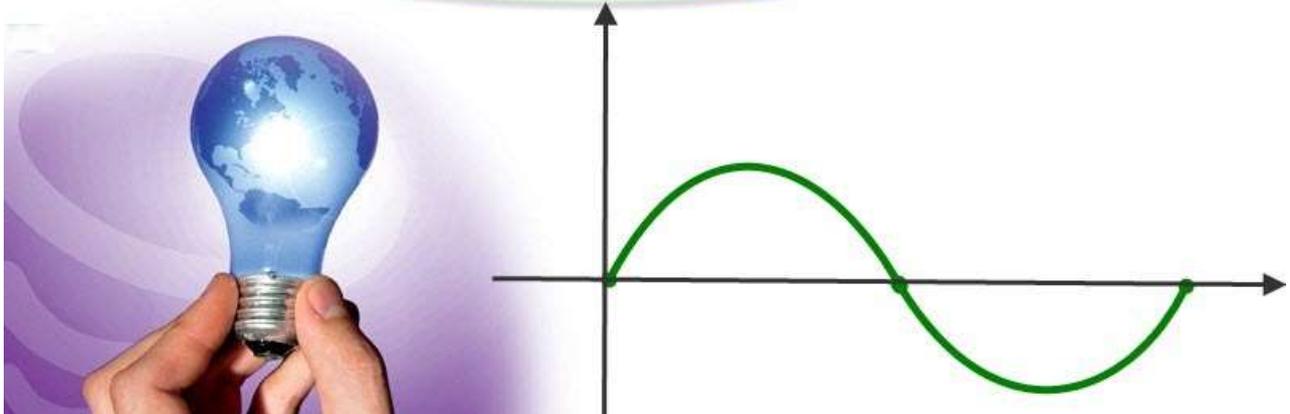


برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



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

نام پروژه:  
**بررسی کیفیت برق در شبکه توزیع خراسان**  
**POWER QUALITY**

فرستنده:  
هاشم مودب گجوان



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

( شماره پروژه = ۵۵ )

پشتیبانی : ۰۹۳۵۵۴۰۵۹۸۶

سال تحصیلی ۹۱-۹۲

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

## چکیده

کیفیت انرژی الکتریکی و یا (کیفیت قدرت) موضوعی است که بطور روز افزون، برای مصرف کننده گان برق در تمام سطوح کاربرد اهمیت پیدا میکند. تجهیزات حساس و بارهای غیر خطی، اکنون بطور وسیعی در محیطهای صنعتی، اقتصادی و خانگی مورد استفاده قرار میگیرند. نتیجتاً، اتفاقات موثر بر روی منبع الکتریسیته که قبلاً برای شرکتهای برق منطقه‌ای و مصرف کنندگان برق قابل قبول بودند، اکنون غالباً از نقطه نظر مصرف کننده یک مسئله یا مشکل عمده تلقی میشوند.

لذا در این پایان نامه به بررسی کیفیت برق در شبکه توزیع و ارائه برخی راهکارهایی جهت بهبود آن پرداخته‌ایم. در فصلهای این پروژه به مفاهیم و تعاریف کیفیت برق، پدیده‌های گذرا (اضافه ولتاژهای گذرا انواع موج ضربه‌ای و اصول حفاظتی در مقابل حالات گذرا...)، فلش و قطعی ولتاژ، نکاتی در خصوص اندازه‌گیری کیفیت برق، بازرسی و اطمینان از کیفیت آن و نهایتاً به بررسی کیفیت برق خراسان می‌پردازیم.



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

### فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱.....	فصل اول: مفاهیم و تعاریف
۱.....	۱-۱- مقدمه
۲.....	۲-۱- تعریف کیفیت برق
۳.....	۳-۱- کیفیت ولتاژ
۳.....	۴-۱- رده بندی عمومی مسائل کیفیت توان
۶.....	۵-۱- گذرا
۶.....	۱-۵-۱- موج ضربه ای گذرا
۶.....	۲-۵-۱- موج نوسانی گذرا
۷.....	۶-۱- تغییرات بلندمدت ولتاژ
۷.....	۱-۶-۱- اضافه ولتاژ بلندمدت
۷.....	۲-۶-۱- کاهش بلندمدت ولتاژ
۷.....	۳-۶-۱- قطعی بادوام
۷.....	۷-۱- تغییرات کوتاه مدت ولتاژ
۸.....	۱-۷-۱- قطعی کوتاه مدت
۸.....	۲-۷-۱- فلش
۸.....	۳-۷-۱- برآمدگی ولتاژ
۸.....	۸-۱- عدم تعادل ولتاژ
۹.....	۹-۱- اعوجاج در شکل موج
۹.....	۱۰-۱- نوسان ولتاژ
۱۰.....	۱۱-۱- تغییرات فرکانس قدرت
۱۱.....	فصل دوم: پدیده های گذرا
۱۱.....	۱-۲- مقدمه
۱۱.....	۲-۲- اضافه ولتاژهای گذرا
۱۱.....	۱-۲-۲- حالت گذرای ناشی از کلیدزنی
۱۲.....	۲-۲-۲- حالت گذرای ناشی از صاعقه
۱۳.....	۳-۲- انواع موج ضربه ای با انرژی زیاد
۱۳.....	۴-۲- اصول حفاظتی در مقابل حالات گذرا
۱۴.....	۵-۲- تجهیزات مناسب پیشنهادی برای حفاظت علیه ولتاژهای گذرا

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

- ۱۴-۵-۲-۱- برقگیر ..... ۱۴
- ۱۴-۵-۲-۲- ترانسفورماتور ایزوله ..... ۱۴
- ۱۵-۵-۲-۳- فیلترهای پائین گذر ..... ۱۵
- ۱۵-۵-۲-۴- وسایل برق اضطراری با امیدانس کم ..... ۱۵
- ۱۵-۶-۲-۶- توصیه‌ها و راهکارهای اجرایی در مقابله با حالات گذرا ..... ۱۵
- ۱۵-۶-۲-۱- توصیه‌های اجرایی مرتبط با شرکتهای برق ..... ۱۵
- ۱۵-۶-۲-۱-۱- راهکارهای مقابله با حالت گذرای ناشی از کلیدزنی خازنها ..... ۱۵
- ۱۶-۶-۲-۱-۲- راهکارهای مقابله با حالت گذرای ناشی از موج صاعقه ..... ۱۶
- ۱۷-۶-۲-۲- توصیه‌هایی اجرایی مرتبط با مشترکین صنعتی و شرکتهای برق در طرف فشار ضعیف ..... ۱۷
- ۱۷-۶-۲-۱-۲- پیشنهاداتی در خصوص حفاظت ترانسفورماتور ..... ۱۷
- ۱۷-۶-۲-۲-۲- پیشنهاداتی در خصوص حفاظت کابل ..... ۱۷
- ۱۷-۶-۲-۳- توصیه‌هایی در خصوص محل قرارگیری تجهیزات مشترکین و حفاظت آنها ..... ۱۷
- ۱۸-۶-۲-۴- نکاتی در خصوص ایمنی تجهیزات با ولتاژ فشار ضعیف ..... ۱۸
- ۲۰- فصل سوم: فلش و قطعی ولتاژ ..... ۲۰
- ۲۰-۳-۱- مقدمه ..... ۲۰
- ۲۰-۳-۲- علل ایجاد فلش ولتاژ ..... ۲۰
- ۲۱-۳-۲-۱- فلش ولتاژ در اثر اتصال کوتاه ..... ۲۱
- ۲۱-۳-۳- تخمین مشخصه‌های مختلف فلش ولتاژ ..... ۲۱
- ۲۱-۳-۳-۱- تخمین اندازه فلش ولتاژ در طی راه اندازی موتور با ولتاژ کامل ..... ۲۱
- ۲۱-۳-۳-۲- تخمین فلش ولتاژ در اثر اتصال کوتاه ..... ۲۱
- ۲۱-۳-۳-۱- دامنه فلش ولتاژ ..... ۲۱
- ۲۲-۳-۲-۲- طول دوره زمانی فلش ولتاژ ..... ۲۲
- ۲۲-۳-۲-۳- نرخ وقوع فلش ولتاژ (فرکانس فلش ولتاژ) ..... ۲۲
- ۲۳-۳-۲-۴- حوزه آسیب پذیری ..... ۲۳
- ۲۳-۳-۲-۵- رده بندی فلش‌های ولتاژ ..... ۲۳
- ۲۴-۳-۷- رابطه بین فلش ولتاژ و عملکرد تجهیزات ..... ۲۴
- ۲۴-۳-۷-۱- نحوه گزارش فلش‌های ولتاژ ..... ۲۴
- ۲۴-۳-۷-۱-۱- تعداد فازها ..... ۲۴
- ۲۴-۳-۷-۱-۲- مسئله وصل مجدد ..... ۲۴
- ۲۴-۳-۷-۱-۳- طول دوره زمانی ..... ۲۴

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

- ۲۵-۲-۷-۳-۳ ارائه منحنی‌های هماهنگی مربوط به فلش ولتاژ.....
- ۲۵-۱-۲-۷-۳-۳ نمایش مشخصات فلش ولتاژ در یک شبکه الکتریکی.....
- ۲۸-۸-۳-۳ اصول اساسی حفاظت در مقابل فلش ولتاژ.....
- ۲۹-۱-۸-۳-۳ مسائل مربوط به مشترکین.....
- ۲۹-۲-۸-۳-۳ راهکارهای شرکت‌های برق جهت رفع خطای ایجادشده روی سیستم و کاهش تعداد فلش... فصل چهارم: تغییرات بلندمدت ولتاژ، عدم تعادل ولتاژ و تغییرات فرکانس.....
- ۳۱-۱-۴-۳-۳ تغییرات بلندمدت ولتاژ.....
- ۳۱-۱-۱-۴-۳-۳ علل وقوع تغییرات بلندمدت ولتاژ).....
- ۳۱-۲-۱-۴-۳-۳ (اصول اساسی تنظیم ولتاژ).....
- ۳۲-۳-۱-۴-۳-۳ تجهیزات تنظیم کننده ولتاژ.....
- ۳۲-۴-۱-۴-۳-۳ حدود مجاز تغییرات بلند مدت ولتاژ.....
- ۳۳-۲-۴-۳-۳ عدم تعادل ولتاژ.....
- ۳۳-۱-۲-۴-۳-۳ علل ایجاد عدم تعادل ولتاژ.....
- ۳۳-۲-۲-۴-۳-۳ اثرات مربوط به عدم تعادل ولتاژ.....
- ۳۳-۱-۲-۲-۴-۳-۳ اثرات روی کار عادی موتورهای سه فاز.....
- ۳۳-۲-۲-۲-۴-۳-۳ اثر بر روی کارکرد کنتورها.....
- ۳۳-۳-۲-۲-۴-۳-۳ اثر بر روی ایمنی مشترکین.....
- ۳۳-۴-۲-۲-۴-۳-۳ اثر بر روی تلفات.....
- ۳۳-۳-۲-۴-۳-۳ راه حل‌های عملی جهت کاهش اثرات نامتعادلی بار.....
- ۳۴-۴-۲-۴-۳-۳ حدود مجاز عدم تعادل ولتاژ و جریان.....
- ۳۴-۱-۴-۲-۴-۳-۳ حدود مجاز عدم تعادل ولتاژ در شینه شرکت برق.....
- ۳۴-۲-۴-۲-۴-۳-۳ حد مجاز عدم تعادل جریان برای هر مشترک.....
- ۳۵-۵-۲-۴-۳-۳ روش اندازه‌گیری عدم تعادل ولتاژ و تعیین شاخص آن.....
- ۳۵-۱-۳-۴-۳-۳ صدمات وارده به توربوژنراتورها.....
- ۳۶-۲-۳-۴-۳-۳ سیستمهای کنترل فرکانس.....
- ۳۶-۳-۳-۴-۳-۳ اتخاذ تدابیر کنترلی.....
- ۳۷-۴-۳-۴-۳-۳ تأثیر تغییرات فرکانس روی تجهیزات موجود در سیستمهای فشار ضعیف.....
- ۳۷-۵-۳-۴-۳-۳ حدود مجاز فرکانس.....
- ۳۹- فصل پنجم: نوسان ولتاژ فلیکر.....
- ۳۹-۱-۵-۳-۴-۳-۳ تشریح پدیده نوسان ولتاژ فلیکر.....

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

- ۳۹-۲-۵ عوامل به وجود آورنده فلیکر ولتاژ.....
- ۴۰-۳-۵ مشخصه‌های یک نوسان ولتاژ نمونه.....
- ۴۱-۴-۵ مبانی فلیکرمتر IEC.....
- ۴۲-۵-۵ ارزیابی شاخص کوتاه مدت شدت فلیکر.....
- ۴۲-۶-۵ ارزیابی شاخص بلندمدت شدت فلیکر.....
- ۴۳-۷-۵ حدود مجاز فلیکر در سطوح مختلف ولتاژ.....
- ۴۳-۱-۷-۵ حدود مجاز فلیکر برای مشترک متصل به شینه‌های فشار ضعیف.....
- ۴۳-۲-۷-۵ حدود مجاز فلیکر برای دستگاه‌های متصل به شینه فشار متوسط.....
- ۴۳-۸-۵ حدود مجاز برای تغییرات سریع ولتاژ.....
- ۴۴-۹-۵ نکاتی در خصوص اندازه‌گیری فلیکر.....
- ۴۵-۱-۹-۵ راه اندازه‌های موتورها/ وسایل با قابلیت تنظیم سرعت.....
- ۴۵-۲-۹-۵ خازنهای موازی.....
- ۴۵-۳-۹-۵ خازنهای سری.....
- ۴۵-۴-۹-۵ جبران کننده‌های سنکرون.....
- ۴۶-۵-۹-۵ تغییر در آرایش شبکه.....
- ۴۶-۶-۹-۵ جبران کننده‌های توان راکتیو استاتیکی (SVC).....
- ۴۶-۷-۹-۵ راکتور انشعابی / راکتور قابل اشباع.....
- ۴۶-۸-۹-۵ راکتور قابل اشباع چند فازه جبران شده هارمونیک.....
- ۴۸- فصل ششم: هارمونیکها.....
- ۴۸-۱-۶ شناخت و بررسی مقدماتی هارمونیکها.....
- ۴۸-۱-۱-۶ کلیات.....
- ۴۸-۲-۱-۶ اعوجاج هارمونیک.....
- ۴۹-۳-۱-۶ اعوجاج ولتاژ و جریان.....
- ۴۹-۴-۱-۶ مقادیر موثر و اعوجاج هارمونیک کل.....
- ۵۰-۵-۱-۶ قدرت و ضریب قدرت.....
- ۵۰-۶-۱-۶ هارمونیکهای مرتبه سه.....
- ۵۰-۲-۶ منابع تولید هارمونیک.....
- ۵۱-۱-۲-۶ منابع تغذیه تک فاز.....
- ۵۱-۲-۲-۶ مبدل‌های قدرت سه فاز.....
- ۵۱-۳-۲-۶ تجهیزات قوس زننده.....

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

- ۵۱-۶-۲-۴- عناصر اشباع شونده.....
- ۵۱-۶-۳- اثر اعوجاج هارمونیک بر روی عملکرد تجهیزات و سیستم قدرت.....
- ۵۲-۶-۳-۱- اثر روی خازنها.....
- ۵۲-۶-۳-۲- اثر روی ترانسفورماتورها.....
- ۵۲-۶-۳-۳- اثر بر روی موتورها.....
- ۵۲-۶-۳-۴- تداخلات مخابراتی.....
- ۵۲-۶-۴- پاسخ سیستم قدرت به منابع هارمونیک.....
- ۵۲-۶-۴-۱- امپدانس سیستم.....
- ۵۲-۶-۴-۲- امپدانس خازن.....
- ۵۳-۶-۴-۳- تشدید موازی.....
- ۵۵-۶-۴-۴- اثر مقاومت و بار مقاومتی.....
- ۵۶-۶-۵- شناسایی محل منابع هارمونیک.....
- ۵۷-۶-۶- مبانی کنترل هارمونیکها.....
- ۵۷-۶-۶-۱- کاهش جریانهای هارمونیک ناشی از بارها.....
- ۵۷-۶-۶-۲- فیلترگذاری.....
- ۵۷-۶-۶-۳- اصلاح پاسخ فرکانسی سیستم.....
- ۵۷-۶-۶-۴- تجهیزات مورد نیاز فیلتر کردن اعوجاج هارمونیک.....
- ۵۸-۶-۷- مقررات برخی از کشورها در رابطه با پذیرش مشترکینی که تولید هارمونیک می نمایند.....
- ۵۸-۶-۷-۱- کشور آلمان.....
- ۵۸-۶-۷-۲- کشور استرالیا.....
- ۵۹-۶-۷-۳- کشور انگلستان.....
- ۶۰-۶-۸- استاندارد مجاز هارمونیکها در شبکه برق ایران.....
- ۶۱-۶-۸-۱- حدود مجاز اعوجاج جریان برای هر مشترک.....
- ۶۵-۶-۱۰- هارمونیکهای میانی.....
- ۶۶- فصل هفتم: قابلیت اطمینان.....
- ۶۶-۷-۱- مقدمه.....
- ۶۷-۷-۲- انواع ساختار شبکه های توزیع.....
- ۶۷-۷-۲-۱- سیستم شعاعی ساده.....
- ۶۷-۷-۲-۲- شبکه توزیع حلقوی باز با کلید اتوماتیک یا سکسیونر بین فیدرهای اولیه.....
- ۶۸-۷-۲-۳- سیستم توزیع بدون انشعاب مستقیم.....

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

- ۶۹-۲-۷-۴ شبکه توزیع با تغذیه فیدرهای اولیه در قبل از ترانسفورماتور..... ۶۹
- ۶۹-۲-۷-۵ شبکه توزیع با انتخاب تغذیه پس از ترانسفورماتور ..... ۶۹
- ۷۰-۲-۷-۶ سیستم توزیع مشبک ..... ۷۰
- ۷۱-۲-۷-۷ مقایسه بین انواع شبکه‌های توزیع از دید قابلیت اطمینان ..... ۷۱
- ۷۲-۳-۷-۳ انواع شبکه‌های توزیع از نظر ساختمان ..... ۷۲
- ۷۲-۳-۷-۱ شبکه هوایی ..... ۷۲
- ۷۲-۳-۷-۲ شبکه زمینی ..... ۷۲
- ۷۲-۴-۷-۴ قابلیت اطمینان در شبکه‌های توزیع ..... ۷۲
- ۷۳-۴-۷-۱ شاخصهای قابلیت اطمینان ..... ۷۳
- فصل هشتم: نکاتی در خصوص اندازه‌گیری کیفیت برق، بازرسی و اطمینان از کیفیت آن ..... ۷۷
- ۷۷-۱-۸-۱ مقدمه ..... ۷۷
- ۷۷-۲-۸-۲ نیاز به مونتورینگ در مسئله کیفیت برق ..... ۷۷
- ۷۸-۲-۸-۱ شناسایی ابتدایی قبل از مونتورینگ ..... ۷۸
- ۷۹-۲-۸-۲ انجام مونتورینگ ..... ۷۹
- ۷۹-۳-۸-۳ مشخصات تجهیزات مشترکین و تأثیر کیفیت نامناسب برق روی آنها ..... ۷۹
- ۷۹-۳-۸-۱ نیاز به گروه بندی تجهیزات ..... ۷۹
- ۷۹-۳-۸-۲ تأثیر روی عملکرد تجهیزات با توجه به نوع پدیده ..... ۷۹
- ۷۹-۳-۸-۱-۲-۳ حالات گذرا ..... ۷۹
- ۸۰-۲-۳-۸-۲ تغییرات کوتاه مدت ..... ۸۰
- ۸۱-۳-۳-۸-۳ تغییرات بلندمدت ..... ۸۱
- ۸۲-۳-۳-۸-۴ عدم تعادل ولتاژ ..... ۸۲
- ۸۲-۳-۳-۸-۵ هارمونیکها ..... ۸۲
- ۸۲-۳-۳-۸-۶ نوسانات ولتاژ (فلیکر) ..... ۸۲
- ۸۳-۳-۳-۸-۷ تغییرات فرکانس ..... ۸۳
- ۸۳-۴-۸-۴ تجهیزات مونتورینگ کیفیت برق ..... ۸۳
- ۸۴-۵-۸-۵ چگونگی انتخاب ترانسدیوسرها ..... ۸۴
- ۸۵-۵-۸-۱ سطوح سیگنال ..... ۸۵
- ۸۵-۵-۸-۱-۱ ترانسدیوسر ولتاژ ..... ۸۵
- ۸۵-۵-۸-۲ ترانسدیوسر جریان ..... ۸۵
- ۸۶-۵-۸-۲ پاسخ فرکانسی ..... ۸۶

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

- ۸-۵-۲-۱- پاسخ فرکانسی ترانسفورماتور ولتاژ..... ۸۶
- ۸-۵-۲-۲- پاسخ فرکانسی ترانسدیوسرهای جریان ..... ۸۷
- ۸-۵-۳- موارد ضروری در نصب ترانسدیوسرها ..... ۸۸
- ۸-۵-۴- محل نصب ترانسدیوسرها..... ۸۹
- ۸-۵-۴-۱- در پستها ..... ۸۹
- ۸-۵-۴-۲- محل نصب در سیستم های توزیع ..... ۸۹
- ۸-۵-۴-۳- در محل مشترکین ..... ۸۹
- ۸-۵-۵- توصیه های کلی مربوط به انتخاب ترانسدیوسر..... ۸۹
- ۸-۶- تغذیه وسایل اندازه گیری ..... ۹۰
- ۸-۶-۱- منبع تغذیه و سازگاری آن ..... ۹۰
- ۸-۶-۲- تغذیه DC ..... ۹۱
- ۸-۷- روش های کاربرد دستگاه های مونیورینگ ..... ۹۱
- ۸-۷-۱- ایمنی ..... ۹۱
- ۸-۷-۲- کیفیت هادیها و اتصالات ..... ۹۱
- ۸-۷-۳- جایابی مونیور ..... ۹۲
- ۸-۸- محل اندازه گیری و دریافت اطلاعات ..... ۹۳
- ۸-۸-۱- انتخاب محل ..... ۹۳
- ۸-۸-۲- چگونگی پیدانمودن منبع ایجادکننده کیفیت نامناسب برق (منبع اعوجاج) ..... ۹۵
- ۸-۹- نحوه اتصال مونیور کیفیت برق ..... ۹۵
- ۸-۱۰- آستانه های اندازه گیری و جمع آوری اطلاعات ..... ۹۷
- ۸-۱۰-۱- تنظیم آستانه دستگاه مونیور ..... ۹۷
- ۸-۱۰-۲- روش آماده سازی دستگاه مونیورینگ ..... ۹۸
- ۸-۱۰-۳- ملاحظات در خصوص حساسیت تجهیزات ..... ۹۸
- ۸-۱۱- طول دوره مونیورینگ ..... ۹۹
- ۸-۱۱-۱- مونیورینگ مقدماتی ..... ۹۹
- ۸-۱۱-۲- مونیورینگ برای حل مشکلات ..... ۱۰۰
- ۸-۱۱-۳- مونیورینگ برای مطالعه جامع کیفیت برق ..... ۱۰۰
- ۸-۱۲- تفسیر نتایج مونیورینگ ..... ۱۰۰
- ۸-۱۲-۱- کلیات ..... ۱۰۰
- ۸-۱۲-۲- بررسی داده ها و اطلاعات خلاصه شده ..... ۱۰۱

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

- ۱-۲-۱۲-۸- تهیه اطلاعات خلاصه شده ..... ۱۰۱
- ۲-۲-۱۲-۸- بازبینی اطلاعات خلاصه شده ..... ۱۰۱
- ۳-۲-۱۲-۸- تفسیر اطلاعات خلاصه شده ..... ۱۰۱
- ۳-۱۲-۸- جداسازی اطلاعات مهم ..... ۱۰۲
- ۱-۳-۱۲-۸- تعیین وقایع کلیدی از روی چندین اعوجاج ..... ۱۰۲
- ۲-۳-۱۲-۸- بازبینی واقعیت حوادث ..... ۱۰۳
- ۴-۱۲-۸- تفسیر حوادث کلیدی عامل کیفیت نامناسب برق ..... ۱۰۴
- ۱-۴-۱۲-۸- تحلیل شکل موج حالت ماندگار ..... ۱۰۴
- ۲-۴-۱۲-۸- شکل موج های اعوجاجی ..... ۱۰۷
- ۳-۴-۱۲-۸- فلش / برآمدگی ..... ۱۰۸
- ۴-۴-۱۲-۸- اعوجاج های با فرکانس بالا ..... ۱۰۸
- ۵-۴-۱۲-۸- هارمونیکها ..... ۱۱۰
- ۶-۴-۱۲-۸- تحلیل شناسه ها ..... ۱۱۱
- ۷-۴-۱۲-۸- ناپیوستگی ها ..... ۱۱۲
- ۵-۱۲-۸- تحقیق در خصوص تفسیر اطلاعات ..... ۱۱۳
- ۱-۵-۱۲-۸- مونتورینگ مجدد برای تحقیق ..... ۱۱۳
- ۲-۵-۱۲-۸- مونتورینگ مجدد برای تعیین عکس العمل سیستم ..... ۱۱۳
- فصل نهم: بررسی کیفیت برق در شبکه توزیع خراسان ..... ۷۷
- ۱-۹- ۱۳۲ kv جمع بندی آماری پدیده های کیفیت توان در سطح ولتاژ ..... ۱۱۶
- ۲-۹- 132KV هارمونیک های ولتاژ در سطح ..... ۱۱۷
- ۳-۹- هارمونیک های جریان در سطح ۱۳۲ kv ..... ۱۱۸
- ۴-۹- عدم تعادل ولتاژ در سطح ۱۳۲ kv ..... ۱۲۱
- ۵-۹- خلاصه وضعیت کیفیت توان در سطح ولتاژ ۱۳۲ kv ..... ۱۲۳
- ۶-۹- مشترکین آلوده از نظر کیفیت توان ..... ۱۲۴
- ۷-۹- پست ۴۰۰ اسفراین - خط ریخته گری ..... ۱۲۴
- ۸-۹- سیمان مشهد ..... ۱۲۷
- فهرست منابع ..... ۱۲۹
- فهرست منابع فارسی ..... ۱۲۹
- فهرست منابع غیرفارسی ..... ۱۲۹

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



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

### فهرست جدولها

صفحه	عنوان
۴.....	جدول ۱-۱- گروه بندی پدیده‌های اصلی که موجب بروز اعوجاج الکترومغناطیسی
۵.....	جدول ۲-۱- گروه بندی و مشخصات پدیده‌های الکترومغناطیسی در شبکه قدرت
۲۲.....	جدول ۱-۳- زمانهای رفع خطای نمونه
۲۵.....	جدول ۲-۳- شمارش وقایع در هر درایه
۳۴.....	جدول ۱-۴- حدود مجاز درصد عدم تعادل ولتاژ
۳۶.....	جدول ۲-۴- جدول فرکانسهای غیرنامی و مدت زمان تحمل آن توسط یک توربوژنراتور نمونه
۳۸.....	جدول ۳-۴- نحوه کنترل فرکانسی
۴۳.....	جدول ۱-۵- حدود مجاز فلیکر در شبکه‌های مختلف
۵۹.....	جدول ۱-۶- حد مجاز هارمونیکهای ولتاژ در کشور استرالیا
۶۰.....	جدول ۲-۶- حد مجاز هارمونیکهای ولتاژ در شبکه برق کشور انگلستان
۶۲.....	جدول ۳-۶
۶۳.....	جدول ۴-۶
۶۳.....	جدول ۵-۶
۷۱.....	جدول ۱-۷- مقادیر نمونه‌ای شاخصهای قابلیت اطمینان در شبکه‌های مختلف
۷۵.....	جدول ۲-۷- یک شبکه توزیع ۶ شینه‌ای
۷۵.....	جدول ۳-۷- جدول خاموشیهای شبکه توزیع ۵ شینه‌ای
۸۹.....	جدول ۱-۸- انتخاب ترانسفورماتور جریان و ولتاژ برای محل‌های مختلف
۹۰.....	جدول ۲-۸- نیازهای ترانسفورماتور جریان و ولتاژ
۹۹.....	جدول ۳-۸- قواعد کلی برای تنظیم آستانه‌ها
۱۰۶.....	جدول ۴-۸- مرجعی برای تحلیل مسائل
۱۱۲.....	جدول ۵-۸- تشخیص الگوها
۱۱۶.....	جدول ۱-۹- لیست نقاط اندازه‌گیری شده در سطح ولتاژ ۱۳۲ کیلو ولت
۱۲۴.....	جدول ۲-۹

### فهرست نمودارها

صفحه	عنوان
------	-------

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

- نمودار ۹-۱- KV۱۳۲ ولتاژ در سطح ولتاژ THD پریونیت شده CP95% مقادیر ..... ۱۱۷
- نمودار ۹-۲- KV۱۳۲ پریونیت شده هارمونیک سوم ولتاژ در سطح CP95% مقادیر ..... ۱۱۸
- نمودار ۹-۳- KV۱۳۲ پریونیت شده هارمونیک پنجم ولتاژ در سطح ولتاژ CP95% مقادیر ..... ۱۱۸
- نمودار ۹-۴- KV۱۳۲ پریونیت شده هارمونیک هفتم ولتاژ در سطح ولتاژ CP95% شکل ۴- مقادیر ..... ۱۱۸
- نمودار ۹-۵- KV۱۳۲ ولتاژ جریان در سطح TDD پریونیت شده CP95% مقادیر ..... ۱۱۹
- نمودار ۹-۶- KV۱۳۲ پریونیت شده هارمونیک سوم جریان در سطح ولتاژ CP95% مقادیر ..... ۱۱۹
- نمودار ۹-۷- KV۱۳۲ پریونیت شده هارمونیک پنجم ولتاژ القایی جریان در سطح ولتاژ CP95% مقادیر ..... ۱۱۹
- نمودار ۹-۸- KV۱۳۲ پریونیت شده هارمونیک هفتم جریان در سطح ولتاژ CP95% مقادیر ..... ۱۲۰
- نمودار ۹-۹- جریان خط ریخته گری (پست اسفراین) ..... ۱۲۰
- نمودار ۹-۱۰- هارمونیک های جریان خط ریخته گری (پست اسفراین) CP95% ..... ۱۲۱
- نمودار ۹-۱۱- KV۱۳۲ پریونیت شده عدم تعادل ولتاژ در سطح ولتاژ CP95% مقادیر ..... ۱۲۱
- نمودار ۹-۱۲- kv۱۳۲ پریونیت شده فلیکر کوتاه مدت و بلند مدت ولتاژ در سطح ولتاژ CP95% مقادیر ..... ۱۲۲
- نمودار ۹-۱۳- گرافهای جریان، توان اکتیو و راکتیو خط ریخته گری (پست اسفراین) ..... ۱۲۳
- نمودار ۹-۱۴- نمودار TDD جریان خط ریخته گری پست اسفراین ..... ۱۲۵
- نمودار ۹-۱۵- نمودار CP95% هارمونیک های جریان خط ریخته گری (پست اسفراین) ..... ۱۲۵
- نمودار ۹-۱۶- نمودار فلیکر کوتاه مدت ولتاژ خط ریخته گری (پست اسفراین) ..... ۱۲۵
- نمودار ۹-۱۷- نمودار فلیکر بلند مدت ولتاژ خط ریخته گری (پست اسفراین) ..... ۱۲۶
- نمودار ۹-۱۸- نمودار جریان خط ریخته گری (پست اسفراین) ..... ۱۲۶
- نمودار ۹-۱۹- نمودار توان اکتیو خط ریخته گری (پست اسفراین) ..... ۱۲۶
- نمودار ۹-۲۰- نمودار توان راکتیو خط ریخته گری (پست اسفراین) ..... ۱۲۷
- نمودار ۹-۲۱- نمودار هارمونیک پنجم ولتاژ سیمان مشهد خروجی ترانس ..... ۱۲۷
- نمودار ۹-۲۲- نمودار هارمونیک هفتم ولتاژ سیمان مشهد خروجی ترانس ..... ۱۲۷
- نمودار ۹-۲۳- نمودار هارمونیک یازدهم ولتاژ سیمان مشهد خروجی ترانس ..... ۱۲۸
- نمودار ۹-۲۴- نمودار هارمونیک سیزدهم ولتاژ سیمان مشهد خروجی ترانس ..... ۱۲۸
- نمودار ۹-۲۵- نمودار هارمونیک یازدهم جریان سیمان مشهد خروجی ترانس ..... ۱۲۸

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

### فهرست شکلها

صفحه	عنوان
۲۲	شکل ۳-۱- مقسم امیدانسی برای محاسبه دامنه فلش
۲۳	شکل ۳-۲- توصیف حوزه آسیب پذیری یک سیستم انتقال
۲۳	شکل ۳-۳- انواع فلش ها
۲۷	شکل ۳-۴- طول دوره زمانی فلش به ثانیه
۲۸	شکل ۳-۵- روشهای خلاصی از فلش ولتاژ
۳۲	شکل ۴-۱- افت ولتاژ روی امیدانس سیستم که ریشه علل مسائل مربوط به تنظیم ولتاژ می باشد
۴۰	شکل ۵-۱- منحنی تغییر ولتاژ بر حسب زمان $u(t)$
۴۰	شکل ۵-۲- مشخصه تغییر ولتاژ نسبی $d(t)$
۴۴	شکل ۵-۳- حدود مجاز تغییرات ولتاژ بر حسب تعداد آنها
۴۸	شکل ۶-۱- اعوجاج جریان که به علت یک مقاومت غیر خطی ایجاد شده است
۵۴	شکل ۶-۲- تاثیر اندازه خازن روی فرکانس تشدید موازی
۵۵	شکل ۶-۳- تاثیر بارهای مقاومتی روی پدیده تشدید موازی
۵۶	شکل ۶-۴- مسیر عمومی جریانهای هارمونیک در شبکه های شعاعی
۵۷	شکل ۶-۵- خازن های تصحیح ضریب قدرت قادر به تغییر مسیر یکی از مولفه های هارمونیک جریان هستند
۶۷	شکل ۷-۱- شبکه شعاعی ساده
۶۸	شکل ۷-۲
۶۹	شکل ۷-۳- شبکه توزیع بدون انشعاب مستقیم
۷۰	شکل ۷-۴- شبکه با تغذیه فیدرهای اولیه در قبل از ترانسفورماتور
۷۱	شکل ۷-۵- شبکه توزیع با انتخاب تغذیه پس از ترانسفورماتور
۷۱	شکل ۷-۶- شبکه توزیع مشبک
۸۶	شکل ۸-۱- منحنی RCF یک ترانسفورماتور ولتاژ استاندارد با بار یک مگا اهمی
۸۷	شکل ۸-۲- منحنی RCF یک ترانسفورماتور ولتاژ استاندارد با بار ۱۰۰ اهمی
۸۷	شکل ۸-۳- مقسم های ولتاژ خازنی
۸۸	شکل ۸-۴- منحنی $1/RCF$ ترانسفورماتور جریان از نوع پنجره ای
۹۵	شکل ۸-۵- محل های پیشنهادی برای مونیتور روی یک سیستم فشار ضعیف نمونه
۱۰۳	شکل ۸-۶- سه منحنی که یک حادثه قطع موقت را توصیف می کنند
۱۰۴	شکل ۸-۷- خروجی ولتاژ مربعی UPS

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

- شکل ۸-۸- موج ضربه منتهجه از خطای دستگاه اندازه گیری ..... ۱۰۴
- شکل ۸-۹- پدیده تخت شدن قله موج به دلیل وجود منابع تغذیه سوئیچینگ ..... ۱۰۵
- شکل ۸-۱۰- مدلی برای تولید گذرای ناشی از بار ..... ۱۰۹
- شکل ۸-۱۱- امپدانس بر حسب فرکانس ..... ۱۱۱
- نمودار ۹-۲۵- نمودارهارمونیک یازدهم جریان سیمان مشهد خروجی ترانس ..... ۱۲۸



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

# فصل اول

## مفاهیم و تعاریف



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

## فصل اول: مفاهیم و تعاریف

### ۱-۱- مقدمه

امروزه توجه شرکت‌های برق منطقه ای و مشترکین آنها به شکل روزافزونی به مسئله کیفیت توان یا کیفیت برق معطوف شده است. واژه کیفیت برق در کشورهای صنعتی و در صنعت برق کاربرد فراوانی پیدا کرده است مبحث فوق تعداد بسیار زیادی از اعوجاجهای شبکه را پوشش می‌دهد. موضوعاتی که تحت مبحث کیفیت برق قرار می‌گیرند لزوماً مفاهیم تازه‌ای نیستند، لیکن آنچه جدید است تلاش مهندسين برای جمع آوری این مطالب و قرار دادن آنها در الگوهای مشخص می‌باشد. به عبارت دیگر نگاهی تازه به اعوجاجهای موجود در سیستم‌های قدرت به منزله مطلب جدیدی خود را نشان داده است که کنکاش در آن یکی از مهمترین موارد در مطالعه این سیستم‌ها به شمار می‌آید.

بطور کلی می‌توان دلایل زیر را برای توجه روزافزون به مبحث کیفیت برق ذکر نمود: تأکید روزافزون بر بهبود راندمان کلی شبکه‌های قدرت، باعث استفاده از وسایلی از قبیل محرکه‌های موتور با قابلیت تنظیم سرعت و نیز خازنهای موازی برای بهبود ضریب قدرت شده است. بکمک خازنهای موازی میزان تلفات شبکه کاهش می‌یابد اما این خازنها مشخصه امپدانس - فرکانس شبکه را نیز تغییر می‌دهند و باعث ایجاد پدیده تشدید و در نتیجه تقویت اعوجاج بصورت گذرا و نیز افزایش سطح اعوجاج هارمونیک در شبکه می‌شوند. از سوی دیگر وسایل کنترل کننده سرعت موتورها، مقدار هارمونیک‌ها را در شبکه قدرت بالا برده و روی توانایی‌های سیستم تأثیر می‌گذارند. به عبارت دیگر کاربرد وسایل و تجهیزات جدید که از نیازهای مبرم یک سیستم قدرت مدرن است عامل بوجود آوردن مشکلات جدیدی شده است که نیاز به بررسی تأثیرات متقابل اینگونه تجهیزات بر شبکه و شبکه بر اینگونه تجهیزات را لازم می‌سازد.

- به دلیل وجود شبکه مجتمع و به هم پیوسته، خرابی هر المان شبکه روی دیگر تجهیزات آن شبکه اثر نامطلوبی گذاشته و تبعات بعدی افزون تری را به همراه خواهد داشت. چون شبکه‌های قدرت، شبکه‌های وسیعی هستند که به دلایل گوناگون از جمله کیفیت نامناسب برق، احتمال بروز اعوجاج در آنها وجود دارد، در نتیجه انتشار مشکلاتی ناشی از کیفیت نامناسب برق در یک شبکه بهم پیوسته در هر لحظه امکان خواهد داشت.

- حساسیت تجهیزات الکتریکی جدید نسبت به تغییرات کیفیت برق بیشتر شده است. بسیاری از وسایل الکتریکی جدید از کنترل کننده‌های میکرو پروسوسوری و المانهای الکترونیک قدرت استفاده می‌کنند و این تجهیزات به بسیاری از انواع اعوجاجهای موجود در شبکه قدرت حساس می‌باشند. حساسیت این تجهیزات الکتریکی به نوبه خودش به عملکرد نامناسب تجهیزات منجر خواهد شد.

- عدم وجود دستگاه‌های حفاظتی و هشدار دهنده مربوط به پایین بودن کیفیت برق نزد مشترکین و شرکت‌های برق باعث می‌شود که هم مشترکین و هم شرکت‌های برق به دلیل معلوم نبودن حد و حدود دچار سوء تفاهم گردند.

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

- آگاهی نسبت به مسائل کیفیت برق نزد مشترکین بالا رفته است. موضوعاتی از قبیل قطع برق، پایین بودن ولتاژ و پدیده‌های گذرای مربوط به کلیدزنی روز به روز مورد توجه مشترکین بیشتری قرار گرفته و شرکت‌های برق را وادار می‌سازد که کیفیت برق تحویلی به مشترکین را بهتر سازند.

- دلیل اصلی و نهایی توجه به کیفیت برق مسائل اقتصادی است. مسائل اقتصادی بر روی شرکت‌های برق، مشترکین و تولیدکننده‌های وسایل الکتریکی تأثیر فراوانی می‌گذارند.

شرکت‌های برق به دو دلیل عمده به مشکلات فوق توجه نشان می‌دهند. از سویی با رفع مشکلات ناشی از کیفیت نامطلوب برق، میزان مشترکین آنها افزایش یافته و از سوی دیگر استفاده از وسایل الکترونیکی با راندمان بالا موجب کاهش قابل توجه سرمایه گذاری در مراکز تولید و پست‌ها خواهد شد نکته جالب اینکه، تجهیزاتی که برای افزایش بهره وری بکار می‌روند، اغلب در اثر قطع برق بیش از دستگاه‌های دیگر صدمه دیده و گاهی اوقات خود منشاء مشکلات معروف به مسائل کیفیت برق می‌گردند.

### ۱-۲- تعریف کیفیت برق

در مراجع مختلف تعاریف کاملاً متفاوتی برای واژه کیفیت برق وجود دارد. برای مثال شرکت‌های برق ممکن است واژه کیفیت برق را مترادف با کلمه عدم قطعی برق فرض نموده و با استفاده از آمارهای موجود دهند که میزان قطعی بسیار کم بوده است. در عوض سازندگان وسایل الکترونیکی و الکتریکی ممکن است تعریف دیگری مانند این تعریف «مشخصاتی از شبکه قدرت که توانایی کارکرد مناسب را برای تجهیزات فراهم سازند» برای واژه کیفیت برق ارائه دهند. به هر حال نقطه نظر مشترکین در مسئله کیفیت برق بسیار اهمیت داشته و از اولویت اول برخوردار است. بطور کلی تعریف زیر را می‌توان برای «هرگونه تغییر در کمیت‌های ولتاژ، جریان و فرکانس که سبب خرابی و یا عملکرد نادرست تجهیزات مصرف کننده گردد»

در مورد علل ایجاد کیفیت برق نظرات متفاوتی وجود دارد. مشترکین بیش از پرسنل شرکت‌های برق تصور می‌کنند که علت عدم کیفیت عملکرد اشتباه شرکت برق است. به هر حال باید توجه داشت که نتیجه بسیاری از حوادث موجود در شبکه‌های قدرت تنها برای مشترکین ایجاد مشکل می‌کند و هرگز در آمارهای شرکت‌های برق ثبت نمی‌گردد.

نمونه‌ای از این مشکلات، مسئله کلیدزنی خازنها است که برای شرکت‌های برق امری عادی می‌باشد ولی می‌تواند موجب اضافه ولتاژ شده و بعضی تجهیزات مدرن را از مدار خارج کند.

نمونه دیگر وقوع اتصال کوتاه لحظه‌ای در شبکه می‌باشد که باعث کاهش ولتاژ مشترکین شده و ممکن است موجب قطع بعضی تجهیزات گردد اما شرکت برق هیچ گونه نشانه‌ای مبنی بر مشکل روی فیدر مربوطه نخواهد داشت.

در شبکه‌های قدرت ممکن است حوادثی پیش آید که در نرم افزارهای کنترلی پیش بینی نشده باشد با توجه به مطالب گفته شده و توجه روزافزون مشترکین به مسئله کیفیت توان در مقابل شرکت‌های برق مجبور به ارائه برنامه‌های بخصوصی خواهند شد.

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

از سوی دیگر در تجزیه و تحلیل مسئله کیفیت توان باید مسائل اقتصادی را نیز در نظر گرفت. ممکن است راه حل بهینه یک مسئله بدین صورت باشد که حساسیت آن وسیله نسبت به مسئله کیفیت توان کاهش داده شود. سطح لازم کیفیت برق، سطحی است که عملکرد مناسب تجهیزات را در تسهیلات بخصوص نتیجه دهد.

کیفیت برق مانند کیفیت دیگر اجناس بیان نمی شود بلکه استانداردهایی برای اندازه گیری ولتاژ و دیگر معیارهای فنی وجود دارد اما باید توجه کرد که مقدار نهایی کیفیت برق با توجه به نحوه عملکرد تجهیزات مشترکین مشخص خواهد شد.

### ۳-۱- کیفیت ولتاژ

بطور کلی در یک سیستم قدرت تنها کیفیت ولتاژ را می توان کنترل نمود و کنترل مناسبی بر روی جریانهای بارهای مختلف وجود ندارد لذا استانداردهای موجود کشورهای صنعتی در حوزه کیفیت برق عمدتاً حدود مجاز ولتاژ منبع را مشخص می کنند. شبکه های برق جریان متناوب طوری طراحی می شوند که در یک ولتاژ سیونسی با فرکانس و دامنه مشخص کار کنند. هرگونه انحراف قابل توجه در دامنه، فرکانس و یا خلوص شکل موج یک مسئله کیفیت توان خواهد بود.

### ۴-۱- رده بندی عمومی مسائل کیفیت توان

استاندارد IEC، پدیده های مختلف الکترومغناطیسی را به صورت نشان داده شده در جدول ۱-۱ به شش گروه تقسیم بندی نموده است. تلاش گروه های مختلف در صنعت برق در زمینه مونیتورینگ کیفیت توان تعدادی گروه را به استاندارد IEC افزوده است. در نهایت جدول ۱-۲ رده بندی کلی مسائل کیفیت توان را نشان می دهد. این جدول اطلاعات مربوط به محتوی طیفی - طول دوره زمانی و دامنه کاربرد را که برای توصیف هر گروه لازم است ارائه می دهد. این گروه ها و مشخصات مربوط به آنها لازم هستند تا به کمک آنها بتوان نتایج اندازه گیری های مختلف را رده بندی نمود و پدیده های الکترومغناطیسی که باعث مسائل مرتبط با کیفیت برق می شوند را توضیح داد.

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

جدول ۱-۱- گروه بندی پدیده های اصلی که موجب بروز اعوجاج الکترومغناطیسی در شبکه می شوند مطابق استاندارد IEC

<p>هارمونیکها - هارمونیکهای میانی سیگنالهای PLC نوسان ولتاژ - فرورفتگی ولتاژ و قطعی ها عدم تعادل ولتاژ - تغییرات فرکانس قدرت ولتاژهای القایی با فرکانس پایین - وجود مؤلفه DC در شبکه</p>	<p>پدیده های هدایتی با فرکانس پایین</p>
<p>میدان های مغناطیسی میدان های الکتریکی</p>	<p>پدیده های تشعشعی فرکانس پایین</p>
<p>ولتاژ یا جریانهای القایی با شکل موج پیوسته گذراهای تک جهت گذراهای نوسانی</p>	<p>پدیده های هدایتی با فرکانس بالا</p>
	<p>پدیده تخلیه الکترو استاتیکی</p>
	<p>پاس الکترومغناطیسی ناشی از انفجارات هسته ای</p>
<p>میدان های مغناطیسی میدان های الکتریکی میدان های الکترومغناطیسی امواج پیوسته گذراها</p>	<p>پدیده های تشعشعی با فرکانس بالا</p>

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

جدول ۱-۲- گروه بندی و مشخصات پدیده‌های الکترومغناطیسی در شبکه قدرت

گروه	محتوای طیفی	طول دوره زمانی	دامنه ولتاژ
گذرا ضربه‌ای نانوثانیه میکروثانیه میلی ثانیه ۱-۲ نوسانی	جهش ۵ نانو ثانیه‌ای جهش ۱ میکروثانیه‌ای جهش ۰/۱ میلی ثانیه ای	کمتر از ۵۰ نانوثانیه ۵۰ نانو تا ۱ میلی ثانیه بیشتر از ۱ میلی ثانیه	تا ۴ پرینیت تا ۸ پرینیت تا ۴ پرینیت
۱-۲-۱ فرکانس پایین ۲-۱-۲ فرکانس متوسط ۳-۱-۲ فرکانس بالا	کوچکتر از ۵ کیلوهرتز ۵-۵۰۰ کیلوهرتز ۰/۵-۵ مگاهرتز	۰/۳ تا ۵۰ میلی ثانیه ۲۰ میکروثانیه ۵ میکروثانیه	تا ۴ پرینیت تا ۸ پرینیت تا ۴ پرینیت
تغییرات بلندمدت ۱-۲ قطعی بادوام ۲-۲ کاهش ولتاژ ۳-۲ اضافه ولتاژ		بیشتر از یک دقیقه بیشتر از یک دقیقه بیشتر از یک دقیقه	صفر پرینیت ۰/۹ پرینیت ۱/۰۵ پرینیت
تغییرات کوتاه مدت ۱-۳ آنی ۱-۱-۳ قطعی ۲-۱-۳ فلش ۳-۱-۳ برآمدگی ۲-۳ لحظه‌ای ۱-۲-۳ قطعی ۲-۲-۳ فلش ۳-۲-۳ برآمدگی ۳-۳ موقت ۱-۳-۳ قطعی ۲-۳-۳ فلش		۰/۵ تا ۳۰ سیکل ۰/۵ تا ۳۰ سیکل ۰/۵ تا ۳۰ سیکل ۳۰ سیکل تا ۳ ثانیه ۳۰ سیکل تا ۳ ثانیه ۳۰ سیکل تا ۳ ثانیه ۳ ثانیه تا ۱ دقیقه ۳ ثانیه تا ۱ دقیقه	کوچکتر از ۰/۱ پرینیت ۰/۱ تا ۰/۹ پرینیت ۱/۱ تا ۱/۸ پرینیت کوچکتر از ۰/۱ پرینیت ۰/۱ تا ۰/۹ پرینیت ۱/۱ تا ۱/۲ پرینیت کوچکتر از ۰/۱ پرینیت ۰/۱ تا ۰/۹ پرینیت

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

۳-۳-۳ برآمدگی		۳ ثانیه تا ۱ دقیقه	۱/۱ تا ۱/۲ پریونیت
عدم تعادل ولتاژ		حالت ماندگار	۰/۵ تا ۲ درصد
اعوجاج شکل موج		حالت ماندگار	۰ تا ۰/۱ درصد
نوسان ولتاژ	کوچکتر از ۲۵ هرتز	متناوب	۰/۱ تا ۷ درصد
تغییرات فرکانس قدرت		کوچکتر از ۱۰ ثانیه	

### ۱-۵- گذرا

واژه گذرا مدتهاست که در تحلیل تغییرات شبکه قدرت بکار رفته تا یک حادثه غیرمطلوب اما لحظه‌ای را مشخص کند.

تعریفی که عموماً برای واژه گذرا بکار می‌رود به شکل زیر است.  
بخشی از تغییرات یک متغیر که در طی انتقال از یک شرایط ماندگار به حالت ماندگار دیگر از بین می‌رود. مدت زمان یک گذرا بسیار کوتاه است. واژه دیگری که اغلب بعنوان مترادف گذرا استفاده می‌شود واژه موج ضربه‌ای است.

بطور کلی واژه گذرا را می‌توان به دو گروه موج ضربه‌ای گذرا و موج نوسانی گذرا تقسیم نمود.

#### ۱-۵-۱- موج ضربه‌ای گذرا

موج ضربه‌ای گذرا تغییر ناگهانی در شرایط ماندگار ولتاژ، جریان و یا هر دو است که فرکانسی به غیر از فرکانس قدرت دارد و پلاریته آن تک جهت است.  
به دلیل وجود فرکانسهای بالا در یک موج ضربه‌ای، شکل موج آن به سرعت توسط پارامترهای سیستم تغییر کرده و هنگامیکه از دید قسمتهای مختلف شبکه قدرت مشاهده می‌شود ممکن است به طور عمده مشخصه‌های متفاوتی را از خود ارائه دهد.  
موج ضربه‌ای گذرا می‌تواند فرکانسهای طبیعی مدارهای شبکه را تحریک نموده و موج نوسانی گذرا پدید آورد.

#### ۱-۵-۲- موج نوسانی گذرا

موج نوسانی گذرا تغییر ناگهانی در شرایط ماندگار ولتاژ، جریان و یا هر دو است که فرکانسی غیر از فرکانس قدرت دارد و پلاریته آن هر دو مقدار مثبت و منفی را دارا می‌باشد.  
موج نوسانی گذرا، موج ولتاژ و یا جریانی است که پلاریته مقدار لحظه‌ای آن سریعاً تغییر می‌کند.

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

### ۱-۶- تغییرات بلندمدت ولتاژ

تغییرات بلندمدت ولتاژ هرگونه انحراف در مقدار مؤثر ولتاژ در فرکانس نامی را برای زمان بیشتر از یک دقیقه شامل می شود. بعبارت دیگر تغییر ولتاژی بلندمدت محسوب می شود که مقدار ولتاژ برای مدت بیشتر از یک دقیقه از حدود مجاز تجاوز کند. تغییرات بلندمدت ولتاژ می تواند بصورت اضافه ولتاژ و کاهش ولتاژ باشد و عموماً در اثر تغییرات بار شبکه مانند به مدار آوردن بارها و یا خارج ساختن منابع تولید ایجاد می گردد.

#### ۱-۶-۱- اضافه ولتاژ بلندمدت

اضافه ولتاژ بلندمدت به افزایش در مقدار مؤثر ولتاژ و به میزان بیش از پنج درصد، در فرکانس نامی و برای مدت بیش از یک دقیقه گفته می شود. از عوامل ایجاد اضافه ولتاژ بلندمدت می توان به موارد زیر اشاره نمود:

- از مدار خارج شدن یک بار بزرگ
- برق دار کردن یک بانک خازنی
- عدم تنظیم ولتاژ مطلوب
- قرار گرفتن یک ترانس در موقعیتی غیر صحیح

#### ۱-۶-۲- کاهش بلندمدت ولتاژ

کاهش بلندمدت ولتاژ به کاهش در مقدار مؤثر ولتاژ به میزان بیش از ده درصد در فرکانس نامی و برای مدت بیش از یک دقیقه گفته می شود. علل ایجاد کاهش ولتاژ در واقع عکس وقایعی هستند که سبب ایجاد اضافه ولتاژ می گردند. مثلاً اضافه بار مدار یا قطع شدن خازن ها می تواند موج کاهش ولتاژ بلندمدت شوند.

#### ۱-۶-۳- قطعی بادوام

هنگامیکه ولتاژ برای زمانی بیش از یک دقیقه صفر شود این تغییر بلندمدت ولتاژ بعنوان یک قطعی بادوام در نظر گرفته می شود. قطعی های ولتاژ به مدت بیش از یک دقیقه اغلب دائمی می باشند و برای اصلاح سیستم و بازگرداندن آن به حالت اولیه احتیاج به دخالت انسان است.

### ۱-۷- تغییرات کوتاه مدت ولتاژ

این تغییرات با توجه به طول دوره وقوع آنها به سه دسته آنی، لحظه ای و موقت تقسیم می شوند علل بوجود آمدن تغییرات کوتاه مدت ولتاژ وقوع اتصال کوتاه و وصل بارهای بزرگ که احتیاج به جریان راه اندازی زیاد دارند می باشد.

بسته به محل وقوع اتصال کوتاه و شرایط شبکه، هر خطا می تواند موجب پایین آمدن موقت ولتاژ (فلش)، بالا رفتن ولتاژ (برآمدگی) و یا از دست رفتن کامل آن قطعی گردد.

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

### ۱-۷-۱- قطعی کوتاه مدت

یک قطعی کوتاه مدت هنگامی اتفاق می افتد که ولتاژ منبع یا جریان بار در زمانی کمتر از یک دقیقه به کمتر از ۰/۱ پریونیت برسد. قطعی کوتاه مدت می تواند نتیجه اتصال کوتاه در شبکه قدرت، خرابی تجهیزات و یا کارکرد نادرست کنترل کننده ها باشد. تعدادی از قطعی ممکن است در ادامه وقوع یک فلش ولتاژ رخ دهند. فلش ولتاژ از لحظه شروع خطا تا زمان عملکرد وسایل حفاظتی ایجاد می شود.

### ۱-۷-۲- فلش

فلش کاهش در ولتاژ و جریان مؤثر به اندازه ۰/۱ تا ۰/۹ پریونیت در فرکانس نامی بوده که برای مدت زمانی از ۰/۵ سیکل تا یک دقیقه تداوم می یابد. استاندارد IEC واژه فرورفتگی را بعنوان مترادف فلش بکار می برد بطور کلی هنگامی که ۲۰٪ فلش ولتاژ وجود دارد بدین معنی است که ولتاژ به ۸٪ پریونیت کاهش یافته است. در این حالت ولتاژ پایه یا نامی سیستم نیز باید مشخص گردد. فلش ولتاژ را می توان با دو مقدار یکی دامنه آن یعنی  $\Delta U$  و دیگری مدت زمان آن یعنی  $\Delta t$  مشخص نمود.

### ۱-۷-۳- برآمدگی ولتاژ

برآمدگی ولتاژ، افزایشی در ولتاژ مؤثر به اندازه ۱/۱ تا ۱/۸ پریونیت در فرکانس نامی بوده که برای مدت زمانی از ۰/۵ سیکل تا یک دقیقه تداوم می یابد. مانند فلش ولتاژ، عامل اصلی ایجاد این پدیده اتصال کوتاه روی شبکه می باشد. برآمدگی ولتاژ می تواند در اثر خطای تک فاز با زمین روی فازهای سالم بوجود آید. برق دار کردن یک بانک خازنی و قطع یک بار بزرگ نیز می تواند عامل ایجاد برآمدگی ولتاژ شود.

اندازه یک برآمدگی ولتاژ در طی وقوع یک خطا تابعی از محل وقوع خطا، امپدانس سیستم و نحوه زمین کردن سیستم است.

### ۱-۸-۱- عدم تعادل ولتاژ

عدم تعادل ولتاژ به شرایطی اطلاق می شود که مقادیر ولتاژ سه فاز با یکدیگر متفاوت بوده و یا اختلاف زاویه ۱۲۰ درجه بین فازها وجود نداشته باشد هر دو حالت فوق نیز می تواند بطور همزمان اتفاق بیافتد به بیان ساده تر عدم تعادل ولتاژ عبارتست از حداکثر انحراف از مقدار متوسط ولتاژ سه فاز تقسیم بر مقدار متوسط ولتاژ سه فاز برحسب درصد. عدم تعادل ولتاژ همچنین می تواند با استفاده از مؤلفه های متقارن نیز تعریف شود نسبت مؤلفه صفر یا منفی به مؤلفه توالی مثبت می تواند درصد عدم تقارن را مشخص کند.

منشاء اصلی ایجاد عدم تعادل ولتاژهای کمتر از ۲ درصد وجود بارهای تکفاز در یک شبکه سه فاز می باشد. این پدیده همچنین می تواند نتیجه قطعی یکی از فازهای یک بانک خازنی سه فاز باشد. عدم تعادل ولتاژ مسائلی را بوجود می آورد که در ذیل بطور خلاصه به آنها اشاره می کنیم.

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

امپدانس توالی منفی ماشینهای سه فاز برابر با امپدانس ماشین در حالت راه اندازی می باشد. در نتیجه ماشینینی که از یک منبع نامتعادل تغذیه می شود جریان نامتعادلی را از شبکه می کشد که درصد آن چندین برابر درصد عدم تعادل ولتاژ شبکه می باشد در نتیجه جریانهای سه فاز بطور قابل ملاحظه ای با یکدیگر تفاوت دارند. در چنین حالتی بالا بودن جریان در یک فاز یا فازها موجب افزایش دمای ماشین می گردد. این افزایش دما با کم شدن حرارت تولید شده ناشی از کاهش جریان در فازهای دیگر کمی خنثی می شود ولی بطور کلی دمای ماشین در چنین حالتی افزایش خواهد یافت این شرایط می تواند موجب صدمه زدن با ماشین شود. در مبدل های چند فاز که دامنه ولتاژهای ورودی در مقدار ولتاژ خروجی dc مؤثر است. ولتاژ نامتعادل روی عملکرد مبدل تأثیر گذاشته و باعث ایجاد مؤلفه نامطلوبی در طرف dc شده و از سوی دیگر نیز باعث ایجاد هارمونیک های غیر مشخصه در طرف ac می شود.

### ۹-۱- اعوجاج در شکل موج

اعوجاج در شکل موج عبارتست از انحرافی در شکل موج سینوسی ایده آل با فرکانس قدرت که توسط محتوای طیفی آن مشخص می گردد.

پنج نوع کلی اعوجاج در شکل موج را می توان به شرح زیر نام برد.

- وجود مؤلفه dc در شبکه متناوب
- هارمونیک ها
- هارمونیک های میانی
- برش
- نویز

### ۱۰-۱- نوسان ولتاژ

نوسان ولتاژ عبارتست از تغییرات منظم پوش سیگنال ولتاژ یا یک سری از تغییرات تصادفی ولتاژ انواع مختلف نوسان ولتاژ را می توان به صورت زیر گروه بندی نمود.

الف) تغییر ولتاژ مستطیلی و پریود یک که ناشی از قطع و وصل بارهای مقاومتی تک فاز می باشد.

ب) یک سری تغییرات پله ای ولتاژ که از نظر زمانی بصورت غیر منظم رخ می دهند و مقادیر تغییرات پله ای می تواند مساوی یا نامساوی بوده و در جهت مثبت و منفی امکان پذیر است علت بوجود آمدن این حالت قطع و وصل همزمان چندین بار می باشد.

ج) این نوع نوسان شامل یک سری تغییرات ولتاژ می باشد که همگی آنها بصورت پله ای نمی باشد این حالت ناشی از کلیدزنی بارهای غیر مقاومتی است.

د) یک سری نوسانات ولتاژ پیوسته یا تصادفی که ناشی از تغییرات تصادفی یا پریود یک بارها می باشد. در شبکه های ولتاژ پایین وسایل خانگی عامل اصلی ایجاد نوسان ولتاژ می باشند.

بطور کلی عامل تولید نوسان ولتاژ بارهای صنعتی شامل:

- ماشینهای جوشکاری مقاومتی
- کارخانه های نورد آهن

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

- کوره های قوس الکتریکی
  - تأسیسات جوشکاری قوی
- می باشند.

مهمترین شکلی که نوسان ولتاژ ایجاد می کند فلیکر است. تغییرات سریع دامنه جریان بار می تواند عامل ایجاد نوسانات ولتاژی باشد که در اصطلاح عام به آن فلیکر ولتاژ می گویند. نوسان یک پدیده الکترومغناطیسی است ولی فلیکر نتیجه نامطلوب نوسان ولتاژ است.

### ۱۱-۱- تغییرات فرکانس قدرت

تغییرات فرکانس قدرت عبارتست از انحراف فرکانس شبکه نسبت به فرکانس نامی. فرکانس شبکه قدرت با سرعت گردش ژنراتورهایی که شبکه را تغذیه می کنند رابطه مستقیم و با قطبهای آن رابطه معکوس دارد. هنگامیکه تعادل دینامیکی بین بار مصرفی و مقدار تولید تغییر کند فرکانس شبکه تغییر می یابد اندازه این تغییر فرکانس و مدت زمان آن بستگی به مشخصه بار و پاسخ سیستم کنترل در نیروگاهها دارد.

علت بوجود آمدن تغییرات خارج از حدود مجاز فرکانس می تواند در اثر قطع یک بار بزرگ و خارج شدن یک منبع تولیدی بزرگ از شبکه باشد.

پدیده برش گاهی ممکن است با انحراف فرکانس اشتباه گرفته شود. برشها ممکن است موج ولتاژ را به نقطه صفر نزدیک کرده و سبب خطای عملکرد تجهیزات و سیستمهای کنترلی شوند که براساس عبور موج از نقطه صفر کار می کنند.

در محدوده انحراف قابل قبول فرکانس، اثر اصلی تغییر در فرکانس قدرت را می توان تغییر سرعت ماشینهای گردان دانست. بنابراین موتورهای توان الکتریکی کمتر یا بیشتری را تحویل می دهند.

همچنین تغییرات فرکانس اثرات نامطلوبی بر تنظیم فیلترهای هارمونیک و عملکرد دستگاههایی که از فرکانس بعنوان پالس سنکرون کننده استفاده می کنند خواهد داشت.

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

## فصل دوم

# پدیده‌های گذرا

WikiPower.ir

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

## فصل دوم: پدیده‌های گذرا

### ۱-۲- مقدمه

واژه گذرا مدتها است که در تحلیل برخی از پدیده‌های موجود در شبکه‌های قدرت بکار می‌رود و مشخص کننده یک حادثه غیرمطلوب اما لحظه‌ای است. تعریفی که عموماً برای این واژه استفاده می‌شود به شکل زیر است:

بخشی از تغییرات یک متغیر که در طی انتقال از یک شرایط کاری ماندگار به حالت ماندگار دیگر از بین می‌رود.

واژه دیگری که اغلب به عنوان مترادف کلمه گذرا استفاده می‌شود، واژه موج ضربه‌ای است. موج ضربه در شبکه‌های متناوب را می‌توان بصورت پدیده‌ای که با یک تابع زمانی مشخص می‌شود معرفی نمود. واژه‌های مورداستفاده در تعریف این پدیده باید بنحوی باشند که در بقیه کاربردها و کلیه اندازه گیریها نیز قابل استفاده باشند. هنگام طراحی تجهیزات و بمنظور ایمن سازی آنها در مقابل موج ضربه، طراح باید بداند که عوامل بوجود آورنده حالت گذرا چیست و موج ضربه چگونه و تحت چه شرایطی به تجهیزات می‌رسد.

### ۲-۲- اضافه ولتاژهای گذرا

در شبکه‌های الکتریکی، حالات گذرا به دو دلیل عمده ایجاد می‌گردند: کلیدزنی و صاعقه، این عوامل علاوه بر موارد دیگر، منبع ایجاد اضافه ولتاژ گذرا در تجهیزات مشترکین می‌باشند. همچنین برخی از تجهیزات الکترونیک قدرت نیز ممکن است در هنگام کلیدزنی، حالت گذرای مهمی را در سیستم ایجاد کنند.

#### ۱-۲-۲- حالت گذرای ناشی از کلیدزنی

حالت گذرای کلیدزنی را می‌توان به دو دسته اصلی یعنی حالت گذرای ناشی از شرایط عادی و غیرعادی تقسیم بندی نمود. در موارد و شرایط مختلفی را که می‌توان به عنوان حالت گذرای ناشی از کلیدزنی در نظر گرفت به شرح زیر می‌باشند:

- کلیدزنی‌های نزدیک به شینه مشترکین، مانند برقرار کردن یا بی برق کردن وسایل خانگی یا دیگر بارها

- حالت‌های گذرای که در هر سیکل در هنگام کموتاسیون در مبدل‌های الکترونیک قدرت بوجود می‌آید.

- جرقه زدن‌های پیاپی در هنگام کلیدزنی از دیگر عوامل اضافه ولتاژ می‌باشد. کنتاکتورها یا کلیدهای جیوه‌ای می‌توانند ولتاژهای ضربه‌ای با شکل موج پیچیده‌ای که مقدار آن چندین برابر بیشتر از ولتاژ سیستم است بوجود آورند.

- کلید زنی بانکهای خازنی. حالت‌های گذرای ناشی از کلید زنی خازنهای تصحیح ضریب قدرت می‌تواند باعث ایجاد اضافه ولتاژی در حدود دو برابر ولتاژ نامی سیستم گردد. این حالت‌های گذرا

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

بصورت روزانه و تکراری اتفاق می افتند و مدت زمانی که این اضافه ولتاژ در سیستم باقی می ماند طولانی خواهد بود (در حدود چند صد میکروثانیه) این مدت زمان در برابر مدت زمان اضافه ولتاژ ناشی از صاعقه بسیار طولانی تر است. اگر چندین قطع و وصل در هنگام باز شدن خازن بوجود آید آنگاه اضافه ولتاژ می تواند به سه برابر ولتاژ نامی شبکه نیز برسد.

- انواع خطاهای مختلف در سیستم، مانند اتصال کوتاه در شبکه و یا بوجود آمدن قوس در سیستم. بعضی از حالت های گذرای ناشی از کلید زنی، به علت عملکرد وسایل حفاظتی اضافه جریان سریع مانند فیوزهای محدود کننده جریان و کلیدهایی که زمان قوس آن زیر ۲ میکرو ثانیه است می باشد. این تجهیزات انرژی را در مدار حبس نموده و بعلا از بین رفتن میدان ناشی از قطع جریان، ولتاژهای بالایی بوجود می آید.

(کلیدزنی بانکهای خازنی)

- حالت های گذرای ناشی از کلیدزنی خازنهای تصحیح ضریب قدرت می تواند باعث ایجاد اضافه ولتاژی در حدود دو برابر ولتاژ اسمی سیستم گردد. این حالت های گذرا به صورت روزانه و تکراری اتفاق می افتند و مدت زمانی که این اضافه ولتاژ در سیستم باقی می ماند طولانی خواهد بود (در حدود چند صد میکروثانیه) این مدت زمان در برابر مدت زمان اضافه ولتاژ ناشی از صاعقه بسیار طولانی تر است. اگر چندین قطع و وصل در هنگام باز شدن خازن بوجود آید آنگاه اضافه ولتاژ می تواند به سه برابر ولتاژ نامی شبکه نیز برسد.

- انواع خطاهای مختلف در سیستم، مانند اتصال کوتاه در شبکه و یا بوجود آمدن قوس در سیستم. بعضی از حالت های گذرای ناشی از کلیدزنی، به علت عملکرد وسایل حفاظتی اضافه جریان سریع مانند فیوزهای محدود کننده جریان و کلیدهایی که زمان قوس آن زیر ۲ میکروثانیه است می باشد. این تجهیزات انرژی را در مدار حبس نموده و بعلا از بین رفتن میدان ناشی از قطع جریان، ولتاژهای بالایی بوجود می آید.

### ۲-۲-۲- حالت گذرای ناشی از صاعقه

بررسی حالت گذرای ناشی از صاعقه بر روی سیستم های الکتریکی یک پدیده پیچیده می باشد. محققین به منظور ساده کردن روند مطالعه و بررسی حالت گذرای ناشی از صاعقه و با استفاده از اندازه گیریها به مدل های مناسبی برای صاعقه دست یافته اند، بنحوی که بتوان تخمین دقیقی از سطح موج ضربه بدست آورد. شایان ذکر است در این صورت دیگر نیازی به دانستن مکانیزم واقعی تولید هر موج ضربه نمی باشد.

در یک بررسی ساده عوامل اصلی تولید موج ضربه ولتاژ ناشی از صاعقه به شرح زیر دسته بندی می شوند:

- برخورد صاعقه به زمین در نزدیکیهای تجهیزات مورد مطالعه و یا ایجاد صاعقه بین لایه های ابر، تولید میدانی الکترومغناطیسی می کند که این میدان می تواند باعث القاء ولتاژ در هادیهای مدارهای الکتریکی گردد.

- در اثر تخلیه ابر به زمین جریانی در زمین ایجاد می شود و حرکت آن در مسیرهای مختلف سیستم زمین می تواند باعث ایجاد اختلاف ولتاژ در نقاط آن گردد.

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

- افت سریع ولتاژ: هنگامی که برقیگیر از نوع فاصله هوایی (که در سمت اولیه ترانسفورماتور واقع است) عمل می نماید این پدیده بوجود می آید. در حقیقت ولتاژ از طریق خازن سیم پیچهای ترانسفورماتور به سمت ثانویه منتقل می شود و در نتیجه ولتاژ ضربه ای علاوه بر قسمتی که از طریق عمل عادی ترانسفورماتوری به مدار ثانویه القاء می گردد، مستقیماً وارد ثانویه می شود.
- برخورد مستقیم صاعقه به مدارهای ولتاژ بالا، جریانهای بالایی را به مدارهای اولیه تزریق می کند. بدلیل عبور این جریانها از مقاومت زمین اضافه ولتاژهایی پدید می آید که باعث تغییر پتانسیل سیستم زمین می گردد.
- در بعضی مواقع صاعقه مستقیماً به مدارات ثانویه سیستم برخورد می کند و در اثر آن جریانهای بسیار بالا و در نتیجه اضافه ولتاژهای بزرگی ایجاد می شود که می تواند از قابلیت تحمل تجهیزات بالاتر باشد. در چنین حالتی وسایل حفاظتی معمولی مورد استفاده در مدارات ثانویه نمی توانند از آنها جلوگیری کنند.

### ۲-۳- انواع موج ضربه ای با انرژی زیاد

- با توجه به اینکه اطلاعات بدست آمده در مورد مقدار انرژی موج ضربه محدود می باشد. بنابراین لازم است که در این مورد مطالعات جامع تری صورت گیرد. از جمله موجهای ضربه ای که دارای انرژی زیادی بوده و می توانند باعث خرابی تجهیزات شوند می توان به موجهای زیر اشاره نمود:
- موج ضربه ناشی از برخورد صاعقه به سیستمهای توزیع هوایی که می توان آن را با موج ضربه ولتاژ ۱۲/۵۰ میکروثانیه و یا موج ضربه جریان ۸/۲۰ میکروثانیه نمایش داد.
- موج ضربه ناشی از بی برق کردن بارها با استفاده از کلیدهای معمولی یا کنتاکتورها. به علت کوتاه بودن طول دوره آنها، این گونه موجها به موج ضربه بسیار سریع معروف هستند.
- موج ضربه ایجاد شده توسط عملکرد فیوز که باعث حبس انرژی در اندوکتانس سیستم می گردد. این موج در ورودی کابلهای طویل بصورت تک جهته و به مدت چندصد میکروثانیه طول می کشد. مقدار آن بستگی به اندوکتانس کابل و ترانسفورماتور تغذیه کننده محل خطا دارد
- موج ضربه ایجاد شده توسط کلیدزنی خازنهای تصحیح ضریب قدرت. این موجها بصورت نوسانی میراشونده (از چندصد هرتز تا چند کیلو هرتز) می باشند و چندین میلی ثانیه طول می کشد. از نقطه نظر انرژی یک چنین موج نوسانی طولانی را می توان با پوشش قسمت نوسانی مدل سازی نمود.
- برای آزمایش تجهیزات لازم است که شکل موج ضربه و پارامترهای آن مشخص شود تا به کمک آن بتوان تجهیزات را تحت یک سری آزمایش یکسان قرار داد و از عملکرد آن مطمئن گردید. به همین منظور در ادامه به تعاریف مربوط به انواع امواج ضربه و پارامترهای آن پرداخته می شود. از این اشکال و روابط نیز می توان برای شبیه سازی کامپیوتری نیز استفاده نمود.

### ۲-۴- اصول حفاظتی در مقابل حالات گذرا

- اصول اساسی حفاظت در مقابل اضافه ولتاژ ناشی از وقوع حالات گذرا به قرار زیر است:
- محدود کردن ولتاژ روی عایقهای حساس

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

- منحرف نمودن موج ضربه جریان جهت جلوگیری از رسیدن این موج به محل بار و تجهیزات.
  - جلوگیری از ورود جریان موج ضربه به بار
  - یکی کردن زمین‌های مرجع با یکدیگر در تجهیزات
  - کاهش یا جلوگیری از عبور ضربه جریان بین زمینها
  - استفاده از یک فیلتر پایین گذرنده
- برخی ترجیح می‌دهند که برقگیر را منحرف کننده موج ضربه بنامند. بهرحال برقگیر اگر بتواند مسیری با امپدانس پائین ایجاد نماید می‌تواند بعنوان منحرف کننده جریان عمل کند. این مورد همیشه امکانپذیر نبوده و جریان ضربه گاهی اوقات به سمت بار کلیدی و مهم دیگری به حرکت در می‌آید.
- بسیاری از تجهیزات ممکن است دارای چندین کابل قدرت و فرمان باشند. همچنین ممکن است دو تجهیز در مجاورت همدیگر نصب شده و پرسنل و تجهیزات حساس مداوماً در تماس با آن دو باشند. در این صورت این احتمال وجود دارد که برخورد صاعقه باعث افزایش پتانسیل یک زمین نسبت به زمینهای دیگر شود که نتیجه آن ایجاد جرقه روی عایقی است که بین این دو زمین مرجع قرار می‌گیرد. بنابراین، تمام هادیهای زمین مرجع (زمین‌های ایمنی، غلاف کابلها و تابلوها) باید در محل بار یا تجهیز به یکدیگر متصل شوند. این امر از بالا رفتن پتانسیل زمین مرجع محلی جلوگیری نمی‌کند بلکه سبب می‌شود که پتانسیل تمام زمینهای مرجع مربوط به کابلهای فرمان و قدرت با یکدیگر افزایش می‌یابند.
- سد کردن جریان ضربه، مؤثرترین راه برای جلوگیری از نفوذ موج جریان با فرکانس بالا مانند موج ضربه ناشی از کلیدزنی خازنی و یا موج ناشی از صاعقه می‌باشد. چون جریانهای با فرکانس قدرت باید از موج گیر عبور نمایند در نتیجه عملاً ساخت فیلترهایی که قادر به تشخیص بین جریانهای موج ضربه با فرکانس پایین و جریانهای فرکانس قدرت باشد بسیار مشکل و پرهزینه خواهد بود.
- درصد زیادی از مسائل مربوط به حفاظت موج ضربه بدلیل حرکت موج جریان بین دو یا چند اتصال مجزا به زمین اتفاق می‌افتد. پدیده فوق در مسائل مربوط به صاعقه حائز اهمیت است زیرا مسیر جریان صاعقه به سمت زمین می‌باشد. و در واقع مقدار آن با نسبت امپدانس مسیره‌های زمین تقسیم می‌گردد. در این حالت افت ولتاژ قابل ملاحظه‌ای روی هادیهای زمین ایجاد شده که غالباً روی عایقها اثر می‌گذارد. زمینها ممکن است که کاملاً درون شبکه داخلی مشترک قرار گرفته و یا تعدادی از آنها در شبکه توزیع وجود داشته باشند.

### ۲-۵- تجهیزات مناسب پیشنهادی برای حفاظت علیه اضافه ولتاژهای گذرا

#### ۲-۵-۱- برقگیر

همانطوری که در بخش قبل اشاره گردید برقگیرها وسایلی هستند که تجهیزات را با محدود کردن ولتاژ در مقابل اضافه ولتاژهای گذرا محافظت می‌کنند.

#### ۲-۵-۲- ترانسفورماتور ایزوله

ترانسفورماتورهای ایزوله برای تضعیف نویزهای با فرکانس بالا و موجهای گذرا بکار می‌روند. مهمترین پارامتر ترانسفورماتورهای ایزوله برای حذف موجهای گذرا، اندوکتانس نشتی آنها می‌باشد.

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

### ۲-۵-۳- فیلترهای پائین گذر

این فیلترها از اندوکتانسهای سری و خازنهای موازی تشکیل می‌شوند که ترکیب آنها مسیر کم امپدانس را به زمین برای فرکانسهای تشدید ایجاد می‌کند. در مسائل حفاظتی برقگیرها نیز به صورت موازی با آن بکار می‌رود.

### ۲-۵-۴- وسایل برق اضطراری با امپدانس کم

وسایل برق اضطراری با امپدانس کم همراه با منابع تغذیه سوئیچینگ به کار می‌روند. اینگونه وسایل دارای امپدانس بسیار کوچکتري از ترانسفورماتورهای ایزوله بوده و به صورت داخلی دارای یک فیلتر نیز می‌باشند. فیلتر در خروجی قرار گرفته و عمل حفاظت را در مقابل موجهای با فرکانس بالای با مد نرمال و مد مشترک انجام می‌دهد. توجه کنید که اتصال نوترال به زمین جدیدی در سمت بار در این حالت بوجود می‌آید.

### ۲-۶- توصیه‌ها و راهکارهای اجرایی در مقابله با حالات گذرا

توصیه‌های ارائه شده در این بخش، پایه‌ای برای انتخاب مشخصات فنی مناسب جهت نیازهای طراحان و استفاده کنندگان تجهیزات خواهد بود. مشخصات مربوط به قابلیت تحمل تجهیز و سطوح آزمون که این قابلیت را به اثبات برساند، از مسئولیتهای سازندگان تجهیزات است.

#### ۲-۶-۱- توصیه‌های اجرایی مرتبط با شرکتهای برق

#### ۲-۶-۱-۱- راهکارهای مقابله با حالت گذرای ناشی از کلیدزنی خازنها

در این بخش به چگونگی برخورد و نحوه مقابله با مسائل مرتبط با حالت گذرای کلیدزنی خازنی پرداخته می‌شود و پیشنهاداتی که به عنوان دستورالعمل قابل استفاده می‌باشند ارائه می‌گردد.

### زمان وصل خازن

حالات گذرای ناشی از کلیدزنی خازنی بسیار مرسوم بوده و معمولاً آسیب رسان نمی‌باشند. بهرحال، زمان وقوع عمل کلیدزنی می‌تواند برای بعضی از بارهای حساس نامطلوب باشد. برای مثال، همانطور که می‌دانیم مقدار بار راکتیو سلفی در بعضی از ساعت روز بالا می‌رود و در نتیجه شرکتهای برق تصمیم می‌گیرند که خازنهایی را وارد مدار سازند. اگر زمان این کلیدزنیها مصادف با شروع یک شیفت کاری شود، ممکن است بارهای حساس مانند محرکه‌های با قابلیت تنظیم سرعت را از کار بیاندازد. راه حل ساده و ارزان در این مورد این است که زمان قابل قبول کلیدزنی خازنی از دیدگاه مشترکین تعیین گردد.

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

### قراردهی مقاومت در مرحله کلیدزنی

قراردادن مقاومت می تواند حالت گذرای ناشی از کلیدزنی را بطور قابل ملاحظه ای کاهش دهد. اولین پیک موج گذرا، آسیب رسان ترین آن نیز می باشد. قراردادن مقاومت در مدار کلیدزنی سبب می شود که اولین پیک موج گذرا بصورت قابل ملاحظه ای میرا گردد.

### اتصال سنکرون

روش دیگر برای کاهش حالت گذرای ناشی از کلیدزنی خازنی، استفاده از وصل کننده های سنکرون می باشد. روش کار اینگونه وسایل بدین صورت است که زمان وصل کنتاکتها به نحوی انتخاب می شود که ولتاژ خازن برابر با ولتاژ سیستم باشد.

### محل نصب خازن

در فیدرهای توزیع، خازن ها ممکن است نزدیک به یک مشترک حساس و یا در محلی که اضافه ولتاژ گذرا امکان تقویت شدن را داشته باشد نصب شوند. اغلب این امکان وجود دارد که برای حل مشکل، خازن ها را به محل دیگری از خط و یا به شاخه دیگری از شبکه انتقال داد. اضافه نمودن میرایی سیستم با افزودن مقاومت در مدار و یا قراردادن امپدانس بیشتری بین خازن و مشترکین حساس، اساس این کار می باشد.

### ۲-۶-۱- راهکارهای مقابله با حالت گذرای ناشی از موج صاعقه

بسیاری از مسائل کیفیت برق ناشی از صاعقه می باشند. موج ضربه با ولتاژ بالا نه تنها باعث آسیب رساندن به تجهیزات می گردد، بلکه خطای موقتی که بعد از برخورد صاعقه به خط پیش می آید می تواند باعث قطعی یا فلش ولتاژ شود. در ادامه، روشهایی که شرکتهای برق برای کاهش اثر برخورد صاعقه می توانند مورد استفاده قرار دهند توضیح داده خواهد شد.

### استفاده از سیم گارد در خطوط

یکی از روشهایی که شرکت برق می تواند برای جلوگیری از برخورد مستقیم صاعقه به هادیهای فاز انجام دهند استفاده از سیم گارد برای خطوط و تأسیسات می باشد. این راهکار بسیار مفید بوده ولی به دلیل احتمال وقوع قوس برگشتی نمی توان از بروز قوس بطور کامل جلوگیری کرد. امروزه توصیه می شود در بخشهایی از خطوط توزیع که احتمال برخورد صاعقه در آنها زیاد است از سیم گارد استفاده شود تا تعداد خطاها کاهش یابد. با این کار کیفیت برق نیز بهبود خواهد یافت.

### استفاده از برقگیرها

راهکار دیگری که در مناطق صاعقه خیز می توان از آن بهره گرفت استفاده از برقگیرها است. معمولاً قوس برگشتی ابتدا در مقره های برج رخ می دهد. بنابراین، جلوگیری از بروز قوس برگشتی در مقره ها به

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

نحو مؤثری قطعیها را کاهش خواهد داد. با توجه به هزینه کمتر، استفاده از برقگیرها، اقتصادی تر از بکاربردن سیم گارد خواهد بود.

### ۲-۶-۲- توصیه‌هایی اجرایی مرتبط با مشترکین صنعتی و شرکتهای برق در طرف فشار ضعیف

#### ۲-۶-۲-۱- پیشنهاداتی در خصوص حفاظت ترانسفورماتور

عموماً از دو روش برای حفاظت ترانسفورماتور استفاده می‌شود:

- تغییر طراحی ترانسفورماتور
  - بکارگیری برقگیر در ترمینالهای ثانویه ترانسفورماتور
- کاملاً واضح است که روش اول در هنگام طراحی ترانسفورماتور باید مورد توجه قرار گیرد و زمانی که ترانسفورماتور ساخته شد دیگر نمی‌توان تغییری در آن ایجاد کرد. با توجه به نکات فوق مناسبترین روش، استفاده از برقگیرها در طرف فشار ضعیف است.

#### ۲-۶-۲-۲- پیشنهاداتی در خصوص حفاظت کابل

یکی از مهمترین علل قطع برق، خرابی کابل‌های زیرزمینی است. هرچه از عمر کابل می‌گذرد، عایق آن ضعیفتر شده و حتی یک اضافه ولتاژ گذرای کوچک نیز می‌تواند موجب خرابی کابل شود. به هر حال استفاده از برقگیر می‌تواند طول عمر کابل را زیاد کند. برای حفاظت بالاتر می‌توان یکی از روشهای زیر را بکاربرد:

- اضافه کردن برقگیر در نقطه مدار باز
  - اضافه کردن برق گیر در یکی مانده به آخرین ترانسفورماتور
  - اضافه کردن برق گیر در هر ترانسفورماتور
  - اضافه کردن برق گیرهای ویژه با ولتاژ تخلیه کم
  - تزریق مایع عایقی به کابل
  - استفاده از شمای برق گیر اسکات در اولیه
- با توجه به اینکه طول عمر کابل تابعی نمائی از تعداد ضربه‌هایی است که با دامنه مشخص به کابل وارد می‌شود، بنابراین هر وسیله‌ای که بتواند دامنه موجهای ضربه را کاهش دهد قادر به افزایش طول عمر کابل خواهد بود.

#### ۲-۶-۳- توصیه‌هایی در خصوص محل قرارگیری تجهیزات مشترکین و حفاظت آنها

در صورتی که در طبقه بالای ساختمانها از سیستم حفاظتی استفاده شده باشد با توجه به وجود هادیهای متعددی که بالای ساختمان قرار می‌گیرند باید از نصب تجهیزات الکترونیکی حساس در این طبقات خودداری شود.

- شبیه به آنچه در بالا پیشنهاد گردید از قراردادن تجهیزات حساس الکترونیکی نزدیک به دیوار خارجی ساختمان بخصوص در گوشه‌های ساختمان خودداری شود (بدلیل عبور سیستم برقگیر)

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

- از قرارداد تجهیزات حساس در نزدیکی سازه‌های فلزی بلند خودداری شود. این بخش از ساختمان مسیر مناسبی برای عبور جریان صاعقه به زمین می‌باشد.
- صاعقه می‌تواند همچنین باعث ایجاد حالت گذرا در سیستم توزیع (سیم کشی) ساختمان شود. در برابر این شرایط باید سیستمها حفاظت شوند. این حفاظتها شامل حفاظت منبع تغذیه ورودی به ساختمان می‌باشد. در صورتی که ساختمانها دارای چندین منبع تغذیه ورودی و یا تابلوی ورودی باشند تمامی این منابع باید حفاظت شوند بنحوی که کیفیت نامناسب ولتاژ به تجهیزات وارد نشود.
- کابلهای برقی که از ساختمان خارج می‌شوند نیز باید حفاظت گردند زیرا در این حالت شرایط گذرا می‌تواند به ساختمان برگردد. تجهیزات حساس خارجی را باید بصورت محلی حفاظت نمود.

### ۲-۶-۴- نکاتی در خصوص ایمنی تجهیزات با ولتاژ فشار ضعیف

- در این بخش پیشنهادهای ارائه خواهد شد که بتوان به کمک آنها ایمنی تجهیزات متصل به ولتاژ رده پایین را در مقابل موج ضربه افزایش داد.
- ایمن سازی تجهیزات در مقابل امواج گذرا علاوه بر اینکه یک مسئله فنی بشمار می‌آید یک مسئله اقتصادی نیز می‌باشد. زیرا روشی که امکان تحمل کافی در مقابل موج ضربه را برای یک دستگاه بوجود آورد می‌تواند غیراقتصادی بوده از سویی دیگر نیز شاید از نظر تکنیکی و فنی قابل دستیابی نباشد.
- یک طراحی می‌تواند بسته به نیازهای کاری تجهیزات از یک سو و نوع محیطی که این وسیله در آن مورد استفاده قرار می‌گیرد به یک طراحی سیستم حفاظتی مناسب دست یابد. در این حالت دو مرحله باید مد نظر قرار گیرد. اولین مرحله تشخیص نوع محیطی است که وسیله باید در آنجا نصب گردد و دومین مرحله انتخاب مشخصه مناسبی براساس نیازهای دستگاه می‌باشد.
- ایمن سازی تجهیزات در مقابل موج ضربه در محل برق ورودی به تجهیز را می‌توان با طراحی مناسب تجهیز براساس شرایط واقعی محیطی و نیز میزان واقعی اضافه ولتاژ انجام داد. مسئله‌ای را که باید در این طراحی مورد نظر قرار دارد هماهنگی بین قابلیت تحمل در مقابل موج ضربه قسمتهای مختلف مدارات داخلی تجهیزات می‌باشد. برای سیستمهای ساده کافی است که عملکرد تجهیزات حفاظتی را در مقایسه با قابلیت تحمل تجهیزات مورد بررسی قرار داد. برای سیستمهای پیچیده تر و یا سیستمهای غیرخطی تخمین عملکرد مدارات حفاظتی در مقابل موج ضربه بسیار مشکل می‌باشد و بنابراین نیاز به آزمایشهای دقیق خواهد بود.
- تعیین قابلیت تحمل دستگاه با در نظر گرفتن شرایط اقتصادی باید انجام شود. طراحی محافظه کارانه تجهیزات به منظور ایمنی آن در برابر بزرگترین موج ضربه‌ای که امکان بروز آن وجود دارد منجر به هزینه‌های اضافی خواهد شد.
- مشخص کردن مقدار حداکثر تنشی که امکان بوجود آمدن آن وجود دارد نمی‌تواند حفاظت کاملی را ایجاد کند. دلایل این امر را می‌توان چنین برشمرد:
- خرابی دستگاه ممکن است در مقدار پایین ترین از حداکثر تنش ایجاد شده اتفاق بیافتد. بنابراین اطلاعات غیردقیقی نسبت به سطحی که باعث خرابی دستگاه شده است بدست می‌آید.
  - این امکان وجود دارد که دستگاه در مقابل دامنه حداکثر موج ضربه امکان پذیر ایستادگی نماید ولی در برابر امواج ضربه‌ای ضعیف تر خراب شود.

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

بطور عمومی می توان گفت که سطح ایمنی هر تجهیز خاص یک پارامتر تک مقداره نمی باشد بلکه بوسیله یک سری توزیع آماری بیان می شود. علاوه بر آن، مقدار موج ضربه بر روی ورودی تجهیز نیز دارای توزیع آماری است. بنابراین ضربه پذیری تجهیزات در برابر یک سطح موج ضربه از تداخل احتمالی این دو توزیع بدست می آید.

محیط الکترومغناطیسی که یک تجهیز خاص قرار است در آن کار بکند متغیر می باشد. علاوه بر آن، محیطهایی که در دید اول ثابت فرض می شوند نیز در اثر مرور زمان تغییر می کنند زیرا عوامل مختلفی شامل عوامل جغرافیایی، محیطی، فصلی و تغییرات سالانه در بوجود آمدن حالت گذرا دخالت دارند.



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

## فصل سوم

# فلش و قطعی و لتاژ

WikiPower.ir

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

فصل سوم: فلش و قطعی ولتاژ

### ۳-۱- مقدمه

فلش ولتاژ، کاهش دانه و ولتاژ موثر با طول دوره کوتاه مدت (۵/۰ سیکل تا یک دقیقه) است که معمولاً علت آن ایجاد اتصال کوتاه در شبکه و یا راه اندازی موتورهای بزرگ بوده و شرکتهای برق با مسائل مختلفی در خصوص آن مواجه می‌باشند.

دلایل متعددی برای بررسی فلش ولتاژ وجود دارد که از مهمترین دلایل می‌توان به وجود بارهای حساس در برخی از مشترکین اعم از مسکونی، تجاری و صنعتی اشاره نمود. وسایل مورد استفاده توسط مشترکین مانند کنترل کننده ها، محرکه‌های با قابلیت تنظیم سرعت، کامپیوترها و غیره به فلش ولتاژ بسیار حساس هستند. حتی رله‌ها و کنتاکتروهایی که برای راه اندازی موتورها استفاده می‌شوند نسبت به این پدیده حساسیت نشان می‌دهند.

قبل از بررسی کامل فلش ولتاژ لازم است تفاوت بین یک قطعی (فقدان کامل ولتاژ) و فلش ولتاژ مشخص شود. قطعی زمانی اتفاق می‌افتد که وسیله‌ای حفاظتی، مدار تغذیه یک مشترک مشخص را قطع کند. چنین عملکردی در شبکه‌های برق هنگامی رخ می‌دهد که اتصال کوتاهی در شبکه اتفاق افتد. از طرف دیگر، در هنگام اتصال کوتاه ممکن است در محدوده وسیعی از شبکه قدرت، امکان ایجاد فلش ولتاژ وجود داشته باشد ایجاد اتصال کوتاه در فیدرهای موزی یا در شبکه انتقال باعث تولید فلش ولتاژ می‌گردد ولی نتیجه آن قطعی ولتاژ نخواهد بود و نتیجتاً امکان وقوع فلش ولتاژ بسیار بیشتر از قطعی ولتاژ خواهد بود.

دامنه و طول دوره زمانی، دو مشخصه اصلی فلش ولتاژ هستند. دامنه فلش به معنی ولتاژ موثر بوجود آمده در اثر یک واقعه بوده که برحسب درصد یا پریونیت بیان می‌گردد. برای مثال دامنه فلش ۹۰ درصدی بدین معناست که ولتاژ ۱۰ درصد نسبت به مقدار نامی خود افت کرده است. طول دوره زمانی فلش ولتاژ نیز بستگی به مشخصه تجهیزات حفاظتی دارد.

### ۳-۲- علل ایجاد فلش ولتاژ

علت اصلی وقوع فلش ولتاژ اتصال کوتاه در شبکه می‌باشد. از سوی دیگر راه اندازی موتورها نیز می‌تواند موجب فلش ولتاژ شود، اما به هر حال مدت زمان آن معمولاً بیشتر از ۳۰ سیکل بوده و دامنه فلش ولتاژ بوقوع پیوسته در اثر آنها کم خواهد بود. اتصال کوتاه می‌تواند در هر نقطه از شبکه و یا حتی در شبکه داخلی یک مشترک رخ دهد و تا زمانی که خطا توسط وسیله حفاظتی رفع شود فلش ولتاژ ادامه خواهد داشت.

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

### ۳-۲-۱- فلش ولتاژ در اثر اتصال کوتاه

### ۳-۳- تخمین مشخصه های مختلف فلش ولتاژ

#### ۳-۳-۱- تخمین اندازه فلش ولتاژ در طی راه اندازی موتور با ولتاژ کامل

در اثر راه اندازی یک موتور القایی، فلش ولتاژی با تغییرات سریع بوجود می آید و سپس بتدریج به حالت اولیه خود باز می گردد. اگر راه اندازی با ولتاژ کامل صورت گیرد، فلش ولتاژ برحسب پریونیت به شکل زیر بیان می شود.

$$V_{\min} (pu) = \frac{V(pu).KVA_{SC}}{KVA_{LR} + KVA_{SC}}$$

که در آن:

$$V_{\min} (pu) = \text{دامنه فلش ولتاژ}$$

$$V (pu) = \text{ولتاژ واقعی سیستم برحسب پریونیت}$$

$$KVA_{LR} = \text{توان ظاهری موتور در حالت قفل روتور}$$

$KVA_{SC} = \text{قدرت اتصال کوتاه سیستم در محل نصب موتور بالاتر از حداقل مجاز ولتاژ حالت ماندگار تجهیزات حساس باشد، راه اندازی با ولتاژ کامل قابل قبول است. در غیراینصورت باید از روشهای دیگر راه اندازی استفاده نمود.}$

#### ۳-۳-۲- تخمین فلش ولتاژ در اثر اتصال کوتاه

دامنه و طول دوره زمانی فلش های ولتاژ بوقوع پیوسته در اثر اتصال کوتاه قابل پیش بینی هستند. دامنه فلش را می توان توسط روابط ریاضی محاسبه نمود و مدت زمانی که فلش ولتاژ اتفاق می افتد نیاز به تخمینی از کل زمان رفع خطا توسط وسایل حفاظتی دارد. شکل موج فلش ولتاژ را می توان توسط تحلیل گذرای شبکه پیش بینی نمود.

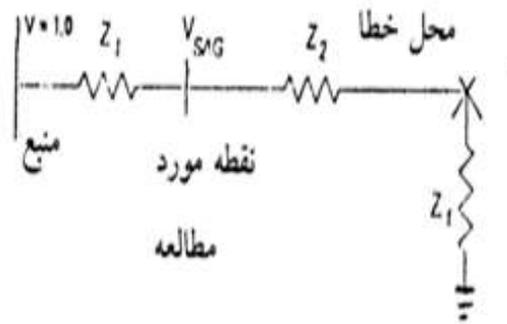
روش پیش بینی مشخصات یک فلش ولتاژ بسیار سراسر است. ابتدا باید یک مدل الکتریکی دقیق از سیستم تهیه شود. سپس با اعمال اتصالی در نقاط مختلف شبکه میزان دامنه فلش ولتاژ در محل بار موردنظر بدست آورده شود. بعد از آن به کمک استفاده از مشخصه تجهیزات حفاظتی، دوره زمانی فلش تخمین زده می شود.

#### ۳-۳-۱- دامنه فلش ولتاژ

برای محاسبه دامنه فلش ولتاژ احتیاج به امپدانسهای شبکه، امپدانس خطا و فاصله محل وقوع خطا نسبت به بار موردنظر خواهد بود. همچنین نوع اتصال ترانسفورماتورها و ولتاژ قبل از وقوع فلش در محاسبات دخیل می باشند. شکل ۳-۱ یک مقسم امپدانس را که برای محاسبه دامنه فلش بکار می رود نشان می دهد. در این حالت می توان نوشت:

$$V_{sag} = \frac{Z_2 + Z_f}{Z_1 + Z_2 + Z_f}$$

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



شکل ۳-۱- مقسم امیدانسی برای محاسبه دامنه فلش

### ۳-۲-۲- طول دوره زمانی فلش ولتاژ

دوره زمانی هر فلش ولتاژ بستگی به مشخصه تجهیزات حفاظتی دارد. تجهیزات رفع خطا انواع متعددی داشته ولی مشخصه عمومی همه آنها، وجود یک زمان حداقل است که تا رفع کامل خطا طول می کشد.

زمان رفع خطا برای تعدادی از تجهیزات مرسوم بکاررفته در سیستم های قدرت در جدول ۳-۱ آمده است.

جدول ۳-۱- زمانهای رفع خطای نمونه

زمان رفع خطا (سیکل)			نوع تجهیزات رفع کننده خطا
تعداد دفعات	تأخیر زمانی	حداقل	
ندارد	۰/۵ تا ۶۰	۰/۵	فیوز
ندارد	۶۰ تا ۰//۲۵	۰/۲۵ یا کمتر	فیوز محدودکننده جریان
۴ تا ۰	۳۰ تا ۱	۳	وصل کننده مجدد الکترونیکی
۴ تا ۰	۶۰ تا ۱	۵	کلیدهای روغنی
۴ تا ۰	۶۰۰ تا ۱	۳	کلیدهای SF6 یا خلاء

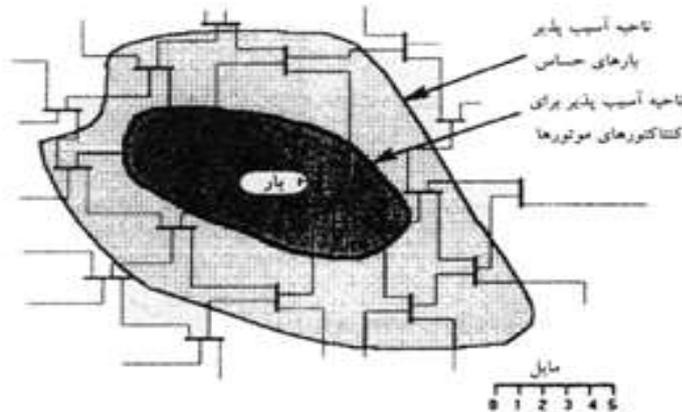
### ۳-۲-۳- نرخ وقوع فلش ولتاژ (فرکانس فلش ولتاژ)

پیش بینی نرخ وقوع فلش ولتاژ نیاز به یک مدل دقیق از امیدانس شبکه و اطلاعات مربوط به قابلیت اطمینان برای کلیه تجهیزات موجود در شبکه دارد. روش کار بدین صورت است که ابتدا باید تجهیزاتی از شبکه که اتصالی روی آنها فلش ولتاژ قابل ملاحظه ای در نقطه مورد مطالعه بوجود می آورد تشخیص داده شده و سپس احتمال وقوع هر اتصالی محاسبه شود. به هر حال راحت تر است که تشخیص دهیم کدام قسمت هر خط می تواند در صورت بروز یک اتصالی در آن، فلش ولتاژ قابل ملاحظه ای ایجاد کند.

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

### ۳-۲-۴- حوزه آسیب پذیری)

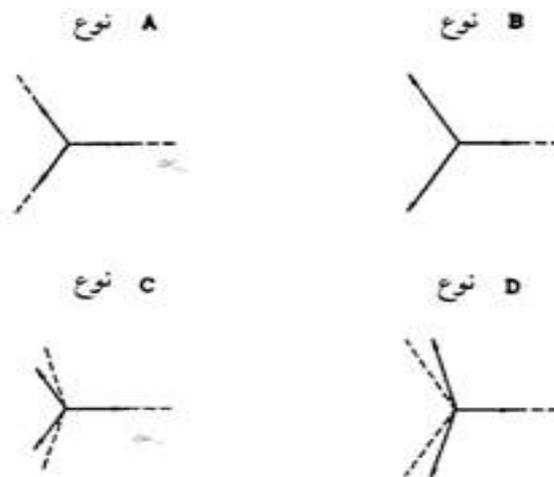
در محاسبه احتمال وقوع یک فلش ولتاژ با اندازه‌های کمتر از یک مقدار مشخص واژه حوزه آسیب پذیری بکار می‌رود. شکل حوزه آسیب پذیری یک مشترک صنعتی را که توسط سیستم انتقال تغذیه می‌شود نشان می‌دهد. به کمک شبیه سازی می‌توان مقدار فلش ولتاژ موردانتظار را در اثر ایجاد خطا در نواحی مختلف این سیستم بدست آورد و ولتاژ در شینه بار را به عنوان تابعی از محل خطا ارائه نمود. حوزه آسیب پذیری برای یک سطح مشخص فلش ولتاژ محاسبه می‌شود.



شکل ۳-۲- توصیف حوزه آسیب پذیری یک سیستم انتقال

### ۳-۲-۵- رده بندی فلش‌های ولتاژ

وجود ترانسفورماتور در یک شبکه الکتریکی سبب می‌شود که فلش ولتاژ بوجود آمده در اطراف اولیه آن به نوع دیگری در طرف ثانویه تبدیل شود و در برخی حالات نیز دامنه فلش ولتاژ تغییر می‌کند.



شکل ۳-۳- انواع فلش‌ها

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

### ۷-۳- رابطه بین فلش ولتاژ و عملکرد تجهیزات

همچنانکه اشاره گردید فلش ولتاژ پدیده‌ای است که می‌تواند روی قابلیت اطمینان مشترکین صنعتی تأثیر بسزایی داشته باشد. کنترل کننده‌های مدرن، فرآیندهای صنعتی و محرکه‌های با قابلیت تنظیم سرعت نسبت به فلش‌های ولتاژ بسیار حساس هستند و وقوع فلش ممکن است حتی منجر به خروج از مدار یک فرآیند صنعتی شود توانایی در محاسبه و پیش بینی فلش ولتاژ فرصتی منحصر به فرد ایجاد می‌کند تا با استفاده از آن بتوان از وقوع بسیاری از مسائل و مشکلات جلوگیری نمود.

#### ۱-۷-۳- نحوه گزارش فلش‌های ولتاژ

##### ۱-۱-۷-۳- تعداد فازها

فلش ولتاژ هر فاز یک سیستم سه فاز معمولاً متفاوت است. در اثر اتصال کوتاه یک دو یا هر سه فاز ممکن است با ولتاژهای به حد کافی پائینی مواجه شوند که فلش ولتاژ نامیده شدند. حتی اگر هر سه فاز هم دچار فلش ولتاژ شوند، مقادیر دامنه آنها با هم متفاوت خواهد بود. بنابراین در هنگام وقوع یک فلش ولتاژ، می‌توان فوراً مشخص نمود که دامنه مربوط به کدام فاز، دامنه فلش ولتاژ واقعی در نظر گرفته می‌شود.

##### ۲-۱-۷-۳- مسئله وصل مجدد

عمل وصل مجدد اتوماتیک برای شبکه‌های قدرت عملی معمول است. در حضور این پدیده. مسئله محاسبه تعداد فلش ولتاژ به دو روش انجام می‌گیرد. در روش اول، اگر چندین فلش در طی یک پریود کوتاه زمانی (مثلاً ۳ دقیقه) به وقوع بپیوندد، تنها یک فلش در نظر گرفته می‌شود. در روش دوم کلیه فلش‌ها حتی اگر در طول چند ثانیه اتفاق بیافتند، به حساب آورده می‌شوند. این روش تعداد فلش‌های بوقوع پیوسته را دقیقاً مشخص می‌سازد، اما به هر حال ممکن است تعداد خروج از مدارهای تخمینی بیش از مقدار واقعی باشد.

##### ۳-۱-۷-۳- طول دوره زمانی

اکثر روشهایی که طول دوره زمانی را ارائه می‌دهند، فلش‌ها را به صورت مستطیلی فرض کرده که در آن مدت زمان فلش ولتاژ نیز مشخص است. به هر حال در برخی اوقات فلش‌ها به صورت مستطیلی نمی‌باشند. مثلاً گاهی اوقات در هنگام اتصالی، مقدار امپدانس خطا تغییر می‌کند و فلش ولتاژ ممکن است در یک واقعه دارای دو یا چند دامنه باشد. وجود موتورهای با قدرت بالا نیز گاهی اوقات شکل فلش را تغییر می‌دهند.

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

### ۳-۷-۲- ارائه منحنی های هماهنگی مربوط به فلش ولتاژ

به منظور بررسی رفتار تجهیزات مختلف مشترکین بخصوص صنعتی در برابر فلش ولتاژ از منحنی هماهنگی فلش ولتاژ استفاده می شود. این منحنی مشخصه فلش و پاسخ تجهیزات مختلف مشترکین نسبت به آن را بر روی یک نمودار نمایش می دهد. در این نمودار محور افقی طول دوره زمانی و محور عمودی دامنه فلش را نشان داده و مجموعه ای از کانتورها مشخصه فلش را روی این نمودار مشخص می کنند. هر کانتور تعداد فلش در سال را ارائه می دهد.

### ۳-۷-۲-۱- نمایش مشخصات فلش ولتاژ در یک شبکه الکتریکی

نمایش مشخصات فلش ولتاژ در شبکه احتیاج به اطلاعاتی در زمینه پیش بینی دامنه فلش و طول دوره زمانی آن دارد. این اطلاعات که می توانند از مونتورینگ یا روشهای پیش بینی بدست آیند، دامنه و طول دوره زمانی فلش را در درایه های یک ماتریس یا جدول قرار می دهند و سپس داده ها به صورت کانتور در شکل گرافیکی نمایش داده می شود.

به عنوان مثال جدول ۳-۲ که محدوده ولتاژ را در سطرها و پنج بازه زمانی را در ستونهای خود ارائه داده و روی هم ۴۵ درایه را نشان می دهد. هر کدام از فلش های اندازه گیری شده یا پیش بینی شده دارای دامنه و طول دوره زمانی است که تنها با یکی از ۴۵ درایه فوق تطبیق می یابد. تعداد درایه ها با توجه به میزان دقت مورد نیاز یک مسئله می تواند متفاوت باشد.

در این مثال هر کدام از ۴۵ درایه، احتمال وقوع یک فلش در سال را دارا می باشند. بدین معنی که در یک سال ۴۵ فلش ولتاژ وجود داشته و مشخصه هر فلش بر یک درایه منطبق است.

جدول ۳-۳ تعداد تجمعی وقوع فلش هایی که دارای دامنه کمتر یا مساوی و طول دوره زمانی بلندتر یا مساوی وضعیت شدیدتر از هر درایه جدول ۳-۲ می باشند را نشان می دهد. در این جدول دامنه ها و طول دوره های زمانی تنها یک عدد (به جای یک محدوده) است. برای مثال در درایه دامنه ۵۰٪ و طول دوره زمانی ۰/۴ ثانیه عدد ۱۵ وجود دارد. عدد مشخص شده ۱۵ در جدول ۳-۳ مجموع کلیه ۱۵ درایه مشخص شده در جدول ۳-۲ را نشان می دهد. این بدان معنی است که ۱۵ فلش با دامنه کمتر یا مساوی ۵۰٪ و با طول دوره زمانی بیشتر از ۰/۴ ثانیه در سال رخ می دهد.

قدم بعدی تبدیل جدول ۳-۳ به یک سری از کانتورها (مشابه کانتورهای ارتفاع در نقشه های جغرافیایی) می باشد. منحنی کانتوری جدول ۳-۳ را نشان می دهد. خطوط نشان داده شده تعداد فلش ها در هر سال را ارائه می دهند.

به منظور بدست آوردن شکل ۳-۴ از روی جدول ۳-۳ مراحل زیر باید دنبال شود:

جدول ۳-۲- شمارش وقایع در هر درایه

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

مدت زمان (ثانیه)					
$> = 0/8$	$0/6 < 0/8$	$0/4 < 0/6$	$0/2 < 0/4$	$< 0/2$	دامنه (درصد)
۱	۱	۱	۱	۱	$> 80-90$
۱	۱	۱	۱	۱	$> 70-80$
۱	۱	۱	۱	۱	$> 60-70$
۱	۱	۱	۱	۱	$> 50-60$
۱	۱	۱	۱	۱	$> 40-50$
۱	۱	۱	۱	۱	$> 30-40$
۱	۱	۱	۱	۱	$> 20-30$
۱	۱	۱	۱	۱	$> 10-20$
۱	۱	۱	۱	۱	$0-10$
زمان ثانیه					دامنه (درصد)
0/8	0/6	0/4	0/2	0	
۹	۱۸	۲۷	۳۶	۴۵	۹۰
۸	۱۶	۲۴	۳۲	۴۰	۸۰
۷	۱۴	۲۱	۲۸	۳۵	۷۰
۶	۱۲	۱۸	۲۴	۳۰	۶۰
۵	۱۰	۱۵	۲۰	۲۵	۵۰
۴	۸	۱۲	۱۶	۲۰	۴۰
۳	۶	۹	۱۲	۱۵	۳۰
۲	۴	۶	۸	۱۰	۲۰
۱	۲	۳	۴	۵	۱۰

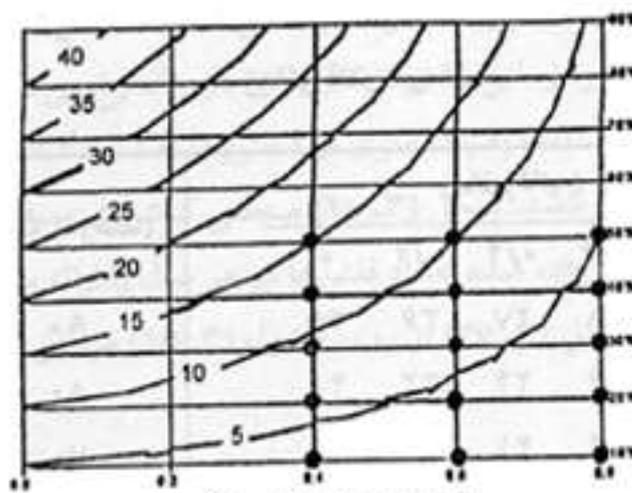
جدول ۳-۳ مجموع تعداد وقایعی که دارای مقدار کمتر یا مساوی با هر دامنه و طول دوره زمانی فلش می باشند.

برای رسم منحنی مربوط به عدد ۵، کافی است ابتدا به ازای دانه های مختلف فلش و لتاز، مدت زمان مربوط به تعداد وقوع ۵ فلش در سال بدست آید و سپس مقدار دامنه و زمان آن یادداشت و در شکل

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

آورده شود. بعنوان مثال به ازای دامنه ۱۰ درصد و زمان صفرثانیه عدد پنج در جدول مشاهده می شود. بنابراین اولین نقطه، نقطه (۰/۱۰، ۰ ثانیه) می باشد. در مورد دامنه ولتاژ ۲۰٪ عدد پنج در ردیف مربوط به ۲۰ درصد دیده نمی شود، لذا با استفاده از درونیابی مدت زمان مربوط به آن حدود ۰/۵ ثانیه محاسبه می شود. بنابراین نقطه بعدی (۰/۲۰٪ و ۰/۵ ثانیه) خواهد بود. در مورد دامنه ولتاژ ۳۰٪، زمان متناظر با تعداد وقوع ۵ فلش در سال در حدود ۰/۶۶ ثانیه خواهد بود. بنابراین نقطه بعدی (۰/۳۰٪، ۰/۶۶ ثانیه) است. اگر همین روند را ادامه دهیم به نقاط (۰/۴۰٪، ۰/۷۵ ثانیه) و (۰/۵۰٪، ۰/۸ ثانیه) می رسیم. برای مقادیر ۵۰٪ به بالا نیز عدد ۵ را نمی توان در مقادیر موجود در جدول ۳-۳ پیدا نمود و لذا در شکل وجود نخواهند داشت. در انتها برای رسم منحنی مربوط به تعداد وقوع ۵ فلش در سال کافی است نقاط به دست آمده را به یکدیگر متصل نمود. برای منحنی مربوط به تعداد وقوع ۱۰ تا ۴۰ فلش در سال نیز می توان همین روند را دنبال کرد.

همانطور که در شکل فوق مشاهده می شود، کانتور با تعداد فلش ۱۵، محل تلاقی ۰/۴ ثانیه یا بیشتر و دامنه ۵۰٪ یا کمتر است. نقاط سیاه در گوشه سمت راست و پایین شکل ۳-۳ ۱۵ فلش متمایز در جدول ۳-۳ را نشان می دهد ۱۵ نقطه سیاه در سطح مستطیلی مشخص شده در پایین و سمت راست کانتور وجود دارد. به طور مشابه کانتور با تعداد فلش ۲۰ نشان می دهد که ۲۰ فلش طولانی تر یا مساوی با ۰/۲ ثانیه و دامنه ۵۰ درصد یا کمتر وجود دارد. همچنین فلش های واقعی ممکن است جایی در محدوده بیان شده بوده و مستقیماً روی محورها قرار نداشته باشند. در این حالت باید درونیابی خطی بین خطوط کانتور و محورها انجام گیرد به عنوان مثال حدود ۳۲ فلش طولانی تر یا مساوی ۰/۲ ثانیه و دامنه ۸۰ درصد یا کمتر در شکل ۳-۴ وجود دارد.



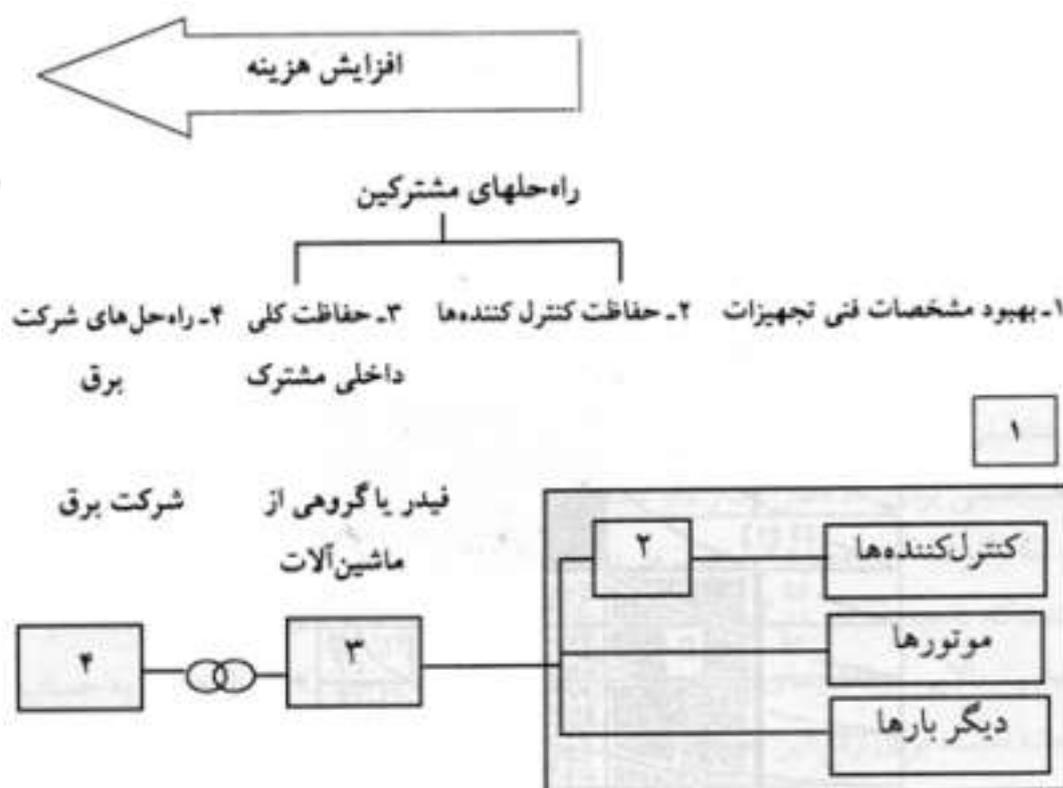
شکل ۳-۴- طول دوره زمانی فلش به ثانیه

شکل ۳-۴: کانتورهای مربوط به فلش که از روی جدول (۳-۳) کشیده شده است.

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

### ۳-۸- اصول اساسی حفاظت در مقابل فلش ولتاژ

شکل ۳-۵ انواع مختلف این روشها و هزینه نسبی آنها را نشان می دهد. همانطور که در شکل مشاهده می شود، معمولاً ارائه راه حل در پایین ترین سطح و نزدیک به بار کمترین هزینه را دربر خواهد داشت. هرچه قدر از راه حل های پیچیده تر استفاده شود، معمولاً هزینه بیشتری به بار خواهد آورد. ساده ترین راه حل این است که مشترک برای سازنده وسیله، فلش ولتاژی را که این دستگاه می تواند تحمل کند مشخص کند. اگر در زمان خرید وسیله این نکته مشترک بیان گردد، بسیاری از سازندگان می توانند عملکرد تجهیزات را در هنگام فلش ولتاژ بهبود بخشند. در سطح بعدی، امکان استفاده از منابع تغذیه قطع نشدنی UPS یا دیگر منابع اضطراری مطرح می گردد. این راه حل در مواقعی استفاده می شود که خود وسیله قادر به تحمل فلش یا قطعی ولتاژ می باشند اما کنترل کننده های آنها به طور اتوماتیک آنها را از مدار خارج می سازند.



شکل ۳-۵- روشهای خلاصی از فلش ولتاژ

در سطح سوم موجود در شکل، می توان از منابع تغذیه پشتیبان با قابلیت تأمین بار برای یک پریرود مختصر استفاده نمود. سطح چهارم روشهایی را که برای کاهش فلش و قطعی ولتاژ به شرکت های برق پیشنهاد می دهد. در ادامه راه حل های بیان شده در بالا توضیح بیشتری داده می شود.

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

### ۳-۸-۱- مسائل مربوط به مشترکین

مشترکین برای رهایی کامل از فلش ولتاژ در هر شرایط، احتیاج به سیستمی دارند که طی حدود نیم سیکل عکس العمل نشان داده و توانی نزدیک به توان نرمال را برای حدود چند ثانیه تأمین نماید تا اینکه ولتاژ به طور کامل به حالت اولیه خود بازگردد. این عمل نیاز به یک منبع ذخیره کننده انرژی یا یک منبع دیگر انرژی دارد. وسایل فوق باید خیلی سریع عمل نمایند یا همواره در مدار باشند. بدلائل اقتصادی، در یک مشترک صنعتی این نوع سیستمها تنها بارهای کلیدی را پوشش می دهند. غالباً این بارهای کلیدی شامل یک سری از کنترل کننده های الکترونیکی و تجهیزات کامپیوتری بوده که سیستمها UPS معمولی می توانند مسئله فوق را انجام دهند. به هر حال در روشهای جدید، تغذیه کل بارهای یک مشترک در زمان قطع مدنظر قرار می گیرد. این روشها به تولید وسایل ذخیره کننده انرژی (مانند وسایل ذخیره کننده ابرسانایی) و سوئیچهای قطع کننده سریع منجر شده اند. سوئیچهای سریع که احتمالاً در آینده ساخته خواهند شد بایستی بتوانند سریعاً و در طی چند میلی ثانیه سیستم را به یک فیدر دیگر انتقال دهند، در حالی که وسایل ذخیره کننده ابرسانایی بایستی قطعی های حداقل ۲ ثانیه ای را جبران کنند.

ترانسفورماتورهای فرورزونانسی، دستگاههای UPS و ترکیب کننده های مغناطیسی، تعدادی از وسایل برق اضطراری هستند که می توانند دستگاهها را از قطعی و فلش ولتاژ رهایی بخشند. دو نوع اصلی UPSها شامل UPSهای همیشه در مدار و UPSهای اضطراری می باشند. UPSهای اضطراری می توانند برای قطعی های بلندمدت با طول زمانی تا ۱۵ دقیقه استفاده شوند. واحد موتور- ژنراتور نیز می تواند برای قطعی های بلندمدت بکار رود.

### ۳-۸-۲- راهکارهای شرکت های برق جهت رفع خطای ایجاد شده روی سیستم و کاهش تعداد

#### فلش

شرکت های برق با فعالیتهایی که جهت جلوگیری از اتصال کوتاه انجام می دهند نه تنها رضایت مشترکین را فراهم می نمایند، بلکه از صدمات اقتصادی به تجهیزات شبکه قدرت نیز جلوگیری می کنند. شرکتها دو راه اساسی جهت کاهش تعداد و شدت اتصال کوتاه روی سیستم پیش رو دارند.

جلوگیری از وقوع خطا

بهبود عملیات رفع خطا

فعالتهای جلوگیری از وقوع خطا شامل: هرس کردن شاخه های درختان، افزودن برق گیر در دو طرف خطوط انتقال، شستشوی مقره ها در مناطق آلوده و استفاده از حفاظها برای جلوگیری از ورود حیوانات در پستها می باشد. عایق بندی خطوط نمی تواند کلیه اصابت های صاعقه را تحمل کند. یکی از روشهای جلوگیری از اصابت صاعقه در خطوط انتقال استفاده از شیلدینگ مناسب است. مقاومت پای برج فاکتوری مهم در پدیده قوس برگشتی از برج به سیم فاز است. اگر مقاومت پای برج بزرگ باشد انرژی موج ایجاد شده از برخورد صاعقه نمی تواند به سرعت جذب زمین شود.

در فیدرهای توزیع، استفاده از شیلدینگ و قراردادن برق گیرها می توانند دو عامل مهم جهت جلوگیری از وقوع خطا باشد. البته یکی از مسائل اساسی در رابطه با فیدرهای توزیع، مسئله برخورد شاخه های درخت به خط می باشد. در نواحی که پوشش گیاهی در آن به سرعت رشد می کند، هرس

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

کردن شاخه‌ها یکی از عوامل مؤثر در کاهش اتصال کوتاه خواهد بود. از سوی دیگر با تعمیرات پیشگیرانه تجهیزات، برای مثال دیدن نقاط داغ جمپرها از دوردست توسط دستگاههای ترموژن می‌توان از وقوع خطا جلوگیری کرد.

مطالعه عملکرد شبکه الکتریکی در طی شرایط اتصال کوتاه بسیار مهم می‌باشد. محدودیتهای فیزیکی مشخصی برای قطع جریان اتصال کوتاه و برگشت توان وجود دارد. (درا دامه با دو نوع اتصال کوتاه در روی شبکه قدرت سروکار خواهیم داشت):

### (اتصال‌های گذرا)

(موقت): این پدیده ها، اتصال کوتاه‌هایی می‌باشند که هیچگونه صدمه دائمی به عایق سیستم وارد نمی‌کند (مانند وجود قوس در خطوط هوایی) به محض آنکه قوس خاموش شود، توان مجدداً برقرار می‌گردد. کلیدخانه‌های اتوماتیک می‌توانند این عملیات را در طی چند ثانیه انجام دهند. تعدادی از این خطاها، به صورت خود به خود رفع می‌گردند.

### (اتصال‌های دائم):

این پدیده ها، خطاهایی هستند که به بعضی از عناصر سیستم عایقی صدمه فیزیکی زده و برای تعمیر احتیاج به مداخله پرسنل دارند. تأثیر این پدیده روی مشترک، قطعی برق بوده که ممکن است از چندین دقیقه تا چند ساعت تداوم یابد.

اصلی ترین عناصر حفاظتی بر علیه جریانهای زیاد، فیوزها می‌باشند. فیوزها نسبتاً ارزان قیمت بوده و احتیاج به تعمیر و نگهداری ندارند. بنابر دلایل فوق، این وسیله حفاظتی در سیستم‌های توزیع به وفور استفاده شده و حفاظت ترانسفورماتورها و فیدرهای جانبی را به عهده دارد. وظیفه اصلی فیوز، عمل کردن در زمان خطاهای دائمی و جدانمودن قسمت معیوب از قسمت سالم فیدر است. آنها در جایی قرار می‌گیرند که کمترین قسمت از فیدر از مدار خارج شود.

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

## فصل چهارم

# تغییرات بلند مدت ولتاژ، عدم

# تعادل ولتاژ و تغییرات فرکانس

WikiPower.ir

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

## فصل چهارم: تغییرات بلندمدت ولتاژ، عدم تعادل ولتاژ و تغییرات فرکانس

### ۴-۱- تغییرات بلندمدت ولتاژ

دامنه ولتاژ شاخص اصلی تعادل بین توان راکتیو تولیدشده و توان راکتیو موردنیاز در سطح شبکه می باشد. تغییرات بلندمدت ولتاژ علاوه بر اینکه می تواند منجر به صدماتی بر روی دستگاهها، تجهیزات شبکه و مشترکین گردد (به عنوان مثال می توان از کم شدن عمر عایقی تجهیزات در اثر اضافه ولتاژ و پدیده اضافه باری در موتورهای الکتریکی در اثر کاهش ولتاژ نام برد) در حالت بحرانی و غیرقابل تحمل عامل بروز ناپایداری و اختلالات قابل توجه در سطح شبکه خواهد بود. تغییرات بلندمدت ولتاژ را می توان به سه گروه عمده اضافه ولتاژ، کاهش ولتاژ و قطعی های بلندمدت تقسیم بندی نمود.

#### ۴-۱-۱- علل وقوع تغییرات بلندمدت ولتاژ

علل زیر را می توان جهت وقوع اضافه ولتاژ بلندمدت بیان نمود:

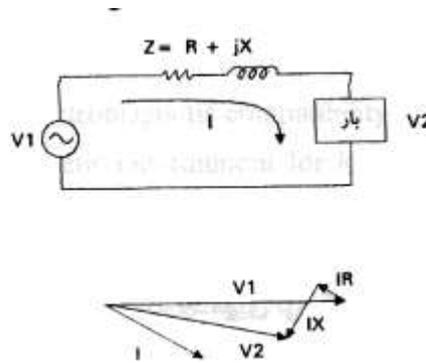
- کم باری و یا بی باری
  - وجود بانکهای خازنی
  - تنظیم غلط تپ ترانسفورماتور
  - عدم وجود سیستم کنترل ولتاژ مناسب
  - عدم امکان کنترل توان راکتیو از نیروگاههای نزدیک
- همچنین دلایل زیر برای وقوع کاهش ولتاژ بلندمدت بیان شده است:
- اضافه بار
  - تنظیم ضعیف ولتاژ
  - قطع بانکهای خازنی
  - در مدار بودن بی مورد راکتورهای موازی
- از علل وقوع قطعی های بلندمدت نیز می توان به خرابی و اشکالات ایجادشده در برخی از تجهیزات کلیدی شبکه مانند کلیدها اشاره نمود.

#### ۴-۱-۲- اصول اساسی تنظیم ولتاژ

- برای توضیح مسئله مربوط به تنظیم ولتاژ در شبکه، شکل ۴-۱ را در نظر بگیرید. هنگامی که جریان بار افزایش می یابد، افت ولتاژی روی امپدانس رخ خواهد داد. جهت جبران این افت ولتاژ باید تغییری در شبکه ایجاد نمود. روشهای بهبود عموماً شامل جبران امپدانس  $Z$  و یا به عبارت دیگر جبران افت ولتاژ یعنی  $(R+JX)I$  حاصله خواهد بود. روشهای بهبود عبارتند از:
- استفاده از تنظیم کننده های ولتاژ که  $V_I$  را افزایش می دهند.
  - قراردادن خازن موازی در شبکه برای کاهش جریان  $I$  و کم نمودن زاویه بین جریان و ولتاژ
  - افزودن خازن سری به سیستم برای جبران افت ولتاژ روی امپدانس القایی  $(XL)$
  - افزایش سطح مقطع هادی خطوط جهت کاهش امپدانس  $Z$
  - بالابردن توان ظاهری ترانسفورماتور برای کاهش امپدانس  $Z$

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

- اضافه کرن جبران کننده های توان راکتیو استاتیکی (SVC)



شکل ۴-۱- افت ولتاژ روی امپدانس سیستم که ریشه علل مسائل مربوط به تنظیم ولتاژ می باشد

#### ۴-۱-۳- تجهیزات تنظیم کننده ولتاژ

وسایل تنظیم کننده ولتاژ تنوع فراوانی دارند. این وسایل را می توان به چهار گروه عمده تقسیم بندی نمود.

##### AVR ژنراتورها

تپ چنجر ترانسفورماتورها

وسایل ایزوله کننده با رگولاتورهای ولتاژ مجزا

وسایل جبران کننده امپدانس مانند خازنها، راکتورها

وسایل ایزوله کننده شامل سیستم های UPS، ترانسفورماتورهای فرورزونانسی، مجموعه موتور-ژنراتور و غیره می باشند. این وسایل اصولاً با انجام تبدیل انرژی، بار را از منبع تغذیه شبکه ایزوله می نمایند. بنابراین در طرف بار، ولتاژ تجهیز می تواند به صورت مجزا تنظیم شده و علیرغم آنچه که در سمت منبع تغذیه اتفاق می افتد ولتاژ بار ثابت نگاه داشته شود. اشکال این نوع وسایل، به وجود آوردن تلفات بیشتر و همچنین ایجاد مسائلی مانند مشکلات هارمونیک در شبکه تغذیه است.

خازنهای موازی با کاهش جریان خطوط به تثبیت ولتاژ کمک می کنند. همچنین با جبران کردن بیش از حد مدارهای اندوکتیو می توان به مقدار ولتاژ بالاتری نیز رسید. جهت تثبیت و تنظیم مطلوب ولتاژ، خازنها باید همراه با بار سوئیچ شوند.

#### ۴-۱-۴- حدود مجاز تغییرات بلند مدت ولتاژ

با توجه به تأثیر تغییرات ولتاژ در بهره برداری و ایمنی شبکه، محدوده های ولتاژی ذیل تعریف می گردند.

الف- ولتاژ عادی: افزایش تا ۲٪ و یا کاهش تا ۲٪ ولتاژ نامی

ب- ولتاژ غیرعادی: افزایش تا ۵٪ و یا کاهش تا ۱۰٪ ولتاژ نامی

ج- ولتاژ غیرقابل تحمل: افزایش بیش از ۵٪ و یا کاهش بیش از ۱۰٪

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

#### ۲-۴-۲- عدم تعادل ولتاژ

عدم تعادل ولتاژ به شرایطی اطلاق می شود که مقادیر ولتاژ سه فاز با یکدیگر متفاوت بوده و یا اختلاف زاویه ۱۲۰ درجه بین فازها وجود نداشته باشد. هر دو حالت فوق نیز می تواند به طور همزمان اتفاق بیافتد. عدم تعادل ولتاژ با استفاده از مولفه های متقارن تعریف می شود.

#### ۲-۴-۱- علل ایجاد عدم تعادل ولتاژ

منشأ اصلی ایجاد عدم تعادل ولتاژ، وجود بارهای تک فاز در شبکه است. این پدیده همچنین می تواند در نتیجه قطع یکی از فازهای یک بانک خازنی سه فاز ایجاد گردد اصولاً در شبکه های توزیع که دارای بارهای متنوع صنعتی، خانگی و تجاری می باشند، سهم عمده ای از بارها را بارهای تک فاز تشکیل می دهند و لذا رسیدن به حالت تعادل بسیار مشکل و حتی غیرممکن است. ذکر این نکته نیز ضروری است که مساوی کردن بار فازها و متعادل نمودن آن برای صفرکردن یا کاهش جریان نول کافی نخواهد بود و ضریب قدرت هر فاز تأثیر بسزایی در جریان نول دارد. همچنین عدم تعادل امپدانس سیستم بخصوص در خطوط توزیع و انتقال خود باعث عدم تعادل ولتاژ می شود.

#### ۲-۴-۲- اثرات مربوط به عدم تعادل ولتاژ

##### ۲-۴-۲-۱- اثرات روی کار عادی موتورهای سه فاز

##### ۲-۴-۲-۲- اثر بر روی کارکرد کتورها

##### ۲-۴-۲-۳- اثر بر روی ایمنی مشترکین

در اثر عبور جریان از سیم نول این سیم دارای ولتاژی نسبت به زمین خواهد شد که این پدیده اثر ایمنی و حفاظتی سیم نول را از بین برده و اگر احیاناً تماسی با سیم نول توسط شخصی به وجود آید ممکن است باعث برق گرفتگی و خطرات جانی شود.

##### ۲-۴-۲-۴- اثر بر روی تلفات

##### ۲-۴-۳- راه حل های عملی جهت کاهش اثرات نامتعادلی بار

نظر به اینکه متعادل نمودن بار فازها در مقایسه با ایجاد تأسیسات عمده نیروگاهی و شبکه های انتقال نیاز چندانی به منابع مالی ندارد. شرکتهای توزیع با راه های عملی تا اندازه زیادی می توانند با تقسیم مناسب مشترکین روی فازهای شبکه تعادل لازم را در توزیع بار و تعدیل تلفات اعمال کنند. اهم این اقدامات بطور خلاصه به شرح زیر می باشند:

رعایت استانداردهای توسعه و نصب شبکه های توزیع

داشتن یک سیستم زمین مناسب بطوری که سیم نول دارای یک زمین تکراری باشد که هم از خطر احتمال قطع شدن سیم نول کاسته شود و هم اینکه با زیاد شدن تعداد زمینها مقاومت کل کم شده و در نتیجه علاوه بر کاهش ولتاژ تماس مقدار تلفات توان در سیم نول نیز کاهش یابد.

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

همانطور که گفته شد متعادل کردن بار فازها با تقسیم بار و مساوی کردن آنها روی سه فاز شبکه کفایت ندارد و اگر ضریب قدرت فازها یکسان نباشد سیم نول دارای جریان برگشتی بوده و تلفات انرژی به همراه خواهد داشت. لذا تأکید این مورد بجا خواهد بود که در نصب خازن بهترین روش سنجش ضریب توان هر فاز بطور جداگانه خواهد بود که با این سیستم هم افزایش و هم یکسان شدن ضریب قدرت فازهای شبکه تأمین می گردد.

از احداث شبکه‌ها به صورت تک فاز جداً اجتناب شود. اگر واگذاری انشعاب سه فاز به جای تک فاز از نظر مقررات جاری مقدور نباشد تفهیم این مطلب به کادر طراحی و اجرائی شرکتهای برق حائز اهمیت است که خطوط سرویس را به صورت سه فاز دایر نمایند و مشترکین مجاور را از جعبه انشعاب سه فاز تأمین برق کنند و از احداث خط سرویسهای تک فاز جداگانه برای هر مشترک اجتناب نمایند.

#### ۴-۲-۴- حدود مجاز عدم تعادل ولتاژ و جریان

همانطور که گفته شد عدم تعادل به حالتی گفته می شود که مقادیر ولتاژ یا جریان سه فاز با یکدیگر متفاوت بوده و یا اختلاف زاویه ۱۲۰ درجه بین فازها وجود نداشته باشد.

#### ۴-۲-۴-۱ حدود مجاز عدم تعادل ولتاژ در شینه شرکت برق

حد مجاز درصد عدم تعادل ولتاژ در شینه‌های مختلف طبق جدول زیر توصیه شده است:

جدول ۴-۱- حدود مجاز درصد عدم تعادل ولتاژ

نوع شبکه	شبکه توزیع و فوق توزیع فشار ضعیف و متوسط	شبکه انتقال فشار قوی و فوق فشار قوی
درصد عدم تعادل ولتاژ	۲	۱

#### ۴-۲-۴-۲ حد مجاز عدم تعادل جریان برای هر مشترک

اگر درصد عدم تعادل ولتاژ شینه را برابر x فرض کنیم، مجموع عدم تعادل جریانهای هر مشترک باید به نحوی باشد که میزان عدم تعادل ولتاژ شینه از x بالاتر نرود. برای این کار رابطه زیر باید برقرار باشد:

$$\left| \frac{\sum_{i=1}^n I_{oi}}{\sum_{i=1}^n I_{li}} \right| = x \left| \frac{E}{Z_0 \sum_{i=1}^n I_{li}} - \frac{Z_1}{Z_0} \right|$$

که در آن:

$I_{oi}$  = مقدار جریان مؤلفه صفر هر مشترک (آمپر)

$I_{li}$  = مقدار جریان مؤلفه مثبت هر مشترک (آمپر)

$X$  = درصد عدم تعادل ولتاژ شینه

$Z_0$  = امپدانس توالی صفر سیستم (اهم)

$Z_1$  = امپدانس توالی مثبت سیستم (اهم)

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

$E =$  ولتاژ فاز به نوترال شینه (ولت)

بر مبنای رابطه فوق درصد عدم تعادل جریان کلیه مشترکین  $y$  از رابطه زیر بدست می آید:

$$y = \frac{x(1-Z1)}{Z0} \text{ که در آن:}$$

$X =$  درصد عدم تعادل ولتاژ مجاز شینه ای که مشترک به آن متصل است.

$Z1 =$  امپدانس توالی مثبت سیستم (می تواند از SCC یا ظرفیت اتصال کوتاه شینه بدست آید)

بر حسب پریونیت.

$Z0 =$  امپدانس توالی صفر سیستم (می تواند از ظرفیت اتصال کوتاه تک فاز شینه بدست آید)

بر حسب پریونیت

$Y =$  درصد عدم تعادل جریان مجاز مشترک

در رابطه فوق به نحوی عمل شده است که به هر مشترک به اندازه قدرتی که خریداری نموده است

اجازه عدم تعادل جریان داده می شود.

#### ۲-۵- روش اندازه گیری عدم تعادل ولتاژ و تعیین شاخص آن

عدم تعادل می تواند با استفاده از سه ترانسفورماتور ولتاژ که ثانویه آنها به صورت مثلث باز وصل

شده است اندازه گیری شود.

#### ۳-۴- تغییرات فرکانس

تغییرات فرکانس قدرت عبارت است از انحراف فرکانس شبکه نسبت به فرکانس نامی ۵۰ هرتز فرکانس شبکه قدرت با سرعت گردش ژنراتورهایی که شبکه را تغذیه می کنند، رابطه مستقیم و با تعداد قطبهای آن رابطه معکوس دارد. در شبکه های بهم پیوسته، فرکانس یکی از شاخص های اصلی پایداری و تعادل بین میزان تولید و مصرف برق است. در شبکه برق ایران، فرکانس عادی بهره برداری برابر ۵۰ هرتز می باشد.

نوسان فرکانس شبکه در هر لحظه به تعادل بین توان مکانیکی ورودی به محرکه ژنراتورها و توان الکتریکی مصرفی بستگی دارد.

نوسان فرکانس را می توان از سه جنبه مورد ارزیابی قرار داد:

صدمات وارده به توربوژنراتورها در اثر عملکرد در فرکانس غیرنامی

انتخاب سیستمهای کنترل متناسب

اتخاذ تدابیر لازم جهت کنترل فرکانس در مرکز کنترل شبکه در وضعیتهای مختلف عادی و اضطراری

#### ۳-۴-۱- صدمات وارده به توربوژنراتورها

توربینها تحت تاثیر نیروهای تناوبی قرار می گیرند. قسمت های مختلف توربین در اثر این نیروها به لرزش درآمده و نهایتاً به ایجاد تنشهای دینامیکی در آنها منجر می گردد این تجهیزات بخصوص تحت تاثیر فرکانسهای مساوی یا ضرابی از فرکانس طبیعی توربین قرار می گیرند (پدیده تشدید) بنابراین استفاده از آنها در هر فرکانسی امکان پذیر نخواهد بود. این لرزشهای زیان آور نهایتاً بیان کننده مناسب بودن و یا عدم تناسب توربین برای بهره برداری در فرکانسهای غیرنامی می باشد. به عنوان مثال در جدول

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

۲-۴ فرکانسهای غیرنامی و مدتی که توربوژنراتورهای یک سازنده عمومی می‌تواند در آن فرکانس کار کنند، آورده شده است.

جدول ۲-۴- جدول فرکانسهای غیرنامی و مدت زمان تحمل آن توسط یک توربوژنراتور نمونه

مدت مجاز بهره برداری	فرکانس
۱۰ ساعت در سال	۵۱ - ۵۰/۳
به مدت نامحدود با بار پیک	۴۹ - ۵۰/۳
۳۰ دقیقه در بار پیک	۴۸/۵ - ۴۰
۵ دقیقه در بار کاسته شده	۴۷/۵ - ۴۸/۵
۵ ثانیه در بار کاسته شده	۴۷ - ۴۷/۵

### ۲-۳-۴- سیستمهای کنترل فرکانس

بطور کلی دو نوع روش کنترلی را می‌توان بر روی فرکانس انجام داد. کنترل فرکانس در حالت عادی و اضطراری

### ۳-۳-۴- اتخاذ تدابیر کنترلی

با توجه به مشخصه‌های دینامیکی ژنراتورها و خطوط انتقال، هرگونه نظارت و یا اعمال کنترل در جهت برقراری تعادل بین تولید و مصرف و نهایتاً کنترل فرکانس در یک شبکه باید به صورت متمرکز انجام گیرد. در صنعت برق ایران کنترل فرکانس چه به صورت دستی و یا اتوماتیک به عهده مرکز کنترل دیسپاچینگ ملی است. با توجه به وابستگی دامنه نوسانات فرکانس به شدت تغییرات مصرف و تولید، کنترل فرکانس مستلزم اعمال سیاستها و ابزار کنترل کننده خاصی در هر مورد می‌باشد.

مرحله اول: در حالت عادی بار واحدها براساس پیش بینی ساعتی بار و همچنین پخش بار اقتصادی در واحدها تعیین می‌گردند و بعضی واحدها نیز برای تنظیم فرکانس به کار گرفته می‌شود.

مرحله دوم: در حالتی که یک یا چند واحد از مدار خارج شده و یا با قطع خطوط در وضعیت شبکه اختلال ایجاد گردد می‌بایستی واحدها آمادگی و امکان کنترل سیستم را دارا باشند تا وضعیت سیستم به حالت اضطراری منتهی نگردد. لذا حداکثر انحراف فرکانس در حالت خارج شدن از مدار بزرگ ترین واحد در بارهای مختلف باید بررسی گردد و منحنی مشخصه افت فرکانس تعیین گردد. بدیهی است که این تغییرات فرکانس نسبت به بارهای مختلف شبکه و مشخصه واحدها متفاوت می‌باشند. براساس این تحلیل باید مشخصه فرکانسی مناسب واحدها برای امکان جبران فرکانس در مدت زمان حدود ۳۰ ثانیه تعیین گردد.

مرحله سوم: در صورت از دست رفتن قسمت عمده‌ای از تولید و عدم تعادل زیاد بین تولید و مصرف باید از یک سیستم حذف بار اتوماتیک با عملکرد سریع و دقیق استفاده نمود. در این حالت ابتدا جداسازی قسمتهای حادثه دیده از سیستم بهم پیوسته و در نهایت حذف بار بطور اتوماتیک مد نظر خواهد بود. در واقع تحت چنین شرایطی حذف بار توسط رله‌های کاهش فرکانس در تنظیم پله‌های

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

فرکانسی و مقدار بار حذف شده در هر پله از اهمیت خاصی برخوردار می باشد. مقدار بار حذف شده در هر پله به نوع حادثه و موقعیت آن، نوع بار مصرفی، عملکرد کنترل کننده های سرعت و تحریک و اثر فرکانس پایین روی پره توربین ژنراتورها بستگی داشته و با تغییر فرکانس و ولتاژ میزان نامتعادلی نیز تغییر می یابد.

مرحله چهارم: در نیروگاهها امکان قطع و تغذیه مصرف داخلی نیز وجود داشته و در حالتی که واحد از شبکه جدا گردد واحدها می توانند تنها مصارف داخلی خود را تغذیه نموده تا امکان موازی کردن هرچه سریع تر آنها وجود داشته باشد.

### ۴-۳-۴- تأثیر تغییرات فرکانس روی تجهیزات موجود در سیستمهای فشار ضعیف

در محدوده انحراف قابل قبول، اثر اصلی تغییر فرکانس را می توان تغییر سرعت ماشینهای گردان دانست. از سوی دیگر هر وسیله الکترونیکی که از فرکانس تغذیه به عنوان مرجع زمانی استفاده می کند نیز تحت تأثیر قرار میگیرد.

### ۴-۳-۵- حدود مجاز فرکانس

در کلیه سطوح ولتاژ، میزان تغییرات فرکانس در حالت نرمال باید در محدوده  $0/3$  هرتز باشد. نمودار کنترلی فرکانس از جدول زیر تبعیت می کند:



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

جدول ۴-۳- نحوه کنترل فرکانسی

نحوه کنترل	تغییرات فرکانس در محدوده
کنترل فرکانس در حالت عادی توسط مرکز کنترل	تا ۰/۶ درصد
کنترل فرکانس توسط نیروگاه- تماس با مرکز کنترل	۰/۶ تا ۱ درصد
کنترل فرکانس توسط نیروگاه	۱ تا ۱/۶ درصد
	کمتر از ۱۰ دقیقه
قطع دستی بار توسط پستها	۱ تا ۱/۶ درصد
	بیشتر از ۱۰ دقیقه
برنامه حذف بار توسط رله های حذف بار	۱/۶ تا ۳/۲ درصد
قطع تأخیری نیروگاه توسط رله فرکانسی	بالای ۳/۲ درصد
قطع سریع نیروگاه توسط رله فرکانسی	بالای ۴ درصد



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

## فصل پنجم

# نوسان ولتاژ

WikiPower.ir

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

## فصل پنجم: نوسان ولتاژ (فلیکر)

### ۱-۵- تشریح پدیده نوسان ولتاژ (فلیکر)

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

از عوامل ایجاد نوسان ولتاژ در شبکه می توان به تغییرات ناگهانی در جریان وسایلی نظیر کوره های الکتریکی، دستگاههای نورد، حفاری و جوشکاری و همچنین جریان راه اندازی موتورهای الکتریکی اشاره نمود.

هنگامی که بارهای مختلف توسط مشترکین برق به مدار وارد و یا از آن خارج می شوند تغییر ولتاژی در شبکه خواهیم داشت ولی اولاً این تغییرات معمولاً کوچک و بسیار آرام می باشند در ثانی توسط رگولاتورهای ولتاژ می توان این تغییرات را جبران نمود. در مقابل تجهیزات و دستگاههای الکتریکی نظیر موتورهای بزرگ، دستگاههای جوش و کوره ها که به صورت تکی و یا جمعی وارد شبکه می شوند نوساناتی را در ولتاژ بوجود می آورند که باعث ایجاد نوسان در ولتاژ مشترکین می شود. علت این پدیده آن است که با ورود این دستگاهها به شبکه، جریان مصرفی تغییرات ناگهانی خواهد داشت.

اثر نوسانات ولتاژ را می توان در کم و زیاد شدن و سوسوزدن نور لامپها و همچنین برش در تصاویر تلویزیونی و اثر روی سیستمهای ICU و CCU بیمارستانی ملاحظه کرد (این تجهیزات بر حسب دامنه های متفاوت ولتاژ تغذیه گزارشهای متفاوتی از وضع بیماران ارائه می کنند) در مقایسه با انواع وسائل الکتریکی و الکترونیکی، لامپهای روشنایی بیشتر از بقیه ادوات به تغییرات ولتاژ حساس هستند.

### ۲-۵- عوامل به وجود آورنده فلیکر ولتاژ

هر پدیده ای که باعث تغییرات مقدار موثر ولتاژ شود به عنوان عامل ایجادکننده فلیکر شناخته می شود. راه اندازی موتورهای یکی از منابع معمول و اصلی ایجاد فلیکر در شبکه های قدرت می باشد. ترکیب جریان هجومی بالا و ضریب قدرت پایین در طی زمان راه اندازی می تواند باعث ایجاد فلیکر ولتاژ شود. این دسته بندی کلی شامل انواع فنها، پمپها، کمپرسورها، یخچالها، آسانسورها و غیره می باشد.

از دیگر عوامل ایجادکننده فلیکر می توان به کوره های قوس الکتریکی اشاره نمود. با توسعه روزافزون مجتمع های ذوب فلز و اتصال کوره های قوس الکتریک به شبکه سراسری، مسئله فلیکر ولتاژ ناشی از این کوره ها از اهمیت ویژه ای برخوردار گردیده است. در زمان عملکرد کوره، ثانویه ترانسفورماتور کوره به دفعات اتصال کوتاه شده و به دلیل نسبت دور بالای این ترانسفورماتور، نوسانات شدید ولتاژ را در ضریب توان پایین باعث می گردد. پروسه ذوب می تواند از سه تا هشت ساعت طول بکشد که از این

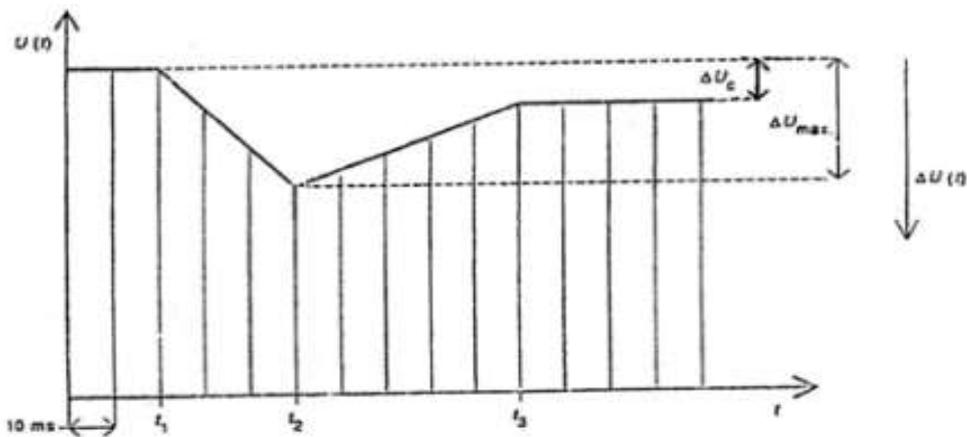
برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

زمان در مدت نیم تا یک ساعت و نیم اول آن فلیکر ولتاژ بیشینه بوده ولی با ذوب شدن آهن در مراحل بعدی، طول قوس تقریباً ثابت می ماند و فلیکر ناچیز خواهد بود.

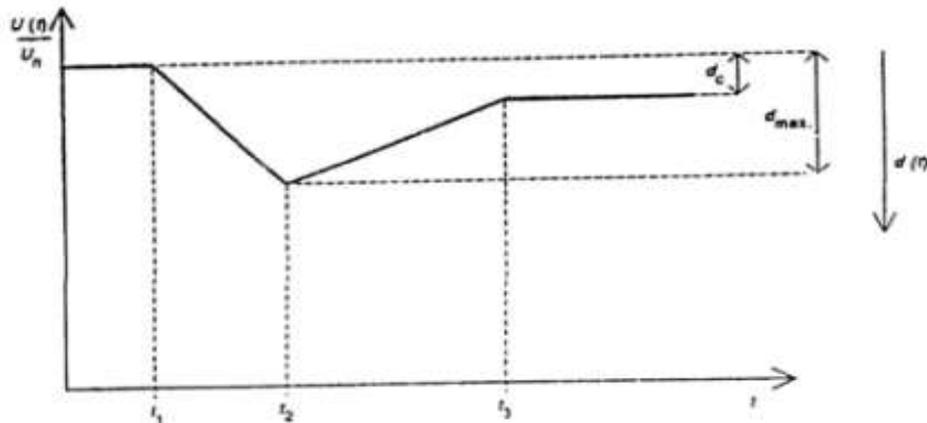
### ۳-۵- مشخصه های یک نوسان ولتاژ نمونه

شکل های ۴-۵ و ۵-۵ مشخصه یک نوسان ولتاژ نمونه را نشان می دهند در شکل های فوق تعاریف زیر برقرار است:

شکل موج ولتاژ موثر  $u(t)$  شکل تغییرات دامنه ولتاژ موثر نسبت به زمان می باشد و باید در هر نیم پریود از ولتاژ مولفه اصلی (۱۰ میلی ثانیه) نمونه برداری گردد.



شکل ۵-۱- منحنی تغییر ولتاژ بر حسب زمان  $u(t)$



شکل ۵-۲- مشخصه تغییر ولتاژ نسبی  $d(t)$

مشخصه تغییر ولتاژ  $\Delta u(t)$ : تابع زمانی میزان تغییر ولتاژ موثر بین پریودها، هنگامی که برای حداقل یک ثانیه شرایط ماندگار ولتاژ وجود داشته باشد.

حداکثر تغییر ولتاژ  $\Delta u_{max}$ : تفاوت بین مقادیر حداکثر و حداقل ولتاژ موثر در مشخصه تغییر ولتاژ تغییرات ولتاژ ماندگار  $\Delta u_c$ : تفاوت بین دو دانه ولتاژ ماندگار متوالی که توسط حداقل یک مشخصه تغییر ولتاژ از یکدیگر جدا شده اند.

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

مشخصه تغییرولتاژ نسبی  $d(t)$ : نسبت مشخصه تغییر ولتاژ  $(\Delta u(t))$  به مقدار ولتاژ نامی فاز- نوترال (Un)

حداکثر تغییر ولتاژ نسبی  $d_{max}$ : نسبت حداکثر تغییر ولتاژ  $(\Delta d_{max})$  به مقدار ولتاژ نامی فاز- نوترال  $u_n$

تغییر ولتاژ ماندگار نسبی  $dc$ : نسبت تغییر ولتاژ ماندگار  $\Delta u_c$  به مقدار ولتاژ نامی فاز نوترال  $u_n$   
فرض کنید یک بار فلیکرزا به شینه‌ای متصل است. اساس محاسبه فلیکر، بدست آوردن شکل موج تغییرات ولتاژ در ترمینال وسیله فلیکرزا است. در واقع باید تفاوت بین هر دو مقدار متوالی از ولتاژهای فاز- نوترال یعنی  $u(t1)$  و  $u(t2)$  اندازه‌گیری یا محاسبه شود:

$$\Delta u = u(t1) - u(t2)$$

تغییر ولتاژ  $\Delta u$  ناشی از افت ولتاژ روی امپدانس شبکه بوده که این خود نیز ناشی از تغییر جریان ورودی یعنی  $\Delta I$  است. مقدار  $\Delta I$  از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$\Delta I = I(t1) - I(t2)$$

یا در حوزه فرکانسی:

$$\Delta I = \Delta I_p - j\Delta I_q$$

که  $\Delta I_p, \Delta I_q$  به ترتیب مولفه‌های اکتیو و راکتیو تغییر جریان می‌باشند. با این تعریف برای جریانهای پس فاز، مقدار  $I_q$  مثبت و برای جریانهای پیش فاز این مقدار منفی خواهد بود. برای تجهیزات تک فاز و سه فاز متقارن، میزان تغییر ولتاژ به صورت تقریبی می‌تواند از رابطه زیر محاسبه شود:

$$\Delta u = |\Delta I_p.R + \Delta I_q.X|$$

که در آن  $X, R$  مقاومت و راکتانس شبکه از دید بار فلیکرزا می‌باشند. تغییرولتاژنسبی نیز از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$d = \frac{\Delta u}{u_n}$$

#### ۴-۵- مبانی فلیکر متر IEC

فلیکر متر IEC عکس العمل مشاهده کننده را در مقابل انواع فلیکر متر، مستقل از عامل تولید آن شبیه سازی نموده و شدت آن را به صورت نسبی می‌سنجد. در واقع این وسیله بر مبنای احساس تشخیص فلیکر توسط چشم انسان بر اثر عملکرد یک لامپ رشته‌ای ۲۳۰ ولت، ۶۰ وات عمل می‌کند. خروجی فلیکر متر باید با روشی که بتواند سطح شدت فلیکر را مشخص کند سنجیده شود. برای این کار خروجی این وسیله در آستانه درک و تشخیص فلیکر توسط چشم انسان، با عدد یک نشان داده می‌شود. برای وارد کردن مکانیزم بینایی و چگونگی ایجاد حساسیت و آزار روی چشم انسان، به اندازه فلیکر باید در یک پریود زمانی طولانی مورد بررسی قرار گیرد. معیار مناسب با معرفی پارامتر شاخص کوتاه مدت فلیکر و استفاده از روش چندنقطه‌ای حاصل می‌گردد. الگوریتم مناسب به صورت زیر می‌باشد:

$$P_{st} = \sqrt{K1P1 + K2P2 + \dots + KnPn}$$

که در آن:

$P_{st}$  شاخص کوتاه مدت شدت فلیکر

$K1$  تا  $kn$  ضرایب وزنی

$P1$  سطحی از IFL است که در  $I$  درصد از کل زمان مشاهده، IFL از آن بیشتر بوده است.

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

ضرایب وزنی باید به نحوی تعیین شوند که شدت فلیکر را برای محدوده وسیعی از فرکانسهای مدولاسیون ولتاژ ورودی مستطیلی شکل بطور صحیح نشان دهند. از سوی دیگر این ضرایب باید طوری باشند که برای دیگر شکل موجها نیز مناسب باشند. از پنج سطح یا درصد مختلف برای این کار استفاده می گردد:

$P_{0.1}$  = سطحی که فقط در ۰/۱ درصد پیروید مشاهده، شدت فلیکر از آن بیشتر می شود.

$P_1$  = سطحی که فقط در ۱ درصد پیروید مشاهده، شدت فلیکر از آن بیشتر است.

$P_3$  = سطحی که فقط ۳ درصد پیروید مشاهده، شدت فلیکر از آن بیشتر است.

$P_{10}$  = سطحی که فقط در ۱۰ درصد پیروید مشاهده، شدت فلیکر از آن بیشتر است.

$P_{50}$  = سطحی که فقط در ۵۰ درصد پیروید مشاهده، شدت فلیکر از آن بیشتر است.

$P_{50}$  در واقع میانگین سطوح فلیکر را نشان می دهد و معیاری کلی جهت نشان دادن مقدار دامنه نوسان می باشد. دیگر نقاط به سمت دنباله پایین مقیاس احتمال انتخاب شده اند تا سطوح احساس بالاتر را وزن مناسبی دهند، زیرا این سطوح در ارزیابی شدت اعوجاج دارای اهمیت بیشتری می باشند. شایان ذکر است که در این روش از حداکثر فلیکر مشاهده شده در بازه زمانی انتخابی استفاده نشده است زیرا این مقدار نمی تواند معرف خوبی برای شدت فلیکر باشد و اصولاً مفهوم CPF به همین منظور انتخاب می گردد. انتخاب ۰/۱ به عنوان کمترین درصد، انتخاب مناسبی برای فلیکرهای با دامنه بالا و با احتمال وقوع کم می باشد.

### ۵-۵- ارزیابی شاخص کوتاه مدت شدت فلیکر

در انتخاب الگوریتم چند نقطه ای مناسب، مشکل دیگری را باید حل نمود و آن ارتباط بین ارزیابی چند نقطه ای و شدت فلیکر است. تعداد محدودی از آزمایشهای انجام گرفته روی انسان موجود است که می توان از آنها برای ارتباط دادن شدت فلیکر و منحنی های غیرخطی تابع احتمال تجمعی استفاده نمود.

### ۵-۶- ارزیابی شاخص بلندمدت شدت فلیکر

پیروید ۱۰ دقیقه ای که برپایه آن ارزیابی شدت فلیکر در بازه زمانی کوتاه مدت انجام می پذیرد برای ارزیابی اعوجاجات ایجاد شده توسط منابع خاصی که دوره کاری کوتاه مدت دارند مناسب می باشد. زمانی که چندین بار فلیکرزا به صورت تصادفی عمل می نمایند (مانند موتورها و دستگاههای جوش) و نیز زمانی که اثر منابع ایجاد فلیکر طولانی مدت (مانند کوره های قوس) مورد نظر قرار می گیرند باید از روشی که ارزیابی طولانی مدت را شامل می گرد استفاده شود این روش به نحوی است که از اطلاعات بدست آمده مربوط به  $P_{st}$  استفاده می نماید. روش پیشنهادی به صورت زیر می باشد:

$$P_{It} = \sqrt[3]{\frac{\sum_{i=1}^N P_{sti}^3}{N}}$$

که در آن  $P_{sti} (i=1,2,3,\dots)$  مقادیر  $P_{st}$  در بازه های کوتاه مدت است.  $N$  عدد صحیح و برابر ۱۲ می باشد. بنابراین بازه زمانی اندازه گیری  $P_{It}$  برابر ۲ ساعت خواهد بود.

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

### ۷-۵- حدود مجاز فلیکر در سطوح مختلف ولتاژ

حد مجاز فلیکر ولتاژ برای شینه‌های واقع در سطوح ولتاژی مختلف طبق جدول زیر توصیه شده است:

جدول ۵-۱- حدود مجاز فلیکر در شبکه‌های مختلف

نوع شبکه	شبکه فشار ضعیف	شبکه فشار متوسط	شبکه فشار قوی و فوق فشار قوی
Pst	۱	۰/۹	۰/۸
Pit	۰/۸	۰/۷	۰/۶

در شبکه‌های فشار ضعیف، به دلیل حجم انبوه تجهیزاتی که مورد استفاده قرار می‌گیرند. امکان کنترل کلیه دستگاهها توسط شرکت‌های برق وجود نخواهد داشت بنابراین در این نوع شبکه‌ها آزمون وسایل و تجهیزات به عهده سازندگان آنها می‌باشد.

در سطوح ولتاژی فشار متوسط و فشار قوی پذیرش بارهای نوسانی بستگی به توان نامی توافقی مشترک، توان تجهیزات فلیکرزا و مشخصه سیستم خواهد داشت. هدف، محدود کردن میزان تزریق فلیکر از کل بارهای مشترکین مختلف تا سطی است که از سطوح مجاز ارائه شده در جدول ۵-۱ بیشتر نگردد.

### ۷-۵-۱- حدود مجاز فلیکر برای مشترک متصل به شینه‌های فشار ضعیف

دستگاههایی که در شبکه فشار ضعیف استفاده می‌شود به سه گروه عمده تقسیم می‌شوند: تجهیزات با جریان فاز کمتر از ۱۶ آمپر که در مشترکین کوچک و مصارف خانگی استفاده می‌گردند. تجهیزات با جریان فاز بیش از ۱۶ آمپر و کمتر از ۷۵ آمپر. تجهیزات با جریان فاز بیش از ۷۵ آمپر

### ۷-۵-۲- حدود مجاز فلیکر برای دستگاههای متصل به شینه فشار متوسط

اندازه گیری فلیکر معمولاً در نقطه اتصال بار نوسانی (فلیکرزا) به شبکه PCC انجام می‌گیرد. به هر حال باید این نکته را در نظر داشت که حدود مجاز وضع شده در واقع برای رضایت مشترکین متصل به شبکه‌های فشار ضعیف ارائه می‌گردند. در این سطح ولتاژ، برای دستگاههایی که تقاضای اتصال به شبکه را دارند دو شاخص Pst, Pit ارائه می‌گردد.

### ۷-۵-۸- حدود مجاز برای تغییرات سریع ولتاژ

دلیل اصلی محدود کردن نوسانات ولتاژ، تاثیر نامطلوبی است که فلیکر لامپ روی چشم انسان ایجاد می‌کند. در هر حال دامنه تغییرات ولتاژ نیز باید در یک محدود کوچک نگاه داشته شود. بنابراین حتی اگر یک مشترک در سطوح مجاز فلیکر را رعایت کند، تغییرات ولتاژ شدیدی داشته باشد. عملاً احتمال وقوع همزمان دو تغییر سریع ولتاژ بسیار کم بوده و نتیجتاً قانون جمع اثار برای این پدیده لزومی نخواهد داشت.

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

ارزیابی ساده تغییرات سریع ولتاژ به صورت زیر خواهد بود

$$\Delta I = \Delta I_p - \Delta I_r$$

برای بارهای سه فاز متقارن و تک فاز داریم:

$$\Delta U_{dyn} = \Delta I_p \cdot R_l + \Delta I_r \cdot X_L$$

حد مجاز انتشار در PCC نیاز به محدود کردن  $\Delta U_{dyn}$  نسبت به ولتاژ واقعی دارد.

$$U_0 - \Delta U_c + \Delta U_{dyn}$$

جدول (۵-۲) حداکثر تغییر ولتاژ  $\frac{\Delta U_{dyn}}{u_N}$  برای شرایط کاری نرمال (بر حسب درصدی از ولتاژ واقعی) را که یک مشترک می تواند ایجاد کند ارائه می دهد. این پارامتر وابسته به فرکانس تکرار این تغییرات خواهد بود. توجه کنید که در هر صورت حدود مجاز فلیکر باید بازبینی شود و این بخش تنها نیازهای اضافی را ارائه می کند.

$r \left( \frac{1}{\text{ساعت}} \right)$	$\Delta U_{dyn} / U_N$	
	MV	HV
$r \leq 1$	۴	۳
$1 < r \leq 10$	۳	۲/۵
$10 < r \leq 100$	۲	۱/۵
$100 < r \leq 1000$	۱/۲۵	۱

شکل ۵-۲- حدود مجاز تغییرات ولتاژ بر حسب تعداد آنها

### ۵-۹- نکاتی در خصوص اندازه گیری فلیکر

در زمان نصب فلیکرمتر باید به فازهایی که فلیکر آنها اندازه گیری می شود توجه داشت. مثلاً در یک کوره قوس الکتریک، یک جفت از فازها فلیکر بالاتری را نسبت به دو جفت دیگر نشان می دهند. بنابراین یا باید از سه فلیکرمتر استفاده نمود و یا قبل از شروع اندازه گیری، فازهای با بالاترین مقدار فلیکر انتخاب گردند.

انتخاب شاخصی جهت مقایسه با مقادیر مجاز فلیکر با توجه به اندازه گیریهای صورت گرفته در طول یک بازه زمانی معین روی شینه از موارد مهم دیگر به شمار می آید. در این خصوص نکات زیر ارائه می شود:

با توجه به بازه های زمانی Pst, Plt در انتهای هر روز، مقدار Pst ۱۴۴ و مقدار Plt ۱۲ موجود خواهد بود. نمایش گرافیکی تغییرات زمانی Pst بسیار مفید می باشد کل زمان مشاهده حداقل یک هفته است. در انتهای یک هفته از میان اعداد اندازه گیری شده باید عددی به عنوان شاخص فلیکر مشترک انتخاب شده و با سطوح مجاز مقایسه گردد. در مورد Pst و Plt مقادیر ۹۹٪ Plt و ۹۵٪ Pst معیارهای

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

ماسبی می باشند. ۹۵٪ Pit عددی است که در ۵ درصد از زمان مشاهده مقدار Pst از آن بالاتر واقع شده و در ۹۵ درصد اوقات Pst از آن کمتر است. در خصوص Pit نیز می توان تعریف مشابه ای بکاربرد.

#### ۵-۹-۱- راه اندازهای موتورها/ وسایل با قابلیت تنظیم سرعت

همانطور که گفته شد راه اندازی موتورها مهم ترین عامل ایجاد فلیکر ولتاژ در شبکه های توزیع است. جریان راه اندازی موتورها چندین برابر جریان نامی موتور بوده و باعث اختلال شدید در ولتاژ شینه متصل به موتور می گردد. راه انداز موتور با کم نمودن ولتاژ اعمالی به موتور در لحظه راه اندازی جریان را کاهش داده و در نتیجه موجب کم شدن نوسان ولتاژ خواهد شد. از ابتدایی ترین روشهای راه اندازی می توان به راه اندازهای ستاره- مثلث اشاره نمود ولی پیشرفت عناصر نیمه هادی و استفاده از راه اندازهای موتورها باعث شد که راه اندازهای ستاره- مثلث در مرحله پایین ترین نسبت به آنها قرار گیرند. از این قبیل راه اندازها می توان به محرکه های با قابلیت تنظیم سرعت یا ASD اشاره نمود. ASD با محدود کردن جریان راه اندازی موتور، اعوجاج ولتاژ در راه اندازی را کم می کند. البته کاربرد ASD باعث ایجاد هارمونیک شده که سبب افزایش حرارت سیم پیچهای موتور می گردد. به این دلیل برای کاربردهای خاص یک ASD باید دقیقاً با مشخصات موتور تطبیق یابد.

#### ۵-۹-۲- خازنهای موازی

اتصال دائم خازنهای موازی باعث کم شدن اثر پدیده فلیکر نمی شود حتی ممکن است وضعیت را کمی بدتر هم بکند. اما خازنهای موازی که با بار سوئیچ می گردند می توانند باعث کاهش نوسان ولتاژ گردند به هر حال سوئیچ نمودن مکانیکی خازنها در مواقعی که قطع و وصلهای مداوم در زمانهای کوچک لازم باشد مناسب نیست.

#### ۵-۹-۳- خازنهای سری

استفاده از خازن سری در مدار تغذیه یک بار فلیکرزا، باعث کاهش فلیکر ولتاژ می گردد. خازن سری باعث حذف قسمتی از راکتانس سلفی مسیر تغذیه می شود و در نتیجه امپدانس سری مدار تغذیه کاهش یافته و افت ولتاژ در مسیر تغذیه کم می شود. اندازه ظرفیت بانکهای خازنی به نحوی انتخاب می شود که مقدار فلیکر در محدوده قابل قبول قرار گیرد. در عین حال باید به مسئله تشدید در مدار نیز توجه شود.

#### ۵-۹-۴- جبران کننده های سنکرون

جبران کننده های سنکرون با کاهش امپدانس دیده شده از دو سر بار می توانند باعث کاهش فلیکر ولتاژ گردند. مقدار تصحیح بستگی به اندازه راکتانس های گذرا و زیرگذرای موتور سنکرون دارد. از لحاظ عملی استفاده از اینگونه وسیله برای تصحیح فلیکر ناشی از بارهای کوچک شبکه های توزیع، اقتصادی نمی باشد همچنین این جبران کننده ها نیاز به تعمیر و نگهداری منظم داشته و حتی با حضور راکتور ضربه گیر توانایی کاهش فلیکر آن محدود است.

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

#### ۵-۹-۵- تغییر در آرایش شبکه

با تغییر دادن آرایش سیستم می توان بارهایی را که عامل ایجاد نوسان ولتاژ می گردند از دیگر مشترکان جدا نمود. بعضی از روشهای تغییر شبکه عبارتند از: استفاده از خطوط جدید، اضافه کردن ترانسفورماتور، تغییر دادن ولتاژ خط تغذیه، جابجایی بارها، افزایش سطح مقطع فیدر و غیره. این روشها بطور مؤثری نوسان ولتاژ را کاهش می دهند ولی به هر حال روشهای نسبت گرانی بوده و اغلب از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه نمی باشد.

#### ۶-۹-۵- جبران کننده های توان راکتیو استاتیکی (SVC)

(SVC) در واقع یک تولید کننده توان راکتیو موازی است که خروجی آن به نحوی تغییر می کند تا پارامتر مشخصی را در سیستم ثابت نگاه دارد. زمان پاسخ (SVC) حدوداً ۲ تا ۳ سیکل بوده که در نتیجه آن را برای کاربردهای کنترل سریع و مداوم توان راکتیو مناسب می سازد. در (SVC)ها مقدار توان راکتیو خروجی منحصرأ توسط کلیدهای تریستوری متصل به بانکهای خازنی یا سلفی صورت می گیرد.

#### ۷-۹-۵- راکتور انشعابی / راکتور قابل اشباع

این نوع جبران کننده دارای پاسخ سریعی بوده و ساختمان مشابه ترانسفورماتور دارد. در این نوع جبران کننده از مشخصه مسطح v-1 راکتور با هسته اشباع شونده برای ایجاد مشخصه راکتیو ولتاژ - ثابت ایده آل استفاده می شود. از معایب آن می توان به لزوم وجود خازن موازی بزرگ برای اصلاح ضریب توان و تولید هارمونیک اشاره نمود.

#### ۸-۹-۵- راکتور قابل اشباع چند فازه جبران شده هارمونیکی

اصول کار این جبران کننده مشابه نوع راکتور قابل اشباع / راکتور انشعابی است. اما با آرایش مناسب سیم پیچی های سه فاز بر روی هسته ای با بازوی چند گانه، تعدادی از هارمونیک ها حذف می شوند. از معایب این جبران کننده ها می توان به وجود گذاری ناشی از انرژی دار کردن آن اشاره نمود.

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

## فصل ششم

# هارمونیکها



WikiPower.ir

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

## فصل ششم: هارمونیکها

### ۱-۶- شناخت و بررسی مقدماتی هارمونیکها

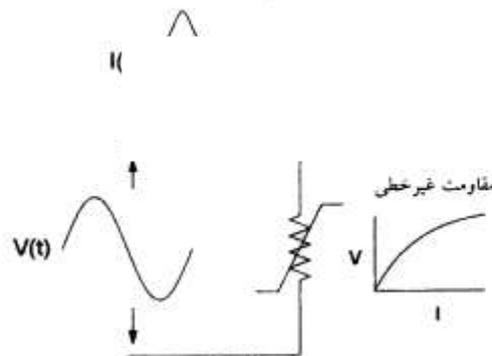
#### ۱-۱-۶- کلیات

یکی از مسائل و مشکلات کیفیت برق در سیستمهای توزیع و انتقال، مسئله هارمونیکها می باشد. که توجه زیادی را به خود جلب نموده است. بطوریکه مطالب بسیاری را در این خصوص می توان در کتب و مقالات گوناگون جستجو نمود.

اعوجاجها هارمونیکی باعث ایجاد مشکلات خاصی در شبکه های قدرت می شوند. از جمله این مشکلات می توان به عدم عملکرد مناسب تجهیزات و نیز کاهش عمر و پایین آمدن راندمان دستگاهها اشاره نمود. در چنین حالتی مطالعه هارمونیکها و ارائه یک سری قواعد و مقررات اجتناب ناپذیری خواهد بود. محدود نمودن اعوجاج هارمونیک هم از نظر شرکتهای برق و هم از نظر مشترکین لازم می باشد. شرکتهای برق باید محدودیتهایی را ارائه نمایند تا از آسیب دیدگی تجهیزات مشترکین، اعم از مشترکین خانگی و صنعتی جلوگیری شود. از طرف دیگر با توجه به اینکه ایجاد یک موج کاملاً سینوسی از طرف شرکتهای برق نمی تواند تضمین شود، لذا مشترکین باید اعوجاجها تولید شده توسط تجهیزات خود را محدود نمایند.

#### ۲-۱-۶- اعوجاج هارمونیک

اعوجاج هارمونیک در شبکه های قدرت ناشی از عناصر غیرخطی است. عنصر غیرخطی عنصری است که جریان آن متناسب با ولتاژ اعمالی نمی باشد. شکل ۱-۶ جریان غیرسینوسی یک مقاومت غیرخطی در حالی که ولتاژ سینوسی به آن اعمال شده است نشان می دهد. افزایش چند درصدی ولتاژ ممکن است باعث شود که جریان دو برابر شده و نیز شکل موج جریان فرم دیگری به خود بگیرد. این حالت، مورد ساده ای از تولید اعوجاج در سیستم قدرت می باشد.



شکل ۱-۶- اعوجاج جریان که به علت یک مقاومت غیر خطی ایجاد شده است

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

### ۳-۱-۶- اعوجاج ولتاژ و جریان

کلمه هارمونیک اغلب بدون هیچگونه کلمه توصیفی دیگر و به تنهایی استفاده می شود. برای مثال، بسیار شنیده می شود که یک محرکه موتور با قابلیت تنظیم سرعت یا یک کوره القایی به دلیل وجود هارمونیکها نمی توانند به شکل مناسبی کار کنند. چرا این مسئله پدید آمده است؟ جواب می تواند یکی از سه مورد زیر باشد:

هارمونیک ولتاژ آنقدر زیاد است که سیستم کنترل زاویه آتش به خوبی عمل نمی کند.  
هارمونیک جریان زیادتر از ظرفیت بعضی از تجهیزات در شبکه تغذیه (مانند ترانسفورماتور و موتور) است که باید در زیر قدرت نامی خود کار کنند.

هارمونیک ولتاژ زیاد است زیرا هارمونیک جریان ناشی از آن وسیله زیاد می باشد.  
همچنانکه این موارد نشان می دهد دلایل و اثرات جداگانه ای برای هارمونیک های ولتاژ و جریان و همچنین روی بعضی روابط بین این دو وجود دارد. بنابراین، واژه هارمونیک به تنهایی مبهم بوده و نمی توان به کمک آن به صورت دقیق یک مسئله را توصیف کرد.

### ۴-۱-۶- مقادیر موثر و اعوجاج هارمونیک کل

چندین معیار عددی برای نشان دادن مقادیر هارمونیک یک موج وجود دارد. از معروف ترین آنها می توان به اعوجاج هارمونیک کل (THD) که برای ولتاژ و جریان قابل محاسبه است اشاره نمود.

$$THD = \frac{\sqrt{\sum_{h=2}^{h \max} M_h^2}}{M_1}$$

که در آن  $M_h$  مقدار موثر مولفه هارمونیک  $h$  ام کمیت  $M$  می باشد. THD معیار اندازه گیری مقدار موثر مولفه هارمونیک یک موج اوجاجی است.

همانطور که می دانیم مقدار موثر کل یک موج (RMS) برابر با جمع مولفه های آن نمی باشد بلکه از مجذور جمع مربعات تک تک مولفه های آن موج بدست می آید. THD را می توان توسط رابطه زیر به مقدار موثر شکل موج ارتباط داد:

$$RMS = \sqrt{\sum_{h=1}^{h \max} M_h^2} = M_1 \sqrt{1 + THD^2}$$

THD کمیتی مفید برای بسیاری از کاربردها می باشد و لیکن محدودیت های آن را نیز باید مورد لحاظ قرار داد. این کمیت می تواند ایده خوبی از حرارت اضافی ایجاد شده در یک بار مقاومتی هنگامیکه ولتاژ اعوجاجی به آن اعمال شده است ارائه دهد. همچنین می تواند نشانه ای برای تلفات اضافی ناشی از جریان عبوری از یک هادی نیز باشد. ولی این کمیت نشانه خوبی از تنش ولتاژی بر خازن نیست زیرا این تنش با مقدار پیک شکل موج ولتاژ در ارتباط می باشد.

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

### ۶-۱-۵- قدرت و ضریب قدرت

اعوجاج هارمونیک، محاسبه توان و ضریب قدرت را مشکل می‌سازد، زیرا بسیاری از ساده سازیهای صورت گرفته که در تحلیل فرکانس قدرت بکار می‌روند در این حالت قابل اعمال نخواهند بود. سه کمیت استاندارد در رابطه با توان استفاده می‌شوند: توان ظاهری (S): از ضرب مقدار موثر ولتاژ و جریان حاصل می‌شود. توان اکتیو (P) مقدار متوسط توان تحویلی توان راکتیو (Q): بخشی از توان ظاهری که ۹۰ درجه با توان اکتیو اختلاف فاز دارد. در فرکانس مولفه اصلی، این مقادیر را می‌توان به راحتی به یکدیگر به صورت زیر مرتبط نمود:

$$Q = S \sin \theta$$

$$P = S \cos \theta$$

که در آن  $\theta$  زاویه فاز بین ولتاژ و جریان باشد.

پارامتر  $\cos \theta$  ضریب قدرت نامیده می‌شود. بهر حال تعریف دقیق تر استفاده از معادله زیر می‌باشد.

$$PF = \frac{P}{S}$$

مقادیر S, P را می‌توان بدون ابهام حتی در صورت وجود اعوجاج ولتاژ و جریان تعریف نمود. در حالی که هیچ مفهوم روشنی از زاویه فاز در شرایطی که چندین فرکانس داشته باشیم وجود ندارد.

### ۶-۱-۶- هارمونیکهای مرتبه سه

هارمونیکهای مرتبه سه ضرایب فردی از هارمونیک سوم هستند (...، ۲۱، ۱۵، ۹، ۳ = h) این هارمونیکها احتیاج به بررسیهای ویژه‌ای دارند زیرا پاسخ سیستم در برابر این هارمونیکها متفاوت از پاسخ آن در برابر دیگر هارمونیکها می‌باشد. هارمونیکهای مرتبه سه یکی از مهم ترین موضوعات در شبکه‌های با ستاره زمین شده است که در نوترال آنها جریان وجود دارد. دو مشکل عمده، اضافه بار نوترال و تداخلات تلفنی می‌باشد. همچنین بعضی از دستگاهها به دلیل اینکه ولتاژ خط به نوترال (به علت افت ولتاژ هارمونیکهای مرتبه سه در هادی نوترال) آنها کاملاً اعوجاجی شده درست عمل نمی‌کنند. برای یک سیستم کاملاً متعادل متشکل از بارهای تک فاز فرض کنید که مولفه‌های هارمونیک سوم و اصلی هر دو وجود داشته باشند. با جمع جریانها در گره نوترال (گره N) جریان مؤلفه اصلی صفر می‌شود. ولی به دلیل هم فاز بودن مؤلفه‌های فازهارمونیک سوم، مقدار این مؤلفه‌ها سه برابر جریان فازهارمونیک سوم خواهد بود.

### ۶-۲- منابع تولید هارمونیک

از عوامل تولید هارمونیک می‌توان به موارد زیر اشاره کرد: تولید موج غیر سینوسی توسط ماشینهای سنکرون ناشی از وجود شیارها و عدم توزیع یکنواخت سیم پیچی‌های استاتور عدم یکنواختی در رلوکتانس ماشینهای سنکرون توزیع غیرسینوسی فوران مغناطیسی در ماشینهای سنکرون

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

جریان مغناطیسی ترانسفورماتورها  
بارهای غیرخطی مانند دستگاههای جوشکاری  
کوره های قوس الکتریکی و القایی  
از طرف دیگر پیدایش عناصر نیمه هادی و استفاده فراوان از آنها عامل جدیدی برای ایجاد هارمونیک در سیستم های قدرت شد. کاربرد این عناصر را می توان در تجهیزات و سیستم های قدرت زیر مشاهده نمود:

سیستم های HVDC  
تجهیزات مورد استفاده در کنترل کننده های سرعت ماشینهای الکتریکی  
تجهیزات مورد استفاده در سیستم حمل و نقل برقی مانند اتوبوس برقی و مترو  
اتصال نیروگاههای خورشیدی و بادی به سیستم های توزیع  
کاربرد SVC به عنوان ابزار مهمی در کنترل توان راکتیو  
استفاده فراوان از یکسوکننده های مورد استفاده در شارژر باتریها  
صنایعی شامل مجتمع های شیمیایی و پتروشیمی و نیز صنایع ذوب آلومینیوم که از یکسوکننده های پر قدرت برای تولید برق DC مورد نیاز انجام فرآیندهای شیمیایی و ذوب آلومینیوم استفاده می کنند .  
در زیر به عوامل مهم تولیدکننده هارمونیک اشاره خواهد شد.

۶-۲-۱- منابع تعذیه تک فاز

۶-۲-۲- مبدل های قدرت سه فاز

۶-۲-۳- تجهیزات قوس زننده

۶-۲-۴- عناصر اشباع شونده

۶-۳- اثر اعوجاج هارمونیک بر روی عملکرد تجهیزات و سیستم قدرت

برخی از آثار سوء هارمونیکها بر سیستم قدرت و تجهیزات آن به قرار زیر است:  
شکست عایقی بانکهای خازنی و افزایش جریان و توان راکتیو بانکهای خازنی  
تداخل با سیستم های ریپل کنترل و تداخل در وظیفه کنترل از راه دور سیستم های کلیدزنی و اندازه گیری

تلفات اضافی اهمی و نیز تلفات اضافی در هسته و ایجاد حرارت زیاد در ماشینهای الکتریکی.

شکست عایقی کابلها

تداخل با سیستم های مخابراتی و PLC

ایجاد خطا در دستگاههای اندازه گیری

ایجاد نوسانات مکانیکی

عدم عملکرد مناسب سیستم های کنترل

عملکرد نامناسب و پاسخ اشتباه رله ها

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

عملکرد نامناسب و مدارات آتش سیستم‌های الکترونیک قدرت بخصوص مدارات آتشی که براساس تشخیص نقطه صفر ولتاژ عمل می‌کنند.

۱-۳-۶- اثر روی خازنها

۲-۳-۶- اثر روی ترانسفورماتورها

۳-۳-۶- اثر بر روی موتورها

۴-۳-۶- تداخلات مخابراتی

۴-۶- پاسخ سیستم قدرت به منابع هارمونیک

در سیستم‌های قدرت، پاسخ سیستم به منابع هارمونیک دارای اهمیت است. در حقیقت، سیستم‌های قدرت در مقابل جریانهای هارمونیک ایجادشده توسط بارهای هارمونیک زا، مقاوم می‌باشند مگر اینکه فرکانس این جریان هارمونیک با فرکانس تشدید موازی امپدانس دیده شده از آن شینه هم اندازه شود. پاسخ سیستم قدرت در هر فرکانس هارمونیک اثر واقعی بارهای غیرخطی را بر اعوجاج هارمونیک ولتاژ تعیین می‌کند.

۱-۴-۶- امپدانس سیستم

در فرکانس مولفه اصلی، سیستم‌های قدرت اصولاً به صورت اندوکتیو هستند و امپدانس معادل آن را گاهی اوقات راکتانس اتصال کوتاه می‌نامند. عموماً در سیستم‌های توزیع و سیستم‌های صنعتی از اثرات خازنی صرف‌نظر می‌گردد. یکی از کمیت‌هایی که در تحلیل هارمونیک سیستم‌های قدرت کراراً استفاده می‌شود امپدانس اتصال کوتاه تا نقطه‌ای از شبکه که در آن خازن نصب شده است می‌باشد. اگر مقدار امپدانس اتصال کوتاه در دسترس نباشد می‌توان آنرا از مطالعات اتصال کوتاه شبکه بدست آورد. مقدار این امپدانس از مگاولت آمپر اتصال کوتاه یا جریان اتصال کوتاه به صورت زیر بدست می‌آید:

$$Z_{sc} = R_{sc} + jX_{sc} = \frac{(KV)^2}{MVAsc} = \frac{KV}{\sqrt{3}I_{sc}}$$

که در آن:

$Z_{sc}$  = امپدانس اتصال کوتاه

$R_{sc}$  = مقاومت اتصال کوتاه

$X_{sc}$  = راکتانس اتصال کوتاه

$KV$  = ولتاژ فاز- فاز برحسب کیلوولت

$MVAsc$  = مگاولت آمپر اتصال کوتاه هسه فاز

$I_{sc}$  = جریان اتصال کوتاه برحسب کیلوآمپر

۲-۴-۶- امپدانس خازن

خازنهای موازی که برای تصحیح ضریب قدرت مورداستفاده قرار می‌گیرند در فرکانسهای مختلف امپدانس سیستم را شدیداً تحت تأثیر قرار می‌دهند. خازنها خود عامل تولید هارمونیک نیستند ولی

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

اعوجاج هارمونیک گاهی اوقات به دلیل حضور خازن تشدید می گردد. در حالیکه راکتانس اندوکتیو با افزایش فرکانس و متناسب با آن افزایش می یابد، راکتانس خازن  $X_C$  متناسب با فرکانس کاهش می یابد.

$$X_C = \frac{1}{2 \times f \times c}$$

که در آن:

$C$  ظرفیت خازن به فاراد و  $f$  فرکانس است.

در خازنهای مورد استفاده در صنعت، ظرفیت خازن داده نمی شود بلکه مقدار خازن برحسب  $Kvar$  یا  $Mvar$  بیان می شود. راکتانس خازنی خط به زمین در فرکانس قدرت برای یک بانک خازنی را می توان چنین بیان نمود.

$$X_C = \frac{KV^2}{K \text{ var}} = \frac{KV^2(1000)}{K \text{ var}}$$

برای بانکهای خازنی سه فاز باید از ولتاژ خط و توان راکتیو نامی سه فاز استفاده نمود. برای واحدهای تک فاز، از ولتاژ نامی فاز و توان راکتیو نامی استفاده می شود. برای مثال، برای یک بانک خازنی ۱۲۰۰ کیلووار و سطح ولتاژ ۲۰ کیلوولت، راکتانس توالی مثبت برحسب اهم برابر خواهد بود با:

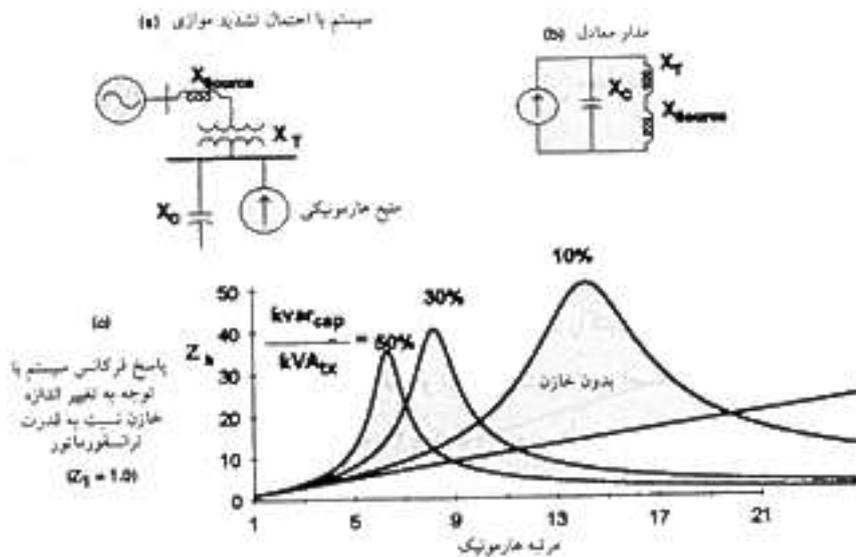
$$X_C = \frac{KV^2}{M \text{ var}} = \frac{(20)^2}{1.2} = 333.3$$

#### ۶-۴-۳- تشدید موازی)

مدارهای شامل خازن و اندوکتانس دارای یک یا تعداد بیشتری فرکانس طبیعی می باشند. وقتی که یکی از این فرکانسها برابر با فرکانس سیستم قدرت گردد پدیده تشدید به وجود می آید و جریان و ولتاژ در آن فرکانس مقدار بالایی را به خود خواهد گرفت. این پدیده در حقیقت ریشه تمامی مسائل و مشکلات ناشی از اعوجاج هارمونیک در سیستمهای قدرت می باشد.

در فرکانسهای هارمونیک، از دیدگاه منابع هارمونیک، خازنهای موازی با اندوکتانس معادل شبکه به شکل موازی قرار می گیرند (شکل ۶-۲۵ a و ۶-۲۵ b) در فرکانسهای غیر از فرکانس اصل، شبکه قدرت به صورت اتصال کوتاه دیده می شود. به عبارت دیگر فرض می شود که فقط منبع ولتاژ با فرکانس قدرت وجود دارد. در فرکانسی که  $X_C$  و راکتانس کل سیستم برابر می شوند، امپدانس ظاهری (ترکیب موازی اندوکتانس سیستم و خازن) که توسط منبع هارمونیک جریان دیده می شود بسیار بزرگ شده و شرایط تشدید موازی به وجود می آید. اثر تغییر اندازه خازن در امپدانس دیده شده از محل منبع هارمونیکها در شکل ۶-۲۵ c نشان داده شده است.

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



شکل ۶-۲- تاثیر اندازه خازن روی فرکانس تشدید موازی

همانطور که در این شکل مشاهده می شود . اگر یکی از مقادیر پیک امپدانس در فرکانس جریان هارمونیک تولید شده توسط بار به وجود آید . افت ولتاژ شدیدی روی امپدانس ظاهری سیستم در مقایسه با حالت بدون خازن اتفاق می افتد . فرکانس تشدید در ترکیب خاصی از خازن و اندوکتانس را می توان از روشهای مختلف و با توجه به نوع اطلاعات موجود محاسبه نمود . معادله اصلی تعیین فرکانس بدین صورت است .

$$F_1 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

تحلیل گران سیستمهای قدرت معمولاً مقادیر C,L سیستم را در اختیار ندارند و بنابراین ترجیح می دهند که از شکل دیگری از روابط استفاده نمایند . با توجه به اینکه در سیستمهای توزیع، راکتانس اتصال کوتاه معمولاً برابر با امپدانس ترانسفورماتور می باشد یعنی  $X_{sc}, X_{tx}$  بنابراین مرتبه هارمونیک فرکانس تشدید بر اساس امپدانس فرکانس اصلی با استفاده از رابطه زیر محاسبه می شود:

$$h_r = \sqrt{\frac{X_C}{X_{sc}}} = \sqrt{\frac{MVA_{sc}}{M \text{ var}_{cap}}} \approx \sqrt{\frac{KVA_{tx} \times 100}{K \text{ var}_{cap} \times Z_{tx} (\%)}}$$

که در آن :

$h_r$  مرتبه هارمونیک فرکانس تشدید

$X_C$  راکتانس خازن

$X_{sc}$  راکتانس اتصال کوتاه سیستم

$MVA_{sc}$  سطح اتصال کوتاه سیستم بر حسب مگا ولت آمپر

$M \text{ var}_{cap}$  ظرفیت نامی بانک خازنی بر حسب مگاوار

$KVA_{tx}$  ظرفیت نامی ترانسفورماتور بر حسب کیلوولت آمپر

$Z_{tx}$  امپدانس درصد ترانسفورماتور

$K \text{ var}_{cap}$  ظرفیت نامی بانک خازنی بر حسب کیلووار

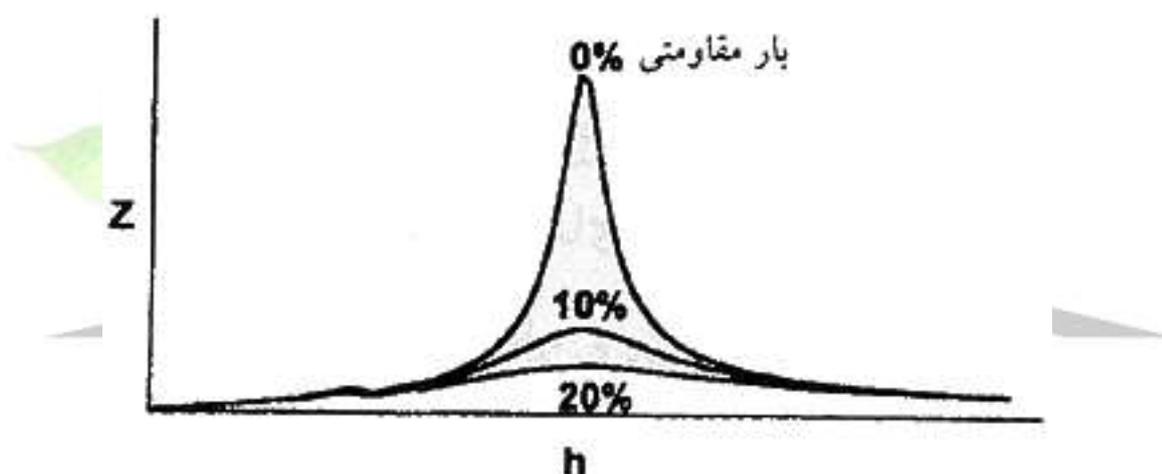
برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

برای مثال، در یکی از شینه‌های یک مشترک صنعتی، وقتی که امیدانس ترانسفورماتور وجه قالب دارد، هارمونیک تشدید برای یک ترانسفورماتور ۱۵۰۰ کیلو وات آمپر با امیدانس ۶ درصدی و بانک خازنی ۵۰۰ کیلو واری تقریباً برابر است با:

$$h_r = \sqrt{\frac{1500 \times 100}{500 \times 6}} = 7.07$$

#### ۴-۴-۶- اثر مقاومت و بار مقاومتی

شرایط تشدید همیشه مایه نگرانی نیست. میرایی ایجاد شده توسط مقاومت اغلب باعث کاهش ولتاژ و جریان در حالت تشدید در سیستم می‌گردد. شکل ۳-۶ مشخصه امیدانس مدار تشدید موازی را برای مقادیر مختلف بار مقاومتی که به صورت موازی با خازن قرار گرفته است نشان می‌دهد.



شکل ۳-۶- تاثیر بارهای مقاومتی روی پدیده تشدید موازی

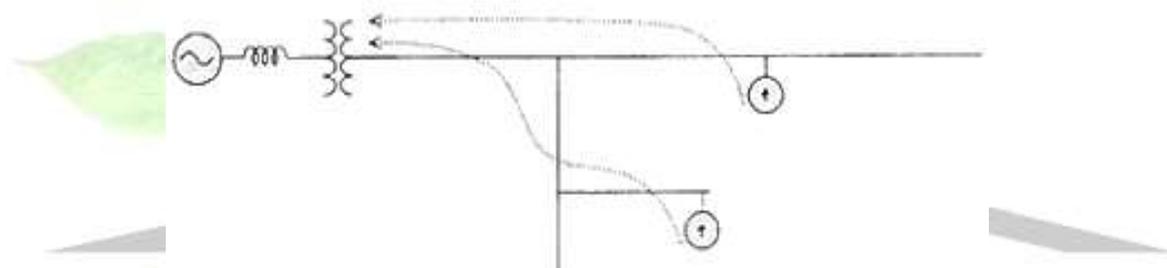
همان گونه که مشاهده می‌شود تنها ۱۰ درصد بار مقاومتی تاثیر بسزایی بر روی پیک امیدانس سیستم به وجود آورده است. مطابق آن اگر طول خط یا کابل‌های بین شینه خازنی و نزدیک ترین ترانسفورماتور زیاد باشد پدیده تشدید اثر نامطلوب کمی را ایجاد می‌کند زیرا خطوط و کابلها مقدار زیادی مقاومت به مدار معادل سیستم اضافه می‌کنند. مقاومت خطوط و بارها در شبکه توزیع مشکلات ناشی از تشدید هارمونیک را کم می‌کنند. البته این بدان معنا نیست که به دلیل تشدید مشکل زیادی به وجود نمی‌آید. بلکه این مسائل و مشکلات با توجه به شرایط، موجب خسارت فیزیکی به تجهیزات شبکه قدرت نمی‌شوند. بدترین شرایط تشدید وقتی پدید می‌آید که خازن‌ها بر روی شینه‌های پست نصب گردند که این پست می‌تواند پست توزیع اصلی و یا پستهای فرعی در واحدهای صنعتی باشد. در این حالات وقتی که امیدانس ترانسفورماتور وجه غالب را دارد و نسبت  $X/R$  بالا است مقاومت نسبی کم شده و پیک امیدانس تشدید موازی بسیار بالا و تیز خواهد بود. این پدیده عامل اصلی خرابی خازن‌ها، ترانسفورماتور و دیگر تجهیزات می‌باشد.

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

بارهای موتوری اساساً اندوکتیو هستند و میرایی کمی را ایجاد می کنند. در حقیقت این امکان وجود دارد که موتورها با جابجایی فرکانس تشدید به نزدیکی یک فرکانس هارمونیک، باعث افزایش اعوجاج نیز شوند. موتورهای کم قدرت به دلیل پایین تر بودن نسبت  $X/R$  آنها نسبت به  $X/R$  موتورهای سه فاز بزرگ اثر قابل ملاحظه‌ای بر روی میرایی سیستم خواهند داشت.

### ۵-۶- شناسایی محل منابع هارمونیک

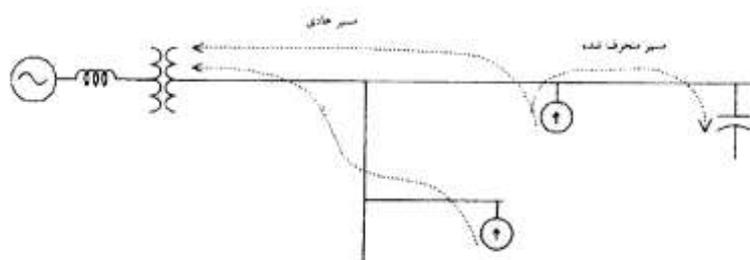
در فیدرهای توزیع شعاعی و در کارخانجات صنعتی، تمایل اصلی هارمونیکهای تولیدشده. جریان یافتن از محل تولید خود (بارهای هارمونیک زا) به طرف منبع تغذیه سیستم قدرت می باشد. این مسئله در شکل ۴-۶ نشان داده شده است. امپدانس سیستم معمولاً کمترین امپدانس است که جریان هارمونیک در مقابل خود می بینند بنابراین قسمت اعظم جریان به طرف منبع تغذیه سیستم جاری می شود. از این مطلب می توان بهره جست تا محل منابع تولید هارمونیک را شناسایی نمود.



شکل ۴-۶- مسیر عمومی جریانهای هارمونیک در شبکه های شعاعی

با استفاده از یک مونیتور کیفیت برق که قادر به نشان دادن مولفه های هارمونیک جریان باشد، بسادگی می توان هارمونیکهای جریان در هر شاخه را اندازه گیری کرد. این کار را باید از ابتدای هر مدار آغاز نمود تا منابع تولید هارمونیک را پیدا کرد. خازنهای تصحیح ضریب قدرت می توانند الگوی مسیر حرکت جریان را حداقل برای یک هارمونیک تغییر دهند. برای مثال، اضافه کردن یک خازن به مدار قبلی همانطوری که در شکل ۶-۶ نشان داده شده است می تواند باعث کشانده شدن بخش بزرگی از جریان هارمونیک به این قسمت از مدار شود. اگر در این حالت از روش اشاره شده در بالا استفاده شود ممکن است بجای ردیابی مسیر اصلی که نهایتاً به منابع تولید هارمونیک می رسد، اشتباهاً مسیر منتهی شده به بانک خازنی دنبال گردد. بنابراین لازم است که به صورت موقت تمامی خازنهای را از مدار خارج کرده تا محل منابع تولید هارمونیک را بتوان بطور دقیق مشخص نمود.

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



شکل ۶-۵- خازن های تصحیح ضریب قدرت قادر به تغییر مسیر یکی از مولفه های هارمونیک جریانی هستند

### ۶-۶-۶- مبانی کنترل هارمونیکها

در این بخش برخی از اصول کنترل هارمونیکها توضیح خواهد شد. هارمونیکها هنگامی مشکل زا می شوند که:

منبع تولید هارمونیک جریان بسیار بزرگ باشد.  
- مسیری که در آن جریانهای هارمونیک عبور می کنند بسیار طولانی باشد در نتیجه باعث ایجاد اعوجاج ولتاژ بیشتر یا اختلاف تلفنی می شود.  
پاسخ سیستم باعث تشدید یک یا چند هارمونیک گردد.  
وقتی که یک مشکل هارمونیک در شبکه اتفاق می افتد، روشهای اصلی کنترل هارمونیکها به قرار زیر است:

کاهش مقدار جریانهای هارمونیک تولید شده توسط بار  
اضافه کردن فیلتر به منظور ایجاد مسیری برای هارمونیکها و یا جلوگیری از وارد شدن هارمونیکها به شبکه

تغییر پاسخ فرکانسی سیستم با استفاده از فیلترها، سلف و خازن

۶-۶-۱- کاهش جریانهای هارمونیک ناشی از بارها

۶-۶-۲- فیلتر گذاری

۶-۶-۳- اصلاح پاسخ فرکانسی سیستم

۶-۶-۴- تجهیزات مورد نیاز فیلتر کردن اعوجاج هارمونیک

دو دسته اصلی فیلتر مورد استفاده قرار میگیرد:

فیلترهای غیرفعال

فیلترهای فعال

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

۶-۷-مقررات برخی از کشورها در رابطه با پذیرش مشترکینی که تولید هارمونیک می نمایند.

جهت آشنایی با چگونگی محدودکردن هارمونیکها و مقررات مربوط به قبول مشترکین تولیدکننده هارمونیکها در یک شبکه قدرت، روشهای موجود در کشورهای آلمان، استرالیا، انگلستان، بلژیک و فرانسه، فنلاند، لهستان و دانمارک به صورت خلاصه در این بخش ارائه می گردد.

#### ۶-۷-۱-کشور آلمان

مرحله اول مقررات این کشور اجازه می دهد که کلیه تجهیزاتی که نسبت قدرت نامی آنها به سطح اتصال کوتاه شینه محل تغذیه کمتر از ۰/۱ درصد باشد به شبکه متصل گردند و به عبارت دیگر چنانکه رابطه زیر برای هر وسیله برقرار باشد احتیاج به بررسی هارمونیکی و مطالعات دقیق نبوده و پذیرش به صورت اتوماتیک انجام می گیرد.

$$P/Ssc < \frac{0.1}{100} \%$$

در مرحله دوم مقررات این کشور، بجای تعیین مقدار حد مجازها رمونیکها، نسبت ظرفیت بار غیر خطی به کل بار مشترک مشخص می گردد. این نسبت با توجه به شرایط کار مشترکین بین ۳ تا ۳۰ درصد می تواند تغییر نماید.

در مرحله سوم مقررات این کشور، مقدار مجاز هارمونیکهای ولتاژ در شینه مشترک اعمال می گردد که برای هارمونیکهای پنجم و هفتم بایستی کمتر از ۵ درصد و برای هارمونیکهای یازدهم و سیزدهم بایستی کمتر از ۳ درصد باشد.

#### ۶-۷-۲-کشور استرالیا

در این کشور ماکزیمم ظرفیت یک مبدل سه فاز که می تواند به شبکه توزیع وصل گردد و در مورد آن شرکت برق مطالعه بخصوصی انجام نمی دهد (مرحله اول مقررات) برابر ۰/۳ درصد قدرت اتصال کوتاه شینه محل اتصال می باشد.

در ضمن چنانکه شرایط زیر وجود داشته باشد مقررات مرحله (۲) و یا (۳) بایستی بکار گرفته شود. حداقل سطح اتصال کوتاه شبکه فشار ضعیف و فشار متوسط به ترتیب کمتر از ۵ و ۵۰ مگاوات آمپر باشد.

ظرفیت دستگاه بزرگتر از ۷۵ کیلوولت آمپر در شبکه فشار ضعیف و یا بزرگتر از ۵۰۰ کیلو ولت آمپر در شبکه فشار متوسط باشد.

مقدار هارمونیک تولیدی چند مشترک که با هم کنترل می گردند بیشتر از بند قبل باشد. در مراحل دوم و سوم استاندارد این کشور حد مجاز مشخصی برای هر مشترک تولید کننده هارمونیک در نقطه اتصال مشترک به شبکه صورت می گیرد. یعنی اولین مشترک می تواند تقریباً به اندازه مقدار مجاز هارمونیکهای شبکه، تولید هارمونیک کند و تمام ظرفیت را بگیرد و جایی برای مشترک دوم نگذارد.

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

حد مجاز هارمونیک ولتاژ شینه در سطوح مختلف ولتاژی در کشور استرالیا در جدول ۶-۱۱ آمده است.

در مقررات این کشور حد مجاز اعوجاج ولتاژ تکي و مقدار مجاز اعوجاج ولتاژ کل تعیین می گردد.

جدول ۶-۱۱ - حد مجاز ها، مهنکها، ولتاژ، کشه، استالبا

نوع شبکه	ولتاژ شبکه تغذیه	اعوجاج ولتاژ کل (THD)	اعوجاج تکي	ولتاژ به درصد
شبکه توزیع	نا ۳۳ کیلوولت	۵	۴	۲
شبکه انتقال	۲۲ و ۳۳ و ۶۶ کیلوولت	۳	۲	۱
	۱۱۰ کیلو-ولت و بالاتر	۱/۵	۱	۰/۵

### ۶-۷-۳- کشور انگلستان

در این کشور برای مقررات مرحله (۱)، تجهیزات به دو دسته تجهیزات سه فاز و تک فاز تقسیم شده اند. در مورد تجهیزات سه فاز مقررات مرحله (۱) بشرح زیر است:

ماکزیم ظرفیت مبدل یا یک رگولاتور که می تواند به شبکه فشار ضعیف و یا فشار متوسط بدون بررسی جزئیات وصل گردد.

در مورد تجهیزات تک فاز مقررات مرحله (۱) به شرح زیر است:

ماکزیم ظرفیت یکسو کننده ها و رگولاتورهای تک فاز که از نظر تئوری، هارمونیک زوج تولید نمی کنند و در تجهیزات صنعتی یا شارژها بکار می روند می تواند برای ولتاژ ۲۴۰ ولت برابر ۵ کیلو ولت آمپر و برای ولتاژ ۴۱۵ یا ۴۸۰ ولت برابر ۷/۵ کیلو ولت آمپر باشد.

در ضمن تجهیزاتی که هر دو هارمونیک فرد و زوج را تولید می کنند برای اتصال به شبکه مناسب دانسته نمی شوند. چنانکه قرار باشد چند دستگاه تک فاز هارمونیک زا از یک محل به سیستم وصل گردند سعی می گردد اتصال آنها به فازهای مختلف باشد که حالت تعادل در مورد بارهای خطی وجود داشته باشد. مقررات این مرحله اجازه اتصال دو یکسو کننده یا رگولاتور را به یک فاز در یک محل نمی دهد و چنانکه این شرایط به وجود آید بایستی مطابق مقررات مرحله دوم عمل نمود.

در مقررات مرحله یک کشور انگلستان اجازه اتصال تجهیزاتی که در سیستم متناوب AC جریان DC تزریق می کنند داده نمی شود. مقررات مرحله دوم و سوم مقررات کشور انگلستان تقریباً شبیه مقررات کشور استرالیا می باشد.

حد مجاز هارمونیک های ولتاژ در شبکه برق کشور انگلستان و همچنین مقدار مجاز اعوجاج ولتاژ کل برای سطوح ولتاژ مختلف مطابق جدول ۶-۲ تعیین گردیده است.

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

حدها: ۶-۲- حد مجازها، همبندکام، ولتاژ، شبکه برق، کش، انگلستان.

اعوجاج تکمی ولتاژ به درصد		اعوجاج ولتاژ کل (THD) به درصد	ولتاژ شبکه
هارمونیک زوج	هارمونیک فرد		
۲	۴	۵	۴۱۵ ولت
۱/۷۵	۳	۴	۱۱ و ۶/۶ کیلوولت
۱	۲	۳	۳۳ و ۶۶ کیلوولت
۰/۵	۱	۱/۵	۱۳۲ کیلوولت

### ۸-۶- استاندارد مجاز هارمونیکها در شبکه برق ایران

استاندارد هارمونیکها در ایران حدود هارمونیکهای جریان مجاز هر مشترک و همچنین حداکثر هارمونیکهای ولتاژ که در شبکه با سطوح ولتاژی مختلف در نقطه تحویل برق به مشترک می تواند وجود داشته باشد را تعیین و توصیه می نماید.

به طور کلی شاخصهای هارمونیکي زیر جهت این استاندارد تعیین گردیده اند:

- اعوجاج تکمی و کلی ولتاژ

- اعوجاج تکمی و کلی جریان

اتکای تنها به حدود مجاز شاخصهای هارمونیکي همواره باعث جلوگیری از مسائل و مشکلات نمی گردد که در نتیجه لازم است در زمان تغییرات شکل سیستم قدرت، بررسیهای هارمونیکي تکرار گردد. بطور کلی مشترک بایستی مطالعات لازم در مورد شبکه داخلی برق خود را انجام داده و موارد زیر را تایید نماید.

خازنهای اصلاح ضریب قدرت و یا فیلترهای هارمونیکي بیش از حد تحمل خود تحت فشارهای ناشی از هارمونیکها نمی باشند.

تشدید سری یا موازی وجود ندارد.

مقادیر هارمونیکها یعنی اعوجاجهای تکمی و کلی جریان و ولتاژ در محل اتصال به شبکه از حدود مشخص شده در این استاندارد پایین تر می باشند.

در این استاندارد سقف بار یا سقف دیماند که به علت کمی مصرف نیاز به بررسی هارمونیکهای آنها نمیباشد بطور مشخص تعیین نگردیده است. این سقف بار که می تواند حدود ۰/۱ تا ۱ درصد قدرت اتصال کوتاه نقطه محل اتصال مشترک به شبکه باشد با توجه به امکانات و وضعیت شرکتیهای برق راسا توسط خود شرکتیهای برق تعیین می گردد.

فلسفه تعیین حدود مجاز برای هارمونیکها در این استاندارد به شرح زیر است:

محدود کردن تزریق هارمونیک توسط هر مشترک به صورتی که باعث اعوجاج ولتاژ غیر قابل قبول در شرایط عادی کار شبکه نگردد.

محدود کردن اعوجاج کلی ولتاژ در شبکه بخصوص در محل تغذیه مشترکین اعوجاج ولتاژ در سیستم تابعی از کل جریانهای هارمونیکي تزریقی و امپدانس سیستم در هر فرکانس هارمونیکي می باشد.

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

کل جریان‌های هارمونیکی تزریق شده بستگی به تعداد و اندازه مشترکین دارد که تولید هارمونیک جریان می‌نمایند. در نتیجه روش منطقی برای محدود کردن جریانهای هارمونیکی برای هر مشترک تعیین حدود مجاز جریانهای هارمونیکی بر اساس اندازه و یا مقدار بار هر مشترک می‌باشد. مشترکین بزرگتر به خاطر اینکه قسمت بیشتری از بار را مصرف می‌کنند امکان بیشتری برای تزریق جریانهای هارمونیکی بر سیستم خواهند داشت.

### ۶-۸-۱- حدود مجاز اعوجاج جریان برای هر مشترک

حدود اعوجاج هارمونیکی مشخص شده در این استاندارد ماکزیمم مقدار مجاز اعوجاج جریان هر مشترک می‌باشد. مقدار مجاز اعوجاج جریان با توجه به مقدار ماکزیمم جریان مصرفی هر مشترک و به صورت درصدی از آن تعیین می‌گردد.

جداول ۶-۳ الی ۶-۵ حدود مجاز جریانهای هارمونیکی را بر اساس اندازه بار مصرفی مشترکین نسبت به اندازه و قدرت شبکه برق در نقطه محل تغذیه یا اتصال مشترک در شبکه‌های با سطوح ولتاژی مختلف را ارائه می‌دهد. حدود ارائه شده در جداول فوق برای مشترکین عمومی و انهایی که دارای یکسو کننده‌های شش پالسی هستند صادق می‌باشند. اگر یکسو کننده‌ها به نحوی باشد که نتیجه آن برای سیستم تغذیه به صورت یکسو کننده‌های بیش از شش پالسی به حساب آید حدود مجاز برای انواع هارمونیکیهای مشخصه آنها متناسب با ضریب  $\sqrt{\frac{q}{6}}$  که  $q$  مشخص کننده تعداد پالس آنها می‌باشد افزایش می‌یابد و اندازه مجاز انواع هارمونیکیهای غیر مشخصه آنها به مقدار ۲۵ درصد مقادیر تعیین شده در جداول فوق کاهش می‌یابد.

در خصوص استفاده از حدود مجاز اعوجاج جریان هارمونیکی مشخص شده در جداول ۶-۳ الی ۶-۵ بایستی ظرفیت ترانسفورماتورهای ارتباطی بین مشترک و شرکت برق نیز مورد بررسی قرار گیرد به نحوی که از ترانسفورماتوری که مشترک را به شرکت برق ارتباط می‌دهد بیش از معادل ۵ درصد ظرفیت ترانسفورماتور جریان هارمونیکی عبور نکند.



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

جدول ۴-۶

جدول ۴-۶: حدود مجاز اعوجاج جریان برای مشترکین فوق توزیع ۶۳ و ۱۳۲ کیلو ولت

ماکزیمم اعوجاج جریان مجاز هر مشترک به درصد نسبت به ماکزیمم جریان مصرف بدون هارمونیک مشترک	اعوجاج نکی جریان هر هارمونیک مرتبه $n$										بزرگی مشترک یا درصد ماکزیمم جریان مصرفی بدون هارمونیک به جریان اتصال کوتاه محل تغذیه (R)	
	$n \geq 35$		$23 \leq n < 35$		$17 \leq n < 23$		$11 \leq n < 17$		$n < 11$			
	زوج	فرد	زوج	فرد	زوج	فرد	زوج	فرد	زوج	فرد		
اعوجاج جریان کل												
۲/۵	۰/۰	۰/۱	۰/۱	۰/۳	۰/۳	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۵	۰/۵	۲/۰	$R > 5$
۰/۴	۰/۰	۰/۲	۰/۱	۰/۵	۰/۳	۰/۴	۰/۴	۰/۴	۰/۹	۰/۹	۳/۵	$5 \geq R > 2$
۶/۱۰	۰/۱	۰/۳	۰/۲	۰/۷	۰/۵	۰/۶	۰/۶	۰/۶	۱/۲	۱/۲	۵/۰	$2 \geq R > 1$
۷/۵	۰/۱	۰/۵	۰/۲	۱/۰	۰/۶	۰/۷	۰/۷	۰/۷	۱/۵	۱/۵	۶/۰	$1 \geq R > 0.1$
۱۰/۰	۰/۲	۰/۷	۰/۳	۱/۲	۰/۷	۰/۹	۰/۹	۰/۹	۳/۵	۱/۹	۷/۵	$R \leq 0.1$

جدول ۵-۶

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

جدول ۶-۲۰: حدود مجاز اعوجاج جریان برای شبکه‌های انتقال فشار قوی ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلو ولت ایران

اعوجاج جریان	اعوجاج نکی جریان هر هارمونیک مرتبه $n$										بزرگی مشترک یا درصد ماکزیمم جریان مصرفی بدون هارمونیک به جریان اتصال کوتاه محل تغذیه (R)
	$n \geq 25$		$23 \leq n < 25$		$17 \leq n < 23$		$11 \leq n < 17$		$n < 11$		
	فرد	زوج	فرد	زوج	فرد	زوج	فرد	زوج	فرد	زوج	
۲/۵	۰/۰۴	۰/۱	۰/۱	۰/۳	۰/۲	۰/۷	۰/۲	۱/۰	۰/۵	۲/۰	$R \leq 5$
۴/۰	۰/۰۵	۰/۲	۰/۱	۰/۴	۰/۳	۱/۱	۰/۴	۱/۵	۰/۷	۳/۰	$R \leq 0/1$

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

### ۶-۱۰- هارمونیکهای میانی

تا به حال هارمونیکهای میانی ولتاژ به طور کامل بررسی نشده است. به هر حال مطالب زیر به اثبات رسیده است.

سیکلوکانونرترها فرکانسهایی در محدوده صفر تا ۱۰۰۰ هرتز تولید نموده که دامنه حداکثر آنها تقریباً برابر ۰/۵ درصد ولتاژ نامی می باشد. در صورت بروز پدیده تشدید مقادیر بالاتر نیز امکان ظهور خواهند یافت. تاکنون مقادیر مشاهده شده هارمونیکهای میانی در سیستم حدود ۰/۲ درصد ولتاژ نامی و پهنای باند آنها در حدود ۱۰ هرتز بوده است.

تنها مورد گزارش شده در رابطه با تاثیر نامطلوب این نوع هارمونیکها در رابطه با گیرندههای ریپل کنترل بوده و ملاحظات زیر در رابطه با عملکرد بدون اشکال این گونه وسایل آمده است.

در حال حاضر سطح پاسخ گیرندهها روی ولتاژی برابر یا بالاتر از ۰/۳ درصد ولتاژ نامی منبع تغذیه تنظیم می شود. براساس این عدد سطح سازگاری هارمونیکی برای هر هارمونیک میانی حدود ۰/۲ درصد ولتاژ نامی تغذیه انتخاب می گردد. این نکته نیز باید به خاطر سپرده شود که امکان عبور مقداری هارمونیک میانی از فیلتر ورودی به گیرنده همواره وجود خواهد داشت.



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

## فصل هفتم

# قابلیت اطمینان

WikiPower.ir

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

## فصل هفتم: قابلیت اطمینان

### ۱-۷- مقدمه

امروزه مشترکین صنعتی نسبت به قابلیت اطمینان بارهای حساس و کلیدی خود که نقش مهمی را در پروسه‌های تولید دارند نگران می‌باشند. در صورتی که تولیدات یک مشترک صنعتی به دلیل خرابی تجهیزات کاهش یابد و یا مثلاً سیستم روشنایی یک مرکز تجاری - اقتصادی از کار بیفتد اولین پرسشی که در ذهن مشترکین و مهندسين برق پیش می‌آید این است که قابلیت اطمینان کلی سیستم به چه میزان می‌باشد و چگونه می‌توان آن را بهبود بخشید. از سوی دیگر این پرسش نیز ممکن است مطرح شود که نقاط ضعف سیستم کجا بوده و بهبود شاخص‌های قابلیت اطمینان چه هزینه‌هایی را به دنبال خواهد داشت. تمامی این پرسشها به ارزیابی کمی قابلیت اطمینان منجر خواهد شد.

در فرهنگ شرکت‌های برق، واژه قابلیت اطمینان معمولاً به مدت زمانی که مشترک در طی یک قطع بادوام کاملاً بدون برق ایجاد می‌شود اطلاق می‌گردد. در هر حال، قابلیت اطمینان تنها توسط خطاهایی دائم ایجاد شده روی سیستمی که قبل از برگشتن حالت عادی به سیستم احتیاج به تعمیر خواهد بود تحت تأثیر قرار نمی‌گیرد و حتی یک خطای گذرا نیز می‌تواند فرآیندهای تولیدی مشترکین صنعتی را تا چندین ساعت از کار بیاندازد. بنابراین دو نوع قطعی لحظه‌ای و بادوام باید در محاسبات قابلیت اطمینان در نظر گرفته شود.

هدف اصلی در طراحی و برنامه‌های ریزی شبکه‌های توزیع، دستیابی به شبکه‌ای با خصوصیات زیر است:

- حداکثر کیفیت و تداوم برق رسانی (حداکثر قابلیت اطمینان)

- حداقل هزینه سرمایه گذاری و بهره برداری

در طراحی شبکه‌های جدید توزیع و برنامه ریزی برای گسترش شبکه‌های موجود، باید گزینه‌های مختلف با در نظر گرفتن خصوصیات فوق ارائه گردند. به عبارت دیگر، باید گزینه‌هایی مورد بررسی قرار گیرند که علاوه بر تأمین نیازمندیهای فنی شبکه (قرار گرفتن پارامترهای الکتریکی در محدوده مجاز استانداردها) هزینه‌های قابل قبولی را تحمیل نمایند.

عمده ترین برداشتها در ارتباط با قابلیت اطمینان و هزینه‌های شبکه توزیع حاکی از آن است که دو مولفه مذکور در تضاد با یکدیگر قرار دارند، بطوری که شبکه طراحی شده با هزینه کمتر دارای کیفیت و قابلیت پایین تری است و شبکه طراحی شده با قابلیت اطمینان و تداوم سرویس دهی بالاتر، افزایش هزینه را به همراه خواهد داشت.

در کنار مطلب فوق، باید به استفاده از تجهیزات با قابلیت اطمینان بالاتر اشاره نمود.

بررسی‌ها نشان داده است که در بسیاری از موارد، استفاده از تجهیزات مرغوب تر باعث کاهش هزینه‌ها در دراز مدت می‌گردد. به این ترتیب، قابلیت اطمینان شبکه بدون نیاز به افزایش هزینه، بهبود می‌یابد. این شیوه، در برابر شیوه‌های دیگر از قبیل برقراری تغذیه از نقاط مختلف، نصب تجهیزات آماده سرویس دهی به موازات تجهیزات اصلی و ... قابل بررسی و اجراست.

مهم ترین عوامل تأثیرگذاری بر میزان قابلیت اطمینان یک شبکه عبارتند از:

- ساختار شبکه

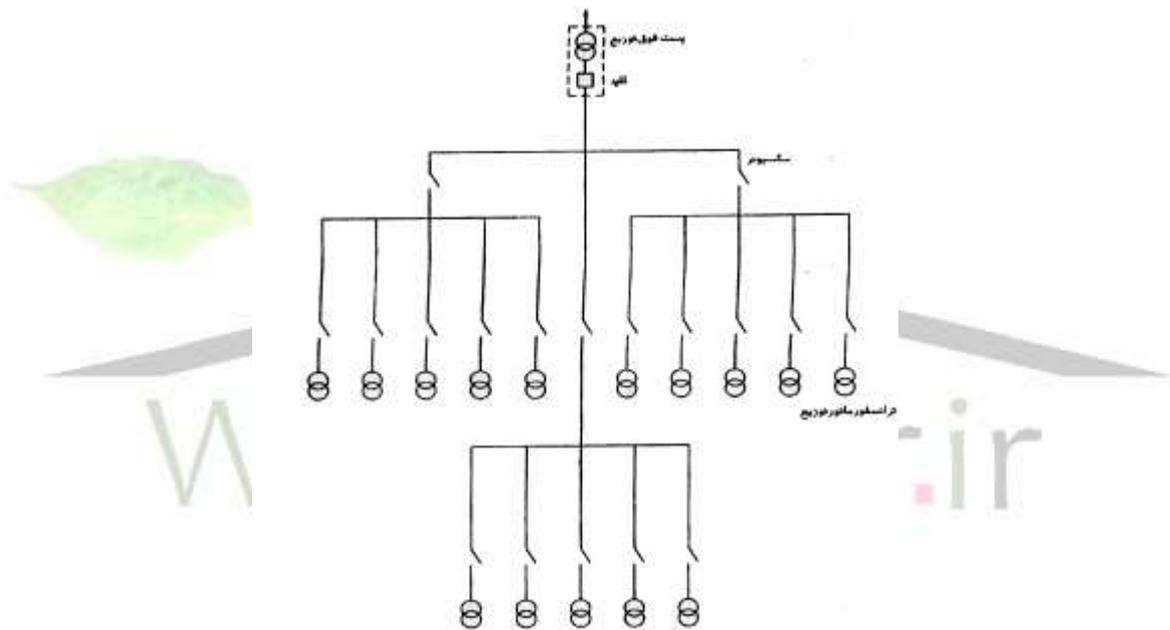
برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

- نوع شبکه

## ۲-۷ انواع ساختار شبکه‌های توزیع

### ۱-۲-۷ سیستم شعاعی ساده

این نوع شبکه توزیع عمدتاً برای تغذیه بارهای خانگی و تجاری و بارهایی که از اهمیت حیاتی برخوردار نیستند، بسیار مناسب بوده و هزینه سرمایه گذاری و نگهداری آن پایین می‌باشد. در کنار مزیت فوق، این شبکه‌ها از قابلیت اطمینان پایین تری برخوردارند و در اثر وقوع عیبهای معمول، فیدر اولیه از پست فوق توزیع جدا شده و تمام مشترکین آن بی برق می‌گردند. شبکه شعاعی به دلیل عدم تأمین قابلیت اطمینان موردنظر برای تغذیه بارهای متمرکز مثل مجتمع‌های تجاری، برجها و مراکز صنعتی حساس مناسب می‌باشد.



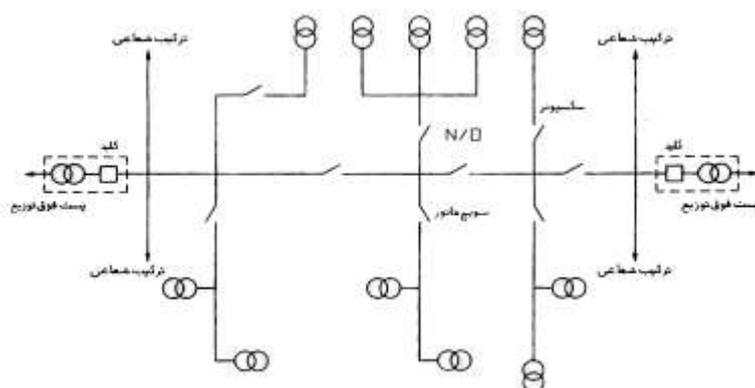
شکل ۱-۷- شبکه شعاعی ساده

معمولاً برای افزایش قابلیت اطمینان شبکه شعاعی بلند، فیدرهای طولانی را به کلید تقسیم کننده (سکشنالایزر) مجهز می‌کنند، تا بارهای موجود در طرف منبع در اثر وقوع عیب در سمت دیگر کلید، بی برق نشوند.

### ۲-۲-۷ شبکه توزیع حلقوی باز با کلید اتوماتیک یا سکسیونر بین فیدرهای اولیه

در این سیستم، زمان قطعی در اثر وقوع خرابی در یکی از منابع تغذیه فیدرها کاهش یافته و با وصل اتوماتیک کلید یا وصل دستی سکسیونر، فیدر مربوطه از طریق کلید یا سکسیونر از منبع دیگر تغذیه می‌شود. اما در شرایط طبیعی کلید یا سکسیونر مذکور باز بوده و بارها تنها از یک منبع تغذیه می‌شوند.

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



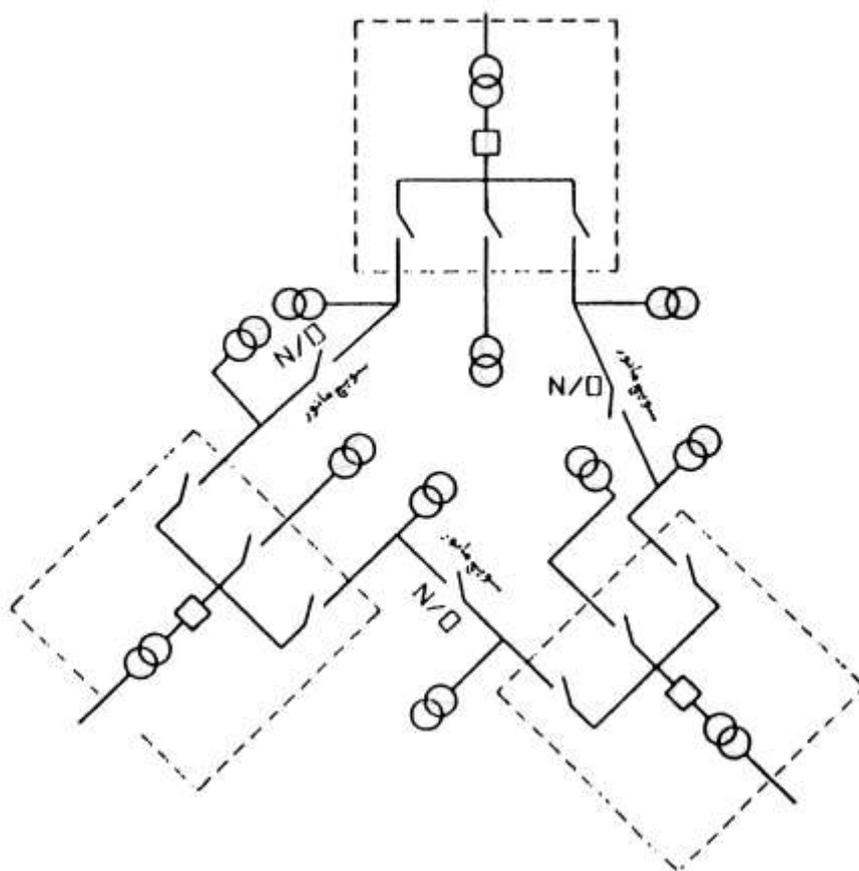
شکل ۷-۲

### ۷-۲-۳- سیستم توزیع بدون انشعاب مستقیم

در این نوع شبکه‌ها که از هزینه بالائی برخوردار است، کلیه انشعابها در داخل پست انجام می‌گیرد و تمامی هادی‌های متصل به شینه دارای کلید یا سکسیونر می‌باشند. این شبکه که عمدتاً در وضعیت حلقوی یا غربالی و به صورت زمینی بکار گرفته می‌شود، از قابلیت اطمینان بسیار خوبی برخوردار بوده و بسته به نقطه‌ای که

اتصال رخ می‌دهد، ممکن است خروج هر فیدر به دلایلی مانند اتصال هیچ وقفه طولانی به مشترکین تحمیل نکند و تنها مدت زمان کلیدزنی یا مانور بر روی سکسیونر باعث بی برقی موقت مشترکین شود. البته در شرایطی که تعادل بارهای کابلها مناسب نباشد، شرایط مناسبی برای ادامه سرویس دهی به تمام مشترکین فراهم نیست و احياناً بعضی از مشترکین با خاموشی روبرو می‌شوند. ضمن اینکه استفاده از شبکه زمینی از وقوع عیبهای گذرا جلوگیری می‌نماید.

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



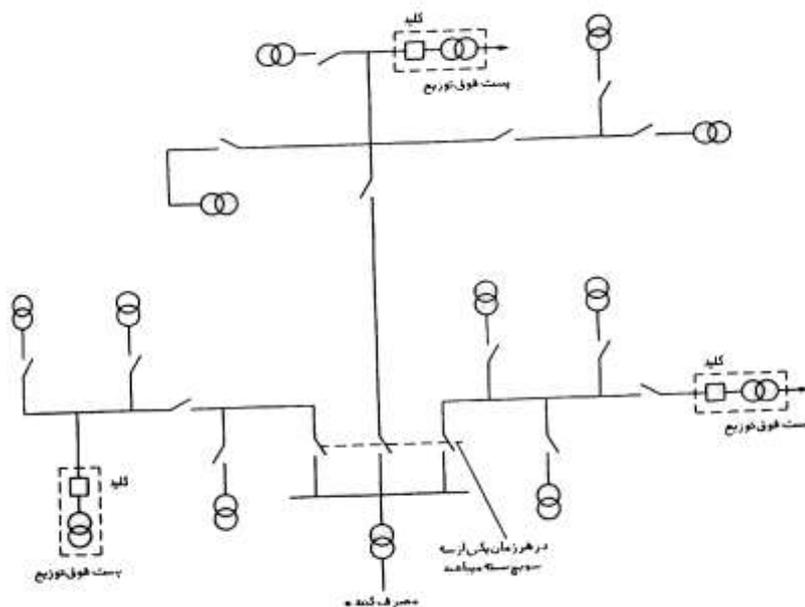
شکل ۷-۳- شبکه توزیع بدون انشعاب مستقیم

#### ۷-۲-۴- شبکه توزیع با تغذیه فیدرهای اولیه در قبل از ترانسفورماتور

در این نوع شبکه توزیع که عمدتاً برای بارهای متمرکز مورد استفاده قرار می‌گیرد، دو یا چند فیدر اولیه برای تغذیه در نظر گرفته می‌شوند و ترانسفورماتور مصرف در هر زمان به یکی از فیدرهای متصل می‌باشد. به این ترتیب با بی برق شدن فیدر مربوطه (به دلیل اتصال یا هر خرابی دیگر) ترانسفورماتور مصرف بطور اتوماتیک یا دستی به فیدر دیگر سوئیچ می‌شود. در این سیستم برقراری مجدد سرویس دهی بسیار سریع بوده و هیچ نیازی به شناسایی محل عیب نمی‌باشد (شکل ۷-۴) قابلیت اطمینان این سیستم به خاطر یک فیدر اضافی قابل قبول است، اما وقتی عمل انتقال از یک فیدر به فیدر دیگر انجام می‌گیرد، مشترکین در معرض یک خاموشی کوتاه مدت (بسته به اتوماتیک یا دستی بودن روش کلیدزنی) قرار می‌گیرند.

#### ۷-۲-۵- شبکه توزیع با انتخاب تغذیه پس از ترانسفورماتور

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



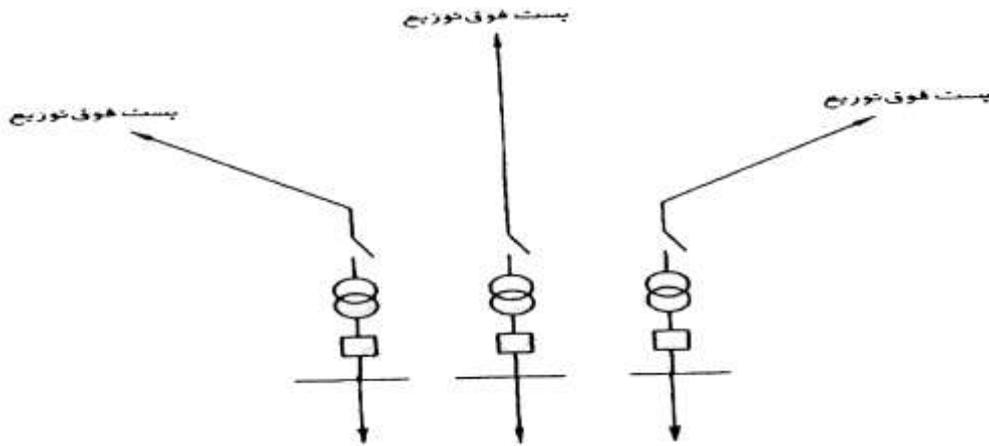
شکل ۷-۴- شبکه با تغذیه فیدرهای اولیه در قبل از ترانسفورماتور

در این نوع شبکه که در کارخانجات و مراکز صنعتی مورد استفاده قرار می‌گیرد، دو یا چند فیدر اولیه برای تغذیه مشترکین در نظر گرفته می‌شوند. هر فیدر از طریق ترانسفورماتور توزیع و کلید به شینه فشار ضعیف (مصرف) متصل می‌گردد. در طراحی این سیستمها دو نوع نگرش وجود دارد. انتخاب اول این است که هر فیدر و ترانسفورماتور مربوطه قابلیت تغذیه کل مصرف را داشته باشند. در این صورت می‌توان یک فیدر و ترانسفورماتور را به عنوان پشتیبان در نظر گرفت و در هر زمان تنها یک فیدر را در مدار قرار داد. این وضعیت از قابلیت اطمینان بالا و هزینه قابل ملاحظه برخوردار است. انتخاب دوم این است که هر فیدر یا ترانسفورماتور، بارهای متصل به آن بی برق شده و بقیه بارها از فیدر سالم تغذیه می‌شوند. حتی می‌توان از ترانسفورماتور و فیدر سالم برای تأمین برق بارها ضروری در تمامی محدوده مصرف بهره گرفت. در این شرایط یک کلید که در حالت عادی باز است بین ثانویه ترانسفورماتورها قرار می‌گیرد. در این حالت هزینه تجهیزات کمتر شده ولی بخشی از بارهای غیرضروری در وضعیت اضطراری بی برق می‌مانند و این از قابلیت اطمینان سیستم می‌کاهد.

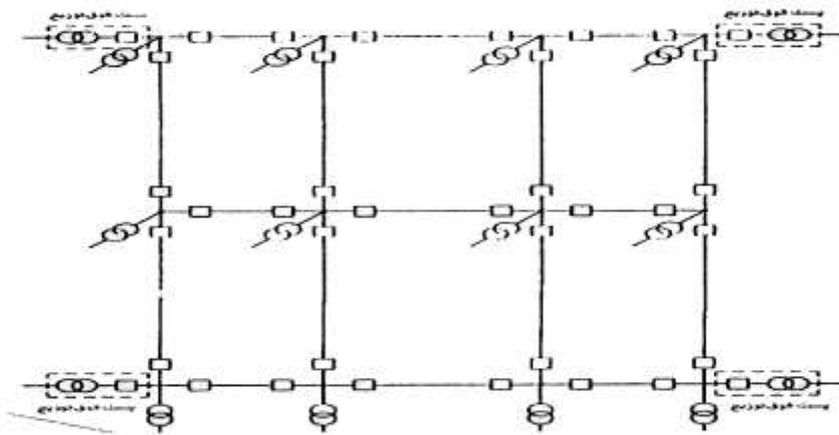
#### ۷-۲-۶- سیستم توزیع مشبک

این نوع شبکه از قابلیت اطمینان بالا و انعطاف بیشتر در بهره برداری برخوردار است و برای مناطقی با چگالی بار زیاد و پراهمیت مناسب می‌باشد. در این شبکه هر بار متمرکز، بطور همزمان از چندین فیدر قابل تغذیه است. به این ترتیب در اثر کلید زنی‌های رایج در فیدرهای اولیه به منظور تعمیر با برنامه یا افزودن مشترک جدید یا کلیدزنی‌های ناشی از خرابیها، هیچ مشترکی تحت تأثیر قرار نمی‌گیرد

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



شکل ۷-۵- شبکه توزیع با انتخاب تغذیه پس از ترانسفورماتور



شکل ۷-۶- شبکه توزیع مشبک

### ۷-۲-۷- مقایسه بین انواع شبکه‌های توزیع از دید قابلیت اطمینان

جدول ۱-۷-۱ مقادیر نمونه‌ای قابلیت اطمینان و شاخصهای مختلف آن را در شبکه‌های فوق نشان می‌دهد. این مقادیر تنها برای مقایسه بوده و بسته به تجهیزات گرفته شده در شبکه، تغییر می‌کند در جدول مذکور، منظور از انتخاب در سمت فشار متوسط، شبکه‌های توزیع برای تغذیه بارهای متمرکز است که چندین فیدر اولیه برای تغذیه در نظر گرفته میشود و ترانسفورماتور تغذیه در هر زمان قابلیت اتصال به هر فیدر را دارا می‌باشند. اما منظور از انتخاب در سمت فشار ضعیف، شبکه‌هایی است که در آنها چندین فیدر برای تغذیه بار متمرکز در نظر گرفته می‌شوند و هر فیدر توسط ترانسفورماتور تغذیه و کلید به شینه فشار ضعیف مصرف متصل می‌گردد و انتخاب فیدر تغذیه کننده توسط کلیدهای شینه فشار ضعیف انجام می‌گیرد.

جدول ۱-۷-۱- مقادیر نمونه‌ای شاخصهای قابلیت اطمینان در شبکه‌های مختلف

نوع سیستم	شعاع ی	حلقوی باز	بدون انشعاب	انتخاب در سمت فشار	انتخاب در سمت فشار	مشبک

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

	ضعیف	متوسط	مستقیم			
متوسط تعداد خاموشیها در سال	۰/۱-۰/۵	۰/۱-۰/۵	۰/۴-۰/۷	-۰/۷	-۱/۳	۰/۳
متوسط زمان هر خاموشی (برحسب دقیقه)	۱۸۰	۱۸۰	۶۰	۶۵	۹۰	
میانگین تعداد خاموشیهای لحظه‌ای در هر سال	۲-۴	۴-۸	۴-۸	۵-۱۰	-۱۵	۱۰

### ۳-۷- انواع شبکه‌های توزیع از نظر ساختمان

شبکه‌های توزیع انرژی الکتریکی توسط یکی از دو نوع شبکه زیر یا ترکیبی از آنها ایجاد می‌گردد.

#### ۱-۳-۷- شبکه هوایی

از این نوع شبکه عمدتاً برای تغذیه بارهای حومه شهرها و روستاها استفاده می‌شود و طول فیدرها عموماً طولانی می‌باشد چنین شبکه‌هایی در برابر عیبهای گذرا نظیر برخورد پرندگان و ... مصون نمی‌باشد. لذا برای افزایش قابلیت اطمینان در آن، از تجهیزات چون سکسیونر (به منظور انجام مانور) وصل مجدد (برای مقابله با عیبهای گذرا) و تقسیم کننده (جهت جداکردن قسمت معیوب فیدر) استفاده می‌شود. شبکه‌های هوایی دارای هزینه اولیه کم بوده و تشخیص عیب و تعمیر آن نیز سریع تر می‌باشد.

#### ۲-۳-۷- شبکه زمینی

در این نوع شبکه، انرژی الکتریکی توسط کابلهایی که در عمق زمین دفن می‌شوند انتقال می‌یابد. هزینه احداث این شبکه نسبت به شبکه هوایی بیشتر بوده ولی در عوض ایمن تر و قابل اطمینان تر از آن می‌باشد. شبکه زمینی علاوه بر ایمنی و قابلیت اطمینان بالا، به زیبایی شهر لطمه‌ای وارد نمی‌کند و دارای مشکل حریم نمی‌باشد ولی یافتن عیب آن به مراتب مشکل تر از شبکه هوایی می‌باشد. در مناطق تجاری شهر که تراکم و اندازه بار زیاد است، برای بالابردن ضریب اطمینان به مدارهای زیادی نیاز می‌باشد. با رشد مناطق تجاری ازدیاد خطوط هوایی زیاد مناسب نبوده و بایستی از خطوط زمینی استفاده شود.

### ۴-۷- قابلیت اطمینان در شبکه‌های توزیع

اصولاً در برنامه ریزی و طراحی کلان شبکه‌های توزیع، گزینه‌های مختلفی از نقطه نظر ساختار شبکه، نوع اجزاء شبکه و ... مطرح می‌گردند که هریک، دارای مزایا و معایبی از دیدگاه فنی - اقتصادی می‌باشند. صرفنظر از ویژگیها و جزئیات فنی طرح که در محدوده وظایف طراح قرار می‌گیرد و خارج از

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

بحث این کتاب است، قابلیت اطمینان در محدوده وظایف طراح قرار می‌گیرد و خارج از بحث این کتاب است، قابلیت اطمینان در کنار ملاحظات فنی کلان از قبیل نوع مشترکین، ویژگیهای منطقه و سیاستهای آتی اقتصادی- صنعتی، در تقابل با هزینه‌های احداث شبکه و بازگشت سرمایه در طول عمر مفید تجهیزات، می‌تواند گزینه‌های مختلف را درجه بندی نماید. در این راستا لازم است که انواع شبکه‌ها از نظر ساختار ارتباطی و تجهیزات، تحت بررسی قابلیت اطمینان قرار گرفته و شاخصهای مختلف آنها تعیین گردند.

تحلیل قابلیت اطمینان در شبکه‌های توزیع عمدتاً به دو دسته تقسیم می‌شوند. اولین دسته شامل اندازه‌گیری رفتار گذشته سیستم و دومین دسته، پیشگویی رفتار آینده می‌باشد. دسته اول، با توجه به بررسیهای آماری اطلاعات گذشته و دسته دوم از ترکیب شاخصهای قابلیت اطمینان و اجزاء سیستم تعیین می‌گردند.

در یک شبکه توزیع، تداوم برق رسانی و قابلیت اطمینان صددرصد برای کلیه مشترکین، امری غیرقابل دسترسی است. ضمن اینکه درجه قابلیت اطمینان موردنیاز همه مشترکین به یک اندازه نبوده و بستگی به اهمیت بار و کاربری منطقه دارد. به عنوان یک قاعده، تأمین درجه بالاتر قابلیت اطمینان، مستلزم صرف هزینه‌های بیشتر است.

سوددهی سیستمهای برق رسانی ایجاب می‌کند که صرف هزینه‌های اضافی برای دستیابی به قابلیت اطمینان مطلوب، توجیه اقتصادی داشته باشد.

### ۷-۴-۱- شاخصهای قابلیت اطمینان

در این قسمت، تحلیل قابلیت اطمینان شبکه‌های توزیع با استفاده از اندازه‌گیری رفتار گذشته سیستم، مورد بررسی قرار می‌گیرد. شاخصهای مختلفی در ارتباط با قابلیت اطمینان تعریف می‌شوند که برای مقایسه کمی گزینه‌ها بکار می‌روند. شاخصهای مذکور که اصولاً مرتبط با تعداد و مدت زمان وقفه در سرویس دهی هستند عبارتند از:

- نرخ خرابی  $\lambda$ : میانگین تعداد خرابی برای یک عنصر (جزء) سیستم در مدت زمان معین (مثلاً سال، ماه یا روز) نرخ خرابی نامیده شده و معمولاً برحسب تعداد خرابی در سال بیان می‌گردد.

تعداد خرابی در مدت زمان معین  $\div$  مدت زمان عملکرد  $= \lambda$

- زمان تعمیر  $T$ : میانگین مدت زمانی که طول می‌کشد تا تعویض یا تعمیر عنصر معیوب پایان پذیرد و سیستم به حالت اولیه برگردد، مدت زمان تعمیر نامیده شده و معمولاً برحسب ساعت بیان می‌شود.

مجموع زمان خروجیها  $\div$  تعداد دفعات خروج  $= T$

- شاخص میانگین تعداد خاموشیهای سیستم (SAIFI): این شاخص، میانگین تعداد خاموشیهای هر مشترک در طول سال است و از تقسیم تعداد دفعات خاموشیهای مشترکین در یک سال بر تعداد کل مشترکین بدست می‌آید.

تعداد کل خاموشیهای مشترکین  $\div$  تعداد کل مشترکین شبکه  $= SAIFI$

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

- شاخص میانگین تعداد خاموشیهای مشترک (CAIFI): این شاخص، میانگین تعداد خاموشیهای هر مشترک قطع شده در هر سال است و از تقسیم تعداد خاموشیهای مشترکین در یک سال بر تعداد مشترکین قطع شده بدست می آید. هر مشترک قطع شده تنها یکبار محاسبه می شود، صرفنظر از اینکه خاموشیهای آن در طول سال تکرار می شود.

تعداد کل خاموشیهای مشترکین ÷ تعداد کل مشترکین قطع شده = CAIFI

- شاخص مدت زمان متوسط خاموشی سیستم (SAIDI): این شاخص، میانگین مدت زمان خاموشی هر مشترک در طول یک سال است و از تقسیم مجموع تمام مدت زمانهای خاموشیهای مشترکین در طول یکسال بر تعداد کل مشترکین شبکه است.

مجموع مدت زمانهای خاموشیهای مشترکین ÷ تعداد کل مشترکین شبکه = SAIDI

- شاخص مدت زمان متوسط خاموشی مشترک (CAIDI): این شاخص، میانگین مدت زمان خاموشی مشترکین قطع شده در طول یک سال است و از تقسیم مجموع تمام مدت زمانهای خاموشی مشترکین بر تعداد کل مشترکین قطع شده در سال بدست می آید.

مجموع مدت زمانهای خاموشیهای مشترک ÷ تعداد کل مشترکین قطع شده = CAIDI

- شاخص متوسط قابلیت دسترسی یا آمادگی سیستم (ASAI): این شاخص، نسبت تعداد کل مشترک-ساعت است که در طول سال سرویس دهی شده اند به تعداد کل مشترک-ساعت درخواستی از کل مشترکین است. بعضی مواقع این شاخص به عنوان قابلیت اطمینان سرویس دهی شناخته می شود. متمم این شاخص، تحت عنوان شاخص میانگین عدم دسترسی به سرویس دهی بکار می رود. این شاخص برابر با نسبت تعداد کل مشترک-ساعت بی برق در طول سال به کل مشترک-ساعت درخواستی مشترکین است.

تعداد کل مشترک-ساعت سرویس داده شده ÷ تعداد کل مشترک-ساعت درخواستی مشترکین =

ASAI

تعداد کل مشترک-ساعت سرویس داده نشده ÷ تعداد کل مشترک-ساعت درخواستی مشترکین =

ASUI

به عنوان مثال، یک سیستم توزیع را با ۶ شینه بار با مشخصات زیر در نظر بگیرد:

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

جدول ۷-۲- یک شبکه توزیع ۶ شینه‌ای

شینه	تعداد مشترکین	بار مصرف (KVA)
۱	۱۰۰۰	۴۰۰۰
۲	۶۰۰	۲۰۰۰
۳	۷۰۰	۳۵۰۰
۴	۱۰۰۰	۵۰۰۰
۵	۸۰۰	۳۲۰۰
۶	۹۰۰	۳۳۰۰
جمع	۵۰۰۰	۲۱۰۰۰

فرض کنید که اطلاعات خاموشیهای شبکه در طول یک سال بشرح جداول ۷-۳ باشد. دقت کنید که تعداد کل مشترکین دچار خاموشی شده در مجموع سه خاموشی، بجای ۲۵۵۰، تعداد ۲۱۵۰ مشترک است برای خاموشی نوع ۳، در واقع خاموشی ۴۰۰ مشترک شینه ۵ در نوع ۱ را نیز در بر می‌گیرد.

جدول ۷-۳- جدول خاموشیهای شبکه توزیع ۵ شینه‌ای

نوع خاموشی	تعداد مشترکین خاموشی شده	بار توزیع نشده	مدت زمان خاموشی (ساعت)
۱	۱۰۰۰ مشترک از شینه ۱	۴۰۰۰	۲/۰
	۴۰۰ مشترک از شینه ۵	۱۶۰۰	۰/۵
۲	۳۵۰ مشترک از شینه ۳	۲۵۰۰	۱/۰
۳	۸۰۰ مشترک از شینه ۵	۳۲۰۰	۱/۵

شاخصهای قابلیت اطمینان برای شبکه فوق بشرح زیر محاسبه می‌گردند:

$$\text{تعداد کل مشترکین شبکه} = ۱۰۰۰ + ۴۰۰ + ۳۵۰ + ۸۰۰ = ۲۵۵۰$$

$$\text{SAIFI} = \text{تعداد کل مشترکین شبکه}$$

$$\text{تعداد کل مشترکین قطع شده} = ۱۰۰۰ + ۴۰۰ + ۳۵۰ + ۸۰۰ = ۲۱۵۰$$

$$\text{CAIFI} = \text{تعداد کل مشترکین قطع شده}$$

$$\text{تعداد کل مشترکین قطع شده} = ۱۰۰۰ \times ۲ + ۴۰۰ \times ۰/۵ + ۳۵۰ \times ۱ + ۸۰۰ \times ۱/۵ = ۵۰۰۰$$

$$\text{CAIDI} = \text{تعداد کل مشترکین قطع شده}$$

$$\text{SAIDI} = ۲۵۵۰ \div ۳۷۵۰ = ۱/۴۷$$

$$\text{تعداد کل مشترکین قطع شده} = ۱۰۰۰ + ۴۰۰ + ۳۵۰ + ۸۰۰ + ۱۰۰۰ \times ۲ + ۴۰۰ \times ۰/۵ + ۳۵۰ \times ۱ + ۸۰۰ \times ۱/۵ = ۱۰۰۰۰$$

$$\text{CAIDI} = \text{تعداد کل مشترکین قطع شده}$$

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

$ASAI = \frac{5000 \times 8760 - 3750}{5000 \times 8760} = 0.9999144$  تعداد کل مشترک - ساعت سرویس داده شده ÷

ASAI = ASUI =  $\frac{5000 \times 8760 - 3750}{5000 \times 8760} = 0.9999144$

ASUI =  $\frac{5000 \times 8760 - 3750}{5000 \times 8760} = 0.9999144$



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

## فصل هشتم

### نکاتی در خصوص اندازه گیری

### کیفیت برق، بازرسی و اطمینان

### از کیفیت آن

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

## فصل هشتم: نکاتی در خصوص اندازه‌گیری کیفیت برق، بازرسی و اطمینان از کیفیت آن

### ۸-۱- مقدمه

برای مشخص نمودن وضعیت کیفیت پدیده‌های الکترومغناطیسی موجود در نقاط مختلف شبکه، مونیتورینگ کیفیت برق امری لازم و ضروری است. در برخی حالات هدف مونیتورینگ تشخیص عدم سازگاری بین برق تحویلی و تجهیزات مشترکین است. از دیگر اهداف می‌توان به بهبود مدل‌های الکتریکی و پیش بینی رفتار یک دستگاه و ارائه روش‌های حذف عوامل اعوجاج زای دستگاهها اشاره نمود. هدف مونیتورینگ در ساده ترین شکل، شامل اندازه‌گیری ولتاژ تحویلی به مشترکین در حالت ماندگار و در حالت‌های دیگر، اندازه‌گیری هارمونیکها، ولتاژهای گذرا، فلش ولتاژ فلیکر و دیگر موارد مربوط به کیفیت برق در شبکه می‌باشد.

### ۸-۲- نیاز به مونیتورینگ در مسئله کیفیت برق

دلایل بسیاری برای مونیتورینگ کردن کیفیت برق در برخی از نقاط شبکه و همچنین نقاط تحویلی برق به مشترکین بزرگ وجود دارد. دلیل اصلی مسئله اقتصادی است، به ویژه زمانی که فرآیندهای کلیدی مشترکین تحت تأثیر پدیده‌های الکترومغناطیسی ناشی از کیفیت نامناسب برق قرار می‌گیرند. تأثیر کیفیت نامناسب برق بر روی تجهیزات و فرایند می‌تواند به عدم عملکرد مناسب صدمه دیدگی قطع فرایند و رفتارهای خلاف قاعده منجر شود. قطع فرایند می‌تواند بسیار هزینه بر باشد. علاوه بر این صدمه دیدگی تجهیزات و تعمیرات پس از آن، هزینه و زمان بسیاری می‌برد. صدمه دیدگی محصول نیز به کار مجدد بر روی آن و یا در بدترین حالت به دورانداختن محصول منجر شده که مسائل اقتصادی گوناگونی را دربر خواهد داشت. علاوه بر حل مسائل اشاره شده، با استفاده از داده‌های بدست آمده از مونیتورینگ می‌توان یک پایگاه اطلاعاتی از میزان حساسیت تجهیزات ایجاد نمود و با استفاده از آن مشخصه سازگاری الکترومغناطیسی تجهیزات را اگر مشخص نباشد ارائه داد و یا برای بهبود رفتار تجهیز از آن بهره گرفت. اضافه بر آن با ایجاد پایگاه اطلاعات می‌توان علل به وجود آمدن کیفیت نامناسب برق را ارائه نمود و در نتیجه برای بهبود سیستم برق رسانی اقدامات لازم را صورت داد. مشکلات مربوط به کیفیت و عملکرد نامناسب تجهیزات مشترکین تنها وقتی می‌توان ارزیابی گردد که مشترک آنرا گزارش دهد. این گزارشها باید حوادث به وجود آمده در شبکه داخلی مشترک را مشخص نماید. در گزارش، تجهیزاتی که تحت تأثیر قرار گرفته، اثرات نامناسب روی تجهیز، شرایط محیطی و آسیبهایی به وجود آمده باید به شرکت برق گزارش شود. به هر حال قبل از اعمال مونیتورینگ، لازم است شناسایی کاملی از امکانات مشترکین شامل مشخصات تجهیزات، نحوه سیم کشی، نوع سیستم زمین انجام پذیرد. گاهی اوقات مشکلات کیفیت برق را می‌توان بدون مونیتورینگ کامل و تنها با بررسیهای دقیق اطلاعات بدست آمده از مشترکین و انجام یک سری شناسایی ابتدایی از سیستم حل نمود.

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

### ۸-۲-۱- شناسایی ابتدایی قبل از مونیتورینگ

شناسایی ابتدایی در محل مشترک باید به نحوی انجام گیرد که بتوان اطلاعات لازم درباره تجهیزات مشترک و مشکلاتی را که با آن درگیر بوده است را بدست آورد. مهم ترین مواردی را که باید در این مرحله بدست آورد عبارت اند از:

طبیعت مشکل به وجود آمده شامل قطعی ها، خرابی تجهیزات، عدم عملکرد صحیح سیستم های کنترل فرایند و غیره که باید به نحو مطلوبی مشخص گردند.

مشخصات تجهیزات حساس که در معرض مسائل و مشکلات کیفیت برق قرار گرفته اند. این اطلاعات شامل مشخصات فنی تجهیزات و یا حداقل دستورالعمل بهره برداری از تجهیزات خواهد بود.

زمان وقوع مشکلات

تطابق زمانی مسائل به وجود آمده با عملکردهای مشخص و شناخته شده در سیستم برق رسانی (مانند کلیدزنی خازنها)

شناسایی منابعی که بر کیفیت برق تأثیر گذاشته و در شبکه داخلی مشترک به کار می روند (مانند راه اندازی موتورها، کلیدزنی خازنها، عملکرد تجهیزات الکترونیک قدرت، تجهیزاتی که در آن قوس الکتریکی اتفاق می افتد و غیره)

اطلاعات مربوط به شبکه داخلی مشترک شامل (دیاگرام تک خطی، اندازه ترانسفورماتورها و امیدانسیها، بارمصرفی، خازنها، کابلها و غیره)

علاوه بر اطلاعات فوق که از طریق مکاتبه مشترک با شرکت برق بدست می آید، کارشناسان شرکت برق باید از محل حادثه نیز بازدید به عمل آورند که این امر به منظور تأیید دیاگرام تک خطی شبکه برق مشترک، اطلاعات سیستم الکتریکی، سیم کشی و یکپارچگی سیستم زمین و مقادیر بار صورت می پذیرد. همچنین باید دیاگرام تک خطی سیستمی که می خواهد مونیتور شود موجود باشد این دیاگرام باید شامل سیستم توزیع برق رسانی شرکت برق، مشترکین مجاور و شبکه داخلی مشترک باشد. اطلاعات کامل از شبکه می تواند در نظر گرفتن مسائل ایمنی، اتصال مناسب و تفسیر داده ها را تسهیل سازد.

مشترکین بزرگ مجاور نیز ممکن است روی کیفیت برق مشترک تأثیر بگذارند. بارهای منفرد بزرگی که در مجاورت مشترک مورد مطالعه موجود هستند باید مشخص شوند. برای مثال اگر مشترک و مشترک مجاور از یک ترانسفورماتور تغذیه شوند، مسیرمستقیم بین دو مشترک موجود خواهد بود و ممکن است برخی از مسائل کیفیتی مشترک مجاور به بارهای مشترک مورد نظر نیز سرایت کند.

بزرگ ترین تأثیر را تجهیزات الکتریکی و مشخصات سیستم های توزیع روی کیفیت برق می گذارند. قبل از مونیتورینگ، بایستی کلیه عوامل از فیدرهای تغذیه مشترک تا تجهیزات مشترک در انتهای مصرف موردبازرسی قرار گیرند. بازرسی فوق باید مجموعه ای از تجهیزات و دستگاهها را که به نحوی در برق رسانی مشترک دخالت دارند و همچنین شبکه برق داخلی مشترک را شامل گردد و برنامه های کاری و اتصال منابع تغذیه پشتیبان و وسایلی مانند UPSها باید مورد توجه قرار گیرند.

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

### ۸-۲-۲- انجام مونتورینگ

بعد از بازدید اولیه از محل، برای مشخص نمودن وضعیت کیفیت برق در نقاط مختلف شبکه و در طول یک دوره زمانی باید مونتورینگ کیفیت برق انجام پذیرد. نیازهای مونتورینگ بستگی به نوع مشکل بوجود آمده دارد. برای مثال، مشکلات ناشی از کاهش ولتاژ در زمان به وجود آمدن اتصال کوتاه در نقاط مختلف شبکه (فلش ولتاژ) نیاز به مونتورینگ سیستم برای مدت زمان طولانی دارد زیرا احتمال وقوع اتصال کوتاه کم است. از طرف دیگر اگر مشکل، ناشی از کلیدزنی خازنی باشد می توان مثلاً در یک دوره دوروزه شرایط را مشخص و طبقه بندی نمود. مسائل مربوط به اعوجاجهای هارمونیک را نیز می توان در یک دوره یک هفته ای اندازه گیری نمود که با این کار تصویری از چگونگی تغییرات هارمونیکها در اثر تغییرات بار بدست خواهد آمد.

### ۸-۳- مشخصات تجهیزات مشترکین و تأثیر کیفیت نامناسب برق روی آنها

قبل از انجام مونتورینگ لازم است حدود تحمل تجهیزات مشترک در خصوص پارامترهای مختلف کیفیت برق با توجه به دو نوع مطالعه مشخص شود. به عبارت دیگر مشخصات انواع تجهیزات باید در مونتورینگ کیفیت برق در نظر گرفته شود. به عنوان مثال نوع خاصی از تجهیزات مشترک مانند یک محرکه با قابلیت تنظیم سرعت ممکن است به شرایط اضافه ولتاژ و کاهش ولتاژ حساس تر از انواع دیگر تجهیزات باشد. در مونتورینگ کیفیت برق باید تلاش گردد تا جهت تطبیق نتایج مونتورینگ با مشکلات گزارش شده، تجهیزات مورد مطالعه گروه بندی شوند. گروه بندی تجهیزات نشان میدهد که کدام تجهیز احتیاج به حفاظت داشته و سطح حفاظت مورد نیاز چه مقدار بایستی باشد.

### ۸-۳-۱- نیاز به گروه بندی تجهیزات

گرچه ممکن است واکنش تجهیزات مختلف در مقابل مسائل ناشی از کیفیت برق در محدوده وسیعی تغییر کند اما با این وجود، تشابهاتی نیز می توان در آنها یافت. در هر حال گروه بندی تجهیزات برحسب نحوه مصنویت آنها در مقابل اعوجاجات ولتاژ و جریان برق امری مفید خواهد بود و می توان از این گروه بندی در ساده سازی نتایج حاصله از جریان اندازه گیری استفاده نمود.

### ۸-۳-۲- تأثیر روی عملکرد تجهیزات با توجه به نوع پدیده

در این قسمت به مطالعه تأثیرات مسائل کیفیتی بر روی تجهیزات پرداخته می شود. به بیان دیگر مواردی که در ادامه ذکر خواهد شد به گروه بندی تجهیزات نیز کمک می نماید.

### ۸-۳-۱- حالات گذرا

ولتاژهای گذرا که به علت صاعقه و کلیدزنی بوجود می آیند می توانند روی عایقها تأثیر بگذارند. دامنه های بالا و شیبهای سریع امواج گذرا منجر به پدیده شکست عایقی در تجهیزات الکتریکی از قبیل ماشینهای گردان، ترانسفورماتورها، خازنها، کابلها و ترانسفورماتورهای جریان و ولتاژ خواهند شد. تکرار

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

اعمال امواج با دامنه‌های کمتر نیز ممکن است سبب کم شدن طول عمر و خرابی عایق شود. همچنین در اثر این پدیده زمان متوسط بین دو خرابی نیز کاهش خواهد یافت. در تجهیزات الکترونیکی وجود اشکال در منابع تغذیه ممکن است حتی در اثر یک ولتاژ گذرای تکی با دامنه نه چندان زیاد باشد. گذراها همچنین می‌توانند باعث قطع ناخواسته محرکه‌های با قابلیت تنظیم سرعت شوند. این پدیده به علت عمل مدار حفاظتی روی تغذیه dc بوجود می‌آید.

### ۸-۳-۲- تغییرات کوتاه مدت

شایع ترین مشکل مربوط به فلش، برآمدگی و قطعی لحظه‌ای که جزء گروه تغییرات کوتاه مدت می‌باشند مسئله خروج از مدار تجهیزات است. در محلهایی از شبکه مشترک که از بارهای کلیدی استفاده می‌شود حتی پدیده‌های با دوره زمانی بسیار کوتاه نیز می‌توانند فرآیند را از مدار خارج کنند و مدت زمان زیادی طول بکشد تا فرآیند مجدداً راه اندازی شود. در این حالت مونیتورینگ اهمیت بالایی خواهد داشت زیرا اغلب مشکل است که بتوان از اثرات باقیمانده روی تجهیزات به این نکته پی برد که کدام مسئله کیفیتی موجب قطعی و خرابی شده است.

### (قطعی‌های لحظه‌ای)

قطعی‌های لحظه‌ای نیز ممکن است روی تجهیزات الکترونیکی و سیستم‌های روشنایی تأثیر گذاشته و موجب عملکرد نامناسب یا خروج از مدار آنها شود. تجهیزات الکترونیکی شامل کنترل کننده‌های الکترونیک، کامپیوترها و کنترل کننده‌های ماشینهای الکتریکی هستند. قطعی‌های لحظه‌ای و موقت اغلب باعث می‌شوند که کار دستگاه متوقف شود و حتی ممکن است موجب قطع کنتاکتورهای موتورهای القایی گردند.

### (فلش ولتاژ)

فلش ولتاژ اغلب موجب خروج از مدار تجهیزات می‌شود. بسیاری از فلش‌های ولتاژ توسط کنترل کننده‌های تجهیزات حساس تشخیص داده شده و قطع این وسایل، قطعی دیگر تجهیزات با حساسیت کم را به دنبال خواهد داشت. روش حل این مشکل تغذیه کنترل کننده‌ها با یک ترانسفورماتور ولتاژ ثابت یا دیگر وسایل مشابه است این وسایل در طی وقوع فلش ولتاژ، ولتاژ مناسب را به کنترل کننده‌ها می‌رسانند.

وسایل الکترونیک با باتری پشتیبان تحت تأثیر فلش ولتاژ قرار نمی‌گیرند. تجهیزاتی مانند ترانسفورماتورها، کابلها، شینه‌ها، کلیدها، ترانسفورماتورهای ولتاژ و جریان به دلیل وقوع فلش صدمه ندیده و کار آنها ادامه می‌یابد. در طی وقوع فلش سرعت ماشینهای القایی کمی کاهش می‌یابد و همچنین توان راکتیو تولیدی بانکهای خازنی کم می‌شود. هنگام وقوع فلش میزان روشنایی لامپها نیز کاهش می‌یابد که با چشم نیز قابل مشاهده می‌باشد.

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

### (برآمدگی ولتاژ)

افزایش ولتاژ اعمال شده به یک دستگاه (بالتر از مقدار نامی) ممکن است سبب خرابی اجزاء آن گردد. وسایل الکترونیکی شامل محرکه‌های با قابلیت تنظیم سرعت، کامپیوترها و کنترل کننده‌های الکترونیکی ممکن است تحت این شرایط دچار اشکال شوند به هر حال ترانسفورماتورها کابلها شینه‌ها کلیدها ترانسفورماتورهای ولتاژ و جریان و ماشینهای گردان متر در این حالت آسیب می‌بینند. افزایش موقت ولتاژ ممکن است روی عملکرد برخی از رله‌های حفاظتی نیز تأثیر بگذارد. همچنین ممکن است میزان روشنایی لامپها در اثر افزایش موقت ولتاژ تغییر کند. واریستورها (مقاومتهای غیرخطی) نیز ممکن است تحت تأثیر این پدیده قرار بگیرند.

### ۸-۳-۲-۳- تغییرات بلندمدت

تغییرات ولتاژ بیشتر از یک دقیقه می‌تواند موجب بروز مشکلاتی برای تجهیزات گردد. در حالت عادی اضافه ولتاژ و کاهش ولتاژ، کمتر روی فیدرهای شرکت برق اتفاق می‌افتد چون اکثر شرکت‌های برق کوشش می‌کنند تا با تنظیم ولتاژ، ولتاژ را در محدوده ۵ درصد مقدار نامی خود نگاه دارند. به هر حال این پدیده ممکن است به علت وجودی اضافه بار در روی فیدرها، انتخاب نادرست تپ ترانسفورماتورها و قطع یکی دیگر از فازهای بانکهای خازنی ایجاد شود.

### (قطعی‌های بادوام)

قطعی‌های بادوام می‌توانند به علل مختلف بوجود آیند. یکی از این علل می‌تواند ناشی از قطع کلیدها، سوختن فیوزها و غیره باشد. تأثیر یک قطعی بادوام، خروج از مدار تجهیز می‌باشد. البته این نوع قطعی روی تجهیزاتی که با UPS و یا وسایل ذخیره کننده انرژی محافظت می‌شوند تأثیری نخواهد گذاشت. بنابراین در دسته بندی تجهیزات باید به استفاده از وسایل جانبی نیز توجه نمود.

### (کاهش ولتاژ بلندمدت)

کاهش ولتاژ بیش از یک دقیقه می‌تواند موجب عملکرد نادرست تجهیزات گردد. کنترل کننده‌های موتورها ممکن است تحت این شرایط از کار بیافتند. ولتاژی که باعث از کارافتادن کنترل کننده‌ها می‌گردند حدود ۷۰ تا ۸۰ درصد ولتاژ نامی است کاهش ولتاژ بلندمدت می‌تواند در موتورهای القایی تلفات گرمای را افزایش دهد. همچنین سرعت این نوع موتورها نیز در اثر این شرایط تغییر می‌کند. وسایل الکترونیکی ممکن است در طی شرایط کاهش بلندمدت ولتاژ از مدار خارج شوند. کاهش ولتاژ موجب کم شدن توان راکتیو خروجی در بانکهای خازنی می‌شود زیرا توان راکتیو خروجی خازن متناسب با مجذور ولتاژ است. همچنین این شرایط روی سیستم‌های روشنایی نیز تأثیر خواهد گذاشت.

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

### (اضافه ولتاژ بلندمدت)

اضافه ولتاژ ممکن است سبب خرابی تجهیزات گردد. تجهیزات الکترونیکی تحت این شرایط ممکن است دچار مشکل گردند. به هر حال، کابلها، شینه، کلید و ماشینهای گردان تحت این شرایط بلافاصله دچار خرابی نمی شوند. اضافه ولتاژ بادوام روی این گونه وسایل می تواند موجب کاهش طول عمر آنها شود. اضافه ولتاژ روی برخی از رله های حفاظتی ممکن است عملکرد ناخواسته ای را به دنبال داشته باشد. توان راکتیو خروجی بانکهای خازنی در طی این شرایط افزایش می یابد. میزان روشنایی نیز به همین ترتیب زیاد خواهد شد.

### ۸-۳-۲-۴- عدم تعادل ولتاژ

حتی مقدار کمی عدم تعادل ولتاژ می تواند تأثیرات قابل ملاحظه ای را روی ژنراتورها بوجود آورد. همچنین این پدیده اثرات حرارتی نامناسبی را روی تجهیزات تولید، انتقال و توزیع ایجاد می نماید. معمولاً میزان عدم تعادل ولتاژ در شینه های شرکت های برق کوچک است. عدم تعادل ولتاژ اغلب در اثر بارهای مشترکین و در شبکه آنها پدیدار می شود بویژه وقتی که از بارهای بزرگ مانند کوره های القایی استفاده می گردد. در این حالات حرارت اضافی در موتورها و ترانسفورماتورهای مشترکین و حتی شرکت های برق بوقوع پیوسته و موجب صدمه دیدگی این تجهیزات می شود. عدم تعادل جریانهای فاز در یک موتور القایی سه فاز با توان سوم عدم تعادل ولتاژ اعمالی به موتور تغییر می کند. از دلایل ایجاد عدم تعادل ولتاژ می توان به فیوز سوخته یکی از فازهای بانک خازنی نیز اشاره شود.

### ۸-۳-۲-۵- هارمونیکها

جریانهای هارمونیک تخریبی به شبکه قدرت ناشی از بارهای مشترکین، می تواند موجب اعوجاج هارمونیک ولتاژ شبکه شوند. این جریانها و ولتاژهای هارمونیک سبب اضافه حرارت در تجهیزات، ترانسفورماتورها و هادیهای حامل جریان و همچنین عملکرد نامناسب وسایل حفاظتی (مثل فیوزها) می شود. همچنین امکان ایجاد شرایط تشدید هارمونیک وجود داشته که می تواند موجب خرابی و صدمه دیدگی تجهیزات مشترک گردد.

### ۸-۳-۲-۶- نوسانات ولتاژ (فلیکر)

نوسانات ولتاژ اغلب بصورت سوسو زدن لامپها خود را نشان می دهد کاهش ناگهانی ولتاژ می تواند نور خروجی لامپ رشته ای را به مقدار زیادی کاهش دهد. ولی در مورد نور لامپهای گازی (تخلیه ای) تأثیر کمتری را از خود نشان می دهد. علاوه بر این نوسانات ولتاژ می تواند روی گیرنده های تلویزیونی، وسایل کنترل الکترونیکی و کامپیوترها نیز تأثیر بگذارد.

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

#### ۸-۳-۷- تغییرات فرکانس

شرکت های برق در عمل فرکانس را در مقدار نامی خود ثابت نگاه می دارند. تغییرات فرکانس می تواند به صدمه دیدگی ژنراتور و شفت توربین منجر شود. خطای سنکرون سازی فرکانس ممکن است گاهی اوقات در فیدری که مشترک بارهای یکسوساز بزرگ را تغذیه می کند رخ دهد. این بارها می توانند برشهای ولتاژ ایجاد کرده و این پدیده روی عملکرد دستگاه های که با عبور از صفر ولتاژ کار می کنند تأثیر بگذارد.

#### ۸-۴- تجهیزات مونیتورینگ کیفیت برق

مسائل کیفیت برق محدوده وسیعی از اعوجاجات در ولتاژ و جریان و شرایط یک سیستم را دربر می گیرد. این شرایط می تواند از اضافه ولتاژهای بسیار سریع (در مدت زمان میکروثانیه) تا خروجیهای طولانی مدت (در مدت یک روز یا یک ساعت) را شامل شود. مسائل کیفیت برق همچنین پدیده های حالت مانا (مانند هارمونیکها) و پدیده هایی که بطور متوالی تکرار می گردند (مانند نوسانات ولتاژ) را نیز دربر می گیرند. دسته بندی اصلی تجهیزات اندازه گیری شامل موارد زیر می باشد.

وسایل مربوط به آزمون سیم کشی و سیستم زمین

مولتی مترها

اسیلوسکوپ

تحلیل گر اعوجاج

تحلیل گر هارمونیک / تحلیل گر طیف فرکانسی

ترکیبی از تحلیل گرهای هارمونیک و اعوجاجی

اندازه گیری نوسان ولتاژ (فلیکرمتر)

علاوه بر تجهیزات فوق که سیگنالهای حالت مانا یا اعوجاجات شبکه را بطور مستقیم اندازه گیری می کنند از وسایل دیگری که با اندازه گیری شرایط محیطی در حل مسائل کمک می نمایند نیز می توان نام برد. بعنوان مثال وسایل اندازه گیری مادون قرمز که در پیدا نمودن اتصالات شل و یا هادی های دچار اضافه حرارت کاربرد دارند از تجهیزات باارزش می باشند. آزمایش سالیانه تجهیزات با اینگونه وسایل می تواند از مسائل کیفیت برق ناشی از قوس زدن، اتصالات بد و اضافه بار هادیها و کابلها که ممکن است باعث قطعی گردد. جلوگیری نماید.

وسایل اندازه گیری بارهای الکتریکی ساکن از جمله وسایل ویژه ای هستند که میزان بارهای الکتریکی ساکن را در مجاورت تجهیزات حساس اندازه گیری می کنند. از نظر مسائل کیفیت برق تخلیه بارهای الکتریکی می تواند عامل بسیار مهمی در خصوص برخی از تجهیزات الکترونیکی باشد.

صرفنظر از نوع تجهیزاتی که برای هر آزمون ویژه لازم خواهد بود، عوامل مهم دیگری را نیز باید در هنگام انتخاب تجهیزات اندازه گیری مدنظر قرار داد. برخی از این عوامل عبارتند از:

- تعداد کانالهای ورودی به دستگاه (ولتاژ- جریان)

- مشخصه حرارتی دستگاه

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

- محدوده ولتاژ ورودی قابل اندازه گیری

- توان ورودی

- توانایی اندازه گیری ولتاژ سه فاز

- سطح عایقی داخلی (سطح عایقی بین کانالهای داخلی و بین هر ورودی و زمین)

- توانایی اندازه گیری جریان

- قابل حمل بودن دستگاه

توانایی امکان ارتباطات (مودم، امکان ارتباط با شبکه مخابراتی)

امکان استفاده از برنامه های کامپیوتری به منظور بررسی و مطالعه سیستم

از سوی دیگر راحتی امکان استفاده در کنار جامع بودن دستگاه نیز فاکتور مهمی است. زیرا در صورتی که دستگاه اندازه گیری امکان انجام کارهای مختلفی را دارا باشد به دستگاههای کمتری نیاز خواهد بود. شناخت مشترکات بین گروه های مختلف تجهیزات نیز بسیار مفید می باشد.

وسایل بکاررفته در مونیتورینگ پدیده های الکترومغناطیسی می توانند شامل وسایلی از قبیل یک ولت متر آنالوگ تا یک تحلیل گر طیفی باشند. در انتخاب و استفاده صحیح نوع مونیتور، استفاده کننده باید به قابلیتها و محدودیتهای دستگاه اندازه گیری، پاسخ آن به تغییرات شبکه و اهداف ویژه تحلیل ها آشنا باشد.

مشخصه های مورد نیاز دستگاه اندازه گیری وابستگی به محل مونیتورینگ و اهداف این کار دارد. اگر بعنوان مثال ارزیابی کیفیت برق در محل ورودی به مشترک مورد نظر باشد، تأکید ممکن است تنها روی شرایط حالات ماندگار بلندمدت باشد. سطح جزئیات مورد نیاز مانند منحنی ولتاژ موثر توسط نوع پدیده مورد نظر مشخص گردد.

#### ۸-۵- چگونگی انتخاب ترانس دیوسرها

در مونیتورینگ کیفیت برق، اغلب برای بدست آوردن سطح مورد نیاز ولتاژ و جریان نیاز به ترانسفورماتورهای ولتاژ و جریان است. در سیستمهای ولتاژ پایین، مونیتورینگ ولتاژ معمولاً با اتصال مستقیم انجام می گیرد، اما در همین سیستمها برای مونیتورینگ جریان به ترانسفورماتور جریان احتیاج است. در واقع چون انجام اندازه گیری مستقیم جریان بدون اثر گذاشتن روی شبکه قدرت مشکل است معمولاً از یک ترانس جریان CT استفاده می شود. CT های گیره ای حول یک کابل یا شینه بسته شده تا اندازه گیری جریان براحتی انجام گیرد. ترانس دیوسرهای ولتاژ و جریان باید بنحوی انتخاب شوند که سطوح اصلی ولتاژ جریان را کاهش و به سطوح مورد نیاز دستگاه اندازه گیری برسانند.

دو مطلب قابل توجه در انتخاب ترانسفورماتورهای ولتاژ جریان عبارتند از:

(سطوح سیگنال) از محدوده کامل دستگاه بدون خراب شدن و یا بریده شدن سیگنال ولتاژ یا جریان باید استفاده شود.

(پاسخ فرکانسی) این مسئله در مونیتورینگ اعوجاجات هارمونیک و اگر، جایی که سیگنالهای با فرکانس بالا موجود می باشند بسیار حائز اهمیت است.

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

### ۸-۵-۱- سطوح سیگنال

جهت استفاده کامل از دستگاه مونیتورینگ باید در انتخاب اندازه ترانسدیوسر VT, CT, دقت خاصی صورت گیرد بنحوی که بدون بریده شدن سیگنال بتوان اندازه گیری را به شکل صحیح انجام داد. انتخاب نامناسب ترانسفورماتورهای ولتاژ و یا جریان می تواند باعث صدمه دیدگی دستگاه مونیتورینگ و یا عدم دقت در اندازه گیری شود.

دستگاههای مونیتورینگ دیجیتال از مبدلهای آنالوگ به دیجیتال A/D استفاده می کنند. این مبدلها A/D برای عملیات پردازش، سیگنالهای آنالوگ وارد شده به دستگاه را به سیگنال دیجیتال تبدیل می کنند.

جهت ارائه نمایش دقیقی از سیگنال مونیتور شده لازم است که از رنج کامل مبدل A/D تا سرحد امکان استفاده شود. بعنوان یک قانون عمومی، سیگنال ورودی به دستگاه اندازه گیری نباید کمتر از یک هشتم مقدار رنج کامل باشد بنحوی که بسیار بالاتر از سطح نویز یک مبدل A/D قرار گیرد. این امر را می توان با انتخاب یک ترانسدیوسر مناسب اعمال نمود.

### ۸-۵-۱-۱- ترانسدیوسر ولتاژ

از مهمترین انواع ترانسدیوسر ولتاژ، ترانسفورماتورهای ولتاژ VT می باشند اندازه ترانسفورماتور ولتاژ VT باید به نحوی انتخاب شود که در شرایط کاری به اشباع نرود. در حالت گذرا، معمولاً لازم است که نقطه زانویی منحنی اشباع ترانسفورماتور حداقل ۲۰۰ درصد ولتاژ نامی سیستم باشد. ولتاژ حالت ماندگار نباید درست برابر با محدوده کامل دستگاه اندازه گیری باشد. اگر اضافه ولتاژ بوجود آمده باعث شود که سیگنال، توسط A/D بریده شود، اندازه گیری این امر را می توان با تغییر درجه بندی دستگاه اندازه گیری و یا انتخاب مناسب نسبت تبدیل دیگری برای ترانسفورماتور ولتاژ انجام داد.

### ۸-۵-۱-۲- ترانسدیوسر جریان

بدلیل تغییرات بیشتر جریان، انتخاب ترانسفورماتور جریان مناسب، نسبت به ترانسفورماتور ولتاژ مشکل تر خواهد بود. اغلب سازندگان تجهیزات اندازه گیری کیفیت برق در دستگاههای خود CT نصب می نمایند. این CTها در اندازه های مختلف بوده بنحوی که بتوانند بدون مشکل سطوح جریان مختلفی را از خود عبور دهند. CTها معمولاً براساس حداکثر جریان، دائم انتخاب می شود.

انتخاب مناسب جریان نامی و نسبت دوره های یک CT بستگی به هدف اندازه گیری دارد. اگر اندازه گیری جریان هجومی یا اتصال کوتاه مورد نظر است، اندازه CT باید ۲۰ تا ۳۰ برابر جریان بار نامی باشد. البته انتخاب چنین نسبتی موجب خواهد شد که دقت اندازه گیری جریان بار کم شده و در نتیجه توانایی مشخص نمودن هارمونیکهای جریان بار کاهش یابد.

اگر هارمونیکها و مشخصه بار مورد نظر باشند، CTها باید به نحوی انتخاب شوند که به صورت دقیق تری جریان بار را اندازه گیری نمایند. در این صورت امکان ارزیابی پاسخ بار به تغییرات ولتاژ سیستم و نیز محاسبه دقیق هارمونیکهای جریان بوجود می آید.

در اینجا نیز برای انتخاب ترانسفورماتورها جریان از یک مثال کمک گرفته می شود.

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

مثال سیگنال جریانی که به دستگاه اندازه گیری داده می شود برابر با ۱ تا ۱۲ آمپر موثر است با فرض انتخاب مقدار ۱ آمپر برای ورودی به دستگاه اندازه گیری و اینکه جریان متوسط فیدر ۱۲۰ آمپر موثر می باشد نسبت تبدیل CT چقدر بایستی باشد معمولاً کارخانه های سازنده ترانسفورماتورهای جریان نسبت تبدیل CT را براساس ۵ آمپر ثانویه مشخص می نمایند. در چنین حالتی جریان نامی اولیه به طریق زیر محاسبه می شود:

$$CT_{PRI} = \frac{I_{PRI} CT_{sec}}{I_{sec}} = \frac{120 \times 5}{1} = 600$$

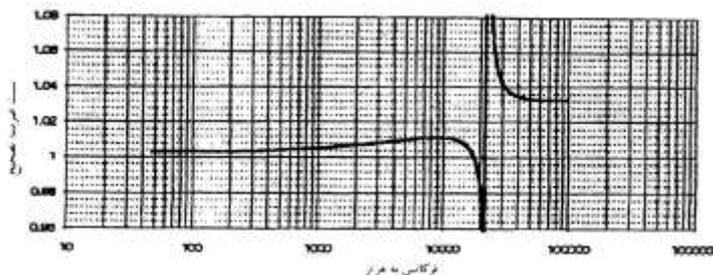
در نتیجه باید از CT با نسبت تبدیل ۶۰۰:۵ استفاده نمود.

### ۸-۵-۲- پاسخ فرکانسی

مشخصه پاسخ فرکانسی ترانسفورماتورهای جریان و یا ولتاژ را می توان توسط منحنی نسبت ضریب تصحیح RCF بر حسب فرکانس توضیح داد. RCF نسبت سیگنال خروجی موردانتظار به سیگنال خروجی واقعی باشد.

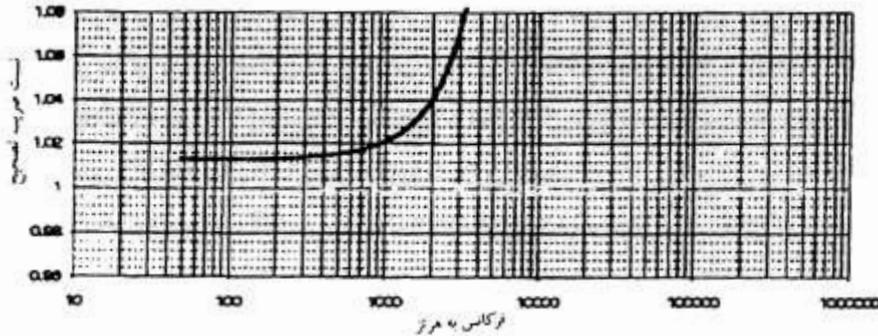
### ۸-۵-۲-۱- پاسخ فرکانسی ترانسفورماتور ولتاژ

پاسخ فرکانسی ترانسفورماتورهای ولتاژ کلاس اندازه گیری (به عنوان یک نمونه از ترانسدیوسرهای ولتاژ) بستگی به نوع و بار آن دارد. عموماً بار، امپدانس بسیار بالایی دارد. این مورد معمولاً در اغلب تجهیزات اندازه گیری جدید مشکلی ایجاد نخواهد کرد. تجهیزات مونیتورینگ کیفیت برق مانند مولتی مترها، اسیلوسکوپها و دیگر وسایل امپدانس بسیار بالایی را در مقابل ترانسفورماتورها ولتاژ از خود نشان می دهند. با وجود امپدانس بار بسیار بالا، معمولاً پاسخها تا فرکانس ۵ کیلوهرتز دقیق می باشند. در بعضی پستها از ترانسفورماتور ولتاژ با کوپلاژ خازنی CVT بعنوان ترانسفورماتور کاهنده ولتاژ استفاده می گردد. از این نوع ترانسفورماتورها نباید برای مونیتورینگ کیفیت برق استفاده نمود. CCTها دارای ترانسفورماتور ولتاژ پایینی هستند که در مقسم خازنی موازی با خازن پایین بسته می شود. شکلهای ۹-۱ و ۹-۲ منحنی RCF یک ترانسفورماتور ولتاژ استاندارد را برای دو بار یک مگاهمی و صداهمی نشان می دهد.



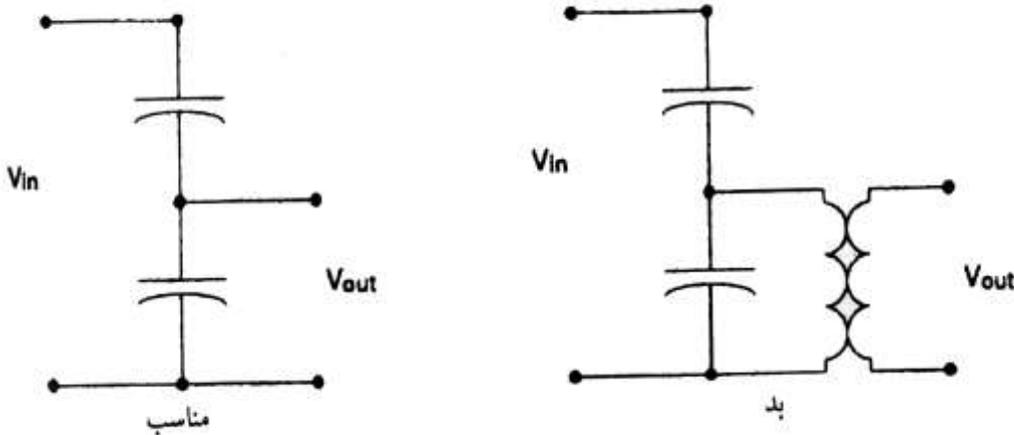
شکل ۸-۱- منحنی RCF یک ترانسفورماتور ولتاژ استاندارد با بار یک مگا اهمی

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



شکل ۸-۲- منحنی RCF یک ترانسفورماتور ولتاژ استاندارد با بار ۱۰۰ اهمی

نسبت تبدیل ترانسفورماتورهای ولتاژ خازنی برای فرکانس ۵۰ هرتز تنظیم شده و برای مولفه‌های فرکانس‌های بالاتر عملکرد دقیقی نخواهد داشت. برای اندازه‌گیری مولفه‌های فرکانسی بسیار بالای ولتاژ نیاز به یک مقسم خازنی یا مقسم مقاومتی خالص خواهد بود. شکل ۸-۳ تفاوت یک CVT یک مقسم خازنی را نشان می‌دهد مقسم خازنی برای مقاصد خاص را می‌توان برای اندازه‌گیری دقیق مشخصه حالت گذرای تا یک مگاهرتز استفاده نمود.



شکل ۸-۳- مقسم‌های ولتاژ خازنی

#### ۸-۵-۲- پاسخ فرکانسی ترانسدیوسرهای جریان

ترانسفورماتورهای جریان کلاس اندازه‌گیری (به عنوان یک نمونه از ترانسدیوسرهای جریان) معمولاً برای فرکانس‌های تا ۲ کیلوهرتز دقیق می‌باشند. در فرکانس‌های بالاتر مقدار خطای فاز زیاد می‌شود. برای فرکانس‌های بالاتر از نوع CT پنجره‌ای با نسبت دور بالا (بصورت حلقوی میله‌ای و گیره‌ای) استفاده شود. شکل ۹-۴ منحنی عکس RCF یک CT پنجره‌ای را نشان می‌دهد.

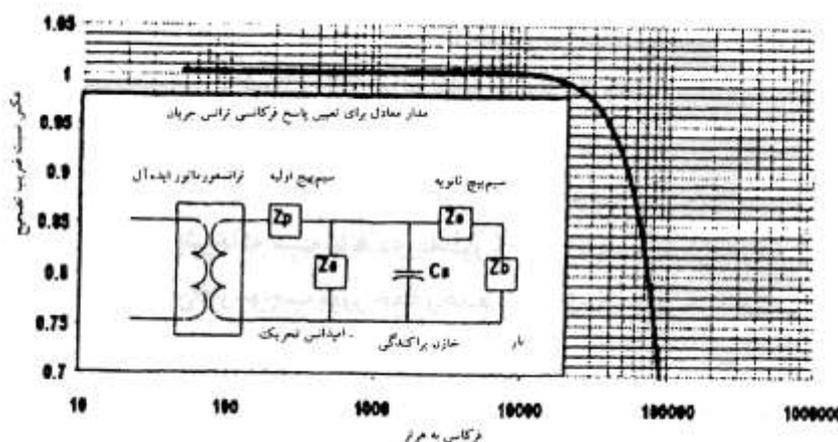
مشخصات مطلوب برای CT در رابطه با اندازه‌گیری کیفیت برق عبارتند از:

- نسبت دور زیاد یعنی ۵: ۲۰۰۰ یا بیشتر
- نوع پنجره‌ای بودن
- دارای فوران پسماند پس ماند کوچکی باشند مثلاً کمتر از ۱۰ درصد مقدار اشباع هسته

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

سطح مقطع بزرگ، چون هرچقدر فولاد بیشتری در هسته استفاده شود پاسخ فرکانسی CT بهتر می شود.

امپدانس پراکندگی و مقاومت سیم پیچی ثانویه تا حد امکان کم باشد. همانطور که در شکل ۹-۴ دیده می شود این مسئله سبب می شود که بیشتر سیگنال خروجی به طرف بار رفته و وارد امپدانس مغناطیس کنندگی و خازن بین اولیه و ثانویه نگردد.



شکل ۸-۴- منحنی  $1/RCF$  ترانسفورماتور جریان از نوع پنجره‌ای

### ۸-۵-۳- موارد ضروری در نصب ترانسیدوسرها

انتخاب بهترین ترکیب ترانسفورماتورهای ولتاژ و جریان بستگی به عوامل مختلفی دارد مانند: محل مونیتورینگ (پست، بر روی پایه‌های هوایی، در زیرزمین و غیره) محدودیت فضای مورد استفاده

امکان قطع مدار برای نصب ترانسفورماتورهای جریان نیاز به مونیتورینگ جریان

مسائلی که عموماً در زمان استفاده از CTهای گیره‌ای بوجود آمده و باید به علت تأثیرگذاری آنها روی نتایج موردنظر قرار گیرند شامل موارد زیر می باشند:

شینه یا هادی به طور مناسب در ناحیه گیره‌ای قرار نگرفته است.

دو انتهای هسته چاک دار CT تماس کامل برقرار نکرده اند.

تعداد اندکی از هادیها درون CT قرار گرفته اند.

در آخر می توان به پلاریته نامناسب CT اشاره نمود.

عموماً فرض می شود که شینه یا هادی به طور کامل توسط CT دربرگرفته می شود هرگونه اشکال در این کار موجب بروز خطا و عدم دقت در داده‌های خروجی آن خواهد شد.

هنگامی که چندین هادی در حال اندازه‌گیری شدن هستند، باید توجه داشت که هیچ هادی برگشتی درون CT قرار نگیرد. این هادی مقداری یا کل میدان مغناطیسی هادی اندازه‌گیری شده را خنثی ساخته و بنابراین داده‌های خروجی را تغییر می دهد.

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

#### ۸-۵-۴- محل نصب ترانسدیوسرها

##### ۸-۵-۴-۱- در پستها

معمولاً از CTهای و VTهای (بجز CVT) پست می توان برای مونیتورینگ کیفیت برق نیز استفاده نمود.

#### ۸-۵-۴-۲- محل نصب در سیستم های توزیع

برای مونیتورینگ کیفیت برق سیستم های توزیع مناسب است از ترانسدیوسرهای جریان یا ولتاژی استفاده شود که بدون از مدار خارج کردن سیستم بتوان آن را نصب نمود. امروزه می توان از ترانسدیوسرهایی که قابلیت مونیتورکردن همزمان ولتاژ و جریان را دارا بوده و می توانند بر روی خط برقدار نصب گردند استفاده نمود. این وسایل از یک VT با مقسم مقاومتی و یک CT پنجره ای در یک مجموعه استفاده می کنند. به هر حال در تطبیق دادن این نوع ترانسدیوسرها به وسایل اندازه گیری باید توجهات ویژه ای را بکار گرفت. اگر ترانسدیوسرهای از نوع فوق در دسترس نبود باید برای بدست آوردن نتایج دقیق در محدوده طیف فرکانسی مورد نیاز از CT و VTهای کلاس اندازه گیری استفاده شود که به هر صورت به خروج از مدار منجر می شود

#### ۸-۵-۴-۳- در محل مشترکین

انتخاب ترانسدیوسر مورد نیاز در طرف ثانویه فشار ضعیف ساده تر است. در اندازه گیری ولتاژ، اتصال مستقیم در ولتاژهای  $V \frac{230}{400}$  امکان پذیر می باشد. این امر باعث می شود که بتوان بطور کامل از قابلیت های پاسخ فرکانسی وسایل مونیتورینگ بهره گرفت. جریان را هم می توان با استفاده از CTهای اندازه گیری (مثلاً در ورودی مشترک) و یا با استفاده از CTهای گیره ای اندازه گیری نمود. محدوده فرکانس مجاز CTها بایستی توسط سازنده اعلام می گردد.

#### ۸-۵-۵- توصیه های کلی مربوط به انتخاب ترانسدیوسر

جدول ۸-۱-۸- محلهای مختلف مونیتورینگ و نیز انواع مختلف ترانسدیوسرهایی که برای مونیتورینگ این محلهای مناسب می باشند را بیان کرده است. جدول ۸-۲- نیز پدیده های مختلف کیفیت برق و ترانسدیوسرهای مناسب آن نوع پدیده را تصویف می کند. جداول زیر باید در ارتباط با یکدیگر مورد استفاده قرار گیرند تا بهترین ترانسدیوسر برای یک کاربرد خاص انتخاب شود.

جدول ۸-۱- انتخاب ترانسفورماتور جریان و ولتاژ برای محل های مختلف

مکان	نوع VT	نوع CT
پست	کلاس اندازه گیری از نوع مقسم خازنی برای استفاده خاص یا مقسم مقاومتی کالیبره شده با	کلاس اندازه گیری

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

	استفاده از تپ	
در خطوط هوایی	کلاس اندازه گیری	کلاس اندازه گیری
در کابل های زمینی	کلاس اندازه گیری قرار گرفته بر روی سکوی ترانس نوع خاص مقسمی	کلاس اندازه گیری
در ورودی مشترک	ارتباط مستقیم	کلاس اندازه گیری گیره ای
در داخل محوطه مشترک و ورودی به تجهیزات	ارتباط مستقیم	گیره ای

جدول ۸-۲- نیازهای ترانسفورماتور جریان و ولتاژ

دلیل نصب	نوع VT	نوع CT
تغییرات ولتاژ	کلاس اندازه گیری	کلاس اندازه گیری
سطح هارمونیک	کلاس اندازه گیری	پنجره ای
حالت گذرا فرکانس پایین (کلیدزنی)	کلاس اندازه گیری با نقطه زانویی اشباع بالا	پنجره ای
حالت گذرای فرکانس بالا (صاعقه)	مقسم خازنی یا مقاومتی	پنجره ای

### ۸-۶- تغذیه وسایل اندازه گیری

#### ۸-۶-۱- منبع تغذیه و سازگاری آن

در زمان استفاده از وسایل مونیتورینگ، کمینه کردن تأثیر این وسایل روی پارامتری که اندازه گیری می شود اهمیت بسزایی دارد. با بکاربردن ترانسفورماتورهای ولتاژ و جریان مناسب، این مورد می تواند انجام گیرد. به هر حال مسائلی ممکن است در فرایند اندازه گیری پیش آید که مربوط به اتصالات به سیستم نیست بلکه به منبع تغذیه دستگاه ارتباط می یابد. اگرچه اکثر وسایل مونیتورینگ احتیاج به توان کمی دارند ولی به هر حال منابع تغذیه آنها ممکن است در اندازه گیریها اختلال ایجاد کند. موارد زیر باید قبل از انتخاب توان دستگاه موردنظر قرار گیرند.

منبع تغذیه خود تولید نويز نکند

مصرف دستگاه روی اندازه گیریها تأثیر نگذارد.

در صورتی که منبع تغذیه به وسیله حفاظتی حالات گذرا مجهز باشد این وسیله نباید روی اندازه گیریها تأثیر گذارد.

دستگاه باید در زمان بروز تغییرات در شبکه قدرت (که می توانند موجب مسائل کیفیت برق گردند)

بطور صحیح عمل کند.

از کابل های قدرت پارازیت زا استفاده نشود.

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

اگر تغذیه دستگاه و اندازه گیریها از دو محل جدا از هم باشند ممکن است برای بسیاری از موارد فوق، دستگاه را دچار خطا نکنند به هر حال باید موارد زیر در آنها رعایت گردد. کیفیت توان تغذیه دستگاه به صورتی باشد که روی اندازه گیریها تأثیر نگذارد. محل دستگاه اندازه گیری طوری باشد که به کابلهای تغذیه بلند نیاز نباشد چون در غیر این صورت ممکن است دقت دستگاه تحت تأثیر قرار گیرد.

#### ۸-۶-۲- تغذیه DC

با توجه به محلی که از شبکه قدرت که قرار است اندازه گیری در آن انجام شود یک وسیله مونیتورینگ ممکن است برای عملکرد خود از تغذیه DC بهره گیرد تغذیه DC می تواند به صورت داخلی و یا خارجی به دستگاه اعمال گردد. هنگام استفاده از تغذیه DC موارد متعددی شامل موارد زیر باید در نظر گرفته شود.

اگر از تغذیه DC به صورت خارجی استفاده می شود اندازه کابلها بطور مناسب انتخاب گردد. دستگاه بطور مناسب زمین شود.

اگر از یک شارژ خارجی استفاده می شود، سطح عایقی شارژ مقداری باشد که تأثیری روی شبکه قدرت نگذارد.

#### ۸-۷- روشهای کاربرد دستگاههای مونیتورینگ

در کاربردهای دستگاههای مونیتورینگ بایستی مواردی را رعایت نمود تا اندازه گیری به شکل ایمن و موثر انجام گردد. این موارد بشرح زیر می باشند.

#### ۸-۷-۱- ایمنی

روشی که دستگاه مونیتورینگ اعوجاج به مدار تحت بررسی متصل می شود ممکن است علاوه بر تأثیر روی دقت داده ها، روی مواد دیگری مانند ایمنی پرسنل نیز اثر بگذارد. در واقع در نحوه اتصال سیمهای ارتباطی مونیتور، علاوه بر اینکه این اتصالات باید کامل و بی نقص انجام گیرد، ایمنی پرسنل نیز نباید دچار خطر شود.

اغلب در مدت اندازه گیری درپوش تابلو برداشته می شوند. بنابراین کلیه سمتهای برقدار باید به اندازه کافی حفاظت شود. اگر از ترمینالهای پیچی استفاده می شود سیمهای در معرض باید در پوششهای مناسب قرار گیرند. از اتصال سیمهای متعدد به یک پیچ باید اجتناب شود.

#### ۸-۷-۲- کیفیت هادیها و اتصالات

اتصال سیمهای رابط دستگاه اندازه گیری در تابلوها، باید به نحوی انجام گیرد که حالت معمول و وضعیت عادی سیستم را تغییر نداده و همچنین مشخصات وسایلی که این اتصالات به آن وصل می باشد را عوض نکند. اگر درب تابلوها در حین مونیتورینگ باز بماند باید وسیله ای اضافی تهیه گردد تا دسترسی به ناحیه اتصال مونیتور را محدود نموده و اشخاص دیگر را از انجام عمل مونیتورینگ مطلع

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

سازد. سیمهای رابط نباید دور سیمهای موجود پیچیده شوند یا در محل اتصالی قرار گیرند که تنها برای اتصال یک سیم طراحی شده است. از گیره‌های سوسماری نباید برای اتصالی استفاده شود چون آنها به راحتی باز می‌شوند.

در حالی که بتوان برای اتصال دادن از پیچها یا اتصالات کلمپی موجود استفاده نمود، از اتصال نوع بافته شده باید استفاده کرد. برای اجرای این نوع اتصال، برق مدار باید قطع شود، هادی‌ای که اندازه‌گیری از طریق آن انجام می‌شود از اتصال خود بیرون کشیده شود، یک اتصال بافته شده از هادی الکتریکی عایق دار با همان ظرفیت محل جریان هادی اصلی در اتصال اصلی قرار گیرد و سپس اتصال بافته شده، هادی اصلی و سیم ارتباطی مونیتور توسط وسیله‌ای مناسب به همدیگر متصل می‌گردند این اتصال جدید باید نواریپیچی شود تا به عایق بندی و ایمنی اتصال، اطمینان حاصل شود.

سیمهای رابط در واقع ارتباط بین شبکه الکتریکی و مونیتور هستند. آنها ادامه ورودیهای مونیتور هستند نه ادامه شبکه الکتریکی. این بدان معنی است که هرگونه اتصال نامناسب باید قبل از آغاز اندازه‌گیری اصلاح شود. علاوه بر این نتیجه برخی اندازه‌گیریهای اشتباه ممکن است نتیجه نوع اتصال باشد و به شبکه الکتریکی ارتباطی نداشته باشند.

هادیهای ارتباطی دستگاههای مونیتورینگ عموماً به امواج با فرکانس رادیویی حساس هستند. برای کمینه کردن اثرات نامطلوب این امواج، باید دو سیم به هر کانال ورودی مونیتور متصل گردد. و از روش معمول یک سیم در هر کانال با یک سیم مشترک تکی نباید استفاده شود در برخی حالات، دستگاه مونیتورینگ وقایعی را ارائه می‌کند مانند ولتاژهای گذرا که از تداخل امواج رادیویی با هادی‌های ارتباطی به وجود آمده اند. این‌ها به ویژه هنگامی که آستانه‌های مونیتور اعداد کوچکی هستند (مثلاً ۲۵ تا ۵۰ ولت در یک سیستم ۴۰۰ ولت) مشکل زا می‌شوند. هنگامی که از روش دو سیم برای هر کانال استفاده می‌شود، این دو هادی باید روی همدیگر پیچیده شوند.

برای اندازه‌گیری‌های طولانی مدت باید از اتصالاتی استفاده نمود که در طول زمان خاصیت خود را از دست نداده و مطمئن شد که جنس اتصالات با نوع سیم مطابقت داشته باشد.

همواره سیمهای رابط را باید پس از اینکه به دستگاه مونیتور متصل شده باشد به مدار موردنظر اتصال داد.

هنگامی که دستگاه مونیتور در معرض سطوح مختلف امواج با فرکانس رادیویی قرار می‌گیرد ممکن است اطلاعات غلط و همراه با خطا ارائه دهد. تداخلات ممکن است در اثر سیم‌های رابط ورودی وارد دستگاه شوند. اگر داده‌های جمع‌آوری شده غیرواقعی به نظر برسند ممکن است علت آن تداخل دستگاه با امواج خارجی با فرکانس رادیویی باشد.

### ۸-۷-۳- جایابی مونیتور

مونیتور باید به دقت نصب شود به نحوی که امکان حرکت دستگاه و جدا شدن اتصالات وجود نداشته باشد. اگر از یک چاپگر برای نمایش نتایج اندازه‌گیری استفاده می‌شود، باید احتیاطهای لازم صورت گیرد تا کاغذ چاپگر در موقع کار مشکلی ایجاد نکند. مونیتورها نباید در معرض حرارت زیاد، رطوبت و گرد و غبار قرار گیرند. زیرا در این صورت ممکن است دستگاه صدمه دیده و یا در فرآیند اندازه‌گیری مشکلی ایجاد شود. مونیتورها نباید در مسیرهای پررفت و آمد نصب شوند. مونیتور باید به

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

نحوی نصب شود که ایمنی افراد شاغل در آن مکان را به مخاطره نیاندازد. یک محفظه حفاظتی یا یک سد کننده می تواند گاهی اوقات برای این منظور استفاده شود. همچنین محل قرارگیری مونیتور نباید ایمنی شخصی را که مشغول نصب دستگاه است به خطر اندازد. اگر در جایی محدودیت مکانی وجود داشته باشد و نتوان اتصال با ایمنی مناسب برای سیمهای رابط دستگاه ایجاد کرد باید جا و مکان دیگری برای مونیتور انتخاب نمود. عوامل محیطی و خارجی ممکن است روی عملکرد دستگاه مونیتور تأثیر بگذارند. این عوامل می تواند شامل دما، رطوبت، میدانهای با فرکانس رادیویی، بارهای استاتیک، شوک های مکانیکی و لرزشی باشند.

درجه حرارت روی رفتار هرگونه دستگاهی که با استفاده از سیستم میکروپروسسوری کار کند تأثیر می گذارد. اگر درجه حرارت محیط از حد مجاز (تعیین شده در مشخصات فنی دستگاه) بیشتر شود دستگاه مونیتورینگ تحت تأثیر قرار می گیرد. رطوبت اضافی نیز ممکن است سبب تقطیر رطوبت در داخل دستگاه شود که می تواند عامل ایجاد اتصالاتی های الکتریکی، قوس، خوردگی و نهایتاً ارائه اطلاعات غلط شود. هوایی که خشکی آن زیاد است نیز ممکن است عامل تولید بارهای استاتیکی شود که می تواند به تجهیزات الکترونیکی درون دستگاه صدمه بزند.

شوک های مکانیکی و لرزش می تواند تنش هایی را در داخل دستگاه ایجاد کند که باعث ضعیف شدن اتصالات مکانیکی، بروز قوس و ایجاد اطلاعات همراه با خطا شود. هنگامی که مونیتور در ناحیه قرار دارد که احتمال وجود تنش های مکانیک در آن وجود دارد استفاده کننده باید مطمئن شود که دستگاه توانایی تحمل و عملکرد صحیح در آن محیط را دارا می باشد. به دلیل لرزش ها و تنش های مکانیک که در حین انتقال دستگاه به محل مونیتورینگ ممکن است ایجاد شود، عملکرد صحیح دستگاه باید قبل از استفاده بازبینی شود.

### ۸-۸-۸- محل اندازه گیری و دریافت اطلاعات

#### ۸-۸-۱- انتخاب محل

مسئله دیگری که در مونیتورینگ کیفیت برق اهمیت دارد محل مونیتورینگ می باشد. لازم است که نقطه مونیتورینگ تا جایی که امکان دارد نزدیک به تجهیزات حساسی باشد که عملکرد آنها تحت تأثیر کیفیت برق قرار می گیرند تا همان تغییراتی را که تجهیزات حساس دریافت می کنند تعقیب نماید به عنوان مثال در حالات گذرا با فرکانس بالا در صورتی که محل مونیتورینگ و تجهیزاتی که تحت تأثیر قرار گرفته اند از یکدیگر دور باشند تغییرات اعمال شده به تجهیز در محل مونیتورینگ مشاهده نخواهد شد.

محل مهم دیگر برای دریافت اطلاعات و مونیتورینگ وقایع، محل اصلی ورودی برق به مشترک می باشد زیرا تغییرات ولتاژ و حالت گذرای که در این نقطه اتفاق می افتند توسط بسیاری از دستگاههای مشترک دیده می شوند. همچنین این نقطه بهترین محل برای نشان دادن اعوجاج های به وجود آمده توسط سیستم است (گرچه این امکان وجود دارد که اعوجاجات مشاهده شده در محل اصلی ورودی برق به مشترک، ناشی از حوادث به وجود آمده در شبکه داخلی مشترک باشد) البته مشخصات برخی از

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

پدیده‌های مربوط به کیفیت برق به دلیل وجود امپدانسهای سیستم توزیع و دینامیک بار تغییر می‌کند. به عنوان مثال یک موج گذرای ولتاژ مقداری انرژی از روی امپدانسها تلف نموده که این امر سبب شود که شیب موج، دامنه پیک و فرکانس نوسانات تغییر کند.

محل ابتدایی نصب یک مونیتور کیفیت برق به هدف و نوع بررسی بستگی خواهد داشت. اگر هدف مونیتورینگ تشخیص مشکل به وجود آمده در عملکرد یک تجهیز باشد، مونیتور باید تا حد ممکن نزدیک به تجهیز مورد بررسی نصب شود. این مسئله می‌تواند هم شامل تجهیزات حساس الکترونیکی مانند کامپیوترها و محرکه‌های با قابلیت تنظیم سرعت و هم تجهیزات سیستم‌های توزیع مانند کلیدها و خازنها باشد. پس از اینکه مشکل تشخیص داده شد، دستگاه مونیتورینگ می‌تواند به سمت پست تغذیه کننده مشترک حرکت نموده تا بتوان منبع اعوجاج‌ها را پیدا نمود.

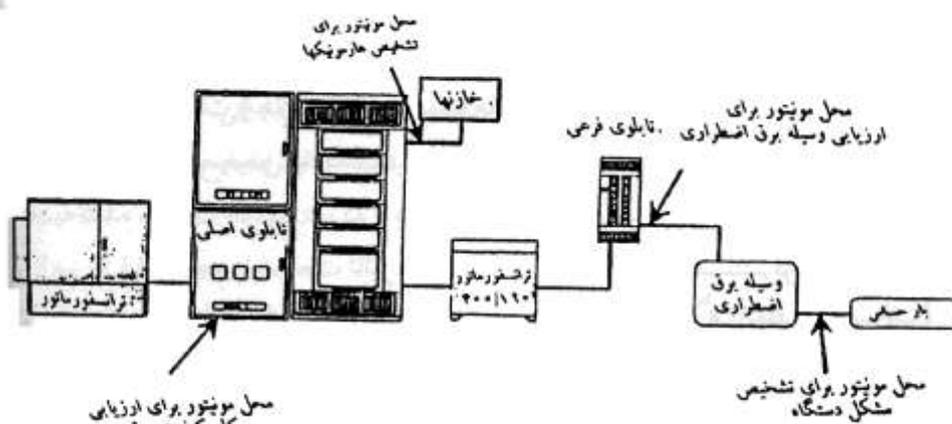
پس از اینکه تجهیزات تحت تأثیر قرار گرفته با استفاده از یک سیستم برق اضطراری با فیلتر تحت حفاظت قرار گرفت، باید محل مونیتور تغییر یابد. در این حال مونیتور باید در محل اتصال تجهیز به شبکه الکتریکی (بین وسیله برق اضطراری و دستگاه تحت دستگاه آیا با مشخصات فنی پیشنهادی سازنده مطابقت دارد یا خیر؟ پس از این کار، مونیتور باید مجدداً به طرف منبع وسیله برق اضطراری یا فیلتر متصل شود تا نشان دهد که سطح اعوجاج ایجاد شده در توانایی فیلتر یا وسیله برق اضطراری هست یا خیر؟

اگر هدف مونیتورینگ تحقیق در خصوص کیفیت برق یک مشترک باشد مونیتور باید در محل ورودی برق تغذیه مشترک قرار گیرد. مونیتور سپس می‌تواند به سمت شبکه داخلی حرکت داده شود تا کیفیت برق هر فیدر را مشخص نماید.

اگر اندازه‌گیری هارمونیکها موردنظر باشد مونیتور باید در محل فیلتر یا خازن نصب شود تا مقدار هارمونیک جریان و ولتاژ اعوجاج یافته را اندازه‌گیری نماید. بزرگ سازی گذراهای کلیدزنی نیز می‌تواند با اتصال مونیتور به بانک خازنی تحقیق شود. شکل ۹-۵ چنین موردی را نشان می‌دهد.

مونیتور کیفیت برق باید تا حد ممکن نزدیک به بارهای مشکوک نصب شود. باید با بازرسی دقیق اطمینان حاصل شود که تجهیزاتی مانند فیلترها، ترانسفورماتورها و غیره بین مونیتور و بار موردنظر متصل نشده باشد. در این صورت دستگاه مونیتور، دامنه اعوجاج‌های ولتاژی را که مستقیماً روی بار می‌افتند را نمایش داده و از مدار فیلتر و امپدانسها تأثیر نمی‌گیرد. همچنین با این نوع نصب می‌توان مستقیماً شینه جریان تغذیه کننده بار را مورد اندازه‌گیری قرار داد بدون اینکه طول سیم‌های رابط مونیتور افزایش یابد

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



شکل ۸-۵- محل های پیشنهادی برای مونیتور روی یک سیستم فشار ضعیف نمونه

گاهی اوقات امکان اتصال مونیتور به بار نیست. به عنوان مثال نقاط اتصال ولتاژ ممکن است در دسترس نباشد و یا بار ممکن است در یک مکان خطرناک باشد در چنین موقعیتی مونیتور ممکن است در نزدیک ترین تابلوی فرعی تغذیه کننده بار متصل گردد. عمل فوق دارای این مزیت است که هادیهای مدار برای اندازه گیریهای جریان در دسترس می باشند.

#### ۸-۲- چگونگی پیدانمودن منبع ایجادکننده کیفیت نامناسب برق (منبع اعوجاج)

اولین قدم در شناسایی منبع ایجادکننده کیفیت نامناسب برق ارتباط دادن شکل موج این با عوامل ممکن است. به مجرد آنکه دسته بندی دلایل و عوامل تعیین گردید (مانند کلیدزنی بار، کلیدزنی خازن، اتصال کوتاه در شبکه، عمل وصل مجدد و غیره) شناسایی مسئله سر راست می گردد. برای این کار راهکارهای عمومی زیر را می توان استفاده نمود:

تغییرات ولتاژ با فرکانس بالا محدود به مکانهایی نزدیک به محل اعوجاج خواهد بود. به دلیل بالا بودن مقاومت شبکه در سطوح پایین ولتاژ (مانند ۴۰۰ ولت) مولفه های فرکانس بالا سریعاً میرا می شود در چنین شرایطی مولفه های فرکانس بالا تنها زمانی آشکار می گردند که دستگاه مونیتور نزدیک به محل ایجاد اعوجاج باشد.

قطع برق در نزدیکی محل اندازه گیری باعث ایجاد تغییرات ناگهانی ولتاژ می گردد. قطع برق در نقاطی دور از محل اندازه گیری باعث ایجاد کاهش تدریجی ولتاژ می گردد که این پدیده نیز ناشی از انرژی ذخیره شده در خازنها و ماشینهای الکتریکی خواهد بود.

اعوجاج ولتاژ با هارمونیکهای مرتبه بالا در نزدیک خازنها اتفاق می افتد و باعث ایجاد تشدید می گردد. در این حالات، در طیف ولتاژ هارمونیک یک فرکانس خاص اغلب می گردد.

#### ۸-۹- نحوه اتصال مونیتور کیفیت برق

اتصال هادیهای ارتباطی مونیتور باید کلیه مدهای اعوجاجی را که روی وسیله موردنظر تأثیر می گذارند پوشش می دهد. همانطور که هادیهای مدار افزایش می یابند، وضعیت های اندازه گیری لازم نیز افزایش خواهند یافت. برای مثال اگر دستگاهی با یک پرز ۲۳۰ ولت بدون هادی زمین کننده تجهیزات

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

تغذیه شود (مثل تجهیزات صوتی، تصویری) تنها مونیتورینگ فاز- نوترال احتیاج خواهد بود در عوض در صورت استفاده از پریز ۲۳۰ ولتی دارای اتصال زمین، آرایشهای فاز- نوترال، فاز زمین و نوترال زمین نیز باید مونیتور گردند. در یک واحد پردازش گر داده سه فاز، باید حالت های فاز- فاز، فاز- نوترال، فاز- زمین و نوترال- زمین آن اندازه گیری شود. در مورد بارهای سه فاز، بهترین راه اتصال مونیتورها همان گونه است که بار مورد نظر اتصال یافته است. برای مثال اگر بار حساس به صورت مثلث بسته شده است (سه سیم بدون نوترال) مونیتور نیز باید به همان صورت آرایش یابد. یک کانال فاز- زمین می تواند در صورت امکان اضافه شود. اگر بار حساس به صورت ستاره بسته شود، مونیتور می تواند به صورت مشابه بسته شده و یک کانال نوترال- زمین نیز در آن شامل شود.

پیشنهاد می گردد که برق تغذیه دستگاه مونیتورینگ از مداری بجز مداری که قرار است مورد مونیتورینگ قرار گیرد تأمین شود. بعضی از سازندگان، فیلترهای ورودی و یا خفه کننده های موج ضربه را بر روی منابع تغذیه خودشان قرار می دهند که باعث تغییر اطلاعات مربوط به اعوجاجات واقعی در سیستم می گردد که این حالت، در صورتیکه دستگاه مونیتور متصل به همان منبعی که قرار است که آن را مونیتور کند به وجود می آید.

یکی از مهمترین مسائل سیستم زمین مونیتور است. مونیتورها باید یک اتصال زمین برای سیگنالهایی که قرار است مونیتور شوند و یک اتصال زمین دیگر برای منبع تغذیه تجهیزات داشته باشد. هر دو این زمین ها باید به شاسی دستگاه وصل شوند. به دلایل ایمنی، هر دو ترمینال زمین را باید به زمین واقعی متصل نمود. به هر حال، این کار امکان بالقوه ایجاد حلقه های زمین را به وجود می آورد. با توجه به اهمیت مسئله ایمنی بهتر است که هر دو ترمینال زمین به یکدیگر متصل شوند. در صورتیکه حلقه های زمین ایجاد مشکل نمایند مثلاً جریانهای گذرا باعث آسیب رساندن به تجهیزات شده و یا اندازه گیریها را دچار اختلال کنند می توان دستگاه را از همان خطی که قرار است مونیتورینگ آن انجام گیرد تغذیه نمود. از سوی دیگر، این امکان وجود دارد که فقط یک زمین را متصل کرد (مثلاً زمین مربوط به سیگنال مونیتور شده) و دستگاه را بر روی یک سطح عایق قرار داد. هنگام کار با دستگاه نیز می توان از تجهیزات ایمنی مناسب دیگری مانند استفاده از دستکشهای عایق استفاده نمود. این کار زمانی لازم است که در دستگاه، امکان افزایش ولتاژ نسبت به دیگر تجهیزات و مرجع زمین وجود داشته باشد.

دستگاه معمولاً از طریق یک خروجی سه سیمه تک فاز و یک کابل قدرت استاندارد تغذیه گردد. همچنانکه اشاره گردید اگر مداری که می خواهد مورد اندازه گیری قرار گیرد همان مداری باشد که دستگاه مونیتور را تغذیه می کند، استفاده کننده باید نسبت به تأثیر دستگاه روی مدار الکتریک آگاه باشد. تغییرات ولتاژ ناشی از کشیدن جریان توسط دستگاه معمولاً زیاد نیست اما می تواند بخصوص در زمان اندازه گیری نوترال- زمین قابل توجه باشد. اگر منبع تغذیه دستگاه توسط یک خفه کننده موازی ولتاژ گذرا مانند ورستورهای اکسید فلزی حفاظت شود، توانایی دستگاه برای اندازه گیری اعوجاج ممکن است دچار اشکال گردد. برق دستگاه باید توسط یک مدار دیگر یا از یک وسیله دیگر مانند منبع DC (باتری) داده شود. همچنین از کابل های قدرت و هادی های ارتباطی طولانی نباید استفاده شود. اگر از باتری استفاده می شود (و هیچ جایی در طول کابل قدرت زمین نشود) دستگاه اندازه گیری باید به طور مناسب زمین شود.

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

## ۸-۱۰-۱- آستانه‌های اندازه‌گیری و جمع آوری اطلاعات

### ۸-۱۰-۱-۱- تنظیم آستانه دستگاه مونی‌تور

معمولاً مونی‌تورهای کیفیت برق بنحوی طراحی می‌گردند که شرایط غیرعادی شبکه را مشخص نمایند. بنابراین لازم است محدوده شرایطی را که شرایط عادی در نظر گرفته می‌شوند تعریف نمود. بعضی از دستگاه‌های مونی‌تور اعوجاج دارای مقادیر آستانه از قبل تعیین شده هستند که می‌توان از این مقادیر برای شروع اندازه‌گیری استفاده نمود.

بهترین روش انتخاب آستانه عملکرد، هماهنگ کردن آن با مشخصات تجهیز است که مورد بررسی قرار می‌گیرد. این روش همواره امکان پذیر نیست زیرا راهنمای کاربرد و یا مشخصات دستگاه ممکن است موجود نباشد. روش دیگر، تنظیم آستانه از روی اطلاعات جمع آوری شده است. برای این کار در یک محدوده زمانی مشخص اطلاعات زیادی از اعوجاج‌های سیستم جمع آوری شده و سپس براساس این اطلاعات آستانه مناسب انتخاب خواهد شد.

هنگامی که مونی‌توری به مدار متصل می‌شود، باید چنان برنامه ریزی شود تا پارامترهای مطلوب را گزارش کند. فرآیند انتخاب آستانه‌های مونی‌تور بستگی به هدف بررسی دارد. اگر هدف، بررسی حل مشکل عملکرد یک تجهیز باشد، تنظیم کردن آستانه مونی‌تور بستگی به حساسیت تجهیز خواهد داشت. بنابراین مونی‌تور باید با دامنه‌هایی برای ولتاژ (و یا جریان) برنامه ریزی شود تا در زمان عبور از حدود مجاز حساسیت دستگاه موردنظر، داده‌های مربوط به اعوجاج رخ داده شده را ارائه نماید. اگر هدف، بررسی کلی کیفیت برق باشد، تنظیم آستانه مونی‌تور بستگی به محدودیت‌های مربوط به حافظه مونی‌تور دارد.

سازنده‌های مختلف برای نمایش، گرفتن اطلاعات و برنامه ریزی روی آنها روشهای متفاوتی را برگزیده اند. دستگاه اندازه‌گیری ممکن است به دلیل روش اندازه‌گیری، نحوه زمین کردن و شیلدینگ، داده‌های نامناسب ایجاد کند. بنابراین دانستن نحوه عملیات داخلی دستگاه اندازه‌گیری عملی مفید و کلیدی خواهد بود.

نکته دیگری که باید در نظر گرفته شود روش یا تکنیک دستگاه مونی‌تورینگ جهت گزارش اطلاعات جمع آوری شده است. همچنانکه اشاره گردید نمایش این اطلاعات می‌تواند به صورت بصری در یک اسیلوسکوپ باشد، روی کاغذ چاپ شود، روی یک دیسک ضبط شود و یا به ترمینال یک کامپیوتر برای تحلیل‌های آتی انتقال یابد.

در کلیه دستگاه‌های مونی‌تورینگ مصالحه‌ای بین هزینه، توانایی قابلیت حمل بودن و تکمیل بودن آن باید صورت پذیرد. دستگاهها محدودیتهایی را در زمینه سرعت پردازش، ذخیره اطلاعات، سرعت چاپ و حافظه دارند. این محدودیتهای ممکن است باعث عدم خواندن و ثبت برخی از اطلاعات شود. علاوه بر این دستگاه مونی‌توری که تنها یک پارامتر کیفیت برق مشخصی را نشان می‌دهد نمی‌تواند اطلاعات را برای نمایش تعدادی از رخدادها جمع آوری کند. همچنین این گونه دستگاهها نمی‌توانند ارتباط بین تغییرات مختلف شبکه را نشان دهد.

تعدادی از دستگاه‌های مونی‌تورینگ چندین فرمت را به طور همزمان برای گزارش اطلاعات دارا هستند و می‌توان به صورت اختیاری برخی از آنها را انتخاب نمود. با توجه به نوع کاربرد، این

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

مشخصه‌ها می‌توانند بازدهی دستگاه را بالا ببرند. مثلاً دستگاههایی با مشخصه گرافیکی به استفاده کننده اجازه می‌دهند که شکل موجهای مختلف را به صورت بصری روی مونیتر و یا چاپ در روی کاغذ مشاهده کند. این مشاهدات برای تنظیم آستانه دستگاه مونیترینگ و بررسی شرایط موجود مفید خواهد بود. در برخی حالات این شکل موجها برای یافتن منبع و علت پدیده ایجادشده نیز می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. چنانچه مشترک درخواست اندازه‌گیری شرایط ماندگار را داشته باشد، این درخواست احتیاج به دستگاهی دارد که توانایی گزارش و نمایش مطلوب شرایط ماندگار را برای پیروید کامل مونیترینگ داشته باشد. پیروید مونیترینگ می‌تواند چندین هفته یا حتی چند ماه باشد.

### ۸-۱۰-۲- روش آماده سازی دستگاه مونیترینگ

در ابتدا باید مونیتر را نصب نمود و اجازه داد که در حالت خلاصه و به مدت نیم ساعت یا به اندازه ثبت اولین واقعه کار کند. می‌توان حتی اجازه داد که قبل از انجام عمل تنظیم آستانه‌ها، مونیتر برای ۲۴ ساعت در حالت خلاصه عمل نماید. در این زمان می‌توان عملکرد صحیح دستگاه را بازرسی نمود و از ضبط بی دلیل اطلاعات در حافظه یا کاغذ جلوگیری نمود.

اگر هدف مونیترینگ بررسی مشکل به وجود آمده در عملکرد یک تجهیز ویژه در یک شبکه سالم (جایی که اعوجاج ولتاژ قابل ملاحظه‌ای موجود نیست) باشد، تنظیم آستانه‌های دستگاه اندازه‌گیری کاری ساده و راحت خواهد بود. آستانه مونیتر ممکن است درست در مرز سطوح حساسیت تجهیز تحت آزمون تنظیم شود بنابراین میزان اعوجاج می‌تواند از شکل موج گزارش شده استنتاج شود. این کاربر اساس هماهنگی زمانی با زمان عملکرد نادرست تجهیز و یا هنگامی که مقدار اعوجاج به طور آشکار از سطح حساسیت تجهیز بالاتر می‌رود انجام می‌گیرد. انتخاب آستانه‌ها در یک شبکه فعال الکتریکی (مانند ورودی به یک محرکه با قابلیت تنظیم سرعت) بسیار مشکل تر است. اگر آستانه‌ها خیلی پایین انتخاب شوند، نوسانات دائمی، قابلیت‌های مونیتر را از بین برده و ممکن است حتی از گزارش شدن بسیاری از اعوجاجات قابل ملاحظه جلوگیری کنند.

### ۸-۱۰-۳- ملاحظاتی در خصوص حساسیت تجهیزات

بهترین نوع تنظیم آستانه‌ها، انتخاب آنها متناسب با سطوح حساسیت تجهیز تحت آزمون است. سطوح حساسیت تجهیز را می‌توان از مشخصات فنی آن و یا از بررسی‌های گذشته انجام شده روی آن تجهیز بدست آورد. این اطلاعات بندرت در استانداردهای صنعتی برای هر تجهیز مشخص در دسترس است. حتی هنگامی که اطلاعات ویژه در دسترس باشد نیز ممکن است سطوح حساسیت تجهیز همواره با آستانه مونیتر تطبیق نیابد. سطوح حساسیتی که معمولاً از روی استانداردهای صنعتی گرفته می‌شود اغلب برای تنظیم آستانه‌ها مفید خواهند بود، بخصوص هنگامی که همراه با سطوح مشخص شده توسط سازنده به کار می‌روند.

آستانه‌ها باید کمی پایین تر از سطوح حساسیت تجهیز تنظیم شوند تا مطمئن شویم که شکل موج اعوجاجی گزارش خواهد شد. طول عمر تجهیز، تفاوت بین سطوح حساسیت تجهیز با آنچه که در پلاک

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

مشخصات آمده است ودقت مونیتر عواملی هستند که در زمانی که سطوح ولتاژ زیر سطوح حساسیت موردانتظار هستند سبب عملکر نادرست تجهیز خواهند شد.

حده ۱-۸-۳- قواعد کلی. د.ا. تنظیم آستانه‌ها

ملاحظات	تعلیم پیشنهادی	مورد اندازه گیری	
۱- درصد ولتاژ نامی تقارن	۲۰۷ ولت مؤثر	فلزی	آستانه‌های ولتاژ فلز
۵- درصد ولتاژ نامی تقارن	۲۲۱ ولت مؤثر	برآندگی ولتاژ	
تقریباً حدوده دوربرابر ولتاژ نامی فلز - نورال	۲۲۰ ولت	گذرا	ولتاژ فلز
حدوده یک درصد ولتاژ نامی فلز - نورال	۲۱۵ ولت	نورال	
سطح امواج ولتاژ در پارهای که تحت تأثیر قرار می‌گیرند	امواج هارمونیک	هارمونیک‌ها	آستانه‌های ولتاژ فلز
	کل ۵ درصد		
	۰/۳ ± هرگز	فرکانس	آستانه‌های ولتاژ فلز
	۲۲	عدم تعادل ولتاژ	
عدم تعادل ولتاژ بیش از ۱،۲ می‌تواند ریزه تجهیز تأثیر گذاره			آستانه‌های ولتاژ فلز
سطوح نمونه برای مثال موجود زمین یا نورال	۳ ولت مؤثر	برآندگی ولتاژ	
ده تا بیست درصد ولتاژ فلز - نورال	۳۸ ولت پیک	گذراهای حساس	آستانه‌های ولتاژ فلز
سطوح نمونه حساسیت تجهیزات	۶/۵ ولت مؤثر	نورال	
ممکن است احتیاج باشد که آستانه‌های جریان بار بالاتر از	جریان بارهای براساس	جریان فلز / نورال	آستانه‌های جریان
جریان بار عادی انتخاب شوند. این انتضات بستگی به داده‌های	مقدار مؤثر - واقعی		
مطلوب و مقدار نوسان در جریان بار دارد			آستانه‌های جریان
وابسته به ولتاژهای ایمنی و همچنین داده‌های دارای خطا	۱۵- آمپر مؤثر واقعی	جریان زمین	
اندازه گیری شده در دوره‌ی مشترک و نسبت به حداکثر ده‌بند	امواج هارمونیک	هارمونیک	آستانه‌های جریان
جریان بار			
سطوح امواج هارمونیک نامی‌های فرعی باید با توجه به تأثیر	کل ۲۰ درصد برای		آستانه‌های جریان
هارمونیک ریزه تجهیز که مونیتر می‌شود مانند سایر نورال،	مشترکین کوچک و		
پارگلداری فرانس و خازن انتخاب شود	۵ درصد برای		آستانه‌های جریان
	مشترکین خیلی بزرگ		

جدول ۳-۸ می‌تواند به عنوان قاعده کلی برای تنظیم آستانه‌ها بکار رود. این قواعد برای تجهیزات با ولتاژ نامی ۲۳۰ ولت کاربرد دارند.

### ۱۱-۸- طول دوره مونیترینگ

طول دوره مونیترینگ بستگی مستقیم با هدف مونیترینگ دارد. معمولاً این زمان باید بازه زمانی را که الگوی مصرف تکرار می‌شود پوشش دهد. به عنوان مثال، یک مشترک صنعتی ممکن است الگوی مصرف توانش در هر روز و یا در هر شیفت کاری تکرار شود. بسته به هدف مونیترینگ ممکن است لازم باشد که حداقل یک شیفت کاری عمل اندازه‌گیری انجام گیرد.

### ۱-۱۱-۸- مونیترینگ مقدماتی

مونیترینگ مقدماتی فرآیند نسبتاً کوتاهی است. هدف آن بدست آوردن پروفیل کیفیت برق در یک محل مشخص است. اطلاعات اولیه شامل تعیین مقادیر تغییرات ولتاژ و جریان در حالت ماندگار و گذرا می‌باشد. دیگر پارامترها مانند فرکانس نیز می‌تواند از مسائل مورد توجه باشد. طول دوره مونیترینگ باید برابر با سیکل کاری کامل انتخاب شود. اگر وضعیت شبکه برقرسانی تغییر کند، تکرار اندازه‌گیری‌ها

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

و مقایسه با حالت قبل پیشنهاد می شود. پروفیل کیفیت برق ممکن است تغییرات فصلی نیز داشته باشد. بنابراین در فصول مختلف باید مونیتورینگ را انجام داد.

### ۸-۱۱-۲- مونیتورینگ برای حل مشکلات

یافتن مشکل برق یک دستگاه بخصوص که سبب عملکرد نادرست آن شده است می تواند روزها یا حتی هفته ها طول بکشد. این نوع فعالیت باید اعوجاج ویژه ای که سبب مشکل شده است را بیابد. هنگامی که مشکل پیدا شد، راه حل مناسبی باید در نظر گرفته شود. پس از این کار، برای مطمئن شدن از تأثیر راه حل ارائه شده و این نکته که هیچ نوع مسئله جدیدی ایجاد نشده است مونیتورینگ مجدد باید انجام گیرد.

### ۸-۱۱-۳- مونیتورینگ برای مطالعه جامع کیفیت برق

این نوع مونیتورینگ، کلید درک و فهم چگونگی کیفیت برق در اثر تغییر عمده ای در شبکه برق است. مطالعات برای مدت های طولانی (معمولاً چند سال) در نقاط مختلف شبکه انجام می گیرد.

### ۸-۱۲- تفسیر نتایج مونیتورینگ

#### ۸-۱۲-۱- کلیات

در بررسی مسئله کیفیت برق مهم این است که مشخصات اعوجاج را با عوامل ایجادکننده آن مرتبط نمود. این امر به دانش و آگاهی در خصوص مشخصات انواع مختلف اعوجاجها نیاز دارد. این مشخصات برای هر گروه از اعوجاجات محدوده معینی دارند. شکل موجها و اطلاعات ارائه شده در این دستورالعمل به نحوی طبقه بندی شده اند که تا حدی امکان زمینه تفسیر وضعیت نامناسب کیفیت برق را فراهم آورد.

هنگامی که دلیل اعوجاج مشخص گردید باید تأثیر آن بر روی تجهیزات و راه حل های ممکن جهت بهبود وضعیت کیفیت برق تعیین شوند.

البته همواره نمی توان یک رابطه مستقیم علت- معلولی بین اعوجاج و اثر آن بر روی تجهیزات پیدا نمود. (مثلاً کاهش کیفیت تجهیزات در اثر طول عمر و تداخل سیستم های کنترلی بر روی مسائل کیفیت برق تأثیر می گذارند) در نتیجه ارزیابی تأثیر این اعوجاجها و پیدانمودن راه حل های مناسب مشکل خواهد بود. بهرحال این دستورالعمل کمک خواهد نمود که بتوان به راه حل های مناسب دست یافت

یافتن راه حل های مناسب برای مشکلات ناشی از کیفیت برق شامل موارد متعددی می گردد. برخی از مسائل را می توان با بازبینی تجهیزات، بررسی صحت سیم کشی و سیستم های زمین حل نمود. لیکن بقیه مسائل نیاز به اندازه گیری کامل دارد. بررسی خروجی مونیتورها شاید مهمترین بخش بررسی مسئله کیفیت برق باشد. تنوع بسیار وسایل اندازه گیری و محدودیتهای آنها، محدوده وسیع سیستم های توزیع و مشخصه های مختلف بارها باعث می گردد که تفسیر نتایج به تجربه و مهارت استفاده کننده بستگی داشته باشد.

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

#### ۸-۱۲-۲- بررسی داده‌ها و اطلاعات خلاصه شده

اولین مرحله در تفسیر اطلاعات زمانی بدست آمده از دستگاه مونیتور، بررسی خلاصه‌ای از آنها در یک بازه زمانی است. این بازه زمانی بسته به شرایط موجود، می‌تواند از یک دوره کاری یا حتی یک ماه نیز طول بکشد، ولی بهرحال کمتر از یک دوره کاری نباید باشد. بررسی خلاصه اطلاعات می‌تواند نمایی از مفاهیم مهم را مشخص سازد و به کمک آن، لزوم انجام آزمایش و بدست آوردن جزئیات بیشتر را معین کند.

#### ۸-۱۲-۲-۱- تهیه اطلاعات خلاصه شده

نوع و جزئیات خلاصه اطلاعات باید اهداف اولیه را مشخص سازد. خلاصه اطلاعات باید بر روی دو مقوله اصلی تأیید کند. اول آنکه، اطلاعات را باید برحسب زمان وقوع آن جمع آوری نمود تا بتوان ارتباط بین آنها را مشخص کرد. دوم آنکه اطلاعات باید با توجه به نوع اعوجاج و زمان وقوع دسته بندی شود.

#### ۸-۱۲-۲-۲- بازبینی اطلاعات خلاصه شده

بازبینی اطلاعات بدست آمده بسیار مهم می‌باشد. با توجه به دقت موردنیاز جهت بررسی اطلاعات، همیشه مقداری اطلاعات غلط وارد محاسبات خواهد شد. میزان صحت اطلاعات بدست آمده بستگی به توانایی و تسلط مفسر اطلاعات دارد. بازبینی اطلاعات باید قبل از تفسیر آنها انجام پذیرد. با این کار می‌توان اطلاعات قابل قبول را جدا ساخت.

#### ۸-۱۲-۲-۳- تفسیر اطلاعات خلاصه شده

بعد از مطمئن شدن از صحت اطلاعات خلاصه شده، می‌توان اولین مرحله تفسیر اطلاعات را انجام داد. در این مرحله ممکن است که نتوان به اهداف اصلی رسید ولی می‌توان اطلاعات موردنیاز بیشتری را جهت پیشبرد بررسی بدست آورد. سلسله وقوع حوادث می‌تواند به این عمل بسیار کمک نماید. این سلسله حوادث را می‌توان با سیکل مصرف، مشخصات تجهیزات مونیتورینگ، نتایج مذاکرات با افرادی که در محل مشغول به کار هستند و یا هر نوع اطلاعات جمع آوری شده مقایسه نمود. با استفاده از هیستوگرام زمان-اعوجاج می‌توان به اینکه اعوجاج رخ داده است یا خیر و نیز به زمان وقوع آن واقف شد. الگوی اعوجاجات برحسب زمان می‌تواند به یافتن منبع مسئله عدم کیفیت مناسب برق منجر شود.

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

### ۸-۱۲-۳- جداسازی اطلاعات مهم

اغلب، بررسی اطلاعات خلاصه به راه حل قطعی منجر می‌شود. ولی بهر حال اطلاعات مهم و موردنیازی که قرار است بطور دقیق تر مورد بررسی قرار گیرند مشخص خواهندشد. این اطلاعات، اطلاعات کلیدی نام دارند و به کمک آنها می‌توان به بررسی مسائل پرداخت

### ۸-۱۲-۳-۱- تعیین وقایع کلیدی از روی چندین اعوجاج

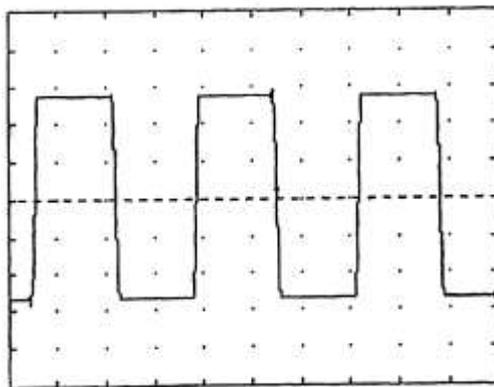
مرحله بعدی در تفسیر نتایج مونیتور شده، بدست آوردن اطلاعات کلیدی و ترکیب آنها با وقایع به وجود آمده می‌باشد. یک واقعه پدیده‌ای الکترومغناطیسی است که از یک یا چند گزارش بدست آمده از دستگاه مونیتور می‌توان آن را نتیجه گرفت. برای مثال، در هنگام قطعی کوتاه مدت که در زمان رفع خطا و اتصالی به وقوع می‌پیوندد دستگاه مونیتور ممکن است این پدیده را به صورت فلش ولتاژ خط-نوترال، قطعی یا یک یا چند حالت گذرا و غیره نشان دهد. تمام اینها تفسیری از یک واقعه قطعی را نشان می‌هند.

بطور عملی، تعیین حوادث و وقایع کلیدی شامل جمع آوری تمام اعوجاجاتی است که می‌توانند حوادث یکسان را توصیف نمایند. اگر همزمان با وقوع فلش ولتاژ خط به نوترال، افزایش ولتاژی در نوترال، زمین به وجود می‌آید علت آن می‌تواند تغییر بار در مدار مونیتور شده باشد. بسیاری از مواقع یک واقعه به صورت گروهی از اعوجاجات دیده می‌شود که هرکدام اطلاعات ذی قیمتی را فراهم می‌سازند که می‌توان آن اطلاعات را در کنار یکدیگر قرار داد و مسئله را حل نمود. جداسازی حوادث با توجه به زمان وقوع آنها امکان پذیر باشد. شکل ۸-۶ سه منحنی را که نشان دهنده یک واقعه مشخص (یک قطعی مختصر محلی) است را نمایش می‌دهد. توجه کنید که در قسمت ج، اعوجاج در شکل موج نشان می‌دهد که زمان دار شدن مجدد با زمان اعوجاج اولیه بعلاوه طول دوره قطعی می‌باشد.

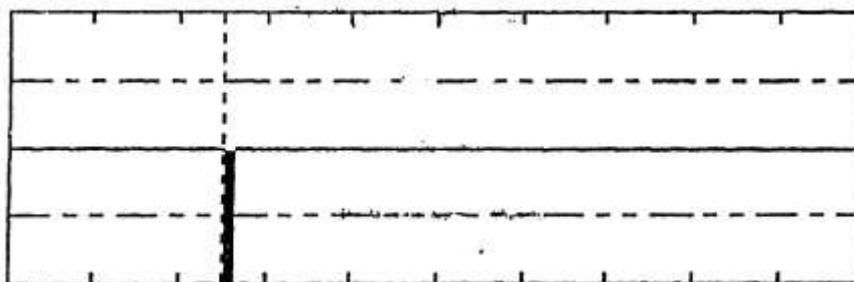


برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

به ماکزیمم خود رسیده و سپس به مقدار صفر بازگشته است. حتی در صورت استفاده از وسایل حفاظتی نیز یک شبکه قدرت خطی به ندرت پاسخی بدین شکل خواهد داشت. اینرسی الکتریکی مربوط به امیدانس سیستم، مقداری جهش را به دنبال خواهد داشت و بنابراین این موج حتماً در اثر خطای دستگاه اندازه گیری ایجاد شده است.



شکل ۸-۷- خروجی ولتاژ مربعی UPS



شکل ۸-۸- موج ضربه منتهی از خطای دستگاه اندازه گیری

#### ۸-۱۲-۴- تفسیر حوادث کلیدی عامل کیفیت نامناسب برق

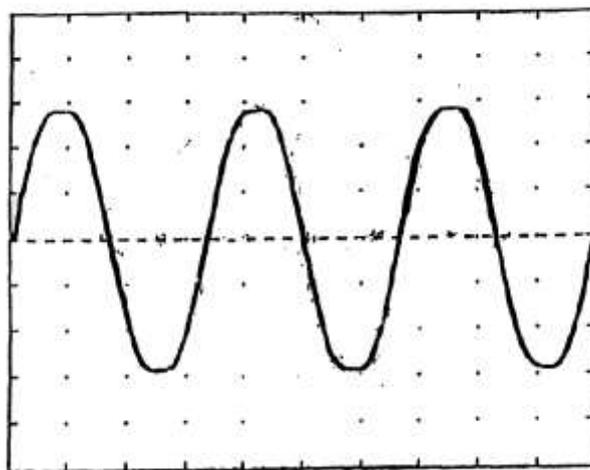
هنگامی که حوادث کلیدی توسط اندازه گیری تشخیص داده شد و بازبینی گردید، قدم بعدی تفسیر این حوادث است. اگر تحلیل خروجی ها حادثه مشخصی را نشان دهد، این امر باید آزمایش شود. اگر به حادثه مشخصی نتوان اشاره نمود باید به ترتیب بروز وقایع، کلیه موارد بررسی شوند. بایستی توجه داشت که بروز هر واقعه ممکن است شامل بیش از یک منحنی یا گزارش باشد. جدول ۸-۴ می تواند به عنوان مراجعی برای تفسیر اطلاعات به حساب آید. این جدول برای شرایط ارائه شده، روش تحلیلی بکار رفته همراه با شماره زیر بخش آن را نشان می دهد. در هر زیر بخش مشخصه و علل ممکن شرح داده شده است.

#### ۸-۱۲-۴-۱- تحلیل شکل موج حالت ماندگار

مفاهیم بسیاری را می توان با آزمایش و تحلیل شکل موج حالت ماندگار بارها یا شبکه قدرت استخراج نمود. این نوع تحلیل روی اعوجاجات متمرکز نمی شود بلکه ترجیحاً روی آنچه که هنگام عدم

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

وجود اعوجاج اتفاق می افتد تکیه دارد. بطور کلی تحلیل شکل موج در محل ورودی مشترک یا کمی بالاتر به سمت شبکه شرکت برق، نتایج مفیدتری را دربر دارد. تحلیل حالت ماندگار اطلاعاتی را در زمینه زیر بدست می آید: نوع بارها صحت عملکرد مناسب شبکه قدرت تحقیق در رابطه با سیم کشی (نوترال اختصاصی یا سهم شده) هنگامی که بارهای مختلف برق دار می شوند، ولتاژها و جریانهای لحظه ای توسط قانون اهم و امپدانس



شکل ۸-۹- پدیده تخت شدن قله موج به دلیل وجود منابع تغذیه سوئیچینگ



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

سینوسی را نشان دهد، برخلاف جریان پالسی شکل بارهای الکترونیکی، یک بار غیرالکترونیکی وجود دارد که از فیدر اختصاصی استفاده می کند همچنین عمل فوق در یافتن دلیل پایین بودن ولتاژ روی بار مفید خواهد بود. اگر ولتاژ نوترال- زمین روی یک مدار ۲۳۰ ولتی کمتر از چند ولت باشد، برای پدیده دلالت دارد که افت ولتاژ روی نوترال کم است بنابراین بالطبع افت روی هادی خط نیز کم خواهد بود. از طرف دیگر، اگر ولتاژ نوترال- زمین بالاتر از حالت قبل باشد افت ولتاژ روی نوترال بالا بوده، بنابراین احتمال اینکه سیم کشی و اتصالات ناکافی باشد زیاد خواهد بود.

جریان در هادی نوترال یک سیستم سه فاز متعادل (سیستم سه فازی که جریان در هر سه فاز مساوی است) برابر صفر است، بنابراین هادی نوترال می تواند سطح مقطع کوچکتری از هادیهای فاز داشته باشد. اما هنگامی که بارهای تک فاز الکترونیکی وجود داشته باشد، مخصوصاً با منابع تغذیه سوئیچینگ، این موضوع درست نخواهد بود.

چون بارهای الکترونیکی تمایل دارند که جریان پالسی شکل را در نزدیکی پیک موج سینوسی از منبع بکشند، جریانهای هارمونیکی در هر فاز نمی توانند حتی در سیستم های دقیقاً متعادل همدیگر را خنثی نموده و در نتیجه جریان نوترال می تواند حتی بزرگتر از جریان فاز باشد. شکل موج جریان ممکن است سینوسی باشد، ولی فرکانس آن ۱۵۰ هرتز خواهد بود. در این حالت سطح مقطع هادی نوترال باید دو برابر سطح مقطع هادی فاز باشد.

توجه کنید که نه تنها ولتاژ موثر زمین- نوترال متناسب با جریان نوترال است، بلکه شکل موج آن نیز دارای این تناسب است. بنابراین اگر فرکانس جریان نوترال ۱۵۰ هرتز باشد فرکانس ولتاژ نوترال زمین نیز ۱۵۰ هرتز می باشد. به دلیل بالابودن جریان نوترال، ولتاژ نوترال- زمین نیز زیاد خواهد بود. همچنین به خاطر داشته باشید که تغییر در ولتاژ نوترال- زمین می تواند در اثر تغییر در امپدانس مثلاً (اتصالات نامناسب) مدار نوترال و یا جریان غیرعادی در مدار زمین باشد.

### ۸-۱۲-۴-۲- شکل موج های اعوجاجی

اعوجاج در شکل موج، پدیده ای است که می تواند باعث تغییر قابل ملاحظه ای در شکل موج ولتاژ یا جریان از یک سیکل به سیکل دیگر شود. عموماً این پدیده ها در رابطه با ولتاژ هستند نه جریان، علت این است که تغییرات دینامیکی بار یک مشترک برق شکل موج جریان را تغییر می دهد. اعوجاج شکل موج می تواند اطلاعاتی را در خصوص عملکرد دقیق سیستم و طبیعت بارهای موجود در یک مشترک ارائه دهد. تعدادی از خرابیهای می توانند منبع اعوجاج را مشخص نموده و برخی دیگر نیز ممکن است علت اعوجاج را معین سازند.

یک سیستم برق AC دارای اینرسی است و در نتیجه باید مشخصه پاسخ سیستم را در نظر گرفت. کلیه بارهای متصل به شبکه قدرت، توان مصرف می کنند. اکثر قطعی ها تغییری در شکل موج واقعی ایجاد می کنند ولی این تغییر به صورت لحظه ای نخواهد بود. جریان می تواند به طور ناگهانی قطع شود اما انرژی ممکن است از طریق میدانها وارد سیستم شود. اکثر بارها مثل موتورها، هنگامی که ولتاژ تغذیه آنها قطع می شود سریعاً متوقف نمی شوند.

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

### ۸-۱۲-۴-۳- فلش / برآمدگی

مشابه با شکل موج اعوجاجی، فلش‌ها و برآمدگی‌ها تغییرات شکل موج ولتاژ و جریان را توصیف می‌کنند. به هر حال فلش‌ها و برآمدگی‌ها نوعاً از  $0/5$  سیکل تا  $1$  دقیقه طول می‌کشند و دارای دامنه‌ای هستند که برحسب مقدار موثر بیان می‌شود این بدان معنی است که به جای مشاهده شکل موج لحظه‌ای، مقدار موثر موج بررسی می‌شود.

اگر این مقدار  $10\%$  کمتر و یا بیشتر از مقدار نامی باشد، یک فلش یا برآمدگی به وقوع پیوسته است. اگر مقدار موثر ولتاژ از  $10\%$  کمتر و یا بیشتر شود و بیش از یک دقیقه طول بکشد پدیده، اضافه ولتاژ یا کاهش ولتاژ به حساب می‌آید.

تغییرات ناگهانی جریان می‌تواند موجب تغییراتی در ولتاژ خط-نوترال و نوترال-زمین شود. برای مثال اگر باری که دارای  $1/5$  ثانیه جریان هجومی است راه اندازی شود، فلش ولتاژ خط-نوترال و افزایش ولتاژ نوترال-زمین برای  $1/5$  ثانیه ایجاد خواهد کرد. در حقیقت بالارفتن ولتاژ نوترال-زمین تقریباً حدود نصف دامنه فلش خط-نوترال است. فلش ناشی از افت ولتاژ هادیهای خط و نوترال است، در حالی که ولتاژ نوترال-زمین تنها در اثر افت روی هادی نوترال می‌باشد.

توجه به اینکه اکثر فلش‌ها و برآمدگی‌های ولتاژ ناشی از تغییرات جریان می‌باشند، می‌توان به راحتی به علل اکثر این نوع اعوجاجات پی برد. هرگاه که دو کمیت ولتاژ و جریان در دسترس باشند، تشخیص علت ممکن است حتی تر نیز صورت می‌گیرد. بسته به محل مونیتورینگ نسبت به کل سیستم قدرت، اینرسی الکتریکی ممکن است خود را به صورت فلش یا برآمدگی نشان دهد.

### ۸-۱۲-۴-۴- اعوجاج‌های با فرکانس بالا

بسیاری از اعوجاج‌های موجود در شبکه برق، دارای فرکانس شبکه قدرت نیستند. برخی از این اعوجاجات سیگنالهای فرکانس بالا، ولتاژ پایین و دائمی بوده که روی خطوط انتقال جریان دارند. برخی دیگر نیز سیگنالهای ولتاژ بالا یا متوسط هستند که گذرا نامیده می‌شوند. هنگامی که این اعوجاجات به شبکه قدرت تزریق می‌شوند پاسخ آنها با پدیده فرکانس پایین متفاوت خواهد بود.

در فرکانسهای بالا، شبکه قدرت در معرض کوپلینگ خازنی و دیگر پدیده‌هایی قرار می‌گیرد که در تحلیل‌های فرکانس پایین در نظر گرفته نمی‌شدند. مدل‌های فرکانس بالا هنگامی بکار می‌روند که حالات گذرا و دیگر اعوجاجات با مولفه‌های فرکانسی حدود  $20$  برابر فرکانس اصلی شبکه قدرت وجود داشته باشند. برای مثال، در فرکانس حدود  $1000$  هرتز، از تأثیر پدیده‌های فرکانس بالا نمی‌توان صرف‌نظر نمود. داده‌هایی که چنین حالات گذرای را نشان می‌دهند می‌توانند از یک سیم به سیم دیگر انتقال یابند حتی اگر این سیم‌ها به یکدیگر اتصال نداشته باشند (مثلاً از طریق کوپلینگ خازنی) امواج با فرکانسهای بالا می‌توانند از کلیدهای باز نیز انتقال یابند. مشخصه‌های فرکانس بالا شبکه قدرت باید در محدوده فرکانسی ذکر شده در نظر گرفته شوند. پدیده انعکاس امواج در این محدوده فرکانسی نیز می‌تواند رخ دهد (یادآوری می‌گردد که نصف طول موج یک موج یک مگاهرتزی تنها  $150$  متر است) گرچه آنها معمولاً توسط بارهای خازنی روی خط سریعاً میرا می‌گردند. حالات گذرا معمولاً در اثر اضافه کردن یا

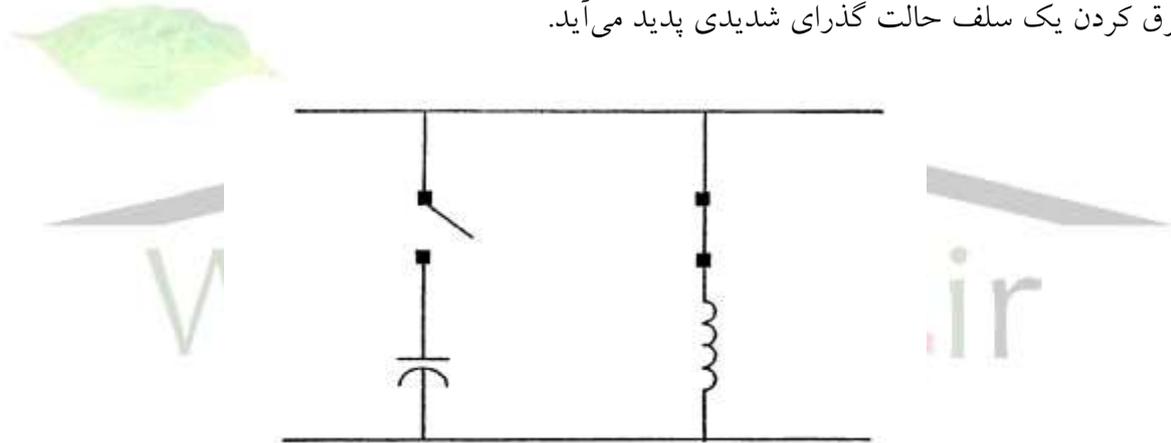
## برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

برداشتن بارهای راکتیو از روی خطوط ایجاد می شوند. البته علل محیطی مانند صاعقه نیز می توانند عامل به وجود آمدن آنها باشد.

یک مدل بسیار ساده از یک خازن و یک سلف در شکل ۸-۱۰ آمده است. خازنی که به یک شبکه قدرت متصل می شود نوعاً در حالت دشارژ است هنگامی که خازن برق دار می شود حدود ۱۰۰۰ درصد جریان نامی را برای حدود ۱ تا ۵ سیکل از شبکه می کشد که این موضوع می تواند یکی از علل پدیدار شدن حالت گذرای کلیدزنی باشد. انرژی کشیده شده از خازن توسط گذراها منعکس می گردد. این بدان معنی است که چون انرژی از منبع کشیده می شود لبه جلورونده موج گذرا دارای پلاریته ای مخالف با شکل موج AC است، یعنی در صورتی که بار خازنی در نیم سیکل مثبت برق دار شود، لبه جلورونده حالت گذرا، منفی خواهد بود.

اگر یک بار خازنی به یک شبکه اندوکتیو متصل شود ممکن است پاسخ فرکانسی سیستم را نیز تغییر دهد. یک مدار LC دارای فرکانس تشدید خواهد بود که می تواند با گذراهای خازنی، تحریک شده و منجر به یک گذرای نوسانی میرا شونده گردد.

از طرف دیگر هنگامی که یک سلف به شبکه قدرت اتصال می یابد. مقدار گذرا زیاد نخواهد بود، چون در این حالت سلف جریان کشیده و میدان مغناطیسی خود را ایجاد می کند. به هر حال در زمان بی برق کردن یک سلف حالت گذرای شدیدی پدید می آید.



شکل ۸-۱۰- مدلی برای تولید گذرای ناشی از بار

اگر سوئیچ کنترل بار سلفی باز شود سه اتفاق رخ می دهد. اول میدان مغناطیسی که در حال از بین رفتن است باعث ایجاد حالت گذرای می شود. چون این حالت گذرا مقداری انرژی به سیستم بر می گرداند موقعیت آن روی شکل موج AC با پلاریته مشابه خواهد بود دوم در طی جلوگیری از عبور جریان ممکن است در کلید قوسی زده شود این قوس به عنوان یک نویز بسیار سریع روی حالت گذرای سلفی تأثیر گذاشته و روی آن سوار می شود. سوم، بسته به دامنه جریان قطع شده سوئیچ ممکن است دوباره وصل شود. وصل مجدد سوئیچ، گذرای دیگر کوچکتری را بلافاصله پس از گذرای اول تولید می کند.

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

#### ۸-۱۲-۴-۵- هارمونیکها

هارمونیکها، اعوجاج حالت ماندگاری را روی سیگنالهای جریان و ولتاژ ایجاد می کنند. گرچه هارمونیکها همواره در شبکه قدرت وجود داشته اند، با این حال ظهور کامپیوترها و وسایل تبدیل توان AC به DC بر میزان آنها افزوده است. امروزه فرض موج سینوسی کامل در طراحی ها و کاربردهای عملی خطای قابل ملاحظه ای را دربر خواهد داشت.

سه روش برای تحلیل هارمونیکها وجود دارد. اولین آنها شامل راههای ساده متعددی برای اثبات وجود هارمونیک در شبکه قدرت می باشد. دومین روش کمک می کند تا باری را که عامل ایجاد اعوجاج هارمونیک است شناخته شود و آخرین آنها چگونگی کار با داده های هارمونیک برای بدست آوردن طیف امپدانسی یک شبکه قدرت می باشد.

#### الف- (وجود هارمونیک)

قبل از آنکه تجهیزات دقیق اندازه گیری هارمونیک بکار گرفته شود، روشهای ساده متعددی می تواند انجام گیرد تا وجود هارمونیکها در شبکه را اثبات کند. اندازه گیری احتیاج به وسایل سستی و تجهیزات اندازه گیری مقدار موثر واقعی خواهد داشت. اگر پاسخ هر کدام از سوالات زیر مثبت باشد، هارمونیک در شبکه وجود دارد:

آیا ضریب قله (نسبت پیک به موثر) ولتاژ یا جریان با عدد  $1/4$  تفاوت دارد  
 آیا ضریب شکل (نسبت موثر به متوسط) ولتاژ یا جریان با عدد  $1/1$  تفاوت دارد  
 آیا مقدار اندازه گیری شده از یک وسیله اندازه گیری از نوع موثر واقعی با مقدار اندازه گیری شده توسط وسیله اندازه گیری از نوع متوسط گیری تفاوت دارد.  
 آیا جریان نوترال در یک تابلو بزرگتر از آنچه که در حالت نامتعادل مورد انتظار است می باشد.

#### ب- (طیف هارمونیک)

اگر وجود هارمونیکها در شبکه قدرت اثبات شد، قدم بعدی احتیاج به استفاده از یک دستگاه اندازه گیری دقیق و یا تحلیل گر هارمونیک خواهد داشت. چنین وسیله ای می تواند اطلاعات ویژه ای را در خصوص سطوح هارمونیک تهیه کند. برخی از آنها تنها اعوجاج هارمونیک کل THD را محاسبه می کنند، در حالی که بقیه THD و طیف هارمونیک را ارائه می دهند. طیفهای هارمونیک می تواند در دسته بندی انواع بارها بسیار مفید واقع شود. سه نوع طیف هارمونیک در زیر می آید:  
 اگر هارمونیکهای زوج قابل ملاحظه ای وجود داشته باشد، سیگنال جریان یا ولتاژ نسبت به محور صفر متقارن نیست.

یکسوکنده های تک فاز نوعاً جریانهای هارمونیک سوم بالایی تولید می کنند. همچنین در این نوع وسایل دامنه هارمونیکهای فرد بالاتر از سه نیز به صورت نمائی کاهش می یابد.  
 یکسوکنده های سه فاز هارمونیکهایی را طبق رابطه زیر تولید می کنند:

$$h = k \times q \pm 1$$

که در آن:

h: مرتبه هارمونیک

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

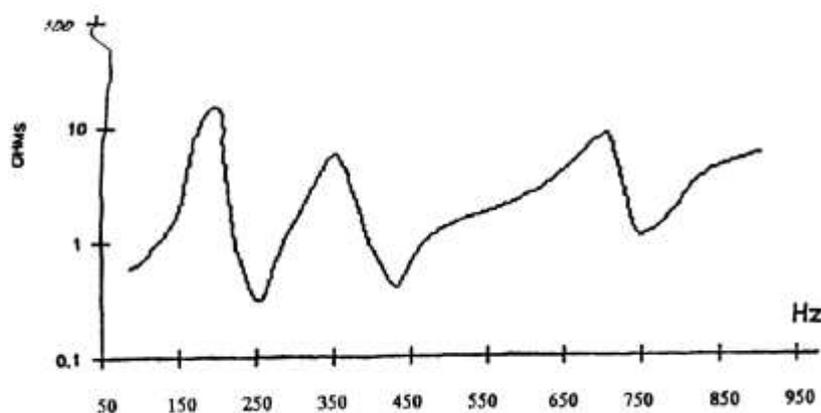
k: ثابت عددی

q: تعداد پالس های یکسوکننده

ج- (طیف امپدانسی)

آخرین روشی که مورد بررسی قرار می گیرد طیف امپدانسی است. یک نمونه از منحنی طیف امپدانسی در شکل ۸-۱۱ آمده است. این روش اطلاعات هارمونیک ولتاژ و جریان را گرفته و امپدانس شبکه را برحسب فرکانس ترسیم می کند. از منحنی فوق می توان اطلاعاتی در خصوص پاسخ فرکانسی سیستم، نقاط تشدید و مشکلات ولتاژی مربوط به اعوجاج هارمونیکها را بدست آورد. برای ایجاد طیف امپدانسی، داده های هارمونیک جریان و تفاضل هارمونیک ولتاژ در نقطه موردنظر باید اندازه گیری شود. داده های مربوط به تفاضل هارمونیک ولتاژ به این معنی است که تفاوت بین داده های هارمونیک ولتاژ در بی باری و بار کامل اندازه گیری شوند. داده های باری می توانند یا با خاموش کردن بار بدست آیند و یا با استفاده از داده های هارمونیک در نقطه ای نزدیک به ترانسفورماتور ورودی مشترک اندازه گیری شوند.

با این داده ها، امپدانس می تواند در هر فرکانس هارمونیک محاسبه و رسم شود. این امر، منحنی مشخصه فرکانسی شبکه قدرت را در نقطه اندازه گیری تعیین می کند، برای مثال اگر در یک فرکانس هارمونیک مشخص امپدانس بالایی مشاهده شد، باید مقدار آن جریان هارمونیک را کم نمود تا اعوجاج ولتاژ نیز کاهش یابد.



شکل ۸-۱۱- امپدانس بر حسب فرکانس

#### ۸-۱۲-۴-۶- تحلیل شناسه ها

شناسه ها نشان دهنده گرافیکی مشخصات پدیده های مربوط به کیفیت برق هستند. برای مثال، برقرار کردن یک نوع بار خاص ممکن است اعوجاجات شبیه به هم را تولید کند این موج اعوجاج یافته، شناسه آن بار نامیده می شود. با مشاهده این شناسه در نتایج مونتورینگ می توان به حضور آن بار خاص پی برد. اکثر پدیده های مربوط به کیفیت برق دارای شناسه هایی هستند که می تواند تشخیص و سپس تحلیل شوند. هرچند اطلاعات بدست آمده از یک گراف بیشتر باشد، امکان اینکه یک اعوجاج بتواند توسط شناسه خودش شناخته شود بیشتر خواهد شد. برای مثال گرافهای مربوط به فلش / برآمدگی که به هطور

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

همزمان ولتاژ و جریان را نشان می دهند ممکن است بسیار سریع تر نسبت به نشان دادن فلش ولتاژ یا جریان به تنهایی به نتایج صحیح منجر شوند. شناسه ها حتماً نباید گرافیکی بوده و می توانند نوشتاری نیز باشند.

آشنا شدن با شناسه های ویژه پارامترهای کیفیت برق در تفسیر هرچه سریع تر داده های گرافیکی مفید خواهد بود، اما در برخی مواقع، این شناسه ها و منحنی های مربوط به آن، به تنهایی کاربرد نخواهد داشت. دیگر پارامترها مانند ساعت وقوع نیز می تواند برای تفسیر داده ها، کلیدی باشد.

کلید تشخیص شناسه ها، در واقع این نکته است که در مقابل چند شناسه ای که به صورت طبیعی رخ می دهد، اکثر آنها به دست انسان اتفاق می افتد. تحلیل این شناسه ها، شامل جستجوی علل ایجاد پدیده و تأثیر که روی عملکرد دیگر تجهیزات می گذرد می باشد. جدول زیر مثالهایی را در خصوص روابط زمانی ارائه می دهد.

جدول ۸-۵- تشخیص الگوها

الگوها	علل ممکن
زمان روز	خازنهای تصحیح ضریب قدرت به صورت اتوماتیک روشن می شود روشنایی مجتمع های تجاری به صورت اتوماتیک روشن یا خاموش شوند.
طول دوره اعوجاج	بارهای دوره ای مثل پمپ ها و موتورها المنت حرارتی پرینتر لیزری برای تنها ۱۰ تا ۳۰ ثانیه روشن است کنترل زمانی پروسه ها و تجهیزات المنت حرارتی پرینتر لیزری، دستگاه های کپی به صورت دوره ای کار می کنند.
نرخ وقوع	گذارهای ناشی از وسایل کنترل SCR در هر سیکل به وجود می آید. موتورها در لحظه راه اندازی گذرا ایجاد می کنند

### ۸-۱۲-۴-۷- ناپیوستگی ها

ناپیوستگی به انحراف کلی برخی از عناصر شبکه از حالت عادی خود اطلاق می شود که مدلهای موجود قادر به توضیح آن نیستند. به طور حسی آنها زیرمجموعه ای از شناسه ها هستند. چون به هر حال یک الگوی گرافیکی را ارائه می دهند. تفاوت ناپیوستگی با شناسه ها در این است که ناپیوستگی ها وجود اثرات خارجی را به اثبات می رسانند.

دو نوع معروف از این عوامل خارجی، وسایل حفاظتی و منابع مستقل می باشند. مهمترین روش برای مشخص کردن ناپیوستگی ها، درک چگونگی عملکرد شبکه قدرت است. انحراف از پاسخ فرکانسی نرمال (طبیعی یا اجباری) معمولاً بر حضور برخی عوامل خارجی دلالت دارد. فهرست زیر برای تشخیص اینکه آیا تأثیر خارجی است یا نه قابل استفاده خواهد بود.

آیا فرکانس سیگنال به طور ناگهانی تغییر می کند؟

آیا محل برخورد به نقطه صفر سیگنال پیوسته باقی می ماند؟

آیا تغییرات دامنه به طور لحظه ای اتفاق می افتد یا مدت زمانی طول می کشد؟

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

#### ۸-۱۲-۵- تحقیق در خصوص تفسیر اطلاعات

در واقع این مرحله ابتدا روی نکات کلیدی متمرکز شده، آنها را جمع آوری و کنار هم می‌چیند و سپس به یک راه حل می‌رسد یا حداقل حدس خوبی می‌زند. قدم انتهای در فرایند تفسیر اطلاعات، یعنی بازبینی مجدد راه حل (یا حدس) برای این است که آیا راه حل پیشنهادی، راه حل واقعی مسئله است یا خیر؟ این کار می‌تواند در طی مرحله پس پردازش انجام گیرد.

روش تحقیقی دیگر، بکارگیری ابزارهای شبیه سازی کامپیوتری است. چنین برنامه‌هایی اجازه می‌دهند که استفاده کننده اعتبار راه حل پیشنهادی را آزمایش می‌کند. این کار بخصوص در زمانی که روش سعی و خطا هزینه بر باشد کاربرد دارد.

#### ۸-۱۲-۵-۱- مونتورینگ مجدد برای تحقیق

هنگامی که راه حلی بکار گرفته شد، مونتورینگ مجدد، میزان موفقیت راه حل را آشکار می‌کند و می‌تواند به سوالات زیر جواب دهد:

آیا تجهیزاتی که قبلاً مدار خارج می‌شد اکنون به طور صحیح کار می‌کند؟

آیا کاهشی در مقدار اعوجاج به وجود آمده است؟

اگر پاسخ جوابهای فوق نه باشد تحقیقات بیشتری لازم خواهد بود. البته این بدان معنی نیست که راه حل ارائه شده اشتباه بوده است.

#### ۸-۱۲-۵-۲- مونتورینگ مجدد برای تعیین عکس العمل سیستم

با تغییر قسمتی از سیستم، کل سیستم تحت تأثیر قرار می‌گیرد ممکن است که با ارائه یک راه حل برای یک مشکل و انجام آن، مشکل دیگری به سیستم اعمال شود. برای مثال اگر مشکل ایجاد شرایط گذرا توسط یک ماشین در سیستم باشد و راه حل آن عوض نمودن محل تغذیه ورودی به ماشین انتخاب شود. در این حال کلیه وسایلی که از محل اول تغذیه می‌شدند مشکلی نخواهد داشت ولی وسایلی که از محل جدید تغذیه می‌گردند ممکن است دچار مسئله شوند. مونتورینگ مجدد کمک می‌کند تا تعیین شود آیا نیاز به بررسی مجدد و راه حل جدید وجود دارد یا خیر؟

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

## فصل نهم

# بررسی کیفیت برق

# در شبکه توزیع خراسان

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

### فصل نهم: بررسی کیفیت برق در شبکه توزیع خراسان

#### ۹-۱- ۱۳۲ kv جمع بندی آماری پدیده های کیفیت توان در سطح ولتاژ

در سطح ولتاژ ۱۳۲ kv، ۲۴ نقطه اندازه گیری شده است که لیست این نقاط در جدول زیر آورده شده است.

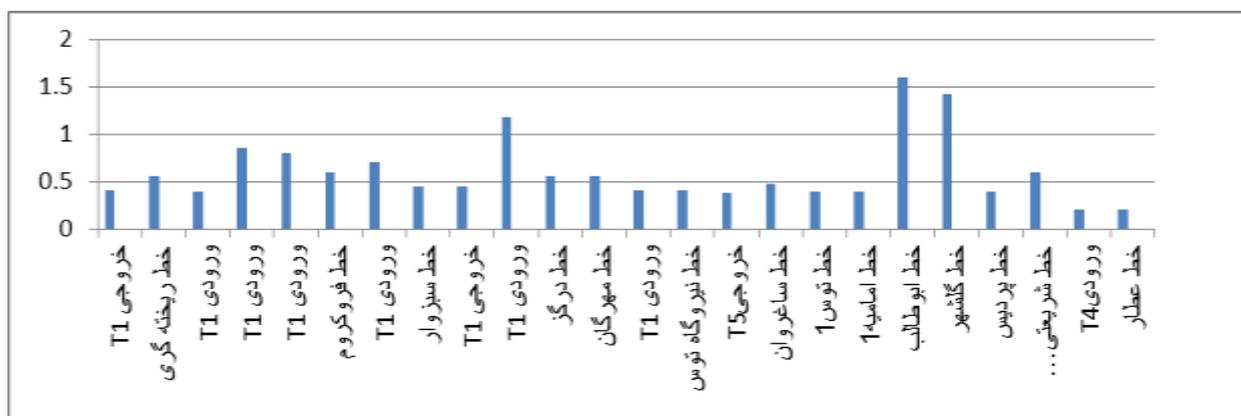
جدول ۹-۱- لیست نقاط اندازه گیری شده در سطح ولتاژ ۱۳۲ کیلو ولت

T1 خروجی خط ریخته گری	پست ۴۰۰ اسفراین
T1 ورودی	پست ۱۳۲ ماشین های الکتریکی
T1 ورودی	پست ۱۳۲ بجنورد
T1 ورودی	پست ۱۳۲ سیمان بجنورد
خط فروکروم	پست ۱۳۲ جوین
T1 ورودی	پست ۱۳۲ سیمان جوین
خط سبزوار T1 خروجی	پست ۴۰۰ سربداران
T1 ورودی	پست ۱۳۲ سیمان سبزوار
خط درگز خط مهرگان T1 ورودی	پست ۱۳۲ شیروان
خط نیروگاه توس	پست ۱۳۲ قوچان
T5 خروجی خط ساغروان	پست ۴۰۰ نیروگاه توس
خط امامبه ۱ خط توس ۱	پست ۱۳۲ شهرک صنعتی توس
خط ابوطالب خط گلشهر	پست ۱۳۲ خواجه ربیع
خط پردیس	پست ۴۰۰ ابوطالب
خط شریعتی-موبیل غدیر	پست ۱۳۲ کوهسنگی
T4 ورودی خط عطار	پست ۴۰۰ نیروگاه نیشابور

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

## ۹-۲- 132KV هارمونیک های ولتاژ در سطح

نمودار زیر اعوجاج کلی هارمونیک های ولتاژ THD را نشان میدهد در این نمودار مقادیر پریونیت شده 95%cp این پارامتر نسبت به مقدار استاندارد ترسیم شده است.



نمودار ۹-۱- 132KV ولتاژ در سطح ولتاژ THD پریونیت شده 95% CP مقادیر

### THD (Total Harmonic Distortion)

THD یا اعوجاج هارمونیک کل، یک پارامتر کیفی بوده و نمایانگر آن است که یک شکل موج یاسیگنال تا چه حد به شکل موج سینوسی نزدیکتر میباشد. مقدار THD بر حسب درصد بیان شده و هرچه میزان آن کمتر باشد شکل موج سینوسی دارای کیفیت بهتر بوده. یکی از شاخص های مهم در تعیین میزان اعوجاج هارمونیک؛ ضریب اعوجاج کلی یا است که به صورت زیر تعریف می شود. THD

$$THD = \frac{\sqrt{\sum_{h=2}^{h_{max}} M_h^2}}{M_1}$$

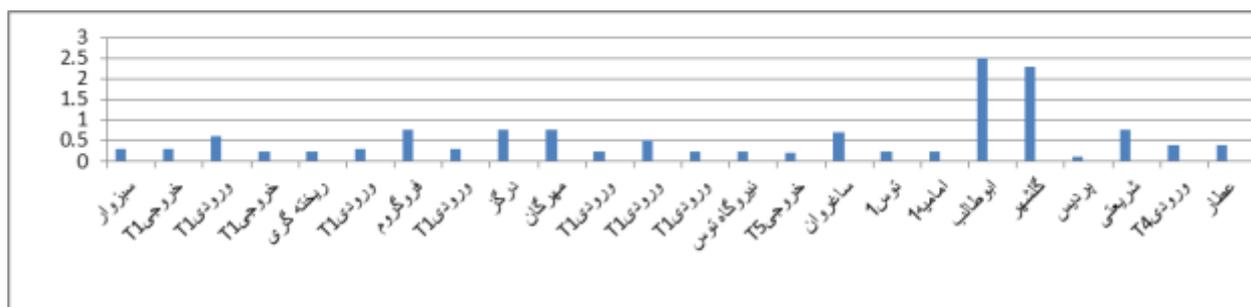
که در آن  $M_h$  مقدار موثر مولفه هارمونیک  $h$  ام کمیت  $M$  می باشد.

این ضریب که معرف میزان تمامی مولفه های هارمونیک موجود در ولتاژ ویا جریان است حاو اهمیت می باشد و نبایستی از میزان معینی (۵ درصد از شبکه های توزیع) تجاوز کند.

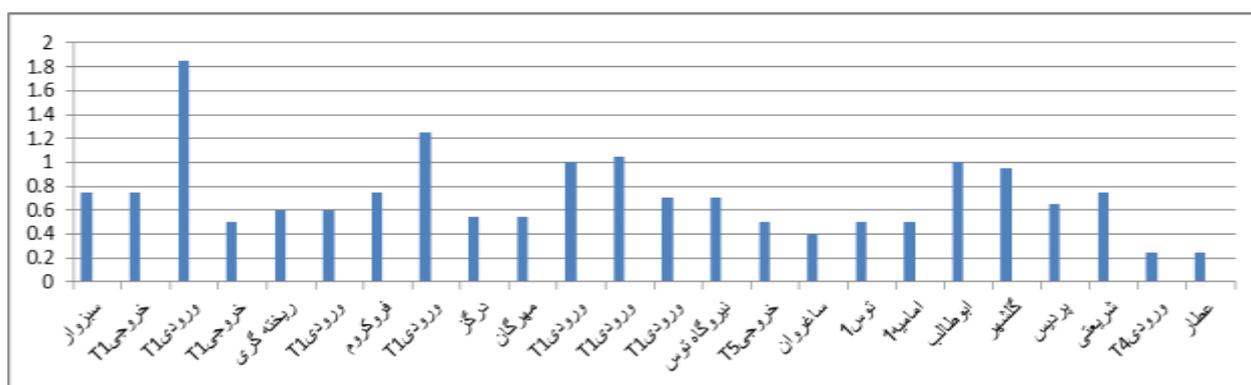
هارمونیک های سوم، پنجم و هفتم ولتاژ نیز در نمودارهای زیر ترسیم شده است.

<sup>1</sup> total harmonic distortion

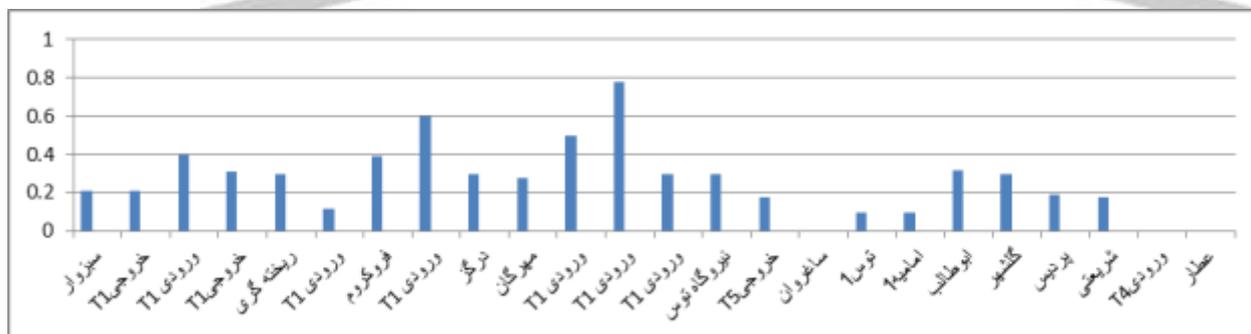
برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم



نمودار ۹-۲- KV۱۳۲ پریونیت شده هارمونیک سوم ولتاژ در سطح CP95% مقادیر



نمودار ۹-۳- KV۱۳۲ پریونیت شده هارمونیک پنجم ولتاژ در سطح ولتاژ CP95% مقادیر



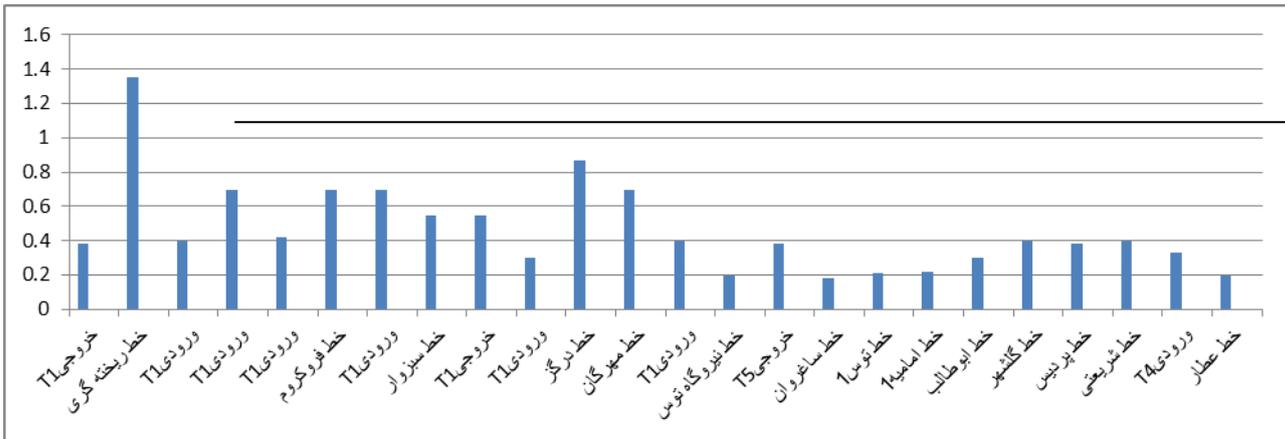
نمودار ۹-۴- KV۱۳۲ پریونیت شده هارمونیک هفتم ولتاژ در سطح ولتاژ CP95% شکل ۴-۴ مقادیر

اعوجاج کلی هارمونیک ولتاژ اندازه گیری شده در سطح ولتاژ 132KV در پست های "خواجه ربیع و سیما ن سبزوار" خارج از حد مجاز هستند ولی با توجه به اندازه گیری از طریق CVT نمی توان هیچگونه اظهار نظری نمود.

### ۳-۹- هارمونیک های جریان در سطح kv ۱۳۲

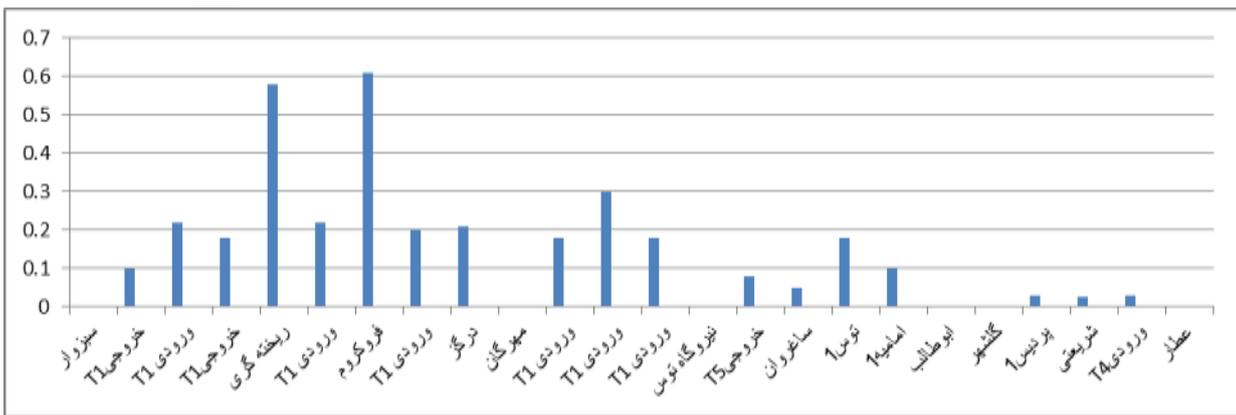
نمودار زیر اعوجاج کلی هارمونیک های TDD را نشان میدهد. در این نمودار مقادیر پریونیت شده CP95% این پارامتر نسبت به مقدار استاندارد ترسیم شده است.

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

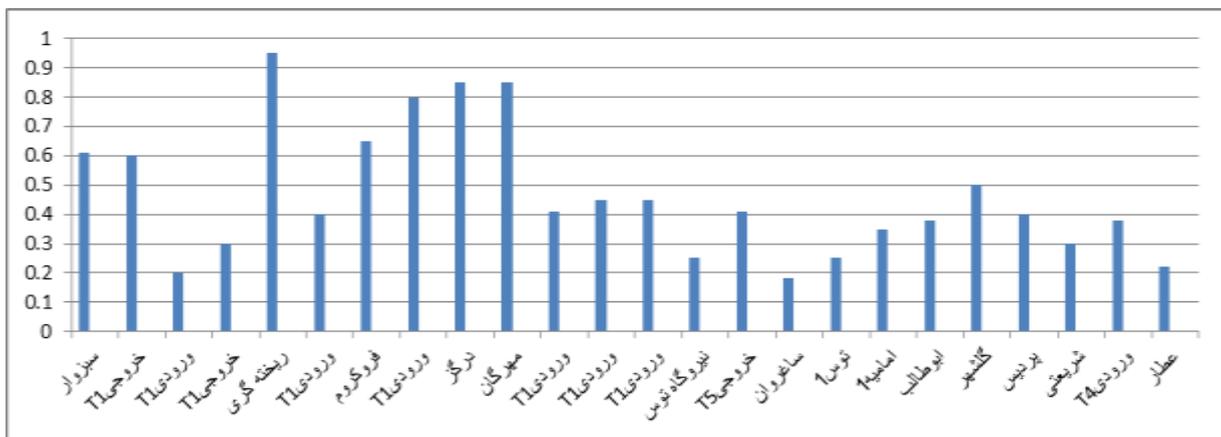


نمودار ۹-۵-۱۳۲ KV ولتاژ جریان در سطح TDD پریونیت شده ۹۵٪ CP مقادیر

هارمونیک های سوم، پنجم و هفتم جریان نیز در نمودارهای زیر ترسیم شده است.

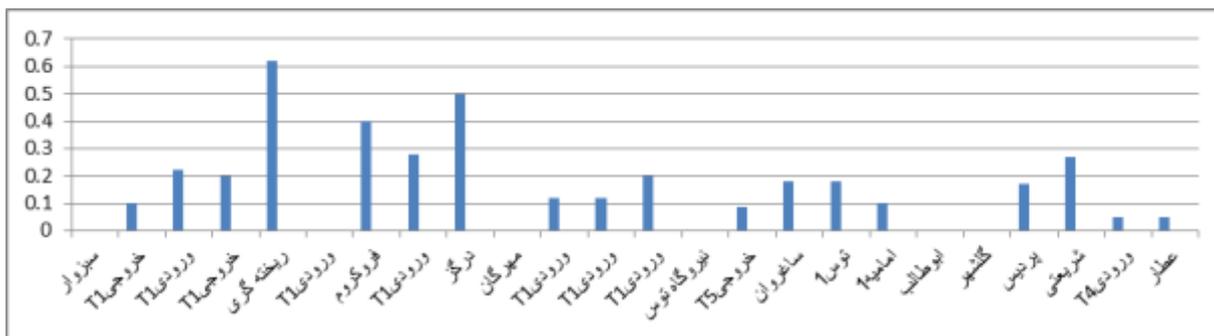


نمودار ۹-۶-۱۳۲ KV پریونیت شده هارمونیک سوم جریان در سطح ولتاژ ۹۵٪ CP مقادیر



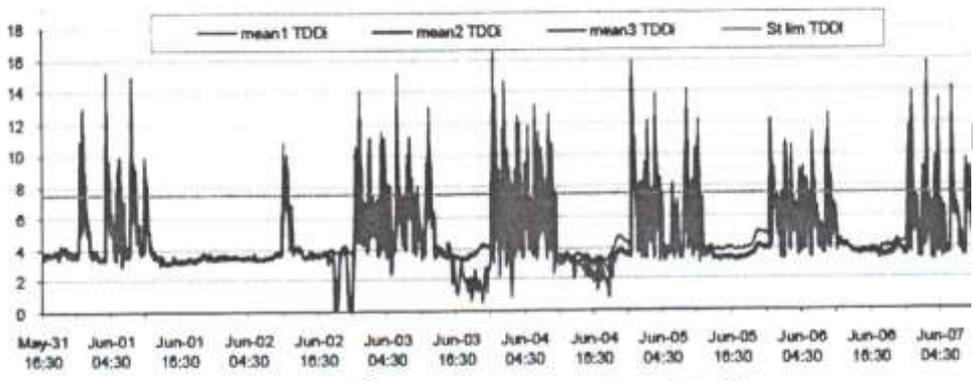
نمودار ۹-۷-۱۳۲ KV پریونیت شده هارمونیک پنجم ولتاژ القایی جریان در سطح ولتاژ ۹۵٪ CP مقادیر

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



نمودار ۹-۸- KV۱۳۲ پر یونیت شده هارمونیک هفتم جریان در سطح ولتاژ CP95% مقادیر

اعوجاج کلی هارمونیک جریان در سطح ولتاژ 132KV تنها در "پست اسفراین" (خط ریخته گری) "خارج از حد مجاز می باشد که به دلیل وجود بارهای غیرخطی مانند کوره های قوس یا القایی دارای هارمونیکهای زوج و فرد غیر مجاز بوده و نیاز به نصب فیلترهای هارمونیک مناسب در این کارخانه میباشد. در نمودار زیر گراف TDD جریان مربوط به این خط نشان داده شده است.

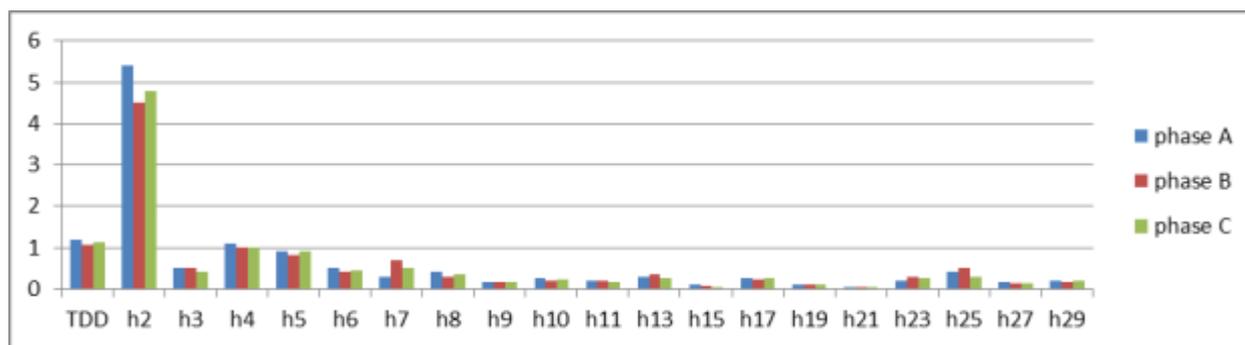


شکل ۹-۳- نمودار TDD جریان خط ریخته گری (پست اسفراین)

نمودار ۹-۹- جریان خط ریخته گری (پست اسفراین)

همچنین در نمودار زیر هارمونیکهای ۲ الی ۲۹ جریان نشان داده شده است. در این نمودار مقادیر CP95% هارمونیکهای جریان به صورت پر یونیت میباشد. در این شکل مشخص است که هارمونیک دوم جریان تقریباً ۵ برابر مقدار استاندارد میباشد. همچنین هارمونیکهای چهارم و پنجم نیز بسیار نزدیک به حد مجاز استاندارد می باشند.

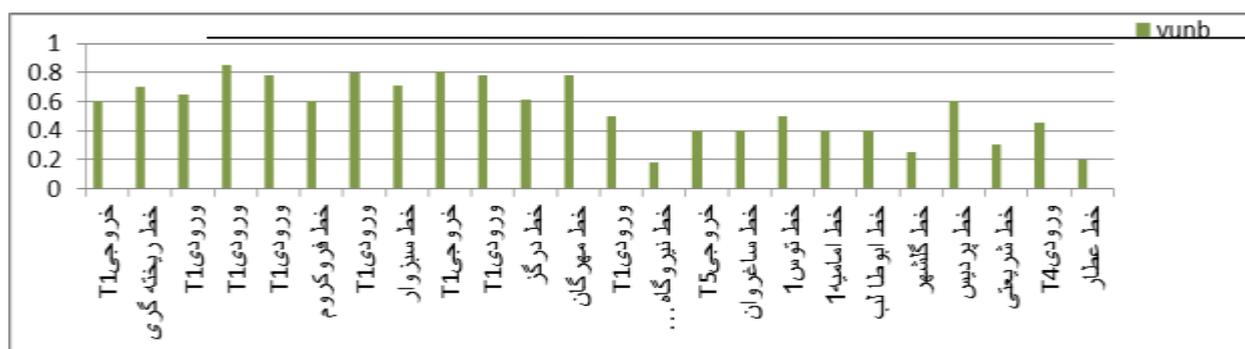
برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم



نمودار ۹-۱۰- هارمونیک‌های جریان خط ریخته گری (پست اسفراین) Cp95%

#### ۹-۴- عدم تعادل ولتاژ در سطح ۱۳۲ kv

در نمودار زیر عدم تعادل ولتاژ نشان داده شده است. در این نمودار مقادیر پریونیت شده cp95 درصد این پارامتر نسبت به مقدار استاندارد ترسیم شده است.

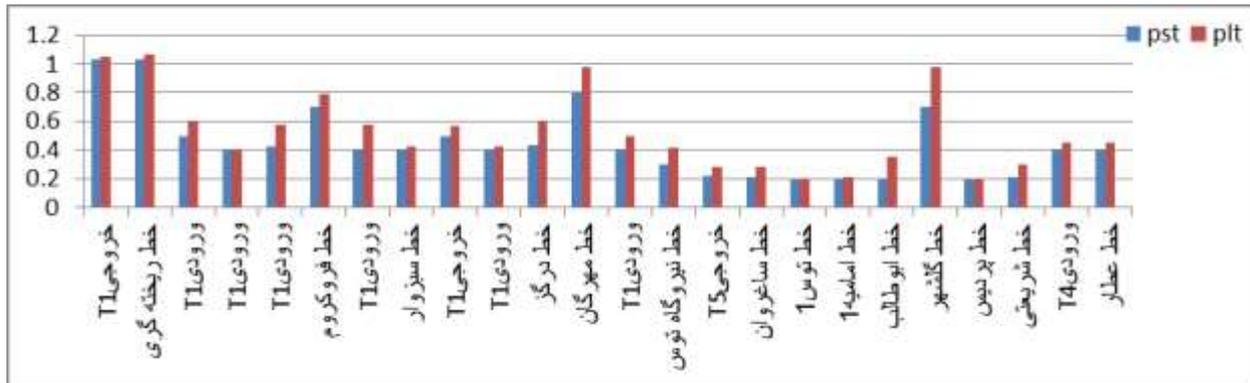


نمودار ۹-۱۱- ۱۳۲ kv پریونیت شده عدم تعادل ولتاژ در سطح ولتاژ %CP95 مقادیر

همان طور که در این شکل مشخص است عدم تعادل ولتاژ در تمام نقاط اندازه گیری در محدوده مجاز قرار دارند.

فلیکر کوتاه مدت و بلند مدت ولتاژ (Plt & Pst) در ۱۳۲ kv در نمودار زیر فلیکر کوتاه مدت و بلند مدت ولتاژ نشان داده شده است. در این نمودار مقادیر پریونیت شده %cp95 این پارامترها نسبت به مقدار استاندارد ترسیم شده است.

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

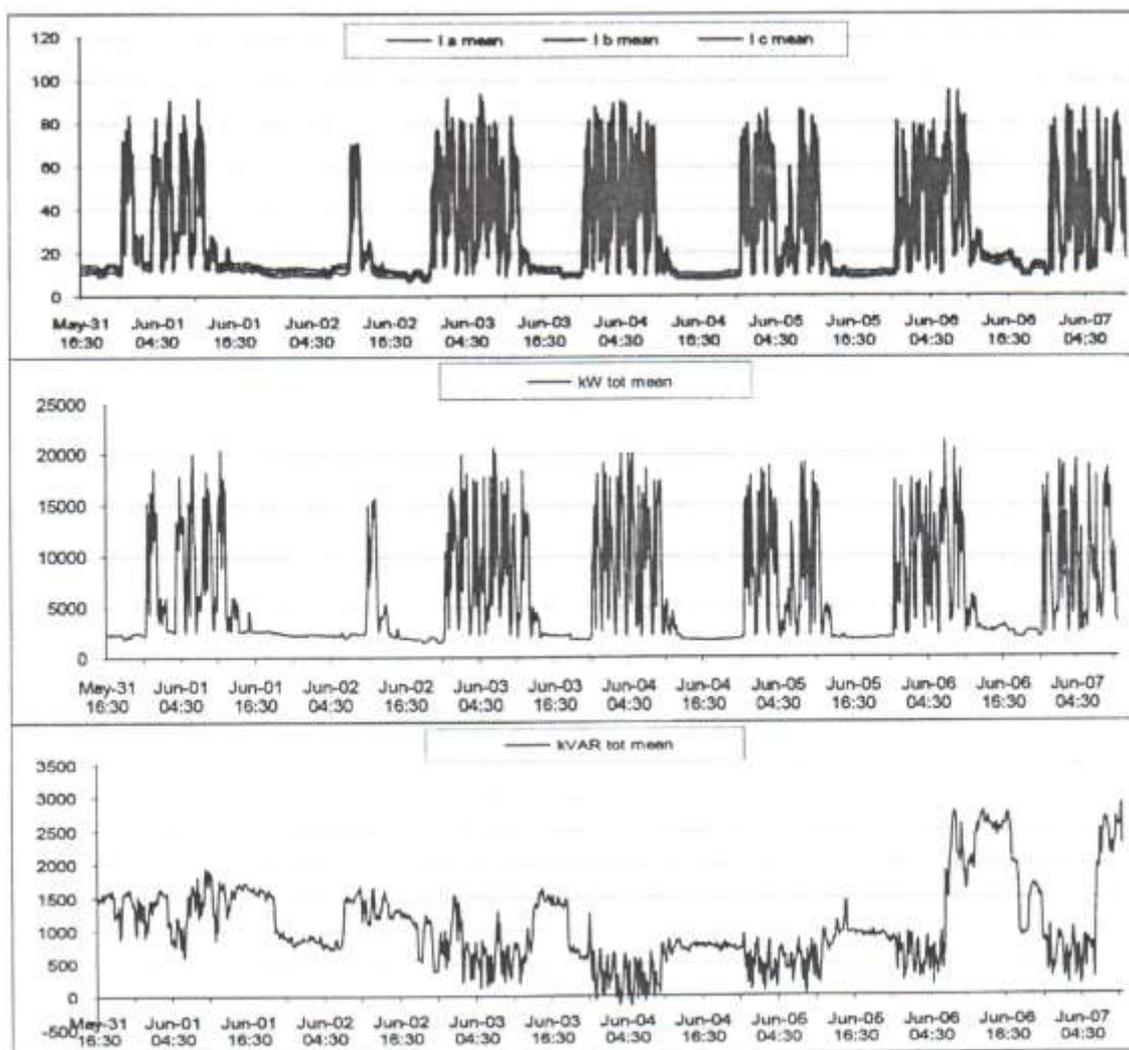


نمودار ۹-۱۲-۱۳۲ kv پریونیت شده فلیکر کوتاه مدت و بلندمدت ولتاژ در سطح ولتاژ 95% Cp مقادیر

با توجه به نمودار بالا فلیکر کوتاه مدت و بلند مدت در سطح ولتاژ 132kv در "پست اسفراین" خارج از حد مجاز می باشد. با بررسی های انجام شده مشخص گردید که تغییرات شدید توان اکتیو و راکتیو خط ریخته گری باعث آلودگی فلیکر در این پست شده و نیاز به نصب SVC مناسب جهت اصلاح فلیکر می باشد. در نمودارهای زیر گرافهای جریان، توان اکتیو و راکتیو خط ریخته گری نشان داده شده است.



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



نمودار ۹-۱۳- گرافهای جریان، توان اکتیو و راکتیو خط ریخته گری (پست اسفراین)

## ۵-۹- خلاصه وضعیت کیفیت توان در سطح ولتاژ ۱۳۲ kv

در مورد سطح ولتاژ ۱۳۲ kv میتوان گفت که:

- ۱- به دلیل اینکه اندازه گیری هاز طریق CVT انجام شده است در مورد هارمونیکهای ولتاژ نمیتوان به طور قطع اظهار نظر نمود.
- ۲- هارمونیکهای جریان در "پست اسفراین (خط ریخته گری)" خارج از حد مجاز میباشد که به دلیل وجود بارهای غیر خطی مانند کوره های قوسی یا القایی دارای هارمونیکهای زوج و فرد غیر مجاز بوده و نیاز به نصب فیلترهای هارمونیکی مناسب در این کارخانه میباشد.
- ۳- عدم تعادل ولتاژ در تمامی نقاط اندازه گیری در محدوده مجاز قرار دارد.
- ۴- فلیکر کوتاه مدت و بلند مدت در سطح ولتاژ ۱۳۲ kv در "پست اسفراین" خارج از حد مجاز بوده که علت این موضوع تغییرات شدید توان اکتیو و راکتیو خط ریخته گری بوده و باعث آلودگی فلیکر در این پست شده است و نیاز به نصب SVC مناسب جهت اصلاح فلیکر میباشد.

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

#### ۹-۶- مشترکین آلوده از نظر کیفیت توان

همانطور که می دانیم ارائه انرژی الکتریکی بدون وقفه با راندمان بالا و با کیفیت استاندارد از لحاظ دامنه، فرکانس، شکل موج ولتاژ در کاهش تلفات انرژی، کاهش قطعی ها و رضایت مشترکین، طول عمر و عملکرد صحیح تجهیزات الکتریکی و سیستم های اندازه گیری و حفاظتی اهمیت زیادی داشته و از اهم مسئولیت های شرکتهای برق می باشد. در طی سالهای اخیر با رشد شدید بارهای غیرخطی کوچک و بزرگ (لامپهای کم مصرف و گازی، مونیورها و وسائل الکترونیکی خانگی، کوره های القایی و قوسی و درایوهای صنعتی) از یک طرف و افزایش بارهای حساس به کیفیت برق (کامپیوترها- میکروپروسور و میکروکنترلرها و سیستم های دیجیتالی صنعتی) از طرف دیگر، مبحث کیفیت توان و شناسائی و اصلاح مشترکین آلوده کننده از اولویت خاصی برخوردار است. در این رابطه اندازه گیریهای بر روی نقاط مختلف شبکه برق استان خراسان توسط شرکت پژوهنده نیرو در سال ۱۳۹۰ انجام گردید که نتایج آن منجر به شناسائی دو مشترک آلوده کننده از لحاظ پدیده های کیفیت توان گردید. در جدول زیر خلاصه مشکلات این مشترکین مشاهده می گردد. همچنین نمودارهای مربوطه نیز در پیوست آورده شده است. که نیاز به نصب ادوات بهبود کیفیت توان میباشد

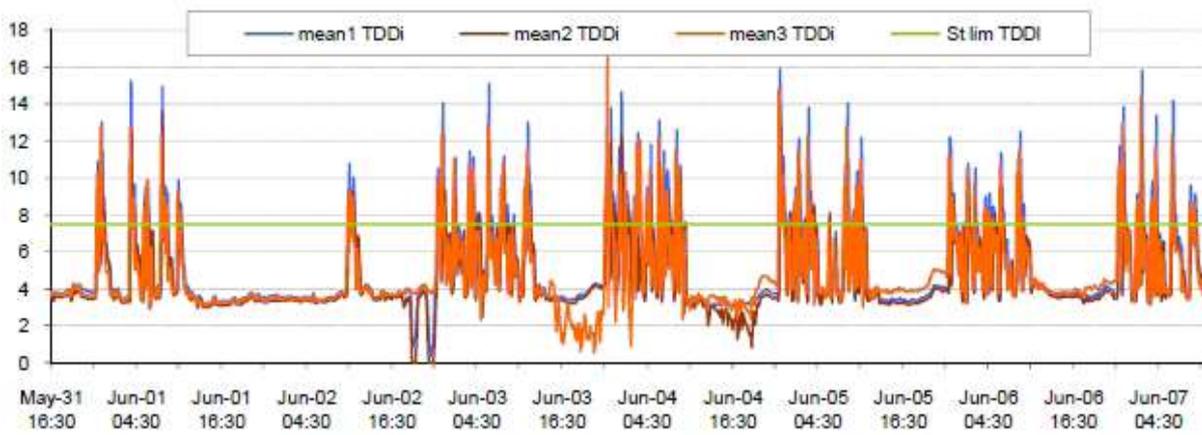
جدول ۹-۲

ردیف	نام مشترک	سطح ولتاژ	پدیده های غیر مجاز
۱	پست ۴۰۰ اسفراین - خط ریخته گری	۱۳۲kv	۱- فلبر ۲- هارمونیک های جریان (TDDi, H2, H4)
۲	پست ۶۳ سیمان مشهد	63kv	۱- هارمونیک های ولتاژ (THD, H5, H7, H11, H13) ۲- هارمونیک های جریان (H11)

#### ۹-۷- پست ۴۰۰ اسفراین - خط ریخته گری

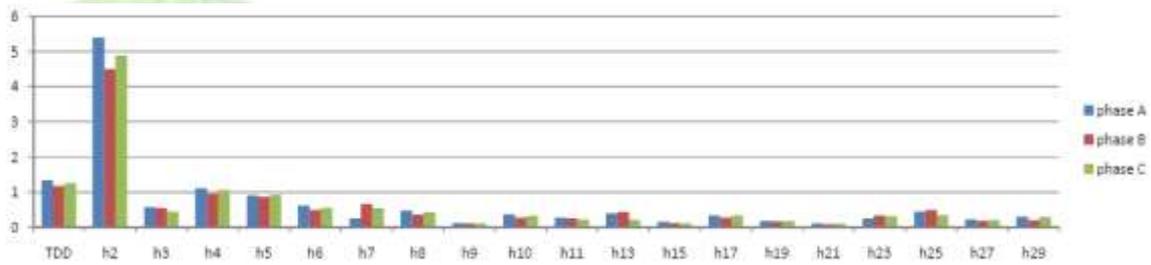
اعوجاج کلی هارمونیک جریان در سطح ولتاژ ۱۳۲ KV در "پست اسفراین (خط ریخته گری)" خارج از حد مجاز می باشد که به دلیل وجود بارهای غیر خطی مانند کوره های قوس یا القایی دارای هارمونیک های زوج و فرد غیر مجاز بوده و نیاز به نصب فیلترهای هارمونیک مناسب و یا تنظیم مجدد فیلترها در این کارخانه می باشد. در نمودار زیر گراف TDD جریان مربوط به این خط نشان داده شده است.

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



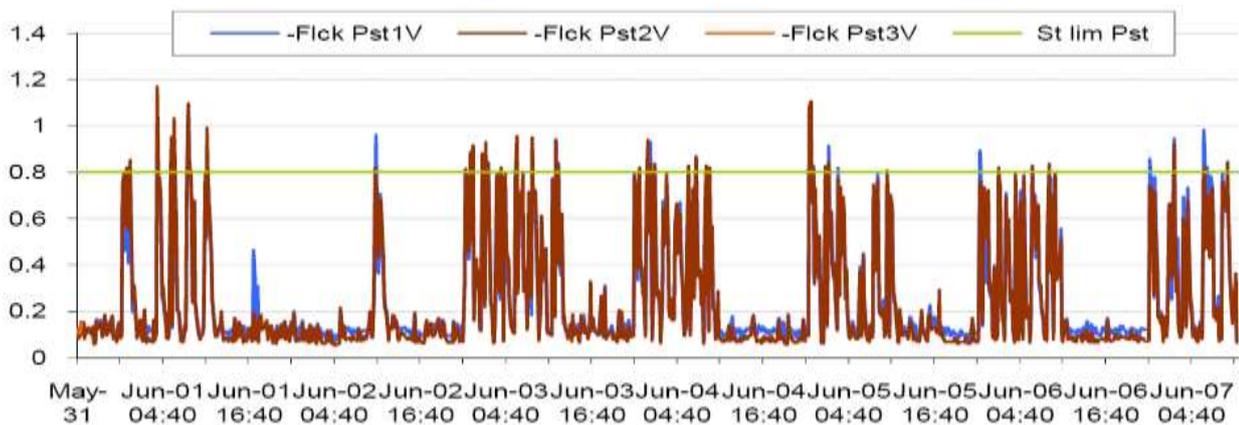
نمودار ۹-۱۴- نمودار TDD جریان خط ریخته گری پست اسفراین

همچنین در نمودار زیر هارمونیک‌های ۲ الی ۲۹ جریان مربوط به خط ریخته گری نشان داده شده است. در این نمودار مقادیر CP95% هارمونیک‌های جریان به صورت نرمالیزه شده نسبت به استاندارد آورده شده است. در این شکل مشخص است که هارمونیک دوم جریان تقریباً ۵ برابر مقدار استاندارد می‌باشد. همچنین هارمونیک‌های چهارم و پنجم نیز بسیار نزدیک به حد مجاز استاندارد می‌باشند.



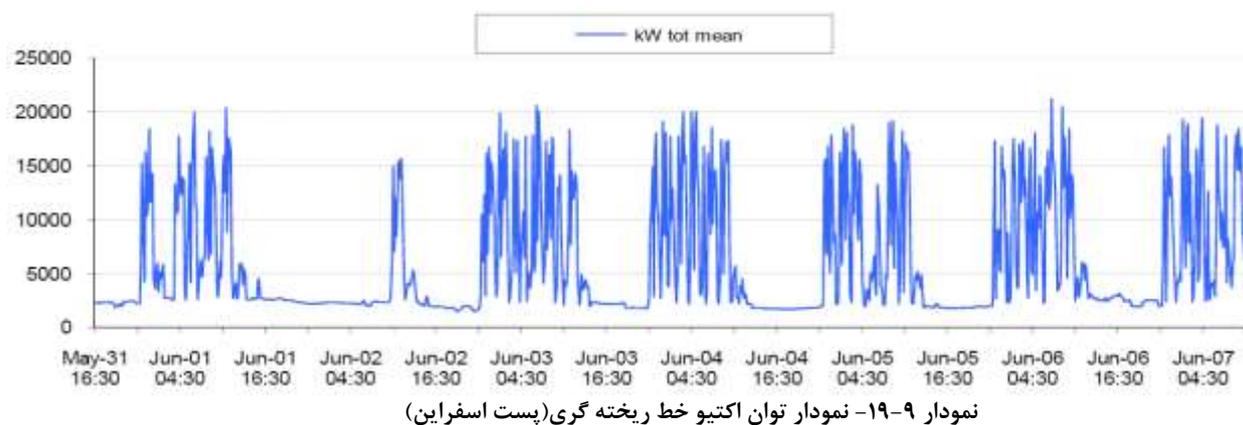
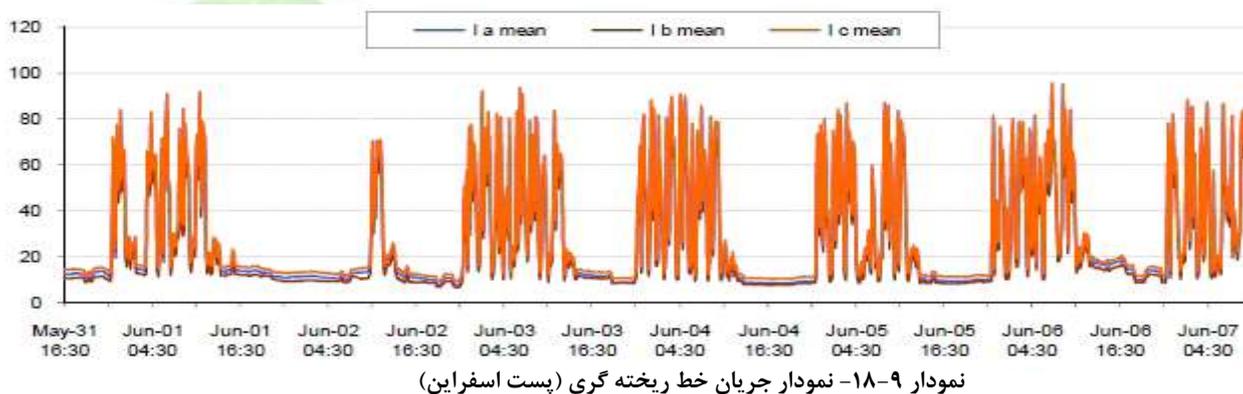
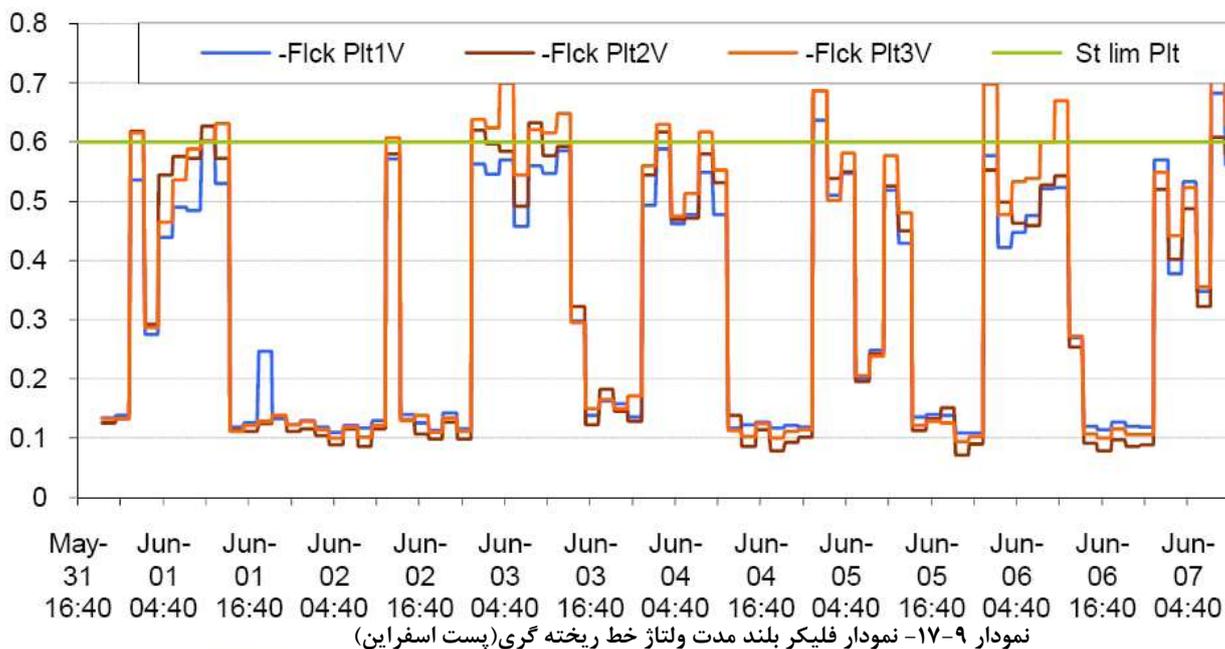
نمودار ۹-۱۵- نمودار CP95% هارمونیک‌های جریان خط ریخته گری (پست اسفراین)

فلیکر کوتاه مدت و بلند مدت در سطح ولتاژ 132KV در پست اسفراین (خط ریخته گری) خارج از حد مجاز می‌باشد با بررسی‌های انجام شده مشخص گردید که تغییرات شدید توان اکتیو و راکتیو خط ریخته گری باعث آلودگی فلیکر در این پست شده و نیاز به نصب SVC مناسب جهت اصلاح فلیکر می‌باشد. در نمودارهای زیر گرافهای فلیکر، جریان، توان اکتیو و راکتیو خط ریخته گری نشان داده شده است.

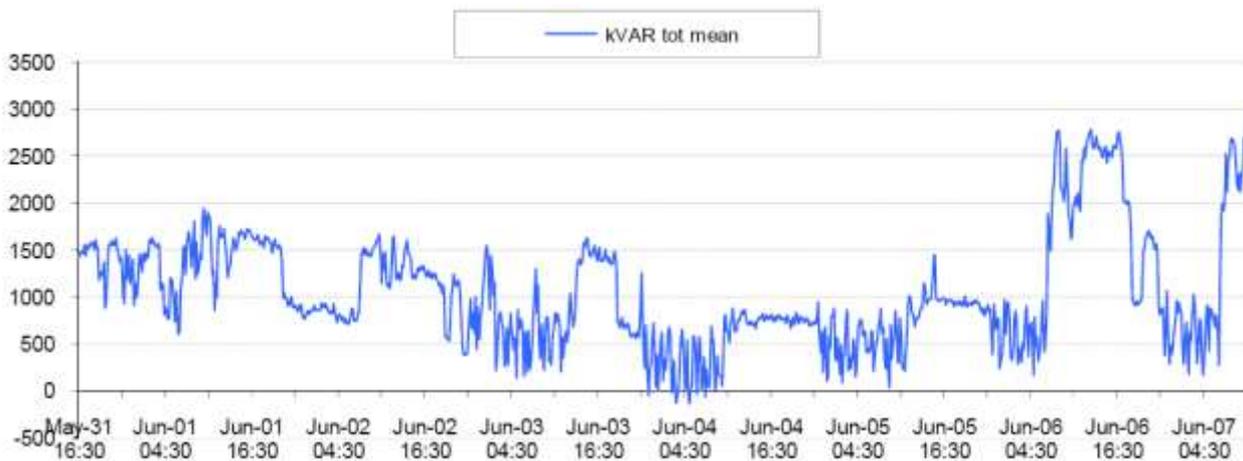


نمودار ۹-۱۶- نمودار فلیکر کوتاه مدت ولتاژ خط ریخته گری (پست اسفراین)

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 لازم



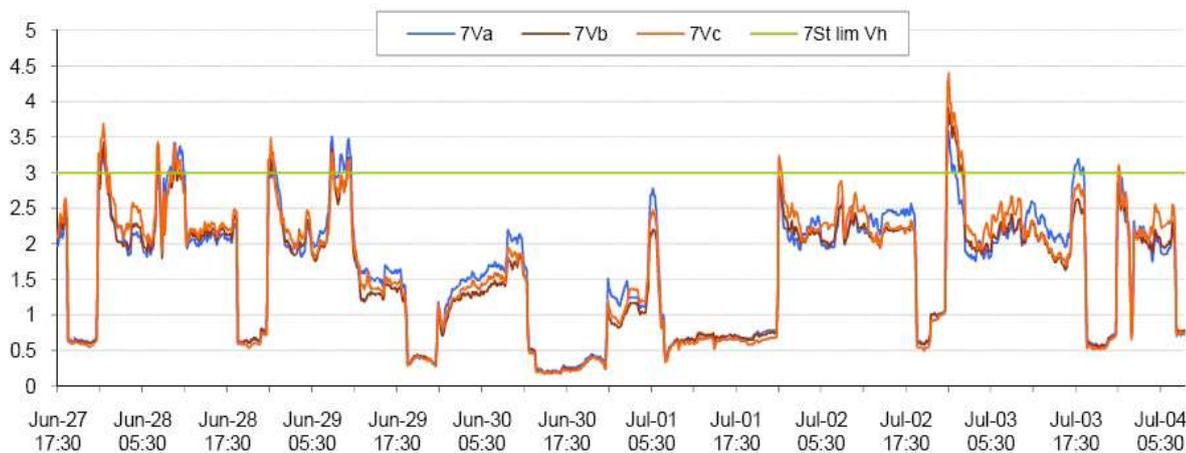
نمودار ۹-۲۰- نمودار توان راکتیو خط ریخته گری (پست اسفراین)

### ۸-۹- سیمان مشهد

اعوجاج کلی هارمونیک ولتاژاندازه گیری شده در پست ۶۳ KV سیمان مشهد خروجی ترانسفورماتور خارج از حد مجاز می باشد که با توجه به اندازه گیریها جهت تزریق هارمونیکها از سمت پایین دست می باشد. در نمودارهای زیر مقادیر هارمونیکهای غیر مجاز نشان داده شده است.

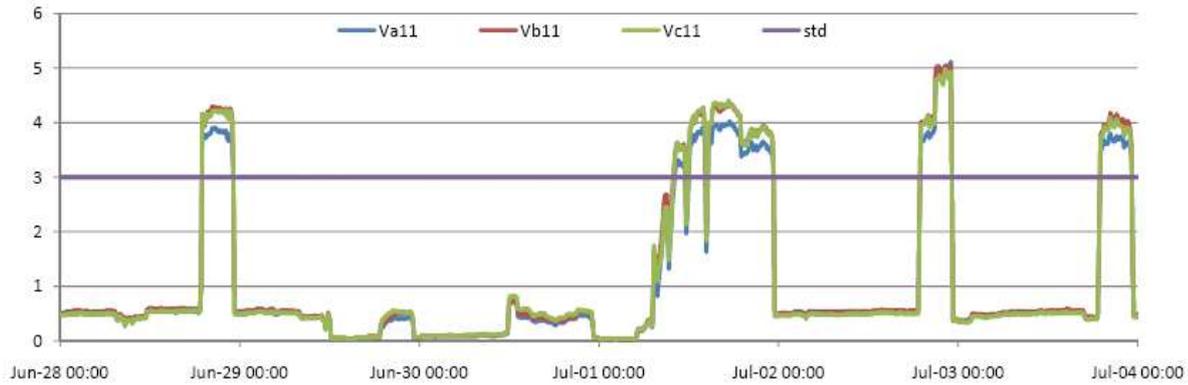


نمودار ۹-۲۱- نمودار هارمونیک پنجم ولتاژ سیمان مشهد خروجی ترانس

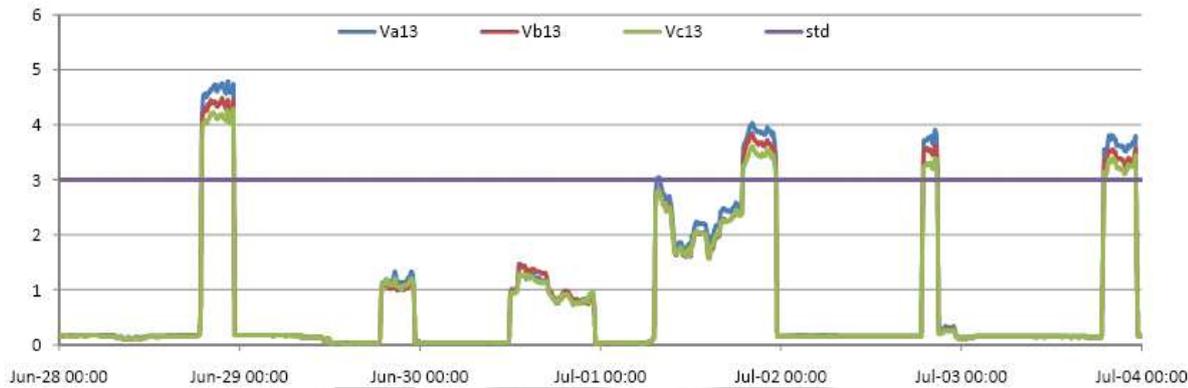


نمودار ۹-۲۲- نمودار هارمونیک هفتم ولتاژ سیمان مشهد خروجی ترانس

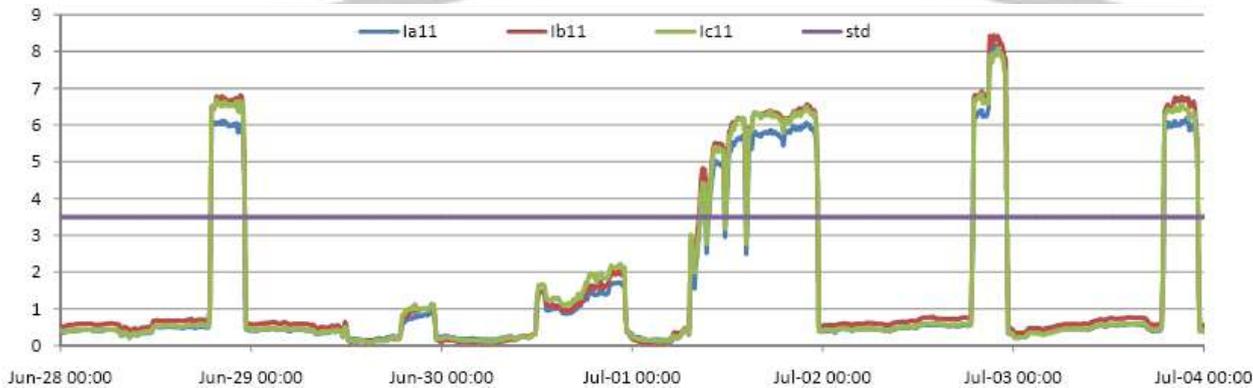
برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم



نمودار ۹-۲۳- نمودارهارمونیک یازدهم ولتاژسیمان مشهد خروجی ترانس



نمودار ۹-۲۴- نمودارهارمونیک سیزدهم ولتاژ سیمان مشهد خروجی ترانس



نمودار ۹-۲۵- نمودارهارمونیک یازدهم جریان سیمان مشهد خروجی ترانس

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

### فهرست منابع

#### فهرست منابع فارسی

- ۱) کتاب اولین کنفرانس تلفات الکتریکی - چاپ شرکت برق منطقه‌ای تهران
- ۲) پروژه کاهش تلفات شهر کرمان - شرکت متن بخش توزیع و انتقال
- ۳) مجموعه مقالات سیستمهای توزیع نوزدهمین کنفرانس بین المللی برق - تهران ۱۳۸۳
- ۴) ارزیابی کیفیت توان - مولفین: جی آریلاگا - ان.آر.واتسون - اس.چن - مترجمین: دکتر سید حسین حسینیان - عضو هیئت علمی دانشگاه صنعتی امیر کبیر - مهندس حسین کیانی و مهندس فرح امیری - کارشناسان ارشد برق منطقه‌ای غرب - ناشر: مرکز نشر دانشگاه صنعتی امیر کبیر
- ۵) ارزیابی فلیکر ناشی از کارخانه فولاد آلیاژی ایران واقع در استان یزد - مولفین: مهندس امیرحسین حاجی میر آقا - مهندس داودجلالی - پژوهشگاه نیرو - پژوهشکده برق
- ۶) سایتهای مربوطه در اینترنت
- ۷) ارزیابی پدیده‌های کیفیت توان - شرکت برق منطقه‌ای خراسان

#### فهرست منابع غیرفارسی

- 1) Distribution planners Manual, Section 10: Flicker Control in Distribution Systems, Canadian Electrical Association (CEA), 1981.
- 2) IEC 868, Flickermeter, Functional and Design Specifications, 1986.
- 3) A. Robert, M. Couvreur, Arc Furnace Flicker Assessment and prediction, CIRED 1989, pp. 97-101.

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

( شماره پروژه = ۵۵ )

پشتیبانی : ۰۹۳۵۵۴۰۵۹۸۶