوپل مغناطیسی

۵ ــ ۳۱ ــ ۱ ــ تعـداد تیغه‌های کنتاکتور: تعداد تیغه‌ها معمولاً به کمک دو عدد که به واسطه‌ی یک علامت (/) از هم جدا شده‌اند بیان می‌شوند. عدد سمت چپ، تعداد کل تیغه‌های کنتاکتور و عدد سمت راست که اغلب دورقمی است تعداد تیغه‌های بسـته و باز کنتاکتور را به این صورت نشان می‌دهند. عدد دهگان نشـان‌دهنده‌ی تعداد تیغه‌های باز و عدد یکان نشـان‌دهنده‌ی تعداد تیغه‌های بسته است (شکل ۲۱۱ــ۱).



شکل ۲۱۱ــ۱

جدول ۲۵ـ۱

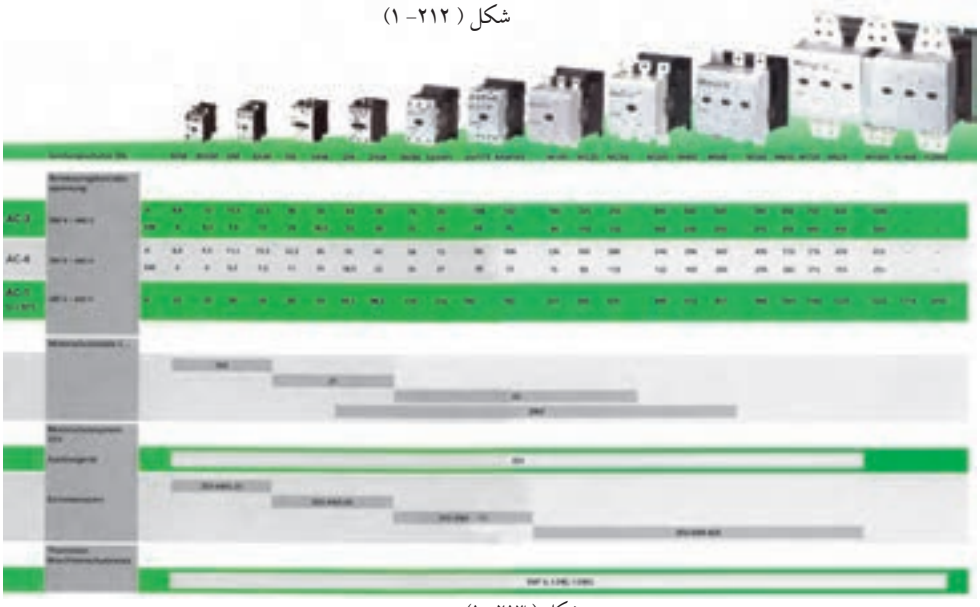
نرم آلمانی	VDE- DIN
نرم فرانسوی	UTE-NF
نرم انگلیسی	B.S
نرم کانادایی	G.S.A
نرم کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک	I.E.C

۶ – ۳۱ – ۱ – نُرم (استاندارد) کنتاکتور: ساخت کنتاکتورها براساس استاندارد مشخص صورت می‌پذیرد از جمله‌ی این استانداردهای مهم می‌توان به موارد جدول ۲۵ـ۱ اشاره کرد.

کنتاکتورها دارای مشخصات دیگری نیز هستند که اغلب در کاتالوگ مشخصات آن‌ها ارائه می‌شود. در شکل‌های ۲۱۲ـ۱ و ۲۱۳ـ۱ دو نمونه جدول مشخصات کنتاکتورهایی از کارخانجات مختلف ارائه شده است.

TYPE C TRIPLE POLE BLOCK CONTACTORS						
تعداد تیغه‌های اصلی		3	3	3	3	3
تعداد تیغه‌های کمکی		1N/O	1N/O+1N/C	1N/O+1N/C	2N/O+2N/C	2N/O+2N/C
جریان برحسب آمپر						
ماکزیمم جریان عبوری در دمای c ۴۰° برای انواع مختلف	AC-1 & 1th.	20A	20A	25A	32A	50A
	AC-3 Ie	12A	12A	16A	22A	35A
	220V	9A	9A	12A	20A	32A
	440V	7A	7A	8.5A	17A	24A
	550V	0.29	0.32	0.32	0.56	0.95

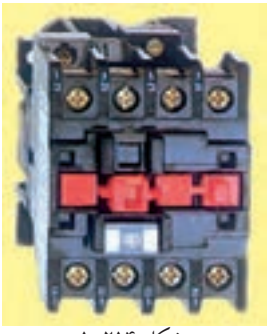
شکل (۲۱۲– ۱)



شکل (۲۱۳– ۱)

توضیح:

برخی مواقع تعداد کنتاکت‌های باز و بسته‌ی موجود روی کنتاکتور مورد نظر برای اتصال مدار به اندازه‌ی کافی نیست در این صورت می‌توان با نصب تیغه‌های کمکی که بر روی کنتاکتور قرار می‌گیرند تعداد تیغه‌های باز و بسته را افزایش داد. شکل‌های ۲۱۴ــ۱ و ۲۱۵ــ۱ کنتاکتورهای مخصوصی که روی آن‌ها اهرم‌های قفل‌شدن وجود دارد و مجموعه‌ی تیغه‌های کمکی را نشان می‌دهد.



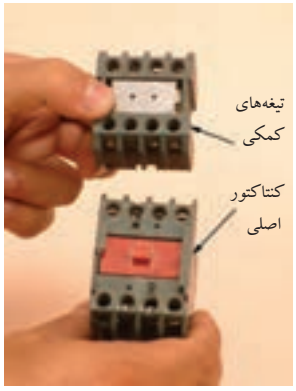
شکل ۲۱۴ــ۱

شکل ۲۱۵ــ۱

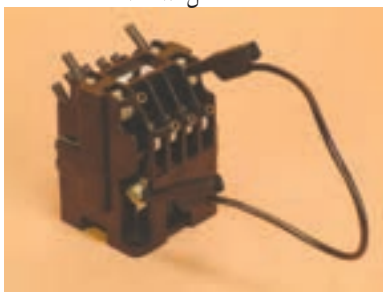
شکل ۲۱۶ــ۱ نحوه‌ی قرار دادن تیغه‌های کمکی (کنتاکتور کمکی) بر روی کنتاکتور اصلی را نشان می‌دهد.

برای جلوگیری از استهلاک و خرابی پیچ‌های کنتاکتورها از فیش‌های ثابتی که قابلیت نصب در زیر پیچ‌های کنتاکتور را دارند می‌توان استفاده کرد.(شکل ۲۱۷ــ۱).

برای انتخاب کنتاکتور مناسب جهت راه‌اندازی موتور سه‌فاز روتور قفس می‌بایست علاوه‌بر جدول ۲۴ــ۱ به موارد دیگری مانند ولتاژ، فرکانس کار و قدرت موتور توجه شود. جدول ۲۶ــ۱ یک نمونه جدول انتخاب کنتاکتور را نشان می‌دهد. در این جدول به ازای توان‌های مختلف در شبکه‌ی سه‌فاز کنتاکتورهای گوناگونی توصیه شده است.نوع آن‌ها را با توجه به راهنمای سمت چپ جدول می‌توان تشخیص داد.



شکل ۲۱۶ــ۱



شکل ۲۱۷ــ۱

جدول ۲۶ــ۱ــ انتخاب کنتاکتور برای موتورهای روتور قفسی

جریان سه فاز ۶۰-۵۰ سیکل					اسب		کیلو وات	
۶۶۰ولت	۵۰۰ولت	۴۴۰ولت	۳۸۰ولت	۲۰۰ولت	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل
					۳	۰/۱۳	۲/۲	۰/۱
					۴	۳/۱	۳	۲/۳
					۵/۵	۴/۱	۴	۳/۱
					۷/۵	۵/۶	۵/۵	۴/۱
					۱۰	۷/۶	۷/۵	۵/۶
					۱۲/۵	۱۰/۱	۹	۷/۶
					۱۳/۵	۱۲/۶	۱۰	۹/۱
					۱۵	۱۳/۶	۱۱	۱۰/۱
					۲۰	۱۵/۱	۱۵	۱۱/۱
					۲۵	۲۰/۱	۱۸/۵	۱۵/۱
					۳۰	۲۵/۱	۲۲	۱۸/۶
					۳۵	۳۰/۱	۲۵	۲۲/۶
					۴۰	۳۵/۱	۳۰	۲۵/۱
					۴۵	۴۰/۱	۳۳	۳۰/۱
					۵۰	۴۵/۱	۳۷	۳۳/۱

شماره فنی کنتاکتور

LCI D09
LCI D12
LCI D16
LCI D25
LCI D40
LCI D63

قابل قطع در حالت کار عادی (3 AC)
۲۵۰۰۰۰۰ مرتبه قطع و وصل
با تأیید
IEC 158 UTE-NF C63110 VDE 0660

۳۲ – ۱ – شستی استپ و استارت

در مدارهای صنعتی برای فرستادن فرمان قطع و وصل به کنتاکتورها، از شستی استفاده می‌شود. شستی‌ها کلیدهای لحظه‌ای هستند. با فشار بر آن‌ها کنتاکت‌هایی وصل یا قطع می‌شوند.

شستی استارت (Start) برای وصل یعنی در مدار قرار گرفتن کنتاکتور و شستی استپ (Stop) برای قطع (از مدار خارج کردن) کنتاکتور به کار می‌رود.

شکل ۲۱۸ـ۱ تصویری از چند نمونه شستی استپ و استارت را نشان می‌دهد.

شکل (۲۱۸- ۱)

شکل ۲۱۹ـ۱ نمونه‌هایی از شستی‌های فقط استپ، فقط استارت و دوبل را نشان می‌دهد.اصطلاحاً در بازار این نوع شستی‌ها به "نوع قارچی" معروف هستند.

شکل (۲۱۹- ۱)

شستی‌های استپ و استارت را به‌ترتیب با حروف «OFF» و «ON» یا «O» و « » نیز نشان می‌دهند. برخی موارد این شستی‌ها در مجموعه‌هایی بسته‌بندی شده و به‌صورت یک قاب وجود دارند.در شکل ۲۲۰ـ۱ نمونه‌هایی از این شستی‌ها را نشان می‌دهد.

در برخی موارد بر روی شستی‌ها از اصطلاحات یا علائم خاصی همچون UP (بالا)، Down (پایین)، FORWARD (جلو) و REVERS (عقب) استفاده می‌شود (شکل ۲۲۱ـ۱).

همچنین دریک سری از شستی‌ها از علائم (فلش‌هایی) به‌صورت ↖ ↗ ↑↓ ← → برای نشان دادن وضعیت و چگونگی حرکت موتور و جهت‌های مختلف استفاده می‌شود.

شستی‌های استپ و استارتِ دو خانه یا بیش‌تر و حتی به‌صورت غیرساکن (آویز) نیز وجود دارند که بیش‌تر در کارخانجات و برای موارد متحرک همچون جرثقیل‌های سقفی کاربرد دارند. شکل ۲۲۱ـ۱ نمونه‌هایی از این شستی‌ها را نشان می‌دهد.

شکل (۲۲۱- ۱)

شکل (۲۲۰- ۱)

در کنار حروف و یا اعدادی که برای بیان شرایط کاری شستی‌ها به کار می‌روند از شستی‌های رنگی مختلف برای نشان دادن وضعیت کاری نیز استفاده می‌شود. شکل ۲۲۲ـ۱ یک نمونه از جدول کاتالوگ شستی‌ها رانشان می‌دهد.

در صورت افزایش تعداد شستی‌های لازم در مدار، می‌توان مطابق شکل ۲۲۳ـ۱ از قاب‌هایی با تعداد خانه‌های بیش‌تر نیز استفاده کرد.

شکل ۲۲۴ـ۱

شکل ۲۲۳ـ۱

رنگ شستی	نوع شستی
سبز	یک شستی
قرمز	
قرمز	
سبز	دو شستی
قرمز	

شکل ۲۲۲ـ۱

در جدول مربوط به کاتالوگ شستی‌ها و یا روی بدنه‌ی آن‌ها برای بیان تعداد و نوع تیغه‌های موجود در شستی از حروف اختصاری به‌همراه یک عدد استفاده می‌شود که مفهوم آن چنین است.

۱NC ــ یک تیغه‌ی بسته

۱NO ــ یک تیغه‌ی باز

۱NC+۱NO ــ یک تیغه‌ی باز و یک تیغه‌ی بسته

شکل ۲۲۵ـ۱ ضمن نمایش شستی‌های مختلف این مطلب را بیان می‌کند.

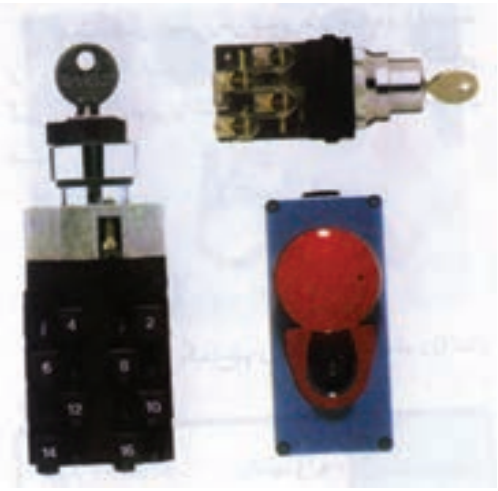
نوع	رنگ	کد، نوع و تعداد تیغه‌ها
		CA-P1 (INO) CA-P2 (INC) CA-P11 (INO+INC)
		CA-PF1 (INO) CA-PF2 (INC) CA-PF11 (INO+INC)
		CA-PM1 (INO) CA-PM2 (INC) CA-PM11 (INO+INC)
		CA-PL1 (INO) CA-PL2 (INC) CA-PL11 (INO+INC)
		CA-PLM1 (INO) CA-PLM11 (INO+INC)

شکل ۲۲۵ـ۱

۳۳ – ۱ – کلید سوئیچ

کلیدهای قفل‌شونده (کلید سوئیچ‌ها) از نظر ساختمان داخلی، شبیه شستی‌ها هستند با این تفاوت که آن‌ها را می‌توان توسط یک سوئیچ قفل کرد.

برای وصل مجدد نیاز به قرار دادن سوئیچ و باز کردن قفل است. از این کلیدها زمانی استفاده می‌شود که بخواهیم درجه حفاظت را افزایش دهیم. در شکل ۲۲۶ـ۱ نمونه‌هایی از این نوع کلیدها را از نمای روبه‌رو و کنار نشان داده شده است.



شکل ۲۲۶ـ۱

۳۴ – ۱ – لامپ سیگنال

لامپ سیگنال یا لامپ خبر در مدارهای فرمان برای نشان دادن وضعیت‌های کاری و یا خاموش بودن مصرف‌کننده‌های برق‌دار و یا بدون برق بودن تابلوها و نیز دیده شدن شستی‌ها استفاده می‌شود.

این لامپ‌ها در توان‌های کم ۱ تا ۵ وات و در رنگ‌های مختلف (سبز، قرمز، نارنجی و ...) و معمولاً از نوع گازی ساخته می‌شوند. گاز این لامپ‌ها اغلب نئون است. ولتاژ کار برخی از لامپ‌های سیگنال، کم می‌باشد.

در چنین مواردی در پشت آن‌ها از یک ترانسفورماتور کاهنده‌ی کوچک استفاده شده است.

شکل ۲۲۷ـ۱ نمونه‌های مختلفی از لامپ‌های سیگنال را نشان می‌دهد.

رنگ	مشخصات و کاربرد	مدل و شکل ظاهری
	Direct Supply inculuded Bulb Lamp Holder E–10 Neon blub 110v– 440 V	
	Direct Supply inculuded Bulb Lamp Holder BA–9S Neon blub 110v– 440 V	
	Trasformers Type Bulb ۶ V E– 100. 15 W	

شکل ۲۲۷ـ۱

در ســاختمان داخلی برخی شستی‌های اســتپ و یا استارت از لامپ سیگنال اســتفاده شده است.شکل ۲۲۸ــ۱ تصویر گسترده‌ی یک شستی را نشان می‌دهد که دارای لامپ سیگنال است.

شکل ۲۲۸ــ۱

شکل ۲۲۹ــ۱ یک استپ و استارت با لامپ نئون را نشان می‌دهد.

در شستی‌های لامپ‌دار از لامپ‌های نئون ۲۲۰ ولتی و یا ولتاژ پایین، به‌ندرت استفاده می‌شود. معمولاً از لامپ‌های ۱۳۰ولتی با یک مقاومت سری با آن، یا یک لامپ ۶ ولت که در داخل آن ترانسفورماتوری قرار گرفته استفاده می‌شود.

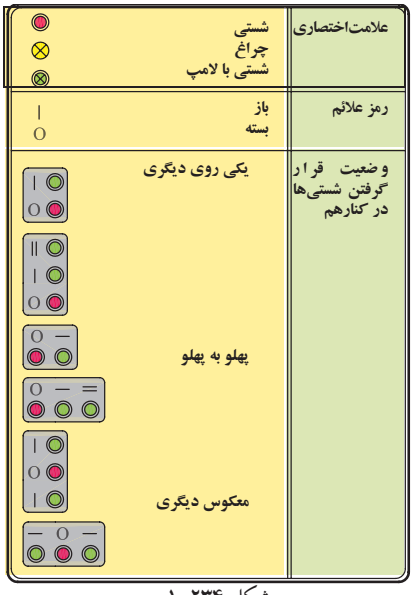
قدرت لامپ‌های ۶ولتی، ۲وات و قدرت لامپ‌های ۱۳۰ولتی، حدود ۳تا۵وات است.

شــکل‌های ۲۳۰ــ۱، ۲۳۱ــ۱ و ۲۳۲ــ۱ مدارهای داخلی این گونه شستی‌ها را نشان می‌دهد.

در شستی‌هایی که فاقد لامپ سیگنال هستند برای بیان مفهوم یا علامتی خاص، از نشانه‌های پلاستیکی مطابق شکل ۲۳۳ــ۱ استفاده می‌شود.

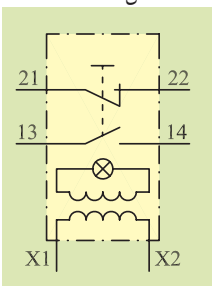
۳۵ – ۱ – چگونگی قرار گرفتن و تعیین رنگ تجهیزات کنترل و نمایش‌دهنده‌ها

تجهیزات کنترل‌کننده (شســتی‌ها) و نمایش‌دهنده‌ها (لامپ‌های ســیگنال) در قالب یکی از شــرایط نشان داده شــده در شکل ۲۳۴ــ۱ در مدارها به‌کار می‌روند.

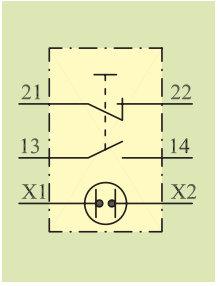


شکل ۲۳۴ــ۱

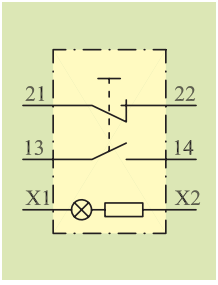
شکل ۲۲۹ــ۱



شکل ۲۳۰ــ۱ – لامپ‌های ۶ ولتی (با ترانسفورماتور)



شکل ۲۳۱ــ۱ – لامپ‌های نئون ولتاژ پایین و یا ۲۲۰ ولتی



شکل ۲۳۲ــ۱ – لامپ‌های ۱۳۰ ولتی

شکل ۲۳۳ــ۱

برای تعیین رنگ شستی های فشاری، خبردهنده های لامپی و شستی های لامپ دار به جدول ۲۷ــ۱ توجه کنید.

جدول ۲۷ــ۱

رنگ شستی‌های فشاری		
فرمان		رنگ
استارت، روشن		سبز
شستی کوچک: ایست، خاموش شستی بزرگ: خاموش ــ اضطراری		قرمز
شروع به برگشت خارج از جریان معمولی کار یا شروع برای رفع شرایط خطرناک		زرد
هر عملی که هیچ کدام از رنگ های بالا برای آن صادق نیست.		سفید،آبی و سیاه
رنگ خبردهنده های لامپی برای نمایش وضعیت کاری		
وضعیت کاری		رنگ
ماشین آماده شروع به استارت		سبز
بدون معنی خاص، مثلاً ماشین در حال کار		سفید
وضعیت غیرعادی، خطر، اعلام خطر		قرمز
توجه یا احتیاط		زرد
همه کارهایی که هیچ کدام از رنگ‌های بالا برای آن صادق نیست		آبی
رنگ‌های شستی های لامپ‌دار		
کار شستن	معنی شستی‌های لامپ‌دار	رنگ
استارت ماشین	آزاد بودن استارت به کار با روشن شدن شستی	سبز
شروع به کار واحدی از ماشین	ماشین در حال کار	سفید
ایست (خاموش- اضطراری نیست)	از شستی های لامپ‌دارقرمز صرف نظر شود به جای آن از شستی‌های قرمز فشاری معمولی استفاده شود.	قرمز
استارت حرکتی برای رفع شرایط خطرناک	توجه یا احتیاط	زرد
هر مفهومی که از رنگ‌های مذکور در بالا استنباط نشود.		آبی

۳۶ – ۱ – آشنایی با رله‌های حرارتی و مغناطیسی

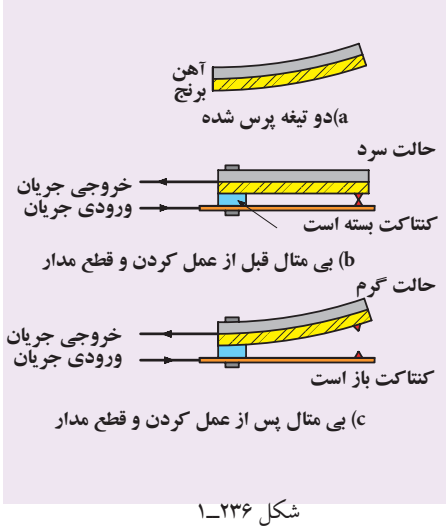
۱ – ۳۶ – ۱ – رله حرارتی

بـرای حفاظت موتورهای الکتریکی در مقابل اضافه بار (بار زیاد) از رله‌های حرارتی استفاده می‌شود. در شکل ۲۳۵ــ۱ چند نمونه از این نوع رله‌ها را مشاهده می‌کنید.

اسـاس کار این رله‌ها بر پایه‌ی اختلاف ضریب انبسـاط طولی دو فلز به‌کار رفته در آن است.

شکل ۲۳۵ــ۱

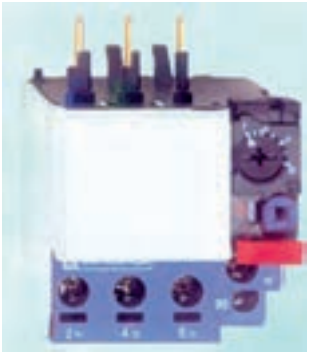
همان‌طور که در شکل ۲۳۶ــ۱ مشاهده می‌شود در ساختمان داخلی آن‌ها از دو فلز آهن و برنج که بر روی هم پرس شده و به‌صورت یکپارچه دیده می‌شوند استفاده شده است.



شکل ۲۳۶ــ۱

براثر عبور جریان از بی‌متال، دو فلز گرم می‌شوند و طول آن‌ها افزایش می‌یابد. از آن‌جایی که ضریب انبساط طولی یکی از فلزات بیش‌تر از دیگری است. دو فلز با هم به سمت فلزی که ضریب انبساط طولی کم‌تری دارد خم می‌شوند. در نتیجه مسیر عبور جریان کنتاکت‌ها باز و مدار قطع می‌شود.

در رله‌های حرارتی، سه تیغه‌ی بی‌متال تعبیه شده که سیم حامل جریان چند حلقـه به دور آن پیچیده می‌شـود. دراثر عبور جریـان اضافه بار، هادی‌ها گرم، حرارت به بی‌متال منتقل می‌شود و باعث خم‌شدن تیغه می‌شود. حرکت هریک از بی‌متال‌ها به اهرمی فشـار می‌آورد و با جابه‌جا شدن اهرم، یک میکروسوئیچ[1] که دارای کنتاکت تبدیل باز و بسـته اسـت تغییر وضعیت می‌دهد و مدار فرمان را قطع می‌کند.



شکل ۲۳۷ــ۱

تیغه‌های مدار قدرت با شـماره‌های یک‌رقمی از ۱ تـا ۶ و ترمینال تیغه‌های فرمان که به‌صورت دوبل (بسته و باز) می‌باشند را با شماره‌های ۹۵ تا ۹۸ مشخص می‌کنند.

ترمینال‌هـای مـدار قـدرت و فرمان بی‌متال را در شـکل ۲۳۷ــ۱ مشـاهده می‌کنید.

شکل ۲۳۸ــ۱ اجزای داخلی یک رله‌ی حرارتی (بی‌متال) را نشان می‌دهد.

شکل ۲۳۸ــ۱

۱ – در قسمت ۳۲–۱ در باره آن بحث می‌شود.

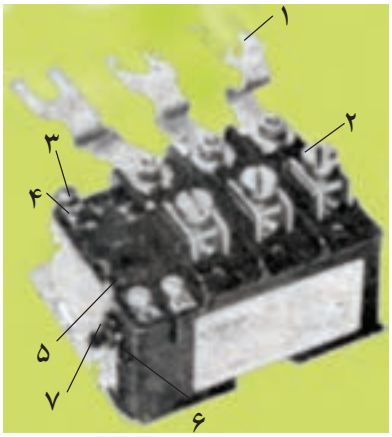
شـکل ۲۳۹ــــ۱ اجزای خارجـی و محل‌هـای اتصال آن به مدار را نشـان می‌دهد.

در شکل ۲۴۰ــ۱ علامت اختصاری بی‌متال در استانداردهای قدیم و جدید نشان داده شده است.

بـر روی بدنـه‌ی بی‌متال‌ها، مشـخصات الکتریکی و شـماره‌ی ترمیال‌های ورودی و خروجی مدار فرمان و قدرت نوشته می‌شود. به کمک آن‌ها می‌توان به محـدوده‌ی جریان نوع مصرف‌کننده و شـماره ترمینال‌ها پی برد و آن‌ها را شناسایی کرده در شـکل‌های ۲۴۱ــ۱ و ۲۴۲ــ۱ تصویر مشخصات دو نمونه از بی‌متال‌ها مشاهده می‌شود.

ورودی بی‌متال به‌صورت میله‌هایی است که در زیر پیچ‌های کنتاکتور قرار می‌گیرند.خروجی آن نیز به‌صورت ترمینال‌هایی است که به‌وسیله‌ی سیم از آن انشعاب می‌گیریم.

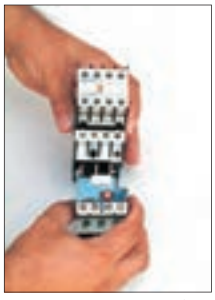
شـکل a ـ۲۴۳ــــ۱و b ـ۲۴۳ــ۱ نحوه‌ی قـرار دادن بی‌متال در زیر پیچ‌های کنتاکتور را نشان می‌دهد.



شکل ۲۳۹ــ۱ اجزای ظاهری بی‌متال

۱ــ اتصالی به کنتاکتور
۲ــ اتصالی به موتور
۳ــ ترمینال مشترک مدار فرمان
۴ــ پیچ تنظیم جریان
۵ ــ ترمینال باز و بسته مدار فرمان
۶ ــ پیچ تغییر وضعیت
۷ــ دکمه اتصال مجدد

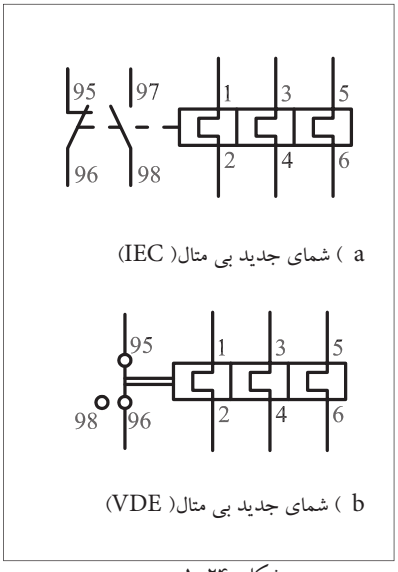
شکل b- ۲۴۳ -۱



شکل a- ۲۴۳ -۱

شکل ۲۴۲ــ۱

شکل ۲۴۱ــ۱



a) شمای جدید بی متال(IEC)

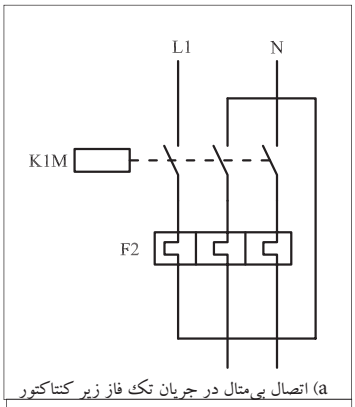
b) شمای جدید بی متال(VDE)

شکل ۲۴۰ــ۱

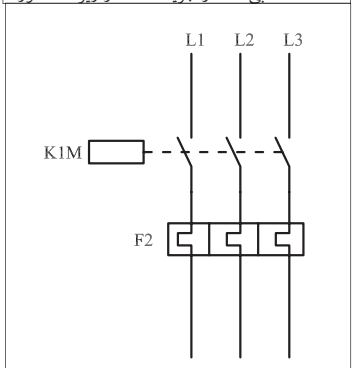
شکل ۲۴۴ــ۱ چگونگی اتصال رله‌ی حرارتی در مدارهای سه‌فاز و تک‌فاز را نشان می‌دهد.

از قسمت فرمان رله‌ی حرارتی و با کمک گرفتن از لامپ سیگنال و یا وسایل خبردهنده‌ی دیگر همچون بوق یا آژیر برای نشان دادن وضعیت قطع رله در برابر جریان اضافی (اضافه‌بار) استفاده می‌شود. شکل ۲۴۵ــ۱ طراحی و طرز کار این رله‌ها به‌گونه‌ای است که پس از عمل کردن بلافاصله به حالت اول برنمی‌گردند و در همان شرایط قطع باقی می‌مانند تا مدار توسط فرد متخصص رفع عیب شود.

پس از برطرف شدنِ اشکال پیش آمده، برای وصل مجدد رله می‌بایست شستی مخصوص Reset(راه‌اندازی مجدد) را که معمولاً به رنگ آبی، قرمز یا سفید است فشار داد تا به حالت طبیعی (وصل) بازگردد (شکل ۲۴۶ ـ۱).



a) اتصال بی‌متال در جریان تک فاز زیر کنتاکتور

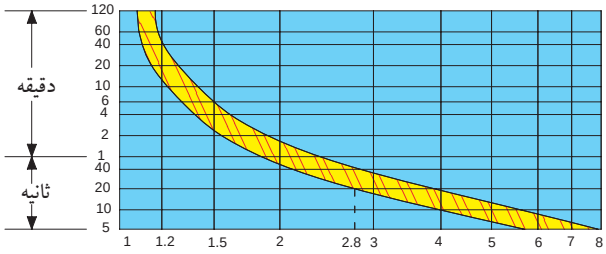


b) اتصال بی‌متال در جریان سه فاز زیر کنتاکتور

شکل ۲۴۴ـ۱

مشخصات الکتریکی رله‌ی حرارتی

رله‌ی حرارتی دارای ولتاژ و جریان نامی برای اتصال به مدارهای الکتریکی است. برای تنظیم مقدار جریان قابل تحمل برای رله‌ها علاوه بر جریان نامی مصرف‌کننده، مدت زمان تحمل رله در مقابل جریان‌های زیاد نیز مطرح است. هر رله دارای منحنی کار جریان به ازای مدت زمان قابل‌تحمل خاصی است. در شکل ۲۴۷ـ۱ یک نمونه‌ی آن مشاهده می‌شود.



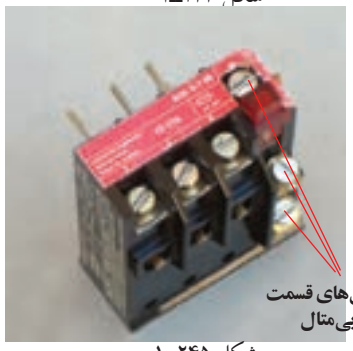
شکل ۲۴۷ـ۱ـ مثلاً اگر جریان مصرف‌کننده ۲.۸ برابر جریان نامی شد پس از گذشت ۲۰ثانیه رله، مدار را قطع می‌کند.

جدول ۲۸ـ۱ مدت زمان قطع رله‌ی حرارتی را در برابر افزایش بار مصرفی نشان می‌دهد.

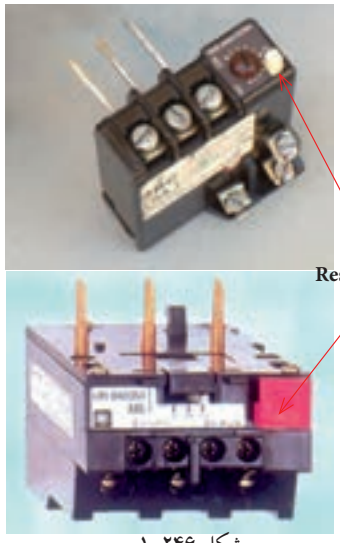
جدول ۲۸ـ۱

مقدار افزایش جریان بار (I_L)نسبت به جریان تنظیمی رله‌ی حرارتی	مدت زمان لازم جهت قطع رله‌ی حرارتی مناسب
$\%۰ \times I_L$	مدار را قطع نکند
$\%۵ \times I_L$	بیش‌تر از ۲ ساعت
$\%۲۰ \times I_L$	کم‌تر از ۲ ساعت
$\%۵۰ \times I_L$	کم‌تر از ۲ دقیقه
$\%۶۰۰ \times I_L$	کم‌تر از ۵ ثانیه

در انتخاب رله‌ی حرارتی (بی‌متالی) برای موتورهای روتور قفسی جدول‌های مختلفی می‌توان استفاده کرد. در این‌جا دو نمونه جدول‌های ۲۹ـ۱ و ۳۰ـ۱ نشان داده شده است.



شکل ۲۴۵ـ۱



شکل ۲۴۶ـ۱

جدول ۲۹ـ۱ـ انتخاب رله‌ی حرارتی (بی‌متال) برای موتورهای روتور قفسی

مشخصات		رله‌ی حرارتی			کامل کردن شماره فنی رله‌ی حرارتی						
قدرت فیوز برحسب متر	حدود تنظیم رله‌ی حرارتی برحسب متر				جریان سه‌فاز ۶۰ـ۵۰ سیکل					قدرت موتور	
	حداکثر	حداقل	اندیکس رله	اندازه	۶۶۰ ولت	۵۰۰ ولت	۴۱۵ ولت	۳۸۰ ولت	۲۲۰ ولت	اسب	کیلووات
۰/۲۵	۰/۱۶	۰/۱	301	LR1 D09	304	305	306	306	307	۰/۵	۰/۳۷
۰/۵۰	۰/۲۵	۰/۱۶	302	LR1 D09	305	306	306	307	308	۰/۷۵	۰/۵۵
۱	۰/۴۰	۰/۲۵	303	LR1 D09	306	307	307	307	308	۱	۰/۷۵
۱	۰/۶۳	۰/۴۰	304	LR1 D09	306	307	307	308	310	۱/۵	۱/۱
۲	۱	۰/۶۳	305	LR1 D09	307	308	308	308	312	۲	۱/۵
۲	۱/۶	۱	306	LR1 D09	308	308	310	310	314	۳	۲/۲
۴	۲/۵	۱/۶	307	LR1 D09	308	310	312	312	316	۴	۳
۶	۴	۲/۵	308	LR1 D09	310	312	312	314	321	۵/۵	۴
۸	۶	۴	310	LR1 D09	312	314	316	319	322	۷/۵	۵/۵
۱۲	۸	۵/۵	312	LR1 D09	314	321	321	321	353	۱۰	۷/۵
۱۲	۱۰	۷	314	LR1 D09	316	321	321	322	355	۱۳/۵	۱۰
۱۶	۱۳	۱۰	316	LR1 D12	316	321	322	327	357	۱۵	۱۱
۲۰	۱۸	۱۳	321	LR1 D16	321	322	353	353	359	۲۰	۱۵
۲۵	۲۵	۱۸	322	LR1 D25	322	353	355	355	361	۲۵	۱۸/۵
۴۰	۳۲	۲۳	353	LR1 D40	353	353	355	357		۳۰	۲۲
۴۰	۴۰	۳۰	355	LR1 D40	353	357	357	359		۳۵	۲۵
۶۳	۵۰	۳۸	357	LR1 D63	355	357	359	361		۴۰	۳۰
۶۳	۵۷	۴۸	359	LR1 D63	355	357	359	361		۴۵	۳۳
۶۳	۶۶	۵۷	361	LR1 D63	357	361	361			۵۰	۳۷

شماره فنی رله حرارتی

LR1 D09	
LR1 D12	
LR1 D16	
LR1 D25	
LR1 D40	
LR1 D63	

شماره فنی رله حرارتی را با افزودن ۳ شماره اندیکس کامل نماید. برای مثال؛ برای ۵٫۵ کیلووات ۳۸۰ ولت نارنجی رنگ $LR_1 - D_{316-12}$

رله‌های حرارتی مستقیماً روی کنتاکتور نصب می‌شوند.

رله‌های حرارتی سری LR_3 برای مصرف در مدارهای سه‌فاز نامتعادل به‌کار می‌رود.

مانند گرمکن‌های برقی ـ روشنایی متفرقه برای مصرف در شبکه ۶۶۰ ولت با ما مشورت فرمایید.

جدول ۳۰ـ ۱

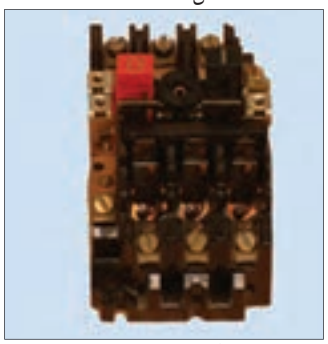
ماکزیمم قدرت استاندارد برای موتورهای سه‌فازه 50/60 Hz AC3 duty 220V	380V	415V	440V	500V	660V	محدوده جریان تنظیمی	کنتاکتور	وزن برحسب kg	اندازه جریان و مدل فیوز aM	gI	BS88
kW hp	kW hp	kW hp	kW hp	kW hp	kW hp	A					
*	*	*	*	*	*	0,1-0,16	D09 to D32	LR1-D09301A65 0,120	0,25	–	2
*	*	*	*	*	*	0,16-0,25	D09 to D32	LR1-D09302A65 0,120	0,50	–	2
*	*	*	*	*	*	0,25-0,40	D09 to D32	LR1-D09303A65 0,120	1	2	2
*	*	*	*	*	0,37 0,5	0,40-0,63	D09 to D32	LR1-D09304A65 0,120	1	2	2
*	*	*	*	0,37 0,5	0,55 0,75	0,63-1	D09 to D32	LR1-D09305A65 0,120	2	4	4
*	0,37 0,5	*	0,55 0,75	0,75 1	1,1 1,5	1-1,6	D09 to D32	LR1-D09306A65 0,120	2	4	6
0,37 0,5	0,75 1	1,1 1,5	1,1 1,5	1,1 1,5	1,5 2	1,6-2,5	D09 to D32	LR1-D09307A65 0,120	4	6	10
0,75 1	1,5 2	1,5 2	1,5 2	2,2 3	3 4	2,5-4	D09 to D32	LR1-D09308A65 0,120	6	10	16
1,1 1,5	2,2 3	2,2 3	2,2 3	3 4	4 5,5	4-6	D09 to D32	LR1-D09310A65 0,120	8	16	16
1,5 2	3 4	3,7 5	3,7 5	4 5,5	5,5 7,5	5,5-8	D09 to D32	LR1-D09312A65 0,120	12	20	20
2,2 3	4 5,5	4 5,5	4 5,5	5,5 7,5	7,5 10	7-10	D09 to D32	LR1-D09314A65 0,120	12	20	25

۲ – ۳۶ – ۱ – رله‌ی مغناطیسی

ازجمله وسایلی که مصرف‌کننده‌های سه فازه را در مقابل اتصال کوتاه حفاظت می‌کند «رله‌ی مغناطیسی» یا «کلید حفاظتی» است. شکل‌های ۲۴۸ـ۱ و ۲۴۹ـ۱ نماهای مختلفی از این رله‌ها را نشان می‌دهند.

در شکل ۲۵۰ـ۱ اجزای داخلی یک رله‌ی مغناطیسی را مشاهده می‌کنید. ازجمله خصوصیات این کلیدها آن است که به هنگام بروز هرنوع خطا در مسیر هریک از فازها یا همه‌ی آن‌ها، مدار تمام فازها هم‌زمان قطع می‌شود. کلیدهای مغناطیسی می‌توانند به رله‌ی حرارتی نیز مجهز باشند.

شکل ۲۴۸ـ۱

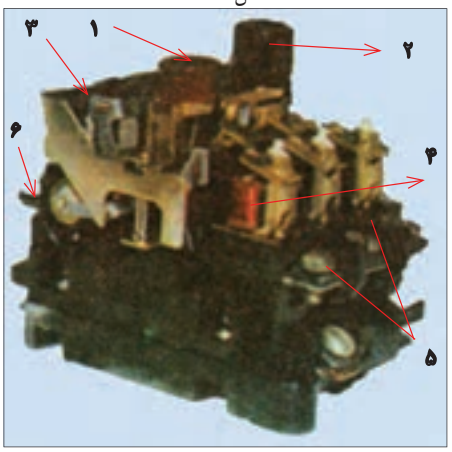


شکل ۲۴۹ـ۱

شکل ۲۵۱ـ۱ تصویر یک رله‌ی مغناطیسی که مجهز به رله‌ی حرارتی نیز می‌باشد همراه شمای مداری آن‌را نشان می‌دهد. نحوه‌ی عملکرد آن به این صورت است که اگر روی یک موتور اضافه‌بار اتفاق بیافتد جریان بیش‌تری نسبت به جریان نامی موتور از اجزای حرارتی آن عبور می‌کند. درنتیجه عناصر بی‌متالی تغییر فرم می‌دهند و پس از مدتی مدار را قطع می‌کنند.

هرگاه اتصال کوتاهی در مدار روی دهد جریان زیادی از بوبین حفاظت‌کننده عبور می‌کند و فوران زیادی را در اطراف آن به‌وجود می‌آورد و در نتیجه اهرم آهنی را به‌طرف خود جذب می‌کند و سبب قطع کلید می‌شود.

رله‌های مغناطیسی در رنج‌های استاندارد شده‌ای از میلی‌آمپر تا کیلوآمپر ساخته می‌شوند.

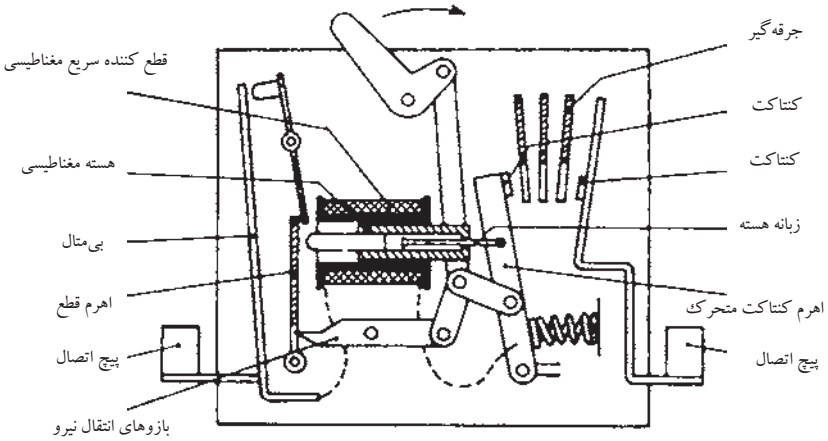


شکل ۲۵۰ـ۱

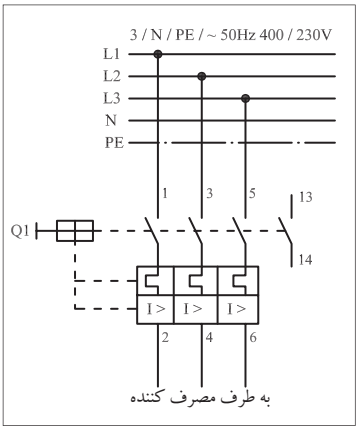
۱ـ دکمه‌ی قطع ۲ـ دکمه‌ی وصل

۳ـ قطع کننده‌ی حرارتی ۴ـ قطع کننده‌ی مغناطیسی

۵ ـ کنتاکت‌های ورودی ۶ ـ کنتاکت‌های خروجی

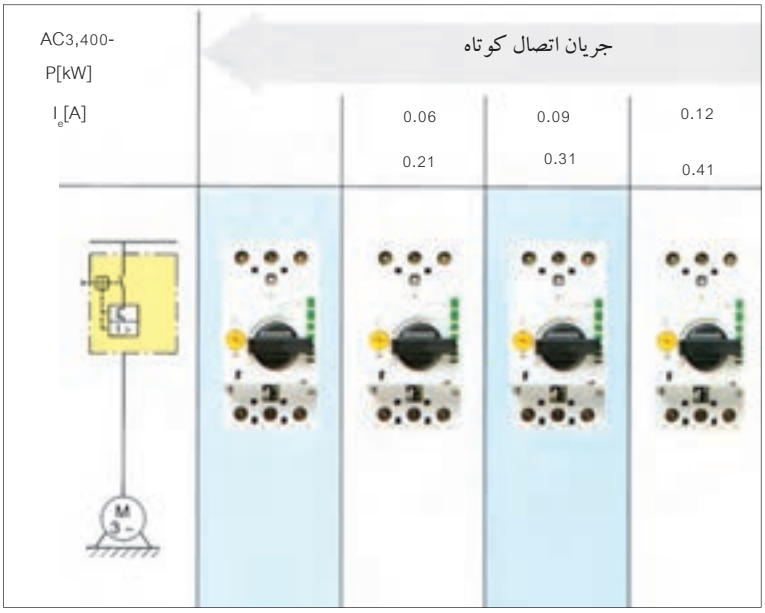


نمونه‌ای از ساختمان و طریقه عمل قطع کننده سریع و بی‌متالی در یک کلید محافظ

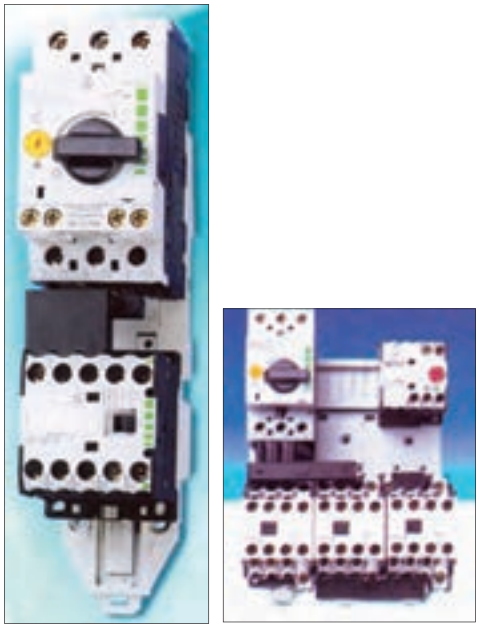


شکل ۲۵۱-۱- شمای فنی کلید حفاظت موتور

شکل ۲۵۲ــ۱نمونه‌های مختلفی از این کلیدها با قدرت تحمل جریان اتصال کوتاهی معادل ۱۰۰ KA را نشان می‌دهد.



شکل ۲۵۲ــ۱



شکل ۲۵۳ــ۱

در صنعــت این نوع رله‌ها به «کلید اتوماتیک» معروفند. از این نوع رله‌ها در مسیر برق ورودی کنتاکتورها به‌جهت حفاظت کل مدار استفاده می‌شود.

شــکل ۲۵۳ــ۱ تصاویری از این رله که در مســیر کنتاکتورها قرار گرفته‌اند را نشان می‌دهد.

به‌طور کلی استفاده از کلید حفاظت موتور برای موتورهای سه‌فازه در شرایط کاری دائم‌کار، خودکار یا آن‌هایی که محل فرمان‌شان دور است یا مستقیماً به برق وصل می‌شــوند ضروری اســت. در این موارد استفاده از فیوزهای معمولی فشنگی توصیه نمی‌شود.

۳۷ – ۱ – آشنایی با رله‌های زمانی

رلــه‌ی زمانی کلیدی اســت که پس از دریافت فرمان براســاس تنظیمی که روی آن صورت گرفته پس از مدت زمانی عمل می‌کند و کنتاکت‌های داخلی بسته‌ی آن، باز و کنتاکت‌های باز، بسته می‌شوند. رله‌های زمانی را تحت عنوان تایمرها نیز می‌شناسند.

تایمرها دارای انواع مختلفی هستند. در این‌جا چند نوع آن بررسی می‌شود.

۱ – ۳۷ – ۱ – تایمر موتوری

در این تایمرها از یک موتور سنکرون کوچک استفاده می‌شود که به‌محض اعمال ولتاژ به آن شروع به گردش می‌کند. این موتور به کمک چرخ‌دنده‌ها،

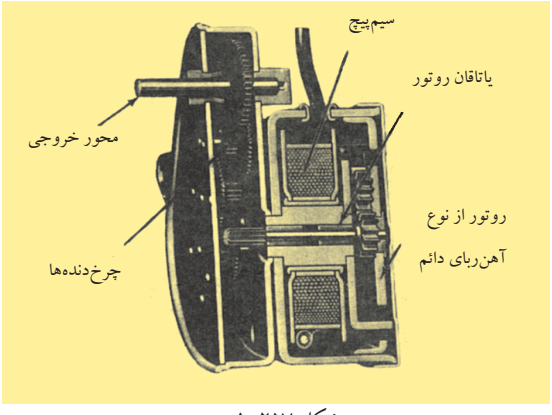
صفحه‌ای را می‌چرخاند.روی این صفحه‌ی زبانه‌ای قرار گرفته است. با گردش موتور پس از گذشت مدت زمان تنظیم شده، صفحه با کلیدی (میکروسوئیچ) برخورد می‌کند و در این حالت فرمان قطع و یا وصل فرستاده می‌شود. وضعیت تایمر تا زمانی که برق آن قطع نشود در همین شرایط باقی می‌ماند.در صورت قطع ولتاژ تغذیه‌ی موتور آن، صفحه‌ی زبانه‌دار توسط فنری که در زیر آن قرار گرفته به‌حالت اول خود باز می‌گردد و میکروسوئیچ آزاد می‌شود.در شکل ۱ــ۲۵۴ نمای روبه‌رو،تایمر را مشاهده می‌کنید.

شکل۱ــ۲۵۵ نمای جانبی این نوع تایمر را به همراه جزئیات نوشته شده روی بدنه آن وشکل ۱ــ۲۵۶ اجزای داخلی تایمر موتوری را نشان می‌دهد.

با چرخاندن ولومی که روی تایمر قرار دارد می‌توان فاصله‌ی بین زائده‌ی صفحه‌ی دوّار تا میکروسوئیچ را تغییر داده و زمان رسیدن زائده به میکروسوئیچ را به مقدار موردنظر تنظیم کرد. شکل ۱ــ۲۵۷ ساختمان داخلی تایمر موتوری را نشان می‌دهد.

شکل ۱ــ۲۵۴

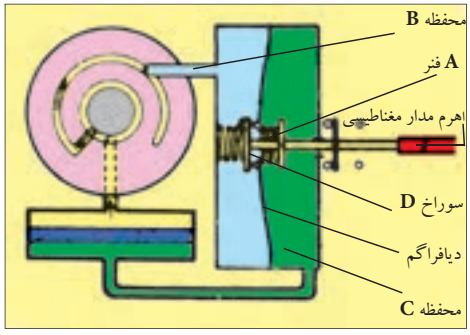
شکل ۱ــ۲۵۵



شکل ۱ــ۲۵۷

۲ – ۳۷ – ۱ – تایمر بادی

ساختمان داخلی یک نوع از این رله‌ها را در شکل ۱ــ۲۵۸ مشاهده می‌کنید.

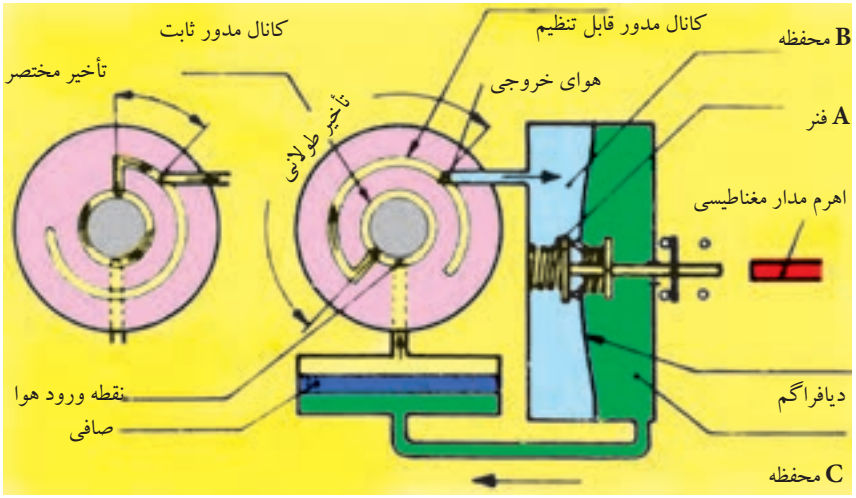


شکل۱ــ۲۵۸

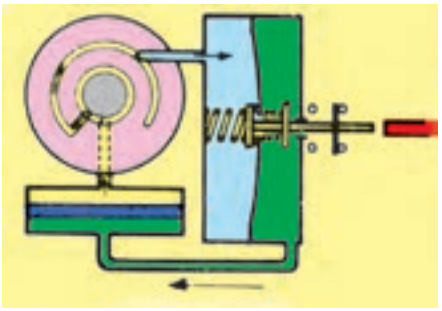
شکل ۱ــ۲۵۶

قبل از تحریک رله، اهرم، مدار مغناطیسی، فنر A و دیافراگم را فشار می‌دهد. هـوای داخـل محفظه‌ی B از طریق روزنه‌ی D که به‌طور لحظه‌ای باز شـده به محفظه‌ی C رانده می‌شود.

وقتی رله تحریک و اهرم مدار مغناطیسی کشیده شد. شکل ۲۵۹ـ۱ فنر A دیافراگم را دفع می‌کند و باعث ایجاد فشار کم در محفظه‌ی B می‌شود. هوای محفظه‌ی C از طریق یک صافی فلزی دوباره به محفظه‌ی B وارد می‌شود.



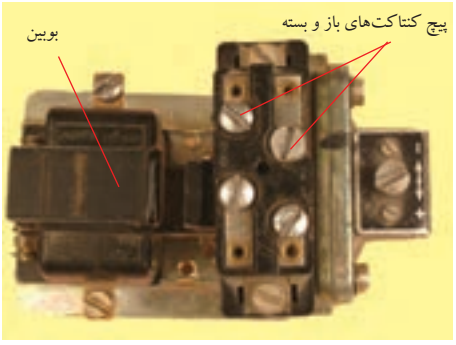
شکل ۲۵۹ـ۱


شکل ۲۶۰ـ۱

نسـبت جریان این هوا به وسـیله‌ی یک کانال با طـول متغیر بین دو صفحه، کنترل می‌شـود. مدت زمان تایمر به وضع قرار گرفتن دو دیسـک بستگی دارد. این تنظیم، توسط دکمه تنظیم در محل انتخابی قرار می‌گیرد.

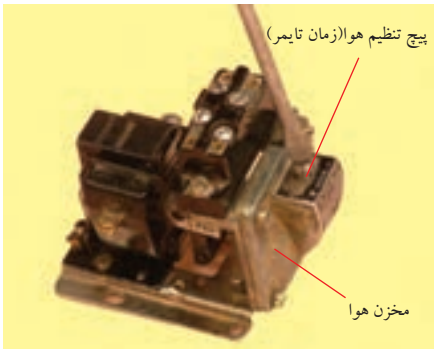
همان‌طور که در شکل ۲۶۰ـ۱ مشاهده می‌شود در پایان زمان تأخیر، کنتاکت عمل می‌کند.

شـکل‌دیگری از رله‌هـای بادی وجود دارد که از یک مخـزن هوا، بوبین و دیافراگمی که در مقابل آن قرار گرفته اسـت تشکیل می‌شود. به محض اتصال برق به بوبین، آن صفحه (دیافراگم) کشـیده شـده و هوا از طریق یک سوراخ که پیچی روی آن وصل شـده اسـت به داخل مخزن مکیده می‌شود. این کار تا زمانی که مخزن کاملاً پر شده و دیافراگم را به سمت خارج بفرستد ادامه می‌یابد (شکل ۲۶۱ـ۱).



شکل ۲۶۱ـ۱

در این رله با تغییر پیچ روی مخزن هوا می‌توان سرعت پرشدن مخزن را کم و زیاد کرد و در فرسـتادن زمان تایمر، تأخیر یا سـرعت به‌وجود آورد (شکل ۲۶۲ـ۱).



شکل ۲۶۲ـ۱

یک نوع تایمر بادی (پنوماتیکی) وجود دارد که می‌توان بر روی کنتاکتورها نصب کرد چرا که محور آن‌ها با محور هسته قفل شده و در صورت جذب هسته تایمر کشیده شده و هوا را به داخل می‌کشد. با چرخاندن ولوم روی تایمرها می‌توان سرعت پر شدن مخزن هوای آن‌ها را تنظیم کرد. شکل a ـ۲۶۳ـ۱ تصویر ظاهری تایمر بادی و شکل b ـ۲۶۳ـ۱ تصویر نصب شده تایمر بادی روی کنتاکتور را نشان می‌دهد.

a) تایمر پنوماتیکی

b) تایمر پنوماتیکی نصب شده روی کنتاکتور

شکل ۲۶۳ـ۱

۳ – ۳۷ – ۱ – تایمر الکترونیکی

این تایمر مشابه دیگر تایمرها دارای یک کنتاکت باز و یک کنتاکت بسته است. ساختمان داخلی آن‌ها از قطعات الکترونیکی همچون ترانزیستور و آی‌سی تشکیل می‌شود. اساس کار و مبنای نگه‌داشتن زمان در این تایمرها، زمان شارژ خازن‌ها است.

شکل ۲۶۴ـ۱ نمای ظاهری و شکل ۲۶۵ـ۱ نمای اجزای داخلی این تایمرها را نشان می‌دهد.

با تغییر مقدار مقاومت و یا خازن، می‌توان مدت زمان شارژ و یا دشارژ خازن را افزایش یا کاهش داد. در تایمرهای الکترونیکی نیز با چرخاندن ولوم تنظیم زمان درواقع مقدار مقاومت اهمی و یا ظرفیت خازن تغییر می‌کند.

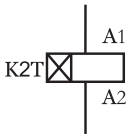
وضعیت و شماره‌ی تیغه‌های تایمر الکترونیکی بر روی بدنه آن نوشته می‌شود. در شکل ۲۶۶ـ۱ دو نمونه از این نوع را مشاهده می‌کنید.

شکل ۲۶۴ـ۱ـ نمای ظاهری تایمر

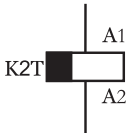
در شکل کلی رله های زمانی (تایمرها) را به دو دسته کلی زیر می توان تقسیم کرد.

شکل ۲۶۵ـ۱ـ نمای داخلی تایمر

I . با تأخیر در وصل



II . با تأخیر در قطع



درتمامی تایمر ها لحظه شروع زمان سنجی آنها از لحظه وصل جریان به بویین آغاز می شود .

اصطلاحات تاخیر در وصل و تاخیر در قطع نشان دهنده نحوه عملکرد کنتاکت در آنها می باشد .

- در تایمر های با تاخیر در وصل با اتصال تغذیه بویین زمان سنجی آنها آغاز

شکل ۲۶۶ـ۱