بخش اول : آشنایی با تاسیسات الکتریکی

آشنایی با جریان سه فاز

جریان سه فاز در مداری که سیم بندی القاء شونده آن (آرمیچر) از سه دسته سیم پیچ جدا که هر کدام نسبت به هم ۱۲۰ درجه الکتریکی اختلاف فاز دارند تهیه می شود.

انواع اتصال در سیستم سه فاز

در سیستم سه فاز معمولاً از سه نوع اتصال استفاده می شود :

الف- اتصال ستاره

ب- اتصال مثلث

ج- اتصال مختلط

-محاسبه جریان و ولتاژ در اتصال ستاره

همانطور که می دانیم در اتصال ستاره اختلاف سطح هر فاز با سیم نول ولتاژ فازی (UP) و اختلاف سطح هر فاز با فازی دیگر ولتاژ (Ul) را تشکیل می دهند. مقدار ولتاژ خط از مجموع دو ولتاژ فازی بدست می آید. به همین جهت برای بدست آوردن مقدار Ul باید برآیند دو ولتاژ فازی را رسم و مقدار آن را محاسبه نماییم. بدین ترتیب که یکی از بردارها را در امتداد و به اندازه خودش رسم کرده و سپس بردار را با بردار پهلویش رسم می کنیم. رابطه روبرو برقرار است :

$$UL = (\sqrt{۳})UP$$

اما جریانی که از هر کلاف عبور می کند همان جریان خط می باشد. یعنی در اتـصال سـتاره جریان خط مساوی جریان فاز است . IL=IP

-محاسبه جریان و ولتاژ در اتصال مثلث

در این روش کلافهای مصرف کننده یا مولد به شکل مثلث قرار می گیرند. همانطور که مـی دانیم ولتاژ خط UL در اتصال مثلث همان ولتاژی است که در دو سر کلاف قـرار دارد یعنـی در اتصال مثلث ولتاژ خط برابر با ولتاژ فاز است : UL = UP

اما جریانی که از هر خط می گذرد مجمـوع بـرداری جریـان دو کـلاف بعـدی اسـت. پـس جریان هر خط ۱/۷۳ برابر جریان هر فاز است : $IP = \sqrt{۳}lL$

-اتصال مختلط ترکیبی از اتصالهای ستاره و مثلث می باشد.

توان در مدارهای سه فاز

در یک اتصال سه فاز توان کل از مجموع توانهای هر فاز بدست می آید : $P = P_۱+P_۲+P_۳$

اگر بار متعادل باشد داریم : $P_۱ = P_۲ = P_۳ = Pph$

پس توان کل می تواند سه برابر توان هر فاز باشد : $P = ۳Pph$

$$P = Up.lp.COS(\varphi)$$

در اتصال ستاره توان بصورت زیر بدست می آید :

$UP = \sqrt{۳}UL$ و ip=iL

$$P = \sqrt{۳} IL.UL.COS(\varphi)$$

در اتصال مثلث هم رابطه بالا صادق می باشد.

روشهای اندازه گیری توان

معمولاً برای اندازه گیری در سیستم سه فاز از دو روش زیر استفاده می کنند :

الف- روش چهار سیم (۳ واتمتری)

ب- روش سه سیم (۲ واتمتری)

الف- روش چهار سیم :

در این روش با استفاده از ۳ واتمتر که سر راه هر فاز قرار می گیرد و سیم نول توان هر فاز جداگانه اندازه گیری شده و مجموع این سه واتمتر توان کل می باشد. اگر بار کاملاً متعادل باشد هر سه واتمتر دارای مقادیر مساوی می شوند. پس در یک بار متعادل فقط از یک واتمتر هم می توان استفاده کرد.

ب- روش سه سیم :

در این روش بدون سیم نول عمل می شود. دو واتمتر که هر کدام بین دو فاز قرار می گیرد البته فاز وسط برای فازهای اول و سوم مشترک است توان کل از مجموع دو واتمتر بدست می آید.

مزایای سیستم سه فاز

۱- در جریان تکفاز مقدار قدرت لحظه ای در قسمتهایی به صفر می رسد اما در جریان سه فاز هیچگاه توان لحظه ای صفر نمی شود چون اگر یکی از فازها مقدارش به صفر برسد فازهای دیگر دارای مقادیر هستند.

۲- راه اندازی موتورهای آسنکرون : می دانیم که برای گردش موتورهای آسنکرون احتیاج به میدان دوار است که این میدان با جریان تکفاز ساخته نمی شود.

۳- تبدیل جریان متناوب به جریان مستقیم : دامنه یکسو در تبدیل سیستم سه فاز به جریان مستقیم دارای ضربان کمتری نسبت به جریان یکسو شده توسط جریان متناوب تکفاز بوده و ضریب بهره آن زیاد است.

عایق کابلها

برای پوشش عایقی سیم ها از پلاستیک / لاستیک و یا از کاغذ استفاده می شود. امروز کابل با عایق پلی وینل pvc بیشتر از کابلهای دیگر بکار می رود. عایق دیگری بنام پلی اتیلن نیز وجود دارد. عایق اکثر کابلهای جریان قوی از کاغذ آغشته به روغن تهیه می شود.

از عایق لاستیکی در جاهایی که احتیاج به چرخش زیاد باشد نیز استفاده می کنند.

ساختمان کابلهای فشار قوی و حفاظت آنها :

قسمت اصلی ساختمان کابلها هادی و عایق آن است. ضمناً کابل را باید در مقابل پدیده های زیر حفاظت نمود :

الف- حفاظت در مقابل فشار و ضربه های مکانیکی

ب- حفاظت در مقابل زنگ زدگی و اکسید شدن هادی

پ- حفاظت در مقابل اثرات شیمیایی و پوسیدگی

ت- حفاظت در مقابل اثرات میدان الکتریکی و اتصال کوتاه شدن و میدان هـای خـارجی و جریان زیاد

علایم اختصاری کابلها

علایم اختصاری کابلهای لاستیکی و پلاستیکی به شرح زیر است :

۱-کابل با هادی مسی مطابق استاندارد VDE	N
۲-کابل با هادی آلومینیومی مطابق استاندارد	NA
۳-عایق پروتودور PVC اولین Y در توالی حرف	Y
۴-عایق پروتونن PET اولین ۲Y در توالی حرف	۲Y
۵-علامت کاغذ متالیزه دور عایق سیم	H
۶-باندراژ محافظ فولادی	F
۷-باندراژ محافظ فولادی	R
۸-باندراژ محافظ فولادی به شکل نوار	B
۹-هادی مسی متمرکز در کابلهای فشار ضعیف	C

۱۰-علامت سیم صفر که بصورت لوله دور عایق سه سیم دیگر پیچیده شده	C
۱۱-سیم زمین	C
۱۲-کابل خرطومی	CW
۱۳-غلاف مسی	S
۱۴-مفتول نگهدارنده برای کابلها در هوا	T
۱۵-غلاف پروتودور	Y
۱۶-روپوش پروتونن	۲Y

بعد از حروف اختصاری تعداد سیم های داخل کابل و مقطع آنها با عدد مشخص و نوع مقطع با حروف زیر تعیین می شود :

r : مقطع گرد s : مقطع مثلثی e : هادی یک رشته ای m : هادی چند رشته ای

معمولاً ولتاژ نامی فازی را با Vo و ولتاژ خطی را با حرف V بعد از علامات اختصاری ذکر می کنند.

مثال : مشخصات کابل زیر را بخوانید. NYY ۳*۵۰+ ۲۵ sm

(۰/۶ / ۱kv)

کابل سه فاز با هادی مسی به مقطع ۵۰ میلی متر مربع و سیم نول به مقطع ۲۵ میلی متر مربع با مقطع مثلثی چند رشته ای با عایق و غلاف پروتودور (pvc) برای ولتاژ ۰/۶ کیلو وات فازی

و ۱ کیلو ولت خطی بدون محافظ. چون این کابل دارای نوار محافظ نیست در جایی مصرف می شود که هیچگونه فشار مکانیکی به آن وارد نشود.

فیوز

از فیوز برای محافظت سیم و کابل ودستگاههای اندازه گیری؛ ترانسفورماتور؛ ماشینهای الکتریکی و دیگر مصرف کننده ها در مقابل جریانهای اضافی و اتصال کوتاه استفاده می شود. البته فیوز در جایی بکار می رود که ارزش نصب یک رله و یا یک کلید جریان را نداشته باشد.

فیوزها براساس مقدار ولتاژ و نوع ساختمان قطع کننده شان به انواع زیر تقسیم می شوند :

الف- فیوز حرارتی ذوب شونده

ب- فیوز حرارتی (بی متال)

پ- فیوز مغناطیسی

ت- فیوز توان بالا NH

ث- فیوز فشار قوی HH

الف- فیوزهای حرارتی ذوب شونده :

در فیوز ذوب شونده یک سیم حرارتی وجود دارد که سر راه جریان بسته می شود و در اثر عبور جریان زیاد گرم شده و در درجه حرارت معینی ذوب می شود و مدار را قطع می کنند

جرقه ای که در زمان قطع ایجاد می شود باعث سوختن وسیاه شدن کنتاکت و عایق های اطراف می شود که بایستی برطرف گردد.

برای برطرف نمودن اثر جرقه سیستم حرارتی را در داخل یک فشنگ چینی یا سفالی عبور می دهند و اطراف سیم را با ذرات کوارتز پر می کنند جرقه ایجاد شده در اثر قطع توسط براده کواتز خنک شده و از بین می رود.

برای تشخیص فیوز ساخته از پولک نشانه استفاده می کنند. این پولک توسط سیم نازکی محکم شده است.

این سیم نازل در هنگام ذوب شدن سیم داخل فیوز پاره شده و پولک توسط نیروی فنر کوچک که در زیر آن قرار گرفته قدری به خارج پرتاب می شود و نشان می دهد که فیوز سوخته است. ضمناً رنگ پولک فیوز نشان دهنده جریان اسمی فیوز است. (جدول۱-۱)

جریان نامی	۲	۴	۶	۱۰	۱۶
رنگ پولک	صورتی	قهوه ای	سبز	قرمز	خاکستری

جریان نامی	۲۰	۲۵	۳۵	۵۰	۶۳
رنگ پولک	آبی	زرد	سیاه	سفید	مسی

جریان نامی	۸۰	۱۰۰	۱۲۵	۱۶۰	۲۰۰
رنگ پولک	نقره ای	قرمز	زرد	مسی	آبی

ب-فیوز حرارتی بی متال

فیوز حرارتی بی متال برای حفاظت در مقابل بار اضافی مدار را قطع می کند. بی متال در مقابل حرارت ناشی از بار اضافی لحظه ای تغییر شکل داده و باعث قطع مدار می شود.

پ-فیوز مغناطیسی

فیوزهای مغناطیسی نیز تابع شدت جریان هستند. در اثر بروز اضافه بار میدان مغناطیسی سیم پیچی فیوز قوی شده و براساس خاصیت جذب یک هسته آهنی مدار را قطع می کند. در این فیوزها زمان قطع خط را می توان بوسیله فنر تنظیم کرد. در بین فیوزهای مغناطیسی فیوز سریع نیز وجود دارد که قطع مدار در زمان معینی تنظیم نمی شود بلکه فیوز با عبور جریان بیشتر از نامی خط فوراً قطع می گردد.

ت- فیوز توان بالا

در شبکه های فشار ضعیف با توان زیاد از فیوزهای NH استفاده می شود. این فیوزها دارای دسته ای می باشند که توسط آن فیوزها در جای خود می اندازند و یا خارج می کنند و به آن فیوزکش گویند.

ث- فیوز فشار قوی

فیوزهای H.H برای فشار قوی مورد استفاده قرار می گیرند و خیلی بلندتر از فیوزهای معمولی تا ۵۰۰ ولت است. برای حفاظت ترانسفورماتورهای توزیع و اندازه گیری مورد استفاده قرار می گیرند.

فیوز H.H فقط در جایی بکار برده می شود که قدرت اتصال کوتاه از ۴۰۰MVA تجاوز نکند. ساختمان فیوز H.H شبیه فیوز فشار ضعیف است. در داخل یک لوله چینی یا فیبری بزرگ سیم فیوز بصورت مارپیچ قرار گرفته و در دو انتها به دو کلاهک فلزی محکم شده است. سیم فیوز بطور آزاد در داخل براده کوارتز قرار گرفته یا مدار در داخل لوله دندانه است و سیم از داخل دندانه ها عبور کرده است. فیوزهای فشار قوی دارای یک سیم فرعی اند که با قطع شدن آن دکمه ای به خارج پرتاب می شود و نشان می دهد که فیوز سوخته است. می توان از حرکت این دکمه برای مدار فرعی استفاده کرد که از قطع فیوز در داخل اطاق فرمان اطلاع حاصل کرد.

انتخاب نوع فیوز

برای خطوط ساده فیوزهای ذوب شونده جهت حفاظت کافی است. اما در شبکه های گسترش یافته با مصرف کنندگان صنعتی تنها فیوزهای ذوب شونده کافی نیست. زیرا در صورت سوختن یکی از سه فیوز قبل از دو فیوز دیگر موتور تحت ولتاژ دو فاز باقی مانده و

خطر سوختن آن در بین است. باید از فیوز بی متال و مغناطیسی استفاده کرد مقدار فیوز برای کابل یا سیم معلوم با توجه به شدت جریان مجاز عبوری از سیم و جریان نامی فیوز انتخاب می شود.

جداول زیر جریان مجاز سیم و فیوز را مشخص می کنند.

تعیین افت ولتاژ مجاز و انتخاب سطح مقطع هادی

خطوط هادی الکتریسیته در حقیقت مقاومتهای الکتریکی هستند که از آنها جریان عبور می کند. با اتصال مصرف کننده به چنین خطوطی و عبور جریان از آنها در خط افت ولتاژ پدید می آید.

با توجه به قانون اهم : مقاومت خط × جریان مصرفی = افت ولتاژ

$$\Delta U = I.R$$

در انتهای خط ولتاژ به اندازه ۲ΔU کمتر از ولتاژ ابتدای خط است. آنچه که برای مصرف کننده مهم است تامین توان نامی آن است.

برای رسیدن به انی امر باید نکات زیر را درگرفت :

الف- سطح مقطع کابل و در نتیجه مقاومت آن را باید طوری انتخاب کرد که افت توان از حد معینی تجاوز نکند و در ضمن حرارت ایجاد شده در اثر عبور جریان از حد معینی تجاوز نکند.

ب- هادیها باید استحکام مکانیکی کهفی داشته باشند. حداکثر افت ولتاژ به درصد در شبکه های گوناگون مطابق جدول زیر می باشد :

ولتاژ نامی شبکه	۳۳۰/۲۲۰	۶KV	۳۰KV	۶۰KV
حداکثر افت ولتاژ	۳/۵٪	۵٪	۱۰٪	۱۰٪

افت ولتاژ قابل در فشار ضعیف برای مصرف کننده های مختلف چنین است :

۱- افت ولتاژ در مورد مصرف کننده های روشنایی ۱/۵ درصد

۲- افت ولتاژ در مورد مصرف کننده های الکترومغناطیسی مانند موتور و غیره ۳ درصد

موازی بستن آلترناتورها :

اتصال یک آلترناتور با آلترناتور دیگر بطور موازی و یا اتصال آلترناتوری به یک شبکه جریان متناوب را عمل سنکرونیزاسیون می نامند. و برای سنکرونیزاسیون مناسب شرایط زیر لازم است :

الف- تساوی ولتاژ موثر آلترناتورها

ب- متناسب بودن سرعت به طوری که فرکانسها باهم برابر باشند.

پ- تساوی فازها

بخش دوم : وسایل کنترل ساده

کلیدها

جهت کنترل وسایل الکتریکی و مصرف کننده ها از وسایل مختلفی استفاده می شود که ساده ترین این وسایل کلیدها هستند. بطور کلی کلید وسیله ای است که با تغییر حالتی که در این وسیله ایجاد می شود. باعث قطع یا وصل مدار می شود. عمل تغییر حالت کلید از نیروی مکانیکی ناشی می شود و نیز اینکه این نیروی مکانیکی مستقیماً به کلید اعمال شود و یا توسط انرژی دیگر مثل الکتریسیته.

می توان کلیدها را کلاً به دو دسته تقسیم نمود :

الف- کلیدهای ساده :

برای تغییر حالت احتیاج به انرژی مکانیکی دارند که بصورتهای یک پل و دو پل و سه پل و ... ساخته می شوند که از نظر ساختمان خود نیز به چند دسته تقسیم می گردند.

ب- کلیدهای مرکب :

این کلیدهای نیروی مکانیکی را جهت تغییر حالت از انرژی واسطه ای دریافت می کنند مثل رله ها و کنتاکتورها.

انواع کلیدهای ساده :

کلیدهای ساده بطور کلی به دو دسته تقسیم بندی می شوند :

کلیدهای لحظه ای (شستی ها)

کلیدهای دائمی که معمولاً از نظر ساختمان بصورتهای اهرمی و غلطکی و زبانه ای ساخته می شوند که در مورد هرکدام توضیحاتی داده می شود.

۱-کلید اهرمی ساده

کلید اهرمی ساده از جمله ساده ترین کلیدها بوده و بوسیله اهرمی که به تیغه های کلید نیرو وارد می کند ارتباط برقرار می نماید. تیغه های کلید به صورت یکنواخت به کنتاکتهای ثابت وصل می شوند. معمولاً از کلیدها بیشتر برای جداکردن مدارهای کم جریان استفاده می کنند. در صنعت اغلب به این «کلید چاقویی» و یا «کلید کاردی» می گویند. در کلیدهای جریان کمتر با استفاده از دو کنتاکت که با فاصله قرار دارند با بستن رشته سیم نازکی عمل فیوز را برای هر تیغه انجام می دهند و در کلیدهای قدرت بالاتر از فیوزهای کاردی (NH) در زیر تیغه استفاده می کنند.

۲-کلیدغلطکی

ساختمان این کلیدها از یک استوانه عایق که حول محوری بصورت غلطک حرکت می کند تشکیل شده در روی استوانه در قسمتهای لازم قطعات هادی بصورت نوار قرار داده شده فرم استوانه و قطعات هادی بصورتی است که با حرکت استوانه در حول محورش می تواند کنتاکتهای ثابتی را به هم وصل و یا از هم جدا نماید.

۳-کلید زبانه ای

در کلید غلطکی به خاطر تماس و سائیدگی که بین نوار هادی و کنتاکتهای ثابت بوجود می آید از عمر کلید کاسته می شود. به همین خاطر از کلید غلطکی کمتر استفاده می شود و بجای آن از کلید زبانه ای استفاده می شود.

در این کلید بجای قراردادن نوار هادی روی استوانه استوانه را طوری طراحی می کنند که دارای برجستگی و فرورفتگی هایی می باشد که این استوانه حول محور خود حرکت کرده و زبانه هایی را بالا و پائین می برد. زبانه مزبور کنتاکتهای متحرک را به کنتاکتهای ثابت وصل و یاآنها را از هم جدا می کند. این کلید بصورتهای روکار و توکار بکار می رود.

راه اندازی الکتروموتور با استفاده از کلیدهای ساده :

مصرف کننده های سه فاز و الکتروموتورهای با قدرت کم را می توان بطور مستقیم به شبکه وصل کرد. در راه اندازی به طور مستقیم از انواع کلیدهای ساده استفاده می کنند. معمولاً این گونه کلیدها ۶ کنتاکت دارند که سه کنتاکت ورودی با حرفهای R,S,T و سه کنتاکت خروجی به حرفهای U,V,W مشخص و دارای دو حالت قطع و وصل می باشند که با علامتهای (O) برای قطع و (I) برای وصل. در نقشه های الکتریکی کلیدها را در حالت قطع نشان می دهند.

راه اندازی موتورها با استفاده از کلید ستاره - مثلث :

همانطوریکه گفته شد موتورهای قدرت پائین را می توان بطور مستقیم به شبکه وصل کرد.

اما الکتروموتور با قدرتهای بالاتر را به علت جریان نسبتاً زیاد در راه اندازی نباید مستقیماً به شبکه وصل کرد بلکه بطور تدریجی، که روشهای مختلفی برای این کار وجود دارد که ساده ترین آنها راه اندازی به روش ستاره مثلث است که هم با کلیدهای ساده و هم مرکب قابل اجرا می باشد.

کلیدهای ستاره- مثلث ساده نیز معمولاً بصورت غلطکی و زبانه ای ساخته می شدند.

این کلید ابتدا سیم پیچهای موتور را بصورت ستاره به شبکه وصل می کند. پس از اینکه موتور به سرعت نرمال خود رسید، با تغییر حالت کلید سیم پیچهای موتور را به حالت مثلث در شبکه قرار می دهد.

پس کلید دارای سه حالت قطع - ستاره و مثلث می باشد.

بخش سوم : کلیدهای مرکب

کلیدهای مرکب

همانطور که گفته شد کلیدهای مرکب نیروهای مکانیکی جهت قطع و وصل را از انرژی واسطه ای مانند الکتریسیته دریافت می کنند مانند رله و کنتاکتور.

تعریف رله :

بطور کلی رله به دستگاهی گفته می شود که در اثر تغییر کمیت الکتریکی و یا کمیت فیزیکی مشخص تحریک شده و موجب بکار افتادن دستگاه یا ماشینی بشود.

تعریف کنتاکتور :

کنتاکتور نیز یک رله است (کلید بوبین دار) که مانند کلید ساده سه فاز دارای سه کنتاکت برای وصل مدار قدرت و کنتاکتهای کمکی جهت مدار فرمان می باشد و اساس کارش بر مبنای بوبین سیم پیچی شده با هسته آهنی است.

-سیم پیچ کنتاکتور ممکن است با جریان مستقیم یا متناوب و یا ولتاژ های ۳۳۰، ۲۲۰، ۱۲۷، ۱۱۰ و ... و با جریان کم تحریک شود. هسته آهنی از دو قسمت که یکی ثابت و دیگری متحرک است ساخته شده.

قسمتی که در زیر قرار گرفته ، ثابت و قسمت بالائی متحرک است و توسط فنر از قسمت ثابت فاصله می گیرد. سیم پیچ کنتاکتور روی قرقره پیچیده در وسط هسته جای می گیرد.

زمانی که این بوبین تحریک شود بخش ثابت هسته بخش متحرک را به سمت خود می کشد و هنگامی که بوبین از منبع انرژی قطع شود.

فنرها قسمت متحرک را مجدداً به جای خود برمی گردانند.

بر روی قسمت متحرک، کنتاکتهای کنتاکتور نصب شده است که با حرکت هسته بالا و پائین می روند.

و با کنتاکتهای ثابتی که در اطراف کنتاکتور قرار دارد تماس برقرار می کنند. بدین ترتیب که کنتاکتهایی که از نظر الکتریکی باز بودند، در اثر جذب هسته بالایی بسته و کنتاکتهای بسته باز می شوند.

کنتاکتهای یک کنتاکتور به دو دسته اصلی و فرعی تقسیم می شوند :

کنتاکتهای اصلی برای ورود جریان سه فاز از شبکه به مصرف کننده و کنتاکتهای فرعی به عنوان کنترل در مدار فرمان عمل می کنند. معمولاً جریانی که کنتاکتهای فرعی می توانند از خود عبور دهند کمتر از جریانی است که کنتاکتهای اصلی از خود عبور می دهند.

ساختمان داخلی کنتاکتور بصورت زیر می باشد :

قاب نگهدارنده کنتاکتهای بالایی

تیغه اصلی

بوبین

هسته

حلقه اتصال کوتاه

کنتاکت اصلی

کنتاکت فرعی

بست نگهدارنده

فنر

قاب نگهدارنده کنتاکتهای پایین

کانال جداکننده

پین نگهدارنده

کنتاکت اصلی

کنتاکت فرعی

بست نگهدارنده

مشخصات کنتاکتور :

مشخصات الکتریکی و حرارتی و مکانیکی هر کنتاکتور بصورت زیر می باشد :

الف- ولتاژ نامی :

هر کنتاکتور ممکن است در شبکه های مختلفی از ولتاژ و فرکانس کار کند لذا باید قطعات آن از نظر عایق تحمل ولتاژ و فرکانس شبکه مزبور را داشته باشد.

ب- جریان نامی :

حجم و شکل هر کنتاکتور مانند هر کلید دیگر باید متناسب باشد با جریانی که آن را قطع و وصل می کند و نیز نوع بار مهم است. به عنوان مثال کنتاکتور ۶۳ آمپری برای یک بار القایی می تواند جریان بیشتری را برای یک بار اهمی مثلاً روشنایی تحمل کند. به همین دلیل شرایط کار در ۴ حالت زیر استاندارد شده است : $RC_1 , RC_2 , RC_3 , RC_4$

ولتاژ نامی	جریان نامی	انرژی مصرفی	درجه حرارت	جریان حرارتی	تعداد تیغه ها
زمان قطع	زمان وصل	عمر مکانیکی	نرم (استاندارد)	---------- --	---------- ---

RC_1 :

این نوع شامل کلیه دستگاههای غیرالقایی می باشد.

نوع RC_2 :

این حالت برای راه اندازی الکتروموتور با رتور سیم پیچی می باشد. جریان راه اندازی تقریباً دو برابر جریان نامی موتور است البته مقدار دقیق جریان بستگی به مقاومت مدار رتور دارد. در حالت بازشدن تیغه ها جریان نامی موتور را قطع می کنند. ولتاژی که در دو سرآنها بوجود می آید تابعی است از نیروی ضدمحرکه موتور و حالت قطع به اسانی انجام می پذیرد.

نوع RC_3 :

این حالت برای راه اندازی الکتروموتورهای القایی رتور قفسی است. در حالت بسته شدن کنتاکتور جریان راه اندازی الکتروموتور را تحمل می کند و در زمان بازشدن جریان نامی که توسط موتور از شبکه کشیده می شود را قطع می کند.

نوع $RC_۴$:

این حالت شامل راه اندازی، ترمز، تغییر جهت جریان در الکتروموتورهای رتور قفسی است. در این حالت نیز جریان در زمان بسته شدن کنتاکتور جریان راه اندازی ۵ تا ۷ برابر جریان موتور است. قطع در این نوع تقریباً مشکل است.

الف- انرژی مصرفی :

ب- انرژی مصرفی :

سیم پیچ بوبین هر کنتاکتور را می توان برای کار با ولتاژهای مختلف طراحی نمود از ۱۲ ولت جریان مستقیم تا ۵۰۰ ولت جریان متناوب. البته اگر جریان مستقیم به سیم پیچ داده شود، بهتر است.

به همین علت در بعضی از کنتاکتورها با استفاده از یکسوکننده ها جریان متناوب شبکه را برای مصرف سیم پیچ کنتاکتور یکسو می کنند.

به علت عبور جریان از سیم پیچ بوبین، کنتاکتور بصورت یک مصرف کننده، مقداری توان مصرف کرده و گرم می شود. یک کنتاکتور خوب باید دارای مصرف داخلی کم باشد.

برای کم کردن مصرف کنتاکتور می توان از یک مقاومت که بعد از عمل کـردن کنتـاکتور با سیم پیچ بوبین سری می شود استفاده کرد.

پ- درجه حرارت کار :

کنتاکتور نیز مانند دیگر وسایل، در درجه حرارت معینی از محیط باید قابل کارکردن باشـد. معمولاً درجه حرارت کار کنتاکتور از ۲۰- تا ۶۰+ سانتی گراد است.

ت- جریان حرارتی :

حداکثر جریانی که در اثر عبور آن کنتاکتور خراب می شود را جریان حرارتی کنتاکتور می نامند.

و این جریان غیر از جریان نامی کنتاکتور است. جریان مزبور نیز روی کنتاکتورها نوشته مـی شود.

ث- تعداد تیغه ها :

همانطور که گفته شد هر کنتاکتور دارای دو قسمت تیغه است. تیغه های اصـلی کـه معمـولاً سه تیغه باز برای قطع و وصل مـدار قـدرت و تعـدادی تیغـه هـای فرعـی بـاز و بـسته کـه در اصطلاح به آن تیغه های کمکی گویند.

ج- زمان قطع و وصل :

عمر مکانیکی :

هر کنتاکتور پس از زمان معینی فرسوده و غیرقابل استفاده می گردد. این زمان را عمر مکانیکی کنتاکتور می نامند.

د- نرم (استاندارد) کنتاکتور :

کنتاکتورها با استانداردهای مشخصی ساخته می شوند که استانداردها بصورت زیر با علامتهای اختصاری آمده است :

۱-نرم آلمانی	VDE – DIN
۲-نرم فرانسوی	UTE – NF
۳-نرم انگلیسی	B.S
۴-نرم کانادایی	CSA
۵-نرم انتشارات کمیسیون بین المللی الکترونیک	I.E.C

آشنایی با قطع کننده های ولتاژ (سکسیونرها) و کلیدهای قدرت (دیژنکتورها).

به طور کلی کلیدها وسیله ارتباط سیستمهای مختلف هستند و باعث عبور و یا قطع جریان می شود. کلید در حالت بسته یعنی عبور جریان و یا در حالت باز یعنی قطع جریان دارای مشخصاتی به شرح زیر می باشد :

۱-در حالت قطع دارای استقامت الکتریکی کافی و مطمئن در کل قطع شدگی است.

۲-در حال وصل باید کلید در مقابل کلیه جریانهایی که امکان عبور آن در مدار هست حتی جریان اتصال کوتاه مقاوم و پایدار باشد و این جریانها و اثرات ناشی از آن نباید کوچکترین اختلالی در وضع کلید و هدایت صحیح جریان به وجود آورد. بدین ترتیب باید کلید فاز قوی در مقابل اثرات دینامیکی و حرارتی جریانها مقاومت باشد. البته برای اینکه ساختمان کلید ساده تر و از نظر اقتصادی مقرون به صرفه باشد. اغلب استقامت الکتریکی و دینامیکی و حرارتی کلید را توسط دستگاههای حفاظتی تا حدودی محدود می کنند کلیدهای فشار قوی را می توان برحسب وظایفی که به عهده دارند به انواع مختلف زیر تقسیم نمود :

۱- کلید بدون بار یا سکسیونر

۲- کلید قابل قطع زیر بار یا سکسیونر قابل قطع زیر بار

۳- کلید قدرت یا دیژنکتور

۱-سکسیونر ساده :

سکسیونر وسیله قطع و وصل سیستمهایی است که تقریباً بدون جریان هستند به عبارتی دیگر سکسیونر قطعات و وسایلی را که فقط زیر ولتاژ هستند از شبکه جدا می سازد. برحسب این تعریف در صورتی که اختلاف پتانسیای بین دو کنتاکت سکسیونر ظاهر نشود قطع آن بلامانع است. همینطور وصل سکسیونر که بین دو کنتاکت آن تفاوت پتانسیلی موجود نباشد مجاز خواهد بود از آنچه گفته شد چنین نتیجه می شود که در واقع سکسیونر یک ارتباط دهنده یا قطع کننده مکانیکی بین سیستمها است. سکسیونر باید در حالت بسته یک ارتباط مکانیکی محکم و مطمئن در کنتاکت هر قطب برقرار سازد و مانع افت ولتاژ گردد لذا باید مقاومت عبور جریان در محدوده سکسیونر کوچک باشد تا حرارتی که در اثر کار مداوم در کلید ایجاد می شود از حد مجاز تجاوز نکند.

این حرارت توسط ضخیم کردن تیغه و بزرگ کردن سطح تماس در کنتاکت و فشار تیغه در کنتاکت دهنده کوچک نگه داشته می شود در ضمن باید سکسیونر طوری ساخته شود که در اثر جرم و وزن تیغه یا فشار باد و برف و غیره خود به خود بسته نشود.

موارد استعمال سکسیونرها :

به منظور حفاظت اشخاص و متصدیان مربوطه در مقابل برق زدگی بکار برده می شود به این جهت طوری ساخته می شوند که در حالت قطع شدگی یا چسبندگی به طور واضح وآشکار

قابل رویت باشند. یعنی در هوای آزاد انجام گیرند. از آنجایی که سکسیونر باعث بستن یا بازکردن مدار الکتریکی نمی شود (برای بازکردن و بستن هر مدار الکتریکی فشار قوی احتیاج به یک کلید دیگری خواهیم داشت به نام) کلید قدرت که قادر است مدار را تحت هر شرایطی باز کند سکسیونر وسیله ای است برای ارتباط کلید قدرت به شین و یا هر قسمت دیگری از شبکه که دارای پتانسیل است. سکسیونر را می توان از نظر ساختمانی به انواع مختلف زیر تقسیم نمود :

۱- تیغه ای ۲- کشویی ۳-دورانی ۴-قیچی ای.

برای جلوگیری از قطع و وصل بی موقع و در زیر بار سکسیونر معمولاً بین سکسیونر و کلید قدرت چفت و بست مکانیکی یا الکتریکی به نحوی برقرار می شود که هنگام وصل بودن کلید قدرت سکسیونر را به هیچ وجه نتوان قطع یا وصل کرد.

مشخصات مهم یک سکسیونر که گویای مشخصات فنی و استقامت الکتریکی و دینامیکی است.

ولتاژ نامی V_n

جریان نامی I_n

جریان اتصال کوتاه ضربه ای I_s

جریان اتصال کوتاه مدت (معمولاً ۱ تا ۳ ثانیه) I_{th}

سکسیونرهای قابل قطع زیربار :

به علت اینکه در بیشتر شبکه ها و پستهای کوچک کلید قدرت و سکسیونر و وسایل اضافی مربوط به چفت و بست آنها مبالغ زیادی از مخارج و هزینه کل تاسیسات را شامل می گردد و به علت اینکه در اغلب موارد نصب کلید قدرت با مزایای قطع و وصل سریع آن حتماً لازم و ضروری نیست کلید سکسیونر قابل قطع زیر بار طرح و ساخته شد سکسیونر قابل قطع زیر بار در ضمن اینکه باید وظیفه یک سکسیونر را انجام دهد یعنی در ضمن برداشتن ولتاژ یا قطع شدگی قابل رویت و مطمئن در مدار شبکه فشار قوی بوجود آورد باید قادر باشد مانند یک دیژنکتور نیز قدرتها و جریانهای کوچک الکتریکی را نیز قطع کند لذا هر سکسیونر قابل قطع زیر بار باید دارای وسیله ای برای قطع فوری جرقه باشد. سکسیونر قابل قطع زیربار اصولاً دارای قدرت وصل بسیار زیاد است و می تواند شدت جریانهایی با شدت ۲۵ تا ۷۵ کیلوآمپر را به خوبی وصل کند.

ولی قدرت قطع آن کم واز ۴۰۰ تا ۱۵۰۰ آمپر تجاوز نمی کند لذا نتیجه می شود که این کلیدها برای قطع جریان اتصال کوتاه ساخته نشده و مناسب هم نمی باشند. در صورتی می توان از سکسیونر قابل قطع زیربار در شبکه های فشار قوی استفاده کرد که مجهز به فیوزهای فشارقوی باشند فیوزهای فشار قوی در ولتاژ ۲۰ کیلو ولت دارای قدرت قطعی در حدود ۴۰۰ مگاولت آمپر می باشند که جریان اتصال را در همان مراحل ابتدایی قطع می کنند از آنچه گفته شد نتیجه می شود که سکسیونر قابل قطع زیربار فقط برای قطع جریان نامی شبکه

مناسب است و جریان اتصال کوتاه را فیوز قطع می کند نه کلید البته باید متذکر شد که پس از قطع جریان اتصال کوتاه توسط سوختن فیوز ساچمه فیوز به طور خودکار باعث قطع سکسیونر به صورت سه فازه خواهد شد چون سکسیونر قابل قطع زیربار باید مدارهای حاصل جریان را قطع و وصل بکند. بنابراین بایستی مجهز به محفظه احتراق بوده که در داخل آن محفظه احتراق جرقه و قوس الکتریکی حاصل از قطع و وصل جریان را خاموش کند.

به محض فرمان قطع کلید تیغه اصلی از کنتاکت تیغه اصلی از کنتاکت ثابت کلید جدا می شود و قوس الکتریکی که ایجاد می گردد در اثر دو عامل زیر خاموش می گردد :

۱- در اثر حرارت قوس الکتریکی مقداری گاز از سطح داخلی عایق متصاعد شده که باعث خنک شدن جرقه شده و عمل خاموش شدن جرقه را سهل تر می سازد.

۲- فاصله بین دو کنتاکت دارای جرقه در اثر بازشدن فنر در داخل محفظه احتراق به سرعت زیاد شده این اضافه فاصله باعث قطع جرقه می گردد.

کلید قدرت یا دیژنکتور :

دیژنکتور کلیدی است که می تواند در موقع لزوم جریان عادی شبکه و در موقع بروز خطا جریان اتصال کوتاه و یا جریان اتصال زمین و یا هر نوع جریانی با هر اختلاف فازی را سریعاً قطع کند در اتصال سه فاز که یک حالت خاصی از بار متعادل است با اینکه فرمان قطع به هر

سه قطب کلید یکجا و در یک زمان داده می شود ولی قطع هر سه فاز تقریباً در فاصله یک چهارم پریود که معمولاً از نظر زمانی بسیار کوتاه است انجام می گیرد. در انتخاب دیژنکتور باید به نکات زیر توجه شود :

۱- ولتاژ نامی کلید که معمولاً برابر ولتاژ شبکه ای است که کلید در آن نصب می شود و می تواند حدود ۱۵٪ هم از ولتاژ شبکه کوچکتر باشد.

۲- جریان نامی کلید که مساوی با بزرگترین جریان کار معمولی شبکه است.

۳- قدرت نامی قطع دیژنکتور که باید با قدرت اتصال کوتاه در محل کلید مطابقت کند در ضمن با همین قدرت قطع قدرت وصل نامی دیژنکتور نیز عملاً مشخص می شود زیرا برحسب تعریف VDE باید قدرت وصل کلید در حدود ۲/۵ برابر قدرت قطع آن باشد.

انواع دیژنکتورها :

۱- روغنی ۲-کم روغن ۳-هوایی)هوای فشرده) ۴-گازی(گاز SF_6)

کلیدهای با قطع و وصل خودکار :

در وسایل خانگی، صنعتی و تجاری کلیدهای بسیاری یافت می شوند که فرمان قطع خود را از سیستم یا وسیله دیگری دریافت می کنند و در نتیجه وسایل متصل به مداری را بطور اتوماتیک کنترل می کنند برخی از انواع مهم این کلیدها را در ذیل تشریح می کنیم :

۱-کلیدهای ساعتی : این کلیدها برای قطع و وصل اتوماتیک مدارها در ساعت معین بکار گرفته می شوند. برخی از این مدارها نظیر چراغهای ویترینها و چراغ خیابانها می باشند. در

انتخاب این نوع کلیدها لازم است به جریان مدار وظرفیت کلیدها که برحسب آمپر داده می شود توجه شود.

این کلیدها ساختمانهای مختلف دارند. در یک نوع آن از موتور کوچکی که از نوع سنکرون انتخاب می شود استفاده می شود که البته در صورت قطع برق از کار می ایستد. در نوع دیگر ساعت مجهز به فنر است که توسط موتور برقی کوک می شود و در صورت قطع برق بکار خود ادامه می دهد و دچار اختلال نمی گردد. در وصل کلیدهای ساعتی حتماً باید فیوزی برای حفاظت موتور و فیوز دیگری برای حفاظت مدار بکار برد.

۲-کلید فشاری : این کلیدها از تغییرات فشار فرمان می گیرند و برای کنترل موتورهایی که تلمبه و یا کمپرسورها را می گردانند یا برای قطع توربین های بزرگ در صورت کم شدن فشار روغن یاتاقانها مورد استفاده قرار می گیرند.

۳-کلید حدی (محدود کننده مامیکر و سوئیچ) : این کلیدها از حرکت و برخورد ماشین با وسایل متحرک به نقطه ثابتی فرمان می گیرد و حرکت آنها را کنترل می کند. این کلیدها در جرثقیل ها و آسانسورها در مکانی که حداکثر تغییر مکان مجاز دستگاه را معین می کند نصب می شود و دستگاه در برخورد به دسته آن مدار را قطع می کند و سبب توقف می گردد. از این کلید در مدارهای فرمان برای کنترل و محدود کردن حرکت قسمتهای مکانیکی، تغییر جهت حرکت و در تایمرها و شناورها و ... بعنوان کلید قطع یا وصل استفاده می شود. ساختمان این کلید مانند شستی بوده و توسط سیستم متحرک به آن نیروی فشار

وارد شده و یا کشیده می شود. به همین دلیل سر اهرم متحرک آن بفرمهای مختلف ساده، قرقره ای، گلوله ای و ... می باشد. در میکروسوئیچ نیز مانند شستی، یا برطرف شدن نیروی مکانیکی وارده به اهرم آن مجدداً انرژی ذخیره در فنر میکروسوئیچ آن را به حالت اول برمی گرداند.

۴-کلیدهای حرارتی : این کلیدها از تغییرات درجه حرارت فرمان قطع و وصل می گیرند و در وسایل مثل سیستم حرارتی مرکزی و یا یخچال و اتوبرقی مورد استفاده قرار می گیرند.

بی متال)رله حرارتی) :

جهت حفاظت موتور در برابر اضافه بار از قطع کننده حرارتی (بی متال) استفاده می شود اساس کار رله حرارتی مانند فیوز حرارتی بی متال می باشد. رله حرارتی دارای سه کنتاکت ورودی و سه کنتاکت خروجی می باشد که در مدارات قدرت و بین کنتاکتور و موتور قرار می گیرد دور هر بی متال چند دور سیم مقاومت دار پیچیده شده که از آن جریان عبور می کند. در اثر عبور جریان از سیم بی متالها گرم شده و خم می شوند. مقدار خم شدن بی متال بستگی به درجه حرارت و همچنین مقدار جریان عبوری از موتور دارد. گرمای حاصل بیش از حد مجاز بی متال را خم کرده و روی کنتاکت کناری که در مدار فرمان قرار می گیرد اثر گذاشته و تیغه وصل را قطع نموده و می تواند تیغه به کنتاکت دیگری وصل شده و لامپ خبر را روشن و آژیری را به صدا درآورد. روی هر بی متال پیچ تنظیم جریان نیز وجود دارد که توسط آن می توان جریان را به اندازه لازم تنظیم نمود)با توجه به جریان نامی موتور).

پس از عمل کردن بی متال کنتاکتور قطع شده و بی متال مجدداً سرد و به حالت اول خود بازمی گردد، در اغلب بی متالها کنتاکت باز شده و پس از سردشدن بی متال به حالت اول خود باز نمی گردد و بسته نمی شود و بایستی با فشار دادن دکمه ای که روی بی متال قرار دارد مجدداً به حالت وصل درآورد.

در بعضی رله های حرارتی حالت MAN و AUTO وجود دارد که با قراردادن اهرم روی AUTO پس از عمل کردن رله، مجدداً بعد از مدتی به حالت اولیه درمی آید.

تایمر(کلید زمانی) :

تایمر کلیدی است مرکب که مانند شستی یا میکروسوئیچ به مدار کنتاکتور فرمان می دهد. فرق تایمر با شستی یا میکروسوئیچ در نوع فرمان دادن آن می باشد شستی بوسیله دست فرمان می گیرد، اما تایمر پس از گذشت مدت زمانی که روی آن تنظیم می شود بطور خودکار فرمان می دهد. بنابراین می توان گفت که تایمر یک شستی اتوماتیک است. تایمر جزء کلیدهای مرکب است، چون از انرژی واسطه ای برای قطع و وصل استفاده می کند. تایمر موارد استعمال زیادی در صنعت دارد، یکی از مهمترین مورد استعمال تایمر در راه اندازی موتورهای سه فازه بصورت ستاره و مثلث می باشد.

تایمرها در انواع مختلف ساخته می شوند که به شرح چند نوع آن می پردازیم :

۱-تایمر موتوری (رله زمانی موتوری) : این تایمر دارای یک موتور کوچک جریان متناوب یک فاز می باشد که با عبور جریان به حرکت درآمده و سرعت آن توسط چرخ دنده هایی کم شده و صفحه دیسک مانندی که روی آن یک زایده قرار دارد را به حرکت در می آورد. (این صفحه در روی محور موتور قرار دارد) با رسیدن این زایده به میکروسوئیچ داخل تایمر باعث فشار به اهرمی شده و کنتاکتهای دیگر را قطع می نماید. زمان عمل تایمر بستگی به محل صفحه و در حقیقت بستگی به فاصله زایده روی صفحه تا اهرم میکروسوئیچ دارد. لذا برای تنظیم زمان تایمر می توان پیچی که روی تایمر می باشد و مدرج است را برای زمان دلخواه تنظیم نمود.

۲-تایمر الکترونیکی : از این تایمر برای تنظیم زمانهای کمتر از ثانیه تا چند ثانیه استفاده می شود. ساختمان این تایمر از مدارات و اجزاء الکترونیکی استفاده شده و با شارژ یا شارژ شدن یک خازن، بوبین رله تحریک می شود. در ساده ترین نوع تایمر الکترونیکی یعنی در تایمر نوع خازنی رله هنگامی وصل می شود که خازن شارژ شده و ولتاژ دو سر آن برابر ولتاژ وصل رله شود (پس از وصل رله بار ذخیره شده در خازن روی مقاومتی که توسط کنتاکت باز رله به دو سر خازن وصل می شود) تخلیه می گردد. در این مدار با تغییر ظرفیت خازن می توان تایمر را تنظیم نمود.

۳-تایمر پنیوماتیک : این تایمر دارای یک کپسول هوا و یک بوبین (سیم پیچ) با هسته آهنی می باشد. وقتی که بوبین تحریک شود، هسته متحرک را جذب می نماید، در اثر جذب

هسته متحرک اهرم بالای آن قطعه ای را که بشکل دم آهنگری است فشار خواهد داد و هوای داخل دم از طریق سوپاپ خارج می شود. وقتی که بوبین از تحریک خارج شود. فنر دم را منبسط می کند. دم از طریق سوپاپ تنظیم از هوا پر می شود. انبساط دم در رابطه با پیچ تنظیم فرق می کند. کار این تایمر شبیه تایمر موتوری می باشد با این تفاوت که تایمر موتوری پس از وصل موتور آن به ولتاژ شروع بکار کرده و بعد از زمان تعیین شده برای آن عمل می کند ولی تایمر پنیوماتیک پس از قطع بوبین آن از ولتاژ شروع به کار کرده و بعد از زمان تعیین شده برای آن عمل می کند.

۴-تایمر حرارتی (رله زمانی حرارتی) : این تایمر دارای بی متال می باشد و زمانیکه جریان وارد آن می شود گرم شده و پس از مدتی عمل قطع یا وصل را انجام می دهد. دقت این تایمر زیاد نیست (سرما و گرمای محیط روی آن اثر می گذارد) به همین جهت از آن در برق صنعتی استفاده نمی کنند، ولی بصورت رله زمانی و راه پله در سیم کشی ساختمان مور داستفاده قرار می گیرد.

تایمرها بطور کلی به دو نوع تقسیم بندی می شوند :

الف- تایمر با تاخیر در وصل (ON – DELAY) به این نوع تایمر باید انرژی داده شود و سپس رله عمل کرده و کنتاکتی را باز یا بسته نماید. مانند رله زمانی موتوری.

ب- تایمر با تاخیر در قطع (OFF – DELAY) این تایمر بعد از قطع انرژی عمل کرده و کنتاکتی را باز یا بسته می نماید. مانند رله زمانی پنیوماتیکی.

زمان تعیین شده در تایمرها خیلی دقیق بوده و حدود دهم ثانیه می باشد.

تایمرها را همواره بایستی همراه کنتاکتور بکار برد و هیچ وقت نباید از آن بجای کلید استفاده نمود.