

## پودمان ۳

### کاربری اجزای شبکه‌های سه‌فاز



## واحد یادگیری ۳

### کاربری اجزای شبکه‌های سه‌فاز

#### آیا تابه‌حال پی برده‌اید

- شبکه‌های توزیع از چه اجزایی تشکیل می‌شوند؟
- کاربری کلیدها در شبکه‌های سه‌فاز چگونه است و به چند دسته تقسیم می‌شوند؟
- کاربری و تنوع فیوزها در شبکه‌های سه‌فاز چگونه است؟
- کاربرد رله‌ها در شبکه‌های توزیع چیست؟
- شینه‌ها چگونه در تابلو نصب می‌شوند و چه مزایایی دارند؟
- کاربری ترانس‌ها و انواع آنها چگونه است؟
- مقره چیست و نوع خاص آن چگونه در تابلو نصب می‌شود؟
- کاربری انواع سیستم‌های اندازه‌گیری شبکه‌های توزیع چگونه است؟
- انواع تابلوهای توزیع با توجه به کاربری آنها چگونه است؟

#### استاندارد عملکرد

پس از اتمام این واحد یادگیری، هنرجویان قادر خواهند بود اجزای شبکه‌های توزیع را شناسایی و تشریح نموده و عملکرد آنها را بدانند. هم‌چنین بتوانند برخی از این اجزا را فعال نموده و راه‌اندازی نمایند.

## کاربری اجزای شبکه‌های توزیع

یکی از مهم‌ترین انواع انرژی که در قرن اخیر به‌خصوص در این سال‌ها به‌صورت بسیار گسترده‌ای، در همه صنایع و همچنین در شناورها مورد استفاده قرار گرفته، انرژی الکتریکی است. به منظور انتقال، توزیع و مصرف این انرژی در شبکه‌های برق، چه در بخش عمومی و چه در بخش صنعتی و یا شناورها، اجزا و قطعات الکتریکی مختلفی، به منظور کاربردهای خاصی مورد استفاده قرار می‌گیرند. در این بخش با اجزای این قطعات و نحوه کارکرد آنها در شبکه سه‌فاز آشنا خواهیم شد. در شناورها نیز با توجه به نیاز هر شناور، بسته به ابعاد، کارایی، مقدار مصرف، نوع شناور و برخی ملاحظات دیگر، همانند واحدهای صنعتی کوچک یا بزرگ، اجزا و قطعات سیستم‌های انرژی الکتریکی انتخاب می‌شوند. هرچند کاربرد و نحوه عملکرد اجزای ذکر شده در شناور و خارج از آن یکسان است، اما با توجه به شرایط خاص دریا و شناورها از نظر استحکام و استانداردهای خاص دریایی، در ساخت و نصب تفاوت‌هایی دارند.

بحث کلاسی



با همکاری هنر آموز خود در مورد مزایای شبکه‌های سه‌فاز نسبت به تک‌فاز بحث کنید.

### به‌کارگیری اجزای قطع‌کننده در شبکه توزیع

در شبکه‌های سه‌فاز، برخی از اجزا در نقش کنترل‌کننده با هدف قطع و وصل مدارها به کار می‌روند. هدف از کاربری این قطعات، جداسازی مدار با هدف کنترل کارکرد یا عدم کارکرد (روشن و خاموش نمودن) آنها و یا جداسازی مدار با هدف داشتن عملکرد صحیح در آنها، می‌باشد.

#### کلید (SWITCH)

کلید یک قطعه الکتریکی است که، برای کنترل، تغییر اتصال وسایل و مصرف‌کننده‌های الکتریکی، جدا کردن قسمتی از مدار از شبکه برق، مانند راه‌اندازی موتورهای تک‌فاز و سه‌فاز، ارتباط دستگاه‌های اندازه‌گیری با شبکه برق یا به‌طور خلاصه قطع و وصل یک مسیر جریان، به کار می‌رود. تغییر وضعیت کلیدها، اغلب به صورت دستی با استفاده از نیروی مکانیکی و یا به صورت اتوماتیک با استفاده از نیروی مغناطیسی یا الکتروموتوری انجام می‌گیرد. کلید مطمئن‌ترین وسیله جداسازی (ایزوله) وسایل الکتریکی از شبکه برق محسوب می‌شود. کلید مکانیکی، از دو قطعه رسانا تشکیل می‌شود که با اتصال آن دو، مدار وصل و با جداسدن آنها مدار قطع می‌شود. به این دو قطعه، کنتاکت (CONTACT) گفته می‌شود. این قطعات باید در برابر خوردگی مقاوم باشند؛ چرا که کلیدها پیوسته در معرض اصطکاک و جرقه هستند. در کلیدها علاوه بر کنتاکت‌ها، بخشی وجود دارد که در دسترس کاربر بوده و کنتاکت را به حرکت در می‌آورد. وجود این بخش باعث می‌شود تا کاربر در تماس مستقیم با کنتاکت‌ها نبوده و ایمنی او حفظ شود.



اصول کلیدها و قوس الکتریکی را مشاهده نمایید.

### تقسیم‌بندی کلیدهای سه‌فاز:

کلیدها از نظر ولتاژ کاری به دو دسته تقسیم می‌شوند. کلیدهای فشارقوی و کلیدهای فشارضعیف. کلیدهایی که با ولتاژ کم‌تر از ۱ کیلو ولت کار می‌کنند، کلیدهای فشارضعیف و کلیدهایی که با ولتاژ بیش از ۱ کیلو ولت کار می‌کنند، کلیدهای فشارقوی هستند.

### انواع کلیدهای فشارضعیف:

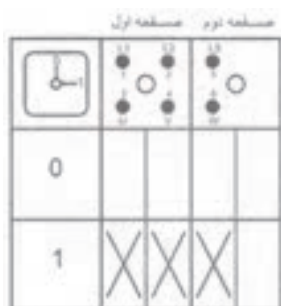
این کلیدها برای قطع جریان‌هایی در حدود چند آمپر تا جریان چند هزار آمپر ساخته می‌شوند. هر چه جریان عبوری از کلید بیش‌تر باشد اندازه کلید نیز بزرگ‌تر خواهد بود. کاربرد انواع این کلیدها در شناورها بسیار زیاد است.

### کلیدهای دستی (غیر اتوماتیک):

کلیدهای غیر اتوماتیک کلیدهایی هستند که فقط برای قطع و وصل مورد استفاده قرار می‌گیرند و فاقد رله می‌باشند. این نوع کلیدها تنها برای قطع و وصل مدار به کار برده می‌شوند و برای انجام این کار باید در محل نصب کلید حضور داشت. انواع مختلف این کلیدها عبارت‌اند از:

### الف) کلید تیغه‌ای یا چاقویی یا اهرمی (KNIFE SWITCH):

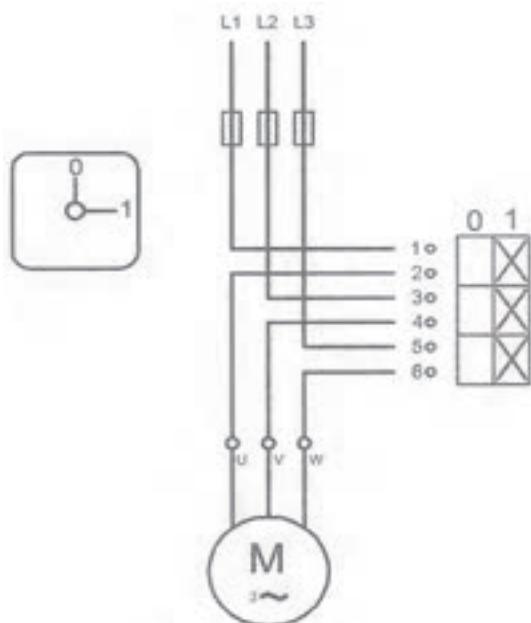
کلید اهرمی، ساده‌ترین نوع کلید بوده که به وسیله یک اهرم به تیغه‌های متحرک کلید نیرو وارد می‌شود و آنها را به کنتاکت‌های ثابت که طرف منبع تغذیه قرار گرفته‌اند وصل می‌کند. کنتاکت‌های ثابت متصل شده به تیغه‌ها، طرف مصرف‌کننده قرار می‌گیرند. در برخی از این کلیدها فیوز نیز تعبیه شده است. از این کلیدها بیش‌تر در مدارهای جریان کم با تعداد دفعات قطع و وصل کم‌تر استفاده می‌گردد (شکل ۱).



شکل ۱- کلید تیغه‌ای یا چاقویی یا اهرمی



مطابق شکل به وسیله یک کلید اهرمی، یک موتور سه‌فاز را به صورت ساده راه‌اندازی نمایید.



### ب) کلیدهای پاکو یا گردان (ROTARY SWITCH):

کلیدهای غلتکی از یک استوانه عایق تشکیل شده اند که توسط دسته کلید حول یک محور به حرکت در می‌آید. بر روی استوانه عایق نوارهای هادی جهت اتصال کنتاکت‌ها به یکدیگر در هر طبقه در محل‌های مناسب تعبیه شده اند. این کلیدها در دو نوع غلتکی و زبانه‌ای موجود می‌باشند. کلیدهای زبانه‌ای بیش‌تر برای قطع و وصل برق سه‌فاز و تک‌فاز در تابلوهای برق قبل از فیوز، راه‌اندازی الکتروموتورها، تغییر جهت گردش الکتروموتورها، اندازه‌گیری انرژی الکتریکی (تغییر ارتباط الکتریکی بین شبکه و دستگاه اندازه‌گیری) اندازه‌گیری جریان و ولتاژ و امثال آن به کار می‌روند. در شناورها از این کلیدها برای انتخاب خطوط ولتاژ یا ولتاژ هر فاز با نول، برای ولت‌متر و تغییر وضعیت ستاره و مثلث، انتخاب تغذیه ژنراتورها یا برق ساحل برای تابلو برق و از کلیدهای تغییر فاز برای جابه‌جایی فاز در صورت جابه‌جا بستن کابل برق ساحل شناورها استفاده می‌گردد.

تصاویر انواع کلیدهای گردان، کاربری و نقشهٔ مربوط به هرکدام از آنها

GEN	X X X
OFF	
SHORE	X X X

کلید انتخاب تغذیه تابلو برق در شناور (برق ساحل یا ژنراتور)



L3-L1	X X X
L2-L3	X X X
L1-L2	X X X
0	
L1-N	X X X
L2-N	X X X
L3-N	X X X

کلید انتخاب ولتاژهای خط یا فاز برای اندازه‌گیری



1	X X X
0	
2	X X X

کلید جابه‌جایی دو فاز (برای جابه‌جایی فاز ورودی برق ساحل در شناورها یا برای تغییر جهت چرخش الکتروموتور)



0	
Y	X X X X
Δ	X X X X

کلید انتخاب سربندی سیم‌پیچ‌ها به صورت ستاره یا مثلث (راه اندازی ستاره یا مثلث الکتروموتورها به صورت دستی)



کاربری اجزای شبکه‌های سه‌فاز

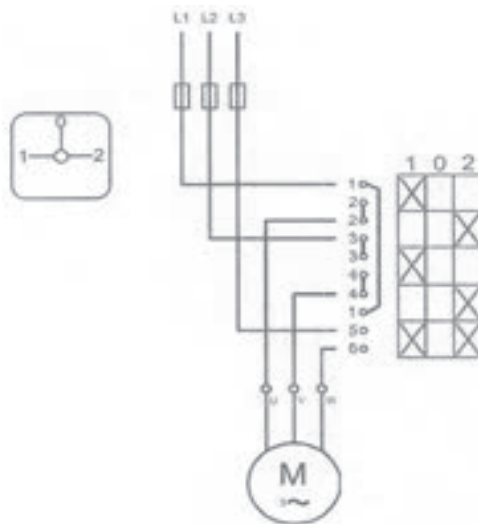
یک نمونه از کلیدهای گردان را به دلخواه تهیه نموده و به کمک اهم‌تر اتصال‌های آن را در وضعیت‌های مختلف بررسی نمایید.

فعالیت  
کارگاهی



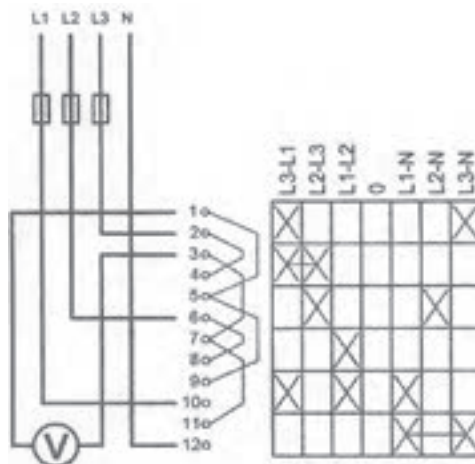
مطابق شکل به وسیله یک کلید جابه‌جایی فاز یک موتور ساده را راه‌اندازی نمایید و سپس وضعیت کلید را تغییر دهید. چه تفاوتی مشاهده می‌کنید؟

فعالیت  
کارگاهی



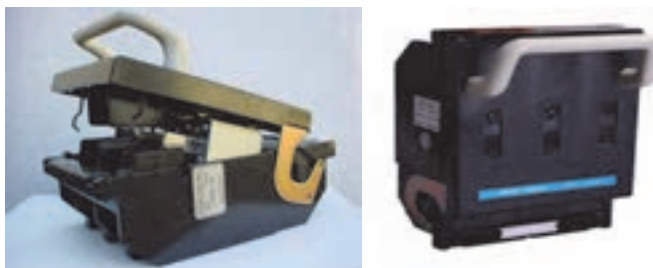
مطابق شکل، کلید انتخاب فاز و خط برای اندازه‌گیری ولتاژ را مطابق شکل روی تابلو نصب کرده و اندازه‌گیری نمایید.

فعالیت  
کارگاهی



### پ) کلید فیوز (FUSE SWITCH):

مدارهای الکتریکی اغلب به وسایل قطع و وصل کننده و حفاظتی نیاز دارند، به همین منظور برای کم کردن هزینه و فضای کار، از تجهیزاتی که هر دو قابلیت را با هم داشته باشند، استفاده می‌گردد (شکل ۲).



شکل ۲- کلید فیوز

تحقیق کنید



با مراجعه به کتاب‌های مرجع و جست و جو در اینترنت، در مورد کلید فیوزها و کاربری آنها تحقیق نمایید.

### ت) کلید استاپ - استارت (STOP-START SWITCH):

این کلید از جمله کلیدهای پرکاربرد در مدارهای فرمان بوده که کنترل مدارهای سه‌فاز را به عهده داشته و انواع متنوعی دارد (شکل ۳).



شکل ۳- کلید استاپ استارت

تحقیق کنید



با جست و جو در اینترنت، انواع کلیدهای استاپ - استارت و قابلیت استفاده آنها را بیابید.

فعالیت  
کارگاهی

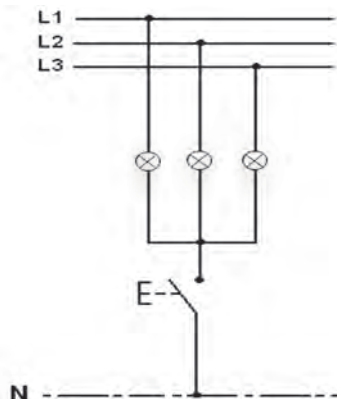


چند نمونه از کلیدهای استاپ - استارت را تهیه کرده و کنتاکت‌های آنها را به وسیله اهم‌متر در کلاس تست کنید.



مطابق شکل، سه‌فاز را به یک سر سه لامپ متصل کرده و با یک کلید استارت به ارت متصل نمایید. با فشردن کلید استارت چه چیزی مشاهده می‌کنید؟ شما یک سیستم شناسایی خطای ارت ساده ساخته‌اید که در تابلو برق برخی شناورها وجود دارد.

فعالیت  
کارگاهی



## کلیدهای خودکار (اتوماتیک)

به کلیدهایی گفته می‌شود که دارای رله هستند و هر کدام برای کاربرد خاصی مورد استفاده قرار می‌گیرند. در انواع خودکار، کلیدها علاوه بر قطع و وصل مدار، معمولاً وظیفه حفاظت در برابر برخی از خطاهای احتمالی در شبکه، نظیر اتصال کوتاه را نیز بر عهده دارند.

با مراجعه به کتاب‌های مرجع و جست‌وجو در اینترنت، در خصوص مزایای کلیدهای خودکار تحقیق کنید.

تحقیق کنید



انواع کلیدهای خودکار به شرح زیر است:

### الف) کلیدهای مینیاتوری (Miniature Circuit Breaker (MCB

این کلید کوچک‌ترین نوع از کلیدهای خودکار است که در ساختمان آن ممکن است تجهیزات لازم جهت حفاظت در برابر اتصال کوتاه و اضافه بار نیز در نظر گرفته شده باشد. اغلب در جریان‌های پایین و در تابلوهای روشنایی و تابلوهای توزیع با توان کم و یا جهت حفاظت مدارهای کنترل و فرمان تجهیزات و تأسیسات برقی مورد استفاده قرار می‌گیرد. در بسیاری از موارد از این کلیدها به عنوان فیوز نیز استفاده می‌شود. به همین علت در تقسیم‌بندی فیوزها بیش‌تر به آن اشاره خواهد شد (شکل ۴).



شکل ۴- کلیدهای مینیاتوری



یک نمونه از کلیدهای مینیاتوری را تهیه نموده و ضمن تست با اهم‌تر، مطابق شکل فوق مشخصات آن را بخوانید.

### ب) کلیدهای اتوماتیک کمپکت (Moulded Case Circuit Breaker (MCCB):

در این کلیدها دو نوع حفاظت یعنی اتصال کوتاه و اضافه بار وجود دارد. مشخصات مربوط به این حفاظت‌ها توسط دکمه‌هایی بر روی کلید قابل تنظیم است. از این کلیدها می‌توان برای قطع جریان‌های زیاد تا چند هزار آمپر نیز استفاده کرد. وصل این کلیدها اغلب به صورت دستی صورت می‌گیرد، اما قطع آنها می‌تواند به صورت

دستی و یا توسط حفاظت‌های آن هنگام وقوع خطا صورت گیرد. ضامن این کلیدها دارای سه وضعیت است. وضعیت قطع که در این حالت کلید قطع است. با فشار دادن این ضامن به سمت بالا کلید وصل می‌شود. در حالتی که کلید به واسطه یک خطا، قطع شده باشد، ضامن در وضعیت وسط یعنی بین حالات قطع و وصل قرار می‌گیرد. در این حالت برای وصل کلید باید آن را به حالت قطع برد و سپس کلید را وصل کرد. جریان کار این کلیدها از ۱۶۰ A تا ۱۶۰۰ A است. در برخی از شناورها، از این کلیدها برای اتصال برق ساحل و یا ژنراتورها به تابلو برق شناور و یا مصرف کننده‌های با جریان بالا استفاده می‌شود (شکل ۵).



شکل ۵- کلید اتوماتیک کمپکت

یک کلید کامپکت تهیه نموده و مشخصات آن را بخوانید و با آن تغذیه یک تابلو یا یک موتور ساده را راه‌اندازی کنید.



### پ) کلیدهای اتوماتیک هوایی (Air Circuit Breaker (ACB):

در برخی از شناورها از این کلیدها در اتصال برق ژنراتورهای اصلی به تابلو برق اصلی استفاده می‌شود. در ساختمان این نوع از کلیدها اغلب از حفاظت‌های کامل‌تری نسبت به بقیه کلیدهای فشارضعیف استفاده شده

که مشخصات مربوط به این حفاظت‌ها به صورت کامل توسط دکمه‌های روی کلید قابل تنظیم است. در این کلیدها ممکن است علاوه بر حفاظت در برابر اتصال کوتاه و اضافه بار، حفاظت در برابر افزایش ولتاژ، افت ولتاژ و موارد دیگری نیز در نظر گرفته شده باشد. قدرت قطع این کلیدها معمولاً بیش‌تر از سایر انواع کلیدهای فشارضعیف است. جریان کار این کلیدها از ۶۳۰ A تا ۶۳۰۰ A است (شکل ۶).



شکل ۶- کلیدهای اتوماتیک هوایی



با مراجعه به کتاب‌های مرجع و جست‌و‌جو در اینترنت، در مورد مکانیزم عملکرد کلید هوایی تحقیق کنید.

### ت) کلیدهای حافظ موتور (MPCB) (Motor Protection Circuit Breaker) :

این کلیدها برای قطع و وصل و نیز حفاظت موتورهای الکتریکی طراحی شده و می‌تواند شامل حفاظت در برابر اضافه بار، اتصال کوتاه و موارد مشابه باشد. این کلید به گونه‌ای ساخته شده است که جریان شدید در لحظه راه‌اندازی موتور را اتصال کوتاه در نظر نگیرد. این کلیدها اغلب تا  $100\text{ A}$  ساخته می‌شوند و برای موتورهای تا  $55\text{ KW}$  مناسب هستند (شکل ۷).



شکل ۷- کلیدهای حافظ موتور

### ث) کلیدهای محافظ جان (RCCB) یا Residual Current Circuit Breaker (RCD) Residual- Current Device :

برای حفاظت از جان افراد در مقابل خطر برق گرفتگی و جلوگیری از خطرات جریان نشتی، از کلیدهای حفاظت از خطر برق گرفتگی (محافظ جان) استفاده می‌شود. این کلیدها که براساس حساسیت خود به دو نوع خانگی و صنعتی تقسیم می‌شوند، علاوه بر حفاظت افراد در مقابل تماس مستقیم و یا غیر مستقیم برق، با جلوگیری از نشتی جریان در حفاظت دستگاه‌ها و تجهیزات صنعتی نیز مؤثر می‌باشند. براین اساس در صورتی که حساسیت کلیدها تا  $30$  میلی‌آمپر باشد این کلید به عنوان حفاظت از جان و در صورتی که حساسیت آن بیش‌تر از  $30$  میلی‌آمپر باشد به عنوان حفاظت از تجهیزات صنعتی به کار می‌رود (شکل ۸).



شکل ۸- کلیدهای محافظ جان

تحقیق کنید



با مراجعه به کتاب‌های مرجع و جست‌وجو در اینترنت، در مورد اساس کار کلیدهای حفاظت از جان و اجزای آن تحقیق نمایید.

تحقیق کنید



با مراجعه به اینترنت، شمای پویانمایی شده از عملکرد RCD سه‌فاز را ملاحظه نمایید. همچنین، در مورد مشخصات و روش نصب کلیدهای حفاظت از جان تحقیق نمایید.

فعالیت  
کارگاهی



یک کلید محافظت از جان را تهیه نموده و در یک شبکه وصل نمایید.

### ج) کنتاکتور CONTACTOR:

کنتاکتور یا کلید مغناطیسی وسیله‌ای است که در آن کنتاکت‌های کلید با استفاده از خاصیت الکترومغناطیسی به یکدیگر وصل و یا از هم جدا می‌شوند. به عبارت دیگر، یک کلید کنترل شونده به صورت الکتریکی است که برای کلیدزنی یک مدار قدرت یا کنترل مورد استفاده قرار می‌گیرد. عملکرد کنتاکتور شباهت زیادی به رله ساده دارد. کنتاکتورها از دو هسته E شکل که یکی ثابت و دیگری متحرک است ساخته می‌شوند. در میان هسته ثابت یک سیم‌پیچ قرار دارد که با عبور جریان از آن نیرویی ایجاد می‌شود که هسته متحرک را به سمت هسته ثابت حرکت می‌دهد. با حرکت هسته متحرک، کلید وصل می‌شود. این کلید فقط تا وقتی که از بوبین الکترومغناطیسی آن جریان عبور می‌کند، وصل است و به محض قطع جریان یا ولتاژ، هسته متحرک توسط فنر به حالت اول برگشته و کلید خود به خود قطع می‌شود. (شکل ۹)



شکل ۹- کنتاکتور

کاربری اجزای شبکه‌های سه‌فاز

تحقیق کنید

با مراجعه به کتاب‌های مرجع و اینترنت، در خصوص اجزای تشکیل دهنده و اصول کار کنتاکتور تحقیق نمایید.



فعالیت  
کارگاهی

یک کنتاکتور را باز نموده و اجزای داخلی آن را مشاهده و شناسایی کنید.



فعالیت  
کارگاهی

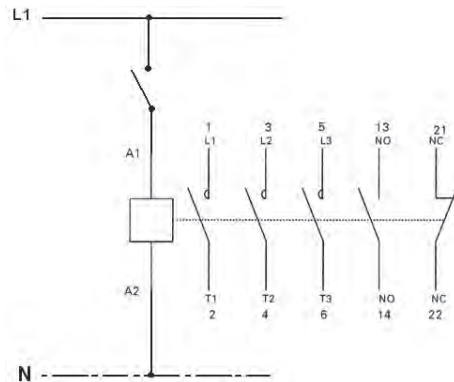
یک کنتاکتور را تهیه نموده، به وسیله یک اهم‌متر همه کنتاکت‌های آن را بررسی نمایید. سپس به صورت دستی قسمت متحرک آن را فشرده و همان کنتاکت‌ها را بررسی نمایید.



فعالیت  
کارگاهی

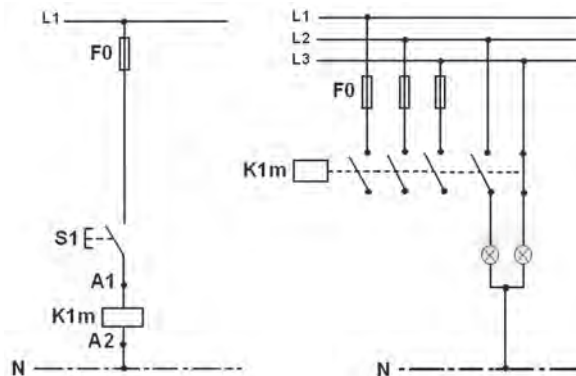
به کمک هنرآموز، تغذیه الکتریکی بوبین کنتاکتور را متصل نموده و کنتاکت‌های آن را با اهم‌متر بررسی نمایید.





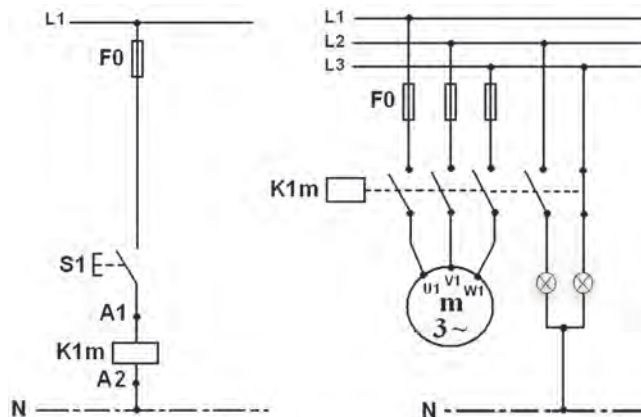
مطابق شکل، به ورودی‌های کنتاکت‌های NO و NC کنتاکتور یک فاز وصل نموده و خروجی آنها را به دو چراغ وصل کنید و طرف دیگر چراغ‌ها را به نول وصل نمایید. سپس بوبین کنتاکتور را فعال نموده و تغییرات آن را ملاحظه کنید. به نظر شما چراغ‌ها چه کاربردی می‌تواند داشته باشد؟

فعالیت  
کارگاهی



در فعالیت کارگاهی فوق سه فاز را وارد تیغه‌های اصلی کنتاکتور و از آن‌جا روی تخته کلم موتور وصل نموده و مانند شکل فعال نمایید. مشاهده می‌کنید که پس از برداشتن دست از روی شستی استارت، موتور خاموش می‌شود، دلیل آن چیست؟ برای حل این مشکل چه راهی پیشنهاد می‌کنید؟

فعالیت  
کارگاهی



تحقیق کنید



با مراجعه به کتاب‌های مرجع و جست‌وجو در اینترنت، مزایای کنتاکتور را نسبت به سایر کلیدهای دستی بیابید.

تحقیق کنید



با مراجعه به کتاب‌های مرجع و جست‌وجو در اینترنت، در خصوص هر یک از واژه‌های زیر در کنتاکتور تحقیق نمایید. مقادیر نامی کنتاکتورها، پارامترهای پلاک، جریان‌های نامی، جریان دائمی، جریان کار نامی، ولتاژهای نامی، قدرت قطع، نحوه انتخاب کنتاکتور.

پرسش



هر یک از علائم زیر که در روی کنتاکتور نوشته شده اند چه مفهومی دارد؟

V(ac)	240	440	550	690
KW	4.5	7.5	7.5	7.5
A	18	18	13	9

IEC60947 , EN60947 , B55424 , VDE06060

HL35/32

AC3,E3

AC1 I(th)=40A U(i)=690V

در شناورها، کنتاکتور نسبت به سایر قطعات معرفی شده کاربرد بیشتری دارد. بوبین کنتاکتورها با ولتاژهای مختلفی تغذیه می‌شود. کنتاکتورهای در معرض آب گرفتگی، مانند پمپ‌های خن (Bilge pump) یا لنگر (Anchor) در برخی شناورها از ولتاژهای پایین مانند ۲۴ ولت تغذیه می‌شوند. آیا دلیل آن را می‌دانید؟

نمایش فیلم



انواع کلیدهای فشار ضعیف و کاربری آنها مشاهده کنید.

## کلیدهای فشار قوی و انواع آن

کلیدهایی را که برای کار در ولتاژهای بالای یک کیلو ولت طراحی شده و مورد استفاده قرار می‌گیرند، کلیدهای فشارقوی می‌نامند. این کلیدها بسته به این که قابلیت قطع جریان را داشته باشند یا نه به انواع سکسیونرها و دژنکتورها تقسیم می‌شوند.

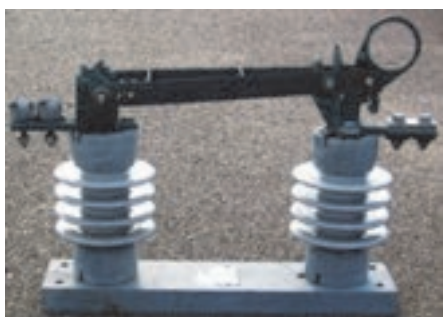


با مراجعه به کتاب‌های مرجع و جست‌وجو در اینترنت، در مورد استانداردهای کلید قدرت تحقیق نمایید.

### سکسیونر (SECSIONER):

ساده‌ترین نوع کلیدهای فشارقوی هستند که در آنها هیچ مکانیزمی برای قطع جرقه در نظر گرفته نشده است. بنابراین این کلیدها نمی‌توانند زیر بار یعنی موقعی که از آنها جریان زیادی عبور می‌کند، قطع و یا وصل شوند. این کلیدها در درجه اول به منظور حفاظت اشخاص و متصدیان مربوطه در مقابل برق گرفتگی به کار برده می‌شوند؛ به همین خاطر به گونه‌ای ساخته می‌شوند که در حالت قطع یا وصل، محل قطع شدگی یا چسبندگی به طور آشکارا قابل دیدن باشد. امروزه برخی سکسیونرها در زیر بار با جریان‌های کم، قابل قطع و وصل می‌باشند. انواع سکسیونرها عبارتند از:

#### الف) سکسیونر تیغه‌ای:



شکل ۱۰- سکسیونر تیغه‌ای

این سکسیونرها که برای ولتاژهای تا ۳۰ KV به صورت یک پل و سه پل ساخته می‌شوند، دارای تیغه یا تیغه‌هایی هستند که در ضمن قطع کلید، عمود بر سطح افق حرکت می‌کنند و در بالای ایزولاتور (پایه) قرار می‌گیرند. قطع و وصل کلید ممکن است دستی و یا موتوری از راه دور (اتاق فرمان) باشد (شکل ۱۰).

#### ب) سکسیونر دورانی:

برای ولتاژهای زیاد و بیش‌تر در نیروگاه‌ها کاربرد دارد. به جای یک تیغه بلند و یک کنتاکت ثابت دارای دو تیغه متحرک و دورانی می‌باشد که با برخورد آنها به هم ارتباط الکتریکی برقرار می‌شود. در این نوع کلید حرکت تیغه‌ها به موازات سطح افقی و یا عمود بر سطح محور پایه‌ها انجام می‌گیرد. سکسیونر دورانی به صورت یک‌فاز ساخته می‌شود و با توجه به نوع شین‌بندی شبکه، سه‌تای آنها به صورت متوالی در کنار هم یا به طور سری پشت سرهم در شبکه سه‌فاز نصب می‌گردد. مزیت این سکسیونرها این است که با کوچک بودن طول بازوی تیغه، فاصله هوایی لازم بین دو تیغه به وجود می‌آید، چون تیغه‌ها با گردش پایه‌ها باز و بسته می‌شوند (شکل ۱۱).



شکل ۱۱- سکسیونر دورانی



### پ) سکسیونر قیچی‌ای:

سکسیونر قیچی‌ای برای فشارهای زیاد و خیلی زیاد مناسب است، زیرا کنتاکت ثابت آن را شین یا سیم هوایی تشکیل می‌دهد و احتیاجی به دو پایه عایقی مجزا از یکدیگر که در فشار قوی باعث بزرگی ابعاد و سنگینی وزن آن می‌شود ندارد و فقط شامل یک پایه عایقی است که تیغه قیچی مانند کنتاکت دهنده روی آن نصب می‌شود و با حرکت قیچی مانند با شین یا سیم هوایی ارتباط پیدا می‌کند (شکل ۱۲).



شکل ۱۲- سکسیونر قیچی‌ای

### ت) سکسیونر کشویی:

سکسیونر کشویی برای کیوسک یا قفسه‌هایی که دارای عمق کم هستند بسیار مناسب است. در این سکسیونر تیغه متحرک در موقع قطع در امتداد خود حرکت می‌کند و بدین جهت فضای اضافی برای تیغه در حالت قطع از بین می‌رود. برای جریان‌های خیلی زیاد که هر قطب از چندین تیغه موازی تشکیل می‌شود، سکسیونر کشویی دارای این مزیت است که می‌توان تیغه‌ها را به صورت لوله ساخت و در داخل هم جای داد. این روش باعث می‌شود که جریان در لوله‌ها که در داخل هم قرار دارند بهتر از تیغه‌های پهلوی هم تقسیم شود (شکل ۱۳).



شکل ۱۳- سکسیونر کشویی

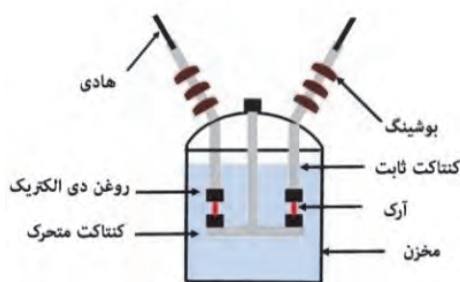
### دژنکتور یا مدار شکن‌ها یا CIRCUIT BREAKER:

کلید با قطع‌کننده خودکار یا دژنکتور دو عمل کنترل و حفاظت را با هم انجام می‌دهد. در شرایط عادی دژنکتور مانند یک کلید عمل می‌کند که به طور دستی یا به طور الکتریکی از راه دور قطع یا وصل می‌شود. در شرایط غیر عادی مانند بار اضافی یا اتصال کوتاه، دژنکتور به طور اتوماتیک قطع شده و مدار اتصال را باز می‌کند. قطع خودکار به چند صورت مختلف نظیر قطع حرارتی، قطع مغناطیسی یا ترکیبی از این دو انجام می‌شود. از آنجایی که این کلیدها در زیر بار عمل می‌کنند، موضوع جرقه زدن در آنها یک مشکل اساسی است که با روش‌های گوناگون، از آن جلوگیری می‌کنند.

### الف) کلید روغنی:

در کلید روغنی در درجه اول از روغن به عنوان عایق استفاده می‌شود و بدین جهت هر چه ولتاژ شبکه بیش‌تر باشد حجم روغن داخل کلید زیادتر می‌گردد. این حجم زیاد روغن یکی از بزرگ‌ترین معایب این نوع کلید بخصوص در موقع آتش‌سوزی است. امروزه این نوع کلیدها توسط کلیدهای مدرن (گازی و کم روغن) به کلی کنار زده شده‌اند. طرز کار کلید روغنی به این شکل است که در موقع قطع کلید و جدا شدن تیغه متحرک از

کنتاکت ثابت، تراکم جریان در یک نقطه از کنتاکت‌ها به قدری زیاد می‌شود که باعث شروع جرقه در آن محل می‌گردد. در اثر حرارت شدید جرقه، روغن تجزیه شده و ایجاد گاز می‌کند که به صورت حبابی اطراف جرقه را می‌پوشاند و مانع ایجاد جرقه می‌شود (شکل ۱۴).



شکل ۱۴- کلید روغنی

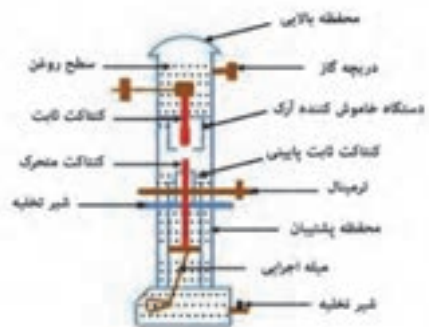
با مراجعه به کتاب‌های مرجع و جست-وجو در اینترنت، در مورد کلیدهای روغنی و کارکرد آنها بیش‌تر تحقیق کنید.

تحقیق کنید



### ب) کلید کم روغن:

در این کلیدها، از روغن به عنوان عایق کننده، استفاده نمی‌شود، بلکه از آن به عنوان خاموش کننده جرقه استفاده می‌شود. به همین جهت مقدار روغنی که در آنها به کار برده می‌شود، نسبت به کلیدهای روغنی خیلی کم‌تر است. طرز کار کلید کم روغن به این شکل است که در موقع جدا شدن دو کنتاکت، کلید زیر بار در محفظه روغنی جریان که از آخرین نقطه تماس فلزی کنتاکت‌ها می‌گذرد، باعث گداخته شدن و تبخیر فلز (مس) می‌شود و به این ترتیب پایه و اساس جرقه یا قوس الکتریکی بین دو کنتاکت جدا شده گذاشته می‌شود. کلیدهای روغنی به طور کلی به دلیل آتش‌زا بودن، در حال منسوخ شدن هستند (شکل ۱۵).



شکل ۱۵- کلید کم روغن

### پ) کلید اکسپانزیون (آبی):

کلید اکسپانزیون، کلیدی است که در آن از آب به عنوان ماده خاموش کننده جرقه استفاده شده است و از آن در پست‌ها و شبکه‌های برق کوچک که دارای تأسیسات محدود هستند استفاده می‌شود. یکی از بهترین خواص این کلید این است که چون آب داخل محفظه احتراق قابل اشتعال نیست هیچ‌گونه انفجاری کلید را تهدید نمی‌کند. طرز کار کلید در موقع قطع جریان اتصال کوتاه به این شکل است که در موقع قطع کلید مقداری آب انژکتیون (Injectoin) مانند، به داخل محفظه تزریق می‌شود سپس با جدا شدن کنتاکت ثابت از کنتاکت متحرک و تولید جرقه، آب داخل محفظه تبخیر و تجزیه می‌شود و چون راه خروج آن ابتدا بسته است، ایجاد فشار بسیار زیاد می‌کند، این فشار زیاد باعث بالا رفتن محفظه احتراق شده و گاز با سرعت از اطراف جرقه و کنتاکت به خارج راه پیدا می‌کند که باعث شست‌وشوی الکترودها شده و جرقه سرد و خاموش می‌شود (شکل ۱۶).



شکل ۱۶- کلید اکسپانزیون (آبی)

### ت) کلید هوایی:

در کلیدهای هوایی به خصوص در فشار کم و متوسط، کنتاکت ثابت معمولاً به صورت قیف ساخته می‌شود که در داخل آن کنتاکت میله‌ای متحرک جای می‌گیرد و از طریق تماس با آن کلید بسته می‌شود. در موقع قطع کلید، کنتاکت میله‌ای متحرک از کنتاکت ثابت جدا می‌شود و بین این دو کنتاکت ابتدا در هوای ساکن موجود در محفظه، جرقه حاصل می‌گردد. طول این قوس را تا حد امکان کوتاه نگه می‌دارد تا زمان کار کلید کوچک شود در ضمن باید فاصله دو کنتاکت ثابت و متحرک به حدی باشد که پس از خاموش شدن جرقه این فاصله بتواند استقامت الکتریکی کافی برای ولتاژ شبکه را داشته باشد. در بخش‌های قبل در مورد این کلیدها بحث شده است (شکل ۱۷).



شکل ۱۷- کلید هوایی

### ث) کلید گازی SF<sub>6</sub>:

در این نوع کلید از گاز SF<sub>6</sub> به عنوان ماده خاموش کننده جرقه و عایق بین دو کنتاکت و نگه دارنده ولتاژ استفاده شده است. گاز SF<sub>6</sub> الکترون‌های آزاد را جذب می‌کند و یون منفی بدون تحرک ایجاد می‌کند در نتیجه مانع ایجاد ابر بهمنی الکترون‌ها که باعث شکست الکتریکی هوا می‌شود، خواهد شد.

این گاز دارای قابلیت هدایت حرارتی بسیار زیاد است لذا علاوه بر اینکه در خاموش کردن جرقه بسیار موثر واقع می شود، عایق بسیار با ارزشی نیز می باشد. طرز استفاده از این گاز در کلیدهای فشار قوی عموماً بر مبنای ایزولاسیون متراکم شده  $SF_6$  به محل قوس الکتریکی (محفظه احتراق) است. در این کلید درجه نشان دهنده میزان فشار گاز وجود دارد که با کم شدن گاز ابتدا هشدار داده و در صورت کم شدن بیش از حد، فرمان قطع صادر می کند (شکل ۱۸).



شکل ۱۸- کلید گازی  $SF_6$

### ج) کلید خلاء:

حامل های باردار (الکترون های آزاد) باعث هدایت جریان در فلزات و ایجاد قوس الکتریکی در عایق ها می شوند، لذا در خلاء کامل چون هیچ عنصری وجود ندارد که حامل الکترون ها باشد، جدا شدن دو کنتاکت فلزی جریان دار باید بدون ایجاد جرقه انجام گیرد. با توجه به این اصل مهم کلیدهای فشار قوی که کنتاکت های آن در خلاء از هم جدا می شوند، ساخته شده اند (شکل ۱۹).



شکل ۱۹- کلید خلاء



با مراجعه به کتاب‌های مرجع و جست‌وجو در اینترنت، در مورد اجزا و عملکرد کلیدهای خلاء تحقیق کنید.



کلیدهای فشار قوی و کاربردها و عملکرد آنها را مشاهده نمایید.

## فیوزها (FUSE)

فیوز وسیله‌ای حفاظتی است که در تجهیزات و مدارهای الکتریکی به کار می‌رود تا در مواقعی که جریانی بیش‌تر از حد مجاز از وسیله عبور می‌کند، با سوختن فیوز، مدار قطع شده و سایر تجهیزات آسیبی نبینند. این وسیله اولین بار توسط توماس ادیسون در سال ۱۸۹۰ میلادی ثبت اختراع شده است. فیوزها بر اساس سرعت قطع مدار به دو دسته تقسیم می‌شوند. دسته اول را فیوزهای «تندکار» می‌گویند که بیش‌تر در مصارف روشنایی به کار می‌روند. این فیوزها دارای زمان عملکرد کمی هستند. دسته دوم فیوزهای «کندکار» یا تأخیری می‌باشند که زمان قطع مدار در آنها طولانی‌تر خواهد بود. این فیوزها در مدارهایی به کار می‌روند که در آنها قطع مدار باید با تأخیر بیش‌تری صورت گیرد. یکی از این موارد فیوز محافظ مدار موتورهای برقی است که این فیوز در طول مدت راه‌اندازی موتور که جریان به طور موقت به سه تا هفت برابر جریان نامی می‌رسد نباید مدار را قطع کند. فیوزهایی که برای ترانسفورماتورها و خازن‌ها به کار می‌روند نیز از نوع کندکار خواهند بود. فیوزهای تندکار ۲/۵ برابر جریان نامی را در یک ثانیه قطع می‌نمایند و فیوزهای کندکار ۴ برابر شدت جریان نامی را حدوداً در مدت یک ثانیه قطع می‌کنند.

علاوه بر این فیوزها از لحاظ ساختار نیز در انواع فشنگی، اتوماتیک یا آلفا، مینیاتوری، کاردی (چاقویی)، شیشه‌ای یا کارتریج فشار قوی ساخته می‌شوند.

فیوزهای فشنگی کاربرد زیادی در تابلوهای برق برخی از شناورها دارند. این نوع فیوز دارای قسمت‌های اصلی زیر می‌باشد (شکل ۲۰).

۱- پایه فیوز ۲- حفاظت جلوگیری از شوک  
۳- قطعه مغزی ۴- رشته فیوز ۵- محفظه فیوز  
پیچی ۶- واشر.



شکل ۲۰- فیوز فشنگی

فعالیت  
کارگاهی



یک فیوز فشنگی را تهیه نموده و اجزای آن را طبق موارد ذکر شده، شناسایی نمایید.

نوار فلزی ذوب شونده از جنس آلیاژ مخصوص و گاهی نقره در داخل بدنه استوانه‌ای یا فشنگ قرار می‌گیرد. هم‌چنین اطراف نوار از پودر فشرده کوارتز پر می‌شود و این نوار به دو سر فلزی در دو انتهای فشنگ وصل می‌شود. در انتهای فشنگ فیوز پولکی قرار می‌گیرد که بسته به جریان نامی فیوز، رنگ‌های مختلفی به خود می‌گیرد. تقسیم‌بندی فیوزها بر اساس رنگ‌بندی پولک در جدول زیر آورده شده است.

تحقیق کنید



با مراجعه به کتاب‌های مرجع و جست‌وجو در اینترنت، در مورد اجزای فیوزهای مینیاتوری تحقیق کنید.

فعالیت  
کارگاهی



با توجه به تحقیق فوق، یک کلید مینیاتوری را باز نموده و اجزای آن را شناسایی نمایید.

ارتباط بین رنگ و میزان جریان نامی فیوزها به شرح زیر می‌باشد.



این رنگ‌ها در آمپرهای بالاتر به صورت زیر می‌باشند:

آبی تیره	مس	زرد تیره	قرمز تیره	نقره ای	رنگ پولک فیوز
۲۰۰	۱۶۰	۱۲۵	۱۰۰	۸۰	میزان جریان نامی



با توجه به تحقیق فوق، چند فیوز مختلف را یافته و سلامت آن را تست نمایید.

### انواع فیوز از نظر قدرت قطع

	<p>فیوزهای فشارضعیف فیوزهایی هستند که در ولتاژهای زیر ۱۰۰۰ ولت مورد استفاده قرار می‌گیرند. فیوز فشار ضعیف با قدرت قطع کم برای حفاظت سیم‌های هادی جریان برق در مدارهای الکتریکی کاربرد دارند.</p>	<p>فیوز فشار ضعیف با قدرت قطع کم یا DIAZED (LS)</p>
	<p>این فیوزها دارای قدرت قطع زیاد (High Rupturing Capacity) هستند و قادرند جریان اتصال کوتاه تا ۲۵ کیلوآمپر را با اطمینان قطع کنند.</p>	<p>فیوز فشار ضعیف با قدرت قطع زیاد NH یا HRC</p>
	<p>فیوزهای فشارقوی برای کار در ولتاژهای بالای ۱ کیلوولت و تا ۱۱۵ کیلوولت نیز ساخته می‌شوند. در ساختمان نوعی از این فیوزها از یک یا چند المنت یا بخش زودگداز تشکیل شده است. اطراف این المنت از ماده‌ای نظیر سیلیکون دی‌اکسید که جاذب انرژی است، استفاده شده است. با عبور جریان‌های زیاد از فیوز، المنت ذوب شده و قوس الکتریکی ایجاد می‌شود. ماده اطراف المنت به سرعت حرارت قوس الکتریکی را جذب کرده و آن را خاموش می‌کند.</p>	<p>فیوزهای فشارقوی HH یا HV HRC</p>

نکته‌های مهمی که در رابطه کار با فیوزها باید به آن توجه کرد عبارت اند از:

- ۱- در صورتی که فیوزی بسوزد، باید قبل از تعویض فیوز، علت به وجود آمدن اتصالی در مدار مشخص و تعمیر شود.
- ۲- فیوز جایگزین باید از نظر مقدار جریان، ولتاژ و نوع فیوز مطابقت داشته باشد. به عبارت دیگر فیوز جایگزین باید مشابه فیوز سوخته شده باشد.
- ۳- اگر در شبکه سه‌فاز در اثر اتصالی فقط یکی از فیوزها سوخته شده باشد، بهتر است همه فیوزهای یک منبع تغذیه سه‌فاز را تعویض کنید. چراکه فیوزهایی دیگر ممکن است به‌طور جدی ضعیف شده باشند، در نتیجه برای استفاده بعدی مطمئن نیستند.

تحقیق کنید



نمایش فیلم



با مراجعه به کتاب‌های مرجع و جست‌وجو در اینترنت، در مورد مشخصات فیوزها و خواندن آنها تحقیق نمایید.

انواع فیوزها و عملکرد آنها را مشاهده کنید.

## رله (RELAY)

رله یک کلید الکترونیکی است که تحت کنترل سایر مدارهای الکترونیکی باز و بسته می‌شود. در اصل کلید با یک آهنربای مغناطیسی برای باز و بسته کردن یک یا چند اتصال عمل می‌کند. این وسیله توسط جوزف هنری (Joseph Henry) در سال ۱۸۳۵ اختراع شد. به عبارت دیگر رله به دستگاهی گفته می‌شود که در اثر تغییر کمیت الکتریکی و یا کمیت فیزیکی مشخصی، تحریک می‌شود و موجب به کار افتادن یا از کار افتادن دستگاه‌های الکتریکی می‌شود. رله‌ای که برای حفاظت دستگاه‌های الکتریکی به کار برده می‌شود، رله حفاظتی نامیده می‌شود. البته همه انواع رله‌ها در واقع، حفاظت اشخاص و یا سیستم‌های برقی را به عهده دارند. روش کنترل باز و بسته شدن این کلید الکتریکی اغلب به صورت‌های مختلف مکانیکی، حرارتی، مغناطیسی، الکترواستاتیک می‌باشد. در تأسیسات الکتریکی مانند مولدها، شبکه انتقال انرژی، ترانس‌ها و سایر تجهیزات برقی در اثر مشکلاتی نظیر عایق‌بندی نامناسب، ضعف استقامت دینامیکی و الکتریکی در مقابل فشارهای ضربه‌ای پیش‌بینی نشده و همچنین در اثر افزایش بیش از حد مجاز درجه حرارت، خطاهایی پدید می‌آید که اغلب موجب قطع انرژی می‌گردد. این خطاها ممکن است بصورت اتصال کوتاه، اتصال زمین و قطع شدگی‌ها و خورده شدن و شکسته شدن عایق‌ها و امثال آن ظاهر شود. قطعات یا وسایلی که چنین خطایی پیدا می‌کنند، باید بلافاصله از شبکه‌ای که آن‌را تغذیه می‌کند جدا شوند تا از گسترش خطا و از کار افتادن بقیه قسمت‌های سالم شبکه جلوگیری نماید به خصوص در شناورها که لحظه‌ها نیز اهمیت بالایی دارند.

رله از سه بخش اصلی شامل سیم‌پیچ، فنر و کنتاکت‌ها تشکیل شده است. وقتی جریان در سیم‌پیچ جاری می‌شود یک میدان مغناطیسی در اطراف سیم‌پیچ ایجاد شده و موجب جذب میله آهنی توسط سیم‌پیچ می‌شود. انتهای میله آهنی مانند یک کلید عمل کرده و مدار را باز یا بسته می‌کند. وقتی سیم‌پیچ مغناطیسی نباشد فنر موجود در رله، میله آهنی را به حالت عادی (نرمال) بر می‌گرداند.

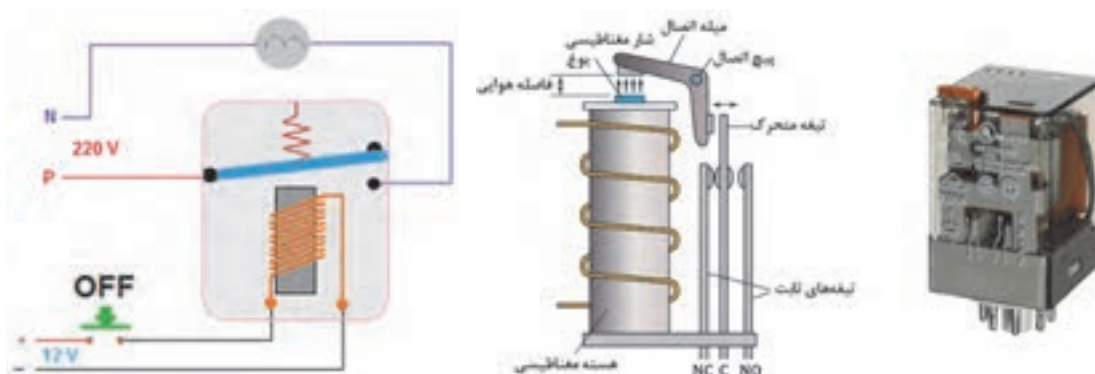
تحقیق کنید



با مراجعه به کتاب‌های مرجع و جست‌وجو در اینترنت، در مورد عوامل مؤثر در تهیه و انتخاب رله‌ها تحقیق نمایید.

در یک رله ممکن است چندین کنتاکت وجود داشته باشد. کنتاکت‌هایی را که در حالت طبیعی باز هستند Normally Open یا NO و کنتاکت‌هایی که در حالت طبیعی بسته هستند را Normally Close یا NC می‌گویند.





یک رله ساده را تهیه نموده و با کمک هنر آموز توسط اهم‌متر پایه‌های آن را پیدا کنید و سپس دو سر بوبین آن را با تغذیه الکتریکی فعال نموده و دوباره بررسی نمایید. حال یک لامپ را به کمک این رله راه‌اندازی نمایید.

فعالیت  
کارگاهی



در شبکه توزیع از جمله شبکه توزیع شناورها، همواره، امکان ایجاد اتصال کوتاه وجود دارد. از کار افتادن تجهیزات ضروری مثل سکان ممکن است کشتی را در خطر قرار دهد. از طرف دیگر، عبور جریان زیاد از کابل‌ها و تجهیزات الکتریکی، باعث افزایش حرارت و آتش‌سوزی احتمالی می‌شود. لذا اهمیت استفاده از رله‌های حفاظتی امری ضروری است.

با مراجعه به کتاب‌های مرجع و جست‌وجو در اینترنت در مورد ضرورت تجهیزات حفاظتی در شبکه توزیع الکتریکی تحقیق کنید و بگویید شامل چه اجزایی از شبکه‌های سه‌فاز می‌باشد.

تحقیق کنید



در این سیستم‌های حفاظت الکتریکی، رله‌ها وقوع خطا را تشخیص داده و دستور قطع مدار را برای کلیدها صادر می‌کنند که در اصطلاح گفته می‌شود، رله تریپ داده است.

اولین نسل از رله‌هایی که برای حفاظت سیستم‌های قدرت به وجود آمدند، رله‌های الکترومکانیکی بودند که با استفاده از یک بوبین و ایجاد میدان مغناطیسی، وقوع خطاهای مختلف را تشخیص داده و باعث قطع مدار می‌شدند. با به وجود آمدن علم دیجیتال و پیشرفت آن، رله‌هایی به وجود آمدند که با نمونه‌گیری از کمیت‌های مختلف الکتریکی نظیر ولتاژ و جریان و محاسبه اندازه و فاز آنها وقوع خطا را تشخیص می‌دهند. رله‌های دیجیتال در واقع رایانه‌های کوچکی هستند که قابلیت برنامه‌ریزی و کنترل توسط نرم‌افزار را دارا می‌باشند (شکل ۲۱).



شکل ۲۱- رله دیجیتال

این رله‌ها قابلیت‌های بسیاری دارند که از بارزترین آنها قدرت پردازش اطلاعات است. از دیگر مزایای رله‌های دیجیتال خاصیت Self Checking در آنهاست. این خاصیت باعث می‌شود تا رله وضعیت خود را مانیتور کرده و در صورت وقوع ایراد در کارکرد خود، آن را اطلاع دهد.

تحقیق کنید



با مراجعه به کتاب‌های مرجع و جست‌وجو در اینترنت، در مورد مزایای رله‌های دیجیتالی تحقیق نمایید.

## انواع رله‌ها

به طور کلی برای هر نوع حالت ناخواسته و مضر که ممکن است برای یک وسیله برقی به وجود آید، رله مشخصی وجود دارد. در بسیاری از موارد، سازنده‌ها چند رله را باهم ترکیب کرده و تحت عنوان یک رله به بازار عرضه می‌کنند و به آنها فانکشن‌های حفاظتی گفته می‌شود. در بسیاری از استانداردها این فانکشن‌ها را با استفاده از کدها و اعداد مشخصی بیان می‌کنند. به عنوان مثال در استاندارد IEEE حفاظت در برابر افت ولتاژ را با عدد ۲۷ و حفاظت در برابر جریان زیاد لحظه‌ای را با عدد ۵۰ مشخص می‌کنند. رله از نظر اتصال به شبکه به دو نوع اولیه (Primary) و ثانویه (Secondary) تقسیم می‌شود.

نوع رله	شرح	مزایا	معایب
رله اولیه	رله‌ای را که سیم‌پیچ تحریک کننده آن بطور مستقیم در مدار جریان اصلی قرار می‌گیرد، رله اولیه می‌نامیم. بوبین چنین رله‌ای به‌طور مستقیم از شبکه‌ای که باید حفاظت شود، بدون واسطه تغذیه می‌شود. رله اولیه فقط برای نظارت بر مقدار جریان بکار برده می‌شود و اغلب روی کلید نصب می‌شود و دارای پتانسیل شبکه می‌باشد. قطع‌کننده کلید که دارای رله اولیه است توسط یک بوبین قطع‌کننده انجام می‌شود	ارزان تر امکان تشخیص سریع‌تر اشکال در سیستم حفاظت	حجم بزرگ حساسیت کم‌تر عدم دسترسی در حین کار محدودیت جریان و ولتاژ
رله ثانویه	رله‌ای که سیم‌پیچ تحریک کننده آن بر روی سیم‌پیچ ثانویه ترانسفورماتور جریان یا ولتاژ از شبکه‌ای که باید حفاظت شود نیرو می‌گیرد، رله ثانویه نامیده می‌شود. رله ثانویه در جریان دائم به رله‌ای گفته می‌شود که توسط یک مقاومت سری به مدار اصلی وصل شده باشد. این‌گونه رله‌ها از نظر جریان، ثانویه و از نظر عایق‌بندی اولیه محسوب می‌شوند.	حجم کوچک‌تر حساسیت بیش‌تر	گران‌تر خرابی بیش‌تر

انواع رله از نظر نوع عملکرد	
رله سنجشی	رله سنجشی رله‌ای است که با دقت و حساسیت معینی در موقع تغییر کردن یک کمیت الکتریکی و یا یک کمیت فیزیکی شروع بکار کند. چنین رله‌ای برای مقدار معینی از یک کمیت مشخص تنظیم می‌شود و اگر آن کمیت از مقدار تعیین و تنظیم شده کم‌تر و یا بیش‌تر شود، رله آن تغییرات را می‌سنجد و می‌توان آن قسمت از شبکه را که اتصالی شده است از مدار جدا کرد (مثل رله دیستانس).
رله زمانی	رله زمانی مؤثرترین عضو یک رله در حفاظت موضعی و سلکتیو است. رله زمانی نه تنها در حفاظت تأسیسات الکتریکی بلکه در خودکار کردن آنها نیز مورد استفاده بسیار دارد. رله زمانی هیچ وقت به تنهایی به کار برده نمی‌شود، بلکه با رله سنجشی در حفاظت شبکه الکتریکی مصرف می‌شود و مورد استفاده آن در محلی است که خواسته باشیم به‌طور عمد تأخیری در عمل قطع و یا وصل ایجاد کنیم.
رله جهت‌یاب	برای کنترل و سنجش جهت توان در شبکه الکتریکی و یا قسمتی از شبکه جریان متناوب از رله جهت‌یاب استفاده می‌شود. به کمک رله جهت‌یاب می‌توان فقط آن قسمت از شبکه را که خسارت دیده و معیوب شده است، از مدار خارج کرد. حتی می‌توان از این رله جهت حفاظت ژنراتور و توربین در موقع برگشت توان نیز استفاده نمود. مثلاً هنگام اتصال برق ساحل به تابلو برق در حالی که ژنراتور به آن وصل است.
رله خبردهنده	وظیفه رله خبردهنده نمایان ساختن و مشخص کردن تغییراتی است که در تغذیه شبکه پیش آمده است. بعضی از رله‌های خبردهنده علت قطع شدن و پریدن کلید خودکار را نیز مشخص می‌کنند. در ضمن رله خبردهنده نشان می‌دهد که آیا کلیدی که باید قطع شود، قطع شده یا به علت اختلالاتی که در مدار فرمان آن موجود است، زمان قطع به کلید نرسیده و به حال وصل باقی مانده است.
رله کمکی	رله سنجشی اغلب در موقعی که خطایی در شبکه پیش می‌آید، عامل فعال شدن کلید یا کنتاکتی است که توسط آن مدار، فرمان قطع کلید داده می‌شود. زیرا نیروی مکانیکی رله سنجشی برای قطع کردن کلیدهای قدرت با فنرهای سنگین و محکم به هیچ وجه کافی نیست. از این جهت است که رله سنجشی مستقیماً کلید قدرت را قطع نمی‌کند، بلکه موجب تحریک رله دیگری به اسم رله فرعی یا رله کمکی می‌شود. این رله دارای مدار تغذیه جداگانه مستقلی است و به وسیله جریان دائم با ولتاژ ۱۱۰ یا ۲۲۰ ولت تغذیه می‌شود و دارای چنان نیرویی است که می‌تواند کلیدهای فشار قوی با قدرت زیاد را قطع و وصل کند.

از آن‌جا که ساختمان رله‌های حفاظتی، با توجه به پیشرفت‌های علمی، پیوسته در حال تغییر است، لذا در این بخش فقط اصول کلی عملکرد و مورد استفاده رله‌های متداول شرح داده می‌شود. انواع مختلف این رله‌ها در تابلو برق شناورها وجود دارد.

## انواع رله‌های حفاظتی به لحاظ کاربردی رله اضافه بار (OVERLOAD RELAY):

در صورتی که از تجهیزات مختلف مانند موتورها، ژنراتورها و ترانس‌ها توانی بیش از توانی که وسیله برای آن طراحی شده است کشیده شود، دمای وسیله افزایش پیدا می‌کند که این افزایش دما می‌تواند مخرب باشد. (به‌عنوان مثال الکتروموتور مکش آب دریا در ایرکاندیشن شناور). از این رو باید به طریقی تجهیزات را از اضافه بار محافظت کرد. معمولاً اضافه بار در تجهیزات باعث عبور جریانی بیش از جریان نامی از آنها می‌شود. نوعی از این رله‌ها که در شکل زیر آمده است و کاربرد زیادی در راه‌اندازی الکتروموتورها دارد، بی‌متال نام دارد. بنابر این می‌توان با اندازه‌گیری جریان عبوری و یا دمای تجهیزات به وقوع اضافه بار در آنها پی برد. این کار توسط رله اضافه بار صورت می‌گیرد. این رله‌ها را می‌توان به گونه‌ای تنظیم کرد تا در جریان خاصی عمل کنند. معمولاً این جریان را بین ۵ تا ۲۵ درصد بیش‌تر از جریان نامی وسیله در نظر می‌گیرند (شکل ۲۲).



شکل ۲۲- رله اضافه بار

## رله جریان زیاد (OVER CURRENT)

اتصال یک یا چند فاز به زمین و یا دو یا سه فاز به یکدیگر باعث عبور جریان بسیار زیادی از شبکه می‌شود که به این حالت اتصال کوتاه گفته می‌شود. این حالت از روی جریان عبوری از وسیله و توسط رله جریان زیاد تشخیص داده می‌شود. به‌عنوان مثال اتصال دو فاز در الکتروموتور پمپ خن شناور (شکل ۲۳).



شکل ۲۳- رله جریان زیاد

### رله جریان پایین (UNDRE CURRENT RELAY)



شکل ۲۴- رله جریان پایین

در بسیاری از موارد افت جریان ورودی به وسیله، می‌تواند نشانگر وقوع ایرادی در شبکه باشد. به عنوان مثال قطع بار ناخواسته یک موتور الکتریکی می‌تواند باعث کاهش جریان ورودی به موتور شود. در این موارد از این رله برای تشخیص خطا استفاده می‌شود. به‌عنوان مثال عدم مکش سوخت توسط پمپ جابه‌جایی سوخت در شناورها (شکل ۲۴).

### رله افت ولتاژ (UNDER VOLTAGE RELAY)



شکل ۲۵- رله افت ولتاژ

کاهش ولتاژ شبکه می‌تواند یکی از حالت‌های غیر عادی باشد که برای تجهیزات مختلف الکتریکی مانند موتورها، روشنایی‌ها و سایر دستگاه‌ها، خطرناک باشد. این حالت در موتورها باعث داغ شدن آنها می‌شود. افت ولتاژ بیش از حد شبکه توسط نوع خاصی از رله به نام رله افت ولتاژ تشخیص داده می‌شود. این رله را معمولاً بین ۸۰ تا ۹۰ درصد ولتاژ نامی تنظیم می‌کنند. این مشکل اغلب در شناورها بر اثر عدم تعادل بار یا اتصالی رخ می‌دهد (شکل ۲۵).

### رله افزایش ولتاژ (OVER VOLTAGE RELAY)



شکل ۲۶- رله افزایش ولتاژ

همانند افت ولتاژ، افزایش ولتاژ نیز می‌تواند برای تجهیزات در شبکه خطرناک باشد. این حالت نیز توسط نوع خاصی از رله به نام رله اضافه ولتاژ تشخیص داده می‌شود. البته رله‌هایی هستند که به تنهایی در برابر افزایش و کاهش ولتاژ عکس‌العمل نشان می‌دهند و به آنها رله ولتاژی می‌گویند. این مشکل نیز در شناورها اغلب به دلیل عدم تعادل بار رخ می‌دهد (شکل ۲۶).

### رله دیفرانسیل (DIFFERENTIAL RELAY)

در بسیاری از بخش‌ها و تجهیزات شبکه توزیع، با اندازه‌گیری اختلاف جریان ورودی و خروجی، می‌توان وقوع خطا در داخل آن بخش یا دستگاه را تشخیص داد. در حالتی که دستگاه سالم باشد، جریان خروجی با جریان ورودی برابر بوده ولی در مواقع وقوع خطا نظیر اتصال کوتاه با زمین، بخشی از جریان از دستگاه خارج نشده و وارد زمین می‌شود و بنابر این جریان ورودی با جریان خروجی برابر نخواهد بود. در رله‌های دیفرانسیل از این اصل برای حفاظت وسایل مختلف استفاده می‌شود. این رله کاربرد بسیار زیادی در شناورها دارد، چون خطای اتصال کوتاه از نظر ایمنی برای آنها اهمیت زیادی دارد (شکل ۲۷).



شکل ۲۷- رله دیفرانسیل

### رله دیستانس (DISTANCE RELAY)

این رله معمولاً برای حفاظت خطوط انتقال، کابل‌ها و باس بار در برابر اتصال به زمین مورد استفاده قرار می‌گیرد. در صورتی که یک خط انتقال در بین مسیر به زمین متصل شده باشد، مقاومتی که از یک طرف خط دیده می‌شود کاهش می‌یابد. رله‌های دیستانس از این مفهوم برای تشخیص خطا استفاده می‌کنند. این رله‌ها نیز در شناورها کاربرد بسیار دارند (شکل ۲۸).



شکل ۲۸- رله دیستانس

### رله نشتی به زمین (EARTH LEAKAGE RELAY)

در سیستم‌های سه‌فاز در شرایط کار عادی، جمع برداری جریان‌های سه‌فاز برابر صفر است. در حالتی که یک یا دو فاز به زمین متصل شده باشد، این جمع برابر صفر نخواهد بود و در نتیجه از سیم نول یا NEUTRAL که در شرایط عادی جریانی نمی‌گذرد، در این حالت جریان عبور خواهد کرد. رله زمین با استفاده از جریان خط NEUTRAL و یا جمع برداری جریان‌های سه‌فاز به وقوع خطا پی برده و دستور قطع را صادر می‌کند (شکل ۲۹).



شکل ۲۹- رله زمین

### رله برگشت توان (REVERSE POWER RELAY)

این رله جهت عبور توان الکتریکی را تشخیص داده و در صورتی که توان در جهتی غیر از جهت مشخص شده بخواهد عبور کند، دستور قطع را برای وسیله صادر می‌کند. در شناورها ممکن است تحت شرایطی ژنراتور به جای تحویل توان به شبکه، از شبکه توان گرفته و به عنوان موتور کار کند که این امر می‌تواند برای ژنراتور بسیار خطرناک باشد. بنابراین در این حالت‌ها از رله‌های برگشت توان استفاده می‌شود (شکل ۳۰).



شکل ۳۰- رله برگشت توان

### رله ولتاژهای نامتعادل (UNBALANCED VOLTAGE RELAY)



شکل ۳۱- رله ولتاژهای نامتعادل

در سیستم‌های سه‌فاز در حالت عادی باید اندازه ولتاژ سه‌فاز نسبت به هم و نسبت به زمین بایکدیگر برابر بوده و فاز ولتاژها نیز ۱۲۰ درجه با هم اختلاف داشته باشند. در بعضی موارد ممکن است خلاف این امر صورت گیرد که می‌تواند برای برخی تجهیزات نظیر موتورهای مخرب باشد. موتورهای در اثر ولتاژهای نامتعادل نمی‌توانند توان لازم را به بار بدهند و در نتیجه گرم می‌شوند. رله، ولتاژهای نامتعادل وقوع این حالت را تشخیص داده و در صورتی که عدم تعادل از حد معینی بیش‌تر شد دستور قطع مدار را صادر می‌کند. این مشکل در شناورها زیاد اتفاق می‌افتد (شکل ۳۱).

### رله کنترل فاز (PHASE CONTROL RELAY)

رله کنترل فاز برای مراقبت فازها در شبکه سه‌فاز به کار برده می‌شود. این رله با برق ۲۲۰ ولت و ۳۸۰ ولت سه فاز کار می‌کند و به محض قطع یکی از فازهای مدار، یا جابجایی آن، جریان بوبین نگه دارنده کلید قطع شده و کلید در حالت بسته قرار می‌گیرد و با عبور جریان از طریق این کلید می‌توان بوبین کلید قدرت (دیژنگتور) را فعال نمود تا باعث قطع جریان اصلی مدار شود. البته برخی از این رله‌ها تنها به قطع یکی از فازها حساس‌اند و نه به جابه‌جایی فاز. یعنی رله‌های توالی فاز و رله قطع یک فاز به‌صورت جدا گانه نیز موجود می‌باشد (شکل ۳۲).



شکل ۳۲- رله کنترل فاز

### رله بوخهولتز (BUCHHOLZ RELAY)

این رله برای حفاظت ترانسفورماتورهایی که با روغن پر شده‌اند مورد استفاده قرار می‌گیرد. وقوع یک خطا مثل جرقه در ترانسفورماتور یا گرم شدن و OVER LOAD شدن آن باعث تجزیه روغن به گاز و افزایش فشار داخل مخزن روغن می‌شود. رله بوخهولتز این افزایش فشار گاز را حس کرده و دستور قطع (Trip) را صادر می‌کند. هم‌چنین در صورت کاهش سطح روغن داخل ترانس نیز این رله عمل می‌کند (شکل ۳۳).



شکل ۳۳- رله بوخهولتز



شکل ۳۴- رله فرکانس

### رله فرکانسی (FREQUENCY RELAY)

این رله، فرکانس شبکه را چک می‌کند تا کم‌تر و یا بیش‌تر از حد مشخصی نباشد. این حفاظت معمولاً برای ژنراتورها به کار برده می‌شود (شکل ۳۴).

### رله چک سنکرون (SYNCHROSCOPE RELAY)

این رله در ژنراتورها به کار برده می‌شود و شرایط سنکرون بودن ژنراتور با شبکه را چک می‌کند. در صورتی که این شرایط اعم از فرکانس و یا اندازه ولتاژ برقرار نباشد، ژنراتور نمی‌تواند با شبکه سنکرون شود. در شناورها برای پارالل (موازی) کردن دو ژنراتور یا یک ژنراتور با برق ساحل از این رله و فرایند آن استفاده می‌گردد (شکل ۳۵).



شکل ۳۵- رله چک سنکرون

با مراجعه به کتاب‌های مرجع و جست‌وجو در اینترنت، در خصوص عملکرد بی‌مثال تحقیق کنید.

تحقیق کنید



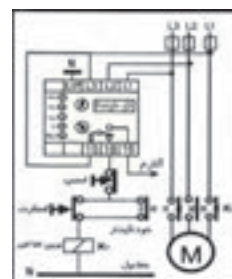
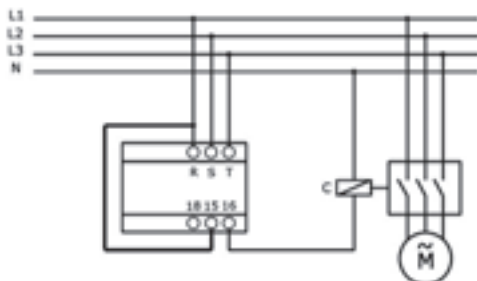
با مراجعه به کتاب‌های مرجع و جست‌وجو در اینترنت، در مورد کاربرد رله کنترل فاز، عملکرد این رله و تنظیمات آن تحقیق نمایید.

تحقیق کنید



یک رله کنترل فاز را تهیه نموده و در مسیر سه‌فاز یک مصرف‌کننده قرار دهید، سپس دو فاز را از محل فیوز جابجا کرده و عملکرد رله کنترل فاز را مشاهده نمایید. سپس یکی از فازها را قطع کرده و عملکرد آن را ببینید.

فعالیت کارگاهی





## کاربری اجزای شبکه‌های سه‌فاز

با مراجعه به کتاب‌های مرجع و جست‌وجو در اینترنت، درمورد رله‌های SSR و کاربرد آنها تحقیق کنید.

تحقیق کنید



کاربری رله‌ها را مشاهده نمایید.

نمایش فیلم



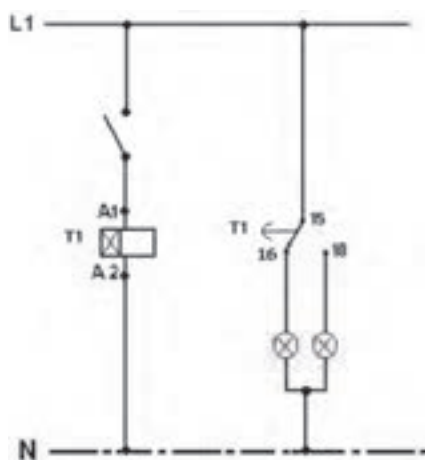
با مراجعه به کتاب‌های مرجع و جست‌وجو در اینترنت، درمورد رله‌های تایمر و انواع آن تحقیق نمایید.

تحقیق کنید



مانند شکل، یک تایمر تهیه نموده و قسمت بوبین آن را با یک کلید ساده فعال نمایید. به تیغه‌های آن دو لامپ متصل کرده و نتیجه را ببینید.

فعالیت  
کارگاهی



## ارزشیابی مرحله‌ای

ردیف	مراحل کاری	شرایط کار (ابزار، مواد، تجهیزات، مکان)	نتایج ممکن	استاندارد (شاخص‌ها، داوری، نمره‌دهی)	نمره
۱	به‌کارگیری اجزای قطع کننده در شبکه توزیع	تجهیزات: ابزار و وسایل مورد نیاز مکان: کارگاه آموزشی	بالاتر از حد انتظار	<p>۳ - هنرجو کاربری و تقسیم‌بندی کلیدها را بداند و بتواند از کلیدهای مطرح شده در مدار استفاده نموده و راه‌اندازی کند.</p> <p>- کاربری و تقسیم‌بندی و تست فیوزها را بداند و قطعات و مشخصات آنها را بگوید.</p> <p>- رله‌ها را شناسایی کرده و تقسیم‌بندی نماید. همچنین مشخصات و عملکردشان را بگوید.</p>	۳
			در حد انتظار	<p>۲ - کاربری‌ها و تقسیم کلیدها را به‌طور کامل انجام ندهد.</p> <p>- کاربری، تست و مشخصات فیوزها را به‌طور کامل بیان نکند.</p> <p>- تقسیم‌بندی‌ها و کارکرد‌های رله را به‌طور کامل بیان نکند.</p>	۲
			پایین‌تر از حد انتظار	<p>۱ - انواع و تقسیمات کلیدها را ناقص بیان کند و نتواند مدارهای مربوطه را فعال کند.</p> <p>- فیوزها را ناقص شناسایی کرده و نتواند مشخصات آنها را بیان نماید.</p> <p>- کاربری رله‌ها و تقسیم‌بندی آنها را ناقص بیان نماید.</p>	۱

## تابلوها و ترانس‌های توزیع

تابلوهای توزیع در صنایع و به دنبال آن در شناورها، به نوعی محل کنترل و واسط بین مولدها و مصرف‌کننده‌ها هستند. در این بخش به اجزای دیگر موجود در تابلوها و نیز ترانس‌های مرتبط با آن‌ها می‌پردازیم.

### باس‌بار (BUSBAR)

باس‌بار یا شینه عبارت است از یک هادی به شکل لوله‌ای، سیمی و یا تسمه‌ای که انرژی الکتریکی از طریق آن منتقل می‌شود. به عبارت ساده‌تر شینه یک هادی است که به‌وسیله انشعاب‌های متعدد به منابع تولید و مراکز مصرف متصل است. جنس شین ممکن است مس یا آلومینیوم باشد. شینه‌بندی: نحوه ارتباط الکتریکی فیدرهای مختلف را به یک باس‌بار و به یکدیگر و ایجاد ساختار و اتصال‌های بین تجهیزات را «شین‌بندی» گویند.



با مراجعه به کتاب‌های مرجع و جست‌وجو در اینترنت، در مورد عوامل مؤثر در شینه‌بندی و همچنین اهمیت حفاظت از شینه تحقیق نمایید.

### انواع شین از نظر شکل ظاهری

	<p>شین تخت یا تسمه‌ای اغلب از جنس مس می‌باشد و بیش‌تر در سطح ولتاژ ۲۰ کیلو ولت مورد استفاده قرار می‌گیرد. از مزایای این شین برقراری اتصال‌ها و انشعاب به سهولت و بدون استفاده از کلمپ مخصوص می‌باشد. شین تخت در تابلو برق شناورها کاربرد دارد.</p>	<p>شین تخت</p>
	<p>این شین از جنس آلومینیوم یا مس بوده و شکل ظاهری آن شبیه سیم‌های مورد استفاده در خطوط هوایی است. از این نوع شین در سطوح ولتاژ ۱۳۲،۶۳ و ۲۳۰ کیلوولت استفاده می‌شود. از مزایای آن سهولت احداث و سرعت در تعمیر است.</p>	<p>شین طنابی</p>
	<p>اغلب از جنس آلومینیوم می‌باشد و برای سطوح ولتاژ ۴۰۰ کیلوولت و بالاتر به کار می‌رود زیرا در ولتاژهای بالا به علت اثر پدیده پوسته‌ای در شین‌های طنابی جریان در مرکز سیم حداقل می‌باشد و قسمت اعظم جریان از سطح خارجی سیم عبور می‌نماید. بنابراین با لوله‌ای ساختن شین می‌توان وزن باس‌بار در نتیجه هزینه آن را کاهش داد.</p>	<p>شین لوله‌ای</p>

باس‌بارها نسبت به کابل‌ها دارای مزایای زیر هستند:

- الف) انتقال حرارت از آنها بهتر صورت گرفته و در نتیجه جریان‌های بیش‌تری را می‌توانند عبور دهند.
- ب) نسبت به کابل‌ها به فضای کم‌تری احتیاج دارند و دارای ساختار فشرده‌تری هستند.
- پ) بر خلاف کابل‌ها در اثر حرارت نمی‌سوزند.
- ت) نسبت به کابل‌ها هزینه تمام شده کم‌تری دارند و برای نصب آنها زمان کم‌تری لازم است.
- ث) ساختار آنها را به راحتی می‌توان تغییر یا گسترش داد.
- ج) وجود Bus Duct در اطراف باس‌بارها باعث می‌شود تا میدان‌های مغناطیسی ایجاد شده در اثر عبور جریان، تأثیر کم‌تری روی کابل‌های داده داشته باشد.

مهم‌ترین عواملی که باعث بروز اتصال کوتاه در شینه‌ها می‌شوند عبارت‌اند از:

- ۱- ناتوانی مقره‌های نگه‌دارنده که شینه‌های قدرت به وسیله آنها از زمین یا بدنه تابلوها عایق می‌شوند.

- ۲- به هنگام بروز اضافه ولتاژ، قوس از نگه‌دارنده عایقی عبور کرده و اتصال کوتاه بوجود می‌آید.
- ۳- آلودگی در مناطقی که آلودگی زیادی دارد باعث ایجاد قوس می‌گردد. (سطح عایقی، هادی شده و باعث عبور جریان خزشی می‌شود).
- ۴- زمین لرزه، خرابی‌های مکانیکی، لرزش‌ها و موج، ارتعاش و لرزش در شناورها.

نمایش فیلم



شینه‌ها و کاربری آنها را مشاهده کنید.

### ترانس (TRANSFORMER)

ترانسفورماتورها تجهیزاتی هستند که انرژی الکتریکی را، بدون ارتباط الکتریکی، از یک مدار به مدار دیگر منتقل می‌کنند. این انتقال انرژی از طریق میدان‌های مغناطیسی صورت می‌گیرد. یک ترانسفورماتور، در ساده‌ترین حالت از سه قسمت سیم‌پیچ اولیه، سیم‌پیچ ثانویه و هسته تشکیل شده است. سیم‌پیچ اول را که انرژی الکتریکی آن از شبکه تغذیه AC تأمین می‌شود سیم‌پیچ اولیه و سیم‌پیچ دیگر را که انرژی الکتریکی از آن گرفته می‌شود، سیم‌پیچ ثانویه می‌نامند.

به‌طور کلی رابطه زیر بین ولتاژها و جریان‌های دو سیم‌پیچ اولیه و ثانویه ترانس برقرار است:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{I_2}{I_1} = \frac{N_1}{N_2}$$

به ترانسفورماتورهایی که اندازه ولتاژ را افزایش می‌دهند یعنی دارای نسبت تبدیل بزرگ‌تر از یک هستند، ترانسفورماتورهای «افزاینده» و به ترانسفورماتورهایی که اندازه ولتاژ را کاهش می‌دهند، یعنی نسبت تبدیل آنها کوچک‌تر از یک است، ترانسفورماتورهای «کاهنده» گفته می‌شود. ترانسفورماتورها علاوه بر کاربرد خاص خودشان، به‌عنوان ایزوله کننده نیز هستند (شکل ۳۶).



شکل ۳۶- ترانس

با توجه به این که بیش‌تر ترانس‌های موجود در شبکه سه‌فاز می‌باشند سعی می‌شود بیش‌تر به بررسی ترانس‌های سه‌فاز پرداخته شود. چون همان‌گونه که می‌دانیم ولتاژهای تولید شده در نیروگاه‌ها یا ژنراتور کشتی‌ها، و

## کاربری اجزای شبکه‌های سه‌فاز

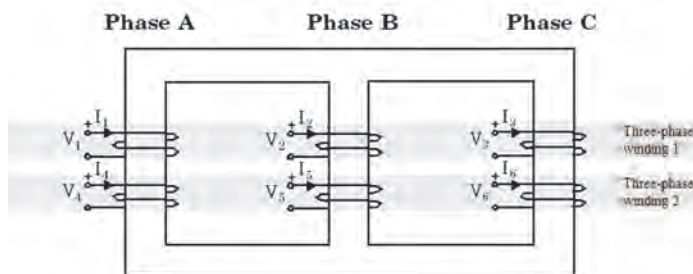
هم‌چنین انتقال الکتریکی نیز به صورت سه‌فاز می‌باشد، به همین دلیل ترانس‌های توزیع را نیز اغلب به صورت سه‌فاز می‌سازند.

تحقیق کنید

با مراجعه به کتاب‌های مرجع و جست‌وجو در اینترنت، در مورد معایب و مزایای انواع ترانس‌های تک‌فاز و سه‌فاز تحقیق کنید.

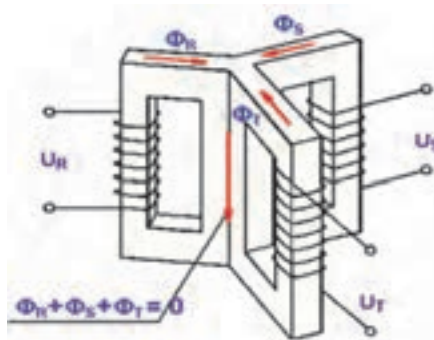


در حالت کلی می‌توان گفت ترانس‌های سه‌فاز از نظر ساختمان به دو دسته تقسیم می‌شوند:  
**الف) ترانسفورماتور سه‌فاز سه‌پارچه:** ترانسفورماتورهای سه‌فازی که از ۳ ترانسفورماتور تک‌فاز تشکیل می‌شوند (شکل ۳۷).



شکل ۳۷- ترانسفورماتور سه‌فاز سه‌پارچه

**ب) ترانسفورماتور سه‌فاز یک‌پارچه:** ترانسفورماتورهای سه‌فازی که دارای یک هسته مشترک می‌باشند (شکل ۳۸).



شکل ۳۸- ترانسفورماتور سه‌فاز یک‌پارچه

اتصال های اصلی ترانسفورماتورها

<p style="text-align: center;">Y - Y</p> 	<p>این اتصال از نظر اقتصادی برای اکثر ترانسفورماتورها مقرون به صرفه است. زیرا ولتاژ خط به خط بر روی دو سیم پیچ می افتد و نیاز به عایق بندی بالا ندارد. اگر یک مجموعه ولتاژ سه فاز به یک ترانسفورماتور با اتصال ستاره - ستاره اعمال شود، ولتاژها در هر فاز با فاز دیگر دارای ۱۲۰ درجه الکتریکی اختلاف فاز هستند.</p>	<p>اتصال ستاره - ستاره (Y-Y)</p>
<p style="text-align: center;">Δ - Δ</p> 	<p>این اتصال برای ترانس های فشار ضعیف که در آنها مسأله عایق بندی اهمیت زیادی ندارد کاربرد دارد. یکی از مزایای این اتصال این است که اگر یکی از فازها از خط خارج شود یا از کار بیفتد ترانس می تواند به صورت مثلث باز به کار خود ادامه دهد، اگرچه ظرفیت آن کاهش می یابد.</p>	<p>اتصال مثلث - مثلث (Δ-Δ)</p>
<p style="text-align: center;">Y - Δ</p> 	<p>کاربرد اصلی این اتصال در پست های فرعی انتقال می باشد. جایی که ولتاژ پایین آورده می شود چون در این پست ها در طرف اولیه ولتاژ بالاتری داریم، در نتیجه از اتصال ستاره استفاده می کنیم تا شکل عایق بندی را نیز حل کرده باشیم و در طرف ثانویه که ولتاژ را پایین آورده ایم از اتصال مثلث استفاده می کنیم.</p>	<p>اتصال ستاره - مثلث (Y-Δ)</p>
<p style="text-align: center;">Δ - Y</p> 	<p>این اتصال به طور کلی در جاهایی به کار گرفته می شود که بالا بردن ولتاژ ضروری باشد. به عنوان مثال در ابتدای سیستم انتقال فشار قوی.</p>	<p>اتصال مثلث - ستاره (Δ-Y)</p>

## تقسیم‌بندی ترانس‌ها از نظر کاربرد

### ترانسفورماتورهای قدرت (POWER TRANSFORMER)



شکل ۳۹- ترانسفورماتور قدرت

به ترانسفورماتورهایی که در مسیر انتقال انرژی از ژنراتورها به مصرف‌کننده‌ها قرار می‌گیرند، ترانسفورماتورهای قدرت گفته می‌شود. برای انتقال توان الکتریکی به مسافت‌های دور، به منظور کاهش تلفات در طول مسیر، با استفاده از ترانس‌های افزایشنده، ولتاژ را بالا برده و به این طریق جریان کاهش می‌یابد. پس از انتقال انرژی و قبل از توزیع بین مصرف‌کننده‌ها، دوباره با استفاده از ترانسفورماتورهای کاهشنده، ولتاژ پایین آورده می‌شود (شکل ۳۹).

### ترانس‌های جریان (CURRENT TRANSFORMER)

از آن‌جا که جریان در خطوط و کابل‌های فشارقوی بسیار زیاد است، هم‌چنین برای اندازه‌گیری جریان بدون قرار دادن آمپر متر در مسیر جریان، با استفاده از آمپر مترهای معمولی نمی‌توان این جریان‌ها را اندازه گرفت. به



شکل ۴۰- ترانس‌های جریان

همین علت با استفاده از یک ترانس مخصوص، اندازه‌گیری را با نسبت مشخصی کاهش داده و آن را اندازه‌گیری می‌گیریم. به این ترانس، ترانس جریان می‌گویند. CT از یک سیم‌پیچی تشکیل شده است که اطراف کابل یا شمش فشارقوی قرار می‌گیرد. عبور جریان از این کابل یا شین باعث ایجاد میدان مغناطیسی اطراف آن می‌شود که این میدان، در داخل سیم‌پیچی CT، جریان القا می‌کند. ترانس‌های جریان، علاوه بر کاهش اندازه‌ی ولتاژ، مدارهای اندازه‌گیری را نیز از مدارهای قدرت ایزوله می‌کنند (شکل ۴۰).

### ترانس‌های ولتاژ (POTENTIAL TRANSFORMER)

برای اندازه‌گیری ولتاژهای فشارقوی، نمی‌توان از ولت‌مترهای معمولی به صورت مستقیم استفاده کرد. به این دلیل با استفاده از نوع خاصی از ترانسفورماتورها که به ترانس ولتاژ یا



شکل ۴۱- ترانس‌های ولتاژ

PT معروف هستند، اندازه‌ی ولتاژ را با نسبت مشخصی کاهش داده و آن را با استفاده از ولت‌متر اندازه‌گیری می‌گیرند و با توجه به نسبت تبدیل این ترانس‌ها اندازه‌ی واقعی ولتاژ را نشان می‌دهند. PT ها علاوه بر کاهش اندازه‌ی ولتاژ، مدارهای اندازه‌گیری و حفاظت را نیز از مدارهای قدرت ایزوله می‌کنند (شکل ۴۱).

## اتوترانسها (AUTO TRANSFORMER)

در ترانسفورماتورهای معمولی از دو سیم‌پیچ استفاده شده است که این دو از هم جدا بوده و نسبت به هم اتصال الکتریکی ندارند. در نوع خاصی از ترانسفورماتورها که به اتوترانس معروف هستند، فقط از یک سیم‌پیچ به عنوان اولیه استفاده شده است که قسمتی از حلقه‌های آن به عنوان سیم‌پیچ ثانویه به کار برده می‌شود. به گونه‌ای که

با حرکت یک بخش لغزان بر روی سیم‌پیچ تعداد حلقه‌هایی که به سیم پیچ ثانویه اختصاص پیدا می‌کند تغییر کرده و به این طریق نسبت تبدیل‌های مختلف برای ترانس حاصل می‌گردد که این امر یکی از قابلیت‌های مهم اتوترانس‌هاست. از این رو از اتوترانس‌ها در مواردی که به ولتاژهای مختلف یا متغیر احتیاج است استفاده می‌شود. به عنوان مثال برای راه‌اندازی موتورهای القایی و یا به منظور افزایش ولتاژ و یا تصحیح افت ولتاژ سه‌فاز می‌توان از این ترانس‌ها استفاده کرد (شکل ۴۲).



شکل ۴۲- اتو ترانس‌ها

## ترانس‌های روشنایی (LIGHTING TRANSFORMER)

برای انتقال برق سه‌فاز از یک نقطه به نقطه دیگر، اغلب، تنها از سه سیم مربوط به فازهای مختلف استفاده می‌شود. با توجه به نیاز سیستم‌های روشنایی به سیم نول، از یک ترانس استفاده می‌شود که در آن سیم‌پیچ‌های ثانویه به صورت ستاره بسته شده و از این رو یک نقطه نول برای اتصال تجهیزات روشنایی به برق ایجاد می‌شود. ترانس‌های روشنایی معمولاً دارای نسبت تبدیل یک هستند. این ترانس‌ها در انواع مختلف کشتی‌ها نیز کاربرد دارند (شکل ۴۳).



شکل ۴۳- ترانس روشنایی

یک ترانس جریان تهیه نموده و مشخصات اصلی از جمله نسبت تبدیل آن را بخوانید.

فعالیت  
کارگاهی





یک ترانس ۲۲۰ ولت به ۱۲ ولت را تهیه نموده و مقاومت ورودی و خروجی آن را اندازه بگیرید. چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

فعالیت  
کارگاهی



کارکرد ترانس جریان، ترانس ولتاژ و ترانس روشنایی را مشاهده نمایید.

نمایش فیلم



## دستگاه‌های اندازه‌گیری و نشانگر

برای نگهداری صحیح و ارزیابی کمی و کیفی عملکرد مدارها و دستگاه‌های الکتریکی، نیاز است تا اندازه آنها را نیز بتوانیم ببینیم و گاهی ثبت کنیم. لذا برای دیدن هر لحظه این مقادیر، نشانگرها و اندازه‌گیرهایی در تابلوهای برق تعبیه می‌شود که به برخی از آنها اشاره می‌نماییم (شکل ۴۴).



شکل ۴۴- دستگاه‌های اندازه‌گیری و نشانگر

## دستگاه‌های اندازه‌گیری سیستم‌های سه‌فاز

### ولت‌متر (VOLT METER)

برای سنجش میزان اختلاف پتانسیل بین دو نقطه از مدار از ولت‌متر استفاده می‌شود. ولت‌مترها به صورت موازی در مدار قرار می‌گیرند. اگر ولت‌متر به صورت سری در مدار قرار گیرد، به دلیل مقاومت بالای آن، جریانی از آن بخش از مدار نمی‌گذرد و در نتیجه آن بخش از مدار قطع خواهد بود.

ولت‌مترها را امروزه از نظر ساختمان، در دو نوع آنالوگ و دیجیتال تولید می‌کنند. ولت‌مترهایی که روی تابلوی برق‌های سه‌فاز نصب می‌شوند، دارای محدوده (RANGE) ثابتی بوده و ممکن است به همراه یک SELECTOR SWITCH برای اندازه‌گیری ولتاژ فازهای مختلف یک سیستم سه‌فاز مورد استفاده قرار گیرد. در تابلوی برق شناورها این نوع ولت‌متر مورد استفاده قرار می‌گیرد. این نوع را در فعالیت کارگاهی این فصل اجرا نموده‌اید (شکل ۴۵).



شکل ۴۵- ولت‌متر

### آمپر‌متر (AMPER METER)

از آمپر‌مترها برای اندازه‌گیری جریان اجزای مختلف یک مدار استفاده می‌شود. آمپر‌مترها را باید به‌طور سری در مدار قرار داد و از این رو دارای مقاومت کم هستند. آمپر‌مترها را امروزه از نظر ساختمان می‌توان به دو دسته آنالوگ و دیجیتال تقسیم کرد. نوعی از آمپر‌مترها را که در شکل می‌بینید، برای نصب روی تابلو می‌سازند که به آنها آمپر‌مترهای تابلویی گفته می‌شود. این آمپر‌مترها معمولاً دارای محدوده ثابتی هستند و در دو نوع آنالوگ و دیجیتال ساخته می‌شوند. گاهی آمپر‌مترها توسط ترانس‌های CT که قبلاً گفته شد، اندازه‌گیری جریان را می‌سنجند و به‌طور سری با بار متصل نمی‌شوند. این نوع در تابلوی برق شناورها استفاده می‌شوند. (شکل ۴۶)



شکل ۴۶- آمپر‌متر

### وات‌متر (WATT METER)

وات‌مترها وسیله‌اندازه‌گیری توان الکتریکی هستند. برای اندازه‌گیری توان الکتریکی به اندازه جریان و ولتاژ نیاز داریم. وات‌مترها در انواع سه‌فاز و تک‌فاز ساخته می‌شوند. وات‌مترهای تک‌فاز برای اندازه‌گیری توان به جریان و ولتاژ یک‌فاز احتیاج دارند بنابراین این دارای دو ورودی هستند، ورودی جریان که به صورت سری و ورودی ولتاژ که به صورت موازی در مدار قرار می‌گیرد. در بعضی از انواع وات‌مترهای تک‌فاز ممکن است در مجموع سه ترمینال برای دو ورودی جریان و ولتاژ در نظر گرفته شده باشد که در این حالت یکی از این ترمینال‌ها به صورت مشترک بین دو ورودی استفاده می‌شود. برای اندازه‌گیری توان‌های سه‌فاز، در حالتی که سه‌فاز متقارن باشند، به جریان یک‌فاز و اندازه ولتاژهای سه‌فاز دیگر احتیاج است. لذا بر روی این وات‌مترها گاهی پنج ترمینال وجود دارد که دو ترمینال برای ورودی جریان و سه ترمینال برای اتصال به فازهای مختلف جهت اندازه‌گیری ولتاژ آنها در نظر گرفته شده باشد. در چنین حالتی ترتیب اتصال فازهای مختلف به وات‌متر از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در صورت اتصال اشتباه آنها عددی که وات‌متر قرائت می‌کند اشتباه خواهد بود. در حالت کلی و برای اندازه‌گیری توان سه‌فاز در حالت‌های متقارن و نامتقارن ممکن است وات‌متر دارای شش ورودی باشد که از ولتاژها و نیز جریان هر سه‌فاز برای اندازه‌گیری توان استفاده کند (شکل ۴۷).



شکل ۴۷- وات متر

### ضریب توان سنج (COS $\phi$ METER)

این دستگاه برای اندازه‌گیری اختلاف فاز بین دو کمیت ولتاژ و جریان در سیستم‌های AC به کار برده می‌شود. در سیستم‌های AC در صورتی که از خازن یا سلف استفاده شده باشد، ممکن است تغییرات ولتاژ جلوتر یا عقب‌تر از تغییرات جریان باشد. در این حالت بین دو کمیت ولتاژ و جریان، اختلاف فاز به وجود می‌آید. در صورتی که خاصیت سلفی مدار بیش‌تر باشد تغییرات جریان عقب‌تر از تغییرات ولتاژ و در صورتی که خاصیت خازنی مدار بیش‌تر باشد، تغییرات جریان جلوتر از تغییرات ولتاژ است. در واقع این دستگاه، COS زاویه بین دو کمیت ولتاژ و جریان را اندازه می‌گیرد. در بسیاری از انواع COS $\phi$  مترها ممکن است، خازنی یا سلفی بودن بار نیز نشان داده شود. در این انواع، اگر عقربه به سمت راست حرکت کند بار سلفی و اگر به سمت چپ حرکت کند بار خازنی است. COS $\phi$  مترها برای کار به ولتاژ و جریان شبکه احتیاج دارند. از این رو در آنها دو نوع ترمینال یکی برای اعمال ولتاژ اعم از تک فاز یا سه‌فاز و دیگری برای اعمال جریان وجود دارد. در اتصال این ترمینال‌ها باید دقت کرد تا ترمینال‌های جریان به صورت موازی در مدار قرار نگیرند چون به دلیل مقاومت کم بین ترمینال‌ها، دستگاه می‌سوزد (شکل ۴۸).



شکل ۴۸- ضریب توان سنج

### فرکانس متر (FREQUENCY METER)

برای اندازه‌گیری فرکانس در یک شبکه الکتریکی، از فرکانس متر استفاده می‌شود. در شبکه‌های صنعتی در کشورهای آسیایی، اروپایی و آفریقایی از فرکانس ۵۰ هرتز و در کشورهای آمریکای شمالی و جنوبی از فرکانس ۶۰ هرتز استفاده می‌شود. در شناورها نیز با توجه به کشور سازنده یا سفارش دهنده، این فرکانس‌ها متفاوت است. در محدوده مجاز تغییرات ولتاژ است و مقدار آن به نوع شبکه و حساسیت تجهیزات مورد استفاده بستگی دارد. معمولاً اغلب فرکانس مترهایی که در صنعت مورد استفاده قرار می‌گیرند از انواع تابلویی هستند که به صورت ثابت بر روی تابلو نصب شده‌اند. این فرکانس مترها معمولاً محدوده بین ۴۵ تا ۵۵ هرتز را پوشش می‌دهند و ممکن است در انواع دیجیتال و یا آنالوگ ساخته شده باشند (شکل ۴۹).



شکل ۴۹- فرکانس متر

### مِگِر (MEGA OHM METER)

هرگاه بخواهیم مقاومت عایقی دو نقطه را که نسبتاً زیاد می‌باشد (در حد مگا اهم مثلاً مقاومت بین سر سیم‌پیچ‌های متفاوت یک الکتروموتور یا یک ترانس ویا سر هر یک از فازها با بدنه ترانسفورماتور یا الکتروموتور و یا سرهای کابل برق ساحل شناور با یکدیگر) بسنجیم از «مِگِر» استفاده می‌کنیم. طریقه کار مِگِر بدین صورت است که با چرخاندن دسته محرک یا همان هندل دستی (یا فشردن کلید دستی روی مِگِر) دستگاه شروع به تولید ولتاژ DC می‌کند. سیم‌های مثبت و منفی مِگِر باید به دو نقطه که می‌خواهیم مقاومت عایقی آن را بسنجیم، متصل باشند و با اعمال این ولتاژ به آنها مقاومت آنها اندازه‌گیری می‌شود و هرچه عقربه به سمت بی نهایت برود عایق بهتری خواهیم داشت و اگر به سمت صفر میل کند مقاومت کم‌تری خواهیم داشت. بر روی دستگاه مِگِر اندازه‌ای وجود دارد که بر روی آن ولتاژهای ۱۲۵۰ و ۲۵۰۰ و ۵۰۰۰ نوشته شده است که معمولاً اندازه ۲۵۰۰ را برای اتصال سیم‌پیچ فشار ضعیف به بدنه و رنج ۵۰۰۰ را برای سیم‌پیچ فشار قوی و بدنه مثلاً مقاومت بین سرهای سیم‌پیچ‌های متفاوت یک الکتروموتور یا یک ترانس ویا سر هر یک از فازها با بدنه ترانسفورماتور یا الکتروموتور و یا سرهای کابل برق ساحل شناور با یکدیگر به کار می‌برند (شکل ۵۰).



شکل ۵۰- مِگِر

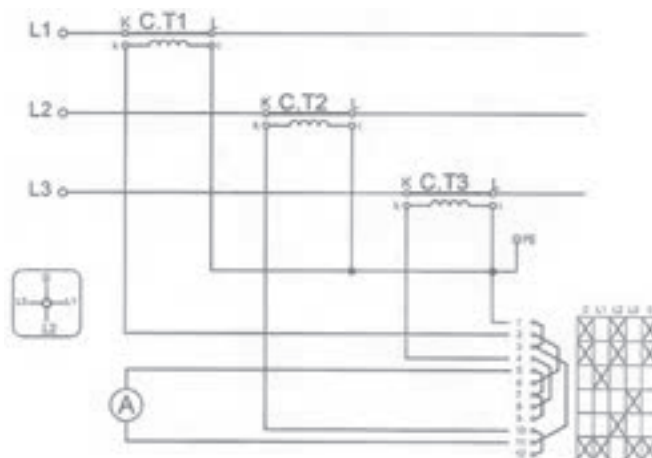


شکل ۵۱- همزمان نما

### همزمان نما (SYNCHROSCOPE)

این دستگاه از یک استاتور و یک روتور تشکیل شده است که استاتور آن از شبکه و روتور آن از یک شبکه دیگر که می‌خواهیم پارالل (موازی) کنیم، تغذیه می‌شود. در استاتور جریان متناوبی هم‌فاز با ولتاژ شبکه اول حوزه متغیر و متناوبی با فرکانس آن ایجاد می‌گردد و در روتور جریان سه‌فاز حوزه دوار ایجاد می‌کند که فرکانس آن متناسب با فرکانس شبکه دوم است. اگر فرکانس این حوزه در روتور و استاتور برابر باشد، روتور به نشانه سنکرون از گردش باز می‌ماند و متوقف شدن حرکت عقربه دستگاه سنکروسکوپ علامت شرایط مناسب جهت پارالل نمودن دو شبکه است ولی اگر سرعت شبکه اول نسبت به شبکه دوم سریع یا آهسته باشد عقربه سنکروسکوپ به سمت چپ و یا راست می‌گردد. در اتصال ژنراتورهای سنکرون به شبکه برق، باید بین شبکه و ژنراتور شرایطی برقرار باشد که از آن جمله می‌توان به یکسان بودن فرکانس و فاز ولتاژ تولیدی ژنراتور و ولتاژ شبکه یا ژنراتور دوم اشاره کرد. برای چک کردن این شروط از دستگاه سنکروسکوپ استفاده می‌شود (شکل ۵۱).

مدار مربوط به ترانس جریان و آمپر متر روی تابلوی برق به صورت زیر است. در صورت امکان این مدار را در یک تابلو پیاده‌سازی کنید.



فعالیت  
کارگاهی



نمایش فیلم



انواع و کاربری ولت‌مترها، آمپر‌مترها، وات‌مترها، فرکانس مترها، میگر و سنکروسکوپ را مشاهده نمایید.

## مقره (INSULATOR)

یکی از اجزای مهم شبکه‌های فشار قوی، مقره‌ها می‌باشند که بر حسب ولتاژ مورد استفاده و شرایط محیطی از نظر آلودگی و رطوبت و محل قرار گرفتن، شکل خاصی به خود می‌گیرند. وظایف مقره‌ها را در شبکه‌ها می‌توان به صورت زیر بیان نمود:

۱- تحمل وزن هادی‌های خطوط انتقال و توزیع برای نگهداری سیم‌های هوایی روی پایه‌ها و دکل‌ها در بدترین شرایط (یعنی موقعی که ضخامت یخ و برف تشکیل شده روی سیم‌ها در حداکثر مقدار باشد) به گونه ای که بتوانند بیش‌ترین نیروهای مکانیکی وارد شده بر آنها را تحمل کنند.

۲- عایق‌بندی هادی‌ها و زمین و هادی‌ها با یکدیگر به عهده مقره است. یعنی مقره‌ها باید از استقامت الکتریکی کافی برخوردار باشند تا بتوانند بین فازهای شبکه و دکل‌ها که متصل به زمین هستند ایزولاسیون کافی برای تحمل ولتاژ فازها را داشته باشند.

در شناورها مقره‌ها کاربرد گسترده‌ای ندارند. اغلب برای اتصال شین‌ها به تابلوی برق استفاده می‌شوند. اما برای آشنایی با مقره‌ها آنها را معرفی می‌کنیم.

مقره‌ها باید دارای خصوصیتی نظیر، استقامت الکتریکی بالا، استقامت مکانیکی بالا، عاری از ناخالصی و حفره‌های داخلی، ضریب اطمینان بالا، ضریب تلفات عایقی کم، مقاوم در برابر نفوذ آب، آلودگی‌ها و دما باشند.

### جنس مقره‌ها

جنس مقره‌ها معمولاً از چینی یا شیشه است. (البته نوع کامپوزیتی آن نیز موجود است که در کشور ما استفاده نمی‌شود) مقره چینی: این مقره به دلیل ساخت ساده‌تر و استقامت بالا، کاربرد بسیاری در صنعت توزیع برق دارد و در همه‌جا قابل رویت می‌باشد (شکل ۵۲).






شکل ۵۲- مقره چینی

مقره شیشه‌ای: معمولاً شیشه را در درجه حرارت‌های بالا با مخلوطی از مواد مختلف از جمله آهک و پودر کوارتز ذوب می‌نمایند و سپس به‌طور ناگهانی آن را سرد نموده و قالب‌ریزی می‌کنند. این کار باعث سفت شدن شیشه می‌شود. به علت تغییر شکل نسبی داخلی پس از سرد شدن، نمی‌توان مقره‌های بزرگی از آنها ساخت هم‌چنین گرد و خاک را به خود جذب می‌کند؛ لذا به این دلایل و برخی موارد دیگر از این نوع کم‌تر استفاده می‌شود (شکل ۵۳).



شکل ۵۳- مقره شیشه‌ای

انواع مقره‌ها بر حسب کاربرد

	<p>برای عایق کردن هادی‌ها نسبت به پایه (دکل) و نسبت به یکدیگر و نگهداری هادی‌ها بر روی پایه‌ها از این نوع مقره استفاده می‌شود.</p>	<p>مقره‌های خطوط هوایی</p>
	<p>برای عایق کاری باس‌بارها در پست‌ها و تابلوها نسبت به زمین و نگهداری آنها از این نوع مقره‌ها استفاده می‌شود.</p>	<p>مقره‌های اتکایی</p>
	<p>از این نوع مقره‌ها برای عبور باس‌بارها از دیواره‌ها یا ورود به تجهیزات استفاده می‌شود. هم‌چنین برای ایزوله کردن خطوط یا باس‌بارها نسبت دیواره‌ها یا بدنه تجهیزات و تابلوهای برق هم به کار می‌رود.</p>	<p>مقره‌های عبوری یا پوشینگ</p>

یک شینه را تهیه نموده و با یک مقره مانند شکل زیر به یک تابلوی برق محکم نمایید. مقاومت بین شین و بدنه تابلو را اندازه بگیرید (در صورت امکان با میگر اندازه گیری کنید).

فعالیت  
کارگاهی



## تابلو برق (SWITCHBOARD)

تابلو برق عبارت است از فضایی که تجهیزات برقی در آن نصب می‌شوند. این فضا ممکن است بسته نوع تابلو، باز یا بسته باشد. مشکلات ناشی از نصب تجهیزات و خطرات ناشی از عوامل محیطی و پدیده‌هایی مانند اتصال کوتاه که در تجهیزات الکتریکی روی می‌دهد و در دسترس بودن تمام قسمت‌های برق‌دار از سوی اپراتور، سازندگان را بر آن داشت تا ایمنی بیش‌تری را تأمین کنند، از این رو تابلو به شکل محفظه بسته طراحی شد تا تجهیزات داخل آن غیر قابل دسترس باشند. شناورهای مختلف نیز بسته به نیاز خود از انواع تابلوها استفاده می‌کنند. نکته مهم در شناورها آن‌که با توجه به وجود لرزش زیاد در شناورها، بر اثر ارتعاشات موتورها و ژنراتورها و شفت و پروانه و سایر منابع لرزش، تابلوها باید به گونه‌ای نصب شوند که کم‌ترین لرزش به آنها برسد، زیرا در غیر این صورت به مرور پیچ‌ها و اتصالات آن باز می‌شوند. همچنین باید در محل مناسبی نصب شوند تا در معرض ضربه‌ها و مایعات نباشند چرا که در صورت ایجاد مشکل، در دریا به متخصصان حرفه‌ای و تجهیزات دسترسی نخواهیم داشت.

به طور کلی تابلوی اصلی در شناورها را سویچ برد اصلی (Main Switchboard) و بقیه را تابلوهای فرعی (Distribution Board) می‌گویند. تابلوهای فرعی از تابلوهای اصلی تغذیه می‌شوند. علاوه بر آنها، تابلوهای برق ۲۴ ولت مستقیم (DC) نیز در شناورها به صورت مستقل قرار دارند.



انواع تابلوهای برق از لحاظ ساختار

	<p>تابلوهایی به شکل محفظه تمام بسته فلزی که تمام تجهیزات الکتریکی اعم از کلیدها، ترانس‌های جریان و ولتاژ، لوازم اندازه‌گیری، شینه‌ها، رله و سایر اجزا در داخل آن نصب می‌شوند.</p>	<p>Metal Enclosed</p>
	<p>این نوع تابلوها نوعی از تابلوهای فوق هستند که در آنها، محفظه‌های مختلف از یکدیگر جدا شده‌اند. این امر باعث می‌شود تا اگر خطایی در یکی از محفظه‌ها روی دهد، این خطا به محفظه‌های دیگر انتقال پیدا نکند و سایر محفظه‌ها نیز تحت تأثیر آن آسیب ندیده و محفوظ بمانند. این نوع تابلوها در برخی از شناورها زیاد دیده می‌شوند. چرا که مزیت ذکر شده در مورد این تابلوها، در واحدهای شناور بسیار مهم است. دارای چهار بخش محفظه باس‌بار، محفظه سرکابل، محفظه کلید، محفظه (Low Voltage) LV (کنترل) که تجهیزات اندازه‌گیری، حفاظتی و کنترلی در آن قرار می‌گیرند، می‌باشد.</p>	<p>Metal Clad</p>
	<p>این تابلوها از نظر ساختاری مانند تابلوهای نوع اول هستند ولی در آنها، محفظه‌های مختلف از یکدیگر جدا نشده‌اند.</p>	<p>Compartment Type</p>

## تقسیم‌بندی تابلوهای برق از نظر روش نصب

	<p>این تابلوها سه نوع‌اند: تابلوهای ایستاده چند منظوره (Multi Purpose): این تابلوها به صورت ایستاده قرار می‌گیرند و تابلوهای چند منظوره می‌باشند و داخل آنها می‌توان تجهیزات کنترل، قدرت، پنوماتیکی و مانند آن نصب کرد. تابلوهای دیواری (Wall Mounting): این تابلوها به دو دسته تابلوهای روکار (On Surface) و تابلوهای توکار (Flush Mounting) تقسیم می‌شوند. تابلوهای (Rack): تابلوهایی هستند که حالت قفسه قفسه دارند و محفظه‌های اندازه‌گیری، الکترونیکی، کنترل و مخابراتی و مانند آن روی آنها نصب می‌شوند. نوع شیشه‌ای آن که اجزای درون آن قابل رویت می‌باشد، تابلوهای Swing نام دارند.</p>	<p>تابلوهای ثابت (Fix)</p>
	<p>این تابلوها دو نوع‌اند: تابلوهای کنترل موتورها (Motor Control Center (MCC): این تابلوها به صورت کشویی و برای کنترل موتورها ساخته می‌شوند. این تابلوها به خاطر مزیتی که دارند بسیار گران هستند. تابلوهای مرکز قدرت (Power Center): این تابلوها برای تغذیه تابلوهای MCC استفاده می‌شوند و یک تابلوی توزیع است و می‌تواند چند تابلوی MCC را تغذیه کند؛ در این تابلوها کلیدها بیش‌تر از نوع هوایی هستند و بعد از پست اصلی استفاده می‌شوند.</p>	<p>تابلوهای کشویی (Withdraw able)</p>
	<p>این تابلو، نوع پیشرفته تابلوهای ثابت ایستاده است. هر فیدر به شکل یک مدول در تابلو نصب شده و به وسیله یک صفحه فلزی از فیدر بالایی و فیدر پایینی خود جدا می‌شوند و از لحاظ دسترسی به سر کابل به دو نوع کلی دسترسی از پشت و دسترسی از جلو تقسیم می‌شوند.</p>	<p>تابلوهای مدولار</p>

در طراحی یک تابلو بخصوص در شناورها باید شرایط محیطی (جهت بهره‌برداری)، شرایط لازم برای نصب و شرایط حفاظتی به صورت ویژه در نظر گرفته شود.

### انواع تابلوهای برق از لحاظ ایستایی :

ایستاده (Self Standing / Free Standing): تابلو حالت خود ایستا دارد. ( نیاز به مهار آن توسط سازه دیگری نیست و یا به دیگری تکیه ندارد).

دیواری (Wall Mounted): تابلوهایی که روی دیوار نصب می‌شوند. این تابلوها اگر روی سطح دیوار نصب شوند، روکار، Surface Mounted و اگر داخل دیوار جاسازی شوند، توکار، Flush Mounted یا Recessed Mounted نامیده می‌شوند.

### انواع تابلوهای برق از لحاظ سطح ولتاژ :

تابلوها از لحاظ سطح ولتاژ به سه دسته، تابلوهای فشار ضعیف (LV) تا ۱۰۰۰ ولت، تابلوهای فشار متوسط (MV) از ۱۰۰۰ تا ۶۳۰۰۰ ولت، تابلوهای فشار قوی (HV) از ۶۳۰۰۰ تا ۴۰۰۰۰۰ ولت تقسیم می‌شوند.

الف- تابلوهای فشار ضعیف در سطح ولتاژ کم‌تر از ۱۰۰۰ ولت قرار دارند. این تابلوها ترکیبی از یک یا چند وسیله قطع و وصل (Switching Device) فشار ضعیف همراه با تجهیزات کنترلی، اندازه‌گیری، نشانگر، حفاظتی، تنظیم‌کننده و دیگر وسایل مشابه مربوط به خود هستند که به نحوی کامل نصب شده و کلیه اتصالات داخلی (Interconnection) و اتصال‌های الکتریکی و مکانیکی داخلی و قطعات ساختمانی را شامل می‌گردد.

تابلوهای فشار ضعیف اغلب در دو نوع تابلوی ایستاده (Fix) ثابت و تابلوی ایستاده (Withdrawable) کشویی موجود هستند.

ب- تابلوهای فشار متوسط در سطح ولتاژ بین ۱۰۰۰ تا ۶۳۰۰۰ ولت قرار دارند. اجزای اصلی یک تابلو فشار متوسط شامل بدنه، کلید (دژنکتور) و یا کنتاکتور فشار متوسط، رله، باس بار، ترانسفورماتور ولتاژ و جریان، لوازم اندازه‌گیری و تجهیزات کنترلی می‌باشد. تابلوهای فشار متوسط نیز به دو دسته تابلوهای فشار متوسط ثابت (Fix) و کشویی (Withdrawable) تقسیم می‌شوند.

نمایش فیلم



در پایان این بخش انواع نقشه‌های برقی را مشاهده نمایید.

کار کلاسی



تعداد ۵ سنبل (علائم نقشه‌ای) قطعات الکتریکی غیر تکراری با هم کلاسان خود را، در کلاس ارائه نمایید.

## ارزشیابی مرحله‌ای

ردیف	مراحل کاری	شرایط کار (ابزار، مواد، تجهیزات، مکان)	نتایج ممکن	استاندارد (شاخص‌ها، داوری، نمره دهی)	نمره
۲	تابلوها و ترانس‌های توزیع	تجهیزات: وسایل و تجهیزات مورد نیاز مکان: کارگاه آموزشی	در حد انتظار	<p>– تقسیم‌بندی، مزایا و مشخصات باس‌بار را تقریباً بیان کند.</p> <p>– تقسیم‌بندی و کاربری ترانس‌ها را به‌خوبی بیان نکند.</p> <p>– کاربری، تعاریف و استفاده از دستگاه‌های اندازه‌گیری را کامل بیان نکند.</p> <p>– تقسیم‌بندی‌ها، وظایف و کاربری مقرردها را کامل بیان نکند.</p> <p>– انواع تابلوها و تقسیم‌بندی و کاربری‌شان را به‌طور کامل بیان نکند.</p>	۳
۱			پایین‌تر از حد انتظار	<p>– تقسیم‌بندی‌ها و مزایای باس‌بار و نکات آن را خیلی ناقص بیان نماید.</p> <p>– تقسیم‌بندی‌ها و وظایف ترانس‌ها را خیلی ناقص بیان نماید.</p> <p>– نتواند به‌درستی دستگاه‌های اندازه‌گیری را شناسایی کند و کاربرد آنها را بگوید.</p> <p>– انواع مقرردها و کاربری آنها را ناقص بیان کند.</p> <p>– تقسیم‌بندی تابلوها ی برق را خیلی ناقص انجام دهد.</p>	۱

## ارزشیابی شایستگی کاربری اجزای شبکه‌های سه فاز

### شرح کار:

شبکه توزیع، اهمیت و اجزای آن؛  
 کاربری انواع کلیدها در شبکه توزیع؛  
 کاربری انواع فیوزها و رله‌های مختلف در شبکه توزیع؛  
 به کارگیری انواع باس‌بارها و مقره‌ها؛  
 کاربری انواع ترانس در شبکه قدرت؛  
 کاربری دستگاه‌های اندازه‌گیری در سیستم توزیع؛  
 کاربری انواع تابلوهای برق در شبکه توزیع؛

### استاندارد عملکرد:

شناسایی، تعریف، نحوه عملکرد و به کارگیری اجزا و قطعات مختلف در شبکه‌های توزیع.

### شاخص‌ها:

توانمندی شناسایی و شرح عملکرد و کاربری اجزای شبکه.

### شرایط انجام کار، ابزار و تجهیزات:

شرایط: کارگاه برق و تأسیسات مجهز به اجزای سه‌فاز، بازدید از تجهیزات در شناورها.  
 ابزار و تجهیزات: انواع اجزای معرفی شده در متن این بخش و ابزار مصرفی مورد نیاز.

### معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	به کارگیری اجزای قطع کننده در شبکه	۱	
۲	بررسی تابلوهای توزیع	۱	
	شایستگی‌های غیر فنی، ایمنی، بهداشتی، توجهات زیست محیطی، و ...	۲	
	میانگین نمرات		*

\* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی ۲ می باشد.

