بسم الله الرحمن الرحيم

دانشگاه آزاد اسلامی
واحد مرودشت

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد M.Sc

رشته: مهندسی برق گرایش: قدرت

عنوان:

ارائه روش بهینه جهت تشخیص خطای امپدانس بالا در سیستم توزیع

استاد راهنما:

جناب آقای دکتر حامد آگاهی

استاد مشاور:

جناب آقای دکتر محسن سیماب

نگارش:

احمد عباسی

زمستان ۱۳۹۳

معاونت پژوهش و فن آوري
به نام خدا
منشور اخلاق پژوهش

با ياري از خداوند سبحان و اعتقاد به اين كه عالم محضر خداست و همواره ناظر بر اعمال انسان و به منظور پاس داشت مقام بلند دانش و پژوهش و نظر به اهميت جايگاه دانشگاه در اعتلاي فرهنگ و تمدن بشري، ما دانشجويان و اعضاء هيئت علمي واحدهاي دانشگاه آزاد اسلامي متعهد مي گرديم اصول زير را در انجام فعاليت هاي پژوهشي مد نظر قرار داده و از آن تخطي نكنيم:

۱- اصل حقيقت جويي: تلاش در راستاي پي جويي حقيقت و وفاداري به آن و دوري از هرگونه پنهان سازي حقيقت.

۲- اصل رعايت حقوق: التزام به رعايت كامل حقوق پژوهشگران و پژوهيدگان (انسن،حيوان ونبات) و ساير صاحبان حق.

۳- اصل مالكيت مادي و معنوي: تعهد به رعايت كامل حقوق مادي و معنوي دانشگاه و كليه همكاران پژوهش.

٤- اصل منافع ملي: تعهد به رعايت مصالح ملي و در نظر داشتن پيشبرد و توسعه كشور در كليه مراحل پژوهش.

٥- اصل رعايت انصاف و امانت: تعهد به اجتناب از هرگونه جانب داري غير علمي و حفاظت از اموال، تجهيزات و منابع در اختيار.

٦- اصل رازداري: تعهد به صيانت از اسرار و اطلاعات محرمانه افراد، سازمان ها و كشور و كليه افراد و نهادهاي مرتبط با تحقيق.
٧- اصل احترام: تعهد به رعايت حريم ها و حرمت ها در انجام تحقيقات و رعايت جانب نقد و خودداري از هرگونه حرمت شكني.
٨- اصل ترويج: تعهد به رواج دانش و اشاعه نتايج تحقيقات و انتقال آن به همكاران علمي و دانشجويان به غير از مواردي كه منع قانوني دارد.
٩- اصل برائت: التزام به برائت جويي از هرگونه رفتار غيرحرفه اي و اعلام موضع نسبت به كساني كه حوزه علم و پژوهش را به شائبه هاي غيرعلمي مي آلايند.

معاونت پژوهش و فن آوري
به نام خدا
تعهد اصالت رساله یا پایان نامه تحصیلی

اینجانب احمد عباسی دانش آموخته مقطع کارشناسی ارشد در رشته مهندسی برق گرایش قدرت که در تاریخ ۹۳/۱۱/۱۹ از پایان نامه خود تحت عنوان
"ارائه روش بهینه جهت تشخیص خطای امپدانس بالا در سیستم توزیع"
با کسب نمره دفاع نموده ام بدینوسیله متعهد می شوم:

۱) این پایان نامه حاصل تحقیق و پژوهش انجام شده توسط اینجانب بوده و در مواردی که از دستاوردهای علمی و پژوهشی دیگران(اعم از پایان نامه, کتاب, مقاله و ...) استفاده نموده ام, مطابق ضوابط و رویه موجود, نام منبع مورد استفاده و سایر مشخصات آنرا در فهرست مربوطه ذکر و درج کرده ام.
۲) این پایان نامه قبلاً برای هیچ مدرک تحصیلی(هم سطح, پایین تر یا بالاتر) در سایر دانشگاه ها و موسسات آموزش عالی ارائه نشده است.
۳) چنانچه بعد از فراغت از تحصیل, قصد استفاده و هرگونه بهره برداری اعم از چاپ کتاب, ثبت اختراع و ... از پایان نامه داشته باشم, از حوزه معاونت پژوهشی واحد مجوزهای مربوطه را اخذ نمایم.
٤) چنانچه در هر مقطع زمانی خلاف موارد فوق ثابت شود, عواقب ناشی از آن را می پذیرم و دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرودشت مجاز است با اینجانب مطابق ضوابط و مقررات رفتار نموده و در صورت ابطال مدرک تحصیلی ام هیچگونه ادعایی نخواهم داشت.

نام و نام خانوادگی:

تاریخ و امضاء:

صورتجلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد (M.A)

نام و نام خانوادگی دانشجو : احمد عباسی در تاریخ ۹۳/۱۱/۱۹ رشته : مهندسی برق گرایش قدرت

از پایان نامه خود با عنوان :

ارائه روش بهینه جهت تشخیص خطای امپدانس بالا در سیستم توزیع

با درجه ونمره دفاع نموده است.

نام و نام خانوادگی اعضاء هیات داوری	**سمت**	**امضاء اعضای هیات داوری**
۱ - جناب آقای دکتر حامد آگاهی	استاد راهنما	
۲ - جناب آقای دکتر محسن سیماب	استاد مشاور	
۳ - جناب آقای دکتر نفر	استاد داور	
۴ -	استاد داور	

مراتب فوق مورد تایید است .

مدیر/معاونت پژوهشی

مهر و امضاء

تقدیم با بوسه بر دستان پدر و مادرم

احمد عباسی

سپاسگذاری

از اساتید گرامیم جناب آقای دکتر حامد آگاهی و جناب آقای دکتر محسن سیماب بسیار سپاسگذارم چرا که بدون راهنماییهای ایشان تامین این پایان نامه بسیار مشکل می‌نمود .

فهرست مطالب

عنوان ..... **صفحه**

چکیده ۱

فصل ۱: مقدمه ۳

۱-۱- خطاها و پیامدهای آنها ۷

۱-۱-۱- خطاها ۷

۱-۱-۲- پیامدها ۸

۱-۲- خطای امپدانس بالا ۱۱

۱-۲-۱- تعریف ۱۲

۱-۲-۲- انواع مختلف خطاهای امپدانس بالا ۱۳

۱-۲-۳- ویژگیهای عمومی امپدانس بالا ۱۵

۱-۲-٤- طبیعت خطای امپدانس بالا ۱۷

۱-۲-۵- مروری کوتاه بر شرایط خاص شناسایی خطای امپدانس بالا ۱۸

فصل ۲: مروری بر روشهای قبلی در شناسایی خطاهای امپدانس بالا ۲۰

۲-۱- مقدمه ۲۰

۲-۲- روشهای تشخیص ۲۱

۲-۲-۱- تشخیص مکانیکی ۲۱

۲-۲-۲- تشخیص الکتریکی ۲۱

فصل ۳: تبدیل فوریه و تبدیل موجک ۳۶

۳-۱- مقدمه ۳۶

۳-۲- تبدیل فوریه ۳۶

۳-۳- تبدیل موجک ۴۰

۳-۳-۱- تبدیل موجک به پیوسته ۴۳

۳-۳-۲- تبدیل موجک گسسته ۴۵

فصل ٤: مدلسازی خطاهای امپدانس بالا ۴۷

٤-۱- مقدمه ۴۷

٤-۲- مکانیسم جرقه ۴۷

٤-۳- مدل‌سازی خطای امپدانس بالا ۴۹

فصل ۵: شبیه سازی ۵۴

۵-۱- مقدمه ۵۴

۵-۲- ماهیت خطای اتصال کوتاه ۵۴

۵-۳- تبدیل ویولت(موجک زمان) ۵۶

۵-۳-۱- تشخیص خطاهای امپدانس بالا بر اساس استفاده از دامنه بردارهای d ۵۸

۵-٤- سیستم قدرت شبیه‌سازی شده ۶۱

۵-۵- مدل کردن آرک ۶۱

۵-٦- نتایج شبیه‌سازی ۶۳

۵-٦-۱- عملکرد الگوریتم در مقابل شرایط خطا ۶۳

۵-٦-۲- عملکرد الگوریتم در مقابل شرایط غیر خطا ۶۷

فصل ٦: نتیجه‌گیری..... ۷۱
مراجع..... ۷۲
چکیده انگلیسی..... ۷۳

فهرست اشکال

عنوان ..... **صفحه**
شکل (۱-۱) دامنه جریان خطای امپدانس بالا ۵
شکل (۱-۲) نحوه ایجاد شدن خطای امپدانس بالا ٦
شکل (۱-۳) نحوه ایجاد خطای امپدانس بالا ٦
شکل (۱-٤) خطاهای شنت ۸
شکل (۱-۵) نمونه جریانهای فاز خطا، هر کدام شامل یک مولفه DC هستند ۹
شکل (۱-٦) نمونهای از هادی افتاده شده بر روی زمین ۱۳
شکل (۱-۷) گروه اول خطای امپدانس بالا ۱٤
شکل (۱-۸) گروه دوم خطای امپدانس بالا ۱٤
شکل (۱-۹) گروه سوم خطای امپدانس بالا ۱۵
شکل (۱-۱۰) گروه چهارم خطای امپدانس بالا ۱۵
شکل (۱-۱۱) ماهیت مقاومتی خطای امپدانس بالا ۱۷
شکل (۲-۱) الگوریتم رله تناسبی ۲۳
شکل (۲-۲) الگوریتم رله نسبت به زمین ۲٤
شکل (۲-۳) استفاده از هارمونیک دوم و سوم برای شناسایی خطای امپدانس بالا ۲۷
شکل (۲-٤) مولفههای متقارن ۲۹
شکل (۲-۵) استفاده ار تبدیل α ۳٤
شکل (۳-۱) نمایش قدرت تفکیک پذیری STFT ۳۹
شکل (۳-۲) اثر پارامترهای مقیاس و انتقال بر تابع موجک مادر نمونه ٤۲
شکل (۳-۳) تجزیه یک سیگنال با تبدیلهای موجک و فوریه ٤۳

شکل (۳-٤) نحوه انتخاب و مقایسه موجک با سیگنال ٤٤
شکل (۳-٥) نحوه انتقال موجک در طول سیگنال ٤٤
شکل (۳-٦) نحوه تغییر مقیاس در تبدیل موجک ٤٤
شکل (٤-١) ولتاژ و جریان جرقه ٤٨
شکل (٤-٢) مدل Emanuel برای خطای امپدانس بالا ٤٩
شکل (٤-٣) مدل پیشرفته emanuel ٥٠
شکل (٤-٤) مدل خطای امپدانس بالا ٥٠
شکل (٤-٥) مدل خطای امپدانس بالا ٥١
شکل (٤-٦) مدل خطای امپدانس ٥٢
شکل (٥-١) مدار پیشنهادی برای جریان اتصال کوتاه و ولتاژ اتصال کوتاه ٥٥
شکل (٥-٢) شکل کلی تبدیل ویولت چند سطحی ٥٧
شکل (٥-٣) نمودار های شبیه سازی شبیه سازی ٥٧
شکل (٥-٤) نمودار های شبیه سازی ٥٨
شکل (٥-٥) سیستم قدرت شبیهسازی شده در نرم افزار PSCAD ٦١
شکل (٥-٦) مدل جرقه در حین خطا ٦٢
شکل (٥-٧) Fault current (vp=3588,Rp=208,vn=3847,Rn=212) ٦٣
شکل (٥-٨) fault current (vp=8092,Rp=272,vn=9358,Rn=290) ٦٣
شکل (٥-٩) d1 coefficients ٦٤
شکل (٥-١٠) d2 coefficients ٦٤
شکل (٥-١١) d3 coefficients ٦٤
شکل (٥-١٢) d4 coefficients ٦٤
شکل (٥-١٣) d1 coefficients ٦٥
شکل (٥-١٤) d2 coefficients ٦٥
شکل (٥-١٥) d3 coefficients ٦٥
شکل (٥-١٦) d4 coefficients ٦٦
شکل (٥-١٧) d1 coefficients ٦٨
شکل (٥-١٨) d2 coefficients ٦٨
شکل (٥-١٩) d3 coefficients ٦٨
شکل (٥-٢٠) d4 coefficients ٦٩

فهرست جداول

عنوان..... **صفحه**

جدول (۱-۱) جریان خطای امپدانس بالا در سطوح مختلف..... **۱۶**

جدول (۲-۱) رابطه بین مولفه‌های متقارن و هارمونیک‌ها..... **۲۹**

جدول (۲-۲) مولفه‌های اساسی هارمونیک..... **۳۰**

جدول (۵-۱) باند فرکانسی مربوط به ضرایب d..... **۵۹**

جدول (۵-۲) مقدار ||d|| برای خطاهای مختلف با مقاومت خطاهای متفاوت..... **۶۶**

جدول (۵-۳) تاثیر فاصله خطا از محل اندازه‌گیری ولتاژ..... **۶۷**

چکیده

در این پایان نامه هدف بیان کردن روشی جدید برای تشخیص خطاهای امپدانس بالا در خطوط توزیع می-باشد. در هنگام وقوع خطاهای امپدانس بالا در خطوط توزیع، به دلیل پایین بودن جریان اتصال کوتاه، رله‌های ابتدای خط از تشخیص خطا ناتوان می‌باشند. وقوع این نوع خطاها می‌تواند به دلایل مختلفی باشد که مهمترین دلیل آن را می‌توان رشد یک درخت در زیر سیم هادی اشاره کرد. در این حالت ممکن است که بین سیم هادی و درخت جرقه زده شود و جریان اتصالی از طریق درخت تخلیه شود. چون درخت دارای مقاومت زیادی می-باشد، این نوع خطاها را امپدانس بالا می‌گویند. اگر این نوع خطاها به موقع تشخیص داده نشوند، ممکن است که بعد از مدتی، به تجهیزات شبکه آسیب برسد و یا چون این خطاها با جرقه همراه هستند، باعث آتش‌سوزی در محل خطا شوند. پس باید این خطاها فورا تشخیص داده شوند. در این فصل هدف بیان کردن روشی جدید برای تشخیص خطاهای امپدانس بالا با استفاده از تبدیل‌های ویولت می‌باشد. در واقع فرکانس بالاهای سیگنال ولتاژ برای هر سه فاز با استفاده از تبدیل ویولت محاسبه می‌شود و سپس مقدار انرژی آنها نیز محاسبه می‌شود. با استفاده از مقدار این انرژی امکان تشحیص در شبکه بوجود می‌آید.

واژه‌های کلیدی: خطای امپدانس بالا، تبدیل ویولت، جرقه، سیستم توزیع.

فصل اول

مقدمه

امروزه انرژی الکتریکی نقش عمده‌ای در زمینه‌های مختلف جوامع بشری ایفاد می‌کند و جزء لاینفک زندگی بشر امروزی است. تولید انرژی الکتریکی ، انتقال و توزیع آن سه بخش عمده یک سیستم انرژی الکتریکی بوده که متناسب با نام خود وظیفه تولید انتقال و توزیع انرژی الکتریکی را بعهده دارند . سرمایه‌گذاری برای یک سیستم توزیع تقریباً معادل سرمایه‌گذاری برای سیستم تولید می‌باشد و مجموع سرمایه‌گذاری درتولید وتوزیع حدود ۸۰٪ کل سرمایه‌گذاری درسیستم برق را تشکیل می‌دهد. لذا می‌توان دریافت که سیستم توزیع نقش بسیار ارزنده‌ای در اقتصاد هر کشور بازی می‌کند و معرف سرمایه گذاریی می‌باشد که از نظر طرح سیستم ، برنامه‌ریزی، ساخت و بهره‌برداری بسیار حایز اهمیت است. سیستم توزیع وظیفه تأمین برق مشترکین را در محل‌های مصرف عهده‌دار است و پیچیدگی و گستردگی آن به مراتب از شبکه انتقال و فوق توزیع بیشتر است. با توجه به این پیچیدگی و گستردگی و ساختار شبکه‌های توزیع، روزانه اتفاقات متعددی سبب قطع برق مشترکین می‌شود. که این امر باعث کاهش قابلیت اطمینان سیستم توزیع و انرژی فروخته شده از دید شرکت-های برق می‌شود و از دید مصرف‌کنندگان و مخصوصاً مصرف‌کنندگان صنعتی، کاهش تولید وخسارات وارده به وسایل الکتریکی را باعث می شود و بطور کلی نارضایتی مصرف کنندگان را بهمراه خواهد داشت.

به منظور کاهش آثار سوء قطعی برق و حوادثی که در شبکه توزیع رخ می‌دهد شبکه های توزیع به تجهیزات حفاظتی متعددی مجهز می‌باشند که هریک به طریقی موجب جداسازی بخش آسیب دیده و حفاظت بقیه شبکه می‌گردد.

عمده تجهیزات حفاظتی شبکه‌های توزیع عبارتند از:

- رله‌های اضافه جریان
- بازبستها(ریکلوزرها)
- سکسیونرها
- فیوزها

- رله‌های اتصال زمین

رله‌های اضافه جریان : این نوع رله‌ها پرکارترین نوع حفاظت می‌باشند و با جریان‌های اضافی در یک سیستم سروکار دارند. از این رله‌ها نباید به عنوان ابزاری برای حفاظت سیستم دربرابر اضافه بار استفاده کرد اما رله انتخاب شده معمولاً با توجه به هر دو نوع خطای اضافه‌بار و جریان زیاد تنظیم می‌شود.

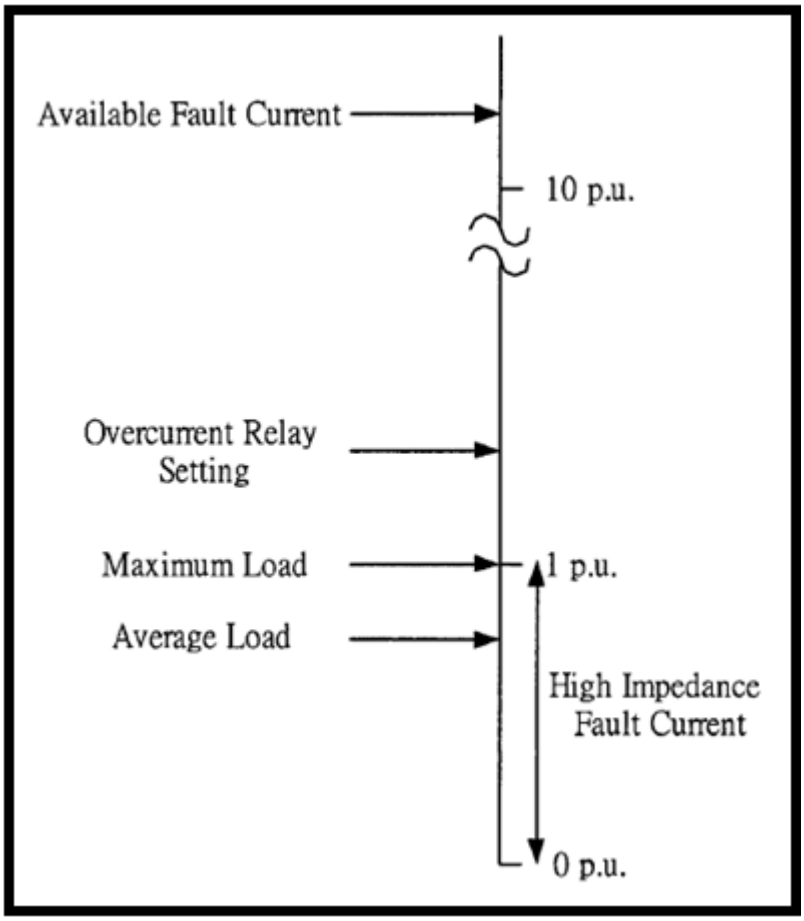
بازبستها: بازبست یاکلید وصل مجدد ابزاری است که می‌تواند شرایط اضافه جریان در اتصال کوتاه تک فاز و فاز به زمین را آشکار و در صورت وجود جریان اضافه در مدار پس از یک زمان از پیش تعیین شده آنرا قطع و سپس بطور خودکار وصل مجدد انجام دهد تا خط بار دیگر در مدار قرار گیرد . اگر خطایی که در آغاز باعث عمل بازبست شده است همچنان وجود داشته باشد، آنگاه پس از تعداد معینی وصل مجدد رله ، مدار را همچنان در حالت قطع نگه می‌دارد و بخش آسیب دیده را از مدار جدا می‌کند.

سکسیونرها : ابزاری هستندکه پس از عملکرد یک کلید یا بازبست که در بالا دست آن قرار دارد بخش آسیب دیده را از مدار جدا می‌کند.

فیوزها: یکی از ابزار حفاظت در برابر اضافه جریان می‌باشند در فیوزها عنصری وجود دارد که دراثر عبور جریان گرم می‌شود و در صورت بیشتر شدن آن از یک مقدار از پیش تعیین شده، کاملاً ذوب می‌شود.

رله‌های اتصال زمین : که روی سیم زمین ترانس‌ها یا مراکز ستاره ترانس‌ها نصب می‌شوند و نیز کار حفاظت شبکه‌های توزیع را بعهده دارند و در صورت عبورجریان خطا بیش ازحد تنظیم شده عمل می‌کنند. رله‌های عدم تعادل بار روی سیم زمین نصب می‌شوند تا در صورتی که نامتعادلی بار بیش ازحد تنظیم شده باشد. این عدم تعادل بواسطه جریان عبوری از سیم زمین ترانس زمین تشخیص داده شده و موجب عمل‌کرد رله گردد.

همانگونه که ملاحظه می شود تقریباً تمام تجهیزات حفاظتی شبکه‌های توزیع اضافه جریان‌ها را کنترل می‌کنند که اکثر آنها ناشی از اتصال کوتاه‌ها می‌باشند. در یک سیستم توزیع در حدود ۷۵٪ حوادث، مربوط به اتصال کوتاه‌های تکفاز به زمین می‌باشند که با توجه به سطح ولتاژ شبکه‌های توزیع، ساختار فیدر، مقاومت زمین و مقاومت واسط بین هادی و زمین بین ۵۰٪-۳۰٪آنها به کمک حفاظت های موجود قابل شناسایی نمی-باشند[۱۷]. این نوع اتصال کوتاه‌ها که جریان خطاهای ناشی از آنها در حد جریان بار و یا کمتر از آن می‌باشد به خطاهای امپدانس بالا معروف هستند و عمدتاً دراثر قطع هادی و برخورد آن با با مقاومت بالا و یا قرار گرفتن یک جسم با مقاومت زیاد بین هادی وزمین بوجود می‌آیند. دامنه جریان ناشی از خطاهای امپدانس بالا ازحد آستانه تنظیمات رله‌های اضافه جریان و اتصال زمین پایین‌تر بوده و همین امر باعث عدم موفقیت حفاظت‌های موجود برای شناسایی آنها می‌شود[۵].

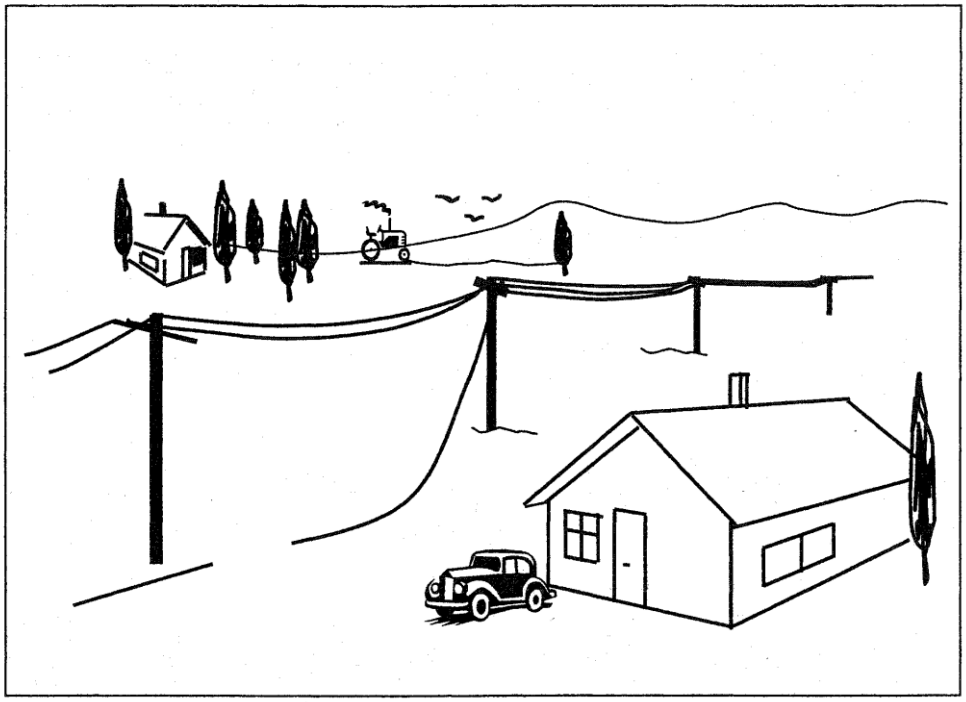


شکل(۱-۱) دامنه جریان خطای امپدانس بالا

علاوه بر مشکلاتی که خطاهای تکفاز برای شرکت برق و مصرف کننده‌ها به همراه دارند، این نوع خطا به واسطه برخورد هادی انرژی‌دار به سطح زمین و عدم تشخیص به موقع توسط رله‌های موجود می‌توانند برای عابرین خطراتی را به همراه داشته باشند. همچنین از آنجا که ۹۵٪ این خطاها با جرقه همراه می‌باشند[٤]، وقوع آنها می‌تواند باعث آتش سوزی و وارد آمدن خسارات فراوان به شبکه و مصرف‌کنندگان گردد[۲۰].

در شکل (۱-۲) و (۱-۳) نمونه‌ای از ایجاد شدن این خطا را می‌بینیم.

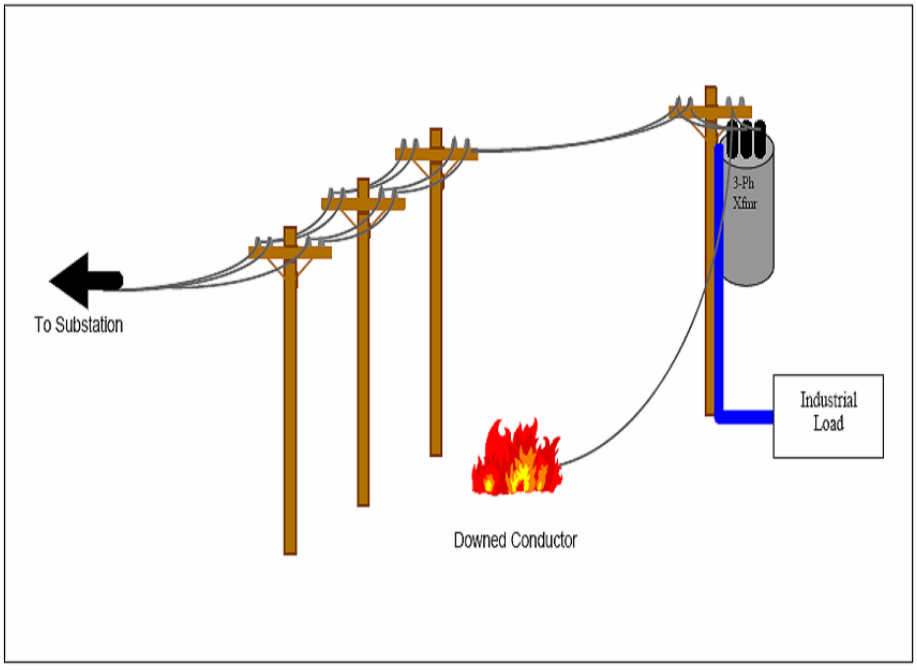
از آنجا که ماهیت خطاهای امپدانس بالا به پارامترهای متعددی نظیر ساختار فیدر، جنس زمین، رطوبت هوا و... بستگی دارد، اغتشاشات ایجاد شده در شکل موج‌ها جریان و ولتاژ فیدر دارای ماهیتی بسیارمتنوع وغیر قابل پیش بینی می‌باشند واین امر باعث شده و محققین زیادی به ارائه راهکارهای متنوعی برای شناسایی خطاهای امپدانس بالا اقدام نمایند و رله‌هایی در این رابطه ساخته شوند.



شکل(۱-۲) نحوه ایجاد شدن خطای امپدانس بالا

از طرفی تنوع شکل موج‌های ایجاد شده در اثر وقوع خطا مانع از ارائه مدلی کامل برای خطاهای امپدانس بالا گردیده است.

هرچند، تعدادی مدل محدود برای آنها ارائه شده ولی با توجه به تأثیرپذیری این نوع خطا از شرایط متعدد فیزیکی، مدلهای ارائه شده دارای محدودیت می‌باشند و این امر بکارگیری آنها را برای بررسی ویژگی‌های این نوع خطا با تأمل روبرو ساخته است.



شکل(۱-۳) نحوه ایجاد خطای امپدانس بالا