



دانشگاه زنجان

دانشکده فنی و مهندسی

گروه برق

پایان نامه کارشناسی

مهندسی برق - گرایش قدرت

فلیکر ولتاژ

نگارنده : کمال سعادتی

88442138

استاد راهنما : دکتر سعید جلیل زاده

تابستان 1392

فهرست مطالب

عنوان..... صفحه

چکیده.....1

مقدمه.....3

فصل اول: تشریح پدیده فلیکر

1-1- تشریح پدیده فلیکر.....6

1-2- اهمیت توجه به فلیکر.....9

1-3- بارهای ایجاد کننده فلیکر.....9

فصل دوم: تشخیص محل ایجاد فلیکر در شبکه‌های توزیع

1-2- مقدمه.....12

2-2- تئوری روش تعیین منبع فلیکر.....12

2-3- تحلیل توان فلیکر.....14

فصل سوم: روش‌های اندازه‌گیری و ارزیابی فلیکر

1-3- مقدمه.....18

3-2-2- دستگاه اندازه گیری فلیکر..... 19

3-3-3- ساختار فلیکر سنج آنالوگ..... 21

3-3-1- بلوک (1) واحد تطبیق دهنده و لتاژ ورودی..... 23

3-3-2- بلوک (2) واحد دم‌دولاتور..... 23

3-3-3- بلوک (3) فیلترهای وزنی..... 23

3-3-4- بلوک (4) ضرب کننده مربعی و فیلتر متوسط لغزان..... 24

3-3-5- بلوک (5) تحلیل آماری..... 25

3-4-4- ساختار فلیکر سنج دیجیتالی..... 25

3-5-5- روش های قدیمی ارزیابی فلیکر..... 26

3-6-6- روش های جدید ارزیابی فلیکر..... 31

3-7-7- مفاهیم P_1 و P_s در اندازه گیری شدت فلیکر..... 32

3-7-1- شاخص کوتاه مدت فلیکر..... 32

3-7-2- شاخص بلند مدت فلیکر..... 33

3-8-8- محاسبه شاخص کوتاه مدت فلیکر کوره قوس..... 34

3-8-1- سطح احتمال نمونه های P_s 35

3-8-2- ضریب مشخص انتشار..... 35

3-8-3- ظرفیت اتصال کوتاه کوره معادل 35

3-8-4- ضریب انتقال فلیکر 36

3-8-5- ضریب جبران سازی 37

فصل چهارم: جبران کننده های فلیکرولتاژ

4-1-1- مقدمه 40

4-2-1- انواع جبران کننده های استاتیک توان راکتیو 41

4-3-1- جبران کننده راکتور قابل اشباع 42

4-3-1- اصول کار 42

4-4-1- راکتور تایریستور کنترل 43

4-4-1- اصول کار 43

4-4-2- مشکل هارمونیک 46

4-4-3- مثالی از نتایج حاصل از جبران فلیکر با استفاده از TCR 48

4-5-1- خازن تایریستور سوئیچ 48

4-6-1- کندانسور سنکرون 51

4-7-1- خازن های سری 52

4-8-1- جبران کننده توان راکتیو تطبیقی 55

4-8-1- جبران کننده توان تطبیقی..... 55

4-8-2- کارکرد AVC بر روی بارهای متغیر..... 56

4-8-3- تشریح ساختمان و عملکرد AVC..... 57

4-8-3-1- مدار کلیدزنی..... 60

4-8-3-2- مدار آتش..... 62

4-8-3-3- مدار ضربه گیر..... 63

4-9-9- جبران کننده سنکرون استاتیکی توزیع..... 65

4-9-1- مقدمه..... 65

4-9-2- ساختار و شرح عملکرد جبران کننده سنکرون استاتیکی توزیع..... 65

4-10-10- روشی برای حذف فلیکرولتاژ کوره‌های قوس AC..... 67

4-10-1- ماهیت تغییرات جریان کوره الکتریکی..... 68

4-10-2- منبع توان کوره قوس..... 68

4-10-2-1- سیستم الکتریکی کوره قوس..... 68

4-10-2-2- مدل کوره قوس..... 69

4-10-2-3- بررسی روش حذف فلیکر..... 70

4-10-3- کاربرد کوره قوس در شکل متداول..... 72

4-10-4- مدل کوره قوس پیشنهاد شده..... دانشگاه زنجان

78..... جمع بندی..... دانشگاه زنجان

79..... منابع و ماخذ..... دانشگاه زنجان

پایان نامه کارشناسی



چکیده

مشترکین صنعت برق عموماً انتظار یک منبع ولتاژ با کیفیت بالا را از شرکت‌های برق دارند. اما به دلایل مختلف ممکن است نوسان‌ها و اعوجاجاتی در ولتاژ تغذیه آنها به وجود بیاید و باعث نارضایتی و احیاناً صدمه دیدگی تجهیزاتشان گردد. در سالهای اولیه اختراع برق و استفاده از این انرژی برای روشنایی، مردم کم و بیش با پدیده سوسوزدن نور لامپ‌ها برخورد می‌کردند ولی به علت نبودن انرژی الکتریکی توجه چندانی به آن نداشتند، با پیشرفت تکنولوژی و اختراع دستگاه‌ها و تجهیزات مختلف برقی مسئله فوق باعث نارضایتی مشترکین گردید. لذا مسئله بررسی نوسانات ولتاژ و چگونگی جبران آنها و بهبود کیفیت برق مورد توجه شرکت‌های برق قرار گرفت.

از عوامل ایجاد نوسان ولتاژ در شبکه می‌توان به تغییرات ناگهانی در جریان وسایلی نظیر کوره‌های الکتریکی، دستگاه‌های حفاری و جوشکاری و همچنین جریان راه‌اندازی موتورهای الکتریکی اشاره نمود.

هنگامی که بارهای مختلف توسط مشترکین برق به مدار وارد و یا از آن خارج می‌شوند تغییر ولتاژی در شبکه خواهیم داشت ولی اولاً این تغییرات معمولاً کوچک و بسیار آرام می‌باشند در ثانی توسط رگولاتورهای ولتاژ می-

توان این تغییرات را جبران نمود. در مقابل تجهیزات و دستگاه‌های الکتریکی نظیر موتورهای بزرگ، دستگاه‌های جوش و کوره‌ها که به صورت تکی و یا جمعی وارد شبکه می‌شوند نوساناتی را در ولتاژ بوجود می‌آورند که باعث

ایجاد نوسان در ولتاژ مشترکین می‌شود. علت این پدیده آن است که با ورود این دستگاه‌ها به شبکه، جریان مصرفی تغییرات ناگهانی خواهد داشت.

اثر فلیکر ولتاژ¹ را می‌توان در کم و زیاد شدن و سوسوزدن نور لامپ‌ها و همچنین برش در تصاویر تلویزیونی و اثر روی سیستم‌های ICU و CCU بیمارستانی ملاحظه کرد (این تجهیزات بر حسب دامنه‌های متفاوت ولتاژ تغذیه

1-Voltage flicker

واژه‌های کلیدی

فلیکر، منبع فلیکر، فلیکر متر، جبران ساز

مقدمه

موضوع چشمک زدن چراغ، یک مساله بسیار قدیمی بوده، از بدو شروع به کار سیستم‌های AC توجه مهندسان -

برق را به خود جلب کرده است. در سال 1886 ، ویلیام استنلی ، برای اولین بار از سیستم های AC برای تغذیه

بار روشنایی در شمال آمریکا استفاده کرد. چهار سال بعد مهندسان برق شرکت وستینگ هوس¹ با مشکل

فلیکرولتاژ مواجه شدند. در سال 1891، برای پیش‌گیری از فلیکر آزاردهنده، آنها فرکانس 60 هرتز را به عنوان

فرکانس استاندارد و جدید اختیار کردند. مشکل فلیکر که آنها با آن برخورد کردند، بر خلاف تصور، بیش از آنکه

مربوط به لامپ‌های رشته‌ای مربوط باشد ، به لامپ‌های قوسی مربوط بود که با جریان متناوب کار می‌کردند

حتی لامپ‌های قوسی بدون محفظه ، به دلیل نوسان‌های دمایی قوس ، بیشتر از لامپ‌های قوسی محفظه‌دار

باعث نوسان می‌شدند.

در همان سال در برلین ، مهندسان AEG با مشکل مشابه برخورد کردند، اما نتیجه‌ای که آنان به آن رسیدند، تا

حدی با نتیجه آمریکایی‌ها تفاوت داشت. آنها استاندارد جدید خود را 50 هرتز انتخاب کردند. علت این انتخاب

در نوع لامپ‌های قوسی مورد استفاده آنان بود. آمریکایی‌ها از لامپ بدون محفظه و اروپایی‌ها از لامپ محفظه‌دار

استفاده می‌کردند.

یکی از نوسان‌های ولتاژ که تاثیر آن بر روشنایی مشهود است چشمک‌زدن نام گرفته است، دنباله‌ای از اغتشاش -

های ولتاژ، که باعث چشمک‌زدن مکرر لامپ می‌شود که می‌تواند آزاردهنده باشد. اغلب، چشمک‌زدن ولتاژ نامیده

می‌شود. این نوسان در نور، نتیجه تغییرات در درخشش، شدت و یا رنگ نور است به طوری که چشم بتواند آن را

تشخیص دهد. این اغتشاش در اثر عوامل متعددی همچون قطع و وصل بارهای بزرگ (مثلا موتورهای

1- Westinghouse

بزرگ که در صنایع فولاد مورد استفاده قرار می‌گیرند) یا عبور جریان‌های نامنظم بزرگ و غیرسینوسی (مثلاً ناشی از کوره‌های قوس الکتریکی) ایجاد می‌شود. در این پروژه ابتدا به تشریح پدیده فلیکر، اهمیت توجه به آن و بارهای ایجاد کننده پرداخته شده و سپس در فصل دوم تشخیص محل ایجاد فلیکر در شبکه‌های توزیع آورده شده است. در فصل سوم روش‌های اندازه‌گیری و ارزیابی فلیکر مورد بحث قرار گرفته است. در فصل چهارم مهم‌ترین جبران‌کننده‌های فلیکر و یک جبران‌کننده جدید معرفی شده‌اند. در آخر فصل نیز روشی برای حذف فلیکر ولتاژ کوره‌های قوس AC ارائه شده است.

پایان نامه کارشناسی

فصل اول

تشریح پدیده فلیکر

1-1- تشریح پدیده فلیکر

در اصطلاح به سوسوزدن نور لامپ‌های الکتریکی به علت کم و زیاد شدن ولتاژ، فلیکر گویند و اغلب اوقات کلمات فلیکر، فلیکرولتاژ، لامپ فلیکر^۱ همگی جهت توصیف یک اثر بکار برده می‌شوند. با توجه به استفاده از تجهیزات حساس در طرح‌های صنعتی مدرن نظیر فرآیندهای کنترل، PLC، درایوهای تنظیم سرعت، گیرنده‌های مخابراتی و روبات‌ها، دیگر پدیده فلیکر وولتاژ در سیستم‌های قدرت قابل تحمل نمی‌باشد.

وقتی بارهای مختلف توسط مشترکین برق به مدار وارد یا از آن خارج می‌شوند تغییرولتاژی در شبکه خواهیم داشت اما اولاً این تغییرات معمولاً بسیار آرام و کوچک می‌باشند بنابراین قابل توجه نیستند در ثانی توسط تنظیم کننده‌های مناسب می‌توان این تغییرات را جبران نمود. اما تجهیزات و وسایل برقی نظیر موتورهای بزرگ، دستگاه‌های جوش و کوره‌ها که بصورت تکی و یا جمعی وارد شبکه می‌شوند باعث ایجاد نوساناتی در ولتاژ می‌شوند چون با ورود آنها به شبکه جریان مصرفی تغییرات سریع می‌کند که این خود سبب نوسان در ولتاژ مصرف کنندگان مجاور می‌شود. اثر نوسانات ولتاژ را می‌توان در کم و زیاد شدن و سوسوزدن نور لامپ‌های رشته‌ای ملاحظه کرد و همانطور که در ابتدا گفته شد به این پدیده "فلیکر" گویند.

در یک شبکه توزیع، مشترکی می‌تواند باعث ایجاد نوسان ولتاژ شود و مشترک دیگر در نقطه دیگر اثر آن را ببیند. اگر سیستم‌های توزیع به نحو مناسبی طراحی نشده باشند امکان وجود داشتن اثر متقابل بین منابع، بارهای صنعتی و بارهای تجارتي و عمومی شبکه قدرت وجود دارد که منجر به فلیکرولتاژ می‌شود.

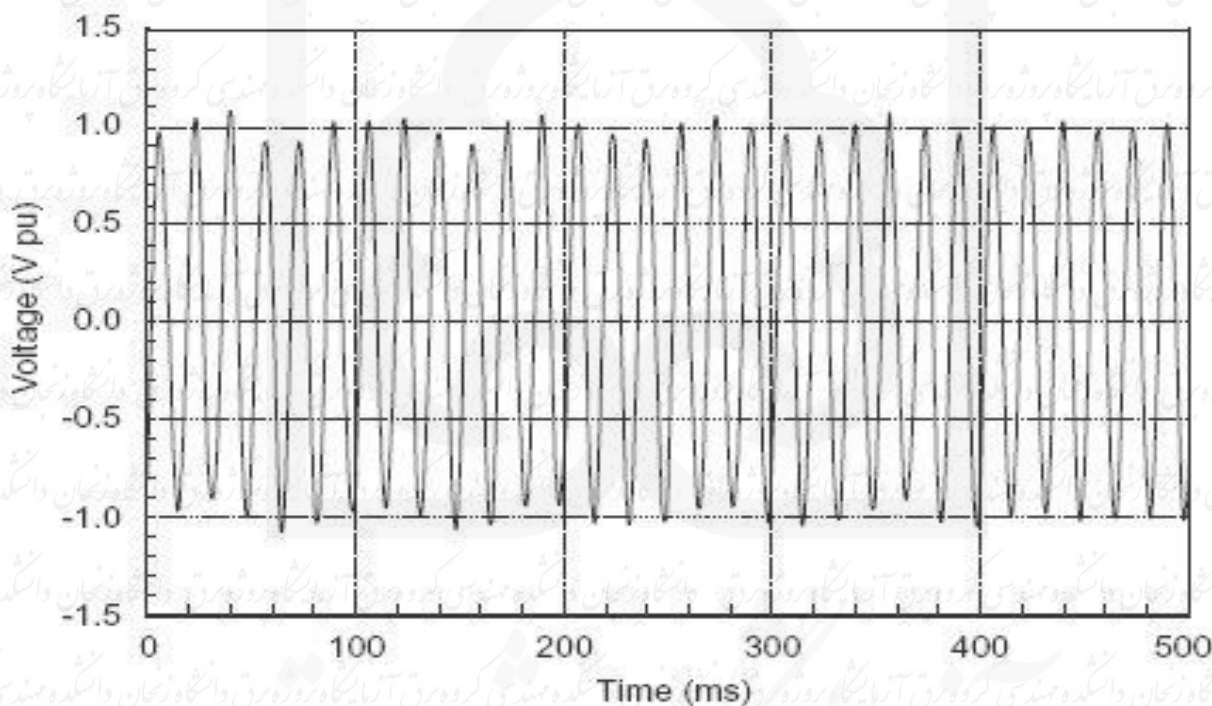
نکته‌ای قابل ذکر است که هرچه از نظر الکتریکی از بار مسبب فلیکرولتاژ به سمت منبع اصلی شبکه حرکت شود اثر فلیکرولتاژ کاهش می‌یابد، تاثیر کلی بارهای عامل فلیکر وولتاژ بستگی به فاکتورهای نظیر دامنه، زاویه فاز و میزان تغییرات جریان مصرفی و چگونگی تغییرات آن بصورت دوره‌های زمانی منظم یا دوره‌های تصادفی و

¹-lamp flicker

احتمالی دارد. پدیده فلیکر به دو دسته فلیکر دوره‌ای^۱ و فلیکر غیر دوره‌ای^۲ تقسیم می‌شود. فلیکر دوره‌ای همانطور که از نامش پیداست، به صورت تکراری می‌باشد. فلیکر دوره‌ای از نوسانات ولتاژ پریودیک به واسطه عملکرد بارهایی نظیر راه‌اندازی منظم یک موتور، کمپرسور و غیره می‌شود.

فلیکر غیر دوره‌ای معادل نوسانات ولتاژ اتفاقی می‌باشد. و اغلب بواسطه کارکرد کوره‌های قوس الکتریکی، دستگاه‌های سنگ خردکنی و غیره ایجاد می‌شود.

برای توضیح این مطلب می‌توان قطع و وصل متناوب یک موتور را در نظر گرفت که باعث می‌گردد. شکل موج ولتاژ تغذیه، شبیه آنچه در شکل (1-1) نمایش داده شده، گردد.



شکل (1-1) موج سینوسی فلیکر

1-cyclic flicker

2-non cyclic flicker

همانگونه که در شکل (1-1) مشاهده می شود، تاثیر راه اندازی موتور به گونه ای است که گویی شکل موج اصلی توسط یک شکل موج جدید مدوله شده است. این شکل موج مدوله کننده، اصطلاحاً شکل موج فلیکر خوانده می - شود که دارای فرکانسی کوچکتر از فرکانس مولفه اصلی می باشد.

بدیهی است راه اندازی منظم یک موتور الکتریکی باعث می شود که شکل موج فلیکر شبیه آنچه در شکل (1-1) نشان داده شده سینوسی محض باشد و راه اندازی نامنظم یک موتور الکتریکی شروع به کار یک دستگاه جوش و یا فعالیت بارهای نامنظم و کاملاً غیرقابل پیش بینی مثل کوره های قوس الکتریکی، باعث می گردد که شکل موج فلیکر غیرسینوسی و یا حتی نامتناوب شود. در هر صورت مولفه های فرکانسی موجود در شکل موج فلیکر کوچکتر از فرکانس مولفه اصلی خواهد بود. (معمولاً کمتر از 30 هرتز)

از اثرات مضر نوسانات ولتاژ ایجاد شده در حالت های گذرا که عمدتاً بر اثر راه اندازی تجهیزات خاص موجود در کارخانجات و کارگاه ها به وجود می آیند و یا بر اثر اشکالات و خطاهای گذرا در شبکه، کم و زیاد شدن یا سوسوزدن نور لامپ های روشنایی می باشد. این پدیده فلیکر نام گرفته است و گرچه یک پدیده فیزیولوژیکی ناشی از نوسانات ولتاژ می باشد و اساساً مفاهیم فلیکر و نوسان ولتاژ طبیعت یکسانی ندارند اما در بعضی از موارد برای انتقال آسانتر مطلب، این دو مفهوم معادل هم به کار می روند. فلیکر یک احساس فردی از میزان کم و زیاد شدن میزان روشنایی است و ممکن است از فردی به فرد دیگر تغییر کند، به این معنی که فلیکر ولتاژ مشخص، ممکن است در نظر تمامی افراد، آزاردهنده و یا برعکس غیرقابل درک تشخیص داده نشود.

درک افراد از این پدیده، به دامنه و فرکانس نوسانات ولتاژ نوع لامپ های مورد استفاده (فلیکر ناشی از لامپ های التهایبی در مقایسه با لامپ های فلورسنت، به ازای نوسانات ولتاژ مشابه محسوس تر است) بستگی دارد.

1-2- اهمیت توجه به فلیکر

اهمیت توجه به فلیکر از دو جنبه آشکار می‌شود. جنبه اول آنکه مقادیر غیرمجاز آن باعث آزرده‌گی چشم می‌شود و موجبات ناراضی‌تی مشترکین را فراهم می‌کند و جنبه دوم آنکه به طور کلی کیفیت ولتاژ شبکه را کاهش داده و بارهای حساس از قبیل کامپیوترها و دیگر تجهیزات الکترونیکی را تحت تاثیر خود قرار می‌دهد. در واقع محتوای طیفی این نوع اعوجاج می‌تواند کارکرد بارهایی را که به فرکانس حساس هستند و در نزدیکی بارهای مولد اعوجاج قرار دارند با مشکل مواجه کند.

1-3- بارهای ایجادکننده فلیکر

فلیکر ولتاژ به فاکتورهایی نظیر دامنه و فاز جریان مصرفی و نحوه تغییرات آنها بستگی دارد. دستگاه‌های ایجادکننده پدیده فلیکر عبارتند از:

- 1- تجهیزاتی که جریان متغییر و یا ضربه ای از شبکه می‌کشند و در نتیجه منجر به نوسان ولتاژ می‌شوند.
- 2- تجهیزاتی که جریان‌های غیر سینوسی می‌کشند و باعث ایجاد شکل موج اعوجاج یافته ولتاژ و تولید هارمونیک در ولتاژ می‌شوند.
- 3- تجهیزاتی که بار نامتعادل داشته و باعث عدم تعادل بین سه فاز منبع شده و ولتاژ منفع را نامتعادل می‌کنند.

تجهیزات ایجادکننده اغتشاش در ولتاژ:

- 1- کوره‌های قوس الکتریک
- 2- دستگاه‌های جوشکاری
- 3- راه‌اندازی موتورها

دانشجویان محترم:

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

جمع بندی

در این پروژه، مساله فلیکر ولتاژ به طور مفصل بررسی شد و عوامل پدیدآورنده آن مورد بررسی

قرارگرفت. همچنین، روش تشخیص محل ایجاد فلیکر، روش‌های اندازه‌گیری و ارزیابی فلیکر نشان داده شد. و

طرزکار فلیکرمتر نمونه بر طبق استاندارد IEC به طور کامل شرح داده شد و روش‌های عمده جبران‌سازی این

پدیده مورد بررسی قرارگرفت. و در آخر ساختار و طرز عملکرد یک جبران‌ساز جدید بررسی شد.

امروزه به منظور بهبود کارکرد دستگاه‌های اندازه‌گیری فلیکر، توجه به خصوصی روی روش‌های زیر تمرکز شده

است:

❖ بکارگیری یک الگوریتم محاسبه دقیق در اندازه‌گیری مقدار فلیکر بعضی از بارهای بخصوص ایجاد

کننده فلیکر نظیر کوره‌های قوس الکتریک

❖ استفاده از تبدیل فوریه سریع (FFT) در ارزیابی و اندازه‌گیری شدت فلیکر

❖ پایداری کار کوره قوس الکتریک با بهبود کنترل الکتروود کوره

❖ دقت مدلسازی کوره‌های قوس برای کنترل

❖ انتخاب وسایل جبران با کارایی خوب برای رسیدن به مقدار خطای مطلوب

❖ بهبود الگوریتم محاسبه با دقت بهتر

منابع و مآخذ

- [1] محمدی مجید؛ یک روش برای حذف فلیکر کوره قوس؛ شرکت برق منطقه‌ای کرمان ایران؛ 1384
- [2] مازادی محمود و حسینیان سیدحسین؛ شبیه‌سازی دستگاه فلیکرمتر جهت استفاده در برنامه‌های تحلیل سیستم قدرت؛ دانشکده برق دانشگاه صنعتی امیرکبیر؛ 1379
- [3] بیضا جمال، حسینیان سیدحسین؛ طراحی و ساخت فلیکرمتر دیجیتالی براساس میکروپروسسور DSP؛ دانشگاه صنعتی امیرکبیر-قطب علمی قدرت تهران-ایران؛ 1383
- [4] میرزایی محمدرضا، دستقان علی؛ یافتن منابع فلیکر در یک سیستم قدرت با تغذیه چندگانه؛ دانشکده برق دانشگاه صنعتی شاهرود؛ 1387
- [5] خاکی بهمن؛ بررسی فلیکر در مزارع بادی و مدل‌سازی فلیکرسنج؛ شرکت تامین کیفیت صنعت؛ 1385
- [6] کنشلو رضا، نراقی محمدرضا؛ تعیین رابطه فلیکر با کیفیت توان و تنظیم ولتاژ در سطح توزیع نیروی برق؛ 1391
- [7] طالبی داوود، رضازاده سعید؛ مروری بر چند روش بهبود کیفیت توان در سیستم‌های توزیع با استفاده از D-STATCOM؛ هشتمین کنفرانس دانشجویی برق ایران؛ 1384
- [8] شاه قلیان غضنفر؛ حق جو ابراهیم؛ ابادری سعید؛ بهبود کاهش فلیکر ولتاژ با بهره‌گیری از کنترل فازی در جبران کننده D-STATCOM؛ فصلنامه علمی پژوهشی مهندسی برق مجلسی، سال سوم، شماره دوم، تابستان 1388

[9] www.sid.ir

[11]www.electric-bank.com

[12]www.wikipedia.com

[13]www.iran-ieee.com