I.P.I.S

13

1 St . edition
April . 2002

جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic Of Iran

وزارت نیرو
Ministry Of Energy

سازمان مدیریت تولید و انتقال نیروی برق ایران (توانیر)
Iran Power Generation & Transmission Management Organization - Head Office (Tavanir)

۱۳

چاپ اول
اردیبهشت ۱۳۸۱

استاندارد صنعت برق ایـــران – مشـــخصات و خصوصیـــات انرژی الکتریکی (کیفیت برق)
قسمت نهم ــ دستورالعمل انـــدازه گیـــری کیفیـــت بـــرق، بازرسی و اطمینان از کیفیت آن

Iran Power Industry Standards - Power Quality
Part nine : Procedure for the measurement of Power Quality

کمیسیون استاندارد « مشخصات و خصوصیات انرژی الکتریکی (کیفیت برق) - قسمت نهم - دستورالعمل اندازه گیری کیفیت برق ، بازرسی و اطمینان از کیفیت آن »

	سمت یا نمایندگی
رئیس	
نمازی صالح ، ابراهیم (فوق لیسانس مدیریت)	وزارت نیرو_ سازمان توانیر _ معاونت تحقیقات و فن آوری _ دفتر استانداردها
اعضاء	
آبسالان ، یوسف (لیسانس مهندسی برق)	وزارت نیرو - شرکت توزیع نیروی برق کهکیلویه و بویراحمد
ابویی ، امیر (لیسانس مهندسی برق)	وزارت نیرو - شرکت توزیع نیروی برق یزد
احمدی یزد ، محمد (فوق لیسانس مهندسی صنایع)	وزارت نیرو - شرکت برق منطقه ای تهران
اسدی ، ابوالفضل (فوق لیسانس مهندسی برق رشته قدرت)	وزارت نیرو - شرکت برق منطقه ای یزد
اسدی ، فرزاد (لیسانس مهندسی برق)	وزارت نیرو _ شرکت توزیع نیروی برق ایلام
اصغری فرد ، محمود (لیسانس مهندسی برق)	وزارت نیرو -شرکت توزیع نیروی برق تبریز
امیدواری نیا ، اسدا... (لیسانس مهندسی برق - قدرت)	وزارت نیرو _ شرکت توزیع نیروی برق خوزستان
امیریان ، حسین	وزارت نیرو - شرکت توزیع نیروی برق زنجان

(لیسانس مهندسی برق)	
بخشنده ، مهرداد	وزارت نیرو - شرکت برق منطقه ای مازندران
(لیسانس مهندسی برق)	
بهاری وند چگینی ،	وزارت نیرو - شرکت توزیع نیروی برق قزوین
(لیسانس مهندسی برق)	
بهشتی ، محمد حسن	دفتر استانداردهای معاونت تحقیقات وفناوری سازمان توانیر
(لیسانس مهندسی برق رشته قدرت)	
ثقفی اصفهانی، مهدی	وزارت نیرو - شرکت توزیع نیروی برق اصفهان
(فوق لیسانس مهندسی برق رشته قدرت)	
ثقه الاسلام ، سید احمد	وزارت نیرو - شرکت برق منطقه ای فارس
(لیسانس مهندسی برق)	
جلالی ، مرتضی	وزارت نیرو - شرکت برق منطقه ای تهران
(فوق لیسانس مهندسی برق)	
جوادی ، عبدا...	وزارت نیرو - شرکت توزیع نیروی برق زنجان
(لیسانس مهندسی برق)	
جواهری ، احسان	وزارت نیرو - شرکت توزیع نیروی برق مشهد
(لیسانس مهندسی برق)	
حسن پور ، رضا	وزارت نیرو - شرکت توزیع نیروی برق مازندران
(لیسانس مهندسی برق)	

حسینیان ، سید حسین (دکتری برق)	شرکت مهندسین مشاور نیرو
خاتمی ، عبدا... (لیسانس مهندسی برق)	وزارت نیرو - شرکت برق منطقه ای خراسان
خلجی ، علی (لیسانس مهندسی برق)	وزارت نیرو - شرکت برق منطقه ای زنجان
خلیل پور ، آرام (لیسانس مهندسی برق)	وزارت نیرو - شرکت توزیع نیروی برق گیلان
درودی ، عارف (دکتری برق)	شرکت مهندسین مشاور نیرو
رحمانپوری ، محمد (لیسانس مهندسی برق رشته قدرت)	وزارت نیرو - شرکت توزیع نیروی برق لرستان
رستم میری ، فریدون (لیسانس مهندسی برق)	وزارت نیرو - شرکت توزیع نیروی برق غرب مازندران
سعادت نیا ، خانم (لیسانس مهندسی برق)	وزارت نیرو- شرکت برق منطقه ای کرمان
سیروس پور ، علی (لیسانس مهندسی برق)	وزارت نیرو - شرکت توزیع نیروی برق همدان

صباوند منفرد ، حسن (لیسانس مهندسی برق)	وزارت نیرو - شرکت برق منطقه ای آذربایجان
عربی ، عبدالرضا (لیسانس مهندسی برق)	وزرات نیرو- شرکت توزیع نیروی برق کهکیلویه و بویراحمد
غلامعلی پور ، علی اکبر (لیسانس مهندسی برق)	وزارت نیرو - شرکت برق منطقه ای تهران
کرمی ، خانم (لیسانس مهندسی برق)	وزارت نیرو - شرکت برق منطقه ای زنجان
لطفی ، شاپور (فوق لیسانس مدیریت صنعتی)	وزارت نیرو - شرکت برق منطقه ای آذربایجان
محمدیان ، حسین (لیسانس مهندسی برق)	وزارت نیرو - شرکت برق منطقه ای مازندران
نجفی نیا ، مرتضی (لیسانس مهندسی برق)	وزارت نیرو - شرکت توزیع نیروی برق مشهد
نظری ، محمود (لیسانس مهندسی برق)	وزارت نیرو - شرکت برق منطقه ای غرب
نظریان ، پیمان (لیسانس مهندسی برق)	وزارت نیرو - شرکت برق منطقه ای زنجان

هاشمیان ، مجید (فوق لیسانس مهندسی برق)	وزارت نیرو - شرکت برق منطقه ای خراسان
همایونمهر ، عقیل (فوق لیسانس مهندسی برق)	دفتر استانداردهای معاونت تحقیقات وفناوری سازمان توانیر
یاری ، مجید (لیسانس مهندسی برق)	وزارت نیرو - شرکت توزیع نیروی برق ایلام
یاری ، محمد مهدی (لیسانس مهندسی برق)	وزارت نیرو - شرکت توزیع نیروی برق همدان .

دبیر

اعرابیان - آقای مهندس یزدان لیسانس مهندس برق	شرکت مهندسین مشاور نیرو

یادآوری : با توجه به تعداد ۱۱ جلسه برگزار شده برای استاندارد کیفیت برق افراد فوق الذکر در تمامی و یا در تعـــداد بیش از ۳ جلسه حضور داشته اند.

فهرست مندرجات ..... صفحه

پیشگفتار ..... ب
مقدمه ..... پ
۱ هدف ۱
۲ دامنه کاربرد ۱
۳ مراجع الزامی ۱
٤ اصطلاحات و تعاریف ۲
٥ ویژگی ها ۳
پیوست الف ـ واژگان (اطلاعاتی) ٦۳
پیوست ب ـ فرم گزارش مربوط به مونیتورینگ کیفیت برق ٦٥

پیش گفتار

استاندارد " مشخصات و خصوصیات انرژی الکتریکی " کیفیت برق - - قسمت نهم - دستورالعمل اندازه گیری کیفیت برق ، بازرسی و اطمنیان از کیفیت برق " که پیش نویس آن توسط وزارت نیرو ـ سازمان توانیر ـ معاونت پژوهشی ـ دفتر استانداردها و در کمیسیون مربوط تهیه و تدوین شده و مورد تصویب مقام محترم وزارت طی بخشنامه شماره ۷۰۱۰/۳۰/۱۰۰ مورخ ۸۱/۲/۱۰ قرار گرفته است ، اینک به استناد بند «ز» ماده یک قانون تاسیس وزارت نیرو مصوب ۵۳/۱۱/۲۸ و ماده ۷ قانون سازمان برق ایران مصوبه ۱۳٤٦/٤/۱۹ و ماده ۳ آئین نامه اجرائی بند «ج» ماده ۱۲۲ قانون برنامه سوم توسعه اقتصادی واجتماعی وفرهنگی جمهوری اسلامی ایران به عنوان استانداردصنعت برق ایران منتشر می شود. برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت های ملی و جهانی در زمینه صنایع ، علوم و خدمات ، استانداردهای ملی ایران در مواقع لزوم تجدید نظر خواهد شد و هرگونه پیشنهادی که برای اصلاح یا تکمیل این استانداردها ارائه شود ، در هنگام تجدید نظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت . بنابراین برای مراجعه به استانداردهای ایران باید همواره از آخرین تجدیدنظر آنها استفاده کرد.

درتهیه و تدوین این استاندارد سعی شده است که ضمن توجه به شرایط موجودونیازهای جامعه، در حد امکان بین این استاندارد و استاندارد ملی کشورهای صنعتی و پیشرفته هماهنگی ایجاد شود.

منابع و مآخذی که برای تهیه این استاندارد به کار رفته به شرح زیر است :

1- IEEE recommended practice for monitoring electric power quality, IEEE std 1159.

2- J . Lamoree and C. Dewinkel , " Description of MICRO – SMES system for protection of critical customer facilities , IEEE Trans. On power Delivery, Vol.9, No.2, 1994.

3-J. Ruiz, y. Oruondo, Real time power quality measurement and monitoring multichannel system" , IEEE Trans. On power Delivery, Vol.10,No.3, 1995.

4- R.C. Dugan, M. McGranaghan , Electical power system quality , McGraw- Hill, 1996.

5- R.H. Simpson, " Instrumentation, measurement techniques and analytical tools in power quality studies, IEEE Trans. On Industry Applications, Vol. 34, No.3, 1998.

٦-استاندارد ملی ایران ٥ : سال ۱۳۷۸ (تجدید نظر دوم) استانداردهای ملی ایران - مقررات مربوط به ساختار و شیوه نگارش

مقدمه :

استاندارد مشخصات و خصوصیات انرژی الکتریکی (کیفیت برق) از قسمت های مختلفی به شرح زیر تشکیل شده است که می بایستی همراه مراجع الزامی آنها مورد استفاده قرار گیرند.

قسمت اول - کلیات

قسمت دوم - حدود مجاز هارمونیک ها

قسمت سوم - فلش و قطعی ولتاژ

قسمت چهارم - تغییرات ولتاژ و فرکانس

قسمت پنجم - پایداری و پدیده های گذرا

قسمت ششم - زمین کردن

قسمت هفتم - کیفیت برق تحویلی به انواع مشترکین

قسمت هشتم - مشخصات فنی وسایل اندازه گیری و معیار انتخاب آن ها

قسمت نهم - دستورالعمل اندازه گیری کیفیت برق ، بازرسی و اطمینان از کیفیت آن

برای آشنایی بیشتر کاربران این استاندارد علاوه بر قسمتهای فوق گزارش های فنی مشخصات و خصوصیات انرژی الکتریکی (کیفیت برق) در قسمتهای دیگری که جنبه اطلاعاتی وآموزشی دارد با عناوین زیر تهیه شده است.

قسمت اول - مفاهیم و تعاریف کیفیت برق

قسمت دوم - منابع و مراجع استانداردهای کیفیت برق

قسمت سوم - تجزیه و تحلیل نتایج وضعیت موجود کیفیت برق

برای مشخـــص نمودن وضعیت کیفیت پدیده های الکترومغناطیسی موجود د رنقـاط مختلـف شـبکه ، مونیتورینگ کیفیت برق امری لازم و ضروری است. در برخی حالات ، هدف مونیتورینگ تشخیص عـدم سازگاری بین برق تحویلی و تجهیزات مشترکین است. از دیگر اهداف می توان به بهـــبود مـدل هـای الکتریکی و پیش بینی رفتار یک دستگاه و ارایه روش های حذف عوامل اعوجاج زای دستگاه هـا اشـاره نمود.

هدف مونیتورینگ در ساده ترین شکل ، شامل اندازه گیری ولتاژ تحویلی به مشترکین در حالت ماندگار و در حالت های دیگر ، اندازه گیری جریان های هارمونیکی ، ولتاژ های گذرا ، فلش ولتاژ ، فلیکر و دیگـر موارد مربوط به کیفیت برق در یک شبکه توزیع می باشد.

استاندارد مشخصات و خصوصیات انرژی الکتریکی (کیفیت برق)
قسمت نهم ـ دستورالعمل اندازه گیری کیفیت برق ؛ بازرسی و اطمینان از کیفیت آن

۱ هدف

هدف از تدوین این استاندارد بررسی مونیتورینگ کیفیت برق در شبکه های برق ، اثرات کیفیت نامناسب برق بر تجهیزات شرکت های برق ومصرف کنندگان ، تغییر مقادیر اندازه گیری شده ، انتخاب مبدل مناسب وچگونگی کاربرد اندازه گیری کیفیت برق می باشد.

۲ دامنه کاربرد

این استاندارد ارتباط کیفیت برق واندازه گیری ، اصول اساسی اندازه گیری ، روش های کاربردی تجهیزات اندازه گیری و روش ها . مشکلات ارزیابی نتایج حاصله از اندازه گیری با استفاده از ابزارهای مختلف اندازه گیری را در بر می گیرد.

۳ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد به آنها ارجاع شده است. بدین ترتیب آن مقررات جزیی از این استاندارد محسوب می‌شود. در مورد مراجع دارای تاریخ چاپ و یا تجدیدنظر، اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای بعدی این مدارک مورد نظر نیست . معهذا بهتر است کاربران ذینفع این استاندارد امکان کاربرد آخرین اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای مدارک الزامی زیر را مورد بررسی قرار دهند.

در مورد مراجع بدون تاریخ چاپ و/ یا تجدیدنظر، آخرین چاپ و/ یا تجدیدنظر مدارک الزامی ارجاع داده شده مورد نظر است.

استفاده از مراجع زیر برای کاربرد این استاندارد الزامی است :

1-_ IEEE recommended practice for monitoring electric power quality, IEEE std 1159.

2- J . Lamoree and C. Dewinkel , " Description of MICRO – SMES system for protection of critical customer facilities , IEEE Trans. On power Delivery, Vol.9, No.2, 1994.

3-J. Ruiz, y. Oruondo, Real time power quality measurement and monitoring multichannel system" , IEEE Trans. On power Delivery, Vol.10,No.3, 1995.

4- R.C. Dugan, M. McGranaghan , Electical power system quality , McGraw- Hill, 1996.

5- R.H. Simpson, " Instrumentation, measurement techniques and analytical tools in power quality studies, IEEE Trans. On Industry Applications, Vol. 34, No.3, 1998.

٤ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد اصطلاحات زیر یا واژه ها با تعاریف زیر به کار می‌رود.

مونتیور: دستگاه اندازه گیری که علاوه بر اندازه گیری ، امکان نظارت و کنترل را برای بررسی عملکرد سیستم دارا می باشد.

مبدل : دستگاهی کهه توسط آن انرژی از یک سیستم یا محیط ، به سیستم و محیط دیگری انتقال می یابد. انرژی ورودی به این دستگاه می تواند به اشکال مختلف باشد (برای مثال الکتریکی ، مکانیکی و صوتی) و انرژی خروجی در محیط دیگر نیز ممکن است به همان شکل یا شکلی متفاوت ظاهر شود.

گذرا : به پدیده یا کمیتی که بین شرایط مانای شبکه ، و در فاصله زمانی کوتاه اتفاق بیفتد اطلاق می گردد. گذرا می تواند موجی تک جهته با پلاریته مشخص بوده و یا یک موج نوسانی میرا شونده باشد که اولین پیک آن با پلاریته مثبت یا منفی رخ دهد.

فلش ولتاژ : کاهش در مقدار موثر ولتاژ ، در فرکانس قدرت ، به اندازه ۰/۱ تا ۰/۹ پریونیت و برای مدت زمان ۰/۵ سیکل تا یک دقیقه .

برآمدگی ولتاژ : افزایش در مقدار موثر ولتاژ ، به میزان بیش از ۱۰ درصد مقدار نامی در فرکانس قدرت ، برای مدت زمان بین ۰/۵ سیکل تا یک دقیقه .

بزرگ سازی ولتاژ : بزرگ شدن ولتاژ نوسانی گـذرای کلیـد زنـی خـازنی در طـرف اولیـه یـک ترانسفورماتور به دلیل وجود خازن ها در سمت ثانویه آن .

فلیکر : تاثیری زودگذر که یک منبع روشنایی روی حس بینایی گذاشته در حالی که توزیع طیفـی یا شدت روشنایی آن تغییر می کند.

پاسخ فرکانسی : در مسایل مربوط به کیفیت برق عموما" به تغییرات امپدانـس سیسـتم (یـا یـک مبدل اندازه گیری) بر حسب تابعی از فرکانس اطلاق می گردد.

تغییرات کوتاه مدت ولتاژ : تغییر در مقدار موثر ولتاژ که مدت زمانی بین نیم سیکل تا یک دقیقـه طول می کشد.

تغییرات بلند مدت ولتاژ : تغییر در مقدار ولتاژ برای پریودی بزرگ تر از یک دقیقه .

سازگاری الکترومغناطیسی : توانایی یک وسیله ، تجهیز یا سیستم برای عملکرد رضایت بخش در محیط الکترومغناطیسی خود ، بدون اینکه اغتشاشـی الکترومغناطیسـی بـه عنصـر دیگـری در آن محیط واردکند.

۵ ویژگی ها

۵-۱ نیاز به مونیتورینگ در مسئله کیفیت برق

دلایل بسیاری برای مونیتور کردن کیفیت برق در برخی از نقاط شبکه و هم چنین نقاط تحویـی بـرق به مشترکین بزرگ وجود دارد. دلیل اصلی مسئله اقتصادی است ، به ویژه زمانی که فرآیندهای مهم و حساس مشترکین تحت تاثیر پدیده های الکترومغناطیسی ناشی از کیفیـت نامناسـب بـرق قـرار مـی گیرند. تاثیر کیفیت نامناسب برق بر روی تجهیزات و فرآیند می تواند به عدم عملکرد مناسب صدمـه دیگی ، قطع فرآیند و رفتارهای خلاف قاعده منجر شود. قطع فرآیندها می تواند بسیار هزینه بر باشد. علاوه بر این صدمه دیدگی تجهیزات وتعمیرات پس از آن ، هزینه و زمان بسیاری می بـرد. صدمکـه دیگی محصول نیز به کار مجدد بر روی آن ویا در بدترین حالت به دور انداختن محصول منجر شـده که مسایل اقتصادی گوناگونی را در بر خواهد داشت.

علاوه بر حل مسایل اشاره شده ، با استفاده از داده های به دست آمده از مونیتورینگ می توان یک پایگاه اطلاعاتی از میزان حساسیت تجهیزات ایجاد نمود و با استفاده از آن مشخصه " سازگاری الکترومغناطیسی " تجهیزات را اگر مشخص نباشد ارایه داد و یا برای بهبود رفتار تجهیز از آن بهره گرفت. اضافه بر آن با این پایگاه اطلاعات می توان علل به وجود آمدت کیفیت نامناسب برق را ارایه نمود و در نتیجه برای بهبود سیستم برق رسانی اقدامات لازم را صورت داد.

مشکلات مربوط به کیفیت و عملکرد نامناسب تجهیزات مشترکین تنها می تواند به خوبی ارزیابی گردد که مشترک آن را گزارش دهد. این گزارش ها باید حوادث به وجود آمده در شبکه داخلی مشترک را مشخص نماید. در گزارش ، تجهیزی که تحت تاثیر قرار گرفته ، اثرات نامناسب روی تجهیز ، شرایط محیطی و آسیب های به وجود آمده باید به شرکت برق گزارش ود. نمونه ای از این گزارش در پیوست الف آمده است.

به هر حال قبل از انجام عمل 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 می توان بدون مونیتورینگ کامل و تنها با بررسی های دقیق اطلاعات به دست آمده از مشترکین و انجام یک سری شناسایی ابتدایی از سیستم حل نمود.

۵-۱-۱ شناسایی ابتدایی قبل از مونیتورینگ

شناسایی ابتدایی در محل مشترک باید به نحوی انجام گیرد که بتوان اطلاعات لازم در باره تجهیزات مشترک و مشکلاتی را که با آن درگیر بوده است را به دست آورد. مهمترین مواردی را که باید در این مرحله به دست آورد عبارتند از :

- طبیعت مشکل به وجود آمده شامل قطعی ها ، خرابی تجهیزات ، عدم عملکرد صحیح سیستم های کنترل فرآیند و غیره که باید به نحو مطلوبی مشخص گردند.
- مشخصات تجهیزات حساس که در معرض مسایل و مشکلات کیفیت برق قرار گرفته اند. این اطلاعات شامل مشخصات فنی تجهیزات ویا حداقل دستورالعمل بهره برداری از تجهیزات خواهد بود.

ـ زمان وقوع مشکلات

- همزمانی مسایل به وجـــــود آمده با عملکردهای مشخص و شناخته شده در سیستم برق رسـانی (مانند کلیدزنی خازن ها)

ـ شناسایی منابعی که ر کیفیت برق تاثیر گذاشته و درش بکه داخلی مشترک به کار می روند (مـانند راه اندازی موتورها ، کلید زنی خازن ها ، عملکرد تجهیزات الکترونیک قدرت ، تجهیزاتی کـه در آن قوس الکتریکی اتفاق می افتد و غیره).

ـ اطلاعات مربوط به شبکه داخلی مشترک شامل (دیاگرام تک خطـی ، ظرفیـت ترانسـفورماتورها و امپدانس ها ، بار مصرفی ، خازن ها ، کابل ها ، سیستم زمین و غیره).

ـ اطلاعات مربوط به مبدل ها

علاوه بر اطلاعات فوق که از طریق مکاتبه مشترک با شرکت برق بـه دسـت مـی آیـد ، کارشناسـان شرکت برق باید از محل حادث نیز بازدید به عمل آورند که این امر به منظور تایید دیاگرام تک خطی شبکه برق مشترک ، اطلاعات سیستم الکتریکی ، سیم کشی و یک پارچگی 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 شـرکت بـرق ، مشـترکین مجـاور و شـبکه داخلـی مشترک باشد . اطلاع کامل از شبکه می تواند در نظر گرفتن مسایل ایمنی ، اتصـال مناسـب و تفسـیر داده ها را تسهیل سازد.

مشترکین بزرگ مجاور نیز ممکن است روی کیفیت برق مشترک تاثیر بگذارند. بارهای منفرد بزرگـی که در مجاورت مشترک مورد مطالعه موجود هستند باید مشخص شوند. بـرای مثـال اگـر مشـترک و مشترک مجاور از یک ترانسفورماتور تغذیه شوند ، مسیر مستقیمی بین دو مشترک موجود خواهد بود و ممکن است برخی از مسایل کیفیتی مشترک مجاور به بارهای مشترک موردنظر نیز سرایت کند.

بزرگ ترین تاثیر را تجهیزات الکتریکی و مشخصات سیستم های توزیع روی کیفیت برق می گذارند. قبل از مونیتورینگ ، بایستی کلیه عوامل از فیدرهای تغذیه مشتک تـا تجـهیزات مشـترک در انتـهای مصرف مورد بازرسی قرار گیرند. بازرسی فوق باید مجموعه ای از تجهیزات و دستگاه هـا را کـه بـه

نحوی در برق رسانی مشترک دخالت دارند وهم چنین شبکه برق داخـی مشـترک را شـامل گـردد و برنامه های کاری و اتصال منابع تغذیه پشتیبان و وسایلی مانند UPS ها باید مورد توجه قرار گیرند.

۵-۲ مشخصات تجهیزات مشترکین و تاثیر کیفیت نامناسب برق روی آن ها

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

۵-۲-۱ نیاز به گروه بندی تجهیزات

گرچه ممکن است واکنش تجهیزات مختلف در مقابل مسایل ناشی از کیفیت برق در محدوده وسیعی تغییر کند، اما با این وجود ؤ تشابهاتی نیز می توان در آن ها یافت. در هر حال گروه بندی تجـهیزات برحسـب نحوه مصونیت آن ها در مقابل اعوجاجات ولتاژ و جریان برق امری مفید خواهـد بـود و می توان از این گروه بندی در ساده سازی نتایج حاصله از اندازه گیری استفاده نمود.

۵-۲-۲ تاثیر روی عملکرد تجهیزات با توجه به نوع پدیده

در این قسمت به مالعه تاثیرات مسایل کیفیتی بر روی تجهیزات پرداخته مـی شـود. بـه بیـانی دیگـر مواردی که در ادامه ذکرخواهد شد به گروه بندی تجهیزات نیز کمک می نماید.

٤-۱-۲-۱ حالات گذرا

ولتاژهای گذرا که به علت صاعقه و کلید زنی به وجود مـی آینـد مـی تواننـد روی عـایق هـا تـاثیر بگذرانند. دامنه های بالا و شیب های سریع امواج گذرا منجر به پدیده شکست عـایقی در تجـهیزات الکتریکی از قبیل ماشین های گردان ، ترانسفورماتورها ، خازن هـا ، کـابل هـا و ترانسـفورماتورهای

جریان و ولتاژ خواهند شد. تکرار اعمال امواج با دامنه های کمت 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. حالات گذرا همچنین می توانند باعث قطع ناخواسته محرکه های با قابلیت تنظیم سرعت شوند. این پدیده به علت عمل مدار حفاظتی روی تغذیه dc به وجود می آید.

۵-۲-۲-۲ تغییرات کوتاه مدت

شایع ترین مشکل مربوط به فلش ، برآمدگی و قطعی لحظه ای که جزء گروه تغییرات کوتاه مدت می باشند مسئله خروج از مدار تجهیزات است. در محل هایی از شبکه مشترک که از بارهای مهم و حساس استفاده می شود، حتی پدیده های با دوره زمانی بسیار کوتاه نیز می توانند فرآیند را از مدار خارج کنند و مدت زمان زیادی طول بکشد تا فرآیند مجددا" راه اندای شود. در این حالت مونیتورینگ اهمیت بالایی خواهد دشات زیار اغلب مشکل است که بتوان از اثرات باقیمانده روی تجهیزات به این نکته پی برد که کدام مسئله کیفی موجب قطعی و خرابی شده است.

۵-۲-۲-۲-۱ قطعی های لحظه ای

قطعی های لحظه ای نیز ممکن است روی تجهیزات الکترونیکی و سیستم های روشنایی تاثیر گذاشته و موجب عملکرد نامناسب یا خروج از مدار آن ها شود. تجهیزات الکترونیکی شامل کنتل کننده های الکترونیکی ، کامپیوترها و کنترل کننده های ماشین های الکتریکی هستند. قطعی های لحظه ای و موقت اغلب باعث می شوند که کار دستگاه متوقف شود و حتی ممکن است موجب قطع کنتاکتورعای موتورهای القایی گردند.

۵-۲-۲-۲-۲ فلش ولتاژ

فلش ولتاژ اغلب موجب خروج از مدار تجهیزات می شود. بسیاری از فلش های ولتاژ توسط کنترل کننده های تجهیزات حساس تشخیص داده شده و قطع این وسایل ، قطعی دیگر تجهیزات با حساسیت کم را به دنبال خواهد داشت. روش ح این مشکل ، تغذیه کنترل کننده ها با یک

ترانسفورماتور ولتاژ ثابت یا دیگر وسایل مشابه است . این وسایل در طی وقوع فلش ولتاژ ، ولتاژ مناسب را به کنترل کننده ها می رسانند.

وسایل الکترونیکی با باتری پشتیبان تحت تاثیر فلش ولتاژ قرار نمی گیرند. تجهیزاتی مانند ترانسفورماتورها ، کابل ها، شینه ها ، کلیدها ؤ ترانسفورماتورهای ولتاژ و جریان به دلیل وقوع فلش صدمه ندیده و کار آن ها ادامه می یابد. در طی وقوع فلش سرعت ماشین های القایی کمی کاهش می یابد و هم چنین توان راکتیو تولیدی بانک های خازنی کم می شود. هنگام وقوع فلش میزان روشنایی لامپ ها نیز کاهش می یابد که با چشم نیز قابل مشاهده می باشد.

۵-۲-۲-۲-۳ برآمدگی ولتاژ

افزایش ولتاژ اعمال شده به یک دستگاه (بالاتر از مقدار نامی) ممکن است سبب خرابی اجزاء آن گردد. وسایل الکترونیکی شامل محرکه های با قابلیت تنظیم سرعت ، کامپیوترها وکنترل کننده های الکترونیکی ممکن است تحت این شرایط دچار اشکال شوند. به هر حال ترانسفورماتورها ، کابل ها ، شینه ها ، کلیدها، ترانسفورماتورهای ولتاژ و جریان و ماشین های گردان کمتر در این حالت آسیب می بینند. افزایش موقت ولتاژ ممکن است روی عملکرد برخی از رله های حفاظتی نیز تاثیر بگذارد. ممکن است میزان روشنایی لامپ ها در اثر افزایش موقت ولتاژ تغییر کند. وریستورها (مقاومت های غیر خطی) نز ممکن است تحت تاثیر این پدیده قرار بگیرند.

۵-۲-۲-۳ تغییرات بلند مدت

تغییرات ولتاژ بیشتر از یک دقیقه می تواند موجب بروز مشکلاتی برای تجهیزات گردد. در حالت عادی اضافه ولتاژ و کاهش ولتاژ ، تدرتا" روی فیدرهای شرکت برق اتفاق می افتد چون اکثر شرکت های برق کوشش می کنند تا با تنظیم ولتاژ ، ولتاژ را در محدوده مجاز خود نگاه دارند. به هر حال این پدیده ممکن است به عل وجود اضافه بار در روی فیدرها، انتخاب نادرست تپ ترانسفورماتورها و قطع یکی از فازهای بانک های خازنی ایجاد شود.

۵-۲-۲-۳-۱ قطعی های با دوام

قطعی های با دوام می توانند به علل مختلف به وجود آیند. یکی از این علل می تواند ناشی از قطع کلیدها ، سوختن فیوزها و غیره باشد. یک قطعی بادوام باعث خروج از مدار تجهیز می گردد. البته این نوع قطعی وی تجهیزاتی که با UPS و یا وسایل ذخیره کننده انرژی محافظت می شوند تاثیری نخواهد گذاشت. بنا براین در دسته بندی تجهیزات باید به استفاده از وسایل جانبی نیز توجه نمود.

٤-٢-٢-٣-٢ کاهش ولتاژ بلند مدت

کاهش ولتاژ بیش از یک دقیقه می تواند موجب عملکرد نادرست تجهیزات گردد. کنترل کننده های موتورها ممکن است تحت اینش رایط از کار بیافتند. ولتاژی که باعث از کار افتادن کنترل کننده ها می گردد حدود ۷۰ تا ۸۰ درصد ولتاژ نامی است. کاهش ولتاژ بلند مدت می تواند در موتورهای القایی تلفات گرمایی را افزایش دهد. همچنین سرعت این نوع موتورها نیز در اثر این شرایط تغییر می کند. وسایل الکترونیکی ممکن است در طی شرایط کاهش بلند مدت ولتاژ از مدار خاج شوند. کاهش ولتاژ موجب کم شدن توان راکتیو خروجی در بانک های خازنی می شود زیرا توان راکتیو خروجی متناسب با مجذور ولتاژ است. همچنین این شرایط روی سیستم های روشنایی نیز تاثیر خواهد گذاشت. به عنوان مثال موجب خاموش شدن لامپ های فلورسنت می شود.

٥-٢-٢-٣-٣ اضافه ولتاژ بلند مدت

اضافه ولتاژ ممکن است سبب خرابی تجهیزات گردد. تجهیزات الکترونیکی تحت این شرایط بلافاصله دچار خرابی نمی شوند. اضافه ولتاژ با دوام روی این گونه وسایل می تواند موجب کاهش طول عمر آن ها شود. اضافه ولتاژ روی برخی از رله های حفاظتی ممکن است عملکرد ناخواسته ای را به دنبال داشته باشد. توان راکتیو خروجی بانک های خازنی در طی این شرایط افزایش می یابد. میزان روشنایی لامپ ها نیز به همین ترتیب زیاد خواهد شد.

٥-٢-٢-٤ عدم تعادل ولتاژ

حتی مقدار کمی تعادل ولتاژ می تواند تاثیرات قابل ملاظحه ای را روی ژنراتور به وجود آورد. همچنین این پدیده اثرات حرارتی نامناسبی را روی تجهیزات تولید ، انتفال و توزیه ایجاد می نماید. معمولا" میزان عدم تعادل ولتاژ در شینه های شرکت های برق کوچک است. عدم تعادل ولتاژ اغلب

در اثر بارهای مشترکین و در شبکه آن ها پدیدار می شود به ویژه وقتی کـه از بارهـای بـزرگ مـانند کوره های القایی استفاده می گردد. دراین حالات حرارت اضـافی در موتورهـا و ترانسـفورماتورهای مشترکین وحتی شرکت های برق به وقوع پیوسته و موجب صدمه دیدگی این تجـهیزات مـی شـود. عدم تعـادل جریان های فاز در یک موتور القایی سه فاز با توان سوم عـدم تعـادل ولتـاژ اعمـالی بـه موتور تغـــییر می کند. از دلایل ایجاد عدم تعادل ولتاژ می توان به ســوختن فیـوز یکـی از فازهـای بانک خازنی و هم چنین توزیع غیر یکنواخت بار مشترکین روی سه فاز نیز اشاره نمود.

۵-۲-۲-۵ هارمونیک ها

جریان های هارمونیکی تزریقی به شبکه قدرت ناشی از برخی بارهای مشترکین ، می تـوان موجـب اعوجاج هارمونیکی ولتاژ شبکه شوند. این جریان ها و ولتاژهای هارمونیکی سبب اضافه حـرارت در تجـــهیزات ، ترانسفورماتورها وهادی های حامل جریان و همچنین عملکرد نامناسب وسایل حفاظتی (مثل فیوزها) می شود. همچنین امکان ایجاد شرایط تشدید هارمونیکی وجود داشته کـه مـی توانـد موجب خرابی وصدمه دیدگی تجهیزات مشترک گردد.

۵-۲-۲-۶ نوسانات ولتاژ (فلیکر)

نوسانات ولتاژ اغلب خود را به صورت سوسوزدن لامپ ها را نشان می دهند. کاهش ناگـهانی ولتـاژ می تواند نور خروجی لامپ رشته ای را به مقدار زیادی کاهش دهد. ولی در مورد نـور لامـپ هـای گازی (تخلیه ای) تاثیر کمتری را از خود نشان می دهد. علاوه بر این نوسان ولتاژ مـی توانـد روی گیرنده های تلویزیونی ، وسایل کنترل الکترونیکی و کامپیوترها نیز تاثیر بگذارد.

۵-۲-۲-۷ تغییرات فرکانس

شرکت های برق در عمـــل فرکانس را در مقدار نامی خود ثابت نگاه می دارنـد. تغیـرات فرکـانس می تواند به صدمه دیدگی ژنراتور و شفت توربین منجر شود. خطای سنکرون سازی فرکانس ممکـن است گاهی اوقات در فیدر یک مشترک که بارهای یکسوسازی بزرگ را تغذیه می کند رخ دهد. ایـن بارها می توانند برش های ولتاژ ایجاد کرده و این پدیده روی عملکرد دسـتگاههایی کـه بـا عبـور از صفر ولتاژ کار می کنند تاثیر بگذارد.

۵-۳ تجهیزات مونیتورینگ کیفیت برق

مسایل کیفیت برق محدوده وسیعی از اعوجاجات در ولتاژ و جریان و شرایط یک سیستم را در بر می گیرد. این شرایط می تواند از اضافه ولتاژهای بسیار سریع (در مدت زمان میکرو ثانیه) تا قطعی های طولانی مدت (در مدت یک روز یا یک ساعت) را شامل شود. مسایل کیفیت برق همچنین پدیده های حالت مانا (مانند هارمونیک ها) و پدیده هایی که به طور متوالی تکرار می گردند. (مانند نوسانات ولتاژ) را نیز در بر 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 هارمونیکی / تحلیل گر طیف فرکانسی
- ترکیبی از تحلیل گرهای هارمونیکی و اعوجاجی
- اندازه گیری نوسان ولتاژ (فلیکرمتر)

علاوه ر تجهیزات فوق که سیگنال های حالت مانا یا اعوجاجات شبکه را به طور مستقیم اندازه گیری می کنند از وسایل دیگری که با اندازه گیری شرایط محیطی در حل مسایل کمک می نمایند نیز می توان نام برد. به عنوان مثال وسایل اندازه گیری مادون قرمز در پیدا نمودن اتصالات شل ویا هادی های دچار اضافه حرارت کاربرد دارند از تجهیزات با ارزش می باشند. آزمایش سالیانه تجهیزات با این گونه وسایل می تواند برای جلوگیری از مسائیل کیفیت برق ناشی از قوس زدن ، اتصالات بد و اضافه بار هادی ها و کابل ها که ممکن است باعث قطعی گردد، کمک موثری 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 مسایل کیفیت برق

تخلیه بارهای الکتریکی می تواند عامل بسیار مـهمی در خصـوص برخـی از تجـهیزات الکـترونیکی باشد.

صرف نظر از نوع تجهیزی 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 :

ـ تعداد کانال های ورودی به دستگاه (ولتاژ ـ جریان)

ـ مشخصه حرارتی دستگاه

ـ محدوده ولتاژ ورودی قابل اندازه گیر

ـ توان ورودی

ـ توانایی اندازه گیری ولتاژ سه فاز

ـ سطح عایقی داخلی (سطح عایقی بین کانال های داخلی و ین هر ورودی و زمین)

ـ توانایی اندازه گیری جریان

ـ قابل حمل بودن دستگاه

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

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

از سوی دیگر راحتی امکان استفاده در کنار جامع بـودن دسـتگاه نـیز فـاکتور مـهمی اسـت. زیـرا در صورتی که دستگاه اندازه گیری امکان انجام کارهای مختلفی را دارا باشد به دستگاه های کمتری نیـاز خواهد بود. شناخت مشترکات بین گروه های مختلف تجهیزات نیز بسیار مفید می باشد.

وسایل به کار رفته در مونیتورینگ پدیده های الکترومغناطیسی می توانند شامل وسایلی از قبیل یـک ولتمتر آنالوگ تا یک تحلیل گر طیفی باشند. در انتخاب و استفاده صحیح نوع مونیتور ، استفاده کننده باید به قابلیت ها و محدودیت های دستگاه اندازه گیری ، پاسخ آن به تغییرات شبکه و اهـداف ویـژه تحلیل ها آشنا باشد.

مشخصه های موردنیاز دستگاه اندازه گیری وابسته به محل مونیتورینگ و اهداف این کـار دارد. اگـر بعنوان مثال ارزیابی کیفیت برق درمحل ورودی به مشترک مورد نظر باشد، تاکید ممکـن اسـت تنـها

روی شرایط حالات ماندگار بلند مدت باشد. سطح جزئیات مورد نیاز مانند منحنی ولتاژ موثر توسط نوع پدیده موردنظر مشخص می گردد.

۵-٤ چگونگی انتخاب مبدل ها

در مونیتورینگ کیفیت برق ، اغلب برای به دست آوردن سطح مورد نیاز ولتاژ و جریان ، نیاز به ترانسدیوسرهای ولتاژ و جریان است. در سیستم های ولتاژ پایین ، مونیتورینگ ولتاژ معمولا" با اتصال مستقیم انجام می گیرد، اما در همین سیستم ها نیز برای مونیتورینگ جریان به ترانسدیوسر جریان احتیاج است. در واقع چون انجام اندازه گیری مستقیم جریان بدون اثرگذاشتن روی شبکه قدرت مشکل است معمولا" از یک ترانس جریان (CT) [1] که یک نوع ترانسدیوسر می باشد استفاده می شود. CT های گیره ای حول یک کابل یا شینه بسته شده تا اندازه گیری جریان به راحتی انجام گیرد.ترانسدیوسرهای ولتاژ و جریان باید به نحوی انتخاب شوند که سطح اصلی ولتاژ جریان را کاهش و به سطوح موردنیاز دستگاه اندازه گیری برسانند. دو مطلب قابل در انتخاب آن ها عبارتند از :

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

۲) پاسخ فرکانسی : این مسئله در مونیتورینگ اعوجاجات هارمونیکی و گذرا ، جایی که سیگنال های با فرکانس بالا موجود می باشند بسیار حایز اهمیت است.

۵-٤-۱ سطوح سیگنال

جهت استفاده کامل از دستگاه مونیتورینگ ، باید در انتخاب اندازه مبدل دقت خاصی صورت گیرد به نحوی که بدون بریده شدن سیگنال بتوان اندازه گیری را به شکل صحیح انجام داد. انتخاب نامناسب ترانسدیوسر می تواند باعث صدمه دیدگی مونیتورینگ و یا عدم دقت در اندازه گیری شود.

1-Current Transformer

دستگاه های مونیتورینگ دیجیتال از مبدل های آنالوگ به دیجیتال (A/D) [1] استفاده می کنند. این مبدل ها (A/D) برای عملیات پردازش ، سیگنال های آنالوگ وارد شده به دستگاه را به سیگنال دیجیتال تبدیل می کنند.

جهت ارایه نمایش دقیق از سیگنال مونیتور شده لازم است که از محدوده کامل مبدل A?D تا سرحد امکان است"فاده شود. به عنوان یک قانون عمومی ، سیگنال ورودی به دستگاه اندازه گیری نباید کمتر از یک هشتم مقدار رنج کامل باشد. به نحوی که بسیار بالاتر از سطح نویز یک مبدل A/D قرار گیرد . این امر را می توان با انتخاب یک ترانسدیوسر مناسب اعمال نمود.

۵-٤-۱-۱ مبدل ولتاژ

از مهم ترین انواع مبدل ولتاژ ، ترانسفورماتورهای ولتاژ (VT) [2] می باشند. اندازه ترانسفورماتور ولتاژ باید به نحوی انتخاب شود که در شرایط کاری به اشباع نرود. در حالت گذرا ، معمولا؛ 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 گیی باشد. اگر اضافه ولتاژ به وجود آمده باعث شود که سیگنال ، توسط مبدل A/D بریده شود، اندازه گیری بی فایده خواهد بود. در این حالت انتخاب ۱۵۰ درصد اضافه ولتاژ ، پیشنهاد می گردد. این امر را می توان با تغییر درجه بندی دستگاه اندازه گیری ویا انتخاب مناسب نسبت تبدیل دیگری برای ترانسفورماتور ولتاژ انجام داد.

۵-٤-۱-۲ مبدل جریان

به دلیل تغییرات بیشتر جریان ، انتخاب مبدل جریان مناسب ، نسبت به مبدل ولتاژ مشکل تر خواهد بود. اغلب سازندگان تجهیزات اندازه گیری کیفیت برق در دستگاه های خود ترانسفورماتور جریان (CT) نصب می نمایند. این CT ها در اندازه های مختلف بوده به نحوی که بتوانند بدون مشکل

1- Analog Digital
2- Voltag Transformer

سطـــوح جریان مختلفی را از خود عبوردهند. CT ها معمولا" براساس حداکثر جریان دایم انتخـاب می شوند.

انتخـــــاب مناسب جریان نامی و نسبت تبدیل یک CT بستگی بـه هـدف انـدازه گـیری دارد. اگـر اندازه گیری جریان هجومی یا اتصال کوتاه موردنظر است ، اندازه CT باید ۲۰ تا ۳۰ برابر جریان بـار نامی باشد. البته انتخاب چنین نسبتی موجب خواهد شد که دقت اندازه گیری جریان بار کـم شـده و در نتیجه توانایی مشخص نمودن هارمونیک های جریان بار کاهش یابد.

اگر هارمونیک ها ومشخصه بار مورد نظر باشند ، CT ها باید به نحوی انتخاب شوند که بـه صـورت دقیق تری جریان بار را اندازه گیری نمایند. در این صورت امکان ارزیابی پاسخ بار به تغییرات ولتـاژ سیستم و نیز محاسبه دقیق هارمونیک های جریان به وجود می آید.

در این جا برای انتخاب ترانسفورماتور جریان از یک مثال کمک گرفته می شود.

مثال : سیگنال جریانی که به دستگاه اندازه گیری داده می شود برابر با ۱ تا ۱۲ آمپر موثـر اسـت . بـا فرض انتخاب مقدار ۱ آمپر برای ورودی به دستگاه اندازه گیری و این که حداکثر جریـان فیـدر ۱۲۰ آمپر موثر می باشد نسبت تبدیل CT چقدر بایستی باشد؟

معمولا" کارخانه های سازنده ترانسفورماتورهای جریان نسبت تبدیل CT را براسـاس ۵ آمپـر ثانویـه مشخص می نمایند. در چنین حالتی جریان نامی اویه به طریق زیر محاسبه می شود :

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

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

۵-٤-۲ پاسخ فرکانسی

مشخصه پاسخ فرکانسی مبدل های جریان و یا ولتاژ را می توان توسط منحنی نسبت به ضریب تصحیح (RCF) [1] برحسب فرکانس توضیح توضیح داد. RCF نسبت سیگنال خروجی مورد انتظار به سیگنال خروجی قرائت شده (واقعی) می اشد و رحسب خطا به شکل زیر تعریف می گردد :

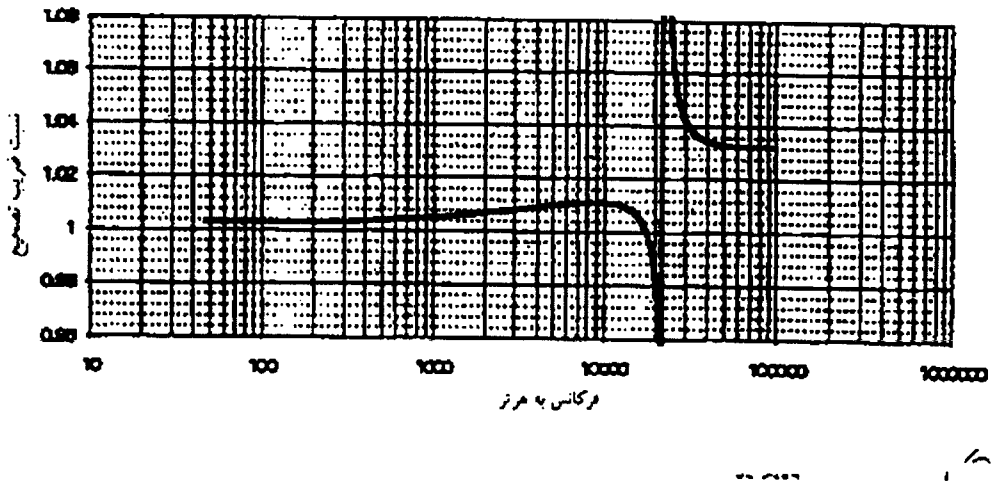
$$RCF = \frac{1}{1 - crror}$$

۵-٤-۲-۱ پاسخ فرکانسی مبدل ولتاژ

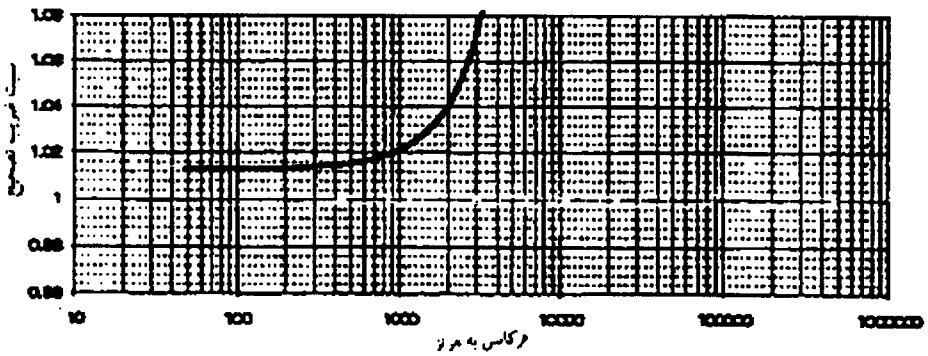
پاسخ فرکانسی ترانسفورماتورهای ولتاژ کلاس اندازه گیری (به عنوان یک نمونه از مبدل های ولتاژ) بستگی به نوع و بار آن دارد. عموما" بار ، امپدانس بسیار بالایی دارد. این مورد معمولا" در اغلب تجهیزات اندازه گیری جدید مشکلی ایجاد نخواهد کرد. تجهیزات مونیتورینگ کیفیت برق مانند مولتی مترها ، اسیلوسکوپ ها و دیگر وسایل امپدانس بسیار بالایی را در مقابل ترانسفورماتور ولتاژ از خود نشان می دهند. با وجود امپدانس بار بسیار بالا ، معمولا" پاسخ ها تا فرکانس ۵ کیلو هرتز دقیق می باشند. در بعضی پست ها به خصوص پست های ۲۳۰ و ٤۰۰ کیلوولت از ترانسفورماتور ولتاژ با کوپلاژ خازنی (CVT) [2] به عنوان ترانسفورماتور کاهنده ولتاژ استفاده می گردد. از این نوع ترانسفورماتورها نباید برای مونیتورینگ کیفیت برق استفاده نمود. CVT ها دارای ترانسفورماتور ولتاژ پایینی هستند که در مقسم خازنی موازی با خازن پایین بسته می شود. شکل های ۱ و۲ منحنی RCF یک ترانسفورماتور ولتاژ استاندارد را برای دو یا با یک مگا اهمی و صدا اهمی نشان می دهد.

1-Ratio of Correction Factor

1- Capacitor Voltage Transformer

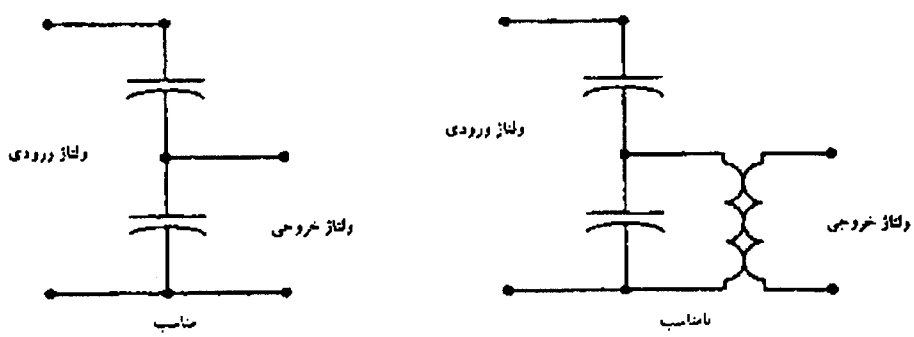


شکل ۱- منحنی RCF یک ترانسفورماتور ولتاژ استاندارد با بار یک مگا اهمی



شکل ۳- منحنی RCF یک ترانسفورماتور ولتاژ استاندارد با بار نامی ۱۰۰ اهمی

نسبت تبدیل ترانسفورماتورهای ولتاژ خازنی بـرای فرکـانس ۵۰ هرتـز تنظیـم و بـرای مولفـه هـای فرکانس های بالاتر عملکرد دقیقی نخواهد داشت ..برای اندازه گیری مولفه های فرکانسی بسیار بالای ولتاژ نیاز به یک مقسم خازنی یا مقسم مقاومتی خالص خواهد بود.شکل۳ تفاوت یـک CVT و یـک مقسم خازنی را نشان می دهد . مقسم خازنی برای مقاصد خاص را می توان برای اندازه گیری دقیـق مشخصه حالت گذرای تا یک مگاهرتز استفاده نمود.



شکل ۳- مقسم های ولتاژ خازنی

۵-٤-۲-۲ پاسخ فرکانسی مبدل جریان

ترانسفورماتورهای جریان کلاس اندازه گیری (به عنوان یـک نمـوه از ترانسدیوسـرهای جریـان) ، معمولا" برای فرکانس های تا ۲ کیلو هرتز دیق می باشند. در فرکانس های بالاتر مقـدار خطـای فـاز زیاد می شود. برای فرکانس های بالاتر باید از نوع CT پنجـره ای بـا نسـبت دور بـالا (بـه صـورت حلقوی ، میله ای و گیره ای) استفاده شود. شکل ٤ منحنی عکس RCF یک CT پنجره ای را نشـان می دهد.

مشخصات مطلوب CT در رابطه با اندازه گیری کیفیت برق عبارتند از :

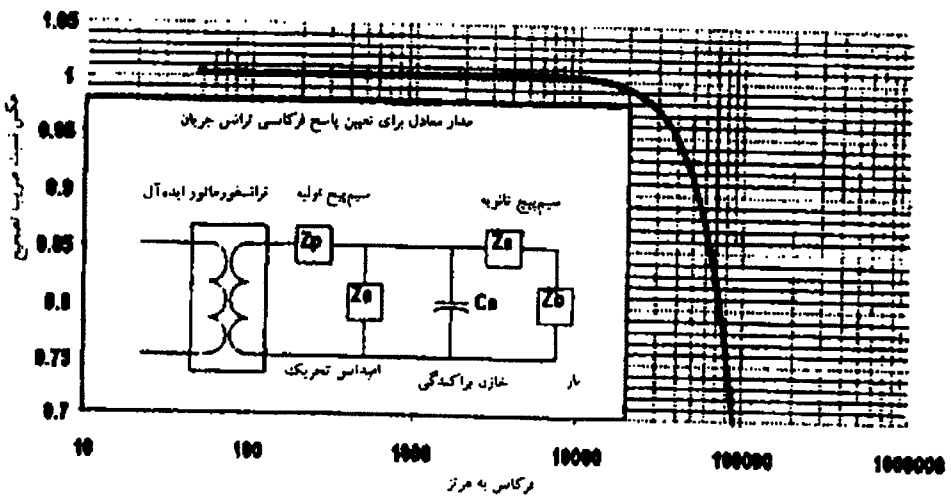
ـ نسبت دور زیاد یعنی ۵:۲۰۰۰ یا بیشتر

ـ نوع پنجره ای بودن .

ـ دارای فوران پسماند کوچکی باشند مثلا" کمتر از ۱۰ درصد مقدار اشباع هسته

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

ـ امپدانس پراکندگی و مقاومت سیم پیچی ثانویه تا حد امکان کم باشد. همان طور که در شکل ٤ مشاهده می شود این مسئله سبب می گردد که بیشتر سیگنال خروجی به بار وارد شود و وارد امپدانس مغناطیس کنندگی و خازن بین اولیه و ثانویه نگردد.



شکل ٤- منحنی $\frac{1}{RCF}$ ترانسفورماتور جریان از نوع پنجره ای

٥-٤-٣ موارد ضروری در نصب مبدل ها

انتخاب بهترین ترکیب مبدل های ولتاژ و جریان بستگی به عوامل مختلفی دارد مانند :

ـ محل مونیتورینگ (پست ، بر روی پایه های هوایی ، در زیر زمین و غیره)

ـ محدودیت فضای مورد استفاده

ـ امکان قطع مدار برای نصب مبدل های جریان

ـ نیاز به مونیتورینگ

مسایلی که عموما" در زمان استفاده از CT های گیره ای به وجود آمده و باید به علت تاثیر گـذاری آن ها روی نتایج مورد نظر قرار گیرند شامل موارد زیر می باشند:

ـ شینه یا هادی به طور مناسب در ناحیه گیره ای قرار نگرفته است.

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

ـ تعداد غلطی از هادی ها درون CT قرار گرفته اند.

در آخر ، می توان به پلاریته نامناسب CT نیز اشاره نمود.

عموما" فرض می شود که شینه یا هادی به طور کامل توسط CT در بر گرفتـه مـی شـود. هـر گونـه اشکال در این کار موجب بروز خطاط وعدم دقت در داده های خروجی آن خواهد شد.

هنگامی که چندین هادی در حال اندازه گیری شدن هستند ، باید توجه داشت که هیچ هادی برگشتی درون CT قرار نگیرد. این هادی مقداری یا کل میدان مغناطیسی هادی انـدازه گـیری شـده را خنثـی ساخته و بنا براین داده های خروجی را تغییر می دهد.

۵-٤-٤ محل نصل مبدل

۵-٤-۱-۱ در پست ها

معمولا" از CT های و VT های پست (به جزء CVT می توان برای مونیتورینـگ کیفیـت بـرق نـیز استفاده نمود.

۵-٤-٤-۲ محل نصب در سیستم های توزیع

برای مونیتورینگ کیفیت برق سیستم های توزیع مناسب است از مبدل های جریان یا ولتاژی اسـتفاده شود که بدون از مدار خارج کردن سیستم بتوان آن را نصب نمود. امروزه می توان از مبدل هایی کـه قابلیت مونیتور کردن همزمان ولتاژ و جریان را دارا بوده و می توانند بـر روی خـط بـرق دار نصـب گردند استفاده نمود. این وسایل از یک VT با مقسم مقاومتی و یک CT پنجره ای در یـک مجموعـه استفاده می کنند. به هر حال در تطبیق دادن این نـوع ترانسدیوسـرها بـا وسـایل انـدازه گـیری بـاید توجهات ویژه ای را به کار گرفت. اگر ترانسدیوسرهای از نوع فوق دردسترس نبـود بـاید بـرای بـه

دست آوردن نتایج دقیق در محدوده طیف فرکانسی مورد نیاز ، از مبدل کلاس اندازه گیری استفاده شود که به هر صورت یه خروج از مدار منجر می شود.

۵-٤-٤-۳ در محل مشترکین

انتخاب مبدل مورد نیاز در طرف ثانویه فشار ضعیف ساده تر است . در اندازه گیری ولتاژ، اتصال مستقیم در ولتاژهای V ۲۳۰/٤۰۰ امکان پذیر می باشد. این امر باعث می شود که بتوان به طور کامل از قابلیت های پاسخ فرکانسی وسایل مونیتورینگ بهره گرفت. جریان را هم می توان با استفاده از CT های اندازه گیری (مثلا" در ورودی مشترک) و یا با استفاده از CT های گیره ای (مکان هایی در داخل تاسیسات) اندازه گیری نمود. محدوده فرکانس مجاز CT ها بایستی توسط سازنده اعلام گردد.

۵-٤-۵ توصیه های کلی مربوط به انتخاب مبدل

جدول ۱ محل های مختلف مونیتورینگ و نیز انواع مختلف مبدل هایی که برای مونیتورینگ آن ها مناسب می باشند را بیان کرده است. جدول ۲ پدیده های مختلف کیفیت برق و مبدل های مناسب آن نوع پدیده را توصیف می کند.جداول فوق باید در ارتباط با یکدیگرمورد استفاده قرار گیرند تا بهترین مبدل برای یک خاص انتخاب شود.

جدول ۱- مبدل های جریان و ولتاژ برای محل های مختلف

مکان	نوع مبدل ولتاژ	نوع مبدل جریان
پست	کلاس اندازه گیری از نوع مقسم خازنی برای استفاده یا مقسم مقاومتی کالیبره شده با استفاده از تپ	CT کلاس اندازه گیری
در خطوط هوایی	VT کلاس اندازه گیری	CT کلاس اندازه گیری
در کابل های زمینی	VT کلاس اندازه گیری قرار گرفته بر روی سکوی ترانس نوع خاص مقسمی	CT کلاس اندازه گیری
در ورودی مشترک	ارتباط مستقیم	CT کلاس اندازه گیری CT گیره ای
در داخل محوطه مشترک و ورودی به تجهیزات	ارتباط مستقیم	CT گیره ای

جدول ۲- نیازهای ترانسفورماتور جریان و ولتاژ

دلیل نصب	نوع مدبل ولتاژ	نوع مبدل جریان
تغییرات ولتاژ	VT کلاس اندزه گیری	CT کلاس اندازه گیری
سطح هارمونیک	VT کلاس اندازه گیری	CT پنجره ای
حالت گذرا فرکانس پایین (کلید زنی)	VT کلاس اندازه گیری با نقطه زانویی اشباع بالا	CT پتجره ای
حالت گذرای فرکانس بالا (صاعقه)	مقسم خازنی یا مقاومتی	CT پنجره ای

۵-۵ تغذیه وسایل اندازه گیری

٤-۵-۱ منبع تغذیه و سازگاری آن

در زمان استفاده از وسایل مونیتورینگ ، کمینه کردن تاثیر این وسیله روی پارامتری که اندازه گیری می شود اهمیت به سزایی دارد. با به کار بردن ترانسفورماتورهای ولتاژ و جریان مناسب ، این مورد می تواند انجام گیرد. به هر حال مسایلی ممکن است در فرآیند 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 تغذیه کمی دارند ولی به هر حال منابع تغذیه آن ها ممکن است در اندازه گیری ها اختلال ایجاد کند. موارد زیر باید قبل از انتخاب توان دستگاه مد نظر قرار گیرند.

ـ منبع تغذیه خود تولید نویز تاثیر گذار نکند.

ـ مصرف دستگاه روی اندازه گیری ها تاثیر نگذارد و حتی المقدور کم باشد.

ـ در صورتی که منبع تغذیه به وسیله حفاظتی حالات گذرا مجهز باشد این وسیله نباید روی اندازه گیری ها تاثیر گذارد.

ـ دستگاه باید در زمان بروز تغییرات در شبکه اکتریکی (که می توانند موجب مسایل کیفیت برق گردند) به طور صحیح عمل کند.

ـ از کابل های قدرت پارازیت زاد استفاده نشود.

اگر تغذیه دستگاه و اندازه گیری ها 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 آن ها رعایت گردد :

ـ کیفیت توان تغذیه دستگاه به صورتی باشد که روی اندازه گیری ها تاثیر نگذارد.

ـ محل دستگاه اندازه گیری طوری باشد که به کابل های تغذیه بلند نیاز نباشد چون در غیر این صورت ممکن است دقت دستگاه تحت تاثیر قرار نگیرد.

٤-۵-۲ تغذیه DC

با توجه به محلی از شبکه الکتریکی 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 :

ـ اگر از تغذیه DC به صورت خارجی استفاده می شود اندازه کابل ها به طور مناسب انتخاب گردد.

ـ دستگاه به طور مناسب زمین شود.

ـ اگر از یک شارژر خارجی استفاده می شود ، قابلیت ایزوله کردن بار توسط شارژر مقداری باشد که خود شارژر تاثیری روی شبکه نگذارد.

۵-٦ ملاحظات کاربردی دستگاههای مونیتورینگ

در کاربرد دستگاه های مونیتورینگ بایستی مواردی را رعایت نمود تا اندازه گیری به شکل ایمن و موثر انجام گردد. این موراد به شرح زیر می باشد :

۵-٦-۱ ایمنی

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

اغلب در مدت اندازه گیری درپوش تابلو بر داشته می شود. بنا براین کلیه قسمت های برق دار باید به اندازه کافی حفاظت شود. اگر از ترمینال های پیچی استفاده می شود سیم های در دسترس باید در پوشش های مناسب قرار گیرند. از اتصال سیم های متعدد به یک پیچ باید اجتناب شود. پیشنهاد می شود برای اجتناب از برداشتن درپوش تابلوها برای اتصال دستگاه مونیتورینگ به آن در صورت امکان در هنگام ساخت تابلو ترمینال هایی بر روی آن بدین منظور پیش بینی گردد.

۵-٦-۲ کیفیت هادی ها و اتصالات

اتصال سیم های 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 سازد. سیم های رابط نباید دور سیم های موجود پیچیده شوند یا درمحل اتصالی قرار گیرند که تنها برای اتصال یک سیم طراحی شده است. از " گیره های سوسماری " نباید برای اتصال استفاده شود چون آن ها به راحتی باز می شوند.

در حالتی که نتوان برای اتصال دادن از پیچ ها یا اتصالات کلمپی موجود استفاده نمود ، از اتصال نوع بافته شده باید استفاده کرد. برای اجرای این نوع اتصال ، برق مدار باید قطع شود، هادیی که اندازه گیری از طریق آن انجام می شود از اتصال خود بیرون کشیده شود ، یک اتصال بافته شده از هادی الکتریکی عایق دار با همان سطح مقطع هادی اصلی در اتصال اصلی قرار گیرد و سپس اتصال بافته شده ، هادی اصلی و سیم ارتباطی مونیتور توسط وسیله ای مناسب به همدیگر متصل می گردند. این اتصال جدید باید نوار پیچی شود تا به عایق بندی و ایمنی اتصال ، اطمینان حاصل شود.

سیم های رابط در واقع ارتباط بین شبکه الکتریکی و مونیتور هستند. آن ها ادامه ورودی های مونیتور هستند نه ادامه شبکه الکتریکی . این بدان معنی است که هر گونه اتصال نامناسب باید قبل از آغاز اندازه گیری اصلاح شود. علاوه بر این نتیجه برخی اندازه گیری های اشتباه ممکن است نتیجه نوع اتصال باشد و به شبکه الکتریکی ارتباطی نداشته باشند.

هادی های ارتباطی دستگاه های مونیتورینگ عموما" 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 ارایه می کند(مانند ولتاژهای گذرا) که از تداخل امواج رادیویی با هادی های ارتباطی به وجود آمده اند. این وقایع به ویژه هنگامی که آستانه های مونیتور اعداد کوچکی هستند (مثلا" ۲۵ تا ۵۰ ولت در یک سیستم ٤۰۰ ولت) مشکل زاد می شوند.

هنگامی که از روش دو سیم برای هر کانال استفاده می شود ، این دو هادی باید روی همدیگر پیچده شوند.

برای اندازه گیری های 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. در ایـن حـالت اگـر جنس آن ها متفاوت باشد می توان از کلمپ های بی متال استفاده نمود.

همواره سیم های رابط را باید پس از اینکه به دستگاه مونیتور متصل شده باشند بـه مـدار مـورد نظـر اتصال داد. هنگامی که دستگاه مونیتور در معرض سطوح مختلف امواج با فرکانس رادیویی قرار مـی گیرد ممکن است اطلاعات غلط و همراه با خطا ارایه دهد. تداخلات ممکن استدر اثر سیم های رابط ورودی وارد دستگاه شوند. اگر داده های جمع آوری شده غیر واقعی به نظر برسند علت آن می تواند تداخل دستگاه با امواج خارجی با فرکانس رادیویی باشد.

۵-۶-۳ جایابی مونیتور

مونیتور باید به دقت نصب شود به نحوی که امکان حرکت دسـتگاه و جـدا شـدن اتصـالات وجـود نداشته باشد. اگر از یک چاپگر برای چاپ نتایج اندازه گیری استفاده می ود ، باید احتیاط هـای لازم صـورت گیرد تا کاغذ چاپگر در موقع کار مشکلی ایجاد نکند. مونیتورها نباید در معـرض حـرارت زیاد ، رطوبت و گرد وغبار قرار گیرند زیرا در این صورت ممکن است دستگاه صدمـه دیـده ویـا در فرآیند اندازه گیری مشکلی ایجاد شود. مونیتورها نباید در مسیرهای پـر رفـت و آمـد نصـب شـوند. مونیتور باید به 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 شـود همچنیـن محـل قـرار گیری مونیتور نباید ایمنی شخصی را که مشغول نصب دستگاه است به خطـر انـدازد. اگـر در جـایی محدودیت مکانی وجود داشته باشد و نتوان اتصال با ایمنی مناسب برای سیم های رابط دستگاه ایجاد کرد باید جا و مکان دیگری برای مونیتور انتخاب نمود.

عوامل محیطی و خارجی ممکن است روی عملکرد دستگاه مونیتور تاثیر بگذارند. این عوامل می توانند شامل دما ، رطوبت ، میدان های با فرکانس رایویی ، بارهای ساکن ، ضربه های مکانیکیو لرزش باشند.

در جه حرارت روی رفتار هر گونه دستگاهی که با استفاده از سیستم میکرو پروسسوری کار کند تاثیر می گذارد. اگر درجه حرارت محیط از حد مجاز (تعیین شده در مشخصات فنی دستگاه) بیشتر شود دستگاه مونیتورینگ تحت تاثیر قرار می گیرد. رطوبت اضافی نیز ممکن است سبب تقطیر رطوبت در داخل دستگاه شود که می تواند عامل ایجاداتصالی های الکتریکی ، قوس ، خوردگی و نهایتا" ارایه اطلاعات غلظ 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 وایجاد اطلاعات همراه با خطا شود. هنگامی که مونیتور در ناحیه ای قرار گرفته که احتمال وجود تنش های مکانیکی 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 مکانیکی که در حین انتقال دستگاه به محل مونیتورینگ ایجاد شود ، عملکرد صحیح دستگاه باید قبل از استفاده بازبینی شود.

۵-۷ محل اندازه گیری و دریافت اطلاعات

۵-۷-۱ 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 آن ها تحت تاثیر 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 وتجهیزاتی که

تحت تاثیر قرار گرفته اند از یکدیگر دور باشند تغییرات اعمال شده به تجهیز درمحل مونیتورینگ مشاهده نخواهدشد.

محل مهم دیگر برای دریافت اطلاعات و مونیتورینگ وقایع ، محل اصلی ورودی برق به مشترک می باشد زیرا تغییرات ولتاژ و حالات گذرایی که در این نقطه اتفاق می افتند توسط بسیاری از دستگاههای مشترک دیده می شوند.

همچنین این نقطه بهترین محل برای نشان دادن اعوجاج 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 پدیده های مربوط به کیفیت برق به دلیل وجود امپدانس های سیستم توزیع و دینامیک بار تغییر می کند. به عنوان مثال یک موج گذرای ولتاژ مقداری انرژی را روی امپدانس ها تلف نموده که این امر سبب می شود که شیب موج ، دامنه پیک و فرکانس نوسانات تغییر کند.

محل ابتدایی نصب یک مونیتور کیفیت برق به هدف ونوع 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 می تواند هم شامل تجهیزات حساس الکترونیکی مانند کامپیوترها و محرکه های ا قابلیت تنظیم سرعت و هم تجهیزات سیستم های توزیع مانند کلیدها و خازن ها باشد. پس از اینکه مشکل تشخیص داده شده ، دستگاه مونیتورینگ می تواند به سمت پست تغذیه کننده مشترک حرکت نموده تا بتوان منبع اعوجاج را پیدا نمود.

پس از اینکه تجهیزات تحت تاثر قرار گرفته با استفاده از یک سیستم برق اضطراری یا فیلتر تحت حفاظت قرار گرفت ، باید محل مونیتور تغییر یابد. در این حال مونیتور باید در محل اتصال تجهیز به شبکه الکتیکی (بین وسیله برق اضطراری و دستگاه تحت تاثیر قرار گرفته) نصب شود. این اندازه گیری نشان می دهد که کیفیت برق تحویلی به دستگاه آیا با مشخصات فنی پیشنهادی سازنده مطابقت دارد یا خیر ؟

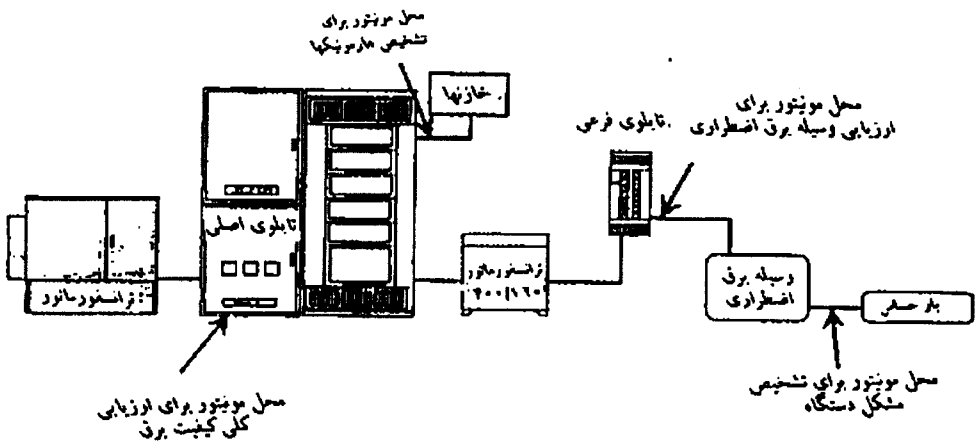
پس از این کار ، مونیتور باید مجددا" به طرف منبع وسیله برق اضطراری یا فیلتر متصل شود تا نشان دهد که سطح اعوجاج ایجاد شده در توانایی فیلتر یا وسیله برق اضطراری هست یا خیر؟

اگر هدف مونیتورینگ تحقیق درخصوص کیفیت کلی برق یک مشترک باشد مونیتور باید در محل ورودی برق تغذیه مشترک قرار گیرد. مونیتور سپس می تواند به سمت پست اصلی توزیع حرکت نموده تا کیفیت برق فیدرهای مجزا را مشخص نماید.

اگر اندازه گیری هارمونیک ها مورد نظر باشد مونیتور باید در محل فیلتر یا خازن نصب شود تا مقدار هارمونیک جریان و ولتاژ اعوجاج یافته را اندازه گیری نماید. " بزرگ سازی گذراهای کلید زنی " نیز می تواند با اتصال مونیتور به بانک خزانی تحقیق شود. شکل ۵ چنین موردی را نشان می دهد.

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 مورد نظر متصل نشده باشند. در این صورت دستگاه مونیتور ، دامنه اعوجاجات ولتاژی را که مستقیما" روی بار می افتند نمایش داده و از مدار فیلتر و امپدانس ها تاثیر نمی گیرد. همچنین با این نوع نصب می توان مستقیما" شینه جریان تغذیه کننده بار را مورد اندازه گیری قرار داد بدون اینکه طول سیم های رابط مونیتور افزایش یابد.

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 نزدیکترین تابلوی فرعی تغذیه کننده بار متصل گردد. عمل فوق دارای این مزیت است که هادی های مدار برای اندازه گیری جریان در دسترس می باشند.



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

۵-۷-۲ چگونگی پیدا نمودن منبع ایجاد کننده کیفیت نامناسب برق (منبع اعوجاج)

اولین قدم در شناسایی منبع ایجاد کننده کیفیت نامناسب برق ارتباط دادن شکل موج آن با عوامل ممکن است .

به مجرد آنکه دسته بندی دلایل وعوامل تعیین گردید (مانند کلید زنی بار ، کلید زنی خازن ، اتصال کوتاه در شبکه ، عمل وصل مجدد و غیره) شناسایی مسئله سر راست می گردد. برای این کار راهکار های عمومی زیر را می توان استفاده نمود :

ـ تغییرات ولتاژ با فرکانس بالا محدود به مکان هایی نزدیک به محل اعوجاج خواهد بود.

به دلیل بالا بودن مقاومت شبکه در سطوح پایین ولتاژ (مانند ۴۰۰ ولت) ، مولفه های فرکانس بالا سریعا" میرا می شوند . در چنین شرایطی مولفه های فرکانس بالا تنها زمانی آشکار می گردند که دستگاه مونیتور نزدیک به محل ایجاد اعوجاج باشد .

ـ 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 خازن ها و ماشین های الکتریکی خواهد بود.

ـ اعوجاج ولتاژ با هارمونیک های مرتبه بالا در نزدیک خازن ها اتفاق می افتد و باعث ایجاد تشدید می گردد. در این حالات ، در طیف ولتاژ هارمونیکی یک فرکانس خاص غالب می گردد.

۵-۸ نحوه اتصال مونیتورکیفیت برق

اتصال هادی های ارتباطی مونیتور باید کلیه مدهای اعوجاجی را که روی وسیله موردنظر تاثیر می گذارند پوشش دهد. همان طور که هادی های مدار افزایش می یابند ، وضعیت های اندازه گیری لازم نیز افزایش خواهند یافت. برای مثال اگر دستگاهی با یک پریز ۲۳۰ ولت بدون هادی زمین کننده تجهیزات تغذیه شود (مثل تجهیزات صوتی ، تصویری) تنها مونیتورینگ فاز ـ نوترال احتیاج خواهد بود. در عوض در صورت استفاده از پریز ۲۳۰ ولتی دارای اتصال زمین ، آرایش های فاز ـ نوترال ، فاز ـ زمین و نوترال ـ زمین نیز باید مونیتور گردند. در یک " واحد پردازش گر داده سه فاز " ، باید حالت های فاز ـ فاز ، فاز ـ نوترال ، فاز ـ زمین و نوترال ـ زمین آن اندازه گیری شود.

در مورد بارهای سه فاز ، بهترین راه اتصال مونیتورها همانگونه 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 ـ 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 ـ زمین نیز در آن شامل شود.

پیشنهاد می گردد که برق تغذیه دستگاه مونیتورینگ از مداری به جز مداری که قرار است مورد مونیتورینگ قرار گیرد تامین شود. بعضی از سازندگان ، فیلترهای ورودی ویا 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 صورتی که دستگاه مونیتور متصل به همان منبعی باشد که قرار است آن را مونیتور کند به وجود می آید.

یکی از مهم ترین مسایل ، سیستم زمین مونیتور است. مونیتورها باید یک اتصال زمین برای سیگنال هایی که قرار است مونیتور شوند و یک اتصال زمین دیگر برای منبع تغذیه تجهیزات داشته باشند.

هر دو این زمین ها باید به شاسی دستگاه وصل شوند. به دلایل ایمنی ، هر دو ترمینال زمین را باید به زمین مناسب 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 صورتی که حلقه های زمین ایجاد مشکل نمایند مثلا" جریان های گذرا باعث آسیب رساندن به تجهیزات شده و یا اندازه گیری ها را دچار اختلال کنند می توان دستگاه را از همان مداری که قرار است مونیتورینگ آن انجام گیرد تغذیه نمود. از سوی دیگر ، این امکان وجود دارد که فقط یک زمین را متصل کرد (مثلا" 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 دستکش های 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 معمولا" از طریق یک خروجی سه سیمه تک فاز و یک کابل قدرت استاندارد تغذیه می گردد. همچنان که اشاره گردید اگر مداری که می خواهد مورد اندازه گیری قرار گیرد همان مداری باشد که دستگاه مونیتور را تغذیه می کند، استفاده کننده اید نسبت به تاثیر دستگاه روی مدار الکتریکی آگاه باشد. تغییرات ولتاژ ناشی از کشیدن جریان توسط دستگاه معمولا" زیاد نیست اما

می تواند به خصوص در زمان اندازه گیری نوترال ـ زمین قابل توجه باشد. اگر منبع تغذیه دستگاه توسط یک " خفه کننده موازی ولتاژ گذرا " مانند وریستورهای 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) تامین شود. اگر از مدار دیگری استفاده می شود ، اجازه ایجاد حلقه های زمین نباید 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.

۵-۹ آستانه های اندازه گیری و جمع آوری اطلاعات

۵-۹-۱ تنظیم آستانه دستگاه مونیتور

معمولا" مونیتورهای کیفیت برق به نحوی طراحی می گردند که شرایط غیر عادی شبکه را مشخص نمایند. بنا براین لازم است محدوده شرایطی را که شرایط عادی در نظر گرفته می شوند تعریف نمود. بعضی از دستگاههای مونیتور اعوجاج دارای مقادیر آستانه از قبل تعیین شده هستند که می توان از این مقادیر برای شروع اندازه گیری استفاده نمود. بهترین روش انتخاب آستانه عملکرد ، هماهنگ کردن آن با مشخصات تجهیزی است که مورد بررسی قرار می گیرد. 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 اعوجاجات سیستم جمع آوری شده و سپس براساس این اطلاعات آسانه مناسب انتخاب خواهد شد.

هنگامی که مونیتوری به مدار متصل می شود ، باید چنان برنامه ریزی شود تا پارامترهای مطلوب را گزارش کند. فرآیند انتخاب آستانه های 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. بنا براین مونیتور باید با دامنه هایی برای ولتاژ (ویا جریان) برنامه ریزی شود تا در زمان

عبور از حدود مجاز حساسیت دستگاه مورد نظر ، داده های مربوط به اعوجاج رخ داده شده را ارایه نماید. اگر هدف ، بررسی کلی کیفیت برق باشد ، تنظیم آستانه مونیتور بستگی به محدودیت های مربوط به حافظه مونیتور دارد.

سازنده های مختلف برای گرفتن اطلاعات ، برنامه ریزی و نمایش آن ها روش های متفاوتی را برگزیده اند. دستگاه اندازه گیی ممکن است به دلیل روش اندازه گیری ، نحوه زمین کردن و شیلدینگ ، داده های نامناسب ایجاد کند.

بنا براین دانستن نحوه عملیات داخلی دستگاه اندازه گیری 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. همچنان که اشاره گردید نمایش این اطلاعات می تواند به صورت بصری در یک اسیلوسکوپ باشد ، روی کاغذ چاپ شود ، روی یک دیسک ضبط شود و یا به ترمینال یک کامپیوتر برای تحلل های آتی انتقال یابد.

در کلیه دستگاه های مونیتورینگ مصالحه ای بین هزینه ، توانایی قابلیت حمل بودن و تکمیل بودن آن باید صورت پذیرد. دستگاه ها محدودیت هایی را در زمینه سرعت پردازش ، ذخیره اطلاعات ، سرعت چاپ و حافظه دارند. این محدودیت ها ممکن است باعث عدم خواندن و ثبت برخی از اطلاعات شود.

علاوه بر این دستگاه مونیتوری که تنها یک پارامتر کیفیت برق مشخص را نشان می دهد نمی تواند اطلاعات را برای نمایش تعدادی از رخدادها جمع آوری کند. همچنین این گونه دستگاه ها نمی توانند ارتباط بین تغییرات مختلف شبکه را نشان دهد.

تعدادی از دستگاه های مونیتورینگ چندین فرمت مختلف را به طور همزمان برای گزارش اطلاعات دارا هستند و می توان به صورت اختیاری برخی از آن ها را انتخاب نمود. با توجه به نوع کاربرد ، این مشخصه ها می توانند بازدهی دستگاه را بالا ببرند. مثلا" دستگاه هایی با مشخصه گرافیکی به استفاده کننده اجازه می دهند که شکل موج های مختلف را به صورت بصری روی مونیتور و یا چاپ بر روی کاغذ مشاهده کند. این مشاهدات برای تنظیم آستانه دستگاه مونیتورینگ و بررسی

شرایط موجود و یا چاپ بر روی کاغذ مشاهده کنـد. ایـن مشـاهدات بـرای تنظیـم آسـتانه دسـتگاه مونیتورینگ و بررسی شرایط موجود مفید خواهد بود. در برخی حالات این شکل موج ها برای یافتن منبع و علـت پدیده ایجاد شده نیز می تواند مورد استفاده قرار گـیرد. چنانچـه مشـترک درخواسـت اندازه گیری شرایط ماندگار را داشته باشد ، این درخواست احتیاج بـه دسـتگاهی دارد دکـه توانـایی گزارش و نمایش مطلوب شرایط ماندگـار را بـرای پریـود کـامل مونیتورینـگ داتشـه باشـد. پریـود مونیتورینگ می تواند چندین هفته یا حتی چند ماه باشد.

۵-۹-۲ روش آماده سازی دستگاه مونیتورینگ

در ابتدا باید مونیتور را نصب نمود و اجازه داد که بدون ضبط در حافظه یا چاپ اطلاعات بـه مـدت نیم ساعت یا به اندازه ثبت اولین واقعه کار کند. می توان حتی اجازه داد که قبل از انجام عمل تنظیـم آستانه ها ، مونیتور برای ٢٤ ساعت در این حالت بماند. در این زمان می توان عملکرد صحیح دستگاه را بازرسی نمود و از ضبط بی دلیل اطلاعات در حافسظه یا کاغذ چاپ جلوگیی نمود.

اگر هدف مونیتورینگ بررسی مشکل به وجـــــود آمده در عملکرد یک تجهیز ویژه در یک شـبکه " سالم " (جایی که اعوجاج ولتاژ قابل ملاظحه ای موجود نیست) باشد ، تنظیم آستانه های دسـتگاه اندازه گیری کاری ساده و راحت خواهد بود. آسـتانه مونیتـور ممکـن اسـت درسـت در مـرز سـطح حساسیت تجهیز تحت آزمون تنظیم شود. بنا براین میزان اعوجاج می توانـد از شـکل مـوج گـزارش استنتاج شود. این کار براساس هماهنگی زمانی با زمان عملکرد نادرست تجهیز و یا هنگامی که مقدار اعوجاج به طور آشکار از سطح حساسیت تجهز بالاتر می رود انجام می گیرد.

انتخاب آستانه ها در یک شبکه فعال الکتیکی (مانند ورودی به یک محکره با قابلیت تنظیم سرعت) بسیار مشکل تر است. اگر آستانه ها خیلی پـایین انتخـاب شـوند ، نوسـانات دایمـی ، قـابلیت هـای مونیتور را از بین برده و ممکن است حی از گزارش شدن بسـیاری از اعوجاجـات قـابل ملحظـه ای جلوگیری کنند.

۵-۹-۳ ملاحظاتی درخصوص حساسیت تجهیزات

بهترین نوع تنظیم آستانه ها ، انتخاب آن ها متناسب با سطوح حساسیت تجهیز تحت آزمون است. سطوح حساسیت تجهیز را می توان از مشخصات فنی آن ویا از بررسی های گذشته انجام شده روی آن تجهیز به دست آورد. این اطلاعات به ندرت در استانداردهای صنعتی برای هر تجهیز مشخص در دسترس است (به عنوان مثال منحنی CBEMA در مورد کامپیوترهای شخصی که در IEEE شماره ٤٤٦ آمده است) . حتی هنگامی که اطلاعات ویژه در دسترس باشد نیز ممکن است سطوح حساسیت تجهیز همواره با آسانه مونیتور تطبیق نیابد. سطوح حساسیتی که معمولا" از روی استانداردهای صنعتی گرفته می شود (مانند منحنی CBEMA) اغلب برای تنظیم آستانه ها مفید خواهند بود، به خصوص هنگامی که همراه با سطوح مشخص شده توسط سازنده به کار می روند. آستانه ها 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 مشخصات آمده است و دقت مونیتور عواملی هستند که در زمانی که سطوح ولتاژ زیر سطوح حساسیت مورد انتظار هستند سبب عملکرد نادرست تجهیز خواهد شد.

جدول ۳ می تواند به عنوان قاعده کی رای تنظیم آستانه های به کار رود. این قواعد برای تجهیزات با ولتاژ نامی ۲۳۰ ولت کاربرد دارند.

جدول ۳- قواعد کلی برای تنظیم آستانه ها

	مورد اندازه گیری	تنظیم پیشنهادی	ملاحظات
آستانه های ولتاژ نامی	فلش	۲۰۷ ولت موثر	۱۰ – درصد ولتاژ نامی تغذیه
	برآمدگی ولتاژ گذرا	۲٤۱ ولت موثر	۵ + درصد ولتاژ نامی تغذیه
	گذرا	٤۲۰ ولت	تقریبا" حدود دو برابر ولتاژ نامی فاز ـ نوترال
	نویز	۲/۵ ولت	حدود یک درصد ولتاژ نامی فاز ـ نوترال
	هارمونیک ها	اعوجاج هارمونیکی کل ۵ درصد	سطح اعوجاج ولتاژ در بارهایی که تحت تاثیر قرار می گیرند.
	فرکانس	۰/۳ ± هرتز	-
	عدم تعادل ولتاژ	٪۲	عدم تعادل ولتاژ بیش از ٪۲ می تواند روی تجهیز تاثیر گذارد
	فلیکر	شاخص کوتاه مدت فلیکر (P_{st}) برابر ۱	$P_{st}=1$ اسانه آزاردهی چشم است
آستانه های ولتاژ بین نوترال ـ زمین	برآمدگی ولتاژ گذراهای ضربه ای نویز	۳ ولت موثر ۳۸ ولت پیک ۲/۵ ولت موثر	سطوح نمونه برای مسائل موجود زمین و یا نوترال ده تا بیست درصد ولتاژ فاز ـ نوترال سطوح نمونه حساسیت تجهیزات

	مورد اندازه گیری	تنظیم پیشنهادی	ملاحظات
آستانه های جریان	جریان فاز / نوترال	جریان بار عادی براساس مقدار موثر ـ واقعی	ممکن است احتیاج باشد که آستانه های جریان بار بالاتر از جریان بار عادی انتخاب شوند. این انتخاب بستگی به داده های مطلوب و مقدار نوسان در جریان بار دارد
	جریان زمین	۰/۵ آمپر موثر واقعی	وابسته به ولتاژهای ایمنی و همچنین داده های دارای خطا
	هارمونیک	اعوجاج هارمونیکی کل ۲۰ درصد برای مشترکین کوچک و مشترکین بزرگ ۵ درصد برای	اندازه گیری شده د ورودی مشترک و نسبت به حداکث دیماند جریان بار. سطوح اعوجاج هارمونیکی تابلوهای فرعی باید با توجه به تاثیر هارمونیک ها روی تجهیز که مونیتور می شود مانند سایز نوترال ، بار گذاری ترانس و خازن انتخاب شود.

۵-۱۰ طول دوره مونیتورینگ

طول دوره مونیتورینگ بستگی مستقیم با هدف مونیتورینگ دارد. معمولا" این زمان باید بازه زمانی را که الگوی مصرف تکرار می شود پوشش دهد. به عنوان مثال ، یک مشترک صنعتی ممکن است الگوی مصرف توانش در هر روز ویا د هر شیفت کاری تکار شود. بسته به هدف مونیتورینگ ممکن است لازم باشد که حداقل یک شیفت کاری عمل اندازه گیری انجام گیرد.

۵-۱۰-۱ مونیتورینگ مقدماتی

مونیتورینگ مقدماتی فرایند نسبتا" کوتاهی است. هدف آن به دست آوردن محدوده تغییرات (پروفیل) کیفیت برق در یک محل مشخص است. اطلاعات اولیه شامل تعیین مقادیر تغییرات ولتاژ و جریان در حالت ماندگار و گذرا می باشد. دیگر پارامترها مانند فرکانس نیز می تواند از مسائی مود توجه باشد. طول دوره مونیتورینگ باید برابر با سیکل کاری کامل انتخاب شود. اگر وضعیت شبکه برق رسانی تغییر کند ، تکرار اندازه گیری ها و مقایسه با حالت قبل پیشنهاد می شود. پروفیل کیفیت برق ممکن است تغییرات فصلی نیز داشته باشد. بنا براین در فصول مختلف باید مونیتورینگ را انجام داد.

۵-۱۰-۲ مونیتورینگ برای حل مشکلات

یافتن مشکل برق یک دستگاه به خصوص 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 تاثیر راه حل ارایه شده و این نکته که هیچ نوع مسئله جدیدی ایجاد نشده است مونیتورینگ مجدد باید انجام گیرد.

۵-۱۰-۳ 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 (معمولا" چند سال) در نقاط مختلف شبکه انجام می گیرد.

۵-۱۱ تفسیر نتایج مونیتورینگ

در بررسی مسئله کیفیت برق مهم این است که مشخصات اعوجاج را با عامل ایجاد کننده آن مرتبط نمود. این امر به دانش و آگاهی درخصوص مشخصات انواع مختلف اعوجاج ها نیاز دارد. این مشخصات برای هر گروه از اعوجاجات محدوده معینی دارند. شکل موج ها و اطلاعات ارایه شده در این دستورالعمل به نحوی طبقه بندی شده اند که تا حد امکان زمینه تفسیر وضعیت نامناسب کیفیت برق را فراهم آورد. هنگامی که دلیل اعوجاج مشخص گردید باید تاثیر آن بر روی تجهیزات و راه حل های ممکن جهت بهوبد وضعیت کیفیت برق تعیین شوند.

البته همواره نمی توان یک رابطه مستقیم علت ـ معلولی بین اعوجاج و اثر آن بر روی تجهیزات پیدا نمود. (مثلا" کاهش کیفیت تجهیزات در اثر طول عمر و تداخل سیستم های کنترلی بر روی مسائیل کیفیت برق تاثیر می گذارند) در نتیجه ارزیابی تاثیر این اعوجاجات وپیدا نمودن راه حل های مناسب مشکل خواهد بود. به هر حال این دستور العمل 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 مسایل نیاز به اندازه گیری کامل دارد. برسی خروجی مونیتورها شاید مهم ترین بخش بررسی مسئله کیفیت برق باشد. تنوع بسیار وسایل اندازه گیری و محدودیت های آن ها ، 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.

۵-۱۱-۱ بررسی داده ها و اطلاعات خلاصه شده

اولین مرحله در تفسیر اطلاعات به دست آمده از دستگاه مونیتور ، بررسی خلاصه ای از آن ها در یک بازه زمانی است. این بازه زمانی بسته به شرایط موجود ، می تواند از یک دوره کاری یا حتی یک ماه نیز طول بکشد ، ولی به هر حال کمتر از یک دوره کاری نباید باشد. بررسی خلاصه اطلاعات

می تواند نمایی از مفاهیم مهم را مشخص سازد و کمک آن ، لزوم انجام آزمایش و بـه دسـت آوردن جزئیات بیشتر را معین کند.

۵-۱۱-۱-۱ تهیه اطلاعات خلاصه شده

نوع و جزئیات خلاصه اطلاعات باید اهداف اولیه را مشخص سازد. خلاصه اطلاعات بـاید بـر روی دو مقوله اصلی تاکید کند. اول آنکه ، اطلاعات را باید بر حسب زمان وقوع آن جمع آوری نمـود تـا بتوان ارتباط بین آن ها را مشخص کرد. دوم آنکه اطلاعات باید با توجه به نوع اعوجاج و زمان وقوع دسته بندی شود.

۵-۱۱-۱-۲ بازبینی اطلاعات خلاصه شده

بعد از مطمئن شدن از صحت اطلاعات خلاصه شده ، می توان اولین مرحله تفسیر اطلاعات را انجام داد. دراین مرحله ممکن است که نتوان به اهداف اصلی رسید ولـی مـی تـوان اطلاعـات مـورد نیـاز بیشتری را جهت پیشبرد برسی به دست آورد. سلسله وقوع حوادث می توانـد بـه ایـن عمـل بسـیار کمک نماید. این سلسله حوادث را می توان با سیکل مصرف ، مشـخصات تجـهیزات مونیتورینـگ ، نتایج مذاکرات با افرادی که در محل مشغول به کار هستند ویا هر نـوع اطلاعـات جمـع آوری شـده مقایسه نمود.

با استفاده از " هیستوگرام زمان ـ اعوجاج " می توان به اینکه اعوجاج رخ داده است یا خیر و نـز بـه زمان وقوع آن واقف شد. الگوی اعوجاجات بر حسب زمان می توانـد بـه یـافتن منبـع مسـئله عـدم کیفیت مناسب برق منجر شود.

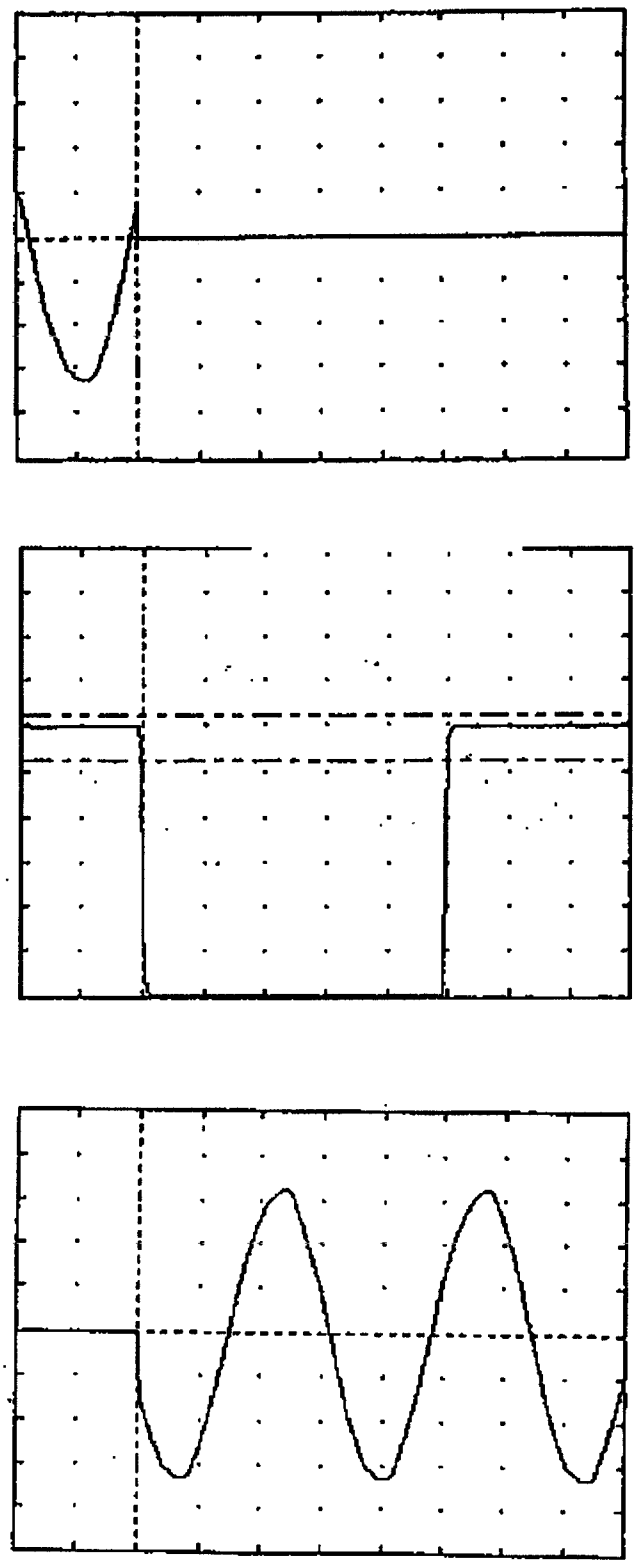
۵-۱۱-۲ جداسازی اطلاعات مهم

اغلب ، بررسی اطلاعات خلاصه به راه حل قطعی منجر نمی شود. ولی به هر حال اطلاعـات مـهم و مورد نیازی که قرار است به طور دقیق تر مـورد بررسـی قـرار گـیرند مشـخص خواهنـد شـد. ایـن اطلاعات ، اطلاعات کلیدی نام دارند و به کمک آن ها می توان به بررسی مسائل پرداخت.

۵-۱۱-۲-۱ تعیین وقایع کیدی از روی چندین اعوجاج

مرحله بعدی در تفسیر نتایج مونیتور شده ، به دست آوردن اطلاعات کلیدی و ترکیب آن ها با وقایع به وجود آمده می باشد. یک واقعه پدیده ای الکترومغناطیسی است که از یک یا چند گزارش به دست آمده از دستگاه مونیتور می توان آن را نتیجه گرفت. برای مثال ، در هنگام قطعی کوتاه مدت که در زمان رفع خطا و اتصالی به وقوع می پیوندد دستگاه مونیتور ممکن است این پدیده را به صورت فلش ولتاژ خط ـ نوترال ، قطعی یا یک یا چند حالت گذرا و غیره نشان دهد. تمام این ها تفسیری از یک واقعه قطعی را نشان می دهند.

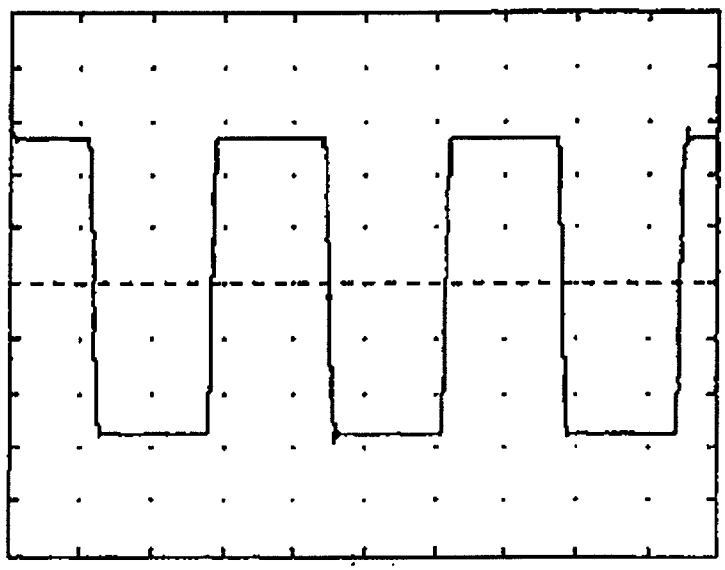
به طور عملی ، تعیین حوادث و وقایع کیدی شامل جمع آوری تمام اعوجاجاتی است که می توانند حوادث یکسان را توصیف نمایند. اگر همزمان با وقوع فلش ولتاژ خط به نوترال ، افزایش ولتاژی در نوترال ـ زمین به وجود آید ، علت آن می تواند تغییر بار در مدار مونیتور شده باشد. بسیاری از مواقع یک واقعه به صورت گروهی از اعوجاجات دیده می شود که هر کدام اطلاعات ذی قیمتی ا فراهم می سازند که می توان آن اطلاعات را در کنار یکدیگر قرار داد و مسئله را حل نمود.جداسازی حوادث با توجه به زمان وقوع آن ها امکان پذیر می باشد شکل ٦ سه منحنی را که نشان دهنده یک واقعه مشخص (یک قطعی مختصر محلی) است نمایش می دهد. توجه کنید که در شکل شماره (٦ ج) ، اعوجاج در شکل موج نشان می دهد که زمان برق دار شدن مجدد برابر با زمان اعوجاج اولیه به علاوه طول دوره قطعی می باشد.



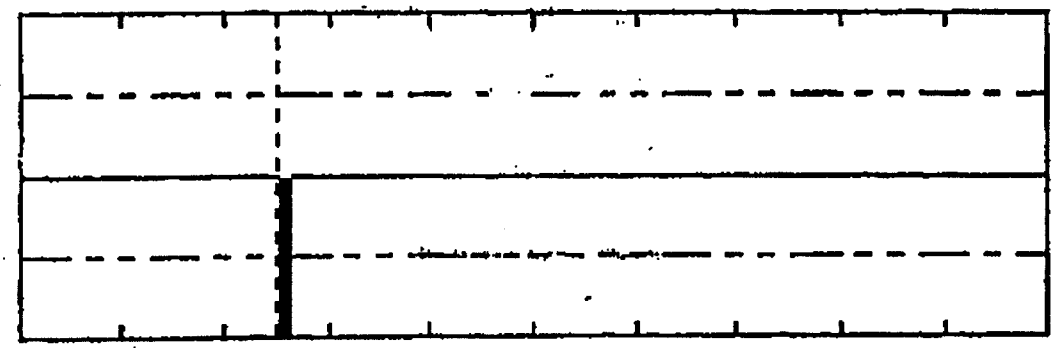
شکل ٦- الف- موج اعوجاج اولیه در زمان t ثانیه ب - قطع موقت فاز ـ نوترال با دوره ١٠ ثانیه ج ـ موج اعوجاج نهایی در زمان ١٠ + t ثانیه

۵-۱۱-۲-۲ بازبینی واقعیت حوادث

بازبینی و تعیین صحت واقعیت یک حادثه را بر اساس منحنی های واقعی از آن ها استوار ساخت. به طور کلی بازبینی و تعیین صحت اطلاعات ضبط شده باید بر اساس نحوه آرایش مدار و روش مونیتورینگ انجام گیرد. شکل های ۷ و ۸ نیاز به بازبینی واقعیت حادثه را نشان می دهد. با مراجعه به شکل ۷ می توان مشاهده نمود که جریان بالای پالسی شکلی در سیستم وجود داشته که باعث تخت شدن ولتاژ شده است . در واقع ، این حالت می تواند خروجی ولتاژ یک UPS باشد. البته ممکن است این تصور پیش آید که پدیده فوق در عملکرد نرمال شبکه امکان پذیر نیست.



شکل ۷- خروجی ولتاژ مربعی UPS



شکل ۸- موج ضربه منتجه از خطای دستگاه اندازه گیری

شکـــل ۸ یک موج ضربه ای سریع را نشان می دهد (ممکن است در اثر دشارژ اسـتاتیکی باشـد). اما با دقت بیشتر مشاهده می شود که موج ضربه با دامنـه ٤٠٠ ولـت بـدون هیـچ گونـه جهشـی بـه صورت لحظه ای به ماکزیمم خود رسیده و سپس به مقدار صفر بـازگشـته اسـت. حتـی در صـورت استفاده از وسایل حفاظتی نیز یک شبکه قدرت خطی به ندرت پپاسخی بدین شکل خواهـد داشـت. اینرسی الکتریکی مربوط به امپدانس سیستم ، مقداری جهش را به دنبال خواهد داشت و بنا براین این موج حتما" در اثر خطای دستگاه اندازه گیری ایجاد شده است.

۵-۱۱-۳ *تفسیر حوادث کلیدی عامل کیفیت نامناسب برق*

هنگامی که حوادث کلیدی توسط اندازه گیری تشخیص داده شد و بازبینی گردید ، قدیم بعدی تفسیر این حوادث است. اگر تحلیل خروجی ها حادثه مشخصی را نشان دهد، این امر بـاید بررسـی شـود. اگر به حادثه مشخصی نتوان اشاره نمود باید به ترتیب بروز وقایع ، کلیه موارد بررسی شوند. بایسـتی توجه داشت که بروز هر واقعه ممکن است شامل بیش از یک منحنی یا گزارش باشد.

جدول ۵ می تواند به عنوان مرجعی برای تفسیر اطلاعات به حساب آید. ایـن جـدول بـرای شـرایط ارایه شده ، روش تحلیل به کار رفته همراه با شماره زیر بخش آن را نشان می دهد. در هر زیر بخـش مشخصه و علل ممکن شرح داده شده است.

جدول ۵- مرجعی برای تحلیل مسائل

مسائل نمونه	نوع اعوجاج	علل ممکم	شماره زیر بخش
گرمای اضافی در نوترال قطعی های متناوب انحراف فرکانس	حالت ماندگار	نوترال مشترک سیم کشی نامناسب و ناکافی امپدانس منبع زیاد برش های ولتاژی هارمونیک ها	٤-١١-٣-١
قطعی داده های غیر عادی افزایش تصادفی در سطوح هارمونیکی		اتصالی در شبکه جریان های هجومی سیم کشی ناکافی	٤-١١-٣-٢
قطهی های متناوب فلیکر داده های غیر عادی	فلش / برآمدگی	تغییرات ولتاژ تغذیه جریان های ضربه ای / هجومی سیم کشی ناکافی	٤-١١-٣-٣
خرابی تجهیزات شکست عایقی قطعی داده های غیر عادی	موج های صربه تداخل الکترومغناطیسی	صاعقه کلید زنی بار کلید زنی خازن ها دشارژ استاتیکی قوس ، قطعی سیم کشی	٤-١١-٣-٤

مسائل نمونه	نوع اعوجاج	علل ممکم	شماره زیر بخش
گرمای اضافی در ترانسفورماتورها اعوجاج ولتاژ اعوجاج جریان گرمای اضافی در موتورها داده های غیر عادی قطعی	هارمونیک ها	بارهای الکترونیکی یکسوکننده ها	٤-١١-٣-٥
مشکلات بـه وقـوع پیوسـته بـه صـورت همزمان مشکلات به وقوع پیوسـته در بـازه هـای منظم	شناسه ها	بارهای زمانی بارهای دوره ای	٤-١١-٣-٧
کلیدهای انتقال اتوماتیک کار نمی کنند شیفت فرکانس بیش از اندازه	قطعی ها	کلیدزنی به منابع دیگر کیدزنی غیر سنکرون شد	٤-١١-٣-٧

٥-١١-٣-١ تحلیل شکل موج ماندگار

مفاهیم بسیاری را می توان با آزمایش و تحلیل شکل موج حـالت مـاندگـار بارهـا یـا شـبکه قـدرت استخراج نمود. این نوع تحلیل روی اعوجاجات متمرکز نمی شود بلکه ترجیحاً روی آنچه که هنگام عدم وجود اعوجاج اتفاق می افتد تکیه دارد. به طورکلی تحلیل شکل موج در محل ورودی مشـترک یا کمی بالاتر به سمت شبکه شرکت برق ، نتایج مفیدتری را در بر دارد.

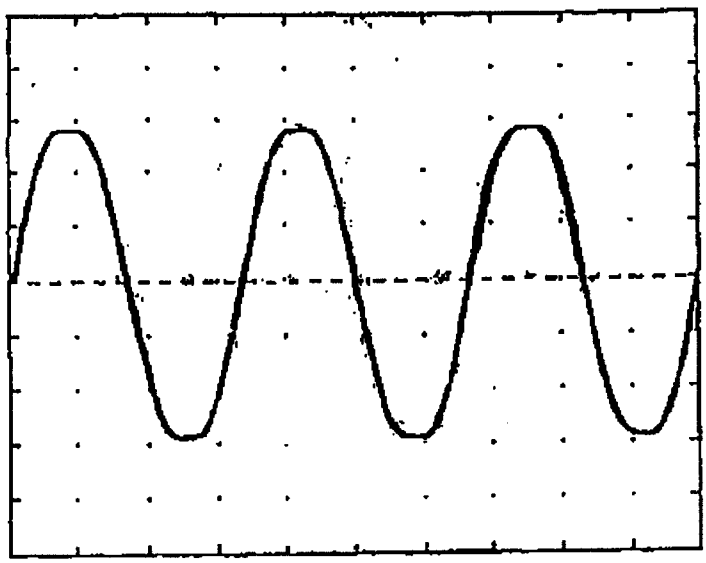
تحلیل حالت ماندگار اطلاعاتی را در زمینه های زیر به دست می دهد:

- نوع بارها
- صحت عملکرد مناسب شبکه قدرت

- تحقیق در رابطه با سیم کشی (نوترال اختصاصی یا سهم شده)

۵-۱۱-۳-۱-۱ تحلیل اطلاعات شکل موج در حالت ماندگار

هنگامی که بارهای مختلف برق دار می شوند ، ولتاژها و جریان های لحظه ای توسط قانون اهم و امپدانس سیستم به یکدیگر ارتباط می یابند. این ارتباط هم در دامنه (افت ولتاژ) و هم در شکل موج است. برای مثال اگر بار ، یک کامپیوتر شخصی یا دیگر بارهای الکترونیکی که جریان را به صورت پالسی می کشند باشد افت ولتاژ در پیک شکل موج ولتاژ اتفاق می افتد. پدیده فوق سبب می شود که قله شکل موج کمی تخت شود (رجوع شود به شکل ۹).



شکل ۹- پدیده تخت شدن قله موج به دلیل وجود منابع تغذیه سوئیچینگ

در شبکه هایی که اتصال نوترال ـ زمنی دارند ، اطلاعات بسیاری را می تـوان از شـکل مـوج ولتـاژ نوترال ـ زمین به دست آورد. قانون اهم می گوید که ولتاژ نوترال ـ زمین متناسـب بـا جریـان هـادی نوترال است. ولتاژ در فرکانس های پایین و صفر بودن جریان هـادی زمیـن ، مسـتقیماً متناسـب بـا جریان نوترال خواهد بود. در نتیجه شکل موج های ولتاژ نوترال ـ زمیـن مـی توانـد اطلاعـاتی را در رابطه با جریان درون نوترال در اختیار قرار دهند.

این موضوع می تواند به خصوص در آزمایش مدارات تک فاز اختصـاصی کـه اکـثراً بـرای بارهـای الکترونیکی استفاده می شوند مفید واقع شود. اگر شکل موج ولتاژ نوترال ـ زمین یـک مولفـه بـزرگ سینوسی را نشان دهد، برخلاف جریان پالسی شکل بارهای الکترونیکی ، یـک بـار غـیر الکـترونیکی 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 ـ زمین روی یک مدار ۲۲۰ ولتی کمتر از چند ولت باشد ، بر ایـن پدیـده دلالـت دارد کـه افـت ولتـاژ روی نوتـــرال کم است بنا براین بالطبع افت روی هادی خط نیز کم خواهد بـود. از طـرف دیگـر ، اگـر ولتاژ نوترال ـ زمین بلاتر از حالت قبل باشد افت ولتاژ روی نوترال بالا بوده ، بنا براین احتمال اینکـه سیم کشی و اتصالات ناکافی باشد زیاد خواهد بود.

جریان در هادی نوترال یک سیستم سه فاز متعادل (سیستم سـه فـازی کـه جریـان در هـر سـه فـاز مساوی است) برابر صفر است ، بنا برایـــــن هادی نوترال می توانـد سـطح مقطـع کـوچکـتری از هادی های فاز داشته باشد. اما هنگـامی کـه بارهـای تـک فـاز الکـترونیکی وجـود داشـته باشـند ، مخصوصاً با منابع تغذیه سوئیچینگ ، این موضوع درست نخواهد بـود. چـون بارهـای الکـترونیکی تمایل دارند که جریان پالسی شکل را در نزدیکی پیک موج سینوسی از منبع بکشـند ، جریـان هـای هارمونیکی در هر فاز نمی توانند حتی در سیستم های دقیقاً متعـادل همدیگـر را خنثـی نمـوده و در نتیجه جریان نوترال می تواند حتی بزرگ تر از جریان فاز باشـد. شـکل مـوج جریـان ممکـن اسـت سینوسی باشد ، ولی فرکانس آن ۱۵۰ هرتز خواهد بود. در این حالت سطح مقطع هادی نوترال بـاید دوبرابر سطح مقطع هادی فاز باشد.

توجه کنید که نه تنها ولتاژ موثر زمین ـ نوترال متناسب با جریان نوترال است ، بلکه شکل موج آن نیز دارای این تناسب است . بنا براین اگر فرکانس جریان نوترال ۱۵۰ هرتز باشد فرکانس ولتاژ نوترال ـ زمین نیز ۱۵۰ هرتز می باشد. به دلیل بالا بودن جریان نوترال ـ زمین نیز زیاد خواهد بود. همچنین به خاطر داشته باشید که تغییر در ولتاژ نوترال ـ زمین می تواند در اثر تغییر در امپدانس (مثلاً" اتصالات نامناسب) مدار نوترال و یا جریان غیر عادی در مدار زمین باشد.

۵-۱۱-۳-۲ 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 یا یک سیکل به سیکل دیگر شود. اعوجاج شکل موج می تواند اطلاعاتی را در خصوص عملکرد دقیق سیستم و طبیعت بارهای موجود در یک مشترک ارایه دهد. تعدادی از حرابی ها می توانند منبع اعوجاج را مشخص نموده و برخی دیگر نیز ممکن است علت اعوجاج را معین سازند.

۵-۱۱-۳-۲-۱ تحلیل اطلاعات شکل موج اعوجاجی

یک سیستم برق AC دارای اینرسی است و در نتیجه باید مشخصه پاسخ سیستم را در نظر گرفت. کلیه بارهای متصل به شبکه برق ، 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 میدان ها وارد سیستم شود. اکثر بارها مثل موتورها ، هنگامی که ولتاژ تغذیه آن ها قطع می شود سریعاً" متوقف نمی شوند.

۵-۱۱-۳-۳ فلش / برآمدگی

مشابه با شکل موج اعوجاجی ، فلش ها و برآمدگی ها تغییرات شکل موج ولتاژ و جریان را توصیف می کنند. به هر حال فلش ها و بر آمدگی ها نوعاً" از ۱۰/۵ سیکل تا ۱ دقیقه طول می کشند و دارای دامنه ای هستند که بر حسب مقدار موثر بیان می شود. این بدان معنی است که به جای مشاهده شکل موج لحظه ای ، مقدار موثر موج بررسی می شود. اگر این مقدار ۱۰ ردصد کمتر ویا بیشتر از مقدار نامی باشد ، یک فلش یا برآمدگی به وقوع پیوسته است. اگر مقدار موثر ولتاژ از ۱۰

درصد کمتر ویا بیشتر شود و بیش از یک دقیقه طول بکشد پدیده ، اضافه ولتاژ یـا کـاهش ولتـاژ بـه حساب می آید.

۵-۱۱-۳-۳-۱ تحلیل اطلاعات فلش / برآمدگی

تغییرات ناگهانی جریان می تواند موجب تغییراتی در ولتاژ خط ـ نوترال و نوترال ـ زمین شود. بـرای مثال اگر باری که دارای ۱/۵ ثانیه جریان هجومی است راه اندازی شود ، فلش ولتاژ خط ـ نوتـرال و افزایش ولتاژ نوترال ـ زمین برای ۱/۵ ثانیه ایجاد خواهد کرد. درحقیقت بالا رفتن ولتاژ نوترال ـ زمین تقریباً حدود نصف دامنه فلش خط ـ نوترال است. فلش ناشی از افت ولتاژ هادی های خط و نوترال است ، در حالی که ولتاژ نوترال ـ زمین تنها در اثر افت روی هادی نوترال می باشد.

توجه به اینکه اکثر فلش ها و برآمدگی های ولتاژ ناشی از تغییرات جریان می باشـند ، مـی تـوان بـه راحتی به علل اکثر این نوع اعوجاجات پی برد. هر گـاه کـه دو کمیـت ولتـاژ و جریـان در دسـترس باشند، تشخیص علت ممکن حتی راحت تر نیز صورت می گیرد. بسته به محل مونیتورینگ نسبت به کل شبکه برق ، اینرسی الکتریکی ممکن است خود را به صورت فلش یا برآمدگی نشان دهد.

۵-۱۱-۳-٤ اعوجاج های بار فرکانس بالا

بسیاری از اعوچـاج هـای موجـود در شـبکه بـرق ، دارای فرکـانس قـدرت نیسـتند. برخـی از ایـن اعوجاجات سیگنال های فرکانس بالا با ولتاژ پایین و دایمی بوده که روی خطوط انتقال جریان دارند. برخی دیگر نیز سیگنال های ولتاژ بالا یا متوسط هستند که گذرا نـامیده مـی شـوند. هنگـامی کـه ای اعوجاجات به شبکه قدرت تزریق می شوند پاسخ ان ها با پدیده فرکانس پایین متفاوت خواهد بود.

۵-۱۱-۳-٤-۱ تحلیل اطلاعات اعوجاج های با فرکانس بالا

در فرکانس های بالا ، شبکه قدرت در معرض کوپلینگ خازنی و دیگر پدیده هایی قرار می گیرد کـه در تحلـیل های فرکانـس پایین در نظر گرفته نمی شدند. مدل های فرکانس بالا هنگامی بـه کـار می روند که حالات گذرا و دیگر اعوجاجات با مولفه های فرکانسی حدود ۲۰ برابر فرکـانس اصلـی شبکه برق وجود داشته باشند. برای مثـال ، در فرکـانس حـدود ۱۰۰۰ هرتـز ، از تـاثیر پدیـده هـای فرکانس بالا نمـی توان صرف نظر نمود. داده هایی که چنین حالات گذرایی را نشان مـی دهنـد

می توانند از یک سیم به سیم دیگر انتقال یابند. حتی اگر این سیم ها به یکدیگر اتصال نداشته باشند (مثلا" از طریق کوپلینگ خازنی) . امواج با فرکانس های بالا می توانند از کلیدهای باز نیز انتقال یابند. مشخصه های فرکانس بالای شبکه های قدرت باید در محدوده فرکانسی ذکر شده در نظر گرفته شوند. پدیده انعکاس امواج در این محدوده فرکانسی نیز می تواند رخ دهد (یادآوری می گردد که نصف طول موج یک موج یک مگاهرتزی تنها ۱۵۰ متر است) گرچه آن ها معمولا" توسط بارهای خازنی روی خط سریعا" میرا می گردند.

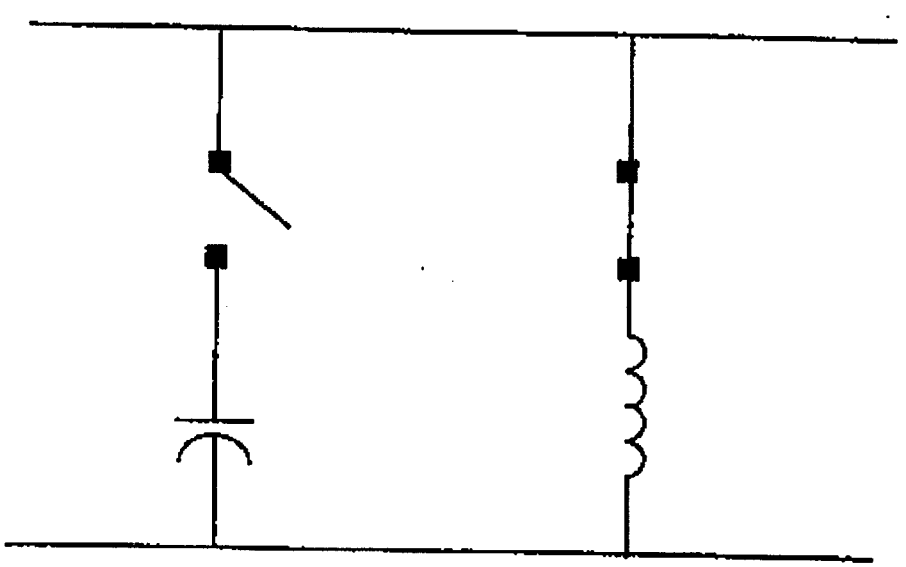
حالات گذرا معمولا" در اثر اضافه کردن یا برداشتن بارهای راکتیو از روی خطوط ایجاد می شوند. البته علل محیطی مانند صاعقه نیز می توانند عامل به وجود آمدن آن ها باشد.

یک مدل بسیار ساده از یک خازن ویک سلف در شکل ۱۰ آمده است. خازنی که به یک شبکه قدرت متصل می شود نوعا" 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 کلید زنی باشد. چون انرژی از منبع کشیده می شود لبه جلو رونده 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 جلو رونده حالت گذرا ، منفی خواهد بود.

اگر یک بار خازنی به یک شبکه سلفی متصل شود ممکن است پاسخ فرکانسی سیستم را نیز تغییر دهد. یک مدار LC دارای فرکانس تشدید خواهد بود که می تواند با گذراهای خازین ، تحریک شده ومنجر 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. 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 گذرایی 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 تاثیر 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.



شکل ۱۰- مدلی برای تولید گذرای ناشی از بار

۵-۱۱-۳-۵ هارمونیک ها

هارمونیک ها ، اعوجاج حالت ماندگاری را روی سیگنال های جریان و ولتاژ ایجاد می کنند. گر چه هارمونیک ها همواره در شبکه قدرت وجود داشته اند ، با این حال ظهور کامپیوترها و وسایل تبدیل

توان AC به DC بر میزان آن ها افزوده است. امروزه فرض " موج سینوسی کامل " در طراحی ها وکاربردهای عملی خطای قابل ملاحظه ای را در بر خواهد داشت.

۵-۱۱-۳-۵-۱ تحلیل اطلاعات هارمونیک

سه روش برای تحلیل هارمونیک ها وجود دارد . اولین آن ها شامل راه های ساده متعددی برای اثبات وجود هارمونیک در شبکه قدرت می باشد. دومین روش کمک می کند تا باری که عامل ایجاد اعوجاج هارمونیک است شناخته شود و آخرین آن ها چگونگی کار با داده های هارمونیکی برای به دست آوردن طیف امپدانسی یک شبکه قدرت می باشد.

٤-۱۱-۳-۵-۱-۱ وجود هارمونیک

قبل از آن که تجهیزات دقیق اندازه گیری هارمونیک به کار گرفته شود ، روش های ساده متعددی می تواند انجام گیرد تا وجود هارمونیک ها در شبکه را اثبات کند. اندازه گیری احتیاج به وسایل رایج 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 ۱/٤ تفاوت دارد؟

_ آیا ضریب شکل (نسبت موثر به متوسط) ولتاژ یا جریان با عدد ۱/۱ 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؟

ـ آیا جریان نوترال در یک تابلو بزرگ تر از آنچه که درحالت نامتعادل مورد انتظار است می باشد؟

۵-۱۱-۳-۵-۱-۲ طیف هارمونیکی

اگر وجود هارمونیک ها در شبکه قدرت اثبات شد ، قدم بعدی احتیاج به استفاده از یک دستگاه اندازه گیری دقیق و یا تحلیل گر هارمونیکی خواهد داشت. چنین وسیله ای می تواند اطلاعات ویژه ای را در خصوص سطوح هارمونیکی تهیه کند. برخی از آن ها تنها اعوجاج هارمونیکی کل (THD) [1] را محاسبه می کنند ، در حالی که بقیه THD و طیف هارمونیکی را ارایه می دهند.

1- Total Harmonic Distorsion

طیف های هارمونیکی می تواند در دسته بندی انواع بارها بسیار مفید واقع شود. سه نوع طیف هارمونیکی در زیر می آید :

ـ اگر هارمونیک های زوج قابل ملاحظه ای وجود داشته باشند ، سیگنال جریان یا ولتاژ نسبت به محور صفر متقارن نیست.

ـ یکسو کننده های تک فاز نوعاً جریان های هارمونیک سوم بالایی تولید می کنند. همچنین در این وسایل دامنه هارمونیک های فرد بالاتر از سه نیز به صورت نمایی کاهش می یابد.

ـ یکسو کننده های سه فاز هارمونیک هایی را طبق رابطه زیر تولید می کنند :

که در آن : $h = k * q \pm 1$

h : مرتبه هارمونیک

K : ثابت عددی $(k = 1,2,3,...)$

Q : تعداد پالس های یکسو کننده

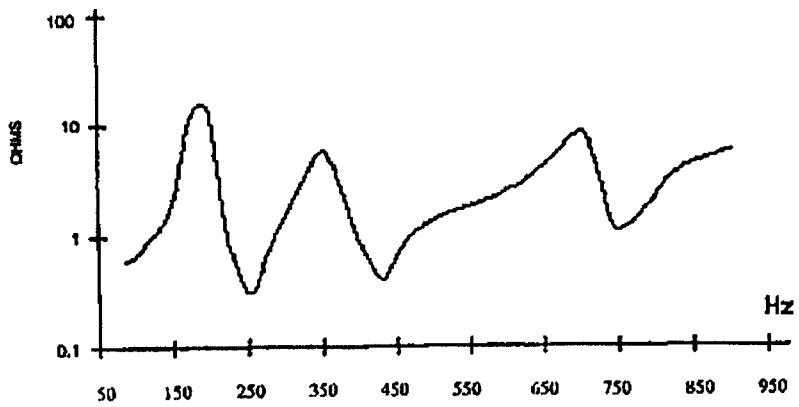
۵-۱۱-۳-۵-۱-۳ طیف امپدانسی

آخرین روشی که مورد برسی قرار می گیرد طیف امدانسی است. یک نمونه از منحنی طیف امپدانسی در شکل ۱۱ آمده است. این روش اطلاعات هارمونیک ولتاژ و جریان را گرفته و امپدانس شبکه را بر حسب فرکانس ترسیم می کند. از منحنی فوق می توان اطلاعاتی درخصوص پاسخ فرکانسی سیستم ، نقاط تشدید و مشکلات ولتاژی مربوط به اعوجاج هارممونیک ها را به دست آورد.

برای ایجاد طیف امپدانسی ، داده های هارمونیک جریان و تفاضل هارمونیک ولتاژ در نقطه مورد نظر باید اندازه گیری شوند. داده های مربوط به تفاضل هارمونیک ولتاژ به این معنی است که تفاوت بین داده های هارمونیکی ولتاژ در بی باری و بار کامل اندازه گیری شوند. داده های بی باری می توانند یا با قطع بار با استفاده از داده های هارمونیکی در نقطه ای نزدیک به ترانسفورماتور ورودی مشترک اندازه گیری شوند.

با این داده ها ، امپدانس می تواند در هر فرکانس هارمونیکی 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

هارمونیکی مشخص امپدانس بالایی مشاهده شد ، باید مقدار آن جریان هـارمونیکی را کـم نمـود تـا اعوجاج ولتاژ نیز کاهش یابد.



شکل ۱۱- امپدانس برحسب فرکانس ، مثالی که فرکانس های تشدیدی مربوط به یک خازن تصحیح ضریب قدرت را نشان می دهد.

۵-۱۱-۳-۶ *تحلیل شناسه ها*

" شناسه ها " نشان دهنده گرافیکی مشخصات پدیده های مربوط به کیفیت برق هستند. بـرای مثـال ، برق دار 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 مونیتورینگ می توان به حضور آن بار خاص پی برد. اکثر پدیده های مربوط به کیفیت برق دارای شناسه هـایی هسـتند کـه مـی تواننـد تشخیص و سپس تحلیل شوند. هر چقدر اطلاعات به دست آمده از یک گراف بیشـتر باشـد، امکـان این که یک اعوجاج بتواند توسط شناسه خودش شناخته شود بیشتر خواهد شـد. بـرای مثـال گـراف های مربوط به فلش / بر آمدگی که به طور همزمان ولتاژ و جریان را نشان مـی دهنـد ممکـن اسـت

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 نخواهند داشت. دیگر پارامتر ها مانند ساعت وقوع نیز می تواند برای تفسیر داده ها ، کلیدی باشد.

۵-۱۱-۳-۶-۱ تحلیل شناسه ها

کلید تشخیص شناسه ها در واقع این نکته است که در مقابل چند شناسه ای که به صورت طبیعی رخ می دهد ، اکثر آن ها به دست انسان اتفاق می افتد. تحلیل این شناسه ها ، شامل جستجوی علل ایجاد پدیده و تاثیری که روی عملکرد دیگر تجهیزات می گذارد می باشد. جدول ٦ مثال هایی را در خصوص روابط زمانی ارایه می دهد

جدول ٦- تشخیص الگوها

الگوها	علل ممکن
ساعت وقوع در طول شبانه روز	خازن های تصحیح ضریب قدرت به صورت خودکار روشن می شوند. روشنایی مجتمع های تجاری به صورت خودکار روشن یا خاموش می 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 و تجهیزات
نرخ وقوع	المنت حرارتی پرینتر لیزری ، دستگاههای کپی به صورت دوره ای کار می کنند. گذراهای ناشی از وسایل کنترل SCR در هر سیکل به وجود می آید. موتورها در لحظه راه اندازی ، حالت گذرا ایجاد می کنند.

۵-۱۱-۳-۷ نا پیوستگی ها

" ناپیوستگی " به انحـــــراف کلی برخی از عناصر شبکه از حالت عادی خود اطلاق مـی شـود کـه مدل های موجود قادر به توضیح آن نیستند. به طور حسی آن ها زیر مجموعه ای از شناسه ها هستند. چون به هر حال یک الگوی گرافیکی را ارایه می دهند. تفاوت ناپیوستگی با شناسه ها در ایـن اسـت که ناپیوستگی ها وجود اثرات خارجی را به اثبات می رسانند. دو نوع معروف از این عوامل خارجی ، وسایل حفاظتی و مناسب مستقل می باشند.

۵-۱۱-۳-۷-۱ تحلیل اطلاعات مربوط به ناپیوستگی ها

مهم ترین روش برای مشخص کردن ناپیوستگی ها ۷ درک چگونگی عملکـرد شـبکه قـدرت اسـت. انحراف از پاسخ فرکانسی نرمال (طبیعی یا اجباری) معمولا" بر حضور برخی عوامل خارجی دلالت دارد. فهرست زیر برای تشخیص اینکه آیا تاثیر خارجی است یا نه قابل استفاده خواهد بود.

ـ آیا فرکانس سیگنال به طور ناگهانی تغییر می کند؟

ـ آیا محل برخورد به نقطه صفر سیگنال پیوسته باقی می ماند ؟

ـ آیا تغییرات دامنه به طور لحظه ای اتفاق می افتد یا مدت زمانی طول می کشد ؟

۵-۱۱-٤ تحقیق در خصوص تفسیر اطلاعات

گرچه این بخش ، در انتهای این استاندارد آمده است ولی دلیل بر کـم اهمیـت بـودن آن نیسـت . در واقع این مرحله ابتدا روی نکات کلیدی متمرکز شده ، آن ها را جمع آوری و کنار هـم مـی چینـد و سپـــس به یک راه حل می رسد یا حداقل حدس خوبـی مـی زنـد. قـدم انتـهایی در فرآینـد تفسـیر اطلاعات ، یعنی بازبینی مجدد راه حل (یا حدس) برای این است که ایا راه حل پیشنهادی ، راه حل واقعی مسئله است یا خیر ؟ این کار می تواند در طی مرحله " پس پردازش " انجام گیرد.

روش تحقیـــــقی دیگر ، به کارگیری ابزارهای شبیه سازی کـامپیوتری اسـت. چنیـن برنامـه هـایی اجازه می دهند که استفاده کننده اعتبار راه حل پیشنهادی را آزمایش کند. ایـن کـار بـه خصـوص در زمانی که روش سعی و خطاط هزینه بر باشد کاربرد دارد.

۵-۱۱-٤-۱ مونیتورینگ مجدد برای تحقیق

هنگامی که راه حلی به کار گرفته شد ، مونیتورینگ مجدد ، میزان موفقیت را حل را آشکار می کند و می تواند به سوالات زیر جواب دهد :

ـ آیا تجهیزی که قبلاً" از مدار خارج می شد اکنون به طور صحیح کار می کند؟

ـ آیا کاهشی در مقدار اعوجاج به وجود آمده است.

اگر پاسخ جواب های فوق " نه " باشد ، تحقیقات بیشتری لازم خواهد بود. البته این بدان معنی نیست که راه حل ارایه شده اشتباه بوده است.

۵-۱۱-٤-۲ مونیتورینگ مجدد برای تعیین عکس العمل سیستم

با تغییر قسمتی از سیستم ، کل سیتم تحت تاثیر قرار می گیرد. ممکن است که با ارایه راه حـل بـرای یک مشکل و انجام آن ، مشکل دیگری به سیستم اعمال شود. برای مثال اگر مشـکل ایجـاد شـرایس گذرا توسط یک ماشین در سیستم باشد و راه حل آن عوض نمودن تغذیه ورودی به ماشین انتخـاب شود. در این حال کلیه وسایلی که از محل اول تغذیه می شدند مشکلی نخواهد داشت ولی وسـایلی که از محل جدید تغذیه می گردند ممکن است دچار مسئله شوند. مونیتورینگ مجدد کمک می کنـد تا تعیین شود آیا نیاز به بررسی مجدد و راه حل جدید وجود دارد یا خیر ؟

۵-۱۲ فواصل زمانی اندازه گیری ها

۵-۱۲-۱ اندازه گیری هارمونیکی ها

در پست های ٦۳ ، ۱۳۲ ، ۲۳۰ ، ٤۰۰ کیلوولت اندازه گیری هارمونیکی ها به صـورت سـالانه در دو مقطع زمانی بیشترین مقدار مصرف و کمترین مصرف سالانه پست انجام شود.

یاد آوری ۱ : در صورت اتصال خطوط جدید بین پست ها و یا تغییر آرایش شبکه ، این اندازه گیری ها در پست های مربوطه صورت گیرد.

یاد آوری ۲ : در صورت اتصال مصارف بزرگ به پست هایی با سطوح ولتاژ اشاره شده ، این اندازه گیری ها درمحل پست مربوطه انجام شود.

در پست های ۲۰ و ۳۳ کیلوولت ، اندازه گیری هارمونیک در پست های مجاور به مشترکین هارمونیک زا انجام شود. اندازه گیری هارمونیک ها به صورت الانه و در مقطع زمانی با بیشترین مقدار مصرف انجام گیرد.

یاد آوری ۳ : در صورت اتصال مشترکین بزرگ هارمونیک زا ، اندازه گیری هارمونیک ها در پست مورد نظر برای اصتال مشترک جدید باید انجام شود.

یاد آوری ٤ : در صورت شکایت مشترکین از نحوه عملکرد نامناسب تجهیزات به علت وجود هارمونیک ها ، اندازه گیری هارمونیکی در پست تغذیه مشترک صورت گیرد.

بعد از نصب تجهیزات کاهش دهنده هارمونیک باید به منظور اثبات عملکرد مناسب تجهیزات اندازه گیری مجددا" انجام گیرد.

۵-۱۲-۲ *اندازه گیری فلیکر ولتاژ*

در پست های ٦۳ ، ۱۳۲ ، ۲۳۰ ، ٤۰۰ کیلوولت در صورت اتصال بارهای فلیکر زا به آن ها ، اندازه گیری فلیکر ولتاژ باید انجام شود.

یاد آوری ۱ : در صورت بزرگ بودن بارهای فلیکر زاد، به منظور اندازه گیری میزان انتقال فلیکر به پست های مجاور ، اندازه گیری باید رد پست های مجاور نیز صورت گیرد.

یاد آوری ۲ : اندازه گیری فلیکر در سطوح ولتاژ اشاره شده یک بار در سال و در شرایط بیشترین مقدار مصرف انجام شود. شرایط و مدت زمان اندازه گیری در استاندارد شماره ۲۰۲-٦۵ آورده شده است.

در پست های ۲۰ و ۳۳ کیلوولت در صورت اتصال مصارف فلیکر زا انـدازه گـیری فلیکـر صـورت گیرد.

باتوجه به تعداد زیاد پست های ۲۰ و ۳۳ کیلوولت و نیز فیدرهـای خروجـی ٤۰۰ ولـت آن هـا ، در صورت شکایت مشترکین اندازه گیری فلیکر انجام شود.

۵-۱۲-۳ محاسبات واندازه گیری فلش ولتاژ

محاسبات فلش به کمک شبیه سازی کامپیوتری سیستم انتقال و با در نظر گرفتن امکانش رایط اتصال کوتاه ناشی از صاعقه و یا حوادث دیگر میسر می باشد. با جمع آوری اطلاعات آماری شـامل تعـداد وقوع اتصال کوتاه و نیز مدت زمان عملکرد رله های و تجهیزات حفاظتی ، یک بانک اطلاعاتی قـوی به منظور استفاده در محاسبات فلش ولتاژ با استفاده از برنامه های شـبیه سـازی کـامپیوتری بـاید بـه دست آید.

یاد آوری ۱ : جمع آوری اطلاعاتی شامل تعداد و نوع خطا و مدت استمرار خطا در طـول سـال بـه صـورت مستمر باید انجام گیرد . این اطلاعات را می توان از ثبات های موجود در پست ها نیز جمع آوری نمود.

یاد آوری ۲ : با داشتن بانک اطلاعاتی مناسب و درصورت درخواست مشترکینی که دارای تجهیزات حسـاس به فلش ولتاژ می باشند ، محسابات فلش ولتاژ و دفعات از مدار خارج شدن این تجهیزات که به پست هـای ۲۰ و ۳۳ کیلوولت و فیدرهای خروجی ٤۰۰ ولت آن ها متصل هستند باید محاسبه شود.

یاد آوری ۳ : نصـب ثبات های ولتاژ و جریان و خطا در پست های حساس ۲۰ و ۳۳ کیلوولـت پیشـنهاد می شود.

۵-۱۲-٤ اندازه گیری ولتاژ و جریان و عدم تعادل آن ها

اندازه گیری ولتاژ و جریان و ثبت خطاها در پست های ٦۳ ، ۱۳۲ ، ۲۳۰ ، ٤۰۰ کیلوولت با استفاده از دستگاههای اندازه گیری به صورت مستمر باید انجام شود.

یاد آوری ۱ : با استفاده از اطلاعات جمع آوری شده منحنی تجمعی ولتاژ و جریان به صـورت هفتگـی تهیـه شود. این منحنی های تجمعی به صورت سالانه نیز باید آماده شود.

یاد آوری ۲ : عدم تعادل ولتاژ و جریان با استفاده از اطلاعات جمع آوری شده به صورت منحنی تجمعی به صورت هفتگی تهیه شود. این منحنی های تجمعی به صورت سالانه نیز باید آماده شود.

یاد آوری ۳ : جمع آوری اطلاعات حداقل به صورت ساعتی انجام شود.

یاد آوری ٤ : جمع آوری اطلاعات ولتاژ به صورت ولتاژ فاز به زمین و فاز به فاز و جریان سه فاز باید انجام شود.

در پست های ۲۰ و ۳۳ کیلوولت و در فیدهای خروجی ٤۰۰ ولت آن ها اندازه گیری جریان و ولتاژ باید در طول سال در مقطع زمانی پرباری انجام گیرد.

تهیه وسایل قابل حمل ونصب سریع به منظور اندازه گیری پارامترهای مختلف پیشنهاد می شود.