

فصل هفتم

اجزاء تشکیل دهنده یک پست فشار قوی

۷. اجزاء تشکیل دهنده یک پست فشار قوی

- ۱- سوئیچگیرها یا تجهیزات کلیدزنی Switchgear
- ۲- ترانسفورماتورهای قدرت، ترانسفورماتورهای زمین - کمکی
- ۳- سیستم های جبران کننده از قبیل خازن و راکتور
- ۴- تأسیسات جنبی الکتریکی مانند سیستم روشنایی محوطه و داخل، سیستم حفاظت از صاعقه و سیستم زمین
- ۵- ساختمان کنترل
- ۶- تأسیسات جنبی ساختمان از قبیل نگهبانی، انباری، پارکینگ، اتاق دیزل و غیره

۷-۱. تعریف سوئیچگیر

به مجموعه ای از تجهیزات فشار قوی که عمل ارتباط فیدرهای مختلف را به باسبار یا قسمت‌های مختلف باسبار را به یکدیگر در سطح ولتاژ معین انجام می دهند سوئیچگیر می گویند . بنابراین در یک پست ممکن یک یا چند سوئیچگیر با چند سطح ولتاژ مختلف وجود داشته باشد مثلاً در یک پست ۲۳۰/۶۳/۲۰ کیلوولت سه تا سوئیچگیر وجود دارد .

۷-۲. تجهیزات یک سوئیچگیر

۱- باسبار، مقره، اسکلت فلزی، سیم، لوله، کلمپ و اتصالات

۲- کلید فشار قوی دیژنکتور Circuit breaker

۳- سکسیونر Disconnected Switch

۴- ترانسفورماتورهای جریان و ولتاژ

۵- تله موج یا موج گیر

۶- برقگیر

۷-۲-۱. سوئیچگیر:

به مجموعه ای از تجهیزات فشار قوی که عمل ارتباط فیدرهای مختلف به باس بار و یا قسمتهای مختلف باس بار را به یکدیگر در یک سطح ولتاژ انجام می دهد سوئیچگیر می گویند .
در یک پست ممکن است یک ، دو و یا سه سوئیچگیر با سطوح ولتاژ مختلف وجود داشته باشد .
سوئیچگیرها معمولاً از اجزاء و تجهیزات زیر تشکیل می گردند :

الف : باس بار (شین) - مقره - اسکلت فلزی - سیم - لوله - کلمپ و اتصالات

CIRCUIT ب : کلید فشار قوی (دیژنگتور)

BREAKER

DISCONNECT ج: سکسیونر (جداکننده)

SWITCH

INSTRUMENT د : ترانسفور ماتورهایی جریان و ولتاژ

TRANSFORMERS

LINE TRAP (WAVE TRAP) ه : تله موج و متعلقات مربوطه

LIGHTNING ARRESTER و : برق گیر

معمولاً سوئیچگیرها از قسمتهای مشابه متصل به هم در جهت باس بارها تشکیل می شوند که به هر قسمت بی ((BAY)) می گویند. معمولاً هر بی در سوئیچگیرهای مختلف می تواند یک - دو و یا چهار فیدر بخود اختصاص دهد

۷-۳. ترانسفور ماتورهایی قدرت

درپستهای تبدیل دستگاههای اصلی تبدیل ولتاژ ، ترانسفورماتورهای قدرت می باشد که ارتباط دهنده بین سوئیچگیرهای مختلف بوده و بنابراین در طراحی موقعیت فیزیکی سوئیچگیرها بایستی جای مناسبی را برای آنها در نظر گرفت تا :

الف : ضمن حفظ حریم های لازم با سوئیچگیرها طول فیدر به حداقل برسد .

ب : جهت دسترسی به آنها که به علت وزن و حجم زیاد و بندرت به صورت بسته ((I IN DOOR)) نصب می گردد در جاده ها مناسب وجود داشته باشد .

ج : تبادل حرارت با هوای محیط جهت خنک شدن در مورد ترانسفورماتورهای A ir cooeld به سهولت انجام گیرد.

۴-۷ . ترانسفورماتورهای زمین و تغذیه داخلی:

ترانسفورماتورهای زمین برای ایجاد نقطه نوترال مصنوعی در شبکه های با اتصال مثلث به کار برده می شوند و در شبکه های مثلث که به صورت غیر مؤثر زمین می شوند معمولاً از ترانسفورماتور زمین استفاده می گردد. وبه لحاظ اقتصادی در چنین مواقعی ترانسفورماتور تغذیه داخلی هم به صورت یک سیستم پیچ ثانویه در ترانسفورماتور زمین ترکیب شده و به این ترتیب ترانسفورماتور زمین و تغذیه داخلی به صورت واحد ساخته می شود . در غیر اینصورت کاربرد ترانسفورماتورهای تغذیه داخلی الزامی می باشد . معمولاً این ترانسفورماتورها نیز در جوار ترانسفورماتورهای اصلی در محل مناسبی نصب می گردند. ضمناً در موارد خاص که تجهیزاتی مانند مقاومت ، راکتور و غیره جهت زمین کردن نقاط نوترال استفاده می گردد. این تجهیزات نیز بایستی در جای مناسبی در جوار ترانسفورماتورها نصب گردند.

۵-۷. سیستم های جبران کننده بار راکتیو :

معمولاً جهت کنترل ولتاژ ، ایجاد پایداری ، تصحیح ضریب قدرت و همچنین افزایش ظرفیت انتقال در بعضی از نقاط شبکه لازم است سیستم های تولید کننده و یا مصرف کننده بار راکتیو به کمک راکتورهای موازی - خازنهای موازی و یا سری و یا کمپانساتورهای سنکرون و یا سیستمهای جبران بار تریستوری نصب گردند . در چنین مواردی این تاسیسات نیز در پستهای فشار قوی نزدیک به نقاط مزبور نصب می گردند این تاسیسات در صورتیکه از نوع خازنها در اکتورهای ثابت قابل قطع و وصل باشند (FIXED CAPACITORS/ REACTORS)

مستقیماً به فیدرهای سوئیچگیر مربوطه متصل شده و بنابراین در جوار ترانسفورماتورهای قدرت و یا در محل مناسب دیگری نصب می گردند. اما چنانچه این تاسیسات از نوع کنترل شده به وسیله تریستور باشند بسته به مورد ممکن است فقط ترانسفورماتور کاهنده ولتاژ آنها در جوار ترانسفورماتورها بوده و سایر قسمتها از قبیل مجموعه تریستورها و المانهای راکتور در جای مناسب دیگری نصب گردند .

این سیستم به طور عمده در انواع زیر وجود دارند.

SHUNT REACTORS

۱-۵-۷. راکتورهای موازی ثابت

ب - غیر قابل قطع و وصل

الف - قابل قطع و وصل

SHUNT OR SERIES CAPACITORS

۲-۵-۷. خازنهای موازی و یا سری ثابت

ب- غیر قابل قطع و وصل

الف - قابل قطع و وصل

۳-۵-۷. کمپانساتوره‌های سنکرون SYNCHRONOUS COMPENSATORS

۴-۵-۷. سیستم جبران بار کنترل شده به وسیله تریستور STATICVAR

SYSTEMS (SVS)

الف - راکتورهای کنترل شده به وسیله تریستور

ب - خازنهای قابل قطع و وصل به وسیله تریستور

TCR/FC و TCR/TCF

ج- سیستمهای ترکیبی مثل

۶-۷. سیستمهای کنترل و حفاظت

سیستم کنترل و حفاظت که می تواند به عنوان دو سیستم مجزا از هم مورد بررسی قرار گیرد در واقع کنترل و حفاظت بخشی از سیستم قدرت را در محدوده پست مورد نظر به کمک اندازه گیری پارامترهای مورد نیاز در هنگام کار عادی و یا خطا به عهده دارد و عمدتاً متشکل از رله های اصلی - کمکی - سوئیچ - کنتاکتورها و وسایل دیگر می باشد . که اطلاعات مورد نیاز را از طریق ترانسفورماتورهای جریان و ولتاژ و سیستم اینتر لاک اخذ نموده و فرمانهای لازم را از طریق سیستمهای حفاظتی اتوماتیک و یا سیستمهای کنترل اتوماتیک و غیر اتوماتیک به مکانیزم تجهیزات انتقال می دهد. اکثر وسایل سیستم های حفاظتی از قبیل رله ها - کنتاکتورها - ترانسفورماتورهای جریان و ولتاژ کمکی و غیره به علت حساس بودن به صورت داخلی I NDOOR در داخل ساختمانی متمرکز به نام ساختمان کنترل قرار دارند . و از طریق کابلهای کنترل به ترانسفورماتورهای جریان و ولتاژ و همچنین مکانیزم های کنترل و تجهیزات ارتباط دارند. البته طرحهایی وجود دارد که وسایل حفاظتی هر بی ((BAY)) از پست را در داخل اتاقک مخصوص و در جوار همان بی ((BAY)) به منظور صرفه جویی در طول کابلهای کنترل نصب می نمایند .

۷-۷. سیستم زمین

در پستهای فشار قوی به منظور ایجاد ایمنی برای انسانهای داخل و اطراف پست و همچنین حفاظت تجهیزات و وسائل فشار ضعیف از ولتاژهای بالا در شرایط غیر عادی مثل اتصال کوتاه فاز به زمین و یا برخورد امواج ضربه ای رعد و برق به خطوط و یا پست بایستی از سیستم زمین استفاده شود و قسمتهای لازم پست به نحو مؤثری با این سیستم متصل گردد به این منظور در اغلب موارد لازم است شبکه ای از هادیهای بهم متصل شده را در زیر زمین پست به وجود آورده و بدنه فلزی تمام تجهیزات و نقاط نوترال را به نحو مؤثری به آنها متصل نمائیم تا مقادیر ولتاژهای قدم STEP VOLTAGE و ولتاژ تماس TOUCH VOLTAGE در محدود پست و اطراف آن در حدود قابل قبولی کنترل گردند که این کار به کمک کاهش مقاومت زمین انجام می گیرد

۷-۸. سیستم حفاظت از رعد و برق

در پستهای فشار قوی از نوع باز با تجهیزات معمولی CONVENTIONAL OUT DOOR SUB برای حفاظت تجهیزات از برخورد مستقیم صاعقه بایستی از سیستم شیلدینگ متشکل از سیم های زمین وصل کرده و به سیستم زمین پست متصل می گردند استفاده شود

۷-۹. سیستم تغذیه داخلی

به منظور تامین مصارف جریان متناوب و مستقیم پست اعم از سیستم کنترل ، حفاظت مکانیزمهای عمل کننده تجهیزات ، سیستم های تاسیسات روشنایی ، گرمکن های داخل تابلوها ، سیستم های خنک کننده ، سیستم های حفاظتی و غیره بایستی مصارف مورد نیاز با ولتاژ مناسب تامین گردد.

لذا دو سیستم مستقل از هم به نام سیستم تغذیه جریان متناوب AC SUPPLY SYSTEM و سیستم تغذیه جریان مستقیم DC SUPPLY SYSTEM در هر پست وجود دارد که عمدتاً شامل ترانسفورماتورهای تغذیه داخلی ، باطری شارژر و باطری دیزل ژنراتور اضطراری و تابلوهای توزیع مربوطه می باشند.

۱۰-۷ . سیستم روشنایی محوطه

به منظور امکان دید مناسب در شب برای محوطه پست از سیستم روشنایی محوطه پروژکتورهایی که در موقعیت های مناسب اطراف تجهیزات نصب شده و از منبع تغذیه داخلی پست تغذیه میگردند ، استفاده می شود .

۱۱-۷ . سیستم مخابراتی

سیستمی است که به کمک آن می توان سیگنالهای مخابراتی را به منظورهای کنترل از راه دور مکامله و یا حفاظت از دوز TELE - PROTECTION به نقاط دیگر شبکه ارسال نموده متقابلاً سیگنالهای مشابه را دریافت نموده این سیستم ها عمدتاً در انواع زیر وجود دارند

الف - سیستم میکروویو : MICROWAVE RADIO MUTI CHANNEL
TELEPHONE CIRCUIT

به کمک این سیستم می توان انتقال اطلاعات را برای کنترل از راه دور TELE-CONTROL و همچنین کنترل بار انجام داده و ضمناً سیگنالهای لازم را برای حفاظت تجهیزات ارسالی و یا دریافت نمود و همچنین مکالمات تلفنی را با مراکز کنترل و غیره انجام داد .

ب - سیستم plc POWER LINE CARRIER TEL-PROTECTION

سیستمی است که به کمک آن می توان سیگنالهای مخابراتی را جهت مکالمه و یا حفاظت از دور برروی خطوط فشار قوی از طریق مدولاسیون دامنه ارسال و یا دریافت نمود مانند سیستم مایکرو ویو بوده ولی تعداد کانالهای آن کمتر می باشد .

ج - سیستم رادیو تلفنی VHF که عمدتاً برای تغییرات خطوط انتقال و همچنین اخذ اطلاعات محیطی استفاده می گردد.

و - سیستم های با سیم که امروزه کمتر متداول بوده و همچنین سیستم خبر دهی یا PAYING که برای ارتباطات پرسنل داخل پست مورد استفاده قرار می گیرد .

ه- و بالاخره امروزه با افزایش حجم اطلاعات مخابراتی در شبکه ها ، کاربرد FIBER OPTIC

SHIELD WINES

امکان استفاده از سیستم های مخابراتی با ظرفیت و قابلیت اطمینان بالا را ایجاد نموده و در واقع جایگزین مناسبتری برای سیستم های PLS یعنی ارسال قدرت بالا و سیگنالهای مخابراتی روی خطوط انتقال پیدا شده است .

۷-۱۲ . سیستم کابل

همانطوریکه اشاره شد در پستهای فشار قوی به منظور کنترل - اندازه گیری و حفاظت تجهیزات مختلف احتیاج به اندازه گیری پارامترهای مشخصی از تجهیزات و همچنین ارسال فرمانهای مناسب کنترل به صورت اتوماتیک یا غیر اتوماتیک می باشیم برای ارتباط وسایل اندازه گیری ، هشدار دهنده و یا آشکار سازها به دستگاههای حفاظتی و کنترل کننده و همچنین ارتباط دستگاههای زمان دهنده به مکانیزم ها و کارسازها ، ACTUATOR از کابلهای کنترل و تغذیه POWER AND CONTROL CABLE استفاده می شود . این کابلها به نحو منظمی در کانالهای مخصوص سر پوشیده در محوطه پست به ساختمان کنترل هدایت شده و در موارد لزوم

نیز در بعضی از قسمت‌ها از MARSHALLING BOX برای تجمع و تقسیم کابلها استفاده می‌گردد.

۷-۱۳. سیستم اطفاء حریق

در پستهای فشار قوی تجهیزاتی از قبیل ترانسفورماتورهای قدرت ، راکتورها و به طور کلی تجهیزاتی که داری روغن بوده و حرارت را می‌باشند ، آتش را بوده و بنابراین ممکن است در مواردی لازم باشد سیستمی تعبیه گردد تا حریق احتمالی را اطفاء نموده و از گسترش آن جلوگیری گردد. سیستم های اطفاء حریق می‌تواند بسته به اهمیت پست از نوع اتوماتیک و یا غیر اتوماتیک باشند . به طور کلی این سیستمها به منظور کنترل اثرات ناشی از آتش سوزی با جلوگیری از گسترش آن به سایر تجهیزات و به حداقل رساندن خسارت مالی و احیاناً جلوگیری از آسیب جدی به دستگاه دچار حریق نصب می‌گردد. متداولترین این سیستم ها که در پستهای فشار قوی کاربرد دارند عبارتند از :

۱- سیستم اطفاء حریق دستی متشکل از کپسولهای مواد ضد حریق

۲- سیستم اتوماتیک DRA NAND STIR که سیستم SERGI ، معروف است .

۳- سیستم آبی

۴- سیستم استفاده از گاز هالوژن برای پستهای زیر زمینی و یا بسته و به طور کلی سیستمهایی که بر اساس هیدروکربنهای هالوژنه عمل می‌نمایند.

۷-۱۴. تاسیسات ساختمانی

۷-۱۴-۱. ساختمان کنترل

این ساختمان به طور کلی از قسمت‌های مختلف از قبیل اطاق فرمان ، اطاق رله ، اطاق باطری و

.... تشکیل می‌گردد.

۷-۱۴-۲. اطاق فرمان

این اطاق محل استقرار اپراتورها و انجام عملیات کنترل تجهیزات پست می باشد معمولاً کلیه فرمانها ، تنظیمها ، مراقبتها و اندازه گیریها در یک مرکز به نام اطاق کنترل انجام می گیرد .

در سیستمهای کنترل معمولی ، تابلوهای کنترل ، CONTROL PANELS به شکل منظمی در این اطاق پهلوی هم چیده می شود . و هر تابلو (و یا چند تابلو) که معمولاً به یک فیدر و یا چند فیدر در یک " BAY " اختصاص دارد . حاوی تمام دستگاههای نمایش دهنده کمیتهای اندازه گیری شده در حالت عادی کار - سوئیچهای کنترل CONTROL SWITCHES و در صورت لزوم علائم هشدار دهنده یا خبر دهنده بوده و دیاگرام میمیک MIMIC DIAGRAM به صورت مناسبی روی هر تابلو نقش بسته است به طوریکه دیاگرام تمام تابلوها معروف شمای تک خطی پست می باشد. ضمناً در این اطاق تابلوهای دیگری از قبیل تابلوهای کنترل ولتاژ AVR PANEL تابلوی سنکروسکوب و همچنین تابلوهای مجتمع علائم هشدار دهنده ANNANCIATION PANEL قرار دارند و اثبات حوادث و خطاها DISTURBANCE RECORDER نیز در صورت وجود در این اطاق نصب می گردند . تابلوهای کنترل از نوع موزائیکی و معمولی بوده که امروزه تابلوهای موزائیکی بیشتر متداول می باشد و در سیستم فرمان میکروپروسسوری MICRO PROCESSOR BASED CONTROL SYSTEM که امروزه در کشورهای پیشرفته متداول گردیده احتیاج به تابلوهای مزبور که اپراتور مستقیماً به آنها دسترسی داشته باشد نبوده بلکه کلیه علائم خبری و هشدار دهنده و کمیتهای اندازه گیری از طریق میکرو کامپیوتر و به کمک مونیتر در اختیار اپراتور قرار گرفته و متقابلاً فرمانهای لازم نیز از طریق اپراتور به کمک KEY BOARD کامپیوتر (و پس از کنترل پروسس فرمان توسط کامپیوتر) به تجهیزات مختلف هدایت می گردد. به این ترتیب اطاق کنترل این نوع پستها معمولاً فقط حاوی یک

میز و صفحه نمایش MONITOR بوده و سایر تجهیزات کنترل فقط در دید اپراتور نمی باشد. این اتاق معمولاً در قسمتی از ساختمان کنترل قرار می گیرد. که اپراتور دید کافی به محوطه پست و به خصوص تجهیزات مهم از طریق پنجره های شیشه ای داشته باشد .

۷-۱۴-۳. اتاق رله RELAY ROOM

این اتاق معمولاً تابلوهای رله های مختلف را در خود جای می دهد و با توجه به اینکه رله ها به صورت اتوماتیک عمل می نمایند و فقط به منظور REST کردن آنها نیاز به دسترسی به آنهاست لذا لزومی به قرار دادن آنها در نزدیکی اپراتور نبوده . و به همین جهت معمولاً اتاق رله در جوار اتاق فرمان ولی به صورت مجزا از آن قرار می گیرد البته در بعضی از طرحها دیوار جداکننده ای بین اتاق فرمان و اتاق رله قرار داده نمی شود ولی به هر حال تابلوهای مزبور در فاصله دورتری نسبت به تابلوهای فرمان نسبت به محل استقرار اپراتورها قرار می گیرند ضمناً دستگاههایی مثل تابلوهای توزیع DC تابلوهای مربوط به باطری شارژر و احیاناً تابلوهای توزیع AC نیز در این اتاق می توانند نصب گردند.

۷-۱۴-۴. اتاق باطری

کلید باطریهای مربوط به سیستم DC در یک اتاق مجزای ضد اسید قرار می گیرند که به اتاق باطری BATTERY ROOM معروف است . ترمینالهای باطری پس از اتصال به جعبه فیوز به باطری شارژر یا باطری شارژرها که در خارج از اتاق باطری و معمولاً در اتاق رله قرار دارند متصل می گردند (در مواردی ممکن است باطریهای مربوط به سیستم ولتاژ DC در یک اتاق مجزا قرار دهند و به این ترتیب بیش از یک اتاق باطری داشته باشیم).

۷-۱۴-۵. اتاق AC

در صورت لزوم تابلوهای تغذیه مصرف AC در اتاق مجزائی قرار داده می شوند .

۷-۱۴-۶. اطاق های جنبی

مانند اطاق شیفت ، اطاق استراحت ، اطاق کنفرانس ، اطاق بایگانی مدارک ، آشپزخانه دستشوئی و غیره که بسته به مورد نیاز بایستی در طراحی ساختمان کنترل در نظر گرفته شود .

۷-۱۵. فونداسیونها

تجهیزات سنگین بیرونی پستها اعم از تجهیزات فشار قوی ، کیوسکها ، سیستم های حفاظتی ، پایه های روشنایی و غیره بایستی روی فونداسیونهایی که به نحو مناسب طراحی و ایجاد می گردند نصب گردند . تجهیزات معمولی از طریق پایه های نگهدارنده SUPPORT (به لحاظ رعایت فاصله هوائی) روی فونداسیونها نصب می گردند . ولی تجهیزات گازی معمولاً مستقیماً روی فونداسیون قابل نصب می باشند . به هر حال قبل از نصب تجهیزات می بایستی فونداسیون های آنها آماده شده و پایه های مورد نظر مورد در مورد تجهیزات معمولی روی آنها نصب گردیده تا بتوان تجهیزات اصلی را نصب نمود . فونداسیونها در اکثر موارد از نوع مسلح (با آرماتور) بوده و معمولاً به نحوی استقرار می یابند که از سطح تمام شده پست در هر قسمت در حدود ۱۰ تا ۱۵ سانتیمتر بالاتر می باشند .

۷-۱۶. جاده های دسترسی

این جاده ها در پستها باز OUT DOOR SUB و یا قسمتهای باز پستهای بسته INDOOR به منظور دسترسی از طریق وسایل موتوری و غیر موتوری به تجهیزات فشار قوی و به خصوص وسایل سنگین مانند ترانسفورماتورهای قدرت و غیره و یا تعمیر در محل تجهیزات مزبور امکان پذیر باشد . در مواردی جاده های دسترسی به تجهیزات هر بی BAY مانند کلیدها و غیره با پهنای کمتری نسبت به جاده های اصلی در نظر گرفته می شود.

۷-۱۷. ساختمان نگهبانی

به منظور کنترل عبور و مرور افراد به داخل پست معمولاً لازم است در محل درب ورودی اصلی پست یک ساختمان نگهبانی در نظر گرفته شود در بعضی از کشورها به چنین ساختمانی نیاز نبوده و معمولاً کنترل ورود و خروج از طریق دستگاههای خبری مانند (درب بازکنی برقی معمولی و یا مجهز به دوربین تلویزیونی) از محل ساختمان کنترل و توسط اپراتور صورت می گیرد .

۱۸-۷ . ساختمان دیزل ژنراتور

معمولاً در پستهای بزرگ تامین مصارف داخلی پست در هنگام قطع برق به عهده یک دیزل ژنراتور اضطراری بوده که به لحاظ سروصدای زیاد معمولاً در اتاق در بسته و به فاصله مناسبی از اتاق کنترل نصب می گردد که DIESEL ROOM معروف است . در ضمن ممکن است بسته به مورد اتاقهای دیگری و یا تاسیسات ساختمانی دیگری در پست مانند زمین بازی ، اتاق ضد حریق ، انبار ، تعمیرگاه و غیره در نظر گرفته شود .