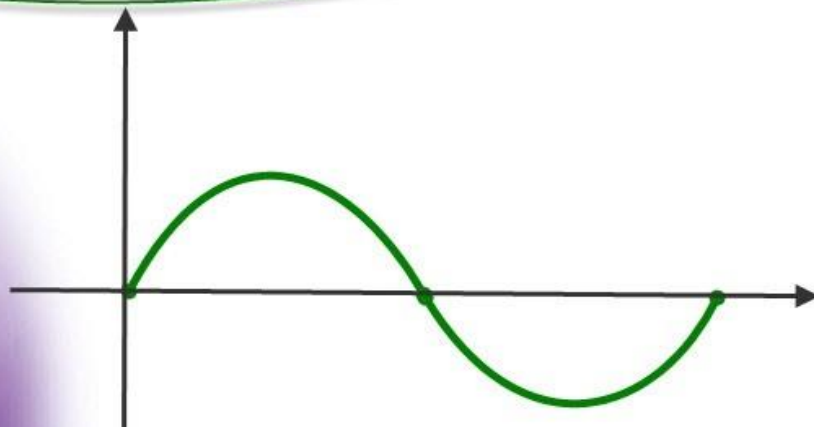


برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

## موضوع پروژه:

بررسی پدیده فلیکر ولتاژ و راههای کاهش آن



برای خرید فایل word این پروژه [اینجا کلیک کنید](#).

( شماره پروژه = ۳۰۳ )

پشتیبانی: ۰۹۳۵۵۴۰۵۹۸۶

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

## چکیده

کیفیت انرژی الکتریکی از مسائلی است که امروزه توجه شرکتهای برق و مصرف کنندگان را به خود معطوف کرده است. دلیل این توجه فزاینده ، اثرات زیانباری است که کیفیت پایین برق بر بارهای حساس می گذارد.

بالا بودن یا پایین بودن کیفیت برق را میزان انحراف ولتاژ یا جریان از شرایط ایده ال (دامنه فرکانس نامی و شکل موج سینوسی) تعریف می کنند. عوامل ایجاد کننده انحراف در ولتاژ یا جریان، اغتشاش هایی هستند که به دلایل مختلف در شبکه رخ می دهند. یکی از انواع اغتشاش ها ، که از همان سالهای آغازین پیدایش صنعت برق پدید آمد، نوسان ولتاژ (voltage fluctuation) است که شکل شدیدتر ، اثر خود را

به صورت تغییرات در روشنایی لامپهای رشته ای نشان می دهد و به همین جهت اغلب ، چشمک زدن ولتاژ (voltage flicker)

نامیده می شود. 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 بزرگ که در صنایع فولاد مورد استفاده قرار می گیرند) یا عبور جریان های نامنظم بزرگ و غیر سینوسی (مثلا ناشی از کوره های قوس الکتریکی) ایجاد می شود.



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

عنوان	شماره صفحه
چکیده	۳
مقدمه	۸
فصل اول	۹
تشریح پدیده فلیکر	۹
۱-۱- تشریح پدیده فلیکر	۹
۲-۱- اهمیت توجه به فلیکر	۱۱
۳-۱- بارهای ایجاد کننده فلیکر	۱۱
فصل دوم	۱۳
روشهای تخمین فلیکر	۱۳
روش های تخمین فلیکر	۱۳
۱-۲- مقدمه	۱۳
۲-۲- تخمین فلیکر ناشی از کوره های قوس الکتریکی	۱۳
۱-۲-۲- محاسبه درصد نوسان ولتاژ میانگین	۱۳
۲-۲-۲- محاسبه تنزل ولتاژ اتصال کوتاه (Short circuit Voltage Depression)	۱۴
استاندارد های مرتبط با موضوع فلیکر	۱۵
فصل سوم	۱۶
روشهای اندازه گیری و ارزیابی فلیکر	۱۶
(۱-۳) روش های قدیمی	۱۶
۲-۳- روشهای جدید ارزیابی فلیکر	۲۱
۳-۳- بررسی اثر جمعی بارهای اغتشاشی	۲۲
۳-۳- دستگاه اندازه گیری فلیکر	۲۴

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۲۷..... ۳-۴- مفاهیم  $P_{st}$  ,  $P_{lt}$

۲۹..... ۳-۵- مفاهیم  $P_{lt}$ ,  $P_{st}$  در اندازه گیری شدت فلیکر

۲۹..... ۳-۵-۱- شاخص کوتاه مدت فلیکر:  $P_{st}$

۳۰..... ۳-۵-۲- شاخص بلند مدت شدت فلیکر:  $PLT$

۳۱..... ۳-۶- محاسبه شاخصهای کوتاه مدت و بلند مدت شدت فلیکر

۳۲..... ۳-۶-۱- سطح احتمالاتی نمونه های  $P_{st}$

۳۲..... ۳-۶-۲- ضریب مشخص انتشار ( $k_{st}$ )

۳۳..... ۳-۶-۳- ظرفیت اتصال کوتاه کوره معادل

۳۳..... ۳-۶-۴- ضریب انتقال فلیکر ( $CHV/LV$ )

۳۴..... ۳-۶-۵- ضریب جبران سازی ( $R_{comp}$ )

## فصل ۴ ۳۶

۳۶..... جبران کننده های فلیکر ولتاژ

۳۶..... ۴-۱- مقدمه:

۳۷..... ۴-۲- انواع جبران کننده های استاتیک توان راکتیو

۳۷..... ۴-۳- جبران کننده راکتور قابل اشباع

۳۸..... ۴-۳-۱- اصول کار

۳۹..... ۴-۴- راکتور تایریستور کنترل ( $TCR$ )

۳۹..... ۴-۴-۱- اصول کار

۴۲..... ۴-۴-۲- مشکل هارمونیک

۴۶..... ۴-۵- خازن تایریستور سویچ ( $TSC$ )

۴۶..... ۴-۵-۱- مقدمه

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۴-۶- کندانسور سنکرون ..... ۴۸

۴-۷- خازن های سری ..... ۵۰

## فصل پنجم ۵۲

معرفی ، بررسی ساختار و عملکرد دو جبران کننده جدید فلیکر ولتاژ ..... ۵۲

**Power Quality Management** بخش اول ..... ۵۲

۵-۱- مقدمه ..... ۵۲

۵-۲- Unified Power Flow Controller ..... ۵۳

۵-۳- توپولوژی PQM ..... ۵۳

۵-۴- ایزوله هارمونیک PQM : ..... ۵۴

۵-۵- عملکرد PQM بعنوان جبران کننده فلیکر ولتاژ ..... ۵۵

۵-۶- فلیکر ولتاژ ..... ۵۸

۵-۷- بررسی اثر PQM بر یک سیستم نمونه ..... ۵۹

## بخش دوم ۶۲

۵-۲- معرفی جبران کننده جدید تطبیقی جهت بهبود کیفیت توان در سیستم های توزیع انرژی

الکتریکی ..... ۶۲

۵-۲-۱- مقدمه ..... ۶۳

۵-۲-۲- جبران کننده توان تطبیقی (AVC): ..... ۶۳

۵-۲-۳- کارکرد AVC بر روی بارهای متغیر: ..... ۶۴

۵-۲-۴- تشریح ساختمان و عملکرد AVC: ..... ۶۵

۵-۲-۵- مدار کلیدزنی: ..... ۶۸

۵-۲-۵- مدار آتش: ..... ۷۰

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۵-۲-۷- نتایج عملی استفاده از AVC: ..... Error! Bookmark not defined.

مثال دوم: ۷۷

۵-۲-۸- نتیجه گیری: ..... ۸۰

جمع بندی ۸۱

چشمک زدن چراغ، پدیده‌ای ناشی از تغییرات روشنایی در چراغ برقی است. این نوسان در نور، نتیجه تغییرات در درخشش، شدت و یا رنگ نور است. به طوری که چشم بتواند آن را تشخیص دهد. اغتشاش‌های ولتاژی که کم و بیش به دفعات و با دامنه های کم تکرار می‌شوند، می‌تواند چراغ‌های برقی را وادار به چشمک‌زدن نمایند. فلیکر ولتاژ به دو دسته تقسیم می‌شود: فلیکر دوره‌ای و فلیکر غیر دوره‌ای. .... ۸۱

فهرست منابع ..... ۸۲



## برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

### مقدمه

موضوع چشمک زدن چراغ ، یک مساله بسیار قدیمی بوده ، از بدو شروع به کار سیستم های AC توجه مهندسان را به خود جلب کرده است. در سال ۱۸۸۶ ، ویلیام استنلی ، برای اولین بار از سیستم های AC برای تغذیه بار روشنایی در شمال آمریکا استفاده کرد چهار سال بعد مهندسان برق شرکت westinghouse با مشکل فلیکر مواجه شدند. در سال ۱۸۹۱ ، برای پیشگیری از فلیکر آزار دهنده ، آنها فرکانس ۶۰ 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 لامپ های رشته ای باشد ، به لامپ های قوسی مربوط بود که با جریان متناوب کار می کردند حتی لامپ های قوسی بدون محفظه ، به دلیل نوسان های دمای قوس ، بیشتر از لامپ های قوسی محفظه دار باعث نوسان نور می شدند.

در همان سال در برلین ، مهندسان AEG با مشکل مشابه برخورد کردند ، اما نتیجه ای که آنان به آن رسیدند، تا حدی با نتیجه آمریکائیان تفاوت داشت. آنها استاندارد جدید خود را ۵۰ هرتز انتخاب کردند. علت این انتخاب در نوع لامپ های قوسی مورد استفاده آنان نهفته بود .

آمریکائیان از لامپ بدون محفظه و اروپائی ها از لامپ محفظه دار استفاده می کردند.

کیفیت انرژی الکتریکی از مسائلی است که امروزه توجه شرکت های برق و مصرف کنندگان را به خود معطوف کرده است. دلیل این توجه فزاینده ، اثرات زیانباری است که کیفیت پایین برق بر بارهای حساس می گذارد.

یکی از انواع نوسان های ولتاژ که تاثیر آن بر روشنایی مشهود است چشمک زدن نام گرفته است دنباله ای از اغتشاش های ولتاژ، که باعث چشمک زدن مکرر چراغ می شود که می تواند آزار دهنده باشد، به خصوص اگر اغتشاش تکراری باشد.

اغلب ، چشمک زدن ولتاژ (voltage flicker) نامیده می شود. 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 بزرگ که در صنایع فولاد مورد استفاده قرار می گیرند) یا عبور جریان های نامنظم بزرگ و غیر سینوسی (مثلا ناشی از کوره های قوس التریکی) ایجاد می شود. در این سیمناز ابتدا به تشریح پدیده فلیکر، اهمیت توجه به آن و بارهای ایجاد کننده آن پرداخته شده و سپس در فصل دوم روش های تخمین آن آورده شده است زیرا اغلب قبل از ساختن یک کارخانه لازم است تا میزان فلیکری که ایجاد می کند تخمین زده شود. در فصل سوم روش های قدیمی و جدید ارزیابی و اندازه گیری

مورد بحث قرار گرفته است در فصل چهارم مهمترین جبران کننده های فلیکر معرفی شده اند و در پایان به

در فصل پنجم به معرفی دو جبران کننده جدید فلیکر پرداخته شده است.



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

## فصل اول

### تشریح پدیده فلیکر

#### ۱-۱- تشریح پدیده فلیکر

معیار "کیفیت توان" متأثر از انواع گوناگونی از اغتشاش می باشد که از آن میان می توان به دو مورد عمده تر هارمونیک ها و نوسانات ولتاژ اشاره کرد. پدید آمدن هر یک از موارد یاد شده باعث ایجاد اعوجاج در شکل موج مولفه اصلی ولتاژ یا جریان خواهد شد. هارمونیک ها متناظر با اعوجاجهای با فرکانس بزرگتر از مولفه اصلی و نوسانات ولتاژ با اعوجاجهای با فرکانس کوچکتر از مولفه اصلی می باشند.

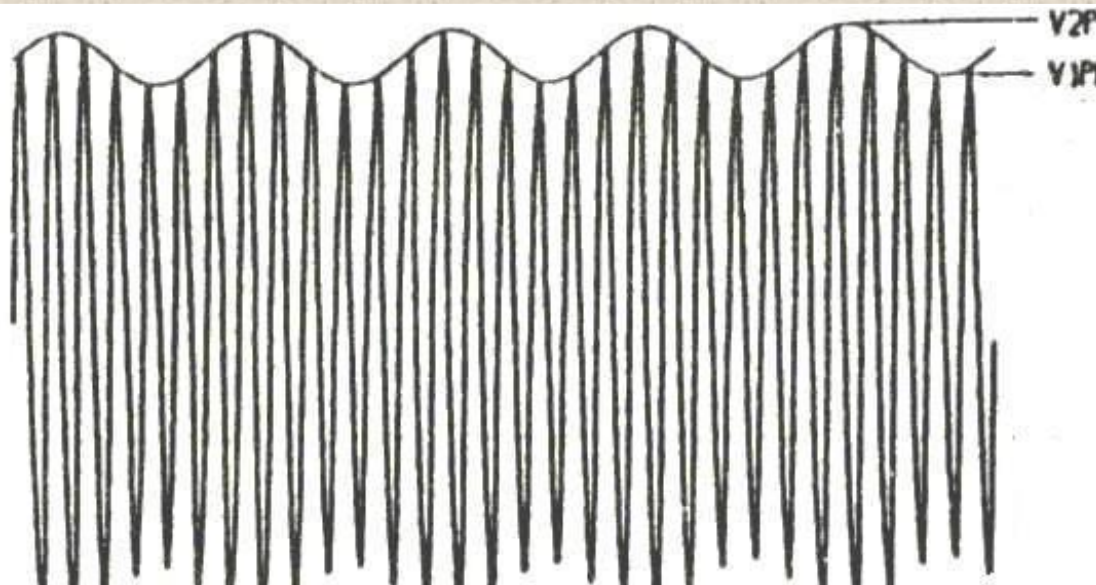
کارکرد بعضی از بارهای غیر خطی مثل مبدلها، کوره های القایی و منابع تغذیه با تولید هارمونیک ها باعث می گردند که علاوه بر شکل موج مولفه اصلی (مؤلفه ۵۰ یا ۶۰ هرتز)، مولفه های دیگری اما با فرکانس هایی بیش از فرکانس اصلی ظاهر شوند. راه اندازی موتورهای بزرگ یا کارکرد انواع دیگری از بارها نظیر دستگاههای جوش و کوره های قوس الکتریک با تغییراتی که در مقدار موثر و ولتاژ ایجاد می کنند و به آن اصطلاحاً فلیکر ولتاژ اطلاق می گردد، به گونه دیگری نیز می توانند باعث ایجاد اعوجاج شوند. بر طبق استاندارد **IEEE-100 1997** فلیکر ولتاژ اثر

نوسان نور می باشد. و در زمانی مشاهده می شود که تغییر فرکانس در رنج چند هرتز باشد از آنجائیکه فلیکر لامپ بسیار به نوسان ولتاژ منبع بستگی دارد، معمولاً به نوسان ولتاژ، فلیکر ولتاژ گفته می شود [۴]. فلیکر ولتاژ به علت تغییر ناگهانی در ولتاژ منبع ایجاد می شود تغییر ناگهانی در ولتاژ منبع به دلیل بکار گیری بارهای بزرگ در سیستم قدرت یا به وسیله عملکرد تجهیزاتی با بارگذاری زیاد و لحظه ای می باشد. مشخصه فلیکر به دو دسته فلیکر دوره ای و فلیکر غیر دوره ای تقسیم می شود [۵]. فلیکر دوره ای همانطور که از نامش پیداست، بصورت تکراری می باشد. فلیکر دوره ای از نوسانات ولتاژ پرودیوک به واسطه عملکرد بارهایی نظیر راه اندازی منظم یک موتور، کمپرسور و غیره ایجاد می شود.

فلیکر غیر دوره ای معادل نوسانات ولتاژ اتفاقی می باشد. و اغلب به واسطه کارکرد کوره های قوس الکتریک، دستگاههای سنگ خرد کنی و غیره ایجاد می شود [۶].

برای توضیح این مطلب می توان قطع و وصل متناوب یک موتور را در نظر گرفت که باعث می گردد شکل موج ولتاژ تغذیه، شبیه آنچه در شکل (۱-۱) نمایش داده شده، گردد.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



شکل (۱-۱) شکل موج سینوسی فلیکر

همانگونه که در شکل (۱-۱) مشاهده میشود، 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

(۱-۱) 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 غیر قابل پیش بینی مثل کوره های قوس الکتریکی، باعث می گردد که شکل موج فلیکر مطابق شکل (۱-۲) غیر سینوسی و یاحتی نامتناوب شود. در هر صورت مولفه های فرکانسی موجود در شکل موج فلیکر کوچکتر از فرکانس مولفه اصلی خواهد بود (معمولاً کمتر از ۳۰ هرتز)

از اثرات مضر نوسانات ولتاژ ایجاد شده در حالت های گذرا که عمدتاً بر اثر راه اندازی تجهیزات خاص موجود در کارخانجات و کارگاهها 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 باشند. این پدیده فلیکر نام گرفته است و گر چه 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 کم و زیاد شدن میزان روشنایی است و ممکن است از فردی به فرد دیگر تغییر کند، به این معنی که یک فلیکر ولتاژ مشخص، ممکن است در نظر تمامی افراد، آزار دهنده و یا برعکس، غیر قابل 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

## برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

التهابی در مقایسه با لامپ های فلورسنت، به ازای نوسانات ولتاژ مشابه، محسوس تر است. میزان روشنایی مورد نیاز و تجربه شخصی فلیکر بستگی دارد.

### ۱-۲- اهمیت توجه به فلیکر

اهمیت توجه به پدیده فلیکر از دو جنبه اشکار می شود. جنبه اول آنکه مقادیر غیر مجاز آن باعث آزرده گی چشم می شود و موجبات نارضایتی مشترکین رافراهم می کند و جنبه دوم آنکه به طور کلی کیفیت ولتاژ شبکه را کاهش داده و بارهای حساس از قبیل کامپیوتر ها و دیگر تجهیزات الکترونیکی را تحت تاثیر خود قرار می دهد. در واقع محتوای طیفی این نوع اعوجاج می تواند کارکرد بارهایی را که به فرکانس حساس هستند و در نزدیکی بارهای مولد اعوجاج قرار دارند با مشکل مواجه کند. [۱].

### ۱-۳- بارهای ایجاد کننده فلیکر

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

۱- تجهیزات که جریان های متغیر و یا ضربه ای از شبکه می کشند و در نتیجه منجر به نوسان ولتاژ می شوند.

۲- تجهیزاتی که جریان های غیر سینوسی می کشند و باعث ایجاد شکل موج اعوجاج یافته ولتاژ و تولید هارمونیک در ولتاژ می شوند.

۳- تجهیزاتی که بار نامتعادل داشته و باعث عدم تعادل بین سه فاز منبع شده و ولتاژ منبع را نامتعادل می کنند.

تجهیزات ایجاد کننده اغتشاش در ولتاژ:

۱- کوره های قوس الکتریک ۲- دستگاههای جوشکاری ۳- راه اندازی موتورها

تجهیزات تولید کننده هارمونیک:

۱- یکسو کننده ها برای مقاصد الکترولیز ۲- کوره های القایی

۳- محرکه های کنترل شده توسط یکسوسازها ۴- کوره های قوس

۵- تاسیسات روشنایی کنترل شده توسط یکسوسازها ۶- ماشین های جوشکاری

۷- کنتورها برای گرم کننده های القایی و دی الکتریک مقاوم با کنترل جرقه

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

تجهیزات ایجاد کننده عدم تعادل در ولتاژها:

این گروه شامل تمامی مصرف کننده هایی است که از فیدرهای منبع سه فاز به صورت نامساوی بارگیری می کنند و به خصوص تمامی واحدهایی

که تنها توسط دو فاز تغذیه می شود [۲].



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

## فصل دوم

### روشهای تخمین فلیکر

#### روش های تخمین فلیکر

##### ۱-۲- مقدمه

از آنجائیکه فلیکر ولتاژ بر سیستم‌های حفاظتی و مخابراتی سیستم انتقال نیرو و همچنین بر مشترکین و مصرف کننده های تغذیه شده از نقطه کوپلاژ مشترک (point of common coupling یا به اختصار P.C.C) اثرات سوء و مزاحمت‌هایی ایجاد می کند ، پس با توجه به اینکه فلیکر ولتاژ یک پدیده آزار دهنده است، باید میزان آن را با روش های مناسب جبران‌سازی تا حد امکان کاهش داد اما انتخاب جبران ساز مناسب، مستلزم در اختیار داشتن اطلاعاتی از میزان فلیکر تولیدی می باشد و طبیعتاً چون قبل از نصب تجهیزات کارخانه، امکان اندازه گیری فلیکر وجود ندارد، چاره ای به جزء پیش بینی یا تخمین میزان فلیکر نیست. بدین ترتیب گر چه پارامترهای مشخص کننده شدت فلیکر (Plt, Pst, ...) عملاً توسط فلیکر متر اندازه گیری می شوند اما همچنان به روش‌هایی برای تخمین یا پیش بینی فلیکر به منظور آگاهی از حدود اثرات اغتشاش بارهای الکتریکی خصوصاً از نوع کوره های قوس نیاز هست. هر چند به دلیل نامشخص بودن دامنه و فرکانس نوسانات ولتاژ ناشی از کوره های قوس، امکان توصیف فلیکر ناشی از آنها بر حسب یک معادله تحلیلی وجود ندارد، بنابراین بر این نکته، تاکید می شود که هیچ روش محاسباتی برای پیش بینی دقیق میزان فلیکر در تاسیسات کوره های قوس وجود ندارد و آنچه انجام می شود صرفاً یک برآورد تقریبی است که با ملاحظات صرفاً می توان میزان این تقریب را بهبود بخشید. در این بحث بعد از اشاره به دو روش نسبتاً قدیمی پیش بینی فلیکر، روش اشاره می گردد.

#### ۲-۲- تخمین فلیکر ناشی از کوره های قوس الکتریکی

دو روش عمده برای تخمین حدود اثرات اغتشاشی کوره‌های قوس مورد استفاده قرار می گیرد که در ادامه، هر یک از آنها تشریح می شود:

##### ۱-۲-۲- محاسبه درصد نوسان ولتاژ میانگین

## برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

گر چه دامنه و فرکانس نوسانات ولتاژی که بر اثر فعالیت کوره های قوس به وجود می آید مقدار ثابتی نیست و بخصوص در دقایق اولیه عملکرد کوره ها، شدیداً متغیر با زمان می باشد، اما به تقریب یک مقدار میانگین برای مجموعه این نوسانات در نظر گرفته می شود که مقدار آن از رابطه

$$\frac{\Delta V}{V} \% = \frac{S_f}{S_{ccn}} \times 100 \quad (2-1) \quad [19] [5].$$

در این رابطه  $S_f$ : ظرفیت نامی کوره:  $S_{ccn}$  ظرفیت اتصال کوتاه از دید شنیه کوپلاژ مشترک (PCC) می باشد این رابطه نشان می دهد که با در اختیار داشتن کمترین اطلاعات، می توان تخمین زد که اتصال یک کوره به یک شینه خاص، به طور متوسط چند در صد نوسان ولتاژ در شینه کوپلاژ مشترک ایجاد می کند. همان گونه که برای مجموعه در صد نوسانات ولتاژ، یک مقدار میانگین تعریف شده، برای فرکانس آنها نیز یک مقدار بر متوسط معادل با ۱/۵ هرتز تعریف شده است. با معلوم بودن این دو پارامتر، منحنیهای مشخصه فلیکر قابل استفاده شده و در نتیجه ارزیابی فلیکر امکان پذیر خواهد بود.

### ۲-۲-۲- محاسبه تنزل ولتاژ اتصال کوتاه (Short circuit Voltage Depression)

روش SCVD بر ارتباط بین شکایات رسیده از مشترکین مجاور کارخانه از مساله چشمک زدن و کاهش ولتاژ اتصال کوتاه در نقطه کوپلاژ مشترک استوار است. SCVD معمولاً بصورت درصد کاهش ولتاژ در نقطه P.C.C از حالت مدارباز کوره تا اتصال کوتاه هر سه فاز آن، بیان می شود [۵]

$$SCVD = 2 \frac{S_f}{S_{ccn}} \quad (3-1)$$

کمیتی با عنوان تنزل ولتاژ اتصال کوتاه تعریف شده است که به صورت اختصاری SCVD نمایش داده می شود. برای محاسبه این کمیت رابطه بالا به کار می رود که مشاهده می شود از همان اطلاعات مورد استفاده روش قبلی بهره می گیرد [۱۳].

در کوره های قوس الکتریکی، ظرفیت نامی هر کوره حدوداً بین ۴۸ تا ۵۸ در صد ظرفیت اتصال کوتاه کوره می باشد، بنابراین صورت کسر رابطه (۳-۱)، تقریباً همان ظرفیت اتصال کوتاه است.

بر این اساس، مقدار SCVD نشان می دهد که ظرفیت اتصال کوتاه کوره چه نسبتی از ظرفیت اتصال کوتاه شنیه تغذیه می باشد. این نسبت تخمینی از اثر اغتشاشی کوره خواهد بود.

**برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه**

در خاتمه این مبحث می توان گفت که چون در مراحل طراحی یک کارخانه فولاد با بارهای شدیداً اغتشاشی نظیر کوره های قوس الکتریکی، بخصوص در حالتی که امکان اندازه گیری عملی نیز وجود ندارد، باید روش هایی برای پیش بینی شدت فلیکر وجود داشته باشد که در این مبحث مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. این روش ها، صرفاً یک دید کلی و نه دقیق به طراح ارائه می نمایند که وی تا حدودی از اثرات اغتشاش در آینده آگاهی یابد.

**۱-۱-۱ - استانداردهای مرتبط با موضوع فلیکر**

از استانداردهای مرتبط با موضوع فلیکر می توان به استانداردهای سری IEC ۵۵۵ و IEC ۸۶۸-1997 - IEEE 519

استاندارد IEC در رابطه اندازه گیری فلیکر بوده و اطلاعاتی درباره طراحی و ساخت فلیکر متر ارائه می نماید

[۱۲]، [11]، [10].



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

فصل سوم

روشهای اندازه گیری و ارزیابی فلیکر

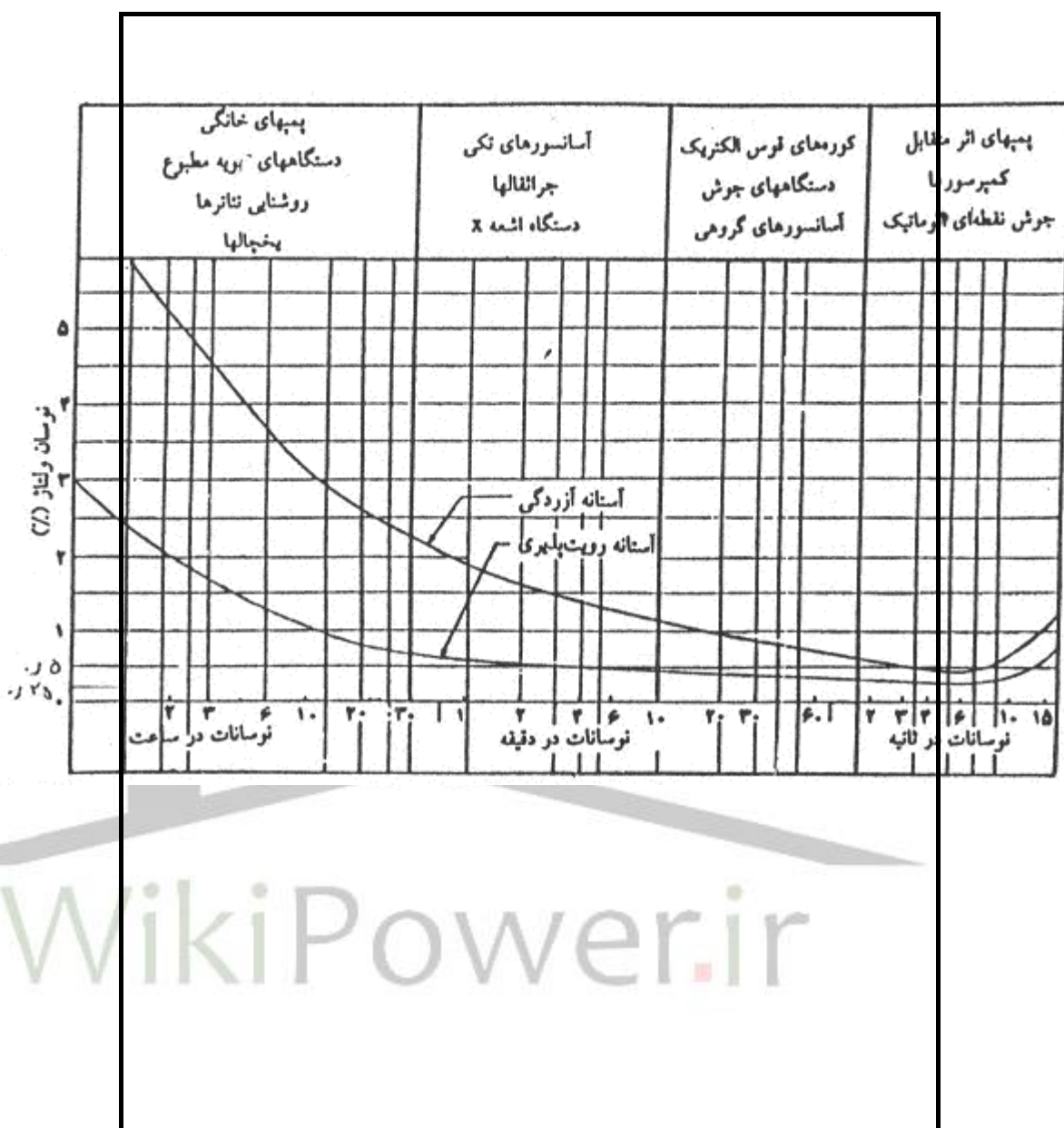
### (۱-۳) روش های قدیمی

بر اساس روش های قدیمی ارزیابی فلیکر مستلزم در اختیار داشتن دو پارامتر عمده می باشد.

پارامتر اول، درصد نوسان ولتاژ یا در صد فلیکر ولتاژ و پارامتر دوم ، فرکانس یا فرکانس های وقوع نوسانات ولتاژ می باشند. این دو پارامتر را یا از طریق اندازه گیری و یا بر اساس اطلاعاتی که از مشخصات بار و وضعیت کارکرد آن در دسترس هست، می توان به دست آورد. با در اختیار داشتن این دو پارامتر، می توان به منحنی های مشخصه حساسیت فلیکر مراجعه کرد و درباره میزان در قابل احساس بودن یا آزار دهنده بودن فلیکر ایجاد شده قضاوت نمود شکل ( ۱-۳ ) نمونه ای از این منحنی ها که در سال ۱۹۳۴ میلادی توسط شرکت جنرال الکتریک تهیه شده، مشاهده می شود



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



شکل (۳-۱) یک نمونه از منحنیهای مشخصه حساسیت فلیکر که در سال ۱۹۳۴ توسط شرکت جنرال الکتریک تهیه شده است.

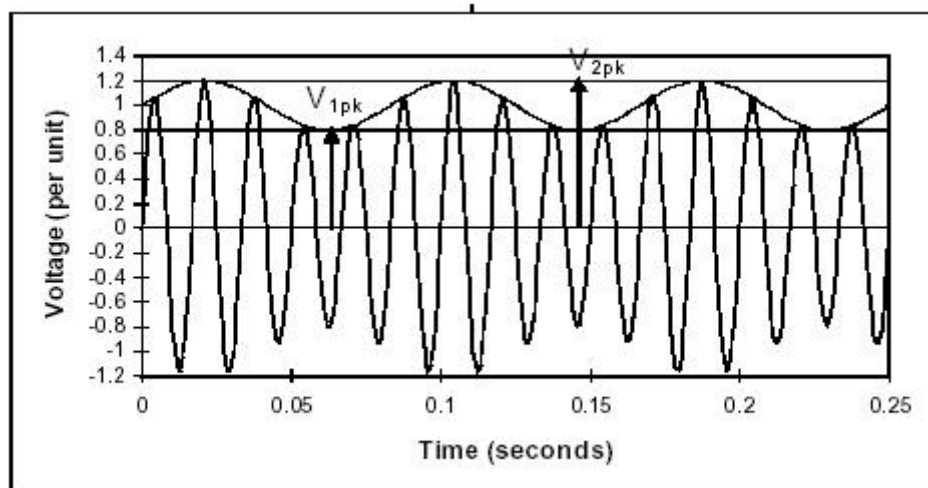
در قسمت بالای این منحنی، بعضی از بارهای نمونه ای که در محدوده تعیین شده، معمولاً باعث ایجاد فلیکر می گردند، مشخص شده اند. همانطور که از شکل پیدا است، صرف نظر از نوع بار، به ازای تعداد مشخصی نوسان ولتاژ در مدت زمان مشخص و یا به عبارت دیگر در یک فرکانس نوسانات مشخص، اگر در صد نوسانات ولتاژ از یک حد کم تر باشد، فلیکر اصلاً تشخیص داده نمی شود، در یک محدوده خاص

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

تشخیص داده شده ولی آزار دهنده نیست و اگر از یک حدی بیشتر گردد، آزار دهنده خواهد بود. این منحنی همچنین نشان می دهد که اگر فرکانس نوسان ولتاژ در حدود ۸ هرتز باشد، با تغییر فرکانس نوسانات، فلیکر می تواند با کمترین مقدار در صد نوسان ولتاژ، فلیکر قابل احساس یا آزار دهنده شود.

درصد نوسان ولتاژ که در بعضی موارد از آن به عنوان دامنه یا سطح فلیکر یاد می شود، به طور کلی به صورت نسبت تغییر مقدار موثر ولتاژ (مقدار مؤثر شکل موج مدوله کننده) به میانگین مقدار «ولتاژ موثر» تعریف می شود. فرض می شود که در یک فاصله زمانی مشخص، به دلیل کارکرد یک بار خاص، مثلاً راه اندازی متناوب یک موتور، یک فلیکر دوره ای (سینوسی) شبیه آنچه در شکل (۱-۱) نشان داده شده تولید می شود. در این فاصله زمانی، می توان یک مقدار متوسط برای ولتاژ موثر تعریف کرد. مفهوم درصد فلیکر ولتاژ این است که مقدار موثر ولتاژ تغذیه نسبت به این مقدار متوسط، چند درصد تغییر کرده است.

در ادامه، بیان ریاضی مفاهیم فوق برای فلیکر نشان داده شده در شکل (۳-۲) ارائه می گردد [۱] و [۸].



$$V_1 = \frac{\Delta V}{2\sqrt{2}} = \frac{V_{2pk} - V_{1pk}}{2\sqrt{2}} \quad \text{شکل (۳-۲)} \quad (۳)$$

(۱)

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

$$V_2 = \frac{V_{2pk}/\sqrt{2}}{2} + \frac{V_{1pk}/\sqrt{2}}{2} \quad (2-3)$$

$$\frac{\Delta V}{V} \% = \frac{V_1}{V_2} \times 100 = \frac{V_{2pk} - V_{1pk}}{V_{2pk} + V_{1pk}} \times 100 \quad (3-3)$$

در حالتی که فلیکر غیر دوره ای باشد، به این معنی که شکل موج فلیکر یا موج مدوله کننده، غیر سینوسی باشد، بر اساس تحلیل فوریه، مولفه های فرکانسی شکل موج استخراج می شود و در واقع مقدار عددی  $\frac{\Delta V}{V}$  نه فقط برای مولفه اصلی، بلکه برای تمامی مولفه های موجود در شکل موج غیر سینوسی محاسبه می گردد. یک روش ارزیابی فلیکر که در مرجع [۵] مطرح شده، بر همین اساس استوار شده است. با توجه به مقادیر متعدد  $\frac{\Delta V}{V}$  که در مدت زمان مشاهده در هر فرکانس به دست آمده، مقادیر بیشینه و میانگین مشخص شده و در نهایت، دو منحنی یکی مربوط به بیشترین مقادیر در هر فرکانس و دیگری مربوط به میانگین این مقادیر به دست می آید. این منحنی به دست آمده، در مرحله بعد می تواند با منحنی مشخصه حساسیت فلیکر مورد مقایسه قرار گیرند، این مقایسه، معیار ارزیابی و تا حدودی مشخص کننده میزان آزار دهنده فلیکر خواهد بود. شکل (۳-۳) طرحی از این روش را نمایش می دهد. در صد فلیکر ولتاژ را بر اساس روابط محاسباتی دیگری نیز که مستقیماً با مشخصات بار ارتباط دارند، می توان به دست آورد. روش اتصال کوتاه، نمونه ای از این روشهاست. اگر Sre کل توان ظاهری مورد نیاز شبکه (شامل امپدانس، بار منبع)

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

Ssc توان اتصال کوتاه در نقطه ای از شبکه باشد که درصد فلیکرولتاژ در آن نقطه محاسبه می گردد، می توان نشان داد [15].

$$\frac{\Delta V}{V} \% = \frac{S_{re}}{S_{sc}} \times 100 \quad (4-3) \quad 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1$$

اگر Sre صرفاً توان مورد نیاز بار در نظر گرفته شود، درصد فلیکر ولتاژ را به تقریب می توان از رابطه زیر به دست آورد.

$$\frac{\Delta V}{V} \% = \frac{S_{re}}{S_{re} + S_{re}} \% 100 \quad (5-3)$$

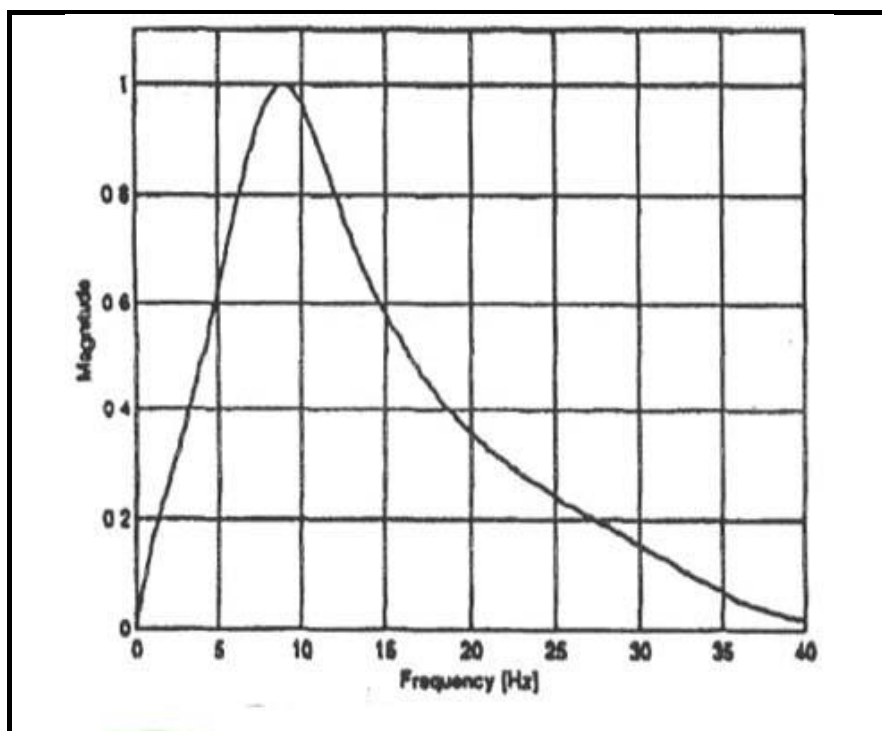
در حالت کلی وقتی اطلاعاتی از بار در دسترس نباشد، اطلاعاتی که در مشخصات نامی بار آمده، می تواند به عنوان مقادیر پایه به کار رود. البته چون هدف، بررسی اثرات راه اندازی و شروع به کار بارهای مولد فلیکر می باشند، Sre در روابط (۴-۳) و (۵-۳)، توان مورد نیاز بار در لحظات راه اندازی و شروع به کار آن می باشد.

پس در حالت کلی با داشتن توان ظاهری لحظه راه اندازی بار و توان اتصال کوتاه محل اتصال بار به شبکه، می توان درصد فلیکرولتاژ را در بیشینه بار از روابط (۴-۳) یا (۵-۳) به دست آورد و با داشتن فرکانس نوسانات و استفاده از منحنی حساسیت فلیکر، مقدار ولتاژ را نسبت به حدود مجاز مشخص نمود.

در شکل (۴-۳) منحنی قابلیت احساس فلیکر که در استاندارد IEC868 ارائه گردیده، مشاهده می شود. این منحنی، قابلیت احساس فلیکر در فرکانس های حدود ۸ هرتز اتفاق می افتد استخراج منحنی هایی نظیر آنچه در شکل (۸) نمایش داده شده، بر اساس آزمایش می باشد. بدین صورت که تعدادی از افراد در نور یک لامپ التهای قرار می گیرند و سپس نوسانات ولتاژی با فرکانس مشخص ایجاد می شود. زمانی که نصف یا بیش از نیمی از افراد متوجه پدیده فلیکر شدند، مقدار IFL معادل با یک قرار داده می شود. این آزمایش در فرکانس های

مختلف در فاصله زمانی صفر تا حداکثر ۳۰ هرتز انجام می شود [۱۴].

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم



شکل (۳-۴) منحنی قابلیت احساس فلیکر مطابق با استاندارد IEC ۸۶۸ ۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱

به عنوان مثال از منحنی شکل (۳-۴) می توان چنین استنباط کرد که اگر صد در صد افراد شرکت کننده در آزمایش، متوجه فلیکر ۸/۸ هرتزی می شوند، در فرکانس ۵ هرتز حدوداً ۶۰ درصد افراد این پدیده را حس خواهند کرد.

### ۳-۲- روشهای جدید ارزیابی فلیکر

در روشهای ارزیابی و اندازه گیری فلیکر که در سالهای اخیر ارائه شده اند و به خصوص در کشورهای اروپایی مورد استفاده قرار می گیرند، از اطلاعات مربوط به درصد نوسانات ولتاژ، فرکانس وقوع نوسانات و منحنی مشخصه حساسیت فلیکر، به گونه دیگری برای ارزیابی فلیکر بهره برداری می شود. در این روشها، سیستم بینایی انسان به عنوان مرجع در نظر گرفته شده است. از طریق آزمایشهای متعدد، این نتیجه به دست آمده که زنجیره لامپ- چشم- مغز به نوسانات ولتاژی که دارای فرکانس ۸/۸ هرتز می باشند، بیشترین حساسیت را نشان می دهد. بر همین اساس برای اینکه به گونه ای احساس نسبی فلیکر به صورت کمی بیان شود، متغیری با عنوان "سطح لحظه ای فلیکر" (IFL) تعریف شده است. مقدار این متغیر در هر لحظه، صرفاً بیانگر احساس نسبی فلیکر می باشد. مطابق استاندارد IEC یک شکل موج ۸/۸ هرتزی با دامنه ۰/۲۵ درصد ولتاژ مؤثر، متناظر با  $IFL = 1$  می باشد. برای شکل موجهای فلیکری که دارای فرکانس غیر از ۸/۸ هرتز می باشند،  $IFL = 1$  به ازای دامنه های بیشتری محقق می گردد. آزمایشهای متعدد نشان داده است که IFL با مربع دامنه موج فلیکر متناسب است.

## برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

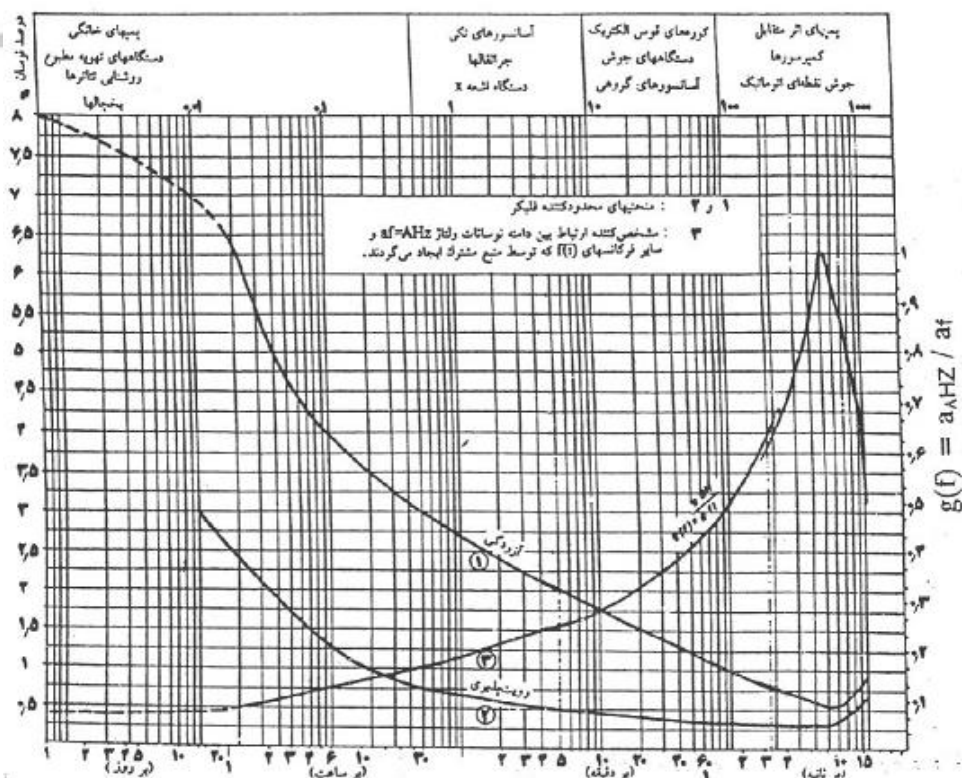
یعنی اگر دامنه مدولاسیون دو برابر شود، تعداد افراد که فلیکر را حس خواهند کرد یا به عبارت دیگر تعداد مواردی که IFL مساوی با یک ثابت می گردد، چهار برابر خواهد شد

### ۳-۳- بررسی اثر جمعی بارهای اغتشاشی

مطالب ارائه شده صرفاً برای ارزیابی نوسان ولتاژ ناشی از تنها یک بار اغتشاشی بود. بررسی این موضوع، به خصوص در حالتی که مجموعه ای از بارهای اغتشاشی در حال فعالیت باشند، از اهمیت ویژه ای برخوردار است. با توجه به اینکه بیشترین اثر فلیکر در فرکانس های حدود ۸ هرتز احساس می شود مطلوب خواهد بود اگر دامنه نوسانات ولتاژ یا فرکانس های مختلف را منحصرأ در فرکانس ۸ هرتز در اختیار داشته باشیم. برای همین منظور منحنی ویژه ای موسوم به منحنی ضریب تصحیح ( $g(f)$ ) وجود دارد که به کمک آن صرفاً با داشتن فرکانس نوسانات ولتاژ ایجاد شده، می توان ضریب تصحیح مناسب را استخراج کرد و با ضرب آن در دامنه نوسان ولتاژ، دامنه معادل آن را در فرکانس ۸ هرتز با هر فرکانس دلخواه دیگری به دست آورد. به عبارت دیگر یک نوسان ولتاژ با فرکانس  $f$  و دامنه  $a_f$  از نظر احساس فلیکر همان تاثیر یک نوسان ولتاژ ۸ هرتزی با

دامنه  $a_{8\text{Hz}} = g(f) \cdot a_f$  را دارا است که در این رابطه  $g(f=8) = 1$  و  $g(f=8) < 1$  می باشد [1].

در شکل (۳-۵) منحنی ضریب تصحیح  $g(f)$  به همراه سطوح مشخص کننده فلیکر نشان داده شده است.



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

شکل (۳-۵) منحنی ضریب تصحیح فلیکر به همراه سطوح مشخص کننده فلیکر

به عنوان مثال برای یک موتور با ۵ استارت در روز، ضریب تصحیح معادل با  $0.067$  به دست می آید و اگر در صد نوسان ولتاژ مربوط  $1/48$  باشد، می توان فهمید که در صد نوسان ولتاژ ناشی از اغتشاش این موتور معادل یک فلیکر ولتاژ  $0.099$  درصدی با فرکانس ۸ هرتز است. کارکرد این موتور معادل با  $0.099 = 1/48 \times 0.067$  در فرکانس ۸ هرتز خواهد بود. به عبارت دیگر اثر بعد از آنکه درصد فلیکر ولتاژ معادل کلیه بارهای اغتشاشی

معلوم شد، با استفاده از رابطه (۳-۶) می توان تاثیر معادل کلیه بارهای اغتشاشی را به دست آورد:

$$A_{eq8HZ} = \left[ \sum A_i^2 \right]^{1/2} \quad (3-6)$$

در این رابطه  $A_i$  درصد فلیکر ولتاژ معادل ۸۰ هرتزی مربوط به هر یک از بارها می باشد. به عنوان نمونه، مجموعه ای را مرکب از سه بار اغتشاشی که در نزدیکی هم قرار گرفته و مشخصات آنها در جدول (۳-۱) ارائه شده در نظر می گیریم.

جدول (۳-۱) مشخصات نوسان ولتاژ ناشی از سه بار اغتشاشی.

دامنه نوسان ولتاژ	فرکانس نوسانات	نوع بار اغتشاشی
٪۱	دقیقه/۱۰	دستگاه جوش
٪۵	روز/۵	موتور ۱
٪۳	ساعت/۱	موتور ۲

با توجه به فرکانس نوسانات ایجاد شده، ضرایب تصحیح به ترتیب معادل با  $0.067/28$  و  $0.074$  به دست می آید. درصد فلیکر ولتاژ معادل ۸ هرتزی این مجموعه، از رابطه (۳-۶) به صورت زیر قابل محاسبه است:

## برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

$$\left( \left( \frac{0.28}{1} \right)^2 + \left( \frac{0.067}{0.5} \right)^2 \right)^{1/2} + \left( \frac{0.74}{0.5} \right)^2 = 0.49$$

اگر منحنی مشخصه حساسیت فلیکر شکل (۳-۵) ملاک قرار گیرد، با درصد فلیکر ولتاژ ۴۹٪ و فرکانس ۸ هرتز، فلیکر ولتاژ نهایی در نزدیکی ناحیه آزار قرار می‌گیرد.

### ۳-۳- دستگاه اندازه گیری فلیکر

اولین فلیکرمتر توسط شرکت تحقیقاتی الکتریکی (ERA)uk (بریتانیا) در سال ۱۹۷۲ ساخته شد [۴۴]. این وسیله اساساً اندازه‌گیری فلیکر ایجاد شده در کوره‌های قوس بدون جبران را انجام می‌داد. سپس در سال ۱۹۷۴، شرکت برق ویستینگ‌هاوس یک فلیکرمتر بر اساس پیشنهاد ERA ساخت. در سال ۱۹۷۶ شرکت برق فرانسه (EDF) یک فلیکرمتر جدید دیگری ساخت. در سال ۱۹۷۸ انستیتوی صنعت برق قدرت ژاپن (CRIEPI) روش اندازه‌گیری ( $\Delta V_{10}$ ) را برای اندازه‌گیری فلیکر بکار برد [45]. در سال‌های نزدیک ۱۹۸۰، UIE/IEC یک روش بین‌المللی را برای اندازه‌گیری فلیکر وضع کرد.

بر اساس مفاهیمی که تا کنون بیان شد می‌توان دریافت که یک دستگاه اندازه‌گیر فلیکر، شبیه سیستم بینایی انسان باید دستگاهی باشد که یک نوسان ولتاژ با فرکانس  $f$  را در ورودی خود دریافت کرده و در خروجی خود، میزان احساس فلیکر یا به عبارت دیگر مقدار متناظر IFL را ظاهر کند. به عنوان مثال، یک نوسان ولتاژ ۲۵٪ در فرکانس ۸/۸ هرتز در ورودی فلیکرمتر، باید به مقدار  $IFL=1$  در خروجی مربوط شود.

فلیکرمترهایی که بر اساس استاندارد IEC868 طراحی و ساخته می‌شوند، چنین عملی را از طریق شبیه‌سازی سیستم بینایی انسان انجام می‌دهند. در واقع با این شبیه‌سازی، مقدار IFL از روی سیگنال ولتاژ ورودی تخمین زده می‌شود. روند کار یک فلیکرمتر بصورت زیر می‌باشد [۹]

۱- فلیکرمتر ولتاژ سیستم را می‌گیرد ولتاژ فیلتر یا دمودله می‌شود تا درصد تغییر از مدار موثر ولتاژ تعیین شود.

(در فلیکومترهای UIE مربع ولتاژ ورودی دریافت می‌شود و توسط فیلتر Butter Worth مرتبه شش، مولفه dc و هارمونیک‌های مرتبه بالا حذف می‌شود و میانگین مقدار موثر انحراف ولتاژ گرفته می‌شود).

۲- فیلتر وزنی  $H(s)$  مشخصه فرکانس لامپ- چشم را به دست می‌دهد.

$$H(s) = \frac{K_1 \omega s}{s^2 + 2\lambda s + \omega_1^2} \times \frac{1 + s/\omega_2}{(1 + s/\omega_3)(1 + s/\omega_4)} \quad (7-3)$$



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

$$\omega_1 = 57.034 \quad \omega_2 = 18.472 \quad \omega_3 = 8.7617 \quad \omega_4 = 108.779 \quad R=1.6357$$

۳- پس از اینکه سیگنال اغتشاش وزن شد، سیگنال وزن شده، مربع می شود تا درک غیر خطی چشم- مغز

به دست آید

$$H_b(s) = \frac{K_b}{1 + sT_b} \quad T_b = .3 \text{ sec} \quad (8-3)$$

۴- سپس به فیلتر باند کوتاه مرتبه یک  $H_b(s)$  داده می شود تا اثر مغز را شبیه سازی کند. سیگنال خروجی

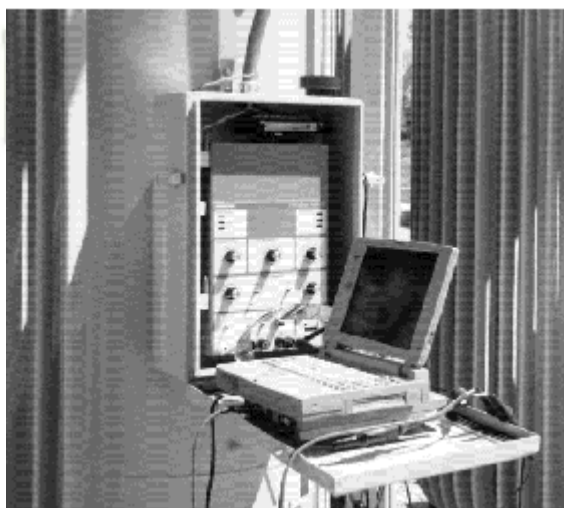
از این بلوک قابلیت درک تعداد لحظه ای مربع نوسان فلیکرولتاژ می باشد.

پس مشخصه لامپ- چشم- مغز از پارامترهای زیر به دست می آید:

الف- پاسخ لامپ به تغییر ولتاژ منبع ب- توانایی دیدن چشم افراد ج- به حافظه ماندگار مغز افراد

تابع تبدیل (۳-۷) یک مدل واقعی به این پاسخ ها می باشد. پارامترها در استاندارد IEC برای لامپهای معمولی

شکل زیر ساختمان یک فلیکر متر نمونه را نشان می دهد.  $W$  و  $۶۰$  و  $۲۳۰$  داده شده اند.



## برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

آزمایشات اخیر بر روی دیگر لامپ های ۱۲۰ (شامل بالاست های مغناطیسی، فلورسنت، لامپ های فلورسنت فشرده) در آمریکا انجام شده است و تابع تبدیل تقریبی لامپ در رنج وسیعی از لامپ ها به دست آمده است مشخصه پاسخ (۳-۷) می تواند به مشخصه لامپ های مختلفی تغییر یابد که در (۳-۹) آمده است

می تواند برای هر کاربرد واقعی به کار رود

$$H(s)_{new} = \frac{H(s)_{IEC868}}{H_{230IECbulb}} \times H(s)_{newbulb} \quad (9-3)$$

اخیرا روش های اندازه گیری زیادی برای ارزیابی فلیکر ارائه شده اند [17].

این وسایل اندازه گیری به دو گروه تقسیم میشود: الگوریتم های آنالوگ و الگوریتم های دیجیتال. اما، محاسبه مولفه های نوسان در فرکانسهای مختلف ( بطور نمونه از ۱ تا ۳۰ هرتز ) با تبدیل فوریه سریع (FFT) در اکثر این وسایل انجام می شود.

امروزه به منظور بهبود کارکرد دستگاه های اندازه گیری فلیکر، توجه بخصوصی روی روش های زیر متمرکز شده است [۴۶]، [۴۷]، [۴۸]:

- ◀ بهبود الگوریتم محاسبه با دقت بهتر
- ◀ بکارگیری آن در اندازه گیری مقدار فلیکر بعضی از بارهای بخصوص ایجادکننده فلیکر نظیر توربین های بادی و کوره های قوس الکتریک
- ◀ استفاده از فیلتر کالمن در تخمین مقدار فلیکر لحظه ای
- ◀ استفاده از تحلیل موجک (wavelet) در بررسی و آنالیز پدیده فلیکر
- ◀ به کارگیری الگوریتم ژنتیک در اندازه گیری شدت فلیکر
- ◀ استفاده از تبدیل فوریه سریع (FFT) در ارزیابی و اندازه گیری شدت فلیکر
- ◀ استفاده از جبران ساز " بهساز یکپارچه کیفیت توان (UPQC) "

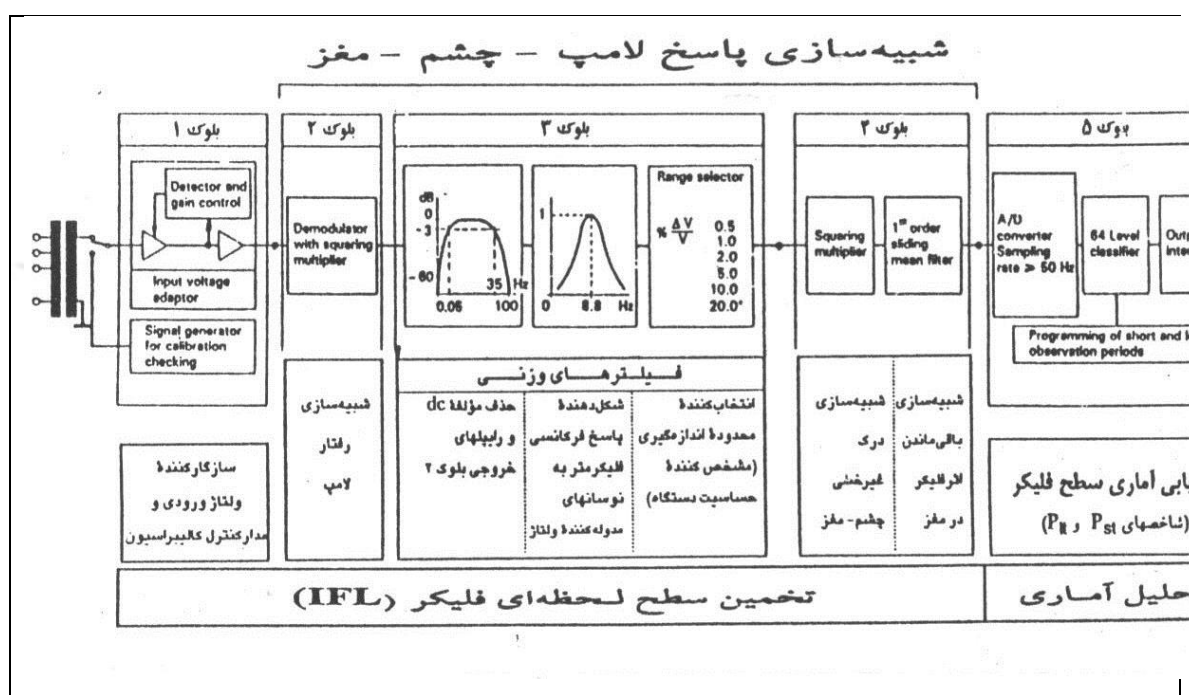
برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

پایداری کار کوره قوس الکتریک با بهبود کنترل الکتروود کوره

دقت مدلسازی کوره های قوس برای کنترل

انتخاب وسایل جبران با کارایی خوب برای رسیدن به مقدار خطای مطلوب و طراحی بهینه

فیلتر هارمونیک پسیو



شکل (۳-۶) طرحی از فلیکرمتر UIE/IEC را نمایش می دهد [۱۰].

### ۳-۴- مفاهیم $P_{st}$ و $P_{lt}$

از اینجا معلوم گردید که فلیکومتر وقوع انواع فلیکرها را اعم تکراری یا غیر تکراری، صرفاً بر حسب میزان قابلیت احساس آنها از دید یک مشاهده گر

متوسط مشخص می کند، اما این به تنهایی برای ارزیابی فلیکر کافی نیست. حتی مقدار بیشینه  $IFL$  نیز معیار مناسبی نیست، بلکه اینکه یک

مقدار مشخص از این متغیر چه مدتی دوام داشته و یا چند درصد از کل زمان مشاهده، مقدار  $IFL$  از این مقدار مشخص بیشتر شده است، می تواند

ملاک نسبتاً قابل اعتمادی برای ارزیابی فلیکر باشد. بنابراین انجام یک سری محاسبات آماری بر روی سیگنال  $IFL$  ضروری است و این مستلزم آن

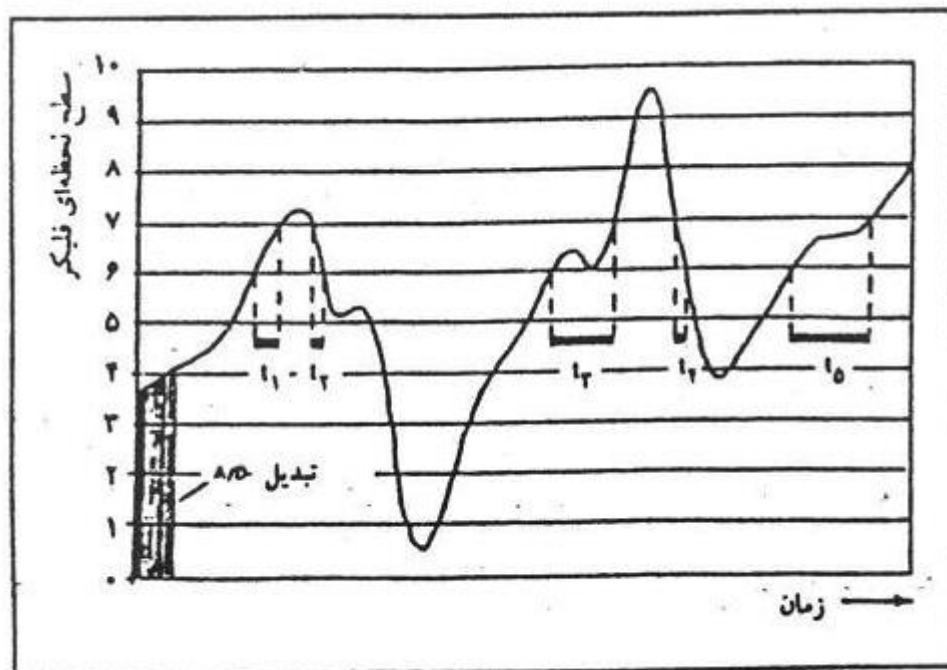
است که تابعی تعریف گردد که سطوح احساس فلیکر یا به بیان دیگر مقادیر مشخصی از  $IFL$  را به درصدها زمانی هر یک مربوط کند [۱۴]. برای

## برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

این منظور، سیگنال IFL به تعداد مشخصی از سطوح یا کلاسها تقسیم شده و برای هر کلاس یک شمارنده در نظر گرفته می شود. بعد از نمونه برداری از سیگنال فلیکر، با توجه به مقدار نمونه به دست آمده، کلاس آن مشخص شده و شمارنده مربوطه یک واحد اضافه می شود. به این ترتیب تابع فراوانی مقادیر ورودی به دست می آید. اگر فرکانس نمونه برداری، به اندازه کافی بیش از بزرگترین فرکانس موجود در سیگنال IFL باشد، در انتهای یک فاصله زمانی مشخص، توزیع زمانی هر کلاس مشخص می شود. اگر محتوای شمارنده های جمع شده و محتوای هر کلاس نسبت به این مجموعه بیان گردد، تابع چگالی احتمال و همچنین تابع توزیع تجمعی مطرح فلیکر به دست می آید [10].

در شکل (۳-۷) سیگنال IFL به صورت یک تابع متغییر با زمان نشان داده شده است. مشاهده می شود که مجموعاً کلاس سیگنال IFL در نظر گرفته شده است. با توجه به این شکل، به عنوان مثال می توان پایداری یا دوام سیگنال فلیکر را در کلاس ۷، از مجموع زمانهای  $t_1$  تا  $t_5$  به دست آورد.

در شکل (۳-۸) تابع توزیع تجمعی پایداری سیگنال IFL، در کلاس ۱۰ تا ۱۰ مشاهده می شود. با توجه به نمودار تابع توزیع تجمعی، به راحتی می توان دریافت که یک کلاس مشخص از سیگنال IFL با چه احتمالی پشت سر گذاشته شده است. به عنوان مثال از شکل (۳-۸) مشخص می شود که کلاس ۳ با احتمال ۹۰٪ پشت سر گذاشته شده و یا به عبارت دیگر در ۹۰٪ از کل زمان اندازه گیری، سطح سیگنال IFL بیش از کلاس ۳ شده است. بدیهی است درصد زمانی دوام هر کلاس از این سیگنال نیز مشخص می شود که در مورد اخیر این مقدار برابر با ۱۰٪ می باشد [۱۱].



## برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

شکل (۳-۸) تابع توزیع تجمعی پایداری سیگنال IFL در کلاسهای ۱ تا ۱۰

مشکلی که هنوز برای ارزیابی فلیکر وجود دارد، این است که شکل منحنی های تابع توزیع و تجمعی به طور قابل ملاحظه ای به نوع نوسانات ولتاژ بستگی دارد. یعنی با تغییر شکل موج منحنی فلیکر، نوع مدولاسیون، منحنی تابع توزیع تجمعی نیز به طور عمده ای دستخوش تغییر می شود. بنابراین این معیار که یک کلاس مشخص از سیگنال IFL در چند درصد از مدت زمان مشاهده، دوام داشته یا در چند درصد از مدت زمان مشاهده پشت سر گذاشته شده است، نمی تواند معیار ارزیابی مناسبی برای تمامی فلیکرهایی باشد که بر اثر نوسانات ولتاژ با طبیعت غیر یکسان پدیده آمده اند. برای رهایی از مشکل وابستگی شکل منحنی تابع توزیع تجمعی به نوع نوسانات ولتاژ و اینکه کلیه فلیکرهای ناشی از نوسانات ولتاژ مختلف به صورت خلاصه و کمی با یک معیار واحد ارزیابی شوند، پارامتری به عنوان "شاخص کوتاه مدت شدت فلیکر" تعریف می شود [۱۱].

### ۳-۵- مفاهیم Pst, Plt در اندازه گیری شدت فلیکر

برای اندازه گیری صحیح شدت فلیکرها همکاری بین IEC و UIE منجر به تعیین محدودیتهای شدت فلیکر و استاندارد برای اندازه گیری فلیکر شده است. شدت فلیکر بصورت دو شاخص "شاخص کوتاه مدت شدت فلیکر" و "شاخص بلند مدت فلیکر" تعریف می شود. برای اینکه کلیه فلیکرهای ناشی از نوسانات ولتاژ بارهای مختلف به صورت خلاصه و کمی با یک معیار واحد ارزیابی شوند، پارامتری با عنوان "شاخص کوتاه مدت شدت فلیکر" تعریف شده است.

### ۳-۵-۱- شاخص کوتاه مدت فلیکر: Pst

مدت زمان ۱۰ دقیقه ای که در طی آن، شاخص کوتاه مدت فلیکر ناشی از منابع منفردی نظیر غلتکهای دوار، پمپ های حرارتی و یا مصارف خانگی مناسب می باشد.

این مدت زمان به اندازه کافی برای نوسانات شدیدی که در مدت زمان های بسیار کوتاه اتفاق می افتدند، طولانی است و همچنین به اندازه کافی برای نوسانات ولتاژ بارهایی که چرخه کار طولانی دارند، کوتاه است. تا خیلی مهم تلقی نشود. شاخص کوتاه مدت شدت فلیکر به صورت زیر تعریف شده است.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

$$P_{st} = (K_1 P_1 + K_2 P_2 + \dots + K_n P_n) / 2 \quad (10-3)$$

در این رابطه  $k_1$  تا  $k_2$  ضرایب وزنی و  $P_1$  تا  $P_2$  سطوحی از منحنی تابع توزیع تجمعی می باشند. این ضرایب به گونه ای انتخاب می شوند که این معیار، شدت فلیکر را در محدوده وسیعی از فرکانس مدولاسیونهای مختلف، به طور صحیح منعکس کند. در استاندارد IEC868، ۵ سطح احتمال مشخص شده است که عبارتند از:  $P_0, P_1, P_3, P_{10}, P_{50}$  که منظور از  $P_K$ ، سطحی از تابع توزیع است که در  $K$  درصد از مدت زمان مشاهده این سطح پشت سر گذاشته شود. انتخاب درصدهای فوق هم بر این اساس بوده است که هر یک، دسته مشخص از فلیکر را مشخص می کنند، مثلاً انتخاب ۰/۱ درصد به عنوان کمترین درصد به منظور انعکاس فلیکرهایی بوده است که دامنه نسبتاً بالایی داشته و ندرتاً و به طور کاملاً اتفاقی رخ می دهد. پنج ضریب وزنی در نظر گرفته شده عبارتند از:  $K_1=0/0314$ ،  $K_2=0/0525$ ،  $K_3=0/0675$ ،  $K_4=0/28$ ،  $K_5=0/08$ .

این ضرایب به گونه ای انتخاب شده اند که از معادله (۱۰-۳) به ازای  $P_{st}=1$ ، با کمترین مقدار خطا بر نقاط منحنی قابلیت احساس فلیکر که در استاندارد IEC ۵۵۵-۳ مشخص شده، بر ارزش یابد.

[۹] و [۱۲].

### ۳-۵-۲- شاخص بلند مدت شدت فلیکر: $Plt$

در مواقعی که چندین با اغتشاش موجود باشند که به طور تصادفی نیز قطع و وصل شوند و یا منبع ایجاد مانند کوره های قوس الکتریکی، پریود عملکرد طولانی یا تغییر داشته باشد، ارزیابی اغتشاشات ایجاد شده، مدت زمان طولانی تری را می طلبد. به همین دلیل، شاخص جدیدی با عنوان "شاخص بلند مدت شدت فلیکر ( $Plt$ )" برای ارزیابی طولانی مدت شدت فلیکر انتخاب شده است. این شاخص با استفاده از ۱۲ مقدار

متوالی  $P_{st}$  که در مدت زمان ۲ ساعت به دست می آید، به صورت زیر محاسبه می شود [۹].

$$P_{lt} = \left( \frac{1}{12} \sum_i^{12} P_{sti}^3 \right)^{\frac{1}{3}}$$

اندازه گیری مقادیر  $P_{st}$  در استاندارد UIE با یک وسیله هیبرید دیجیتال-آنالوگ و

انجام شود و یا با یک سیستم دیجیتالی صورت گیرد [16]. بیشترین مقادیر توصیه شده در استاندارد IEC برای  $Plt, P_{st}$  در شبکه

های فشار متوسط عبارتند از  $P_{st95\%} = 1$  و  $Plt95\% = 1$  که نشان می دهد در ۹۵ درصد از مدت زمان مشاهده، مقادیر

$P_{st}$ ،  $P_{lt}$  نباید از واحد یا حداکثر معادل با واحد شوند.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۳-۶- محاسبه شاخصهای کوتاه مدت و بلند مدت شدت فلیکر

برای پیش بینی شاخص کوتاه مدت شدت فلیکر، رابطه زیر پیشنهاد شده است [17].



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

$$P_{st} = K_{st} \times \frac{S_{ccf}}{S_{ccn}} \quad (11-3)$$

که در این رابطه :

$P$ : سطح احتمالاتی در نظر گرفته شده برای نمونه های  $P_{st}$  (۰.۹۰، ۰.۹۵، ۰.۹۹)،  
 $K_{st}$ : ضریب مشخصه انتشار،

$S_{ccf}$ : ظرفیت اتصال کوتاه کوره از دید شینه کوپلاژ مشترک می باشد.

رابطه (۱۱-۳)، شاخص کوتاه مدت شدت فلیکر را صرفاً در شینه کوپلاژ مشترک فشار قوی تخمین می زند ضریبی از فلیکری که در این شینه مشاهده می شود، در سطح ولتاژ فشار متوسط و ضعیف منعکس می شود اگر ضریب انتقال فلیکر را از فشار قوی به فشار ضعیف  $CHV/LV$  بنامیم و از تجهیزات جبران ساز نیز برای کاهش فلیکر استفاده شود و فرض شود که این تجهیزات با ضریب جبران سازی  $R_{comp}$  در تضعیف فلیکر موثر باشند، می توان رابطه کلی، پیش بینی فلیکر در سطح فشار ضعیف را در حالت جبران شده به صورت زیر تنظیم کرد.

$$R_{stp} = K_{st} \times \frac{S_{ccf}}{S_{ccu}} \times C_{HV/LV} \times \frac{1}{R_{comp}} \quad (12-3)$$

در ادامه، هر یک از پارامترهای موثر در رابطه (۱۲-۳) تشریح می گردد.

### ۳-۶-۱- سطح احتمالاتی نمونه های $P_{st}$

بدیهی است که در میان تعداد انبوهی از مقادیر  $P_{st}$  که مثلاً در طول یک هفته اندازه گیری می شود، یک یا چند مقدار که به طور قابل توجهی از سایر نمونه های اندازه گیری شده بزرگتر باشند، وجود خواهد داشت این مقدار چندان بر روی کیفیت ولتاژ تغذیه تاثیر نگذاشته و موجب شکایت مصرف کننده ها نخواهد شد. به همین دلیل برای حذف یا صرف نظر از این چند مقدار بزرگ که احتمالاً به دلیل عوامل غیر قابل کنترلی مثل صاعقه ظاهر شده اند یا برای شاخصهای  $P_{st}$ ،  $P_{lt}$ ، توابع توزیع تجمعی با سطوح احتمالاتی مختلف نظیر ۰.۹، ۰.۹۵، ۰.۹۹، در نظر گرفته می شود و یا با

حذف بزرگترین نمونه  $P_{st}$  یا دو نمونه که از سایر  $P_{st}$  ها بزرگترند، بزرگترین مقدار باقی مانده را به ترتیب با  $P_{st2max}$  و  $P_{st3max}$

نمایش داده می شوند، ملاک قرار می دهند [14].

### ۳-۶-۲- ضریب مشخص انتشار ( $k_{st}$ )





برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

$$\text{تضعیف یا انتقال فلیکر به صورت زیر تعریف می شود.} \quad \text{CHV/LV} = P_{stlv} \quad (3-15)$$

$$/P_{stHV}$$

کمیت بالا، نمایانگر ضریب انتقال فلیکر از فشار قوی به فشار ضعیف است. مقادیر معمول این ضریب عموماً بین ۰/۶ تا ۰/۸ می باشد به نمونه، بر اساس یک سری از اندازه گیری ها در بلژیک مقدار متوسط ۰/۶۵ = CHV/LV به دست آمده است. به همین ترتیب در ایتالیا مقدار متوسط ۰/۷ برای روزهای کاری و ۰/۸۱ برای تعطیلات آخر هفته به دست آمده است. تا کنون در کشور ما این ضریب تعیین نشده است ولی به احتمال زیاد در همان محدود ۰/۶ تا ۰/۸ خواهد بود. لازم به ذکر است که انتقال فلیکر از فشار متوسط به فشار ضعیف با تضعیف کمتری انجام می گیرد.

## ۲-۱-۳-۵-۶-۳- ضریب جبران سازی (R<sub>comp</sub>)

بعد از اندازه گیر مقادیر P<sub>st</sub> در دو حالت جبران شده و جبران نشده می توان میزان جبران سازی تحقق یافته در اثر نصب تجهیزات جبران ساز را از رابطه زیر به دست آورد:

$$R_{comp} = \frac{P_{st\%95}}{P_{st\%95}} \quad (3-16)$$

اما آنچه اهمیت دارد، تخمین این ضریب قبل از نصب تجهیزات و مهیا شدن امکانات اندازه گیری می باشد. تجربه نشان داده است که تا قبل از رسیدن به حد اشباع هر چه نسبت ظرفیت نامی SVC به ظرفیت نامی کوره بیشتر باشد، مقدار عددی ضریب جبران ساز یا میزان کاهش فلیکر بیشتر خواهد بود. رابطه ای که تا کنون برای تخمین این ضریب ارائه شده به صورت زیر می باشد [18].

$$R_{comp} = 1 + .75 \left( \frac{S_{svc}}{S_f} \right) \quad (3-17)$$

معادله فوق، معادله بهترین خط برازش یافته به مجموعه نقاط در دسترس (R<sub>comp</sub>, S<sub>svc</sub>/S<sub>f</sub>) بوده است. در رابطه با میزان کاهش فلیکر، دو نکته

اساسی قابل توجه است، اول آنکه با فن آوری فعلی، حداکثر ضریب جبران سازی قابل انتظار ۳ می باشد و دوم آنکه معمولاً در کشورهای اروپایی بزرگتر از ۲ می باشد. شایان ذکر است در صورت فعالیت همزمان چندین کوره، برای تخمین ضریب جبران ساز، ظرفیت کوره معادل توجه قرار

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

می‌گیرد همچنین رابطه (۳-۱۷) صرفاً برای تخمین میزان کاهش فلیکر در شرایطی مورد استفاده قرار می‌گیرد که تنها تجهیزات جبران ساز به کار رفته، SVC باشد اگر از تجهیزات جبران ساز دیگری استفاده شده باشد، باید تأثیر آنها را به طور جداگانه بررسی کرد. به عنوان مثال تمامی کارشناسان، بر مؤثر بودن راکتور سری گذاشته و تأثیر آن را حداقل به میزان ۲۰ درصد کاهش فلیکر در شرایط کاری مختلف، تضمین کرده اند [۱۳].



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

## فصل ۴

### جبران کننده های فلیکر ولتاژ

#### ۴-۱- مقدمه:

راه عملی برای یکنواخت تر کردن تغییرات توان راکتیو بارها و جلوگیری از تغییرات سریع آنها استفاده از جبران سازه های راکتیو می باشد یا پیشرفت روبه رشد تکنولوژی الکترونیک قدرت و ساخت تجهیزات نیمه هادی در مقیاس توان ها و جریان ها و ولتاژهای بالا. امروزه جبران سازه های راکتیو استاتیک با سرعت و قیمت نسبتا مناسب در اختیار می باشد.

به طور کلی جبران کننده های توان راکتیو به دو گروه جبران کننده های پسیوو اکتیو تقسیم می شوند. یک جبران کننده اکتیو ایده آل وسیله ای است که به طور پیوسته قدرت راکتیو را کنترل می کند و بدون تاخیر در محدوده وسیعی به تغییرات ولتاژ پاسخ دهد، توان راکتیو مصرف نکند و بر اثر تغییرات سیستم

پایداری کافی داشته باشد. مهمترین خاصیت یک جبران کننده ایده آل استاتیک، کنترل پیوسته ولتاژ ترمینال های آن می باشد. این کار با تنظیم پیوسته تبادل توان راکتیو با سیستم قدرت انجام می گیرد خاصیت مهم دیگر، پاسخ سریع این جبران کننده ها است جبران کننده های استاتیک در فاصله ۱ یا ۲ سیکل به تغییرات موجود آماده پاسخ می شوند و لذا در کنترل ولتاژ و حالت گذرای سیستم ها کاملا مفید می باشند.

با توجه به مزایای فوق الذکر، امروزه در سیستم های قدرت مدرن، جبران کننده های استاتیک به عنوان کاملترین جبران کننده مطرح هستند. یکی از اشتراکات جبران کننده های استاتیک، وجود خازن موازی با ظرفیت ثابت به موازات سوسپتانس قابل کنترل است.

دومین وجه اشتراک این نوع جبران کننده ها استفاده از ترانسفورماتور کاهنده می باشد، وجود ترانسفورماتور عملکرد و رفتار جبران کننده را به ویژه نسبت به هارمونیک، تلفات و اضافه به طور قابل ملاحظه ای تحت تاثیر قرار می دهد.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

### ۱-۳-۲-۴- انواع جبران کننده های استاتیک توان راکتیو

روش های مختلفی برای طراحی و ساخت جبران کننده های استاتیک بکار می رود که در کلیه روش ها سعی می شود با استفاده از کنترلرهای خاص سطح ولتاژ ثابت نگه داشته شود این جبران کننده ها دارای انواع زیادی هستند که مهمترین آنها عبارتند از:

۱- راکتور قابل اشباع (SR)

۲- راکتور کنترل شده با تریستور (TCR)

۳- خازن های ثابت و راکتورهای کنترل شده با تریستور (FC/TCR)

۴- خازن های سویچ شونده توسط تریستور (TSC)

۵- خازن های سویچ شونده توسط تریستور و راکتورهای کنترل شده با تریستور (TSC/TCR)

۶- جبران کننده های VSI (Voltage –Source Inverter)

اولین جبران کننده فلیکر در سال ۱۹۵۰ نصب شد و بر مبنای یک راکتور اشباع شده استوار بود که از مشخصه های اشباع آهن برای پایدار سازی ولتاژ استفاده می کرد [۲۲] اما وقتی که جبران کننده های بر مبنای کلیدهای الکترونیک قدرت توسعه یافتند جبران کننده راکتور قابل اشباع از دور خارج شد. آنها ارزانترو قابل انعطاف پذیرتر بودند SVC ها اولین نوع از این جبران کننده های جدید بودند که در اواخر سال ۱۹۶۰ نصب شدند در سال ۱۹۷۰ دو مدل از SVC برای جبران فلیکر یک کوره قوس اکتريک بصورت عملی به کار برده شدند اولی TCR [۲۳] و دیگری TSC [۲۴]. امکان تولید یا جذب توان راکتیو کنترل پذیر با مبدل های الکترونیک قدرت در اواخر سال ۱۹۸۰ معرفی شده اند.

اولین مبدل VAR استاتیک (SVG) به وسیله EPRI و وستینگهاوس در سال ۱۹۸۶ ساخته شد [۲۴]. در این فصل ساختار و عملکرد چند جبران کننده مشهور در زمینه کاهش پدیده فلیکر پرداخته شده است.

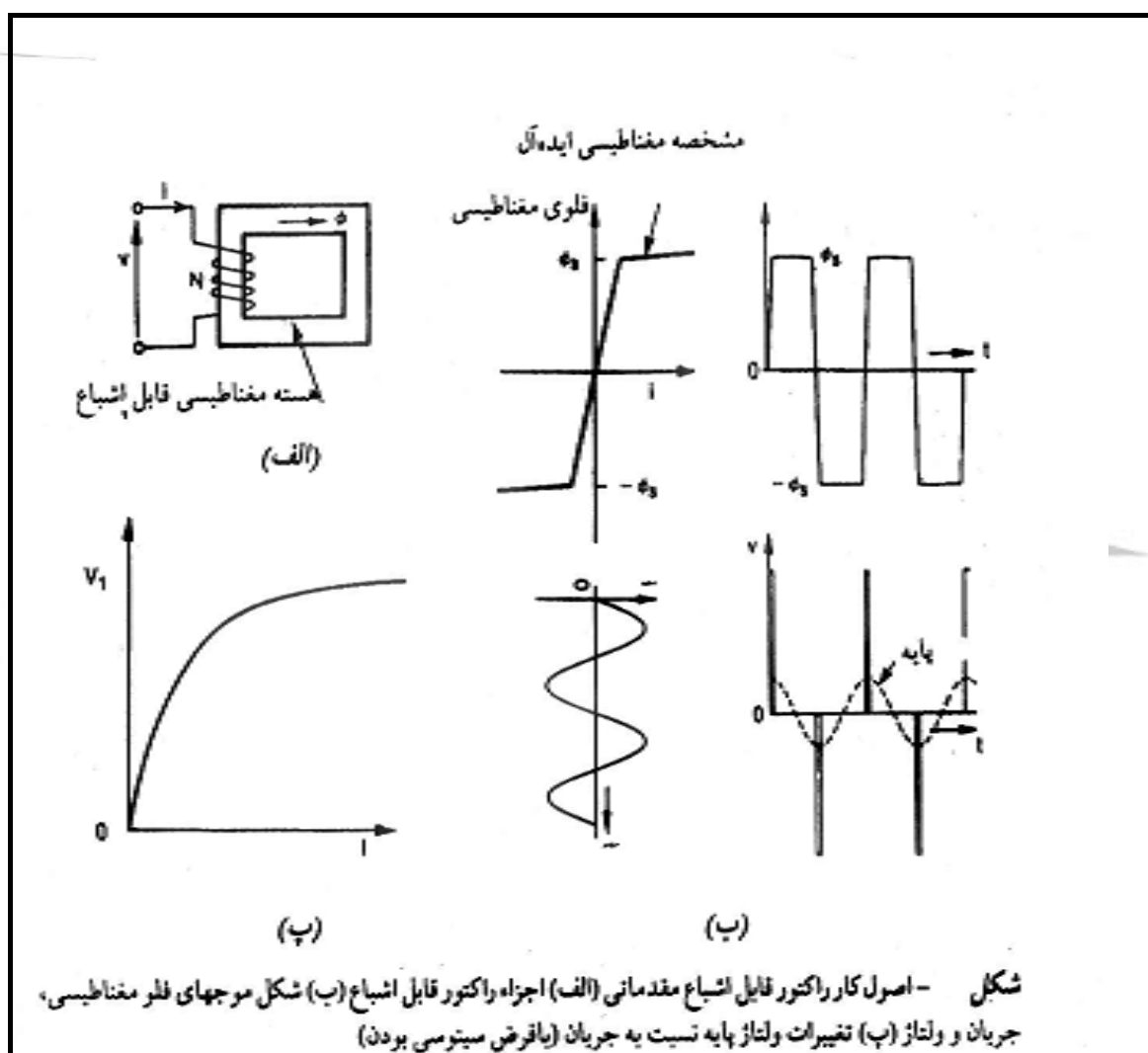
۳-۴- جبران کننده راکتور قابل اشباع

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

این جبران کننده اولین بار در سال ۱۹۶۴ توسط FRIED LANDER معرفی شد و به دو شکل مختلف عرضه گردید: یکی آرایش قدیمی تر راکتور انشعابی و دیگری جبران کننده باس بار است که در آن از راکتور چند فازه قابل اشباع جبران شده از نوع سه برابر کننده سه گانه یا سه برابر کننده دو گانه استفاده شده است.

### ۱-۳-۱ - ۱-۳-۴ - اصول کار

اصول کار راکتور قابل اشباع در شکل (۱-۴-الف) نشان داده شده است.



شکل (۱-۴)

عنصر کنترل کننده، بسته مغناطیسی قابل اشباع است که مشخصه مغناطیسی ایده آل آن بر حسب فلوی مغناطیسی و جریان در شکل (۱-۴-ب) نشان داده شده است. فرض کنید که یک جریان سینوسی از سیم بندی عبور کند. آنگاه شکل موج فلوی مغناطیسی و ولتاژ

## برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

در شکل (۲-۴) نشان داده شده استکل موج فلو تقریباً به شکل موج مربع است و بین دو سطح اشباع  $\phi_s$  متناوباً تغییر می کند شکل موج ولتاژ مستقل از جریان است. مولفه پایه ولتاژ ثابت است. در عمل مشخصه مغناطیسی کاملاً مسطح نبوده بلکه در مقدار بیش از  $\phi_s$  تقریباً خطی بوده و دارای شیبی متناسب با قابلیت نفوذ مغناطیسی خلأ است. حاصل آن مشخصه پایه ولتاژ- جریان مطابق شکل (۴-۱) پ است که دارای شیب مثبت کمی است. خاصیت ثابت بودن ولتاژ پایه مستقیماً از عبور کردن از اشباع هسته که در آن یک پالس ولتاژ ثابت در سیم پیچی القاء می شود، نتیجه می گردد. قطع نظر از اینکه با چه سرعتی این عبور از اشباع صورت می گیرد، ولتاژ پایه ۹۰ درجه از جریان عقب تر بوده و توان راکتیو جذب می گردد.

راکتورهای اشباع شده تا  $150 \text{ MVAR}$  ساخته شده اند اما این وسایل بدلیل قیمت بالا تلفات زیاد، کاهش ضریب توان و غیر قابل انعطاف در

مقایسه با جبران کننده های مدرن الکترونیک قدرت، کمتر مورد استفاده قرار می گیرند [۲۲] و [۲۵]

### ۴-۴-۴ راکتور تایریستور کنترل (TCR)

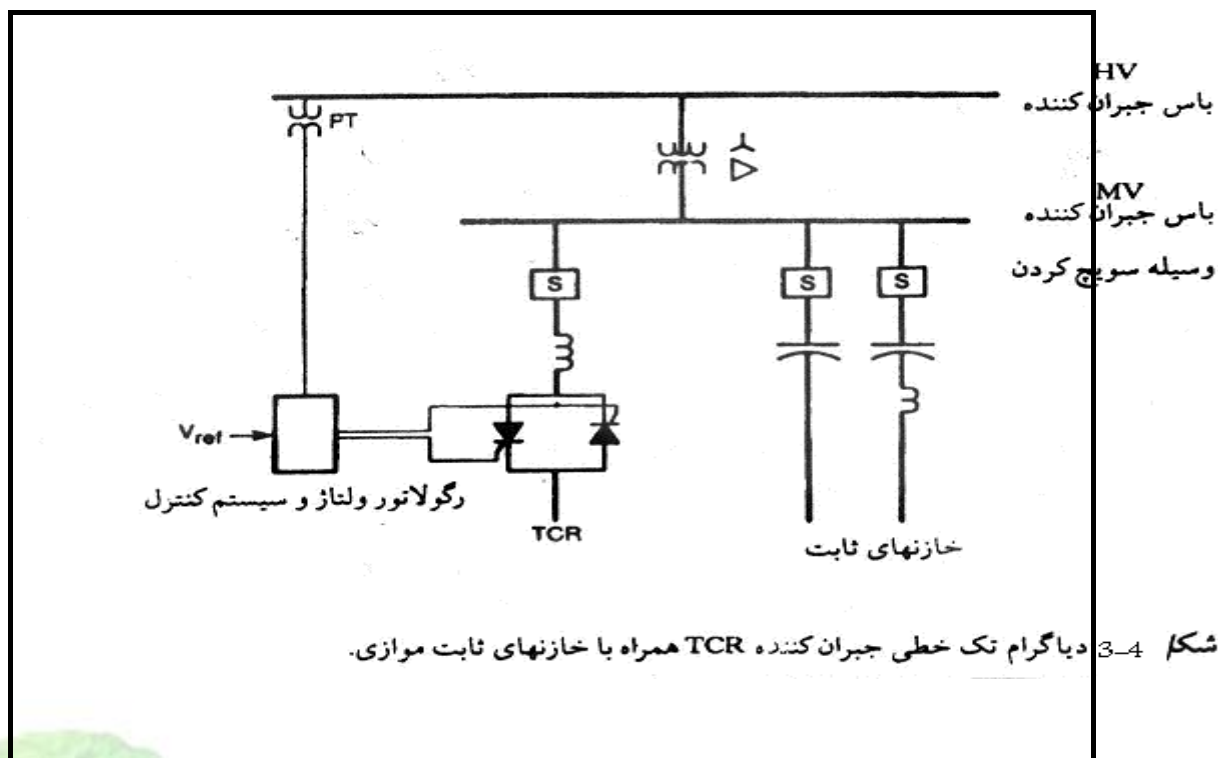
#### ۴-۴-۴ اصول کار

اصول کار راکتور تایریستور کنترل (TCR) در شکل (۲-۴) نشان داده شده است. عنصر کنترل کننده، کنترلر تایریستوری است که در آن یک زوج تایریستور هر یک در جهت خلاف هم قرار گرفته و در نیم سیکل متوالی فرکانس تغذیه، هدایت می کنند. راکتور کنترل شده با تایریستور با تغییر زاویه آتش، یک سوسپتانس قابل کنترل بوده و بعنوان یک جبران کننده استاتیک بکار می رود.

جریان TCR (جریان جبران کننده) قادر است به طور پیوسته، یعنی بدون پله، از صفر تا حداکثر مقدار که به هدایت کامل مربوط می شود،

تغییر نماید. جریان همواره پس فاز است. بنابراین همواره توان راکتیو جذب می گردد. البته جبران کننده TCR می تواند با خازن های موازی توام گشته طوری که قادر باشد همچنین توان راکتیو را تولید نماید. شکل (۳-۴) دیاگرام تک خطی جبران کننده همراه با خازنهای ثابت موازی را نشان می دهد.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آر م سایت و به همراه فونت های لازمه



مقدار جریان لحظه ای از رابطه زیر به دست می آید:

$$i = \frac{\sqrt{2}}{XL} (\cos \alpha - \cos \omega t) \quad \alpha < \omega t < \alpha + \sigma \quad (1-4)$$

که در آن مقدار موثر ولتاژ:  $XL = L\omega$  راکتانس راکتور در فرکانس پایه،  $\omega = 2\pi f$  و  $\alpha$  زاویه آتش است. مولفه اصلی به وسیله تحلیل فوریه طبق رابطه زیر به دست می آید:

$$I_1 = \left( \frac{\sigma - \sin \sigma}{\pi \omega L} \right) V \quad \text{Arms} \quad (2-4)$$

که در آن  $\sigma$  زاویه هدایت است و به وسیله رابطه زیر با  $\alpha$  مرتبط می شود.

$$\alpha + \sigma/2 = \pi \quad (3-4)$$

معادله (۲-۴) را می توان به صورت زیر نوشت:

$$(4-4) I_L = B_L(\sigma) V$$

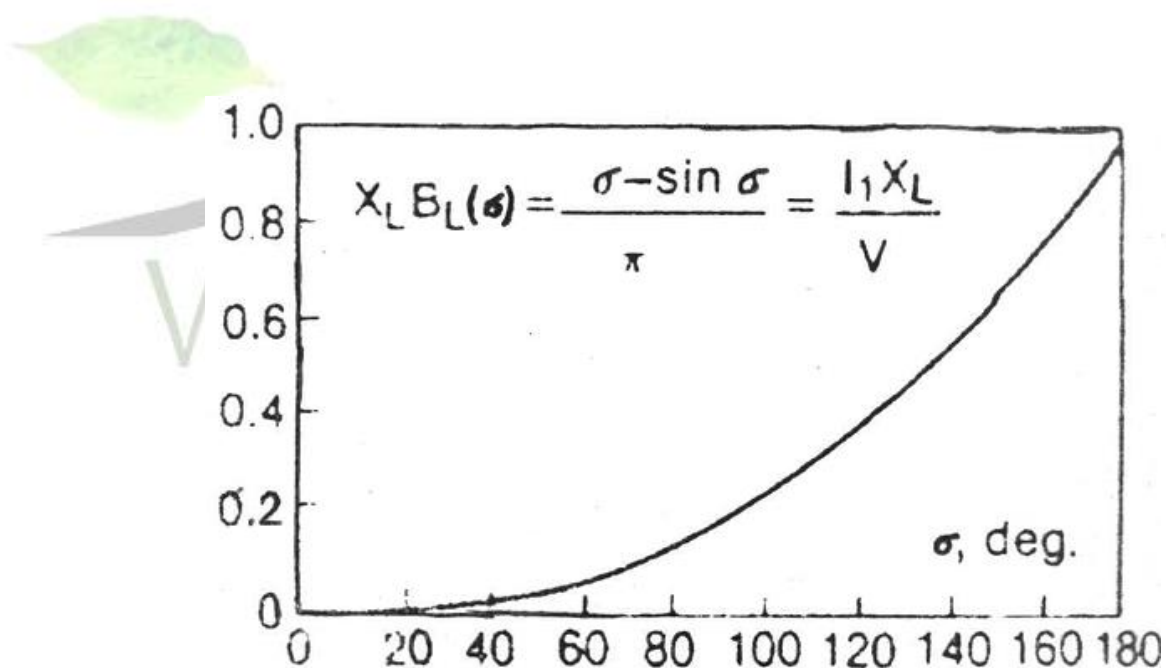
که در آن  $B_L(\sigma)$  سوپستانس قابل تنظیم فرکانس پایه است و با زاویه هدایت طبق رابطه زیر کنترل می شود،



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

$$B_L(\sigma) = \left( \frac{\sigma - \sin \sigma}{\pi \omega l} \right) \quad (4-5)$$

این قانون کنترل در شکل (۴-۴) نشان داده شده است.



شکل (۴-۴) نمودار تغییرات سوسپتانس TCR با تغییر زاویه هدایت تریستور

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

حداکثر مقدار  $B_L$  برابر است با  $\frac{1}{xl}$  که با  $\sigma = \pi$  یعنی در هدایت کامل تایریستور به دست می آید. حداقل مقدار  $B_L$  صفر است که با  $(\alpha = 180^\circ)\sigma = 0$  به دست می آید.

### ۱-۳-۲ - ۴-۴-۲ - مشکل هارمونیک

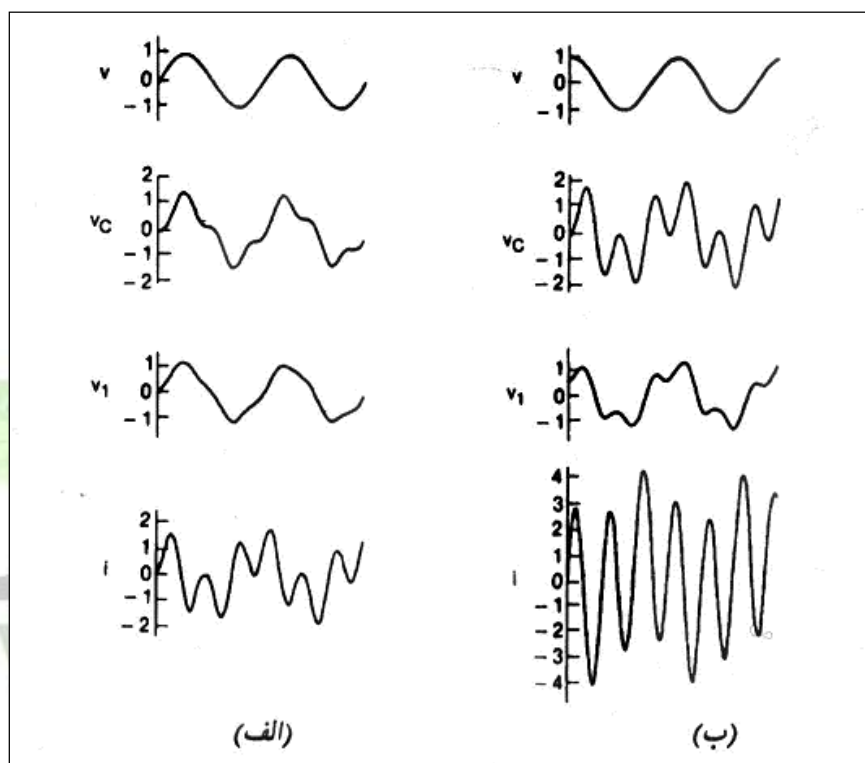
افزایش زاویه آتش (کاهش زاویه هدایت) دو اثر مهم دارد. اولین اثر این که تلفات توان در تایریستور و راکتور کاهش می یابد. اثر دوم این که شکل موج جریان به میزان بیشتری از شکل سینوسی خارج می شود، به عبارت دیگر TCR جریان هارمونیک تولید می کند. اگر زاویه های آتش متعادل باشد (یعنی برای هر دو تایریستور یکسان باشد)، تمامی هارمونیک های فرد ایجاد می شود و مقدار rms مولفه n ام هارمونیک به وسیله رابطه زیر به دست می آید

$$I_n = \frac{4V}{\pi xl} \left[ \frac{\sin(n+1)\alpha}{2(n+1)} + \frac{\sin(n-1)}{2(n-1)} - \cos \frac{\sin n\alpha}{n} \right] \quad (۴-۶)$$

در TCR این مساله حائز اهمیت است که مطمئن باشیم زاویه هدایت در دو تایریستور که در جهت خلاف هم قرار دارند یکسان است. نامساوی بودن زاویه هدایت منجر به تولید مولفه های هارمونیک زوج و مولفه dc در جریان می گردد. آنها همچنین منجر به تنش حرارتی نابرابر در زوج تایریستور می گردند. جبران کننده راکتور تایریستور کنترل (TCR) در هر فاز شامل راکتوری است که به وسیله یک سویچ تایریستوری کنترل می شود شکل (۴-۵)

و توان راکتیو مورد نیاز به وسیله کنترل پریود هدایت در هر نیم سیکلی (مطابق شکل) صورت می گیرد. بر حسب اینکه توان راکتیو مورد نیاز کمتر یا بیشتر باشد پالس های آتش دیرتر یا زودتر (نسبت به پیک ولتاژ) به تایریستور اعمال می گردند. این روش کنترل به کنترل فاز موسوم است. هدایت تایریستور در نقطه صفر طبیعی جریان متوقف می گردد

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



شکل (۴-۵) گذرای ناشی از سویچ کردن خازن تخلیه شده (الف) آتش کردن به هنگام  $v=V_{CO}=0$  (ب)

آتش کردن به هنگام  $dv/dt=0$

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

از آنجایی که در لحظه صفر جریان راکتور بدون انرژی ذخیره شده باقی می ماند می توان آن را مجدداً بدون گذرا وارد مدار نمود. البته برای اینکه بتوان تعادل بین زوج تایریستور معکوس را حفظ نموده و از مولفه جریان DC و هارمونیک های زوج اجتناب کرد، لازم است که پالس های آتش در پریود ۹۰ درجه (نسبت به پیک ولتاژ) محدود گردند. شکل (۴-۵) گذرای ناشی از کلیدزنی خازنی را نشان می دهد [۲۳]، [۲۵]، [۲۶].

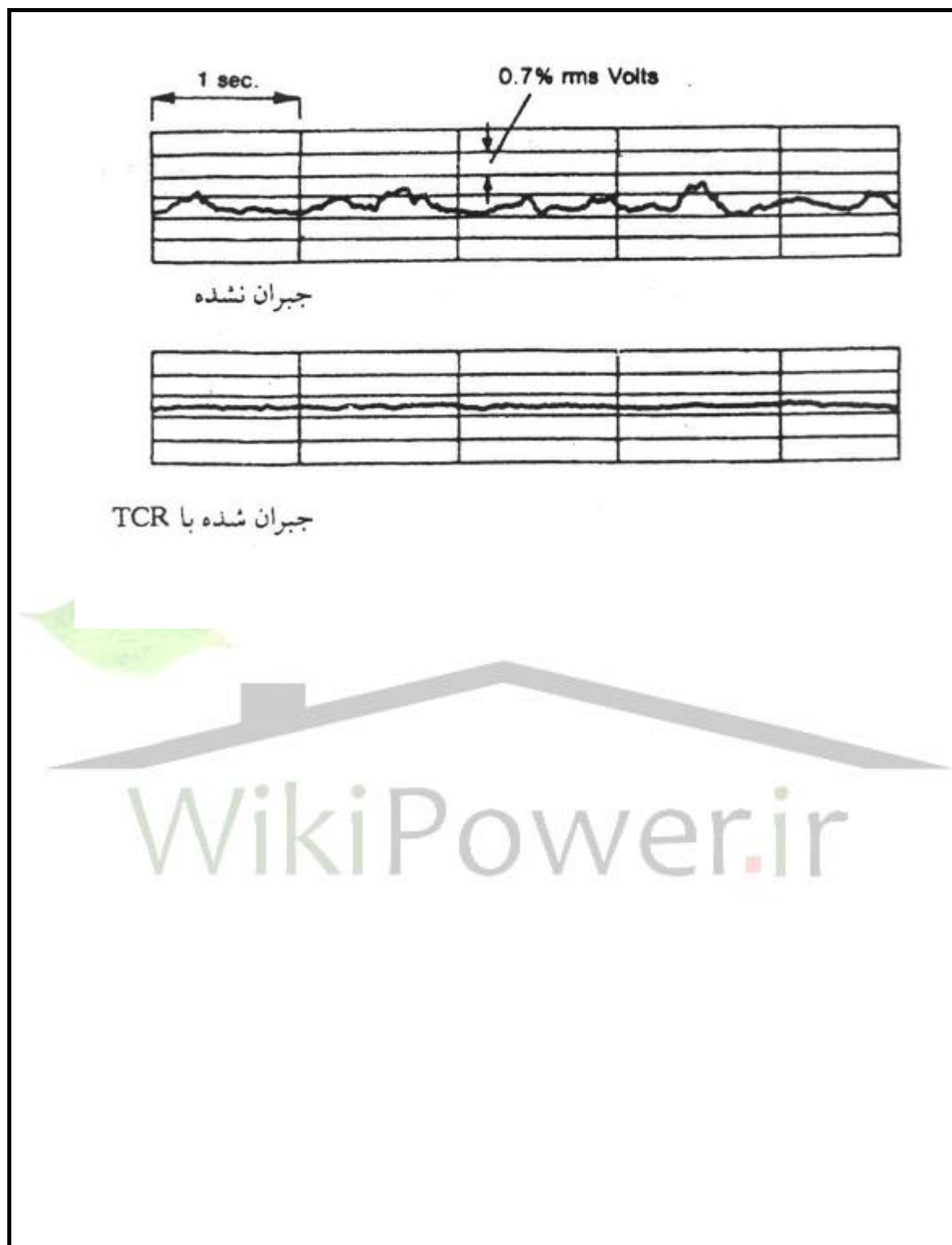
### مثالی از نتایج حاصل از جبران فلیکر با استفاده از TCR

شکل (۴-۶) تغییرات ولتاژ واقعی را در نقطه کوپلاژ مشترک ۲۳۰KV در حضور و غیاب جبران کننده نشان می دهد. در این مثال مقدار نامی جبران

کننده TCR برابر  $60 \text{ MVAR}$  است و به ولتاژ  $34/5 \text{ KV}$  متصل شده است.



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



شکل (۴-۶) نمونه ای از بهبود ولتاژ rms در نقطه PCC بوسیله جبران کننده راکتور تایریستور کنترل

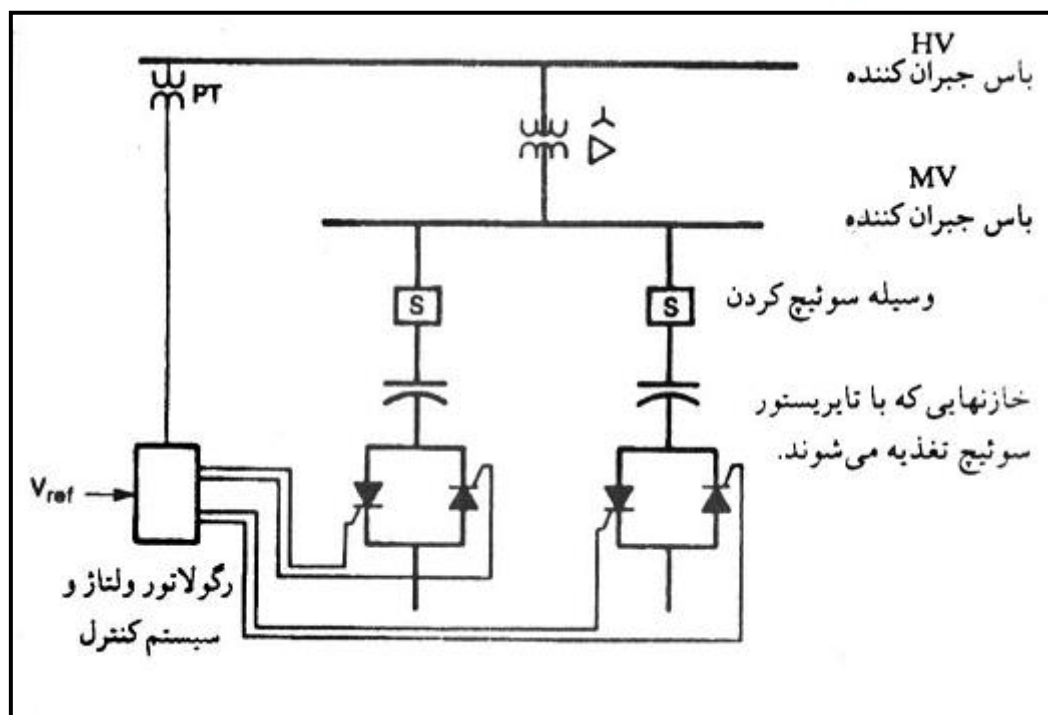
برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آر م سایت و به همراه فونت های لازمه

#### ۴-۵- خازن تایریستور سوئیچ (TSC)

##### ۴-۵-۱- مقدمه

خازن تایریستور سوئیچ شامل تعدادی بانک خازنی موازی است که هر کدام از آنها به هنگام لزوم به کمک تایریستور به مدار وصل و یا قطع می گردند TCS دارای سیستم کنترلی است که مقدار ولتاژ را نشان می دهد. هرگاه ولتاژ از مقدار مطلوب به مقدار بیش از خطای تنظیم شده قبلی - در جهت منفی یا مثبت منحرف گردد سیستم کنترل یک یا چند خازن را وارد مدار نموده و یا از مدار خارج می کند تا ولتاژ در محدوده باند مجاز قرار گیرد. البته انجام این کار مشروط به این است که در موقع وارد کردن خازن، تمام خازن ها قبلاً وارد مدار نشده باشند. همین طور در موقع خارج کردن خازن ها، تمامی آنها قبلاً از مدار خارج نشده باشند. ذکر این نکته اهمیت دارد که به دلیل ماهیت سیستم کنترل TSC که فقط عمل قطع و وصل خازن ها را انجام می دهد، جریان جبران کننده قادر است که فقط به صورت پله ای ناپیوسته تغییر نماید.

نکته دیگری که حائز اهمیت است این است که خازن ها وقتی می توانند به مدار متصل گردند که در لحظه اتصال، ولتاژ ذخیره شده در خازن برابر با نزدیک به مقدار لحظه ای ولتاژ سیستم باشد. و این منجر به یک تاخیر موثری که می تواند تا یک سیکل باشد، می گردد. شکل (۴-۷) دیاگرام تک خطی جبران کننده TSC را نشان می دهد. تقاضای توان راکتیو با سوئیچ کردن (یا قطع) تعداد مناسبی از واحدهای خازنی - بر طبق رابطه داده شده در شکل (۴-۸) حاصل می شود.



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

### شکل (۴-۸) دیاگرام تک خطی جبران کننده TSC

شکل موج جریان و ولتاژ در شرایط سوئیچ کردن ایده ال یک واحد خازنی در شکل

(۴-۹) نشان داده شده است



شکل (۴-۹) شکل موج جریان و ولتاژ در خازن تایریستور سوئیچ در حالت ایده‌آل

در حالتی که تایریستور قطع می‌باشد خازن به مقدار پیک ولتاژ مثبت یا منفی شارژ گردیده است زیرا خازن در نقطه صفر جریان از مدار قطع شده است. برای کاهش جریان گذرا بایستی وقتی که ولتاژ  $ac$  با مقدار ولتاژ خازن برابر (یا خیلی نزدیک به آن) است، خازن را به مدار سوئیچ کرد. و این حالت فقط یک بار در هر پریود کامل را در اختیار دارد که در طول آن می‌تواند، تصمیم‌گیری نماید که آیا یک واحد خازنی را وارد مدار نماید یا خیر. همینطور مدار کنترل همواره حداقل یک نیم پریود را در اختیار دارد که در آن می‌تواند تصمیم‌گیری نماید که آیا یک واحد خازنی در حالی هدایت را (با قطع پالس‌های گیت تایریستور مربوط به آن) از مدار قطع نماید یا خیر. برای به دست آوردن پاسخ سریع این تصمیمات (که در برگیرنده اندازه‌گیری توان راکتیو مورد نیاز و هماهنگی وضعیت تایریستور و خازن‌ها است) معمولاً در چندین میلی ثانیه آخر زمان انتظار موجود انجام می‌گیرد.

## برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

هنگامیکه تایریستور آتش می‌گردد هدایت خود را تا نقطه صفر طبیعی بعدی جریان ادامه می‌دهد

اگر در خارج از TSC هارمونیک تولید نگردد پریرود هدایت همواره مجموعه‌ای از نیم پریرودهای کامل خواهد بود و TSC خودش هارمونیک تولید نمی‌کند. TSC ها در رنج وسیعی از کاربردهای سیستم‌های توزیع نصب شده‌اند و بخصوص برای کاربردهای سیستم توزیع در واحدهای کوچک مناسب می‌باشند آن‌ها به صورت ذاتی یک سیکل تاخیر در کار دارند و هر وقت ولتاژ ترمینال خازن با مقدار لحظه‌ای ولتاژ یکسان شود. خازن سویچ می‌شود.

بنابراین برای کاربردهای سریع کنترل حلقه بسته (کم تراز سیکل) نظیر جبران فلیکر کوره‌های قوس مناسب نمی‌باشند. و احتیاج به جبران سازی است که بتواند کم‌تراز سیکل جبران کند (دهها سال است که TCR های ولتاژ بالا در سرتاسر جهان برای کنترل توان راکتور سیستم انتقال نصب شده‌اند فقط جبران کننده فلیکر TCR نسبتاً بزرگ (تا  $200\text{ MW}$ ) در کوره‌های قوس نصب شده است.)

مزیت های کاربرد جبران کننده‌های TCR برای سیستم‌های متعددی که نصب می‌شوند، قابل ملاحظه است اما آن‌ها برای ولتاژ کم‌تر و برای مشکلات سیستم‌های محلی نظیر اغتشاش ولتاژ تولید شده در کوره‌های قوس الکتریک مناسب نمی‌باشند و غیر اقتصادی‌اند. آن‌ها معمولاً فقط در اندازه‌های بزرگ‌تر از  $10\text{ MVA}$  اقتصادی‌اند و TSC ها هیچ هارمونیک تولید نمی‌کنند، اما تشدید با سیستم و امپرانس ترانس TSC برای هر ترکیب خازن پله‌ای باید با دقت کنترل شود [۲۴]، [۲۵]، [۲۷]، [۲۸].

## ۱-۴-۶- کندانسور سنکرون

کندانسور سنکرون یا جبران کننده‌های سنکرون، ماشین سنکرونی هستند که برای جبران توان راکتیو طراحی شده‌اند. کندانسورهای سنکرون در مدت زمان بیش از ۵۰ سال نقش اصلی را در کنترل توان عهده‌دار بودند. کندانسور سنکرون در سطوح ولتاژ انتقال و زیر انتقال برای بهبود پایداری و نگهداری ولتاژ در محدوده مطلوب در شرایط تغییر بار و در وضعیت اضطراری به کار رفته است.

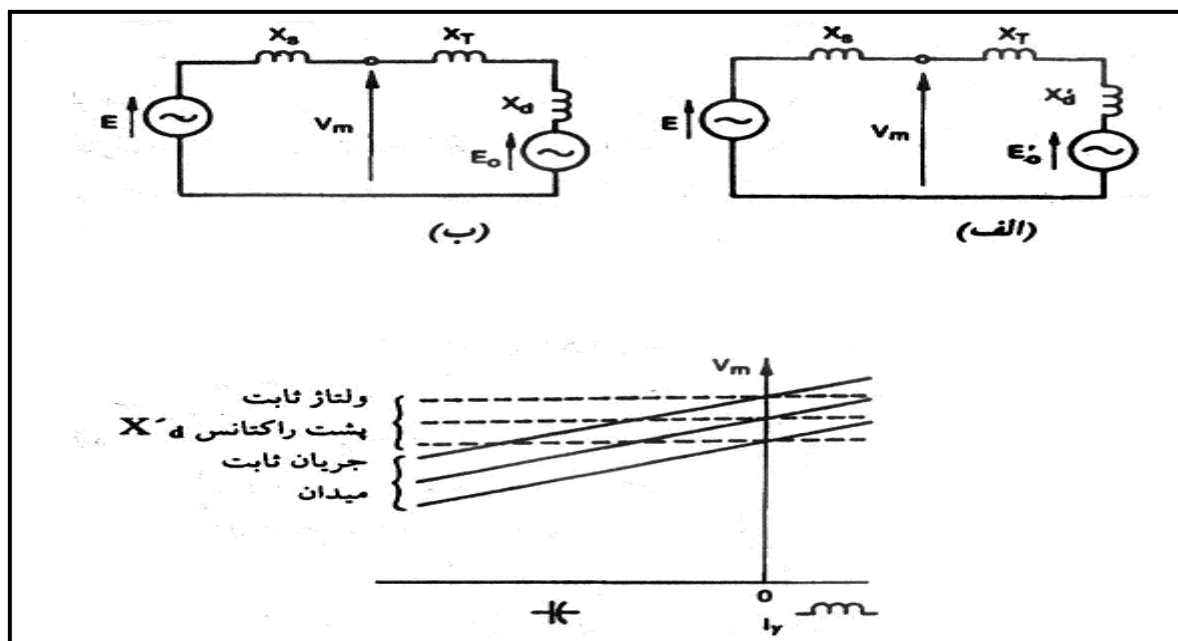
در شرایط ماندگار، کندانسور سنکرون با جریانی ثابت را تقریباً می‌توان با یک نیروی محرکه تولیدی  $E_0$  که با راکتانس سنکرون  $X_d$  سری شده است، نشان داد (شکل ۴-۱۰).

این مدار معادل دارای مشخصه های جریان-ولتاژ است که بوسیله دسته خطوط شیب دار مطابق

شکل (۴-۱۰ ج) نشان داده شده است.



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آر م سایت و به همراه فونت های لازمه



شکل (۱۰-۴) مدار معادل کندانسور سنکرون (الف) شرایط ماندگار (ب) شرایط گذرا (ج) مشخصه های ولتاژ-جریان حالت ماندگار و گذرای کندانسور سنکرون

هر خطی معرف یک مقدار ثابت جریان تحریک یا ولتاژ معادل مدار باز  $E_0$  است. شیب خطوط متناسب است با  $(X_d + X_T)$ . این مشخصه ها فقط برای وقتی که بمنظور محدود کردن اضافه بار بکار برده میشود، کاربرد دارند.

در شرایط گذرا کندانسور سنکرون رفتارش طوری است که گویی راکتانس سنکرونش به راکتانس گذرای  $X_d$  که مقدارش خیلی کم تر از  $X_d$  است کاهش یافته است. بنابراین حتی بدون تغییر جریان میدان، کندانسور تمایل دارد که مشخصه ولتاژ-جریان گذرای مسطح تری نسبت به خطوط میدان ثابت شکل (۱۰-۴ ب) را دارا می باشد. شیب مشخصه گذرای خط چین متناسب با  $(X'_d + X_T)$  است. معادل برای این پررود در شکل (۱۰-۴ ج) نشان داده شده است.

بارگولاتور ولتاژ- سریع کننده  $V_m$ ، ماشین می تواند بطور پیوسته خیلی نزدیک به مشخصه گذرای خط چین کار کند [۲۵].

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

## ۱-۵-۷-۴- خازن های سری

یک طرح جدید از خازن های سری برای کاهش فلیکر پیشنهاد شده است.

خازن ها توان راکتیوی در جهت عکس عناصر اندوکتیو تولید می کنند و توان راکتیو خازن و راکتیو در جهت عکس هم می باشند نتیجه اثر همدیگر را خنثی می کنند. در نتیجه ضریب توان بهبود می یابد، سطح ولتاژ بالا می رود، و تلفات کاهش می یابد راکتانس خازنی خازن سری، راکتانس شبکه را کاهش می دهد و به صورت موثری فلیکر ولتاژ را کاهش می دهد.

راه اندازی موتورهای بزرگ یک جریان زیادی با ضریب توان واحد از فیدر می کشد و موجب می شود که ولتاژ در طول فیدر افت کند. افت ولتاژ بصورت ناگهانی و گذرا اتفاق می افتد و مصرف کنندگانی که از این فیدر تغذیه می شوند از فلیکر ولتاژ شکایت می کنند. این مشکل هر زمان که بارهایی نظیر موتورهای بزرگ، کوره های قوس به سیستم وصل می شوند، بروز می کند.

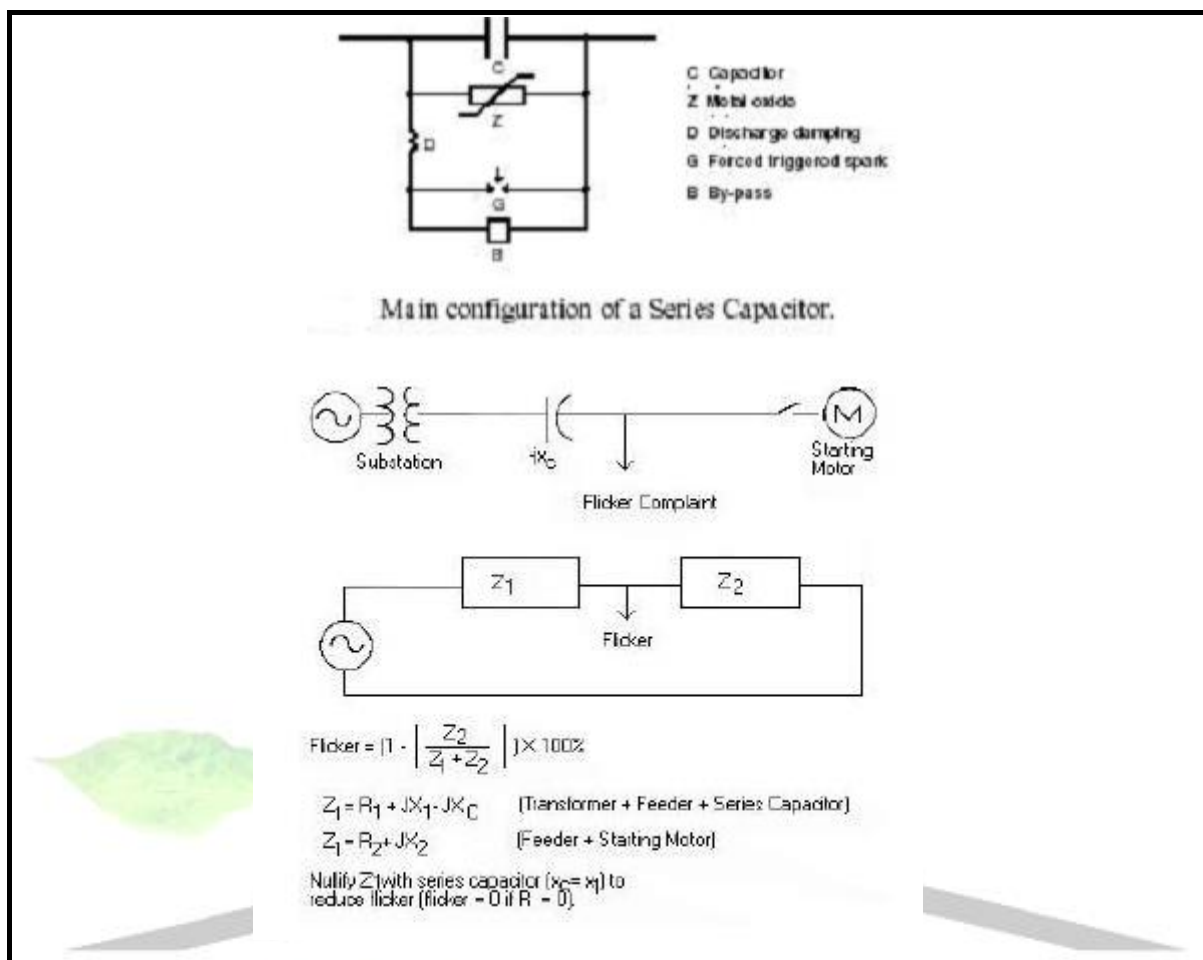
همانطور که قبلاً عنوان شد برای حل این مشکل می توان از کندانسورهای سنکرون یا کنترل کننده های وراستاتیک بهره گرفت ولی آن ها غیر اقتصادی و هزینه بر هستند.

خازن های سری یک راه حل اقتصادی برای حل فلیکر ولتاژ می باشند. استفاده این طرح برای سالیان متمادی بدلیل مشکلات کاربردی مسکوت مانده بود.

از مشکلات استفاده از خازن سری می توان به اضافه ولتاژ شدید در زمان جریان قطع و پدیده تشدید یا پدیده ها نتینگ در موتورهای سنکرون و القایی و پدیده فرو رزونانس با ترانسفورما نام برد.

اخیراً یک روش جدید برای کاهش فلیکر با استفاده از خازن های سری کشف شده است. در این روش از یک برقیگیر ولتاژ بالا بر محافظت در مقابل اضافه ولتاژ های شدید در زمان بروز خطا، استفاده می شود همچنین از یک وسیله بای پاس برای جلوگیری از نوسان های نامطلوب در طی انرژی دار کردن ترانسفورماتورها و راه اندازی موتور استفاده می شود. افت ولتاژ خط از رابطه نشان داده شده در شکل (۴-۱۱) به دست می آید. به نظر می رسد اگر  $XL=XC$  باشد فقط مقاومت  $R$  موجب افت ولتاژ در خط می شود. تنظیم کننده های ولتاژ نمی توانند نوسانات ولتاژ را بصورت لحظه ای و آنی پاسخ دهند. در نتیجه اگر باری بصورت ناگهانی تغییر کند و سبب فلیکر ولتاژ روی سیستم شود، در موارد بسیاری، نمی تواند راه حل مناسبی برای حل مشکل فلیکر باشد. شکل زیر برای محاسبه فلیکر می باشد شکل (۴-۱۱) اتصال یک خازن سری را به یک خط نمونه نشان می دهد

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آر م سایت و به همراه فونت های لازم



شکل (۴-۱۱) طریقه نصب یک خازن سری با تجهیزات و روابط مربوطه

اگر  $XL = XC$  باشد آنگاه  $Z_1 = 0$  می شود

در سیستم فوق برای جریان راه اندازی موتور، راکتانس خازنی سری توزیع شده راکتانس القایی فیدر را حذف می کنند بنابراین از افت ولتاژ در هنگام راه اندازی کاسته می شود. بنابراین لازم است که محل نصب خازن و راکتانس خازن سری بصورت موثر و رضایت بخشی انتخاب شود تا مقدار فلیکر را کاهش دهد.

از طرفی راکتانس خازن سری باید از مجموع راکتانس منبع در محل کاربرد کوچکتر باشد بطوریکه موجب اضافه ولتاژهای نامطلوب و نوسان نشود. محافظت با برقیهای ولتاژ بالا به عنوان مغز مدار می باشد. برقی ولتاژ سطوح خازن ها را در هنگام خطا در سیستم محدود کنند. خازن ها دو برابر ولتاژ نامی را در ثانیه متحمل می کنند. در نتیجه مقدار برقی در حدود دو برابر ولتاژ نامی واحدهای خازنی انتخاب می شود. کلیدهای بای پاس به محض اینکه برقی هدایت کرد، بسته می شوند. در نتیجه محافظت سطوح ولتاژ در سطح واحدها خازنی فقط در کسری از ثانیه ظاهر می شود. برقی ولتاژ بالا (قدرت بالا) از دیسکها متال اکسید که بصورت سری و موازی در داخل یک محفظه پلمپ شده Porcelain قرار می گیرند، ساخته

می شود [۲۹]، [۳۰].

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

## فصل پنجم معرفی ، بررسی ساختار و عملکرد دو جبران کننده جدید

### فلیکرولتاژ

Power Quality Management بخش اول :

#### ۵-۱- مقدمه

مبدل PQM یک راه حل برای مسائل کیفیت توان در خطوط شعاعی می باشد که مسائل و مشکلات مربوط هارمونیک، تنظیم ولتاژ و نوسان ولتاژ(فلیکر)را حل کند در ضمن بصورت مستقل می تواند کار جبران را انجام دهد.

PQM یک وسیله هیبرید شامل ترکیبات پسیو و یک مبدل می باشد. توان نامی مبدل کمتر از معادل فیلتر اکتیو یا SVC می باشد [۴۳-۴۲].

در بسیاری از شبکه های قدرت مهندسی، کیفیت توان بعنوان یکی از مهم ترین شاخصهای سرویس دهی می باشد و به این صورت تعریف می شود که ولتاژ و فرکانس در بار نامی در مقدار نامی اش حفظ شود.

مسائل کیفیت توان در شبکه ای که مراکز تولید در یک نقطه متمرکز می شود و توان باید به مناطقی دور از این نقطه منتقل شوند فراوان است. بسیاری از خطوط انتقال و توزیع لزوماً در این طیف قرار می گیرند.

خطوط طولانی امپدانس بالایی دارند که سبب افت ولتاژ زیادی می شوند و در نتیجه یک تنظیم ولتاژ نامناسبی دارند. همچنین سایر کیفیت توان که به دلیل تغییرات بارهای دینامیکی و یا تداخل بین مشخصه های بار و شبکه ایجاد می شود بر شکل موج ولتاژ که به شبکه مصرف تغذیه می شود تأثیر می گذارد. اغتشاشات هارمونیک، نوسان ولتاژ، افت ولتاژ و نامتعادلی از مهم ترین مشکلات در زمینه کیفیت توان می باشد.

راه حل های زیادی برای هر یک از مشکلات فوق در طول سالهای اخیر بکار گرفته شده اند.

## برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

### ۵-۲- Unified Power Flow Controller

این کنترل کننده برای اولین بار در سال ۱۹۹۳ توسط Gyugui ابداع شد. یک وسیله است که توانایی دستیابی بیش از یک نوع جبران با استفاده از مبدل های **back-to-back** دارد. به دلیل هزینه بالای مبدل های قدرت بالا، آن برای جبران بیش از یک مسئله کیفیت توان با یک مبدل تکفاز دارد. این جبران کننده با قابلیت انعطاف بیشتر یعنی توانایی جبران برای بیش از یک مشکل کیفیت توان فقط با یک مبدل، که می تواند آن یک راه حل اقتصادی تر بسازد برای تثبیت ولتاژ در خطوط شعاعی، می توان از روش های ساختاری زیر استفاده کرد: ۱- تقویت سیستم قدرت با افزایش اندازه و تعداد واحدهای تولیدی ۲- نصب خطوط جدید.

اما روش های فوق اغلب غیراقتصادی اند.

اما روش های دیگری نظیر مدیریت توان راکتیو تغذیه شده به وسیله جبران کننده ها وجود دارند که می توانند ولتاژ را در محدوده مجاز تثبیت کنند. بانک های خازنی بصورت گسترده برای حل این مشکل کیفیت توان بکار رفته اند.

جائیکه کنترل توان، کند بصورت دینامیکی مورد نیاز باشد مثل نوسان ولتاژ، SVC های مشتمل بر خازن های ثابت و TCR ها یا دیگر

جبران کننده های سنکرون مورد استفاده قرار می گیرند. پاسخ دینامیکی پیشرفته با STATCOM امکان پذیر می باشد.

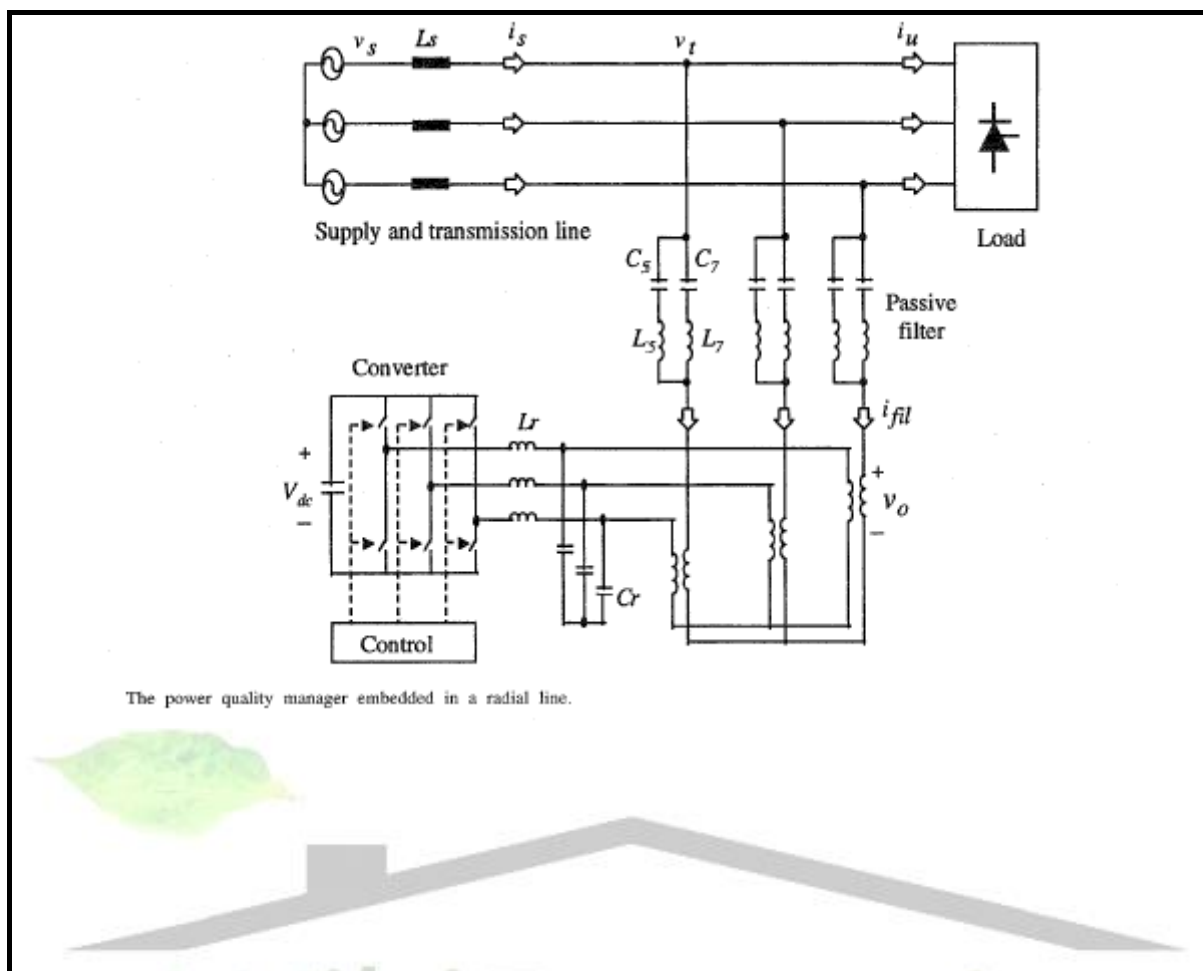
بیش از ۱۰۰ مبدل بر مبنای جبران کننده های هارمونیک موازی در ژاپن و یک MVAV، STANCOM، ۱۰۰ در آمریکا نصب شده اند. با این وجود برای اینکه راه حل های بر مبنای مبدل از نظر اقتصادی مقرون به صرفه می باشند، باید توجه مان را به بهره توان مبدل ها که مربوط به هزینه زیاد مبدل ولتاژ بالا می باشد، معطوف کنیم.

### ۵-۳- توپولوژی PQM

PQM همان ساختار ایزولاتور هارمونیک مبدل بصورت سری با فیلتر پسیو می باشد را دارد. فیلترهای پسیو در این مورد شامل فیلترهای

هارمونیک پنجم و هفتم می باشد. ساختار یک PQM را که در یک شعاعی نصب شده است را در شکل (۵-۱) می بینید.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آر م سایت و به همراه فونت های لازم



شکل (۵-۱-۱) ساختار یک PQM نصب شده در یک سیستم نمونه

#### ۵-۴- ایزوله هارمونیک PQM :

فیلترهای پسیو شامل یک بانک LC فیلتری یا فیلتر بلاگذر بصورت گسترده برای فرونشاندن هارمونیک استفاده می‌شوند این فیلترها دارای معایب زیر هستند.

امپدانس منبع یک مشخصه فیلتری قوی دارد که یک مسیر با امپدانس کم برای جریان هارمونیک ناخواسته ایجاد می‌کند. بنابراین یک رزونانس سری یا موازی بین امپدانس‌های خط و فیلتر پسیو منجر به یک منبع هارمونیک قوی می‌شود برای حل این مشکلات ترکیب شده از فیلترهای پسیو یا موازی، فیلترهای اکتیو موازی با مبدل PWM مورد مطالعه قرار گرفته‌اند و در سال‌های اخیر توسعه داده شده‌اند.

سیستم‌های ترکیبی از مبدل‌ها و فیلترهای پسیو برای کاهش هزینه‌های اولیه و کارایی اخیر مورد بررسی قرار گرفته‌اند هر وقت تنها فیلتر پسیو بکار برده شود، امپدانس فیلتر پسیو موازی ZF باید کم تر از امپدانس خط ZS باشد.

## برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

امپدانس فیلتر پسیو موازی ZF باید کمتر از امپدانس خط ZS باشد تا فرکانس های هارمونیک یک مسیر با امپدانس کم برای جریان های هارمونیک فراهم کند.

از این رو، امپدانس بیشتر منبع، مشخصه فیلتری بهتری دارد. امپدانس خط باید در فرکانس اصلی باید مقدار کمی داشته باشد تا افت ولتاژ قابل ملاحظه ای را ایجاد نکند این دو نیازمندی که با همدیگر در تناقض می باشند. که با افزودن یک امپدانس اکتیو (K) بصورت سری با امپدانس خط حاصل می شود که در فرکانس اصلی بصورت امپدانس صفر و در فرکانس های هارمونیک بصورت امپدانس بالا رفتار می کند.

K بعنوان یک میراکننده مقاومتی (damping resistance) عمل می کند که می تواند مقاومتی موازی بین فیلتر پسیو موازی و امپدانس خط را محدود کند.

این به وسیله یک ولتاژ هارمونیک Voh که متناسب با مؤلفه هارمونیک جریان خط می باشد یعنی  $Voh = Kish$  حاصل می شود.

مقدار K باید با انتخاب یک مقدار با سطح ایزوهارمونیک رضایت بخش که می تواند با توان مبدا مورد پذیرش قرار گیرد، بهینه شود.

اگر مقادیر بزرگ K انتخاب شوند، مؤلفه هارمونیک کمتری در جریان خط بوجود خواهد آمد.

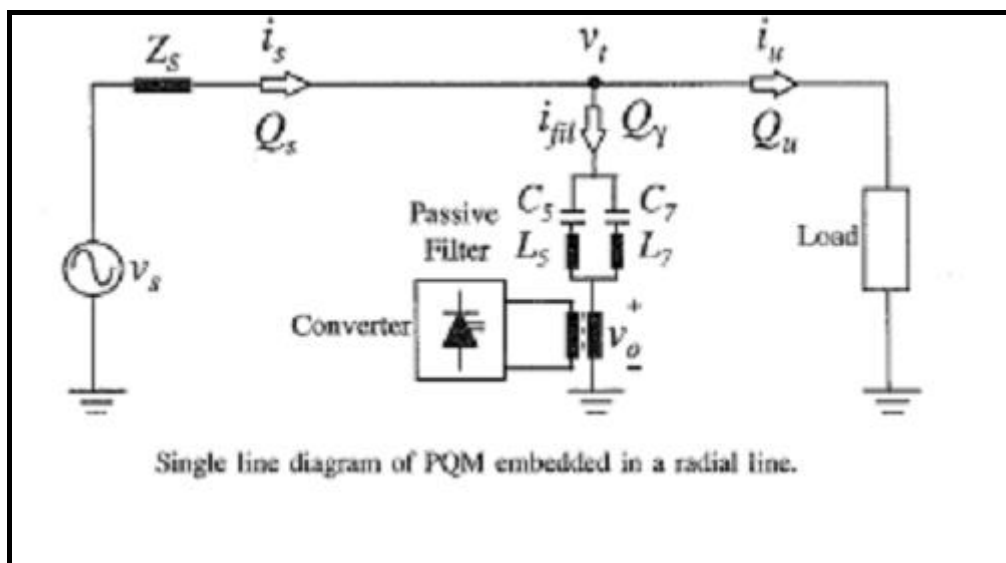
اما باید افزایش توان مبدا با در نظر گرفتن هزینه متناسب با آن، لحاظ شود.

ملاحظات طراحی فیلتر پسیو، مقدار جریانی که از مبدا عبور می کند را تعیین می کند. تعیین مؤلفه هارمونیک جریان خط Ish با استفاده تئوری توان راکتیو پیوسته (IRPT) بوسیله Akagi معرفی شد.

### ۵-۵- عملکرد PQM بعنوان جبران کننده فلیکر ولتاژ

زمانیکه مقدار توان راکتیو یک بار تغییر می کند آن موجب تغییر در ولتاژ نقطه مصرف می شود. این تغییرات در ولتاژ می تواند در کارایی تمامی وسایلی که به این نقطه متصل می شوند ایجاد اشکال کند یک روش بدیهی تثبیت ولتاژ، افزایش اندازه و تعداد واحدهای تولیدی است ولی این روش هزینه بر می باشد. اما مدیریت توان راکتیو توسط جبران کننده می تواند راهکار مناسبی برای بهبود تنظیم ولتاژ در سیستم باشد. در اثر عدم حضور جبران کننده، جریان بار موجب افت ولتاژ در طول امپدانس خط می شود بنابراین اختلاف ولتاژ بین منبع (Vs) و ولتاژ بار (Ut) به وجود می آید.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آر سایت و به همراه فونت های لازمه



شکل (۵-۱-۲) دیاگرام تک خطی از PQM

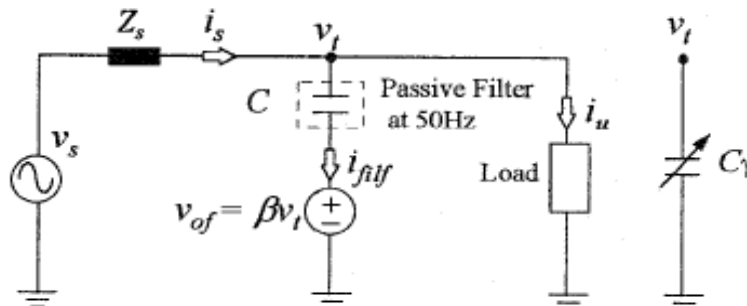
با افزودن یک جبران کننده بصورت موازی با بار، جبران کننده ولتاژ بار را در یک محدوده مناسب با حضور بار به وسیله تزریق توان راکتیو  $Q_Y$  حفظ کند. توان راکتیو خالص جبران کننده، تغییرات ولتاژ ایجا شده به واسطه تغییر توان راکتیو ( $Q_U$ ) کشیده شده توسط بار، محدود کند.

$$U_t = V_s(1 - Q_s / S_{sc}) \quad (۵)$$

(۱)

$$Q_s = Q_u + Q_r$$

$$i_{filf} = C \frac{d}{dt} (v_t - \beta v_t) = (1 - \beta) C \frac{dv_t}{dt} = C_f \frac{dv_t}{dt} \quad (1)$$



Equivalent per phase circuit at fundamental frequency



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

اگر توان راکتیو جبران کننده ( $Q_r$ ) طوری تغییر کند که مقدار ( $Q_s$ ) را ثابت نگه دارد در آن صورت ولتاژ ترمینال ثابت می شود به ویژه اگر مقدار ثابت  $Q_s=0$  باشد مقدار  $V_t$  تقریباً به مقدار  $V_s$  ثابت می شود و مثل شکل (۵-۱-۲) ضریب توان تقریبی یک حاصل می شود. اگر چه معادل یک تقریبی است.

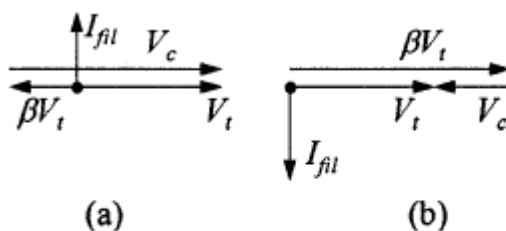
باید در یک مقدار غیر صفر نگه داشته شود تا افت ولتاژ توان راکتیو کشیده به وسیله امپدانس خط را  $Q_s$  با امپدانس منبع و جریان زیاد منبع، در یک مقدار ثابت و در یک محدوده مجاز تثبیت شود. در فرکانس اصلی، امپدانس فیلتر پسیو بصورت خازنی می باشد  $V_t$  جبران کند، تا ولتاژ تنظیم ولتاژ را با عملکرد بعنوان یک منبع کنترل پذیر توان راکتیو انجام می دهد. توان راکتیو تغذیه شده توسط PQM مطابق شکل فوق کنترل می شود. PQM بوسیله کنترل امپدانس معادل PQM

این بوسیله تغییر افت ولتاژ سطح فیلتر پسیو با تزریق یک ولتاژ با فرکانس اصلی  $U_{of}$  که بصورت هم فاز با  $U_t$  یعنی  $V_{of} - B V_t$  می باشد، انجام می گیرد. در این صورت جریان  $i_f$  بصورت رابطه (۵-۲) می باشد:

$$i_f = c \frac{d}{dt} (V_t - B U_t) = (1-B)c \frac{dU_t}{dt} = c \gamma \frac{dV_t}{dt} \quad (5-2)$$

یعنی خازن معادل PQM در فرکانس اصلی  $C \gamma = (1-B)C$  می باشد و نشان می دهد که ولتاژ می تواند با تنظیم  $B$ ، تنظیم شود و همچنین مقدار خازن سری شده به سیستم می تواند بصورت پیوسته به واسطه کارکرد PQM تغییر کند.

PQM نیز توان راکتیو القایی با ولتاژ  $V_0$  که هم فاز با ولتاژ خط می باشد و با دامنه بزرگتر از ولتاژ خط یعنی  $B > 1$  تزریق می کند نمودار شکل (۵-۱-۳) این اصول را نشان می دهد. در مورد  $B > 1$  افت ولتاژ سطح فیلتر پسیو،  $V_c = V_t - B V_t$ ، ۱۸۰ درجه با ولتاژ خط  $V_t$  اختلاف فاز دارد از این رو جریان اصلی گذرنده از فیلتر پسیو  $i_f$ ، ۹۰ درجه نسبت به  $V_c$  پیش فاز می شود.



The PQM supplies (a) capacitive Vars and (b) inductive Vars

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

شکل (۳-۱-۵) عملکرد PQM (الف) در حالت خازنی (ب) در حالت القایی

این سبب می شود که PQM بصورت مدار معادل القایی زیر ظاهر شود:

$$L_e = \frac{1}{\omega^2 c(B-1)} \quad (3-5)$$

با B صفر، هیچ توان راکتیوی به وسیله مبدل، به خط تزریق نمی شود، خازن های فیلتر پسو بعنوان خازن های ثابت به سیستم توان راکتیو تزریق می کند.

توان مورد نیاز مبدل از رابطه زیر به دست می آید

$$Q_{\gamma of} = U_{of} \times I_{filf} = B \times V_{if} \times I_{filf} = B \times Q_{if} \quad (4-5)$$

بنابراین توان نامی مبدل در PQM برای تنظیم ولتاژ کمتر از یک SVC معادل است.

۱-۶-۵- فلیکر ولتاژ

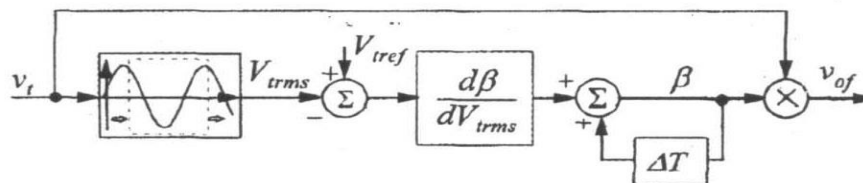
نوسان های سریع در توان راکتیو تزریق شده به بارهای بزرگ گاهی اوقات آنچنان بزرگ است که سبب نوسانات ولتاژ در شبکه برق می شود، در نتیجه فلیکر ظاهر می شود.

فلیکر ولتاژ زمانی بروز می کند که یک بار سنگین تغییرات سریع داشته باشد و به یک خط طولی که امپدانس بالایی داشته باشد متصل شود مثل

پمپ ها، کوره های القایی، دستگاه فرز، ماشین تراش، ... اگر بارهای اهمی در نزدیکی چنین بارهای متصل شوند یک نوسان ولتاژ (فلیکرولتاژ) را

مشاهده خواهند کرد. یک بلوک دیاگرام از PQM برای جبران نوسان ولتاژ در شکل (۴-۱-۵) آمده است

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



شکل (۴-۱-۵) بلوک دیاگرام PQM برای جبران فلیکر ولتاژ

مقدار  $B$  در هر پریود اصلی  $\Delta t$  هر زمان که ولتاژ خط به صفر می‌رسد، تغییر می‌یابد. مقدار  $B$  مورد نیاز برای رساندن مقدار مؤثر ولتاژ خط به سطح ولتاژ مبنا در پریود اصلی بعدی بر مبنای اختلاف بین ولتاژ مؤثر اندازه‌گیری شده  $V_{trms}$  و ولتاژ مبنا  $V_{ref}$  محاسبه می‌شود و این اختلاف با نسبت  $\frac{dB}{dV_{trms}}$  ضرب می‌شود و با مقدار  $B$  در پریود قبلی جمع می‌شود.

$$B[n+1] = B[n] + (V_{ref} - V_{trms}) \left[ n \right] \left[ \frac{dB}{dV_{trms}} \right] \quad (۵-۵)$$

پارامتر  $\frac{dB}{dV_{trms}}$  معکوس حساسیت بین پارامتر کنترل  $B$  و ولتاژ خروجی  $V_{trms}$  است.

۵-۷- بررسی اثر PQM بر یک سیستم نمونه

برای بررسی اثر PQM بر روی یک نمونه، از یک خط شعاعی توزیع  $P88^{KV}$  استفاده شده است شکل (۵-۱-۵). بار شامل موتور القایی در

بی‌باری موازی با منبع قدرت یکسوکندره برای موتور DC می‌باشد. فیلتر پسیو شامل فیلترهای هارمونیک پنجم و هفتم می‌باشد. پارامترهای

مدار در جدول یک داده شده است. در مبدل از کلیدهای قدرت IGBT استفاده شده است و توان نامی  $10^{KVA}$  دارد مقدار پارامترهای

سیستم در جدول (۱-۱-۵) داده شده‌اند.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

TABLE 1  
EXPERIMENTAL CIRCUIT PARAMETERS

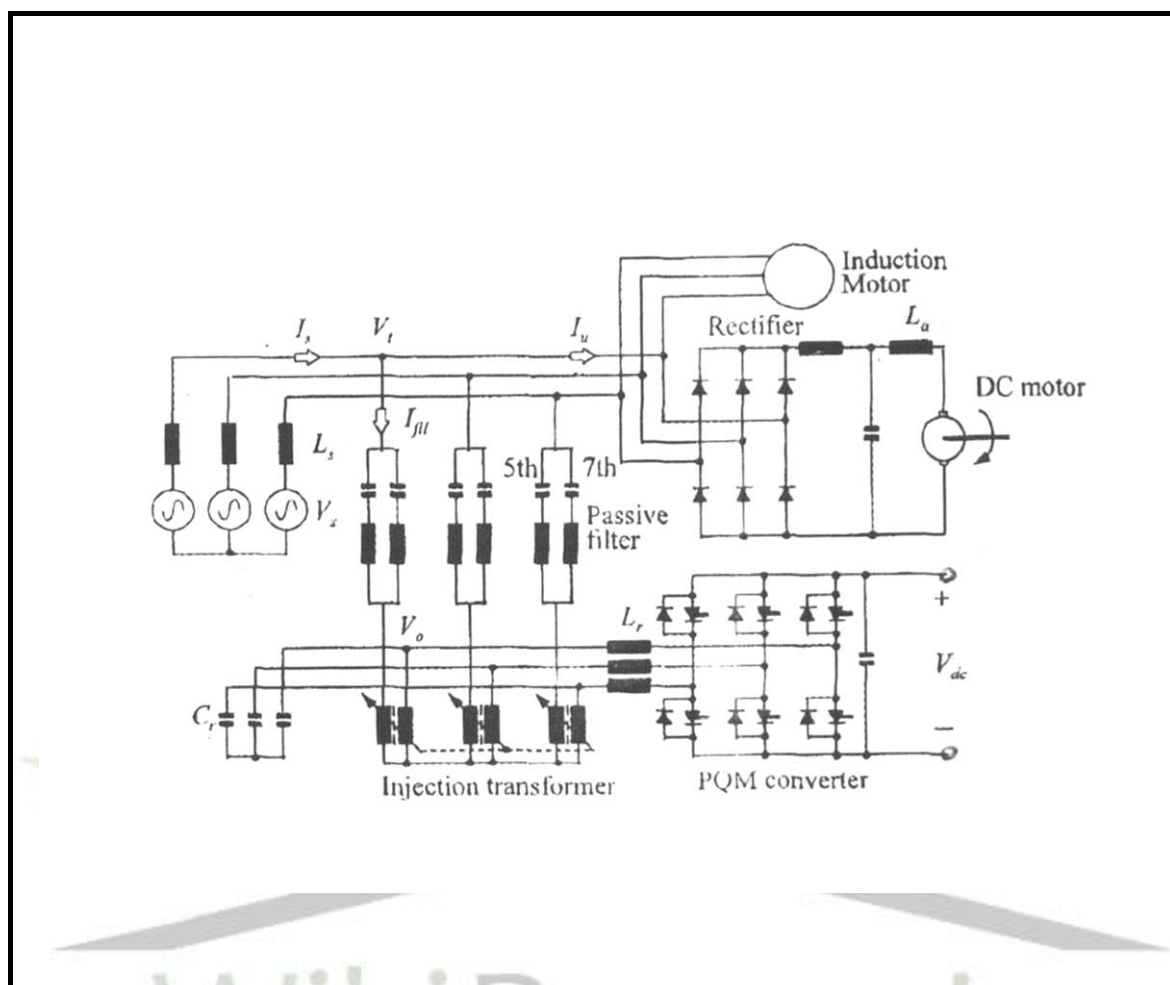
Supply voltage	$V_s$	66.7V
Load current	$I_u$	2.8A
Line inductance	$L_e$	3.4mH
DC bus voltage of converter	$V_{dc}$	150V
Switching ripple capacitor	$C_r$	13.2 $\mu$ F
Switching ripple inductor	$L_r$	1.8mH
5th Harmonic tuned filter capacitor	$C_5$	27 $\mu$ F
5th Harmonic tuned filter inductor	$L_5$	15mH
7th Harmonic tuned filter capacitor	$C_7$	16 $\mu$ F
7th Harmonic tuned filter inductor	$L_7$	12.9mH

جدول (۱-۵)

*Experimental Results of Harmonic Isolation*



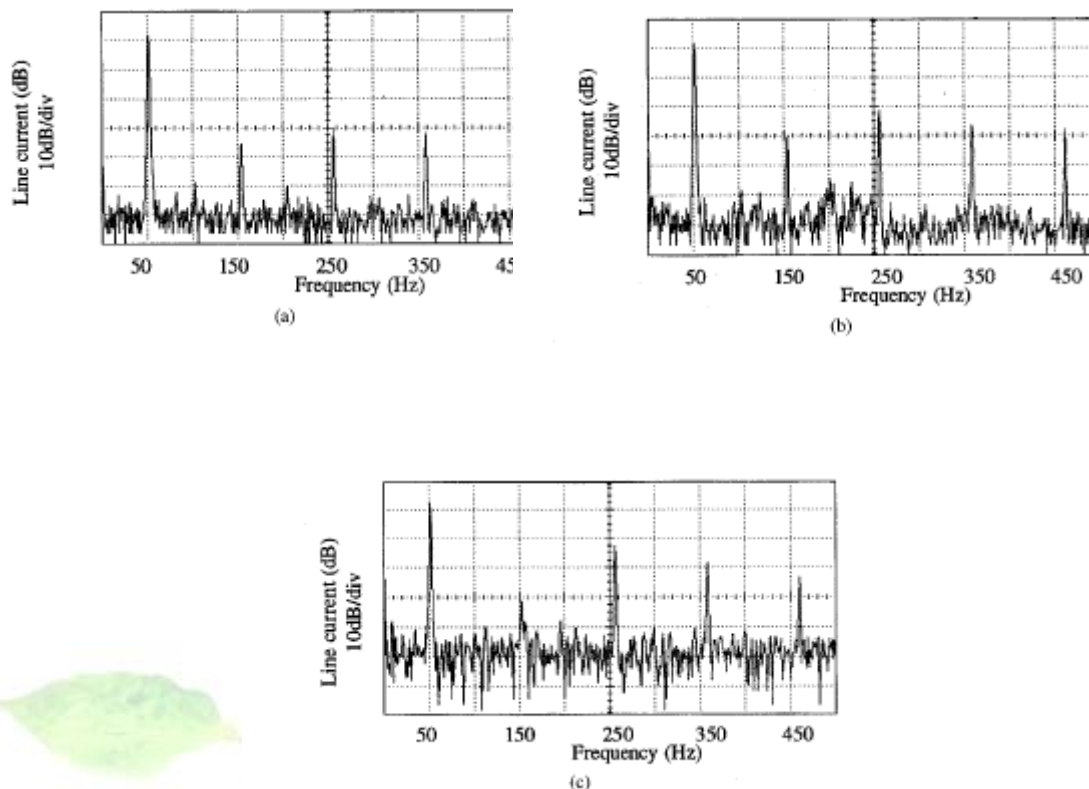
برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم



WikiPower.ir

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آر م سایت و به همراه فونت های لازمه

شکل (۵-۱-۵) دیاگرام تک خطی یک شبکه توزیع شامل بارهای غیر خطی و یک PQM



شکل (۶-۱-۵) شکل موج های جریان خط (الف) بدون هیچ جبران کننده (ب) استفاده از فیلتر پسیو (ج) استفاده از مبدل PQM

شکل (۶-۱-۵) الف) جریان خط را بدون هیچگونه جبران کننده را نشان می دهد. در شکل (۶-۱-۵) ب) فقط از فیلتر پسیو استفاده شده است.

در شکل (۶-۱-۵) ج) از مبدل PQM بعنوان جبرانگر استفاده شده است.

بخش دوم

۲-۵- معرفی جبران کننده جدید تطبیقی جهت بهبود کیفیت توان در سیستم های توزیع انرژی الکتریکی

## برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

چکیده:

نوسان ولتاژ یکی از عمده ترین مسائل مطرح در زمینه کیفیت توان می باشد که عمدتاً بر اثر قطع و وصل تجهیزات الکتریکی یا کارکرد بعضی از بارهای خاص نظیر کوره های قوس الکتریکی ایجاد می شود تاثیر این اغتشاش بر لامپهای روشنایی باعث بروز پدیده ای موسوم به فلیکر می شود. این بحث به معرفی یک جبرانگر جدید فلیکر ولتاژ می پردازد.

### ۱-۶-۱ - ۱-۲-۵ - مقدمه

موتورهای بزرگ، کوره های القایی و ... از وسایلی هستند که می توانند بر کیفیت توان اثر بگذارند. با کارکرد این بارها، توان راکتیو به سرعت تغییر می کند لذا به جبران کننده هایی که پاسخ سریع و مناسب به تغییرات توان راکتیو در شبکه داشته باشند، مورد نیاز است.

روش های متعددی برای جبران توان راکتیو نظیر جبران کننده توان راکتیو استاتیک Static Var Compensator [1]،

جبران کننده راکتیو استاتیک سنکرون سیستم توزیع D - STATCOM [2] و یا وسایل هیبرید مثل مدیریت کیفیت توان

Power Quality Management [۴۳-۴۲-۴۱] بکار گرفته شده اند.

جبران کننده هایی نظیر خازن های سوئیچ شونده بصورت مکانیکی، کند هستند. زیرا بصورت مکانیکی بانک های خازنی را سوئیچ می کنند. در نتیجه، این وسایل زمان پاسخ کندی دارند لذا برای جبران بارهایی که دارای تغییرات سریع در مقدار توان راکتیو هستند، مناسب نمی باشند. همچنین کلیدزنی مکانیکی خازن ها یک حالت گذرای شدید در سیستم ایجاد می کند که بر بارهای حساس میکروپروسسوری اثر می گذارد. از طرفی تحت شرایط خاصی کلیدزنی خازن ثابت می تواند با سلف موتور و شبکه، ایجاد رزونانس کند.

یکی از جبران سازهای صنعتی که اخیراً طراحی و نصب شده است جبران کننده توان راکتیو تطبیقی (AVC) Compensator

Adaptive Var می باشد. AVC یک راهی برای کلیدزنی خازن ها پیشنهاد کرده است که پاسخ سریعی به دیمانند راکتیو فراهم

می کند و می تواند پاسخ مناسبی برای کیفیت توان نظیر تنظیم ولتاژ، ممانعت از افت ولتاژ، آزاد کردن ظرفیت سیستم، کاهش تلفات خطوط و افزایش راندمان سیستم داشته باشد

[۳۸ - ... - ۳۴].

در این بخش به ساختار و طرز عملکرد AVC پرداخته شده و در نهایت اثر AVC بر دو سیستم نمونه نشان داده شده است.

### ۱-۶-۲ - ۱-۲-۵ - جبران کننده توان تطبیقی (AVC):

AVC یک بانک خازنی موازی سوئیچ شونده بصورت الکترونیکی برای سیستم های توزیع می باشد و بصورت کموتاسیون اجباری کلیدزنی می شود.

سرعت کلیدزنی استاتیک به AVC امکان می دهد تا بتواند توان راکتیو را بصورت سیکل به سیکل و بدون ایجاد هیچگونه حالت گذرای مضر و

## برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

هارمونیک جبران کند. در واقع **AVC** بصورت دینامیکی و همزمان نوسان توان راکتیو بارهای با عملکرد سریع و ناگهانی و تغییرات متناوب را که به سرعت ضریب توان شبکه را تغییر می دهند، با وارد کردن مقدار صحیح خازن ها، جبران می کند.

**AVC** ها در محدوده ولتاژهای ( $15\text{KV} - 5\text{KV}$ ) و محدوده خازن های از  $50\text{KVAR}$  تا چند مگاوار (**MVAR**) برای سطوح مختلف شبکه های توزیع بکار می روند. اولین تحقیقات درباره **AVC** در سال ۱۹۸۰ در دانشگاه واشنگتن شروع شد.

دو کلاس ۶۰۰ ولت با قدرت های  $50\text{KVAR}$  و  $300\text{KVAR}$  در کالیفرنیا شمالی به ترتیب در سال های ۱۹۸۲ و ۱۹۸۶ نصب شدند. آنها نیاز توان راکتیو را بصورت قابل ملاحظه ای کاهش دادند و بیش از ده هزار ساعت کار مفید انجام دادند.

در طی سال های ۱۹۸۷ و ۱۹۹۱ سه واحد دیگر نیز نصب شدند یک واحد  $300\text{KVAR}$  در بیمارستان دانشگاه واشنگتن نصب شد، زیرا تعداد زیاد موتورها در چهار آسانسور، یک فلیکر ولتاژ بر بارهای حساس بیمارستان ایجاد می کرد.

در سال ۱۹۸۸-۱۹۹۰ دانشگاه واشنگتن یک **AVC**، ۱۵ کیلوولتی، یک مگاواری سبک ساخت. در سال ۱۹۹۳-۱۹۹۰ یک واحد یک مگاواری ساخته شد [۳۸].

### ۱-۶-۳ - ۵-۲-۳ - کارکرد **AVC** بر روی بارهای متغیر:

بارهای القایی صنعتی و تجاری نظیر آسانسورها، پمپ ها، نقاله ها و ... که چرخه های کاری با تغییرات ناگهانی و سریع دارند نه تنها نوسان های متناوب ولتاژ (فلیکر) در دامنه بالا و زمان کوتاه را ایجاد می کنند، بلکه ضریب توان را به سمت مقدار جریمه می کشانند و همچنین کیفیت توان سیستم را ضعیف می کنند و مشترکینی که به فیدر این بارها متصل می شوند یک اغتشاش در سطح ولتاژ (فلیکر ولتاژ) احساس می کنند [۳۹].

کاربرد **AVC** در بارهایی که نیاز به جبران سریع دارند، نظیر آسیاب های سنگین، دستگاه سنگ خردکنی، آسانسورها، پمپ ها، کوره های قوس و ... به مشترکین صنعتی امکان می دهد که ضریب توان را بهبود ببخشند و راندمان ماشین ها را بالا ببرند.

بکارگیری **AVC** روی سیستم می تواند تنظیم ولتاژ را بهتر کند و باعث می شود که از حداکثر ظرفیت نصب شده استفاده شود و تلفات انتقال و سیستم را کاهش می دهد. اتصال **AVC** بصورت ستاره و نقطه خنثی زمین شده است. اتصالات دیگر نظیر مثلث در حال بررسی می باشند.

**AVC** یک وسیله سبک و قابل حمل و نقل و با قابلیت نصب روی دکل می باشد.



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آر م سایت و به همراه فونت های لازمه

AVC در یکی از چهار مود زیر کار می کند:

۱- مود دستی (Remote Manual Mode): به کاربر امکان می دهد تا هر مقدار دلخواه خازن را برای هر فاز سوئیچ کند.

۲- مود کنترل وار تطبیقی (Adaptive Var Controller): برای تثبیت ضریب توان در مقدار مطلوب

در نقطه نصب، حتی با وجود بارهایی که دارای تغییرات سریع در توان راکتیو می باشند، بکار می رود.

۳- مود کنترل فلیکر تطبیقی (Adaptive Flicker Control): برای کاهش فلیکر ولتاژ در نقطه نصب

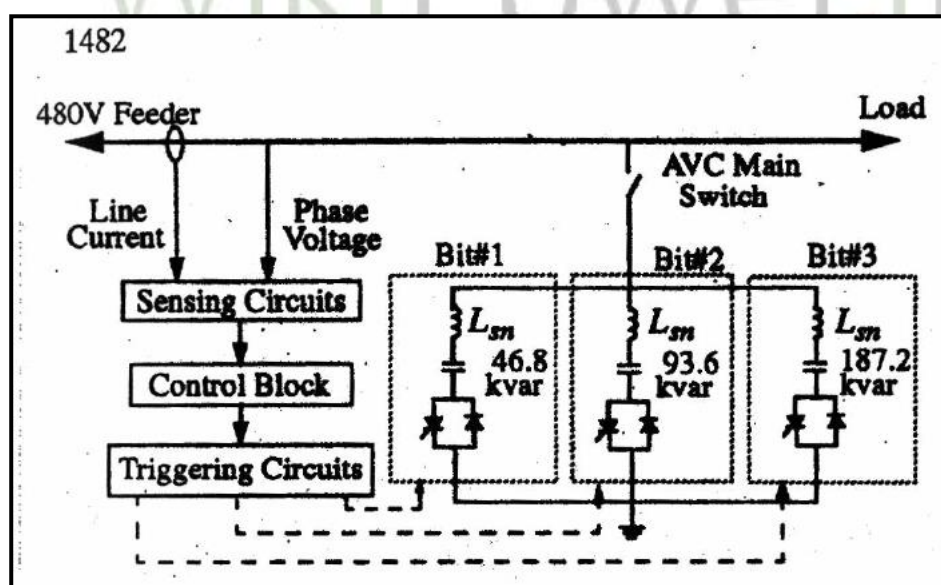
بکار می رود.

۴- مود کنترل تطبیقی ولتاژ (Adaptive Voltage Control): برای تنظیم ولتاژ در نقطه نصب در

مقدار از قبل تنظیم شده، بکار می رود [۳۴].

۴-۲-۵- تشریح ساختمان و عملکرد AVC:

شکل (۱-۲-۵) نمودار بلوکی یک ۱۵KV AVC را نشان می دهد.



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

۱,۶,۳,۱,۱,۱,۱

۱,۶,۳,۱,۱,۱,۱,۲

۱,۶,۳,۱,۱,۱,۱,۳

۱,۶,۳,۱,۱,۱,۱,۴

۱,۶,۳,۱,۱,۱,۱,۵

۱,۶,۳,۱,۱,۱,۱,۶

۱,۶,۳,۱,۱,۱,۱,۷

۱,۶,۳,۱,۱,۱,۱,۸



شکل (۵-۲-۱) نمودار تک فاز AVC

شکل (۵-۲-۱) یک نمودار بلوکی ساده شده و تک فاز AVC می باشد. هر سه فاز دارای ساختار و طراحی مشابه هستند. هر فاز شامل سه پایه می باشد که بعنوان بیت های ۱ و ۲ و ۳ شناخته می شوند.

هر بیت شامل خازن جبران VAR، کلیدهای حالت جامد (زوج دیوید - SCR) و مدار آتش است. اندازه خازن ها در محدوده باینری 1:2:4 است و با مقادیر ۵۰ KVAR، ۱۰۰ KVAR و ۲۰۰ KVAR از طریق ترکیبات مختلف کلیدزنی خازن ها، امکان هفت سطح جبران را برای هر فاز فراهم می کند [۳۵].

جبران توات راکتیو هر فاز شبکه قدرت بوسیله AVC، با استفاده از چندین مرحله بصورت باینری تقسیم می شود به  $Q_1 * (2^0, 2^1, 2^2, 2^3)$  برای یک AVC چهار پله  $Q_1$  توان راکتیو تولیدی به وسیله اولین پله خازن بنابراین مرحله ها و مقادیر متنوعی از  $Q_1$  بر مبنای احتیاجات طراحی می شود مجموع توان راکتیو AVC بصورت  $3(Q_1((2^0, 2^1, 2^2, 2^3)$  می باشد با هر پله خازن یک مقاومت تخلیه قرار داده می شود تا انرژی ذخیره شده در خازن را یک دقیقه پس از قطع به سطح ولتاژ ۵۰ ولت برساند.

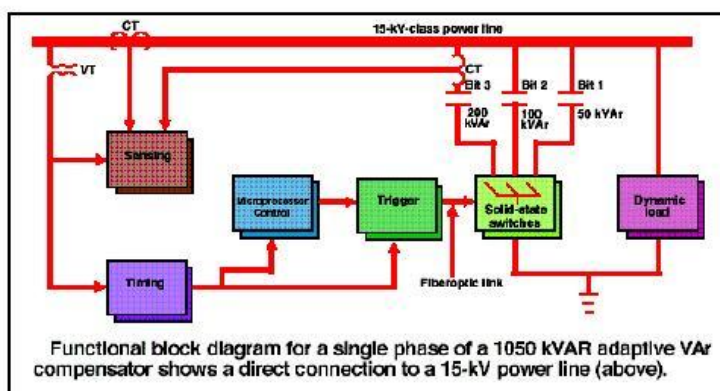
دیود بایاس معکوس به خازن ها در هر پله امکان می دهد تا به مقدار پیک ولتاژ شبکه تغذیه شود و یک مسیری را برای نیم سیکل منفی جریان خازن ایجاد می کند.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

برای تشریح عملکرد AVC می توان از شکل (۵-۲-۲) استفاده کرد.

۱,۶,۳,۱,۱,۱,۹

۱,۶,۳,۱,۱,۱,۱۰



۱,۶,۳,۱,۱,۱,۱۱

۱,۶,۳,۱,۱,۱,۱۲

۱,۶,۳,۱,۱,۱,۱۳

۱,۶,۳,۱,۱,۱,۱۴

۱,۶,۳,۱,۱,۱,۱۵

۱,۶,۳,۱,۱,۱,۱۶

شکل (۵-۲-۲) نمودار بلوکی از AVC در ولتاژ ۱۵KV

AVC توسط PT و CT ولتاژ فاز و جریان خط را اندازه می گیرد. قابل توجه است که برای کاهش زمان پاسخ AVC جریان راکتیو مستقیماً اندازه گیری می شود ولی محاسبه نمی گردد. اندازه گیری جریان خط، در زمان صفر ولتاژ فاز صورت می گیرد که این مقدار معادل پیک جریان راکتیو می باشد (مؤلفه حقیقی جریان در این لحظه صفر است).

قلب سیستم، یک میکروپروسسور یا PC می باشد که جریان راکتیو خط را دریافت می کند و ترکیب بهینه خازن را برای جبران کامل مقادیر توان راکتیو اندازه گیری شده، انتخاب می کند. این عمل برای هر فاز بصورت جداگانه انجام می شود.

مدار آتش برای وارد یا خارج کردن مقادیر لازم خازن از طریق ارتباط نوری به کلیدهای SCR فرمان می دهد. با استفاده از مدارات فیدبک لازم، اطمینان از کلیدزنی صحیح و مناسب خازن فراهم می شود. بطور مثال اگر فرمان کلیدزنی برای تعداد مشخصی خازن ارسال شود انتظار می رود که

## برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

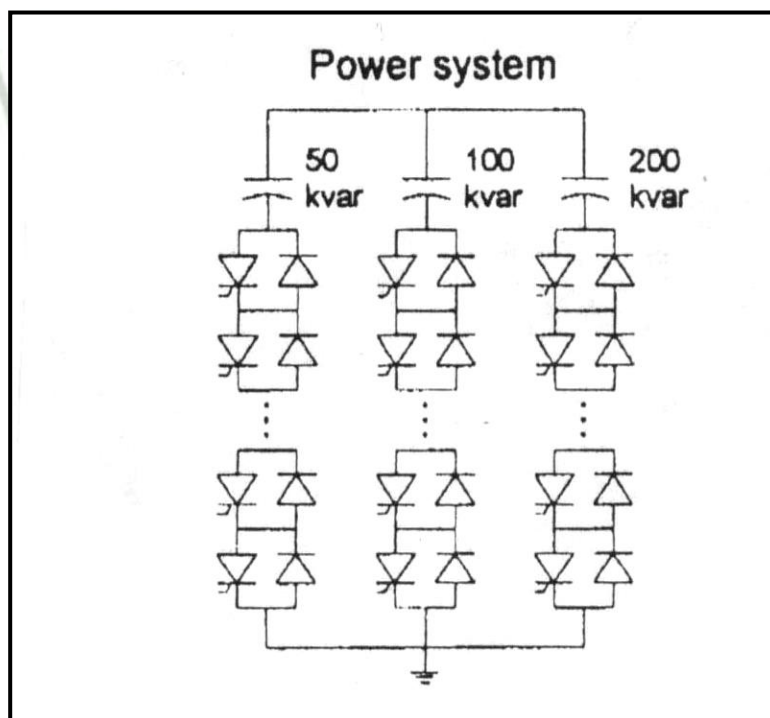
جریان مشخصی از خازن‌ها عبود کند، اگر این مقدار اندازه‌گیری شده یا مقدار مورد انتظار متفاوت باشد، AVC می‌فهمد که خازن‌ها نباید سوئیچ شوند، لذا به جبران با بهترین ترکیب بعدی با عملکرد خازن‌ها مبادرت می‌کند.

### ۱-۶-۴ - ۵-۲-۵ - مدار کلیدزنی:

SCRهای با ولتاژ بالا ( $15\text{KV}$  یا  $5\text{KV}$ ) و جریان کم ( $150\text{A}$ - $20$ ) و هزینه قابل قبول، به ندرت یافت می‌شوند؛ به عبارت دیگر SCRهای با ولتاژ بالا، جریان زیاد و یا ولتاژ متوسط و جریان کم در دسترس می‌باشند. برای دسترسی به ولتاژ بالا و جریان کم، از ترکیب SCRها استفاده می‌شود. در  $5\text{KV AVC}$  از هشت زوج دیود SCR و در  $10\text{KV AVC}$  از یازده زوج دیود SCR - بصورت سری استفاده می‌شود.

شکل (۳-۲-۵) یک مدار ساده کلیدزنی را نشان می‌دهد. آتش کردن SCRها با یک ترانسفورماتور پالس ویژه که دارای ورودی منفرد و ثانویه ۱۱ خروجی می‌باشد انجام می‌پذیرد.

برای کاهش ابعاد ترانسفورماتور پالس، بجای یک پالس پیوسته از قطار پالس  $10\text{KHZ}$  استفاده می‌شود.

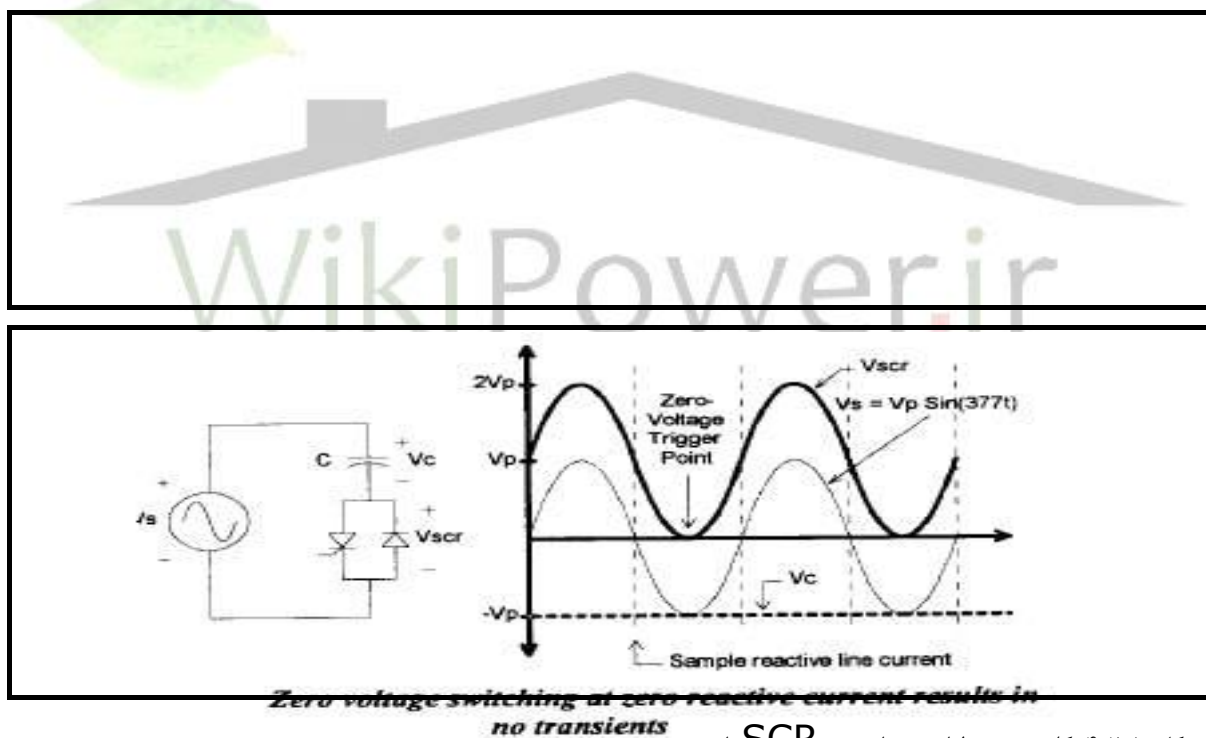


برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

شکل (۳-۲-۵) یک مدار ساده کلیدزنی خازن‌ها و کلیدها از AVC

شکل (۴-۲-۵) طریق کلیدزنی AVC در ولتاژ صفر را نشان می‌دهد.

در مدار کلیدزنی، ترکیبی از دیود و SCR بصورت back to back بکار گرفته شده است.



شکل (۴-۲-۵) کلیدزنی در ولتاژ و جریان صفر SCR ها

## برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

قبل از اینکه SCR ها روشن شوند خازن ها از طریق دیود چرخش آزاد، به مقدار پیک منفی ولتاژ شبکه ( $-V_{max}$ ) شارژ می شوند، حال مقدار ولتاژ SCR ها دارای دو مولفه است مولفه  $ac$  که مساوی ولتاژ خط می باشد و مولفه  $dc$  که با پیک مثبت ولتاژ برابر است (مطابق شکل ۴-۲-۵).

برای محدود کردن حالتهای گذرا کلیدزنی، SCR ها باید در زمانیکه ولتاژ آنها به صفر می رسد، وصل شوند. در این نقاط جریان خازن نیز صفر می شود (چون جریان ۹۰ درجه نسبت به ولتاژ پیش فاز است).

بنا بر آنچه گفته شد در این مدل کلیدزنی (در ولتاژ و جریان صفر SCR ها) هیچ حالت گذرای کلیدزنی ایجاد نمی شود فقط باید توجه داشت که SCR ها با حداقل استقامت الکتریکی دوبرابر پیک ولتاژ شبکه انتخاب شوند [۳۸-۳۷-۳۶].

### ۵-۲-۵- مدار آتش:

مدار آتش شامل دو بخش است؛ مدار کنترل و مدار کلیدزنی. این دو بخش توسط لینک نوری بصورت مناسبی از هم مجزا می شوند. مدار کنترل که در ولتاژ پایین کار می کند در شکل (۵-۲-۵) نشان داده شده است.



شکل (۵-۲-۵) مدار آتش ولتاژ پایین

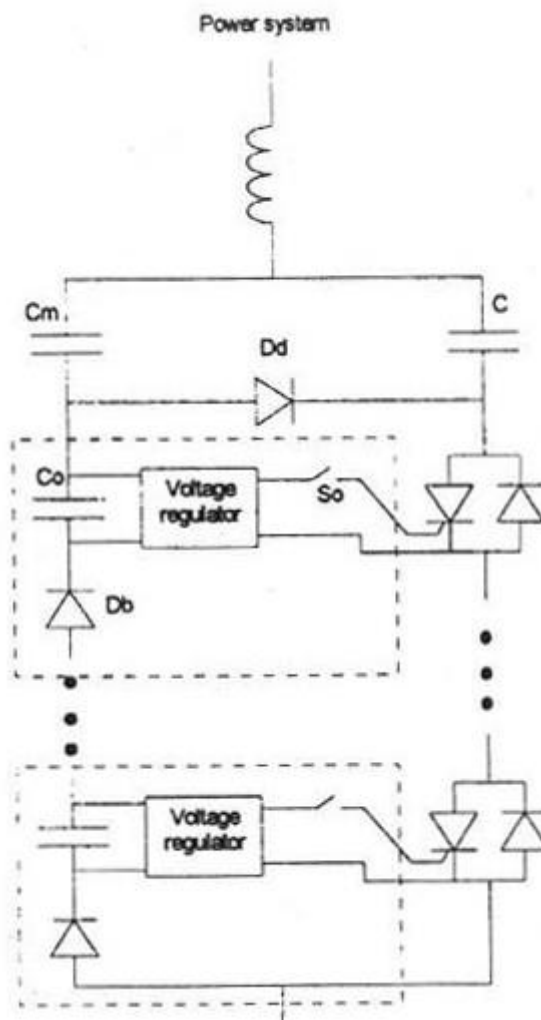
در واقع مدار آتش، الگوی کلیدزنی خازن ها را از PC دریافت می کند و فرمان آتش داده می شود. مطابق شکل، خروجی با پالس مدار زمان سنجی، AND می شود تا پالس های آتش مناسب به وجود آمده از طریق انتقال دهنده لینک نوری به قسمت کلیدزنی مدار آتش شکل (۵-۲-۶) ارسال می گردد. سپس پالس های فرمان ارسال شده از لینک نوری با یک پالس ژنراتور ۱۰ KHZ، AND می شود.

هدف از بکارگیری سیگنال آتش نوری این است که مدار کنترل از مدار کلیدزنی مجزا می گردد.

سیگنال آتش به وسیله مدار کنترل تولید می شود دلیل استفاده از مدار آتش نوری همانا ایزوله کردن مدار کنترل ولتاژ پایین از گذراهای کلیدزنی قدرت بالای مدار کلیدزنی است. در ابتدا خازن های  $C_m$  و  $C_0$  از طریق دیود  $b$  شارژ می شوند امپدانس  $C_m$  بسیار بزرگتر از  $C_0$  می باشد لذا بیشتر ولتاژ سیستم روی  $C_m$  می افتد توسط تنظیم کننده ولتاژ، ولتاژ  $C_0$  در حدود ۱۲ ولت تنظیم می شود اگر کلید نوری  $S_0$  بسته شود انرژی ذخیره شده در خازن  $C_0$  به کیت  $C_s R$  مربوطه میرا می شود.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آر م سایت و به همراه فونت های لازمه

پس از اینکه خازن  $C_0$  برای آتش کردن SCR شارژ شده دیود  $d$  مسیری را برای شارژ خازن  $C_m$  از طریق SRRها فراهم کند. این  $C_m$  را برای شارژ شدن در طی سیکل بعدی فراهم می کند.



شکل (۶-۲-۵) مدار آتش مدار کلیدزنی در ولتاژ بالا

#### ۶-۲-۵- مدار ضربه گیر

مدار ضربه گیر در واقع SCRها را در برابر مقادیر زیاد  $\frac{di}{dt}$  و  $\frac{dv}{dt}$  حفاظت می کند. همچنین ضربه گیرها برای تقسیم تعادل ولتاژ در ترکیبات

دیود-SCR و میرائی مناسب نوسان جریان در زمان آتش اشتباه SCRها، بکار می روند. آتش کردن اشتباه به این معنی است که کلیدزنی در زمانهایی که ولتاژ صفر نمی باشد، اتفاق بیافتد. شکل (۷-۲-۵) یک مدار ضربه گیر نمونه را نشان می دهد.

در شکل (۷-۲-۵)، اندوکتانس  $L$ ، دیود  $D_s$  و خازن  $C_s$  و مقاومت های  $R_B, R_{S2}, R_{S1}$  کار مدار ضربه گیر را انجام می دهد.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

CS برای جذب انرژی که در زمان کلیدزنی اشتباه رخ می دهد، بکار می رود RS1 برای damping در جهت مستقیم بکار می رود  
 RS2, RS1 دشارژ خازن CS را به SCR محدود می کند پس دیود D2 بای پس RS2 در بایاس مستقیم بکار می رود بنابراین  
 امپدانس مدار ضربه گیر در بایاس معکوس بالا می باشد. جریان CS را در زمان آتش کردن SCR ها محدود می کند Rb ولتاژ dc را بصورت  
 متعادل در زمانیکه SCR ها قطع می باشند، تقسیم می کند.

زمان آتش کردن SCR ها محدود می کند Rb ولتاژ dc را بصورت متعادل در زمانیکه SCR ها قطع می باشند، تقسیم می کند.

مدار ضربه گیر برای محدود کردن ماکسیمم  $\frac{dv}{dt}$  به  $\frac{r}{MS}$  در بایاس مستقیم و  $\frac{V}{\mu s}$  در بایاس معکوس و ماکسیمم  $\frac{di}{dt}$  به  $\frac{A}{\mu s}$  بکار

می رود. مقادیر عناصر snubber عبارتند از:

$$L = 300 \mu H$$

$$DS = 1/6^{KV} VA$$

$$CS =$$

$$1 \mu F$$

$$RS2 = 100 \Omega, 3^W$$

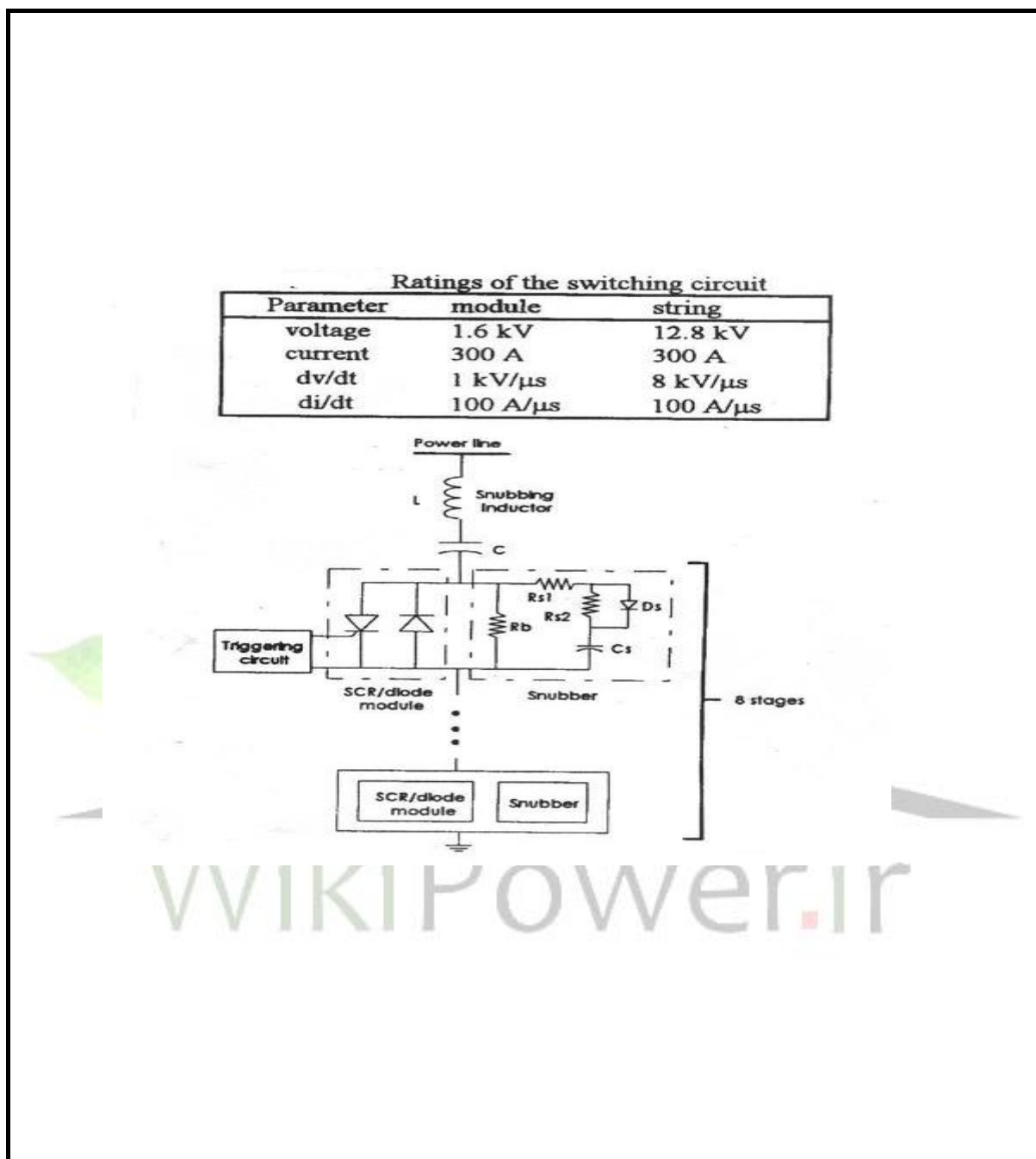
$$RS1 = 10$$

$$\Omega, 3^W$$





برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



شکل (۷-۲-۵) مدار ضربه گیر

۷-۲-۵- نتایج عملی استفاده از AVC:

الف- استفاده از AVC برای جبران فلیکر تولید شده ناشی از دستگاههای

جوشکاری

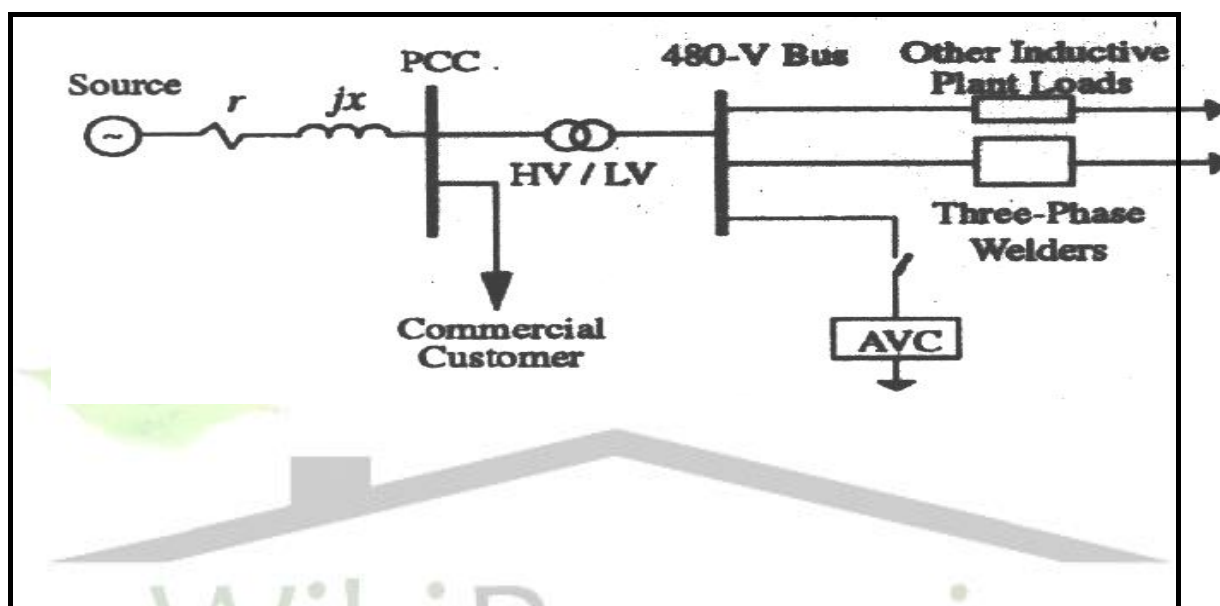
برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

شکل (۸-۲-۵) نمودار تک خطی ساده از سیستم مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

بار شامل سه دستگاه جوشکاری است که بصورت خط به خط به باس  $480\text{V}$  وصل شده‌اند.  $480\text{V}$  ولتی که در اینجا مطالعه می‌شود. شامل سه خازن

سوئیچ شونده  $187.2\text{KVAR}$ ,  $93.6\text{KVAR}$ ,  $96.8\text{KVAR}$ ,  $4608\text{KVAR}$  است و شکل

(۹-۲-۵) دیاگرام کلی سیستم را نشان می‌دهد.



شکل (۸-۲-۵) دیاگرام تک خطی از سیستم مورد مطالعه



شکل (۹-۲-۵) نمودار ساده شده تک خطی از یک سیستم قدرت

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

لازم به ذکر است که تعداد پله های خازنی برای جبران از رابطه زیر بدست می آید. [۸]

$$Nc(n+1) = \frac{V_{rms}}{\sqrt{2}Q_{st}} I_q(n)$$

که در آن:

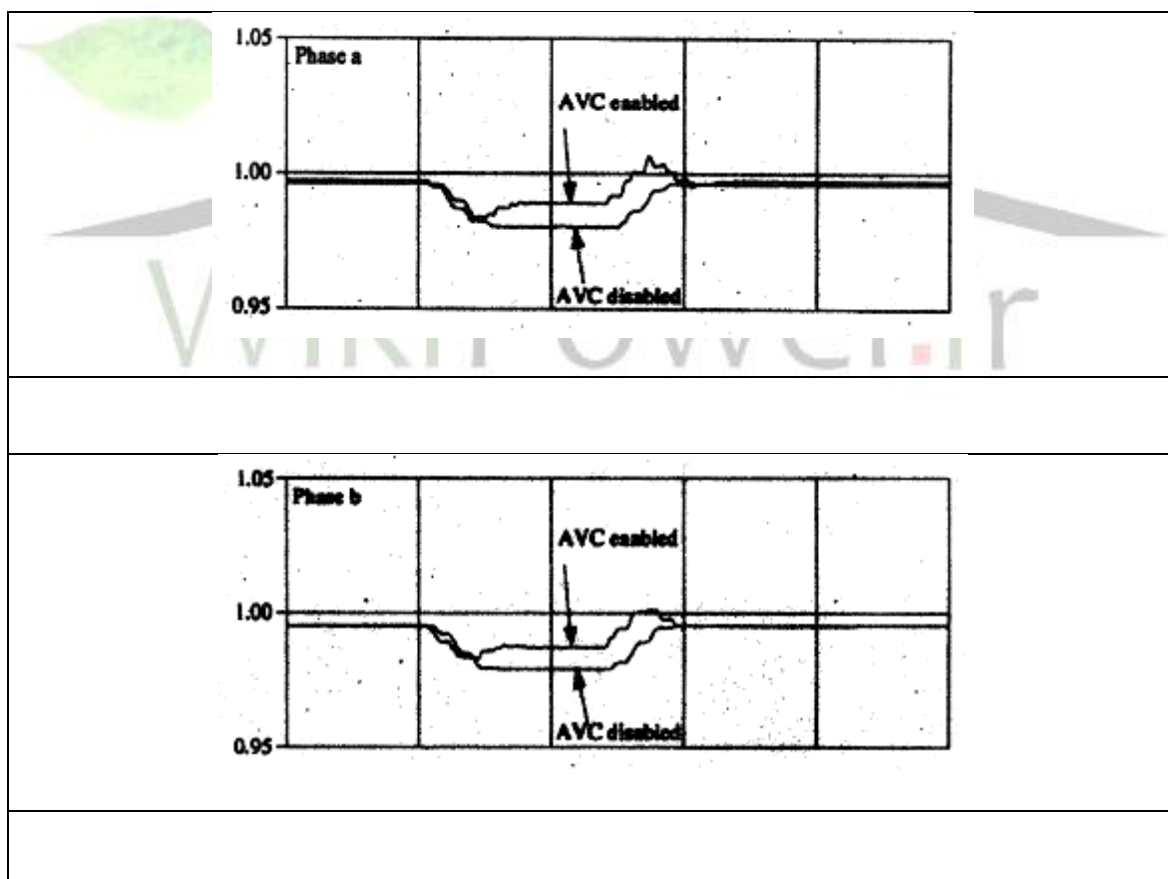
$I_q(n)$ : جریان نمونه برداری شده

$Q_{st}$ : مقدار وار خازن هر پله

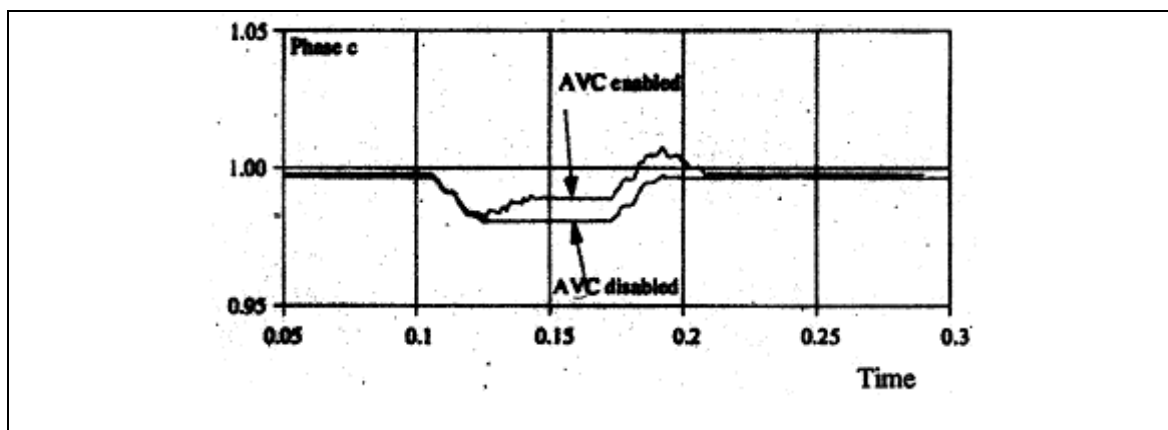
$Nc(n+1)$ : تعداد پله های خازنی

نتیجه بکارگیری **AVC** در سیستم فوق در شکل های (۱۰-۲-۵) و (۱۱-۲-۵) و جدول (۱-۲-۵) آورده شده است.

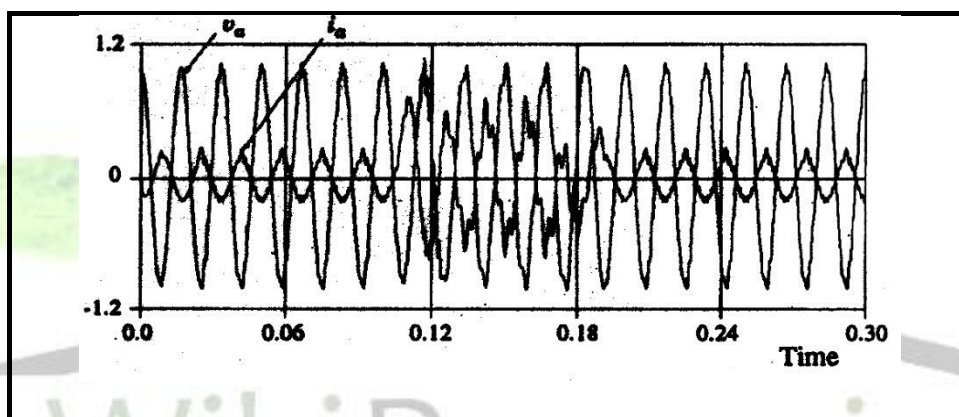
شدت فلیکر بصورت دوره های متناوب ۱۰ دقیقه ای به واحد **Pst** سنجیده می شود و بر طبق استاندارد **IEC 868** باید کمتر از یک باشد.



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرمان سایت و به همراه فونت های لازم



(۱۰-۲-۵) مقادیر ولتاژ فازها در شینه کوبلاژ مشترک با جبران کننده و بدون جبران کننده.



شکل (۱۱-۲-۵) ولتاژ و جریان فاز a در ۴ سیکل جوشکاری با حضور AVC

Flicker severity $P_{st}$ in pu	Phase a at PCC	Phase b at PCC	Phase c at PCC	Phase a at load	Phase b at load	Phase c at load
no AVC	1.1324	1.1133	1.1319	4.4684	4.6430	4.5277
AVC	0.8969	0.6673	0.7680	3.3329	2.3514	3.0014

جدول (۱-۲-۵) شدت فلیکر به واحد  $P_{st}$  با حضور AVC و بدون حضور AVC

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

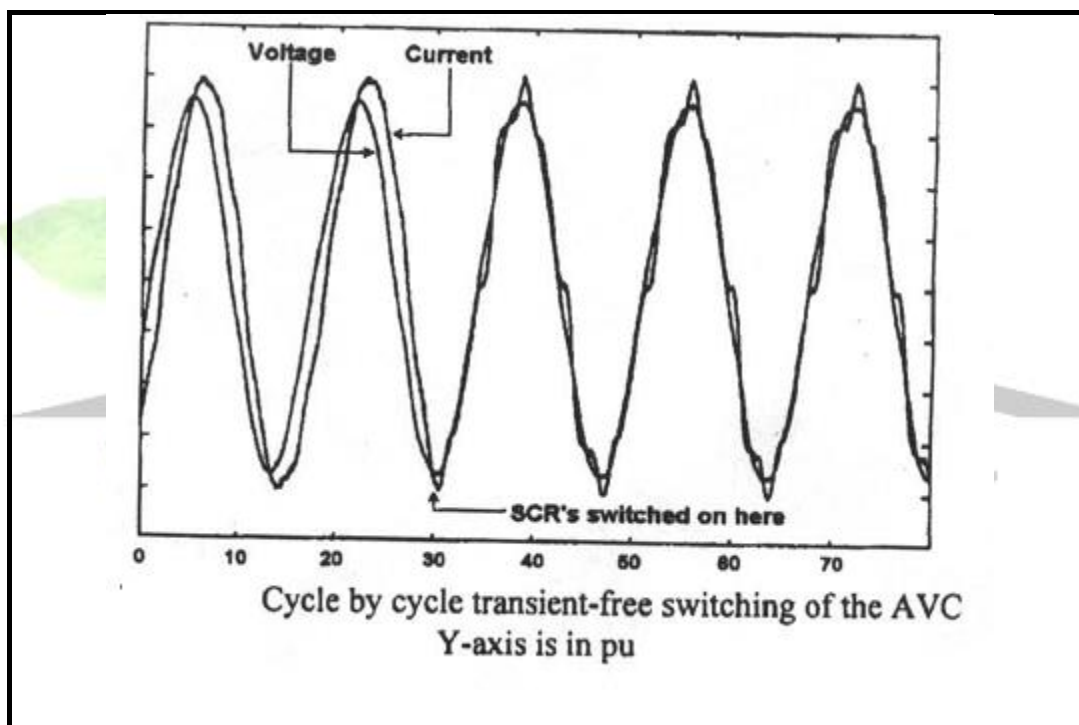
ب- استفاده از یک **AVC**، **۱۵ KV**، **MVAR** در یک کارخانه سنگ خردکنی

مثال دوم:

از یک **AVC**، **۱۵ KV**، **MVAR** در یک کارخانه سنگ خردکنی در آمریکا استفاده شده است. در شکل (۵-۲-۱۲) مشاهده می شود

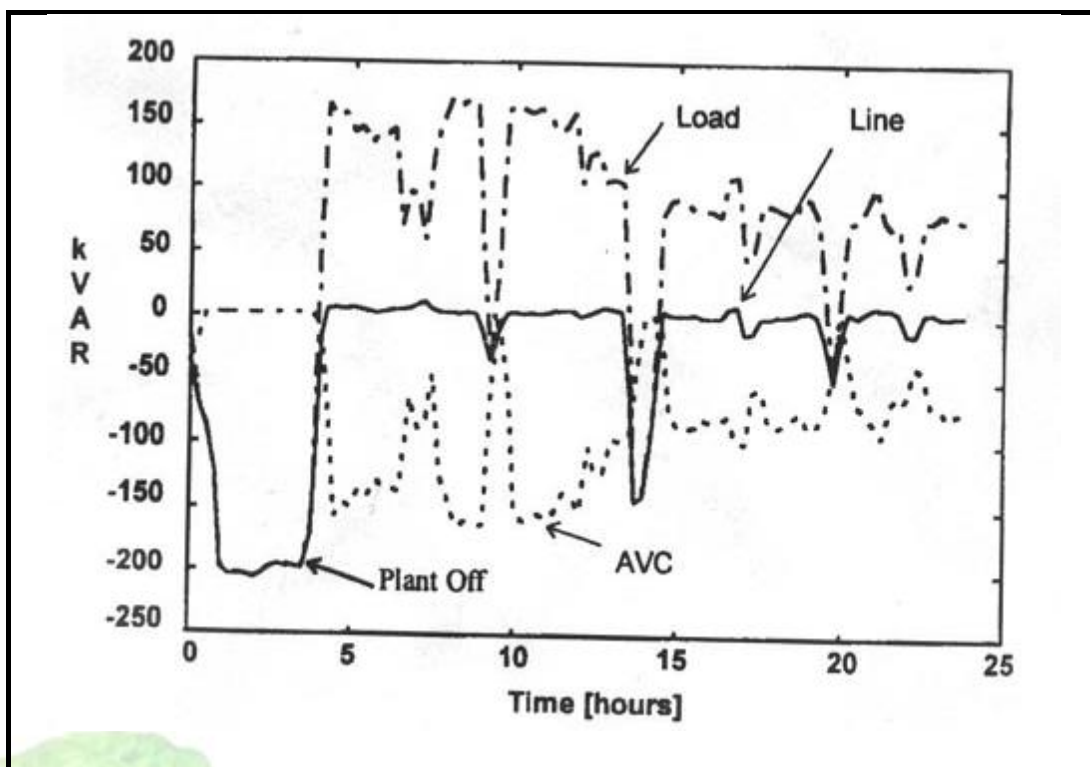
که پس از عملکرد **AVC** جریان و ولتاژ خط تقریباً هم فاز شده اند یعنی توان راکتیو خط به صفر می رسد و توان راکتیو بار متوسط **AVC**

جبران می گردد و ضریب توان به یک نزدیک تر شده است. یعنی تلفات سیستم خیلی کاهش یافته است.

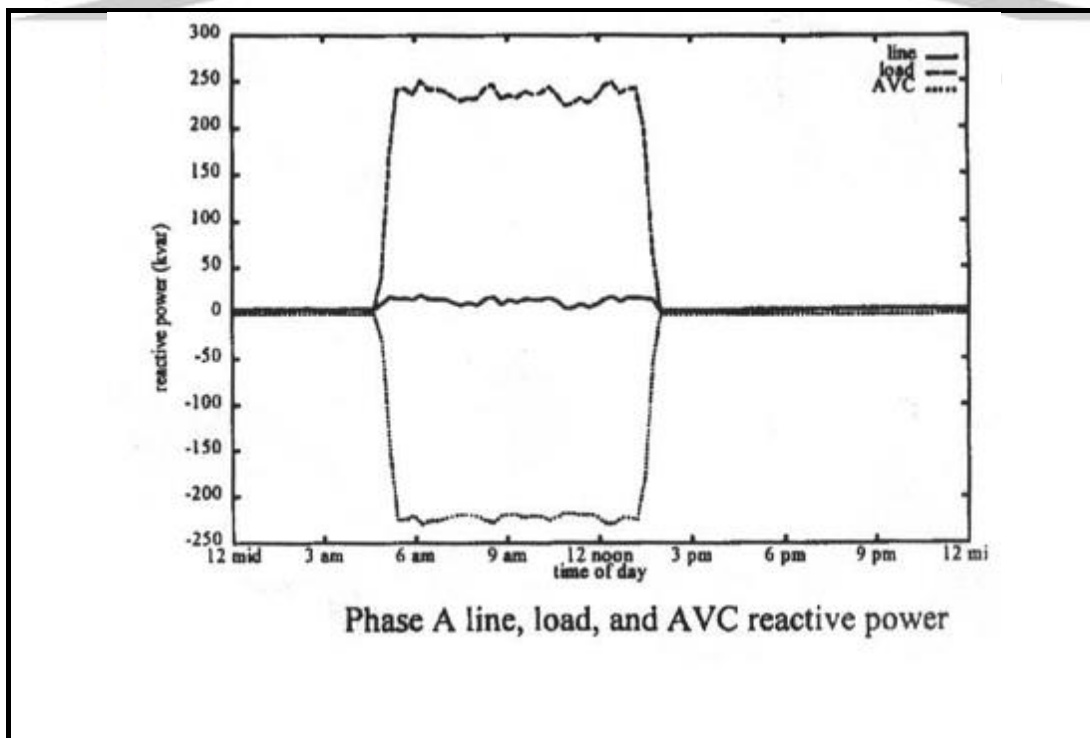


شکل (۵-۲-۱۲) اثر **AVC** بر روی جریان و ولتاژ شبکه

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



شکل (۵-۲-۱۳) اثر آیینهای AVC بر روی توان بار



شکل (۵-۲-۱۴) توان راکتیو AVC

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرمان سایت و به همراه فونت های لازم

در شکل (۱۳-۲-۵) و (۱۴-۲-۵) مشاهده می شود که **AVC** یک تصویر آینه‌ای از توان راکتیو بار ایجاد می کند. بطوریکه توان راکتیو شبکه به صفر می رسد.

شکل های زیر ساختمان یک **AVC** ساخته شده و طریقه نصب آن را در یک دکل نشان می دهند

شکل (۱۵-۲-۵) ساختمان یک **AVC** ساخته شده



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

شکل (۵-۲-۱۶) طریقه نصب یک AVC روی یک دکل

۵-۲-۸- نتیجه گیری:

در این بخش یک جبران کننده توان راکتیو جدید مورد بررسی قرار گرفت.

AVC یک جبران کننده توان راکتیو است که بصورت الکترونیکی بانکهای خازنی را برای کاربردهای سیستمهای توزیع، سوئیچ می کند،

مهمترین کاربردها و مزیت های AVC عبارتند از:

۱- بارهای با تغییرات سریع در توان راکتیو یا ولتاژ را جبران می کند و دارای زمان پاسخ کمتر از ۱/۴ سیکل می باشد.

۲- هیچ هارمونیک یا حالت گذرای به واسطه کلیدزنی سریع AVC ایجاد نمی شود.

۳- هر فاز را بصورت غیروابسته (مستقل) جبران می کند لذا برای جبران سیستم در فاز غیر متعادل مناسب می باشد.

۴- ضریب توان یا ولتاژ را در نقطه نصب در یک مقدار معین در تمام زمانها ثابت نگه می دارد.

۵- چون جریان راکتیو مستقیماً بدون هیچ محاسبه ای اندازه گیری می شود برای جبران سریع بکار می رود.



## برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

### جمع بندی

چشمک زدن چراغ، پدیده‌ای ناشی از تغییرات روشنایی در چراغ برقی است. این نوسان در نور، نتیجه تغییرات در درخشش، شدت و یا رنگ نور است. به طوری که چشم بتواند آن را تشخیص دهد. اغتشاش‌های ولتاژی که کم و بیش به دفعات و با دامنه‌های کم تکرار می‌شوند، می‌تواند چراغ‌های برقی را وادار به چشمک‌زدن نمایند. فلیکر ولتاژ به دو دسته تقسیم می‌شود: فلیکر دوره‌ای و فلیکر غیر دوره‌ای.

در این پروژه، مساله چشمک‌زدن ولتاژ (Voltage Flicker) به طور مفصل بررسی شد و عوامل پدید آورنده آن مورد بررسی قرار گرفت. همچنین، چند روش تخمین، تعیین، ارزیابی و اندازه‌گیری فلیکر نشان داده شد. و طرز کاریک فلیکر متر نمونه بر طبق استاندارد IEC به طور کامل شرح داده شد.

در این پروژه نیز روش‌های عمده جبران‌سازی این پدیده شامل عناصر FATCS مورد بررسی قرار گرفت. و در نهایت ساختار و طرز عملکرد دو جبران‌ساز جدید فلیکر بررسی شد. امروزه به منظور بهبود کارکرد دستگاه‌های اندازه‌گیری فلیکر، توجه بخصوصی روی روش‌های زیر متمرکز شده است:

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

ایجادکننده فلیکر نظیر توربین‌های بادی و کوره‌های قوس الکتریک

◀ استفاده از فیلتر کالمن در تخمین مقدار فلیکر لحظه‌ای

◀ استفاده از تحلیل موجک (wavelet) در بررسی و آنالیز پدیده فلیکر

◀ به کارگیری الگوریتم ژنتیک در اندازه‌گیری شدت فلیکر

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

◀ استفاده از جبران‌ساز " بهساز یکپارچه کیفیت توان (UPQC) "

◀ 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 و طراحی بهینه

فیلتر هارمونیک پسیو

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

بهبود الگوریتم محاسبه با دقت بهتر <



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

#### فهرست منابع

- [1] داود جلالی، امیر حسین میر آقا، " گزارش نهایی پروژه فلیکر ایجاد شده در کارخانه فولاد آلیاژی ایران واقع در استان یزد"، مرکز تحقیقات نیرو، خرداد ۱۳۷۶
- [۲] سید حمید حسینی، شهرام کریمی و حسین سبزی اوغانی، " نظارت و ارزیابی کیفیت نیروی برق" ، مجموعه مقالات دوازدهمین کنفرانس بین المللی برق تهران ۱۴-۱۲ آبان ماه ۱۳۷۶ ، صفحات ۲۰۷-۱۹۶
- [۷] وحید گوهری صدر، اسماعیل محسنی کبیر، " پیش بینی شدت فلیکر ناشی از کوره های قوس التریک در شینه کویلاژ مشترک P.C.C. " ، PSC-95 دهمین کنفرانس برق ایران تهران ۱۷-۱۵ آبان ۱۳۷۴ صفحه ۵۵-۶۶
- [3] WALKER, MK, "Electric utility flicker limitation ", 1979 , IA . 15,(6), pp.644-655
- [4] KENDALL , p.g." Light Flicker in relation to power system voltage fluctuation" , proc . IEEE , 1966 ,113 ,(3) , pp. 471-479
- [5] S.R , Mendis , M. T Bishop , j. f . white, " Investigations of voltage Flicker in Electric Rrc Furnaces Power systems" ,IEEE PES 1994 Transmission And Distribution conference, Chicago .April 1994
- [6] M . Fallon , A. MCD ermott , " Development and Testing of a Real – Time Digital voltage Flickermeter " , IEEE 1996
- [8] M .T Bishop , A .V . Do , and S.R . Mendis , " Voltage Flicker Measurement and Analysis System" IEEE . 1994

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

- [9] M T. chen , " Digital algorithms for measurement of voltage Flicker " , IEE proc- Gener , Trans . Distribut . vol . 144 , No 2, March 1997, pp . 177-180
- [10] IEC 868 , "Flickermeter Functional and Desing specification " , 1986
- [11] IEC , " Technical Report 868 0 , part 0 , " Evaluation on a Flicker severity, 1997
- [12] IEC 555, part 3 , " Disturbances in supply systems caused by household Application and Similar Electrical Equipment " , Voltage Fluctuations , 1982
- [13] S.R Mendis et al .," Inveatigation of Transmission systems Voltag Flicker duto Multiple AC and DC Furnaces Operation " , IEEE Trans . on power Delivery, vol . 10 , NO . 1, gan .95 , pp .483-496
- [14] M. Widman , " The Flicker phenomenon " , European power News, vol .22 , Issue , Septamber 1997 , pp. 22-24
- [15] J.C Gomez , M.M.Morcoc " , Flicker mesurement and light Effect " , IEEE Power Enginearing Review, Novembner , 2002, pp. 11-15
- [16] Z.Zhang , R . Fahmi , W . T .Norris , " Flicker Analysis and Methods for Electric Arc Furnace Flicker (EAF) Mitigation " 2001 IEEE Porto Power Teah Conference 10- 13 September , Porto , Portugal
- [17] A . Robert , M .Courereur , " Arc Furnacesc Flicker Assessment and Prediction " , CIREd 1993
- [18] A .Rpbert , " Flicker from AC and DC Arc Furnaces Assessment and Mitigation " , Stockholm Power Tech Conferences , june 18-22 , 1995 , pp. 11-16
- [19] C. Mira, P.G .Kendall," An International study of Flicker" , CRIEd 1989 , pp. 77-101.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

[20] G.F.L . Diyon 8p.g . Kendall , " supplay to Arc Furnaces Measurement & Prediction of supplay – voltage Fluctuation " , IEE 119 141,pp. 456-465 (April 1972)

[21] IEC International standard Amendment to publication 868 1986, " Flickermeter , Functional and Desgi specification " , 1996

[22] Peter Ashomale, " Quality of supply-voltage fluctuation (power quality tutorial , part2)", power ENGINEERING JOURNAL, pp.108-114, April 2001

[23] F.Frank , S.Inver, " TYCAP,power factor correction equipment journal 46 (1973):6,pp147-152

[24] S.Etminan , P.H.Kitchin, "Flicker meter results of si.mulated new and conventional TSC compensators for electric Arc furnaces", IEEE transation on power systems , vol . 8 , no . 10 ,pp914-19, Aug.1993

[25] T.j.E Meller (editor) , " Reactive Power Control in Electric Systems", john wiley & Sons. 1982 ترجمه دکتر رضا قاضی

WikiPower.ir

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

[26] Y.Hamachi, M.Takeda , "voltage Fluctuation Suppressing System Using Thyristor Controlled Capacitors", U.I.E. congress,1976

[27]L.Gyugi ,A.A otto, "Static Shant Compensation for Voltage Flicker Reduction and Power Factor Correction",American Power Conference 1976 ,pp 1271-1286

[28] S.Etminan , P. H. Kitchin, "Flickermeter results of simulated new and conventional TSC compensators for electric al arc furnaces", IEEE Trans on power Systems, vol.8.no.3, pp914-19, Aug, 1993

[30] An Inhoducuon to ABB Series Capacitors , ABB Information Publication , September,1991

[31] N.Mohan, G.R.Komach. "Anovel, High Frequency, Per-Phase static Var compensator," conference Record, IEEE industrial Application society Annuel meeting, vol.3, 1995, PP2581-2586.

[32] GregoryF,et al, "Application of a 5mva, 4.16kv D-STAT com System for Voltage Flicker Compensation al seattle Iron & Metals", conference 2000 IEEE.

[33] A.Van ZYL,H,R.Johan and R.spee, "Converto Based solution to power Quality problem on Radial Distribution lines", Conference Record, IEEE Industrial Application society Annuel meeting vol.3,1995,PP,2573-2580.

[34] M.A.Sharkawi,S.S.Venkata,T.J.William, and N.G.Butler, "An Adaptire Power Factor induction generators." IEEE transactions on power Apparatus and system, Vol.PAS-104,No.1,July1985,PP,1825-1831.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

- [35] K.A.Kagmwala, N.G.Butler, A.P.Radrigyea and D.Smith,”  
TRANSIENT Analysis of Distribution class Adaptive Var  
compensators”,vol.10,No.2,PP.1119-1125,April 1995.
- [36] M.A.E.Sharkawi,et.al, “Development and field testing of a 15-kv  
class Adaptive var Compensator.” IEEE Transactions on power Delivery,  
vol.10,No.4,PP1919-1966,October 1995
- [37] M.A.E.Sharkawi,et.al,“Field Installation and Modification of a 5-kv  
Class Adaptive var Compensator,” IEEE Transactions on power  
Delivery,vol.10,No.4,PP.1987-1993,October 1995.
- [38] J.Jat, Kevich,O.Wasynczuk and L.Conral,” A method of Evaluating  
flicker and flicker Reduction Strategies in power system, IEEE  
Transactions on Power Delivery, vol.13, No.4,PP,1481-1487,October 1998.
- [39] IEEE Condan Review Autumn.Automic, 1999.Adoptive var  
compensation – Areal Solution to reactive power problems.
- [40] William A.Koch, “ELECTRICAL WORLD,Mc craw-Hill,  
inc.vol.210,No.6,June 1996.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

## Power Quality Management

[41] to Power Quality Management”, IEEE Transaction on Power Electronics, Vol.11, No.5, Sept.1996.

[42] Converter – Based solution to Power Quality Problem on Radial Distribution Line, IEEE Transartions an dustry Application, Vol.32, No.6, Annabelk.Ven Zyl, Johan H.R and Rene Spee, “A New Unified Approach November/December 1996

[43] A. Vanzyl, J.H.E Enslin, W.H.Steyn, “A New Approach Power Quality Management”, 0-1803-2780-6105 1995 IEEE.

[44] DIXON G. F. L . , "Supply to arc furnace: measurement and prediction of supply voltage fluctuation" ,Proc. IEE,1972,vol.109,no.456-65

[45] YANO I.H.M., YUYAM .T.S., "Suppression and measurement of arc furnace flicker with a large static var compensator", IEEE trans., 1979, PAS-98,no.6,pp.2267-83

[46] H. Fujita , H. Akagi , "The Unified Power Quality Conditioner : The investigation of series-and shunt – Actie filters", IEEE Trasaction on Power Electronics vol.13,No.2,MARCH 1998 ,pp,3156-322

[47] Halpin S,M. Reuben F Burch, IV , :An improved simulation approach for analysis of voltage flicker ana the evaluation of mitigation strategies " , IEEE Transactions on Power Delivery , vol.12,no.3, pp 1285-91,july 1997



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

[48] Tang.M, "wavelet-based Algorithm for Voltage Flicker Analysis"IEEE transaction on power delivery . 2000.pp.731-738

