INSO

7260-4-13

1st. Edition

Sep.2013

جمهوری اسلامی ایران

Islamic Republic of Iran

سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization

استاندارد ملی ایران

۷۲۶۰-۴-۱۳

چاپ اول

شهریور ۱۳۹۲

سازگاری الکترومغناطیسی-
قسمت ۴-۱۳: فنون آزمون و اندازه‌گیری- آزمون‌های مصونیت فرکانس پایین هماهنگ‌ها و میان هماهنگ‌ها شامل سیگنال‌دهی برق شهر در درگاه تغذیه a.c.

Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 4-13: Testing and measurement techniques- Harmonics and interharmonics including mains signaling at a.c. power port, low frequency immunity tests

ICS:33.100.20

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب بند یک مادهٔ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ تنها مرجع رسمی کشور است که وظیفه تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) ایران را به عهده دارد.

نام موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب یکصد و پنجاه و دومین جلسه شورای عالی اداری مورخ ۹۰/۶/۲۹ به سازمان ملی استاندارد ایران تغییر و طی نامه شماره ۲۰۶/۳۵۸۳۸ مورخ ۹۰/۷/۲۴ جهت اجرا ابلاغ شده است .

تدوین استاندارد در حوزه های مختلف در کمیسیون های فنی مرکب از کارشناسان سازمان ، صاحب نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می شود وکوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانهٔ صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان، صادرکنندگان و وارد کنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان های دولتی و غیر دولتی حاصل می شود .پیش نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی نفع و اعضای کمیسیون های فنی مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادها در کمیتهٔ ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می شود.

پیش نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان های علاقه مند و ذی صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می کنند درکمیتهٔ ملی طرح و بررسی و درصورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می شود .بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می شوند که بر اساس مفاد نوشته شده در استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۵ تدوین و در کمیتهٔ ملی استاندارد مربوط که سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می‌دهد به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین المللی استاندارد (ISO)[1] ،کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک (IEC)[2] و سازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی (OIML)[3] است و به عنوان تنها رابط[4] کمیسیون کدکس غذایی (CAC)[5] در کشور فعالیت می کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی های خاص کشور ، از آخرین پیشرفت های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین‌المللی بهره‌گیری می‌شود .

سازمان ملی استاندارد ایران می تواند با رعایت موازین پیش بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری نماید. سازمان می تواند به منظور حفظ بازارهای بین المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری نماید. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمان ها و مؤسسات فعال در زمینهٔ مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدورگواهی سیستم های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی، آزمایشگاه ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد ایران این گونه سازمان ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامهٔ تأیید صلاحیت به آن ها اعطا و بر عملکرد آن ها نظارت می کند. ترویج دستگاه بین المللی یکاها، کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است.

1- International Organization for Standardization
2 - International Electrotechnical Commission
3- International Organization of Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legale)
4 - Contact point
5 - Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

« سازگاری الکترومغناطیسی-قسمت ۴-۱۳: فنون آزمون و اندازه‌گیری- آزمون‌های مصونیت فرکانس پایین هماهنگ‌ها و میان هماهنگ‌ها شامل سیگنال‌دهی برق شهر در درگاه تغذیه .a.c»

رئیس:	**سمت و/ یا نمایندگی**
صمدیان، علی (لیسانس الکترونیک)	معاون فناوری ارتباطات مرکز تحقیقات صنایع انفورماتیک
دبیر:	
قاسم‌پوری، میرماهان (فوق لیسانس مخابرات- میدان)	مدیر آزمایشگاه سازگاری الکترومغناطیسی مرکز تحقیقات صنایع انفورماتیک
اعضاء: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)	
رضایی، رامین (لیسانس الکترونیک)	معاون طرح و توسعه مرکز تحقیقات صنایع انفورماتیک
زندباف، عباس (لیسانس مخابرات)	کارشناس شرکت ارتباطات زیرساخت
شعاع‌آذر، نگار (فوق لیسانس الکترونیک)	کارشناس مرکز تحقیقات صنایع انفورماتیک
قرشی، سیدعلی (دکتری مخابرات- سیار)	عضو هیات علمی دانشگاه شهید بهشتی
نادری، مجید (دکتری الکترونیک)	عضو هیات علمی دانشگاه علم و صنعت

فهرست مندرجات

عنوان	صفحه
آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران	ب
کمیسیون فنی تدوین استاندارد	ج
پیش گفتار	و
۱ هدف و دامنه کاربرد	۱
۲ مراجع الزامی	۲
۳ اصطلاحات و تعاریف	۲
۴ کلیات	۳
۵ سطوح آزمون	۵
۶ ابزرا دقیق آزمون	۸
۷ چیدمان آزمون	۱۰
۸ رویه‌های آزمون	۱۱
۹ ارزیابی نتایج آزمون	۱۷
۱۰ گزارش آزمون	۱۷
پیوست الف	۲۳
پیوست ۲	۲۴
پیوست پ	۲۵
کتاب‌نامه	۲۶

پیش گفتار

استاندارد "سازگاری الکترومغناطیسی-قسمت ۴-۱۳: فنون آزمون و اندازه‌گیری- آزمون‌های مصونیت فرکانس پایین هماهنگ‌ها و میان هماهنگ‌ها سیگنال‌دهی برق شهر در درگاه تغذیه a.c." که پیش‌نویس آن در کمیسیون فنی مربوط، توسط مرکز تحقیقات صنایع انفورماتیک تهیه شده و در صد و سی و پنجمین اجلاسیه‌ی کمیته‌ی ملی استاندارد مخابرات مورخ ۹۱/۱۱/۲ مورد تصویب قرار گرفته است، اینک به استناد بند یک مادهٔ ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات سازمان ملی استاندارد ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه‌ی صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در مواقع لزوم تجدیدنظر خواهد شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح یا تکمیل این استانداردها ارائه شود، در هنگام تجدیدنظر در کمیسیون فنی مربوط، مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، همواره از آخرین تجدیدنظر آنها استفاده خواهد شد.

منبع و ماخذی که در تهیه این استاندارد استفاده شده است به قرار زیر است:

IEC 61000-4-13:2009 Electromagnetic compatibility (EMC)-Part 4-13: Testing and measurement techniques- Harmonics and inter harmonics including mains signaling at a.c. power port, low frequency immunity tests

سازگاری الکترومغناطیسی- قسمت ۴-۱۳: فنون آزمون و اندازه‌گیری- آزمون‌های مصونیت فرکانس پایین هماهنگ‌ها و میان هماهنگ‌ها سیگنال‌دهی برق شهر در درگاه تغذیه a.c.

۱ هدف و دامنه کاربرد.Type equation here

هدف از تدوین این استاندارد تعیین روش آزمون و محدوده‌ی سطوح آزمون پایه برای تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی با جریان نامی تا ۱۶ آمپر بر هر فاز در فرکانس‌های اختلال تا و شامل ۲ kHz (برای برق شهر با فرکانس ۵۰ Hz) و ۲/۴ kHz (برای برق شهر با فرکانس ۶۰ Hz) برای هماهنگ‌ها و اینترهماهنگ‌ها روی شبکه تغذیه ولتاژ پایین می‌باشد.

این استاندارد برای تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی که به شبکه‌های a.c. $16\frac{2}{3}$ Hz یا 400 Hz متصل می‌شوند کاربرد ندارد. آزمون‌های این شبکه‌ها در استانداردهای آتی پوشش داده خواهند شد..

هدف این استاندارد ایجاد یک مرجع مشترک برای ارزیابی مصونیت عملکردی تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی هنگامی که در معرض هماهنگ‌ها و اینترهماهنگ‌ها و فرکانس‌های سیگنال‌دهی برق شهر قرار می‌گیرند می‌باشد. روش آزمون مستند شده در این قسمت از مجموعه استاندارد ۶۱۰۰۰، یک روش سازگار برای ارزیابی مصونیت یک تجهیز یا سامانه در مقابل یک پدیده‌ی تعریف شده شرح می‌دهد. همان طور که در راهنمای ۱۰۷ از کمیسیون علوم الکترونیکی بین المللی (IEC) [1] شرح داده شده است، این سند جزء انتشارات اولیه‌ی IEC برای استفاده توسط کمیته‌های محصول می‌باشد. همچنانکه در راهنمای ۱۰۷ از IEC شرح داده شده است، کمیته‌های محصولات IEC مسئول تعیین این هستند که آیا این استاندارد مصونیت بهتر است بکار برده شود یا نه. این کمیته‌ها مسئول تعیین سطوح مناسب آزمون و همچنین شرایط عملکرد می‌باشند. TC77 و زیر کمیته‌های آن آماده هستند تا برای ارزیابی مقادیر خاص آزمون مصونیت برای محصولات خود با کمیته‌های محصول همکاری کنند.

تصدیق قابلیت اطمینان اجزاء الکتریکی (برای مثال خازن‌ها، فیلترها و ...) در محدوده‌ی این استاندارد نمی‌باشد. اثرات دمایی بلند مدت (بیش از ۱۵ دقیقه) در این استاندارد در نظر گرفته نمی‌شوند.

سطوح مطرح شده، بیشتر برای محیط‌های مسکونی، تجاری و صنایع سبک وفق داده شده‌اند. ولی برای محیط‌های صنایع سنگین کمیته‌های محصول مسئول تعریف یک طبقه X با سطوح لازم می‌باشند. آنها همچنین این امکان را دارند که شکل موج‌های پیچیده‌تری را برای نیاز خود تعریف کنند. با این وجود، شکل موج‌های ساده‌ی مطرح شده اساسا روی شبکه‌های زیادی بیشتر اوقات منحنی مسطح برای سامانه‌های تک فاز و همچنین در شبکه‌های صنعتی و منحنی بیش نوسانی [2] برای شبکه‌های سه فاز ملاحظه شده‌اند.

1- International Electro technical Commission
2-Overswing

۲ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد ملی ایران به آن‌ها ارجاع داده شده است. بدین‌ترتیب آن مقررات جزئی از این استاندارد ملی ایران محسوب می‌شود.

در صورتی که به مدرکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای بعدی آن موردنظر این استاندارد ملی ایران نیست. در مورد مدارکی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدیدنظر و اصلاحیه‌های بعدی آن‌ها مورد نظر است.

استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است:

2-1 IEC 60050(161), International Electro technical Vocabulary (IEV) – Chapter 161: Electromagnetic compatibility

2-2 IEC 61000-2-2, Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 2-2: Environment – Compatibility levels for low-frequency conducted disturbances and signalling in public low-voltage power supply systems

2-3 IEC 61000-3-2, Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-2: Limits – Limits for harmonic current emissions (equipment input current ≤ 16 A per phase)

2-4 EC 61000-4-7, Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-7: Testing and measurement techniques – General guide on harmonics and inter harmonics measurements and instrumentation, for power supply systems and equipment connected thereto

۳ اصطلاحات و تعاریف

برای اهداف این مجموعه استاندارد ۶۱۰۰۰ ، این اصطلاحات و تعاریف همانند تعاریف IEC 60050(161) کاربرد دارند:

۱-۳

مصونیت

قابلیت یک افزاره یا سامانه برای عملکرد بدون تنزل در حضور یک اختلال الکترومغناطسیی.

[IEV 161-01-20]

۲-۳

هماهنگ (مولفه)

مولفه با مرتبه بزرگتر از ۱ در سری فوریه یک کمیت متناوب.

[IEV 161-01-18]

۳-۳

اصلی (مولفه)

مولفه با مرتبه ۱ در سری فوریه یک کمیت متناوب.

[IEV 161-01-17]

۴-۳

شکل موج منحنی مسطح

شکل موجی که از یک تابع وابسته زمانی پیروی می‌کند که در آن هر نیم موج شامل سه قسمت است:

قسمت اول: از صفر شروع می‌شود و از یک تابع سینوسی خالص، تا مقدار تعیین شده پیروی می‌کند.

قسمت دوم: مقداری ثابت است.

قسمت سوم: از یک تابع سینوسی خالص تا مقدار صفر پیروی می‌کند.

۵-۳

شکل موج بیش نوسانی

شکل موجی که شامل مقادیر گسسته‌ی هماهنگ اصلی، هماهنگ‌های سوم و پنجم با تغییر فاز مشخص می‌باشد.

۶-۳

f_1

فرکانس اصلی.

۷-۳

فرکانس سیگنال‌دهی برق شهر

فرکانس‌های سیگنال بین هماهنگ‌ها برای کنترل و ارتباط.

۸-۳

EUT

تجهیز تحت آزمون

۴ کلیات

۴-۱ تشریح پدیده

۴-۱-۱ هماهنگ‌ها

هماهنگ‌ها جریان‌ها و ولتاژهایی سینوسی هستند که بسامدشان ضریب صحیحی از بسامد کار سامانه‌ی تغذیه است.

آشفتگی‌های هماهنگ عموماً توسط تجهیزات دارای مشخصه‌ی ولتاژ-جریان غیرخطی یا با تعویض ناگهانی و همزمان شده با خط و دوره‌ای بارها ایجاد می‌شوند. چنین تجهیزاتی را می‌توان منابع جریان‌های هماهنگ قلمداد کرد.

جریان‌های هماهنگ منابع مختلف باعث می‌شوند که در مقاومت ظاهری شبکه، افت ولتاژ هماهنگ ایجاد شود.

بر اثر ویژگی خازنی کابل، ویژگی القایی خط و اتصال خازن‌های اصلاح ضریب توان، ممکن است تشدید موازی یا متوالی در شبکه رخ دهد و باعث یک تقویت ولتاژ هماهنگ حتی در نقطه‌ای دور از بار اعوجاج‌ساز شود. شکل‌موج‌های پدیدآمده حاصل جمع درجات هماهنگ مختلف یک یا چند منبع هماهنگ هستند.

۴-۱-۲ میان‌هماهنگ‌ها

بین هماهنگ‌های جریان و ولتاژ بسامد برق، بسامدهای دیگری هم قابل مشاهده است که ضریب صحیحی از بسامد پایه نیستند. این بسامدها ممکن است به صورت گسسته یا در شکل یک طیف پهن‌باند پدیدار شوند. تجمیع منابع مختلف میان‌هماهنگ محتمل نیست و در این استاندارد در نظر گرفته نشده است.

۴-۱-۳ سیگنال‌دهی برق شهر(کنترل فاز موجک‌ها)

بسامدهای سیگنالی محدوده‌ی ۱۱۰ هرتز تا ۳ کیلوهرتز که در شبکه‌ها یا قسمت‌هایی از شبکه‌ها به منظور فرستادن اطلاعات از نقطه‌ی ارسال به یک یا چند نقطه‌ی دریافت به کار می‌روند.

در دامنه‌ی کاربرد استاندارد حاضر، این گستره‌ی بسامدی به (۲/۴ Hz /۶۰Hz) ۵۰/ ۲ Hz محدود می‌شود.

۴-۲ منابع

۴-۲-۱ هماهنگ‌ها

جریان‌های هماهنگ تاحد کمی توسط تجهیزات تولید، انتقال و توزیع کننده و به مقدار بسیار بیشتری توسط بارهای صنعتی و خانگی تولید می‌شوند. گاهی، فقط اندک‌شماری از منابع در شبکه جریان‌های هماهنگ چشم‌گیری تولید می‌کنند و یکایک سطح‌های هماهنگ اکثریت افزاره‌های دیگر کم است، اما به هر حال اینها ممکن است حداقل برای هماهنگ‌های درجه‌پایین به علت آن که جمع می‌شوند، سهم نسبتاً بالایی در اعوجاج ولتاژ هماهنگ داشته باشند.

جریان‌های هماهنگ چشم‌گیر در یک شبکه می‌تواند توسط بارهای غیرخطی تولید شود، مثل:

- یکسوسازهای کنترل فازشده و کنترل فاز نشده به ویژه آن‌هایی که دارای هموارساز خازنی هستند(مثل یکسوسازهای مورد استفاده در تلویزیون، بسامدگردان‌های ایستای غیرمستقیم و مستقیم و لامپ‌های بالا سر خود) زیرا این هماهنگ‌ها با آن که از منابع مختلف هستند تقریباً هم‌فاز هستند ودر شبکه فقط یک جبران‌سازی ضعیفی وجود دارد.
- تجهیزات دارای فازکنترل فازشده، برخی انواع رایانه‌ها و تجهیزات منابع تغذیه بدون وقفه (UPS) [1]

1- Un interruptable Power Supply

منابع بر اساس شیوه‌ی عملکردشان ممکن است هماهنگ‌هایی دارای سطح ثابت یا متغیر تولید کنند.

۴-۲-۲ میان‌هماهنگ‌ها

منابع میان‌هماهنگ‌ها را می‌توان در شبکه‌های ولتاژ پایین و همچنین در شبکه‌های با ولتاژ متوسط و ولتاژ بالا یافت. میان‌هماهنگ‌های تولیدشده در شبکه‌های متوسط‌ولتاژ و ولتاژبالا به درون شبکه‌های ولتاژ پایینی که تغذیه می‌کنند جاری می‌شوند و برعکس. منابع اصلی عبارتند از بسامدگردان‌های ایستای غیرمستقیم و مستقیم، افزاره‌های جوشکاری و کوره‌های قوس الکتریک

۴-۲-۳ سیگنال دهی برق شهر(کنترل فاز موجک)

منابع بسامدهای سیگنالدهی برق شهر که مشمول این استاندارد می‌شوند عبارتند از فرستنده‌هایی که اکثراً در گستره‌ی بسامدی ۱۱۰ هرتز تا ۲ کیلوهرتز (۲/۴ کیلوهرتز) کار می‌کنند و تأمین‌کنندگان عمومی برای کنترل فاز تجهیزات در شبکه‌ی تامین(روشنایی عمومی، تعرفه‌های سنجه‌ها و غیره) به کار می‌برند. انرژی این فرستنده‌ها در سطحهای ولتاژپایین، متوسط‌ولتاژ یا ولتاژبالا، در سامانه تزویج می‌شود. این فرستنده‌ها با سیگنال‌های وقفه‌ای و معمولاً فقط در مدتی کوتاه کار می‌کنند. بسامدهای مورد استفاده معمولاً بین هماهنگ‌ها قرار دارند.

۵ سطحهای آزمون

سطح آزمون، ولتاژ هماهنگ مشخص شده به‌صورت درصدی از ولتاژ اصلی است. به عنوان یک مبنا، ولتاژهای ارایه شده در این استاندارد ولتاژ نامی شبکه‌ی تأمین برق (ولتاژ اصلیU_1) هستند.

اهمیت اساسی دارد که ولتاژ r.m.s شکل‌موج‌های حاصل، با میزان‌سازی مقادیر ولتاژ بسامد اصلی و هماهنگ‌ها، طبق درصدهای نشان داده شده در جدول‌های مرتبط(مثلاًr.m.s 120 V ,.r.m.s 230 V)، طی انجام این آزمون‌ها در مقدار نامی باقی بماند.

۵-۱ سطحهای آزمون هماهنگ‌ها

گستره‌ی ترجیحی سطحهای آزمون برای یکایک هماهنگ‌ها در جداول ۱ تا ۳ آمده است.ولتاژهای هماهنگ در سطح آزمون ۳ درصد و بالاتر تا هماهنگ نهم را باید با استفاده از هر دو تغییر فاز ۰ و ۱۸۰ درجه نسبت به صفرگذرمثبت بسامد اصلی به کار گرفت. ولتاژهای هماهنگ در سطحآزمون کم‌تر از ۳ درصد را باید بدون استفاده از تغییر فاز نسبت به صفرگذر مثبت بسامد اصلی به کار گرفت.

برای اطلاع از سطحهای سازگاری رجوع شود به IEC 61000-2-2 و از ضریب k استفاده شود.سطحهای مصونیت باید بالاتر باشد(مثلاً ۱/۵ برابر اضافه‌تر).

به کارگیری این آزمون در EUT چند فاز در ۸-۲-۵ آمده است.

جدول۱- هماهنگ‌های فرد به غیر از مضارب هماهنگ ۳

h	طبقه ۱	طبقه ۲	طبقه ۳	طبقه X
	سطحهای آزمون $U1$ %	سطحهای آزمون $U1$ %	سطحهای آزمون $U1$ %	سطحهای آزمون $U1$ %
۵	۴/۵	۹	۱۲	باز
۷	۴/۵	۷/۵	۱۰	باز
۱۱	۴/۵	۵	۷	باز
۱۳	۴	۴/۵	۷	باز
۱۷	۳	۳	۶	باز
۱۹	۲	۲	۶	باز
۲۳	۲	۲	۶	باز
۲۵	۲	۲	۶	باز
۲۹	۱/۵	۱/۵	۵	باز
۳۱	۱/۵	۱/۵	۳	باز
۳۵	۱/۵	۱/۵	۳	باز
۳۷	۱/۵	۱/۵	۳	باز

یادآوری۱- طبقات ۲،۱ و ۳ در پیوست پ تعریف شده‌اند

یادآوری۲ -سطحهای ارایه شده برای طبقه‌ی X حالت باز دارند و باید توسط کارگروه‌های محصولات تعریف شوند اما برای تجهیزات تغذیه شده توسط سامانه‌های تغذیه‌ی عمومی ولتاژپایین، مقادیر نباید از سطحهای طبقه‌ی ۲ کم‌تر باشند.

جدول۲- هماهنگ‌های فرد هماهنگ مضرب ۳

h	طبقه ۱	طبقه ۲	طبقه ۳	طبقه X
	سطحهای آزمون $U1$ %	سطحهای آزمون $U1$ %	سطحهای آزمون $U1$ %	سطحهای آزمون $U1$ %
۳	۴/۵	۸	۹	باز
۹	۲	۲/۵	۴	باز
۱۵	بی آزمون	بی آزمون	۳	باز
۲۱	بی آزمون	بی آزمون	۲	باز
۲۷	بی آزمون	بی آزمون	۲	باز
۳۳	بی آزمون	بی آزمون	۲	باز
۳۹	بی آزمون	بی آزمون	۲	باز

یادآوری۱- طبقات ۲،۱ و ۳ در پیوست پ تعریف شده‌اند

یادآوری۲- سطحهای ارایه‌شده برای طبقه‌ی X حالت باز دارند و باید توسط کارگروه‌های محصولات تعریف شوند اما برای تجهیزات تغذیه شده توسط سامانه‌های تغذیه‌ی عمومی ولتاژپایین، مقادیر نباید از سطحهای طبقه‌ی ۲ کم‌تر باشند.

جدول ۳- هماهنگ‌های زوج

h	طبقه ۱	طبقه ۲	طبقه ۳	طبقه X
	سطحهای آزمون % $U1$	سطحهای آزمون % $U1$	سطحهای آزمون % $U1$	سطحهای آزمون % $U1$
۲	۳	۳	۵	باز
۴	۱/۵	۱/۵	۲	باز
۶	بی آزمون	بی آزمون	۱/۵	باز
۸	بی آزمون	بی آزمون	۱/۵	باز
۱۰	بی آزمون	بی آزمون	۱/۵	باز
۴۰-۱۲	بی آزمون	بی آزمون	۱/۵	باز

یادآوری۱- طبقات ۲،۱و ۳ در پیوست پ تعریف شده‌آند

یادآوری۲- سطح‌های ارایه‌شده برای طبقه‌ی X حالت باز دارد و باید توسط کارگروه‌های محصولات تعریف شوند اما برایتجهیزات تغذیه شده توسط سامانه‌های تغذیه‌ی عمومی ولتاژپایین نباید از سطحهای طبقه‌ی ۲ کم‌تر باشند.

۵-۲ سطح‌های آزمون برای میان هماهنگ‌ها و سیگنالدهی برق شهر

گستره‌های ترجیحی سطحهای آزمون در جداول ۴الف و ۴ب آمده است.

جدول ۴ بسامدهای بین بسامدهای هماهنگ

جدول۴ الف بسامدهای بین بسامدهای هماهنگ(برای برق شهر ۵۰هرتز)

گستره‌ی بسامد	طبقه ۱	طبقه ۲	طبقه ۳	طبقه X
هرتز	سطحهای آزمون % $U1$	سطحهای آزمون % $U1$	سطحهای آزمون % $U1$	سطحهای آزمون % $U1$
۱۰۰-۱۶	بی آزمون	۲/۵	۴	باز
۵۰۰-۱۰۰	بی آزمون	۵	۹	باز
۷۵۰-۵۰۰	بی آزمون	۳/۵	۵	باز
۱۰۰۰-۷۵۰	بی آزمون	۲	۳	باز
۲۰۰۰-۱۰۰۰	بی آزمون	۱/۵	۲	باز

یادآوری۱- طبقات ۲،۱ و ۳ در پیوست پ تعریف شده‌آند

یادآوری۲- سطحهای ارایه شده برای طبقه‌ی X حالت باز دارد و باید توسط کارگروه‌های محصولات تعریف شوند.

جدول۴ ب بسامدهای بین بسامدهای هماهنگ(برای برق شهر ۶۰هرتز)

گستره‌ی بسامد	طبقه ۱	طبقه ۲	طبقه ۳	طبقه X
هرتز	سطحهای آزمون $U1$ %	سطحهای آزمون $U1$ %	سطحهای آزمون $U1$ %	سطحهای آزمون $U1$ %
۱۲۰-۲۰	بی آزمون	۲/۵	۴	باز
۶۰۰-۱۲۰	بی آزمون	۵	۷/۵	باز
۹۰۰-۶۰۰	بی آزمون	۳/۵	۵	باز
۱۲۰۰-۹۰۰	بی آزمون	۲	۳	باز
۲۴۰۰-۱۲۰۰	بی آزمون	۱/۵	۲	باز

یادآوری۱- طبقات ۲،۱ و ۳ در پیوست پ تعریف شده‌آند

یادآوری۲- سطح‌های ارایه شده برای طبقه‌ی X حالت باز دارند و باید توسط کارگروه‌های محصولات تعریف شوند.

سطح‌های آزمون مصونیت برای میان‌هماهنگ‌های بالای ۱۰۰ هرتز مبتنی بر سطح‌های سیگنال‌دهی برق شهر یا سطح‌های منحنی مایستر، تعریف شده در زیربند ۸-۲-۴ و بر اساس طبقه‌ی تجهیزات تحت آزمون هستند. سطحهای سیگنال‌دهی برق شهر در گستره‌ی ۲ تا ۶ درصد U1 هستند. بسامدهای میان‌هماهنگ گسسته دارای سطح حدود ۰/۵ درصد ولتاژ بسامد اصلیU1 (بدون حضور تشدید) هستند. در طبقه‌ی ۳ که مختص شبکه‌های صنعتی، این سطح‌ها می‌تواند خیلی بیش‌تر باشد.

۶ ابزار دقیق آزمون

۶-۱ مولد آزمون

مولد آزمون باید بتواند سیگنالی با بسامد اصلی ۵۰ یا ۶۰ هرتز تولید کند و بسامدهای لازم (هماهنگ‌ها و بسامدهای بین هماهنگ‌ها)را برهم‌نمایی کند.

مولد آزمون باید آن قدر صافی‌کنندگی داشته باشد که آشفتگی‌های هماهنگ و میان‌هماهنگ بر هیچ یک از تجهیزات کمکی مورد استفاده برای انجام آزمون اثر نگذارد.

سطحهای آزمون باید طبق جداول ۱تا ۴ به پایانه‌های که همچون در شرایط عادی(تک‌فاز یا سه‌فاز)، EUT وصل شده و طبق استانداردهای محصول مربوطه بکار انداخته شده‌اند اعمال شود

مولد آزمون باید مشخصات زیر را داشته باشد:

جدول ۵- مشخصات مولد آزمون

جریان خروجی هر فاز در ولتاژ اسمی	لازم برای رعایت الزامات راه‌اندازی EUT (رجوع شود به یادآوری ۱)
ولتاژ اصلی:	
- دامنه‌ی U1	ولتاژ نامی برق شهر ± ۲ درصد تک‌فاز ولتاژ نامی برق شهر ± ۲ درصد سه‌فاز
- بسامد	50 Hz ± 0/5% یا 60 Hz ± 0/5 %
- زاویه‌ی بین فازها	120° ± 1/5° (اتصال ستاره)
یکایک‌هماهنگ‌های‌پیش‌گزینش‌پذیر:	رجوع شود به یادآوری ۲
- مرتبه	۲تا ۴۰
- دامنهUh	
• گستره	صفر تا ۱۴ درصدU1
• دقت	5,0 % Uh or 0,1 % U1 ±هرکدام که بزرگ‌تر باشد
- زاویه‌ی فاز φ_h	۰، ۱۸۰ درجه(همچنین رجوع شود به یادآوری۶)
• h مساوی ۲ تا ۹	۲ ±درجه بسامد اصلی
• دقت جابجایی صفرگذر نسبت به بسامد اصلی	رجوع شود به یادآوری ۳
ترکیب هماهنگ‌ها:	رجوع شود به یادآوری ۴
بسامدهای بین هماهنگ‌ها:	
- دامنه	۰تا ۱۰ درصدU1
• گستره	5,0 % Uh or 0,1 % U_1 ±هرکدام که بزرگ‌تر باشد
• دقت	
- بسامد	$0,33 \times f_1$ to $40 \times f_1$
• گستره	$= 0,1 \times f_1$
• گام‌های میزان‌سازی	$= 0,2 \times f_1$
$f = (0,33 \text{ to } 2) \times f_1$	$= 0,5 \times f_1$
$f = (2 \text{ to } 20) \times f_1$	$\pm 0,5\ \% f$
$f > 20 \times f_1$	
• حداکثر خطای مقدار میزان‌سازی شده	
مقاومت ظاهری خروجی	**رجوع شود به یادآوری ۴**
شبکه‌ی مقاومت ظاهری خروجی	**رجوع شود به یادآوری ۵**

یادآوری ۱- خروجی افزاره مولد باید برای آزمونEUT یا برای بیشینه جریان ورودی اسمی 16 A r.m.s در هر فاز کفایت داشته باشد. سایر مقادیر هم ممکن است در استاندارد محصول یا در مشخصات محصول ارایه شده باشد.

یادآوری ۲ -مولد باید ورودی‌های کنترل فازی برای انتخاب دامنه، بسامد،زاویه‌ی فاز و نوع دنباله‌ی ولتاژ برهم‌نهاده، ارایه دهد.

یادآوری ۳- افزاره مولد باید گزینه‌ای برای برهم‌نمایی بیش از یک ولتاژ در هر فاز ارایه دهد.

یادآوری ۴ - هیچ مقاومت ظاهری خروجی تعریف نشده است زیرا منبع ولتاژ داخلی را باید طوری کنترل فاز کرد که افت ولتاژ در مقاومت ظاهری داخلی جبران شود و مقادیر تنظیمی در پایانه‌های EUT رعایت شود. خطوط اتصال باید تا حدامکان کوتاه باشد.

یادآوری ۵- می‌توان از یک شبکه‌ی مقاومت ظاهری متوالی بیرونی استفاده کرد اما احتمالا تشدیدهایی برانگیخته توسط هماهنگ‌ها بدست می‌آید. شبکه مقاومت ظاهری استاندارد IEC 60725 توصیه شده است. در پیوست الف این استاندارد راهنمایی لازم آمده است.

یادآوری ۶ - اختلاف فاز بین گذر از صفر روی شیب مثبت ولتاپ اصلی و گذر از صفر شیب ولتاژ هماهنگ‌ها بر حسب درجه‌های بسامد هماهنگ‌ها است.

۶-۲ راستی‌آزمایی مشخصات مولد

مشخصات خروجی مولد را پیش از آزمون باید در پایانه‌های منبع، راستی‌آزمایی کرد. برای این کار، ولتاژ پایانه را باید طبق IEC 61000-4-7، طبقه‌ی دقت A با هماهنگ‌سنج پایشگری کرد و مقادیر برهم‌نمایی شده را ذخیره سازی و(یا) چاپ کرد.برای بررسی سردستی از اسیلوسکوپ هم می‌توان بهره گرفت.

حداکثر اعوجاج ولتاژ هماهنگ مولد باید با IEC 61000-3-2 انطباق داشته باشد(وقتی که هیچ هماهنگ/میان‌هماهنگی انتخاب نشده باشد). حدود اعوجاج بیشینه به هنگام توان‌دهی به EUTدر جدول ۶ آمده است.

جدول ۶- بیشینه اعوجاج ولتاژ هماهنگ

عدد هماهنگ	درصد U_1
۳	۰/۹
۵	۰/۴
۷	۰/۳
۹	۰/۲
۲ تا ۱۰(هماهنگ‌های زوج)	۰/۲
۴۰-۱۱	۰/۱

مقدار اوج ولتاژ آزمون باید بین ۱/۴۰ تا ۱/۴۲ برابر مقدارrms آن باشد و باید پس از گذر از صفر به ۸۷ تا ۹۳ درجه برسد. بیشینه تغییر ولتاژ خروجی بین بی‌باری و جریان اسمیEUT باید 2±درصد ولتاژ نامی باشد. مشخصه مولد تعریف شده در زیربند ۶-۱ به مولدهایی با مقاومت ظاهری داخلی کم می‌انجامد. برای ساده‌سازی رویه کار، راستی‌آزمایی مشخصه‌ی مولد طبق زیربند ۶-۲ باید در غیاب یک شبکه‌ی مقاومت ظاهری خروجی انجام شود.

۷ چیدمان آزمون

افزون بر مولد آزمون، ممکن است برای آزمون مصونیت، تجهیزات آزمون زیر هم لازم باشد:

- سنجش‌گر هماهنگ‌ها و میان‌هماهنگ‌ها طبق استاندارد IEC 61000-4-7 برای راستی‌آزمایی ولتاژ آزمون در پایانه‌هایEUT
- افزاره کنترل فاز برای فراهم‌سازی رشته ولتاژهای برهم‌نهاده در طی یک آزمون
- چاپ‌گر یا رسام برای مستندسازی دنباله‌ی ولتاژ آزمون
- اسیلوسکوپ برای پایشگری ولتاژ تغذیه درEUT

برخی از این اقلام‌ها را می‌توان در یک افزاره تلفیق کرد.

مثال‌هایی از آرایش آزمون عبارتند از:

- شکل ۲ برای EUT تک‌فاز
- شکل ۳ برایEUT سه‌فاز

۸ رویه‌های آزمون

۸-۱ رویه آزمون

۸-۱-۱ شرایط آب و هوایی

شرایط آب و هوایی در آزمایشگاه باید در محدوده‌ای باشد که سازندگان برای کار EUT و برای تجهیزات آزمون مشخص کرده‌اند مگر آن که کارگروه مسئول استاندارد عمومی یا استاندارد محصول، جور دیگری معین کرده باشد.

اگر رطوبت به قدری زیاد باشد که باعث ایجاد میعان بر روی EUT یا تجهیزات آزمون شود، آزمون‌ها نباید انجام شوند.

یادآوری- اگر مشخص شود که طبق شواهد کافی، شرایط آب‌وهوایی بر پی‌آیندهای پدیده‌های مشمول این استاندارد اثر می‌گذارند، توصیه می‌شود که توجه کارگروه مسئول این استاندارد را باید به آن جلب شود.

۸-۱-۲ برنامه‌ی آزمون

قبل از آغاز کردن آزمون تجهیزات مورد نظر باید برنامه‌ی آزمون را تهیه کرد که موضوعات زیر برای آن توصیه شده است:

- تشریحEUT
- اطلاعات مربوط به اتصالاتی که ممکن است به کار رود(دوشاخه‌ها، پایانه‌ها و غیره)، کابل‌های مربوطه و افزاره‌های جانبی
- درگاه توان ورودی افزاره تحت آزمون
- حالت‌های عملیاتی نمایان‌گرEUT برای آزمون
- انواع آزمون‌ها/ سطحهای آزمون

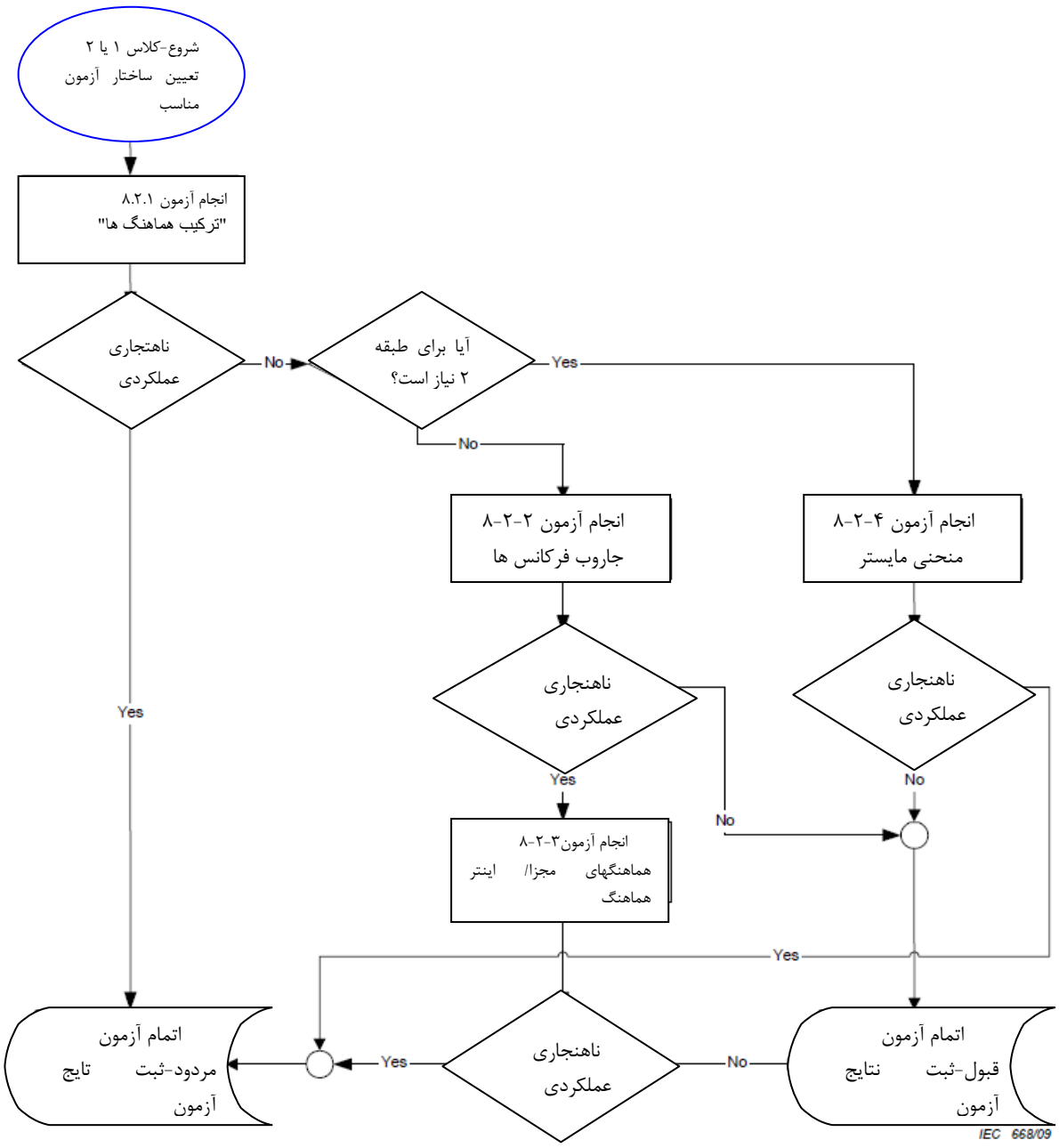
- معیارهای عملکرد در شرایط آزمون که توسط استاندارد یا سازنده مشخص شده است.
- تشریح چیدمان آزمون

اگر تجهیزات کمکی برایEUT موجود نباشد، اجازه داده شده که شبیه‌سازی شود.

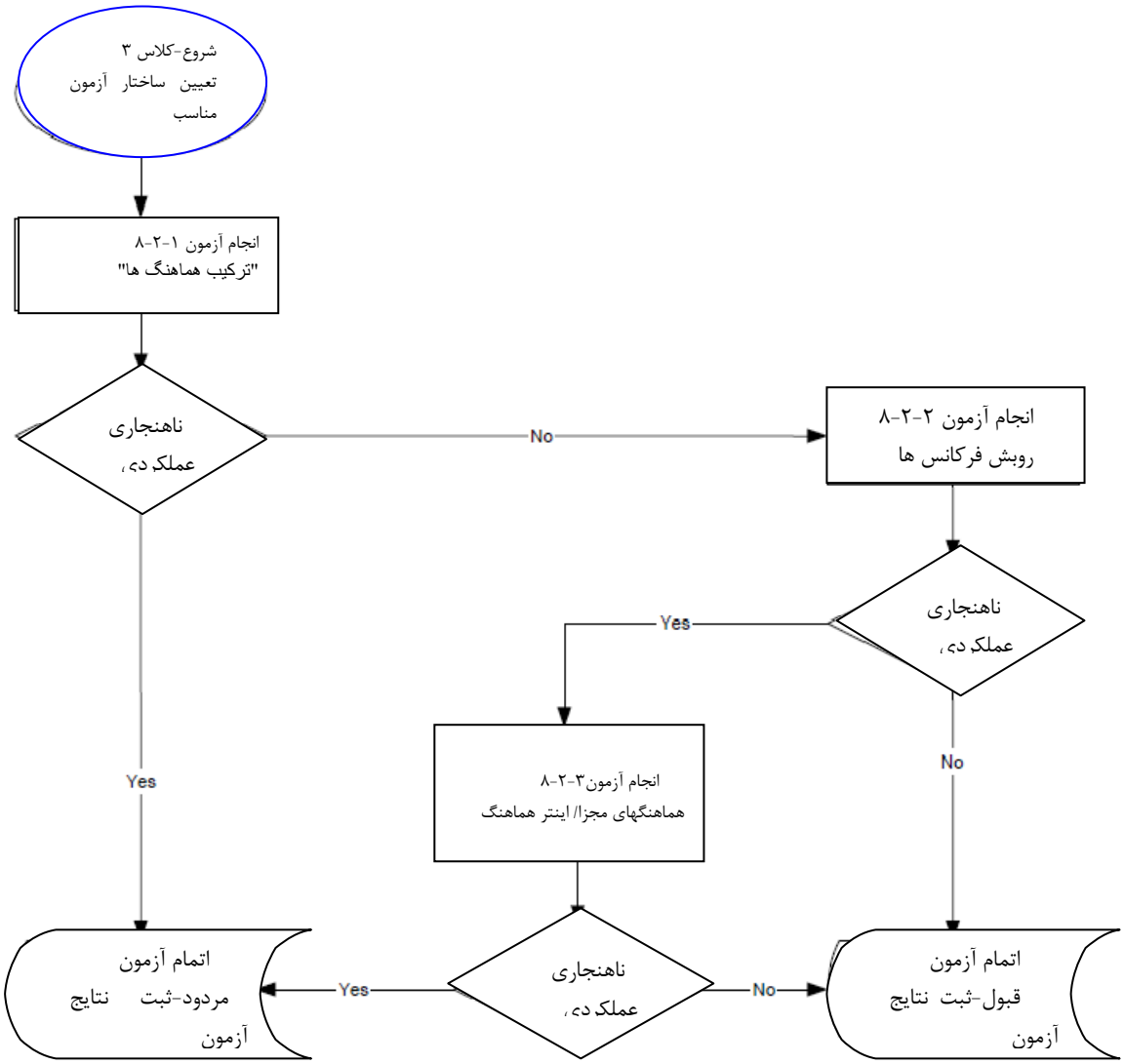
برای هر آزمون، هر افت‌های عملکرد را باید ثبت کرد. بهتر است که تجهیزات پایشگری، قابلیت نمایش وضعیت حالت عملیاتیEUT را در طی و پس از آزمون‌ها داشته باشند. پس از هر دسته آزمون، وارسی‌های مربوطه انجام خواهد شد.

۸-۲ کاربرد آزمون

شکل‌های ۱ الف و ۱ ب برای راهنمایی راجع به چگونگی بهینه‌سازی زمان آزمون و همراه با اعتماد زیاد در مورد عملکرد آزمون آورده شده‌اند. سطح‌های آزمون در آزمون "ترکیبات هماهنگ" و آزمون"جاروب بسامدها" فراتر از سطحهای آزمون در آزمون "هماهنگ‌های منفرد" است.



شکل ۱- الف- روندنمای آزمون طبقه‌ی ۱ و طبقه‌ی ۲



شکل ۱-ب- روندنمای آزمون طبقه‌ی ۳

شکل ۱- روندنماهای آزمون

۸-۲-۱ آزمون ترکیب هماهنگ منحنی مسطح و بیش‌نوسانی

دو آزمون ترکیب هماهنگ که باید انجام شود منحنی مسطح و بیش‌نوسانی است. EUT باید برای هر ترکیب هماهنگ طبق جداول ۷ و ۸ به مدت ۲ دقیقه تحت آزمون قرار گیرد. شکل موج‌های حوزه‌زمانی در شکل‌های ۶ و ۷ به ترتیب برای منحنی مسطح و آزمون‌های بیش‌نوسانی نشان داده شده است.

منحنی مسطح: ولتاژ از تابعی مرتبط با زمان پیروی می‌کند که در آن هر نیم‌موج از سه قسمت تشکیل شده است. رجوع شود به شکل ۶.

- قسمت ۱ از صفر آغاز می‌شود و تا ۹۵ درصد مقدار اوج طبقه‌ی ۱، ۹۰ درصد مقدار اوج طبقه‌ی ۲ و تا ۸۰ درصد طبقه‌ی ۳ از تابع سینوسی خالص پیروی می‌کند.

- قسمت ۲ یک ولتاژ ثابت است.
- قسمت ۳ هم‌ارز قسمت ۱ است(از تابع سینوسی خالص پیروی می‌کند)

مقدار r.m.s شکل‌موج حاصل را طی اعمال کردن این آزمون باید در ولتاژ نامی نگه داشت. یعنی دامنه‌ی قسمت سینوسی شکل‌موج باید با ضریب Ky که در جدول ۷ نشان داده شده است افزایش یابد.

جدول ۷ تابع مرتبط با زمان، "منحنی تخت"

طبقه	ولتاژ(قسمت ۲)	تابع(قسمت ۲)	ولتاژ(قسمت‌های ۱و۳)	نسبت ولتاژ Ky	تابع(قسمت‌های ۱و۳)
۱	$u= \pm 0.95 \times U1 \times K1 \times \sqrt{2}$	$0.95 \leq \lvert \sin(wt) \rvert \leq 1$	$u=U1 \times K1 \times \sqrt{2} \times \sin(wt)$	۱.۰۳۱۳	$.\leq \sin(wt) \leq ۰.۹۵$
۲	$u= \pm 0.95 \times U1 \times K2 \times \sqrt{2}$	$0.9 \leq \lvert \sin(wt) \rvert \leq 1$	$u=U1 \times K2 \times \sqrt{2} \times \sin(wt)$	۱.۰۳۷۹	$.\leq \sin(wt) \leq ۰.۹$
۳	$u= \pm 0.95 \times U1 \times K3 \times \sqrt{2}$	$0.8 \leq \lvert \sin(wt) \rvert \leq 1$	$u=U1 \times K3 \times \sqrt{2} \times \sin(wt)$	۱.۱۱۱۷	$.\leq \sin(wt) \leq ۰.۸$
X	$u= \pm 0.95 \times U1 \times Kx \times \sqrt{2}$	$x \leq \lvert \sin(wt) \rvert \leq 1$	$u=U1 \times Kx \times \sqrt{2} \times \sin(wt)$	X	$.\leq \sin(wt) \leq x$

یادآوری ۱ – طبقه‌های ۲،۱ و ۳ در پیوست پ تعریف شده‌اند.

یادآوری ۲ – سطحهای ارائه شده در طبقه‌ی**X** ، باز هستند.سطح را باید کارگروه‌های محصولات تعریف کنند. با این وجود برای تجهیزات مورد استفاده در سامانه‌های تامین عمومی این مقادیر نباید کم‌تر از مقادیر طبقه ی ۲ باشند.

یادآوری ۳- بیشینه‌ی انحراف: $\Delta u = \pm(0.01 \times U1 \times \sqrt{2} + 0.005 \times u$

بیش‌نوسانی: بیش‌نوسانی باافزودن مقدار گسسته ی هماهنگ سوم و همچنین هماهنگ پنجم که روابط فازی مربوط به خود را دارند پدید می‌آید.

جدول ۸ ترکیب هماهنگ،"بیش‌نوسانی"

h	۳	۵	طبقه
درصدu1	۱۸۰درجه/۴درصد	صفردرجه/۳درصد	۱
درصدu1	۱۸۰درجه/۶درصد	صفردرجه/۴درصد	۲
درصدu1	۱۸۰درجه/۸درصد	صفردرجه/۵درصد	۳
درصدu1	۱۸۰درجه/Xدرصد	صفردرجه/Xدرصد	X

یادآوری ۱ - طبقه‌های ۲،۱ و ۳ در پیوست پ تعریف شده‌اند.

یادآوری ۲- سطحهای آمده در طبقه‌ی X باز هستند.سطح را باید کارگروه‌های محصولات تعریف کنند. البته برای تجهیزات مورداستفاده در سامانه‌های تامین عمومی این مقادیر نباید کم‌تر از مقادیر طبقه ی ۲ باشند.

۸-۲-۲ شیوه‌ی آزمون جاروب بسامدها

چیدمان تجهیزات برای آزمون‌های جاروب بسامد در شکل‌های ۲و ۳ نشان داده شده است. دامنه‌ی بسامدهای جاروب به گستره‌ی بسامد بستگی دارد (رجوع شود به جدول ۹ و شکل ۵). جاروب(آنالوگ) یا نرخ گام(دیجیتالی) بهتر است طوری باشد که مانند شکل ۵ زمان هر دهه کم‌تر از ۵ دقیقه نباشد. جاروب بسامد در بسامدهایی جا می‌گیرد که در آن‌ها بی‌هنجاری‌های عملکردی شناسایی شده است.در هر نقطه‌ی جاگیری، مدت آزمون باید حداقل ۱۲۰ ثانیه باشد.

یادآوری- بی‌هنجاری‌ها ممکن است بر اثر تشدیدها نیز رخ دهند. جزییات بیش‌تر در پیوست ب شرح داده شده است.

جدول ۹ - سطحهای آزمون جاروب بسامد

گستره‌ی بسامد	طبقه‌ی ۳	طبقه‌ی ۲	طبقه‌ی ۱	گام بسامد	طبقه‌ی x
f	سطحهای آزمون درصد $U1$	سطحهای آزمون درصد $U1$	سطحهای آزمون درصد $U1$	Δf	سطحهای آزمون درصد $U1$
باز		۲	۳	۴و۵	
باز		۵	۹	۱۴	
باز		۴	۴و۵	۹	
باز		۲	۲	۶	
باز		۲	۲	۴	

یادآوری ۱ - طبقه‌های ۲،۱ و ۳ در پیوست پ تعریف شده‌اند.

یادآوری ۲- سطحهای ارائه شده در طبقه‌ی x باز هستند. سطح را باید کارگروه‌های محصولات تعریف کنند. با این وجود برای تجهیزات مورد استفاده در سامانه‌های تامین عمومی این مقادیر نباید کم‌تر از مقادیر طبقه ی ۲ باشند.

۸-۲-۳ هماهنگ‌ها و میان‌هماهنگ‌های و دنباله‌ی سطح آزمون مشخص شده

در گستره‌ی بسامدی $2\times f_1$ تا $40\times f_1$ ولتاژهای سینوسی یگانه دارای دامنه منطبق با جداول ۱ تا ۳ باید روی ولتاژ اصلی U_1 برهم‌نمایی شوند. هر بسامد باید به مدت ۵ ثانیه با یک ثانیه فاصله تا ۵ ثانیه بعدی اعمال شود (رجوع شود به شکل ۴)و مقدار r.m.s. ولتاژ حاصل باید طی تمام مدت آزمون ثابت نگه داشته شود.

برای آزمون میان‌هماهنگ‌ها، در گستره‌های بسامد نشان داده شده در جداول ۴الف و ۴ب، اندازه‌های گام بسامد طبق جدول ۱۰ است. هر نقطه‌ی گام باید در بازه‌های یک ثانیه‌ای به مدت ۵ ثانیه اعمال شود و مقدار r.m.s. شکل‌موج حاصل باید طی تمام مدت آزمون ثابت نگه داشته شود.

جدول ۱۰-اندازه‌ی گام بسامد برای میان‌هماهنگ‌ها و منحنی مایستر

گستره‌ی بسامد	گام بسامد
f	Δf

۸-۲-۴ اعمال منحنی مایستر

آزمون منحنی مایستر به محصولات طبقه‌ی ۲ اعمال می‌شود. طی این آزمون نرخ گام (دیجیتالی) یا جاروب(آنالوگ) باید طوری باشد که، طبق شکل ۵ مدت هر دهه از ۵ دقیقه کم‌تر نباشد.
در هر دو مورد، دامنه‌ی سطحهای میان‌هماهنگ اعمالی باید منطبق بر مقادیر جدول ۱۱ باشد.

جدول ۱۱- سطحهای آزمون منحنی مایستر

گستره‌ی بسامد	گام بسامد	طبقه‌ی ۱	طبقه‌ی ۲	طبقه‌ی ۳	طبقه‌ی x
f	Δf	سطحهای آزمون درصد $U1$	سطحهای آزمون درصد $U1$	سطحهای آزمون درصد $U1$	سطحهای آزمون درصد $U1$
باز	۴	۳	بی‌آزمون		
باز	۱۰	۹	بی‌آزمون		
باز	f / ۴۵۰۰	f / ۴۵۰۰	بی‌آزمون		
باز	f / ۴۵۰۰	f / ۴۵۰۰	بی‌آزمون		

۸-۲-۵ اعمال آزمون EUT چندفاز

رجوع شود به شکل ۳.
اعوجاج هماهنگ یا میان‌هماهنگ باید به طور همزمان به تمام فازهای خنثی نسبت به خط اعمال شود و هماهنگ‌های هر ولتاژ خنثی نسبت به خط باید با ولتاژ اصلی شکل‌موج متناظر هم‌فاز باشد. یعنی جدای از تغییر فاز ۱۲۰ درجه، چندین شکل موج‌های چندگانه برابر هستند که این موضوع اغلب در شبکه‌های ولتاژ پایین مشاهده می شود. یکی از تبعات این شباهت این است که مولد باید در خروجی‌اش دارای یک خنثی باشد و نمی‌تواند مبدل خروجی چندفازی داشته باشد که هماهنگ‌های سه‌گانه‌ی هم‌قطب را عبور ندهند.
این نکته در مورد تجهیزات چندفاز فاقد اتصال خنثی صدق نمی‌کند و آزمون با هماهنگ‌های سه‌گانه لازم نیست.

۹ ارزیابی نتایج آزمون

نتایج آزمون باید بر حسب افت کارکرد یا نزول عملکرد تجهیزات تحت آزمون و نسبت به سطح تعریف شده توسط سازنده یا درخواست‌کننده‌ی آزمون یا سطح مورد توافق سازنده و خریدار محصول طبقه‌بندی شود. طبقه‌بندی توصیه شده عبارت است از:

الف) عملکرد عادی در محدوده‌ی مشخص شده توسط سازنده، درخواست‌کننده یا خریدار

ب) افت موقت کارکرد یا نزول عملکرد که پس از توقف موارد آشفتگی متوقف می‌شود و تجهیزات تحت آزمون بدون دخالت متصدی به عملکرد عادی بازمی‌گردد.

پ) افت موقت کارکرد یا نزول عملکردی که اصلاح آن به دخالت متصدی نیاز دارد

ت) افت موقت کارکرد یا نزول عملکردی که به دلیل آسیب‌دیدگی سخت‌افزار یا نرم‌افزار یا از دست رفتن داده‌ها، قابل رفع نیست.

در مشخصه‌ای که سازنده ارایه می‌دهد احتمال دارد اثراتی برEUT که جزیی تلقی شده و بنابراین قابل قبول است تعریف شود.

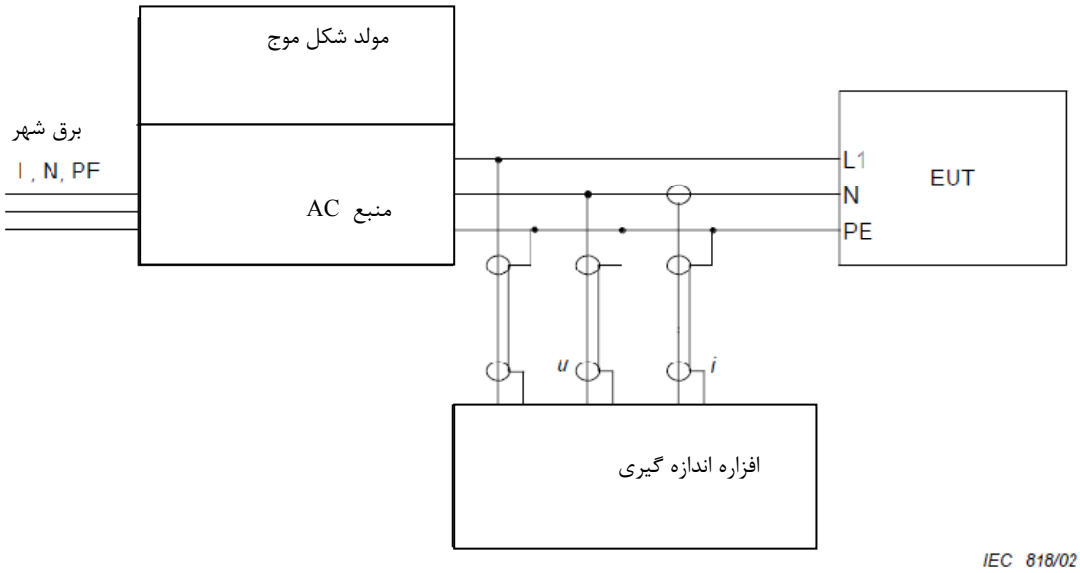
کارگروه‌های مسئول استانداردهای عمومی، محصول یا خانواده‌ی محصولات مجاز هستند که از این طبقه‌بندی به عنوان راهنمای فرمول‌بندی معیارهای عملکرد استفاده کنند یا به عنوان چارچوبی برای توافق در مورد معیارهای عملکرد بین سازنده و خریدار مثلا در مواردی که استاندارد مناسب عمومی، محصول یا خانواده‌ی محصولات وجود ندارد، استفاده نمایند.

۱۰ گزارش آزمون

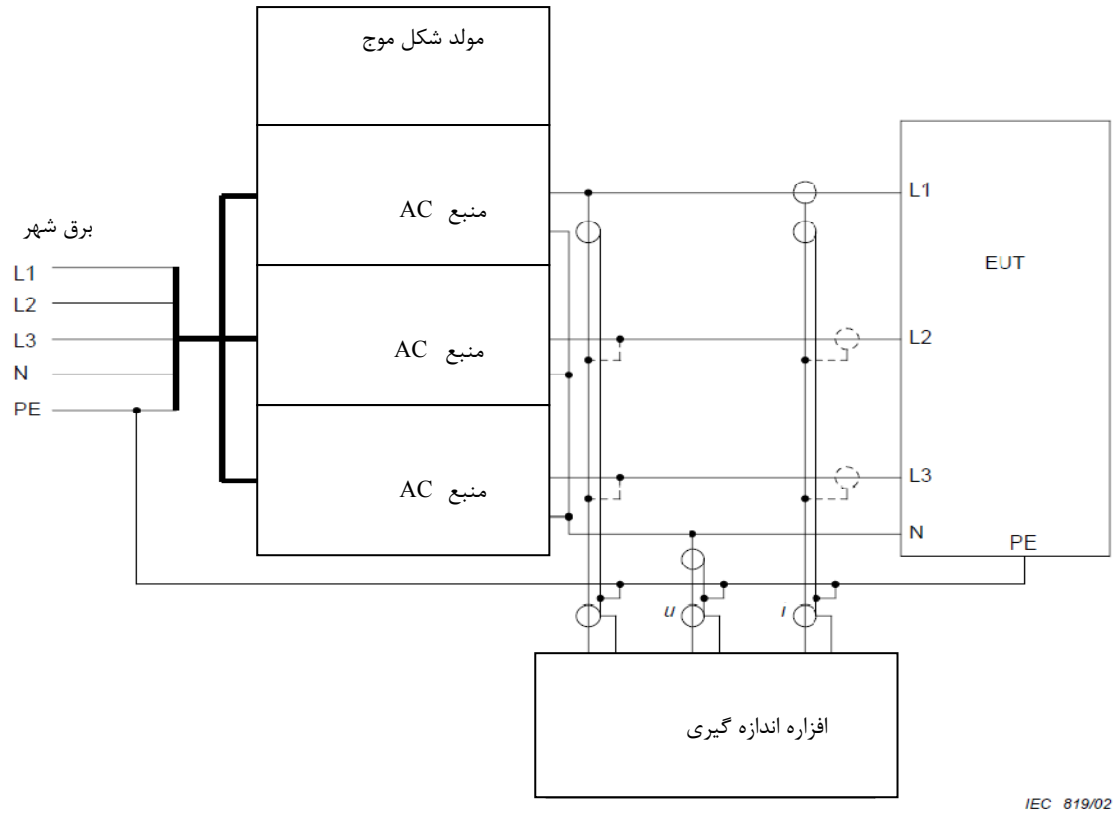
گزارش آزمون باید حاوی تمام اطلاعات لازم برای بازآفرینی آزمایش باشد. به ویژه، موارد زیر باید ثبت شده باشد:

- موارد مشخص شده در برنامه‌ی آزمون که طبق بند ۸ این استاندارد الزامی هستند.
- معرفی EUT و تمام تجهیزات وابسته مثل مارک، نوع و شماره‌ی سریال محصول
- معرفی تجهیزات آزمون مثل مارک، نوع و شماره‌ی سریال
- هر شرایط محیطی خاصی که آزمون در آن انجام شده است مثل محفظه سپردار
- هر شرایط خاص لازم برای آن که آزمون قابل انجام باشد
- سطح عملکردی تعریف شده توسط سازنده،درخواست‌کننده یا خریدار
- معیار عملکردی تعریف شده در استاندارد عمومی، محصول یا خانواده‌ی محصولات
- تمام اثرات مشاهده شده بر EUT در طی اعمال آشفتگی آزمون یا پس از آن و مدت ماندگاری این اثرات

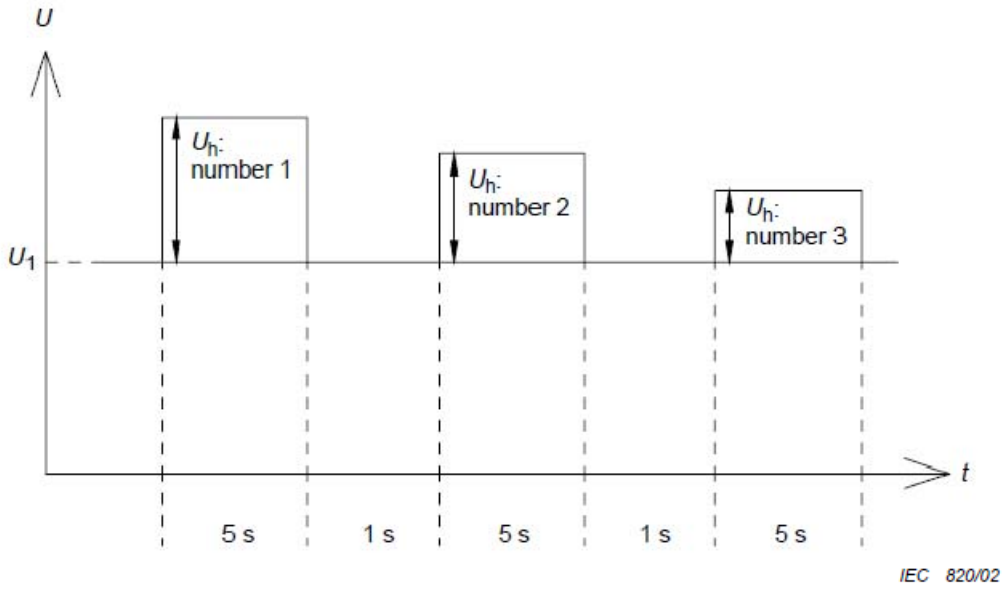
- مبنای منطقی تصمیم‌گیری راجع به قبولی/ردی آزمون (بر اساس معیار عملکردی مشخص شده در استاندارد عمومی، محصول یا خانواده‌ی محصولات یا توافق شده بین سازنده و خریدار)
- تمام شرایط خاص کاربری مثل طول یا نوع کابل، حفاظت سپری یا زمین کردن یا شرایط کار EUT که برای حصول به سازگاری ضرورت دارند.



شکل ۲ - مثالی از چیدمان آزمون تک فاز

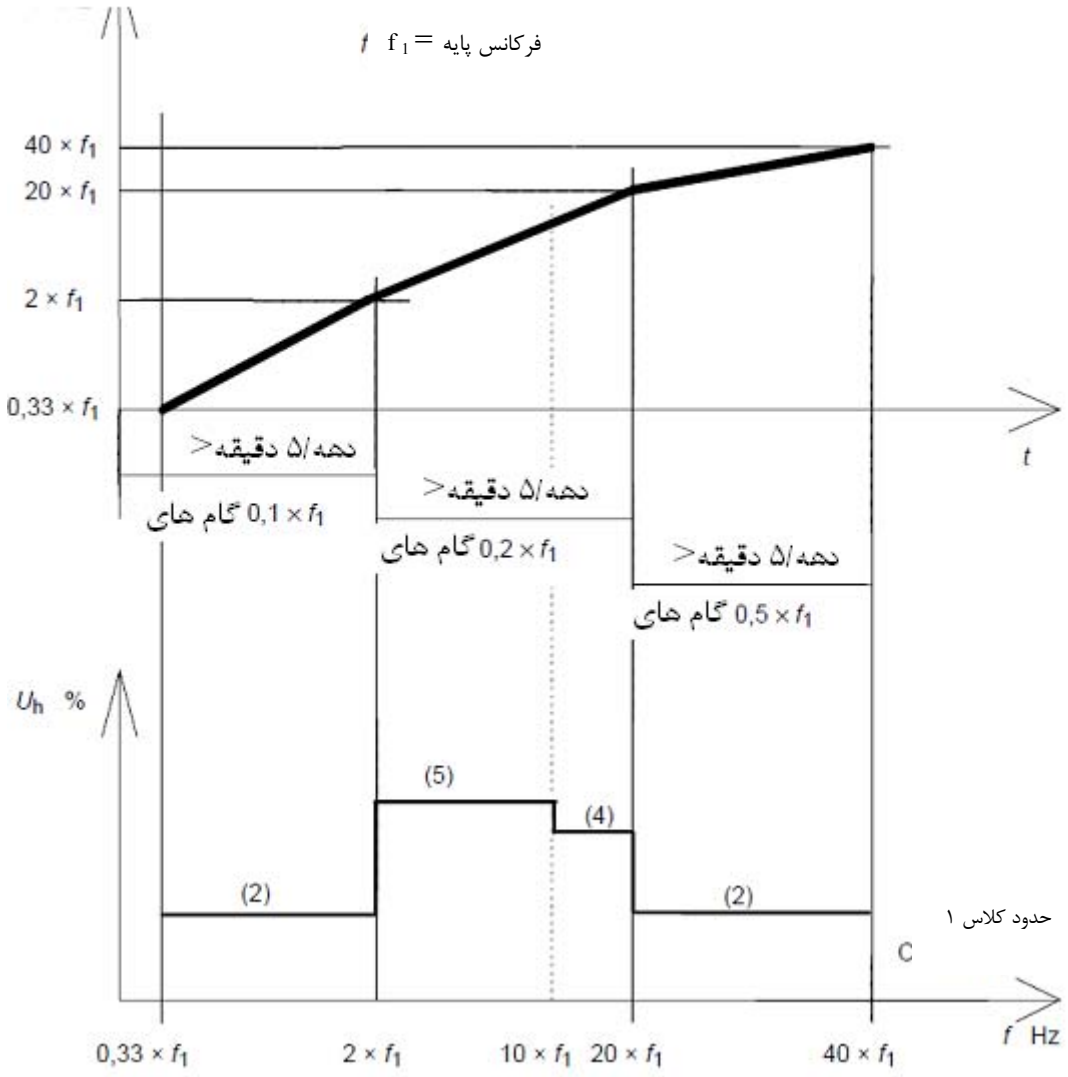


شکل ۳- مثالی از چیدمان آزمون سه فاز



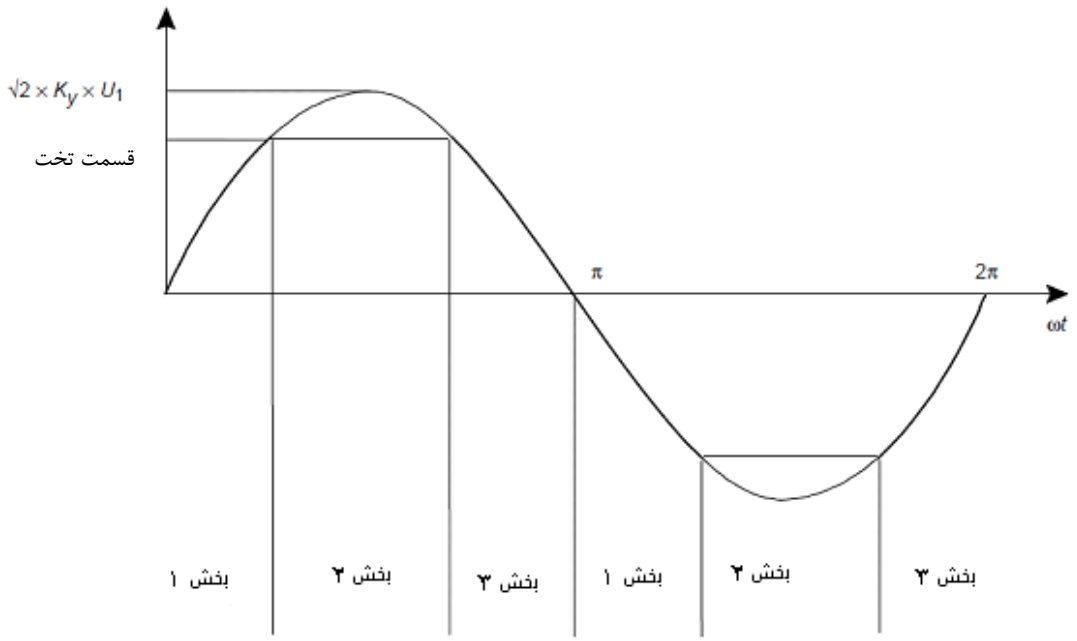
یادآوری- ولتاژ r.m.s طی تمام آزمون‌های هماهنگ ثابت می‌ماند.

شکل ۴- دنباله‌های آزمون یکایک هماهنگ‌ها



یادآوری U_h –مقدار هماهنگ‌های برهم‌نهاده بر حسب درصد

شکل ۵ – مثالی از آزمون جاروب بسامد(مثل تجهیزات طبقه‌ی ۱ در جدول ۹)



مثال هایی با $U_1 = 230$ V:

برای طبقه ۱ $K_1 = 1{,}013\ 3$

پیک ولتاژ $U_1 \times K_1 \times \sqrt{2} = 329{,}6$ V

ولتاژ بخش تخت $0{,}95 \times U_1 \times K_1 \times \sqrt{2} = 313{,}1$ V

برای طبقه ۲ $K_2 = 1{,}037\ 9$

پیک ولتاژ $U_1 \times K_2 \times \sqrt{2} = 337{,}6$ V

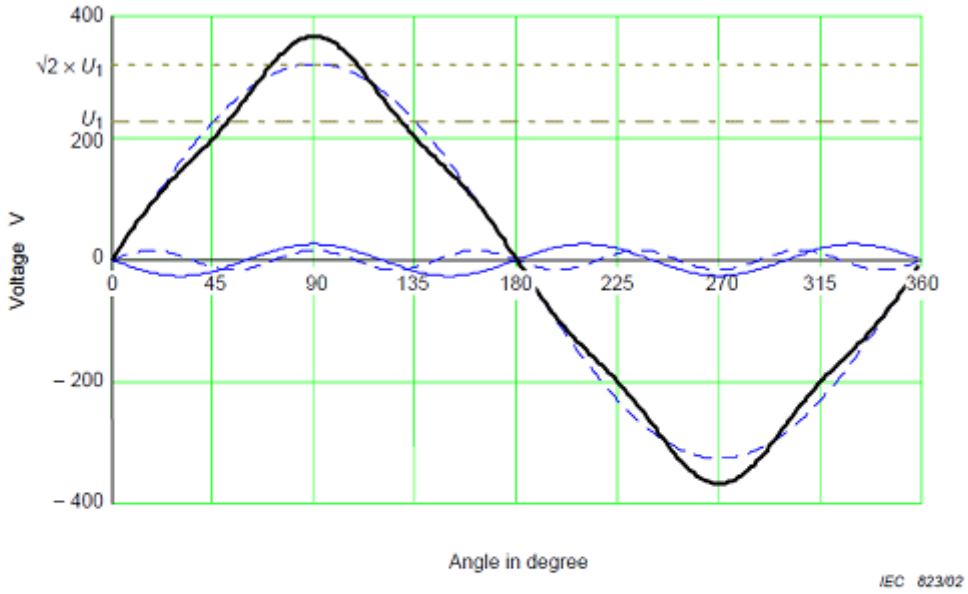
ولتاژ بخش تخت $0{,}9 \times U_1 \times K_2 \times \sqrt{2} = 303{,}8$ V

برای طبقه ۳ $K_3 = 1{,}111\ 7$

ولتاژ پیک : $U_1 \times K_3 \times \sqrt{2} = 361{,}6$ V

ولتاژ بخش تخت : $0{,}8 \times U_1 \times K_3 \times \sqrt{2} = 289{,}3$ V

شکل ۶ – شکل‌موج منحنی تخت



مثال هایی برای طبقه ۳

$U_{r.m.s.}$ = 230 V (ولتاژ حاصله)
U_1 = 229 V (ولتاژ اصلی)
h = 3: 8 % of U_1 / 180°
h = 5: 5 % of U_1 / 0°

شکل ۷ – شکل‌موج بیش‌نوسانی

پیوست الف

(اطلاعاتی)

شبکه‌ی مقاومت ظاهری بین منبع ولتاژ و EUT

اکثر مولدهای آزمون دارای مقاومت ظاهری بسیار کم و نزدیک به صفر هستند که آزمون را دچار مشکل نمی‌کنند با این وجود کارگروه محصول بتواند تشخیص دهد که استفاده از شبکه‌ی مقاومت ظاهریی برای یافتن تشدید احتمالی بین خط و EUT مطلوب است که توسط هماهنگ‌ها تحریک شود، شبکه‌ی مقاومت ظاهری استاندارد IEC 60725 توصیه می‌شود.

در نتیجه‌ی مدارات تشدید LC که با مقاومت ظاهری خط شبکه و خازن(های) درونEUT ایجاد می‌شود، ممکن است پدیده‌های تشدید تحریک شده توسط منابع ولتاژ هماهنگ ظاهر شوند. این پدیده‌های تشدید می‌توانند عملکرد مناسب یک EUT را تحت تأثیر قرار دهند.

این موضوع منجر به لزوم قرار دادن یک مقاومت ظاهری بین منبع هماهنگ‌ها، ولتاژ اصلی می‌شود. احتمال دارد که اثرات آشفتگی برق شهر در هماهنگ‌های بسامدپایین سطح بالا، به هنگامی که آنها این مدارات تشدیدی را تحریک می‌کنند، رخ دهد.

شبکه‌ی مقاومت ظاهری استاندارد IEC 60725 ($Z = 0,16 + j\ 0,10\ \Omega$ ، فاز $Z = 0/24 + j\ 0/15\ \Omega$) خنثی در50 Hz) برای وارد کردن در چیدمان آزمون بین منبع EUT و به‌منظور شناسایی پدیده‌های تشدیدی آسیب‌رسان احتمالی که توسط هماهنگ‌ها تحریک شده‌اند، تعریف شده است.

مقاومت ظاهری نوعی برای شبکه‌های ۶۰ هرتز به صورت زیر توصیه شده است:

- برای 120 / 208 V ($Z = 0/10 + j\ 0/04\ \Omega$ ، فاز $Z = 0/10 + j\ 0/03\ \Omega$ خنثی)
- برای 347 / 600 V ($Z = 0/29 + j\ 0/07\ \Omega$ ، فاز $Z = 0/30 + j\ 0/04\ \Omega$ خنثی)

کارگروه‌های محصول آزاد هستند تا آزمون‌های دیگری را برای سایر مقادیر مقاومت ظاهریی محقق سازند که به لحاظ تعامل با EUT دارای فایده چشم‌گیری باشند.

پیوست ب

(اطلاعاتی)

نقطه‌ی تشدید

برای مثال اگر جریان هماهنگ یا میان‌هماهنگ در دامنه‌ی ولتاژ هماهنگ ثابت در بسامد $f$res به مقدار بیشینه برسد و در گستره‌ی بسامد fres تا fres ۱.۵ جریان dB ۳ افت کند، نقطه تشدیدی را می‌توان فرض کرد. بسامد تشدید می‌تواند آشفتگی‌های دمایی چشم‌گیری را سبب شود اما اثرات دمایی در این استاندارد لحاظ نشده‌اند. در عمل، تشدیدها به ویژه در بسامدهای بالا پدیدار می‌شوند.

مثال: مبدلی دارای بار خازنی است. خازن با افزایش دادن بسامد باعث می‌شود تا جریان مبدل افزایش یابد. اگر القای نشتی مبدل و خازن باعث تشدید شود ممکن است اوجی در دامنه‌ی جریان رخ دهد. اگر بسامد بیش‌تر افزایش یابد، جریان مبدل کاهش می‌یابد.

جریان‌های هماهنگ و میان‌هماهنگ ممکن است در مبدل اتلاف اضافی ایجاد کنند. این تعامل می‌تواند سبب افت عملکرد EUT شود. اثرات گرمایی ناشی از این افزایش اتلاف در این استاندارد مورد توجه نبوده است.

پیوست پ

(اطلاعاتی)

طبقه‌های محیط مغناطیسی

طبقه‌های محیط مغناطیسی که در زیر آمده است از IEC 61000-2-4 تلخیص شده است:

طبقه‌ی ۱

این طبقه در مورد منابع حفاظت‌شده اعمال می‌شود و سطحهای سازگاری آن کم‌تر از سطح‌های شبکه‌ی عمومی است. این طبقه با کاربری تجهیزات بسیار حساس به آشفتگی‌های منبع تغذیه مثل ابزارهای دقیق آزمایشگاه‌های فناوری، برخی تجهیزاتی خودکارسازی و حفاظت ، برخی رایانه‌ها و غیره ارتباط دارد.

یادآوری ۱- محیط‌های طبقه‌ی ۱ به طور معمول حاوی تجهیزاتی است که به حفاظت افزاره‌هایی مانند منابع تغذیه وقفه‌ناپذیر(یوپی‌اس) یا پالایه‌ها نیاز دارند.

یادآوری ۲- اگر از یوپی‌اس دارای سطح اعوجاج بالا استفاده شود، احتمالا طبقه‌ی ۲ توصیه می‌شود.

طبقه‌ی ۲

این طبقه در مورد نقاط تزویج مشترک (PCC سامانه‌های مصرفی) و نقاط درون‌کاشته‌ی تزویج مشترک (IPCها) در عموماً محیط‌های صنعتی اعمال می‌شود. سطح‌های سازگاری در این طبقه شبیه سطح‌های شبکه‌های عمومی است بنابراین اجزای طراحی شده برای به کارگیری در شبکه‌های عمومی را می‌توان در این طبقه از محیط‌های صنعتی به کار برد.

طبقه‌ی ۳

این طبقه فقط در مورد IPC در محیط‌های صنعتی اعمال می شود و سطحهای سازگاری آن بالاتر از **طبقه‌ی ۲**

برای برخی پدیده‌های آشفتگی است. برای مثال، این طبقه را در صورت مواجه شدن با هر یک از شرایط زیر باید در نظر گرفت:

- قسمت عمده‌ای از بار از طریق مبدل‌ها تغذیه می‌شوند
- ماشین‌های جوشکاری حضور دارند
- موتورهای بزرگ به کرات روشن می شوند
- بارها به سرعت تغییر می‌کنند.

یادآوری ۱- تغذیه‌ی بارهایی که خیلی آشفتگی ایجاد می‌کنند مثل کوره‌های قوس الکتریکی و مبدل‌های بزرگ که معمولاً با شینه‌ی جداسازی شده تغذیه می‌شوند به کرات با سطح‌های آشفتگی بیش‌تر از طبقه‌ی ۳ (محیط نامساعد) همراه می‌شود. در چنین شرایط خاصی، بهتر است در مورد سطحهای سازگاری توافق شود.

یادآوری ۲ - طبقه‌ی قابل اعمال به تأسیسات جدید و افزوده‌های تأسیسات موجود بهتر است با نوع تجهیزات و فرایند مورد نظر ارتباط داشته باشد.

کتاب نامه

IEC 60068-1: Environmental testing – Part 1: General and guidance
IEC 60725: Considerations on reference impedances for use in determining the disturbance Characteristics of household appliances and similar electrical equipment
IEC 61000-2-4: Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 2: Environment – Section 4: Compatibility levels in industrial plants for low frequency conducted disturbances