



جمهوری اسلامی ایران

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

دانشگاه زنجان

دانشکده ی مهندسی

پایان نامه ی کارشناسی

مهندسی برق – قدرت

ورودی مهر ۸۷

بررسی و مدل سازی فرورزونانس ناشی از رعد و برق بر روی ترانس های

خازنی به کمک نرم افزار $ATP/EMTP$

استاد راهنما : دکتر کاظم مظلومی

تهیه و تنظیم : امین قاسمی

بهار ۹۱

نبینی باغبان چون گل بکارد

چه مایه غم خورد تا گل بر آرد

به روز و شب بود بی خورد و بی خواب

گهی پیراید او را گه دهد آب

گهی از بهر او خوابش رمیده

گهی از خار او دستش خلیده

به امید آن همه تیمار بیند

که تا روزی بر او گل بار بیند ...

تقدیم با بوسه بر دستان پدرم:

به او که نمی دانم از بزرگی اش بگویم یا مردانگی سخاوت، سکوت، مهربانی

پدرم راه تمام زندگیست

پدرم دلخوشی همیشگیست

تقدیم به مادر عزیزتر از جانم:

مادرم هستی من ز هستی توست تا هستم و هستی دارم دوست

غمگسار جاودانی مادر است

چشمه سار مهربانی مادر است

اهمیت این پروژه

تحقیقات در مورد پدیده فرورزونانس سابقه ای هشتاد ساله دارد. کلمه فرورزونانس، در مقالات علمی دهه ۱۹۳۰ دیده شده است. علاقه به این تحقیقات زمانی بوجود آمد که استفاده از خازن های سری برای تنظیم ولتاژ در سیستم های توزیع آن زمان باعث بروز اضافه ولتاژ در شبکه توزیع می گردید.

از آن زمان تا کنون بیشتر تحقیقات در این زمینه بر مدل سازی دقیق تر ترانسفورماتور و مطالعه پدیده فرورزونانس در سطح سیستم متمرکز بوده است. اصولاً فرورزونانس پدیده ای غیر خطی بوده و بنابراین بسیاری از روش های بکار برده شده جهت بررسی این پدیده مبتنی بر حوزه زمان و با بکار بردن نرم افزار *EMTP* می باشد. فرورزونانس اثرات تخریبی متعددی بر ترانسفورماتور ها و تجهیزات دیگر دارد و در این مقاله به همین موضوع پرداخته می شود.

فهرست مطالب

رزونانس یا تشدید 6

پدیده رزونانس در شبکه های توزیع 7

خصوصیات و شرایط بروز پدیده در شبکه های توزیع 8

ترانسفورماتورهای اندازه گیری ولتاژ 11

آشنایی با ترانسفورماتور اندازه گیری ولتاژ 20

فرورزونانس 28

پیامدهای فرورزونانس در ترانسفورماتورهای ولتاژ 29

پاسخ گذرای ترانسفورماتورهای ولتاژ القایی 29

فرورزونانس در ترانسفورماتورهای ولتاژ خازنی 31

پاسخ گذرای ترانسفورمرهای ولتاژ خازنی 32

مدل سازی و شبیه سازی به کمک نرم افزار $ATP-EMTP$ 34

بررسی صاعقه – عامل ایجاد فرورزونانس در ترانس های ولتاژ خازنی 36

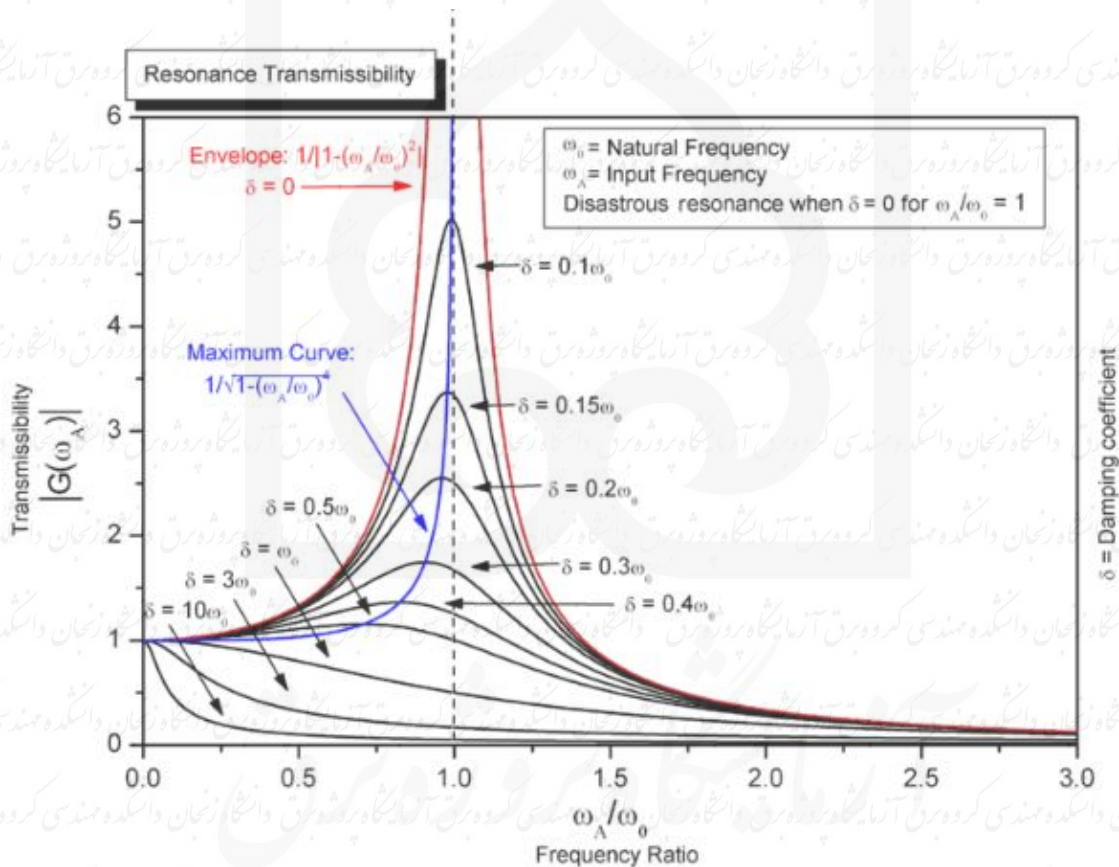
شبیه سازی به کمک ATP 40

نتیجه گیری 50

مراجع 51

رزونانس یا تشدید

در فیزیک، رزونانس یا تشدید عبارت است از تمایل سیستم به نوسان با بیشینه دامنه در فرکانس‌هایی خاص می‌باشد که به آنها فرکانس رزونانس و یا فرکانس تشدید گویند. در چنین فرکانس‌هایی انرژی ارتعاشی در جسم ذخیره می‌شود و در نتیجه نیرویی کوچک و متناوب می‌تواند باعث حرکتی نوسانی با دامنه‌ی بزرگ شود.



افزایش دامنه با کاهش میرایی در نزدیکی فرکانس تشدید.

پدیده رزونانس در شبکه های توزیع

مقدمه:

در مدارهای الکتریکی متشکل از خازن با خاصیت خازنی C و سیم پیچی با خاصیت القایی L در شرایط خاص، کمیات ولتاژ و جریان مدار برای دراز مدت از مقادیر قابل ملاحظه هایی برخوردار است. افزایش قابل ملاحظه مقادیر ولتاژ و جریان با توجه به وجود ظرفیت خازنی C و خاصیت القایی L از بروز پدیده موسوم به رزونانس (تشدید) ناشی می شود.

پدیده رزونانس و فرورزونانس در شبکه های توزیع :

با توجه به خصوصیات مناسب شبکه های توزیع بروز پدیده های رزونانس و فرورزونانس در این شبکه ها بسیار معمول است. به عنوان مثال استفاده ی عمده از فیوز، $Fuse-cut-out$ و استفاده از کابلهایی با خاصیت خازنی قابل ملاحظه در مقایسه با خطوط هوایی شرایط بروز دو پدیده را در این شبکه ها فراهم می سازد. با سوختن فیوز در یک فاز و یا قطع یک فاز توسط $Fuse-cut-out$ شرایط مناسب بروز پدیده فراهم می شود. بروز پدیده فرورزونانس در شبکه های توزیع با افزایش ولتاژ و صدمه به ایزولاسیون تجهیزات فشار قوی از جمله برقگیرها کابلها و ترانسفورماتورها همراه است که ترکیدن سر کابلها انفجار برقگیرها را موجب میشود. به علاوه جریان ناشی برقگیرهای غیر خطی را افزایش میدهد و از عمر و دوام آنها می کاهد.

خصوصیات و شرایط بروز پدیده در شبکه های توزیع :

همانطور که میدانیم پدیده فرورزونانس در برابر خاصیت خازنی مناسب C و اندوکتانس L به ازای مقادیر اسمی ولتاژ و جریان روی میدهد. هنگامی که هسته های فرومغناطیسی تجهیزات فشار قوی اشباع و در مدار با خاصیت خازنی C واقع شوند شرایط بروز پدیده فراهم خواهد بود. در شبکه های ترانسفورماتورها به طور عمده توسط کابل های $6-30\text{ kv}$ تغذیه می شوند و کابلها از خاصیت خازنی بالا برخوردارند به طور سری با سیم پیچی ترانسفورماتورها مجهز به هسته فرومغناطیسی واقع می باشند. کابلها به شرح فوق در محل انشعاب از خط اصلی به فیوز یا $Fuse-cut-out$ مجهزند. در صورت سوختن فیوزها یا قطع یک یا دو فاز ترانسفورماتور و کابل تغذیه آن به صورت تکفاز یا دوفاز تحت ولتاژ واقع می شوند. در این حالت شرایط بروز رزونانس در مدارهای بسته دو فاز و یا تک فاز فراهم می شوند. مدار به شرح فوق تنها در شبکه های توزیع $6-30\text{ kv}$ مشاهده می شود. خصوصیات مدارها به شرح فوق از نظر بروز پدیده فرورزونانس در این جا مورد بحث قرار می گیرد و روش مقابله با آن شرح داده می شود. از آنجا که مدارها شامل کابل ها با خاصیت خازنی بالا و اتصال مستقیم به ترانسفورماتورها از طریق فیوز و یا $Fuse-cut-out$ تنها در شبکه های توزیع معمول بوده است در پی سوختن فیوز در شرایط یک فاز بروز پدیده فراهم است. شرایط بروز پدیده در طی رژیم گذرا و ظهور اضافه ولتاژهای موقت با دامنه بالا در پی بروز عیب و یا بروز رزونانس و افزایش قابل ملاحظه مقدار جریان و اشباع هسته های مغناطیسی فراهم می شود. در صورت بروز پدیده رزونانس و افزایش قابل ملاحظه ولتاژ هسته مغناطیسی سیم پیچها اشباع گشته بروز پدیده فرو رزونانس را موجب می شود. اشباع هسته سیم پیچ ها و بروز پدیده فرورزونانس با اضافه ولتاژها از نوع موقت همراه بوده دارای دامنه ضربه ای با فرکانس چند سیکل بر ثانیه خواهند بود. افزایش ولتاژ به شرح بالا با توجه به مدت طولانی خود بالغ بر چند سیکل فرکانس 50 ایزولاسیون داخلی تجهیزات

فشار قوی از جمله ترانسفورماتورها کابلها سر کابلها ترانسفورماتورهای ولتاژ را تهدید می کند و شرایط بروز قوس و تخلیه را در برقیگیرها بدون فاصله هوایی فراهم می سازد. در برقیگیرهای غیر خطی اضافه ولتاژ به شرح فوق جریان تخلیه برقیگیر را تا چند آمپر افزایش می دهد و انرژی حرارتی حاصل از آن، دمای المانهای غیر خطی را به سرعت فزونی می بخشد و از عمر ودوام آنها تا چندین برابر کاهش میدهد. بر طبق مطالعات صورت گرفته درصد عمده بروز عیب و آسیب در برقیگیرهای غیر خطی در شبکه های توزیع از بروز پدیده فرورزونانس ناشی می شود. به همین علت در شبکه ها و مدارها با هسته های فرومغناطیسی که احتمال بروز پدیده بالاست حتی الامکان از برقیگیرهای غیر خطی استفاده نشده است و از برقیگیرها با فواصل هوایی استفاده می شود.

به طور کلی بروز پدیده فرو رزونانس در شبکه های توزیع مستلزم تشکیل مدار بسته به صورت مستقل از شبکه با خصوصیات زیر است:

- ۱- مدار بسته شامل خاصیت القایی ناشی از هسته مغناطیسی
- ۲- خاصیت خازنی و نیروی الکترو موتوری مناسب
- ۳- برقراری جریان در مدار بسته با مقدار بالا و کافی به منظور اشباع هسته مغناطیسی سیم پیچها
- ۳- امپدانس معادل شبکه از سمت سیم پیچها با مشخصه خازنی (وجود خاصیت خازنی قابل ملاحظه در مدار)

وجود مولفه فعال در امپدانس دیده شده (بند ۳) ضربات و نوسانات پدیده را در ولتاژ شبکه مستهلک می کند. به همین علت بالاترین مقدار اضافه ولتاژ ناشی از پدیده فرو رزونانس در شرایط بی باری و یا بار اکتیو خالص مشاهده می شود. در شرایط معمول و متقارن بهره برداری که در آن تجهیزات با خاصیت خازنی

نتیجه گیری

این مقاله به مدل پویا از شبیه سازی صاعقه که منجر به فرورزونانس در CVT می شدند را به کمک $ATP/EMTP$ شبیه سازی نموده است که

موارد زیر را شامل می شود :

۱ صاعقه منجر به فرورزونانس در CVT می شود .

۲ اولیه ی CVT به شدت تحت تاثیر قرار می گیرد .

۳ برای تعدیل فرورزونانس در اولیه ، یک بهبود دهنده ی حفاظت اور

ولتاژ میتوان در نظر گرفت . الزاما مدار اور ولتاژ از اسپار گپ استفاده

می کند . افزودن مقاومت فرورزونانس را به طور کامل تسکین نمی دهد .

۴ یک طرح پیشنهادی جدید برای دستگاه حفاظت اور ولتاژ این است که

اسپار گپ را با یک مقاومت سری با یک خازن به صورت موازی بسته

شود . فرورزونانس و نوساناتش می توانند تسکین داده شوند .

این مطالعه نشان می دهد که اجزای CVT در پاسخ گذرای CVT موثرند .

یک CVT که درست برای سیستم خاصی طراحی شده است کارایی را

افزایش داده و هزینه های کلان مربوط به خرابی ناشی از فرورزونانس را

از بین می برد .

مراجع:

- [1] Emin Z, Al Zahawi BAT, Auckland DW, Tong YK. Ferroresonance in electromagnetic voltage transformer: a study based on nonlinear dynamic. IEE P-Gener Transm D 1997;144(4);383-7.
- [2] Halim Ab, Bakar Abu. Economic positioning of lightning arrester: transient phenomena in large electric power systems. In: Cigre symposium, Zagreb, Croatia; 18-21 April, 2007.
- [3] Emin Z, Milicevic Kruno. Impact of initial conditions on the initiation of ferroresonance. Electrical Power and Energy System 2009;31(August).
- [4] Gonos LF et al. Probability of back flashover in transmission lines due to lightning strikes using Monte-Carlo simulation. Electr Power Energy Syst 2005;25.
- [5] Hou Daqing, Roberts J. Capacitive voltage transformer: transient overreach concerns and solutions for distance relaying. In: Canadian conference on electrical and computer engineering, 1996, vol. 1, session 6, vol. 6.4; 26-29 May, 1996. p. 119-25.