



دانشگاه زنجان

دانشکده مهندسی

گروه برق

پایان نامه کارشناسی

گرایش : قدرت

بررسی تاثیر عملکرد بارهای خاص نظیر کوره های قوس، موتور، مبدل، وسایل نقلیه

رانشی - ریلی و جوشکاری در سیستم های توزیع

استاد راهنما : دکتر جلیل زاده

نگارش : بهزاد کریمی ارقینی

شهریور ۹۰

چکیده ..... ۹  
فصل اول

۱-۱-۱- مقدمه

۱۰

فصل دوم: کیفیت توان و اختلالات آن ..... ۱۱

۱-۲-۱- کیفیت توان ..... ۱۲

۲-۲- اختلالات کیفیت توان، علل و اثرات آنها ..... ۱۳

۱-۲-۲- اغتشاشات ..... ۱۴

۱-۲-۲-۱- افت ولتاژ کوتاه مدت ..... ۱۴

۲-۱-۲-۲- قطعی ولتاژ کوتاه مدت ..... ۱۵

۳-۱-۲-۲- برآمدگی یا افزایش ولتاژ کوتاه مدت ..... ۱۶

۴-۱-۲-۲- گذراهای ولتاژ ..... ۱۷

۵-۱-۲-۲- شکاف ..... ۱۸

۲-۲-۲- افت ولتاژ بلند مدت ..... ۱۹

۳-۲-۲- قطعی ولتاژ بلند مدت ..... ۲۰

۴-۲-۲- افزایش ولتاژ بلند مدت ..... ۲۰

۵-۲-۲- عدم تعادل ولتاژ ..... ۲۱

۶-۲-۲- نوسانات ولتاژ ..... ۲۲

۷-۲-۲- اختلال فرکانس ..... ۲۳

۸-۲-۲- هارمونیک و میان هارمونیک ..... ۲۳

۹-۲-۲- نویز ..... ۲۵

۱۰-۲-۲- فلیکر ..... ۲۵

فصل سوم : بررسی اثرات نامطلوب سیستمهای تغذیه وسایل نقلیه رانشی-ریلی (قطار برقی) بر شبکه

تغذیه کننده آن و ارائه راهکارهای بهبود و رفع این اثرات

۱-۳-۱- دسته بندی و توضیح انواع شبکه های تامین انرژی..... ۲۹

۱-۳-۱-۱- سیستم AC تک فاز با فرکانس کم..... ۳۰

۱-۳-۲- سیستم AC سه فاز..... ۳۰

۱-۳-۳- شبکه های کشش جریان مستقیم..... ۳۰

۱-۳-۴- شبکه کشش AC تکفاز 50HZ..... ۳۰

۱-۳-۲- نامتعادلی ولتاژ سیستمهای تغذیه قطار برقی و راهکارهای بهبود و رفع آن ..... ۳۱

۱-۳-۲-۱- نامتعادلی ولتاژ سیستمهای تغذیه قطار برقی ..... ۳۱

۱-۳-۲-۲- ارائه راهکارهای بهبود نامتعادلی ولتاژ و جریان در سیستمهای قطار برقی ..... ۳۲

۱-۳-۲-۳- استفاده از یک ترانس تکفاز..... ۳۲

۱-۳-۲-۲- استفاده از دو ترانس تکفاز..... ۳۲

۱-۳-۲-۳- استفاده از ترانسهای سه فاز ستاره- مثلث ..... ۳۳

۱-۳-۲-۴- استفاده از ترانسهای سه فاز ستاره- ستاره..... ۳۳

۱-۳-۲-۵- استفاده از ترانسهای اسکات..... ۳۴

۱-۳-۲-۶- استفاده از ترانسهای لبلانس ..... ۳۴

۱-۳-۳- هارمونیکها در یکسوسازی تغذیه قطار برقی و راهکارهای بهبود و رفع آن..... ۳۷

۱-۳-۳-۱- هارمونیکها در یکسوسازی تغذیه قطار برقی..... ۳۷

۱-۳-۳-۲- راهکارهای بهبود و رفع هارمونیکها در یکسوسازی تغذیه قطار برقی..... ۴۰

فصل چهارم : اختلالات کیفیت توان ناشی از راه اندازی موتور های الکتریکی در شبکه توزیع و روش های

حذف این اختلالات

۱-۴-۱- دسته بندی موتورهای الکتریکی از دید ایجاد آلودگی کیفیت توانی..... ۴۳

۱-۴-۲- آنالیز حالتیهای گذرای موتورهای القائی و تأثیر آنها بر شبکه توزیع انرژی الکتریکی ..... ۴۶

۱-۴-۲-۱- بررسی راه اندازی موتور القائی..... ۴۷

۴-۲-۱-۱- بررسی تحت سیستم ولتاژ متعادل و باس بار بی نهایت..... ۴۷

۴-۲-۱-۲- بررسی تحت سیستم ولتاژ متعادل و باس بار غیر بینهایت (واقعی)..... ۴۷

۴-۲-۱-۳- بررسی تحت ولتاژ نامتعادل و باس بار بی نهایت..... ۵۱

فصل پنجم : معرفی مبدل های قدرت و اختلالات کیفیت توان ناشی از عملکرد آنها در شبکه توزیع و

ارائه روشهای حذف این اختلالات

۵-۱- آشنایی با مبدلهای الکترونیک قدرت و انواع آنها..... ۵۷

۵-۲- تشریح انواع مبدلهای الکترونیک قدرت و آلودگی کیفیت توانی آنها به همراه راهکارهای بهبود و رفع

آن..... ۵۹

۵-۲-۱- انواع مدارهای یکسوکنده و آلودگی کیفیت توانی تولیدی آنها به همراه راهکارهای بهبود و

رفع آن..... ۵۹

۵-۲-۱-۱- یکسوکنده های غیر قابل کنترل (کنترل نشده)..... ۶۱

۵-۲-۱-۱-۱- یکسوکنده تکفاز نیم موج ( یکطرفه)..... ۶۱

۵-۲-۱-۱-۲- یکسوکنده دو فاز نیم موج (یکطرفه)..... ۶۲

۵-۲-۱-۱-۳- پل تکفاز (دو طرفه)..... ۶۳

۵-۲-۱-۱-۴- یکسوکنده سه فاز نیم موج (یکطرفه)..... ۶۴

۵-۲-۱-۱-۵- یکسوکنده شش فاز نیم موج (یکطرفه)..... ۶۵

۵-۲-۱-۱-۶- یکسوکنده پل سه فاز (دو طرفه)..... ۶۸

۵-۲-۱-۱-۷- مدارهای دوازده پالسی..... ۷۰

۵-۲-۱-۲- یکسو کننده های قابل کنترل..... ۷۱

۵-۲-۱-۲-۱- یکسوکنده قابل کنترل تکفاز نیم موج..... ۷۱

۵-۲-۱-۲-۲- یکسوکنده قابل کنترل تکفاز تمام موج..... ۷۲

۵-۲-۱-۲-۳- یکسوکنده قابل کنترل پل تکفاز..... ۷۳

۵-۲-۱-۲-۴- یکسوکنده قابل کنترل سه فاز نیم موج..... ۷۴

۵-۲-۱-۲-۵- یکسوکنده قابل کنترل شش فاز نیم موج..... ۷۵

- ۷۶-۲-۱-۲-۵-۶- یکسو کننده قابل کنترل پل سه فاز:.....
- ۷۷-۲-۲-۵- انواع مدارهای کنترل کننده ولتاژ و آلودگی کیفیت توانی آنها به همراه راهکارهای بهبود و رفع آن.....
- ۷۸-۱-۲-۲-۵- کنترل کننده تکفاز تمام موج:.....
- ۸۱-۲-۲-۲-۵- کنترل کننده سه فاز:.....
- ۸۲-۳-۲-۲-۵- سیکلوکنورتر (مبدل فرکانس):.....
- ۸۲-۱-۳-۲-۲-۵- سیکلوکنورتر تکفاز:.....
- ۸۳-۲-۲-۲-۵- سیکلوکنورتر سه فاز:.....
- ۸۴-۴-۲-۲-۵- کاهش هارمونیک:.....
- ۸۵-۳-۲-۵- انواع مدارهای برشگر یا چاپر DC و آلودگی کیفیت توانی آنها به همراه راهکارهای بهبود و رفع آن.....
- ۸۵-۱-۳-۲-۵- طبقه بندی چاپرها.....
- ۸۵-۲-۳-۲-۵- رگولاتورهای تغییر دهنده حالت و اختلالات کیفیت توانی تولیدی چاپرهای استفاده شده در آنها:.....
- ۸۷-۱-۲-۳-۲-۵- رگولاتورهای باک:.....
- ۸۸-۲-۲-۳-۲-۵- رگولاتورهای بوست:.....
- ۸۹-۳-۲-۳-۲-۵- رگولاتورهای باک - بوست:.....
- ۹۰-۴-۲-۳-۲-۵- کیوک رگولاتور:.....
- ۹۱-۴-۲-۵- انواع مدارهای معکوس کننده یا اینورتر و آلودگی کیفیت توانی تولیدی آنها به همراه راهکارهای بهبود و رفع آن.....
- ۹۲-۱-۴-۲-۵- اینورترهای منبع ولتاژ (VSI):.....
- ۹۲-۱-۱-۴-۲-۵- اینورتر تک فاز با ترانسفورماتور دارای انشعاب مرکزی:.....
- ۹۳-۲-۱-۴-۲-۵- اینورتر پل تکفاز:.....
- ۹۶-۳-۱-۴-۲-۵- اینورتر پل سه فاز:.....
- ۹۸-۲-۴-۲-۵- اینورتر منبع جریان (CSI):.....

- ۳-۵- کنترل هارمونیک ها ..... ۹۹
- ۱-۳-۵- کاهش هارمونیک های جریان در بار ..... ۱۰۰
- ۲-۳-۵- اصلاح پاسخ فرکانسی ..... ۱۰۰
- ۳-۳-۵- فیلتر کردن ..... ۱۰۱
- ۴-۳-۵- تجهیزات فیلتر کردن ..... ۱۰۱
- ۱-۴-۳-۵- فیلترهای پسیو ..... ۱۰۲
- ۲-۴-۳-۵- فیلترهای اکتیو ..... ۱۰۵
- فصل ششم : دستگاه های جوش الکتریکی و اختلالات کیفیت توان ناشی از بهره‌برداری این دستگاهها در شبکه توزیع و حذف این اختلالات
- ۱-۶- دستگاههای جوش الکتریکی و آلودگی کیفیت توان ..... ۱۰۷
- ۲-۶- شناسایی پدیده فیلیکر ولتاژ ناشی از بهره‌برداری ترانس های جوشکاری و حذف این پدیده از شبکه توزیع ..... ۱۰۸
- ۱-۲-۶- آشنایی باترانس جوشکاری و بدست آوردن پارامترهای آن ..... ۱۰۸
- ۲-۲-۶- بررسی مراحل عمل در یک سیکل جوشکاری ..... ۱۰۸
- ۱-۲-۲-۶- وصل ترانس جوش به شبکه و برقراری جریان تحریک ترانس ..... ۱۰۹
- ۲-۲-۲-۶- نزدیک شدن الکتروود به قطعه کار و اتصال کوتاه ترانس ..... ۱۰۹
- ۳-۲-۲-۶- دور کردن الکتروود و برقراری قوس ..... ۱۰۹
- ۴-۲-۲-۶- قطع عملیات جوشکاری ..... ۱۱۰
- ۳-۲-۶- بررسی آثار عملکرد ترانس جوشکاری ..... ۱۱۰
- ۱-۳-۲-۶- عملکرد ترانس در حالت بی باری و آثار آن ..... ۱۱۰
- ۲-۳-۲-۶- مدلسازی قوس با یک مقاومت ثابت ..... ۱۱۱
- ۳-۶- روش های حذف پدیده فیلیکر ..... ۱۱۲
- ۱-۳-۶- استفاده از خازن موازی با ترانس ..... ۱۱۲
- ۲-۳-۶- نصب خازن سری ..... ۱۱۳

۶-۳-۳- استفاده از جبران کننده استاتیکی ( SVC ) ..... ۱۱۵

فصل هفتم : آلودگی کیفیت توانی ناشی از عملکرد کوره های قوس در شبکه توزیع و راهکارهای کاهش

این آلودگی ها

۷-۱-۱- سیستم الکتریکی و مدل کوره قوس ..... ۱۱۸

۷-۱-۱- سیستم الکتریکی کوره قوس ..... ۱۱۸

۷-۱-۲- مدل کوره قوس ..... ۱۱۹

۷-۲- علل تولید اختلالات کیفیت توانی در کوره های قوس ..... ۱۱۹

۷-۳- آثار کوره قوس بر سیستم قدرت ..... ۱۲۰

۷-۴- راهکارهای رفع اختلالات کیفیت توانی کوره های قوس ..... ۱۲۴

۷-۵- روشهای جبران و تصحیح فلیکر ..... ۱۲۵

۷-۵-۱- راه اندازه های موتور / وسایل قابل تنظیم سرعت ..... ۱۲۶

۷-۵-۲- خازنهای موازی ..... ۱۲۷

۷-۵-۳- خازن های سری ..... ۱۲۷

۷-۵-۴- کاندنسرهای سنکرون ..... ۱۲۷

۷-۵-۵- تغییر دادن سیستم ..... ۱۲۸

۷-۵-۶- جبران کننده های توان راکتیو استاتیکی ( SVC ) ..... ۱۲۸

نتیجه گیری ..... ۱۳۰

مراجع ..... ۱۳۲

## چکیده

اختلالات کیفیت توان که شامل افت ولتاژ، قطعی ولتاژ، برآمدگی یا افزایش ولتاژ، نوسانات ولتاژ، هارمونیک ها و میان هارمونیکها، فلیکر، نویز، اختلال فرکانس، عدم تعادل ولتاژ، شکاف و گذراهای ولتاژ است در شبکه های توزیع آثار سوء و مخربی بر جای می گذارد، از این رو بررسی این اختلالات و نیز تجهیزات ایجادکننده آن از اهمیت زیادی برخوردار است. این تجهیزات که ادواتی غیر خطی اند برحسب آثار سوء خود علاوه بر تاثیرات منفی روی کیفیت توان، عملکرد بسیاری از بارها که توسط سیستمهای حساس الکترونیکی و میکروپروسسوری کنترل می گردند و به اغتشاشات مختلف موجود در شبکه حساس اند را مختل می کنند و از این رو خسارات اقتصادی بسیار بالایی به وجود می آورند، بنابراین بررسی چنین تجهیزاتی و اثرات نامطلوب آنها بر شبکه توزیع و ارائه راهکارهای بهبود و رفع این اثرات اهمیت دو چندان می یابد.

از نظر کاربرد روزافزون بارهای غیر خطی و از طرفی وسائل حساس الکترونیکی در شبکه های توزیع امروزی و حساسیت این ادوات به آلودگی کیفیت توان ، مسئله کیفیت توان بیشتر مورد توجه قرار گرفته است، با توجه به این که مهمترین انواع چنین تجهیزاتی بارهای نظیر کوره های قوس، موتور، مبدل، وسایل نقلیه رانشی - ریلی و جوشکاری هستند در این پروژه سعی شده تا تاثیر عملکرد تک تک این بارها در سیستم های توزیع بررسی شود و برای هر یک راهکارهای بهبود و رفع این آثار منفی ارائه شود.



## فصل اول

### ۱-۱) مقدمه :

خسارات ناشی از اغتشاشات کیفیت توان بسیار بالاست ، تخمین زده می شود که این خسارات فقط در کشور آمریکا همه ساله حدود ۱۰۰ میلیارد دلار باشد. با این وجود سرمایه گذاری برای مقابله با این اغتشاشات بسیار کمتر از خسارات وارده می باشد.

بدون شک کیفیت تولید انرژی الکتریکی در حال حاضر از گذشته بهتر می باشد. گذشته از این شبکه های انتقال و توزیع نیز گسترده تر شده و از تکنولوژیهای جدیدتر و قابل اعتمادتر بهره می برند. پس چرا

اغتشاشات کیفیت توان چنان بالاست که خساراتی چنین هنگفت را به وجود می آورد؟ چرا مبحث کیفیت توان با اهمیت تر شده و امروزه بطور جدی تری دنبال شده و در مورد آن تحقیقات پر دامنه صورت می پذیرد؟

در واقع جواب این مسئله را باید از دو جنبه مورد بررسی قرار داد. اولاً پیشرفت تکنولوژی موجب شده است انواع بارهای غیرخطی با ماهیت شکل موجهای غیر سینوسی در شبکه پراکنده شوند. وجود این بارها موجب

انحراف شکل موج از حالت ایده آل سینوسی گردیده و اغتشاشات کیفیت توان را پدید می آورد. از طرف دیگر امروزه بسیاری از بارها توسط سیستمهای حساس الکترونیکی و میکروپروسسوری کنترل می گردند.

این سیستمها به اغتشاشات مختلف موجود در شبکه حساس بوده و عملکرد آنها براحتی می تواند مختل گردد. همین اختلالات می توانند باعث خسارات هنگفتی گردند که در بالا به آن اشاره گردید. بنابراین

سرمایه گذاری و مطالعه برای بهبود کیفیت توان و جلوگیری از خسارات فوق الذکر امروزه بسیار مورد توجه قرار گرفته است.

بروز اغتشاشات در سیستم های قدرت ناشی از استفاده عناصر غیرخطی در شبکه می باشد. با به کارگیری عناصر غیر خطی مقدار هارمونیک شکل موج جریان و ولتاژ بطور چشمگیری افزایش یافته است. به نظر

برخی از محققان ، اعواج هارمونیک هنوز مهم ترین مسئله کیفیت برق می باشد مسائل هارمونیک با بسیاری از قوانین معمولی طراحی سیستم های قدرت و عملکرد آن تحت فرکانس اصلی مغایر است .

بنابراین مهندسين برق با پدیده های نا آشنایی روبرو می شوند که لازمه دانستن ریاضی خاص و نیاز به ابزار پیچیده و تجهیزات پیشرفته برای حل مشکلات و تجزیه تحلیل آنها دارد . اگر چه تحلیل مسائل

هارمونیکی می تواند دشوار باشد اما درصد کمی از فیدرهای مربوط به سیستمهای توزیع تحت تاثیر عوامل ناشی از هارمونیکی ها قرار می گیرند.

مصرف کننده های برق خود هم می تواند تولید کننده هارمونیکی باشند و هم در صورت وجود هارمونیکی

مشکلات زیاد تری از تولید کنندههای برق تحمل می کنند. اعوجاج ها رمونیکی در بسیاری از دوره ها در سیستم های قدرت الکتریکی جریان متناوب وجود داشته و دنبال شده است. جستجوی کتب و منابع و

مطالب تکنیکی دهه های قبل و اخیر نشان می دهد که مقالات مختلفی در رابطه با این موضوع انتشار یافته است.

با توجه به کاربرد روزافزون بارهای غیر خطی و حساس، از قبیل ادوات الکترونیک قدرت و وسائل حساس

الکترونیکی در شبکه های توزیع امروزی و حساسیت این ادوات به آلودگی کیفیت توان، مسئله کیفیت توان بیشتر مورد توجه قرار گرفته است. دستگاههای مذکور ممکن است در ماه، بارها با آلودگی کیفیت توان

مواجه شوند و این به نوبه خود خسارات هنگفتی به بار خواهند آورد. از آن جا که این آلودگی ها ناشی از

عملکرد بارهای غیرخطی خاصی است در نتیجه بررسی چگونگی تاثیر عملکرد چنین بارهایی در آلودگی کیفیت توان ضروری به نظر می رسد، در این راستا هدف این پروژه بررسی چنین بارهایی و تاثیر عملکرد آنها

در اغتشاشات کیفیت توان قرار گرفته است.

## نتیجه گیری

همان گونه که دیدیم و به آن اشاره شد اختلالات کیفیت توان در شبکه های توزیع آثار مخربی بر جای می گذارند، این اختلالات که شامل افت ولتاژ، قطعی ولتاژ، برآمدگی یا افزایش ولتاژ، نوسانات ولتاژ، هارمونیک ها و میان هارمونیکها، فلیکر، نویز، اختلال فرکانس، عدم تعادل ولتاژ، شکاف و گذراهای ولتاژ اند توسط تجهیزاتی که ادواتی غیر خطی اند تولید می شوند که از مهمترین انواع چنین تجهیزاتی بارهای نظیر کوره های قوس، موتور، مبدل، وسایل نقلیه رانشی - ریلی و جوشکاری هستند که در این پروژه به این ادوات و تاثیر عملکرد تک تک آنها و آثار منفی عملکرد این بارها بر روی سیستم های توزیع پرداخته شد و برای هر یک راهکارهای بهبود و رفع این آثار منفی ارائه شد.

دیدیم که راه اندازی موتورهای سبب افت ولتاژ در شبکه تغذیه کننده آن می شود که باعث خاموش شدن لامپ های تخلیه، عملکرد نادرست سیستمهای کامپیوتری و کنترلی و قطع خط تولید، فرمان قطع اشتباه رله ها و کنتاکتورها، خطا در کموتاسیون اینورترها، قطع برق بخشی از تجهیزات توسط سیستم حفاظت، از دست رفتن سنکرونیسم در موتورهای سنکرون و... می شود، از سویی دیدیم راه اندازی پی در پی موتورها نوسانات ولتاژ و فلیکر را به دنبال خواهد داشت.

کوره های قوس الکتریکی باعث فلیکر، نوسانات ولتاژ، نویز و عدم تعادل ولتاژ در شبکه می شوند که اثراتی مثل افزایش تلفات، حرارت و لرزش و کاهش گشتاور در موتور های القایی، افزایش حرارت و تلفات در ژنراتورهای سنکرون، اختلال در عملکرد مبدل های ac به dc و چشمک زدن آزاردهنده نور لامپ را به دنبال دارد و علاوه بر این کوره های قوس مولد هارمونیک نیز می باشند.

از سویی ملاحظه شد که دستگاه های جوشکاری نیز مولد آلودگی کیفیت توانی اند و اثراتی چون نوسانات ولتاژ، فلیکر را پدید می آورند که باعث بروز چشمک زدن آزاردهنده نور لامپ می شود.

در ادوات الکترونیک قدرت نیز کموتاسیون در یکسوکننده های قدرت باعث ایجاد شکاف شده و عملکرد نادرست سیستمهای حساس را سبب می شود و مبدلهایی نیز نظیر اینوترها، کنترل کننده های ولتاژ، چاپرها و یکسوکننده ها هارمونیک، ریپل هایی روی شکل موج و اعوجاج هایی پدید می آورند که باید آنها را با استفاده از فیلترها کاهش داد چرا که هارمونیک آثار منفی مثل کاهش ضریب توان حقیقی، افزایش تلفات در

سیمها و کابلها، موتورها و ژنراتورها، ترانسفورمرها، کاهش ظرفیت ترانسفورمرها در محیط هارمونیکی

نسبت به ظرفیت نامی، قابل توجه شدن اثر پوستی و لزوم به کاهش ظرفیت<sup>1</sup> کردن آنها، خطای عملکرد رله ها و کنتاکتورها، عملکرد ناصحیح دستگاههای اندازه گیری، افزایش جریان خازن و آسیب به آن یا سوختن فیوز حفاظت خازن، عملکرد اشتباه سیستم های حفاظتی، تداخل با خطوط مخابراتی دارد.

در این پروژه به رفع آثار سوء کوره های قوس، موتور، مبدل، وسایل نقلیه رانشی - ریلی و جوشکاری به طور مختص و به روش هایی مخصوص به خود این ادوات پرداخته شد و در مبحث موتور دیدیم که افزایش امیدانس باس بار باعث افزایش افت ولتاژ سیستم، طولانی تر شدن مدت زمان راه اندازی و صعود دامنه جریان راه اندازی موتورها خواهد شد افزایش مدت راه اندازی می شود و راه اندازی موتورهای القایی با فاصله زمانی بیشتر افت ولتاژ لحظه ای سیستم را کاهش داده و در عوض مدت اعمال افت ولتاژ بر سیستم را طولانی تر می کند و مدت زمان راه اندازی تک تک موتورها را کاهش می دهد و هرگاه در لحظه راه اندازی موتور از جبران کننده ها و مبدل های الکترونیک قدرت استفاده کرده و ولتاژ سیستم را بطور موقت بالا بریم و یا امیدانس باس بار را به نحوی کاهش دهیم، افت ولتاژ سیستم تغذیه موتور (یا موتورها) تقلیل یافته و مدت اعمال آن بر سیستم نیز کوتاهتر می شود و سرانجام راه اندازی سریعتر موتورها به انجام می رسد.

در مبحث وسایل نقلیه رانشی - ریلی اشاره شد که با توجه به این که سیستم های قطار برقی AC به صورت تک فاز یا دو فاز تغذیه می شوند، سبب بروز نامتعادلی ولتاژ در شبکه توزیع الکتریکی سیستم قطار برقی می شوند که این امر کاهش کیفیت توان شبکه را به همراه داشت. و نیز روش های زیر جهت بهبود نامتعادلی ولتاژ و جریان در این سیستمها تشریح شد: استفاده از یک ترانس تکفاز، ستفاده از دو ترانس تکفاز، استفاده از ترانسهای سه فاز ستاره- مثلث، استفاده از ترانسهای سه فاز ستاره- ستاره ، استفاده از ترانسهای اسکات و استفاده از ترانسهای لبلانس. همچنین در این مبحث استفاده از فیلترهای فعال و فیلترهای غیر فعال جهت کاهش هارمونیک سیستم های قطار برقی مطرح گردید.

و نیز دیدیم که از جمله روشهای موجود برای کاهش شدت فلیکر، افزایش سطح اتصال کوتاه [۲]، بکار گیری ادوات FACTS ( SVC ، STATCOM و...)، استفاده از نیروگاه محلی و کندانسور سنکرون را می توان نام برد. [3] و نیز از روش های زیر جهت کلهش هارمونیک می توان بهره برد :

خازن های مقاوم در برابر هارمونیک ، فیلترهای اکتیو، فیلترهای پسیو در جذب کننده و دفع کننده ، محدود کردن خروجی منابع هارمونیک و ... .

1-Derate

## مراجع:

[1] Roger C. Dugan , Mark F. McGranaghan , Surya Santoso, H. Wayne Beaty, "Electrical Power Systems Quality (second Edition)"

[2] جی آریلاگا ، ان آر واتسون ، اس چن ، ارزیابی کیفیت سیستم قدرت ، چاپ اول ، تهران ، مرکز نشر دانشگاه صنعتی امیر کبیر ، تابستان ۸۲

[3] محمدی مجید ، "یک روش جدید برای حذف فلیکر ولتاژ" ، بیستمین کنفرانس بین‌المللی برق

[4] شهینا فرهاد ، سرهنگ زاده میترا ، حسینی سید حسین ، "بررسی اثرات قطار برقی تبریز- جلفا بر نامتعادلی ولتاژ شبکه فوق توزیع تغذیه کننده آن و ارائه راهکارهای بهبود و رفع نامتعادلی" ، بیستمین

کنفرانس بین‌المللی برق، تهران، ایران، آبان 1384

[5] شهینا فرهاد ، "اثرات متقابل شبکه توزیع انرژی الکتریکی و قطارهای برقی و استفاده از فیلترهای هیبرید برای بهبود کیفیت توان در این سیستمها" ، دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر، دانشگاه تبریز، تیر ۱۳۸۳.

[6] D. C. Howroyd, "Public Supply Disturbance from AC Traction", IEE International Conference on Main Line Railway Electrification ,pp.260- 264, Sep 1989

[7] L. Battistelli, P. Caramia, G. Carpinelli, D Proto, "Power Quality Disturbance Due to Interaction between AC and DC Traction System ",

Proceedings of the IEE International Conference on Power Electronics,  
Machine and Drives PEMD, Edinburge, April 2004, pp.492- 497.

[8] سرهنگ زاده میترا، " تاثیر استفاده از قطارهای برقی شهری و برون شهری در کیفیت توان شبکه های توزیع نیروی برق و ارائه راهکارهای لازم جهت بهبود آن"، دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر، دانشگاه تبریز، اسفند ۱۳۸۳.

[9] بناء شریفیان محمدباقر، فیض جواد، "آنالیز حالت‌های گذرای موتورهای القائی و تأثیر آنها بر شبکه‌های توزیع انرژی الکتریکی"

[10] – Muhammad H. Rashid , "Power Electronics (2<sup>nd</sup> Edition)"

[11] مختاری هدایت الله، رضایی احمد، یعقوبیان محمد، " شناسایی پدیده فیلیکر ولتاژ ناشی از بهره‌برداری ترانس های جوشکاری و حذف این پدیده از شبکه توزیع"، ششمین کنفرانس شبکه های توزیع نیروی برق

[12] Carpinelli, G. DiManno, M.; Verde, P. Tironi, E. Zaninelli, D. "AC and DC arc furnaces : a comparison on some power quality aspects" Power Engineering Society Summer Meeting, 1999. IEEE Volume 1, 18-22 July 1999 pages : 499-506 vol . 1

[13] ترابیان اصفهانی مهدی، هوشمند رحمت اله، "بررسی تاثیرات قوس الکتریکی بر روی کیفیت توان در شبکه های توزیع" سیزدهمین کنفرانس شبکه های توزیع نیروی برق، گیلان، ایران، اردیبهشت ۱۳۸۷

[14] Issouribehere, P.E. Issouribehere, F.Barbera,G.A. "Power quality measurements and operating characteristics of electric arc furnaces" " Power

Engineering Society General Meeting, 2005. IEEE June 12-16, 2005 pages :

1513-1520

[15] کیانی نژاد رضا ، هوشمند رحمت الله ، " بررسی اثرات نامطلوب کوره ها و ترانسفورماتورهای کوره های قوس الکتریکی صنایع فولاد اهواز بر روی شبکه برق "

[16] "Distribution Planners Manual" Canadian Electrical Association Sept 1982.

[17] عابدی مهرداد ، شریفی عماد ، جلالی داود ، "توسانات ولتاژ در شبکه توزیع و شبیه سازی دینامیکی از راه اندازی موتورهای القایی در شبکه" ، پنجمین کنفرانس شبکه های توزیع نیروی برق