دانشگاه زنجان

دانشکده مهندسی

گروه برق

پایان نامه کارشناسی

گرایش قدرت

عنوان

بررسی عملکرد تک‌فاز فیوزهای کات اوت در رفتار ترانس‌های توزیع و الکتروموتورهای القایی

استاد راهنما: منصور اوجاقی

نگارش: نرگس احمدی

زمستان ۹۵

«من لم یشکر المخلوق لم یشکر الخالق»

تقدیم به پدر مهربانم

که در سختی‌ها و دشواری‌های زندگی، همواره یاوری دلسوز و فداکار

و پشتیبانی محکم و مطمئن برایم بوده‌اند

تقدیم به مادر عزیزم

که هر لحظه وجودم را از چشمه سار پر از عشق چشمانش سیراب میکند.....

تشکر قدردانی

سپاس خدای را که سخنوران، در ستودن او بمانند و شمارندگان، شمردن نعمت‌های او ندانند و کوشندگان، حق او را گزاردن نتوانند.

با سپاس از سه وجود مقدس:

آنان که ناتوان شدند تا ما به توانایی برسیم...

موهایشان سپید شد تا ما روسفید شویم...

و عاشقانه سوختند تا گرمابخش وجود ما و روشنگر راهمان باشند...

پدرانمان

مادرانمان

استادانمان

از آن‌جایی که تجلیل از معلم، سپاس از انسانی است که هدف و غایت آفرینش را تأمین می‌کند و سلامت امانت‌هایی را که به دستش سپرده‌اند، تضمین؛ بر حسب وظیفه از پدر و مادر عزیزم، این دو معلم بزرگوارم که همواره بر کوتاهی و درشتی من، قلم عفو کشیده و کریمانه از کنار غفلت‌هایم گذشته‌اند و در تمام عرصه‌های زندگی یار و یاوری بی چشم‌داشت برای من بوده‌اند؛

از استاد با کمالات و شایسته جناب آقای دکتر منصور اجاقی که در کمال سعه صدر، با حسن خلق و فروتنی، از هیچ کمکی در این عرصه بر من دریغ ننمودند و زحمت راهنمایی این رساله را بر عهده گرفتند

دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق

چکیده

در سیستم قدرت خطاها به دو بخش اتصال کوتاه و قطع فاز (مدار باز) تقسیم می‌شوند. در حالت مدار باز شدن یکی از فازها در اثر ذوب شدن فیوز ممکن است عواقب جبران ناپذیری بر روی شبکه و مصرف کنندگان ایجاد شود. هدف ما در این پروژه ارائه بهترین نوع اتصال ترانسفورماتور سه فاز در شبکه توزیع است تا بتوان اتصالی را انتخاب کرد که در آن کمترین افت بار را داشته باشیم. بنابراین اثر قطع یک فاز را در دو حالت بر روی بار RLC و موتور القایی بررسی می‌کنیم. مطابق نتایج بدست آمده در بار RLC و موتور القایی بهترین نوع اتصال ترانسفورماتور، اتصال Yg – D1 و Yg – D11 است. که در این دو نوع اتصال کم‌ترین افت بار را خواهیم داشت. و شبکه و مصرف کنندگان کمتر آسیب می‌بینند.

فهرست مطالب

فصل اول

انواع خطا در سیستم قدرت..... ۱

۱-۱- مقدمه..... ۲

۱-۲- عواقب اتصالی درشبکه..... ۴

۱-۳- انواع خطاها..... ۴

فصل دوم

محاسبات مربوط به قطع فاز..... ۸

۲-۱- محاسبه پارگی در یک فاز..... ۹

فصل سوم

شبیه سازی قطع تک‌فاز شبکه و اثر آن بر بار RLC..... ۱۲

۳-۱- معرفی شبکه تحت مطالعه ۱۳

۳-۲- ترانسفورماتور سه فاز با اتصال D1-Yg..... ۱۳

۳-۲-۱- تغییرات ولتاژ - جریان..... ۱۳

۳-۲-۲- تغییرات توان اکتیو- راکتیو..... ۱۶

۳-۳- ترانسفورماتور با اتصال Yg-D1..... ۱۹

۳-۳-۱- تغییرات ولتاژ- جریان..... ۱۹

۳-۳-۲- تغییرات توان اکتیو- راکتیو ۲۲

۳-۴- ترانسفورماتور با اتصال D1-Y..... ۲۵

۳-۴-۱- تغییرات ولتاژ- جریان..... ۲۵

۳-۴-۲- تغییرات توان اکتیو- راکتیو ۲۸
۳ -۵ - ترانسفورماتور با اتصال Y-D1 ..... ۳۱
۳-۵ -۱- تغییرات ولتاژ- جریان ۳۱
۳-۵-۲- تغییرات توان اکتیو - راکتیو ۳۴
۳-۶- ترانسفورماتور با اتصال D11-Yg ۳۷
۳-۶-۱- تغییرات ولتاژ - جریان ۳۷
۳-۶-۲- تغییرات توان اکتیو-راکتیو ۴۰
۳-۷- ترانسفورماتور با اتصال Yg-D11 ..... ۴۳
۳-۷-۱- تغییرات ولتاژ - جریان ۴۳
۳-۷-۲- تغییرات توان اکتیو-راکتیو ۴۶
۳-۸- ترانسفورماتوربا اتصال D11-Y ۴۹
۳-۸-۱- تغییرات ولتاژ- جریان ۴۹
۳-۸-۲- تغییرات توان اکتیو- راکتیو ۵۲
۳-۹- ترانسفورماتوربا اتصال Y-D11 ..... ۵۵
۳-۹-۱- تغییرات ولتاژ- جریان ۵۵
۳-۹-۲- تغییرات توان اکتیو – راکتیو ۵۸
۳-۱۰- ترانسفورماتوربا اتصال Z-Yg ۶۱
۳-۱۰-۱- تغییرات ولتاژ- جریان ۶۱
۳-۱۰-۲- تغییرات توان اکتیو – راکتیو ۶۴

۳-۱۱- ترانسفورماتوربا اتصال Z-Y ۶۷
۳-۱۱-۱- تغییرات ولتاژ- جریان..... ۶۷
۳-۱۱-۲- تغییرات توان اکتیو – راکتیو ۷۰
فصل چهارم
شبیه سازی قطع تک‌فاز شبکه و اثرآن بر موتور القایی..... ۷۴
۴-۱- ترانسفورماتوربا اتصال D1-Yg..... ۷۵
۴-۲- ترانسفورماتوربا اتصال Yg-D1..... ۸۰
۴-۳- ترانسفورماتوربا اتصال D1-Y..... ۸۵
۴-۴- ترانسفورماتوربا اتصال Y-D1..... ۹۰
۴-۵- ترانسفورماتوربا اتصال D11-Yg..... ۹۶
۴-۶- ترانسفورماتوربا اتصال Yg-D11..... ۱۰۱
۴-۷- ترانسفورماتوربا اتصال D11-Y..... ۱۰۶
۴-۸- ترانسفورماتوربا اتصال Y-D11..... ۱۱۲
۴-۹- ترانسفورماتوربا اتصال Z-Yg..... ۱۱۷
۴-۱۰- ترانسفورماتوربا اتصال Z-Y..... ۱۲۳
نتیجه‌گیری..... ۱۳۰
منابع..... ۱۳۱

فصل اول

انواع خطا در سیستم قدرت

۱-۱- مقدمه

امروزه تمامی جوامع مخصوصا" جوامع مدرن به انرژی الکتریکی با کیفیت بالا و به صورت مداوم نیاز دارند. تداوم و برقراری انرژی الکتریکی در تمام ساعات و دقایق از اهمیت بالایی برخوردار است. هیچ سیستم قدرتی را نمی‌توان طوری طراحی نمود که هرگز دچار خطا نشود. در نتیجه این سیستم‌ها با یک سری نواقص مواجه خواهند بود که در زبان مهندسی حفاظت، به این نواقص خطا گفته می‌شود. برای پیش‌گیری از بروز عیب تمامی تجهیزات بایستی در فاصله‌های زمانی مشخصی بازبینی شود تا از عملکرد مطلوب آن‌ها اطمینان حاصل شود. مهم‌ترین عامل تهدید کننده قابلیت اطمینان سیستم، اتصال کوتاه است که تغییرات ناگهانی و گاه شدید، روی عملکرد آن اعمال می‌کند. جریان بزرگی که با وقوع اتصال کوتاه جاری می شود، قادر است باعث آتش‌سوزی در محل خطا و ایجاد ضایعات مکانیکی در سرتاسر سیستم به ویژه روی سیم پیچ‌های ماشین‌ها و ترانسفورماتورها شود. بنابراین لازم است که سیستم قدرت، همواره بهترین سرویس را به طور پیوسته در اختیار مصرف کننده‌ها قرار دهد.

اما هرگز نمی‌توان به طور مطلق دور بودن نیروگاه‌ها و یا شبکه‌ی انتقال را از خرابی تضمین کرد. با توجه به بزرگی سیستم قدرت، اغتشاشاتی که یک خطا به دنبال دارد به قدری بزرگ است که بدون تجهیزات بر طرف کننده خطاها، سیستم اصطلاحا" غیر کارا می‌شود. اگر به منظور بر طرف کردن خطا، پیش‌بینی لازم انجام نشده باشد، موضوع سیستم قدرت به کلی منتفی است. برای برطرف کردن خطا، نصب تجهیزات کلید زنی کافی نیست بلکه برای کنترل کردن وسایل قطع کننده باید وسایل حفاظتی تشخیص دهنده خطا نیز که مطابق با مشخصه‌ها و نیازمندی‌های سیستم قدرت طراحی می‌شود موجود باشند. به طور کلی سیستمی که به اندازه کافی حفاظت نشده باشد، نمی‌تواند از نظر طراحی و کارایی کامل باشد. بنابراین اهمیت سیستم‌های حفاظت در سیستم‌های قدرت مدرن، به طور کامل مشخص است. نکته‌ای که از دیدگاه مصرف کننده‌ها بسیار اهمیت دارد این است که تولید و انتقال انرژی الکتریکی به صورت صد در صد دائمی و بدون وقفه باشد. از طرفی شبکه قدرت که شامل ژنراتورها، ترانسفورماتورهای قدرت، خطوط انتقال و سایر تجهیزات است همواره در معرض خطا (fault) است که در کارکرد عادی شبکه اختلال ایجاد می‌نماید.

خطاهایی که روی خطوط انتقال رخ می‌دهند، به طور عمده شامل اتصال کوتاه بین فازها (phase fault) و یا فاز و زمین (earth fault) و نیز پارگی خطوط انتقال یا کاهش قدرت عایقی مقره‌ها و ... می‌باشند.

تحت چنین شرایطی یک سیستم نظارت و کنترل مورد نیاز است تا هر بخش از شبکه را که در آن خطا رخ داده تشخیص و در سریع‌ترین زمان ممکن از سایر بخش‌های سالم شبکه جدا نماید و تا هنگامی که خطا از شبکه رفع نشده است کل شبکه بخاطر تاثیرات ناشی از وقوع خطا در معرض خطر می‌باشد. چنین سیستم نظارت و کنترلی در واقع یک سیستم حفاظت محسوب می‌شود. هر سیستم حفاظتی که یک عنصر معیوب را از شبکه جدا می‌کند، باید دارای چهار ویژگی اساسی قابلیت اطمینان، انتخاب‌گری، سرعت کار مناسب و تفاوت گذاری باشد. بدون داشتن این ویژگی‌ها سیستم حفاظت تقریبا غیر موثر است و حتی می‌تواند شرایط نامطلوبی را ایجاد کند. رفع خطا عموما با جداسازی آن قسمت از شبکه که دچار خطا شده است صورت می‌گیرد و (در کمترین زمان ممکن) این جداسازی نهایتا" توسط کلیدهای قدرت صورت می‌گیرد. در واقع از این دیدگاه مدار شکن ها نیز عضوی از سیستم حفاظتی شبکه قدرت است. وجود یک سیستم حفاظتی کارآمد خود سبب می‌شود که در صورت بروز خطا در شبکه بتوان هر چه سریع‌تر آن بخش از شبکه را که دچار خطا شده است و می‌تواند باعث صدمه دیدن همان بخش و سایر بخش‌های مجاور شود از شبکه جدا نموده و به این ترتیب از ایجاد وقفه احتمالی در تولید، انتقال و توزیع انرژی الکتریکی جلوگیری نماید.

امروزه تداوم و برقراری انرژی الکتریکی در تمام ساعات از اهمیت بالایی برخوردار است. هیچ سیستم قدرتی را نمی‌توان طوری طراحی نمود که هرگز دچار خطا نشوند. در نتیجه سیستم‌های قدرت با یک سری خطاها مواجه خواهند بود. در سیستم‌های حفاظت مهم‌ترین اصل این است که چگونه از به وجود آمدن خطا جلوگیری نموده و در صورت بروز خطا چگونه اثرات نامطلوب آن را به حداقل رساند. در این فصل بهتر است اشاره‌ای به انواع خطاهای خطوط انتقال داشته باشیم:

دراتصال کوتاه متقارن، سه فاز هم‌زمان به یکدیگر وصل می‌شوند وسیستم حالت تقارن خود راحفظ می‌کند. دریک سیستم متقارن جمع جریان‌های سه فازدرهمه زمان‌ها برابرصفربوده وجریانی بین نقاط صفرژنراتورها وترانسفورماتورها با زمین برقرار نمی‌شود. عدم وجود این جریان باعث می‌شود تا ولتاژ تمام نقاط صفرسیستم با پتانسیل زمین برابر باشند که این ولتاژها را برابرصفر فرض می‌کنیم. بنابراین می‌توان اتصال کوتاه متقارن را به صورت زیر تعریف کرد:

اتصال کوتاهی است که اگردر شبکه رخ دهد جریان کلیه فازها به یک اندازه افزایش می‌یابد. عدم تقارن دریک سیستم قدرت، براثرعواملی نظیراتصال کوتاه‌های نامتقارن ویا گسیختگی هادی‌های خطوط انتقال پدید می‌آید.

۱-۲- عواقب اتصالی درشبکه

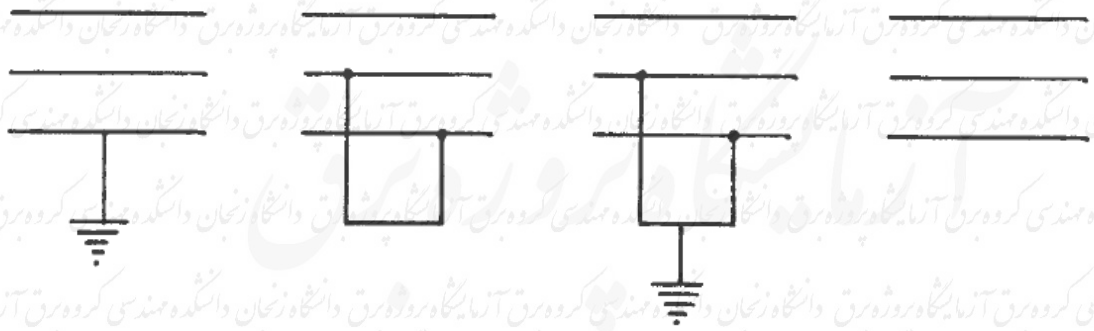
یکی از دلایلی که اتصال کوتاه باید سریع درشبکه رفع شود این است که پایداری گذرای شبکه نباید ازبین برود و باید خطا سریع رفع شود. به دلیل محدودیت جذب انرژی درخطوط انتقال وکابل‌های فشارقوی ما باید سریع خطای اتصال کوتاه را رفع کنیم زیرا دراثر اتصال کوتاه جریان زیادی از خطوط انتقال وکابل‌های فشارقوی عبورمی‌کند وگرمای شدیدی درآن‌ها بوجود می‌آید که خسارت جبران ناپذیری به آنها وارد می‌کند. مشکل ما درمدت اتصال کوتاه این است که گرمای شدیدی درتجهیزات ما بوجود می آید وتجهیزهم نمی‌تواند آن را با محیط مبادله کند وباعث بالا رفتن دمای آن شده و عمر تجهیز را کم می‌کند. برای جلوگیری از این امر از وسایل حفاظتی مانند کات اوت فیوز و رله اتصال زمین استفاده می‌شود.

۱-۳- انواع خطاها

الف- اتصال کوتاه های نامتقارن

۱- اتصال کوتاه تکفاز به زمین

در شکل ۱-۱ بعضی ازاین خطاهای نامتقارن نشان داده شده‌اند. دراین شکل خطاها با امپدانس صفر در نظر گرفته شده‌اند، اما اغلب اتصال کوتاه‌ها درسیستم قدرت ازطریق امپدانس‌های غیرصفر بوجود می‌آیند.

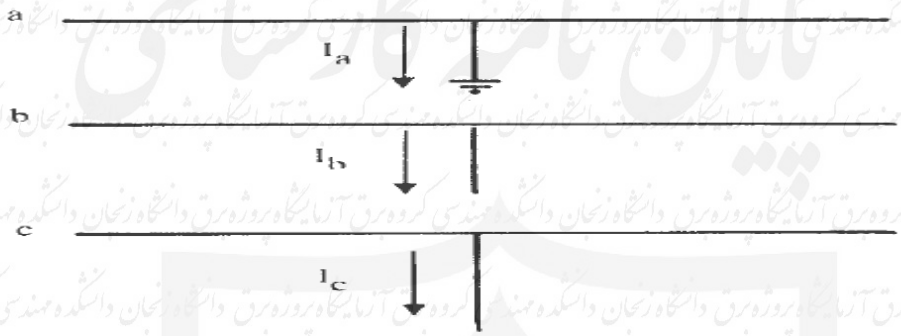


شکل۱-۱- بعضی از انواع خطاهای نامتقارن

با مراجعه به شکل ۱-۲ که جریان های سه فاز را بر اثراتصال کوتاه یک فازبه زمین درنقطه‌ای ازسیستم قدرت نشان می‌دهد، داریم:

$V_a = 0$ (۱-۱)

$I_b = I_c = 0$ (۱-۲)



شکل ۱-۲- نمایش اتصال کوتاه یک فاز به زمین در سیستم قدرت

$I_+ = I_- = I_0$ (۱-۳)

$I_a = 3I_+$ (۱-۴)

$I_+ = V_f /(Z_+ + Z_- + Z_0)$ (۱-۵)

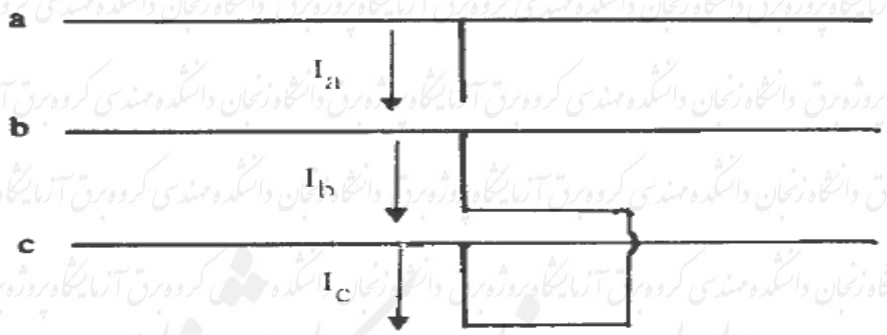
۲- اتصال کوتاه دو فاز به یکدیگر

برای اتصال کوتاه دو فاز به یکدیگر در نقطه‌ای از یک سیستم باردار با توجه به شکل ۱-۳ می‌توان نوشت:

$I_a = 0$ (۱-۶)

$I_c = -I_b$ (۱-۷)

$V_b = V_c$ (۱-۸)



شکل ۱-۳- نمایش اتصال کوتاه دو فاز به یکدیگر در سیستم قدرت

$$V_+ = V_- \qquad (۹-۱)$$

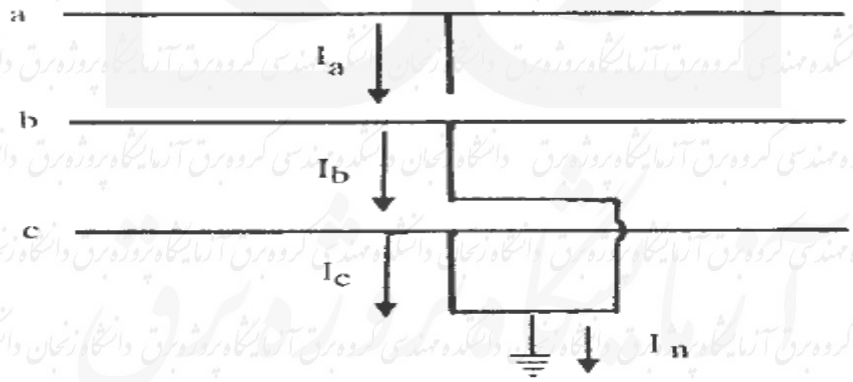
$$I_+ = V_f / (Z_+ + Z_-) \qquad (۱۰-۱)$$

۳- اتصال کوتاه دوفازبه زمین

برای اتصال کوتاه دوفاز به یکدیگر و به زمین در نقطه‌ای از یک سیستم با توجه به شکل ۱-۴ می‌توان نوشت:

$$V_b = V_c = 0 \qquad (۱۱-۱)$$

$$I_a = 0 \qquad (۱۲-۱)$$



شکل ۱-۴- نمایش اتصال کوتاه دوفاز به یکدیگر و به زمین درسیستم قدرت

$$V_+ = V_- = V_0 \qquad (۱۳-۱)$$

$$V_a = 3V_+ \qquad (۱۴-۱)$$

$$I_+ = V_f / [Z_+ + (Z - Z_0 / Z_- + Z_0)] \qquad (۱۵-۱)$$

ب- خطای قطع فاز (مدار باز)

باز شدن یکی از فازهای شبکه توزیع که می‌تواند ناشی از عملکرد کات اوت فیوز در خطاهای تک-فاز به زمین باشد، سبب دو فاز شدن سیستم توزیع انرژی تا زمان رفع عیب می‌گردد و موجب مشکلاتی از قبیل نامتعادل شدن ولتاژ و جریان و توان در بارهای شبکه توزیع خواهد شد.

دانشجویان محترم:

جهت دسترسی به متن کامل پایان نامه‌ها به کتابخانه دانشکده مهندسی و یا آزمایشگاه پروژه گروه برق مراجعه فرمایید.

نتیجه‌گیری

در بار RLC، کم‌ترین افت ولتاژ و جریان، در حالت قطع فاز در اتصال ترانسفورماتور Yg-D1 وYg-D11 مشاهده شد در نتیجه در این نوع اتصال ترانسفورماتور، شبکه و مصرف کنندگان کمتر تحت آسیب قرار خواهند گرفت.

در بار موتور القایی، هنگامی‌که اتصال ترانسفورماتور، Yg-D1 و Yg-D11 است، در حالت قطع فاز، کم‌ترین تغییرات ولتاژ، جریان و گشتاور را خواهیم داشت. در نتیجه شبکه و مصرف کنندگان کمتر تحت آسیب قرار خواهند گرفت.

فهرست منابع

۱. شاهمرادی، سعید. بررسی و تحلیل قطع یک فاز ناشی از خطای تک‌فاز به زمین در شبکه‌های توزیع. سومین کنفرانس ملی و اولین کنفرانس بین‌المللی پژوهش‌های کاربردی در مهندسی برق، مکانیک و مکاترونیک.

۲. سعادت، هادی. بررسی سیستم‌های قدرت ۲. ۱۳۹۲ چاپ نهم. دانشگاه علم و صنعت ایران.

3. P.m.Anderson, power system protection, IEEE, 1999.