بسم الله الرحمن الرحيم

وزارت علوم، تحقیقات و فن آوری

دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره)

دانشکده فنی و مهندسی - گروه عمران

ارزیابی طراحی لرزه ای تجهیزات پست برق

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

در رشته مهندسی عمران گرایش سازه

استاد راهنما :

جناب آقای دکتر مرتضی بسطامی

استاد مشاور:

جناب آقای دکتر محمود حسینی

دانشجو:

مریم حاجی حسنی

مهر ۱۳۹۰

تشکر و قدردانی

با نهایت تقدیر و سپاس از جناب آقای دکتر مرتضی بسطامی که با صبر و حوصله بسیار مرا در پیشبرد این تحقیق یاری نموده و در تمام مراحل چراغ راهم بودند.

از جناب آقای دکتر محمود حسینی که زحمت مشاوره این پایان نامه را تقبل فرمودند کمال تشکر و قدردانی را دارم.

از دوست عزیز جناب آقای دکتر محمدجواد جبارزاده که در انجام این تحقیق و رفع مسائل نرم افزاری مساعدت های بسیار کرده و رسم یاری بی دریغ را به من آموختند، و دیگر دوستان آقای مهندس حسین پورخادم نمین و آقای دکتر امیر حسین خلوتی و آقای مهندس سامان محمدپور که با در اختیار گذاشتن اطلاعات خود همراهی ام کردند تشکر صمیمانه خود را اعلام داشته و خواهان موفقیت آنها در تمام دوران زندگی شان هستم.

تقدیم به :

وجود مقدس مادر عزیزم

به پاس تعبیر عظیم و انسانی اش از کلمه ایثار و به پاس محبتهای بی دریغش

و پدرم که تکیه گاه محکمی برای ایستادنم بود

فهرست مطالب

عنوان صفحه

چکیده i

۱- فصل اول

معرفی، بیان وظیفه و عملکرد تجهیزات پست برق

۱-۱- معرفی نیروگاه ۲

۱-۱-۱- طبقه‌بندی ۲

۱-۲- معرفی بخش انتقال و فوق توزیع ۳

۱-۳- معرفی پست ۴

۱-۳-۱- انواع پست ها ۴

۱-۳-۲- اجزای یک پست ۶

۱-۳-۳- جانمایی ۸

۱-۴- معرفی و بررسی عملکرد لرزه ای تجهیزات گوناگون پستها در زلزله های گذشته ۹

۱-۴-۱- قطعات سرامیکی (مقره ها) ۱۰

۱-۴-۲- شین ها، کنداکتورها و پایه های نگهدارنده آنها ۱۴

۱-۴-۳- رله های فشار ناگهانی و حفاظتی ۱۷

۱-۴-۴- مهار بندی ۱۸

۱-۴-۵- ترانس های قدرت ۱۹

۱-۴-۵-۱- ترانس های قدرت مهار نشده ۲۱

۱-۴-۵-۲- ترانس های قدرت مهار شده بر روی دال ۲۲

۱-۴-۵-۳- ترانس های قدرت مستقر بر روی ریل ۲۷

۱-۴-۶- رادیاتورها ۳۱

۱-۴-۷- بوشینگ ها ۳۳

۱-۴-۸- مخازن روغنی ۳۷

۱-۴-۹- راکتور ۳۸

۱-۴-۱۰-ترانس های جریان ۳۹

۱-۴-۱۱-ترانس های ولتاژ ۴۵

۱-۴-۱۲-دژنکتورها (کلید قدرت) ۴۹
۱-۴-۱۲-۱- دژنکتور روغنی ۴۹
۱-۴-۱۲-۲- دژنکتور کم روغن ۵۰
۱-۴-۱۲-۳- کلید گازی SF_6 ..... ۵۱
۱-۴-۱۳- سکسیونرها (کلید قطع و وصل) ۵۴

۲- فصل دوم

گزارش و بررسی صدمات وارده به سیستم های برق در طول پنج زلزله مهم در سالهای اخیر

۲-۱- مقدمه ۶۰
۲-۲- زلزله ۲۰۰۸ Sichuan ۶۱
۲-۲-۱- شبکه برق ۶۳
۲-۲-۲- نیروگاه تولید برق ۶۶
۲-۲-۳- پست های توزیع ۶۷
۲-۲-۴- خطوط انتقال ۷۰
۲-۲-۵- تعمیر و بازسازی ۷۱
۲-۳- زلزله ۲۰۰۹ L'Aquila ایتالیا ۷۲
۲-۳-۱- شبکه برق ۷۴
۲-۳-۲- پستهای توزیع ۷۸
۲-۳-۳- تعمیر و بازسازی ۸۰
۲-۴- زلزله ۲۰۱۰Haiti ۸۱
۲-۴-۱- بخش نیروی برق هائیتی قبل از زلزله ۸۲
۲-۴-۲- بخش نیروی برق بعد از زلزله ۸۴
۲-۴-۳- بخش انتقال : ۸۷
۲-۵- زلزله ۲۰۱۰Chile ۸۸
۲-۵-۱- بخش منابع الکتریسیته ۹۱
۲-۵-۲- بخش تولید ۹۴
۲-۵-۳- بخش انتقال ۹۵
۲-۵-۴- بخش توزیع ۹۸
۲-۵-۵- تأثیر بر عملکرد ۱۰۲

۲-۵-۶- نتایج ۱۰۴
۲-۶- زلزله Japan۲۰۱۱ ..... ۱۰۶
۲-۶-۱- وضعیت آسیب پذیر منابع انرژی در ژاپن ۱۰۷
۲-۶-۲- شبکه برق ژاپن ۱۰۷
۲-۶-۳- وضعیت تولید برق پس از زلزله ۱۱۵
۲-۶-۴- شبکه توزیع برق ۱۱۹
۲-۶-۵- شبکه انتقال برق ۱۲۲
۲-۶-۶- تعمیر و بازسازی ۱۲۴
۲-۷- مقایسه عملکرد شبکه تولید برق در زلزله های تحت مطالعه ۱۲۴
۲-۸- مقایسه عملکرد شبکه توزیع و انتقال برق در زلزله های تحت مطالعه ۱۲۶
۲-۹- مقایسه عملکرد بازسازی شبکه برق در زلزله های تحت مطالعه ۱۲۸
۲-۱۰- نتایج ۱۳۱

۳- فصل سوم

مدلسازی و آنالیز لرزه ای تجهیزات

۳-۱- مقدمه ۱۳۵
۳-۲- بازنگری تحقیقات گذشته ۱۳۶
۳-۳- معرفی نرم افزار ANSYS و هدف از انتخاب آن ۱۴۱
۳-۴- مدل اجزاء محدودی تجهیزات ۱۴۲
۳-۴-۱- ترانسفورماتور ۱۴۳
۳-۴-۱-۱- آنالیز مودال برای ترانسفورماتور ۱۴۶
۳-۴-۲- ترانس جریان (CT) ۱۴۸
۳-۴-۲-۱- آنالیز مودال برای ترانس جریان ۱۴۹
۳-۴-۳- دژنکتور (CB) ۱۵۰
۳-۴-۳-۱- آنالیز مودال برای دژنکتور ۱۵۱
۳-۴-۴- سکسیونر (DS) ۱۵۲
۳-۴-۴-۱- آنالیز مودال برای سکسیونر ۱۵۳
۳-۵- امواج تحریک ورودی برای آنالیز تاریخچه زمانی تجهیزات ۱۵۶
۳-۵-۱- تصحیح اطلاعات عددی ۱۶۰

۳-۵-۱-۱- زمان مؤثر زلزله ۱۶۰
۳-۶- روند انجام تحلیل ها ۱۶۱
۳-۶-۱- آنالیز تاریخچه زمانی ترانس قدرت ۱۶۲
۳-۶-۲- آنالیز تاریخچه زمانی ترانس جریان (CT) ۱۶۷
۳-۶-۳- آنالیز تاریخچه زمانی سکسیونر (DS) ۱۷۱
۳-۶-۴- آنالیز تاریخچه زمانی دژنکتور ۱۷۵
۳-۷- خلاصه و نتیجه گیری ۱۷۹

۴- فصل چهارم

ارائه موج تحریک مناسب برای تحلیل های لرزه ای تجهیزات پست برق

۴-۱- مقدمه ۱۸۱
۴-۲- مقررات استاندارد IEEE 693 ..... ۱۸۲
۴-۳- موج تحریک ورودی برای آنالیزهای دینامیکی بر اساس استاندارد ژاپن ۱۸۴
۴-۴- امواج تحریک ساختگی سینوسی ۱۸۸
۴-۴-۱- ترانس قدرت تحت امواج سینوسی ۱۸۹
۴-۴-۲- ترانس جریان تحت امواج سینوسی ۱۹۵
۴-۴-۳- سکسیونر تحت امواج سینوسی ۲۰۲
۴-۴-۴- دژنکتور تحت امواج سینوسی ۲۰۷
۴-۵- خلاصه و نتیجه گیری ۲۱۲

۵- فصل پنجم

منحنی های شکنندگی تجهیزات پست برق

۵-۱- مقدمه ۲۱۶
۵-۲- تاریخچه ارزیابی خسارت و تولید منحنی شکنندگی ۲۱۷
۵-۳- منحنی آسیبپذیری ۲۲۰
۵-۳-۱- توزیع لگاریتمی نرمال ۲۲۱
۵-۳-۲- تابع توزیع تجمعی (Φ) ۲۲۲
۵-۴- حالتهای حدی خرابی ۲۲۴
۵-۴-۱- حالت جزئی ۲۲۵

۵-۴-۲- حالت شدید ۲۲۶
۵-۴-۳- حالت کامل ۲۲۷
۵-۵- پارامتر مناسب بعنوان معیار بزرگای زلزله ۲۲۸
۵-۵-۱- محتوای فرکانس زلزله ۲۲۹
۵-۶- روش بررسی منحنی های شکنندگی ۲۲۹
۵-۶-۱- منحنی های شکنندگی ترانس قدرت ۲۳۰
۵-۶-۲- منحنی های شکنندگی ترانس جریان ۲۳۲
۵-۶-۳- منحنی های شکنندگی سکسیونر ۲۳۴
۵-۶-۴- منحنی های شکنندگی دژنکتور ۲۳۶

۶- **فصل ششم**

نتایج و پیشنهادات

۶-۱- جمع بندی و نتیجه گیری ۲۴۰
۶-۲- ارائه پیشنهاد برای مطالعات آینده ۲۴۲

۷- **پیوست** **۲٤٤**
۸- **مراجع** **۲۵۰**

چکیده

تاسیسات شبکه برق بدلیل مصرف گسترده انرژی الکتریکی در صنایع مختلف در زمره شریانهای حیاتی مهم قرار دارند و باید در برابر حوادث غیر مترقبه بخصوص زلزله از مقاومت و ایمنی کافی برخوردار باشند. بطور کلی ارزیابی آسیب پذیری لرزه ای از دو دیدگاه کمی و کیفی صورت می گیرد که در هر سه بخش شبکه برق از جمله تولید، انتقال و توزیع قابل بحث میباشد. پستهای توزیع اجزائی بحرانی در سیستم برق هستند. عملکرد پستهای برق در طول زلزله های گذشته چندان رضایت بخش نبوده و بسیاری از اجزاء کلیدی در معرض صدمات قابل توجهی بوده اند. محققان بررسی هایی در خصوص ارزیابی لرزه ای ، تشخیص صدمات وارده به برخی اجزاء، و ارائه راهکارهایی بمنظور بهبود عملکرد این تجهیزات داشته اند. با توجه به اینکه برای ارزیابی های لرزه ای و انجام آنالیزهای لازم، نیاز به استفاده از تحریکات ورودی استاندارد با توجه به میزان خطر لرزه خیزی مناطق مختلف، امری اساسی بنظر می رسد. در ایران مطالعات مختلفی که برای طراحی، ارزیابی و مقاوم سازی لرزه ای تجهیزات پستهای برق صورت گرفته مبتنی بر طیف و رکوردهای کشورهای دیگر می باشد، که فاقد یک مبنای منطقی برای دلیل استفاده است. از طرفی با توجه به مشخصات دینامیکی متفاوت تجهیزات پستهای برق نمی توان از طیف استاندارد آیین نامه ۲۸۰۰ برای این تجهیزات استفاده کرد. از اینرو این تحقیق بمنظور ارائه تحریکات ورودی مناسب برای انجام آنالیزهای دینامیکی تجهیزات پستهای برق در ایران، با توجه به شرایط زمین و میزان لرزه خیزی محل نصب آنها، با تاکید اصلی بر چهار تجهیز یعنی:

Power Transformer, Current Transformer, Circuit Breaker, Disconnect Switch

می باشد. تحقیق در ابتدا با بررسی عملکرد و تعیین مودهای خرابی و آسیب پذیری تجهیزات پست در زلزله های گذشته آغاز میشود، سپس بررسی جزئی تری در خصوص عملکرد شبکه برق در پنج زلزله مهم در سالهای اخیر یعنی زلزله های : 2008 Sichuan, 2009 L'Aquila, 2010 Haiti, 2010 Chile, 2011 Japan صورت می گیرد و در بخش نهایی با مطالعه بر روی روشهای طراحی لرزه ای مطرح شده در استانداردهای مطرح موجود(IEEE 693-1997 و JEAG 1999) برای این تجهیزات و همچنین جمع آوری رکوردهای شتاب زلزله های مهم گذشته در ایران با بزرگی بالای شش ریشتر در دو حوزه ی دور و نزدیک، اقدام به مدلسازی اجزاء محدودی تجهیزات مذکور گردیده و پس از انجام آنالیزهای مودال با استفاده از فرکانس طبیعی هر تجهیز مجموعه ای امواج سینوسی به عنوان موج تحریک ورودی برای هر یک ایجاد گردیده و تجهیزات را تحت اعمال پنجاه رکورد زلزله مذکور قرار داده و نتایج بحرانی ثبت می گردد تا نهایتا" با نتایج بدست آمده از آنالیزها تحت امواج سینوسی مقایسه شده و موج سینوسی ورودی مناسب برای هر تجهیز مشخص گردد.

در بخش پایانی نیز منحنی های شکنندگی برای تجهیزات مذکور با تعریف سه حالت خرابی جزئی، شدید و کامل بر اساس بیشینه شتاب رکوردها (PGA) رسم گردیده و بر اساس پارامترمحتوای فرکانسی نیز تفکیک گردیده است.

فصل اول

معرفی، بیان وظیفه و عملکرد تجهیزات پست برق

۱-۱- معرفی نیروگاه

نیروگاه برق (که با نام‌های کارخانه برق یا پست نیرو هم شناخته می‌شود) مجموعه‌ای از تأسیسات صنعتی است که از آن برای تولید انرژی الکتریکی استفاده می‌شود.

وظیفه اصلی یک نیروگاه تبدیل انرژی از دیگر شکل‌های آن مانند انرژی شیمیایی، انرژی هسته‌ای، انرژی پتانسیل گرانشی و... به انرژی الکتریکی است. وظیفه اصلی در تقریباً همه نیروگاه‌ها بر عهده مولد یا ژنراتور است؛ ماشینی دوار که انرژی مکانیکی را به انرژی الکتریکی تبدیل می‌کند. انرژی مورد نیاز برای چرخاندن یک ژنراتور از راه‌های مختلفی تامین می‌شود و عموماً به میزان دسترسی به منابع مختلف انرژی در آن منطقه و دانش فنی گروه سازنده بستگی دارد .

۱-۱-۱- طبقه‌بندی

طبقه‌بندی نیروگاه‌ها براساس نوع سوخت مصرفی و عامل محرک به صورت زیر است

[http://fa.wikipedia.org/wiki/...].

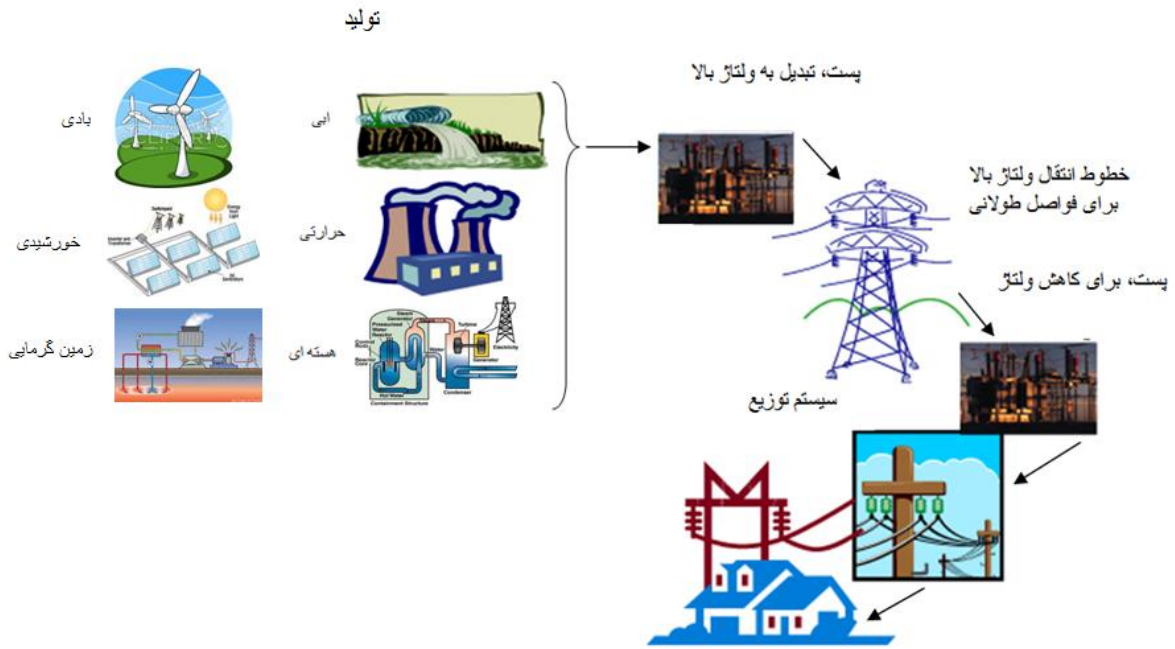
طبقه بندی از نظر نوع منبع انرژی :

- نیروگاه هسته‌ای که از یک راکتور هسته‌ای برای تولید گرما و چرخاندن توربین‌های بخار استفاده می‌کند.
- نیروگاه سوخت فسیلی که انرژی گرمایی مورد نیاز را از سوزاندن سوخت‌های فسیلی مانند نفت، گاز طبیعی یا زغال سنگ تامین می‌کند.
- نیروگاه‌هایی که از منابع انرژی‌های تجدید پذیراستفاده می‌کنند وانرژی مورد نیاز خود را از انرژی بادی، انرژی خورشیدی، انرژی جزر و مد دریا، انرژی حرارتی موجود در آبهای اعماق زمین، سوزاندن ضایعات مزارع نیشکر، زباله‌های شهری، بیوگازها و دیگر منابع این چنینی تامین می‌کند.

۱-۲- معرفی بخش انتقال و فوق توزیع

محل احداث نیروگاه های بزرگ برق کشور با توجه به عوامل مختلف فنی و اقتصادی و اجتماعی تعیین می گردد. از جمله این عوامل وجود منابع سوخت، آب و همچنین بعد مسافت با مناطق مسکونی (به لحاظ جلوگیری از آلودگی زیست محیطی) و ... می باشد و از آنجا که غالبا" تجمع این عوامل در مجاورت مراکز مصرف برق امکان پذیر نیست، لذا خطوط انتقال به عنوان رساننده نیرو از مراکز تولید به مراکز مصرف عمل می کنند.

در اثر فاصله زیاد بین محل تولید و محل مصرف مقداری از انرژی الکتریکی در هادی های انتقال به صورت حرارت تلف می شود. برای کم کردن این تلفات ولتاژ برق تا حد امکان به کمک مبدل هایی در محل ایستگاه های موسوم به پست افزایش می یابد. پست ها با افزایش ولتاژ برق در محل تولید و کاهش آن در نزدیک محل مصرف نقش مهم و کلیدی در انتقال برق ایفا می کنند. پست های برق به سه نوع عمده تقسیم می شوند که عبارتند از : پست های انتقال، پست های فوق توزیع و پست های توزیع. مبدل ها هم بسته به نوع استفاده از آن به دو نوع اصلی افزاینده و کاهنده تقسیم می شوند.



برق تولید شده در نیروگاه به وسیله ژنراتور، توسط کنداکتورهای هادی به ترانس های مربوطه منتقل می شود. دستگاه مبدل، ولتاژ برق دریافتی از ژنراتور را افزایش می دهد (عموما" برق دریافتی از ژنراتور در مبدل افزاینده به ولتاژهای بالاتر افزایش می یابد) و این برق افزایش یافته را به پست انتقال جنب نیروگاه منتقل می کند و پس از رسیدن به سطح ولتاژ مورد نظر توسط خطوط انتقال نیرو جهت استفاده منتقل می کنند.

برق منتقل شده در پست های انتقال و توزیع به وسیله مبدل های کاهنده در حد میزان ولتاژ مورد نیاز کاهش می یابد و به نقطه یا مصرف کننده مورد نظر ارسال و توزیع می شود.

در حال حاضر سطوح متداول ولتاژ انتقال و فوق توزیع در سیستم بهم پیوسته برق کشور عبارتند از : ۴۰۰ و ۲۳۰ کیلوولت برای خطوط انتقال و پست های مربوطه و ۱۳۲ ، ۶۶ و ۶۳ کیلوولت برای خطوط و پست های فوق توزیع [4].

۱-۳- معرفی پست

پست محلی است که تجهیزات انتقال انرژی در آن نصب و تبدیل ولتاژ انجام می شود و با استفاده از کلیدها امکان انجام مانور فراهم می شود. در واقع کار اصلی پست مبدل ولتاژ یا عمل سوئیچینگ بوده که در بسیاری از پست ها ترکیب دو حالت فوق دیده می شود.

۱-۳-۱- انواع پست ها

پست ها را می توان از نظر وظیفه، هدف، محل نصب، نوع عایق و ... به انواع مختلفی تقسیم کرد. انواع پست ها بر اساس نوع وظیفه و هدف ساخت بدین ترتیب می باشد [http://fa.wikipedia.org/wiki/...]:

- پست های افزاینده (بالا برنده ولتاژ) (Step Up Substation)
- پست های انتقال (High Voltage Substation)
- پست های کاهنده (توزیع یا کاهنده ولتاژ) (Distribution Substation)
- پست های کلیدزنی (سوئیچینگ) (Switching Substation)

➢ پست های افزاینده

ولتـاژ تولیـدی ژنراتورهـا بعلـت محـدودیت هـایی کـه در سـاخت آنهـا وجـود دارد محـدود بـوده و بـرای انتقـال قـدرت هـای زیـاد بـه فواصـل طـولانی لازم اسـت کـه ولتـاژ آنهـا افـزایش پیـدا کنـد. پـس اینگونـه پسـت هـا در مجـاورت نیروگاه احداث شده و ورودی آن مستقیما" از نیروگاه می آید.

➢ پست های انتقال

وظیفـه پسـت انتقـال اتصـال دو یـا چنـد خـط انتقـال اسـت. سـاده تـرین حالـت زمـانی اسـت کـه دو خـط دارای ولتـاژ یکسـان هسـتند. در ایـن مـوارد پسـت دارای مدارشـکن هـایی اسـت تـا در صـورت نیـاز مثـل انجـام تعمیـرات، مـدار را از شـبکه جـدا کنـد. یـک پسـت انتقـال ممکـن اسـت دارای ترانسـفورماتور بـرای تبـدیل دو ولتـاژ انتقـال یـا تجهیـزات تنظـیم اخـتلاف فاز باشد.

➢ پست های توزیع

وظیفـه یـک پسـت توزیـع تحویـل گـرفتن تـوان از سیسـتم انتقـال و تحویـل آن بـه سیسـتم توزیـع اسـت. از نظـر اقتصـادی و ایمنـی وصـل مصـرف کننـده هـا بطـور مسـتقیم بـه شـبکه انتقـال بـه صـرفه نیسـت، بنـابراین پسـت توزیـع ولتـاژ را تـا میزانی مناسـب بـرای مصـرف کننـده هـا کـاهش مـی دهـد. گذشـته از تغییـر ولتـاژ، وظیفـه پسـت توزیـع ایزولـه کـردن هـر یـک از شبکه های توزیع یا انتقال از خطاهای رخ داده در دیگری است.

➢ پست های کلیدزنی

ایـن پسـت هـا در واقـع هیچگونـه تبـدیل ولتـاژی انجـام نمـی دهنـد، بلکـه فقـط کارشـان ارتبـاط خطـوط مختلـف شـبکه به یکدیگر است.

لازم به ذکر است که ممکن است پست هایی ترکیبی از انواع بالا وجود داشته باشند.

۱-۳-۲- اجزای یک پست

یک پست به طور کلی دارای تجهیزات سوئیچ، سیستم‌های حفاظت، کنترل و همچنین یک یا چند ترانسفورماتور است. در پست‌های بزرگ از مدارشکن‌ها یا دژنکتور برای قطع هرگونه اضافه جریان ناشی از اتصال کوتاه یا اضافه بار استفاده می‌شود. در پست‌های کوچکتر ممکن است از سکسیونر یا فیوز برای محافظت از مدارهای منشعب استفاده کنند. پست‌ها معمولا" دارای ژنراتور نیستند اگرچه نیروگاه‌ها ممکن است در نزدیکی خود پست داشته باشند. از دیگر موارد موجود در یک پست الکتریکی می‌توان تجهیزات نگهدارنده پایان خط، تابلوی فشار قوی، تابلوی فشار ضعیف، جرقه‌گیر، سیستم کنترل، سیستم زمین و سیستم‌های اندازگیری نام برد، همچنین ممکن است از تجهیزات دیگری مانند خازن‌های اصلاح ضریب توان یا تنظیم کننده ولتاژ نیز در پست استفاده شود.

پست‌های الکتریکی با توجه به کاربردشان ممکن است بر روی سطح زمین و در حصار، زیر زمین و یا در ساختمان‌ها ساخته شوند. ساختمان های بسیار بلند ممکن است دارای چندین پست الکتریکی داخلی باشند. از پست‌های داخلی معمولاً در مناطق شهری و برای کاهش صدای ناشی از ترانسفورماتورها، ملاحظات بصری شهر و محافظت تابلوها از تاثیرات آلودگی هوا و تغییر آب و هوا استفاده می‌شود. در مناطقی که از حفاظ فلزی در اطراف پست استفاده می‌شود باید این حفاظ زمین شده باشد تا از خطر برق گرفتگی در موارد ایجاد جریان خطا در پست استفاده شود. بروز خطا در شبکه و تزریق جریان ناشی از آن به زمین در پست ممکن است باعث افزایش پتانسیل در مناطق اطراف پست شود. این افزایش پتانسیل در اطراف پست باعث ایجاد یک جریان در طول حصارهای فلزی می‌شود و در این مواقع ولتاژ حصارها می‌تواند با ولتاژ زمینی که فرد بر روی آن ایستاده کاملا متفاوت باشد که این موجب افزایش ولتاژ تماس تا حدی خطرناک خواهد شد.

بطور کلی اجزای تشکیل دهنده پستها را می توان اینچنین تقسیم بندی نمود [3]:

- سوئیچگیرها
- ترانسفورماتورهای قدرت، زمین، توزیع
- سیستم های جبران کننده قطعی مثل راکتور، خازن، کمپانزاتور
- تأسیسات جنبی الکتریکی مانند سیستم روشنائی محوطه، سیستم حفاظت در مقابل رعد و برق، سیستم زمین

- ساختمان کنترل
- تأسیسات جانبی ساختمان مانند: پارکینگ، دیزل ژنراتور، اتاق نگهبانی و...

➢ سوئیچگرها

به مجموعه ای از تجهیزات فشارقوی که ارتباط فیدرهای مختلف را به باس بار یا قسمتهای مختلف باس بار را به یکدیگر در یک سطح ولتاژ انجام می دهد، سوئیچگر گفته می شود.

سوئیچگرها از اجزای زیر تشکیل شده اند:

- باس بار ، اسکلت فلزی، مقره، سیم ، لوله، کلمپ یا گیره و...
- کلیدهای قدرت
- سکسیونرها (جداکننده ها)
- ترانس های جریان و ولتاژ برای اندازه گیری جریان و ولتاژ
- برقگیرها
- تله موج یا موج گیر[1] برای ارتباط بین پستها

➢ ترانس ها

ترانس های قدرت برای تبدیل ولتاژ بین دو محوطه پست بکار می رود. ترانس تغذیه داخلی برای مصارف داخل پست، خروجی 380 یا 220 ولت دارد.

➢ جبران کننده ها

برای تولید یا مصرف توان راکتیو در شبکه در موقع لزوم و ایجاد پایداری سطح ولتاژ می باشد. ممکن است در بعضی موارد تجهیزاتی مانند راکتور یا خازن در انتهای خطوط فشار قوی در داخل پستها نصب کنند. این تجهیزات بسته به مورد ممکن است در مواقع به خصوصی در مدار بوده و یا در موقع لزوم از مدار خارج شوند و ممکن است مانند ترانس قدرت یک فیدر برای اتصال این سیستم به باس بار در نظر گرفته شود و به عنوان یک فیدر مستقل در نظر گرفته شود. ترانس های قدرت 6 مقره و راکتورها 3-4 مقره دارند.

[1] line trap

➢ تأسیسات جنبی الکتریکی (سیستم روشنائی محوطه، سیستم حفاظت در مقابل رعد و برق، سیستم زمین)

در پستها برای اینکه تجهیزات از خطر رعد و برق در امان بماند از سیستم گارد یا میل های برق گیر استفاده می کنیم، و طوری طراحی می شود که رعد و برق به آنها برخورد کند و تجهیزات محفوظ باشند.

➢ ساختمان کنترل

ساختمان کنترل از قسمتهای زیر تشکیل شده است:

- اتاق فرمان: کلیه تابلوهای فرمان در این محل قرار دارد و محل استقرار اپراتورها نیز هست و بایستی به محوطه پست دید داشته باشند.
- اتاق رله: کلیه تابلوهای رله در این قسمت بوده و نباید مستقیماً در دسترس اپراتور باشد.
- اتاق باطری: کلیه باطریهایی که ولتاژ DC را برای تجهیزات تولید می کنند در این اتاق می باشد.
- اتاق تغذیه: کلیه قسمتهای تغذیه در آن قرار دارد.
- تأسیسات جانبی : اتاق استراحت، آشپزخانه، سلف سرویس و...

➢ تأسیسات جانبی ساختمان (پارکینگ، دیزل ژنراتور، اتاق نگهبانی و...) اتاق دیزل، اگر پست موقعیت حساس داشته باشد و از شهر دور باشد و ترانس تغذیه داخلی داشته باشد و ورودی آن قطع شود، دیگر نمی توان پست را راه اندازی کرد و نیاز به دیزل ژنراتور می باشد.

۱-۳-۳- جانمایی

اولین قدم برای طراحی یک پست الکتریکی آماده کردن یک دیاگرام تک خطی ساده‌شده‌است که ترتیب سوئیچ‌ها و تجهیزات محافظ کننده مدار و همچنین خطوط ورودی، خروجی فیدرها یا خطوط انتقال را نشان دهد.

خطوط ورودی تقریبا همیشه دارای سکسیونر و مدارشکن قدرت (دژنکتور) هستند. در برخی موارد خط دارای هر دوی آنها نمی‌باشد و با استفاده از یک سکسیونر یا دژنکتور نیاز مدار برطرف می‌شود. از سکسیونرها برای جداسازی یا ایزوله کردن قسمتی از مدار استفاده می‌شود، زیرا این کلیدها قابلیت قطع مدار زیر بار را ندارند. از دژنکتور معمولاً برای قطع خودکار جریان‌های خطا استفاده می‌شود اما ممکن است برای قطع یا وصل بار نیز مورد

استفاده قرار گیرد. زمانیکه یک جریان خطای بزرگ از میان دژنکتور عبور می‌کند با استفاده از یک ترانسفورماتور جریان میزان جریان تشخیص داده می‌شود. ممکن است از جریان خروجی ترانسفورماتور جریان به عنوان جریان تغذیه دژنکتور برای قطع مدار استفاده شود. این عملکرد موجب جدا شدن مدار معیوب از بقیه مدار می‌شود و این امکان را فراهم می‌کند که بقیه مدار با کمترین ضربه به کار خود ادامه دهد. دژنکتورها و سکسیونرها ممکن است به طور محلی (از داخل پست) یا از خارج به وسیله مرکز کنترل نظارتی فرمان بگیرند.

پس از سوئیچ‌ها، خطوط با ولتاژی مشخص به یک یا چند شین وصل می‌شوند. این شین‌ها معمولاً به صورت سه‌تایی مرتب شده‌اند چراکه استفاده از سیستم توزیع سه‌فازه به طور گسترده‌ای در سراسر جهان رایج است.

ترتیب استفاده از سکسیونرها، دژنکتورها و شین‌ها سیستمی را به وجود می‌آورد که به طور اختصاصی دارای محاسن و معایبی از نظر هزینه و قابلیت اطمینان است. در اصطلاح، به این ترتیب، سیستم شین‌بندی پست می‌گویند. در پست‌های مهم ممکن است از سیستم شین‌بندی رینگ یا دوبل استفاده شود، به این ترتیب در این پست‌ها با بروز خطا در هر یک از خطوط شبکه می‌تواند بدون وقفه به کار خود ادامه دهد و همچنین این امکان برای شبکه به وجود می‌اید تا بدون نیاز به قطع مدار عملیات تعمیر یا نگهداری از کلیدها انجام شود. پست‌هایی که تنها برای تغذیه یک بار صنعتی مورد استفاده قرار می‌گیرند معمولاً از کمترین میزان کلیدها و تدارکات استفاده می‌کنند.زمانی که از ولتاژهای مختلفی برای وصل به شین‌ها استفاده می‌شود بین سطوح مختلف ولتاژ از ترانسفورماتور استفاده می‌شود. هر ترانسفورماتور نیز به نوبه خود دارای یک مدارشکن است تا در صورت بروز خطا در آن، بقیه مدار را از ترانسفورماتور جدا کند [http://fa.wikipedia.org/wiki/...].

۱-٤- معرفی و بررسی عملکرد لرزه ای تجهیزات گوناگون پستها در زلزله های گذشته

در مقوله ارزیابی آسیب پذیری لرزه ای تأسیسات صنعتی، همواره بررسی و مطالعات آسیب دیدگی سازه های مشابه در طی زمین لرزه های گذشته بعنوان یک نقطه شروع کاملاً مناسب و منطقی مورد نظر بوده است، از این رو این فصل بررسی میزان اهمیت و کارائی اجزای مختلف یک پست و نیز ارائه و تحلیل مشاهدات حاصل از رفتار