Petroleum industry – Programmable logic controllers (PLC) – Part 2: Material and equipment requirements

صنعت نفت – کنترل‌کننده‌های قابل برنامه‌ریزی (PLC) – قسمت ۲: الزامات کالا و تجهیزات

ویرایش دوم

دی ۱۴۰۱

استاندارد ملی ایران شماره ۲-۲۳۳۳۳ (چاپ اول): سال ۱۴۰۱

پیش‌گفتار صنعت نفت

استانداردهای نفت ایران (IPS) منعکس‌کننده دیدگاه‌های وزارت نفت ایران است و برای استفاده در تأسیسات تولید نفت و گاز، پالایشگاه‌های نفت، واحدهای شیمیایی و پتروشیمی، تأسیسات انتقال و فراورش گاز، فرآورده‌های نفتی و سایر تأسیسات مشابه تهیه شده است.

استانداردهای نفت، براساس استانداردهای قابل قبول بین‌المللی و داخلی تهیه شده و شامل گزیده‌هایی از استانداردهای مرجع می‌باشد. همچنین براساس تجربیات صنعت نفت کشور و قابلیت تأمین کالا از بازار داخلی و نیز برحسب نیاز، مواردی به طور تکمیلی و یا اصلاحی در این استاندارد لحاظ شده است. مواردی از گزینه‌های فنی که در متن استانداردها آورده نشده است در داده برگ‌ها به صورت شماره‌گذاری شده برای استفاده مناسب کاربران آورده شده است.

استانداردهای نفت، به شکلی کاملاً انعطاف پذیر تدوین شده است تا کاربران بتوانند نیازهای خود را با آن‌ها منطبق نمایند. با این حال ممکن است تمام نیازمندی‌های پروژه‌ها را پوشش ندهند. در این گونه موارد باید الحاقیه‌ای که نیازهای خاص آن‌ها را تامین می‌نماید تهیه و پیوست شوند. این الحاقیه همراه با استاندارد مربوطه، مشخصات فنی آن پروژه و یا کار خاص را تشکیل خواهند داد.

استانداردهای نفت هر پنج سال یکبار مورد بررسی قرارگرفته و روزآمد می‌گردند. در این بررسی‌ها ممکن است استانداردی حذف و یا الحاقیه‌ای به آن اضافه شود و بنابراین همواره آخرین ویرایش آن‌ها ملاک عمل می‌باشد.

در اجرای قانون تقویت و توسعه نظام استاندارد ابلاغی ریاست محترم جمهوری، این استاندارد در تاریخ ۱۴۰۱/۱۰/۲۰ با شماره (INSO 23333-2) توسط سازمان ملی استاندارد ملی اعلام گردید.

از کاربران استاندارد، درخواست می‌شود نقطه نظرها و پیشنهادهای اصلاحی و یا هرگونه الحاقیه‌ای که برای موارد خاص تهیه نموده‌اند، به نشانی زیر ارسال نمایند. نظرات و پیشنهادهای دریافتی در کارگروه‌های فنی مربوطه بررسی و در صورت تصویب در تجدید نظرهای بعدی استاندارد منعکس خواهد شد.

ایران، تهران، خیابان کریمخان زند، خردمند شمالی، کوچه چهاردهم، شماره ۱۷
استانداردها و ضوابط فنی
کدپستی : ۱۵۸۵۸۸۶۸۵۱
تلفن : ۶۰ - ۸۸۸۱۰۴۵۹ و ۶۶۱۵۳۰۵۵
دور نگار : ۸۸۸۱۰۴۶۲
پست الکترونیک: Standards@nioc.ir

استاندارد ملی ایران شماره ۲-۲۳۳۳۳ (چاپ اول): سال ۱۴۰۱

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

سازمان ملی استاندارد ایران به موجب بند یک مادهٔ ۷ قانون تقویت و توسعه نظام استاندارد، ابلاغ‌شده در دی ماه ۱۳۹۶، وظیفهٔ تعیین، تدوین، به‌روزرسانی و نشر استانداردهای ملی را بر عهده دارد.

تدوین استاندارد در حوزه‌های مختلف در کمیسیون‌های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب‌نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می‌شود و کوششی 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 واردکنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان‌های دولتی و غیردولتی حاصل می‌شود. پیش‌نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی‌نفع و اعضای کمیسیون‌های 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 می‌شود.

پیش‌نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان‌های علاقه‌مند و ذی‌صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می‌کنند درکمیته ملی طرح، بررسی و درصورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می‌شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می‌شود که بر اساس مقررات استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۵ تدوین و در کمیتهٔ ملی استاندارد مربوط که در سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می‌شود به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین‌المللی استاندارد (ISO)[1]، کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC)[2] و سازمان بین‌المللی اندازه‌شناسی قانونی (OIML)[3] است و به عنوان تنها رابط[4] کمیسیون کدکس غذایی (CAC)[5] در کشور فعالیت می‌کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی‌های خاص کشور، از آخرین پیشرفت‌های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین‌المللی بهره‌گیری می‌شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می‌تواند با رعایت موازین پیش‌بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف‌کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست‌محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری کند. سازمان می‌تواند به منظور حفظ بازارهای بین‌المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری کند. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده‌کنندگان از خدمات سازمان‌ها و مؤسسات فعال در زمینهٔ مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی، آزمایشگاه‌ها و مراکز واسنجی (کالیبراسیون) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد این‌گونه سازمان‌ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می‌کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامهٔ تأیید صلاحیت به آن‌ها اعطا و بر عملکرد آن‌ها نظارت می‌کند. ترویج دستگاه بین‌المللی یکاها، 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 Legals)
4- Contact point
5- Codex Alimentarius Commission

استاندارد ملی ایران شماره ۲-۲۳۳۳۳ (چاپ اول): سال ۱۴۰۱

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

«صنعت نفت - کنترل‌کننده‌های قابل برنامه‌ریزی (PLC) -

قسمت ۲: الزامات کالا و تجهیزات»

رئیس:	سمت و/یا محل اشتغال:
صفائی، امیر (دکتری مهندسی برق)	رئیس گروه مهندسی برق، ابزاردقیق و مخابرات- اداره کل نظام فنی و اجرایی و ارزشیابی طرح‌ها - معاونت مهندسی، پژوهش و فناوری وزارت نفت
دبیر:	
ابن علی، مهدی (کارشناسی ارشد مهندسی ابزاردقیق و اتوماسیون)	سرپرست طراحی پروژه- شرکت ملی مناطق نفت‌خیز جنوب
اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)	
استیری، فربد (کارشناسی مهندسی برق- قدرت)	معاون دفتر راهبری و نظارت بر تولید برق- معاونت برق و انرژی وزارت نیرو
امیرخانی، امیر (کارشناسی مهندسی برق- الکترونیک)	کارشناس ارشد ابزاردقیق و کنترل- شرکت ملی گاز، مهندسی و توسعه
باسره، ساسان (کارشناسی ارشد مهندسی برق- مخابرات)	مهندس ارشد ابزاردقیق و کنترل- شرکت پالایش نفت آبادان
پاک چشم، علیرضا (کارشناسی ارشد مهندسی کنترل و ابزاردقیق)	مهندس تعمیرات ابزاردقیق و مخابرات- پتروشیمی جم
تبریزی، ایوب (کارشناسی مهندسی برق- کنترل)	سرپرست تیم مهندسی ابزاردقیق و کنترل- شرکت مهندسان مشاور سازه
خالصی، حمید رضا (کارشناسی ارشد مهندسی برق- الکترونیک)	مدیر گروه پژوهشی پایش و کنترل نیروگاه- پژوهشگاه نیرو
شریفی، بهروز (کارشناسی مهندسی برق- الکترونیک)	مسئول پروژه‌های ابزاردقیق و مخابرات- شرکت نفت فلات قاره
شیرین بیان، وحید (کارشناسی مهندسی کنترل و ابزاردقیق)	سرپرست ابزاردقیق واحدهای تولیدی- شرکت پتروشیمی کرمانشاه

استاندارد ملی ایران شماره ۲-۲۳۳۳۳ (چاپ اول): سال ۱۴۰۱

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

	سمت و/یا محل اشتغال:
صداقت آهنگری حسین زاده، علی (دکتری مهندسی مواد)	عضو هیئت علمی- پژوهشگاه مواد و انرژی
علی، مجید (کارشناسی مهندسی برق)	مجری طرح- شرکت خطوط لوله و مخابرات نفت
غرقی، مریم (کارشناسی مهندسی برق- الکترونیک)	کارشناس گروه تخصصی کنترل و ابزاردقیق- شرکت خدمات مهندسی برق مشانیر
فضلی، فاطمه (کارشناسی ارشد مهندسی برق- کنترل)	رئیس امور مهندسی و طراحی- شرکت ملی مهندسی و ساختمان نفت
کاظمی، مصطفی (کارشناسی ارشد مهندسی برق- مکاترونیک)	مدیر پروژه سیستم کنترل طرح آزادگان- مهندسی توسعه نفت
کاکاوند، رضا (کارشناسی ارشد مهندسی برق- کنترل)	سرپرست واحد تصفیه خانه- پتروشیمی تندگویان
کرباسیان، رضا (کارشناسی مهندسی برق- الکترونیک)	رئیس مهندسی برق و ابزاردقیق- پشتیبانی مهندسی شرکت ملی صنایع پتروشیمی
مابادی، محمد (کارشناسی ارشد مهندسی برق- قدرت)	کارشناس ارشد طراحی ابزاردقیق و مخابرات- شرکت نفت مناطق مرکزی ایران
محسنی، غلامرضا (کارشناسی مهندسی برق- کنترل)	رئیس مهندسی ابزاردقیق و مخابرات- شرکت ملی مهندسی و ساختمان نفت ایران
میرزاخانی، ایرج (کارشناسی مهندسی برق- قدرت)	کارشناس آزمایشگاه الکتروموتور- پژوهشگاه استاندارد
نبیان، مجید (کارشناسی مهندسی برق- کنترل صنعتی)	رئیس مهندسی عمومی- شرکت دماوند انرژی عسلویه
وهابی ماشک، فرشته (کارشناسی ارشد مهندسی برق- الکترونیک)	سرپرست طراحی ابزاردقیق- خطوط لوله و مخابرات نفت
یوسفی صدر، سینا (کارشناسی ارشد مهندسی برق- کنترل)	کارشناس فناوری و مهندسی- پژوهشگاه استاندارد

ویراستار:

خدام عباسی، روح اله (کارشناسی ارشد فیزیک- حالت جامد)	رئیس اداره اندازه‌شناسی، اوزان و مقیاس‌ها- اداره کل استاندارد استان سمنان

فهرست مندرجات

استاندارد ملی ایران شماره ۲-۲۳۳۳۳ (چاپ اول): سال ۱۴۰۱

پیش‌گفتار

استاندارد «صنعت نفت – کنترل‌کننده‌های قابل برنامه‌ریزی (PLC) - قسمت ۲: الزامات کالا و تجهیزات» که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط تهیه و تدوین شده است، در یک‌هزار و سیصد و هشتاد و هشتمین اجلاسیه کمیتهٔ ملی استاندارد برق و الکترونیک مورخ ۱۴۰۱/۱۰/۲۰ تصویب شد. اینک این استاندارد به استناد بند یک مادهٔ ۷ قانون تقویت و توسعه نظام استاندارد، ابلاغ شده در دی ماه سال ۱۳۹۶، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

استانداردهای ملی ایران بر اساس استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۵ (استانداردهای ملی ایران- ساختار و شیوهٔ نگارش) تدوین می‌شوند. برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینهٔ صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در صورت لزوم تجدیدنظر خواهند شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدیدنظر در کمیسیون‌های مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی ایران استفاده کرد.

منابع و مآخذی که برای تهیه و تدوین این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است:

۱- نتایج بررسی انجام شده بر روی استانداردهای بین‌المللی، منطقه‌ای و ملی کشورهای توسعه‌یافته در صنعت نفت، ۱۴۰۱، اداره کل نظام فنی، اجرایی و ارزشیابی طرح‌ها، وزارت نفت

2- IPS-M-IN-290(1): 2013, Material and equipment standard for programmable logic controllers (PLC)

استاندارد ملی ایران شماره ۲-۲۳۳۳۳ (چاپ اول): سال ۱۴۰۱

مقدمه

این استاندارد یک قسمت از مجموعه استانداردهای ملی ایران شماره ۲۳۳۳۳ است. سایر قسمت‌های این استاندارد به شرح زیر است:

– قسمت ۱: الزامات طراحی و مهندسی

– قسمت ۳: الزامات نصب و راه اندازی

استاندارد ملی ایران شماره ۲-۲۳۳۳۳ (چاپ اول): سال ۱۴۰۱

صنعت نفت- کنترل‌کننده‌های قابل برنامه‌ریزی (PLC)-
قسمت ۲: الزامات کالا و تجهیزات

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین کمینه الزامات برای کنترل‌کننده‌های قابل برنامه‌ریزی (PLC) مورد استفاده در پروژه‌های صنعت نفت است.

از آنجا که الزامات کنترل‌کننده‌های قابل برنامه‌ریزی، به پیچیدگی سامانه تحت کنترل و شرایط استفاده از آن‌ها وابسته است، کنترل‌کننده‌های تحت پوشش این استاندارد بر اساس نوع استفاده به سه گروه تقسیم می‌شود:

- کنترل‌کننده‌هایی که در سامانه‌های توقف اضطراری[1] به‌کار می‌روند؛
- کنترل‌کننده‌هایی که در اینترلاک‌های[2] ایمنی به‌کار می‌روند؛
- کنترل‌کننده‌هایی که در سامانه‌های کنترل ترتیبی[3]، دسته‌ای[4] و پیوسته[5] به‌کار می‌روند.

یادآوری- در یک پروژه خاص ممکن است همه کاربردهای بیان‌شده برای کنترل‌کننده‌های قابل برنامه‌ریزی مورد نیاز نباشد، بنابراین انتخاب ویژگی آن‌ها در یک پروژه، بر اساس کاربرد آن‌ها انجام می‌شود.

۲ مراجع الزامی

در مراجع زیر ضوابطی وجود دارد که در متن این استاندارد به صورت الزامی به آن‌ها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب، آن ضوابط جزئی از این استاندارد محسوب می‌شوند.

در صورتی که به مرجعی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای بعدی آن برای این استاندارد الزام‌آور نیست. در مورد مراجعی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدیدنظر و اصلاحیه‌های بعدی برای این استاندارد الزام‌آور است.

استفاده از مراجع زیر برای کاربرد این استاندارد الزامی است:

۲-۱ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۲۳۳۳۳: سال ۱۴۰۱، صنعت نفت- کنترل‌کننده‌های قابل برنامه‌ریزی (PLC) – قسمت ۱: الزامات طراحی و مهندسی

1- Emergency Shut-Down (ESD)
2- Interlocks
3- Sequence
4- Batch
5- Continues

استاندارد ملی ایران شماره ۲-۲۳۳۳۳ (چاپ اول): سال ۱۴۰۱

2-2 IEC 60529, Degrees of Protection Provided by Enclosures (IP CODE)

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۲۸۶۸: سال ۱۳۹۵، درجات حفاظت تامین‌شده توسط محفظه‌ها (کد IP)، با استفاده از استاندارد IEC 60529: 1989 + A1:1999 + A2:2013 تدوین شده است.

2-3 IEC 61131 (all parts), Programmable Controllers

یادآوری- مجموعه استانداردهای ملی ایران-آی‌ای‌سی شماره۶۱۱۳۱، کنترل‌کننده‌های قابل برنامه‌ریزی، با استفاده از برخی قسمت‌های مجموعه استاندارد IEC 61131 تدوین شده است.

2-4 IEC 61508 (all parts), Functional Safety of Electrical/Electronic/Programmable Electronic Safety Related Systems

2-5 IEC 61511, Functional Safety-Safety Instrumented System for the Process Industry Sector

2-6 IEC 62443, Industrial Automation and Control Systems Security

2-7 ANSI/EIA ECA-310, Cabinets, Racks, Panels, and Associated Equipments

2-8 ANSI/HFES 100, Human Factors Engineering of Computer Workstations

2-9 ANSI/Y 32.11, Graphic Symbols for Process Flow Diagrams in the Petroleum and Chemical Industries

2-10 IEEE 802.3, Information Technology - Telecommunications and Information Exchange between Systems Local and Metropolitan Area Networks - Specific Requirements - Part 3: Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD) Access Method and Physical Layer Specifications

یادآوری- استاندارد ملی ایران- آی تریپل ای شماره ۳-۸۰۲: سال ۱۳۹۰، فناوری اطلاعات - مخابرات و تبادل اطلاعات بین سامانه‌ها- شبکه‌های محلی و کلان شهری - الزامات خاص - قسمت ۳: روش دسترسی چند گانه بازبینی حامل با آشکارسازی برخورد (CSMA/CD) و ویژگی‌های لایه‌ی فیزیکی، با استفاده از استاندارد IEEE 802.3: 2008 تدوین شده است.

2-11 IEEE 802.4, Information Processing Systems - Local Area Networks - Part 4: Token-Passing Bus Access Method and Physical Layer Specifications - Guides and Standards for Surge Protection- Graphic Symbols for Logic Functions

2-12 UL 508, Industrial Control Equipment

2-13 IPS-M-IN-220, Material and Equipment Standard for Control Panels and System Cabinets

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، اصطلاحات و تعاریف زیر به‌کار می‌رود:

۳-۱

کنترل‌کننده (منطقی) قابل برنامه‌ریزی

programmable (logic) controller
PLC

سامانه الکترونیکی که به صورت دیجیتال[1] عملیات انجام می‌دهد و به منظور استفاده در محیط‌های صنعتی طراحی شده است. این سامانه برای ذخیره داخلی دستورات کاربر، از یک حافظه قابل برنامه‌نویسی استفاده می‌کند. این دستورات به منظور پیاده‌سازی توابع خاصی مانند منطق، توالی، زمان‌بندی، شمارش و محاسبات هستند تا با استفاده از ورودی/خروجی‌های دیجیتال/آنالوگ، انواع مختلف ماشین‌ها یا فرایندها را کنترل کنند. هم کنترل‌کننده قابل برنامه‌ریزی و هم متعلقات جانبی آن، طوری طراحی می‌شوند تا به راحتی در یک سامانه کنترل صنعتی، یکپارچه شده و به سادگی در عملکردهای مورد نظر، مورد استفاده قرار گیرند.

یادآوری- منظور از عبارت PLC در این استاندارد، کنترل‌کننده‌های قابل برنامه‌ریزی متداول در صنعت اتوماسیون است. از آنجا که عبارت PC[2] برای رایانه‌های شخصی استفاده می‌شود، به منظور جلوگیری از اشتباه، عبارت PLC برای کنترل‌کننده قابل برنامه‌ریزی به‌کار رفته است.

۲-۳

سامانه کنترل‌کننده قابل برنامه‌ریزی

سامانه PLC

programmable controller system
PLC-system

پیکربندی ساخته‌شده توسط کاربر، شامل کنترل‌کننده قابل برنامه‌ریزی و متعلقات جانبی آن که برای سامانه اتوماسیون مورد نظر، لازم است. این سامانه شامل واحدهایی است که بخش‌های ثابت و دائمی آن‌ها، با استفاده از کابل یا پلاگ[3] و بخش‌های قابل جابه‌جایی و متعلقات قابل حمل آن‌ها، توسط کابل به هم متصل شده‌اند.

۳-۳

برنامه کاربردی

برنامه کاربر

application program
user program

مجموعه‌ای منطقی از همه اجزای زبان برنامه‌نویسی و دستورات لازم برای پردازش سیگنالی که برای کنترل ماشین یا فرایند توسط کنترل‌کننده قابل برنامه‌ریزی، مورد نیاز است.

۴-۳

از راه دور

remote

1- Digital
2- Personal Computer
3- Plug

انجام کار یا کنترل وسیله/ ابزار دقیق/ تجهیز، بدون تماس فیزیکی با آن است.

۵-۳

ورودی آنالوگ

analog input

وسیله‌ای است که سیگنال پیوسته را به منظور استفاده توسط کنترل‌کننده، به یک عدد دودویی[1] چند بیتی مقدار گسسته تبدیل می‌کند.

۶-۳

خروجی آنالوگ

analog output

وسیله‌ای است که عدد دودویی چند بیتی مربوط به کنترل‌کننده را به سیگنال پیوسته تبدیل می‌کند.

۷-۳

ورودی دیجیتال

digital input

وسیله‌ای است که سیگنال خاص دو وضعیتی را به عدد دودویی تک بیتی تبدیل می‌کند.

۸-۳

خروجی دیجیتال

digital output

وسیله‌ای است که عدد دودویی تک بیتی را به سیگنال دو وضعیتی تبدیل می‌کند.

۹-۳

زمین

earth

جرم رسانای زمین که پتانسیل الکتریکی آن به صورت متعارف در هر نقطه برابر صفر در نظر گرفته می‌شود.

۱۰-۳

سازگاری الکترومغناطیسی

electromagnetic compatibility

EMC

توانایی یک تجهیز یا سامانه برای عملکرد در محیط الکترومغناطیسی خود، بدون ایجاد اغتشاش الکترومغناطیسی غیر قابل تحمل برای سایر تجهیزات موجود در آن محیط است.

1- Binary

۳-۱۱

محفظه

enclosure

پوششی که نوع و درجه حفاظت مناسب برای کاربرد مورد نظر را فراهم می‌کند.

۳-۱۲

رابط

interface

مرز مشترک بین تجهیز کنترل‌کننده و کنترل‌کننده دیگر یا بین بخش‌های یک کنترل‌کننده که اطلاعات یا انرژی الکتریکی بین آن‌ها مبادله می‌شود.

۳-۱۳

ماژول

module

بخشی از تجهیز کنترل‌کننده که دارای واحد پردازش تابع/توابع مشخص، ورودی آنالوگ و ... است که به پشت تابلو یا پایه، متصل می‌شود.

۳-۱۴

تجهیز باز

open equipment

تجهیزی که کارکنان را از خطرات جانی ناشی از لمس تصادفی قسمت‌های خطرناک برق‌دار یا بخش‌های متحرک داخل آن محافظت نکرده و الزامات مقاومت مکانیکی، قابلیت اشتعال و پایداری را (در صورت نیاز) برآورده نمی‌کند.

۳-۱۵

درگاه

port

محل دسترسی به یک تجهیز یا شبکه در جایی که انرژی الکترومغناطیسی یا سیگنال، تغذیه یا دریافت شده یا در جایی که متغیرهای تجهیز یا شبکه، مشاهده یا اندازه‌گیری می‌شود.

۳-۱۶

آزمون نوعی

type test

آزمون انطباقی که بر روی یک یا چند نمونه که نماینده محصول می‌باشند، انجام می‌شود.

۳-۱۷

واحد

unit

مجموعه‌ای یکپارچه (ممکن است از ماژول‌هایی که با پلاگ یا از طریق دیگری به مجموعه وصل شده‌اند، تشکیل شده باشد) که به سایر واحدهای کنترل‌کننده متصل شده است. اتصال به واحدهای ثابت در کنترل

کننده، توسط کابل و واحدهای قابل‌حمل در کنترل‌کننده، از طریق کابل یا روش دیگر انجام می‌شود.

۱۸-۳

پیکربندی

configuration

اجزای زبان برنامه‌نویسی مربوط به سامانه کنترل‌کننده قابل برنامه‌ریزی است.

۱۹-۳

تابع

function

جزئی از زبان برنامه‌نویسی که معمولا در زمان اجرا، یک جزء داده و احتمالا بیش از چند متغیر خروجی را تولید می‌کند.

۲۰-۳

شبکه

network

آرایشی از گره‌ها[1] و انشعابات متصل به هم است.

۲۱-۳

کارور

operator

فردی که که ماشین یا فرایند را از طریق رابط انسان و ماشین[2] که به کنترل‌کننده قابل برنامه‌ریزی متصل است، راهبری[3] و پایش[4] می‌کند. کارور پیکربندی سخت افزار، نرم افزار یا برنامه کاربردی کنترل‌کننده را تغییر نمی‌دهد. کنترل‌کننده قابل برنامه‌ریزی باید توسط کارور آموزش‌دیده، استفاده شود. کارور باید از خطرات کلی که در محیط صنعتی وجود دارد، آگاه باشد.

۲۲-۳

معماری

architecture

پیکربندی خاص اجزای سخت‌افزاری و نرم‌افزاری یک سامانه است.

1- Nodes
2- Human Machine Interface (HMI)
3- Commanding
4- Monitoring

۲۳-۳

در دسترس بودن

availability

احتمال اینکه یک جزء بتواند وظیفه مورد نظر خود را انجام دهد. این احتمال به صورت یک عدد اعشاری بین صفر و یک بیان می‌شود.

۲۴-۳

خرابی

failure

عدم توانایی یک واحد کاربردی به منظور انجام عملیات مورد نیاز یا فعالیت یک واحد کاربردی در هر حالتی غیر از آنچه مورد نیاز است.

۲۵-۳

قابلیت اطمینان

reliability

R

احتمال اینکه یک محصول خاص در یک بازه زمانی مشخص، بدون خرابی عملیات انجام دهد.

۲۶-۳

نرخ خرابی

failure rate

پارامتر قابلیت اطمینان ($\lambda(t)$) یک مجموعه (هر یک از اجزاء یا سامانه‌ها) طوری که $\lambda(t).dt$ برابر احتمالی خرابی این مجموعه در بازه زمانی $[t,\ t+dt]$ است. در بازه زمانی $[0,\ t]$ هیچ گونه خرابی در مجموعه اتفاق نمی‌افتد.

۲۷-۳

خطا

fault

شرایط غیر عادی که ممکن است باعث شود توانایی یک واحد عملکردی[1] برای انجام عملکرد مورد نیاز، کاهش یابد یا از بین برود.

۲۸-۳

میانگین زمان تعمیر

mean repair time

1- Functional unit

MTTR

مجموع زمان قابل انتظار به منظور تعمیر یک واحد است.

۲۹-۳

میانگین زمان بین خرابی‌ها

mean time between failures

MTBF

پارامتری آماری (برحسب ساعت) که اجازه مقایسه قابلیت اطمینان محصولات مختلف را می‌دهد.

۳۰-۳

سطح یکپارچگی ایمنی

SIL

safety integrity level

سطحی گسسته (یک سطح از چهار سطح محتمل) که متناظر با گستره‌ای از مقادیر یکپارچگی ایمنی است. سطح یکپارچگی ایمنی ۴ دارای بیشترین سطح یکپارچگی ایمنی و سطح یکپارچگی ایمنی ۱ دارای کمترین سطح یکپارچگی ایمنی هستند.

۳۱-۳

آدرس

address

بخشی از کنترل توالی به منظور ارجاع‌دهی به داده‌ها در رده‌های داده مربوط به کانال‌های تبادل داده است.

۳۲-۳

وسیله

device

تجهیز مصرف‌کننده توان، مانند حسگر یا محرک، که به یک تجهیز اصلی متناظر می‌شود.

۳۳-۳

رخداد

event

نمونه‌ای از تغییر شرایط در یک دستگاه است.

۳۴-۳

مَستر

master

تجهیز فعال در بین تمام تجهیزات متصل به سامانه که از طریق درگاه‌ها به یک تا n دستگاه متصل است و رابط‌هایی را به منظور ارتباط با سامانه‌های ارتباطی سطوح بالاتر یا کنترل‌کننده قابل برنامه‌ریزی فراهم می‌کند.

۳-۳۵

هشدار

alarm

رخدادی که وضعیت خاصی را با ارسال سیگنال اطلاع می‌دهد.

۳-۳۶

دستور ساخت

recipe

توضیحات مربوط به دستورالعمل‌ها یا داده‌های دستورالعمل‌ها یا هر دو، برای تولید محصولی که با محصولات قبلی متفاوت بوده و با استفاده از فرایند یا ماشینی انجام می‌شود که کنترل‌کننده به آن متصل است.

۳-۳۷

وضعیت

state

حالت یک سامانه کنترل‌کننده است که با استفاده از فهرستی از نشانگرها که ممکن است «درست» یا «نادرست» باشند، نشان داده می‌شود. صفر، یک یا تعداد بیشتری از این نشانگرها ممکن است به صورت همزمان «درست» باشند.

۳-۳۸

مانع

barrier

دیواره‌ای برای جداسازی مدارهای الکتریکی یا قوس‌های الکتریکی است.

۳-۳۹

شمارشگر

counter

شبکه یا دستگاهی که برای ذخیره‌سازی اعداد صحیح استفاده می‌شود و به منظور دریافت سیگنال‌های ورودی مورد نظر، به این اعداد صحیح اجازه می‌دهد به صورت یک واحدی یا هر عدد صحیح دلخواه، تغییر کنند.

۳-۴۰

آزمون تحمل ولتاژ دی‌الکتریک

dielectric withstand-voltage test

آزمونی که به منظور تعیین توانایی مواد فاصله‌گذار برای تحمل ولتاژهای بالای خاص و مدت زمان خاص، بدون تخلیه الکتریکی و سوراخ شدن، انجام می‌شود. هدف از انجام این آزمون‌ها، مشخص کردن کفایت مواد فاصله‌گذار در برابر شکست در شرایط عادی یا گذرا است.

۴۱-۳

نماد گرافیکی

graphic symbol

نمادهایی که در نقشه‌های تک خطی، شماتیک[1] ها یا نقشه‌های اولیه یا در صورت امکان در نقشه‌های سیم‌کشی و اتصالات به‌کار می‌روند. نمادهای گرافیکی با فهرست قطعات، توضیحات یا دستورات و با استفاده از نقشه‌ها به هم مرتبط می‌شوند.

۴۲-۳

اینترلاک

interlock

سازوکاری برای راهبری عملیات موفق تجهیزات یا دستگاه‌هایی که به طور مستقیم با آن‌ها در ارتباط بوده و توسط آن‌ها نیز تحریک می‌شود. اینترلاک‌ها می‌توانند الکتریکی یا مکانیکی باشند.

۴۳-۳

کلید

switch

دستگاهی برای باز یا بسته کردن و/یا تغییر اتصال یک مدار است. کلید معمولا به صورت دستی فعال می‌شود مگر اینکه طور دیگری بیان شده باشد.

۴۴-۳

افزونه

افزونگی

redundant
redundancy

وجود بیش از یک ابزار در دستگاه، برای انجام یک عمل دلخواه است. مانند عملکرد ابزار یدکی یا دوگانه که به سامانه اجازه می‌دهد در زمان وقوع خرابی مانند سوختن فیوز، بدون کاهش بازدهی به عملکرد خود ادامه دهد.

۴۵-۳

افزونه داغ

hot redundancy

فرایند را در زمان کشف یک خرابی، فورا اصلاح می‌کند.

۴۶-۳

واحد پردازشگر مرکزی

central processing unit
CPU

1- Scheme

واحد پردازشگر مرکزی کنترل‌کننده قابل برنامه‌ریزی یک رایانه صنعتی که دارای چند پردازشگر بـه همـراه یک کارت پردازشگر است تا وظیفه کنترل‌کننده را انجام دهد.

۳-۴۷

کارفرما

company
client

به شرکت‌های مرتبط با صنعت نفت، گاز، پتروشیمی و پالایش و پخش گفته می‌شود.

۳-۴۸

فروشنده

تامین‌کننده

سازنده

vendor
supplier
manufacturer

به شخصیت حقوقی گفته می‌شود که تجهیزات و کالاهای مورد لزوم را تأمین می‌کند.

۳-۴۹

پیمانکار

contractor

به شخصیت حقوقی گفته می‌شود که پیشنهاد آن جهت مناقصه پذیرفته شده است.

۳-۵۰

بازرس

inspector

به فرد یا گروهی که فعالیت بازرسی فنی ساخت و نصب تجهیزات را انجام می‌دهد و توسط کارفرمـا تعیـین می‌شود، گفته می‌شود.

۴ الزامات کلی کنترل‌کننده‌های قابل برنامه‌ریزی

۴-۱ الزامات کلی

۴-۱-۱ این سامانه باید کنترل‌کننده قابل برنامه‌ریزی از نوع ماژولی[1]، دارای چند پردازشگر و صنعتی باشد که مطابق با استاندارد ANSI/EIA ECA-310، بر روی رک[2] استاندارد (۱۹ in) ۴۸۳ mm نصب

1- Modular
2- Rack

می‌شود.

۴-۱-۲ به منظور بررسی اجرای برنامه، این پردازشگرها باید دارای زمان‌سنج‌های واچ‌داگ[1] داخلی و خارجی باشند. کنترل‌کننده‌های قابل برنامه‌ریزی همچنین باید دارای برنامه‌های خودبررسی‌کننده داخلی باشند که همواره به عنوان قسمتی از ترتیب راه‌اندازی و اجرای عادی برنامه‌ها، اجرا شوند.

۴-۱-۳ این سامانه باید در برابر توقف‌های ناخواسته[2] محافظت شود. منظور از توقف‌های ناخواسته، توقف‌های ناشی از عواملی است که برای توقف سامانه لحاظ نشده‌اند، مانند قطعی لحظه‌ای منبع تغذیه.

۴-۱-۴ سامانه کنترل‌کننده قابل برنامه‌ریزی باید دارای عیب‌یاب خودبررسی‌کننده برای ابتدای راه‌اندازی و هر چرخه اجرا باشد. خطاهای شناسایی‌شده توسط برنامه عیب‌یاب باید به دو دسته «مهلک» و «غیر مهلک» در جدول خطاها ذخیره شوند. خطاهای مهلک باید پیام خطا را روی سامانه و عملکردهای محافظتی مانند واحد افزونه فعال کنند. این سامانه باید قابلیت عیب‌یابی مناسبی برای سخت‌افزار و نرم‌افزار سامانه داشته باشد. فروشنده (سازنده) کنترل‌کننده قابل برنامه‌ریزی باید کمینه برنامه‌های عیب‌یابی زیر را فراهم کند:

- عیب‌یابی خودبررسی‌کننده در زمان راه‌اندازی؛
- روال عیب‌یابی خودبررسی‌کننده چرخه‌ای؛
- برنامه عیب‌یابی شروع شونده توسط کاربر.

برای اطلاعات بیشتر به استاندارد ملی ایران شماره ۱-۲۳۳۳۳ مراجعه شود.

۴-۱-۵ هر پردازشگر کنترل‌کننده قابل برنامه‌ریزی باید به صورت کامل آزمون شده و خطاهای آن تشخیص داده شود. خرابی یک پردازشگر نباید در عملکرد سامانه خلل ایجاد کند. پایگاه داده‌های[3] هر پردازشگر باید به صورت پیوسته به‌روز رسانی شود.

۴-۱-۶ هر ماژول ورودی و خروجی کنترل‌کننده قابل برنامه‌ریزی باید به صورت خودکار و کامل توسط سامانه کنترل‌کننده، آزمون شده و خطاهای آن تشخیص داده شود. این فرایند باید شامل خاموش و روشن کردن ماژول‌های ورودی و خروجی طبق روال، همراه با منطقی ضروری برای تصدیق عملکرد موفق ماژول باشد.

۴-۱-۷ خرابی یک جزء مانند کارت، ماژول، مسیر ارتباطی، منبع تغذیه، رک تجهیز و غیره نباید منجر

1- Watch-dog timers
2- Nuisance trips
3- Data Base

به وضعیت عملکرد غیر ایمن یا خرابی بخشی از فرایند متصل به آن ورودی مذکور یا هر ورودی دیگر یا فرایند متصل به آن شود. در چنین شرایطی، سامانه باید به عملکرد خود ادامه داده و در دسترس باقی بماند.

۴-۱-۸ ورودی‌ها، خروجی‌ها و پردازشگرهای افزونه کنترل‌کننده قابل برنامه‌ریزی باید بر روی رک‌های مختلف با منابع تغذیه و سخت‌افزار ارتباطی مجزا نصب شوند. در صورت قطع ارتباط با ماژول خروجی، خروجی‌ها باید به حالت ایمن، تغییر وضعیت دهند.

۴-۱-۹ همه اجزای سامانه و زیرسامانه‌ها باید قابلیت عملکرد در شرایط محیطی محل نصب که در مستندات پروژه مشخص شده است را داشته باشند.

۴-۱-۱۰ کارت‌های کنترل‌کننده قابل برنامه‌ریزی باید این قابلیت را داشته باشند که در زمان عملکرد سامانه و بدون نیاز به قطع‌کردن منبع تغذیه، بتوان آن‌ها را نصب یا جدا کرد.

۴-۲ واحد پردازشگر

۴-۲-۱ واحد پردازشگر مرکزی (CPU) باید به صورت پیوسته برنامه‌کاربردی ذخیره‌شده در حافظه سامانه، همراه با وضعیت همه ورودی‌ها را اسکن کرده و فرمان‌های مورد نیاز را به خروجی‌های مناسب ارسال کند.

۴-۲-۲ پردازشگر باید دارای ساختار ماژولی بوده و بر اساس استاندارد ANSI/EIA ECA-310 بر روی رک (۱۹ in) ۴۸۳ mm نصب شود.

۴-۲-۳ پردازشگر باید این قابلیت را داشته باشد که به صورت یک سامانه چندپردازشگره[1] سازمان‌دهی شود.

۴-۲-۴ پردازشگر باید به وسیله باس صنعتی داده[2] از پشت تابلو به ماژول‌های مختلف کنترل‌کننده قابل برنامه‌ریزی متصل شود.

۴-۲-۵ ماژول واحد پردازشگر مرکزی به منظور اندازه‌گیری زمان اجرای برنامه کاربر، باید دارای زمان‌سنج واچداگ باشد. چنانچه زمان اندازه‌گیری‌شده از زمان از پیش تعیین شده بیشتر باشد، زمان‌سنج واچداگ باید سبب شود که این پردازشگر، وضعیت خطا را نشان داده و به صورت ایمن خاموش و بر روی پردازشگر آماده به‌کار[3]، مطابق با زیربند ۷-۱-۳ تعویض شود.

1- Multi-processor configuration system
2- Industrial Data Bus
3- Stand By processor

۴-۲-۶ پردازشگر باید قابلیت اتصال از راه دور به سامانه ورودی/خروجی را داشته باشد.

۴-۲-۷ پردازشگر باید قابلیت مجهز شدن به ماژول‌های ورودی/خروجی محلی/موازی، برای برنامه‌های کاربردی نیازمند پردازش با سرعت بالا را داشته باشد.

۴-۲-۸ در صورت نیاز، پردازشگر باید به ماژول‌های ارتباطی زیر مجهز باشد:

- ارتباط کنترل‌کننده قابل برنامه‌ریزی به کنترل‌کننده قابل برنامه‌ریزی دیگر؛
- شاه‌راه داده‌ها[1]؛
- رابط ارتباطی MAP/OSI[2] جهت اتصال به تجهیزات فروشندگان (سازندگان) دیگر.

۴-۲-۹ به منظور انتخاب حالت عملکرد پردازشگر مرکزی، باید یک سوییچ سخت‌افزاری فراهم شود. این حالت‌ها باید شامل موارد زیر باشد:

حالت بارگذاری/ اشکال‌زدایی برنامه:	به منظور تغییر حافظه توسط ایستگاه مهندسی، خروجی‌ها غیرفعال می‌شود.
حالت اجرا:	برنامه کاربردی اجرا می‌شود و خروجی‌ها فعال هستند.
حالت از راه دور:	انتخاب حالت بارگذاری برنامه‌ها و اجرای آن‌ها به صورت از راه دور است.

حالت عملکرد انتخاب‌شده باید به صورت دیداری بر روی پنل جلوی کنترل‌کننده قابل برنامه‌ریزی و/یا ایستگاه مهندسی نشان داده شود.

۴-۲-۱۰ ابزارهای سخت‌افزاری و نرم‌افزاری توسعه برنامه، طوری که برنامه‌نویس و کاربر بتوانند منطق برنامه کاربردی و برنامه‌ها را توسعه داده، ویرایش و خطایابی کند، باید توسط فروشنده (سازنده) فراهم شود. این نرم‌افزار باید الزامات استاندارد IEC 61131-3 را برآورده کند.

۴-۲-۱۱ پردازشگر ترجیحا بهتر است دارای انواع حافظه به شرح زیر باشد:

- حافظه اجرایی (از نوع حافظه فقط خواندنی[3])
- حافظه با دسترسی تصادفی[4] داخلی

1- Data Highway
2- Manufacturing Automation Protocol/Open System Interconnection
3- Read Only Memory
4- Random Access Memory (RAM)

- حافظه برنامه کاربر از نوع حافظه فقط خواندنی قابل برنامه‌نویسی تغییرپذیر الکتریکی (EAPROM)[1]؛

- حافظه تصویری ورودی/خروجی.

۴-۳ الزامات حافظه

۴-۳-۱ کلیات

حافظه داخلی باید طوری طراحی شود که پس از تعریف جدول‌های ورودی/خروجی و بارگذاری برنامه کاربردی، دست‌کم ٪ ۵۰ فضای خالی[2] در دسترس باشد. پس از وارد شدن برنامه کاربردی در حافظه، باید تا زمان ایجاد تغییر توسط کاربر، بدون تغییر باقی بماند. وضعیت از سرویس خارج شدن یا قطع منبع تغذیه، نباید روی محتویات حافظه تأثیر بگذارد.

به منظور محافظت از حافظه در برابر تغییرات تصادفی یا تغییراتی که ممکن است بدون مجوز ایجاد شود، یک تمهید به صورت قفل سخت‌افزاری باید تعبیه شود.

برای اطلاعات بیشتر به استاندارد ملی ایران شماره ۱-۲۳۳۳۳ مراجعه شود.

۴-۳-۲ حافظه با دسترسی تصادفی (RAM)

۴-۳-۲-۱ به منظور ذخیره‌سازی جدول داده‌ها، برنامه کاربردی و داده‌های موقت، باید برای هر پردازشگر با افزونه دوگانه، حافظه دینامیک با دسترسی تصادفی در نظر گرفته شود. کمینه ظرفیت این حافظه باید برابر با حافظه مورد نیاز برای برنامه کاربردی به اضافه ٪ ۵۰ فضای خالی باشد.

۴-۳-۳ حافظه فقط خواندنی (ROM و PROM)

با توجه به الزامات برنامه‌های کاربردی، امکان در نظر گرفتن گزینه‌های زیر برای سامانه‌های متوسط وجود دارد. این کاربرد از حافظه سامانه، باید ترکیبی از حافظه با دسترسی تصادفی، حافظه فقط خواندنی قابل برنامه‌نویسی (EPROM/UV-PROM و EEPROM) و کارت حافظه موقت[3] به منظور نگه‌داری برنامه کاربردی و داده‌ها باشد. برای اطلاعات بیشتر به استاندارد ملی ایران شماره ۱-۲۳۳۳۳ مراجعه شود.

۴-۳-۳-۱ به منظور ذخیره‌سازی برنامه اجرایی (سیستم عامل)[4] باید حافظه فقط خواندنی با ظرفیت کافی فراهم شود.

۴-۳-۳-۲ توصیه می‌شود به منظور ذخیره‌سازی برنامه‌ها و جدول داده‌ها، حافظه فقط خواندنی قابل

1- Electrically Alterable Programmed Read Only Memory (EAPROM)
2- Spare memory
3- Flash memory card
4- Operating System

برنامه‌نویسی تغییرپذیر الکتریکی (EAPROM) به عنوان رسانه پشتیبان[1] در کنار حافظه با دسترسی تصادفی اختصاص یافته برای برنامه کاربردی، فراهم شود.

۴-۳-۳-۳ ظرفیت حافظه با دسترسی تصادفی و حافظه فقط خواندنی قابل برنامه‌نویسی تغییرپذیر الکتریکی متناظر با آن، باید بر اساس کاربرد مورد نظر به اضافه ٪ ۵۰ فضای خالی باشد.

۴-۴ سامانه ورودی/خروجی

۴-۴-۱ الزامات کلی

۴-۴-۱-۱ همه تجهیزات ابزاردقیق نصب‌شده در محوطه و خارج از کنترل‌کننده قابل برنامه‌ریزی، باید در کابینت‌های مربوط به رَک مارشالینگ[2] (درصورتی که در درخواست خرید بیان شده باشد، باید مجهز به موانع ایمنی باشند)، به نوارهای ترمینال واقع در رک مارشالینگ متصل شوند. کابل‌کشی از کابینت رک مارشالینگ به ماژول‌های رابط کنترل‌کننده قابل برنامه‌ریزی باید توسط کردست‌ها[3] همراه با پلاگ و سوکت[4] انجام شود. جزییات کردست‌ها باید در پیشنهاد فنی سازنده بیان شود.

۴-۴-۱-۲ کلیه ماژول‌ها باید در زمانی که سامانه در حال سرویس است، قابل جایگزینی باشند. یک اتصال‌دهنده آفست[5] در پشت تابلو، باید از اتصال ماژول در بورد مدار چاپی (PCB)[6] یا ماژول در جهت نادرست جلوگیری کند.

۴-۴-۱-۳ نصب ماژول ورودی/خروجی با هر پیکربندی در شاسی ورودی/خروجی و بدون در نظر گرفتن سطح ولتاژ سیگنال، باید امکان‌پذیر باشد. در هر حال کارت‌های ورودی/خروجی باید مطابق با سطح ولتاژ در داخل شاسی ورودی/خروجی و/یا محفظه، مرتب شوند.

۴-۴-۱-۴ به منظور برداشتن و/یا جایگزین کردن کارت ها و ماژول‌ها، نباید نیاز به قطع منبع تغذیه ماژول‌های دارای خطا یا سایر ماژول‌ها باشد.

۴-۴-۱-۵ وضعیت کلیه ورودی‌ها و خروجی‌ها و محل هر گونه خطا در ورودی/خروجی باید بر روی قسمت جلویی و قابل رویت ماژول‌های ورودی/خروجی نشان داده شود.

۴-۴-۱-۶ ماژول‌هایی مانند ماژول‌های ورودی آنالوگ، که نیاز به کالیبراسیون دارند باید دارای امکانات

1- Backup media
2- Marshaling rack
3- Cord Set
4- Socket
5- Offset connector
6- Printed Circuit Board

آزمون و عیب‌یابی[1] باشند که اجازه کالیبراسیون در محل، توسط یک نفر از کارکنان تعمیرات را بدهند.

۴-۱-۴-۷ همه تجهیزات ابزاردقیق نصب‌شده در محوطه و خارج از کنترل‌کننده قابل برنامه‌ریزی باید به نوارهای ترمینال واقع در محفظه‌های مارشالینگ مشخص‌شده در زیربند ۴-۴-۱-۸ متصل شوند.

۴-۱-۴-۸ کابل‌کشی از محفظه‌های مارشالینگ تامین‌شده توسط فروشنده (سازنده) کنترل‌کننده قابل برنامه‌ریزی به ماژول رابط این کنترل‌کننده، باید توسط کردست همراه با اتصالات پلاگ و سوکت انجام شود. جزییات کردست باید توسط فروشنده(سازنده) به منظور تأیید کارفرما ارائه شود.

۴-۱-۴-۹ همه ماژول‌ها باید مجهز به پوشش دائمی در جلوی ماژول، همراه با برچسب‌های شناسایی و نشان‌دهنده‌های وضعیت باشند.

۴-۱-۴-۱۰ همه ماژول‌های ورودی/خروجی باید از نوع پلاگین[2] و نصب‌شده در یک رک (۱۹ in) mm ۴۸۳ مطابق با استاندارد ANSI EIA/ECA-310 باشند و وارد کردن[3] یا برداشتن ماژول از رک، باید بدون ایجاد مزاحمت در کابل‌کشی خارجی امکان‌پذیر باشد.

۴-۱-۴-۱۱ ماژول‌های ورودی/خروجی باید قابلیت عملکرد با منبع تغذیه VDC ۲۴ را داشته باشند که مخصوص ورودی/خروجی محوطه است، مگر این‌که در الزامات پروژه که در داده برگ‌های تجهیزات بیان شده، طور دیگری مشخص شده باشد.

۴-۱-۴-۱۲ ورودی‌ها/خروجی‌های محلی باید توسط شاه‌راه داده‌ها در پشت ماژول یا شاه‌راه داده‌های سری در داخل محفظه به پردازشگر متصل شوند. کاربرد سامانه‌های ورودی/خروجی موازی باید به ورودی‌ها/خروجی‌های محلی محدود باشد که با پردازشگر در داخل یک محفظه قرار دارند. ورودی‌ها/خروجی‌های از راه دور باید توسط شاه‌راه داده‌های سری به پردازشگر متصل شوند.

۴-۱-۴-۱۳ هر رک ورودی/خروجی باید دارای یک رابط ورودی/خروجی با قابلیت افزونگی کافی باشد و الزامات در دسترس بودن که در این استاندارد بیان شده است را برآورده کند.

۴-۱-۴-۱۴ رابط ورودی/خروجی سری با پردازشگر، باید یک باس سری خروجی داشته باشد که به باس موازی پردازشگر در پشت تابلو به وسیله یک کانورتور[4] سری به موازی متصل شود. رابط سری باید در شاسی شاسی واحد پردازشگر نصب شود.

1- Defect
2- Plug-in
3- Insertion
4- Converter

۴-۴-۱-۱۵ به منظور تبادل داده‌ها با ماژول رابط ورودی/خروجی موازی پردازشگر یا سایر ماژول‌های رابط ورودی/خروجی موازی، هر رک ورودی/خروجی موازی باید مجهز به یک ماژول رابط موازی باشد. یک نشانگر LED[1] باید در قسمت جلوی این ماژول‌ها برای نشان دادن ارتباط مناسب ماژول‌ها فراهم شود. ماژول رابط باید دارای پیکربندی آماده به‌کار داغ[2] با افزونگی کامل[3] باشد.

۴-۴-۱-۱۶ هر رک ورودی/خروجی سری باید مجهز به یک ماژول رابط ورودی/خروجی سری برای اتصال ماژول‌های ورودی/خروجی از راه دور به لینک سری باشد. ماژول رابط ورودی/خروجی سری باید دارای پیکربندی آماده به‌کار داغ با افزونگی کامل باشد.

۴-۴-۱-۱۷ همه ماژول‌های ورودی/خروجی باید قابلیت عملکرد در شرایط محیطی که در اسناد پروژه بیان شده است را داشته باشند.

۴-۴-۱-۱۸ هر ماژول خروجی تنها باید منبع تغذیه فیوزدار محرک متناظر با خود را کنترل کند. فیوزهای خروجی باید به صورت مجزا قابل دسترس باشند.

۴-۴-۱-۱۹ سامانه ورودی/خروجی باید به صورت ماژولی طراحی شده و دارای یک یا چند شاسی با استحکام بالا باشد. اتصالات به شاسی‌های سامانه یا ترمینال‌هایی که قابلیت جداسازی دارند، انجام می‌شود و به ماژول‌های ورودی/خروجی متصل نمی‌شود. شاسی‌های ورودی/خروجی باید بر روی رک (۱۹ in) ۴۸۳ mm مطابق با استاندارد ANSI/EIA ECA-310 نصب و از پشت تابلو یا توسط گذرگاه داده‌های سری به پردازشگر متصل شوند.

۴-۴-۲ ماژول ورودی گسسته[4]

۴-۴-۲-۱ این ماژول‌ها باید برای حس کردن وضعیت کلیدهای حدی[5]، دکمه‌های فشاری[6] و سایر حسگرهای گسسته تامین شوند.

۴-۴-۲-۲ حسگرهای نصب‌شده در محوطه باید از طریق ماژول‌های ورودی گسسته، به کنترل‌کننده قابل برنامه‌ریزی متصل شوند. این ماژول‌ها به منظور افزایش انعطاف‌پذیری و صرفه‌جویی در هزینه باید در دو نوع ۸ و ۱۶ کاناله در دسترس باشند. تنوع این ماژول‌ها به منظور ایجاد سادگی در تعمیر و نگه‌داری، انبارداری لوازم یدکی و توجیهات اقتصادی، باید محدود باشد.

1- Light Emitting Diode
2- Hot Standby configuration
3- Full Redundant
4- Discrete
5- Limit Switches
6- Push Buttons

۴-۴-۲-۳ فروشنده (سازنده) باید روش فیلترینگ خود و نمودار مدار ماژول ورودی را همراه با پیشنهاد فنی خود به منظور ارزیابی کارفرما ارایه کند. برای سیگنال‌های دارای نوفه[1]، تنها باید از ماژول‌های ورودی دارای فیلتر استفاده شود.

۴-۴-۲-۴ به منظور عیب‌یابی و نشان دادن وضعیت ورودی‌ها، نشان‌دهنده‌های وضعیت از نوع LED باید بر روی قسمت جلویی ماژول فراهم شوند.

۴-۴-۲-۵ ورودی‌های DC یا AC باید از نوع ایزوله‌شده[2] توسط اپتوکوپلر[3] و دارای نشان‌دهنده خطا در قسمت جلوی ماژول باشند.

۴-۴-۲-۶ ماژول‌های ورودی باید دارای افزونگی کافی برای برآورده کردن الزامات در دسترس بودن باشند.

۴-۴-۲-۷ همه ماژول‌های ورودی باید قابلیت تحمل آزمون ولتاژ دی‌الکتریک ۵۰۰ V تجهیزات کنترل صنعتی که برای ولتاژهای اسمی کمتر از ۵۰ V طراحی شده‌اند را برای دست‌کم یک دقیقه مطابق با استاندارد UL 508 داشته باشند.

۴-۴-۲-۸ ماژول‌های ورودی باید از نوع فیوزدار باشند. به منظور عیب‌یابی، نشان دادن وضعیت ورودی‌ها و وضعیت خطای منجر به سوختن فیوز، نشان‌دهنده‌های وضعیت از نوع LED باید بر روی سمت جلویی ماژول فراهم شود.

۴-۴-۲-۹ از آنجا که تضعیف نوفه اهمیت بسیاری برای جلوگیری از نشان‌دهی نادرست ورودی‌ها دارد (به عنوان مثال روشن یا خاموش شدن به دلیل نوفه)، فروشنده (سازنده) باید روش‌های فیلترینگ خود و نمودار مدار ماژول ورودی را همراه با پیشنهاد فنی برای ارزیابی، به کارفرما ارائه کند. برای سیگنال‌های دارای نوفه، تنها باید از ماژول‌های ورودی دارای فیلتر استفاده شود.

۴-۴-۲-۱۰ برای جایگزین کردن ماژول‌ها نباید نیاز به قطع سیم‌کشی‌های مرتبط باشد.

1- Noise
2- Isolated
3- Optocoupler

۴-۴-۳ خروجی‌های گسسته

۴-۴-۳-۱ این ماژول باید برای ارتباط با وسایل خروجی روشن/خاموش کردن مانند استارترهای موتور، چراغ سیگنال‌ها[1]، شیرهای سلونوید، رله‌ها و شیرها به‌کار رود.

۴-۴-۳-۲ وسایل خروجی نصب‌شده در محوطه باید از طریق ماژول‌های خروجی گسسته کنترل‌کننده قابل برنامه‌ریزی فعال شوند.

۴-۴-۳-۳ از آنجا که بارهای خروجی معمولا به شدت خاصیت القایی داشته و باعث ایجاد جریان هجومی[2] بزرگی می‌شوند، ماژول‌های خروجی گسسته باید قابلیت تحمل جریان هجومی به میزان ده برابر بار اسمی که بر اساس آن طراحی شده‌اند را برای مدت زمان کوتاهی بدون خارج شدن از سرویس داشته باشند. برای محافظت از سامانه، ماژول خروجی باید فیوزدار باشد.

۴-۴-۳-۴ ماژول‌ها باید دارای قابلیت عیب‌یابی خودکار همراه با نشانگرهای LED بر روی قسمت جلویی ماژول برای نمایش خطاهای احتمالی باشند.

۴-۴-۳-۵ ماژول‌ها باید به صورت ۸ یا ۱۶ کاناله در دسترس باشند.

۴-۴-۳-۶ برای محافظت از سامانه، ماژول‌های خروجی باید دارای فیوز باشند و قابلیت تحمل جریان هجومی به میزان ده برابر جریان اسمی که بر اساس آن طراحی شده‌اند را برای مدت زمان کوتاهی داشته باشند. همه ماژول‌های خروجی باید از نوع ایزوله‌شده باشند و قابلیت تحمل آزمون ولتاژ دی‌الکتریک ۵۰۰V تجهیزات کنترل صنعتی که برای ولتاژهای اسمی کمتر از ۵۰V طراحی شده‌اند را دست‌کم برای یک دقیقه مطابق با استاندارد UL 508 داشته باشند.

۴-۴-۳-۷ نشان‌دهنده وضعیت از نوع LED باید بر روی قسمت جلویی ماژول فراهم شود تا به عنوان یک ابزار عیب‌یابی برای نشان دادن وضعیت خروجی و خطای سوختن فیوز، استفاده شود.

۴-۴-۳-۸ برای جایگزین کردن ماژول معیوب نباید نیاز به قطع سیم‌کشی مرتبط باشد.

۴-۵ منبع/منابع تغذیه

۴-۵-۱ کلیات

۴-۵-۱-۱ منابع تغذیه باید دارای افزونگی بوده و تحت پایش باشند. در صورتی که ولتاژ تغذیه به مقداری

1- Pilot lights
2- Inrush current

پایین‌تر از کمینه سطح ولتاژ اسمی افت کند، واکنش مناسب باید صورت بگیرد تا فرایند را به وضعیت ایمن بیاورد.

۴-۱-۵-۲ واحد منبع تغذیه دارای افزونه باید در همان محفظه واحد پردازشگر مرکزی نصب شود.

۴-۱-۵-۳ چیدمان کارت‌های منابع تغذیه باید طوری باشد که در صورت جدا کردن یکی از کارت‌ها برای تعمیر، سامانه همچنان آنلاین[1] و تحت تغذیه، باقی بماند.

۴-۱-۵-۴ فیوزهای داخلی ماژول‌های منبع تغذیه و فیوزهای ورودی/خروجی‌های محوطه باید دوگانه باشند تا خرابی ناشی از عمر بالای یک فیوز، منجر به توقف کارخانه نشود. فیوزها باید از نوع هشدار دهنده باشند و از طریق سیم‌کشی به هشدار دهنده[2] متصل شوند. وضعیت منابع تغذیه باید بر روی رابط کاربری[3] نمایش داده شده و در زمان خرابی، پیام هشدار ایجاد کند. این پیام‌های هشدار باید در شمارش ورودی/خروجی‌های فعال، در نظر گرفته شوند.

۴-۱-۵-۵ تمهیدات پایش ولتاژ خط ورودی باید در نظر گرفته شود. در صورتی که سطح ولتاژ خط به مقداری کمتر از کمینه سطح ولتاژ اسمی برای مدت زمانی بیش از نصف یک چرخه افت کند، طراحی خرابی ایمن[4] سامانه باید این اطمینان را ایجاد کند که در زمان قطع منبع تغذیه، فرمان‌های خروجی منتقل نمی‌شود.

۴-۱-۵-۶ مدار ورودی منبع تغذیه باید برای محافظت در برابر جریان زیاد و ولتاژ گذرای زیاد، محافظ مجزا داشته باشد.

۴-۱-۵-۷ طراحی کنترل‌کننده قابل برنامه‌ریزی باید طوری باشد که در زمان استفاده از منبع اصلی سامانه یا باز گرداندن آن به حالت اول، از ارسال فرمان نادرست به تجهیزات خروجی محوطه جلوگیری کند. یعنی تغذیه مدار منطقی، مقدم بر تغذیه مدارهای ورودی/خروجی و سایر مدارها در زمانی است که سامانه در حال بازگردانده شدن به حالت اولیه است.

۴-۱-۵-۸ منابع تغذیه افزونه پردازشگر نباید به صورت کامل تحت بار قرار بگیرند و تقریبا باید از ٪ ۷۰ ظرفیت آن‌ها استفاده شود.

۴-۱-۵-۹ واحد منبع تغذیه در صورت وقوع ولتاژ زیاد، ولتاژ کم و/یا جریان زیاد در بخش خروجی، به صورت خودکار باید متوقف شود. چنین وضعیتی باید بر روی قسمت جلویی هر واحد منبع تغذیه نشان داده

1- Online
2- Annunciator
3- Human Machine Interface (HMI)
4- Fail-Safe

شود.

۴-۵-۲ منبع تغذیه سامانه

۴-۵-۲-۱ منبع تغذیه سامانه، تغذیه پردازشگر کنترل‌کننده قابل برنامه‌ریزی را فراهم می‌کند. منبع تغذیه باید دارای پیکربندی افزونه داغ آماده به کار باشد و در دو شیار[1] از شاسی نصب شود و مستقیما تغذیه صفحه پشتی شاسی سامانه را فراهم کند.

۴-۵-۲-۲ ماژول‌های منبع تغذیه باید برق مورد نیاز برای ماژول‌های رک پردازشگر را فراهم کنند.

۴-۵-۲-۳ یک نشان‌دهنده وضعیت باید بر روی صفحه جلویی ماژول منبع تغذیه فراهم شود تا نشان دهد تغذیه ماژول برقرار است. در صورتی که منبع تغذیه دارای باتری باشد، یک نشان‌دهنده وضعیت نیز باید بر روی صفحه جلویی ماژول منبع تغذیه فراهم شود تا نشان دهد باطری در شرایط مناسب بوده و تغذیه آن برقرار است.

۴-۵-۲-۴ به منظور سادگی تعمیرات، ماژول‌ها باید دارای نگه‌دارنده فیوز حفاظتی در قسمت جلو باشند.

۴-۵-۲-۵ منابع تغذیه پردازشگر نباید به طور کامل تحت بار قرار گیرند و همواره باید از ٪ ۷۰ ظرفیت آن‌ها استفاده شود.

۴-۵-۲-۶ در صورت وقوع اغتشاشات کوتاه در تغذیه مطابق با تعاریف ارائه‌شده در مجموعه استاندارد IEC 61131، سامانه کنترل‌کننده قابل برنامه‌ریزی (شامل سامانه اصلی و برنامه‌های جانبی موقت) باید به عملکرد معمول خود ادامه دهد.

۴-۵-۳ ماژول‌های منبع تغذیه رک ورودی/خروجی

۴-۵-۳-۱ در هر شاسی رک ورودی/خروجی باید شیارهای منبع تغذیه فراهم شود، طوری که تغذیه از صفحه پشتی شاسی انجام پذیرد. منبع تغذیه باید به صورت مستقیم به صفحه پشتی شاسی ورودی/خروجی قابل نصب باشد.

۴-۵-۳-۲ ماژول منبع تغذیه برای هر شاسی باید به صورت افزونه دوگانه باشد.

۴-۵-۳-۳ منابع تغذیه ورودی به ماژول‌های تغذیه ورودی/خروجی خارجی، باید مطابق با استاندارد IEC 61131-2 باشد.

1- Slot

۴-۵-۳-۴ به منظور نشان دادن تغذیه ولتاژ به صفحه پشتی، منبع تغذیه باید دارای نشان‌دهنده توان خروجی باشد.

۴-۵-۴ منابع تغذیه کمکی

۴-۵-۴-۱ منابع تغذیه کمکی باید به صورت افزونه دوگانه در هر شاسی ورودی/خروجی فراهم شوند تا تغذیه تجهیزات نصب‌شده در محوطه را انجام دهند و همچنین قابلیت توسعه ورودی/خروجی کنترل‌کننده قابل برنامه‌ریزی را فراهم کنند.

۴-۵-۴-۲ خروجی منبع تغذیه باید دارای فیوز بوده و ولتاژ عملیاتی ۲۴ VDC داشته باشد، مگر اینکه در داده برگ‌های پروژه طور دیگری بیان شده باشد.

۴-۵-۴-۳ فروشنده (سازنده) باید مناسب‌ترین منبع تغذیه را برای هر محفظه ورودی/خروجی سامانه طراحی کند طوری که همواره در شرایط معمول عملیاتی، بیشینه ٪ ۷۰ ظرفیت طراحی منبع استفاده شود.

۴-۵-۴-۴ به منظور سادگی تعمیرات، واحد منبع تغذیه باید دارای نگه‌دارنده فیوز قابل دسترسی در قسمت جلو باشد.

۴-۵-۴-۵ به منظور کاهش الزامات انبارداری لوازم یدکی، واحد منبع تغذیه کمکی تا حد امکان باید مشابه سایر منابع تغذیه باشد.

۴-۶ تجهیز پیکربندی و برنامه‌نویسی

۴-۶-۱ وسیله پیکربندی و برنامه‌نویسی باید یک رایانه استاندارد مجهز به تجهیزات جانبی ضروری مانند درایوهای لوح فشرده[1] و در صورت نیاز به اتصال به کنترل‌کننده قابل برنامه‌ریزی، مجهز به رابط باشد.

ویژگی رایانه باید از کمینه الزامات نرم‌افزار پیکربندی و برنامه‌نویسی، بهتر باشد.

۴-۶-۲ این رایانه برای توسعه برنامه، شبیه‌سازی، توسعه گرافیکی، اعمال تغییرات، ذخیره‌سازی، تشخیص خطا، پایش سامانه و مستندسازی برنامه کاربردی استفاده می‌شود.

۴-۶-۳ وسیله پیکربندی/برنامه‌نویسی ممکن است در حالت آفلاین[2]، توسط یک رایانه مستقل، یا در حالت آنلاین بر روی رایانه‌ای که به کنترل‌کننده قابل برنامه‌ریزی به صورت مستقیم یا از طریق شبکه متصل است، توسعه داده شود.

1- CD Drives
2- Offline

۴-۶-۴ وسیله برنامه‌نویسی باید مستندات برنامه منطقی را بر روی لوح فشرده یا هر وسیله معادل دیگر، به عنوان پشتیبان فراهم کند. در زمانی که حافظه کنترل‌کننده قابل برنامه‌ریزی عمدا پاک شود، حافظه می‌تواند از روی رونوشت پشتیبان، مجددا بارگذاری شود.

۴-۶-۵ وسیله برنامه‌نویسی باید قابلیت پایش وضعیت در زمان اجرای برنامه منطقی (بلافاصله)[1] را داشته باشد. همچنین باید یک تابع جستجو برای مشخص کردن مکان کنتاکت[2] ها بر اساس شماره خط برنامه یا نوع کنتاکت را فراهم کند.

۴-۶-۶ ترمینال باید این قابلیت را داشته باشد که کنتاکت‌های خروجی را بر اساس دستور کاربر در وضعیت دلخواه قرار دهد.

۴-۷ الزامات نرم‌افزار

۴-۷-۱ کلیات

۴-۷-۱-۱ نرم‌افزار باید کیفیت بالایی داشته باشد تا از عملکرد قابل اعتماد در طول عمر آن، اطمینان حاصل شود.

۴-۷-۱-۲ وسیله برنامه‌نویسی باید مجهز به نرم‌افزارهای ضروری برای پذیرش برنامه‌های کاربر به زبان‌های برنامه‌نویسی مختلف یعنی نمودار نردبانی[3]، فهرست گزاره روندنگار سامانه کنترل (CSF)[4] و غیره باشد. زبان‌های برنامه‌نویسی باید الزامات استاندارد IEC 61131-3 را برآورده کنند. برای اطلاعات بیشتر به استاندارد ملی ایران شماره ۱-۲۳۳۳۳ مراجعه شود.

۴-۷-۱-۳ زبان برنامه‌نویسی باید از نوع ساختاریافته باشد تا قابلیت تحلیل منطقی به منظور مدیریت آسان‌تر، شفافیت و بازدهی اقتصادی را داشته باشد.

۴-۷-۱-۴ وسیله برنامه‌نویسی باید مجهز به نرم‌افزار مناسبی برای پایش وضعیت کنترل‌کننده قابل برنامه‌ریزی مطابق با زیربند ۴-۶-۵ باشد.

۴-۷-۱-۵ امکانات نرم‌افزاری برای آزمون منطق برنامه در فاصله‌های زمانی منظم، به منظور بررسی عملکرد سامانه، باید فراهم شود.

1- Real Time
2- Contact
3- Ladder diagram
4- Control System Flowchart (CSF) Statement List

۴-۷-۱-۶ وسیله برنامه‌نویسی باید مجهز به یک کامپایلر[1] برای ترجمه برنامه‌های کاربر به زبان ماشین به منظور بارگذاری در پردازشگر، همراه با نرم‌افزارهای ضروری برای رابط گرافیکی کاربر، برنامه منطقی و شبکه باشد.

۵ ویژگی کنترل‌کننده قابل برنامه‌ریزی برای سامانه‌های توقف اضطراری (ESD)

۵-۱ الزامات سامانه

۵-۱-۱ سامانه باید با استفاده از پردازشگرهای افزونه و منطق رأی‌گیری «تحمل‌پذیر در برابر خطا»[2] باشد تا در زمان اضطرار به وضعیت ایمن رفته و نیاز به تعمیرات اضطراری را از بین ببرد.

۵-۱-۲ سامانه باید کاملا مستقل بوده و از نظر طراحی، سخت‌افزار و نرم‌افزار، با سامانه کنترل اصلی تفاوت داشته باشد تا در شرایط مشابه هر دو سامانه از سرویس خارج نشوند.

۵-۱-۳ بهتر است تجهیزات افزونه از خط تولید سازندگان در دوره‌های زمانی مختلف تهیه شود تا خرابی‌های احتمالی ناشی از ساخت عناصر افزونه، کمینه شود.

۵-۱-۴ کلیه تمهیدات به منظور استقلال سامانه توقف اضطراری و سامانه کنترل باید لحاظ شود تا راه‌اندازی و تعمیرات سامانه آسان‌تر باشد.

۵-۱-۵ سامانه توقف اضطراری باید دارای یک هشداردهنده یکپارچه باشد تا در توالی اولویت‌ها، اولویت اول بودن سامانه حفظ شود. حتی اگر دکمه پذیرش[3] هر رخدادی به صورت آگاهانه زده شده باشد باید به صورت هشدار اطلاع داده شود. چنانچه سامانه توقف اضطراری همراه با سامانه کنترل توزیع‌شده[4] مورد استفاده قرار گیرد، بهتر است هشدارهای قبل از توقف اضطراری، توسط رابط‌های مناسب به سامانه کنترل منتقل شود.

۵-۱-۶ کنترل‌کننده قابل برنامه‌ریزی پیشنهادی باید دارای ساختار توزیع‌شده باشد تا بتواند سایر کنترل‌کننده‌هایی که هر کدام توقف اضطراری یک ناحیه را انجام می‌دهند، شبکه کند.

۵-۱-۷ هر گونه خطای منفرد در کنترل‌کننده قابل برنامه‌ریزی نباید مانع خاموشی سامانه براساس ورودی واقعی شده و همچنین نباید سبب خاموشی کاذب شود.

۵-۱-۸ سامانه کنترل‌کننده قابل برنامه‌ریزی باید دارای عناصر افزونه قابل اعتماد برای همه ورودی‌ها،

1- Compiler
2- Fault Tolerant
3- Acknowledge Push Button
4- Distributed Control System (DCS)

واحد پردازشگر مرکزی، منابع تغذیه، خروجی‌ها و سخت‌افزارهای ارتباطی باشد.

۵-۱-۹ شاه‌راه‌های ارتباط داخلی کنترل‌کننده قابل برنامه‌ریزی باید دارای افزونه بوده و در صورت خرابی، هر دو شاه‌راه به صورت پیوسته مورد آزمون قرار گرفته و هشدار مرتبط صادر شود. وسایل مربوط به تعویض کردن بین شاه‌راه ارتباطی باید طبق روالی معمول آزمون شود. آزمون و تشخیص خطا باید به صورت خودکار توسط سامانه کنترل‌کننده قابل برنامه‌ریزی انجام شود.

۵-۱-۱۰ سامانه باید دارای چاپگر برای چاپ هشدار/ رخداد باشد.

۵-۱-۱۱ به منظور اطمینان از انطباق با این استاندارد، فروشنده (سازنده) باید جزییات حالت‌های خرابی و تجزیه و تحلیل اثرات آن‌ها را ارائه کند.

۵-۱-۱۲ به منظور افزایش انعطاف‌پذیری و کاهش هزینه‌ها، ماژول‌ها باید در دو نوع ۸ و ۱۶ کاناله در دسترس باشند.

۵-۱-۱۳ همه وسایل خروجی گسسته نصب‌شده در محوطه مانند مراکز کنترل موتور (MCC)[1]، چراغ‌های راهنما، نشانگرهای هشدار، شیرهای سولونوئید، رله‌ها و/یا شیرهای توقف اضطراری، باید توسط ماژول‌های خروجی گسسته کنترل‌کننده قابل برنامه‌ریزی، فعال شوند.

۵-۱-۱۴ برای ماژول‌های خروجی باید افزونه‌های کافی پیش‌بینی شود تا عملکرد سامانه کنترل‌کننده قابل برنامه‌ریزی به صورت روان و قابل اطمینان باشد و الزامات ایمنی و در دسترس بودن سامانه برآورده شود.

۵-۱-۱۵ برای ماژول‌های خروجی باید افزونه‌های کافی پیش‌بینی شود تا الزامات ایمنی و در دسترس بودن سامانه برآورده شود.

۵-۱-۱۶ واحد منبع تغذیه باید در صورت وقوع شرایط ولتاژ بالا، ولتاژ پایین و/یا جریان زیاد در قسمت خروجی واحد، به صورت خودکار متوقف شود. این وضعیت باید بر روی هشدار دهنده سامانه توقف اضطراری و بر روی قسمت جلویی هر واحد منبع تغذیه نشان داده شود.

۵-۲ الزامات ایمنی و قابلیت اطمینان

۵-۲-۱ از آنجا که قابلیت اطمینان سخت‌افزار یکی از جنبه‌های ضروری برای اجتناب از توقف‌های جعلی و همچنین خطاهای خطرناک ناشی از عدم توقف سامانه است، تنها باید از عناصری استفاده شود که قابلیت اطمینان آن‌ها از قبل مشخص شده و عملکرد آن‌ها شناخته شده باشد. برای جزییات بیشتر به بند ۷ مراجعه

1- Motor Control Centers (MCC)

شود.

۵-۲-۲ سامانه توقف اضطراری باید الزامات سطح یکپارچگی ایمنی مخصوص به خود را (براساس مطالعه SIL) مطابق با استاندارد IEC 61508 یا IEC 61511 برآورده کند. برای اطلاعات بیشتر به استاندارد ملی ایران شماره ۱-۲۳۳۳۳ مراجعه شود.

۶ ویژگی کنترل‌کننده قابل برنامه‌ریزی برای کاربرد در اینترلاک‌های ایمنی

این کاربرد شامل خاموشی یا راه‌اندازی یک تجهیز به منظور جلوگیری از کارکرد آن در شرایط سختی است که ممکن است منجر به آسیب دیدن تجهیز شود.

در کارخانه‌هایی که از سامانه کنترل فرایند (PCS)[1] استفاده می‌شود، این کاربرد معمولا با سامانه کنترل فرایند ترکیب می‌شود. در هر حال در کارخانه‌هایی که از کنترل‌کننده‌های دیجیتال تک حلقه (SLDC)[2]، سامانه‌های کنترل الکترونیکی مرسوم یا فناوری سامانه کنترل نیوماتیک استفاده می‌کنند، این کاربرد معمولا توسط رله‌های منطقی پیاده می‌شود. در موارد اخیر، کنترل‌کننده قابل برنامه‌ریزی که در این استاندارد معرفی می‌شود، به عنوان جایگزین فناوری رله‌های منطقی مرسوم، مورد استفاده قرار می‌گیرند. در کارخانه‌هایی که تعداد ورودی/خروجی کم است منطق رله مرسوم ممکن است برای کاهش هزینه‌ها به‌کار رود.

۶-۱ الزامات سامانه

۶-۱-۱ پردازشگر، سامانه ورودی/خروجی، سخت‌افزار ارتباطی و منابع تغذیه باید دارای افزونه به صورت داغ آماده به‌کار باشند. پردازشگرهای دارای افزونه باید پایگاه داده‌های مشترک داشته باشند و به طور کامل و تمام وقت از وضعیت یکدیگر مطلع بمانند.

۶-۱-۲ مدت زمان تعویض کردن کنترل‌کننده معیوب به کنترل‌کننده پشتیبان، باید نسبت به مدت زمان تغییر فرایند، قابل چشم‌پوشی باشد.

۶-۱-۳ پردازشگر باید قابلیت پذیرش سامانه‌های ورودی/خروجی را از راه دور، محلی و هوشمند، به طور همزمان یا مستقل داشته باشد.

۶-۱-۴ طراحی ساختار پردازشگر باید از نوع توزیع‌شده اصلی باشد تا اجازه کاربرد چند پردازشگر توزیع‌شده را بدهد. این جنبه به ویژه برای توزیع کنترل‌کننده‌ها از منظر کاربردی و جغرافیایی برای کارخانه‌هایی که دارای واحد های مختلف هستند، نیاز است. این جنبه در کنار سامانه هوشمند

1- Process Control System
2- Single Loop Digital Controller

ورودی/خروجی، یک مزیت به حساب می‌آید.

۶-۱-۵ هر رک ورودی/خروجی موازی باید دارای یک ماژل رابط موازی برای برقراری ارتباط با رابط ورودی/خروجی موازی پردازشگر یا سایر ماژول‌های ورودی/خروجی موازی باشد. یک نشان‌دهنده LED باید بر روی قسمت جلویی ماژول، به منظور نشان دادن ارتباط مناسب آن با ماژول قبلی فراهم شود. ماژول رابط باید دارای افزونه کامل به صورت داغ آماده به‌کار باشد.

۶-۱-۶ به‌منظور عملکرد روان و قابل اطمینان سامانه کنترل‌کننده قابل برنامه‌ریزی، برای ماژول‌های خروجی باید افزونه‌های کافی پیش‌بینی شود.

۶-۲ ماژول‌های ارتباط شبکه

۶-۲-۱ ماژول‌های ارتباط شبکه باید به منظور شبکه کردن کنترل‌کننده‌ها در سامانه‌های کنترل‌کننده قابل برنامه‌ریزی دارای چند پردازشگر برای دستگاه‌های مستر/ اسلیو[1] و نظیر به نظیر[2] یا در صورتی که قابل اجرا باشد، بین کنترل‌کننده قابل برنامه‌ریزی و سایر سامانه‌های اتوماسیون در نظر گرفته شود.

۶-۲-۲ ارتباط نظیر به نظیر شبکه باید دارای شیوه‌نامه[3] تعیین دسترسی بر اساس باس توکن[4] استاندارد IEEE 802.4 یا شیوه‌نامه CSMA/CD[5] مطابق با استاندارد IEEE 802.3 باشد.

۷ ویژگی کنترل‌کننده قابل برنامه‌ریزی برای کاربردهای کنترل ترتیبی[6]، دسته‌ای[7] و پیوسته[8]

۷-۱ کلیات

منظور از کنترل‌های دسته‌ای، وقوع عملکردهای کنترلی به صورت مجموعه‌ای از مراحل یا فازهای پیچیده است که ممکن است برای اجرای یک فرایند، کنترل پیوسته، کنترل ترتیبی و کنترل گسسته را با هم ترکیب کنند.

۷-۱-۱ کنترل فرایند دسته‌ای

1- Slave
2- Peer-to-Peer
3- Protocol
4- Token Bus
5- Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection
6- Sequence
7- Batch
8- Continues

۷-۱-۱-۱ کنترل دسته‌ای باید به وسیله سامانه کنترل مبتنی بر کنترل‌کننده قابل برنامه‌ریزی که به صورت یک بسته یکپارچه و از پیش پیکربندی‌شده است، انجام شود.

۷-۱-۱-۲ این بسته باید قابلیت کنترل فرایندهای ساده تک محصولی/تک جریانی[1] تا فرایندهای پیچیده چند محصولی/چند جریانی را داشته باشد.

۷-۱-۱-۳ این سامانه باید دارای کنترل‌کننده قابل برنامه‌ریزی برای کنترل فرایند و یک رایانه صنعتی برای رابط کاربر، مدیریت «دستور ساخت»[2] و کنترل کارخانه باشد.

۷-۱-۱-۴ بسته کنترل دسته‌ای باید خصوصیت‌های زیر را داشته باشد:

- کنترل دستور ساخت باید به صورت آفلاین توسعه داده شده و در بسته کنترل دسته‌ای بارگذاری شود؛
- فرمول دستور ساختی که به منظور تطبیق با تغییرات غیر منتظره، قابلیت تغییر به صورت آنلاین را داشته باشد.

۷-۱-۱-۵ کنترل‌کننده قابل برنامه‌ریزی باید دارای مجموعه دستورالعمل سطح بالایی برای برنامه نویسی باشد. الزامات استاندارد ملی ایران شماره ۱-۲۳۳۳۳ باید برای زبان برنامه‌نویسی در نظر گرفته شود.

۷-۱-۱-۶ کنترل‌کننده قابل برنامه‌ریزی مربوط به کنترل دسته‌ای باید از نوع ساختار توزیع‌شده باشد به طوری که چندین کنترل‌کننده قابل برنامه‌ریزی که دارای ایستگاه کاری مرتبط و ترمینال‌های برنامه‌نویسی هستند را بتواند با یکدیگر شبکه کند.

۷-۱-۲ راهبردهای کنترل پیوسته و گسسته

۷-۱-۲-۱ به منظور کنترل پیوسته عملیات دسته‌ای مورد نظر، سامانه کنترل‌کننده قابل برنامه‌ریزی مربوط به کنترل دسته‌ای باید دارای راهبردهای کنترل برای حلقه‌های پیوسته و وسایل گسسته باشد.

۷-۱-۲-۲ راهبردهای حلقه‌های کنترل‌های پیوسته باید گستره کنترل‌کننده‌های تنظیم‌کننده ساده نوع تناسبی-انتگرالی- مشتقی[3] تا الگوریتم‌های کنترلی پیشرفته که توسط کاربر تعریف می‌شود را شامل شود.

۷-۱-۲-۳ راهبردهای کنترل پیوسته و گسسته باید این قابلیت را داشته باشند که به وسیله ترمینال‌های رابط کاربر، پیکربندی شوند.

۷-۱-۲-۴ تعداد حلقه‌های کنترل موجود در سامانه کنترل‌کننده قابل برنامه‌ریزی باید برابر با تعداد

1- Single-stream
2- Recipe
3- Proportional Integral Derivative (PID)

تعریف‌شده در داده برگ‌های پروژه به اضافه ٪ ۲۰ حلقه کنترل بیشتر برای توسعه آتی و اصلاح سامانه کنترل باشد.

۷-۱-۳ الزامات افزونگی

۷-۱-۳-۱ پردازشگر باید بر اساس افزونه داغ آماده به‌کار و به صورت یک به یک[1] تهیه شود.

۷-۱-۳-۲ هر دو پردازشگر کنترل‌کننده قابل برنامه‌ریزی باید پایگاه داده‌های مشترک را به اشتراک بگذارند و به طور کامل و تمام وقت از وضعیت یکدیگر مطلع باشند. یک پردازشگر کنترل‌کننده قابل برنامه‌ریزی باید به عنوان راهبر و دیگری به عنوان پشتیبان عمل کند.

۷-۱-۳-۳ زمانی که خطایی رخ دهد، کنترل‌کننده پشتیبان باید به صورت روان و خودکار عملیات کنترل را ادامه دهد.

۷-۱-۳-۴ ورودی/ خروجی موازی و سریال یا ترکیبی از هر دو باید برای سامانه افزونه مطابق با شرح الزامات هر پروژه در نظر گرفته شود.

۷-۱-۳-۵ زمان لازم برای تعویض کردن بین کنترل‌کننده‌ها باید با توجه به ماهیت فرایند تحت کنترل، قابل چشم‌پوشی باشد.

۷-۱-۴ الزامات سامانه

۷-۱-۴-۱ کنسول‌های کاربر باید مطابق با استاندارد ANSI/HFES 100[2] با در نظر گرفتن ارگونومی بدن انسان[3] طراحی و ساخته شوند.

۷-۱-۴-۲ فروشنده (سازنده) کنترل‌کننده قابل برنامه‌ریزی باید برنامه‌های عیب‌یابی زیر را همراه با پیشنهاد فنی خود ارائه کند:

- عیب‌یابی خودبررسی‌کننده در زمان راه‌اندازی؛
- عیب‌یابی‌های شروع‌شونده توسط کاربر.

۷-۱-۴-۳ خطاهایی که توسط عیب‌یابی‌های بالا کشف می‌شود باید به دو گروه خطاهای «مهلک» و «غیر مهلک» طبقه‌بندی و در جدول طراحی‌شده اختصاص‌یافته، ذخیره شوند. خطاهای مهلک مانند از سرویس

1- One-for-One
2- Human Factors and Ergonomics Society
3- Human Engineering Factors

خارج شدن حافظه یا پایین بودن توان باید باعث عملکرد «رله مهلک»[1] به منظور ارسال پیام خطا و فعال شدن سامانه محافظتی یعنی فعال شدن سامانه افزونه شود.

۷-۴-۱-۴ جدول اختصاص یافته به خطاها باید این قابلیت را داشته باشد که توسط ابزارهای برنامه‌نویسی تامین‌شده در کنترل‌کننده قابل برنامه‌ریزی، برای خطاهای خاص، مورد آزمون و عیب‌یابی قرار گیرند.

۷-۴-۱-۵ سامانه کنترل‌کننده قابل برنامه‌ریزی باید این قابلیت را داشته باشد که به وسیله رابط‌های MAP/OSI، از طریق محیط قابل استفاده توسط چند فروشنده (سازنده)[2]، استفاده شود.

۷-۲ واحد پردازشگر

۷-۲-۱ پردازشگر باید قابلیت دریافت و ارسال ورودی/خروجی از راه دور را به صورت داخلی داشته باشد.

۷-۲-۲ پردازشگر باید مجهز به مجموعه دستورالعمل‌های پیشرفته برنامه‌نویسی شامل مدیریت فایل‌ها، توالی‌دهنده‌ها، عیب‌یابی، ثبات انتقال و دستورالعمل‌های کنترل برنامه باشد.

۷-۲-۳ پردازشگر باید قابلیت مجهز شدن به ماژول‌های ورودی/خروجی پردازش موازی محلی برای برنامه‌های کاربردی با سرعت بالا را داشته باشد.

۷-۲-۴ پردازشگر باید دارای وقفه‌های[3] ورودی قابل برنامه‌نویسی مناسب و پرچم‌های[4] وضعیت عمومی باشد.

۷-۲-۵ به منظور انجام وظایف زیر، پردازشگر باید این قابلیت را داشته باشد که به عنوان یک سامانه دارای چند پردازشگر سازماندهی شود:

- زمانی که وظیفه پیچیده‌ای نیاز است، به منظور افزایش کارایی، سرعت را افزایش داده و از پردازش موازی استفاده کند.
- زمانی که با سایر پردازشگرها تبادل اطلاعات می‌کند، برنامه‌های اختصاصی خود را اجرا کند تا چند پردازشگر به صورت هماهنگ و به هم پیوسته عملیات انجام دهند.

۷-۲-۶ هر پردازشگر در پیکربندی چند فرایندی، باید بتواند یک برنامه کاربردی اصلی را در زمان انجام وظایف پس‌زمینه برای توابع غیربحرانی، پشتیبانی کند.

1- Fatal Relay
2- Multivendor environment
3- Interrupt
4- Flag

۷-۲-۷ واحد پردازشگر باید مجهز به ماژول‌های ارتباطی زیر باشد:

- رایانه میزبان،

- ارتباط کنترل‌کننده قابل برنامه‌ریزی با کنترل‌کننده قابل برنامه‌ریزی،

- شاه‌راه داده‌ها،

- رابط MAP/OSI جهت اتصال به سامانه کنترل توزیع‌شده،

۸-۲-۷ واحد پردازشگر مرکزی باید قابلیت ذخیره بیش از یک برنامه را در حافظه خود داشته باشد.

۹-۲-۷ واحد پردازشگر باید مجهز به واحدهای رابط موازی و سری ورودی/خروجی مورد استفاده در سامانه ورودی/خروجی باشد.

۱۰-۲-۷ همه مجموعه (شامل سخت‌افزار، نرم‌افزار، مونتاژهای مکانیکی و سیم‌کشی، استفاده از ابزارها و زبان‌های برنامه‌نویسی، رابط ورودی‌ها و خروجی‌ها) باید مطابق با دستورالعمل‌های سازنده کنترل‌کننده قابل برنامه‌ریزی باشد.

۱۱-۲-۷ هر ماژول پردازشگر باید دست‌کم مجهز به ریز پردازنده ۳۲ بیتی و حافظه داخلی با قابلیت دسترسی تصادفی مناسب با کمینه ظرفیت KWord ۴۰ باشد.

۱۲-۲-۷ واحد پردازشگر مرکزی باید دارای درگاه‌های اتصال سری (مانند RS-232/RS-423، RS-485 و RS-449/RS-422) علاوه بر شاه‌راه‌های داده‌ها برای اتصال از راه دور پویشگر[1] ورودی/خروجی باشد.

۱۳-۲-۷ به منظور اتصال به واحدهای ورودی/خروجی، واحد پردازشگر مرکزی علاوه بر درگاه‌های بالا باید دارای درگاه ورودی/خروجی موازی محلی نیز باشد.

۱۴-۲-۷ واحد پردازشگر مرکزی کنترل‌کننده قابل برنامه‌ریزی باید یک رایانه چندفرایندی صنعتی همراه با یک کارت پردازشگر برای تکرار کردن عملکرد کنترل‌کننده قابل برنامه‌ریزی باشد.

۱۵-۲-۷ به منظور وارد کردن برنامه، اتصال به چاپگر و سایر وسایل (همان‌طور که مشخص شده است)، واحد پردازشگر مرکزی باید قابلیت متصل شدن به یک وسیله برنامه‌نویسی یا رایانه را داشته باشد.

۱۶-۲-۷ پردازشگر ترجیحا بهتر است دارای انواع حافظه به صورت زیر باشد:

- حافظه اجرایی (از نوع حافظه فقط خواندنی)؛

1- Scanner

- حافظه با دسترسی تصادفی داخلی؛
- حافظه برنامه کاربر از نوع حافظه فقط خواندنی قابل برنامه‌نویسی تغییرپذیر الکتریکی (EAPROM)؛
- حافظه تصویری ورودی/خروجی.

۷-۳ سامانه ورودی/خروجی

۷-۳-۱ ماژول ورودی گسسته

به منظور افزایش انعطاف‌پذیری در انتخاب و کاهش هزینه‌ها، این ماژول‌ها باید در انواع ۸، ۱۶ و/یا ۳۲ کاناله در دسترس باشند.

۷-۳-۲ ماژول‌های خروجی گسسته

به منظور افزایش انعطاف‌پذیری در انتخاب و کاهش هزینه‌ها، این ماژول‌ها باید در انواع ۸، ۱۶ و/یا ۳۲ کاناله در دسترس باشند.

۷-۳-۳ ورودی/خروجی آنالوگ

۷-۳-۳-۱ این ماژول باید هوشمند، بر پایه ریزپردازنده و دارای قابلیت حس کردن و/یا تولید سیگنال‌های آنالوگ باشد. ورودی‌های آنالوگ ممکن است از وسایلی مانند ترموکوپل‌ها، سنجه‌های کرنش[1]، حسگرهای فشار یا هر متغیر فرایندی ایجاد شود که سیگنال ولتاژ یا جریان تولید می‌کند. خروجی‌های آنالوگ باید سیگنال‌های صنعتی استاندارد باشند و استفاده از آن‌ها برای تحریک وسایلی مانند ولتمترها، ثبات‌های X-Y، محرک‌های سروموتور، شیرهای کنترل و غیره امکان‌پذیر باشد.

۷-۳-۳-۲ به منظور ارتباط مستقیم سیگنال‌های آنالوگ به کنترل‌کننده قابل برنامه‌ریزی، مدار ماژول ورودی/خروجی آنالوگ باید از کانورترهای دیجیتال به آنالوگ (D/A) برای خروجی‌ها یا کانورترهای آنالوگ به دیجیتال (A/D) برای ورودی‌ها، تشکیل شده باشد.

۷-۳-۳-۳ ماژول ورودی آنالوگ باید قابلیت اندازه‌گیری سیگنال‌های آنالوگ متصل به ورودی و تبدیل سیگنال‌ها به یک مقدار دیجیتال با تفکیک‌پذیری[2] بالا (دست‌کم ۱۲ بیت) را داشته باشد.

۷-۳-۳-۴ ممکن است ماژول ورودی آنالوگ برای ورودی‌های ولتاژ تک قطبی یا دوقطبی (۰ تا ۵) ولت، (۱ تا ۵) ولت، (۰ تا ۱۰) ولت، (۵- تا ۵+) ولت، (۱۰- تا ۱۰+) ولت قابل انتخاب باشد. ممکن است حالت جریان برای وسایل ورودی (۰ تا ۲۰) میلی آمپر، (۴ تا ۲۰) میلی آمپر یا (۰ تا ۵۰) میلی آمپر را با نصب

1- Strain gauges
2- Resolution

یک مقاومت Ω ۲۵۰ به صورت موازی با این ورودی در رک مارشالینگ، به‌کار برد.

۷-۳-۳-۵ ماژول‌های ورودی/خروجی باید ورودی‌ها و خروجی‌های ایزوله فراهم کنند.

۷-۳-۳-۶ ممکن است گستره‌های خروجی آنالوگ، از بین مقادیر زیر توسط کاربر قابل انتخاب باشد: (۱-۵) VDC، (۰-۱۰) VDC، (۴-۲۰) mA DC، (۰-۵۰) mA DC

۷-۳-۳-۷ ممکن است در صورت نیاز، ماژول ورودی/خروجی ورودی‌ها یا خروجی‌های تفاضلی را دریافت یا ارسال کنند.

۷-۳-۴ ماژول آداپتور[1] ورودی/خروجی از راه دور

۷-۳-۴-۱ ماژول آداپتور ورودی/خروجی از راه دور باید به عنوان رابط بین ماژول‌های ورودی/خروجی در رک‌های ورودی/خروجی از راه دور و ماژول ارتباط از راه دور کنترل‌کننده قابل برنامه‌ریزی فراهم شود.

۷-۳-۴-۲ ماژول آداپتور باید از نوع باس مالتی‌دراپ[2] باشد. این ماژول‌ها باید دارای پیکربندی افزونه دوگانه به صورت داغ آماده به‌کار باشند.

۷-۳-۴-۳ تعداد رک‌های ورودی/خروجی از راه دور که قابل پشتیبانی توسط ماژول باشند، باید توسط فروشنده (سازنده) مشخص شود. فروشنده (سازنده) باید همه کابل‌کشی‌ها (نوع آماده برای نصب) و اتصالات را مطابق با الزامات خاص پروژه فراهم کند.

۷-۳-۴-۴ صفحه جلویی ماژول آداپتور باید دارای LED هایی برای نشان دادن وضعیت عملیاتی ماژول باشد.

۷-۳-۴-۵ این ماژول باید دارای روال‌های خودبررسی‌کننده داخلی باشد که در زمان راه‌اندازی و/یا بازنشانی، توسط پردازشگر فعال شود. یک LED در صفحه جلویی باید موفقیت‌آمیز بودن عملیات خودبررسی را نشان دهد.

۷-۳-۵ ماژول آداپتور ورودی/خروجی موازی (محلی)

۷-۳-۵-۱ صفحه جلویی ماژول آداپتور باید دارای LED وضعیت برای نشان دادن ارتباط «فعال» یا «خطا» در ارتباط باشد.

۷-۳-۵-۲ این ماژول باید اجازه جداسازی رک از باس را بدون خاموش کردن سامانه فراهم کند.

1- Adaptor
2- Multidrop Bus

۷-۳-۵-۳ دست‌کم یک ماژول آداپتور دائمی ورودی/خروجی باید برای هر رک ورودی/خروجی محلی فراهم شود.

۷-۳-۵-۴ به منظور برآورده کردن الزامات در دسترس بودن، افزونگی ماژول‌های آداپتور ورودی/خروجی محلی تامین‌شده توسط فروشنده (سازنده)، باید در نظر گرفته شود.

۷-۳-۶ گذرگاه سازگار MAP/OSI

۷-۳-۶-۱ سامانه کنترل‌کننده قابل برنامه‌ریزی باید گذرگاه MAP/OSI مورد استفاده برای اتصال این سامانه به کنترل‌کننده‌های قابل برنامه‌ریزی فروشنده‌ها (سازنده‌ها) و/یا سامانه کنترل فرایند تامین کند.

۷-۳-۶-۲ هشدارهای معمول عیب‌یابی باید از طریق این گذرگاه از کنترل‌کننده قابل برنامه‌ریزی به سامانه کنترل فرایند ارسال شود.

۷-۳-۶-۳ این گذرگاه باید فرمان‌های پیوسته «خواندن» و «نوشتن» را از سامانه کنترل فرایند پذیرفته و شرایط نگاشت ثبات‌ها را از کنترل‌کننده قابل برنامه‌ریزی به سامانه کنترل فرایند فراهم کند.

۷-۳-۷ ماژول‌های ارتباطی

۷-۳-۷-۱ ماژول‌های ارتباطی شبکه، باید برای شبکه‌سازی مستر/اسلیو و نظیر به نظیر کنترل‌کننده‌های قابل برنامه‌ریزی در سامانه کنترل‌کننده قابل برنامه‌ریزی با چند پردازشگر، فراهم شود.

۷-۳-۷-۲ در پیکربندی شبکه مستر/اسلیو برای کنترل‌کننده قابل برنامه‌ریزی، تنها یک پردازشگر اصلی باید وجود داشته باشد که فرمان‌ها را به سایر پردازشگرهای اسلیو ارسال کرده و آن‌ها هم به طور مناسب پاسخ دهند. فروشنده (سازنده) باید در پیشنهاد فنی خود زمان پذیرش پیام‌های ارسالی هر پردازشگر اسلیو توسط پردازشگر مستر را درج کند (بخصوص برای سامانه هوشمند ورودی/خروجی از راه دور).

۷-۳-۷-۳ سازوکار شبکه نظیر به نظیر باید اجازه ابتدایی‌سازی[1] پیام‌ها را به هر پردازشگر در شبکه بدهد. شیوه‌نامه «تعیین دسترسی»[2] در شبکه باید مطابق با یکی از دو شیوه‌نامه توکن-پسینگ[3] باس توکن استاندارد IEEE 802.3 یا شیوه‌نامه CSMA/CD باشد.

۷-۴ رابط کاربری انسان و ماشین

1- Initiate
2- Access Determination
3- Token Passing

۷-۴-۱ ایستگاه‌های کاری کارور

۷-۴-۱-۱ دست‌کم دو ایستگاه کاری صنعتی باید به عنوان رابط کارور برای هر سامانه کنترل‌کننده قابل برنامه‌ریزی همراه با کلیه تجهیزات جانبی نصب‌شده بر روی کنسول کارور فراهم شود.

۷-۴-۱-۲ رابط کاروری باید ماژولی، چند منظوره و رنگی (از لحاظ گرافیکی) باشد. ایستگاه کاری باید به صورت مستقیم از طریق شاه‌راه داده‌ها به پردازشگر کنترل‌کننده قابل برنامه‌ریزی متصل شده و قابلیت شبکه‌شدن با کنترل‌کننده‌های قابل برنامه‌ریزی و وسایل ورودی/خروجی از راه دور را با استفاده از ماژول‌های رابط داشته باشد.

۷-۴-۱-۳ ایستگاه کاری باید یک رایانه استاندارد مجهز به تجهیزات جانبی ضروری شامل صفحه نمایش صنعتی، درایوهای لوح فشرده، درگاه‌های USB و رابط برای اتصال به کنترل‌کننده قابل برنامه‌ریزی باشد.

ویژگی این رایانه باید از کمینه الزامات نرم‌افزارهای پیکربندی و برنامه‌نویسی بهتر باشد.

این ایستگاه کاری باید به عنوان تجهیز چند منظوره گرافیکی برای بارگذاری برنامه‌ها در پردازشگر کنترل‌کننده قابل برنامه‌ریزی استفاده شود.

۷-۴-۱-۴ صفحه نمایش ایستگاه کاری باید از نوع رنگی و تخت با کمینه اندازه ۱۹ inch باشد.

۷-۴-۱-۵ ایستگاه کاری باید دارای پنل‌های جلویی از نوع NEMA 4 باشد.

۷-۴-۱-۶ ایستگاه کاری باید دارای صفحه کلیدی از نوع QWERTY-101 و صفحه کلید عملکردی اضافی برای برنامه‌نویسی نمودار کنترل باشد.

۷-۴-۱-۷ ایستگاه کاری باید دارای دو درگاه ارتباطی سری و یک درگاه ارتباطی موازی باشد.

۷-۴-۱-۸ ولتاژ تغذیه ایستگاه کاری باید بر اساس داده برگ و با بسامد ۵۰ Hz باشد.

۷-۴-۱-۹ طراحی کنسول کارور باید مطابق با بهترین فاکتورهای ارگونومی باشد تا اثرات خطاهای انسانی را کاهش داده و استفاده از آن را آسان کند.

۷-۴-۱-۱۰ کنسول کارور اساسا باید موارد زیر را انجام دهد:

- نشان‌دهی متغیرهای کنترل‌شده و کنترل‌نشده آنالوگ و دیجیتال؛
- ایجاد تغییر در نقطه تنظیم کنترل‌کننده و مقادیری که هشدارها بر روی آن‌ها تنظیم شده‌اند و همچنین حالت‌های کنترل مانند دستی، خودکار یا آبشاری برای حلقه‌های تناسبی-انتگرالی-مشتقی؛
- انجام ترندهای میانگین و تجمعی ساعتی، شیفتی، روزانه و ماهانه؛

- نمایش صفحات نمایش سفارشی مانند شماتیک‌های تعاملی؛
- ارائه گزارش‌ها و چاپ آن‌ها شامل چاپ کاغذی تصویرها؛
- ایجاد دستور ساخت؛
- گزارش عیب‌یابی‌های سامانه؛
- ایجاد یا ویرایش نمودارهای نردبانی، بلوک‌های توابع، فهرست دستورات یا هر زبان برنامه‌نویسی دیگر در صورت نیاز و بر اساس سطح دسترسی تعریف‌شده برای کاربرها؛
- تامین دسترسی محدود به فرایند کنترل‌کننده قابل برنامه‌ریزی به منظور تعمیرات. از این جنبه، کارکنان تعمیرات دسترسی محدود به پایش و تغییر تنظیمات شمارشگرها و زمان‌سنج‌ها به‌دست می‌آورند؛
- تامین محیطی برای وارد کردن برنامه و تولید برنامه‌های مشتری؛
- تامین محیطی برای پایش بلافاصله اجرای برنامه؛
- تامین تابع ذخیره برنامه.

۷-۴-۱-۱۱ توصیه می‌شود ایستگاه کاری دارای شبکه محلی[1] جهت اتصال به سایر ایستگاه‌های کاری در کنسول مشابه یا کنسول‌های دیگر باشد.

در صورت استفاده از شبکه محلی، فروشنده (سازنده) باید سخت‌افزار و نرم‌افزار لازم برای سرور[2] را فراهم کند.

در صورت استفاده از سایر شیوه‌نامه‌های شبکه محلی، فروشنده (سازنده) باید جزئیات شبکه را همراه با پیشنهاد فنی خود، برای ارزیابی کارفرما ارائه کند.

۷-۴-۲ وسیله پیکربندی و برنامه‌نویسی

۷-۴-۲-۱ وسیله پیکربندی و برنامه‌نویسی باید یک رایانه استاندارد صنعتی مجهز به تجهیزات جانبی ضروری شامل درایو لوح فشرده، درگاه‌های USB و رابط برای اتصال به کنترل‌کننده قابل برنامه‌ریزی باشد.

ویژگی این رایانه باید از کمینه الزامات نرم‌افزار پیکربندی و برنامه‌نویسی، بهتر باشد.

۷-۴-۲-۲ این رایانه برای توسعه برنامه، شبیه‌سازی، توسعه گرافیک، فورس[3] کردن، ذخیره‌سازی، عیب‌یابی، پایش سامانه و مستندسازی برنامه‌های کاربردی به‌کار می‌رود.

1- Local Area Network (LAN)
2- Server
3- Force

۷-۴-۲-۳ وسیله پیکربندی/برنامه‌نویسی را می‌توان به صورت آفلاین بر روی یک رایانه مستقل یا به صورت آنلاین بر روی یک رایانه که مستقیما یا از طریق شبکه‌ای که به کنترل‌کننده قابل برنامه‌ریزی متصل است، توسعه داد.

۷-۴-۲-۴ وسیله برنامه‌نویسی باید دارای مستندات کامل برنامه‌های منطقی بر روی لوح فشرده یا وسیله معادل، به عنوان پشتیبان باشد. در شرایطی که حافظه کنترل‌کننده قابل برنامه‌ریزی به منظور خاصی پاک شود، حافظه می‌تواند از روی رونوشت پشتیبان مجددا بارگذاری شود.

۷-۴-۲-۵ وسیله برنامه‌نویسی باید قابلیت پایش وضعیت برنامه منطقی را در زمان اجرای آن (بلافاصله) داشته باشد. به منظور مکان‌یابی کنتاکت‌ها با استفاده از شماره خط یا نوع کنتاکت، باید یک تابع جستجو نیز فراهم شود.

۷-۴-۲-۶ وسیله برنامه‌نویسی باید قابلیت فورس کردن کنتاکت‌های خروجی به وضعیت دلخواه را با استفاده از دستور کارور داشته باشد.

۷-۴-۳ چاپگر

۷-۴-۳-۱ یک چاپگر رنگی و یک چاپگر سیاه-سفید باید در کنار رایانه فراهم شود.

۷-۴-۳-۲ این چاپگر باید بر پایه ریزپردازنده، دارای سرعت بالا و کیفیت بالا برای چاپ نوشتار باشد.

۷-۴-۳-۳ اتصال چاپگر به سامانه باید از طریق شبکه یا توسط اتصالاتی انجام شود که با ایستگاه کاری سازگار هستند.

۷-۵ الزامات نرم‌افزار

۷-۵-۱ نرم‌افزارهای برنامه‌نویسی

۷-۵-۱-۱ نرم‌افزار برنامه‌نویسی باید بر روی ایستگاه کاری فراهم شود و باید به صورت بسته انتخاب‌پذیر برای برنامه‌نویسی، مستندسازی و چاپ آنلاین برنامه‌ها باشد.

۷-۵-۱-۲ این برنامه باید با سیستم عامل سازگار بوده و دارای رابط برنامه‌نویسی عمومی برای پردازشگر کنترل‌کننده قابل برنامه‌ریزی باشد.

۷-۵-۱-۳ این برنامه باید هر نوع برنامه کاربر را ایجاد، ویرایش و پایش کند.

۷-۵-۱-۴ این برنامه باید به کاربر اجازه دهد که هر مقداری را در هر نقطه ورودی/خروجی در نمودار منطقی فورس کرده و هر فایل داده‌ای که توسط آدرس‌دهی کاربر درخواست می‌شود را نمایش دهد.

۷-۵-۱-۵ این نرم‌افزار باید مستندات برنامه‌ها را هم در حالت آفلاین و هم در حالت آنلاین نمایش داده و به منظور آرشیو کردن یا بارگذاری روی سایر پردازشگرها، برنامه‌ها را بر روی حافظه جانبی ذخیره کند.

۷-۵-۲ سیستم عامل

۷-۵-۲-۱ برنامه سیستم عامل ایستگاه کاری باید چندکاره[1] باشد.

۷-۵-۲-۲ پردازشگر کنترل‌کننده قابل برنامه‌ریزی باید دارای یک برنامه اجرایی برای کنترل کارآمدی[2] کنترل‌کننده قابل برنامه‌ریزی باشد و عملکرد واحد پردازشگر مرکزی را به منظور انجام وظایف زیر، کنترل کند:

- انجام بررسی‌های عیب‌یابی در زمان راه‌اندازی با استفاده از نرم‌افزار عیب‌یابی؛
- اسکن ورودی‌ها؛
- انجام عملیات منطقی؛
- اسکن خروجی‌ها؛
- برقراری ارتباطات ضروری؛
- انجام بررسی‌های عیب‌یابی به صورت دوره‌ای و آنلاین با فراخوانی نرم‌افزارهای مخصوصی که برای عیب‌یابی نوشته شده‌اند، در حالی که برنامه‌های منطقی کاربر در حال اجرا هستند.

۷-۵-۲-۳ برنامه اجرایی باید در زمان کشف خطا توسط برنامه عیب‌یاب، خروجی‌ها را در حالت ایمن قرار داده و پیش از قرار دادن پردازشگر در شرایط راه‌اندازی، منتظر تعیین تکلیف خطا بماند.

۷-۵-۲-۴ چنانچه منبع تغذیه از سرویس خارج شود، برنامه اجرایی باید همه خروجی‌ها را در وضعیت ایمن قرار داده و پردازشگر را برای راه‌اندازی، آماده کند.

۷-۵-۳ نرم‌افزار کاربر

۷-۵-۳-۱ به منظور انجام کنترل لازم در سراسر فرایند دسته‌ای، این نوع نرم‌افزار باید توسط سازنده (فروشنده) فراهم شود تا مهندس کنترل قادر باشد نرم‌افزارهای برنامه کاربردی را در حافظه کاربر نوشته و ذخیره کند.

۷-۵-۳-۲ نرم‌افزار کاربر باید دارای پیکربندی دسته‌ای داده‌ها برای کنترل‌کننده قابل برنامه‌ریزی همراه

1- Multi - Tasking
2- Functionality

با برنامه‌های پیکربندی آن‌ها باشد.

۷-۵-۳-۳ برنامه پیکربندی (در صورت نیاز) باید موارد زیر را مشخص کند:

الف- هر کدام از نقاط ورودی/خروجی، مختص کدام رک است؛

ب- چه مقدار حافظه و ورودی/خروجی برای پردازشگر در دسترس است؛

پ- فضای حافظه برای اجرا اختصاص دهد؛

ت- خطاهای مهلک و غیر مهلک را مشخص کند؛

ث- همچنین سایر مواردی که در زمان اجرای برنامه باید به صورت تعاملی انجام شود.

۷-۵-۳-۴ برنامه کاربر معمولا باید رابط کارور، ارتباطات، شبکه‌ها، سامانه جمع‌آوری داده‌ها و کنترل نظارتی را پیاده‌سازی کند.

این برنامه همچنین در تولید گزارش‌ها بر روی نمودارهای منطقی، نمودارهای تصویری ورودی/خروجی، نقشه جدول داده‌ها، خلاصه عملیات فایل، گزارش چند مرجعی[1]، توضیحات و شاخص دستورالعمل کمک می‌کند. فروشنده (سازنده) باید زبان‌های برنامه‌نویسی موجود بر روی سامانه خود را برای بررسی و تأیید کارفرما، در پیشنهاد فنی خود ارائه کند.

۷-۵-۳-۵ به منظور تغییر هر پارامتر در سامانه، رمز پیکربندی باید به فرد/ افراد مسؤل داده شود.

۷-۵-۴ نرم‌افزار عیب‌یابی

۷-۵-۴-۱ به منظور تشخیص دقیق مشکلات در زمان وقوع آن‌ها، نرم‌افزار عیب‌یابی باید بر روی ایستگاه کاری سامانه به صورت یک بسته عیب‌یابی سخت‌افزاری/ نرم‌افزاری کامل، طوری فراهم شود که داده‌ها را از پردازشگر جمع‌آوری کند.

۷-۵-۴-۲ به منظور نمایش تصاویر رنگی با تفکیک‌پذیری بالا، این نرم‌افزار باید اطلاعات عیب‌یابی ماشین/ فرایند را با نرم‌افزار رابط کاربر مبادله کند.

۷-۵-۴-۳ به منظور حصول اطمینان از تشخیص سریع خطاها، ایستگاه کاری باید اطلاعات جدول داده‌ها را در هر چرخه برنامه کنترل، یک بار دریافت کند.

۷-۵-۴-۴ نرم‌افزار باید ترجیحا دارای ساختار منویی[2] و فضا جهت وارد کردن داده‌ها با قابلیت استفاده

1- Cross reference report
2- Menu-driven

آسان باشد.

۷-۵-۴-۵ بسته عیب‌یابی باید آزمون‌های خودعیب‌یابی را در دسته‌بندی‌های زیر فراهم کند:

- خودآزمون زمان راه‌اندازی؛

- بررسی یکپارچگی حافظه برنامه؛

- بررسی‌های آنلاین برای پردازشگر و حافظه اصلی در هر بار اسکن، پکپارچگی ماژول حافظه، آزمون سامانه ورودی/خروجی و گذرگاه‌های داده‌ها.

۷-۵-۵ نرم‌افزار رابط گرافیکی رنگی تعاملی

۷-۵-۵-۱ یک رابط کارور گرافیکی رنگی تعاملی باید برای سامانه فراهم شود تا همه اطلاعات کارخانه از طریق صفحه نمایش رنگی، نمایش داده شود. این بسته باید به وسیله ویرایشگر و برنامه و یک برنامه رابط برای ایجاد، ویرایش، نمایش و به روز رسانی گرافیک، تکمیل شود.

۷-۵-۵-۲ صفحات نمایش رنگی باید عملیات کارخانه را با استفاده از نمادهای استاندارد ANSI/Y 32.11 نمایش داده و کارور را قادر سازند که این فرایند را از طریق ایستگاه کاری، پایش و کنترل کند.

۷-۵-۵-۳ نرم‌افزار باید قابلیت رسیدگی[1] به هشدارها بر اساس چیدمان تعریف‌شده توسط کاربر را داشته باشد. رسیدگی به هشدارها باید به صورت خودکار از طریق یک پنجره بر روی صفحه نمایش برای کارور نمایش داده شود. همچنین هشدارها باید بر روی صفحه خلاصه هشدارها ذخیره شوند.

۷-۵-۵-۴ نرم‌افزار باید مدیریت فرایند دسته‌ای، مدیریت دستور ساخت، کنترل روش اجرایی دسته‌ای و توابع ثبت داده‌های دسته‌ای را انجام دهد.

۷-۵-۵-۵ نرم‌افزار باید تسهیلات آرشیو اطلاعات بر روی حافظه جانبی را برای همه هشدارها و فرمان‌های کارور فراهم کند.

۷-۵-۶ کنترل‌کننده تناسبی-انتگرالی-مشتقی

به منظور کنترل پیوسته عملیات دسته‌ای مورد نیاز، کنترل‌کننده قابل برنامه‌ریزی مورد استفاده برای سامانه کنترل دسته‌ای باید دارای قابلیت کنترل نظارتی[2] (تناسبی-انتگرالی-مشتقی) باشد.

1- Handling
2- Regulatory

تعداد حلقه‌های کنترل موجود در سامانه باید برابر با تعداد تعریف‌شده در داده برگ‌های پروژه به اضافه ٪۲۰ بیشتر، برای توسعه آتی و اصلاح سامانه کنترل باشد. برای اطلاعات بیشتر به استاندارد ملی ایران شماره ۱-۲۳۳۳۳ مراجعه شود.

۸ الزامات قابلیت اطمینان[1]

۸-۱ به منظور تعیین انطباق با الزامات مندرج در این استاندارد ویژگی‌ها و نشان دادن ریسک‌ها و همچنین نیاز به افزونگی، طراحی خرابی-ایمن، انبارداری قطعات یدکی و هر تمهید حفاظتی موجود، قابلیت اطمینان سامانه کنترل‌کننده قابل برنامه‌ریزی، باید راهنماهای اندازه‌گیری ایجاد کند. جزئیات تعریف و معادلات در پیوست **الف** بیان شده است.

۸-۲ توصیه می‌شود جنبه‌های قابلیت اطمینان نرم‌افزار سامانه، توسط کارفرما مورد بحث و تأیید قرار گیرد.

۸-۳ معادلات نشان داده شده در پیوست **الف** باید توسط فروشنده (سازنده) کنترل‌کننده قابل برنامه‌ریزی، برای انجام محاسبات تفصیلی مندرج در گزارش قابلیت در دسترس بودن سامانه پیشنهادی خود به‌کار رود و همراه با پیشنهاد فنی خود، به کارفرما ارائه کند.

۸-۴ گزارش قابلیت اطمینان، علاوه بر نتایج در دسترس بودن، باید شامل موارد زیر هم باشد:

- حدود مطالعات؛
- فرضیات؛
- نمودار بلوکی در دسترس بودن؛
- خلاصه روش‌ها یا نرم‌افزار رایانه‌ای به‌کار رفته؛
- جدول داده‌ها که همه خرابی‌های سامانه (یا احتمالات خرابی) و زمان‌های بازیابی را بر اساس منابع اطلاعاتی، فهرست کرده باشد.

۹ الزامات محفظه و کابینت

۹-۱ کلیات

۹-۱-۱ ساختار کابینت/محفظه باید از فلز محکم ساخته شده باشد تا به صورت خود ایستا نصب شود.

1- Reliability

۹-۱-۲ عمق کابینت/محفظه باید متناسب با بیشینه عمق بزرگترین وسیله کنترلی به اضافه فاصله الکتریکی باشد. در هر حال عمق کابینت/محفظه نباید از ۶۰۰ mm کمتر باشد.

۹-۱-۳ همه درزهای ساختار و سطح کابینت/محفظه باید جوش پیوسته داشته و فاقد هر گونه سوراخ و حفره باشد.

۹-۱-۴ سفت‌کننده‌هایی[1] از جنس فولاد سنگین باید به پشت و اطراف کابینت/محفظه جوش داده شود تا صافی و سختی سطوح کابینت/محفظه را حفظ کند.

۹-۱-۵ بیشینه ارتفاع کابینت/محفظه نباید بیش از ۲۱۰۰ mm باشد.

۹-۱-۶ در هر کابینت/محفظه، باید کمینه ٪ ۲۰ سطح فضای خالی برای پنل‌های فرعی فراهم شود.

۹-۱-۷ هر کابینت/محفظه باید مجهز به پنل‌های فرعی قابل جدا شدن باشد که از صفحاتی با ضخامت ۳٫۵ mm ساخته شده و بر روی میخ‌های کوچک[2] نصب شده‌اند تا تجهیزات بر روی این پنل‌ها نصب شود.

۹-۱-۸ کمینه فاصله ترمینال‌ها تا پایین کابینت/ محفظه باید ۴۶۰ mm باشد. ترمینال‌ها باید دارای کانکتورهای[3] سیمی نوع پیچی و نوارهای نشانه‌گذاری با دوام باشند.

۹-۱-۹ سیم‌کشی محفظه‌ها و کابینت‌ها باید در داخل مسیرهای مناسب هدایت شود و در این مسیرها، سیم‌ها توسط درهایی محافظت شوند. سطح مقطع این مسیرها باید طوری طراحی شود که مجموع سطح مقطع سیم‌های داخل آن از ٪ ۵۰ سطح مقطع داخلی مسیر بیشتر نشود.

۹-۱-۱۰ سیم‌های به‌کار رفته باید مقاوم در برابر شعله، بسیار انعطاف‌پذیر و از نوع سیم مسی افشان باشند. اندازه هر رسانایی که به‌کار می‌رود باید منطبق با نوع کاربرد آن باشد. در هیچ شرایطی نباید سطح مقطع سیم‌ها از ۱٫۵ mm^2 کمتر باشد.

۹-۲ محفظه‌ها

۹-۲-۱ محفظه باید دارای درهای دسترسی به منظور تعمیرات باشد.

۹-۲-۲ ارتفاع و عرض درهای محفظه باید دست‌کم ۱۵ mm بزرگتر از ارتفاع و عرض ورودی محفظه باشد.

1- Stiffeners
2- Collar Studs
3- Connectors

۹-۲-۳ درهای محفظه باید به اندازه کافی محکم باشند تا هم راستایی قطعات جفت‌کننده درها (یعنی اتصال‌دهنده‌های در یا وسایل قفل کردن) تغییر نکند.

۹-۲-۴ یک جعبه فلزی ثابت برای نقشه‌ها باید به داخل در وصل باشد. این جعبه باید دست‌کم ۳۰۰ mm عرض داشته و عمق کافی برای قرار دادن همه نقشه‌های مرتبط داشته باشد.

۹-۲-۵ عرض درهای محفظه نباید از ۸۰۰ mm بیشتر باشد.

۹-۲-۶ چرخش درها دست‌کم باید ۱۶۵ درجه بوده و توسط لولای پیوسته، به بدنه محفظه متصل شود.

۹-۲-۷ یک صفحه گلند[1] باید در ته محفظه قرار داده شود. این صفحه باید از صفحات فولادی با ضخامت ۵ mm ساخته شده و با استفاده از پیچ‌های مناسب، قابل جداسازی باشد.

۹-۲-۸ محفظه باید دارای تسهیلات نصب رک (۱۹ in) ۴۸۳ mm مطابق با استاندارد ANSI/EIA ECA-310، برای نصب ماژول‌های رک کنترل‌کننده قابل برنامه‌ریزی باشد.

۹-۲-۹ برای گرمازدایی از محفظه، باید یک فن گردشی تعبیه شود. فن باید با اندازه مناسب و دارای فیلترهای مانع نفوذ غبار قابل تعویض باشد.

۹-۲-۱۰ درجه محافظت بدنه محفظه در برابر نفوذ آب و گرد و غبار مطابق با استاندارد IEC 60529 باید دست‌کم IP 54 باشد.

۹-۲-۱۱ محفظه‌ها باید از نوع محفظه‌های فولادی جوشکاری‌شده باشند.

۹-۲-۱۲ محفظه‌ها باید همه ماژول‌های رک کنترل‌کننده قابل برنامه‌ریزی و منابع تغذیه مورد نیاز را در داخل خود جای دهند. ترجیحا بهتر است کلیه ماژول‌های سامانه کنترل‌کننده قابل برنامه‌ریزی در داخل یک محفظه قرار گیرند.

۹-۲-۱۳ محفظه‌ها باید دارای ابعاد نامی زیر باشند:

جدول ۱- ابعاد نامی محفظه‌های کنترل‌کننده قابل برنامه‌ریزی

ارتفاع (mm)	عمق (mm)	عرض (mm)
۲۰۰۰/۲۱۰۰	۶۰۰	۶۰۰
۲۰۰۰/۲۱۰۰	۶۰۰/۸۰۰	۸۰۰
۲۰۰۰/۲۱۰۰	۶۰۰/۸۰۰	۱۲۰۰

1- Gland

۹-۲-۱۴ ساختار محفظه باید از صفحات فلزی محکم با کمینه ضخامت ۲٫۵ mm ساخته شده باشد.

۹-۲-۱۵ ممکن است محفظه‌ها دارای صفحه کابل اضافه ورودی در بالا باشند که توسط صفحات فلزی مناسبی که به محفظه پیچ شده‌اند، پوشش داده شده باشد.

۹-۲-۱۶ تمهیدات لازم برای زمین کردن[1] محفظه باید لحاظ شود.

۹-۲-۱۷ راهنمای ارجاع سریع باید به صورت ثابت و دائمی به بخش داخلی در جلویی هر محفظه متصل شود. این راهنما باید محل مناسب قرار دادن ماژول‌ها و بوردهای مدار چاپی را مشخص کرده و در تفسیر نشان‌دهنده‌های وضعیت، کمک کند.

۹-۳ کنسول‌های رابط کارور

۹-۳-۱ چنانچه کنسول کارور توسط فروشنده (سازنده) کنترل‌کننده قابل برنامه‌ریزی تأمین شود، باید توسط همه ماژول‌ها، سامانه‌ها و زیرسامانه‌ها، مطابق با این استاندارد تکمیل شود.

۹-۳-۲ عرض کنسول باید تقریبا ۶۰۰ mm باشد.

۹-۳-۳ عمق کنسول باید تقریبا ۸۰۰ mm باشد.

۹-۳-۴ ارتفاع کنسول با پوششی که به سمت انتها شیب دارد باید تقریبا ۱۵۰۰ mm باشد.

۹-۳-۵ برای نوشتن، کنسول باید سطح مناسبی به عمق نامی ۳۰۰ mm در ارتفاع ۸۰۰ mm از سطح زمین برای قرار دادن صفحه کلید و دکمه‌های عملیاتی، داشته باشد.

۹-۳-۶ چهارچوب کنسول باید از صفحات فولادی با کمینه ضخامت ۳ mm ساخته شده باشد. پنل‌ها و درهای کناری باید از صفحات فولادی با کمینه ضخامت ۱٫۵ mm ساخته شده باشد.

۹-۳-۷ کنسول باید به روش لعاب‌کاری گرم، رنگ‌آمیزی شده و بافت آن دارای رنگ سبز دریایی باشد. جهت اطلاعات بیشتر به استاندارد IPS-M-IN-220 مراجعه شود.

۹-۳-۸ کابل‌های تغذیه و کنترل باید توسط صفحات گلند قابل جداسازی، از ته کنسول وارد شوند.

۹-۳-۹ کنسول باید در قسمت پایین، مجهز به کابینتی برای قرار دادن همه ماژول‌های الکترونیکی در رک (۱۹ in) ۴۸۳ mm مطابق با استاندارد ANSI/EIA ECA-310 باشد. این کابینت باید دارای درهای دسترسی از سمت جلو و پشت کنسول باشد.

1- Grounding

۹-۳-۱۰ کنسول باید بر اساس بهترین فاکتورهای ارگونومی مطابق با استاندارد ANSI/HFES 100 باشد.

۹-۴ یکپارچه سازی[1]

۹-۴-۱ کلیات

روشی که کنترل‌کننده قابل برنامه‌ریزی و سامانه ورودی/خروجی مرتبط با آن یکپارچه می‌شوند، در مشخص کردن قابل استفاده بودن یک سامانه کنترل‌کننده قابل برنامه‌ریزی خاص برای کاربرد مورد نظر، بسیار حیاتی است. فاکتورهای زیادی که برای طراحی بسته[2] سامانه کنترل‌کننده قابل برنامه‌ریزی در این استاندارد بیان می‌شود باید توسط فروشنده (سازنده) این کنترل‌کننده در نظر گرفته شود.

۹-۴-۲ گرمازدایی

۹-۴-۲-۱ برای انتقال گرما از کنترل‌کننده قابل برنامه‌ریزی به محیط در شرایطی که محفظه در نواحی تمیزی مانند اتاق کنترل قرار دارد، از تهویه استفاده می‌شود. برای عملکرد مناسب، بهتر است این تهویه‌ها در نزدیکی قسمت بالایی محفظه باشند. تهویه اضافی در پایین محفظه اجازه جریان یافتن هوا در داخل محفظه را می‌دهد و بنابراین بازده گرمازدایی را بالا می‌برد.

تهویه‌ها باید طوری طراحی شوند که اقلامی مانند پیچ، مهره و غیره به صورت سهوی داخل تجهیزات نیفتد.

۹-۴-۲-۲ در صورت لزوم، از خنک سازی با روش ایجاد گردش اجباری هوا به وسیله فن، دمنده و فیلتر استفاده می‌شود.

از آنجا که فن و دمنده به دلیل داشتن تجهیزات مکانیکی ممکن است خراب شده و فیلترها هم ممکن است دچار گرفتگی شوند، بسته کنترل‌کننده قابل برنامه‌ریزی باید قابلیت را داشته باشد که در زمان خرابی آن‌ها، بدون این وسایل به صورت قابل اطمینان عمل کند.

خرابی فن و افزایش دمای داخل بسته باید به صورت هشدار ارسال شود.

۹-۴-۲-۳ برای زدودن گرما از وسایل تولیدکننده گرما مانند ترانزیستورهای منبع تغذیه، باید از جاذب‌های گرما[3] استفاده شود. ترجیحا باید سطوح جاذب گرمای تشعشعی در بیرون محفظه قرار داده شوند.

۹-۴-۳ سیم‌کشی

1- Integration
2- Package
3- Heat Sink

۹-۴-۳-۱ برای منابع تغذیه و قسمتی از رک‌های مارشالینگ که به سمت محوطه هستند، باید سیم‌کشی ثابت همراه با بلوک‌های ترمینال[1] مناسب فراهم شود.

۹-۴-۳-۲ سیم‌کشی قابل جداسازی باید معمولا برای ماژول‌های ورودی/خروجی استفاده شود. در این حالت، سیم‌کشی از رک مارشالینگ به سمت محوطه باید به یک بلوک ترمینال قابل جداسازی انجام شود. به منظور جداسازی ماژول ورودی/خروجی برای تعمیر یا جایگزینی فیوزها، بلوک ترمینال روی ورودی/خروجی باید قابل جدا شدن باشد تا این ماژول قادر به جدا شدن از قسمت پشت رک باشد.

۱۰ بازرسی و آزمون

بازرسی و آزمون به دو گروه اصلی تقسیم می‌شوند که باید توسط فروشنده (سازنده)/پیمانکار انجام و توسط نماینده کارفرما گواهی شود. این گروه‌ها به شرح زیر هستند:

- آزمون پذیرش در محل ساخت[2]؛
- آزمون پذیرش در محل نصب[3]، همان طور که در استاندارد ملی ایران شماره ۱-۲۳۳۳۳ مشخص شده است.

فروشنده (سازنده) کنترل‌کننده قابل برنامه‌ریزی باید روش‌های اجرایی آزمون (آزمون پذیرش در محل ساخت) برای همه سخت‌افزارها، نرم‌افزارها و سیستم عامل تأمین‌شده توسط خود، بر اساس الزامات مشخص‌شده در این استاندارد را ارائه کند. هیچ ماده یا تجهیزی حمل نمی‌شود مگر این که همه آزمون‌ها با موفقیت سپری شده باشد و توسط بازرس مشخص‌شده کارفرما، گواهی شود.

دو گروه گسترده از آزمون وجود دارد که شامل آزمون‌های عملکردی و آزمون‌های ساختاری است.

آزمون عملکردی باید همراه با نرم‌افزار تحت آزمون به عنوان یک «جعبه سیاه»[4] انجام شود. این آزمون باید حاوی مجموعه‌هایی از داده‌ها (مجاز و غیر مجاز) و بررسی خروجی‌های متناظر باشد. به منظور مشخص کردن توابعی که پیاده‌سازی نشده یا به طور مناسب عمل نمی‌کنند، این آزمون عملکردی باید بر روی رفتار خارجی سامانه متمرکز باشد. روش اجرایی «آزمون عملکردی» باید توسط فروشنده (سازنده) برای آزمون نهایی پذیرش در محل نصب، ارائه شود.

از سوی دیگر، «آزمون ساختاری» از نوع آزمون‌های «جعبه سفید»[5] هستند که در آن اطلاعات جزییات ساختار و کدگذاری نرم‌افزار، مورد نیاز است. این نوع آزمون باید توسط فروشنده (سازنده) برای آزمون‌های

1- Terminal Block
2- Factory Acceptance Test
3- Site Acceptance Test
4- Black Box
5- White Box

تضمین کیفیت، پیشنهاد شوند.

علاوه بر آزمون‌های بالا، آزمون نوعی[1] باید بر اساس استاندارد IEC 61131-2 لحاظ شود.

۱۰-۱ آزمون پذیرش در محل ساخت (FAT)

۱۰-۱-۱ کلیات

۱۰-۱-۱-۱ این آزمون‌ها باید یکپارچگی عملکردی همه سخت‌افزارها و نرم‌افزارها را نشان دهد. بازرسان مشخص‌شده توسط کارفرما باید عملکرد همه آزمون‌ها را بازرسی کرده و اجازه دسترسی به کلیه تسهیلات به‌کار رفته در ساخت تجهیزات خریداری‌شده بر اساس این استاندارد را داشته باشد. در صورتی که بر اساس قضاوت بازرس کارفرما، عملکردهای مشخص‌شده به صورت موفقیت‌آمیز در آزمون پذیرش در محل ساخت انجام نپذیرد، فروشنده (سازنده) باید هر سخت‌افزار معیوب را تعمیر و/یا تعویض کرده یا نرم‌افزار مرتبط را اصلاح کند. فروشنده (سازنده) باید روش اجرایی تفصیلی آزمون پذیرش در محل ساخت را در پیشنهاد فنی ارائه کرده و پیش از شروع آزمون، در مورد آن به توافق برسد. فروشنده (سازنده) باید همه نیروهای انسانی و تجهیزات مورد نیاز برای انجام این آزمون‌ها را فراهم کند.

۱۰-۱-۱-۲ اهداف اصلی آزمون پذیرش در محل ساخت باید به صورت زیر باشد:

- تأیید طراحی و پیاده‌سازی مناسب سامانه و اثبات این موضوع به بازرس کارفرما که این سامانه الزامات کارفرما و مدارک تأییدشده را برآورده می‌کند؛
- تعیین این موضوع که این سامانه تحت بار و شرایط تنش، به طور مناسب کار می‌کند؛
- اثبات این موضوع که پیکربندی و سازماندهی سامانه مناسب است. این موضوع ممکن است شامل مشخص کردن اولویت‌های برنامه‌ها (به عنوان مثال، انتخاب اولین برنامه در زمانی که چندین برنامه قرار است اجرا شود) در ارتباط با ماژول‌های سامانه و غیره باشد.
- جستجوی برهم‌کنش‌های پیش‌بینی‌نشده بین ماژول‌ها، مانند مواردی که ممکن است ناشی از اشتراک‌گذاری سهوی یک محل از حافظه برای داده‌های مختلف توسط دو برنامه باشد.

۱۰-۱-۱-۳ آزمون پذیرش در محل ساخت معمولا سامانه را بر اساس مدارک طراحی عملکردی، مدارک طراحی تفصیلی و نقشه‌های معماری سامانه مورد آزمون قرار می‌دهد. آزمون پذیرش در محل ساخت معمولا شامل آزمون عملکرد سخت‌افزار، آزمون عملکرد برنامه کاربردی و یکپارچگی با سایر سامانه‌ها است.

آزمون پذیرش در محل ساخت معمولا شامل آزمون‌های زیر است:

1- Type Test

- ایستگاه‌های کاروری؛
- ایستگاه‌های کنترل محوطه؛
- شبکه (های) ارتباطی سامانه کنترل فرایند؛
- ورودی/خروجی سامانه کنترل فرایند؛
- ایستگاه‌های کاری مهندسی؛
- کابینت‌های مارشالینگ؛
- رویداد نگارها[1]؛
- ایستگاه‌های کنترل پیشرفته؛
- یکپارچگی با سایر سامانه‌ها (سامانه‌های ایمنی، سامانه‌های کنترل کمپرسورها و غیره).

۱۰-۱-۲ آزمون‌های تضمین کیفیت

۱۰-۱-۲-۱ کنترل کیفیت باید بر اساس استاندارد کنترل کیفیت سازنده باشد تا از عملکرد خوب اجزا و ماژول‌های به‌کار رفته در سامانه، اطمینان حاصل شود.

۱۰-۱-۲-۲ روش اجرایی نمونه‌برداری برای این آزمون‌ها، توسط بازرس‌های مشخص‌شده توسط کارفرما تعیین می‌شود.

۱۰-۱-۲-۳ فروشنده (سازنده) باید پیش از روشن کردن سامانه، همه آزمون‌های معمول[2] را بر روی ماژول‌های سامانه یا زیرسامانه[3] انجام دهد.

۱۰-۱-۲-۴ در این مرحله ممکن است آزمون‌های عملکردی سامانه به عنوان بخشی از مرور آزمون پذیرش در محل ساخت انجام شود.

۱۰-۱-۲-۵ آزمون‌های ساختاری باید برای یافتن عیب‌های سامانه در ایزوله‌سازی[4] انجام شده و بر روی مسیرهای گم‌شده، مسیرهای اشتباه و عملکردهای اشتباه درون ماژول‌های نرم‌افزار یا بین آن‌ها، تمرکز کند. این آزمون‌ها باید توسط مهندسان و برنامه‌نویس‌های فروشنده (سازنده) که از نزدیک در جریان طراحی و پیاده‌سازی سامانه بوده‌اند، انجام و توسط نمایندگان کارفرما بازرسی شود. این آزمون‌ها باید شامل کلیه مسیرهای ممکن، به صورت مجموعه‌ای از دنباله‌های منطقی باشد.

1- Historians
2- Routine tests
3- Subsystem
4- Isolation

۱۰-۱-۲-۶ آزمون‌های عملکردی و ساختاری به منظور اثبات خوب کار کردن سامانه کنترل، لازم هستند. آزمون‌های ساختاری باید زمانی انجام شوند که ماژول‌های نرم‌افزاری کدگذاری می‌شوند، در حالی که آزمون‌های عملکردی باید پس از یکپارچه سازی سامانه یا زیرسامانه اصلی، انجام شوند. آزمون نهایی کل سامانه باید آزمون عملکردی باشد.

۱۰-۱-۳ روش‌های اجرایی آزمون پذیرش در محل ساخت

۱۰-۱-۳-۱ آزمون پذیرش در محل ساخت باید زمانی انجام شود که همه نرم‌افزارهای کاربردی و پایگاه‌های داده، کدگذاری و نصب شده باشند و آزمون ساختاری هر یک از ماژول‌ها با موفقیت کامل شده باشد.

۱۰-۱-۳-۲ این آزمون باید توسط سامانه شبیه‌سازی انجام شود.

۱۰-۱-۳-۳ این مرحله از آزمون توسط بازرس تعیین‌شده توسط کارفرما، بر روی همه سخت‌افزارها و نرم‌افزارهای سامانه انجام می‌شود. علاوه بر کلیه ابزاردقیق اندازه‌گیری، نیروی انسانی ماهر مورد نیاز و همکاری لازم باید توسط سازنده فراهم شود. همه زیرسامانه‌ها باید مطابق پیکربندی پری-اکچوآل[1] در محوطه به هم متصل شوند.

۱۰-۱-۴ الزامات آزمون نهایی پذیرش در محل ساخت

در این زیربند الزاماتی برای آزمون شرح داده می‌شود که باید توسط فروشنده (سازنده) انجام شده و توسط بازرس‌های کارفرما گواهی شود. بازرس‌های کارفرما باید این حق را داشته باشند که مطابق روش اجرایی آزمون ارائه‌شده در پیشنهاد فنی مورد تأیید فروشنده (سازنده)، هر گونه آزمونی را انجام داده یا انجام مجدد هر آزمون یا آزمون‌های اضافه را مطالبه کنند.

۱۰-۱-۴-۱ آزمون‌های دیداری[2] و مکانیکی

به منظور اطمینان از کارکرد درست، مناسب و خوب تجهیزات مطابق با مدارک تأییدشده، بازرس‌های کارفرما اساسا آزمون‌های دیداری و مکانیکی را انجام می‌دهند.

۱۰-۱-۴-۲ آزمون‌های عملکردی

در صورتی که همه روش‌های اجرایی بیان‌شده تاکنون به عنوان کمینه الزامات رعایت شده و همه برنامه‌های کاربردی بارگذاری شوند، آزمون باید ترجیحا بر اساس مراحل زیر انجام شود:

1- Pre-Actual
2- Visual tests

- ابتدا، توانایی سامانه برای خواندن صحیح ورودی‌های محوطه باید اثبات شود؛
- سپس، این ورودی‌ها باید ترجیحا توسط منابع سیگنالی که به ترمینال‌های ورودی متصل شده‌اند، به‌صورت دستی تغییر داده شده و عملکرد مناسب سطوح اینترلاک بررسی شود؛
- توانایی کارور برای دسترسی به سامانه در سطح دسترسی محاسباتی (سطح ۲) بسیار مهم است. در این سطح، اینترلاک‌هایی که ممکن است دارای حالت‌های عملیاتی متعدد باشند، باید به صورت جداگانه با استفاده از آزمونگرهایی که به منظور انجام این آزمون‌ها جایگزین سطوح بالاتر شده‌اند، آزمون شوند؛
- عملکرد مناسب در سطح نظارتی باید توسط آزمونگر مناسب و با تغییر نقاط تنظیم و سایر دستورالعمل‌ها از طریق رابط کاروری، بررسی شود؛
- سطوح توالی سامانه باید مورد آزمون قرار گیرد. ابتدا، واحدهای مشترک باید توسط رابط‌های کاروری محلی خود (در صورت وجود) یا توسط رابط کاروری مرکزی، آزمون شوند. زمانی که صحت این عملیات مورد تأیید قرار گرفت، تا زمانی که ثابت شود که کلیه واحدهای مشترک نسبت به سیگنال‌های ورودی شبیه‌سازی‌شده فرایند، به درستی پاسخ می‌دهند، باید آزمون به توابع سطوح بالاتر (آن‌گونه که وجود دارد) توسعه داده شود؛
- منطق برنامه کاربردی باید مورد آزمون قرار گیرد؛
- تبدیل خروجی‌ها به فایل‌ها، به منظور رویداد نگاری[1] و گزارش‌دهی، باید مورد آزمون قرار گیرد. برنامه‌های رویداد نگاری و گزارش‌دهی ممکن است پس از تأیید درستی داده‌های دریافتی از واحد منطقی، به طور مستقل مورد آزمون قرار گیرند؛
- نرم‌افزارهای زمان‌بندی تولید و سایر توابع سطح بالا باید همراه با سایر نرم‌افزارهای کنترل مورد آزمون قرار گیرند؛
- از آنجاییکه شبیه‌سازی بسیاری از شرایط خرابی، در زمانی که سامانه برای انجام آزمون پذیرش در محل نصب به فرایند واقعی متصل می‌شود، سخت و/یا زمانبر هستند، همه خرابی‌های فرایند و تجهیزات در این زمان باید شبیه‌سازی شده و مورد آزمون قرار گیرند.
- آزمون نرم‌افزار باید با سیستم عامل، حفاظت امنیتی و آنتی ویروس، بررسی لیسانس و سپس برنامه‌های کنترل و در نهایت برنامه‌های کمکی شروع شود.

۱۰-۱-۴-۳ زمان‌بندی طرح[2] آزمون

الف- فروشنده (سازنده) باید طرح آزمون خود را در زمان مناسب پیش از شروع آزمون، ارائه کند. طرح

1- Logging
2- Plan

آزمون باید اجرای مناسب توابع، خصوصیت‌ها، کارآیی و قابلیت اطمینان سامانه را اثبات کند. این آزمون‌ها باید از دوباره کاری‌های غیرمرتبط جلوگیری کرده و بیشترین پوشش را با کمترین حالت‌های آزمون فراهم کنند.

ب- طرح‌ها برای آزمون‌های ساختاری و آزمون‌های عملکردی لازم هستند. بهتر است این طرح‌ها ترتیبی را که در آن یک ماژول یا یک تابع مورد آزمون قرار گرفته و ورودی‌های مورد نیاز و نتایجی که پیش‌بینی می‌شود را مشخص کنند.

پ- طرح آزمون ساختاری باید کلیه مسیرهای منطقی ممکن در یک ماژول و زیرگروه مناسب یا ترکیبی از مسیرهای منطقی را پوشش دهد.

ت- نمایندگان کارفرما باید بر همه آزمون‌های ساختاری که بر روی ماژول‌ها در هر مرحله از ساخت انجام شده است، نظارت کنند. بنابراین، طرح آزمون باید به طور مناسب برنامه‌ریزی شود تا نمایندگان کارفرما بتوانند در آزمون‌ها شرکت کنند.

۱۰-۲ ثبت آزمون‌ها

هر آزمونی که انجام می‌شود باید به صورت رسمی ثبت شود. هر گونه کمبود یا مشکلی که در تجهیزات یافت شود، باید توسط فروشنده (سازنده) اصلاح و دقیقا ثبت شود. هر گونه تغییر در پیکربندی، نرم‌افزار یا داده‌ها باید به صورت شفاف در کتابچه‌های رویداد نگاری آزمون، ثبت شود. علاوه بر این، یک فهرست پانچ[1] از موارد عدم انطباق در طی زمان آزمون تهیه می‌شود. هر مورد در فهرست پانچ باید اصلاح شده و اصلاحات پیش از شروع کاتور[2] حلقه‌ها نشان داده شود.

۱۰-۲-۱ آزمون عملکردی

۱۰-۲-۱-۱ پس از تکمیل آزمون‌هایی که تاکنون بیان شد، کل سامانه باید برای ۷۲ h به صورت پیوسته، تغذیه‌شده باقی بماند و هیچ گونه دخالتی در سامانه انجام نشود. عملکرد این سامانه برای ورودی‌ها/خروجی‌های شبیه‌سازی‌شده‌ای که به سامانه داده شده است، باید در طی این ۷۲ h مشاهده گردد.

۱۰-۲-۱-۲ هر نوع اشکالی باید به عنوان «مشاهدات»[3] در گزارش آزمون پذیرش نهایی درج و برای تصمیم‌گیری به کارفرما ارائه شود.

۱۰-۲-۲ مستندسازی پیکربندی

1- Punch
2- Cutover
3 - Observations

آخرین تغییرات در برنامه‌ها و پایگاه‌های داده که در طی آزمون پذیرش انجام شده است، باید بر روی لوح فشرده (چهار رونوشت) منتقل شود. دو رونوشت از آن‌ها به صورت مجزا با پست سریع به کارفرما ارسال شده و دو رونوشت دیگر نیز باید همراه با سامانه کنترل‌کننده قابل برنامه‌ریزی ارسال شود.

۱۰-۲-۳ نتیجه نهایی آزمون‌ها

بازرس کارفرما باید همه گزارش‌ها و کتابچه‌های رویداد نگاری آزمون پذیرش در محل ساخت را امضا و نهایتا گواهینامه حمل را بر اساس تکمیل رضایت‌بخش آزمون‌های بازرسی، صادر کند. فروشنده (سازنده) باید سامانه را به طور مناسب و بر اساس دستورالعمل‌های حمل‌ونقل و ویژگی‌های فنی بسته‌بندی که توسط کارفرما به وی داده می‌شود، بسته‌بندی و کلیه تجهیزات را به محل نصب ارسال کند.

۱۰-۳ آزمون پذیرش در محل نصب (SAT)

برای روش‌های اجرایی آزمون پذیرش در محل نصب، به استاندارد ملی ایران شماره ۱-۲۳۳۳۳ مراجعه شود.

۱۰-۴ آزمون نوعی

بر اساس استاندارد IEC 61131-2، در آزمون نوعی باید موارد زیر را در نظر گرفت:

- آزمون‌های عملکرد نرمال و کاربردی و تأییدیه‌های آن‌ها؛
- آزمون‌های سازگاری الکترومغناطیسی (EMC) و تأییدیه‌های آن‌ها؛
- آزمون‌های ایمنی و تأییدیه‌های آن‌ها.

۱۱ الزامات آموزش

۱۱-۱ تأمین‌کننده سامانه باید به منظور آشنایی کارکنان کارفرما با سامانه، آموزش کافی برای مهندسی، تعمیر و نگه‌داری و عملیات تجهیزات برای آن‌ها برگزار کند. تأمین‌کننده/فروشنده (سازنده) باید توضیحی از دوره‌های آموزشی موجود در مورد سامانه، مدت زمان و هزینه هر دوره به همراه پیشنهاد مالی خود را برای ارزیابی ارائه کند. این دوره‌های آموزشی دست‌کم باید شامل موضوعات زیر باشد:

الف- عملیات سامانه برای کارورها؛

ب- تعمیر و نگه‌داری سامانه؛

پ- معرفی سامانه و پیکربندی اصلی برای مهندسان.

۱۱-۲ آموزش باید پیش از انجام عملیات در محل نصب، فراهم شود. برای این‌که شخص بتواند در کلیه دوره‌ها حضور یابد، دوره‌ها باید طوری زمان‌بندی شوند که هم‌زمانی نداشته باشند.

۱۱-۳ موارد زیر باید برای هر دوره آموزشی مشخص شود:

- محل برگزاری؛
- مدت زمان؛
- برنامه زمان‌بندی؛
- پیش نیازها؛
- تسهیلات آموزشی فراهم‌شده مورد تأیید کارفرما.

۱۲ مدارک و نقشه‌ها

۱۲-۱ کلیات

مستندسازی کنترل‌کننده قابل برنامه‌ریزی باید در انطباق با الزامات کلی این بند و موارد بیان‌شده در سفارش خرید، انجام شود اما به این موارد محدود نمی‌شود.

نقشه‌های فروشنده (سازنده) باید توسط سامانه‌های نرم‌افزاری رایانه‌ای کَد[1] تهیه شود. دست‌کم پنج رونوشت و یک رونوشت قابل تکثیر[2] از همه نقشه‌های سامانه باید به کارفرما ارائه شود. دو رونوشت از نقشه‌های کَد هم باید بر روی لوح فشرده ارائه شود.

کلیه مدارک باید به زبان فارسی بوده و دارای قابلیت جستجو توسط ابزارهای جستجو باشند. در این زمینه، اطلاعات و مدارکی که در استاندارد IEC 61131-2 مشخص شده است باید توسط سازنده ارائه شود.

۱۲-۲ نقشه‌ها

۱۲-۲-۱ همه نقشه‌های طراحی سامانه باید مطابق با استانداردهای شناخته‌شده، تهیه و برای تأیید به کارفرما ارائه شود. همه تلاش‌ها باید برای کاهش تعداد نقشه‌ها انجام شود. در صورت امکان این موضوع باید با تولید نقشه‌های عمومی و بدون از دست دادن وضوح نقشه‌ها، انجام شود.

۱۲-۲-۲ پیش از شروع ساخت، فروشنده (سازنده) باید کلیه نقشه‌ها را برای تأیید کارفرما، ارسال کند.

۱۲-۳ نقشه‌های عین ساخت[3]

۱۲-۳-۱ فروشنده (سازنده) باید مجموعه کاملی از نقشه‌های به‌روزرسانی‌شده که حاوی همه اصلاحات، موارد افزوده‌شده یا سایر تغییراتی که در طی ساخت و پیش‌راه‌اندازی ایجاد شده است را پیش از آزمون

1- Computer Aid Design (CAD)
2- Reproducible copy
3- As Built

پذیرش در محل نصب نهایی، تهیه و ارسال کند.

۱۲-۳-۲ همه نقشه‌های ارسال‌شده در این مرحله باید ممهور به مهر «عین ساخت» سازنده/پیمانکار و تاریخ باشند.

۱۲-۴ هماهنگی‌های طراحی

۱۲-۴-۱ فروشنده (سازنده) کنترل‌کننده قابل برنامه‌ریزی باید طراحی منطقی که توسط کارفرما ارائه می‌شود را در این سامانه وارد کند.

۱۲-۴-۲ کارفرما جزییات مربوط به اتاق کنترل، اتاق‌های کمکی و پشتیبانی شاه‌راه داده‌ها را در اختیار فروشنده (سازنده) قرار می‌دهد. فروشنده (سازنده) باید همه این شرایط را در طراحی سامانه کنترل‌کننده قابل برنامه‌ریزی در نظر گیرد.

۱۲-۴-۳ الزامات کارفرما برای صفحه نمایش‌های گرافیکی، جزییات قالب گزارش، سازگاری با سامانه کنترل توزیع‌شده، صفحه نمایش‌های جدولی و سامانه شماره‌گذاری نقشه‌ها باید توسط فروشنده (سازنده) کنترل‌کننده قابل برنامه‌ریزی در نظر گرفته شود.

۱۲-۴-۴ جزییات اتصال زمین، منبع تغذیه و سایر هماهنگی‌های مورد نیاز، همان‌طور که برای هر پروژه لازم است، باید توسط فروشنده (سازنده) کنترل‌کننده قابل برنامه‌ریزی انجام شود.

۱۲-۵ مدارک پیکربندی سامانه

۱۲-۵-۱ مدارکی که باید توسط فروشنده (سازنده) ارائه شود

۱۲-۵-۱-۱ فهرست کامل برنامه‌های کنترل‌کننده قابل برنامه‌ریزی شامل پیکربندی‌های سامانه، پیکربندی‌های ورودی/خروجی، پیکربندی‌های سامانه توقف اضطراری و اینترلاک ایمنی یا هر پیکربندی دیگری که بر روی سامانه انجام شده است، باید توسط فروشنده (سازنده) کنترل‌کننده قابل برنامه‌ریزی ارائه شود.

۱۲-۵-۱-۲ مستندات باید هم بر روی کاغذ (در صورت نیاز کارفرما) و هم بر روی لوح فشرده ارائه شود تا خواندن و جستجو کردن توسط رایانه امکان‌پذیر باشد.

۱۲-۵-۱-۳ فهرست همه اقلام تجهیزات شامل نوع، سازنده و غیره باید توسط فروشنده (سازنده) کنترل‌کننده قابل برنامه‌ریزی ارائه شود.

۱۲-۵-۱-۴ ابعاد، وزن و الزامات منبع تغذیه سامانه (در زمان راه‌اندازی و در زمان بهره‌برداری) برای همه

اقلام تجهیزات باید ارائه شود.

۱۲-۵-۱-۵ علاوه بر مدارک بیان‌شده، مدارک زیر نیز باید ارائه شود:

- نقشه‌های جانمایی[1]؛
- نقشه‌های کابل‌کشی و سیم‌بندی[2]؛
- فهرست خلاصه ورودی/خروجی و ویژگی رابط؛
- فهرست کلیه لوازم یدکی، ابزارها، تجهیزات آزمون و نصب؛
- ویژگی بسته‌بندی و حمل همراه با الزامات انبارداری.

۱۲-۶ کتابچه‌های بهره‌برداری و تعمیر و نگه‌داری

۱۲-۶-۱ توصیف سخت‌افزار سامانه

۱۲-۶-۱-۱ توصیف سخت‌افزار سامانه معمولا باید مطابق با قالب زیر باشد:

- توصیف کاملا فنی زیرسامانه‌های سخت‌افزار و اجزای آن همراه با نمودارها و توضیحات در خصوص اصول عملکرد سامانه؛
- روش‌های اجرایی رفع عیب، آزمون و تعمیر و نگه‌داری؛
- شاخص نقشه‌های پشتیبانی که موقعیت و اجزای اصلی را نشان دهد.

۱۲-۶-۲ توصیف نرم‌افزار/سفت‌افزار[3] سامانه

۱۲-۶-۲-۱ برای هر ماژول نرم‌افزار باید توصیف کاملی از عملکرد و جزییات اهداف آن به صورت نوشتاری ارائه شود. این جزییات باید برای تعیین عملکرد هر ماژول کافی باشد.

۱۲-۶-۲-۲ فهرست چاپ شده‌ای از پیکربندی، همراه با کدهای پیکربندی رسانه‌ای[4] که توسط ماشین قابل خواندن باشد، باید توسط فروشنده (سازنده) برای سامانه و هر ماژول آن ارائه شود. این فهرست باید شامل توضیحات مفهومی باشد طوری که به برنامه‌نویس اجازه دهد، هر گونه تنظیماتی را به هر دلیلی بر روی ماژول انجام دهد. روش‌های مناسب تعمیر و نگه‌داری ماژول نیز باید ارائه شود.

۱۲-۶-۲-۳ فروشنده (سازنده) باید همه اطلاعات مورد نیاز برای ویرایش و بارگذاری برنامه‌های

1- Layout drawings
2- Termination
3- Firmware
4- Media configuration codes

پیکربندی در سامانه را ارائه کند. اطلاعات تکمیلی در خصوص اصلاحیه و جایگزینی برنامه پیکربندی باید توسط فروشنده (سازنده) ارائه شود.

۱۲-۶-۲-۴ دو رونوشت از پایگاه داده‌های سامانه که بر روی لوح فشرده فهرست شده باشد، باید پیش از آزمون پذیرش در محل نصب، به کارفرما ارائه شود. پس از تکمیل آزمون پذیرش، تعداد کافی از نسخه «عین ساخت»، مطابق با ویژگی پروژه، باید به کارفرما ارائه شود.

۱۲-۶-۲-۵ علاوه بر برنامه‌های پیکربندی بیان‌شده بالا، دو مجموعه کامل از پیکربندی سامانه کنترل مستر باید برای سامانه کنترل‌کننده قابل برنامه‌ریزی، بر روی لوح فشرده ارائه شود.

۱۲-۶-۳ ساختار معمول کتابچه راهنمای پروژه

۱۲-۶-۳-۱ ساختار معمول کتابچه راهنمای پروژه ممکن است شامل موارد زیر باشد:

- جلد اول: روش‌های اجرایی عملیات
- جلد دوم: توصیف سخت‌افزار سامانه
- جلد سوم: توصیف نرم‌افزار سامانه
- جلد چهارم: تعمیرات، آزمون، تعمیر و نگه‌داری و تعمیر و نگه‌داری پیشگیرانه
- جلد پنجم: لوازم یدکی، ابزار آلات و تجهیزات آزمون
- جلد ششم: نقشه‌ها

۱۲-۷ اطلاعات ایمنی که باید توسط فروشنده (سازنده) ارائه شود

داده‌های فروشنده (سازنده) دست‌کم باید شامل اطلاعات زیر باشد:

- الزامات و توصیه‌های مربوط به زمین‌کردن حفاظتی مربوط به ایمنی کارکنان در برابر شوک الکتریکی؛
- الزامات تعمیر و نگه‌داری وسایل حفاظتی مانند مدارهای زمین‌کردن حفاظتی، وسایل حفاظت در برابر جریان بالا و باتری‌های پشتیبانی حافظه و غیره؛
- یک محفظه مناسب برای تأمین سطح ایمنی ضروری و حفاظت محیطی و در صورت نیاز برای تأمین ایمنی، راهنماهای نصب، فاصله‌گذاری و/یا موانع داخلی (در حالتی که سامانه کنترل‌کننده قابل برنامه‌ریزی به صورت «تجهیز باز» است)؛
- دستورالعمل‌های احتیاطی (در حالتی که جداسازی هر ماژول در زمان عملیات سامانه بر ایمنی مربوط به شوک الکتریکی، خطر آتش‌سوزی و خسارت الکتریکی اثر دارد)؛
- یک بیانیه در خصوص نحوه استفاده از سامانه کنترل‌کننده قابل برنامه‌ریزی در شرایط اضافه ولتاژ؛
- پتانسیل‌های ایزولاسیون بین کانال و سایر مدارها (شامل زمین) و بین کانال‌ها در شرایط عادی.

۱۲-۷-۱ اطلاعاتی در مورد ارزیابی محفظه‌ها برای تجهیز باز (اتلاف توان)

مدارک فروشنده (سازنده) باید اطلاعات مورد نیاز برای ارزیابی اتلاف توان هر پیکربندی، قطعات و ماژول کنترل‌کننده قابل برنامه‌ریزی و تامین اطلاعات مربوط به کمینه فاصله‌گذاری مورد نیاز برای اطمینان از خنک‌سازی کافی در شرایط سرویس عادی را ارائه دهد.

۱۲-۷-۲ اطلاعاتی در مورد اتصالات ترمینال مکانیکی

فروشنده (سازنده) باید اطلاعات زیر را به وسیله مستندات مناسب و/یا نشانه‌گذاری ارائه کند:

- نوع، سطح مقطع و جنس رساناهایی که ممکن است به سامانه کنترل‌کننده قابل برنامه‌ریزی متصل شود؛
- توصیه‌هایی برای استفاده از کابل‌های حفاظدار و نحوه اتصال و زمین‌کردن آن‌ها.

۱۳ امنیت سامانه کنترل

به منظور ارتقای امنیت، در دسترس بودن، یکپارچگی و محرمانه بودن سامانه کنترل‌کننده قابل برنامه‌ریزی، الزامات استاندارد IEC 62443 باید توسط فروشنده (سازنده) مدنظر قرار گیرد. در همین زمینه، دریافت مجوز از مراجع ذی صلاح و ارایه آن به کارفرما الزامی است.

پیوست الف

(الزامی)

تعاریف و فرضیات تخمین قابلیت اطمینان

الف-۱ کلیات

اندازه‌گیری قابلیت اطمینان باید بر اساس در دسترس بودن، نرخ خرابی[1]، میانگین زمان بین خرابی‌ها[2] و مدت زمان تعمیر[3] (میانگین زمان تعمیر) بیان شود. داده‌هایی که برای اندازه‌گیری اصطلاحات بالا به‌کار می‌رود باید تخمین‌های پذیرفته‌شده عمومی باشند (به عنوان مثال تخمین‌های کتابچه Mil-STD 217) که عمر مفید مورد انتظار قطعات به‌کار رفته در شرایط سرویس واقعی را مقداردهی می‌کنند.

الف-۲ تخمین میانگین زمان بین خرابی‌ها (MTBF)

میانگین زمان بین خرابی‌ها با استفاده از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

(الف-۱)

که در آن:

$MTBF$ میانگین زمان بین خرابی‌ها؛

R_1 تا R_n نرخ خرابی قطعات به‌کار رفته در تجهیز یا سامانه هستند.

به منظور ارزیابی، محاسبه میانگین زمان بین خرابی‌ها برای هر تجهیز به‌کار رفته و همه قطعات، باید در هر پیشنهاد فنی ارائه شود.

الف-۳ تخمین نرخ خرابی

احتمال تجمعی خرابی باید بر اساس یک تابع نمایی میرا به صورت زیر بیان شود:

$$R = e^{-rt}$$ (الف -۲)

که در آن:

1- Failure Rate (R)
2- Mean Time Between Failures (MTBF)
3- Mean Time to Repair (MTTR)

t مدت زمان؛

R احتمال عملکرد سامانه بدون خرابی در مدت زمان t؛

r نرخ خرابی برای رده‌ای از وسایل که از تخمین‌های مورد پذیرش عمومی، استخراج شده‌اند (به عنوان مثال کتابچه Mil-STD. HDBK 217).

الف-۴ مدت زمان تعمیر

سازنده سامانه کنترل توزیع‌شده (DCS) باید MTTR گواهی‌شده خود که معیاری برای مدت زمان تعمیر است را ارائه کند. چنین مدرکی باید مهارت‌ها، ابزارهای دقیق آزمون و انبارهای لوازم یدکی مورد نیاز برای دست یافتن به MTTR بیان‌شده را نشان دهد.

الف-۵ در دسترس بودن

در دسترس بودن حالت پایا به عنوان کسری از زمان که سامانه در حالت عملیاتی است، به شکل زیر بیان می‌شود:

$$A = \frac{MTBF}{MTBF+MTTR} \quad \text{(الف-۳)}$$

در دسترس بودن کل برای زیرسامانه‌های سری باید با رابطه زیر محاسبه شود:

(الف-۴)

و برای زیرسامانه‌های موازی، در دسترس بودن کل با رابطه زیر تخمین زده می‌شود:

$$A = 1 - [(1 - A1)(1 - A2) \ldots\ldots (1 - An)] \quad \text{(الف-۵)}$$

کتاب‌نامه

[1] ISO 7498 (all parts), Information Processing Systems-Open System Interconnection

یادآوری- مجموعه استانداردهای ملی ایران ایزو آی‌ای‌سی شماره ۱۶۲۷۴، فناوری اطلاعات – اتصال متقابل سامانه‌های باز، با استفاده از برخی قسمت‌های مجموعه استاندارد ISO/IEC 7498 تدوین شده است.

[2] ISO 8348: 1987, Information Processing System-Data Communication Network Service Definition

یادآوری- استاندارد ملی ایران ایزو شماره ۸۳۴۸: سال ۱۳۸۹، فناوری اطلاعات - ارتباط بین سامانه‌های باز - تعریف خدمت شبکه، با استفاده از استاندارد ISO/IEC 8348: 2002 تدوین شده است.

[3] ISO 8473 (all parts), Information Processing Systems - Data Communications - Protocol for Providing the Connectionless-Mode Network Service

یادآوری- مجموعه استانداردهای ملی ایران ایزو آی‌ای‌سی شماره ۸۴۷۳، فناوری اطلاعات - پروتکل فراهم‌سازی خدمت شبکه‌ای با مُد بدون اتصال، با استفاده از برخی قسمت‌های مجموعه استاندارد ISO/IEC 8473 تدوین شده است.

[4] ISO 9506, Industrial Automation Systems - Manufacturing Message Specification

[5] BS EN 50018, Electrical Apparatus for Potentially Explosive Atmospheres Flameproof Enclosures “D”

[6] BS 5760, Reliability of Constructed or Manufactured Products, Systems, Equipment and Components

[7] ANSI/TIA/EIA-232-F, Interface Between Data Terminal Equipment and Data Circuit Terminating Equipment Employing Serial Binary Data Interchange

[8] ANSI/TIA/EIA-422-B, Electrical Characteristics of Balanced Voltage Digital Interface Circuits

[9] ANSI/TIA/EIA-423-B, Electrical Characteristics of Unbalanced Voltage Digital Interface Circuits

[10] ANSI/TIA 530, High Speed 25 Position Interface for Data Terminal Equipment and Data Circuit-Terminating Equipment, Including Alternative 26-Position Connector

[11] ANSI/TIA/EIA-485, Electrical Characteristics of Generators and Receivers for Use in Balanced Digital Multipoint Systems

[12] ANSI /EIA-511, Manufacturing Message Specification-Service Definition and Protocol

[13] IEEE 802.2, Information Technology - Telecommunications and Information Exchange between Systems - Local and Metropolitan Area Networks - Specific Requirements- Part 2: Logical Link Control

[14] IEEE C 62, Guides and Standards for Surge Protection

[15] IEEE 91, Graphic Symbols for Logic Functions

[16] API 554-2, Process Control Systems- Part 2: Process Control System Design

[17] API 554-3, Process Control Systems- Part 3: Project Execution and Process Control System Ownership

[18] NEMA ICS 2, Industrial Control and Systems Controllers, Contactors and Overload Relays Rated 600 Volts

[19] NEMA IA2, Programmable Controllers

[20] NEMA ICS 6: 1978, Enclosures for Industrial Control and Systems

[21] NEMA 250, Enclosures for Electrical Equipment (1000 Volts Maximum)

[22] MIL-HDBK-217, Reliability Prediction of Electronic Equipment

[23] MIL-STD-1629A, Procedures for Performing a Failure Mode Effects

[24] MIL-STD-806B, Graphic Symbols for Logic Diagrams