INSO
19006-5
1st.Edition
2015

جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران
Iranian National Standardization Organization

استاندارد ملی ایران
۱۹۰۰۶-۵
چاپ اول
۱۳۹۳

سامانه‌های حرارتی خورشیدی و اجزای آن- سامانه‌های ساخت سفارشی - قسمت ۵: روش‌های آزمون عملکرد برای تجهیزات کنترل

Thermal solar systems and components - Custom built systems - Part 5: Performance test methods for control equipment

ICS: 27.160;97.100.99

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 صدور گواهی سیستم‌های 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

" سامانه‌های حرارتی خورشیدی و اجزای آن- سامانه‌های ساخت سفارشی - قسمت ۵: روش‌های آزمون عملکرد برای تجهیزات کنترل"

رئیس :	**سمت و/ یا نمایندگی**
احمدی بروغنی، سید یوسف (دکترای مکانیک)	عضو هیات علمی دانشگاه بیرجند
دبیر :	
بذری، مصطفی (لیسانس مهندسی صنایع)	کارشناس اداره کل استاندارد استان خراسان جنوبی
اعضاء : (اسامی به ترتیب حروف الفبا)	
احمدی بروغنی، زهرا (فوق لیسانس مهندسی رایانه)	عضو هیات علمی دانشگاه بیرجند
اعتبار، الهه (لیسانس مهندسی برق)	کارشناس
خادم، جواد (دکترای مکانیک)	عضو هیات علمی دانشگاه بیرجند
خدایی‌فرد، شراره (فوق لیسانس فیزیک)	رئیس اداره امور آزمایشگاه‌ها اداره‌کل استاندارد استان زنجان
شاهنواز، محمد رضا (فوق لیسانس مهندسی شیمی)	کارشناس سازمان انرژی‌های نو ایران(سانا)
صفوی‌نژاد، علی (دکترای مکانیک)	عضو هیات علمی دانشگاه بیرجند

کیانی، حمیده (لیسانس فیزیک)	سرپرست تولید کارخانه آریا سولار بیرجند
میربزرگی، سید علی (دکترای مکانیک)	عضو هیات علمی دانشگاه بیرجند
نجفی، حمید رضا (دکترای مهندسی برق)	رئیس کمیته علمی- اجرایی نیروگاه فتوولتاییک دانشگاه بیرجند

فهرست مندرجات

عنوان		صفحه
آشنایی با سازمان ملی استاندارد		ب
کمیسیون فنی تدوین استاندارد		ج
پیش گفتار		ه
مقدمه		و
۱	هدف و دامنه کاربرد	۱
۲	مراجع الزامی	۲
۳	اصطلاحات و تعاریف	۳
۴	نمادها و اختصارات	۴
۵	طبقه‌بندی کنترل‌کننده	۵
۵-۱	کنترل‌کننده	۵
۵-۲	حسگر	۵
۵-۳	محرک‌ها	۷
۶	الزامات	۷
۶-۱	کلیات	۷
۶-۲	کنترل‌کننده، ساعت‌ها، زمان‌سنج‌ها و شمارنده‌های سامانه	۸
۶-۳	حسگر	۹
۶-۴	شاخص‌ها	۱۲
۶-۵	محرک‌ها	۱۲
۶-۶	عملیات اولیه و راه‌اندازی	۱۳
۶-۷	مدارک	۱۴
۷	آزمون حسگر	۱۴
۷-۱	کلیات	۱۴
۷-۲	آزمون حسگرهای دما	۱۵
۷-۳	آزمون حسگرهای تابش خورشیدی	۲۰
۷-۴	آزمون حسگرهای دیگر و تجهیزات اندازه‌گیری	۲۵
۸	آزمون ساعت، زمان‌سنج و شمارنده سامانه	۲۵

ادامه فهرست مندرجات

عنوان		صفحه
۸-۱	کلیات	۲۵
۸-۲	تجهیزات آزمون	۲۵
۸-۳	نصب ساعت، زمان‌سنج و شمارنده سامانه	۲۶
۸-۴	روش آزمون	۲۶
۸-۵	پردازش و ارزیابی داده	۲۷
۹	آزمون عملکرد ترموستات اختلافی ساده	۲۸
۹-۱	کلیات	۲۸
۹-۲	تجهیزات آزمون	۲۸
۹-۳	نصب ترموستات اختلافی و/یا حسگر	۲۹
۹-۴	روش آزمون	۳۰
۱۰	آزمون عملکرد کنترل‌کننده‌های چند منظوره	۳۲
۱۰-۱	کلیات	۳۲
۱۰-۲	آزمون کنترل‌کننده چند منظوره	۳۳
۱۰-۳	مالکیت معنوی تولیدکننده	۳۳
۱۰-۴	وسیله آزمون برای آزمون کنترل‌کننده چند منظوره	۳۴
۱۰-۵	مراحل اولیه هنگام استفاده از وسیله آزمون ارائه شده با شبیه‌سازی ورودی خروجی	۳۶
۱۰-۶	روش آزمون	۴۰
۱۰-۷	جمع‌آوری و پردازش داده‌ها	۴۲
۱۱	آزمون محرک‌ها و تجهیزات کنترل جانبی	۴۳
۱۱-۱	کلیات	۴۳
۱۱-۲	تعیین مصرف توان الکتریکی محرک‌ها و قطعات جانبی	۴۳
۱۱-۳	اندازه‌گیری توان الکتریکی پمپ با تغییر مصرف انرژی	۴۳
۱۲	مدارک	۴۴
۱۲-۱	کلیات	۴۴
۱۲-۲	اطلاعات عمومی	۴۴
۱۲-۳	نشانه‌گذاری	۴۴

ادامه فهرست مندرجات

عنوان	صفحه
۴-۱۲ اطلاعات مونتاژ و نصب برای نصب کننده	۴۵
۵-۱۲ اطلاعات بهره‌برداری، تعمیر و نگهداری برای کاربر	۴۵
۱۳ گزارش آزمون	۴۵
پیوست الف (اطلاعاتی) آزمون وابستگی به ولتاژ منبع تغذیه الکتریکی تجهیزات کنترل	۴۷
کتابنامه	۴۹

پیش گفتار

استاندارد " سامانه‌های حرارتی خورشیدی و اجزای آن- سامانه‌های ساخت سفارشی - قسمت ۵: روش‌های آزمون عملکرد برای تجهیزات کنترل" که پیش نویس آن در کمیسیون های مربوط توسط سازمان ملی استاندارد ایران تهیه و تدوین شده است و در بیست و ششمین اجلاس کمیته ملی استاندارد انرژی مورخ ۹۳/۱۲/۱۶ مورد تصویب قرار گرفته است اینک به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران ، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی 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 هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود ، هنگام تجدید نظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت . بنابراین ، باید همواره از آخرین تجدید نظر استانداردهای ملی استفاده کرد .

منبع و ماخذی که برای تهیه این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است :

DIN EN 12977-5: 2012, Thermal solar systems and components - Custom built systems - Part 5: Performance test methods for control equipment

سامانه‌های حرارتی خورشیدی و اجزای آن- سامانه‌های ساخت سفارشی - قسمت ۵: روش‌های آزمون عملکرد برای تجهیزات کنترل

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین روش‌های آزمون عملکرد برای تجهیزات کنترل می باشد. همچنین، این استاندارد شامل الزامات مورد نیاز در صحت، دوام و قابلیت اطمینان تجهیزات کنترل می‌باشد.

آزمون‌های شرح داده شده در این استاندارد به قطعات فعال الکتریکی، محدود شده که با سامانه و یا برای آن توسط تامین کننده نهایی ارائه شده است چنانچه کنترل‌کننده و تجهیزات کنترل سامانه‌های گرمایش خورشیدی و گرم‌کن‌های کمکی، بخشی از سامانه باشند دامنه کاربرد این استاندارد، به موارد زیر محدود می‌شود:

الف) کنترل‌کننده ها مانند:

۱) ساعت‌های سامانه، زمان‌سنج ها و شمارنده‌های سامانه؛

۲)ترموستات‌های تفاضلی؛

۳) کنترل‌کننده‌های چند منظوره؛

ب) حسگرها مانند:

۱) حسگرهای دما؛

۲)حسگرهای تابش (برای تابش موج کوتاه)؛

۳) حسگرهای فشار؛

۴) حسگرهای سطح؛

۵) جریان سنج؛

۶) گرما سنج.

پ) محرک‌ها مانند:

۱) پمپ‌ها؛

۲) شیرهای برقی و مکانیکی؛

۳) رله‌ها.

ت) ترکیبی از کنترل‌کننده‌ها، حسگرها و محرک‌های یاد شده

هدف دیگر روش شرح داده شده در این استاندارد، بررسی الگوریتم‌های کنترل، همراه با صحت حسگرها برای تعیین پارامترهای کنترل است. علاوه بر بررسی عملکرد کنترل‌کننده، تجهیزات و محرک‌ها آن، پارامترهای به دست آمده ممکن است برای شبیه سازی سامانه‌های عددی استفاده شود.

به طور معمول، آندهای الکتریکی بخشی از تجهیزات کنترل نیستند و با تجهیزات کنترل بررسی نمی شوند. با این حال چون آنها لوازم الکتریکی هستند، این استاندارد شامل آند الکتریکی می‌شود.

این استاندارد برای تجهیزات کنترل سامانه‌های گرمایش خورشیدی به منظور آماده‌سازی آب گرم و/یا گرمایش محیط کاربرد دارد. اگر یک سامانه خورشیدی بخشی از یک سامانه گرمایش معمولی باشد یا به آن متصل شود، دامنه کاربرد استاندارد به کل سامانه گسترش داده می شود. این استاندارد در ترکیب با استانداردهای ملی ایران شماره ۱-۱۹۰۰۶: سال ۱۳۹۳ و شماره ۲-۱۹۰۰۶: سال ۱۳۹۳ و استانداردهای EN 12976-1 ، EN 12976-2 و EN 12977-3 و EN 12977-4، برای موارد زیر کاربرد دارد:

ث) سامانه‌های گرمایش خورشیدی ساخت کارخانه ،

ج) سامانه‌های گرمایش خورشیدی کوچک ساخت سفارشی،

چ) سامانه‌های گرمایش خورشیدی بزرگ ساخت سفارشی ،

ح) تجهیزات گرم‌کن کمکی مورد استفاده را در ارتباط با ث)، ج) و چ)

۲ مراجع الزامی

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

در صورتی که به مدرکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد ، اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای بعدی آن مورد نظر 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:

۲-۱ استاندارد ملی ایران شماره ۱۱۵۳۶: سال ۱۳۸۷، انرژی خورشیدی- واژگان

۲-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۹۰۰۶: سال ۱۳۹۳، سامانه‌های حرارتی خورشیدی و اجزای آن- سامانه‌های ساخت سفارشی - قسمت ۱: الزامات عمومی برای آب‌گرم‌کن‌های خورشیدی و سامانه‌های ترکیبی

2-3 EN 1151-1, Pumps -Rotodynamic pumps - Circulation pumps having a rated power input not exceeding 200 W for heating installations and domestic hot water installations - Part 1: Non-automatic circulation pumps, requirements, testing, marking

2-4 EN 12975-2, Thermal solar systems and components - Solar collectors - Part 2: Test methods

2-5 EN 12976-1:2006, Thermal solar systems and components - Factory made systems - Part 1: General requirements

2-6 EN 60038, CENELEC standard voltages (IEC 60038)

2-7 EN 60255 (all parts), Measuring relays and protection equipment (IEC 60255, all parts)

2-8 EN 60335-1, Household and similar electrical appliances - Safety - Part 1: General requirements (IEC 60335-1)

2-9 EN 60335-2-21, Household and similar electrical appliances - Safety - Part 2-21: Particular requirements for storage water heaters (IEC 60335-2-21)

2-10 EN 60730 (all parts), Automatic electrical controls for household and similar use (IEC 60730, all parts)

2-11 EN 62305-3, Protection against lightning -Part 3: Physical damage to structures and life hazard (IEC 62305-3)

2-12 EN ISO 4413, Hydraulic fluid power - General rules and safety requirements for systems and their components (ISO 4413)

2-13 ISO 9060, Solar energy- Specification and classification of instruments for measuring hemispherical solar and direct solar radiation

2-14 ISO/TR 9901, Solar energy -Field pyranometers - Recommended practice for use

2-15 ISO 15218, Pneumatic fluid power - 3/2 solenoid valves - Mounting interface surfaces

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، علاوه بر اصطلاحات و تعاریف تعیین شده در استانداردهای ملی ایران شماره ۱-۱۹۰۰۶: سال ۱۳۹۳، شماره ۱۱۵۳۶: سال ۱۳۸۷ و استاندارد EN 12976-1:2006، اصطلاحات و تعاریف زیر نیز به کار می‌رود:

۳-۱

محرک

اجزا یا دستگاه طراحی شده برای انجام عملکردهای راه اندازی یک سامانه گرمایش خورشیدی یا سامانه گرمایش کمکی با توجه به سیگنال های دریافتی از تجهیزات کنترل.

یادآوری- برای طبقه بندی، جدول ۳ را ببینید.

۳-۲

دسته‌بندی تجهیزات کنترل

لیست کاملی از اجزا (کنترل‌کننده، حسگرها، محرک‌ها)، که یک شرکت برای کنترل یک سامانه گرمایش خورشیدی ارائه می‌دهد، از جمله تجهیزات کنترل گرم‌کن کمکی، اگر گرم‌کن کمکی بخشی از سامانه گرمایش خورشیدی باشد.

۳-۳

کنترل‌کننده

دستگاهی برای کنترل سامانه گرمایش خورشیدی، گاهی اوقات متصل/ترکیبی با گرم‌کن کمکی (ها) می‌باشد.

یادآوری : برای طبقه بندی، به جدول ۱ مراجعه نمایید.

۴-۳

پمپ

هر نوع وسیله با قابلیت به گردش در آوردن مایع

۵-۳

دستگاه/اندازه مرجع

دستگاه و یا اندازه‌ای که تجهیزات کنترل تحت آزمون و یا مقادیر اندازه‌گیری شده به آن ارجاع و یا مقایسه می‌شوند.

۳-۶

حسگر

دستگاهی برای اندازه‌گیری ویژگی‌ها/ خصوصیات فیزیکی (یا شیمیایی)

یادآوری ۱: با توجه به سامانه‌های گرمایش خورشیدی، حسگرهای دما، تابش، جریان/گردش، فشار و سطح بیشتر رایج هستند.

یادآوری۲: برای دسته‌بندی، به جدول ۲ مراجعه شود.

۴ نمادها و اختصارات

G	تابش خورشید نیم کره در صفحه حسگر تابش، به وات در هر متر مربع.
t	زمان، به ثانیه
V_{air}	سرعت هوای محیط، به متر در ثانیه
ΔV_{hyst}	دمای پسماند، تفاوت بین روشن و خاموش اختلاف دما برای سوئیچینگ محرک، به کلوین.
V_{amb}	دمای هوای محیط و یا مجاور، به درجه سلسیوس.
V_{max}	دمای بیشینه (مجاز) یک حسگر دما، به درجه سلسیوس.
V_{ref}	دمای مرجع، به درجه سلسیوس.
V_{start}	دمای شروع ، به عنوان مثال از پمپ به مدار کلکتور خورشیدی، به درجه سلسیوس.

V_{stop} دمای توقف ، به عنوان مثال از پمپ به مدار کلکتور خورشیدی، به درجه سلسیوس.

V_{stor} دمای مخزن ذخیره آب گرم، به درجه سلسیوس.

۵ طبقه بندی کنترل‌کننده (شامل طبقه بندی تجهیزات)

۵-۱ کنترل‌کننده

دستگاه های کنترل برای کنترل یک سامانه گرمایش خورشیدی طراحی شده ، گاهی اوقات متصل / همراه با گرم‌کن های کمکی بر اساس جدول ۱ طبقه بندی می شوند.

جدول ۱- طبقه بندی کنترل‌کننده ها برای سامانه‌های گرمایش خورشیدی

	کنترل‌کننده
C1	**ساعت، زمان‌سنج و شمارنده سامانه** کنترل بهره برداری از یک یا چند محرک با استفاده از زمان واقعی و یا نسبی. زمان سنج و شمارنده ممکن است به انواع مختلفی از حسگرهای مؤثر بر عملکرد خودشان برای انطباق با فرمان‌ها متصل شوند.ضمن اینکه فاصله‌های زمانی شمارنده ممکن است تعداد و جمع‌بندی رویدادها و یا مقادیر باشد.
C2	**ترموستات تفاضلی** کنترل، یک یا چند محرک با استفاده از اختلاف دما بین دو حسگر دما. در اغلب موارد، بین روشن و خاموش کردن پسماند موجود است. کنترل کننده‌های تفاضلی گاهی با سیگنال های دیگر، به عنوان مثال تابش های خورشیدی، فشار یا سطح حسگرها استفاده می شوند.
C3	**کنترل‌کننده چند کاره** کنترل کننده طراحی شده برای کنترل یک یا چند محرک بر اساس مقادیر اندازه گیری شده ارائه شده با انواع مختلفی از حسگرها، زمان واقعی و یا زمان نسبی و/یا روش اجرایی کنترل از جمله الگوریتم‌های کنترل معین. با توجه به این استاندارد کنترل‌کننده چند منظوره استفاده می‌شود برای کنترل و راه اندازی سامانه گرمایش خورشیدی، و همچنین ممکن است ترکیبی از آماده سازی آب گرم، گرمایش محیط، توزیع حرارت و یا هر نوع پشتیبان حرارت را کنترل کند. کنترل کننده چند منظوره ممکن است الگوریتم بیش از یک تفاضلی در یک واحد استفاده و یا حداقل یک عملکرد است که توسط بیش از یک الگوریتم تفاضلی ساده ایجاد می شود.

۵-۲ حسگر

حسگرهای متداول که برای کنترل‌کننده‌های فهرست شده در جدول ۱ مورد استفاده قرار می‌گیرند در جدول ۲ خلاصه شده است.

جدول ۲- حسگرهای متداول برای سامانه‌های گرمایش خورشیدی

	حسگر
S1	**حسگر دما** سنجش دماهای بخش های مختلف در سامانه می باشد. در ارتباط با جانمایی الکترونیکی کنترل‌کننده یا دستگاه اندازه‌گیری جانبی برای تعیین درجه حرارت، به عنوان مثال درجه سلسیوس
S2	**حسگر تابش** ابزار اندازه‌گیری تابش خورشید نیم کره در سطح حسگر تابش در محدوده طیفی از حدود ۰٫۳ µm تا ۳µm. برای کنترل حسگرهای تابشی سامانه گرمایش(خورشیدی) و تجهیزات کنترل جانبی ممکن است طرح های خاصی برای برآورده شدن الزامات مخصوص برای استفاده از انرژی خورشیدی باشد. با توجه به این استاندارد هر دو، حسگرهای تابش با حسگرحرارتی و حسگرهای تابش بر مبنای تاثیر فتوالکتریک را شامل می شوند. سلولهای نوری مکمل و یا دستگاه های دیگرکه برای اندازه‌گیری تابش خورشید استفاده می شوند عمکردی یکسان در برابرحسگر تابش خورشید دارند.
S3	**حسگرهای جریان/گردش** سنجش جریان/گردش یک سیال. در ارتباط با طرح الکترونیکی کنترل‌کننده یا دستگاه اندازه‌گیری جانبی تعیین حجم و/یا جریان حجم.
S4	**حسگر فشار** سنجش فشار مطلق یا نسبی. در ارتباط با طرح الکترونیکی کنترل‌کننده یا دستگاه اندازه‌گیری جانبی تعیین اختلاف فشار و یا فشار مطلق.
S5	**حسگر سطح** سنجش سطح مایع در داخل مجاری و یا مخزن.

یادآوری۱: کنترل‌کننده یا دستگاه جانبی اندازه‌گیری باید قادر به تبدیل سیگنال های حسگر به مقادیر مناسب برای استفاده به عنوان معیار کنترل برای عملکرد و نظارت بر سامانه باشد.

یادآوری ۲: مقادیر استفاده شده به عنوان معیار کنترل باید توسط یک دستگاه کنترل نمایش داده و یا، حداقل، باید امکان برگشت برای خوانده شدن داده ها ممکن باشد.

یادآوری ۳: اگر دیگر کمیت‌های فیزیکی یا شرایط ذکر شده در S1، S2، S3، S4 یا S5 اندازه‌گیری می‌شوند، استفاده از آن حسگرها و پردازش داده ها ممکن است به شیوه‌ای شبیه به S1، S2، S3، S4 یا S5 باشد.

۳-۵ محرک ها

جدول ۳- بیشترین محرک‌های متداول برای سامانه‌های گرمایش خورشیدی

	محرک
A1	**پمپ** دستگاهی برای به گردش آوردن سیال انتقال حرارت و/یا آب در یک سامانه گردش تحت فشار ، بـه عنـوان مثـال دریـک مـدار کلکتور، دریک مدار برای گرمایش/سرمایش محیط و/یا آماده‌سازی آب گرم است.
A2	**شیر برقی و مکانیکی** دستگاه محرک الکتریکی برای شروع و / یا توقف جریان/گردش و همچنین برای اتصال، تقسیم و/یا برای تغییر جهت جریان‌های سیال.
A3	**رله / کنتاکتور** دستگاه برای اتصال و/یا تغییر بارهای الکتریکی و/یا محرک ها، به عنوان مثال در هنگام اسـتفاده از یـک سـیگنال سـطح پـایین (ولتاژ و/یا جریان) در یک کنترل‌کننده برای شروع و متوقف کردن پمپ توان/ولتاژ بالا.

۶ الزامات

۶-۱ کلیات

۶-۱-۱ اصول پایه

هر قسمت از تجهیزات کنترل برنامه مناسب برای آن را به کار برده و همچنین برای تمام شرایط مربوط مناسـب باشد. هر قسمت از تجهیزات کنترل که خارج از منزل نصب شده باید در برابر اشعه فرابنفش (UV[1]) و ازن مقاوم باشد. برای تجهیزات کنترل نصب شده در داخل و یا هوای آزاد، از اثرات مضر و آسیب های مکانیکی، بـه عنـوان مثال ناشی از پرندگان و جوندگان و دیگر شرایط عملیاتی باید جلوگیری کرد (به استاندارد EN 60730 (تمامی قسمت ها) مراجعه کنید). چنانچه هر گونه تعمیر و نگهداری و یا جایگزینی تجهیزات کنتـرل بـه منظـور حفـظ کارکرد سامانه مورد نیاز است، باید به وضوح در مدارک برای کاربر بیان شود. دوام و مقاومت در برابر تمام شرایط عملیاتی که ممکن است در طول کارکرد بسته به محل نصب رخ دهد، الزامی است. تمام تجهیزات، بـه خصـوص قطعاتی که در خارج نصب شده اند، باید در برابر خوردگی و ضربه مکانیکی حداقل بیش از بازه طـول عمـر و یـا تعمیر و نگهداری مقرر مشخص شده توسط تولید کننده یا عرضه کننده کالا نهایی آن محافظت شوند.

۶-۱-۲ امنیت الکتریکی

تجهیزات کنترل باید الزامات ایمنی عمومی برآورده سازند.

به استانداردهای EN 60335-2, EN 60335-1 و EN 60730 (همه قسمت‌ها) مراجعه نمایید.

1- Ultra Violet

۶-۱-۳ حفاظت از آسیب یخ زدگی

اگر تجهیزات کنترل شامل الگوریتم‌ها و/یا دستگاه های مناسب برای حفاظت از آسیب یخ زدگی باشند، به عنوان مثال پیش‌گیری از یخ‌زدگی سیال انتقال حرارت در مدار کلکتور، این الگوریتم‌ها و/یا دستگاه‌ها باید قابل اطمینان باشند.

۶-۱-۴ حفاظت در برابر سوختگی

اگر تجهیزات کنترل شامل الگوریتم‌ها و/یا دستگاه‌های مناسب برای حفاظت از سوختگی باشند، الگوریتم‌ها و/یا تجهیزات کنترل باید قابل اطمینان باشد. مقدار پیش فرض دما برای آب گرم مصرفی کاربر باید حداکثر در سطح ۶۰°C باشد.

اگر درجه حرارت آب گرم خانگی مصرفی کاربر بتواند بیش از ۶۰ C ° شود، باید در خروجی دستگاه اختلاط خودکار آب سرد و یا هر دستگاه دیگری برای محدود کردن درجه حرارت به سطح حداکثر ۶۰°C نصب گردد.

۶-۱-۵ حفاظت از دمای بالا برای مواد و قطعات

اگر تجهیزات کنترل شامل الگوریتم ها و/یا دستگاه‌ها برای جلوگیری از گرمای بیش از حد مواد و/یا قطعات باشند، به عنوان مثال توقف پمپ(های) حلقه کلکتور و احتمالا تخلیه کردن سیال انتقال حرارت از کلکتور، این الگوریتم ها و/یا تجهیزات کنترل باید قابل اطمینان باشند.

اگر یک محدوده دمایی بالا برای مواد و/یا قطعات مشخص شده توسط تولید کننده یا عرضه کننده کالا نهایی در دسترس است، تجهیزات کنترل باید پمپ (های) گردش حلقه کلکتور را متوقف نماید. با توجه به راه اندازی مجدد پمپ (های)گردش، استراتژی های کنترل باید در مسیر جلوگیری از آسیب به سامانه، قطعات و مواد طراحی شده باشند.

اگر تجهیزات کنترل شامل الگوریتم ها و/یا دستگاه ها برای محدود کردن دمای سیال باشند، به عنوان مثال برای یک مدار گرمایش از کف، این الگوریتم ها و/یا تجهیزات کنترل باید قابل اطمینان باشد.

۶-۱-۶ آذرخش

تجهیزات کنترل باید الزامات داده شده در استاندارد EN 62305-3 برآورده سازند. تولید کننده و یا تامین کننده نهایی باید ویژگی‌های خاصی برای حفاظت از آذرخش در تجهیزات کنترل را مشخص کند.

۶-۲ کنترل‌کننده ها، ساعت‌های سامانه، زمان‌سنج و شمارنده

۶-۲-۱ کلیات

همه انواع کنترل‌کننده‌ها، ساعت‌های سامانه، زمان سنج‌ها و شمارنده‌های اشاره شده در این استاندارد باید قابل اطمینان و مقاوم در برابر هر ضربه که ممکن است در طی کارکرد طبیعی حداقل در طول عمر معین و یا در دوره نگهداری مشخص شده توسط تولید کننده یا عرضه کننده نهایی کالا رخ دهد. تمام کارکردها و

بهره‌برداری‌ها از کنترل‌کننده‌ها، ساعت‌ها، زمان‌سنج‌ها و شمارنده‌های سامانه باید مطابق با راهنمایی کارخانه سازنده باشد.

۶-۲-۲ الزامات صحت برای کنترل‌کننده ها

در ترکیب با دیگر کنترل‌کننده‌های تجهیزات کنترل، ساعت، زمان‌سنج و شمارنده سامانه باید عملکردی که توسط تولیدکننده مشخص شده و در نظر گرفته شده است داشته باشند. صحت کنترل‌کننده‌ها، به عنوان مثال پردازش سیگنال و فعال شدن محرک‌ها، باید بهره‌برداری از تمام طرح بندی‌های سامانه‌ها را فعال کند. کنترل‌کننده مطابق با مشخصات سازنده طراحی شده باشد.

۶-۲-۳ الزامات صحت برای ساعت، زمان‌سنج و شمارنده سامانه

صحت مورد نیاز ساعت، زمان‌سنج و شمارنده سامانه که مسئولیت کنترل یک سامانه گرمایش خورشیدی در جدول ۴ ذکر شده است.

جدول ۴- صحت ساعت سامانه ، زمان‌سنج و شمارنده

ساعت / زمان سنج / شمارنده	رواداری
زمان واقعی ساعت	±۱ دقیقه در هر ۳۰ روز
زمان سنج(ساعت)	±۱ دقیقه در هر ۳۰ روز زمان کارکرد
شمارنده	±۱٪

در مورد سامانه‌های گرمایش خورشیدی نصب شده در مناطقی با تغییر ساعت بین تابستان و زمستان، تنظیمات مشخص شده توسط تامین کننده نهایی انجام می‌شود، جایی که قابل انطباق است.

۶-۳ حسگرها

۶-۳-۱ حسگرهای دما

۶-۳-۱-۱ کلیات

برای تمام حسگرهای دما، موقعیت و نصب باید از تماس حرارتی قابل اعتماد با بخشی که باید دمای آن اندازه‌گیری شود اطمینان حاصل شود. شرایط محیط، هنگامی که مرتبط نیست، نباید اندازه‌گیری را تحت تاثیر قرار دهد. به غیر از حسگرهای دمای محیط، حسگرهای دما باید در برابر تاثیر خارجی محافظت/عایق‌بندی شوند.

۶-۳-۱-۲ الزامات صحت

صحت مورد نیاز حسگرهای دما که مسئولیت کنترل یک سامانه گرمایش خورشیدی را دارند در جدول ۵ ذکر شده است.

جدول ۵- صحت مورد نیاز حسگرهای دما برای سامانه‌های گرمایش خورشیدی

محدوده دمایی	رواداری
از ۲۰°C- تا ۷۰ °C-	±۱K
از ۷۰°C< تا ۱۰۰ °C	±۱٫۵K
۱۰۰ °C< تا ۱۵۰°C	٪۱٫۵± مقدار درجه حرارت
۱۵۰°C< تا حداکثر دمای عملیاتی (که باید توسط عرضه کننده کالا نهایی مشخص شده باشد)	٪۲± مقدار درجه حرارت

۶-۳-۱-۳ مقاومت در برابر درجه حرارت بالا

الزامات مورد نیاز برای توانایی مقاومت در برابر شرایط عملیاتی شدید حسگرهای دما به جایی که حسگر نصب شده است بستگی دارد. حداقل الزامات در جدول ۶ آورده شده است.

جدول ۶- الزامات مقاومت حسگرهای دما در درجه حرارت بالا

برای تمام انواع حسگرهای دما نصب شده در درون یک سامانه گرمایش خورشیدی یا گرمکن کمکی، اگر گرم‌کن کمکی بخشی از یک سامانه گرمایش خورشیدی باشد.	
حداقل درجه حرارت مورد نیاز	حداکثر درجه حرارت اعلام شده توسط تولید کننده یا تامین کننده نهایی به علاوه ۱۰K
مدت زمان مواجهه	حداقل ۶ ساعت

۶-۳-۱-۴ کاهش صحت حسگر دما ناشی از شرایط عملیاتی شدید

همه انواع حسگرهای دما نصب شده در درون یک سامانه گرمایش خورشیدی یا گرم‌کن کمکی، اگر گرم‌کن کمکی بخشی از یک سامانه گرمایش خورشیدی است، باید مقاومت در برابر شرایط عملیاتی شدید را همانطور که در جدول ۶ مشخص شده، بدون کاهش صحت بیش از ۱ K داشته باشند. علاوه بر این، باید صحت مورد نیاز مشخص شده در جدول ۵ برقرار باشد.

۶-۳-۲ حسگرهای تابش

۶-۳-۲-۱ کلیات

به منظور نظارت کردن، حسگر تابش خورشید حداقل باید حساس به طول موج در گستره حدود ۰٫۴ µm تا ۰٫۸ µm باشد.

۶-۳-۲-۲ مقاومت در برابر تابش بالا

حسگرهای تابش باید در برابر هر تابش خورشید شدیدی که ممکن است طی کارکرد در طول عمر معین شده و یا دوره تعمیر و نگهداری مشخص شده، توسط تولید کننده یا عرضه کننده کالا نهایی رخ می دهد مقاومت کند. الزامات مورد نیاز برای قابلیت مقاومت در برابر شرایط تابش شدید حسگر تابش در جدول ۷ آورده شده است.

جدول ۷- شرایط آزمون آب و هوا برای قابلیت مقاومت در برابر تابش بالا در حسگرهای تابش خورشیدی.

پارامتر آب و هوا	مقدار
تابش خورشیدی نیم کره در صفحه حسگر تابش، G	$>۱۰۰۰ W/m^2$
درجه حرارت هوای محیط / اطراف هنگام آزمون مقاومت حسگر تابش در برابر تابش بالا، v_{amb}	۲۰°C تا ۴۰°C
سرعت هوای اطراف ، v_{air}	< ۱ m/s
زمانی که حسگر تابش خورشیدی باید در شرایط آزمون قرار بگیرد. t	>۱h

۶-۳-۲-۳ مقاومت در برابر درجه حرارت بالا

شرایط آزمون قابلیت مقاومت در برابر درجه حرارت بالای اطراف حسگر تابش خورشیدی در جدول ۸ ذکر شده است.

جدول ۸- شرایط آزمون آب و هوا برای قابلیت مقاومت در برابر درجه حرارت بالای اطراف حسگرهای تابش خورشیدی

پارامتر آب و هوا	مقدار
تابش خورشیدی نیم کره در صفحه حسگر تابش، G	$>۹۰۰ W/m^2$
درجه حرارت هوای محیط / اطراف هنگام آزمون مقاومت حسگر تابش در برابر تابش بالا، T_{AMB}	>۳۰ °C
سرعت هوای محیط ، v_{air}	< ۱ m/s
زمانی که حسگر تابش خورشیدی باید در شرایط آزمون قرار بگیرد. t	> ۱۲ h

۶-۳-۲-۴ الزامات صحت

صحت مورد نیاز حسگرهای تابش خورشیدی که کنترل یک سامانه گرمایش خورشیدی را بر عهده دارند، در جدول ۹ آمده است:

جدول ۹- صحت مورد نیاز حسگرهای تابش خورشیدی

محدوده اندازه‌گیری	رواداری
۳۰۰W/m² تا ۱۰۰ W/m²	±۱۵٪ از تابش خورشیدی مشخص شده
>۳۰۰ W/m² تا ۹۰۰W/m²	±۱۰٪ از تابش خورشیدی مشخص شده
>۹۰۰W/m²	±۱۵٪ از تابش خورشیدی مشخص شده

۶-۳-۲-۵کاهش صحت حسگر تابش خورشیدی ناشی از شرایط عملیاتی شدید

حسگر تابش باید شرایط عملیاتی شدید که در جدول های ۷ و ۸ مشخص شده را بدون کاهش صحت خارج از محدوده داده شده در جدول ۹ را تحمل کند. حسگر، واشر(ها)، کابل(ها) و تمام تجهیزات نصب مربوط نباید تجزیه و یا تغییر رنگ قابل توجهی را نشان دهند.

۶-۳-۳ دیگر حسگرها

تمام حسگرهای دیگر، مانند حسگرهای فشار، حسگرهای سطح، جریان سنج، و غیره، باید صحت آن توسط تولیدکننده یا تامین کننده نهایی مشخص شده است. مقاومت در برابر تمام شرایط عملیاتی ادعا شده مربوط به حسگرها باید در مدارک گنجانده شود.

۶-۴ شاخص ها

باید صحت شاخص های مانند فشار سنج، دماسنج، شاخص سطح، شاخص‌های ولتاژ آند و شاخص‌های جریان/گردش و یا گرماسنج، و غیره، توسط تولید کننده یا تامین کننده نهایی مشخص شده باشد. فشارسنج‌ها باید در محدوده عملیاتی مجاز فشار بیش از حد در سامانه و یا حداقل فشار پر شدن سامانه نشان دهد. شاخص‌های ولتاژ آند باید نشان دهند که ولتاژ ایجاد شده توسط آند برای محافظت از مخزن کافی است. در مورد آند الکتریکی، باید نشان دهد که آیا این دستگاه به درستی کار می کند. شاخص‌های جریان/گردش باید مقدار واقعی و اسمی مشخص شده جریان/گردش توسط تولید کننده یا عرضه کننده نهایی کالا را نشان دهد. امکان تنظیم جریان/گردش توصیه می‌شود. مقاومت در برابر تمام شرایط عملیاتی ادعا شده مربوط به شاخص‌ها باید در مستندات گنجانده شود.

اگر شاخص‌ها به منبع تغذیه متصل می‌شوند، در صورت قطع شدن برق باید شاخص ها طوری به منبع تغذیه متصل شوند که بیشترین ایمنی ممکن تضمین شده باشد.

توصیه می‌شود اتصال به منبع تغذیه به روشی انجام شود که کمترین مصرف انرژی را دست یافتنی سازد.

۶-۵ محرک ها

۶-۵-۱ پمپ های گردشی

به استانداردهای EN ISO 4413 و EN 1151-1 مراجعه نمایید.

اگر مدار کلکتور با یک یا چند پمپ(های) گردشی ارائه شده است، به عنوان مثال زمانی که از یک مبدل حرارتی حلقه کلکتور خارجی استفاده می‌شود، توصیه می‌شود کل انرژی الکتریکی پارازیتی از پمپ (ها) از مقادیر داده شده در جدول ۱۰ فراتر نرود.

جدول ۱۰- مجموع حداکثر انرژی الکتریکی پمپ (ها)

سامانه	مجموع حداکثر انرژی الکتریکی پمپ (ها)
سامانه‌های کوچک	۵۰ W و یا ٪۲ از حداکثر توان ارائه شده توسط آرایه کلکتور، هر کدام که بالاتر است.
سامانه‌های بزرگ	٪۱ از حداکثر توان ارائه شده توسط آرایه کلکتور

یادآوری- اگر در مدارک مشخص نشده است، حداکثر توان یک آرایه کلکتور باید با ضرب کردن مساحت دیافراگم کل آرایه کلکتور در ۷۰۰ W/m از مساحت دیافراگم محاسبه می‌شود.

در مورد کارکرد پمپ های با قدرت متغیر (به عنوان مثال مدولاسیون عرض پالس) و یا عملیات متناوب کوتاه مدت ، الزامات مندرج در جدول شماره ۱۰ با توان متوسط بکار می‌رود.

قدرت پمپ در سامانه های تخلیه دوباره که فقط نیاز به پر کردن مجدد سامانه پس از تخلیه دوباره (پایین) مایع حامل گرما از حداکثر قدرت پمپ که در بالا ذکر شد مستثنی می‌باشند.

دیگر حلقه‌های انتقال حرارت درون سامانه باید با مقایسه قدرت نشتی پمپ (ها) با بالاترین قدرت انتقال حرارت طراحی شوند. از مقادیر جدول ۱۰ نباید فراتر رود.

۶-۵-۲ شیرهای برقی و مکانیکی

استانداردهای EN ISO 4413 و ISO 15218 را مشاهده کنید.

توصیه می‌شود شیرها به روشی که کمترین مصرف برق را ممکن نماید نصب شوند. برای این کار، شایع‌ترین حالت کارکرد در نظر گرفته می‌شود.

۶-۵-۳ رله ها

استاندارد EN 60255 (تمامی قسمت ها) را مشاهده نمایید.

توصیه می‌شود رله‌ها به روشی که کمترین مصرف برق را ممکن نماید نصب شوند. برای این کار، شایع‌ترین حالت کارکرد در نظر گرفته می شود.

۶-۶ عملیات اولیه و راه اندازی

پارامترهای پیش‌فرض درون ترموستات تفاضلی، کنترل کننده‌های چند منظوره و تجهیزات کنترل باید عملیات اولیه سامانه را که توسط تولیدکننده یا تامین کننده‌نهایی در نظر گرفته شده را فعال کند. تنظیم مجدد به مقادیر پیش فرض تجهیزات باید امکان پذیر باشد. در مورد پارامترهای قابل تنظیم، تمام تنظیمات لازم برای

حفظ کارکرد صحیح سامانه باید به وضوح در مدارک شرح داده شده و در حافظه غیر فرار ذخیره شود. بسته به نوع تجهیزات کنترل، ممکن است مدارک مختلف برای نصب کننده و کاربر ارائه شده است.

۶-۷ مدارک

مدارک تجهیزات کنترل باید کامل و به وضوح مرتب شده باشند. مستندات باید شامل تمام دستورالعمل‌های لازم برای مونتاژ، نصب، بهره‌برداری و نگهداری باشد. دستورالعمل‌ها باید نصب و بهره‌برداری صحیح را فعال کنند.
مدارک باید حداقل شامل موارد زیر باشد :

الف) تمام تنظیمات سامانه مربوطه از جمله هیدرولیک مرتبط، برنامه های کنترل و مشخصات که کاربر را به درک حالات عملیات سامانه قادر می سازد.

ب) توصیفی از استراتژی های کنترل و سامانه (های) کنترل از جمله محل تجهیزات کنترل (به عنوان مثال حسگرها، محرک‌ها)، در صورتی که سامانه طرح‌های مختلفی دارد. تمام تجهیزات کنترل باید شامل طرح(ها) هیدرولیک سامانه باشد؛

پ) فهرستی که شامل تمام اجزای پیکربندی‌های سامانه مربوطه، با اشاره کامل به ابعاد و نوع باشد. شناسایی اجزای ذکر شده باید روشن و بدون ابهام باشد.

ت) فهرستی از ترکیب‌ها و ابعاد انتخابی در پیکربندی های سامانه‌های مختلف اگر مرتبط است.

ث) یک راهنما برای تنظیم تمام پارامترها و تنظیمات مرتبط. توصیه می شود که شامل یک جدول باشد که در آن تمام پارامترهای تنظیم و تنظیمات واقعی توسط خود کاربر وارد شود.

ج) دستورالعمل تعمیر و نگهداری برای تجهیزات کنترل، از جمله راه اندازی و خاموش کردن سامانه؛

چ) دستورالعمل برای عملکرد و آزمون کارایی؛

ح) اقدام (های) در مورد بیشتر خرابی های معمول در نظر گرفته شود.

یادآوری: برای جزئیات مشخصات تمام مدارک یک سامانه گرمایش خورشیدی، استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۹۰۰۶ مراجعه شود

۷ آزمون حسگرها

۱-۷ کلیات

در این استاندارد، آزمون حسگر شامل دو آزمون جزئی زیر می باشد:

الف) آزمون قابلیت حسگرها برای مقاومت در برابر شرایط عملیاتی شدید؛

ب) آزمون صحت، دوام و قابلیت اطمینان حسگر برای اندازه گیری مقادیر فیزیکی و/یا شرایط در ترکیب هرگونه پردازش سیگنال، به عنوان مثال در یک کنترل کننده. با توجه به این استاندارد، حسگرها بخشی از یک سامانه گرمایش خورشیدی یا گرمکن کمکی، اگر مکمل بخشی از یک سامانه گرمایش خورشیدی است.

با توجه به آزمون حسگر همه تجهیزات جانبی یک حسگر بخشی از حسگر تلقی شده و همراه حسگر مطابق معیارهای یکسان آزمون و ارزیابی می‌شوند.

۷-۲ آزمون حسگرهای دما

۷-۲-۱ کلیات

هدف از این بند، آزمون قابلیت حسگرهای دما برای مقاومت در برابر شرایط عملیاتی شدید می باشد. علاوه بر این، صحت حسگر در ارتباط با پردازش داده ها تعیین می شود، به عنوان مثال در یک کنترل‌کننده. با توجه به این استاندارد، لوازم جانبی نصب تجهیزات حسگر به عنوان بخشی از عملکرد حسگر می باشند.

۷-۲-۲ تجهیزات آزمون

برای آزمون مقاومت در برابر درجه حرارت بالا و صحت حسگرهای دما، تجهیزات آزمون زیر ممکن است مورد استفاده قرار گیرد:

الف) دستگاه‌های تنظیم‌کننده دما[1] که قادر به فراهم کردن مناسب دماهای داده شده مورد نیاز برای آزمون حسگرهای دما که در جداول ۵ و ۶ ذکر شده است؛

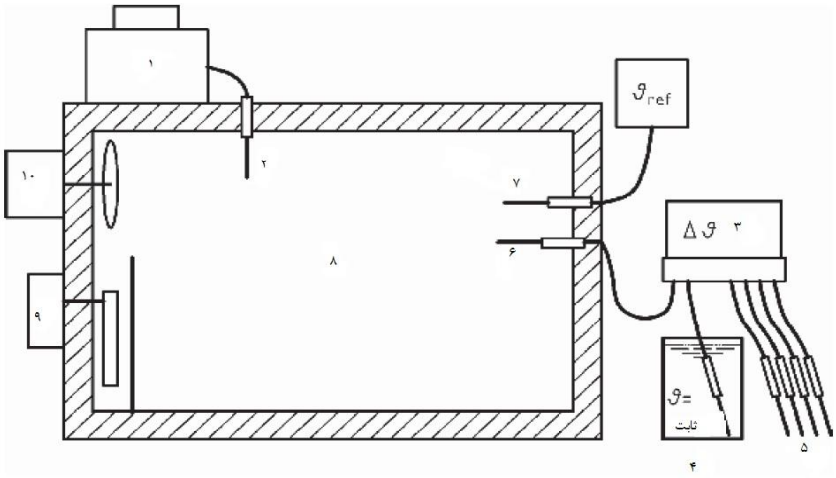
این دستگاه می‌تواند آون با المنت گرمایشی یکپارچه و فن (شکل ۱)، کالیبراتور دما یا حمام کالیبراسیون؛

در طول آزمون، نوسان دماهای ارائه شده توسط دستگاه باید حداکثر $\pm 0{,}5k$ ، با اشاره به دمای تنظیم شده باشد؛

ب) یک مولتی‌متر دیجیتالی (برای اندازه‌گیری ولتاژ، جریان و مقاومت الکتریکی)؛

پ) دستگاه ثبت داده (اختیاری).

1 - Teppering



راهنما:

۱- ترموستات
۲- حسگر برای کنترل دمای آون
۳- کنترل‌کننده مورد آزمون
۴- حسگر مخزن (به عنوان مثال حمام با دمای ثابت)
۸- آون تنظیم کننده دما
۵- حسگر(های) اضافی
۶- حسگر مورد آزمون
۷- حسگر مرجع
۹- المنت گرمایشی
۱۰- فن

شکل ۱- نمایی از چیدمان یک آون- برای آزمون صحت حسگر دما، مقاومت در برابر درجه حرارت بالا و عملکرد ترموستات تفاضلی

۷-۲-۳ نصب حسگرها

در حین نصب یک حسگر در یک دستگاه تنظیم کننده دما باید توجه کرد که:

- نصب حسگرها مطابق با دستورالعمل کارخانه سازنده انجام شود؛
- مواجهه کل بخش فعال حسگر تحت شرایط عملیاتی معمول در تماس با حرارت اندازه‌گیری شود؛
- خراب نشدن قطعات حسگر به طور غیر معمول در تماس با دمای بالا بوسیله اعمال گرما.

۷-۲-۴ آزمون مقاومت در دمای بالا حسگرهای دما

۷-۲-۴-۱ کلیات

الزامات آزمون مقاومت در برابر درجه حرارت بالا حسگر دما به بالاترین دمایی که ممکن است در طول کارکرد رخ دهد بستگی دارد. الزامات در جدول ۶ آورده شده است.

۷-۲-۴-۲ روش آزمون

آزمون برای تعیین قابلیت مقاومت در برابر شرایط عملیاتی شدید حسگرهای دما باید قبل از آزمون صحت حسگر انجام شود.

در طول آزمون هر حسگر خاص، همه حسگرهای باقی مانده باید در دمای مناسب نگهداری شوند ، به عنوان مثال در حالی که آزمون حسگر کلکتور انجام می‌شود، درجه حرارت تمام حسگرهای دیگر باید حدود $20^{\circ}C$ باقی بماند.

الزامات برای آزمون قابلیت مقاومت در برابر شرایط عملیاتی شدید حسگرهای درجه حرارت در جدول ۶ آورده شده است. هر حسگر دمای مورد آزمون باید در معرض درجه حرارت مربوطه حداقل به مدت فاصله زمانی مشخص شده در جدول ۶ قرار بگیرد.

در طول آزمون، مقادیر درجه حرارت واقعی که حسگر در حال آزمون در معرض آن قرار گرفته و سیگنال ارائه شده توسط حسگر باید ثبت شود. علاوه بر تجهیزات، به شدت توصیه می‌شود یک حسگر مرجع نیز در معرض همان شرایطی که حسگر در حال آزمون است قرار بگیرد (به شکل ۱، مورد ۷ مراجعه شود). مقادیر حسگر مرجع باید همراه با مقادیر ارائه شده توسط حسگر در حال آزمون ثبت شود.

بازرسی چشمی از حسگر، واشر(ها) و کابل ها باید بعد از هر مرحله حرارت دادن، حداقل در پایان آزمون (به بند ۷-۲-۴- ۳ مراجعه کنید) انجام شود.

مدارک نتایج با توجه به جدول شماره ۵ و بازرسی (های) چشمی تکمیل گردد.

۷-۲-۴-۳ پردازش و ارزیابی داده ها

پس از آزمون مقاومت در برابر دمای بالا:

- بازرسی چشمی از حسگر، جعبه حسگر، واشر(ها)، کابل (ها) و تمام تجهیزات نصب مربوط به آن باید انجام شود. در صورتی که هر قسمتی تجزیه مواد (ها) و/یا تغییر رنگ را نشان دهد که ممکن است نشان دهنده تاثیر مخرب در ماده (ها) باشد. . این موارد باید در گزارش آزمون ثبت شوند.

۷-۲-۵ آزمون صحت حسگرهای دما

۷-۲-۵-۱ کلیات

صحت حسگر دما باید پس از آزمون مقاومت در برابر شرایط عملیاتی شدید حسگر دما به اندازه گیری شود، در صورتی که الزامات مقاومت در برابر دما بر اساس بند ۷-۲-۴ برآورده شود.

۷-۲-۵-۲ روش آزمون

الف) برای آزمون صحت هر حسگر دما باید در دستگاه تنظیم‌کننده دما قرار داده شود، به عنوان مثال همان‌طور که در شکل ۱ نشان داده شده است. اتصال الکتریکی تمام حسگرهای (به عنوان مثال حسگر کلکتور خورشیدی،

حسگر مخزن، حسگر دمای محیط) ارائه شده توسط تامین کننده نهایی به ترمینال متناظر در کنترل‌کننده باید با مطابق با دستورالعمل سازنده و تولید کننده باشد. کنترل‌کننده (ها) باید به منبع تغذیه الکتریکی متصل شده و به بهره برداری شوند. بنابراین، حسگرها در جریان طبیعی حسگر با برآیند خود گرمایشی مواجه می‌شوند. باید حداقل ۶ ساعت قبل از شروع آزمون صحت اتصال الکتریکی کامل از جمله منبع تغذیه الکتریکی انجام شود.
اگر کنترل‌کننده مقدار درجه حرارت را نمایش می دهد ، و یا یک دستگاه جانبی اندازه‌گیری ارائه شده توسط عرضه کننده کالا نهایی مقدار دما را نمایش می دهد ، باید صحت با کنترل‌کننده و یا دستگاه اندازه‌گیری جانبی شامل پردازش همه سیگنال آزمون شود. در مورد مقادیر درجه حرارت که نمایش داده نمی شوند، توصیه می‌شود اندازه‌گیری سیگنال‌های حسگر با اهم سنج مناسب انجام و درجه حرارت باید برای مقادیر مقاومت بر اساس رابطه ارائه شده توسط عرضه کننده کالا نهایی محاسبه شود.
ب) توصیه می‌شود حسگر به طور مستقیم به ترمینال مربوطه کنترل‌کننده و یا دستگاه مرجع تنها با سیم‌های ثابت نصب شده، توسط تامین کننده نهایی نصب شود. اگر حسگر بدون سیم کشی ارائه شده است، باید پنج متر کابل مطابق با الزامات مستند شده توسط تولید کننده یا تامین کننده نهایی متصل شود.

یادآوری: از آنجا که اکثر دستگاه‌های کنترل دارای مشخصات یکپارچه کردن می باشند، رشد آهسته و کاهش حرارت الزامی است.

پ) در تمام طول دوره حرارت، حسگر مورد آزمون در معرض و آزمون سیگنال (از جمله پردازش سیگنال) مقادیر درجه حرارت واقعی ارائه شده توسط حسگر باید حداقل در فواصل هر ده ثانیه ثبت شود. قویا توصیه می‌شود علاوه بر تجهیزات کنترل، حسگر مرجع نیز در معرض همان شرایطی که حسگر تحت آزمون می باشد، قرار بگیرد (به شکل ۱، مورد ۷ مراجعه شود). مقادیر حسگر مرجع باید به طور همزمان با مقادیر ارائه شده توسط حسگر تحت آزمون ثبت شود.
ت) با افزایش دما (حدود ۱°C/min) حسگر باید در هر یک از مراحل لیست شده در جدول ۱۱ برای حداقل ۱۵ دقیقه باقی بماند. با رسیدن به بالاترین مقدار دوره دما، باید حسگر به مدت حداقل ۱ ساعت در معرض این دما باقی بماند. پس از آن مشخصات دما باید با دمای کاهشی (حدود ۱°C/min) ادامه یابد، در هر مرحله از دمای ذکر شده در جدول ۱۱ حداقل به مدت ۱۵ دقیقه باقی بماند.

یادآوری: از آنجا که اکثر دستگاه‌های کنترل ویژگی های یکپارچه دارند ، افزایش و کاهش آهسته دما الزامی است.

ث) اگر کنترل‌کننده یک صفحه نمایش درجه حرارت برای حسگر تحت آزمون فراهم می‌کند، درجه حرارت مربوطه را می‌توان به طور مستقیم از صفحه نمایش کنترل‌کننده خواند. در غیر اینصورت حسگر باید به صورت الکتریکی از کنترل‌کننده برای اندازه‌گیری سیگنال مربوطه قطع شود، به عنوان مثال مقدار مقاومت با استفاده از اهم سنج (به بند الف مراجعه شود). هنگامی که از اهم سنج، برای محاسبه خود گرمایشی ناشی از جریان حسگر معمولی استفاده می‌شود، بعد از هر دفعه که اندازه‌گیری کمتر یا مساوی ۵۰ °C شد، حسگر باید دوباره به دستگاه کنترل متصل گردد.

ج) آزمون صحت باید حداقل برای درجه حرارت های ذکر شده در جدول ۱۱ انجام گردد.

جدول ۱۱- درجه حرارت های مورد استفاده برای آزمون صحت

حسگر برای	درجه حرارت‌های مورد استفاده برای آزمون صحت
دمای فضای باز	۱۵°C-؛ ۵°C-؛ ۰°C ؛ ۵ °C؛ ۱۵°C؛ ۲۵°C و ۳۵°C
دمای فضای داخلی	۵°C؛ ۱۵°Cو ۲۵°C
دمای کلکتور	۱۰ °C-؛ ۱۰°C؛ ۵۰°C و ۹۰°C
دمای مخزن و غیره	۱۰°C؛ ۵۰°C و ۹۰°C، در صورت امکان
اگر سامانه در محدوده درجه حرارت دیگری عمل می‌کند، توصیه می‌شود درجه حرارت آزمون‌های اضافی بر این اساس انتخاب شوند.	

برای محاسبه اثرات پسماند، آزمون صحت باید دوباره، از طریق افزایش و کاهش دما انجام گردد.

۷-۲-۵-۳ ارزیابی و پردازش داده ها

مقادیر دما با مقادیری که از تجهیزات کنترل نمایش داده می شود به ترتیب افزایش و کاهش دما مقایسه گردند. در صورت امکان، دماهای که از تجهیزات کنترل نمایش داده شده با دماهای مرجع اضافی (شکل ۱، مورد ۷ مراجعه شود) بررسی متقابل گردند. نتایج به شرح زیر ارزیابی می‌شود:

- اگر تفاوت همه اندازه‌گیری‌ها بین حسگر دما آزمون شده و دمای که در معرض آن قرار گرفته (حسگر مرجع) الزامات ذکر شده در جدول ۵ را برآورده کرد، پس از آن حسگر باید پذیرفته شود.

اگر حسگر الزامات ذکر شده در جدول ۵ را برآورده می‌سازد، آزمون صحت حسگر دما پایان می‌یابد.

اگر صحت حسگر دما مطابق با الزامات جدول ۵ نمی‌باشد، صحت حسگر مورد آزمون باید با استفاده از جایگزینی حسگر ارائه شده توسط کارخانه یا تامین کننده نهایی تجهیزات کنترل، تکرار گردد. در مورد نتایج تکراری ناکافی، در صورتی که با استفاده از یک حسگر جایگزین جدید می‌تواند آزمون حداکثر برای سومین بار انجام شود.

- اگر رواداری همه اندازه‌گیری‌های مختلف آزمون دوم(یا سوم) حداقل دو برابر رواداری مشخص شده در جدول ۵ می‌باشد، رواداری باید در گزارش آزمون ثبت گردد. برای آزمون عملکرد کنترل‌کننده و تجهیزات کنترل اضافی، حسگر مربوطه می‌تواند پذیرش شود.
- اگر رواداری(های) یک یا چند اندازه‌گیری دو برابر رواداری مشخص شده در جدول ۵ یا بیشتر می باشد، آزمون عملکرد کنترل‌کننده و تجهیزات کنترل اضافی نمی‌تواند با استفاده از حسگر مربوطه انجام شود.

۷-۳ آزمون حسگرهای تابش خورشیدی

۷-۳-۱ کلیات

هدف از این آزمون ارزیابی اینکه آیا یک حسگر تابش خورشیدی می‌تواند شرایط عملیاتی شدید (و در فضای باز)، به عنوان مثال مقاومت در برابر سطوح تابش بالا و نفوذ باران را بدون خرابی از قبیل شکستگی، ذوب و یا متلاشی شدن پوشش (پلاستیک)، تجزیه و یا تغییر رنگ قابل توجه ماده(ها) تحمل کند. علاوه بر این، یک آزمون جزئی برای بررسی صحت حسگرها در نظر گرفته شده است. الزامات مشخص شده برای دوام و قابلیت یک حسگر برای مقاومت در برابر شرایط عملیاتی شدید برای تمام تجهیزات و لوازم جانبی ، به عنوان مثال جعبه حسگر، واشر، کابل و مواد نیز نصب حسگر تابش معتبر است.

یادآوری : به طور خاص، پیرانومتر[1]های SI - (نشان دهنده تابش خورشید با استفاده از اثر فوتوالکتریک) ممکن است با حداکثر تابش خورشید آسیب بینند. با توجه به بازتاب توسط ابرها (و برف)، این حداکثر ممکن است تا w/m^2 ۱۵۰۰برسد.

۷-۳-۲ تجهیزات آزمون

حسگر تابش خورشیدی باید در فضای آزاد و یا در یک شبیه ساز تابش خورشیدی آزمون گردد. ویژگی های یک شبیه ساز تابش خورشیدی که برای کنترل صحت، تابش بالا و مقاومت در برابر درجه حرارت بالا یک حسگر تابش مورد استفاده قرار می گیرد ، باید مطابق با شبیه سازی تابش خورشیدی مورد استفاده برای آزمون بهره‌وری از کلکتورهای خورشیدی گرمایش مایع (استاندارد EN12975-2) باشد. به عنوان مرجع و مطابق با اندازه گیری تابش اعمال شده برای آزمون بهره‌وری گرمایش کلکتور مایع خورشیدی، تابش خورشیدی در حسگر تابش تحت آزمون باید با یک پیرانومتر کلاس I بهتر اندازه‌گیری گردد، مشخصات آن را در استاندارد ISO 9060 ملاحظه نمایید. این روش برای استفاده از پیرانومتر مرجع با توجه و رعایت استاندارد ISO/TR 9901 توصیه می‌شود. علاوه بر تابش خورشید، درجه حرارت دستگاه و محیط حسگر تحت آزمون موارد زیر نیز باید ثبت شوند:

الف) نزدیکی به حسگر تابش، محافظت شده در مقابل تابش نور خورشید،

ب) در تماس با حسگر تابش، محافظت شده در مقابل تابش نور خورشید (به عنوان مثال در پشت و یا جای دیگری برای اندازه‌گیری دمای حسگر).

میزان خطای اندازه‌گیری درجه حرارت محیط و درجه حرارت حسگر تابش باید حداکثر ۱K باشد.

1- Pyranometers

۷-۳-۳ نصب حسگرها

حسگر مقدار تابش و پیرانومتر مرجع باید در همان سطح و مطابق با دستورالعمل سازنده نصب شوند. زاویه شیب و جهت باید به شیوه‌ای تنظیم شود، که زاویه رخداد برای تابش مستقیم خورشید کمتر از ۳۰ درجه از بروز طبیعی آن باشد.

محل نصب باید بدون سایه و بیش از ٪۵ میدان دید حسگرها از نظر نباید مسدود شود. موانع بزرگ، به عنوان مثال در زیر ساختمان‌ها و درختان زاویه بزرگتر از حدود ۱۵ درجه نسبت به افق در مقابل حسگرهای تابش باید اجتناب شود.

۷-۳-۴ آزمون مقاومت حسگر در برابر شرایط عملیاتی شدید

۷-۳-۴-۱ کلیات

هدف از این آزمون ارزیابی مقاومت یک حسگر تابش خورشید در برابر شرایط عملیاتی شدید در فضای باز مانند سطوح بالای تابش، درجه حرارت بالا، نفوذ آب، شوک حرارتی بیرونی و یخ زدگی بدون خرابی مانند شکستن شیشه، خرابی در پوشش پلاستیکی، ذوب مواد پلاستیک و یا رسوبات قابل توجهی از مواد بدون گاز زدگی در پوشش حسگر می باشد.

پس از نصب و قبل از هر گونه آزمون، حسگر تابش و پیرانومتر مرجع باید در خصوص گرد و غبار، خاکی بودن و غیره بر روی سطح بیرونی بررسی شوند، و هر دو باید در صورت لزوم تمیز گردند.

در طول آزمون، باید تابش خورشیدی (طبیعی یا شبیه سازی شده) در سطح حسگر، درجه حرارت محیط، سرعت هوا و همچنین دمای حسگر ثبت شوند.

۷-۳-۴-۲ روش آزمون

۷-۳-۴-۲-۱ کلیات

با توجه به شرایط آزمون مربوطه، ممکن است آزمون تابش بالا و توانایی درجه حرارت بالا با هم انجام شوند.

یادآوری: تمامی آزمون ها ممکن است در ارتباط با آزمون های قابلیت اطمینان کلکتور گرمایشی مایع که در استاندارد EN12975-2 توصیف شده است انجام شوند.

۷-۳-۴-۲-۲ تابش بالا

شرایط برای آزمون قابلیت مقاومت در برابر تابش بالا حسگر تابش خورشیدی در جدول ۷ آورده شده است. مقادیر واقعی حسگر تابش مورد آزمون (از جمله مبدل سیگنال، اگر مرتبط است) و سیگنال ارائه شده توسط پیرانومتر مرجع باید حداقل در فواصل ۱۰ ثانیه ثبت شوند.

۷-۳-۴-۲-۳ درجه حرارت بالا

شرایط برای آزمون قابلیت حسگر تابش خورشید، به مقاومت در برابر درجه حرارت بالای محیط در جدول ۸ ذکر شده است. روش دیگر، برای آزمون مقاومت در برابر دمای بالا در فضای باز می‌تواند در یک دستگاه نتظیم کننده دما، به عنوان مثال آون با درجه حرارت ۴۰°C آزمون انجام شود. رطوبت نسبی در دستگاه های تنظیم کننده دما باید بیش از ٪۶۰ باشد. در حالی که با استفاده از آون زمان قرار گرفتن در معرض باید بیشتر از ۱۲ ساعت باشد، که حداکثر به دو فاصله زمانی تقسیم شده باشد. در مورد حسگر تابش آزمون شده فضاهای باز، زمان برای آزمون مقاومت در برابر درجه حرارت بالا، نباید به فواصل زمانی تقسیم شده بیش از شش دفعه باشد.
حسگر تابش باید به طور مداوم آماده آزمون نصب باشد تا زمانی که الزامات روش آزمون را برآورده سازد.
مقادیر داده شده توسط حسگر تابش مورد آزمون (از جمله مبدل سیگنال، اگر مرتبط است) و سیگنال ارائه شده توسط پیرانومتر مرجع باید هر دو حداقل هر ده ثانیه ثبت شوند.

۷-۳-۴-۲-۴ آزمون مواجهه

آزمون مواجهه دلایل قابلیت اطمینان یک حسگر تابش را با توجه به متوسط شرایط عملیاتی در فضای باز، به خصوص با در نظر گرفتن زمان مواجهه فراهم می کند. حسگر تابش باید در فضای آزاد حداقل به مدت ۹۰ روز متوالی در معرض قرار بگیرد. محل نصب باید با بند ۷-۳-۳ مطابق باشد، و زاویه وقوع برای تابش مستقیم خورشید کمتر از ۳۰ درجه از بروز طبیعی در ظهر باشد. از تاثیر تمام شرایط آب و هوایی طبیعی، به عنوان مثال دما، باد و باران نباید ممانعت شود.در طول آزمون مواجهه باید همه شرایط داده شده در جدول ۱۲ رعایت شود.

جدول ۱۲: حداقل شرایط آزمون آب و هوا برای مواجهه و برای آزمون شوک خارجی

پارامتر آب و هوا	مقدار
تابش خورشید نیم کره ای در سطح حسگر تابش، G	۹۰۰W/m² <
زمانی که حسگر تابش خورشید باید به در معرض این شرایط تابش ، t	۳۰ h<
نفوذ باران	بله
زمانی که حسگر تابش خورشید باید در معرض نفوذ باران باشد، t	۴h <

باید هر دو مقادیر داده شده توسط حسگر تابش مورد آزمون (از جمله مبدل سیگنال، اگر مرتبط است) و سیگنال ارائه شده توسط پیرانومتر مرجع، حداقل هر ۳۰ دقیقه ثبت شوند.

۷-۳-۴-۲-۵ شوک حرارتی خارجی

این آزمون برای ارزیابی قابلیت یک حسگر تابش به مقاومت در برابر طوفان های بارانی ناگهانی در روزهای گرم و آفتابی، بدون خرابی در نظر گرفته شده است.
برای آزمون حسگر، باید با یک اسپری یکنواخت آب با دمای کمتر از ۲۰°C و سرعت جریان بیش از ۰٫۵ kg/s به ازای هر متر مربع، آب روی حسگر اسپری شود. قبل از پاشش روی حسگر شرایط محیط مرجع داده شده در

جدول ۸ باید به مدت حداقل ۱ ساعت تحقق یابد، در حالی که درجه حرارت اطـراف آن نبایـد کمتـر از ۳۰°C باشد. طول مدت شوک خارجی باید نیم ساعت باشد. حسگر باید در معـرض سـه شـوک حرارتـی خـارجی قـرار بگیرد.

۷-۳-۴-۲-۶ نفوذ آب

در طول آزمون نفوذ آب درجه حرارت هوای محیط حسگر تابش باید در محدوده ۱۰°C تا ۲۰°C باشد.
تابش خورشید نیم کره در سطح حسگر تابش نباید از $۳۰۰ w/m^2$ فراتر رود.
باید در هر دو طرف حسگر تابش خورشید ، با استفاده از نازل اسپری یـا دوش در معـرض اسـپری قـرار بگیـرد. حسگر باید با اسپری آب در دمای $(۲۰\pm۱۰)\ C°$ با نرخ جریان بیش از ۰٫۰۵Kg/s به ازای هر متر مربـع اسـپری شود. طول مدت آزمون باید چهار ساعت باشد.

۷-۳-۴-۲-۷ یخ زدگی

حسگر باید در داخل یک محفظه آب و هوایی تنظیم کننده دما و یا دستگاه با زاویه ۳۰ درجـه نسـبت بـه افـق نصب شده است. نوع نصب، موقعیت اتصالات الکتریکی و سیم کشی باید مطابق با دستورالعمل سازنده باشد.
چرخه درجه حرارت باید به شرح زیر اعمال شود:
الف) درجه حرارت شروع: $(۲۰\pm۵)\ °C$؛
ب) سرد شدن و یخ زدگی، درجه حرارت هدف: $(-۲۰\pm۲)\ °C$؛
ج) ذوب شدن و حرارت بالا، درجه حرارت هدف: $(۲۰\pm۵)\ °C$؛
چرخه باید حداقل سه بار تکرار شود.
طول مدت دوره سرد شدن نباید از ۱۲۰ دقیقه فراتر رود.
طول مدت دوره ذوب شدن و حرارت بالا نباید از ۱۲۰ دقیقه فراتر رود.
حسگر تابش باید در درجه حرارت مورد نظر برای حداقل ۲ ساعت باقی بماند، هر زمان که مقادیر برآورده شوند.

۷-۳-۴-۲-۸ شرایط سخت محلی – آزمون‌های اختیاری

اگر دیگر شرایط عملیاتی که ممکن است به حسگر آسیب برساند در مکان‌هایی که حسگر نصب شود وجـود دارد آزمون(های) اضافی برای پوشش دادن این شرایط باید اعمال (به عنوان مثال رطوبت بالا، طوفـان شـن و ماسـه) شوند.

۷-۳-۴-۳ پردازش و ارزیابی داده ها

پس از هر مورد آزمون ، حسگر تابش باید برای تخریب، جمع شدگی، خروج گاز و اعوجاج، بازرسی شـود. نتـایج حاصل از بازرسی باید همراه با مقادیرمربوطه از تابش خورشید (طبیعی یا شبیه سازی) در سطح حسـگر، درجـه

حرارت هوای اطراف، سرعت هوا و درجه حرارت حسگر ثبت شود. علاوه بر این همه رویدادهای خاص، مانند نفوذ باران و شوک های حرارتی از جمله مدت زمان آنها باید ثبت شود.

۷-۳-۵ آزمون صحت حسگرهای تابش خورشیدی

۷-۳-۵-۱ کلیات

صحت حسگرهای تابش خورشیدی باید پس از آزمون قابلیت مقاومت در برابر شرایط عملیاتی شدید حسگر و پس از آزمون مواجهه اندازه‌گیری شود.

۷-۳-۵-۲ روش آزمون

تعیین صحت باید شامل همه دستگاه های پردازش سیگنال باشد. حسگر باید به طور مستقیم به ترمینال مربوطه در کنترل‌کننده فقط با کابل(های) برق ارائه شده توسط تامین کننده نهایی متصل گردد. اگر حسگر بدون کابل ارائه شده، باید یک کابل ۵ متری با توجه به الزامات مدارک تامین کننده نهایی متصل شود. حسگر تابش مطابق با بند ۷-۳-۳ نصب گردد. برای آزمون دمای محیط باید بالاتر از ۱۵°C باقی بماند و سرعت هوا باید کمتر از ۳m/s باشد.

صحت حسگرهای تابش خورشیدی باید برای مقادیر داده شده در جدول ۱۳ آزمون شده باشد.

جدول ۱۳- سطوح تابش برای آزمون صحت حسگرهای تابش خورشید

تابش خورشیدی در سطح حسگر تابش W/m^2
۱۵۰ ±۲۵
۳۰۰±۲۵
۵۰۰±۵۰
۷۰۰±۵۰
۹۵۰±۵۰

در حین آزمون صحت، قبل از هر اندازه گیری، باید تابش حداقل به مدت ۳۰ ثانیه در محدوده مشخص شده در جدول ۱۳ پایدار باشد. حداقل اندازه‌گیری های برای W/m^2(۱۵۰±۲۵)، W/m^2 (۳۰۰±۲۵) و W/m^2 (۷۰۰±۵۰) باید با افزایش و کاهش مقادیر انجام شود.

مقادیر تابش نشان داده شده توسط حسگر تحت آزمون و پیرانومتر مرجع، دما و درجه حرارت هوای اطراف و همچنین سرعت هوا باید ثبت شود.

۷-۳-۵-۳ پردازش و ارزیابی داده ها

شرایط آزمون، از جمله زمان مواجهه ، باید گزارش داده شود. اگر صحت حسگر تابش مطابق با شرایط مشخص شده در جدول ۹ نیست باید انحراف گزارش شود. اگر رواداری بیشتر از ٪۵۰ (نسبی) بیشتر از حداکثر رواداری مشخص شده در جدول ۹ باشد، نباید حسگر پذیرفته شود. آزمون دیگری در مورد تجهیزات کنترل استفاده از حسگر تابش خاص نباید انجام شود.

۷-۴ آزمون حسگرهای دیگر و تجهیزات اندازه‌گیری

آزمون حسگرهای دیگر و تجهیزات اندازه‌گیری باید مطابق با الزامات مشخص در کاربرد ویژه باشد. به طور کلی، حسگرها و تجهیزات اندازه‌گیری باید:

- نصب / سوار کردن بر اساس دستورالعمل کارخانه سازنده؛
- اندازه‌گیری و اتصال به دستگاه(های) پردازش سیگنال اصلی، در صورت امکان؛
- آزمون مطابق با الزامات و شرایط عملیاتی شدید مواجه، در سامانه‌ای که به آن تعلق دارند.

برای الزامات، تجهیزات آزمون و نصب حسگرها و تجهیزات اندازه‌گیری مشخص نشده در بندهای ۷-۲ تا ۷-۳ استانداردهای همراه را ببینید.

۸ آزمون ساعت‌ها، زمان سنج‌ها و شمارنده‌های سامانه

۸-۱ کلیات

هدف از این مورد، آزمون ساعت، زمان سنج و شمارنده سامانه صحت و توانایی مقاومت در برابر تغییرات ولتاژ اسمی منبع برق بدون کاهش معنی‌داری در صحت می‌باشد. به صورت اختیاری ممکن است قابلیت مقاومت در برابر به شرایط عملیاتی شدید مانند دما و/ یا رطوبت بالای اطراف آزمون شود. با توجه به این استاندارد با ساعت و زمان سنج سامانه باید یکسان برخورد شود.

۸-۲ تجهیزات آزمون

به طور کلی، تجهیزات آزمون ساعت، زمان سنج و شمارنده سامانه عبارتند از:

الف) جعبه تثبیت کننده ولتاژ منبع تغذیه الکتریکی.

ب) ولتاژ متغیر AC منبع از V (۰) تا ۲۶۰V، و فرکانس ۵۰Hz. به عنوان مثال منبع تغذیه با توان W ۳۰۰ با ولتاژ V ۲۳۰ و یا ولتاژ فوق العاده پایین (ELV[1]) بدون موج فرعی، به عنوان مثال در جریان مستقیم(DC) V ۱۲۰، به ترتیب؛

پ) مولتی‌متر(دیجیتال) برای نظارت بر میزان ولتاژ منبع تغذیه الکتریکی؛

1- Extra Low Voltage

ت) ساعت مرجع با عملکرد زمان سنج؛
ث) شمارنده مرجع ، اگر عملکرد شمارنده باید آزمون شود؛
ج) پالس یا فرکانس ژنراتور (اختیاری)؛
چ) دستگاه آزمون برای کنترل‌کننده چند منظوره (اختیاری)؛
ح) ترموستات کالیبراسیون و یا حمام کالیبراسیون (اختیاری)، به شکل ۱ مراجعه شود؛
خ) جعبه های شبیه سازی (اختیاری)، به شکل ۲ مراجعه شود.

۸-۳ نصب ساعت‌ها، زمان سنج‌ها و شمارنده‌های سامانه

ساعت‌ها، زمان‌سنج‌ها و شمارنده‌های سامانه باید در محفظه اصلی خود مطابق با دستورالعمل سازنده نصب شده باشند. وسیله آزمون باید بتواند تغییرات ولتاژ منبع تغذیه الکتریکی اسمی را که توسط تولید کننده یا تامین کننده نهایی و یا حداقل ٪۱۰+ و ٪۱۰- مشخص نماید. اگر توانایی مقاومت در برابر شرایط عملیاتی شدید/محیطی باید آزمون شود، دستگاه باید در داخل یک محفظه آب و هوایی نصب گردد.

۸-۴ روش آزمون

هدف از این روش آزمون پایداری عملکرد و صحت ساعت، زمان سنج و شمارنده های سامانه ، به عنوان تجهیزات کنترل می‌باشد. این آزمون باید با ولتاژ نامی الکتریکی منبع تغذیه (به عنوان مثال ۲۳۰V) و یک تغییر در ولتاژ منبع تغذیه الکتریکی انجام شود. برای بررسی صحت ساعت، زمان سنج و شمارنده ها، تجهیزات باید با دستگاه های مرجع مقایسه شوند. بسته به استراتژی کنترل که کدام بخش بررسی خواهد شد، آزمون ممکن است تحت عملکرد طبیعی انجام شود. آزمون صحت و آزمون وابستگی ولتاژ منبع تغذیه الکتریکی باید برای هر ساعت سامانه، زمان‌سنج یا عملکرد شمارنده انجام گردد. برای همه مجموعه ها، شرایط زیر در ولتاژ منبع تغذیه الکتریکی، به عنوان مثال ۲۳۰V ، باید اعمال گردد:

- ۲۳۰ V (٪۰٫۵±)
- ۲۰۷ V (۲۳۰ V -۱۰ ٪)
- ۲۵۳ V (۲۳۰ V +۱۰ ٪)

در تمامی موارد صحت باید مطابق با مقادیر ذکر شده در جدول ۴ باشد.

قاعده کلی، روش آزمون به شرح زیر است:

الف) ساعت، زمان‌سنج و شمارنده سامانه باید بر روی وسیله آزمون و همچنین یک منبع تغذیع ولتاژ متغیر با جعبه تثبیت کننده ولتاژ مطابق با بند ۸-۳ نصب شده باشند؛

ب) ساعت، زمان سنج یا شمارنده سامانه باید با ولتاژ اسمی منبع تغذیه الکتریکی (به عنوان مثال ۲۳۰V) ارائه گردد. این منبع تغذیه باید حداقل ۱ ساعت قبل از شروع اندازه‌گیری و آزمون روشن باشد؛

پ) فاصله زمانی لازم برای دستیابی به مقادیر قابل اطمینان برای ارزیابی توانایی های ساعت ، زمان سنج و شمارنده سامانه برای برآورده شدن الزامات ذکر شده در جدول ۴ به کار خاص از جزء بسته است. فاصله زمانی برای آزمون صحت عملکرد ساعت حداقل باید ۲۴ ساعت باشد. صحت سامانه ساعت، زمان سنج و شمارنده باید با دستگاه های مرجع مقایسه شوند؛

ت) پس از آزمون در ولتاژ الکتریکی اسمی دستگاه متصل به منبع تغذیه باقی مانده و ولتاژ به ولتاژ اسمی تامین برق منهای ٪۱۰ (به عنوان مثال V ۲۰۷) کاهش یابد؛

ث) همچنین قبل از این ، دستگاه کنترل باید در همان ولتاژ برای حداقل ۱ ساعت قبل از شروع آزمون عملکرد بکار انداخته شود. (آزمون عملکرد مطابق با بند ج) انجام گردد؛

ج) پس از آزمون ولتاژ کاهش یافته دستگاه متصل به منبع تغذیه باقی مانده و ولتاژ به ولتاژ اسمی منبع تغذیه الکتریکی به علاوه ٪۱۰ (به عنوان مثالV ۲۵۳) افزایش می یابد؛

چ) قبل از این همچنین، دستگاه کنترل باید در همان ولتاژ برای حداقل ۱ ساعت قبل از شروع آزمون عملکرد بکار انداخته شود (آزمون عملکرد مطابق با بند پ انجام گردد).

زمان سنج و همچنین شمارنده باید برای زمان واقعی و زمان نسبی یکی پس از دیگری آزمون شود. با این حال، بندهای پ، ث، و چ، هر یک ممکن است شامل آزمون متعدد برای ساعت، زمان سنج و/ یا شمارنده باشند.

۸-۵ پردازش و ارزیابی داده

۸-۵-۱ کلیات

با توجه به برنامه های خاص در استراتژی کنترل، به عنوان مثال در ترکیب با اندازه‌گیری های درجه حرارت، اینکه آیا ساعت، زمان‌سنج و شمارنده کارکرد آنها با عنوان در نظر گرفته شده باید ثبت شود.

۸-۵-۲ ساعت و زمان سنج سامانه

اگر بازه زمانی اندازه گیری شده ساعت سامانه و یا زمان سنج در مقایسه با بازه زمانی اندازه گیری شده توسط ساعت مرجع تفاوتی بیشتر از رواداری مجاز ذکر شده در جدول ۴ دارد، تفاوت و ولتاژ منبع تغذیه الکتریکی مربوطه باید در گزارش آزمون ثبت گردد. اگر اختلاف دو برابر یا بزرگتر از مقدار داده شده در جدول ۴ باشد، دستگاه باید رد شود.

۸-۵-۳ شمارنده

اگر تفاوت بین شمارنده مرجع و شمارنده مورد آزمون در دو مرتبه به همان اندازه یا بزرگتر از رواداری مجاز ذکر شده در جدول ۴ است، تفاوت باید در گزارش آزمون ثبت گردد. اگر اختلاف بزرگتر از سه برابر مقدار داده شده در جدول ۴ است، توصیه می‌شود شمارنده رد شود.

۹ آزمون کارکرد ترموستات تفاضلی ساده

۹-۱ کلیات

نصب تجهیزات و روش آزمون باید همیشه مطابق با الزامات خاص ترموستات تفاضلی مورد آزمون باشند.

۹-۲ تجهیزات آزمون

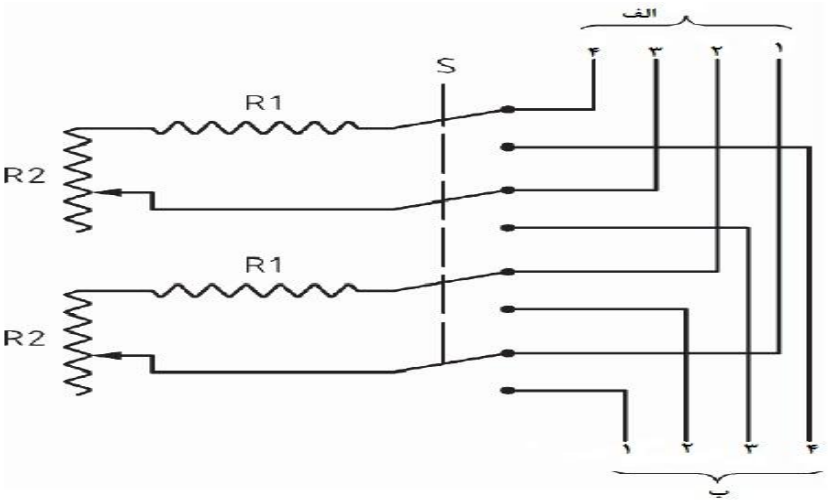
۹-۲-۱ کلیات

آزمون عملکرد در شرایط مختلف مواجه شده ترموستات تفاضلی ساده در حین کار می‌توان انجام داد:

- با استفاده از یک جعبه شبیه سازی، شکل ۲ (تنها می تواند به حسگرهای مقاومت اعمال شود) را ببینید.
- به ترتیب با استفاده از یک دستگاه تنظیم کننده دما/ترموستات کالیبراسیون یا حمام کالیبراسیون.
- با استفاده از شبیه ساز ورودی/خروجی (به بند ۱۰ مراجعه شود).

۹-۲-۲ روش جعبه شبیه سازی

تجهیزات آزمون شامل یک جعبه شبیه سازی سفارشی ساخته شده، که اجازه شبیه‌سازی هر رخداد مقاومت یک حسگر دمایی را می‌دهد (به شکل ۲ مراجعه شود).



راهنما

الف) سامانه گرمایش خورشیدی
ب) مولتی متر
S سوئیچ چهار قطب
R1 مقاومت
R2 مقاومت

شکل ۲: نمونه ای از یک جعبه شبیه سازی برای آزمون ترموستات تفاضلیترموستات تفاضلی سامانه‌های گرمایش خورشیدی

در شکل ۲، "S" یک سوئیچ چهار قطب را نشان می دهد. مقاومت R1 و R2 در موقعیت نشان داده شده، به واحد کنترل سامانه گرمایش خورشیدی (الف) متصل می شوند. در موقعیت دیگر، به این مقاومت ها به یک مولتی متر (ب) متصل می شوند. مقاومت R1 به گونه ای انتخاب کرده، که پایین ترین مقدار مقاومت در محدوده دمای حسگر اصلی، متصل به ترموستات تفاضلی مورد آزمون بدست آید. R2 پتانسیومتر سیم‌پیچ می‌باشد.

محدوده مقاومت آنها به گونه‌ای انتخاب شده که محدوده دمای همه حسگرهای متصل به ترموستات تفاضلی توسط پتانسیومتر پوشش داده شده است. پتانسیومتر R2 به طور سری به مقاومت R1 وصل می شود. عملکرد ترموستات تفاضلی با اتصال ترموستات تفاضلی به جعبه شبیه سازی و تغییر مقاومت در پایانه های حسگر با توجه به تغییرات درجه حرارت اطراف آن از حسگرهای شبیه سازی شده آزمون شده است.

۹-۲-۳ روش دستگاه تنظیم کننده دما/کالیبراتورهای درجه حرارت و یا حمام کالیبراسیون

تجهیزات آزمون شامل یک دستگاه تنظیم کننده دما، به عنوان مثال توصیف شده در شکل ۱ می‌باشند. روش دیگر، ممکن است از ترموستات کالیبراسیون یا حمام کالیبراسیون استفاده شود. برای آزمون عملکرد اختلافی، حسگرها در تنظیم‌کننده دما دستگاه، کالیبراتور و یا حمام قرار می گیرند. ترموستات با تغییر درجه حرارت در این تجهیزات جانبی آزمون شده است.

۹-۲-۴ رویکرد شبیه ساز خروجی/ ورودی

روش دیگر، استفاده از یک شبیه ساز ورودی/خروجی برای آزمون کنترل‌کننده‌های چند منظوره، همانطور که در بند ۱۰ شرح داده شده است، به شدت برای آزمون ترموستات تفاضلی ساده توصیه می‌شود.

۹-۳ نصب ترموستات تفاضلی و/یا حسگرها

۹-۳-۱ کلیات

به طور کلی، اتصال ترموستات تفاضلی و حسگرها باید با استفاده از سیم‌کشی ارائه شده توسط تولیدکننده یا عرضه کننده نهایی کالا انجام شود. در صورت عدم سیم کشی تحویل داده شده، ترموستات باید به سیم‌کشی وسیله آزمون با استفاده از همان ابعاد که توسط عرضه کننده کالا نهایی برای نصب معمول در نظر گرفته شده است متصل گردد. در صورت عدم سیم‌کشی ارائه شده، پنج متر از کابل برای هر اتصال باید با توجه به الزامات ثبت شده توسط تولیدکننده یا تامین‌کننده نهایی استفاده می‌شود. تمام اتصالات لازم برای کنترل عملکرد آزمون شده باید با حصول اطمینان از تماس الکتریکی کافی وسیله آزمون نصب شده باشد. در مورد دستگاه تنظیم کننده دما و یا کالیبراتور دما/حمام، مهم است مطمئن شوید که تماس‌های حرارتی بین هر حسگر و اطراف آن بخوبی برقرار شده است. هنگام استفاده از دستگاه‌های تنظیم‌کننده دما، کالیبراتورهای دما یا حمام کالیبراسیون، نصب ترموستات تفاضلی و حسگرهای باید مطابق با دستورالعمل کارخانه سازنده باشد.

۹-۳-۲ ترموستات تفاضلی

ترموستات تفاضلی (کنترل‌کننده) به روشی به وسیله آزمون متصل می‌شود، که مقاومت متغیر وسیله آزمون جایگزین حسگرهای درجه حرارت و سیگنال‌های ارائه شده مربوط به ترموستات گردد. نصب ترموستات تفاضلی باید بر اساس دستورالعمل کارخانه سازنده باشد. پایانه ترموستات تفاضلی که به وسیله آزمون وصل نشده باید به حسگرها و یا سایر تجهیزات ورودی/خروجی سیگنال‌های تامین‌کننده مناسب و یا بارهای واقعی و یا از ترموستات تفاضلی متصل شود.

۹-۳-۳ حسگر

حسگرها باید به طور مستقیم به ترمینال های مربوطه ترموستات تفاضلی با سیم های ثابتی که منحصرا تامین کننده نهایی تحویل داده است متصل شوند. اگر حسگرها بدون ارائه شده‌اند برای هر حسگر یک کابل پنج متری مطابق با الزامات مستند شده توسط تامین کننده نهایی باید استفاده شود.

۹-۴ روش آزمون

۹-۴-۱ کلیات

اصولا این روش آزمون همانند روش جعبه شبیه‌سازی و دستگاه تنظیم‌کننده دما، کالیبراتور دما و روش حمام کالیبراسیون است. این روش مبتنی به این واقعیت است که تفاوت دمای حالت های روشن و خاموش برای یک جفت حسگر (برای نمونه یک حسگر کلکتور خورشیدی و یک حسگر مخزن) باید مشخص شود.

در مورد آزمون کنترل‌کننده "چند منظوره"، هر یک از شرایط عملیاتی (شرح داده شده در راهنماهای تولید کننده) به طور جداگانه آزمون می‌شود. از این رو، با توجه به این نوع از کنترل کننده‌های، بند ۱۰ روش بسیار کاربردی‌تر برای آزمون توصیف می‌کند.

۹-۴-۲ روش آزمون، روش جعبه شبیه سازی

کنترل‌کننده اختلافی باید حداقل ۲ ساعت قبل از آزمون به جعبه شبیه‌سازی و به ولتاژ منبع تغذیه الکتریکی متصل شود (به شکل ۲ مراجعه نمایید).

الف) درجه حرارت پایین‌تر (به عنوان مثال " مقاومت حسگر مخزن ") به سطح درجه حرارت مورد نظر تنظیم شود، به عنوان مثال برای حسگر مخزن v_{store} تبدیل مقاومت/ دما ممکن است بر اساس جدول داده‌ها و یا ارتباط مقاومت/درجه حرارت به حسگر انجام شود.

ب) مقاومت در برابر دمای بالاتر (به عنوان مثال "کلکتور مقاومت خورشیدی") تغییر آرامی مطابق با افزایش دما در کلکتور خورشیدی تا زمانی که رله پمپ ترموستات تفاضلی روشن می‌شود. با توجه به ثابت زمانی در حسگرهای واقعی و مدت زمان ترموستات تفاضلی نیاز به اندازه‌گیری و پردازش مقادیر مقاومت تا زمان به روز شدن وضعیت خروجی آن می‌باشد، مراحل مقاومت در مقاومت‌های متغیر می‌تواند به مراحل درجه حرارت در محدوده از ۰٫۱K تا ۱Kمطابقت داشته باشد. فاصله زمانی بین مراحل تغییر مقاومت می‌تواند در حدود ۱۰ ثانیه

باشد اما با توجه به رفتار خاص از تجهیزات کنترل، سازگار شود. اگر، در این راستا، هر گونه عدم قطعیت در مورد رفتار به تجهیزات کنترل وجود دارد، مقدار تغییر مقاومت باید کاهش می‌یابد و/یا فاصله زمانی انتظار طولانی خواهد شد.

ج) مقاومت مربوطه را هنگامی که رله پمپ روشن شده، مشاهده و به "دمای شروع" تبدیل می‌شود. V_{start}

د) مقاومت به درجه حرارت بالا (به عنوان مثال "مقاومت کلکتور خورشیدی") به آرامی متناظر با کاهش دما در یک کلکتور خورشیدی تغییر کرده تا رله پمپ ترموستات تفاضلی خاموش شود. با افزایش درجه حرارت (به بند ج مراجعه شود) مراحل مقاومت ارائه شده توسط مقاومت متغیر باید متناظر با مراحل دما در محدوده ۰٫۱K تا ۱Kباشد. با افزایش دما فاصله زمانی بین مراحل مقاومت باید در حدود ۱۰ ثانیه باشد اما مطابق با رفتار خاص تجهیزات کنترل، (به بند ج مراجعه شود) سازگار می شود. مقاومت مربوطه را هنگامی که رله پمپ خاموش می‌شود مشاهده کرده و تبدیل به "درجه حرارت توقف" می شود. V_{stop}

ه) اختلاف دمای روشن بوسیله V_{start} -V_{stor} محاسبه شده و اختلاف دمای خاموش از طریق V_{stop} -V_{store} محاسبه می شود. تفاوت بین اختلاف دمای روشن و خاموش به عنوان پسماند ترموستات تفاضلی V_{hyst} می‌باشد.

و) برای ترموستات تفاضلی نصب شده برای کنترل حلقه کلکتور، روش باید حداقل با درجه حرارت مخزن مجازی از ۲۰°C، ۴۰°C ، ۶۰ °C و۹۰ °C انجام شود. برای برنامه‌های کاربردی دیگر، محدوده کاری ترموستات باید حداقل به سه مرحله دمای تقسیم شده، تا محدوده کاری پوشش کامل شود.

یادآوری: اگر ولتاژ منبع تغذیه وابسته به کنترل‌کننده مورد آزمون است، برای ادامه آزمون روش توصیف شده در پیوست الف انجام گردد. راه اندازی الکتریکی کامل باید متصل باقی می ماند.

۹-۴-۳ روش آزمون با استفاده از دستگاه های تنظیم کننده دما، کالیبراتورهای دما و حمام کالیبراسیون

الف- دو حسگر دما در دستگاه‌های تنظیم کننده دما جداگانه، کالیبراتورهای دما و یا حمام ها با درجه حرارت برابر قرار داده می شوند. حسگرهای آسیب دیده نباید در معرض تجهیزات و یا حمام ها قرار بگیرند. به عنوان مثال دمای حسگر کلکتور خورشیدی یک کنترل‌کننده حلقه خورشیدی مطابق با افزایش دما در کلکتور خورشیدی تا رله پمپ ترموستات تفاضلی روشن شود به آرامی افزایش می یابد. همچنین در هنگام استفاده از یک جعبه شبیه سازی باید دما گام به گام با تغییرات در محدوده بین ۱Kو ۰٫۱ K تغییر کند. فاصله زمانی بین مراحل تغییر دمای ممکن است تقریبا ۱۰ ثانیه باشد اما مطابق با رفتار خاص تجهیزات کنترل سازگار شود.

ب) دماهای حسگر v_{store} (حسگر مخزن) و v_{start} (حسگر کلکتور) را نیز بخوانید. پس از هر مرحله، صبر کنید تا درجه حرارت در دستگاه های تنظیم کننده دما تثبیت گردد. درجه حرارت به طور مداوم می تواند افزایش یابد، به شرطی که درجه حرارت دستگاه تنظیم کننده دما اندازه‌گیری شده نزدیک به حسگر و افزایش درجه حرارت به اندازه کافی آهسته باشد، به عنوان مثال بیشتر از ۱ K نباشد. اگر، در این راستا، هر گونه عدم اطمینان وجود

دارد با توجه به رفتار به تجهیزات کنترل، مقدار تغییر در دما(ها) باید کاهش یافته و/ یا فاصله زمانی انتظار باید طولانی شود.

ج) درجه حرارت باید مشاهده شود. هنگامی که رله پمپ روشن است، مقادیر دما v_{start} (حسگر کلکتور) و v_{store} (حسگر مخزن) را نیز بخوانید.

د) دمای حسگر کلکتور خورشیدی به آرامی معادل با کاهش دما در کلکتور خورشیدی کاهش می‌یابد تا زمانی که رله پمپ ترموستات تفاضلی خاموش شود. دمای حسگرها v_{start}(حسگر کلکتور) و v_{store} (حسگر مخزن) را نیز بخوانید.

ه) اختلاف دمای روشن بوسیله v_{start} - v_{store} محاسبه شده و اختلاف دمای خاموش از طریقv_{stop}-v_{store} محاسبه می شود. تفاوت بین اختلاف دمای روشن و خاموش به عنوان پسماند v_{hyst} ترموستات تفاضلی می‌باشد.

و) برای ترموستات تفاضلی نصب شده برای کنترل حلقه کلکتور، روش باید حداقل با درجه حرارت مخزن مجازی از ۲۰°C ، ۲۰°C ، ۶۰ °C و ۹۰ °C انجام شود. برای برنامه های کاربردی دیگر، محدوده کاری ترموستات باید حداقل به سه مرحله دمای تقسیم شده، تا محدوده کاری پوشش کامل شود.

یادآوری- اگر ولتاژ منبع تغذیه وابسته به کنترل‌کننده مورد آزمون است، برای ادامه آزمون روش توصیف شده در پیوست الف انجام گردد. راه اندازی الکتریکی کامل باید متصل باقی می‌ماند.

۱۰ آزمون عملکرد کنترل‌کننده های چند منظوره

۱۰-۱ کلیات

هدف از این مورد توصیف یک روش آزمون برای به اصطلاح کنترل کننده "چند منظوره" می‌باشد. با توجه به استراتژی‌های کنترل به طور فزاینده پیچیده، کنترل کننده‌های چند منظوره جایگزین ترموستات تفاضلی ساده است. به علاوه تعیین پارامترهای کنترل به منظور بررسی کارکرد کنترل کننده و تجهیزات آن، پارامترهای به دست آمده و رفتار مشاهده شده را می‌توان برای شبیه سازی سامانه های عددی، به عنوان مثال مورد استفاده برای انجام پیش بینی عملکرد طولانی مدت (LTP[1]). استفاده از یک جعبه شبیه سازی و یا تنظیم کننده دما دستگاه، کالیبراتورهای دما یا حمام برای آزمون کنترل کننده چند منظوره با توجه به بند ۹ منجر به محدودیت خواهد شد که هر موقعیت عملیاتی را به طور جداگانه آزمون شود. اگر چه آزمون جداگانه در اصل امکان‌پذیر است، ولی در عمل، تنها تا زمانی ممکن است که ویژگی‌های نمونه کنترل‌کننده چند منظوره، دست نخورده باقی بماند. به ویژه به دلیل فعل و انفعالات بین الگوریتم‌های کنترل در کنترل کننده، جعبه‌های شبیه‌سازی و همچنین انواع دستگاه‌های تنظیم کننده دما که مناسب بیشتر کنترل‌کننده چند منظوره رایج نیست، در نتیجه، وسیله آزمون و روش آزمون زیر توضیح داده شده به شدت برای همه انواع کنترل کننده چند منظوره توصیه

1- Long-Term Performance

می‌شود. علاوه بر این، آنها برای همه ترموستات‌های اختلافی رایج، ساده و پیشرفته توصیه می‌شود. در همه موارد، روش آزمون دقیق و ساده برای استفاده می‌باشد. در میان مدت می توان انتظار داشت که روش آزمون برای کنترل‌کننده‌های چند منظوره جایگزین استفاده از جعبه‌های شبیه‌سازی، دستگاه‌های تنظیم کننده دما، کالیبراتورهای دما و حمام گردد.

یادآوری: بعلاوه، آیتم اختیاری به منظور بررسی این است، در صورتی که ولتاژ منبع تغذیه الکتریکی بیشتر و کمتر از مقدار نامی آن باشد، عملکرد و بهره برداری از کنترل‌کننده ها و تجهیزات کنترل بدون تغییر باقی می ماند. روش آزمون مربوطه در پیوست الف شرح داده شده است.

۱۰-۲ آزمون کنترل‌کننده چند منظوره

آزمون عملکرد یک کنترل کننده چند منظوره باید در شرایط عملیاتی مختلف با انجام شبیه سازی سامانه گرمایش خورشیدی قرار داده شده در موقعیت های مختلف از جمله سامانه‌های متغییر و درجه حرارت محیط، تابش خورشید، و غیره انجام گردد.

هدف باید آزمون یک کنترل‌کننده چند منظوره که تا حد امکان نزدیک به شیوه‌های بهره برداری یک سامانه واقعی باشد.

برای این منظور، وسیله و روش آزمون باید قادر به بهره‌برداری کنترل‌کننده در شرایط مشابه شرایط واقعی باشند. ورودی و خروجی هایی کنترل‌کننده باید به یک دستگاه کپی از تمام نقاط اتصال یک سامانه واقعی متصل باشند.

در این راستا، وسیله آزمون باید قادر به جایگزینی و شبیه سازی حسگرها و سیگنال های حسگر برای انتقال سیگنال به کنترل‌کننده مورد آزمون باشد. به طور همزمان، آن تمام پاسخ های کنترل‌کننده تحت آزمون، به عنوان مثال کلیدزنی پمپ و یا شیر آلات را ثبت کند.

ورودی‌ها به/خروجی‌ها از کنترل کننده چند منظوره مورد آزمون باید بررسی و در یک فایل داده ذخیره شده شوند.

۱۰-۳ مالکیت معنوی تولید کننده

به عنوان جایگزین، در مورد جایی که تولید کننده الگوریتم های کنترل لازم برای انجام پیش بینی عملکرد طولانی مدت (LTP[1]) فراهم ندارد، با توجه به مالکیت فکری تولید کننده یکی از روش های زیر باید انجام گردد:

الف- استفاده از کنترل‌کننده اختلافی استاندارد برای پیش بینی بلند مدت عملکرد (LTP) و مطمئن شوید که کنترل‌کننده واقعی به کارایی سامانه‌های پایین‌تر منجر نمی‌شود. یا

1 - Long -Term Performance

ب- ارائه یک ابزار نرم افزار برای LTP شده توسط تولید کننده و مقایسه رفتار پیش بینی شده توسط ابزار نرم‌افزار با رفتار کنترل‌کننده واقعی.

۱۰-۴ وسیله آزمون برای آزمون کنترل‌کننده چند منظوره

۱۰-۴-۱ کلیات

به طور کلی، یک وسیله برای آزمون کنترل‌کننده چند منظوره اجزای آن باید شامل:

- حسگرهای جایگزین (به عنوان مثال حسگرهای دما)، به عنوان مثال توسط مقاومت‌های متغیر؛
- ایجاد مقادیر مقاومت متغیر (و یا سیگنال های دیگر) به عنوان ورودی برای کنترل‌کننده؛
- ارائه (برنامه ریزی شده) مشخصات ورودی (به عنوان مثال دما) به پایانه های حسگر در یک کنترل‌کننده؛
- خواندن و ثبت مشخصات ورودی منتقل شده به کنترل‌کننده مورد آزمون؛
- به طور همزمان خواندن و ثبت پاسخ کنترل‌کننده تحت آزمون؛

تنظیم دستی تمام ورودی های کنترل‌کننده باید امکان پذیر باشد.

۱۰-۴-۲ الزامات مورد نیاز برای شبیه سازی حسگرهای دما

در حال حاضر، دما رایج‌ترین معیار برای کنترل انواع سامانه‌های گرمایش خورشیدی می‌باشد. به این دلیل، بسته به ترتیب آزمون و تجهیزات کنترل، وسیله آزمون مقادیر مقاومت متغیر به عنوان ورودی برای کنترل کننده ارائه می‌دهد. جهت اداره مناسب رایج‌ترین حسگرهای دما ، به عنوان مثال Pt۱۰۰ ، Pt ۵۰۰ و Pt۱ ۰۰۰ و همچنین بسیاری دیگر از حسگرهای معمول PTC[1] و NTC[2]، محدوده قابل تنظیم از ۸۰Ω تا ۱۰ kΩ باید در دسترس باشد. برای سیگنال‌های جایگزین مانند ولتاژ یا جریان که توسط انواع مختلفی از حسگرها ارائه شده، وسیله آزمون باید سازگار باشند.

۱۰-۴-۳ الزامات برای ثبت پاسخ کنترل‌کننده

برای تعویض پمپ‌ها، شیرها یا دیگر محرک‌ها، کنترل‌کننده چند منظوره جریان متناوب (AC) ۲۳۰ V به طور معمول بکار می‌رود. وسیله آزمون باید برای ثبت خروجی‌های آن طراحی شده باشد. در مورد سیگنال‌های خروجی غیر معمول، دستگاه‌های مناسب و رابط (به عنوان مثال رله ها) به آن اضافه شود.

برای هر مرحله مشخصات ورودی (درجه حرارت) که به کنترل‌کننده منتقل شده، وضعیت تمام خروجی‌ها اینکه آیا فعال و یا غیر فعال هستند شناسایی و ثبت شوند. برای پردازش داده‌ها و با هدف ارزیابی، ورودی‌های کنترل‌کننده و پاسخ مربوطه باید به طور همزمان در یک فایل داده ذخیره گردد.

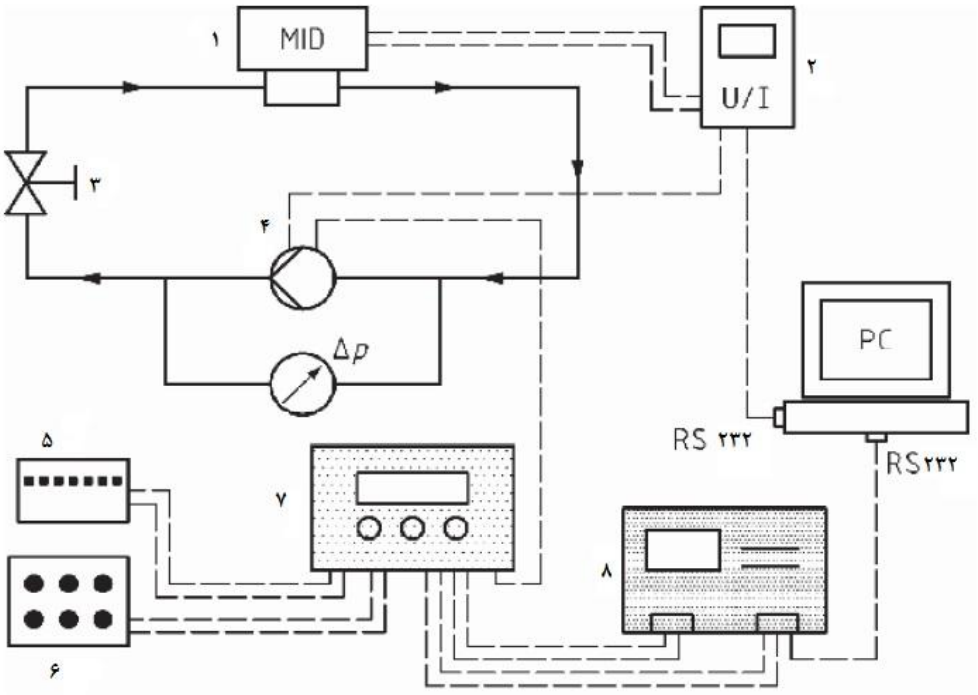
1 -Positive Temperature Coefficient
2 - Negative Temperature Coefficient

در صورتی که کنترل کننده دارای خروجی های خاصی، به عنوان مثال مناسب برای ایجاد جریان/گـردش متغیـر انبوه با استفاده از پالس پمپ گردش است، یک پمپ نصب شده در مدار هیدرولیک باید به این خروجـی خـاص متصل شود. برای تنظیم افت فشار در مدار شیر دریچه گاز و جریان سنج باید نصب شده باشـند. اجـزای اضـافی ممکن است لازم باشد (شکل ۳) بسته به آزمون بخصوص، باید سیگنال جریـان سـنج همـراه بـا ترتیـب تمـامی آزمون ثبت و ذخیره شود. مصرف انرژی پمپ باید ثبت شود.

۱۰-۴-۴ وسیله آزمون با شبیه ساز ورودی/خروجی

در ادامه، یک وسیله آزمون شامل شبیه ساز ورودی/خروجی شرح داده شده است. بخش مرکزی در وسیله آزمون به طور عمده از شبیه ساز ورودی/خروجی که به طور مستقیم به حسگر و پایانه های خروجی کنترل کننده مورد آزمون متصل می شود، تشکیل شده است. برای اجرای وسیله و به منظور ارتباط، شبیه ساز به یک رایانـه محـل آزمون متصل نیز هست. رایانه مشخصات ورودی(به عنوان مثال مقادیر مقاومت به دما) از طریق شبیه ساز پایانه های حسگر مربوط به کنترل‌کننده را فراهم می‌کند. در همان زمان، شبیه‌ساز پاسخ را از کنترل‌کننده بـه رایانـه انتقال می دهد. مشخصات ورودی، پاسخ کنترل‌کننده و داده های اضافی، به عنوان مثال جریان‌سنج (شکل ۳) به طور همزمان ثبت و در یک فایل داده ذخیره می‌شوند.

برای آزمون کنترل‌کننده چند منظوره، وسیله آزمون از جمله شبیه ساز ورودی/خروجی به شدت توصیه می‌شود.



راهنما:

۱- جریان سنج
۲ دستگاه اندازه‌گیری
۳ سوپاپ دریچه گاز
۴- پمپ
۵- محفظه حسگر
۶- بورد مقاومت
۷- کنترل مورد آزمون در
۸- شبیه ساز ورودی / خروجی

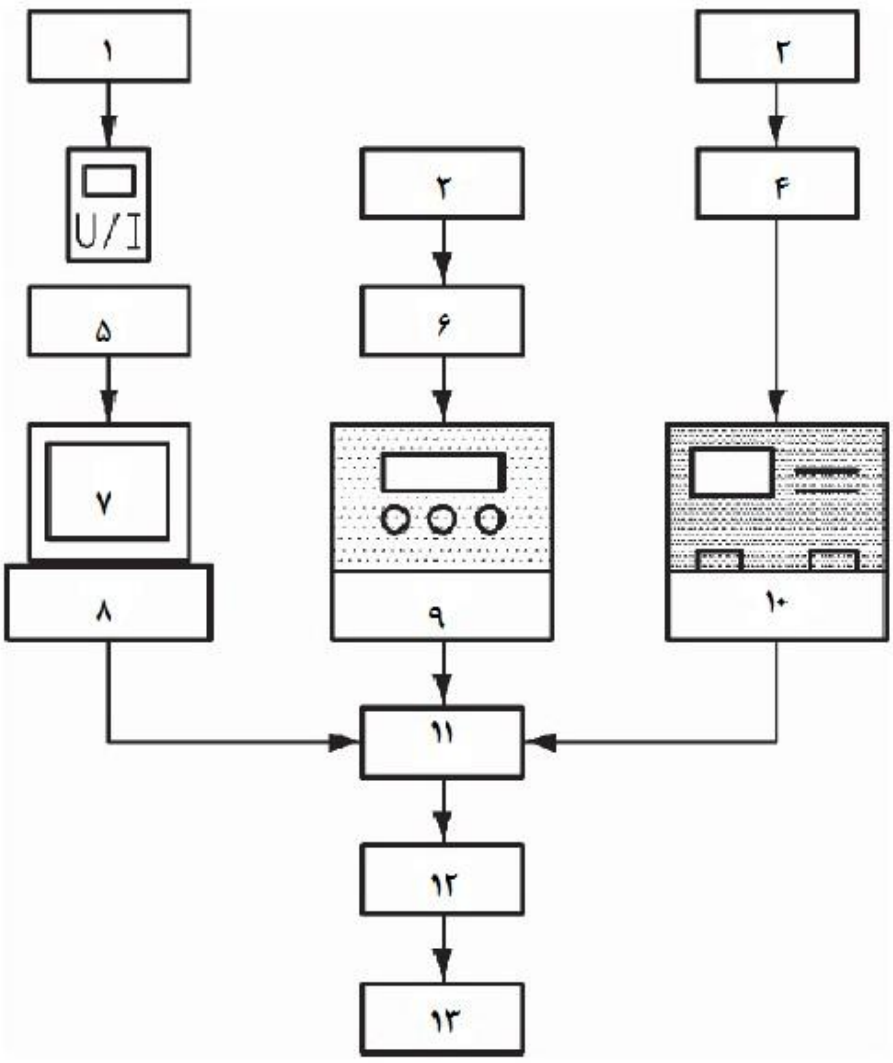
شکل ۳- طرح کلی از یک وسیله آزمون کنترل‌کننده شامل شبیه ساز ورودی/ خروجی

مدار هیدرولیک باید با آب پر شود، اما مایعات دیگر ممکن است استفاده شود. افت فشار در مدار هیدرولیکی مطابق با افت فشار مورد نیاز، به عنوان مثال در یک حلقه کلکتور قابل تنظیم است. به منظور بررسی تاثیر الگوریتم های کنترل خاص برای کارکرد یک پمپ، مصرف برق پمپ می تواند ثبت شود.

۱۰-۵ مراحل اولیه هنگام استفاده از وسیله آزمون ارائه شده با شبیه ساز ورودی/خروجی

۱۰-۵-۱ کلیات

هدف از این بند توصیف مراحل مهم اولیه برای آزمون کنترل‌کننده چند منظوره با استفاده از شبیه‌ساز ورودی/خروجی است. بسته به وسیله آزمون، مراحل منفرد ممکن است کمی متفاوت باشد. جدا از توالی آزمون، که از مشخصات ورودی‌های مختلف ارائه شده توسط رایانه سایت آزمون شامل، مراحل اولیه قبل از استفاده از شبیه ساز ورودی/خروجی به صورت شماتیک در شکل ۴ توضیح داده شد.



راهنما:

۱- انطباق دستگاه اندازه‌گیری
۲- انطباق شبیه ساز
۳- سیم کشی کنترل‌کننده
۴- سیم کشی شبیه ساز
۵- برنامه آزمون توالی
۶- مجموعه پارامترهای کنترل‌کننده
۷- صفحه نمایش
۸- رایانه
۹- کنترل‌کننده
۱۰- شبیه ساز
۱۱- کالیبراسیون
۱۲- توالی اجرا آزمون
۱۳- پردازش و ارزیابی داده ها

شکل ۴- نمودار مراحل در هنگام استفاده از دستگاه آزمون ارائه شده با شبیه ساز ورودی/خروجی با توجه به شکل ۳

۱۰-۵-۲ انطباق با شبیه ساز ورودی/خروجی و دستگاه های اندازه‌گیری/ آزمون

با توجه به خصوصیات کنترل‌کننده مورد آزمون به ترتیب با وسیله آزمون انطباق داه شود. در رابطه با مقادیر مقاومت هستند که توسط حسگرهای اصلی (درجه حرارت) در محدوده عملیاتی مشخص ارائه شده، در ابتدا محدوده عملیاتی مقاومت متغیر شبیه ساز ورودی / خروجی تنظیم شود. در اغلب موارد، برای آزمون یک کنترل‌کننده چند منظوره رایج، یک شبیه‌ساز با پایانه دارای چهار ورودی و خروجی مطابق با نیازها فراهم گردد. در صورت لزوم، به عنوان مثال با توجه به الگوریتم یا ویژگی های خاص دستگاه های مخصوص بررسی شود، مانند پمپ ها وشیرها که ممکن است متصل شده باشند.

۱۰-۵-۳ سیم کشی کنترل‌کننده، شبیه ساز ورودی/خروجی و رایانه سایت آزمون

همه خروجی‌های مربوط به کنترل کننده مورد آزمون باید به ترمینال متناظر با شبیه ساز متصل شود. دستگاه های اندازه گیری اختیاری ممکن است به طور مستقیم به رایانه متصل شوند. پس از آن، "مقاومت های حسگر" در شبیه ساز باید به پایانه‌های حسگرهای دما در کنترل‌کننده متصل شود. در مرحله بعد تمام دستگاه های جانبی (به عنوان مثال برای اندازه‌گیری مصرف انرژی پمپ ها) و حسگرها متصل می شوند. در نهایت، شبیه ساز، دستگاه های جانبی و کنترل‌کننده به ولتاژ منبع تغذیه الکتریکی متصل می شود.

تمامی اتصالات لازم برای آزمون کنترل‌کننده چند منظوره باید به وسیله آزمون اطمینان از تماس با برق کافی نصب شده باشد. در مورد دستگاه های جانبی تمپرینگ و یا کالیبراتور دما/حمام، تماس حرارتی بین هر حسگر و اطراف آن است به خوبی برقرار شده است. هنگام استفاده از دستگاه تمپرینگ، کالیبراتورهای دما و یا حمام کالیبراسیون نصب ترموستات تفاضلی و حسگرها باید مطابق با دستورالعمل سازنده باشد. به طور کلی، نباید الزامات مربوط به سیم کشی و مشخصات کابل های موجود در دستورالعمل سازنده نادیده گرفته شود. همه پایانه های حسگر در کنترل کننده باید مطابق با دستورالعمل های نصب مورد استفاده قرار گیرد و باید با مقادیر واقعی ارائه شود. اگر یک "مقاومت حسگر" در شبیه ساز پر نشده، مقاومت های جانبی با مقادیر ثابت یا متغیر باید متصل شود. در روش دیگر، حسگرهای واقعی ممکن است استفاده شود. در حالی که اتصال حسگرهای واقعی، باید با توجه به این واقعیت باشد که سیگنال های حسگرها ممکن است با شرایط پیرامون وسیله آزمون تغییر کند. تغییرات سیگنال حسگرها ممکن است رفتار حسگرهای کنترل‌کننده را تحت تاثیر قرار دهند. به عنوان یک گزینه مناسب برای حسگرهای واقعی، مقاومت ثابت و یا متغیر متصل به پایانه های حسگر که توسط شبیه ساز پر نشده قادر به هر گونه تعدیل دمای جانبی ورودی ، به عنوان مثال دمای یک فضای بسته یا فضای باز می‌سازد.

برای اطمینان از شرایط پایدار در طی توالی‌های آزمون کنترل‌کننده و راه‌اندازی کامل باید حداقل ۶ ساعت قبل از اجرای آزمون آغاز شده و باید در طی وقفه ها و بین آزمون های مختلف روشن باقی بماند.

۱۰-۵-۴ تنظیم پارامترهای کنترل‌کننده

تمام پارامترها و تنظیمات کنترل کننده بایستی مطابق با دستورالعمل کارخانه سازنده و یا در حدود توالی آزمون تنظیم شود. برای آزمون های مشترک، تنظیمات پارامتر مشخص شده در مدارک و یا اعلام شده توسط سازنده استفاده شود. اگر پارامتری مشخص نیست، مقادیر پیش فرض ممکن است باقی بماند. برای تحقیقات خاص، تنظیمات ممکن است با توجه به مشخصات به طور خاص تنظیم شوند. هر تنظیمی از پارامترها به همراه توالی آزمون (به عنوان مثال مشخصات دما) و پاسخ‌های کنترل‌کننده ثبت شود.

۱۰-۵-۵ کالیبراسیون شبیه ساز ورودی/خروجی

قبل از شروع آزمون، مقاومت متغیر شبیه ساز همراه با راه اندازی کلی، بایستی کنترل کننده خاص مورد آزمون کالیبره شود. هدف از این مورد، تنظیم آزمون راه اندازی ویژگی های تجهیزات کنترل است. در یک روش کالیبراسیون، محدوده عملیاتی و سیگنال های خروجی در شبیه ساز باید بسته به الزامات تجهیزات کنترل تحت آزمون وفق داده شود. در اصل، روش کالیبراسیون بسته به اجزای آزمون های خاص راه اندازی و شبیه ساز ورودی/خروجی است. با این حال، در موارد زیر به عنوان مثال کالیبراسیون وسیله آزمون داده شده در شکل ۳، همراه با یک کنترل‌کننده چند منظوره رایج شرح داده شده است.

الف) محدوده مقاومت هر یک از حسگر ها توسط دو پتانسیومتر عملیاتی قابل تنظیم است. بسته به نوع حسگر، ضریب حرارتی، چه مثبت (PTC) یا منفی (NTC) شبیه سازی شوند، یک پتانسیومتر تعیین کننده سطح مطلق و دیگری محدوده عملیاتی هر حسگر خاص را تعیین می کند. در محدوده تعریف شده، مدارهای الکترونیکی قادر به شبیه سازی هر مقدار مقاومت می باشند.

ب) برای هر مرحله، مقدار درجه حرارت در یک توالی آزمون، نرم افزار کسری متناظر از مقدار نهایی محدوده مقاومت فراهم می کند. برای کالیبره سیگنال های کنترل از PC[1] به هر مقاومت خاص، شبیه ساز از طریق محدوده درجه حرارت کامل هر حسگر مربوطه در راهنمای کاربری هدایت می شود. درجه حرارت متناظر نمایش داده شده توسط کنترل‌کننده رصد می شود. همراه با تنظیمات شبیه ساز، آنها در یک فایل داده ذخیره می شوند. به طور معمول، فواصل زمانی تقسیم بندی محدوده دما به گام های هر ٪۱۰ کافی است. برای لحاظ کردن اثرات پسماند، کالیبراسیون معمول دو بار با افزایش و کاهش مقادیر انجام گردد.

پ) با استفاده از رگرسیون چند جمله ای (به عنوان مثال درجه سه)، ثابت مورد نیاز برای انطباق با مقادیر PC راه اندازی واقعی از کنترل‌کننده و شبیه ساز تعیین می شود.

ت) ثابت های گرفته شده در بالا در نرم افزار مربوطه و برنامه اندازه‌گیری هستند.

[1] - Personal Computer

۱۰-۶ روش آزمون

۱۰-۶-۱ کلیات

برای آزمون یک ویژگی خاص از یک کنترل کننده، مجموعه ای از مقادیر درجه حرارت متوالی، موسوم به مشخصات دما ، باید برای همه حسگر های مورد نیاز مشخص شود و ترتیب ارائه شده برای آزمون کنترل کننده های تحت آزمون اجرا شود. مشخصات گام های زمانی و میزان تغییر دمای مربوطه تعریف شده است. حداقل فاصله زمانی بین دو تغییر در یک سیگنال بعنوان ورودی کنترل کننده وابسته به ثابت زمانی حسگرهای خاص و فاصله زمانی کنترل‌کننده به اندازه‌گیری و پردازش مقادیر و به روزرسانی وضعیت خروجی آن نیاز دارد. فاصله زمانی بین مراحل تغییر مقاومت می تواند در حدود ۱۰ ثانیه باشد، اما مطابق با رفتار خاص در تجهیزات کنترل، سازگار شود. اگر، در این راستا، هر گونه عدم قطعیت در مورد رفتار تجهیزات کنترل وجود دارد، مقدار تغییر مقاومت (درجه حرارت) باید کاهش و/ یا فاصله زمانی انتظار باید افزایش یابد.

یادآوری: معمولا به دلیل اینکه تغییرات درجه حرارت شبیه سازی شده کوچک می باشند، مراحل زمانی برای تغییر درجه حرارت (مقادیر مقاومت) و نظارت بر پاسخ های کنترل کننده در محدوده ۵ ثانیه تا ۱۰ ثانیه می‌باشد. به جز برای تحقیقات خاص، مراحل مقاومت موقتا در محدوده مربوط به مراحل دما ۰٫۱ K تا ۱ K می باشد.

اگر ولتاژ منبع تغذیه الکتریکی به کنترل‌کننده مورد آزمون وابستگی دارد، پس از اتمام هر مرحله، ولتاژ اسمی منبع تغذیه الکتریکی برای انجام آزمون شرح داده شده در پیوست الف، توصیه می‌شود. راه‌اندازی کامل باید به منبع تغذیه متصل شده باقی بماند.

۱۰-۶-۲ توالی آزمون

با توجه به تعداد زیادی از کارکردهای زیادی که ممکن است در یک کنترل‌کننده چند منظوره باشد، آزمون اکثر کنترل‌کننده‌ها در توالی آزمون منفرد تحت پوشش به هر یک از ویژگی های خاص تقسیم می شود. در جدول ۱۴، برخی از رایج ترین الگوریتم‌های کنترل و توالی آزمون مربوطه برای کنترل‌کننده چند منظوره همراه با شرح کوتاهی ذکر شده است. کارکردهای کنترل‌کننده بر اساس الگوریتم های مشابه ممکن است بر این اساس آزمون شوند. به طور کلی، الگوریتم‌های آزمون به کنترل‌کننده خاص و هدف از آزمون بستگی دارد.

جدول ۱۴- نمونه هایی از الگوریتم های کنترل و توالی آزمون مربوطه برای کنترل‌کننده چند منظوره

الگوریتمی که باید آزمون شود	مشخصات دمای فراهم شده برای کنترل‌کننده، توضیح
وضعیت پمپ حلقه خورشیدی بسته به اختلاف دما بین کلکتور و مخزن الگوریتم ویژه کنترل سرعت چرخش پمپ (ها) برای تنظیم جریان/گردش حجم با توجه به شرایط مختلف ، به عنوان مثال در سامانه جریان همسان	برای دماهای مختلف مخزن، مثلا هر ۱۰ درجه سلسیوس و بر اساس محدوده دما تعیین شده، مقدار درجه حرارت کلکتور افزایش یافته تا گردش پمپ شروع شده و کاهش می یابد تا پمپ متوقف شود. در صورت تغییر نرخ حجم جریان/ گردش ، این کمیت باید بطور مداوم اندازه‌گیری گردد.
تنظیم نرخ جریان/گردش مطابق با دما و / یا افت فشار ، با استفاده از پمپ های برقی	مطابق با مشخصات دما و فشار مختلف افت در مدار هیدرولیک، تغییرات سرعت چرخش پمپ و نرخ حجم جریان / گردش که دارند باید بررسی شود. مقادیر دما ممکن است متفاوت باشند، به عنوان مثال هر $10\ ^{\circ}C$ و با توجه به محدوده دما مشخص می شوند. با توجه به انطباق با افت فشار های مختلف در یک مدار هیدرولیک، یک توالی آزمون با دریچه های مختلف باید استفاده شود. شرایط هیدرولیکی و نرخ حجم جریان / گردش باید به طور مداوم تحت نظارت باشد.
تعویض شیرها	مقادیر دمای مربوطه افزایش و کاهش یافته تا زمانی که شیرها تعویض شوند. نظارت مداوم بر تمام دماهای مربوطه و پاسخ کنترل‌کننده.
تنظیم مخلوط کن جریان و برگشت دهنده جریان	مقادیر دما مخلوط کن جریان آزمون از جریان ورودی جاری شده متفاوت است، به عنوان مثال در مراحل $5\ K$ تا $10\ K$. درجه حرارت حاصله، جریان مخلوط باید نظارت شود. برای جریان برگشتی نرخ حجم جریان جریان خروجی از دستگاه باید نظارت شود.
عملکرد ترموستات برای گرم‌کن‌های جانبی، به عنوان مثال برای آماده سازی آب گرم مصرفی و/ یا گرمایش محیط	برای دماهای مختلف تنظیم نقطه‌ای، مقدار دمای حسگر های مربوطه کاهش و افزایش می یابد تا زمانی که گرم‌کن کمکی به ترتیب فعال یا از غیرفعال باشد. نظارت مداوم بر تمام دماهای مربوطه و پاسخ کنترل‌کننده.
دمایتنظیم نقطه‌ای مخزن و یا حلقه گرمایش محیط بستگی دارد به دمای فضای باز	مقدار درجه حرارت متناظر (مخزن) حسگر کاهش و افزایش می یابد تا زمانی که به ترتیب گرم‌کن کمکی فعال یا غیر فعال باشد. حرکت باید برای دماهای مختلف در فضای باز، به عنوان مثال مراحل $-15\ ^{\circ}C$ تا $+15\ ^{\circ}C$ در مراحل $5\ K$ نظارت شود.
گردش آب داغ کنترل شده بوسیله زمان سنج و حسگر دمایی	با توجه به عملکرد زمان و درجه حرارت تنظیم نقطه ای، مقدار دمای مربوطه کاهش و افزایش می یابد و تا زمانی که پمپ شروع به کار و یا متوقف می شود. نظارت مداوم بر تمام دماهای مربوطه و پاسخ کنترل‌کننده.

در هر صورت، توان مصرفی تجهیزات کنترل باید تحت شرایط عملیاتی معمولی و در طول آماده به کار بودن اندازه‌گیری شود. اگر تجهیزات کنترل ولتاژ برای آندهای الکتریکی فراهم می کند ، ولتاژ و مصرف توان باید اندازه‌گیری شود.

به طور کلی، درحالت که بررسی سوئیچینگ ناشی از سیگنال های دما، مراحل دمای حسگر(ها) نزدیک به یک نقطه سوئیچینگ نباید بیشتر از ۱k باشد. ثابت های زمانی حسگرها و فاصله زمانی کنترل‌کننده نیاز به اندازه‌گیری و پردازش سیگنال های حسگر داشته، و همچنین به روز رسانی وضعیت خروجی های آن، باید در نظر گرفته شود. هنگام بررسی سیگنال های دیگر (به عنوان مثال توسط یک حسگر تابش ارائه شده)، روش‌های مناسب فراهم شود.

۱۰-۷ جمع آوری و پردازش داده ها

۱۰-۷-۱ کلیات

برای آزمون کنترل کننده چند منظوره و همچنین در مورد استفاده از یک شبیه ساز ورودی/خروجی برای آزمون ترموستات تفاضلی، همه پردازش داده ها پس از مرحله آزمون صورت می گیرد. با توجه به این، نظارت و ضبط هر مرحله آزمون شامل تمام داده های مربوطه آن الزامی می باشد.

۱۰-۷-۲ جمع‌آوری داده ها

ثبت ورودی ها به کنترل کننده تحت آزمون باید شامل تمام اطلاعات و سیگنال های ارائه شده شبیه ساز ورودی/خروجی به کنترل‌کننده باشد. ثبت خروجی‌ها باید شامل تمام اطلاعات ترمینال در کنترل‌کننده فعال (به عنوان مثال ON = 1) یا غیر فعال (به عنوان مثال OFF = 0) باشد. همچنین نرخ جریان/گردش، مصرف برق و اندازه‌گیرهای مکمل ذخیره می شوند.

ثبت کردن مرحله آزمون باید شامل:

- یک سر صفحه با اطلاعات کلی در مورد قطعات مورد آزمون، وسیله آزمون راه اندازی، نوع ترتیب آزمون ، تنظیمات و ویژگی ترتیب آزمون و توضیح نمادها و اختصارات در فایل داده.
- تاریخ و زمان ترتیب آزمون.

داده و قالب فایل:

- ترتیب آزمون (مشخصات) و داده های اندازه‌گیری شده باید در ستون ها ذخیره شوند.
- ستون اول باید شامل تعداد فعلی مجموعه داده در دنباله
- مرحله زمانی و زمان کنونی باید در هر خط ذخیره شوند
- داده ها باید در قالب ASCII ، هر مرحله زمان در یک خط جداگانه ذخیره شود.

در صورت امکان، تمام داده های یک ترتیب آزمون، از جمله ورودی های و خروجی های (پاسخ) کنترل کننده مورد آزمون باید در یک فایل داده مشترک ذخیره شود.

برای بررسی درستی در طول یک آزمون توصیه می شود تمام دستورات واقعی کنترل و داده ذخیره شده بر روی فایل داده بر روی یک صفحه نمایش نشان داده شوند.

۱۰-۷-۳ پردازش داده

مشخصات و پاسخ ورودی (درجه حرارت) از کنترل‌کننده باید با استفاده از برنامه‌های صفحه گسترده و ابزار گرافیکی پردازش شود. هنگام سوئیچ خروجی‌ها از غیر فعال به فعال، مقدار(مقادیر) حسگر(های) مربوطه، اختلاف درجه حرارت روشن تعریف می‌گردد. هنگام سوئیچ خروجی‌ها از فعال به غیر فعال، مقدار (مقادیر) حسگر(های) مربوطه، اختلاف درجه حرارت خاموش تعریف می‌گردد. تفاوت بین اختلاف دمای روشن و خاموش به عنوان پسماند از الگوریتم کنترل تعریف شده است.

محاسبه اختلاف درجه حرارت از داده های اندازه‌گیری شده و طرح نتایج همراه با پاسخ مربوطه از کنترل‌کننده، منجر به کشف رفتار کنترل‌کننده واقعی و همچنین از اثرات غیر طبیعی می‌گردد.

علاوه بر آن مقادیر خاصی از اختلاف دمای، تنظیم نقطه‌ای و دمای حد آستانه معیارهایی برای خروجی‌های فعال یا غیر فعال می‌باشند. پردازش و تفسیر داده ها، هر چند نقطه سوئیچینگ نزدیک باشد با مقادیر افزایشی یا کاهشی سیگنال‌های حسگر ، باید مورد توجه قرار بگیرد. با توجه به این، اثرات پسماند همیشه باید مورد بررسی قرار گیرد.

۱۱ آزمون محرک ها و تجهیزات کنترل جانبی

۱۱-۱ کلیات

عملکرد پمپ ها، شیرها و دیگر محرک ها و همچنین اجزای جانبی (به عنوان مثال آندهای الکتریکی) ممکن است بوسیله بازرسی چشمی در حالی که دستگاه فعال و یا غیر فعال باشد، آزمون شده باشند. برای آندهای الکتریکی، ولتاژ بین آند و مخزن باید اندازه‌گیری شود.

یادآوری: در مجموع مصرف انرژی الکتریکی آندها ثابت است.

۱۱-۲ تعیین مصرف توان الکتریکی محرک ها و اجزای جانبی

برای پمپ‌ها، شیرها و محرک های دیگر و همچنین اجزای جانبی (به عنوان مثال آندهای الکتریکی) مصرف انرژی ممکن است بر اساس اطلاعات ارائه شده با محصولات توسط تولید کننده یا تامین کننده نهایی (به عنوان مثال صفحه اطلاعات) محاسبه شود. به صورت اختیاری مصرف انرژی برای شرایط عملیاتی معمولی ممکن است اندازه‌گیری شده باشد. مرجع داده مورد استفاده در این گزارش باید به روشنی بیان گردد.

۱۱-۳ اندازه‌گیری توان الکتریکی پمپ با تغییر مصرف انرژی

در مورد کنترل‌کننده سرعت پمپ (ها) و یا پالس پمپ (ها) متغیر است، بررسی تاثیر بر روی مصرف انرژی الکتریکی، برای ایجاد نرخ های مختلف حجم جریان/گردش توان الکتریکی لازم، باید اندازه‌گیری شود. نیروی

برق باید در شروع با حد اکثر قدرت پمپ (ها) اندازه گیری شود. پس از آن، اگر لازم شد، سیگنال باعث کاهش سرعت و یا کاهش نرخ پالس حرکت پمپ (ها) شود و تغییر گام به گام به گونه ای که مقدار اسمی سرعت پمپ ٪۲۰ در هر مرحله کاهش یابد. به موازات این، سیگنال پمپ (ها)، مصرف انرژی و نرخ حجم جریان/ گردش باید بررسی شود.

۱۲ مدارک

۱-۱۲ کلیات

مدارک فنی برای توصیف طبقه بندی تجهیزات کنترل باید شامل اطلاعات شرح داده شده در بندهای ۱۲-۲ تا ۱۲-۵ باشد.

توصیه می‌شود مدارک به زبان (های) رسمی کشورهای خریدار نوشته شده باشد.

۲-۱۲ اطلاعات عمومی

الف) همه پیکربندی‌های سامانه پیشنهادی شامل طرح های هیدرولیک مربوطه و کنترل و خصوصیات که کاربر را به درک حالات عملیاتی سامانه قادر نماید.

ب) لیست تمام قطعات شامل پیکربندی های سامانه فوق، با ارجاع کامل به ابعاد و نوع. شناسایی اجزای ذکر شده باید آسان و بدون ابهام باشد.

یادآوری: قطعات، قسمتی که ارائه نشده است، ولی برای بهره برداری سامانه لازم است ، باید مشخص شود.

پ) ارجاع به گزارش های آزمون و برچسب زدن به تجهیزات کنترل.

۳-۱۲ نشانه گذاری

الف) نام تولید کننده برای تمامی تجهیزات کنترل؛

ب) نشانه (ها) مدل برای همه تجهیزات کنترل؛

پ) شماره(های) ساخت و/یا شماره سریال برای همه تجهیزات کنترل؛

ت) تاریخ (های) ساخت برای همه تجهیزات کنترل، ممکن است شامل شماره (های) ساخت و / یا شماره (های) سریال باشد؛

ث) توان الکتریکی قطعات تجهیزات کنترل.

ج) محافظت در زمان درجه حرارت بالا و/یا یخزدگی (آسیب) وابسته به منبع تغذیه پیوسته یا حالات کارکرد خاص تجهیزات کنترل، باید به وضوح در مدارک بیان شده و، علاوه بر این، باید به وضوح بر روی سامانه مشخص شود. در این صورت، اگر همچنین دوشاخه برق سامانه موجود است، باید به وضوح با نشانه های مناسب مشخص شود.

۱۲-۴ اطلاعات مونتاژ و نصب برای نصب کننده

الف) الزامات با توجه به محل نصب؛

ب) دستورالعمل نصب برای مونتاژ، نصب و تنظیم تمام تجهیزات کنترل؛

پ) نقشه شماتیک هیدرولیک و الکتریکی سامانه؛

ت) نمودار سیم کشی که سطح مقطع کابل را نشان دهد برای گسترش کابل‌های حسگر در صورت لزوم و نیروی برق مورد نیاز به عنوان مثال پمپ ها؛

ث) اشاره به استانداردهای مربوطه در مورد ایمنی، نصب و راه اندازی؛

ج) لیست برای بررسی همه تجهیزات کنترل در رابطه عملکرد مناسب کل سامانه؛

چ) لیست خرابی نمودار از مشکل و / یا نمودار مشکل؛

ح) راهنما برای بازید/ تعمیر و نگهداری.

۱۲-۵ اطلاعات بهره برداری، تعمیر و نگهداری برای کاربر

الف) توصیفی از عملکرد و کارایی تجهیزات کنترل؛

ب) توصیفی از استراتژی کنترل و سامانه کنترل شامل مکان های قطعات کنترل (به عنوان مثال حسگر) برای تمام پیکربندیهای ممکن سامانه و نقشه های کنترل از جمله نقشه های هیدرولیک مربوط به سامانه ها و مشخصات که کاربر را قادر به درک حالات عملیات سامانه می نماید؛

پ) توصیفی از راهکارهای ایمنی با اشاره به موقعیت و تنظیم؛

ت) اقدامات در نظر گرفته شده در صورت خرابی سامانه و یا خطر؛

ث) اقدامات احتیاطی با توجه به احتمال صدمه یخ زدگی و/یا گرمای زیاد؛

ج) محافظت در زمان درجه حرارت بالا و/یا یخزدگی (آسیب) وابسته به منبع تغذیه پیوسته یا حالات کارکرد خاص تجهیزات کنترل، باید به وضوح در مدارک بیان شده و، علاوه بر این، باید به وضوح بر روی سامانه مشخص شود. در این صورت، اگر همچنین دوشاخه برق سامانه موجود است، باید به وضوح با نشانه های مناسب مشخص شود؛

چ) دستورالعمل تعمیر و نگهداری شامل راه اندازی و خاموش کردن سامانه؛

ح) الزامات برای تعمیر و نگهداری و یا تعویض قطعات (به عنوان مثال باتری)، در صورت لزوم؛

خ) اطلاعات در مورد بررسی عملکرد و کارایی.

۱۳ گزارش آزمون

همه شرایط آزمون ، از جمله درجه حرارت و فاصله های زمانی که تجهیزات مورد آزمون در معرض شرایط عملیاتی شدید قرار گرفته، همراه با واقعیت های اشکار شده در طول بازرسی چشمی از حسگر(ها)، جعبه حسگر(های)، واشر(ها) و کابل(ها) باید مستند و گزارش شوند. اگر صحت یک حسگر دما همانطورکه در

جدول ۵ مشخص شده در محدوده نیست، انحراف باید گزارش شود. اگر انحراف دو برابر بزرگتر (یا بیشتر) از حداکثر مجاز انحراف مشخص شده در جدول شماره ۵ می‌باشد، آزمون عملکرد کنترل‌کننده و تجهیزات کنترل جانبی با استفاده حسگر (های) مشخص شده ممکن است به عنوان خرابی در نظر گرفته شود.

برای یک حسگر تابش خورشید، تمام شرایط آزمون باید مطابق با استاندارد EN12975-2 مستند و گزارش شود. اگر صحت حسگر تابش خورشیدی همانطور که در جدول ۹ مشخص شده در محدوده نیست، انحراف باید گزارش شود.

اگر صحت ساعت سامانه، زمان‌سنج یا شمارنده همانطور که در جدول ۴ مشخص شده، در محدوده نیست، انحراف باید گزارش شود.

توصیه می‌شود گزارش آزمون از تجهیزات کنترل مورد آزمون مطابق با این استاندارد شامل:

الف) توصیف دقیقی از تجهیزات کنترل و عملکرد هر جزء واحد آن؛

ب) مشخصات استاندارد هایی که آزمون بر اساس آن انجام می شود؛

پ) یک لیست از تجهیزات اندازه‌گیری و حسگرهای مرجع با صحت مربوطه؛

ت) یک جدول از ویژگی های آزمون شده شامل الزامات مربوطه و نتایج آزمون؛

ث) اگر قطعه الزامات را برآورده می نماید باید به روشنی بیان گردد. اگر یک قطعه الزامات مورد نیاز را برآورده نمی‌سازد، توصیه می‌شود نتایج و انحرافات به روشنی بیان شود.

پیوست الف

(اطلاعاتی)

آزمون وابستگی به ولتاژ منبع تغذیه الکتریکی تجهیزات کنترل

الف-۱ کلیات

همه انواع کنترل‌کننده، ترموستات های ساده و کنترل‌کننده های چند منظوره، ممکن است با تغییرات در ولتاژ منبع تغذیه الکتریکی تحت تاثیر قرار بگیرند. هدف از این بند آزمون ثبات عملکرد کنترل‌کننده ها با توجه به تغییرات منبع تغذیه می باشد. برای ساعت سامانه، زمان سنج و شمارنده، آزمون وابستگی به ولتاژ منبع تغذیه الکتریکی الزامی است. این ممکن است به هر بخش دیگری از تجهیزات کنترل و همچنین انواع محرک ها توسعه یابد.

برای بررسی وابستگی ولتاژ منبع تغذیه الکتریکی در تجهیزات کنترل، آزمون عملکرد کلی ترموستات تفاضلی و کنترل کننده چند منظوره که در بند ۹ و ۱۰ شرح داده شده است شامل تغییرات ولتاژ اسمی منبع تغذیه برق (به عنوان مثال ۲۳۰ V) که به عنوان منبع تغذیه تجهیزات کنترل ارائه شده است.

در صورتی که ولتاژ اسمی منبع تغذیه برق ۲۳۰ V است، با استفاده از نتایج استاندارد EN 60038 آزمون می‌شود با:

- ۲۰۷ V (۱۰٪- ولتاژ اسمی تامین برق)، و
- ۲۵۳ V (۱۰٪+ ولتاژ اسمی منبع تغذیه برق).

تجهیزات کنترل متصل شده به جریان مستقیم (DC)، به عنوان مثال ارائه شده توسط سامانه‌های فتوولتائیک ، در دامنه کاربرد این پیوست نیستند.

الف-۲ تجهیزات آزمون

تجهیزات آزمون شامل:

الف) منبع تغذیه ولتاژ متغیر AC با ارائه تقریبی ولتاژ از ۰ V تا ۲۶۰V. ۳۰۰ W در ۲۳۰ V.

ب) جعبه تثبیت کننده ولتاژ منبع برق؛

پ) تجهیزات آزمون برای ترموستات تفاضلی (بند ۹) و یا آزمون کنترل‌کننده چند منظوره (بند ۱۰)؛

ت) مولتی‌متر دیجیتال برای نظارت بر میزان ولتاژ منبع تغذیه الکتریکی؛

ث) یک جعبه شبیه سازی، ترموستات کالیبراسیون یا حمام کالیبراسیون (اختیاری).

الف-۳ روش آزمون

الف) پس از انجام آزمون،کنترل‌کننده در ولتاژ اسمی منبع تغذیه الکتریکی تجهیزات متصل شده الکتریکی ، باقی می‌ماند و ولتاژ به ٪۱۰ مقدار نامی تنظیم می شود (به عنوان مثال V ۲۰۷).

ب) کنترل‌کننده (ها) باید حداقل ۱ ساعت قبل از شروع آزمون عملکرد در معرض ولتاژ کاهش یافته قرار بگیرند.

پ) روش های آزمون ترموستات تفاضلی و کنترل‌کننده چند منظوره در بندهای ۹ و ۱۰ به ترتیب شرح داده شده است. روش دیگر، یک مقدار کاهش یافته (درجه حرارت) مقادیر/گام های حسگر(های) مربوطه، توزیع شده در محدوده عملیاتی الگوریتم کنترل مورد آزمون ممکن است نظر گرفته شود.

ت) بعد از آزمون در ولتاژ منبع تغذیه الکتریکی کاهش یافته، تجهیزات در اتصال الکتریکی باقی مانده و ولتاژ اسمی به مقدار ٪۱۰+ (به عنوان مثال V ۲۵۳) تنظیم می‌شود.

ث) همانند بند ب، قبل از شروع آزمون، کنترل‌کننده منظوره، باید حداقل به مدت ۱ ساعت در معرض ولتاژ بالاتر قرار بگیرد. پس از آن، اقدامات آزمون در بند ج شرح داده شده است.

یادآوری ۱: بعد از تغییر در ولتاژ منبع تغذیه الکتریکی، حداقل ۱ ساعت زمان انتظار قبل از شروع آزمون الزامی است.

یادآوری ۲: در صورتی که ولتاژ منبع تغذیه الکتریکی ارائه شده به تجهیزات کنترل بیش از ٪۱± از مقدارتنظیم شده تفاوت دارد، باید جعبه تثبیت کننده ولتاژ منبع تغذیه الکتریکی استفاده شود.

یادآوری۳: برای تعیین وابستگی الکتریکی ولتاژ منبع تغذیه به یک کنترل‌کننده، تعداد توالی های آزمون که باید انجام شود ممکن است با آزمون ولتاژ منبع تغذیه الکتریکی اسمی متفاوت باشد.

الف-۴ پردازش داده‌ها

نتایج آزمون عملکرد با کاهش و افزایش ولتاژ باید با نتایج به دست آمده در هنگام استفاده از ولتاژ اسمی الکتریکی مقایسه شود. اگر تفاوت نتایج به نحوی است که رفتار سامانه واقعی را تحت تاثیر قرار می‌دهد، این باید در گزارش آزمون ثبت شود.

پیوست ب

(اطلاعاتی)

کتابنامه

[1] John A. Duffie and William A. Beckman: Solar Engineering of Thermal Processes. Wiley-Interscience ed., 1991

[2] Peter, M., Drück, H., Testing of controllers for thermal solar systems, Proceedings ISES Solar World Congress, June 14th to June 19th, 2003, Gothenburg, Sweden

[3] Peter, M., Drück, H., Testing of control equipment for thermal solar systems according prEN TS 12977-5, ISES Solar World Congress 2007 . September 18-21, 2007, Beijing, China

[4] Peter, M., Drück, H., Testing of controllers for thermal solar systems, Solar Energy Volume 82, Number 8, 2008, ISSN 0038-092X, pp. 676-685

[5] U. Frei, J. Keller and R. Brunner: Inspection Procedure for Solar Domestic Hot Water Heating Systems. International Energy Agency, Solar Heating and Cooling Programme, Report No. T.3.E.2, edited by J.-M. Suter, April 1990 (available from the Swiss Federal Office of Energy, Bern)

[6] DIN 43, Elektrische Temperaturaufnehmer, September 1987

[7] DIN IEC 751, Industrielle Platin-Widerstandsthermometer und Platin-Messwiderstände, December 1990

[8] IEC 60747-6, Semiconductor devices . Part 6: Thyristors

[9] EN 12975-1, Thermal solar systems and components . Solar collectors . Part 1: General Requirements

[10] EN 12976-2, Thermal solar systems and components . Factory made systems . Part 2: Test methods

[11] EN 15316-4-3, Heating systems in buildings Method for calculation of system energy requirements and system efficiencies Part 4-3 Heat generation systems, thermal solar systems

[12] EN 60947 (all parts), Low-voltage switchgear and control gear (IEC 60947 (all parts))

[13] ISO 9022-9, Optics and optical instruments . Environmental test methods . Part 9: Solar radiation

[14] EN 809, Pumps and pump units for liquids . Common safety requirements