بسم الله الرحمن الرحيم

دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل

دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

پایان نامه دوره کارشناسی ارشد رشته مهندسی برق – قدرت

موضوع:

ارزیابی تأثیر برقگیرها بر قابلیت اطمینان پست های فشار قوی

استاد راهنما:

دکتر محمد میرزایی

استاد مشاور:

دکتر تقی بارفروشی

دانشجو:

سید احمد حسینی

بهمن ۱۳۹۲

سپاسگزاری:

از خانواده و تمامی معلمان، استادان و دوستانی که در طول دوران تحصیلم یار و یاور من بوده اند سپاسگزارم.

چکیده

پستهای فشار قوی به عنوان بخش اساسی شبکه قدرت، نقش اساسی در تأمین انرژی مورد نیاز مصرف کنندگان ایفا می کنند. در سالهای اخیر، رشد تقاضای انرژی الکتریکی به همراه توسعه شبکه قدرت باعث شده است که مسأله قابلیت اطمینان پستهای فشار قوی مورد توجه قرار گیرد. پستها به علت استقرار در محیط آزاد همواره در معرض اضافه ولتاژ صاعقه و همچنین به علت عملیات کلیدزنی در شبکه در معرض اضافه ولتاژ کیدزنی می باشند که این عوامل می توانند باعث اختلال در عملکرد پستها و شکست آنها و قعطی بخشی از سیستم قدرت شود. در این بین، اضافه ولتاژ ناشی از برخورد صاعقه می تواند بسیار خطرناک باشد به طوری که باعث صدمه دیدن تجهیزات پست شود. برقگیرها به عنوان یک تجهیز حفاظتی مسؤلیت کاهش شدت اثر موجهای ناشی از اضافه ولتاژ صاعقه را بر عهده دارند برقگیر باید در زمان کار عادی شبکه که تحت ولتاژ نامی قرار دارد به صورت مدار باز و در زمان اضافه ولتاژ به صورت اتصال کوتاه عمل نماید. اما رفتار برقگیرها ممکن است در اثر عواملی دچار تغییراتی گردد. این تغییرات می تواند باعث افزایش نرخ شکست برقگیرها و در نتیجه افزایش نرخ شکست پست شود. در این پایان نامه، با استفاده از نرم افزار EMTP نقش برقگیر و مکان آن در پست ۲۳۰ کیلوولت با اعمال صاعقه به مکانهای مختلف بررسی می شود. سپس با استفاده از اطلاعات بدست آمده از شبیه سازی و روش کات ست، تأثیر برقگیر بر قابلیت اطمینان پست مورد تحلیل قرار می گیرد. هدف از این تحلیل بدست آوردن شاخص های قابلیت اطمینان یعنی نرخ شکست، دسترس ناپذیری و زمان قعطی می باشد. مشاهده می شود که حضور برقگیر قابلیت اطمینان پست را به طور چشمگیری بالا می برد، ولی اضافه نمودن برقگیر بیش از حد کفایت پست، باعث کاهش قابلیت اطمینان پست می شود.

واژه های کلیدی:

برقگیر، EMTP-RV، پستهای فشار قوی، شاخصهای قابلیت اطمینان، کات ست مینیمال.

فهرست عناوین

عنوان **صفحه**

فصل اول: مروری بر آرایش های پست های فشار قوی و انواع برقگیر

۱-۱- مقدمه ۲

۱-۲- آرایشهای مختلف پست ۳

۱-۲-۱- شینه بندی ساده ۳

۱-۲-۱-۱- شینه ساده تقسیم نشده ۳

۱-۲-۱-۲- شینه ساده تقسیم شده با کلید ۴

۱-۲-۱-۳- شینه ساده تقسیم شده با سکسیونر ۵

۱-۲-۲- شینه بندی اصلی و فرعی ۶

۱-۲-۲-۱- شینهٔ اصلی تقسیم نشده و شینهٔ فرعی ۷

۱-۲-۲-۲- شینهٔ اصلی تقسیم شده با کلید و شینه فرعی ۸

۱-۲-۲-۳- شینهٔ اصلی تقسیم شده با سکسیونر و شینهٔ فرعی ۹

۱-۲-۳- شینه بندی دوبل ۹

۱-۲-۳-۱- شینه دوبل ساده با کلید کوپلاژ ۱۰

۱-۲-۳-۲- شینه دوبل با سکسیونر کنار گذر ۱۱

۱-۲-۳-۳- شینه دوبل با شینهٔ فرعی ۱۲

۱-۲-۴- شینه بندی چند کلیدی ۱۳

۱-۲-۴-۱- شینه بندی دو کلیدی ۱۳

۱-۲-۴-۲- شینه بندی یک و نیم کلیدی ۱۴

۱-۲-۵- شینه بندی حلقوی ۱۶

۱-۲-۵-۱- شینه بندی نوع π و H ۱۷

۱-۳- مزایا و کاربردهای انواع آرایش ها ۱۸

۱-۴- اهمیت برقگیرها ۲۰
۱-۵- انواع برقگیرها ۲۱
۱- ۵-۱- برقگیر میله ای ۲۱
۱-۵-۲- برقگیر سیلیکون کارباید ۲۳
۱-۵-۳- برقگیر اکسید فلزی ۲۵
۱- ۵-۳-۱- ساختمان مقاومت های غیرخطی برقگیر اکسید فلزی ۲۸
۱-۵-۳-۲- ساختمان برقگیر اکسید فلزی ۳۱
۱-۶- کلاس های برقگیر ۳۲
۱-۷- مدل های برقگیر ۳۳

فصل دوم: روش های حفاظت پست های فشار قوی در برابر امواج صاعقه

۲-۱- مقدمه ۳۷
۲-۲- سیم محافظ ۳۸
۲-۲-۱- روش زوایای ثابت ۳۸
۲-۲-۲- روش منحنیهای تجربی ۳۹
۲-۳- نحوه انتخاب برقگیر و مکان آن ۴۰
۲-۳-۱- تعیین سطوح حفاظتی ۴۲
۲-۳-۲- تعیین مکان نصب برقگیر ۴۳
۲-۳-۲-۱- جایابی برقگیر در حالت سیستم حفاظت نشده (بدون شیلدینگ) ۴۴
۲-۳-۲-۲- جایابی برقگیر در حالت سیستم حفاظت شده (با شیلدینگ) ۴۴
۲-۳-۲-۳- محاسبه فاصله برقگیر تا تجهیز ۴۵
۲-۴- نقش برقگیر در حفاظت از بانک خازنی موازی ۴۸
۲-۵- نقش برقگیر در حفاظت از بریکر ۴۹

فصل سوم: شبیه سازی و تحلیل تأثیر مکان برقگیر در پست های فشار قوی بر میزان اضافه ولتاژهای گذرا

۳-۱- مقدمه ۵۱

۳-۲- مدل سازی سیستم ۵۱

۳-۲-۱- خطوط انتقال ۵۲

۳-۲-۲- دکلهای انتقال ۵۳

۳-۲-۳- زنجیره مقره ۵۵

۳-۲-۴- ضربه صاعقه ۵۵

۳-۲-۵- برقگیر ۵۶

۳-۲-۶- تجهیزات پست ۵۸

۳-۳- نتایج شبیه سازی ۵۸

۳-۳-۱- بررسی ولتاژ ناشی از جرقه برگشتی ۶۱

۳-۳-۲- پستهای دیگر ۶۳

فصل چهارم: بررسی و مطالعه تأثیر تخصیص برقگیر بر قابلیت اطمینان پست های فشار قوی

۴-۱- مقدمه ۶۷

۴-۲- عوامل موثر بر شکست و تخریب برقگیرها ۶۷

۴-۳- مقدمات قابلیت اطمینان ۶۸

۴-۴- تحلیل پست ۱/۵ کلیدی دهک ۷۰

۴-۴-۱- عدم حضور برقگیر (A) ۷۰

۴-۴-۱-۱- کار عادی شبکه ۷۰

۴-۴-۱-۲- حالت اضافه ولتاژ ۷۲

۴-۴-۲- حضور برقگیر در ورودی پست (E) ۷۳

۴-۴-۲-۱- کار عادی شبکه ۷۳

۴-۴-۲-۲- حالت اضافه ولتاژ ۷۴
۴-۴-۳- حضور برقگیر در نزدیکی ترانسفورماتور (T) ۷۵
۴-۴-۳-۱- کار عادی شبکه ۷۵
۴-۴-۳-۲- حالت اضافه ولتاژ ۷۶
۴-۴-۴- حضور برقگیر در ورودی و نزدیکی ترانسفورماتور (E+T) ۷۸
۴-۴-۴-۱- حالت کار عادی شبکه ۷۸
۴-۴-۴-۲- حالت اضافه ولتاژ ۷۹
۴-۵- نتایج عددی ۸۰
۴-۶- مطالعات قابلیت اطمینان پست های دو کلیدی و حلقوی ۸۵
۴-۶-۱- تحلیل قابلیت اطمینان پست دو کلیدی ۸۶
۴-۶-۲- تحلیل قابلیت اطمینان پست حلقوی ۸۷

فصل پنجم: نتیجه گیری و پیشنهادات

۵-۱- نتیجه گیری ۹۰
۵ -۲- پیشنهادات ۹۱
پیوست ها ۹۳
منابع ۹۴

فهرست اشکال

عنوان **صفحه**

شکل(۱-۱): شینه ساده تقسیم نشده ۴

شکل(۱-۲): شینه ساده تقسیم شده با کلید ۵

شکل(۱-۳): شینه ساده تقسیم شده با سکسیونر ۶

شکل(۱-۴): شینه اصلی تقسیم نشده و شینه فرعی ۷

شکل(۱-۵): شینه اصلی تقسیم شده با کلید و شینه فرعی ۸

شکل(۱-۶): شینه اصلی تقسیم شده با سکسیونر و شینه فرعی ۹

شکل(۱-۷): شینه دوبل ساده با کلید کوپلاژ ۱۰

شکل(۱-۸): شینه دوبل با سکسیونر جداکننده کلید ۱۲

شکل(۱-۹): شینه دوبل با شینهٔ فرعی ۱۳

شکل(۱-۱۰): شینه بندی دو کلیدی ۱۴

شکل(۱-۱۱): شینه بندی یک و نیم کلیدی معمولی ۱۵

شکل(۱-۱۲): شینه بندی حلقوی ۱۶

شکل (۱-۱۳): شینه بندی حلقوی باز الف) نوع π ب) نوع H ۱۸

شکل (۱-۱۴): آمار وضعیت انواع شینه بندی در پستهای ایران تا سال ۱۳۸۳ ۲۰

شکل (۱-۱۵): منحنی های دامنه ولتاژ و اضافه ولتاژ شبکه قدرت و مدت زمان وقوع آنها ۲۱

شکل (۱-۱۶): حرکت قوس الکتریکی به بالا و خاموش شدن آن به دلیل افزایش طول ۲۲

شکل (۱-۱۷): جریان و ولتاژ برقگیر پس از عملکرد با ولتاژ ضربه با حضور ولتاژ متناوب ۲۴

شکل(۱-۱۸): مقایسه مشخصه برقگیر با مقاومت از جنس اکسید فلز با مقاومت از جنس سیلیکون کارباید ۲۵

شکل(۱-۱۹): سیرتاریخی ساخت برقگیرها ۲۷

شکل(۱-۲۰): مقادیر α در بخش های مختلف مشخصه مقاومت غیرخطی ۲۷

شکل(۱-۲۱): دنباله جریان در برقگیر با مقاومت سیلیکون کارباید ۲۸

شکل(۱-۲۲): دنباله جریان در برقگیر با مقاومت اکسید روی..... ۲۸

شکل(۱-۲۳): (الف) ترتیب داخلی مقاومت ها قبل از اعمال ولتاژ (ب) ترتیب داخلی مقاومت ها پس از اعمال ولتاژ..... ۳۰

شکل(۱-۲۴): بخش های منحنی شدت میدان وریستور..... ۳۰

شکل(۱-۲۵): ساختمان یک نمونه از برقگیر اکسید فلزی..... ۳۱

شکل(۱-۲۶): نمونه ای از برقگیر کلاس توزیع..... ۳۲

شکل(۱-۲۷): نمونه ای از برقگیر کلاس متوسط..... ۳۳

شکل(۱-۲۸): نمونه هایی از برقگیر کلاس پست..... ۳۳

شکل(۱-۲۹): مدل IEEE برقگیر اکسیدروی..... ۳۵

شکل(۱-۳۰): مدل پینستی برقگیر اکسیدروی..... ۳۵

شکل (۲-۱): زوایای ثابت برای سیمهای محافظ..... ۳۹

شکل (۲-۲): منحنی مربوط به حفاظت یک سیم محافظ از هادی ها..... ۴۱

شکل(۲-۳): نمای کلی برای تعیین محل برقگیر..... ۴۵

شکل(۲-۴): منحنی مربوط به معادله (۲-۱) ۴۶

شکل(۳-۱): دیاگرام تک خطی پست ۲۳۰ کیلوولت دهک..... ۵۲

شکل(۳-۲): مدل دکل..... ۵۴

شکل(۳-۳): شکل موج ضربه صاعقه استفاده شده در شبیه سازی (۵۰/ ۱/۲ میکروثانیه) ۵۶

شکل(۳-۴): شکل موج پدیدار شده روی ترانسفورماتور ناشی از برخورد صاعقه به ۵۰ متری خط در حالات الف) بدون حضور برقگیر ب) حضور برقگیر در ورودی پست ج) حضور برقگیر در نزدیکی ترانسفورماتور د)حضور برقگیر در ورودی پست و نزدیکی ترانسفورماتور..... ۵۹

شکل(۳-۵): مقایسه ولتاژ ایجاد شده روی ترانسفورماتور در مقادیر مختلف مقاومت پای دکل (در حالت برخورد صاعقه به ۵۰ متری پست در حالت حضور برقگیر در ورودی پست و نزدیکی ترانسفورماتور (E+T)) ۶۲

شکل(۳-۶): تغییرات ولتاژ ترانسفورماتور برحسب مقاومت پای دکل در حالت برخورد صاعقه به هادی خط در ۵۰ متری پست و حضور برقگیر در ورودی پست و نزدیکی ترانسفورماتور (E+T) ۶۲

شکل(۳-۷): مقایسه برخورد صاعقه به هادی فاز و نوک دکل..... ۶۴

شکل(۳-۸): الف) پست دو کلیدی، ب) پست حلقوی..... ۶۴

شکل (۴-۱): گراف مربوط به کار عادی شبکه در حالت عدم حضور برقگیر ۷۱
شکل (۴-۲): گراف مربوط به حالت اضافه ولتاژ در حالت عدم حضور برقگیر ۷۲
شکل (۴-۳): گراف مربوط کار عادی شبکه در حالت حضور برقگیر در ورودی پست ۷۳
شکل (۴-۴): گراف مربوط به حالت اضافه ولتاژ در حالت حضور برقگیر در ورودی پست ۷۴
شکل (۴-۵): گراف مربوط به کار عادی شبکه در حالت حضور برقگیر در نزدیکی ترانسفورماتور ۷۶
شکل (۴-۶): گراف مربوط به حالت اضافه ولتاژ در حالت حضور برقگیر در نزدیکی ترانسفورماتور ۷۷
شکل (۴-۷): گراف مربوط به کار عادی شبکه در حالت حضور برقگیر در ورودی پست و نزدیکی ترانسفورماتور ۷۸
شکل (۴-۸): گراف مربوط به حالت اضافه ولتاژ در حالت حضور برقگیر در ورودی پست و نزدیکی ترانسفورماتور ۷۹
شکل (۴-۹): آمار مربوط به نرخ شکست پست دهک برحسب شکست بر سال ۸۱
شکل(۴-۱۰): آمار مربوط به دسترس ناپذیری پست دهک برحسب ساعت بر سال ۸۲
شکل (۴-۱۱): آمار مربوط به مدت زمان قطعی پست دهک بر حسب ساعت ۸۲
شکل (۴-۱۲): منحنی تداومی بار متوسط ترانسفورماتور T1 پست دهک در سال ۱۳۹۱ ۸۳
شکل(۴-۱۳): مقدار انرژی متوسط تغذیه نشده در ماه های مرداد واردیبهشت ۸۴
شکل (۴-۱۴): آمار مربوط به نرخ شکست پست دو کلیدی بر حسب شکست بر سال ۸۶
شکل(۴-۱۵): آمار مربوط به دسترس ناپذیری پست دو کلیدی بر حسب ساعت بر سال ۸۷
شکل (۴-۱۶): آمار مربوط به مدت زمان قطعی پست دو کلیدی بر حسب ساعت ۸۷
شکل (۴-۱۷): آمار مربوط به نرخ شکست پست حلقوی بر حسب شکست بر سال ۸۸
شکل(۴-۱۸): آمار مربوط به دسترس ناپذیری پست حلقوی بر حسب ساعت بر سال ۸۸
شکل (۴-۱۹): آمار مربوط به مدت زمان قطعی پست حلقوی بر حسب ساعت ۸۹

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

جدول (۱-۱): مقایسه انواع طرح های شینه بندی..... ۱۹

جدول (۲-۱): جریان پیشنهاد شده برای تعیین ولتاژ تخلیه در پست ها..... ۴۳

جدول (۳-۱): پارامترهای خطوط متصل به پست دهک..... ۵۳

جدول (۳-۲): پارامترهای برقگیر..... ۵۷

جدول (۳-۳) : مشخصه V-I برقگیر مورد استفاده..... ۵۷

جدول (۳-۴): خازن معادل تجهیزات..... ۵۸

جدول (۳-۵): حداکثر ولتاژ ایجاد شده بر روی CVT و ترانسفورماتور پست دهک در مکان های مختلف برخورد صاعقه برای حالات بدون حضور برقگیر (A)، حضور برقگیر در ورودی پست (E) ، حضور برقگیر در نزدیکی ترانسفورماتور (T)و حضور برقگیر در ورودی پست و نزدیکی ترانسفورماتور (E+T) ۶۰

جدول (۳-۶): حداکثر ولتاژ ایجاد شده بر روی و ترانسفورماتور در حالات مختلف فواصل برقگیر تا ترانسفورماتور (حالت برخورد صاعقه به ۵۰ متری پست حالت حضور برقگیر در ورودی پست و نزدیکی ترانسفورماتور) ۶۳

جدول (۳-۷): حداکثر ولتاژ اعمال شده بر روی CVT و ترانسفورماتور در حالات مختلف مربوط به پست دو کلیدی..... ۶۵

جدول (۳-۸): حداکثر ولتاژ اعمال شده بر روی CVT و ترانسفورماتور در حالات مختلف مربوط به پست حلقوی..... ۶۵

جدول (۴-۱): پارامترهای به کار رفته در تحلیل قابلیت اطمینان پست دهک..... ۷۱

جدول (۴-۲): کات ست های مربوط به گراف شکل (۴-۱) ۷۱

جدول (۴-۳): کات ست های مربوط به گراف شکل (۴-۳) ۷۳

جدول (۴-۴): مودهای مربوط به حالت اضافه ولتاژ در حالت حظور برقگیر در ورودی پست..... ۷۵

جدول (۴-۵): کات ست های مربوط به گراف شکل (۴-۵) ۷۶

جدول (۴-۶): مودهای مربوط به حالت اضافه ولتاژ در حالت حظور برقگیر در نزدیکی ترانسفورماتور..... ۷۷

جدول (۴-۷): کات ست های مربوط به گراف شکل (۴-۷) ۷۸

جدول (۴-۸): مودهای مربوط به حالت اضافه ولتاژ در حالت حظور برقگیر در ورودی پست و نزدیکی ترانسفورماتور..... ۸۰

جدول (۴-۹): داده های مربوط به تجهیزات و پارامترها..... ۸۱

جدول (۴-۱۰): اثر مقادیر مختلف تعداد سالانه اصابت صاعقه و یا احتمال سالانه اصابت صاعقه بر نرخ شکست پست دهک.....۸۴

جدول (۴-۱۱): اثر مقادیر مختلف تعداد سالانه اصابت صاعقه و یا احتمال سالانه اصابت صاعقه بر دسترس ناپذیری پست دهک.....۸۴

فصل اول:

مروری بر آرایش های پست های فشار قوی و انواع برقگیرها

۱-۱- مقدمه

فیدرهای ورودی و خروجی پستها توسط شینه های فشار قوی اتصال می یابند. جریان فیدرهای ورودی در شینه ها با یکدیگر جمع شده و در فیدرهای خروجی توزیع می شود. به همین علت لازم است شینه ها از ظرفیت کافی جهت عبور جریان و توزیع آن برخوردار باشند. با بروز عیب در هر یک از فیدرها و تجهیزات آنان، جریان خطا از طریق بقیه فیدرها به سمت نقطهٔ عیب جاری شده و در شینه پست با یکدیگر جمع می گردد و جریان اصلی اتصال کوتاه را تشکیل می دهد. با توجه به این مطلب شینه ها باید از مقاومت مکانیکی و الکتریکی کافی جهت تحمل جریان اتصال کوتاه نیز برخوردار باشند. انتخاب شینه بندی مناسب و روش اتصال فیدرها به شینه، از مهمترین شاخصهای پستها به شمار می رود. اهمیت یک پست فشارقوی بستگی به موقعیت و اتصالات آن در شبکه و یا منابع تولید و مصارفی که به آن متصل هستند دارد. طراحی و تعیین قابلیت اطمینان پست مورد نظر بر این مبنا انجام گرفته و برحسب مورد، آرایش شینه بندی مناسب جهت آن پیشنهاد می گردد.

برقگیرها یا صاعقه گیرها اولین بار توسط بنیامین فرانکلین مخترع آمریکایی ابداع شدند. اختراع او میله های فلزی بود که در بالای ساختمان ها نصب می گردید تا از برخورد مستقیم صاعقه جلوگیری کند. در مهندس برق به این وسیله میله برقگیر[1] گفته می شود.

با پیشرفت علم و به خصوص پیشرفت علم مواد، انواع مختلف برقگیر ساخته شد. طرز کار و ساختمان برقگیرهای فشار قوی در طی چند دهه اخیر با دگرگونی و تحول کامل رو به رو بوده است.

[1]- Lightning rod

جدیدترین نوع برقگیرها که برقگیرهای بدون فاصله هوایی می باشند در حال حاضر دارای خصوصیات بهتری نسبت به برقگیرهای قبلی می باشند، به طوری که از سال ۱۹۸۰ کارخانجات سازنده به تدریج خط تولید خود را به نوع جدید تغییر داده اند.

۱-۲- آرایشهای مختلف پست

آرایشهای مختلفی برای پستها طراحی و به کار گرفته شده است تا منابع انرژی را به بارهای صنعتی و مسکونی برسانند. طراحی، طرحهای حفاظتی و شیوه های بهره برداری آرایش پست به طور مستقیم بر قابلیت اطمینان تحویل توان به بارها تأثیر می گذارد [۱]. آرایشهای مختلف شینه بندی در پستهای فشار قوی را می توان به گروههای عمدهٔ به شرح ذیل تقسیم بندی نمود:

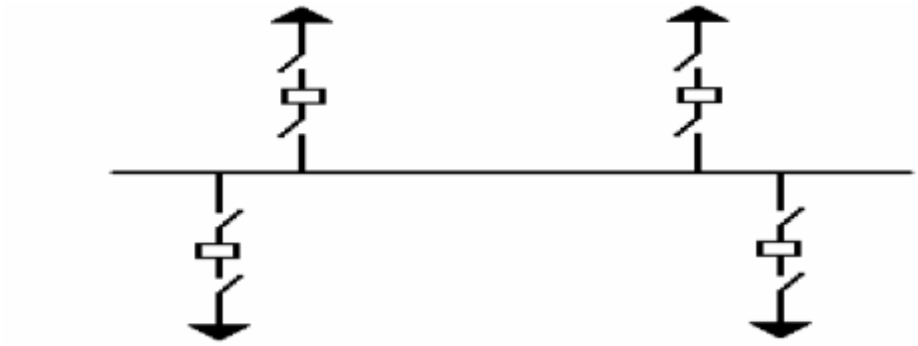
۱-۲-۱- شینه بندی ساده

این نوع شینه بندی از یک شینهٔ ساده تشکیل یافته است و به انواع زیر تقسیم می گردد:

۱-۲-۱-۱- شینه ساده تقسیم نشده

آرایش تک خطی این نوع شینه بندی که چهار فیدر ورودی و خروجی به آن متصل شده در شکل (۱-۱) نمایش داده شده است. همانطور که در این شکل مشاهده می شود هر فیدر از طریق یک کلید و دو سکسیونر به شینه مشترک اتصال یافته است. در این نوع شینه بندی ارتباط فیدرها به شینه ساده بوده و منطق حفاظتی ساده ای بر پست حکمفرما است، اما قابلیت اطمینان این نوع شینه بندی بالا نیست.

در صورت بروز اتصال کوتاه در شینه (شینه و سکسیونرهای سمت شینه) و همچنین تداوم اتصالی در هر کدام از فیدرها، کل پست باید بی برق گردد. در صورت وقوع اتصال کوتاه روی فیدرها و با قطع کلید، تنها همان فیدر از مدار خارج شده و بقیه پست به کار خود ادامه خواهد داد.



شکل(۱-۱): شینه ساده تقسیم نشده

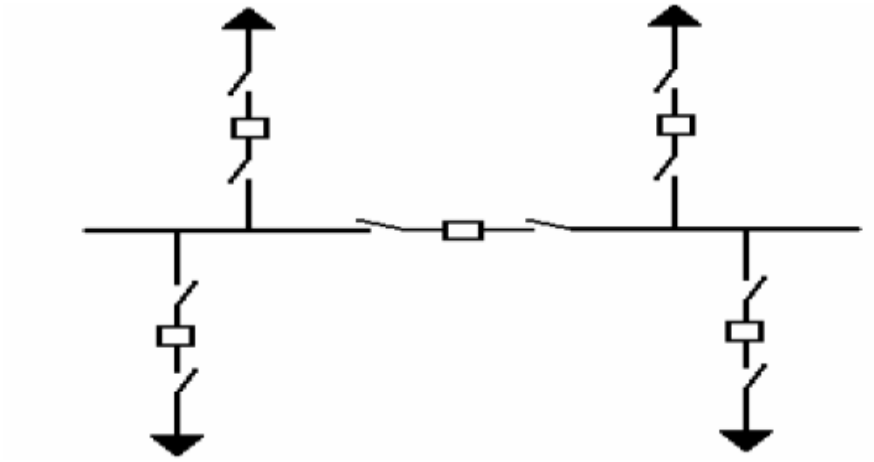
.

هنگام تعمیرات روی شینه یا سکسیونر طرف شینه، کل پست باید بی برق گردد. تعمیرات روی فیدر با قطع کلید و سپس باز کردن سکسیونرهای دو طرف آن به راحتی انجام می گیرد (مانور روی هر فیدر آسان خواهد بود).

این شینه بندی حداقل سطح مورد نیاز را نسبت به سایر آرایشها اشغال خواهد نمود. در این نوع شینه بندی، توسعه پست بدون بی برق نمودن شینه و قطع بارهای پست مقدور نخواهد بود. این نوع شینه بندی معمولاً در سطوح ولتاژ ۶۳ و یا کمتر کاربرد دارد. هزینه احداث این نوع شینه بندی پایین می باشد [۲].

۱-۲-۱-۲- شینه ساده تقسیم شده با کلید

در این آرایش تعداد کلیدها و سکسیونرهای هر فیدر و نحوهٔ اتصال آنها مشابه حالت شینه ساده بوده ولی شینه توسط یک کلید و سکسیونرهای دو طرف آن به دو قسمت تقسیم شده است (شکل(۱-۲). چنین آرایشی مستلزم اضافه نمودن تجهیزات اضافی در روی شینه و همچنین تجهیزات حفاظتی مربوطه بوده که هزینهٔ احداث پست را به اندازه هزینه یک کلید و دو سکسیونر و حفاظت مربوطه بالا برده ولی در عوض معایب شینه بندی قبلی را تا حدی مرتفع می سازد .در این نوع شینه بندی سعی می شود ترتیب مدارها به نحوی باشد که هر دو مداری که پست واحد یا بار واحدی را تغذیه می نمایند به دو قسمت مختلف شینه متصل باشند تا در اثر قطع یک قسمت از شینه، تغذیه تمام بار مورد نظر مختل نگردد.



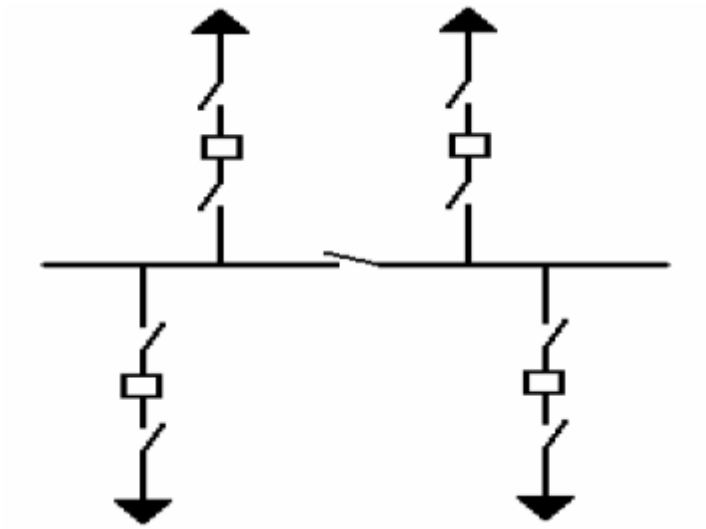
شکل(۱-۲): شینه ساده تقسیم شده با کلید

در این آرایش کلید تقسیم کننده شینه در شرایط عادی بسته است ولی در صورت بروز اتصال کوتاه روی شینه، عملکرد کلید مذکور می تواند قسمت معیوب را از شبکه جدا کرده و مابقی فیدرها در سرویس باقی بمانند .همچنین در صورت تداوم اتصالی بعلت وقوع خطا یا اشکال در هر کدام از فیدرها، تنها نیمی از پست بی برق خواهد شد. در این آرایش، بروز عیب یا سرویس و تعمیرات شینه ها نیز منجر به قطع کلیه فیدرها و بی برقی کامل پست نشده و در چنین شرایطی می توان از نیمی از ظرفیت پست بهره برداری نمود.

۱-۲-۱-۳- شینه ساده تقسیم شده با سکسیونر

آرایش تک خطی این نوع شینه بندی در شکل (۱-۳) نمایش داده شده است. همانطور که مشاهده می شود در این نوع شینه بندی به منظور تقسیم شینه، به جای مجموعه کلید و سکسیونر، فقط از سکسیونر استفاده می شود. استفاده از سکسیونر با توجه به قیمت بالای کلیدهای قدرت (نسبت به سکسیونر) منجر به کاهش هزینه های پست نسبت به آرایش شینه ساده تقسیم شده با کلید خواهدشد، ولی در عوض هنگام بروز عیب در شینه یا تداوم اتصالی در روی فیدر، کل پست بی برق شده و تا زمانی که اپراتور به صورت دستی با باز کردن سکسیونر، قسمت معیوب را از شبکه جدا نکند امکان بهره برداری از

نیمی از ظرفیت پست میسر نخواهد بود که این مسأله حداقل موجب دقایقی بی برقی کامل پست می گردد. از نظر تعمیرات روی شینه و تجهیزات فیدرها، این آرایش با آرایش شینه ساده تقسیم شده با کلید تفاوت چندانی نخواهد داشت [۲].



شکل(۱-۳): شینه ساده تقسیم شده با سکسیونر

۱-۲-۲- شینه بندی اصلی و فرعی

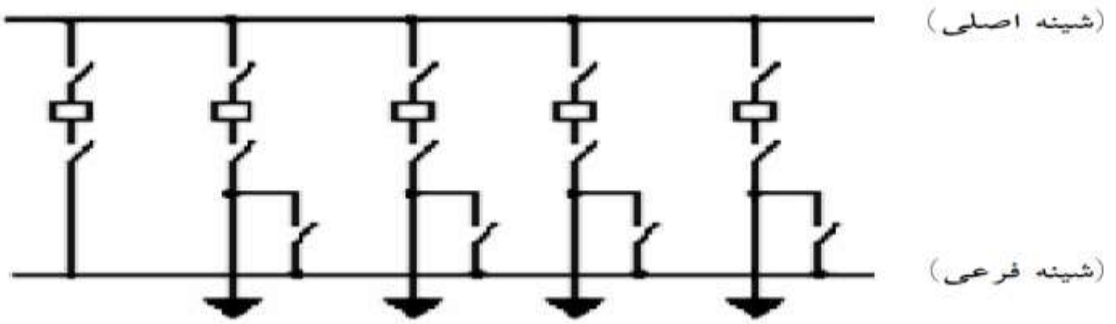
در این نوع شینه بندی از دو شینه(یکی اصلی و دیگری فرعی) استفاده شده و هر یک از فیدرها توسط یک سکسیونر اضافی به شینه فرعی متصل می گردند. شینهٔ فرعی در موارد لازم توسط کلید کوپلاژ به شینهٔ اصلی که همواره برقدار است متصل می گردد.کلید کوپلاژ در شرایط عادی باز است و چنانچه بواسطهٔ بروز عیب یا هنگام سرویس و تعمیر کلید یا بخشی از تجهیزات هر یک از فیدرها نیاز به باز شدن کلید مربوطه باشد، می توان ابتدا سکسیونر انتقالی را وصل نموده و با بستن کلید کوپلاژ شینهٔ فرعی را برقدار نمود و سپس با بازکردن کلید مزبور تعمیرات را روی آن انجام داد .در واقع مزیت این شینه بندی تنها در زمان تعمیر کلید و یا بخشی از تجهیزات فیدرها، خود را نمایان ساخته و با این نوع آرایش می توان امکان در مدار نگاه داشتن یک فیدر که تجهیزات آن معیوب شده را فراهم نمود.

اگر چه انجام مراحل مذکور یک روند برنامه ریزی شده است که به صورت دستی توسط اپراتور انجام می گیرد ولی با این همه امکانپذیر بودن بهره برداری از فیدر در چنین شرایطی، عمده ترین مزیت این نوع شینه بندی نسبت به شینه بندی ساده به شمار می رود.

انواع این نوع شینه بندی به شرح ذیل است:

۱-۲-۲-۱- شینهٔ اصلی تقسیم نشده و شینهٔ فرعی

شمای تک خطی این نوع شینه بندی در شکل (۱- ۴) ملاحظه می شود. با اضافه شدن شینهٔ فرعی به قابلیت اطمینان سیستم افزوده می شود.



شکل(۱-۴): شینه اصلی تقسیم نشده و شینه فرعی

در صورت بروز اتصال کوتاه در شینه اصلی یا سکسیونرهای طرف شینه اصلی، پست به طور کامل بی برق می گردد. همچنین هنگام تداوم اتصالی بعلت اشکال کلید، کلیه فیدرهای پست به طور کامل بی برق خواهند شد. در صورت بروز اتصالی روی فیدرها، با قطع کلید فیدر، تنها همان فیدر از مدار خارج شده که با استفاده از کلید کوپلاژ می توان فیدر معیوب را برقدار نمود و بقیه پست به کار خود ادامه خواهد داد.

در این نوع آرایش امکان بهره برداری از فیدرها حتی در شرایط تعمیر و سرویس کلید هر یک از آنها میسر خواهد بود. به هر حال در موقع تعمیرات روی شینه اصلی، کل پست باید بی برق گردد. هنگام قطع کلید یک فیدر و بهره برداری از آن توسط کلید کوپلاژ و سکسیونر انتقالی، حفاظت فیدر بعهدهٔ کلید کوپلاژ خواهد بود. ولی معمولاً حفاظتهای موجود بر روی فیدر کوپلاژ، برای فیدرهای خط و ترانسفورماتورکافی نیست و از طرفی در نظر گرفتن حفاظتهای فیدرهای مذکور نیز بر روی کلید کوپلاژ