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 هفتم ــ کیفیت برق تحویلی به انواع مشترکین

Part Seven :Quality of Power Delivery to different Consumers

کمیسیون استاندارد « مشخصات و خصوصیات انرژی الکتریکی (کیفیت برق)-
قسمت هفتم – کیفیت برق تحویلی به انواع مشترکین »

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

جواهری ، احسان (لیسانس مهندسی برق)	وزارت نیرو شرکت توزیع نیروی برق مشهد
حسن پور ، رضا (لیسانس مهندسی برق)	وزارت نیرو شرکت توزیع نیروی برق مازندران
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.

پیش گفتار

استاندارد مشخصات وخصوصیات انرژی الکتریکی (کیفیت برق) - کیفیت برق تحویلی به انواع مشترکین .... که پیش نویس آن به وسیله وزارت نیرو – شرکت توانیر – معاونت پژوهشی – 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.

در تهیه وتدوین این استاندارد سعی شده است که ضمن توجه به شرایط موجود و نیازهای 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. IEC 60038 : (1993) IEC atandard voltage .
2. IEC 60868 (1993):Flickermeter- Functional and design specifications.
3. IEC 60868-0 (1996): Flickermeteter – part 0: Evaluation of flicker severtiy .
4. IEC 61000-1-1 (1992-05) : Electromagnetic compatibility (EMC) – part 1: General.
5. IEC 61000-2-1 (1990-05), 2-0 (1990-05), 2-3 (1992-10), 2-4 (1994-02), 2-5 (1995-09), 2-6 (1995-09), 2-9 (1996-02): Electromagnetic compatibility (EMC) – part 2: Environment.
6.IEC 61000-3-2 (1995-03), 3-3 (1994-12), 3-5 (1995-12), 3-6 (1996-10),3-7 (1996-11),3-8 (1997-09): Electromagnetic compatibility (EMC) – part 3: limits.

7. IEC 61000-4-1 (1992-12), 4-2 (1995-01), 4-3 (1995-03),4-4 (1995- 01), 4-5 (1995-03), 4-6 (1996-04),4-7 (1991-08), 4-8 (1993-06), 4-9 (1993-06), 4-10 (1993-06), 4-11 (1994-06), 4-12 (1995-05), 4-15 (1997-11), 4-24 (1997-02): Electromagnetic compatibility (EMC) – part 4: Testing and measurement techniques.

8. IES 61000-5-1 (1996-12), 5-2 (1997-11), 5-4 (1996-08), 5-5 (1996-02): Electromagnetic compatibility (EMC) – part 5: Installation and mitigation guidelines.

9. IEC 61000-6-1 (1997-07), 6-4 (1997-01): Electromagnetic compatibility (EMC) – part 6: Generic standards.

10. ANSI C84.1-1989, Electric Power System and Equipment – Voltage Ratings (60 HZ).

11. IEEE Std 141-1991, IEEE Recommended practice for Electric Power Distribution for Industrial Plants (IEEE Red Book) (ANSI).

12. IEEE Std 142-1991, IEEE Recommended practice for Grounding of Industrial and Commercial Power Systems (IEEE Green Book) (ANSI).

13. IEEE Std 241-1991, IEEE Recommended practice for Electric Power System in Commercial Buildings (IEEE Gray Book) (ANSI).

14. IEEE Std 242-1986, IEEE Recommended practice for protection and Coordination of Industrial and Commercial Power Systems (IEEE Buff Book) (ANSI).

15. IEEE Std 399-1990, IEEE Recommended practice for Industrial and Commercial Power Systems Analysis (IEEE Brown Book) (ANSI).

16. IEEE Std 446-1987, IEEE Recommended practice for Emergency and Standby Power System for Industrial and Commercial Applications (IEEE Orange Book) (ANSI).

17. IEEE Std 487-1992, IEEE Recommended practice for the protection of Wire Line Commmunications Facilities Serving Electric Power Stations.

18. IEEE Std 493-1990, IEEE Recommended practice for the Design of Reliable Industrial and Commercial Power Systems (IEEE Gold Book) (ANSI).

19. IEEE Std 518-1982, IEEE Guide for the Installation of Electrical Equipment to Minimize Noise Inputs to Controllers from External Sources (Reaff 1990) (ANSI).

20. IEEE Std 519-1992, IEEE Recommended practice and Requirements for Harmonics control in Electric Power System (ANSI).

21. IEEE Std 602-1986, IEEE Recommended practice for Electric System in Health Care (ANSI).

22. IEEE Std 739-1984, IEEE Recommended practice for Energy Conservation and Cost-Effective planning in Industrial Facilities (IEEE Bronze Book) (ANSI).
23. IEEE Std 929-1988, (Reaff 1991), IEEE Recommended practice for Utility Interface of Residential and Intermediate Photovoltaic (PV) Systems (ANSI).
24. IEEE Std 1001-1988, IEEE Guide for the Interfacing Dispersed Storage and Generation Facilities with Electric Utility Systems (ANSI).
25. IEEE Std 1035-1989, IEEE Recommended practice: Test procedure for Utility-Interconnected Static power Converters (ANSI).
26. IEEE Std 1050-1989, IEEE Guide for Instrumentation and Control Equipment Grounding in Generating Stations (ANSI).
27. IEEE Std 1100-1992, IEEE Recommended practice for powering and Grounding Sensitive Electronic Equipment (Emerald Book) (ANSI).
28. IEEE Std 1159-1995, IEEE Recommend practice for monitoring Electric Quality.
29. IEEE Std 1250-1995, IEEE Guide for Service to Equipment Sensitive Momentary Voltage Disturbanes (ANSI).
30. IEEE P1346 (D2.0 9/95), Recmmended practice or Evaluating Electric Power System Compatibility with Electronic Process Equipment .
31. IEEE Std. C57.110-1986 (Reaff 1992), IEEE Recmmended practice for Establishing Transformer Capability When Supplying Nonsinusoidal Load Currents (ANSI).
32. IEEE Std C62.41-1991, IEEE Recommend practice on Surge Voltage in Low- Voltage AC power Circuits (ANSI).
33. IEEE Distribution, power, and Regulating Transformers Standards Collection, 1995 Edition (C57) (ANSI).

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

واژه کیفیت برق تعداد بسیار زیادی از اعوجاجهای موجود در شبکه برق را پوشش می دهد . بطور کلی دلایل زیر باعث توجه لازم به مبحث کیفیت برق می باشد:

- حساسیت تجهیزات الکتریکی مدرن مانند کنترل کننده های میکروپروسسوری، محرکهای با قابلیت تنظیم سرعت، کامپیوترها و .... به تغییرات ولتاژ و شکل موج ولتاژ.
- رشد آگاهی مشترکین نسبت به صنعت برق. بدین معنی که مشترکین بخصوص مشترکین صنعتی مانند گذشته تنها به داشتن برق اکتفا نمی کنند بلکه برقی با کیفیت بالا مد نظر آنها می باشد.

شرکتهای برق نیز باید به دو دلیل عمده به موارد فوق توجه نشان دهند. اولاً با رفع مشکلات ناشی از عدم کیفیت برق ، میزان رضایتمندی مشترکین آنها افزایش یافته و ثانیاً عدم خرابی تجهیزات الکتریکی و یا کاهش تلفات داخلی آنها ، موجب کاهش مقدار سرمایه گذاری در مراکز تولید و پستها خواهد شد.با توجه به اهمیت مسئله کیفیت برق برای مشترکین و شرکتهای برق و با توجه به دلایل ذکر شده فوق نیاز به تدوین استانداردی در این خصوص ضروری به نظر می رسید که استاندارد حاظر نتایج بررسی و تحقیقات در این ارتباط می باشد.

استاندارد کیفیت برق به دو بخش جداگانه تقسیم می شود. در بخش اول، مسؤلیتهای شرکتهای برق در قبال مشترکین مشخص میگردد. برق تحویلی به مشترکین باید داری یک سری خصوصیات و ویژگیها بوده تا از نظر استاندارد، کیفیت آن مناسب باشد. شرکتهای برق باید کلیه این موارد را رعایت نمایند. همچنین در این بخش توصیه هایی نیز جهت بهبود کیفیت برق شبکه به شرکتهای برق پیشنهاد میگردد.

در بخش دوم به مسؤلیتهای مشترکین پرداخته می شود و حدود مجاز تزریق اعوجاج به شبکه برای هر مشترک، بر حسب دیماند مصرفی و سطح ولتاژ شینه مشترک مشخص خواهد شد. در این بخش نیز توصیه هایی به مشترکین جهت بهبود کیفیت برق آورده می شود که مشترکین ملزم به اجرای آن می باشند.

شایان ذکر است که دربرخی از پدیده های کیفیت برق (مانند فلیکر، هارمونیک و عدم تعادل ولتاژ و....) هم مشترک وهم شرکت برق باید رعایت حدود مجاز را بنمایند.

وظیفه شرکتهای برق، رعایت حدود مجاز ارائه شده در این استاندارد است. با رعایت این حدود تأثیر نامطلوبی بر تجهیزات مشترکین در شبکه ایجاد نخاهد شد.برخی مشترکین نیز که به خصوص از فن

آوری مدرن در ساخت دستگاههای آنها استفاده شده است باعث اختلال در شبکه قدرت شده و کیفیت برق را پایین میآورند. لذا ضروری است که اینگونه مشترکین نیز از دستورالعملها و ظوابط این استانداردااستفاده نمایند تا هم بطور مناسب و مطمئن از نیروی برق استفاده نمایند و هم ضرر و زیان به شبکه برق و دیگر مشترکین نزنند.

از سوی دیگر استاندارد باید منافع همگانی، چه از نقطه نظر مشترک و چه از نقطه نظر شرکتهای برق را مد نظر قراردهد. به عبارت دیگر با توجه به اینکه حذف کامل اعوجاج یا اغتشاش امکانپذیر نیست، لذا بایستی بین عوامل اقتصادی و نیز کاهش اعوجاج یا اغتشاش تعادلی بر قرار نمود. در استاندارد تهیه شده سعی براین بوده است که با تعیین حدود مشخص برای شاخصهای کیفیت برق در هر شینه (محل مصرف)، اثرات اعوجاج یا اغتشاش در بقیه شینه ها (محل های مصرف دیگر) نیز در محدوده قابل قبولی قرار گیرد. این شاخصها به نحوی تعیین شده اند که متناسب با تأثیر اعوجاجات باشند و اندازه گیری آنها نیز امکان پذیر باشد. زمان و دوره اندازه گیری شاخصهای کیفیت برق در کلیه سطوح ولتاژی نیز جزء مباحث این استاندارد می باشد.

" مشخصات وخصوصیات انرژی الکتریکی
«کیفیت برق»
کیفیت برق تحویلی به انواع مشترکین "

۱ هدف

هدف از تدوین این استاندارد، ارائه حدود مجاز پدیده های مهم کیفیت برق می باشد تا با رعایت آنها توسط شرکتهای برق وهمچنین مشترکین آنها، وضعیت برق تحویلی به انواع مشترکین از کیفیت مناسب و مشخصی برخوردار باشد.

۲ دامنه کاربرد

این استاندارد تغییرات بلند مدت ولتاژ، حالتهای گذرا، هارمونیک، نوسان ولتاژ، عدم تعادل ولتاژ، تغییرات فرکانس، زمین کردن و سیم کشی را در صنعت برق در بر می گیرد.

۳ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد به آنها ارجاع داده شده است . بدین ترتیب آن مقررات جزئی از این استاندارد محسوب می شود. در مورد مراجع دارای تاریخ چاپ و/ یا تجدید نظر ، اصلاحیه ها و تجدید نظرهای بعدی این مدارک مورد نظر نیست. معهذا بهتر است کاربران ذینفع این استاندارد، امکان کاربرد آخرین اصلاحیه ها و تجدیدنظرهای مدارک الزامی زیر را مورد بررسی قرار دهند. در مورد مراجع بدون تاریخ چاپ و/ یا تجدیدنظر ، آخرین چاپ و / یا تجدیدنظر آن مدارک الزامی ارجاع داده شده مورد نظر است.

استفاده از مراجع زیر برای کاربرد این استاندارد الزامی است.

1. IEC 61000- 3-3 (1994-12),: Electromagnetic compatibility (EMC) – part 3: limits.

۲- قسمت پنجم این استاندارد – پایداری و پدیده های گذرا

۳- قسمت سوم این استاندارد – فلش و قطعی ولتاژ

٤- قسمت چهارم این استاندارد – تعمیرات ولتاژ و فرکانس

٥- قسمت دوم این استاندارد – حدود مجاز هارمونیک ها

٦- قسمت هشتم این استاندارد – مشخصات فنی وسایل اندازه گیری و معیار انتخاب آن ها

۷- قسمت دهم این استاندارد – دستورالعمل اندازه گیری کیفیت برق

۸- قسمت ششم این استاندارد – زمین کردن

۹- قسمت اول گزارشهای فنی مشخصات و خصوصیات انرژی الکتریکی (کیفیت برق) – مفاهیم و تعاریف کیفیت برق

٤ اصطلاحات و تعاریف

دراین استاندارد اصطلاحات و / یا واژه ها با تعاریف زیر به کار می روند:

کیفیت برق: صفت برقی با ولتاژ، جریان و فرکانس مجاز است، که تغییرات این کمیتها نیز موجب خرابی و یا عملکرد نادرست تجهیزات مشترکین نمی گردد.

گذرا: پدیده یا کمیتی که بین دو شرایط ماندگار شبکه و در فاصله زمانی کوتاه اتفاق می افتد .

فلش ولتاژ: کاهش در مقدار مؤثر ولتاژ در فرکانس نامی، به اندازه ۱۰ تا ۹۰ درصد و برای مدت زمان ۰/٥ سیکل تا یک دقیقه.

برآمدگی ولتاژ: افزایش در مقدار مؤثر ولتاژ در فرکانس نامی، به میزان بیش از ۱۰ درصدمقدار نامی و برای مدت زمان بین ۰/٥ سیکل تا یک دقیقه.

فلیکر: تأثیری زود گذر که یک منبع روشنایی روی حس بینایی انسان گذاشته، در حالی که طیف فرکانسی یا شدت روشنایی آن تغییر می کند.

هارمونیک: مؤلفه فرکانسی با مرتبه بزرگتر ازیک در سری فوریه یک کمیت متناوب.

هارمونیک میانی: مؤلفه فرکانسی یک کمیت متناوب که فرکانس آن ضریب صحیصی از فرکانس مؤلفه اصلی موج نمی باشد.

هارمونیک غیر مشخصه: هارمونیکهایی هستند که تجهیزات تولید کننده هارمونیک، بخصوص یکسو کننده هادر طول کار عادی خود تولید نمی نمایندولی ممکن است در اثر عدم تقارن یا تعادل سیستم برق و یا به علت اشکالات یکسو کننده هاتولید گردنند.

نقطه اتصال مشترک: نقطه اتصال مشترک به شبکه شرکت برق

شاخص کوتاه مدت فلیکر: به میزان شدت فلیکر در یک دوره زمانی کوتاه مدت ۱۰ دقیقه ای گفته می شود. وقتی p_{st} برابر یک است، میزان فلیکر در آستانه آزاردهی چشم انسان می باشد.

شاخص بلند مدت فلیکر: به میزان شدت فلیکردر یک دوره زمانی بلند مدت ۲ ساعته اطلاق می گردد.

فلیکرمتر: دستگاهی که برای اندازه گیری شاخص های کوتاه مدت و بلند مدت فلیکر طراحی میشود

درصد عدم تعادل ولتاژ: نسبت مقدار مؤلفه صفر یا منفی ولتاژ به مقدار مؤلفه توالی مثبت بر حسب درصدی از مؤلفه توالی مثبت.

اعوجاج هارمونیکی کل: نسبت مقدار مؤثر محتوای هار مونیکی به مقدار مؤثر مؤلفه فرکانس اصلی یک کمیت بر حسب درصدی از مؤلفه اصلی.

۵ نمادها و یکاها

p_{st} : شاخص کوتاه مدت فلیکر

p_{lt} : شاخص بلند مدتفلیکر

T_{vs} : بازه های زمانی بسیار کوتاه مدت

T_{sh} : بازه های زمانی کوتاه مدت

$U_{hsh,max}$: حداکثر ولتاژ هارمونیک اندازه کیری شده در بازه زمانی کوتاه مدت

$U_{hvs,95\%}$: احتمال تجمعی ۹۵ درصد ولتاژ هرمونیک در بتزه زمانی بسیار ک.تاه مدت

$U_{(t)}$: ولتاژ مؤثر

$\Delta U_{(t)}$: مشخصه تغییر ولتاژ

ΔU_{max}: حداکثر تغییر ولتاژ

ΔU_c : تغییرات ولتاژ ماندگار

$d_{(t)}$: مشخصه تغییر ولتاژ نسبی

d_{max} : حداکثر تغییر ولتاژ نسبی

d_c : تغییر ولتاژ ماندگار نسبی

U_n : ولتاژ نامی فاز- نوترال

Z_{ref} : امپرانس مرجع

Z^* : مؤلفه القایی امپرانس

S_L: توان نامی توافقی مشترک

$S_{MV/LV}$: توان ظاهری ترانسفورماتوری که شبکه فشار را که مشترک به آن وصل است، تغذیه می کند

ΔS : تغییرات توان دستگاه فلیکرزای مشترک

S_n : توان نامی دستگاه

S_{sc} : قدرت اتصال کوتاه شینه

P_{stmv} : حداکثر مجاز شاخص کوتاه مدت فلیکر شینه فشار متوسط ناشی از مجموعه مشترکین

P_{ltmv} : حداکثر مجاز شاخص بلند مدت فلیکر شینه فشار متوسط ناشی از مجموعه مشترکین

F_{MV}: ضریب همزمانی (۰/۳-۰/۲)

P_{sti} : سطح مجاز شاخص کوتاه مدت فلیکر برای مشترک i ام

P_{lti} : سطح مجاز شاخص بلند مدت فلیکر برای مشترک i ام

S_i : توان نامی توافقی یا دیماند مشترک i ام

S_{thv} : کل توان دردسترس برای مشترکین فشار قوی در محل اتصال مشترک

S_{maxi} : حداکثر توان ظاهری

P_{sthv} : سطح مجاز فلیکر شینه فشار قوی با شاخص کوتاه مدت

P_{lthv} : سطح مجاز فلیکر شینه فشار قوی با شاخص بلند مدت

I_{oi} : مقدار جریان مؤلفهٔ صفر هر مشترک (آمپر)

I_{li} : مقدار جریان مؤلفهٔ مثبت هر مشترک (آمپر)

X : درصد عدم تعادل ولتاژ شینه

Z_o : امپرانس توالی صفر شبکه در نقطه اتصال مشترک (اهم)

Z_1 : امپرانس توالی مثبت شبکه در نقطه اتصال مشترک (اهم)

E : ولتاژ فاز به نوترال شینه (ولت)

I_o^{pu} مقدار جریان مؤلفهٔ صفر مجاز هر مشترک برحسب پریونیت

P_L : حداکثر یا دیماند مصرفی مشترک برحسب کیلووات

P_T : توامن نامی شینه برحسب کیلووات یا ظرفیت ترانسفورماتور متصل به شینه

I_L^{pu} : جریان نامی مشترک برحسب پریونیت

y :درصد عدم تعادل جریان مجاز مشترک

٦ ویژگی ها

٦-١ مسئولیت ها

مشترک مسئل حفظ مقدار انتشار اعوجاج خود در حد مقدار مجاز است. شرکت های برق مسئول کنترل کلیه سطوح اعوجاجی در شبکه و شینه ها و تحت شرایط عادی می باشند.

شرکت های برق باید شبکه اطلاعاتی مناسبی را جهت اهداف محاسباتی تهیه کنند. این روش های محاسباتی طوری طراحی می شوند که انتشار اعوجاج یک مشترک موجب افزایش سطح اعوجاج کل شبکه از سطوح مجاز نگردد.

به صورت کلی مشترک و شرکت برق باید در مواقع لازم جهت مشخص شـدن روش بهینـه کـاهش میزان اعوجاج مشترک و شبکه همکاری نمایند. طراحی و انتخاب روش برای کاهش اعوجاج ناشـی از مشترک از وظایف مشترک می باشد و وظیفهٔ شرکت برق تأکید صحت روش ارائه شده می باشد.

٦-٢ پدیده های مهم موجود در مبحث کیفیت برق

٦-٢-١ حالات گذرا

حالت های گذرا که به علت صاعقه و کلیدزنی بوجـود مـی آینـد مـی تواننـد روی عـایق هـا تـأثیر بگذارنند . دامنه های بالا و شیب های سریع امواج گذرا منجر به پدیدهٔ شکست عایقی در تجـهیزات الکتریکی از قبیل ماشین های گردان ، ترانسفورماتورها ، خـازن هـا، کـابل هـا و ترانسـفورماتورهای جریان و ولیاژ خواهندشد. تکرار اعمال امواج با دامنه های کمتر نیز ممکن است سبب کم شدن طول عمر و خرابی عایق شود. در تجهیزات الکترونیکی ، وجود اشکال در منابع تغذیه ممکن اسـت حتـی دراثر یک ولتاژ گذرای تکی با دامنه نه چندان زیاد باشد. حالات گذرا همچنین می توانند باعث قطـع ناخواسته تجهیزات مدرن مانند محرکه های با قابلیت تنظیم سرعت شوند.

٦-٢-٢ تغییرات کوتاه مدت ولتاژ

علت اصلی وقوع تغییرات کوتاه مدت ولتاژ ، اتصال کوتاه در شبکه است . بسته به محل وقوع اتصال کوتاه وشرایط شبکه ، هر خطا می تواند موجب پایین آمدن موقت ولتاژ (برآمدگـی) و یـا از دسـت رفتن کامل آن (قطعی) گردد. محل وقوع اتصال کوتاه مدت ممکن است نسبت به مشترک موردنظـر دور یا نزدیک باشد. در هرحال وقوع اتصال کوتاه ها ، تأثیری کوتاه مدت روی ولتاژ داشته واین تأثیر تا عمل نمودن وسایل حفاظتی تداوم خواهد داشت. شایع ترین مشکل مربوط به تغییرات کوتاه مدت ولتاژ، مسئله خروج از مدار برخی تجهیزات است. بارهای حساس مشترکین، حتی با پدیـده هـای بـا دوره زمانی بسیار کوتاه نیز ممکن است از مدار خارج شوند.

٦-٢-٢-١ قطعی کوتاه مدت

قطعی کوتاه مدت هنگامی اتفاق می افتد که ولتاژ شبکه تغذیه کننده در زمانی کمتراز یـک دقیقـه بـه کمـتر از ١٠ درصد مقدار نـامی خود برسد. قطعـی کوتاه مدت تنها با دوره زمـانی خـود مشـخص

می گردد. قطعی های کوتاه مدت ممکن است روی تجهیزات الکترونیکی و سیستم های روشنایی تأثیر گذاشته و موجب عملکرد مناسب یا خروج از مدار آن ها شوند.

۶-۲-۲-۲ فلش ولتاژ

فلش ولتاژ ، کاهشی در ولتاژ مؤثر به اندازه ۱۰ تا ۹۰ درصد در فرکانس نامی بوده که برای مدت زمانی از ۰/۵ سیکل تا یک دقیقه تداوم یابد. فلش ولتاژ را می توان با دو مقدار دامنه حداکثر و مدت زمان وقوع مشخص نمود. فلش ولتاژ موجب خروج از مدار برخی تجهیزات می شود. بسیاری از فلش های ولتاژ توسط کنترل کننده های تجهیزات حساس تشخیص داده شده و قطع این وسایل را به دنبال دارند.

وسایل الکترونیکی با باتری پشتیبان تحت تأثیر فلش ولتاژ قرار نمی گیرند. تجهیزاتی مانند ترانسفورماتورها، کابل ها، شینه ها ، کلیدها، 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. همچنین توان اکتیو تولیدی بانک های خازنی کم می شود. هنگام وقوع فلش میزان روشنایی لامپ ها نیز کاهش می یابد که با چشم قابل مشاهده می باشد.

۶-۲-۲-۳ برآمدگی ولتاژ

برآمدگی ولتاژ ، افزایشی در ولتاژ مؤثر به اندازه ۱۰ تا ۸۰ درصد در فرکانس نامی بوده که برای مدت زمانی از ۰/۵ سیکل تا یک دقیقه تداوم یابد. اندازه یک برآمدگی ولتاژ در طی وقوع اتصال کوتاه تابعی از محل وقوع خطا، امپدانس سیستم و نحوه زمین کردن سیستم است.

برآمدگی ولتاژ ممکن است سبب خرابی برخی تجهیزات از جمله وسایل الکتریکی ، محرکه های با قابلیت تنظیم سرعت، کامپیوترها و کنترل کننده های الکترونیکی گردد. از طرف دیگر ، برآمدگی ولتاژ ممکن است روی عملکرد برخی از رله های حفاظتی نیز تأثیربگذارد. همچنین ممکن است میزان روشنایی لامپ ها را تغییر دهد.

۶-۲-۳ تغییرات بلند مدت ولتاژ

تغییرات بلندمدت ولتاژ هرگونه انحراف در مقدار مؤثر ولتاژ در فرکانس نامی را برای زمان بیشتر از یک دقیقه شامل می گردند. تغییرات می تواند به صورت اضافه ولتاژ، کاهش ولتاژ و قطعی بلندمدت (بادوام) رخ دهند و عموما" در اثر تغییرات بار شبکه مانند به مدار آوردن بارها و یا خارج ساختن منابع تولید ایجاد می گردند. تغییرات ولتاژ بیشتر از یک دقیقه می تواند موجب بروز مشکلاتی برای تجهیزات گردد.

۶-۲-۳-۱ اضافه ولتاژ بلندمدت

اضافه ولتاژ ممکن است سبب خرابی تجهیزات گردد. تجهیزات الکترونیکی تحت این شرایط ممکن است دچار مشکل گردند. اضافه ولتاژ بلندمدت روی کابل ها، شینه ، کلید و ماشین های گردان می تواند موجب کاهش طول عمر آن ها شود. اضافه ولتاژروی 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.

۶-۲-۳-۲ کاهش ولتاژ بلندمدت

کاهش ولتاژ بیش از یک دقیقه می تواند موجب عملکرد نادرست تجهیزات گردد. کنترل کننده های موتورها ممکن است تحت این شرایط از کار بیافتند. ولتاژهایی که باعث از کار افتادن کنترل کننده ها می گردد حدود ۷۰ تا ۸۰ درصد ولتاژ نامی است . کاهش ولتاژ بلندمدت می تواند در موتورهای القایی تلفات گرمایی را افزایش دهد. همچنین سرعت این نوع موتورها نیز در اثر این شرایط تغییر می کند. وسایل الکتریکی ممکن است در طی شرایط کاهش بلندمدت ولتاژ از مدار خارج شوند. کاهش ولتاژ موجب کم شدن توان راکتیو خروجی در بانک های خازنی می شود. همچنین این شرایط روی سیستم های روشنایی نیز تأثیر خواهد گذاشت.

۶-۲-۳-۳ قطعی های بلدن مدت (بادوام)

قطعی های بادوام می توانند به علل مختلف بوجود آیند. یکی از این علل می تواند ناشی از قطع کلیدها، سوختن فیوزها و غیره باشد. یک قطعی بادوام باعث خروج از مدار بار مشترک می گردد.

البته این نوع قطعی روی تجهیزاتی که با UPS و یا وسایل ذخیره کننده انـرژی محـافظت مـی شـوند تأثیری نخواهد گذاشت.

٦-٢-٤ عدم تعادل ولتاژ

عدم تعادل ولتاژ به شرایطی اطلاق می گردد که مقادیر ولتاژ سه فاز بـا یکدیگـر متفـاوت بـوده و یـا اختلاف زاویه ۱۲۰ درجه بین فازها وجود نداشته باشد. درصد عدم تعادل ولتاژ با نسبت اندازه مؤلفه توالی صفر به اندازه مؤلفه توالی مثبت مشخص می گردد. منشأ اصلی ایجاد عدم تعادل ولتاژ ، وجـود بارهای تک فاز درشبکه های سه فاز و توزیع غیر یکنواخت آن ها روی سه فاز مـی باشـد. از دیگـر دلایل ایجاد عدم تعادل ولتاژ می توان به سوختن فیوز یکی از فازهای بانک خازنی اشاره نمود. حتـی مقدار کمی عدم تعادل ولتاژ نیز می تواند تأثیرات قابل ملاحظـه ای را روی ژنراتورهـا بوجـود آورد. همچنین این پدیده اثرات حرارتی نامناسبی را روی تجهـیزات تولیـد ، انتقـال و تـوزیع نـیرو ایجـاد می نماید. عدم تعادل ولتاژ اغلب در اثر بارهای مشترکین پدیدار می شود به ویژه وقتی که از بارهـای بزرگ مانند کوره های القـایی اسـتفاده مـی گـردد. در ایـن حـالات حرارتـی اضـافی در موتورهـا و ترانسفورماتورهای مشترکین و حتی شرکت های برق بوقوع پیوسته و موجـب صدمـه دیـدگـی ایـن تجهیزات می شود.

٦-٢-٥ هارمونیک ها

هارمونیک ها، ولتاژها یا جریانهای سینوسی هستند که فرکانس آن ها مضربی صحیح ار فرکانس نامی سیستم است. در یک شبکه قدرت ، اعوجاج هارمونیکی به دلیل وجود مشخصه غیر خطی تجـهیزات شبکه و بارهای مشترکین ایجاد می گردد. سطح اعوجاجی هارمونیکی توسط طیف کامل هـارمونیکی شکل موج ، توصیف شده که درآن هر مؤلفه هارمونیکی به شکل مجزا بـا دامنـه و زاویـه فـاز خـود مشخص می گردد. جریان های هارمونیکی تزریقی به شبکه قدرت ناشی از برخی بارهای مشـترکین، می تواند موجب اعوجاج هارمونیکی ولتاژ شبکه شوند. این جریان ها و ولتاژهای هـارمونیکی سـبب اضافه حرارت در تجـهیزات ، ترانسـفورماتورها و هـادی هـای حـامل جریـان و همچنیـن عملکـرد

نامناسب وسایل حفاظتی (مثل فیوزها) می شوند. همچنین امکان ایجاد شـرایط تشـدید هـارمونیکی وجود داشته که می تواند موجب خرابی وصدمه دیدگی تجهیزات مشترک گردد.

٦-٢-٦ هارمونیک های میانی

هارمونیک های میانی ولتاژها و یا جریان های سینوسی هستند که فرکانس آن ها مضرب صحیحـی از فرکانس اصلی نیست. هارمونیک های میانی می توانند در شبکه های با سطوح مختلـف ولتـاژ ظـاهر شوند. منبع اصلی تولید آن ها مبدل های فرکانسی، سیلکوکانورترها، موتورهای القایی و کـوره هـای القایی هستند. سیگنالهای PLC[1] نیز مـی تواننـد بـه نوعـی هـارمونیک میـانی در نظـر گرفتـه شـوند. هارمونیک های میانی در گیرنده های ریپل کنترل تأثیر نامناسبی می گذارند و همچنیـن اثـرات آن در موتورهای القایی و کوره های قوس الکتریکی نیز قابل مشاهده است.

٦-٢-٧ نوسان ولتاژ(فلیکر)

نوسان ولتاژ اغلب خودرا به صورت سوسوزدن لامپ ها نشان می دهد. از عوامل اصلـی تولیـد ایـن پدیده بارهای صنعتی شامل ماشین های جوشکاری ، کارخانه نورد آهن و کوره های قوس الکـتریک می باشند. نوسان ولتاژ می تواند نور خروجی لامپ رشته ای را به مقدار زیـادی کـاهش دهـد. ولـی درمورد نور لامپ های گازی (تخلیه ای) تأثیر کمتری را از خود نشان می دهد. علاوه براین نوسـان ولتاژ می تواند روی گیرنده های تلویزیونی، وسایل کنترل الکترونیکی و کامپیوترها نیز تأثیر بگذارد.

٦-٢-٨ تغییرات فرکانس

هنگامی که تعادل دینامیکی بین بار مصرفی ومقدار تولید تغییر کند، فرکانس شـبکه تغییـر مـی یـابد. اندازه تغییر فرکانس و مدت زمان ایـن تغییـر بسـتگی بـه مشـخصه بـار و پاسـخ سیسـتم کنـترل در نیروگاهها دارد . تغییرات فرکانس می تواند به صدمه دیدگـی ژنراتـور وشـفت توربیـن منجـر شـود. خطای سنکرون سازی فرکانس ممکن است گاهی اوقات در فیدر یک مشترک که بارهای یکسو سـاز بزرگ را تغذیه می کند رخ دهد. این بارها می توانند برش های ولتاژ ایجاد کرده و ایـن پدیـده روی عملکرد دستگاههایی که با عبور از صفر ولتاژ کار می کنند تأثیر بگذارد.

1- Programmable Logic Control

٦-٣ حدود مجاز پدیده های کیفیت برق وتوصیه های اجرایی برای شرکت های برق

٦-٣-١ نوسان ولتاژ (فلیکر)

٦-٣-١-١ حدود مجاز فلیکر ولتاژ در سطوح مختلف ولتاژ

حد مجاز فلیکر برای شینه های با سطوح ولتاژی مختلف طبق جدول ١ توصیه می شود:

جدول ١- حدود مجاز فلیکر در شبکه

ولتاژشبکه / نوع شاخص فلیکر	٤٠٠ ولت (فشار ضعیف)	٢٠ و ٣٣ کیلوولت (فشار متوسط)	٦٣،١٣٢،٢٣٠و٤٠٠ کیلوولت (فشار قوی)
کوتاه مدت	١	٠/٩	٠/٨
بلند مدت	٠/٨	٠/٧	٠/٦

٦-٣-١-٢ مدت زمان لازم برای اندازه گیری فلیکر

تمامی نوسانات ولتاژ بایستی حتی الامکان توسط فلیکرمتر اندازه گیری شوند. دستگاه اندازه گیری فلیکر باید با نیازمندی های مرجع و براساس دستورالعمل مربوطه به محل اندازه گیری متصل گردد. در زمان نصب فلیکرمتر باید به فازهایی که فلیکر آن ها اندازه گیری می شود توجه داشت. مثلا" 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 گردد. فلیکرمتر باید دو مقدار شاخص کوتاه مدت فلیکر و شاخص بلند مدت فلیکر را نشان دهد. در صورت عدم دسترسی به فلیکرمتر می توان از روش های دیگری مانند شبیه سازی ، روش محاسباتی و استفاده از منحنی $P_{st}=1$ استفاده نمود . که توضیحات جامع تری در خصوص این روشها در مرجع {٤} آمده است.

باتوجه به بازه های زمانی P_{st} و P_{lt} در انتهای هر بازه روزانه، ١٤٤ مقدار P_{st} و ١٢ مقدار P_{lt} بایستی اندازه گیری شود. کل زمان اندازه گیری باید حداقل یک هفته باشد. در انتهای یک هفته از میان اعداد اندازه گیری شده باید عددی به عنوان شاخص فلیکر شینه انتخاب شده و با سطوح مجاز مقایسه

گردد. در مورد P_{st} و P_{lt} های اندازه گیری شده مقادیر زیر به عنوان مقدار فلیکر واقعی شینه پیشنهاد می شود:

- اگر داده های مربوطه به P_{st} از بزرگ به کوچک ردیف شوند سومین داده از بالا به عنوان شاخص P_{st} انتخاب گردد.
- حداکثر مقدار P_{lt} های اندازه گیری به عنوان شاخص P_{lt} انتخاب شود.

۶-۳-۱-۳ فواصل زمانی اندازه گیری فلیکربرای شرکت های برق

در پست های ۶۳، ۱۳۲،۲۳۰و ۴۰۰ کیلوولت در صورت اتصال بارهای جدید فلیکر زا به آن ها ، اندازه گیری فلیکر ولتاژ باید انجام گیرد.

توجه۱: درصورت بزرگ بودن بارهای فلیکرزا، به منظور اندازه گیری میزان انتقال فلیکر به پستهای مجاور، اندازه گیری باید در پست های مجاور نیز صورت گیرد.

در پست های ۲۰ و ۳۳ کیلوولت در صورت اتصال مصارف فلیکرزا نیز اندازه گیری فلیکر بایستی صورت گیرد.

در صورت شکایت مشترکین، اندازه گیری فلیکر می بایستی در این پست ها و همچنین شبکه تغذیه کننده مشترک انجام گیرد.

۶-۳-۲ هارمونیک

۶-۳-۲-۱ حدود مجاز هارمونیک ها

حدود مجاز هارمونیک های ولتاژ برای شینه های با سطوح مختلف ولتاژ طبق جدول ۲ می باشد.

جدول ۲- حدود مجاز هارمونیک ولتاژ در شبکه

حداکثر هارمونیک ولتاژ مجاز در شینه های با ولتاژهای مختلف به درصد نسبت به ولتاژ نامی با فرکانس ۵۰ هرتز			
ولتاژ شینه	اعوجاج تکی ولتاژ		اعوجاج ولتاژ کل (THD)
	فرد	زوج	
۴۰۰ ولت و ۲۰ کیلوولت	۳	۱/۵	۵
۶۳ و ۱۳۲ کیلوولت	۱/۵	۰/۷	۲/۵
۲۳۰ و ۴۰۰ کیلوولت	۱	۰/۵	۱/۵

٦-٣-٢-٢ بازه های زمانی اندازه گیری هارمونیک ها

بازه های زمانی اندازه گیری شامل دو بازه، بسیار کوتاه مدت و کوتاه مت می باشند. بازه زمانی بسیار کوتاه مدت برابر ۳ ثانیه و بازه زمانی کوتاه مدت مساوی ۱۰ دقیقه است.

اندازه گیری باید توسط دستگاه اندازه گیری هارمونیک انجام گیرد که مشخصات آن در مرجع [٦] آمده است . کل مدت اندازه گیری باید یک هفته (شامل روزهای تعطیل هفته) باشد. در انتهای یک دوره اندازه گیری ، ازبین دو مقدار $U_{hsh.max}$ و $U_{hvs.95\%}$ مقدار بزرگتر به عنوان میزان هارمونیک شینه انتخاب شده وباید برای مقایسه با سطوح مجاز به کار رود.

٦-٣-٢-٣ فواصل زمانی اندازه گیری هارمونیک برای شرکت های برق

در پست های ٦٣، ١٣٢، ٢٣٠ و ٤٠٠ کیلوولت اندازه گیری هارمونیک ها بایستی به صورت سالانه در دو مقطع زمانی بیشترین مقدار مصرف و کمترین مصرف سالانه پست انجام شود.

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

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

در پست های ۲۰ و ۳۳ کیلوولت، اندازه گیری هارمونیک ها باید در پست هایی که مشترکین هارمونیک زا را تغذیه می نمایند انجام شود. اندازه گیری هارمونیک ها به صورت سالانه ودر مقطع زمانی با بیشترین مقدار مصرف انجام گیرد.

توجه ۱: در صورت اتصال مشترکین بزرگ هارمونیک زا، اندازه گیری هارمونیک ها در پست موردنظر پس از اتصال مشترک جدید نیز بایستی انجام شود.

توجه ۲: در صورت شکایت مشترکین از نحوهٔ عملکرد نامناسب تجهیزات بعلت وجود هارمونیک ها، اندازه گیری هارمونیکی در پست تغذیه مشترک صورت گیرد.

بعداز نصب تجهیزات کاهش دهندهٔ هارمونیک باید به منظور اثبات عملکرد مناسب تجهیزات، اندازه گیری های هارمونیکی مجددا" انجام گیرد.

٦-٣-٣ عدم تعادل ولتاژ

٦-٣-٣-١ حدود مجاز

حدود درصد مجاز عدم تعادل ولتاژ در شینه های مختلف طبق جدول ٣ توصیه می گردد.

جدول ٣- حدود مجازدرصد عدم تعادل ولتاژ

ولتاژ شبکه	٤٠٠ ولت و ٢٠ و٣٣ کیلوولت	٢٣٠،١٣٢،٦٣ و٤٠٠ کیلوولت
درصد عدم تعادل ولتاژ	٢	١

٦-٣-٣-٢ روش اندازه گیری عدم تعادل ولتاژ و تعیین شاخص آن

عدم تعادل می تواند با استفاده از سه ترانسفورماتور ولتاژ که ثانویه آن ها به صورت مثلث باز وصل شده است اندازه گیری شود. مراحل بدست آوردن شاخص عدم تعادل ولتاژ یک شینه به شرح زیر می باشد:

- مدت اندازه گیری حداقل باید چهار روز بوده به نحوی که یک تعطیلی آخرهفته را نیز بپوشاند.
- در هر بازه زمانی ١٠ دقیقه ای ، یک بار نسبت ولتاژ مؤلفه توالی صفر به مؤلفه توالی مثبت محاسبه می گردد که در این صورت در انتهای هر روز ١٤٤ نمونه خواهیم داشت . به عنوان شاخص باید عددی را انتخاب نمود که احتمال اینکه عدم تعادل ولتاژ از این عدد بیشتر شود تنها ٥ درصد باشد. این عدد را نسبت با احتمال ٩٥ درصد بنامید.

درانتهای چهارروز اندازه گیری ، چهار نمونه نسبت به احتمال ٩٥ درصد خواهیم داشت که بزرگترین آن ها به عنوان شاخص عدم تعادل ولتاژ انتخاب خواهد شد و با مقادیر مجاز مقایسه می گردد.

٦-٣-٣-٣ فواصل زمانی اندازه گیری عدم تعادل ولتاژ برای شرکت های برق

اندازه گیری عدم تعادل ولتاژ در پست های ٢٣٠،١٣٢،٦٣و ٤٠٠ کیلوولت بهتر است در دوره های کوتاه مدت هر شش ماه یک بار و یا به صورت مستمر انجام گیرد.

در پست های ٢٠ و٣٣ کیلوولت و در فیدرهای خروجی ٤٠٠ ولت آنها ، اندازه گیری ولتاژ باید به صورت سالیانه و حداقل یک بار در مقطع زمانی پرباری انجام گیرد.

٦-٣-٤ تغییرات بلندمدت ولتاژ

باتوجه به تأثیرتغییرات ولتاژ در بهره برداری وایمنی شبکه ، محدوده ولتاژی مجاز ذیل تعریف می گردد:

- افزایش تا ۵ درصد
- کاهش تا ۱۰ درصد

مقادیر فوق برای ولتاژ تغذیه ٤۰۰ ولت است . برای دیگر سطوح ولتاژ، تغییرات مجاز در شرایط عادی در محدوده ۵ ± درصد می باشد . در شرایط اضطراری و کوتاه مدت ، ولتاژ می تواند تا ۱۰ ± درصد نیز تغییر یابد.

٦-۳-۵ تغییرات فرکانس

میزان تغییرات فرکانس حداکثر بایددر محدوده ۰/۳ ± هرتز (۰/٦ درصد) قرار داشته باشد. در شرایط اضطراری و کوتاه مدت ، فرکانس می تواند تا مقدار ۰/۸ ± (۱/٦ درصد) هرتز تغییر یابد.

٦-۳-٦ فلش ولتاژ

فلش ولتاژپدیده ای است که می تواندروی قابلیت اطمینان مشترکین صنعتی تأثیر بسزایی داشته باشد. توانایی در محاسبه و پیش بینی فلش ولتاژ فرصتی منحصر به فرد ایجاد می کند تا با استفاده از آن بتوان از وقوع بسیاری از مسائل و مشکلات جلوگیری نمود.

در خصوص فلش ولتاژ با توجه به خصوصیات آماری آن ، نمی توان سطوح مجازی را برای هر شینه تعریف نمود. به هر حال چنانچه مشترک صنعتی خواستار تعیین میزان فلش احتمالی به شینه خود باشد، شرکت های برق باید در قبال دریافت هزینه مطالعات زیر را به انجام رساند:

الف - تعیین نرخ وقوع اتصال کوتاه ناشی از صاعقه و یا اختلال در شبکه برق رسانی به مشترک با استفاده از بررسی های آماری و محاسباتی . این محاسبات باید برای انواع اتصال کوتاه شامل اتصال کوتاه سه فاز، دو فاز و تک فاز به صورت جداگانه انجام گیرد.

ب - تعیین محدوده ای که در اثر وقوع اتصال کوتاه در آن ، فلش ولتاژی با دامنه ۱۰ تا ۹۰ درصد روی شینه مشترک ایجاد می شود. برای تعیین این محدوده ، در شبکه های شعاعی می توان از روش

فاصله بحرانی که در مرجع شماره [۳] توضیحات لازم ارائه شده است استفاده نمود. در صورت پیچیده بودن شبکه موردنظر باید از برنامه های کامپیوتری بهره برد. محدوده فوق باید برای انواع اتصال کوتاه به صورت جداگانه تعیین شود.

ج - باتوجه به مراحل الف و ب ، تعداد وقوع فلش ولتاژ با دامنه مشخص (درهرسال) برای انواع اتصال کوتاه محاسبه گردد.

د - با توجه به نوع سیستم های حفاظتی ،طول دوره زمانی تمامی فلش های بدست آمده در بند " ج" برای انواع اتصال کوتاه تعیین شود.

ه - به کمک محاسبات انجام شده در مراحل فوق ، منحنی هماهنگی فلش ولتاژ برای انواع اتصال کوتاه به صورت جداگانه ترسیم شود. روش ترسیم این منحنی در مرجع [۳] آمده است .

و - مقایسه منحنی حساسیت تجهیزات مشترک صنعتی با منحنی های هماهنگی فلش ولتاژ به منظور محاسبه تعداد خروج از مدار تجهیزات حساس مشترک

به مشترکین صنعتی توصیه می گردد در زمان خرید تجهیزات کلیدی و حساس، منحنی های حساسیت آن تجهیز را در مقابل کاهش ولتاژهای لحظه ای (فلش) از سازنده دریافت نمایند.

ح - درصورتی که برای مشترک صنعتی تعداد خروج از مدار محاسبه شده نامطلوب تشخیص داده شود (تشخیص این امر برعهده مشترک است) روش های مختلفی از جمله روش های اشاره شده در مرجع [۳] می تواند جهت کاهش دامنه و تعداد فلش ولتاژ توسط مشترک و یا شرکت های برق مورد بررسی قرار گرفته و مناسب ترین روش برای بهبود کیفیت برق مورد توافق قرار گیرد.

۶-۳-۷ هارمونیک های میانی

حد مجاز برای هر هارمونیک میانی حدود ۰/۲ درصد ولتاژ نامی تغذیه انتخاب می گردد.

۶-۳-۸ پدیده های گذرا

به دلیل طبیعت آماری پدیده های گذرا، سطوح مجازی را نمی توان برای شبکه مشخص نمود. به هر حال جهت مقابله با حالات گذرا، شرکت های برق می توانند از توصیه های اجرایی زیر استفاده نمایند. توضیحات جامع تر در این زمینه در مرجع [۲] آمده است.

۶-۳-۸-۱ راه کارهای مقابل با حالت گذرای ناشی از کلیدزنی خازن ها

۶-۳-۸-۱-۱ زمان وصل خازن

حالات گذرای ناشی از کلیدزنی خازنی بسیار مرسوم بوده و معمولا" آسیب رسان نمی باشند. بهرحال، زمان وقوع عمل کلیدزنی می تواند برای بعضی از بارهای حساس نامطلوب باشد. راه حل ساده در این مورد این است که زمان قابل قبول کلیدزنی خازنی از دیدگاه مشترکین تعیین گردد. برای مثال ، ممکن است کلیدزنی خازن ها را چند دقیقه قبل از شروع شیفت کاری مشترک و قبل از بالارفتن واقعی مصرف انجام داد. دراین لحظه هرچند ممکن است که وصل خازن ها لازم نباشد ولی این مورد احتمالا" مشکلی را هم ایجاد نمی کند.

۶-۳-۸-۱-۲ قراردهی مقاومت در مرحلهٔ کلیدزنی

قراردادن مقاومت می تواند حالت گذرای ناشی از کلیدزنی را به طور قابل ملاحظه ای کاهش دهد. اولین پیک موج گذرا ، آسیب رسان ترین آن نیز می باشد. قرار دادن مقاومت در مدار کلیدزنی سبب می شود که اولین پیک موج گذرا به صورت قابل ملاحظه ای میرا گردد. کلیدهای همراه با اندوکتانس نیز می توانند برای این منظوربه کار برده شوند. اندوکتانس فوق برای محدود کردن مؤلفه های فرکانس بالا مفیداست . در برخی مواقع می توان به طور عمدی از اندوکتانسی که دارای مقاومت قابل ملاحظه ای است استفاده نمود. این کار باعث می شود که حالت گذراسریعا" میرا گردد.

۶-۳-۸-۱-۳ محل نصب خازن

در فیدرهای توزیع، خازن ها ممکن است نزدیک به یک مشترک حساس ویا 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 شاخهٔ دیگری از شبکه انتقال داد. اضافه نمودن میرایی سیستم با افزودن مقاومت در مدار و یا قرار دادن امپدانس بیشتری بین خازن و مشترکین حساس ، اساس این کار می باشد.

۶-۳-۸-۲ راهکارهای مقابله با حالت گذرای ناشی از موج صاعقه

بسیاری از مسائل کیفیت برق ناشی از صاعقه می باشند. موج ضربهٔ با ولتاژ بالا نه تنها باعث آسیب رساندن به تجهیزات می گردد، بلکه خطای موقتی که بعداز برخورد صاعقه به خط پیش می آید می تواند باعث قطعی یا فلش ولتاژ شود.

۶-۳-۸-۲-۱ استفاده از سیم گارد در خطوط

یکی ازروش هایی که شرکت های برق می توانند برای جلوگیری از برخورد مستقیم صاعقه به هادی های فاز انجام دهند استفاده از سیم گارد (حفاظ) برای خطوط و تأسیسات می باشد. این راهکار بسیار مفید بوده هرچند به دلیل احتمال وقوع قوس برگشتی نمی توان از بروز قوس به طور کامل جلوگیری نمود. استفاده از سیم گارد در شبکه های انتقال مرسوم است. اما در خطوط توزیع بدلیل هزینهٔ زیاد ناشی از قراردادن سیم زمین در بالای هادی های فاز، این روش کمتر مورد استفاده قرار می گیرد. توصیه می شود در بخش هایی از خطوط توزیع که احتمال برخورد صاعقه در آن ها زیاد است از سیم گارد استفاده شود تا تعداد خطاها کاهش یابد. همچنین بهتر است که در چند اسپن نزدیک به پست ها نیز از سیم گارد استفاده گردد. بااین کار کیفیت برق نیز بهبود خواهد یافت.

۶-۳-۸-۲-۲ استفاده از برق گیرها

راهکار دیگری که در مناطق صاعقه خیز می توان از آن بهره گرفت استفاده از برق گیرها است. معمولا" قوس برگشتی ابتدا در مقره های برجرخ می دهد. بنابراین، جلوگیری از بروز قوس برگشتی در مقره ها به نحو مؤثری قطعی ها را کاهش خواهد داد . هر برق گیر بخشی از جریان صاعقه موجود در خط را به زمین منتقل می کند. مقدار جریانی که هر برق گیر جذب می کند بستگی به مقاومت زمین دارد. در این طرح فاصلهٔ بین برق گیرها به اندازهٔ کافی نزدیک هم انتخاب می شود تا ولتاژ ایجاد شده در برج های غیر حفاظت شده از سطح عایقی مقره های خط (BIL) [1] بیشتر نشود. معمولا" در هردو یا سه پایه یک برق گیر قرارداده می شود. در صورتی که فیدر ، مشترکی با بارهای

1-

حساس را تغذیه کند ویا اینکه مقاومت زمین فیدر بالا باشد ممکن است لازم شود که بـرق گیرهـا را بر روی هر پایه قرارداد.

٦-٤ پدیده های کیفیت رق ومواردی که باید توسط مشترکین رعایت گردد

٦-٤-١ حدود مجاز تزریق فلیکر

حدود مجازفلیکر برای دستگاهها به سه رده زیر تقسیم بندی می شوند:

- رده ۱: دستگاه ها یا مشترکینی که می خواهند به شبکه فشار ضعیف ٤٠٠ ولت متصل شوند.
- رده ۲: مشترکینی که می خواهند به شبکه فشار متوسط ۲۰ و۳۳ کیلوولت متصل شوند.
- رده ۳: مشترکینی که می خواهند به شبکه فشار قوی ٦۳ کیلوولت به بالامتصل شوند.

در شبکه های فشار ضعیف ، بدلیل حجم انبوه تجهیزاتی که مورد استفاده قرار می گیرند امکان کنترل کلیه دستگاهها توسط شرکت های برق وجود نخواهد داشت. بنابراین دراین سطح، آزمون وسایلِ بـا جریان فازکمتر از ۷۵ آمپر بعهده سازندگان تجهیزات خواهد بود. در سطوح ولتاژی فشـار متوسـط و فشار قوی، پذیرش بارهای ایجاد کننده فلیکر بستگی به توان نامی توافقی (دیماند) مشـترک، تـوان تجهیزات تولید کننده فلیکر و مشخصه شبکه شرکت برق در نقطه اتصال به مشترک خواهـد داشـت. هدف، محدود کردن میزان تزریق فلیکر از کل بارهای مشترکین مختلف تا سطحی است که از سطوح مجاز ارائه شده در جدول ۱ بیشتر نگردد. به طور کلی بـرای پذیـرش مشـترکین سـه مرحلـه وجـود خواهد داشت.

مرحله ۱: ارزیابی ابتدائی میزان انتشار فلیکر

مشترکین کوچکی که تقاضای اتصال به شینه را دارند، معمولا" بدون محاسـبات پیچیـده مربـوط بـه انتشار فلیکر می توانند توسط شرکت های برق مورد پذیرش قرار گیرند. در این حالت معیاری بـرای پذیرش اتوماتیک مشترکین ارائه خواهد شد. به عبارت دیگر اگر کل بار ایجاد کننده فلیکر یا قـدرت تحویلی توافقی مشترک نسبت به ظرفیت اتصال کوتاه نقطه اتصال مشترک به شبکه ، کوچـک باشـد محاسبات لازم نخواهد بود.

مرحله ۲: حدود مجاز متناسب با توان نامی توافقی مشترک

اگر باری نتواند معیار مرحله اول را برآورده کند، مشخصات ویژه بار ایجاد کننده فلیکر همراه با ظرفیت جذب شبکه باید مورد ارزیابی قرار گیرد. ظرفیت جذب شبکه از سطوح مجاز بدست آمده و سپس این مقدار برای مشترکین مختلف مطابق توان نامی توافقی آن ها ونسبت این توان به کل ظرفیت سیستمی که از آن تغذیه می گردند تقسیم بندی می شود. در مورد سطوح ولتاژ فشار متوسط، مقداری از فلیکر از شبکه های فشار قوی وارد این سیستم شده و می بایستی هنگام تعیین سطح انتشار فلیکر مجاز هر مشترک در نظر گرفته شود. این روش در واقع براین مبنا استوار است که اگر سیستم در بار نامی کار کند و کلیه مشترکین حدود مجاز فلیکر خود را به شبکه تزریق کنند، کل سطح فلیکربرابر با سطوح مجاز باشد.

مرحله ۳: پذیرش سطوح فلیکر بالاتر به صورت استثنایی و مشروط

تحت شرایط خاص ممکناست یک مشترک نیاز داشته باشد که سطح فلیکری بالاتر از سطوح مجاز تولید کند وشرکت برق نیر موافق اتصال مشترک به شینه باشد(البته با شرایط ویژه) . دراین حالت مطالعهٔ دقیق مشخصه سیستم و توسعه آن لازم بوده تا این شرایط ویژه ارزیابی گردد.

٦-٤-١-١ مشخصه یک نوسان ولتاژ نمونه

مشخصه یک نوسان ولتاژ نمونه در شکل های ۱و۲ نشان داده شده است. دراین شکل ها تعاریف زیر برقرار است:

شکل موج ولتاژ مؤثر: منحنی تغییرات ولتاژ مؤثر نسبت به زمان که در هر ۱۰ میلی ثانیه (نیم پریود از ولتاژ مؤلفه اصلی) نمونه برداری می گردد.

مشخصه تغییر ولتاژ: تابع زمانی تغییر ولتاژ مؤثر بین پریودها برحسب ولت، هنگامی که برای حداقل یک ثانیه شرایط ماندگار ولتاژ بین پریودها وجود داشته باشد.

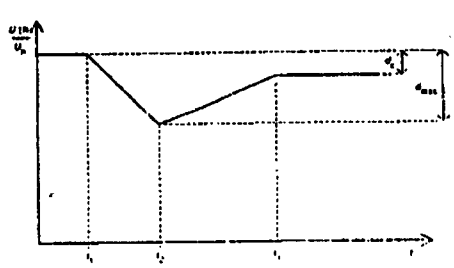
حداکثر تغییر ولتاژ: تفاوت بین مقادیرحداکثر و حداقل ولتاژ مؤثر در مشخصه تغییر ولتاژ برحسب ولت .

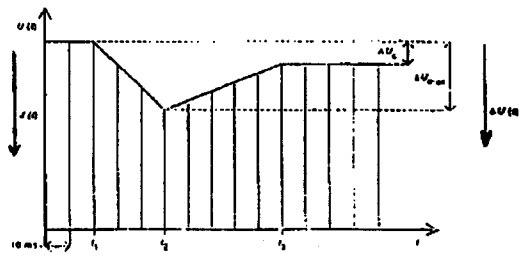
تغییرات ولتاژ ماندگار: تفاوت بین دو مقدار ولتاژ ماندگار متوالی برحسب ولت که توسط حداقل یک مشخصه تغییر ولتاژ از یکدیگر جدا شده اند.

مشخصه تغییر ولتاژ نسبی: نسبت مشخصه تغییر ولتاژ به مقدار ولتاژ نامی فاز - نوترال.

حداکثر تغیر ولتاژ نسبی : نسبت حداکثر تغییر ولتاژ به مقدار ولتاژ نامی فاز - نوترال.

تغییر ولتاژ ماندگار نسبی : تغییر ولتاژ ماندگار به مقدار ولتاژ نامی فاز - نوترال.





شکل ۱- منحنی تغییر ولتاژ مؤثر برحسب زمان **شکل ۲- مشخصه تغییر ولتاژنسبی**

٦-٤-١-٢ حدود مجاز فلیکر برای تجهیزات نوسان سازمتصل به شبکه های فشار ضعیف

دستگاه های نوسان سازی که به شبکه فشار ضعیف متصل می گردند به دو گروه عمده تقسیم می شوند:

- تجهیزات با جریان فاز کمتر از ١٦ آمپر
- تجهیزات با جریان فاز بیش از ١٦آمپر و کمتر از ٧٥ آمپر

٦-٤-١-٢-١ تجهیزات با جریان فاز کمتر از ١٦ آمپر

حدود مجازفلیکردر ترمینال تغذیه دستگاه تحت آزمون قابل اعمال می باشند(رجوع شود به شکل ٣):

- شاخص کوتاه مدت فلیکر نباید از یک بزرگتر باشد.
- شاخص بلندمدت فلیکر نباید از ٠/٦٥ بزرگتر باشد.

- تغییر ولتاژ ماندگار نسبی نباید از ۳ درصد بیشتر شود.
- حداکثر تغییر ولتاژ نسبی d_{max} نباید از ٤ درصد بالاتر رود.
- d (t) درطی یک تغییر ولتاژ نباید برای بیش از ۲۰۰ میلی ثانیه از ۳ درصد بیشتر شود.

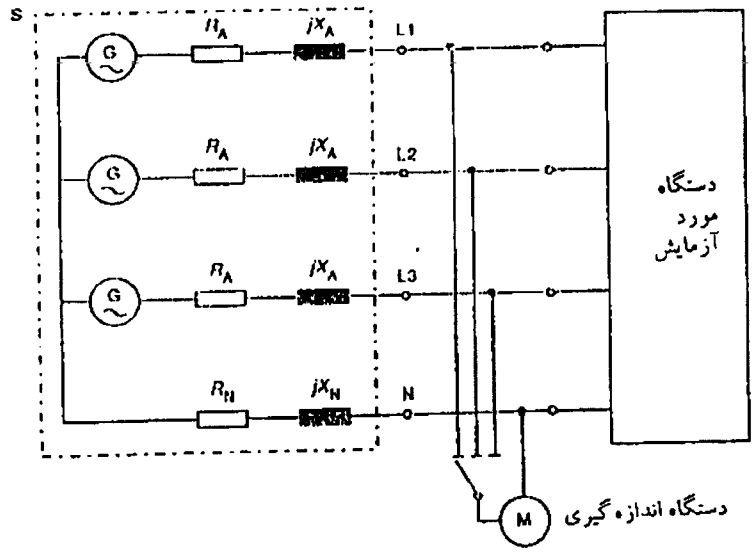
اگر تغییرات ولتاژ به علت کلیدزنی های دستی بوده و یا کمتر از یک بار در ساعت اتفاق افتد حدود مجاز شاخص های کوتاه مدت و بلندمدت فلیکر یعنی P_{st} و P_{lt} دیگر قابل اعمال نمی باشند ولی سه حد مجاز مربوط به تغییرات ولتاژ نسبی یعنی d_c ، d_{max} و d (t) برای تجهیزات نوسان ساز قابل اعمال بوده ، به این شرط که مقادیر آزمون باید مطابق استاندارد IEC شماره ۳-۳-٦۱۰۰۰ باشد و آزمایش باید در کارخانه های سازنده تجهیزات صورت پذیرد و در آنجا تأیید نهایی صادر شود.

مقدار امپدانس مرجع به صورت زیر باشد:

امپدانس فاز : $R_A + jX_A = 0.24 + j0.15\Omega$ (۱)

امپدانس نوترال : $R_N + jX_N = 0.16 + j0.1\Omega$

درحالتی که از منابع تک فاز استفاده می شود امپدانس مرجع از جمع امپدانس فاز ونوترال حاصل می گردد. در مورد منابع سه فاز امپدانس مرجع همان امپدانس فاز خواهدبود.



شکل ۳- « مدار آزمون »

٦-٤-١-٢-٢ تجهیزات با جریان فاز بیشتر از ١٦ آمپر و کمتر از ٧٥ آمپر

حدود مجاز فلیکر در مود تجهیزات نوسان ساز با جریان فاز بیشتر از ١٦ آمپر وکمتر از ٧٥ آمپر همان مقادیر تعیین شده برای تجهیزات نوسان ساز بند الف می باشد، با این تفاوت که تنها مقدار امپدانس مرجع مدار آزمون تجهیزات نوسان ساز تغییر می کند. دراین نوع تجهیزات ، امپدانس مدار آزمون کمتراز امپدانس مرجع می باشد. اگر امپدانس مدار آزمون در این حالت را برابر Z^* فرض کنیم ، برای یافتن مقدار بهینه این امپدانس دو شرط زیر باید برقرار باشد:

- افت ولتاژ ΔU که توسط تجهیز بوجود می آید باید بین ٣ تا ٥ درصد باشد.
- نسبت مؤلفه اهمی به مؤلفه القایی امپدانس باید بین ٠/٥ تا ٠/٧٥ باشد.

نحوه انجام آزمون برای دستگاههای نوسان ساز با جریان فاز بیشتر از ١٦ آمپر وکمتر از ٧٥ آمپر به شرح زیر می باشد:

- آزمون دستگاه نوسان ساز باید با مدار مشابه شکل ٣ انجام گیرد(تنها تفاوت قراردادن Z^* به جای Z_{ref} است) و چهار مقدار d^*_c و d^*_{max} و P^*_{st} و P^*_{lt} اندازه گیری شوند.
- مقادیر d_c و d_{max} وP_{st} و P_{lt} مربوط به امپدانس مرجع با روابطی که در ادامه آمده است محاسبه می گردند:

$$P_{st} = P^*_{st} \cdot Z_{ref} / Z^*$$

$$P_{lt} = P^*_{lt} \cdot Z_{ref} / Z^* \qquad (٢)$$

$$d_c = d_c^* \cdot Z_{ref} / Z^*$$

$$d_{max} = d_{max}^* \cdot Z_{ref} / Z^*$$

- اگر کلیه مقادیر محاسبه شده در رابطه ٢ با حدود مجاز داده شده برای دستگاههای نوسان ساز با جریان فاز کمتر از ١٦ آمپر مطابقت داشت، دستگاه مورد پذیرش قرار می گیرد.
- درصورت عدم تطابق با مقادیر مجاز، سازنده باید حداکثر مجاز امپدانس سیستم را به طریق زیر محاسبه نماید:

$$|Z_{sys}| = |Z_{ref}| \times 4\% / d_{max}$$

$$|Z_{sys}| = |Z_{ref}| \times 3\% / d_c \qquad (۳)$$

$$|Z_{sys}| = |Z_{ref}| \times \left(\frac{1}{P_{st}}\right)$$

$$|Z_{sys}| = |Z_{ref}| \times \left(\frac{0.65}{P_{lt}}\right)$$

برای کلیدزنی های دستی وجایی که کلیدزنی کمتر از یک بار در ساعت اتفاق می افتدبـاید از روابـط زیر استفاده نمود:

$$|Z_{sys}| = |Z_{ref}| \times 1.33 \times 4\% / d_{\max} \qquad (٤)$$

$$|Z_{sys}| = |Z_{ref}| \times 1.33 \times 3\% / d_c$$

کمترین مقدار $|Z_{sys}|$ محاسبه شده ، حداکثر مجاز امپدانس سیستم در نقطه اتصال دسـتگاه بـه شـبکه می باشد . سازنده باید این مقدار را روی صفحه شناسایی دستگاه ثبت نماید و مشترک جهت استفاده از دستگاه بایستی از شرکت برق مجوز استفاده را دریافت نماید. در غیراینصورت استفاده از اینگونـه تجهیزات مجاز نمی باشد. شرکت برق نیز با توجه به امپدانس سیستم در شینه ای که مشترک تقاضای اتصال به آن را دارد، می تواند در مورد پذیرش دستگاه تصمیم گیری نماید.

٦-٤-١-٣ مشترکین متصل به شینه فشار ضعیف با توان نامی توافقی بیش از ٥٠ کیلوولت آمپر

برای این نوع مشترکین ، حدود مجاز شاخص های کوتاه مدت و بلندمدت فلیکر یعنی P_{st} و P_{lt} ، در شینه ورودی مشترک بایستی از مقادیری که از روابط زیر بدست می آیند کمتر باشند:

$$P_{st} = \left(\frac{S_L}{S_{MV/LV}}\right)^{\frac{1}{3}} \qquad (٥)$$

$$P_{lt} = 0.65 P_{st}$$

- ارزیابی مشترکین متصل به شبکه فشار ضعیف به صورت تک به تک مورد نیاز نمی باشد ولی در صورت ملاحظه و یا دریافت شکایت در رابطه با وجود فلیکر در شبکه، در مورد مشترکین ایجاد کننده فلیکر اندازه گیری های لازم انجام شده این استاندارد باشد.

٦-٤-١-٤ *حدود مجاز فلیکر برای مشترکین متصل به شبکه فشار متوسط*

درسطح ولتاژی فشار متوسط سه مرحله وجود خواهد داشت:

٦-٤-١-٤-١ *مرحله اول ، ارزیابی ابتدایی مشترک فشار متوسط*

اتصال مشترک با بار فلیکرزا را می توان درصورتی که تغییرات توان آن در نقطه اتصال بـه شـبکه در محدودهٔ نشان داده شده در جدول ٤ باشد مورد پذیرش قرار داد.

جدول ٤- حدود مجاز تغییرات توان برحسب تابعی از تعداد تغییرات در دقیقه

$(\Delta S / S_{sc})_{max}$ (%)	تعداد تغییرات ولتاژ در دقیقه $r(\min^{-1})$
٠/١	$r > 200$
٠/٢	$10 \le r \le 200$
٠/٤	$r < 10$

ΔS ممکن است کمتر، مساوی و یا بیش از توان نامی دستگاه باشد. برای مثال برای یک موتور، ایـن تغییرات در لحظات راه اندازی پشت سرهم می تواند ٥ برابر قدرت نامی موتور باشد. S_{sc} قـدرت اتصال کوتاه شینه ای است که مشترک درخواست اتصال دستگاه را به آن دارد.

توجه: یک افت ولتاژ و متعاقب آن برگشت به حالت اول دو تغییر ولتاژ به حساب خواهد آمد.

٦-٤-١-٤-٢ *مرحله دوم، سطوح انتشار مجاز متناسب با توان یا دیماند نامی توافقی مشترک فشارمتوسط*

در مرحله دوم حد مجاز فلیکر کل یک شینه به مشترکین متصل به آن تقسیم می شود. انتشـار فلیکـر در یک شبکه شعاعی از قوانین ساده زیر تبعیت می کند:

- مقادیر فلیکر موجود در یک سطح ولتاژ مشخص با مقداری تضعیف به قسمت هایی از شبکه که در سطح ولتاژ پایین تری قرار دارند انتقال می یابد(ضریب انتقال حدودا" برابر ۰/۸ در نظر گرفته شود).
- بدلیل افزایش سطح اتصال کوتاه، فلیکر از سطوح پایین ولتاژ به سطوح بالاتر انتقال نمی یابد (ضریب انتقال برابر صفر می باشد). بنابراین ، در یک شینه فشار متوسط سطح حقیقی مجاز فلیکر از ترکیب سطح فلیکر انتقال یافته از شینه فشار قوی و سطح فلیکر منتجه از کلیه بارهای فلیکرزای متصل به آن شینه حاصل می گردد. این مقدار نباید از سطح مجاز فلیکر شینه که در بخش ٦-۳-۱-۱ ارائه شده است بیشتر شود. باتوجه به توضیحات فوق، در نظر گرفتن قانون مکعبات در جمع چند نوسان ولتاژ ، حداکثر مشارکت بارهای محلی در سطح فلیکر کل شینه فشار متوسط از جدول ۵ بدست می آید.

جدول۵- سطح مجاز فلیکری که می تواند توسط مشترکین به یک شینه فشار متوسط تزریق شود

حداکثر مجاز شاخص بلندمدت فلیکر شینه فشار متوسط ناشی از مجموعه مشترکین	حداکثرمجاز شاخص کوتاه مدت فلیکر شینه فشار متوسط ناشی از مجموعه مشترکین
۰/٦۳	۰/۷۹

برای هر مشترک متصل به شینه، بدلیل حضور دیگر مشترکین تنها قسمتی از کل سطح مجاز قابل پذیرش ، اختصاص می یابد. سهم هر مشترک می تواند با توجه به نسبت توان نامی توافقی ویا دیماند مشترک و توان ظاهری شینه بدست آید. توان ظاهری شینه از مجموع توان بارهایی که مستقیما" به آن شینه متصل می گردند (ظرفیت تغذیه ای که به عهده آن شینه گذاشته شده است) محاسبه می شود.

علاوه براین چون امکان کار همزمان کلیه بارهای فلیکرزا بعید می باشد، یک ضریب همزمانی پیشنهاد می گردد(مقادیر نمونه ای این ضریب برابر ۰/۲ تا ۰/۳ خواهد بود). با توجه به موارد فوق سطح مجاز انتشار فلیکر هر مشترک از روابط زیر بدست می آید:

$$P_{sti} = P_{stMV}\sqrt[3]{\frac{S_i}{S_{MV}}}.\frac{1}{F_{MV}}$$

(٦)

$$P_{lti} = P_{ltMV}\sqrt[3]{\frac{S_i}{S_{MV}}}.\frac{1}{F_{MV}}$$

مقادیر P_{stMV} و P_{ltMV} نیز در جدول ٦ آمده اند.

برای مشترکینی که توان نامی توافقی یا دیماند آن ها کوچک است،این معیار ممکن است محدودیت زیادی باشد. برا غلبه براین مشکل سطوح مجاز حداقلی نیز طبق جدول ٦ پیشنهاد می گردد.

جدول ٦-سطوح مجاز حداقل شاخص های فلیکر برای هر مشترک در شینه متوسط

حداقل سطح مجاز شاخص بلندمدت فلیکر	حداقل سطح مجاز شاخص کوتاه مدت فلیکر
۰/۲۵	۰/۳۵

٦-٤-١-٤-٣ مرحله سوم، پذیرش استثنایی مشترکین فشار متوسط

باید توجه داشت که بسیاری از مشترکین، فلیکر قابل ملاحظه ای ایجاد نمی کنند. همچنین مقداری از ظرفیت شبکه ممکن است برای یک مدت طولانی استفاده نگردد. بنابراین اعمال کامل دو مرحله الف وب می تواند محدودیت غیر ضروری و بی موردی را برای سطح فلیکر باقی گذارد و سطح فلیکر ایجاد شده توسط کلیه بارها پایین تراز سطح مجاز شینه باشد . جهت ایجاد قابلیت انعطاف دراین استاندارد ، شرکت های برق می تواند در مواردی که تنها در شرایط استثنایی رخ می دهد برخی از مشترکین با سطوح بالاتر از حد مجاز را مورد پذیرش قرار دهند. بنابراین لازم است تا دراین گونه موارد مطالعات کافی و دقیق در مورد اتصال مشترک انجام شود . مطالعات فوق شامل به حساب آوردن میزان فلیکر موجود در مقدار مشارکت فلیکر مورد انتظار از مشترک مورد نظر وهمچنین امکان تغییر در آرایش شبکه برای توسعه و نصب جبران سازهای فلیکر خواهد بود. به هر حال این راه کارها باید به شکلی باشد که میزان فلیکر در شینه از سطوح مجاز آن بالاتر نرود.

٦-٤-١-٥ حدود مجاز فلیکر برای دستگاه های متصل به شبکه فشار قوی

٦-٤-١-٥-١ مرحله اول ، ارزیابی ابتدایی مشترک فشار قوی

در شبکه فشار قوی برای پذیرش یک مشترک تنها کافی است که نسبت قدرت مورد درخواست مشترک ویا حداکثر توان ظاهری بار فلیکرزا به قدرت اتصال کوتاه شبکه محل اتصال مشترک از رابطه شماره ۷ پیروی کند.

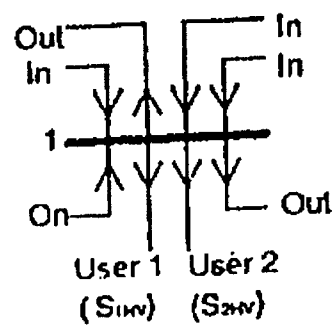
$$\frac{S_{\max i}}{S_{sc}} \le 0.1\% \qquad (۷)$$

٦-٤١-٥-٣ مرحله دوم، سطوح انتشار مجاز متناسب با توان نامی توافقی مشترک فشار قوی

این مرحله تقریبا" شبیه شبکه های فشار متوسط خواهد بود. تنها تفاوت آن باشبکه های فشارمتوسط دراین نکته است که سهم هر مشترک بستگی به کل توان دردسترس برای کلیه مشترکین دارد(در شبکه های فشار متوسط سهم هر مشترک وابسته به ظرفیت تغذیه شبکه بود). در مورد شبکه های فشار قوی از مشارکت شبکه های فشار ضعیف و فشار متوسط در سطح فلیکر صرفه نظر می گردد.

اگر S_i توان نامی توافقی یا دیماند مشترک iام و S_{thv} کل توان در دسترس برای مشترکین فشار قوی در محل اتصال مشترک باشد ، نسبت $\frac{S_i}{S_{thv}}$ معیار اصلی جهت محاسبه حدود مجاز انتشار خواهد بود. جهت محاسبه S_{thv} بصورت تقریبی می توان از رابطه زیر استفاده نمود(رجوع شود به شکل ٤):

$$S_{thv} = \sum_i S_{illv} \qquad (۸)$$



شکل ٤- ارزیابی ساده S_{thv}

برای محاسبه دقیق S_{thv} می توان به مرجع [٤] رجوع نمود.

٦-٤-١-٥-٢-١ سطوح مجاز انتشار فلیکر برای هر مشترک فشار قوی

سطح مجاز انتشار فلیکر هر مشترک از روابط زیر بدست می آید:

$$P_{sti} = P_{stHV}\sqrt[3]{\frac{S_i}{S_{thv}}} \qquad (٩)$$

$$P_{lti} = P_{ltHV}\sqrt[3]{\frac{S_i}{S_{thv}}} \qquad (١٠)$$

برای مشترکینی که توان نامی آن ها کوچک است ، این معیار ممکن است محدودیت زیادی باشد. برای غلبه براین مشکل سطوح مجاز حداقلی طبق جدول ٧ پیشنها می گردد.

جدول ٧- سطوح مجاز حداقل برای مشترک فشار قوی

حداقل سطح مجاز شاخص بلندمدت فلیکر	حداقل سطح مجاز شاخص کوتاه مدت فلیکر
٠/٢٥	٠/٣٥

٦-٤-١-٥-٢ مرحله سوم، پذیرش استثنایی مشترکین فشارقوی

مشابه حالت شینه فشار متوسط است.

٦-٤-٢ حدود مجاز هارمونیک برای هر مشترک

روش منطقی برای محدود کردن جریان های هارمونیکی برای هر مشترک ، تعیین حدود مجاز جریان های هارمونیکی براساس اندازه ویا مقدار بار هر مشترک می باشد. مشترکین بزرگتر بخاطر اینکه قسمت بیشتری از بار را مصرف می کنند امکان بیشتری برای تزریق جریان های هارمونیکی بر سیستم خواهند داشت.

حدود اعوجاج هارمونیکی مشخص شده دراین استاندارد ماکزیمم مقدار مجاز اعوجاج جریان هر مشترک می باشد.

مقدار مجاز اعوجاج جریان با توجه به مقدار ماکزیمم جریان مصرفی یا دیماند هر مشترک و بصورت درصدی از آن تعیین می گردد.

جداول ۸ تا ۱۰ حدود مجاز جریان های هـارمونیکی را بـر اسـاس انـدازه بـار مصرفـی ویـا دیمـاند مشترکین نسبت به اندازه و قدرت شبکه برق در نقطه محل تغذیه یا اتصال مشترک در سیستم های با ولتاژ مختلف را ارائه می دهد.

حدود ارائه شده در جداول فوق برای کلیه مشترکین و آن هـایی کـه دارای یکسـوکننده هـای شـش ضربه ای هستند صادق می باشد.

اگر یکسو کننده ها بنحوی باشدکه نتیجه آن برای سیستم تغذیه به صورت یکسو کننده های بیـش از شش ضربه ای به حساب آید حدهای مجاز برای انواع هارمونیک های مشـخصه آن هـا متناسـب بـا ضریب $\sqrt{\frac{q}{6}}$ که q مشخص کننده تعداد ضربه آن ها می باشد افزایش مـی یـابد. انـدازه مجـاز انـواع هارمونیک های غیر مشخصه به مقدار ۲۵٪ مقادیر تعیین شده در جداول ۸ تا ۱۰ تعیین می گردد.

در رابطه با استفاده از حدود مجاز اعوجاج جریـان هـارمونیکی مشـخص شـده در جـداول ۸ تـا ۱۰ بایستی ظرفیت ترانسفورماتورهای ارتباطی بین مشترک و شرکت برق نیز مـورد بررسـی قـرار گـیرد بنحوی که از ترانسفورماتوری که مشترک را به شرکت برق ارتباط می دهد بیش از معادل ۵٪ ظرفیت ترانسفورماتور جریان هارمونیکی عبور نکند.

جدول ۸- حدود مجاز اعوجاج جریان برای مشترک در شبکه های توزیع ٤٠٠ ولت و ٢٠ کیلوولت

ماکزیمم اعوجاج جریان مجاز هر مشترک به درصد نسبت به ماکزیمم جریان مصرف یا دیماند بدون هارمونیک مشترک											
بزرگی مشترک یا درصد ماکزیمم جریان مصرفی (دیماند) بدون هارمونیک به جریان اتصال کوتاه محل تغذیه (R)	اعوجاج تکی جریان هر هارمونیک مرتبه n										اعوجاج کلی جریان
	n <۱۱		۱۱ ≤ n <۱۷		۱۷ ≤ n <۲۳		۲۳ ≤ n <۳۵		n ≥ ۳۵		
	فرد	زوج	فرد	زوج	فرد	زوج	فرد	زوج	فرد	زوج	
$R > 5$	٤	۱/۰	۳/۰	۰/۵	۱/۵	۰/٤	۰/٦	۰/۱	۰/۳	۰/۱	۵
$5 \geq R > 2$	۷	۱/۷	۳/۵	۰/۹	۲/۵	۰/٦	۱/۰	۰/۳	۰/۵	۰/۱	۸
$2 \geq R > 1$	۱۰	۲/۵	٤/۵	۱/۱	٤/۰	۱/۰	۱/۵	۰/٤	۰/۷	۰/۲	۱۲
$1 \geq R > 0/1$	۱۲	۳/۰	۵/۵	۱/٤	۵/۰	۱/۲	۲/۰	۰/۵	۱/۰	۰/۲	۱۵
$R \leq 0/1$	۱۵	۳/۸	۷/۰	۱/۷	٦/۰	۱/۵	۲/۵	۰/٦	۱/٤	۰/۳	۲۰

جدول ۹- حدود مجاز اعوجاج جریان برای مشترکین فوق توزیع ۶۳ و۱۳۲ کیلوولت

بزرگی مشترک یا درصد ماکزیمم جریان مصرفی (دیماند) بدون هارمونیک به جریان اتصال کوتاه محل تغذیه (R)	ماکزیمم اعوجاج جریان مجاز هر مشترک به درصد نسبت به ماکزیمم جریان مصرف یا دیماند بدون هارمونیک مشترک									
	اعوجاج تکی جریان هر هارمونیک مرتبه n									اعوجاج کلی جریان
	n <۱۱		$11 \le n < 17$		$17 \le n < 23$		$23 \le n < 35$		$n \ge 35$	
	فرد	زوج	فرد	زوج	فرد	زوج	فرد	زوج	فرد	زوج	
$R > 5$	۲/۰	۰/۵	۱/۰	۰/۲	۰/۷	۰/۲	۰/۳	۰/۱	۰/۱	۰/۰	۲/۵
$5 \ge R > 2$	۳/۵	۰/۹	۱/۷	۰/٤	۱/۲	۰/۳	۰/۵	۰/۱	۰/۲	۰/۰	۰/٤
$2 \ge R > 1$	۵/۰	۱/۲	۲/۲	۰/٦	۲/۰	۰/۵	۰/۷	۰/۲	۰/۳	۰/۱	٦/۰
$1 \ge R > 0/1$	٦/۰	۱/۵	۲/۷	۰/۷	۲/۵	۰/٦	۱/۰	۰/۲	۰/۵	۰/۱	۷/۵
$R \le 0/1$	۷/۵	۱/۹	۳/۵	۰/۹	۳/۰	۰/۷	۱/۲	۰/۳	۰/۷	۰/۲	۱۰/۰

جدول ۱۰- حدودمجاز اعوجاج جریان برای شبکه های انتقال فشارقوی ۲۳۰ و ٤۰۰ کیلوولت ایران

بزرگی مشترک یا درصد ماکزیمم جریان مصرفی (دیماند) بدون هارمونیک به جریان اتصال کوتاه محل تغذیه (R)	ماکزیمم اعوجاج جریان مجاز هر مشترک به درصد نسبت به ماکزیمم جریان مصرف یا دیماند بدون هارمونیک مشترک									
	اعوجاج تکی جریان هر هارمونیک مرتبه n									اعوجاج کلی جریان
	n <۱۱		$11 \le n < 17$		$17 \le n < 23$		$23 \le n < 35$		$n \ge 35$	
	فرد	زوج	فرد	زوج	فرد	زوج	فرد	زوج	فرد	زوج	
$R > 5$	۲/۰	۰/۵	۱/۰	۰/۲	۰/۷	۰/۲	۰/۳	۰/۱	۰/۱	۰/۰٤	۲/۵
$R \le 0/1$	۳/۰	۰/۷	۱/۵	۰/٤	۱/۱	۰/۳	۰/٤	۰/۱	۰/۲	۰/۵۰	٤/۰

٦-٤-٢-١ اعوجاج هارمونیکی در شرایط گذرا

هارمونیک های گذرا یا کوتاه مدت در موارد زیادی اثر کمتری نسبت بـه هـارمونیک هـای پـایدار و ثابت روی تجهیزات شبکه دارند، ولی تـأثیر آنـها درمـورد سیسـتم هـای کنـترل و مخـابراتی مشـابه هارمونیک های پایدار می باشد . در نتیجه چنانچه اعوجاج جریان ناشی از هارمونیک های مشـترکین برای مدت کوتاهی (کمتر از یک ساعت در روز) ، از مقادیر حدود معین شده دراین استاندارد بیشتر گردد، این افزایش می تواند با نظر شرکت های برق ، تا مقدار ٥٠ درصد نسبت به مقادیر جداول ٨ تا ١٠ به صورت مجاز شناخته شود.

٦-٤-٢-٢ روش ارزیابی مشترکین جدید تولید کننده هارمونیک

اگر بـــررسی و مطالعات اولیه اضافه شـدن مشـترک جدیـد بـه شـبکه مشـخص نمـاید کـه مقـدار هارمونیک های جریان و یا اعوجاج تکی و کلی جریان کمتر از حدود تعیین شده دراین استاندارد می باشند بررسی و مطالعات بیشتری مورد نیاز نبوده و مشترک جدید می تواند مورد پذیرش قرار گیرد.

اگر مقدار اعوجاج تکی یا کلی جریان بیش از مقادیر تعیین شده درایـن اسـتاندارد باشـد لازم اسـت محاسبات لازم جهت تعیین اعوجاج هـای ولتـاژ تکـی و کلـی در شـینه محـل تغذیـه انجـام گـیرد. درصورتی که نتایج بدست آمده از حدود مجاز اعوجاج تکی و کلی ولتاژ تعیین شده دراین استاندارد کمتر باشد و آزمون های محلی جهت تعیین مقادیر زمینه ای اعوجاج ولتاژ و همچنیـن مـیزان تولیـد هارمونیک های دیگر مشترکین اجازه دهد، مشترک جدید می توانـد بـا تعییـن شـرایطی کـه توسـط شرکت برق تعیین می گردد پذیرفته شود.

٦-٤-٣ حد مجاز عدم تعادل جریان برای هر مشترک

مجموع عدم تعادل جریان های هر مشترک سه فاز باید به نحوی باشد که میزان عدم تعادل ولتاژ شینه از حد مجاز تعیین شده در جدول ٣ بالاتر نرود. برای این کار رابطه زیر بـاید برقـرار باشـد(X حـد مجاز درصد عدم تعادل شینه می باشد) :

$$\left|\sum_{i=1}^{n} I_{li}\right| \left\| Z_o \sum_{i=1}^{n} I_{li}\right| \qquad (11)$$

بنابراین رابطه فوق ، درصد عدم تعادل جریان هر مشترک (y) نبایستی از مقداری که از رابطه زیر بدست می آید بیشتر باشد:

$$y = \frac{I_O^{pu}}{I_L^{pu}} \qquad (12)$$

$$I_O^{pu} = \frac{X(1-Z_1)}{Z_O} \times \frac{P_L}{P_T}$$

دررابطه فوق به نحوی عمل شده است که به هر مشترک به اندازه برقی که خریداری نموده است اجازه عدم تعادل جریان داده شود. مقادیر پایه برای پریونیت نمودن پارامترها باید برابر ولتاژ نامی شینه وظرفیت اتصال کوتاه شینه انتخاب گردند.

٦-٤-٤ توصیه های اجرایی به مشترکین در خصوص پدیده های گذرا

- درصورتی که در طبقه بالای ساختمان ها از سیستم حفاظت از صاعقه استفاده شده باشد با توجه به وجود هادی های متعددی که بالای ساختمان قرار می گیرند بهتراست از نصب تجهیزات الکترونیکی حساس دراین طبقات خودداری شود. همچنین از قراردادن تجهیزات حساس الکترونیکی نزدیک به دیوار خارجی ساختمان بخصوص در گوشه های ساختمان (بدلیل عبور سیستم برق گیر) خودداری شود.
- از قراردادن تجهیزات حساس در نزدیکی سازه های فلزی بلند خودداری شود. این بخش از ساختمان مسیر مناسبی برای عبور جریان صاعقه به زمین می باشد.
- صاعقه می تواند همچنین باعث ایجاد حالت گذرا در سیستم توزیع (سیم کشی) ساختمان شود. در برابر این شرایط باید سیستم ها حفاظت شوند. این حفاظت ها شامل حفاظت سیستم برق ورودی به ساختمان می باشد. در صورتی که ساختمان ها دارای چندین تابلوی ورودی باشند تمامی این منابع باید حفاظت شوند بنحوی که کیفیت نامناسب ولتاژ به تجهیزات وارد نشود .

ایمن سازی تجهیزات در مقابل موج ضربه در محل برق ورودی به تجهیز را می توان با طراحی مناسب تجهیز براساس شرایط واقعی محیطی ونیز میزان واقعی اضافه ولتاژ انجام داد. مسئله ای را که باید دراین طراحی مورد نظر قرار داد هماهنگی بین قابلیت تحمل در مقابل موج ضربه قسمت های مختلف مدارات داخلی تجهیزات می باشد.

٦-٤-٥ توصیه های اجرایی به مشترکین درخصوص زمین کردن و سیم کشی

٦-٤-٥-١ توصیه های فنی درمورد شبکه های زمین

شبکه زمین باید طوری طراحی شود که حداقل اهداف زیر را برآورده سازد:

- تحت شرایط عملکرد نرمال ، جریان باری در سیستم زمین جاری نشود. به هر حال ممکن است بدلیل اتصال وسایل حفاظتی و کوپلینگ بین هادی های فاز و زمین مقدار کمی جریان در سیستم وجود داشته باشد ولی به هرحال این جریان ها باید در مقایسه با جریان های بار قابل صرف نظر کردن باشد.
- تا حد ممکن کلیه نقاط شبکه زمین هم پتانسیل باشند.
- برای اجتناب از ولتاژهای تماس بالا، کلیه بدنه فلزی تجهیزات و تابلوها باید به شبکه زمین هم پتانسیل متصل شوند .
- هیچ تابلو یا بدنه دستگاه محفظه زمین نشده ای نباید در مجاورت مدارهای الکتریکی وجودداشته باشد. درزمان خرابی عایق تابلو ویا تجهیزات یا مسائل دیگر، هر بار الکتریکی که روی تابلو یا بدنه هادی دستگاهها ظاهر می شود باید به زمین تخلیه شود.
- مسیر زمین باید:
- دائم و پیوسته باشد (احتمال قطع آن وجود نداشته باشد).
- ظرفیت هدایت جریان خطا را داشته باشد.
- امپدانس آن به حد کافی کوچک باشد تا مقدار ولتاژ زمین را محدود کند. همچنین عملکرد وسائل حفاظتی مدار را تسهیل کند.

٦-٤-٥-٢ توصیه های فنی در زمین کردن تجهیزات حساس

نکات زیر را در مورد تجهیزاتی که نسبت به نویز یا اعوجاج حساس است می توان به کاربرد:

- هر جا که ممکن است از سیستم های منفرد جهت تغذیه تجهیزات حساس اسفتاده شود. این مدارها ایزولاسیون خوبی را در مقابل حالات گذرای با فرکانس بالا و نویز ایجاد می کند.
- کاندویت نباید هرگز بعنوان تنها مرجع زمین کردن تجهیزات حساس انتخاب شود. جریان های عبوری از کاندویت می تواند سبب تداخل با مدارهای مخابراتی و الکترونیکی شود.
- اندازه سیم زمین (سیم زرد- سبز) باید با هادی های فاز برابر باشد.
- ایجاد یک شبکه مرجع صفر.

این کار اغلب در اتاق های کامپیوتر انجام می گیرد ، جایی که پاسخ فرکانسی سیستم زمین، بدلیل نیازهای مخابراتی بین قسمت های مختلف یک سیستم کامپیوتری دارای اهمیت بیشتری است.

- ولتاژ نقطه نول (نوترال - زمین) باید در محدودهٔ میلی ولت باشد(در شرایط عادی عملکرد)

توضیحات جامع تردراین زمینه در مرجع [۸] آمده است.