شرکت مهندسی
آدلی کنترل باور

Adli Control bavar

مرجع کامل آموزش
سیستم‌های HIQuad هیما

شامل فیلم‌های آموزشی پیکربندی سخت‌افزار

تألیف: دکتر صادق اکبری، مهندس سعید فروتن

HIMA H51q & H41Q
Programmable Electronic System (PES)

سرشناسنامه

سرشناسنامه : اکبری، صادق، ۱۳۵۴، سعید فروتن ۱۳۶۳
عنوان و نام پدیدآور: مرجع کامل آموزش سیستم‌های HIQuad هیما، نویسنده: صادق اکبری- سعید فروتن
مشخصات نشر: تهران، شرکت آدلی کنترل باور، ۱۴۰۲
مشخصات ظاهری : یک جلد ۴۴۰ ص.
وضعیت فهرست‌نویسی : فیپا
فروست: مجموعه کتاب‌های شرکت آدلی کنترل باور
موضوع : مهندسی برق و کنترل
موضوع : سیستم‌های کنترل
موضوع : سیستم‌های ESD/SIS
شناسه افزوده: شرکت مهندسی آدلی کنترل باور
شابک : ۱-۲۴۳۶-۰۰-۶۲۲-۹۷۸
شماره مجوز از مرکز توسعه فرهنگ و هنر درفضای مجازی : ۸-۵۹۳۸۱-۰۸۰۵۸۴

عنوان کتاب	مرجع کامل آموزش سیستم‌های HIQuad هیما
ناشر	شرکت آدلی کنترل باور
نویسنده	صادق اکبری، سعید فروتن
ویراستارفنی	صادق اکبری
ویراستار ادبی	رقیه اکبری
صفحه‌آرایی و طرح جلد	صادق اکبری
نوبت چاپ اول	بهار ۱۴۰۲
شمارگان	۵۰۰ نسخه
شابک	۱-۲۴۳۶-۰۰-۶۲۲-۹۷۸
قیمت	۳۰۰ هزار تومان

نشانی مرکز پخش: شهرک گلستان ، بلوار هاشم زاده- بلوار سبزوار پلاک ۳۰ واحد همکف کد پستی ۱۴۹۴۹۱۳۱۸۳
آدرس وب سایت : www.adlitrain.com و www.adli-control.com
پست الکترونیکی info@adli-control.com
تلفن: ۰۲۱-۴۴۷۳۲۹۸۱ و ۰۹۱۲-۳۱۸۲۷۳۴

کلیه حقوق قانونی این اثر متعلق به شرکت آدلی کنترل باور به شماره ثبت ۵۵۱۲۰۴ می‌باشد. تکثیر تمام یا قسمتی از این اثر به هر شکل ممنوع است. نقل مطالب تنها در مقالات تحقیقی و فقط با اجازه شرکت آدلی کنترل باور و ذکر نام کامل پدیدآورنده آزاد است. متخلفان به‌موجب قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان و هنرمندان تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرد.

در بحث ایمن‌سازی عملیات فرآیند و پیشگیری از خرابی‌های جبران‌ناپذیر در پلنت‌های فرآیندی و غیر فرآیندی، استفاده از سیستم‌های کنترل Fail-Safe مانند F&G, BMS, ESD, HIPPS و غیره در طول مسیر توسعه سیستم‌های کنترل از سوی استانداردهای بین‌المللی مانند IEC 61508 مطرح و تأکید شده است. امروزه با گذشت بیش از ۳۰ سال از زمان ارائه نسخه‌های اولیه این‌گونه سیستم‌ها، کنترل‌کننده‌های PLC به‌کاررفته در این سیستم‌ها تحت عنوان SIS مطرح می‌شود. در این راستا سیستم‌های کنترل HIQuad، Planar4 و HIMax شرکت هیما، Prosafe-RS یوکوگاوا و سیستم S7-400FH زیمنس نمونه‌های مطرح از کنترل‌کننده‌های SIS در سطح جهانی هستند که در سایت‌های فرآیندی در حوزه نفت و گاز در کشورمان به‌وفور استفاده‌شده است.

در بیست سال گذشته در پیاده‌سازی و تحقق سیستم‌های ESD و F&G در اکثر پلنت‌های نفت و گاز و پتروشیمی کشورمان، از سیستم کنترل HIQuad هیما که دارای عنوان Programable Electronic System می‌باشند استفاده شده است. همچنین از سیستم Planar4 هیما نیز که یک سیستم SIL 4 می‌باشد، در کاربرهای HIPPS استفاده‌شده است.

این کتاب که حاصل مطالعه و تجربه عملی چندساله بنده و دوست عزیزم جناب آقای مهندس سعید فروتن در زمینه سیستم‌های HIQuad می‌باشد، برای به اشتراک گذاشتن دانش کسب شده برای علاقه‌مندان و همچنین در راستای آموزش و به‌کارگیری سخت‌افزار و نرم‌افزار این سیستم به رشته تحریر درآمده است. امید است که بتواند راهنمایی خوب و موثر برای کارشناسان این سیستم‌ها در صنایع مختلف کشور عزیزمان باشد.

این کتاب سخت‌افزار و نرم‌افزار سیستم کنترل HQuad شرکت هیما را تشریح و نحوه ایجاد و تکمیل یک پروژه مبتنی بر این سیستم‌ها را یاد می‌دهد. مباحث مطرح‌شده در این کتاب عبارت انداز:

- آشنایی با مباحث سیستم‌های کنترل SIS
- سخت‌افزار و نرم‌افزار سیستم‌های HQuad
- نرم‌افزار ELOP II و نحوه کار با آن
- برنامه‌نویسی و کار با کتابخانه بلاک‌های از پیش آماده‌شده
- ساختار شبکه در سیستم‌های کنترل HQuad
- عیب‌یابی در سیستم‌های کنترل HQuad
- پیاده‌سازی ارتباطات OPC برای تبادل داده و آلارم

هدف اصلی این کتاب شناخت معماری سخت‌افزار، نرم‌افزار و شبکه در سیستم‌های کنترل HIQuad و نحوه پیاده‌سازی لاجیک کنترل Fail-safe در محیط ELOP II می‌باشد.

این کتاب در ۹ فصل سازمان‌دهی شده است. فصل اول این کتاب، مفاهیم ایمنی و مبانی سیستم‌های SIS را به‌صورت خلاصه توصیف می‌کند. فصل دوم تحت عنوان «مقدمه»، سخت‌افزار و نرم‌افزار انواع سیستم‌های کنترل HIMA را معرفی می‌کند. که در آن سخت‌افزار

کنترل‌کننده‌هایی مانند HIMax و HIMatrix معرفی‌شده است. فصل سوم، به‌طور مشخص سخت‌افزار سیستم‌های HIQuad را تشریح می‌کند. از این کنترل‌کننده‌ها به‌عنوان یک سیستم SIL3 بیشتر در حوزه اتوماسیون فرآیند به‌عنوان سیستم‌های ESD و F&G استفاده‌شده است. فصل چهارم نحوه پیکربندی یک سیستم HIQuad و برنامه‌نویسی لاجیک را در محیط نرم‌افزار ELOP II تشریح می‌کند. توصیف پیاده‌سازی برنامه کاربر با کتابخانه‌های بلاک در ELOP II در فصل پنجم جمع‌بندی شده است. در فصل ششم ساختار و پیکربندی شبکه در سیستم‌های HIQuad و همچنین نحوه پیکربندی و برنامه‌نویسی ارتباط از طریق پروتکل مدباس تشریح شده است. فصل‌های هفتم و هشتم به نحوه پیکربندی ارتباطات مبتنی بر پروتکل OPC DA و ارتباطات مبتنی بر پروتکل OPC A&E اختصاص داده‌شده است. در انتها در فصل نهم مباحث مرتبط با عیب‌یابی و نگهداری سخت‌افزار سیستم‌های HIQuad مطرح‌شده است.

در انتها از خانم رقیه اکبری که در ویراستاری و تهیه این کتاب پشتیبانی‌های زیادی داشته‌اند، تشکر ویژه داریم. امیدواریم این کتاب برای کارشناسان و متخصصین حوزه کنترل اتوماسیون صنعتي کشور مفید واقع شود.

صادق اکبری- سعید فروتن

دیباچه نویسندگان -صادق اکبری

چند سال پیش که پیاده‌سازی و اجرای یک پروژه سیستم کنترل ESD و F&G مبتنی بر کنترل‌کننده‌های HIMA HIQuad را شروع کردم، به دنبال منابع آموزشی خوب فارسی و لاتین در زمینه سیستم‌های HIMA بودم که متأسفانه در آن زمان منبع خوبی برای آموزش پیدا نکردم. ناگفته نماد که جزوه‌ای از یک کلاس برگزارشده در شرکت پارس جنوبی توسط استاد بزرگوار جناب آقای ملی پور به دستم رسید. که راهنمای خوبی برای تسریع در فرایند یادگیری و اجرای پروژه بود. لذا برحسب علاقه شخصی به نوشتن و با محوریت مدیریت دانش، تصمیم گرفتم که در حین کار با سیستم HIQuad تجربه و دانش کسب‌شده از این سیستم‌ها را مستند نمایم. به‌مرور با تکمیل و شکل گیری مطالب در قالب یک جزوه برای اولین بار افتخار برگزاری یک کلاس آموزشی در این زمینه را کسب کردم. برگزاری دوره آموزشی انگیزه مرا به تهیه یک کتاب جامع در این زمینه بیشتر کرد. ولی ازآنجایی‌که در همان زمان‌ها درگیر تهیه پایان‌نامه دکترای تخصصی خود و تهیه مقاله برای ژورنال‌های تخصصی بودم، نتوانستم اقدام به نهایی کردن کتاب مذکور بکنم. تا این‌که محتوای کتاب را در اختیار دوست عزیزم جناب آقای سعید فروتن گذاشتم. به‌طوری‌که از سوی ایشان تکمیل و چاپ کتاب با استقبال و تشویق فراوانی روبرو شد. درنهایت با تکمیل مطالب و تهیه فیلم‌های آموزشی از سخت‌افزار سیستم HIQuad نسخه اول کتاب جهت دسترسی و استفاده علاقه‌مندان و کارشناسان سیستم‌های کنترل آماده گردید. امیدوارم که مطالب این کتاب برای کارشناسان صنعتی کشور و علاقه‌مندان به حوزه سیستم‌های Fail-Safe هیما مفید واقع شود.

ازآنجایی‌که تقریباً ۸۰ درصد محتوای این کتاب در طول سال‌های گذشته تهیه‌شده است. ولی به‌منظور نشر سریع آن، ساختار و سازمان‌دهی کتاب در یک‌زمان کوتاهی جمع‌بندی و نگارش شده است، ممکن است دارای اشکالات نگارشی بوده و دارای نواقصی باشد، لذا پیشاپیش از بابت تمامی اشکالات و معایب احتمالی موجود عذرخواهی نموده و از تمامی عزیزان و کارشناسانی که با دقت نظر این کتاب را مطالعه نموده و ما را با ارائه پیشنهادها و انتقادهای سازنده خود در اصلاح و بهبود ویرایش‌های بعدی این کتاب یاری می‌کنند. تشکر و قدردانی می‌کنم.

s.akbari@znu.ac.ir
info@adli-control.com
صادق اکبری

دیباچه نویسندگان -سعید فروتن

اینجانب سعید فروتن دانش آموخته مهندسی برق -الکترونیک با سابقه بیش از ۱۴ سال هست که در حوزه نصب، راه‌اندازی، برنامه‌نویسی و تعمیر و نگهداری سیستم‌های کنترل به ویژه سیستم‌های F&G/ESD فعالیت دارم. با توجه به ارتباطی که با دوست عزیزم آقای صادق اکبری داشتم. متوجه شدم که مطالب جامعی در قالب کتاب از محتوای آموزش سیستم کنترل HIQuad هیما توسط ایشان تهیه شده است. لذا با توجه به فعالیت اینجانب در حوزه نصب و راه‌اندازی سیستم‌های هیما و همچنین سابقه فعالیت تدریس در این زمینه، چاپ مطالب در قالب یک کتاب جامع را به آقای اکبری پیشنهاد و ایشان را به انتشار آن ترغیب نمودم. ولی از آنجایی که بخش اعظم آموزش سیستم‌های کنترل به صورت عملی همراه با تجهیز می‌باشد، لذا برای تکمیل محتوای کتاب و درک هر چه بیشتر کاربران با موضوعات سیستم کنترل هیما، تصمیم به آماده‌سازی ویدیوهای آموزشی از سخت‌افزار سیستم HIQuad نمودم. که با تکمیل محتوای کتاب و تهیه فیلم‌های آموزشی از سخت‌افزار سیستم HIQuad نسخه اول کتاب جهت دسترسی و استفاده علاقه‌مندان و کارشناسان سیستم‌های کنترل آماده گردید. امیدوارم که فیلم‌های آموزش سخت‌افزار HIQuad و محتوای متنی این کتاب برای کارشناسان صنعتی کشور و علاقه‌مندان به حوزه سیستم‌های Fail-Safe هیما مفید واقع شود.

از آنجایی‌که فیلم‌های آموزشی در یک‌زمان کوتاهی تهیه و آماده شده است، کامل نبوده و دارای نواقصی می‌باشد، لذا پیشاپیش از بابت تمامی اشکالات و معایب احتمالی موجود عذرخواهی نموده و از تمامی عزیزان و کارشناسانی که با دقت نظر این کتاب را مطالعه نموده و ما را با ارائه پیشنهادها و انتقادهای سازنده خود در اصلاح و بهبود ویرایش‌های بعدی این کتاب یاری می‌کنند. تشکر و قدردانی می‌کنم.

forootan.saeed@gmail.com
سعید فروتن

معرفی خدمات شرکت آدلی کنترل باور

نام شرکت : آدلی کنترل باور، سهامی خاص به شماره ثبت ۵۵۱۲۰۴

تلفن : 021-44732981 و 09212182734

آدرس وب‌سایت و ایمیل:

Website: www.adli-control.com , www.adlitrain.com

Email: info@adli-control.com , sales@adli-control.com

مدیرعامل : صادق اکبری فارغ‌التحصیل دکترای مهندسی برق و الکترونیک از دانشگاه زنجان –دارای ۲۳ سال تجربه تخصصی در زمینهٔ پیاده‌سازی، اجرا، نصب و راه‌اندازی سیستم‌های کنترل و ابزار دقیق در پروژه‌های نفت، گاز و پتروشیمی و کارخانه- مدرس سیستم‌های کنترل

سرویس‌های مهندسی (Engineering Services)

- پیاده‌سازی و اجرای سیستم‌های کنترل پکیج و پلنت فرآیندی (PLC/DCS/FCS/PCS)
- پیاده‌سازی و اجرای سیستم‌های Fail-Safe (ESD/BMS/F&G)
- پیاده‌سازی و اجرای سیستم‌های اسکادا و مانیتورینگ صنعتی
- تولید مدارک فاز مهندسی پروژه‌های اتوماسیون
- طراحی و مونتاژ تابلوهای برق و کنترل
- اجرای پروژه‌های برق، کنترل و ابزار دقیق
- ارتقاء و بروز آوری سیستم‌های کنترل و ابزار دقیق
- آموزش اتوماسیون صنعتی

عضویت و گواهی‌نامه‌ها

- عضو فهرست بلند تأمین‌کنندگان وزارت نفت
- عضو سامانه ستاد ایران
- دارای گواهی نامه پیمانکاری -صنعت و معدن
- گواهی‌نامه مدیریت کیفیت ISO 9001:2015
- دارای گواهی نامه نشر دیجیتال (نشر دیجیتال مبتنی بر حامل، تصدی رسانه برخط کاربر محور، نشر دیجیتال برخط، تکثیر حامل های دیجیتال محدود(Duplicator)

نمایندگی ها

- نمایندگی نرم¬افزار اسکادا/مانیتورینگ ControlMaestro
- نمایندگی فروش محصولات ASTI رومانی

محصولات توسعه داده شده

- **سیستم دشارژ و شارژ بانک باتری با مشخصه ۱-۲۵۰ آمپر و ۲-۱۰۰ ولت**

شرکت آدلی کنترل باور، با اتکا به متخصصین و افراد باتجربه حوزه الکترونیک قدرت، خدمات طراحی و ساخت انواع سیستم‌های شارژ و دشارژ بانک باتری را ارائه می‌کند. در حال حاضر این شرکت در راستای بومی‌سازی فناوری‌های پیشرفته اقدام به تحقیق و توسعه و ساخت سیستم آنالیز دشارژ باتری با بارهای الکترونیکی و قابل‌برنامه‌ریزی با نرم‌افزار نموده است. مشخصه ویژه این سیستم دقت بالای تنظیم جریان ثابت دشارژ در رنج وسیعی از ولتاژها و جریان‌های کاری از ۶ تا ۱۰۰ ولت، ۱ تا ۲۵۰ آمپر و آنالیز هم‌زمان شش بانک باتری می‌باشد.

- **ساخت پکیج‌های آموزشی PLC**
- **نشر کتاب‌ها و محتوای آموزشی در حوزه اتوماسیون صنعتی**

این کتاب را تقدیم می کنیم به

همسر و فرزندان عزیزمان

و پدر و مادر مهربانمان

فصل اول

مروری بر مفاهیم ایمنی

Functional Safety Overview

Chapter 1

1 Functional Safety Overview

1.1 Learning Targets

محتوای این فصل شامل مباحث زیر است.

- مفاهیم پایه مرتبط با ایمنی فرآیند
- لایه‌های حفاظتی یک پلنت فرآیندی
- روش‌های کاهش ریسک در یک فرآیند
- آشنایی با استانداردهای ایمنی IEC و ISA

1.2 Abbreviations

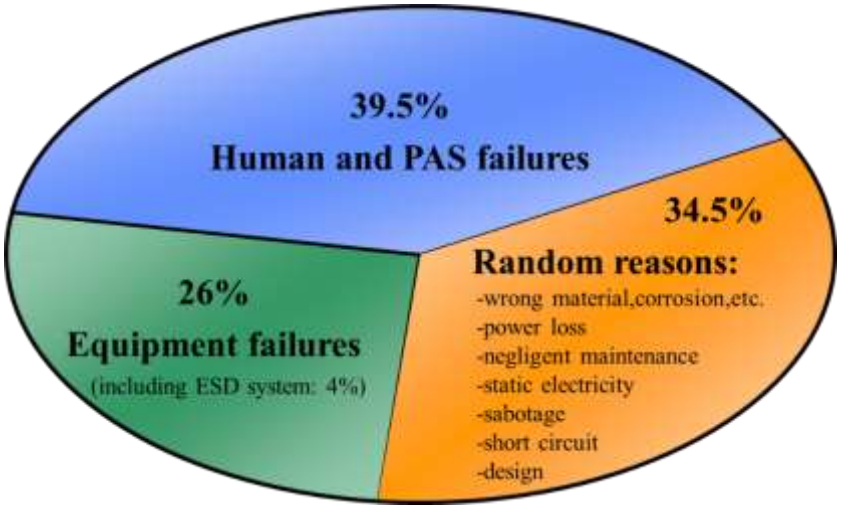
IEC	International Electrotechnical Commission
ISA	International Studies Association
FH	Fail-Safe & High Available
F	Fail-Safe
SIF	Saftey Instrumented Function
SIS	Saftey Instrumented System
SRS	Safety Related System
BPCS	Basic Process Control System

1.1 Learning Targets 1
1.2 Abbreviations 1
1.3 Introduction 3
1.3.1 Safety in the Workplace 4
1.3.2 Safety-Related Concepts 4
1.4 Functional Safety Definition 6
1.4.1 Why do we need Functional Safety? 6
1.5 Process Risk 7
1.5.1 What is Risk? : IEC 61508 / IEC 61511 7
1.5.2 Risk Reduction 8
2.5.2.1 Safety Layers of Protection 9
1.6 Safety Instrumented Systems: SIS 11
1.6.1 Brief History or SIS Evolution 11
1.6.2 SIS Definition 12
1.6.3 SIF: Safety Instrumented Function 13
1.6.4 Safety Function 14
1.6.5 Applications of the SIS 16
1.6.6 Prevention Applications 16
1.6.7 Mitigation Role 17
1.6.8 SIS Trip Type 17
1.7 Safety integrity level : How much “Safety”? 18
1.7.1 SIL Calculations 19
1.7.2 PFD 20
1.7.3 Pipe to pipe Approach 22
1.7.4 AK-level classification 23
1.8 Functional Safety Standards 23
1.8.1 IEC 61508, IEC 61511 Standards 24
1.8.2 Safety-related standards 26
1.9 References 27

1.3 Introduction

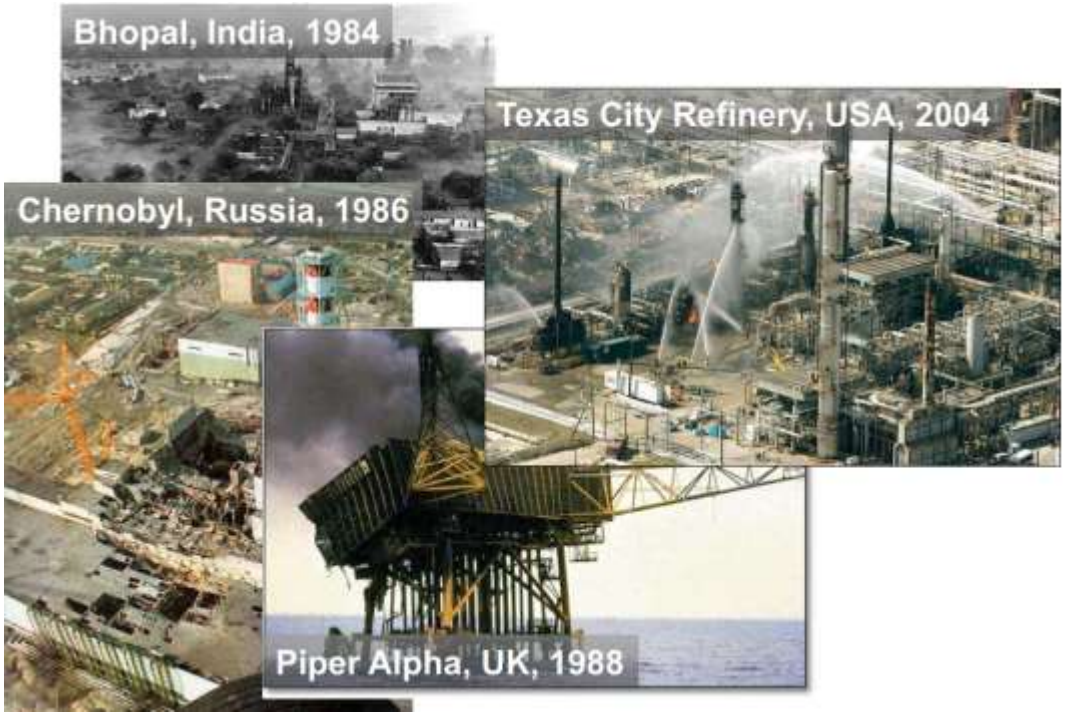
در بیشتر فرآیندهای صنعتی به علت انتشار مواد خطرناک مانند گازها و مواد شیمیایی، عملیات بهره‌برداری با خطرات ذاتی مانند آتش‌سوزی و انفجار همراه است. به طوری که انفجارها و آتش‌سوزی‌ها هرساله موجب مرگ افراد و از دست رفتن میلیون‌ها دلار در صنایع شیمیایی و صنایع نفت و گاز می‌شود. لذا به دلیل وجود پتانسیل بسیار بالا در از دست رفتن منابع در یک پلنت فرآیندی، به‌کارگیری سیستم‌های مرتبط با ایمنی (SIS,SRS) برای پیشگیری از وقوع حوادث و همچنین هدایت پلنت به یک وضعیت ایمن از قبل تعریف شده با هدف حفاظت از افراد، تجهیزات و محیط زیست ضروری است.

در گذشته از وقوع حوادث بی‌شماری در برخی از پلنت‌های فرآیندی در کشورهای مختلف سرتاسر دنیا گزارش شده است. آمارها از حوادث واقعی رخ داده نشان می‌دهد؛ که دلیل بیشتر حوادث عوامل انسانی بوده است. شکل۱-۱ نتایج حاصل از یک تحقیق و بررسی از ۲۱٦ مورد حادثه در جهان را نشان می‌دهد؛ که توسط موسسه TNO انجام شده است. مطابق این آمار حدود ٤۰ درصد حادثه‌ها به دلیل اشتباهات انسانی رخ داده است. به طوری که تنها ٤ درصد از کل حوادث به دلیل عدم عملکرد درست سیستم‌های SIS در مواقع تقاضا بوده است.



شکل۱-۱: نتایج حاصل از بررسی علل وقوع حادثه در ۲۱٦ مورد

نیروگاه اتمی برق چرنوبیل یک نمونه از پلنت‌هایی است؛ که در آن یک حادثه فاجعه بار رخ داده است. در این پلنت قبل از حادثه اپراتورها تمام سیستم‌های ایمنی را خاموش کرده بودند. به طوری که آخرین سیستم ایمنی درست دقایقی قبل از وقوع انفجار خاموش شده بود. همچنین اپراتورها سیگنال‌های توقف (Shutdown) را غیرفعال (Override) کرده بودند و از هشدارها چشم‌پوشی شده بود.



شکل ۱-۲: نمونه‌هایی از حوادث فاجعه‌بار درپلنت‌های فرآیندی در سراسر دنیا

1.3.1 Safety in the Workplace

ایمنی در محیط کار- در یک پلنت فرآیندی، مناطق ذاتاً پرخطر (Potential areas) بسیاری وجود دارد که می‌تواند باعث آسیب به کارکنان یا اثرات خطرناک احتمالی به محیط یا تجهیزات فیزیکی موجود در آن داشته باشد. یک سیستم ایمنی با طراحی مناسب باید تأثیرات احتمالی هر یک از این مناطق را مد نظر قرار داده و کم کند.

نقص‌های تصادفی سخت‌افزاری (Random hardware faults)، خطاهای سیستماتیک طراحی (systematic design errors) یا اشتباهات انسانی نباید منجر به عملکرد نادرست سیستم مرتبط با ایمنی (safety related) و پیامدهای احتمالی مانند آسیب یا مرگ انسان، آسیب به محیط زیست و از دست دادن تجهیزات یا تولید شوند. نکته کلیدی (key message) این است که هیچ خطا یا خرابی نبایستی باعث عملکرد غلط سیستم مرتبط با ایمنی (SIS) شده و منجر به صدمه یا آسیب احتمالی به نفرات یا تجهیزات شود.

1.3.2 Safety-Related Concepts

What are Hazards on a Machine or Process Plant?

هنگام طراحی یک سیستم ایمنی (SIS) برای یک پلنت صنعتی، باید خطرات یا ریسک احتمالی افراد در نظر گرفته شود. خطرات را می‌توان به صورت زیر دسته‌بندی کرد.

- خطرات فیزیکی (Physical)
  - سقوط یا حرکت اشیاء (Falling / Moving Objects)
  - تصادم یا برخورد (Collisions)
  - فروریختن ساختمان‌ها (Collapsing Structures)

- خطرات الکتریکی (Electrical)
  - صاعقه و سوختگی (Flashover and Burns)
  - برق گرفتگی (Electrocution)
  - اتصال نادرست / اتصال شل (Wrong Connection / Loose Connection)
- خطرات مکانیکی / فرآیندی (Mechanical / Process)
  - گیرافتادن به طور مثال در یک حفره (Pinch Points or Entanglement)
  - سایشی، برش (Abrasion, Grinding, Cutting)
  - حرارتی (Thermal)
  - تأثیرات فشار (ترکیدن مخازن، جت‌های گاز یا مایعات) (Pressure Releasing)
  - جوشکاری، مشعل، گازها و غیره (Welding Torches, Gases etc.)
- خطرات شیمیایی (Chemical)
  - انفجار (Explosion)
  - آتش (Fire)
  - انتشار مواد سمی (Toxic Material Release)
  - مخلوط اشتباه از مواد شیمیایی (Wrong mix of chemicals)
  - تابش (Radiation)

What is safety?

- ایمن (Safe): یعنی «عاری از آسیب، صدمه و خطر» یا «قرار نگرفتن در معرض خطر یا آسیب دیدگی»
- ایمنی (safety) : عبارت است از شرایط یا وضعیت ایمن. به عبارت دیگر ایمنی رهایی از ریسک غیرقابل قبول (IEC 61508 / IEC 61511) می‌باشد.
- ایمنی با قابلیت اطمینان متفاوت است. قابلیت اطمینان عبارت است از احتمال اینکه یک سیستم عملکرد مورد نظر خود را در بازه زمانی ماموریت به طور رضایت بخش انجام دهد، می‌باشد.
- ایمنی با امنیت (Security) متفاوت است. امنیت محافظت یا دفاع در برابر حمله، مداخله یا جاسوسی/ خبرگیری است.
- ملاحظه ایمنی زود هنگام یک پلنت ارزانتر از آن است که سعی کنید بعداً آن را ایمن کنید. به این معنی که در زمان طراحی یک پلنت، بایستی مفاهیم ایمنی مدنظر قرار گیرد. نه بعد از اتمام طراحی و ساخت یک پلنت سیستم‌های ایمنی پیاده سازی گردد.
- تجزیه و تحلیل خطر (Hazard Analysis) در یک پلنت، خطرات، نقایص و اقدامات ایمنی را با هم پیوند می‌دهد.

Accident

- حادثه، نوعی از بین رفتن مانند صدمه، مرگ و یا آسیب به تجهیزات است
- خطر (Hazard) مجموعه‌ای از شرایط و / یا رخدادهایی است که منجر به حادثه می‌شود.

Failure

یک خرابی (failure) عدم موفقیت /عدم کارایی (nonperformance) صحیح یک سیستم یا مؤلفه‌ای از سیستم می‌باشد. خرابی یک رخداد هست. به‌عنوان مثال، خرابی در یک تجهیز.

Error

- خطا (**Error**) یک نقص سیستماتیک است. نقص سیستماتیک یک خطای طراحی است.
- خطاها حالت‌ها یا شرایط هستند. به‌عنوان مثال، یک اشکال نرم افزاری.

Fault

- یک نقص (fault) یا از نوع یک خرابی است یا خطا. یک نقص دارای ماهیت تصادفی است.

1.4 Functional Safety Definition

IEC 61508 / IEC 61511

استاندار IEC 61508، ایمنی کاربردی (Functional Safety) را به‌عنوان رهایی از ریسک غیرقابل‌قبول (unacceptable) بیان می‌کند. ایمنی کاربردی به‌عنوان بخشی از ایمنی کل، مربوط به فرآیند و سیستم کنترل فرآیند پایه (BPCS/DCS) می‌باشد، که بستگی به عملکرد صحیح سیستم SIS و دیگر لایه‌های حفاظتی دارد. عبارت عملکرد صحیح در سیستم SIS، اهمیت خاصی دارد. سطح بالایی از ایمنی عملکردی به این معنی است که یک سیستم SIS در صورت وجود تقاضا به یک عملکرد مانند توقف پلنت یا تجهیز، به‌درستی و یا احتمال بالا کار خواهد کرد. بنابراین ایمنی کاربردی، هدف اصلی در طراحی سیستم SIS می‌باشد. نکته مهم این است که ایمنی عملکردی فقط مربوط به سیستم‌های کنترل و ابزار دقیق SIS نیست. بلکه ایمنی عملکردی شامل همه چیز در مورد صلاحیت افراد کنترل‌کننده فرآیند، رویه‌ها و تجهیزات است.

1.4.1 Why do we need Functional Safety?

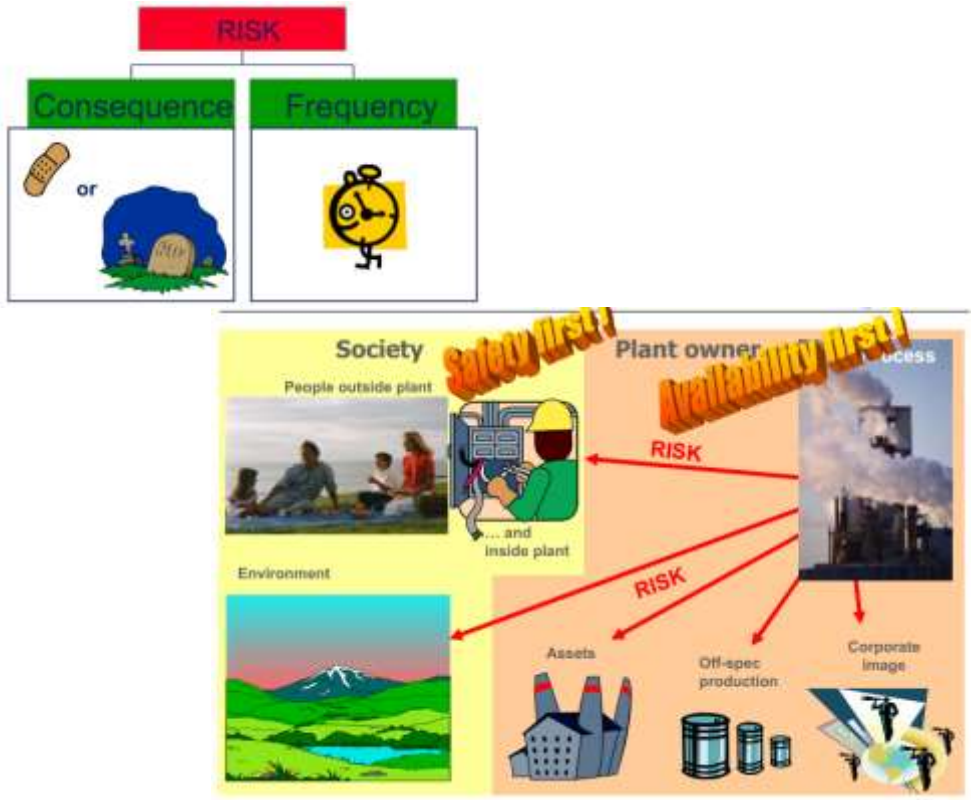
Out of control

معمولاً سیستم‌های کنترل دچار خطا شده و از کنترل خارج می‌شوند. لذا بایستی از خرابی آنها جلوگیری کرد.

Main Goal: Keep People Safe

هدف اصلی یک سیستم ایمنی (safety system)، ایمن نگه داشتن افراد و تجهیزات است.

1.5 Process Risk



شکل ۱-۳: ریسک‌های ذاتی در یک پلنت فرآیندی

اگر در یک فرآیند صنعتی خطراتی (hazards) وجود دارد، برای عملکرد ایمن پلنت بایستی رویه‌هایی برای کاهش ریسک (Risk Reduction) وجود داشته باشد.

برای تعیین کمیت خطرات موجود در یک ماشین یا پلنت فرآیندی، یک ارزیابی ریسک (Risk Assessment) انجام می‌شود. سپس برای خطرات، لایه‌های محافظتی طراحی می‌شود تا ریسک آنها کاهش یابد.

1.5.1 What is Risk? : IEC 61508 / IEC 61511

ریسک یک معیار سنجش از احتمال وقوع و پیامدهای یک حادثه می‌باشد. به تعریف دیگر، احتمال اینکه یک خطر (hazard) یا مخاطره (danger) منجر به بروز یک حادثه گردد، ریسک گفته می‌شود. لذا ریسک ترکیبی از احتمال وقوع یک مخاطره و میزان آسیب به سلامت افراد و تجهیزات تعریف می‌شود.

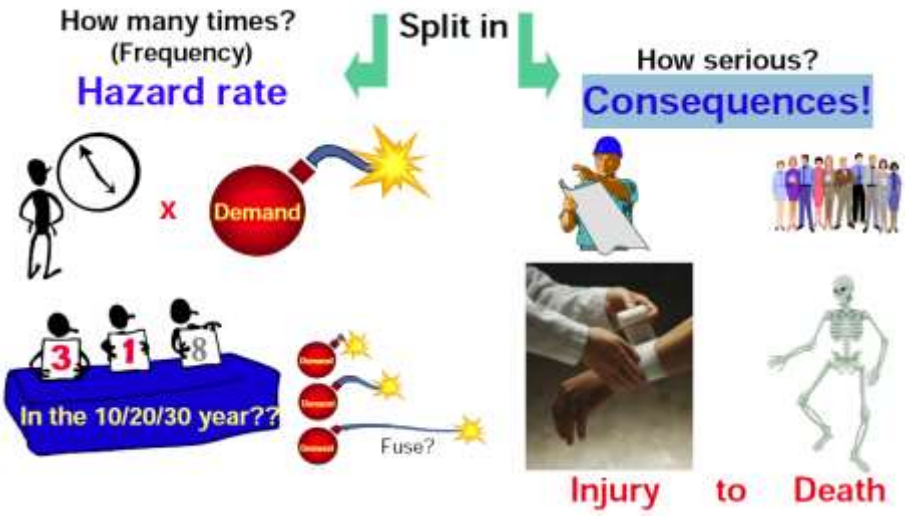
مطابق تعریف استاندارد IEC61508، ریسک عبارت است از یک منبع بالقوه از آسیب (Harm) می‌باشد. به طوری که به حاصل ضرب احتمال وقوع یک رویداد (حادثه یا آسیب) در شدت وقوع آن رویداد، ریسک می‌گویند.

Risk = P (a) * S (a)

با توجه به تعاریف بالا برای یک ریسک دو مشخصه تعریف می‌شود:

- نرخ وقوع خطر (Hazard rate)
- شدت حادثه (Hazard Severity)

نرخ وقوع خطر به معنی تعداد تکرار وقوع آن خطر در واحد زمان می‌باشد. به‌عنوان مثال یک بار در سال یا سه بار در ۱۰ سال. ولی شدت حادثه (How serious) تعیین می‌کند که پیامدهای (Consequences) بعد از بالفعل شدن خطر که حادثه نامیده می‌شود، چقدر است. پیامدها عبارت است از زخمی شدن افراد، صدمه به تجهیزات، مرگ میر و غیره.



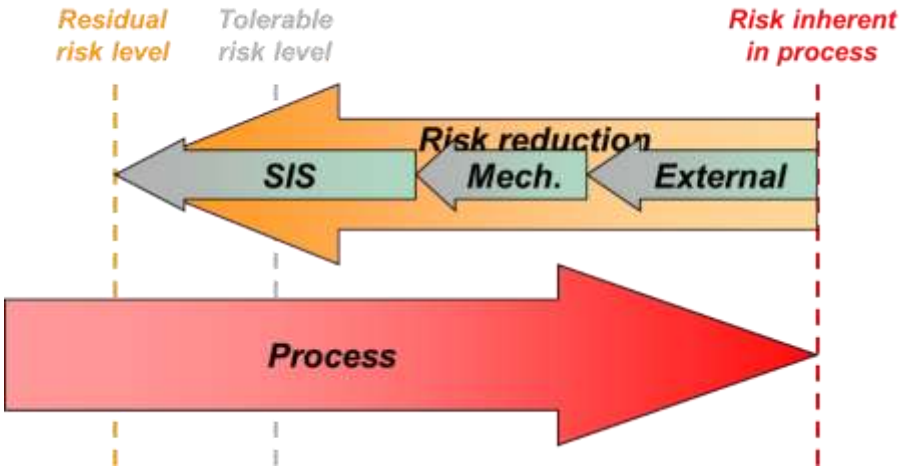
شکل۱-٤: نمایی از نرخ وقوع خطر و پیامد حادثه

1.5.2 Risk Reduction

یک پلنت فرآیندی همواره با ریسک‌های حتمی همراه می‌باشد که از آن‌ها تحت عنوان ریسک‌های ذاتی یاد می‌شود. این سطح از ریسک به دلایل قوانین دولتی یا شرکتی در یک پلنت فرآیندی غیرقابل قبول می‌باشد. ریسک‌های ذاتی به هیچ وجه به طور کامل قابل حذف نیستند و تنها می‌توان با تمهیداتی، شدت پیامد آن‌ها یا بالفعل شدن خطرات آن‌ها را کاهش داد و یا این که آن‌ها را در یک سطح قابل قبولی تحمل کرد. این که یک ریسک تا چه حدی قابل تحمل (tolerable) است، نیاز به ارزیابی ریسک دارد. امروزه، مخاطرات را بر اساس سطح ریسک آن‌ها ارزیابی می‌کنند و سپس مورد قبول بودن یا نبودن آن را تعیین می‌کنند؛ بنابراین هدف تمام استانداردهای ایمنی نه حذف ریسک، بلکه کاهش ریسک می‌باشد. ریسک‌ها را می‌توان به صورت زیر دسته‌بندی کرد:

- ریسک ذاتی (Inherent Risk)؛

- ریسک مانده / حذف نشده (Residual Risk)؛
- ریسک قابل قبول یا قابل‌تحمل (Tolerable or Acceptable Risk)؛
- ریسک‌های نامعلوم (Uncertain Risk)؛
- ریسک‌های قابل‌اغماض (Negligible)؛
- ریسک‌های غیرقابل‌قبول (Unacceptable)؛



شکل۱-۵: انواع ریسک و روش‌های کاهش آن در یک فرآیند

کاهش ریسک باعث کاهش ریسک ذاتی فرآیند به سطح ریسک باقیمانده می‌شود که برابر یا کمتر از سطح ریسک قابل تحمل است.

Inherent Risk

ریسک ذاتی به ریسکی گفته می‌شود که هنوز هیچ اقدام کنترلی یا روش‌های کاهش ریسک برای کاهش آن اعمال نشده است. یکی از راه‌کارهای کاهش ریسک‌های ذاتی، استفاده از سیستم‌های SIS (ESD,F&G) می‌باشد. وقوع یک رخداد در فرآیند یک تقاضا برای سیستم SIS ایجاد می‌کند.

Residual Risk

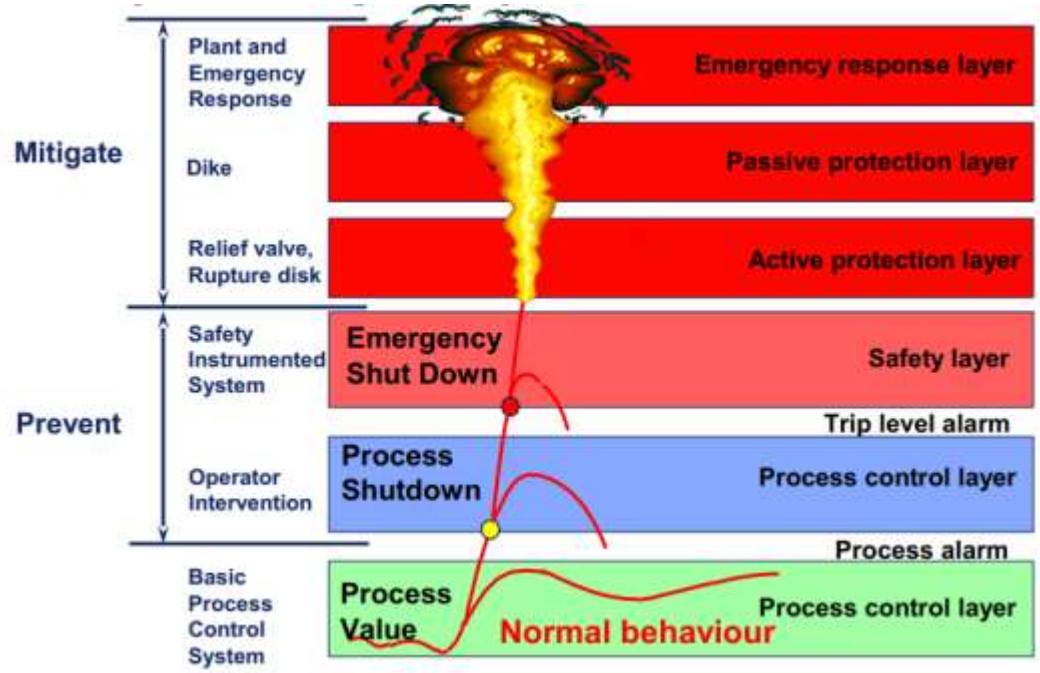
ریسک مانده به ریسکی گفته می‌شود که پس از اعمال روش‌های کاهش ریسک، کماکان در سیستم ریسک وجود دارد. دقت شود که ریسک‌های قابل قبول نیز نوعی ریسک مانده به شمار می‌آیند.

2.5.2.1 Safety Layers of Protection

هیچ معیار ایمنی واحد، به تنهایی نمی‌تواند اثر خطرات یا ریسک را کاهش داده و در صورت وقوع یک حادثه خطرناک از تجهیزات و کارکنان پلنت در برابر آسیب یا جلوگیری از گسترش آسیب، حفاظت کند. به همین دلیل مطابق استانداردهای ایمنی، روش‌های حفاظتی یک پلنت فرآیندی در لایه‌های مختلف پیاده‌سازی می‌شود. این لایه‌ها که به‌عنوان راه‌کارهای کاهش ریسک در پلنت فرآیندی مطرح می‌باشند، شامل زنجیره‌ای از دستگاه‌های مکانیکی، کنترل‌کننده‌های الکترونیکی (SIS)، سیستم‌های مرتبط با ایمنی و سایر روش‌های کاهش ریسک می‌باشند. در صورت عمل نکردن یک لایه حفاظتی، وظیفه هدایت فرآیند به یک وضعیت

ایمن، بر عهده لایه بعدی خواهد بود. با افزایش لایه‌های حفاظتی و قابلیت اطمینان آن‌ها، ایمنی فرآیند نیز افزایش می‌یابد. توالی لایه‌های ایمنی را به ترتیب فعال‌سازی از پایین به بالا نشان می‌دهد.

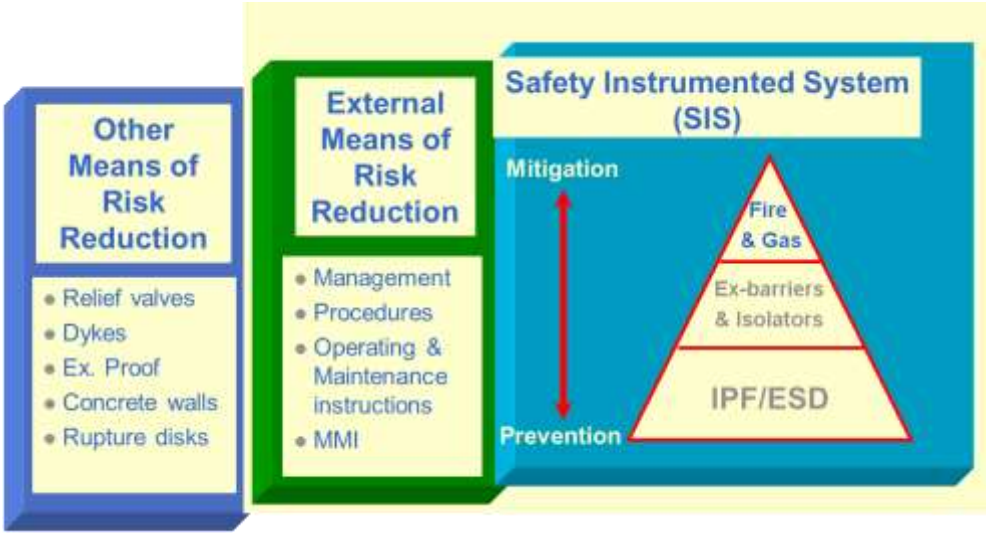
هدف اول از لایه‌های محافظتی، حفظ جان مردم است. مسائل اقتصادی در اولویت دوم قرار دارد. نگرانی‌های زیست محیطی نیز در اولویت سوم است.



شکل۱-۶: لایه‌های حفاظتی در یک پلنت فرآیندی

براساس لایه‌های حفاظتی روش‌های دستیابی به کاهش ریسک را می‌توان به صورت زیر دسته‌بندی کرد:

- استفاده از سیستم‌های کنترل SIS (سیستم‌های ESD و F&G به طور مثال سیستم S7-400FH)
- امکانات کاهش ریسک غیر از SIS (External Risk Reduction) مانند مدیریت، رویه‌ها (Procedures) دستورالعمل‌های بهره‌برداری و تعمیر و نگهداری (Operating & Maintenance)، سیستم مانیتورینگ
- استفاده از تسهیلات فیزیکی کاهش ریسک مانند: شیرهای تخلیه فشار (Relief valves)، خاکریزها (Dykes) دیوراهای بتنی (Concrete walls)، دیسک‌های پاره شونده (Rupture disks)



شکل۱-۷: دسته‌بندی روش‌های کاهش ریسک

1.6 Safety Instrumented Systems: SIS

1.6.1 Brief History or SIS Evolution

از زمان ارائه سیستم‌های خودکار، مهندسین ایمنی حفاظت خودکار را نیز برای سیستم‌ها طراحی کرده‌اند. در ابتدا اغلب سیستم‌های حفاظت خودکار، با استفاده از منطق پنوماتیک و یا رله‌های الکتریکی طراحی می‌شدند. از آنجایی که این قطعات قدیمی تمایل به خرابی (fail) در مد قطع انرژی (de-energized) داشتند. لذا سیستم‌های کنترل ایمنی طوری طراحی شده بودند که با قطع انرژی، سیستم اتوماسیون حفاظتی در وضعیت ایمنی قرار گیرد؛ به عبارت دیگر طوری طراحی شده بودند که در زمان خرابی، شرایط ایمنی (Fail Safe) را برای افراد و تجهیزات ایجاد کنند.

با گذشت زمان، لاجیک کنترل پلنت‌های فرآیندی که پیچیده‌تر شدند، سیستم‌ها بسط یافته و شامل پنل‌های بزرگ‌تر با رله و تایمرهای بیشتر شدند. در این دوره که بین دهه‌های ۵۰ تا ۶۰ میلادی بود، بردهای مدار چاپی و الکترونیک حالت جامد پدیدار شدند. لذا پیاده‌سازی لاجیک سیستم‌های کنترل با بردهای مدارچاپی توسط برخی از مهندسین حرفه‌ای در این زمان معمول شد. متاسفانه، در این طرح‌ها، دانش کمی در خصوص مدهای خرابی قطعات وجود داشت. که بعدها به دلیل وقوع حوادث ناگوار، مهندسین ملزم به طراحی سیستم‌های ایمنی با مشخصات دقیق‌تر نمود. در ادامه به صورت خلاصه مروری بر تاریخچه ارائه سیستم‌های SIS پرداخته شده است.

1960's: Hardwired relays

سیستم‌های SRS دهه ۱۹۶۰ شامل رله‌ها با سیم‌بندی سخت‌افزاری بود. این رله‌ها در هر جایی که نیاز تشخیص داده می‌شد، نصب می‌شدند.

1970's: Hardwired relays, Solid State logic

سیستم‌های SRS دهه ۷۰ شامل رله‌ها با سیم‌بندی سخت‌افزاری به همراه قطعات حالت جامد(تراشه‌های الکترونیکی) در بوردهای الکترونیکی بود.

1980's: Started using PLCs

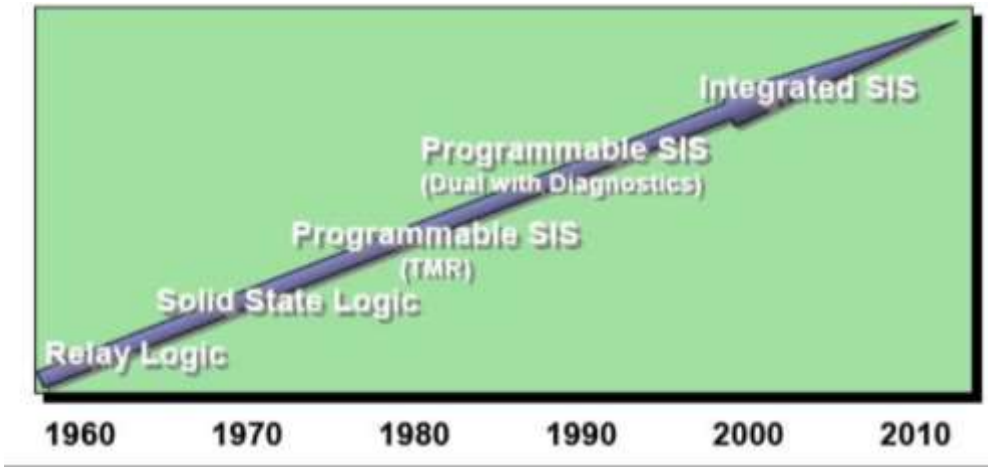
- کنترل‌کننده‌های PLC جایگزین سیستم‌های مبتنی بر رله‌ها و قطعات حالت جامد (solid state) شدند.
- برای نرم‌افزارهای حوزه ایمنی هیچ استانداردی ارائه نشد.
- رویه‌هایی تحلیل ریسک و HAZOP ارائه شد.
- مطالعات نشان می‌دهد که کاهشی در تصادفات دیده نشد.
- از دست دادن افراد و سرمایه همچنان ادامه داشت.

1990's: Safety PLCs (including "safe" subsets of software)

- استانداردهای ایمنی (Safety) برای PLCها توسعه داده شد.
- توسعه بیشتر تحلیل‌های کمی ریسک (Quantitative Risk Analysis)
- رویکردهای سیستماتیک برای شناسایی ریسک ارائه شد.
- علی‌رغم عرضه سیستم‌هایPLC ایمنی، بررسی‌ها نشان داد که استفاده از PLC منجر به کاهش حادثه نشده بود و ضرر مالی و جانی همچنان ادامه داشت.

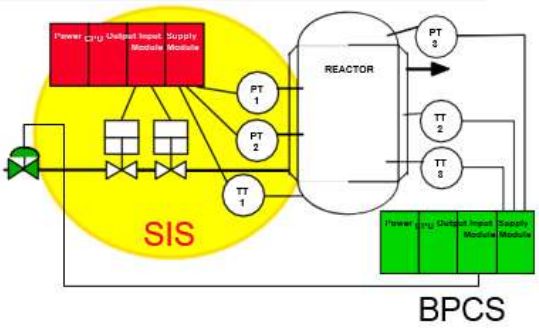
2000's Safety Field Equipment- Transmitters, Valves PLC's - Improved Diagnostics

- در این زمان استانداردهای ایمنی IEC تصویب شد.
- قابلیت‌های تشخیص عیب در سخت‌افزار ایجاد گردید.



شکل۱-۸: تاریخچه سیستم‌های کنترل ایمنی از منطق رله گرفته تا SIS یکپارچه

1.6.2 SIS Definition

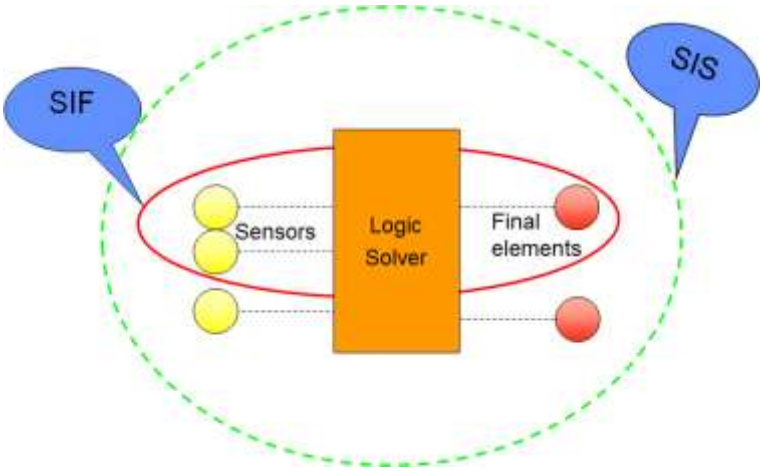


یک SIS به سیستمی گفته می‌شود که در صورت خارج شدن فرآیند از وضعیت کنترل نرمال، به‌طور مستقل فرآیند را به یک وضعیت ایمن از قبل تعیین‌شده هدایت کند. یک پلنت فرآیندی که از کنترل خارج شود، منجر به پیامدهای ناگواری مانند صدمه به افراد، خسارت به محیط زیست و تجهیزات، از بین رفتن تولید و از دست رفتن

سرمایه و پول می‌شود. همانطور که از شکل مقابل مشخص است، تجهیزات ابزار دقیق بکاررفته در SIS با سیستم کنترل فرآیند (BPCS) کاملا مجزا است.

IEC 61511/ISA 84.01 Definition

SIS یک معماری Failsafe PLC است. که لاجیک کنترل یک یا چند حلقه حفاظتی موسوم به SIF (Safety Instrumented functions) را پیاده‌سازی و اجرا می‌کند. مطابق این استاندارد یک حلقه SIF ترکیبی از حسگرها، اجراکننده لاجیک (Logic Solver) و عناصر کنترل نهایی (عملگرهایی مانند شیرهای ON/OFF) می‌باشد.



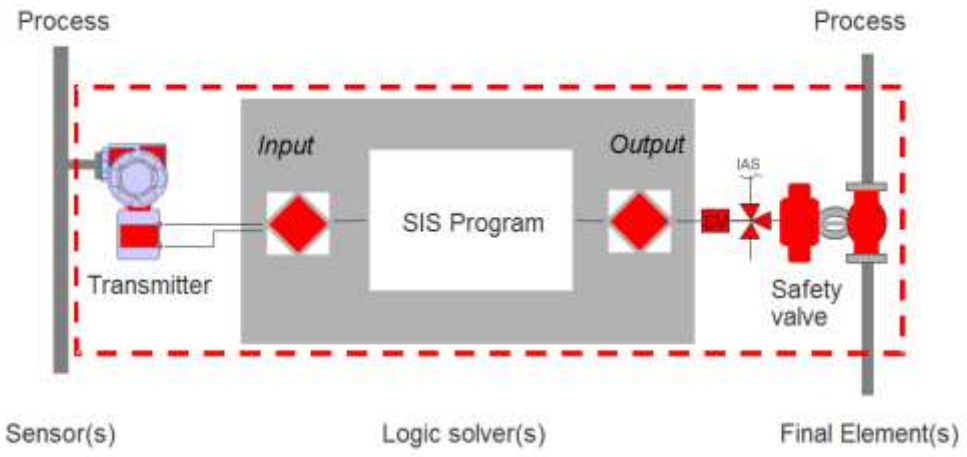
شکل۱-۹: اجزای تشکیل‌دهنده یک *SIS*

برای عملکرد صحیح یک SIS نیاز است که تجهیزات بکار رفته در حلقه SIF مطابق با استانداردهای ایمنی باشد. همچنین برای اطمینان از اینکه در عملکرد SIS خللی ایجاد نشود، سیستم‌های SIS باید مستقل از سیستم کنترل DCS باشند.

1.6.3 SIF: Safety Instrumented Function

IEC61511, ISA SP84.01

به یک حلقه کنترل حفاظتی متشکل از یک یا چند حسگر، کنترل‌کننده (PLC) و المان نهایی، SIF گفته می‌شود. به‌طوری‌که لاجیک کنترل حلقه‌های SIF توسط در یک SIS پیاده‌سازی می‌شود. یک SIF با هدف پیشگیری از وقوع یک رویداد خطرناک در فرآیند طراحی و پیاده‌سازی می‌شود.



شکل ۱-۱۰: اجزای یک حلقه *SIF*

سخت‌افزار یک حلقه کنترل SIF از سه جزء اصلی حس‌گر، PLC و المان نهایی کنترل تشکیل شده است.

SIF Sensors

مشابه یک سیستم کنترل DCS، هر حلقه SIF دارای یک یا چند حس‌گر می‌باشد. که پارامترهایی مانند فشار، دما، جریان، سطح، غلظت گاز، و غیره را برای پایش شرایط خطرناک در فرآیند، اندازه‌گیری می‌کنند.

Logic Solver

یک SIS دارای یک PLC است که مقادیر سیگنال‌ها را از حس‌گرها خوانده و اقدامات از پیش برنامه‌ریزی‌شده را در قالب یک لاجیک برای جلوگیری یا کاهش خطرات فرآیند انجام می‌دهد. کنترل‌کننده این کار را با ارسال سیگنال قطع به عناصر کنترل نهایی انجام می‌دهد.

Final Control Element

عناصر نهایی در SIF چیزی است که برای هدایت فرآیند به یک وضعیت ایمن عمل می‌کنند. این عناصر اغلب یک شیر با عملگر کنترل از راه دور در صنایع فرآیندی است.

1.6.4 Safety Function

« تابع ایمنی» عملکردی است که توسط یک SIS، یا سایر سیستم‌های مرتبط با ایمنی یا امکانات کاهش ریسک خارجی (external risk reduction)، برای دستیابی یا حفظ یک وضعیت ایمن در فرآیند با توجه به یک رویداد خطرناک خاص پیاده‌سازی می‌شود (IEC 61511 Part 1). تعریفی که در استاندارد IEC 61511 برای یک SIF ارائه‌شده است. کمی نیاز به توصیف عملی دارد.

استاندارد IEC 61511 یک SIF را به‌عنوان یک تابع ایمنی (Safety function) همراه با یک سطح اطمینان ایمنی (SIL) مشخص، تعریف می‌کند که برای حصول ایمنی پلنت (Functional safety)، عملکرد مربوطه به‌صورت یک تابع در یک سیستم SIS پیاده‌سازی می‌شود. پیاده‌سازی SIF دارای دو جنبه سخت‌افزاری و نرم‌افزاری می‌باشد. برای تحقق یک تابع SIF از جنبه سخت‌افزاری ابتدا بایستی یک حلقه کنترل حفاظتی متشکل از حس‌گر، اجراکننده لاجیک (PLC) و المان نهایی سیم‌بندی شود. سپس از جنبه نرم‌افزاری عملکرد مربوطه در قالب یک لاجیک یا تابع کنترلی در PLC پیاده‌سازی شود. لذا یک «تابع ایمنی» می‌تواند به دو صورت تعریف شود:

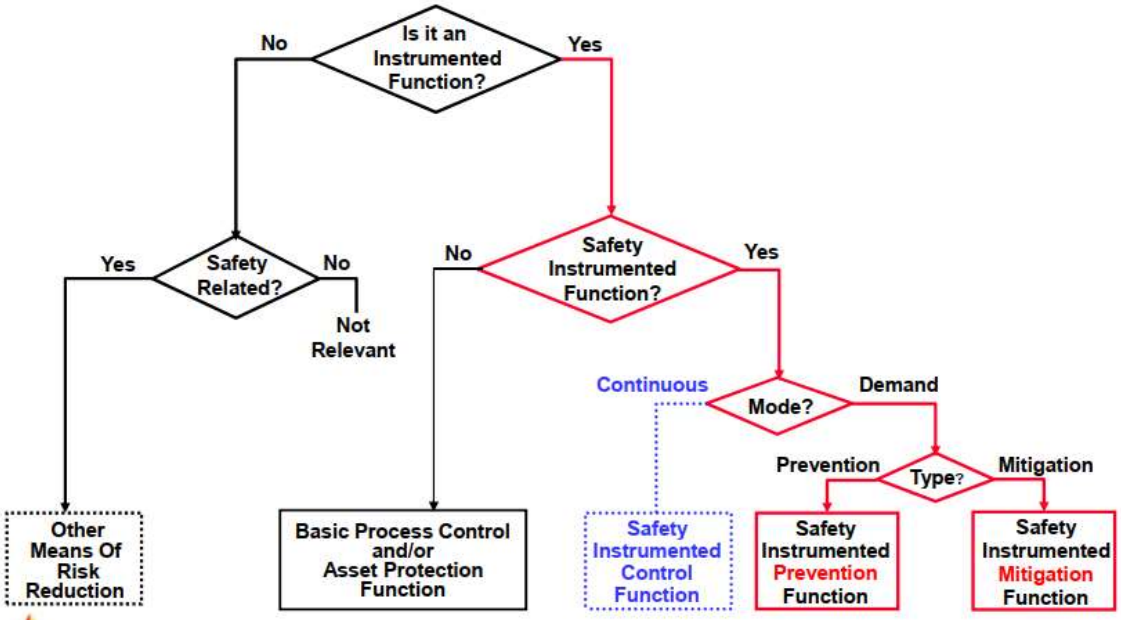
- ☞ Protection Function: Safety Instrumented Protection Function → Hardware Aspect
- ☞ Control Function : Safety instrumented Control Function → Software Aspect

عملکرد حفاظتی SIF همان حلقه ایمنی می‌باشد. که در صورت وجود تقاضا (Demand) در فرآیند عمل می‌کند. ولی مفهوم «عملکرد کنترلی» به معنی یک تابع یا لاجیک ایمنی است که به‌صورت پیوسته در داخل CPU یک PLC ایمنی اجرا می‌شود. تا شرایط حلقه SIF را پایش کند. به عبارت دیگر برای تابع SIF مد پیوسته و مد تقاضا تعریف می‌شود.

برای درک «مد پیوسته و مد تقاضا» تابع SIF، عملکرد دسته‌فرمان و کیسه‌هوای یک ماشین را در نظر بگیرید، که در آن برای عمل کردن کیسه هوا ممکن است تقاضای موردی ایجاد شود. ولی سیستم فرمان ماشین به‌طور

پیوسته در کنترل ایمنی نقش دارد. لذا یک سیستم ایمنی می‌تواند به‌صورت یک Low Demand طبقه‌بندی شود. زیرا که تعداد دفعات تقاضا در آن به‌طورمعمول یک‌بار در سال یا هرچند سال یک بار است.

از این تعاریف می‌توان SIF را به‌عنوان یک تابع ایمنی شناسایی‌شده تعریف کرد که یک سطح کاهش خطر تعریف‌شده با سطح SIL را برای یک خطر خاص (hazard) با یک عملکرد خودکار (automatic action) و با استفاده از تجهیزات ابزار دقیق فراهم می‌کند.



شکل۱-۱۱: دسته‌بندی نوع تابع ایمنی یک حلقه SIF

مثال‌هایی از توابع SIF عبارت‌اند از:

- بستن شیر خروجی در یک واحد جداسازی برای جلوگیری از بالا رفتن فشار در پایین‌دست. زیرا ممکن است در مخزن پارگی ایجادشده و انفجار حاصل شود.
- قطع جریان سوخت در یک مشعل صنعتی در زمان خیلی پایین بودن فشار سوخت.
- باز کردن شیر جریان خنک‌کننده برای جلوگیری از پارگی درام به علت درجه حرارت بیش‌ازحد.

SIF & SIL

درجه اطمینان عملکرد حلقه‌های SIF در اجرای عملیات از پیش تعریف‌شده، با پارامتر SIL «سطح اطمینان ایمنی» بیان می‌شود. در هر SIS یک یا چند حلقه SIF پیاده‌سازی می‌شود و هر حلقه SIF دارای قابلیت کاهش ریسک بر اساس معیار SIL می‌باشد. توجه شود که سطح SIL به‌تنهایی برای اجزای یک حلقه SIF مانند PLC تعریف نمی‌شود. بلکه سطح SIL برای کل یک حلقه SIF اختصاص داده می‌شود. **Error! Reference source not found.**شکل۱-۱۲ رابطه بین SIS، حلقه‌های SIF و سطح SIL که به هر SIF تخصیص داده می‌شود، را نشان می‌دهد.

فصل دوم

آشنایی با کنترل‌کننده‌های HIMAPES

Introduction to HIMA PES Controllers

Chapter 2

2 HIMA Programmable Electronic Systems (PES)

2.1 Learning targets

محتوای این فصل شامل مباحث زیر می‌باشد:

- آشنایی با تاریخچه شرکت هیما
- شناخت انواع سیستم‌های کنترل (PES) شرکت هیما
- آشنایی با مشخصات سیستم‌های HIMatrix
- آشنایی با ساختار و مشخصات سیستم HIMax
- آشنایی با ساختار و مشخصات سیستم HIQuad X

2.2 Abbreviation

SIL	Safety Integrity Level
SOE	Sequence of Events
HIPPS	High Integrity Pressure Protection System
ESD	Emergency Shutdown Systems
BMS	Burner Management/Control System
F&G	Fire & Gas System
PES	Programmable Electronic System
MS	Mono System
CENELEC	European Committee for Electro technical Standardization
OPC	OLE for Process Control
RIO	Remote Input/output rack
CU	Control Unit: CPU

Table of Content

2.1 Learning targets 1
2.2 Abbreviation 1
2.3 Introduction to HIMA ` 3
2.4 HIMA Programmable Electronic Systems (PES) History 4
2.5 HIMatrix Modular SIL3 PLC systems 6
2.5.1 HIMatrix Software 7
2.6 Planar4: Safety Hardwired 7
2.7 HIQUAD Systems: H41q/H51q 9
2.7.1 H51q & H41q Comparison 11
2.7.2 Communication Components 11
2.8 HIQuad X System 12
2.8.1 Introduction 12
2.8.2 HIQuad X Technical Highlights 12
2.8.3 HIQuad X Hardware Components 13
2.9 HIMax: Powerful, Uninterrupted or Nonstop Safety Control 15
2.9.1 HIMax Features 16
2.9.2 Programming Software 23
2.10 References 24

2.3 Introduction to HIMA `

گروه هیما (HIMA) یک شرکت پیشرو و تولیدکننده راه‌حل‌های هوشمند ایمنی برای کاربردهای صنعتی است. که در سال ۱۹۰۸ توسط آقای **Johannes Hildebrandt** تأسیس گردید. دفتر اصلی این شرکت و کارخانه‌های آن در شهر Brühl کشور آلمان واقع‌شده و در حال حاضر با داشتن بیش از ۵۰ دفتر در دنیا مشغول به فعالیت می‌باشد. این شرکت تقریباً حدود ۸۰۰ کارمند دارد و بیش از ۳۵۰۰۰ سیستم ایمنی این شرکت در بخش‌های مختلف صنعتی دنیا نصب‌شده و در حال کار می‌باشند. تمامی سیستم‌ها توسط شرکت توف (TUV) تائید شده است. به‌طوری‌که اولین سیستم ایمنی مورد تائید توف متعلق به شرکت هیما می‌باشد و از این بابت هیما به‌عنوان پیشگام این بخش از فنّاوری در دنیا شناخته می‌شود. درواقع تمرکز اصلی گروه هیما تولید محصولات و سیستم‌های مرتبط با ایمنی فرآیند و دستگاه‌ها می‌باشد.

از حدود ٤٥ سال پیش، هیما به‌عنوان شریک مطمئن و معتبر جهان در بخش نفت، گاز، پتروشیمی و تولید انرژی شناخته می‌شود. آنچه هیما به مشتریانش ارائه می‌دهد شامل راه‌حل‌ها و محصولات هوشمند ایمنی است که برای افزایش ایمنی و افزایش زمان عملیاتی بودن سیستم‌ها در هر بخش از کسب‌وکار مورداستفاده قرار می‌گیرد.

گروه هیما همچنین دامنه وسیعی از محصولات و راه‌حل‌ها را که برای کنترل مؤثر پلنت‌هایی چون ماشین‌های دوار مانند توربین (turbo machinery)، مشعل و دیگ‌های بخار (burners and boilers) و خطوط لوله (Pipelines) مناسب می‌باشند، ارائه می‌نماید. در بخش صنایع ریلی، کنترل‌کننده ایمنی از پیش تجهیز شده که آماده نصب بوده و طبق استاندارد CENELEC دارای گواهینامه SIL4 می‌باشند، نیز راه‌کارهای افزایش ایمنی را برای مشتریان در سرتاسر دنیا هموار می‌نماید. برخی از حوزه‌های کاربردی سیستم‌های کنترل هیما (PES) عبارت است از:

- نفت و گاز (Oil & gas)
- شیمیایی و پتروشیمی (Chemicals & Petrochemicals)
- پالایشگاه‌ها (Refineries)
- خطوط لوله (Pipelines)
- استخراج نفت (Onshore & offshore)
- تولید برق (Power generations)
- تولید کودها (Fertilizers)
- داروسازی (Pharmaceuticals)

نکته: کلمه HIMA متشکل از کلمات Hildebrandt Mannheim می‌باشد. که عنوان تجاری ثبت‌شده در شهر

Mannheim می‌باشد. عبارت CENELEC مخفف عبارت کمیته اروپایی استانداردسازی الکتروتکنیک است.

2.4 HIMA Programmable Electronic Systems (PES) History

شرکت هیما ماژول‌های الکترونیکی Fail-Safe خود را در سال ۱۹۷۰ با تأییدیه توف به بازار ارائه داد. پس‌ازآن در سال ۱۹۸٦ اولین کنترل‌کننده ایمنی الکترونیکی خود را که از آن با عنوان PES یاد می‌کند، با نرم‌افزار ELOP منتشر کرد. سپس در سال ۱۹۹٦ نرم‌افزار ELOP II را بر اساس استاندارد IEC 1131-3 عرضه کرد. در ادامه در سال ۱۹۹۸ سیستم‌های HIQuad را براساس SIL3، و در همین سال‌ها سیستم Planar4 را بر اساس SIL4 ارائه کرد. تازه‌ترین محصول شرکت هیما در حوزه سیستم‌های ESD عرضه سیستم HIMax مبتنی بر پروتکل اترنت است که برای جایگزینی محصولات HIQuad ارائه‌شده است. جدول ۲-۱خلاصه مسیر توسعه سیستم‌های ایمنی هیما را نشان می‌دهد.

جدول ۲-۱: مسیر توسعه سیستم‌های ایمنی هیما

1908	Foundation of Johannes Hildebrandt (HIMA = HIldebrandt MAnnheim) Sales of ship equipment (rivers Rhein and Neckar)
1940	Production of mercury switching relays (Chemical industry)
1955	Annunciator systems in relay technology, intrinsic safe amplifiers
1965	Annunciator systems with electronic modules (E-System, P-Systems)
1970	World's first hard-wired safety system and world's first TÜV-certified safety system (Planar F) Fail-safe electronic control modules (F-System), TÜV approved
1982	1st programmable system with personal computer for programming
1986	1st safety-related PES, TÜV approved World's first programmable safety controller and world's first TÜV-certified programmable safety system (H50)
1996	Programming Software ELOPII according to IEC 1131-3
1998	HIQuad-Systems (mono up to AK6/SIL3, Redundancy for high availability) Planar4-System (electronic control system with diagnostics and communication)
1998	World's first 2oo4D safety system for maximum availability (HIQuad)
1998	World's first safety-related communication via Ethernet and world's first TÜV-tested safety-related Ethernet communication up to SIL 3 (SafeEthernet)
2002	HIMatrix for factory automation with safety-related data transmission based on Ethernet World's first TÜV-tested safety controller for distributed automation solutions in the process industry and factory automation up to SIL 3/PL e (HIMatrix)
2008	HIMA releases the first TÜV-certified non-stop safety system: HIMax.
2008	In-house developed engineering, maintenance and diagnostic tools for HIMA safety systems (SILworX)
2009	Achilles Level 1 Security Certificate for the HIMax safety system
2013	World's first programmable SIL 3 safety system-on-chip (HICore 1)
2017	Cyber Security Certificate from TÜV Rheinland and ISAsecure for the SL 1 in accordance with IEC 62443-4-1/2 (HIMax safety system)

2018	Extension of the proven 2oo4D technology with the 4th generation of HIQuad safety systems (HIQuad X)
2020	SILworX engineering tool extended to all HIMA system families to enable digitalization and integration of industry 4.0 features (API, Smart Safety Test)
2022	Expansion with PROFINET/PROFIsafe, OPC UA, RaSTA (Rail) as part of the Independent Open Integration approach.

برای اطلاعات بیشتر در خصوص سیستم‌های SIS هیما به آدرس زیر مراجعه شود:

https://www.hima.com/en/about-hima/our-history

شکل ۲-۱- سیر تحول سیستم‌های کنترل الکترونیکی هیما

شرکت هیما برای یک پلنت بزرگ یا کوچک، کنترل‌کننده ایمنی مناسب آن پلنت را در مجموعه PLCهای مختلف عرضه می‌کند. به‌طوری‌که با استفاده از پروتکل‌های ارتباطی مبتنی بر استاندارد باز، هر PLC ایمنی می‌تواند به‌راحتی و به‌طور کامل در هر سیستم کنترل DCS یا دیگر راه‌حل‌های اتوماسیون ادغام شود. انواع سیستم‌های کنترل الکترونیکی ایمنی هیما شامل کنترل‌کننده‌های زیر می‌باشد:

- HICore 1
- HIMatrix
- HIQuad
- Planar4
- HIMax
- HIQuad X

2.5 HIMatrix Modular SIL3 PLC systems

سیستم‌های HIMatrix یک گروه کنترل‌کننده از سیستم‌های توقف اضطراری (ESD) هیما می‌باشند. که در مقایسه با سیستم‌های کنترل ماژولار به‌صورت جمع‌وجور (Compact) می‌باشند. به‌طوری‌که در کاربردهای کوچک تا متوسط و با هزینه پایین مناسب می‌باشد. برخی از کاربردهای مطرح این سیستم‌ها عبارت‌است‌از:

- عملیات سیگنالینگ یا حفاظت از سطوح در تقاطع ریلی صنعت راه‌آهن؛
- راه‌حل‌های تأمین ایمنی فرآیند برای کاربردهای خطوط لوله، توربین یا کاربردها حفاری عمیق در دریا؛

سیستم‌های ایمنی HIMatrix را می‌توان به‌صورت دستگاه‌های مستقل (standalone) و یا در ساختار توزیع‌شده (distributed) استفاده کرد. حتی می‌توانند در مناطق انفجاری سطح ۲ (level 2 explosion protection zones) بکار گرفته شوند. این سیستم‌ها به‌خصوص برای کاربردهای با تعداد ورودی و خروجی کم طراحی‌شده‌اند و ازلحاظ هزینه بسیار مقرون‌به‌صرفه هستند.

شکل ۲-۲- نمایی از کنترل‌کننده‌های HIMatrix

برخی از مشخصات سیستم‌های HIMatrix عبارت است از:

- دارای دو مدل کنترل‌کننده Compact و Modular به همراه ماژول‌های ورودی/خروجی با ساختار RIO مبتنی بر پروتکل اترنت؛
- شامل کنترل‌کننده‌های F30,F31,F35 در مدل جمع‌وجور (Compact)؛
- شامل کنترل‌کننده F60 ماژولار (Modular)؛
- دارای سرعت‌بالا و قابل‌انعطاف؛
- مبتنی بر فن‌آوری ایمنی هیما؛
- دارای ساختار پیکربندی HIQuad (2oo4)؛
- پشتیبانی از استانداردهای DIV 19250 ، IEC 61131-3، EN50156؛

- دارای گواهی‌نامه تا SIL3 (IEC 61508, IEC 61511, ISA 84.01)؛
- دارای گواهی‌نامه تائید برای کاربردهای BMS و F&G از NFPA 85، NFPA 72؛
- دارای زمان پاسخ ۲۰ میلی‌ثانیه (Response time) و سیکل زمانی (cycle time) تقریباً 0.02 میلی‌ثانیه برای یک برنامه لاجیک 1kbyte، به‌طوری‌که سریع‌ترین PLC ایمنی در جهان محسوب می‌شود.
- برقراری ارتباطات از طریق پروتکل‌ها و شبکه‌های زیر:

Safe Ethernet, Profibus DP Master & Slave, OPC, Modbus RTU und TCP Master & Slave, Send & Receive CP, INTERBUS Master, EtherNet/IP, CUT, SNTPHIMatrix Hardware

اجزای سخت‌افزاری یک سیستم کنترل PLC متشکل از ماژول‌های پردازنده، ماژول‌های I/O و ماژول‌های شبکه می‌باشد. جدول ۲-۲ فهرست ماژول‌های موجود در یک نمونه سیستم HIMatrix M45 را نشان می‌دهد.

جدول ۲-۲- فهرست ماژول‌های موجود در یک نمونه سیستم HIMatrix M45

CPU module	Processor module
COM module	PROFIBUS DP Master, RS485 and
COM module	PROFIBUS DP Slave, RS232 and
COM module	SSI, RS485 and RS485/RS422
COM module	CAN, RS485 and RS485/RS422
8-fold DI	Line control and digital input filter
8-fold DO	500 mA/channel
8-fold unidirectional counters	Option for pairwise interconnection to bidirectional counters, timestamp with 1 µs
2-fold relay module	Max. 250 V
System bus extension	100 m distance
Power module	8 A supply
LS module	For three-wire connection technology

2.5.1 HIMatrix Software

برای برنامه‌نویسی و پیکربندی سیستم‌های HIMatrix از نرم‌افزار ELOP II Factory استفاده می‌شود.

ویرایشگرهای برنامه‌نویسی و پیکربندی این نرم‌افزار مشابه ELOP II می‌باشد.

2.6 Planar4: Safety Hardwired

سابقه اولیه سیستم Planar4 به سال ۱۹٦٤ برمی‌گردد. اولین سیستم Planar4 در سال ۱۹٦٤ با عنوان Planar-P به بازار عرضه شد. سپس در سال ۱۹۷۰ مشخصه Fail-safe به این سیستم اضافه گردید. سپس در سال ۱۹۷۵ سیستم Planar-F و در سال ۱۹۹۸ سیستم Planar4 روانه بازار شد.

سیستم Planar4 هیما دارای گواهینامه SIL4 بوده و ساختار آن تماماً سخت‌افزاری است. به این معنی که در این سیستم کنترل، ماژولی تحت عنوان CPU و نرم‌افزاری برای برنامه‌ریزی و اجرای لاجیک ندارد. این به این دلیل است که معمولاً نرم‌افزار همراه با اشکالات (Bug) است.

در این‌گونه سیستم‌های مبتنی بر سیم‌بندی سخت‌افزاری (Hardwired)، لاجیک موردنظر توسط کارت‌های سخت‌افزاری با قابلیت توابعی منطقی مانند AND,OR، تایمر و غیره، پیاده‌سازی می‌شود. ارتباط لاجیکی بین کارت‌ها نیز از طریق سیم‌کشی فیزیکی محقق می‌شود. حوزه‌های کاربرد Planar 4 عبارت‌است از:

- High Integrity Pressure Protection Systems (HIPPS)
- Emergency Shutdown Systems (ESD)
- Burner Control Systems (BMS)
- Class A Circuits
- Fire & Gas Systems (F&G)

به‌طور مثال در برخی پالایشگاه‌های پارس جنوبی برای کنترل سیستم HIPPS از Planar4 استفاده شده است.

شکل ۲-۳- نمایی از سخت‌افزار سیستم Planar4

مشخصات سیستم Planar4 عبارت انداز:

- Safety-related hard-wired controls up to Requirement Class 7/SIL4.
- Self-diagnosis function on each module
- Easy localization and replacement of failed modules.
- Communication with DCS or PES via the communication module (for MODBUS, Ethernet (10BaseT), RS 485) For use up to SIL4
- MTBF (Mean time between two failure) > 200 years
- Modules in 19" European format with 3 units high and 4 units space to DIN 41494
- Operating voltage 24 V = / -15 % ... +20 %
- Temperature range -25 C ... +70 C
- Use of standard wiring techniques.
- Hardware compatible to Planar F racks.

2.10 References

[1] HIMax Catalogue, https://www.hima.com/?id=64&L=0, Brochure_HIMax_PU00006975.pdf, Version2
[2] HIMA_Process_E_V02_1_.pdf, https://www.hima.com/?id=64&L=0
[3] HIMax Related information, https://www.hima.com/?id=64&L=0
[4] HIMA Safety Manual, Systems H41q, H41qc and H51q, Operating systems BS 41q/51q V7.0-8
[5] HIMatrix_Product_Catalog_PU00008897.pdf, https://www.hima.com
[6] HIMatrix Safety-Related واپایشگر F20 01 Manual
[7] HiMatrix-SystemFacts.pdf, https://www.hima.com
[8] HIMA Presentations, H41qH51q_9912_e.ppt
[9] Catalog, the H41q and H51q System Families, 96 9908112 by HIMA Paul Hildebrandt GmbH + Co KG
[10] HIMax A new era in safety and plant profitability, HIMax_v5.pdf
[11] HIMax System Manual, HI_801_001_E_HIMax-System_Manual.pdf, V4.0

فصل سوم
معماری سخت‌افزار سیستم‌های H41q/H51q

HIMA SIS Technology and HiQuad Components

Chapter 3

3 H41q/H51q Hardware

3.1 Learning targets

محتوای این فصل، شامل مباحث زیر می‌باشد.

- آشنایی با معماری سخت‌افزار سیستم‌های HIQuad
- آشنایی با سخت‌افزار کنترل‌کننده‌های سری Hq51 و Hq41
- ساختار و معماری ماژول CPU در کنترل‌کننده‌های Hq51 و Hq41
- آشنایی با انواع کارت‌های ورودی/ خروجی HIQUAD
- آشنایی با منابع تغذیه و رک‌های HIQuad

3.2 Abbreviation

اختصارات استفاده‌شده در این فصل عبارت است از:

SIL	Safety integrity level
ESD	Emergency Shutdown Systems
PES	Programmable Electronic System
MS	Mono System
CM	Coprocessor Module
CU	Central Module
CM	Communication Module
I/O	Input/output
AI	Analog Input
CRC	Cyclic Redundancy Check
DI	Digital Input
DO	Digital Output
QMR	Quadruple Modular Redundant
DPR	Dual Port RAM
WD	Watchdog
F	FailSafe
PADT	Programming and debugging tool (PC)
BSN	Bus Station or Subscriber Number
SU	Spacing Unit (Modules Wide size)

Content

3.1 Learning targets 1
3.2 Abbreviation 1
3.3 Conception of the HIMA PES 3
3.3.1 Safety and Availability Structures 3
3.4 Designs and Types of the PES 4
3.4.1 Conception of Mono System: H41q-M, MS / H51q-M, MS 5
3.4.2 Conception of H41q-H, HS / H51q-H, HS (Dedicated Availability Structure) 6
3.4.3 Conception of H41q-HR, HRS / H51q-HR, HRS 7
3.5 The H41q System Family 8
3.5.1 Assembly Kits of H41q 9
3.6 The H51q System Family 10
3.6.1 H51q Assembly Kits (Centeral Rack) 11
3.6.2 H51q System: Central rack 12
3.6.3 I/O Rack or Sub Rack: B 9302 14
3.6.4 24 VDC Power Supply and Distribution 15
3.6.5 Subrack 17
3.6.6 The I/O Bus 18
3.7 Controller Modules (CU or CPU) 22
3.7.1 CU Module Features 22
3.8 Input/output Modules 25
3.8.1 Outcomes 25
3.8.2 Introduction 25
3.8.3 ATEX (Ex) i-Modules 26
3.8.4 General Hints to the Data Sheets 27
3.8.5 I/O Modulus's Front Cable Plug 27
3.8.6 Digital Input Modules 29
3.8.7 Analog Input Modules 36
3.8.8 Safety and Availability of Safety-related Input Modules 43
3.8.9 Digital Output Modules 47
3.8.10 Analogue Outputs 54
3.8.11 Counters 55
3.8.12 HIMA Function Blocks for specific 10 Cards 56
3.9 Power Supply Unit PS 1000/115 01 58
3.10 Hardware Cabinet 59
3.10.1 Circulating fan K 9203 61
3.10.2 Shutdown ways in the H51q-HRS system 61
3.11 References 62

3.3 Conception of the HIMA PES

سخت‌افزار PLCهای خانواده H41q و H51q (HIQuad) هیما شامل ماژول‌های CU مونتاژ شده در یک رک (subrack) ۱۹ اینچ با ارتفاع پنج واحد (units high) و ماژول‌های سیگنال ورودی/خروجی باینری و آنالوگ می‌باشد که در سیستم H51q در رک‌های ۱۹ اینچ با ارتفاع ٤ واحد مونتاژ می‌شوند. این سیستم از کامپیوترهای PC به همراه نرم‌افزار برنامه‌نویسی ELOP II برای پیکربندی و مستندسازی استفاده می‌کنند.

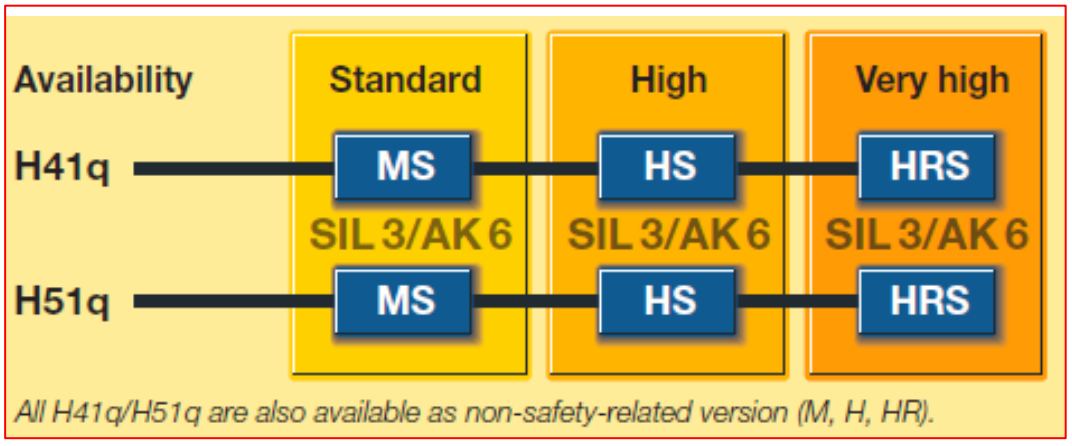
پیاده‌سازی برنامه کاربر و کامپایل آن به کد ماشین تنها در کامپیوتر PC و بدون اتصال به PES انجام می‌شود. به‌منظور بارگذاری کد ماشین به PES، آزمون و پایش آنلاین برنامه در PLC، بایستی کامپیوتر از طریق یک واسط سریال یا شبکه اترنت به PES متصل شود.

3.3.1 Safety and Availability Structures

کنترل‌کننده‌های H51q/H41q برای هر دو کاربردهای مرتبط با ایمنی تا الزامات کلاس ٦ توف (سطح AK6 تعریف‌شده مطابق استاندارد DIN V 19250) و کاربردهای با دسترس‌پذیری بالا طراحی‌شده است. بسته به ایمنی و در دسترس‌پذیری موردنیاز، PLCهای H51q/H41q را می‌توان به‌صورت یک کانال یا دو کانال (ریداندانت) با ماژول‌های CU و همچنین ماژول‌های ورودی/خروجی یکسان تهیه کرد. ماژول‌های ریداندانت در صورت وقوع خرابی در یک ماژول، میزان دسترس‌پذیری را افزایش می‌دهند. به‌طوری‌که ماژول خراب به‌طور خودکار خاموش شده و ماژول ریداندانت به عملیات ادامه می‌دهد.

میزان دسترس‌پذیری (Availibility) در سیستم‌های H41q و H51q را می‌توان به‌صورت انتخابی پیکربندی کرد. این سیستم‌ها ازنظر دسترس‌پذیری در سه مدل قابل پیکربندی هستند:

- Standard Availibility
- High Availibility
- Very High Availibility



شکل ۳-۱: دسته‌بندی سیستم‌های HIQuad PES بر اساس میزان دسترس‌پذیری

حرف S در سیستم‌های MS,HS,HRS معرف دارنده گواهینامه توف برای کاربردهای Fail safe می‌باشد. حرف H معرف High Avalibility است که در آن تنها ماژول CU به‌صورت ریداندانت می‌باشد. حرف R نیز معرفی سطح دسترس‌پذیری بالا از طریق ریداندانت نمودن باس I/O و ماژول‌های I/O می‌باشد. این سه نوع سیستم دارای مدل‌های غیر Failsafe نیز می‌باشد. به‌طوری‌که نسخه غیر Failsafe آن‌ها بدون S یعنی M,H,HR می‌باشند. جدول ۲-۱ انواع ساختارهای موجود برای سیستم‌های H41q و H51q را نشان می‌دهد. مطابق این جدول همه این سیستم‌های دارای درجه SIL 3 می‌باشد.

جدول ۲-۱: درجه ایمنی و در دسترس بودن سیستم‌های H51/H41

Safety / requirement class	AK 1..6	AK 1..6	AK 1..6
Availability	normal (M)	high (H)	very high (HR)
Central module	mono	redundant	redundant
I/O modules	mono 1)	mono 1)	redundant
I/O bus	mono	mono	redundant

برخی از مشخصات این سری عبارت انداز:

- Technology characterized by double processors on each central unit
- Safety related single channel systems up to AK6/SIL3 without any restrictions
- Communication with the second central unit by a fast Dual Port RAM (DPR)
- Realization of a 2oo4/QMR architecture (Quadruple Modular Redundant)
- Maximum availability and fault tolerance with a redundant system.

3.4 Designs and Types of the PES

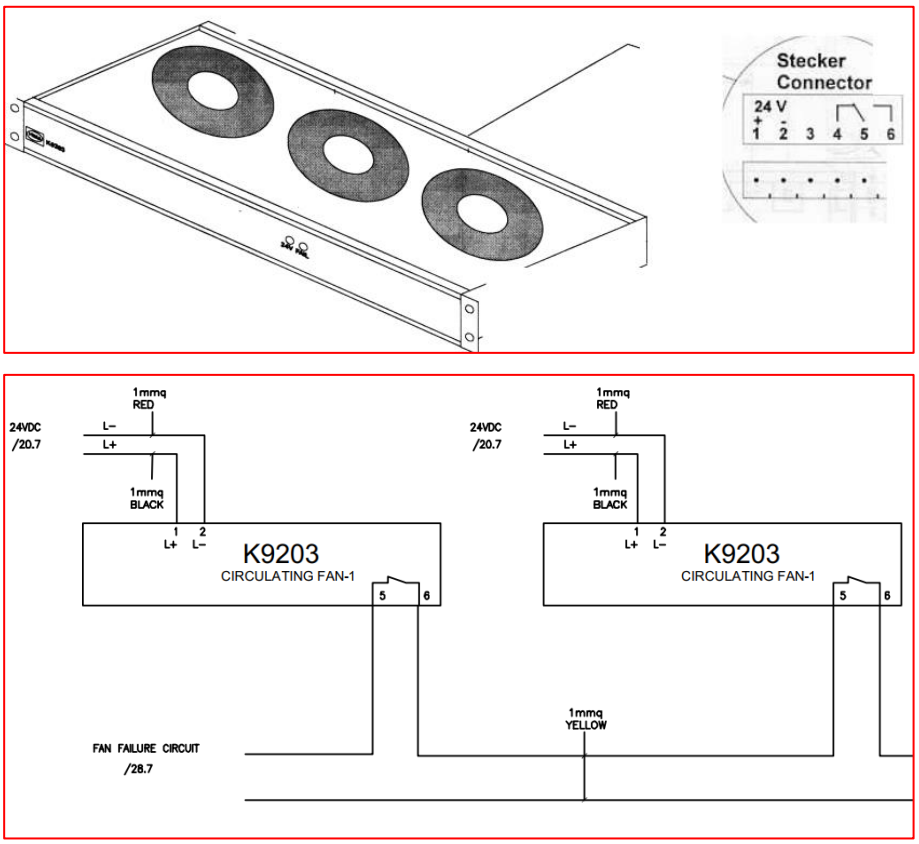
با تجهیز کاربردهای کنترلی به ماژول‌های پردازش مرکزی (CU) مناسب، می‌توان آن‌ها را با الزامات یک پلنت سازگار کرد. شکل ۳-۲ ساختارهای ممکن با کنترل‌کننده‌های H41q و H51q را نشان می‌دهد.

B 9302	0	1/2		I/O Sub rack
B 9361	0	0		Additional Power Supply

3.10.1 Circulating fan K 9203

در بالای هرکدام از رک‌های ۱۹ اینچی حاوی کارت‌های I/O، یک فن خنک‌کننده با تغذیه 24VDC نصب‌شده است.

به‌طوری‌که فالت این فن‌ها توسط سیستم مانیتور می‌شود.



شکل ۳-۴۹: اتصال تغذیه به فن‌های خنک‌کننده رک‌ها و اتصال سیگنال فالت آن‌ها به سیستم کنترل

- برای مشاهده فن‌های K 9203 در یک سیستم H51q به کلیپ آموزشی Chap03-06 مراجعه شود.

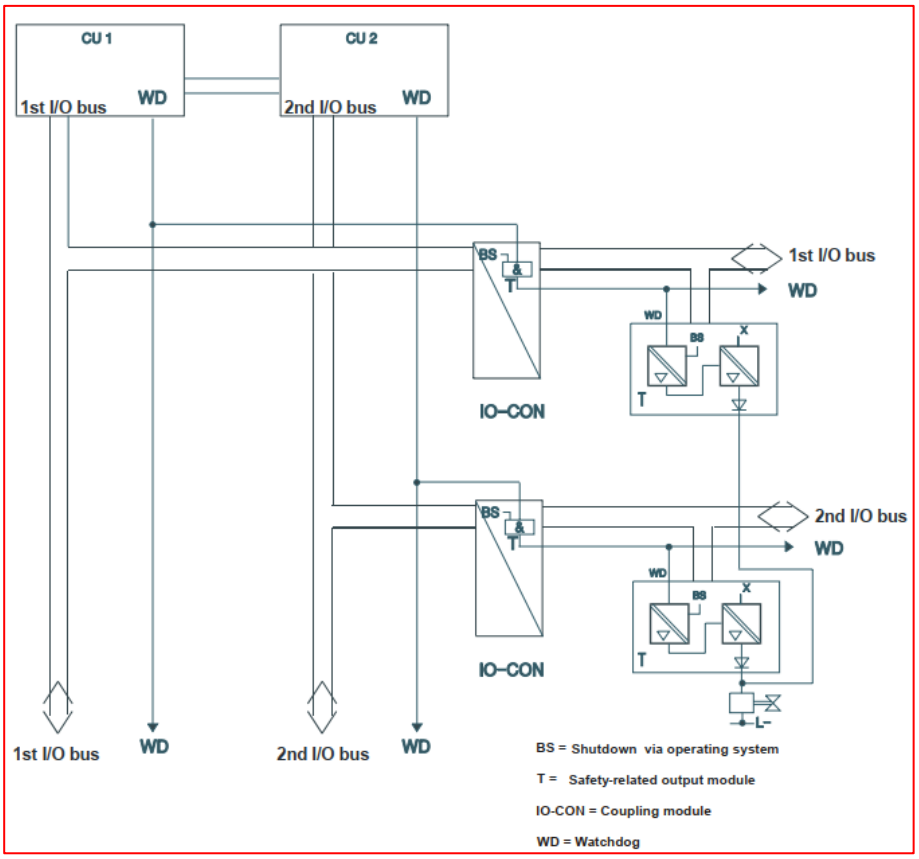
برای تهیه MTO یک سیستم HIQuad پیشنهاد می‌شود که از سند مرجع زیر استفاده شود.

Programmable Systems, the H41q and H51q System Families Catalog, HI 800 263 CEA

3.10.2 Shutdown ways in the H51q-HRS system

در سیستم‌های HRS، عمل شات‌دان برنامه ایمنی (safety Shutdown) توسط سیگنال WD صورت می‌گیرد. در صورت وقوع یک فالت در CPU و یا فالت در اتصال I/O، مدار WD همه خروجی‌های مربوط به ایمنی را خاموش می‌کند.

اگر شات‌دان مرکزی به دلیل یک نوع فالت در سیستم H51q-HRS ضروری باشد، سیگنال WD ماژول CU مربوطه خاموش می‌شود.



شکل ۳-۵۰: مسیرهای شات‌دان در سیستم H51q-HRS

3.11 References

[1] Programmable Systems, the H41q and H51q System Families, Catalog HI 800 263 CEA

این سند مرجع کاتالوگ کلی محصولات H511,H41q شامل مشخصات انواع کیت اسمبلی، اطلاعات فنی سیستم، اطلاعات و شماره سفارش کابل‌ها و کارت‌های شبکه و I/O می‌باشد.

[2] Programmable Systems, Safety Manual, Systems H41q, H41qc and H51q Operating System BS 41q/51q V7.0-8, HI 800 013 FEA

فصل چهارم

کار با نرم‌افزار ELOP II

Working with ELOP II

Create Projects

Chapter 4

4 Working with ELOP II

4.1 Learning targets

محتوای این فصل، شامل مباحث زیر می‌باشد.

- ایجاد پروژه در ELOP II
- ساختار مدیریت پروژه
- تعریف سخت افزار HIQuad
- تعریف و ایجاد متغیر
- انواع واحدهای برنامه (POU)
- کنترل پانل
- تست آنلاین (Online Test)
- شبیه‌سازی آفلاین (Offline Simulation)

4.2 Abbreviation

اختصارات استفاده‌شده در این فصل عبارت‌انداز:

BMS	Burner Management
BSN	Bus Subscriber Number
CFG	Configuration (bus documentation)
CONST	Constant
CRC	Cyclic redundancy check
CRF	Cross reference (Info on inputs and outputs)
CSV	Comma Separated Value (Data-format used for import and export-functions)
CU	Central Unit
DXF	Standard-AutoCAD graphic format for printing copy IO Input / output
ESV	Error-State-Viewer
FB	Function block
FBD	Function Block Diagram
FUN	Function
GV	Global variable
HW	Hardware
I/O Bus	Input/output Bus
ICSS	Integrated Control & Safety System
IO	Input / Output
LCL	Logic-Controlled-Logging
LD	Ladder Diagram
LgP	Logic plan - Controlled Protocolling
OLS	Offline Simulation
OLT	Online Test
PADT	Programming and debugging Tool (Engineering PC)
PES	Programmable Electronic System
PFR	Product Feedback Report

POU	Program Organization Unit
Prog	Program
RES	Resource
RT	Resource type
RWP	Read/Write Parameter
SIL	Safety Integrity Level
WD	Watchdog

Content

3 Working with ELOP II 1
4.1 Learning targets 1
4.2 Abbreviation 1
4.3 Introduction to ELOP II 3
4.3.1 ELOP II Software Installation 3
4.3.2 Uninstall 5
4.4 Getting Start with ELOP II 6
4.4.1 IEC Programming Languages 6
4.4.2 Create Project 8
4.4.3 Project Management Editor 9
4.4.4 Error State Viewer 12
4.5 Objects in the Structure Window 13
4.5.1 POU: Program Organization Unit 13
4.5.2 Project Tree Structure and objects 15
4.6 Hardware Management & System Variables 22
4.6.1 PLC Cabinet Layout 22
4.6.2 I/O Modules Arrangement 27
4.6.3 Importing & Exporting Cabinet Layouts 28
4.7 Creating Logic 30
4.7.1 Function-Block Editor 30
4.7.2 FBD-Editor for PROG-Type 31
4.7.3 Variable Declaration Editor 31
4.7.4 Attributes, Initial Values for Variables 36
4.7.5 Assign variables to the inputs and outputs of an I/O module 43
4.7.6 Drawing Area: Create Logic 45
4.7.7 Interface Window 46
4.7.8 Overview Window 47
4.7.9 Change Block Type Name 48
4.7.10 Insert a FB Block 49
4.7.11 Connector Fields 50
4.7.12 Navigation in Programming Editor 51
4.7.13 Operation in FBD Editor 53
4.8 Running a Program on a PES 55
4.8.1 Compile Program: Generating the program code 55
4.8.2 Offline Simulation of Logic 58
4.8.3 Download and Start 63
4.9 Code Comparator and Revision Management 72
4.9.1 Creating a Compare Resource 73
4.9.2 Save the old Library (Option) 74
4.9.3 Set the Properties of the Code generator 75
4.9.4 Start Code Generator and Code Comparison 76
4.9.5 Revision Management in the Documentation 76

4.9.6 3.2 Revision Management for Locating Changes 78
4.10 Control Panel 79
4.10.1 States 80
4.10.2 CU Operation Buttons 81
4.10.3 Status Display 81
4.10.4 Status Change 85
4.10.5 Tools 86
4.10.6 Online Change 87
4.11 Online Test 88
4.11.1 Program modifications and influence to possible online test 88
4.11.2 Call up Online Test 88
4.11.3 Online Test Fields (OLT) 90
4.11.4 Call Up Online Test (Not Working) 91
4.11.5 Special case: new code version after double generation of code 92
4.11.6 Exit Online Test 93
4.11.7 Safety procedures after system crash 93
4.12 Forcing Inputs and Outputs 95
4.12.1 Force Marker (ForceMrk) 98
4.12.2 Force Editor 100
4.13 Documentation 102
4.13.1 Configuration Documentation 102
4.13.2 Resource Documentation 104
4.14 Instance Tree 108
4.15 Archive & Restore a Project 109
4.15.1 Archive Naming Techniques 109
4.15.2 ELOP II Extensions 109
4.15.3 Archive a Project 110
4.15.4 Restore a Project 110
4.16 Analyzing the Logic by using logi.LINT 111
4.17 POU-Protection Program (LCStripPOU) 112
4.17.1 Define Password 112
4.18 Searching POUs 113
4.19 Global Finding and Replacing 115
4.20 Resource Properties Setting 115
4.20.1 I/O parameters 115
4.20.2 Code Generator 116
4.20.3 Safety time 118
4.21 Control Center 119
4.22 Example-1 Convert Binary Word 119
4.23 References 123

4.3 Introduction to ELOP II

ELOP II، عنوان نرم‌افزار برنامه‌نویسی و برنامه‌ریزی سیستم‌های H41q/H51q است. این عنوان برگرفته از عبارات Enhanced Logic Plan می‌باشد. ساختار اجزای پروژه در ELOP II مطابق با استاندارد IEC 61131-3 بوده و آخرین نسخه منتشرشده از آن ۵.٦ تحت ویندوز ۷ می‌باشد. این نرم‌افزار دارای نسخه‌های مبتنی بر سیستم‌عامل DOS و ویندوز نیز می‌باشد.

جدول ٤-١: نسخه‌های منتشرشده از نرم‌افزار ELOP II

Version	Supported Operating System
Version 3.0	Windows NT
Version 3.5	Windows 2000
Version 4.1	Windows XP
Version 5.1	Windows XP, 7 32bit
Version 5.2-5.6	Windows 7

ELOP II factory

نرم‌افزار ELOP II factory نرم‌افزار مهندسی برای برنامه‌نویسی و برنامه‌ریزی کنترل‌کننده‌های HIMatrix می‌باشد. لایسنس نرم‌افزار شبیه نرم‌افزار ELOP II به‌صورت دانگل سخت‌افزاری حفظ می‌شود. سیستم‌عامل‌های پشتیبانی شده عبارت است از:

Microsoft Windows 2000 SP 1 or higher & XP Professional SP 2 or higher

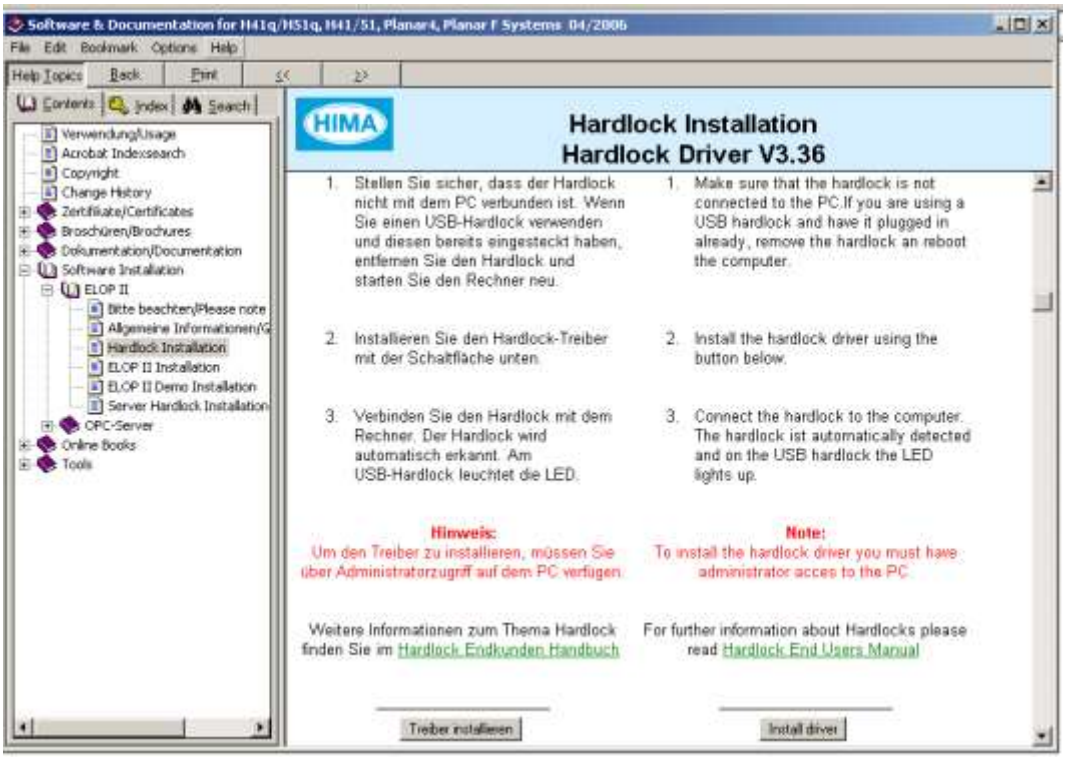
4.3.1 ELOP II Software Installation

نرم‌افزار ELOP II یک برنامه محافظت‌شده با قفل سخت‌افزاری (hard lock or dongle) است؛ که بسته به نسخه خریداری‌شده باید به پورت موازی یا پورت USB وصل شود. برای شناسایی قفل سخت‌افزاری بایستی درایور مربوطه بر روی کامپیوتر مهندسی ESD_ENG نصب شود. نصب درایور نیاز به مجوز Administrator در ویندوز می‌باشد.

شکل ۳-۱: قفل سخت‌افزاری نرم‌افزار ELOP برای پورت USB و پورت موازی

برای نصب نرم‌افزار ابتدا بایستی درایور قفل سخت‌افزاری نصب شود برای این منظور:

۱- ابتدا CD نرم‌افزار خریداری‌شده را در داخل CDROM قرار می‌دهیم. پنجره نصب برنامه به‌صورت خودکار ظاهر می‌شود. در صورت ظاهر نشدن خودکار پنجره نصب، درایو CD را بازکرده و از داخل CD فایل Start.exe را اجرا می‌کنیم. پنجره شکل ۳-۲ ظاهر می‌شود.

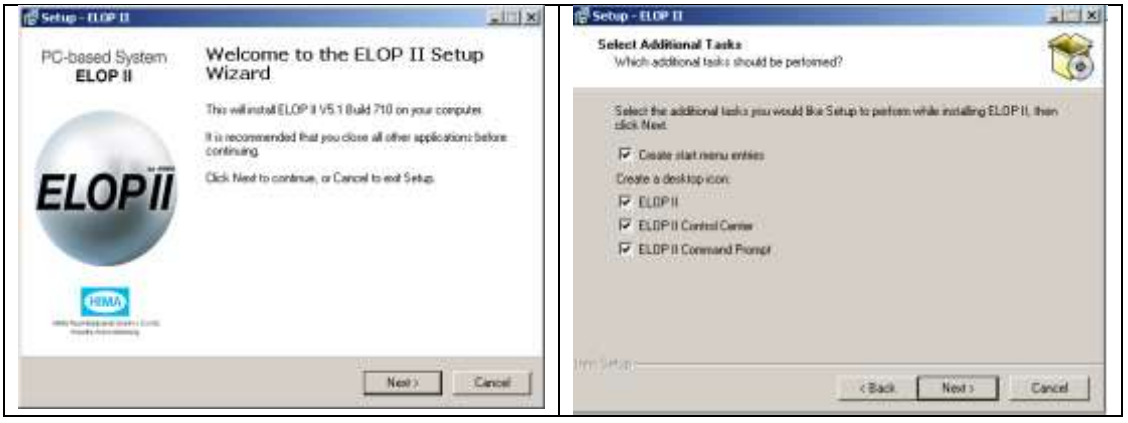


شکل ۳-۲: پنجره نصب درایور قفل نرم‌افزار ELOP II

۲- از فهرست درختی سمت چپ گزینه Software Installation\ELOP II انتخاب می‌کنیم. سپس از فهرست بازشده گزینه Hard lock Installation را انتخاب می‌کنیم.

۳- با کلیک روی Install Driver ویزارد نصب درایور شروع می‌شود.

۴- بعد از نصب قفل، گزینه ELOP II Installation را از فهرست پنجره نصب انتخاب و سپس گزینه Install ELOP II را کلیک می‌کنیم.



شکل ۳-۳: نصب نرم‌افزار ELOP II

4.3.2 Uninstall

برای حذف نرم‌افزار ELOP II از کامپیوتر ابتدا از منوی Start >ELOP II گزینه ELOP II Control Center را اجرا می‌کنیم. سپس از پنجره بازشده گزینه Administrator را کلیک کرده و در پنجره بازشده گزینه Uninstall را اجرا می‌کنیم.

شکل ۳-٤: حذف نرم‌افزار ELOP II از کامپیوتر

4.4 Getting Start with ELOP II

برای شروع کار با نرم‌افزار مطابق شکل ۳-۵ برنامه ELOP II را از منوی Start ویندوز اجرا می‌کنیم.

شکل ۳-۵: اجرای نرم‌افزار ELOP II

پس از اجرای این برنامه، به‌صورت پیش‌فرض پنجره ویزارد ایجاد پروژه (Project Wizard) نمایش داده می‌شود. با برداشتن تیک مربوط به اجرای ویزارد در پایین این پنجره در دفعات بعد ظاهر نمی‌شود. مطابق شکل ۳-۶، پنجره اول ویزارد دارای چهار گزینه می‌باشد؛ که عبارت است از:

- ایجاد یک پروژه جدید (Create New Project)
- باز کردن پروژه (Open Project)
- حذف یک پروژه (Delete Project)
- بازیابی یک پروژه از آرشیو (Restore Project)

شکل ۳-۶: ویزارد پروژه در ELOP II

4.4.1 IEC Programming Languages

استاندارد IEC 61131-3 پنج زبان برنامه‌نویسی متنی و گرافیکی را برای ایجاد برنامه‌های کاربردی فراهم می‌کند.

Textual Programming Languages

زبان‌های برنامه‌نویسی متنی معرفی‌شده در استاندارد IEC 61131-3 عبارت است از:

- Instruction List (IL)

- Structured Text (ST)

زبان IL که شبیه به زبان اسمبلی می‌باشد، یک زبان برنامه‌نویسی خط محور می‌باشد؛ که در آن هر خط شامل یک دستورالعمل می‌باشد. درنتیجه همه دستورالعمل‌ها به‌صورت متوالی پردازش می‌شوند. این زبان برنامه‌نویسی در ELOP II پشتیبانی نمی‌شود.

زبان ST (متن ساخت‌یافته) یک زبان برنامه‌نویسی سطح بالا شبیه به پاسکال (Pascal) است. این زبان برنامه‌نویسی نیز در محیط ELOP II پشتیبانی نمی‌شود. مزایای استفاده از ST عبارت‌انداز:

- طراحی یک برنامه واضح و خوانا به دلیل ساخت‌یافته بودن؛
- امکان پیاده‌سازی الگوریتم‌های پیچیده؛

Graphical programming languages

زبان‌های برنامه‌نویسی گرافیکی معرفی‌شده در استاندارد IEC 61131-3 عبارت است از:

- Function Block Diagram (FBD)
- Sequential Function Chart (SFC)
- Ladder Diagram (LD)

یک برنامه به زبان FBD با استفاده از نمادها یا سیمبل گرافیکی و با استفاده از توابع از پیش تعریف‌شده ایجاد می‌شود. به‌طوری‌که کاربر با اتصال سیمبل‌های گرافیکی (مانند سیمبل AND) به هم جریان داده بین نمادهای گرافیکی را از طریق خطوط اتصال تعریف می‌کند. زبان اصلی برنامه‌نویسی در ELOP II مبتنی بر این زبان می‌باشد. به‌طوری‌که ویرایشگر برنامه نیز به همین نام یعنی FBD Editor می‌باشد.

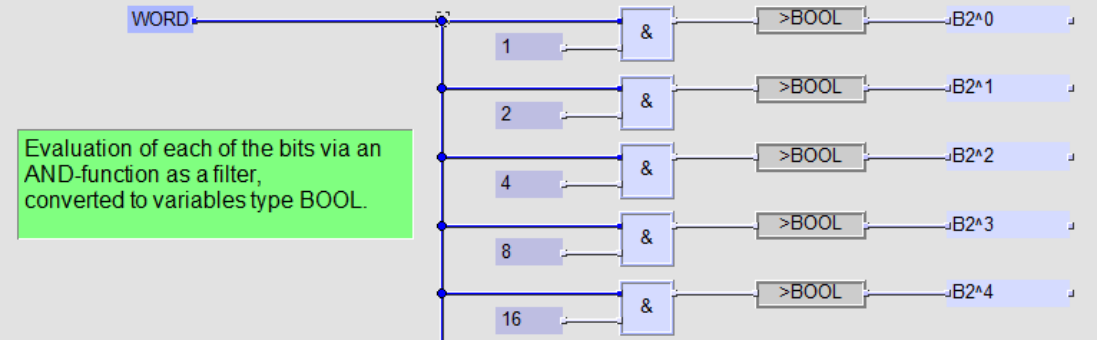
برای تبدیل کارهای پیچیده به واحدهای قابل مدیریت و توصیف جریان کنترل بین این واحدها و پیاده‌سازی الگوریتم‌های ترتیبی از زبان SFC استفاده می‌شود. یک برنامه SFC متشکل از Stepها (actions) و transitionها (فعال‌کننده Step بعدی برای اجرا) می‌باشد. پیاده‌سازی یک برنامه با این زبان در ELOP II پشتیبانی می‌شود و ویرایشگر برنامه‌نویسی آن در همان محیط FBD Editor یکپارچه‌شده است. زبان برنامه‌نویسی LD یا Ladder برگرفته از سیستم‌های رله الکترومکانیکی می‌باشد. این فرم برنامه‌نویسی اساساً محدود به پردازش سیگنال‌های بولی (TRUE یا FALSE) است. پیاده‌سازی این زبان برنامه‌نویسی در ELOP II پشتیبانی نمی‌شود.

Step 2:

یک ورودی از نوع WORD و ۱۶ خروجی از نوع BOOL تعریف می‌کنیم.

Step 3:

در گام بعدی برای استخراج بیت‌های فعال از روی متغیر WORD ورودی از بلاک AND استفاده می‌کنیم.



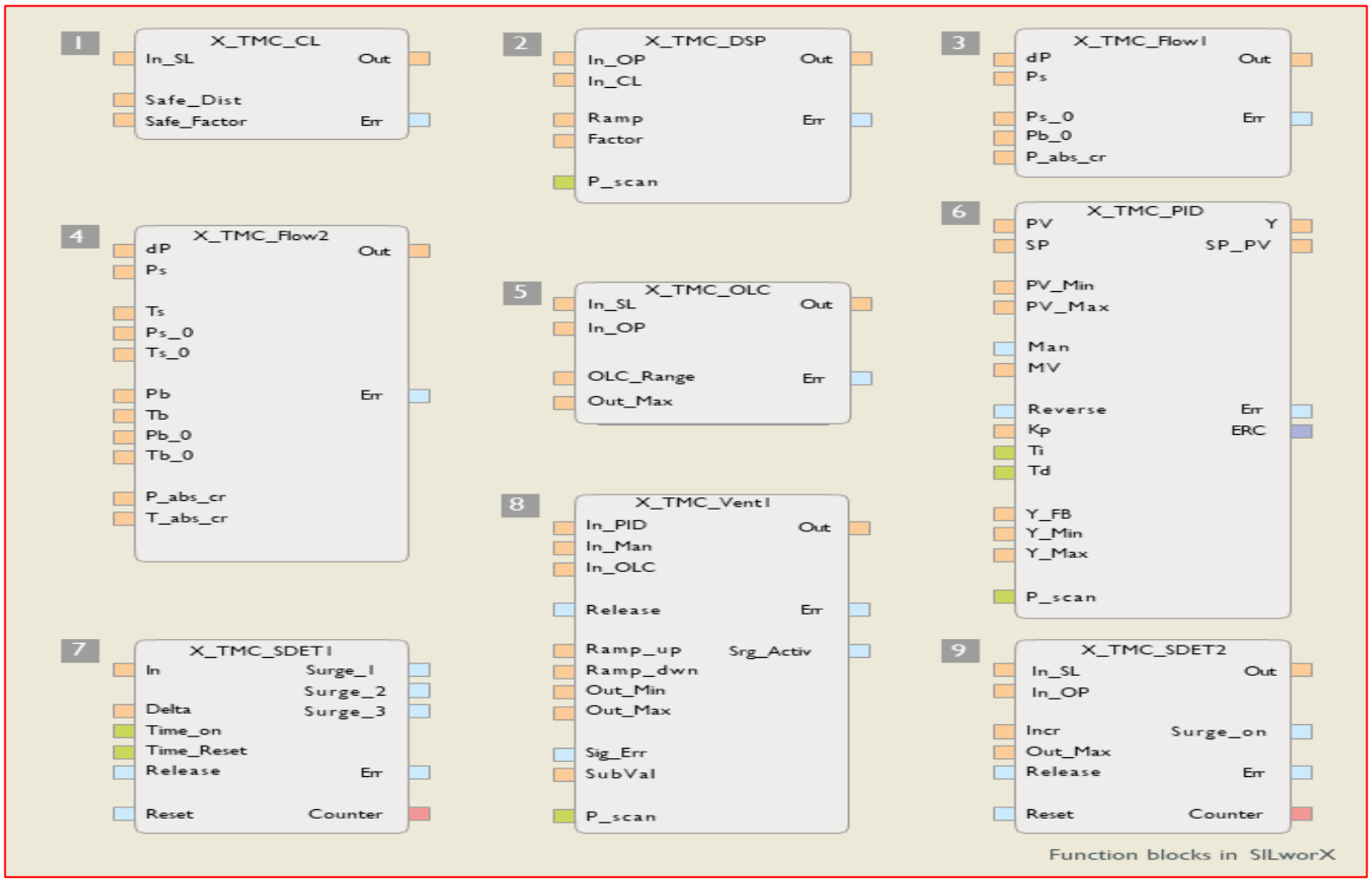
شکل ۳-۱۷۱: استخراج بیت‌های فعال از روی متغیر WORD

4.23 References

[1] HIMA ENG-2.ppt, ADICO ELOPII Engineering Course by Akbar Mollayee
[2] HIMA I/O modules Data sheets, TECHNICAL.pdf
[3] PC-based System ELOP II First Steps, HI 800 001 AVA & DEA
[4] PC-based Systems ELOP II Resource type manual, HI 800 119 BEA

فصل ۱۵ این سند فهرست کاملی از متغیرهای سیستمی را تشریح می‌کند.

فصل پنجم
بلاک‌های کتابخانه‌های استاندارد



Working with
Library Blocks

Chapter 5

5 Working with Library Blocks

5.1 Learning targets

پس از مطالعه این فصل خواننده توانایی‌های زیر را کسب خواهد کرد.

- استفاده از بلاک‌های کتابخانه استاندارد
- استفاده از بلاک‌های کتابخانه ELOP
- مثال‌هایی از پیاده‌سازی یک کتابخانه خاص پروژه

5.2 Abbreviation

اختصارات استفاده‌شده در این فصل عبارت است از:

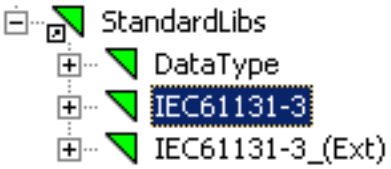
WD	Watchdog
IEC	Internation Electrotechnical commission
FF	Flip Flop
RS	Reset-Set
SR	Set-Reset
CTD	Count Down
CTU	Count Up
TOF	Timer Off-delay
TON	Timer On-delay
SHL	Shift Left
SHR	Shift Right

Content

5.1 Learning targets 2
5.2 Abbreviation 2
5.3 Working with Standard Library 4
5.3.1 IEC 61131-3 Blocks 4
5.3.2 IEC61131-3_(Ext) Blocks 12
5.4 Working with HIMA Standard Blocks: ELOP II Library 12
5.4.2 H8-STA-3: Grouping of safety-relevant testable output Modules 13
5.4.3 HB-RTE-3: Watchdog for digital testable input modules 14
5.4.4 HB-BLD-3: Testable module, line diagnostic, mono operation 19
5.4.5 H8 21
5.4.6 HB-BLD-4 22
5.4.7 Input Modules with 2oo3 Architecture 24
5.4.8 HZ-FAN-3: FAULT OF TESTABLE I/O MODULES 25
5.4.9 H8-UHR-3 27
5.4.10 HK-COM-3 27
5.5 Concepts of the Safety Switch-Off at H51q 28
5.5.1 Safety Shut Down (PES H41q-HS) 30
5.6 Example-1 Convert Binary Word 31
5.7 Creating Project Library 34
5.7.1 Read Analog Input Chanels Value 34
5.7.2 Sacle and Read Analog Input 36
5.8 Read Analog Input Channels Value 36
5.8.1 H8-UHR-3 38
5.9 Scale and Read Analog Input 39
5.10 System Variables 39
5.11 1oo2 Function Block and Function Block Logic 39
5.12 References 39
5.12.1 Function Blocks for Individual Safety-related IO Modules 39

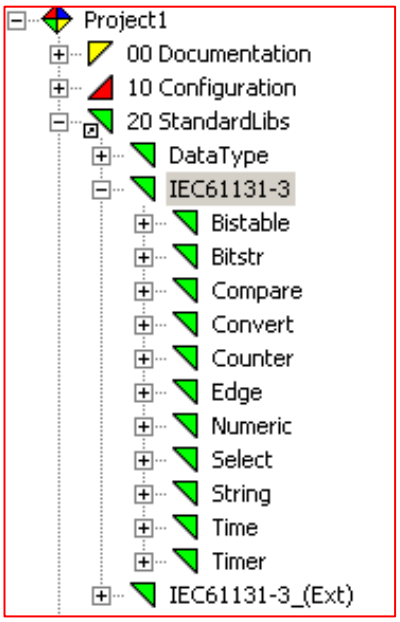
5.3 Working with Standard Library

هنگام ایجاد یک پروژه جدید، کتابخانه استاندارد با عنوان StandardLibs به ساختار درختی پروژه اضافه می‌شود. این کتابخانه حاوی بلاک‌های فانکشن (F) و فانکشن‌بلاکی (B) هست که در استاندارد IEC 61131-3 توصیف نشده است. بلاک‌های کتابخانه استاندارد که در سه دسته کلی دسته‌بندی شده‌اند، به توسعه یک برنامه کنترل سرعت می‌بخشند.



5.3.1 IEC 61131-3 Blocks

مطابق شکل ٤-١- دسته IEC 61131-3 در گروه‌های مختلف دسته‌بندی شده‌اند. که در ادامه تشریح می‌شوند.



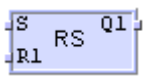
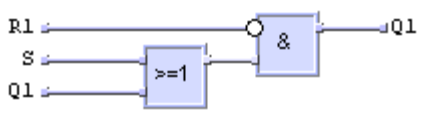
شکل ٤-١- دسته بلاک‌های IEC 61131-3

5.3.1.1 Bistable-Function-Blocks

این گروه شامل سه بلاک فلیپ‌فلاپ با عناوین RS، SR و SEMA می‌باشد.

RS Flip Flop

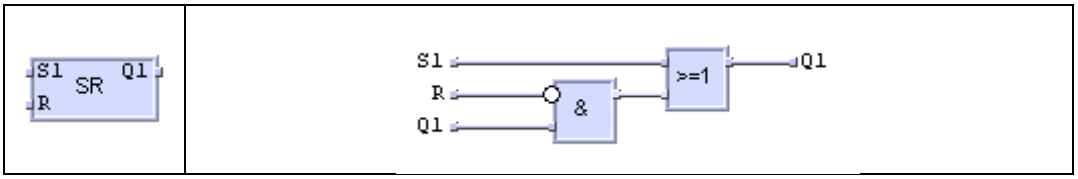
یک بلاک فلیپ‌فلاپ RS (Set-Reset) است که در آن ورودی غالب پایه R1 می‌باشد. عملکرد بلاک به این صورت است که با اعمال یک پالس در ورودی S خروجی ست شده و با فعال شدن ورودی R1 خروجی ریست می‌شود. درصورتی‌که هر دو ورودی S و R1 یک باشد، خروجی ریست خواهد شد.

شکل ٤-٢- ساختار بلاک فلیپ‌فلاپ RS

SR Flip Flop

مشابه بلاک RS یک بلاک فلیپ‌فلاپ است. با این تفاوت که در آن ورودی غالب پایه S1 می‌باشد.



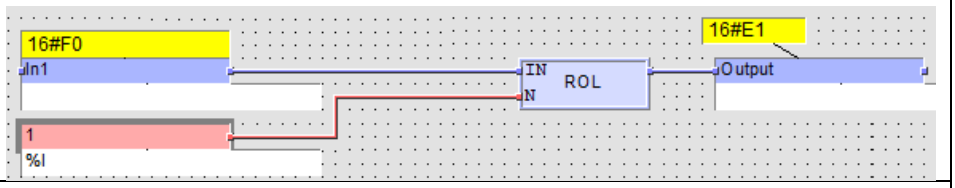
شکل ٤-٣- ساختار بلاک فلیپ‌فلاپ SR

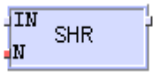
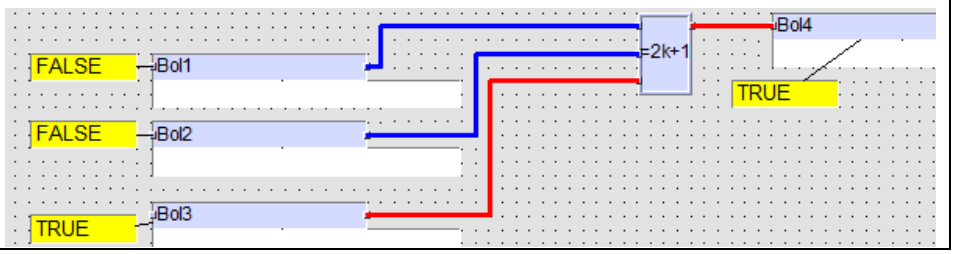
SEMA

عملکرد این بلاک مشابه بلاک SR می‌باشد.

5.3.1.2 Bitstring-Functions

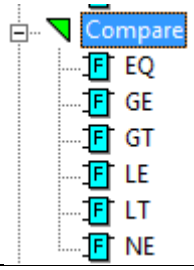
بلاک‌های این گروه، توابعی را برای دست‌کاری متغیرهای بیتی و توابع استاندارد بولی مانند AND,OR,.. را فراهم می‌کند.

AND 	برای اجرای عملیات منطقی AND بر روی چند ورودی استفاده می‌شود. به‌صورت پیش‌فرض این بلاک دارای دو ورودی می‌باشد. که با کشیدن گوشه‌های بلاک و بزرگ‌تر کردن بلاک در محیط ویرایشگر، تعداد ورودی را می‌توان افزایش داد.
	نقیض (Complement) منطقی ورودی را در خروجی تولید می‌کند.
OR 	برای اجرای عملیات منطقی OR بر روی چند ورودی استفاده می‌شود. به‌صورت پیش‌فرض این بلاک دارای دو ورودی می‌باشد. که با کشیدن گوشه‌های بلاک و بزرگ‌تر کردن بلاک در محیط ویرایشگر، تعداد ورودی را می‌توان افزایش داد.
ROL 	مقدار عددی متصل شده به ورودی IN، به‌صورت بیتی به تعداد N بیت به چپ چرخش می‌شود. در این چرخش، بیت‌ها در یک لبه به سمت چپ شیفت داده می‌شوند و در لبه دیگر از سمت راست وارد عدد IN می‌شوند. 
ROR 	مقدار عددی متصل شده به ورودی IN، به‌صورت بیتی به تعداد N بیت به راست چرخش می‌شود. در این چرخش، بیت‌ها در یک لبه به راست شیفت داده می‌شوند و در لبه دیگر از سمت چپ وارد عدد IN می‌شوند.
Shift Left 	این بلاک مقدار متغیر متصل به ورودی IN را به تعداد N بیت به سمت چپ شیفت داده و به تعداد N بیت صفر در سمت چپ درج می‌شود. درواقع با هر بیت شیفت به چپ، مقدار IN دو برابر می‌شود.

Shift Right 	این بلاک مقدار متغیر متصل به ورودی IN را به تعداد N بیت به سمت راست شیفت داده و به تعداد N بیت صفر در سمت چپ درج می‌شود. درواقع با هر بیت شیفت به راست، مقدار IN تقسیم بر دو می‌شود.
XOR 	بر روی بیت‌های ورودی تابع بیتی XOR اجرا و نتیجه بیتی در خروجی قرار می‌گیرد. به این صورت که اگر تعداد فرد بیت ورودی (2k+1) یک باشد، خروجی یک می‌شود. در غیر این صورت خروجی صفر می‌باشد. 

5.3.1.3 Compare-Functions

این بلاک‌ها برای مقایسه مقدار متغیرها با یکدیگر استفاده می‌شوند.

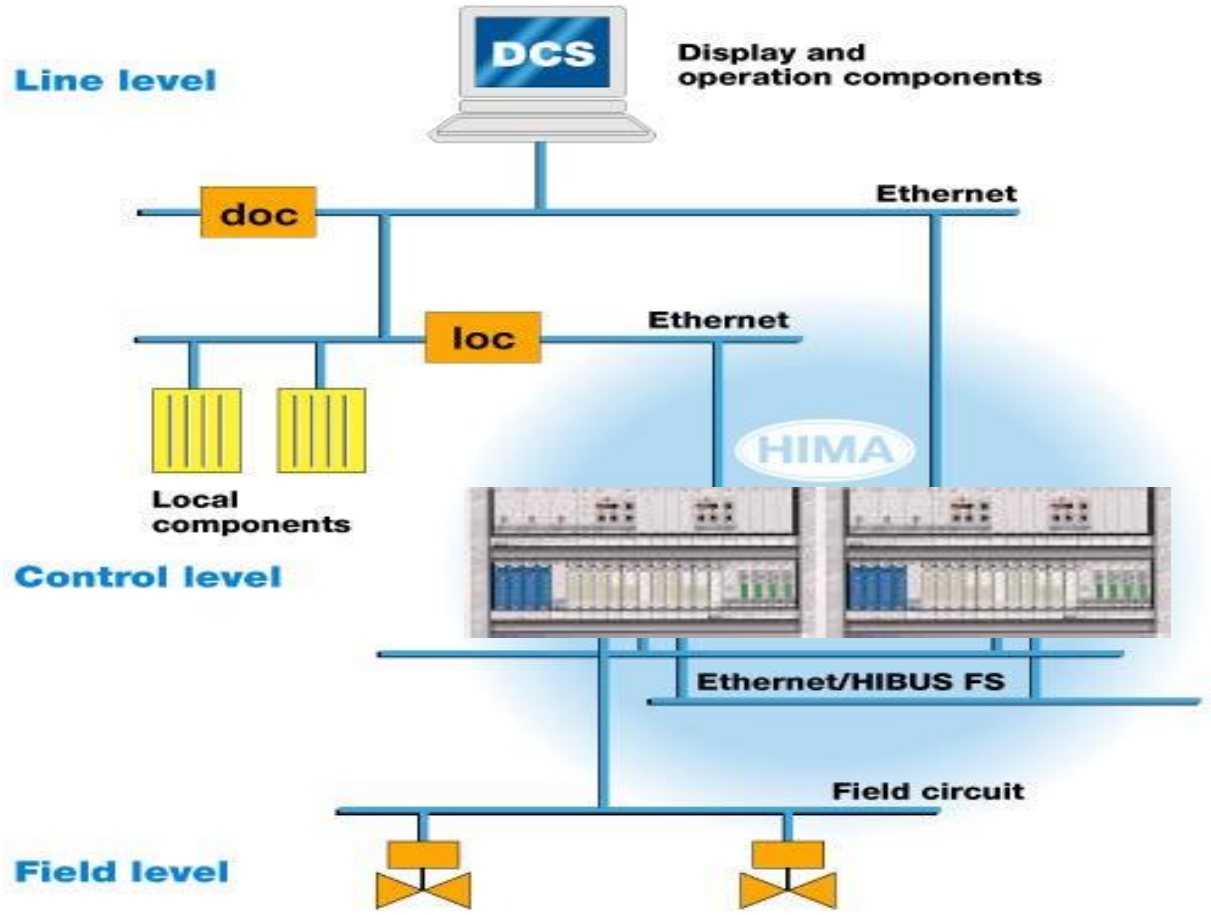


EQ 	خروجی بلاک زمانی یک می‌شود که تمام ورودی‌ها باهم مساوی باشند. IN1 = IN2 and IN2 = IN3 and IN3 = Inn
GE 	خروجی بلاک زمانی یک می‌شود که شرایط زیر برای ورودی‌ها برقرار باشد. IN1 >= IN2 and IN2 >= IN3 and IN3 >= INn
GT 	خروجی بلاک زمانی یک می‌شود که شرایط زیر برای ورودی‌ها برقرار باشد. IN1 > IN2 and IN2 > IN3 and IN3 > INn
LE 	خروجی بلاک زمانی یک می‌شود که شرایط زیر برای ورودی‌ها برقرار باشد. IN1 <= IN2 and IN2 <= IN3 and IN3 <= INn
LT 	خروجی بلاک زمانی یک می‌شود که شرایط زیر برای ورودی‌ها برقرار باشد. IN1 < IN2 and IN2 < IN3 and IN3 < INn
NE 	با این بلاک تنها دو مقدار قابل‌مقایسه است. اگر دو مقدار واردشده باهم مطابقت نداشته باشند ، خروجی یک می‌شود.

فصل ششم

پیکربندی و پیاده‌سازی شبکه‌های ارتباطی

Modbus, Profibus, HIPRO



Configuring Modbus & Profibus & HIPRO Networks

Chapter 6

6 H51q/H41q Comunications

6.1 Learning targets

پس از مطالعه این فصل خواننده توانایی‌های زیر را کسب خواهد کرد.

- آشنایی با انواع پروتکل‌ها و کارت‌های شبکه در سری HIQUAD
- پیاده‌سازی شبکه مدباس RTU به‌صورت Master/Slave
- پیاده‌سازی شبکه مدباس TCP به‌صورت Master/Slave
- پیاده‌سازی شبکه پروفی‌باس

6.2 Abbreviation

اختصارات استفاده‌شده در این فصل عبارت است از:

PES	Programmable Electronic System
PADT	Programming and debugging Tool (Engineering PC)
TCP	Transmission Control Protocol
PLC	Programmable Logic Controller
ESD	Emergency Shutdown System
FC	Function Code in Modbus Communication
I/O	Input/Output
RTU	Remote Terminal Unit
DCS	Distributed Control System
BSN	Bus Station number
HIPRO	

Content

6.1 Learning targets 1
6.2 Abbreviation 1
6.3 Introduction 3
6.4 Network Interface Modules 3
6.4.1 F 8627X: Ethernet Module 5
6.4.2 F 8621A Network Card 8
6.5 Modbus Communications 9
6.5.1 Transmission over a Serial Connection 10
6.5.2 Transmission over TCP/IP Connection 10
6.5.3 Notes for Operating the System 11
6.5.4 Wiring the Modbus Cables for Serial Connections 12
6.5.5 MODBUS Slave: Configuration of HIQuad as a Modbus Slave 15
6.5.6 Configure and Programming a HIMA PES as a Modbus Master 25
6.5.7 Modbus Communication Example 29
6.5.8 Look at generated address information 34
6.5.9 SOE Visualization: Transfer Alarm & Events to Monitoring System 34
6.6 Communication with other HIMA PES: HIPRO-S Protocol 35
6.6.1 HIPRO-S-DIRECT 36
6.6.2 Creating a project with 3 resources (example) 37
6.6.3 Properties of the Resource 41
6.6.4 Assigning the variables for the communication 44
6.7 Compiling PES - Master (for communication control only) 48
6.7.1 HIPRO-S V2 51
6.7.2 Communication monitoring 52
6.8 Profibus DP Communication 53
6.9 Configure Communication bus for PC 54
6.10 References 58

6.3 Introduction

به‌طورکلی در سیستم‌های HIQUAD هیما سه نوع شبکه برای ارتباط با تجهیزات بیرونی و سایر PLCها و یک شبکه اختصاصی برای ارتباط بین PLCهای هیما قابل پیاده‌سازی می‌باشد. این شبکه‌ها عبارت استاز:

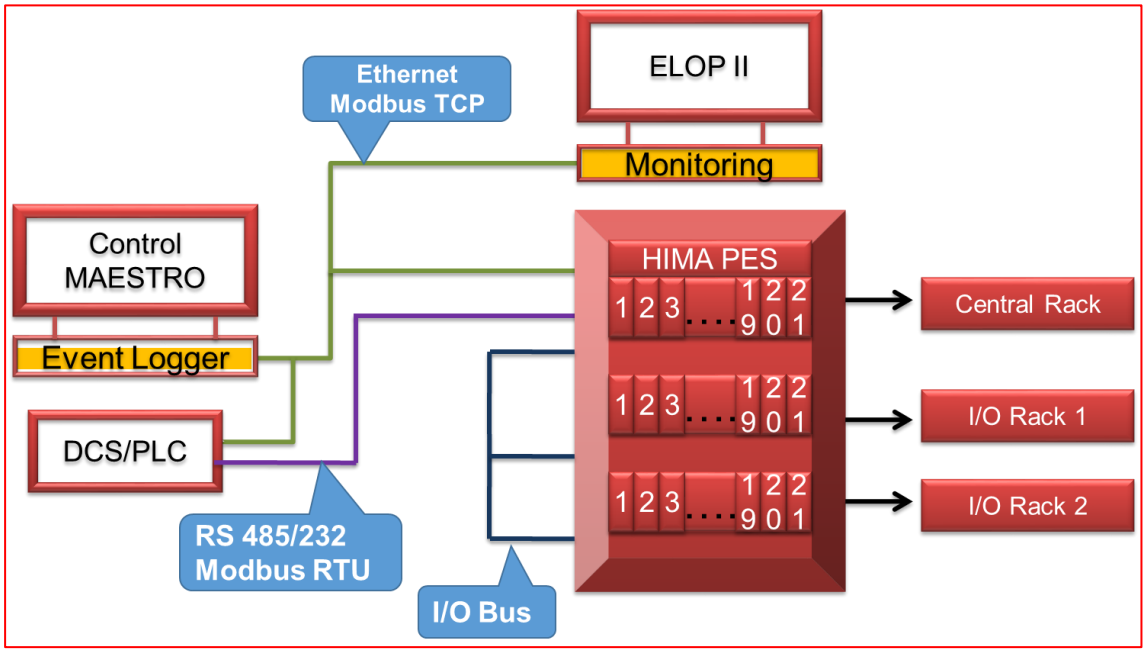
۱- شبکه اترنت برای ارتباط بین PES هیما و کامپیوتر مهندسی و همچنین برقراری یک ارتباط مدباس TCP بین PES هیما و یک PLC دیگر (مانند زیمنس).

۲- شبکه سریال مدباس مبتنی بر RS 485/RS 232 برای ارتباط با دیگر سیستم‌های PLC

۳- شبکه پروفی‌باس برای ارتباط با تجهیزات فیلد و دیگر سیستم‌های PLC

۴- شبکه HIPRO-S برای تبادل داده Failsafe بین ESDهای هیما

شکل ٦-١ پروتکل‌های ارتباطی استاندارد در سیستم‌های HIQuad را به تصویر کشیده است.



شکل ٦-١- استانداردهای ارتباطی در سیستم‌های HIQuad

برای ارتباط بین رک‌های I/O با رک مرکزی نیز از I/O BUS استفاده می‌شود. که به‌صورت ریداندانت می‌باشد. فصل ششم سند مرجع زیر انواع ارتباطات در سیستم‌های HIQuad را تشریح کرده است.

HI_800_119_BEA_ELOP_II_Resource_type

6.4 Network Interface Modules

در سری HIQuad بر روی هر ماژول کنترل‌کننده CU دو پورت برای ارتباطات سریال مدباس مبتنی بر RS485/232 وجود دارد. علاوه بر این با اضافه کردن کارت‌های ارتباطی در کنار اسلات CU، می‌توان تعداد پورت‌های سریال را در سیستم H41q تا دو عدد و در سیستم H51q تا ۸ عدد افزایش داد. جدول ٦-١ فهرست کارت‌های شبکه را برای پیاده‌سازی پروتکل‌های مختلف در سیستم HIQuad نشان می‌دهد.

جدول ٦-١: فهرست کارت‌های شبکه در HIQuad

Communication Modules					
Module	SIL	COM-interfaces	Programming interfaces	Protocols	Note
F 8621A	3	2	yes	Modbus-Slave, HIPRO-S/N	RS485 interfaces
F 8627	3	1	-	OPC-DA, safe ethernet	100 Base-T, RJ-45 interface
F 8627X	3	1	-	OPC-DA, OPC-A&E, safeethernet, ELOP II via TCP, Modbus-TCP	100 Base-T, RJ-45 interface
F 8628	0	1	-	Profibus-DP-slave	
F 8628X	0	1	-	Profibus-DP-slave, ELOP II via TCP	

اتصال کانکتور مدباس به پورت‌های سریال CU

شکل ٦-٢- نمایی از دو پورت سریال روی ماژول CU

برخی از مشخصات ارتباطی کارت ماژول‌های شبکه عبارت است از:

۱- ماژول F 8628 برای اتصال به شبکه Profibus-DP با کانکتور ۹ پین استفاده می‌شود.

۲- برای ایجاد پورت‌های شبکه اترنت از کارت‌های F 8625/F 8627X استفاده می‌شود. ماژول ارتباطی F 8625 قدیمی و از رده خارج بوده و ماژول F 8627X جدیدتر و برای اتصال به شبکه اترنت با کانکتور RJ45 استفاده می‌شود.

۳- در هر یک از اسلات‌های درج کارت شبکه (دو تا پنج اسلات) با شرایط زیر می‌توان کارت‌های شبکه F 8621 (مدباس)، F 8627 (اترنت) و F 8628 (پروفی‌باس) را درج کرد.

- حداکثر ۳ عدد کارت شبکه مدباس F 8621
- حداکثر ۵ عدد کارت شبکه اترنت F 8627/F 8628
- در صورت استفاده از ماژول F 8621 بایستی در اسلات‌های ۱۱،۱۰ و ۱۲ قرار گیرد.

۴- کارت‌های شبکه درج‌شده برای ماژول‌های CU1 و CU2 بایستی از یک مدل یکسان باشند.

۵- پورت RS485 روی ماژول CU دارای قابلیت تنظیم Modbus Master بوده ولی پورت RS485 واقع در یک کارت شبکه این قابلیت را ندارد و تنها در مد Slave پیکربندی می‌شود.

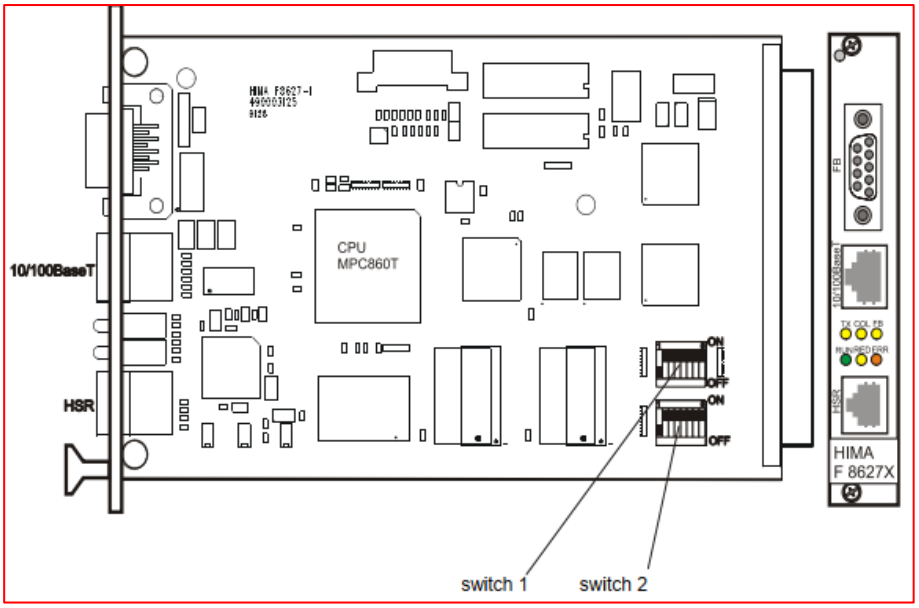
۶- درصورتی‌که در یک پلنت هر دو نوع ارتباط اترنت و مدباس را داشته باشیم، نمی‌توان از سیستم H41q استفاده کرد.

۷- در ماژول F8627، پورت پروفی‌باس (FB) غیرفعال است.

۸- در ماژول F8628 پورت اترنت غیرفعال است.

6.4.1 F 8627X: Ethernet Module

کارت شبکه 8627X برای برقراری ارتباطات مبتنی بر استاندارد فیزیکی اترنت استفاده می‌شود. به‌طوری‌که برای تبادل داده مرتبط با ایمنی (safety-related) از پروتکل safeethernet (مد HIPRO-S) و برای داده‌های معمولی (non safety-related) از HIMA OPC server استفاده می‌شود. فانکشن بلاک مرتبط با این کارت در محیط برنامه‌نویسی ELOP II ، بلاک HK-COM-3 می‌باشد. این کارت در قسمت جلویی دارای سه واسط ارتباطی یعنی کانکتور HSR، Ethernet و کانکتور Serial (FB) می‌باشد. که در آن واسط سریال استفاده نمی‌شود.



شکل ٦-٣- نمایی از کارت شبکه F 8627X

از نسخه 4.x به بعد سیستم‌عامل، کارت F 8627X قابلیت Modbus TCP Slave و ELOP II TCP را پشتیبانی می‌کند. ارتباط ELOP II TCP برای تبادل سریع داده بین PADT (PC) (کامپیوتر مهندسی) با کنترل‌کننده استفاده می‌شود. مشخصات فنی این کارت به شرح زیر می‌باشد.

Processor	32 bit Motorola CPU MPC860T with integrated RISC communication controller
Operating voltage	5 V
Current consumption	1 A
Space required	3 HU (units high), 4 SU (units wide)
Ethernet Interface	10BaseT or 100Base TX according to the IEEE 802.3 standard, connection via an RJ-45 plug.
HSR Interface	High-speed serial communication interface to the redundant HSR (High Speed Redundancy) communication module. Connection via an RJ-12 plug with BV 7053.
Serial Interface	The serial interface FB is not used.
Diagnostic Display	6 LEDs for display diagnostic during operation.
DIP switches	2 DIP switches for setting the module functions.

در صورت پیکربندی سیستم H41q/H51q با دو کارت شبکه اترنت ریداندانت، بایستی از اتصال کابل‌های HSR (BV 7053) اطمینان حاصل کرد. در غیر این صورت امکان اجرای فرمان Reload برنامه کاربر از پنجره Control Panel وجود نخواهد داشت.

برای اطلاعات بیشتر در خصوص کارت شبکه اترنت به سند دیتاشیت کارت مراجعه شود:

Data Sheet / Operating Instructions for Module F 8627(X), HI 800 265 BEA

6.4.1.1 ELOP II TCP Connections to H41q/H51q Controllers

به‌طورکلی از کارت شبکه 8627(X) برای ایجاد سه نوع اتصال TCP می‌توان استفاده کرد.

- تبادل داده مرتبط با ایمنی (F) بین چند سیستم H41q/H51q با پروتکل Safeethernet (مد HIPRO-S)؛
- تبادل داده‌های معمولی (non safety) با استفاده از پیکربندی HIMA OPC Server؛
- ایجاد ارتباط اترنت بین PC (ELOP II TCP)و CU برای تبادل داده با سرعت بالا؛

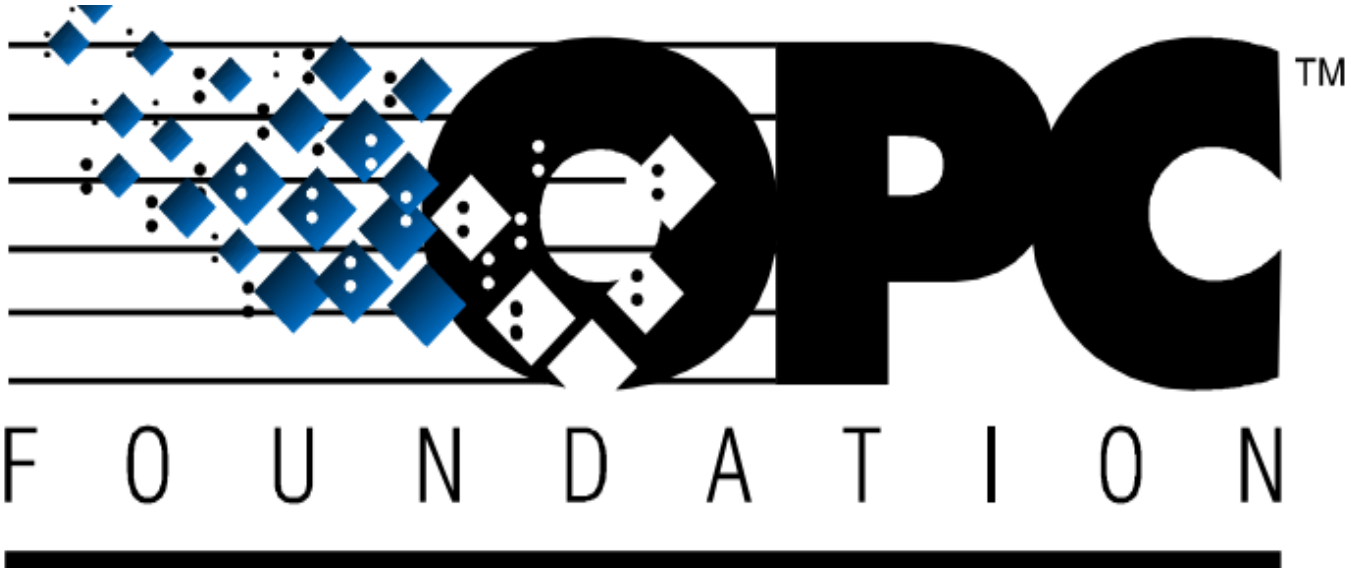
توجه شود که امکان پیکربندی هر سه نوع ارتباط TCP به‌طور هم‌زمان بر روی یک شبکه وجود دارد. درصورتی‌که کنترل‌کننده H41q/H51q و کامپیوتر PADT به‌طور مستقیم به هم متصل شوند، بایستی از کابل اترنت کراس (cross over) استفاده شود.

6.4.1.2 ELOP II TCP (PADT) Connections to Redundant H41q/H51q Controllers

حالتی را فرض کنید که کنترل‌کننده دارای ساختار ریداندانت است و می‌خواهیم کامپیوتر مهندسی را به سیستم متصل کنیم. شکل ٦-٤ نحوه اتصال کامپیوتر مهندسی به کنترل‌کننده‌های ریداندانت H41q/H51q را نشان می‌دهد. بر روی کارت شبکه 8627X، هر سه نوع ارتباط را می‌توان پیکربندی و ایجاد کرد. همان‌طور که از شکل مشخص است، برای ایجاد ارتباطات مبتنی بر TCP به دو عدد سوئیچ نیاز است.

فصل هفتم

تبادل داده مبتنی بر پروتکل OPC DA



OPC Data Access (DA) Communication

Chapter 7

7.1 Learning targets

پس از مطالعه این فصل خواننده توانایی‌های زیر را کسب خواهد کرد.

- آشنایی با پروتکل OPC
- پیکربندی OPC Server هیما شامل DA
- پیکربندی متغیرهای HIMA PES به‌عنوان تگ‌های OPC

7.2 Abbreviation

اختصارات استفاده‌شده در این فصل عبارت است از:

OPC	OLE for Process Control
PES	Programmable Electronic System
TCP	Transmission Control Protocol
PLC	Programmable Logic Controller
ESD	Emergency Shutdown System
FC	Function Code in Modbus Communication
I/O	Input/Output
RTU	Remote Terminal Unit
DCS	Distributed Control System
BSN	Bus Station number
HIPRO	Protected Safety-related communication between HIMA controllers

Content

6.1 Learning targets 1
6.2 Abbreviation 1
6.3 General 3
6.3.1 OPC: OLE for Process Control 3
6.3.2 HIMA OPC Server Overview/Set-up 4
6.3.3 System Requirements 6
6.4 Installation of the HIMA OPC Server 6
6.4.1 Registration under Windows 7
6.5 Configuration of the HIMA OPC- Server 8
6.5.1 Use of the HIMA OPC Server 8
6.5.2 Coupling of HIMA OPC Server and HIMA PES 10
6.6 Preparations in ELOP II 16
6.6.1 Hardware Settings of the F 8625, F 8627 19
6.6.2 Important hints for setting the addresses 19
6.7 Testing of Communication 23
6.8 Save Configuration 24
6.9 General hints, errors sources 25
6.9.1 Settings F 8627 (Ethernet communication module) 25
6.9.2 Name and address restrictions of ressource 25
6.9.3 Configurations/wiring 25
6.9.4 More then one PES in Ethernet 25
6.9.5 Passive Mode (PM) 25
6.10 OPC Server invisible / visible 27
6.10.1 Communication problems Caused by high CPU load of PC 28
6.11 Client communication 29
6.12 Update of data base in OPC-Server 30
6.13 Communication monitoring 30
6.14 Redundancy 31
6.14.1 One OPC server, redundant network configuration 31
6.14.2 Two or more redundant OPC servers 32
6.15 OPC Server DCOM/network Setting 33
6.15.1 DCOM Settings (general) 33
6.16 DCOM properties of HIMA OPC-Server and OPCEnum 37
6.17 References 41

7.3 General

این فصل نحوه پیکربندی OPC Server هیما را به‌صورت گام‌به‌گام مبتنی بر سند راهنمای OPC Server هیما تشریح می‌کند. برقراری ارتباطات OPC در سیستم‌های H41q/H51q نیاز به نصب کارت‌های اترنت F 8627/F 8627x می‌باشد. برای اطلاعات بیشتر در خصوص این کارت‌ها به دیتاشیت کارت‌های اترنت مربوطه مراجعه شود.

نکته: مستندات OPC Server هیما به‌صورت فایل‌های PDF در CD/DVD نرم‌افزار ELOP II تهیه‌شده است. برای اطلاعات بیشتر در بخش‌های مختلف این فصل به این مستندات مراجعه شود.

7.3.1 OPC: OLE for Process Control

امروزه اتوماسیون صنعتی وارد عصر جدیدی شده و در آن سیستم‌های کنترل یکپارچه از سازندگان مختلف تبدیل به واقعیت شده است؛ همچنین واسط‌های سخت‌افزاری و نرم‌افزاری اختصاصی کم‌کم کنار گذاشته می‌شود. پیشرفت‌های شگرف در فن‌آوری نرم‌افزارها، نویددهنده تبدیل دنیای سردرگم ناشی از ادغام سیستم‌های مختلف اختصاصی امروزی به سیستم‌ها و دستگاه‌های سازگار هستند. در این راستا استاندارد جدید نرم‌افزاری OPC، پروتکل امیدبخش در اتوماسیون صنعتی می‌باشد.

در حال حاضر به‌منظور پشتیبانی سیستم‌های کنترل DCS از ارتباطات باز، فناوری OPC از جایگاه خاصی برخوردار است. به‌عبارت‌دیگر امکان دسترسی به اطلاعات فرآیندی موجود در یک سیستم کنترل PLC یا DCS از طریق نرم‌افزارهای غیراختصاصی سیستم DCS یا PLC، که اصطلاحاً نرم‌افزارهای ثالث (3rd Party) نامیده می‌شوند، یکی از چالش‌های رقابتی در میان سازندگان سیستم‌های DCS و PLC محسوب می‌شود. به‌عنوان‌مثال فرض کنید که شما می‌خواهید نمودار دمای یک راکتور را علاوه بر نرم‌افزار مانیتورینگ مربوط به سیستم کنترل، در ابزار Microsoft Excel نیز نمایش دهید. برای تحقق این مسئله لازم است که بانک اطلاعاتی سیستم مانیتورینگ از طریق Excel قابل‌دسترسی باشد، حال چنانچه بانک اطلاعاتی سیستم از نوع استاندارد و عمومی نباشد و مختص سازنده DCS یا سیستم PLC مربوطه باشد، دسترسی به آن عملی نبوده و طبعاً این امر امکان‌پذیر نخواهد بود. بنابراین لازم است از واسطی که بتواند بانک اطلاعات سیستم کنترل را به فرم قابل‌استفاده برای نرم‌افزارهای استاندارد تحت ویندوز تبدیل کند، استفاده شود. که اصطلاحاً به این نرم‌افزار واسط OPC Server گفته می‌شود؛ که قوانین پیاده‌سازی آن در مشخصات پروتکل استاندارد OPC توسط بنیاد OPC تعریف می‌شود. پروتکل OPC هرچند در اوایل به‌کارگیری آن در صنعت اتوماسیون، توانست ارتباطات باز را بین سیستم‌های اتوماسیون و برنامه‌های نرم‌افزاری تحت ویندوز ایجاد کند. ولی به دلایلی چون وابستگی به فنّاوری COM ویندوز تنها سیستم‌های ویندوزی

را پشتیبانی می‌کرد. به‌طوری‌که این نقص و دلایل دیگر از انگیزه‌های اصلی در آرایه مشخصات جدید OPC تحت عنوان OPC UA است. مشخصات OPC UA از ارتباطات باز در تمام پلات‌فرم‌ها و سیستم‌های تعبیه‌شده پشتیبانی می‌کند.

برای اطلاعات بیشتر در خصوص پروتکل OPC به فصل چهارم کتاب «مبانی سامانه‌های DCS» به نگارش صادق اکبری، قابل دسترس در وب سایت www.adlitrain.com مراجعه شود.

7.3.2 HIMA OPC Server Overview/Set-up

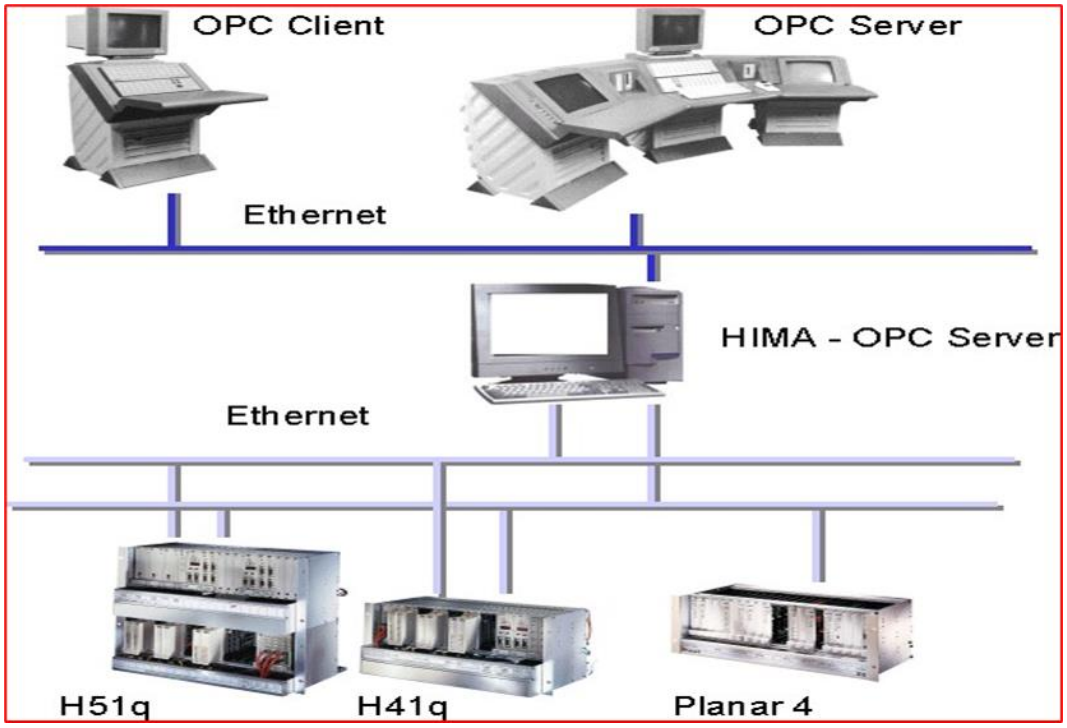
برنامه HIMA OPC Server یک سرویس‌دهنده مبتنی بر پروتکل OPC می‌باشد؛ که به‌عنوان یک رابط تبادل داده بین سیستم‌های PES هیما مانند سری HIQuad (H41q/H51q)، HIMatrix و Planar4 و سایر سیستم‌های کنترل که دارای رابط OPC Client هستند عمل می‌کند. نسخه اول این برنامه بر اساس نسخه دو پروتکل OPC منتشرشده است. به‌طوری‌که این ارتباط بر پایه لایه فیزیکی اترنت بنا شده است و از ارتباط‌های سفارشی زیر را پشتیبانی می‌کند.

- IOPCServer
- IOPCBrowseServerAddressSpace
- IOPCGroupStateMgt
- IOPCSyncIO
- IOPCAsyncIO
- IDataobject
- IEnumOPCItemAttributes
- IAdviseSink (Interface of the OPC client)
- IOPCItemProperties
- IOPCAsyncIO2
- IOPCCommon
- IOPCShutdown

سرویس‌دهنده OPC هیما که بر روی یک ایستگاه کامپیوتری PC نصب می‌شود، از طریق یک شبکه اترنت به سیستم‌های HIMA متصل می‌شود. به‌طوری‌که قادر است دو کارت اترنت را به‌صورت ریداندانت برای ارتباط ریداندانت با کنترل‌کننده‌های HIMA PES پشتیبانی کند. کلاینت‌های OPC نیز همچنین از طریق شبکه اترنت با هم کوپل می‌شوند.

توجه داشته باشید:

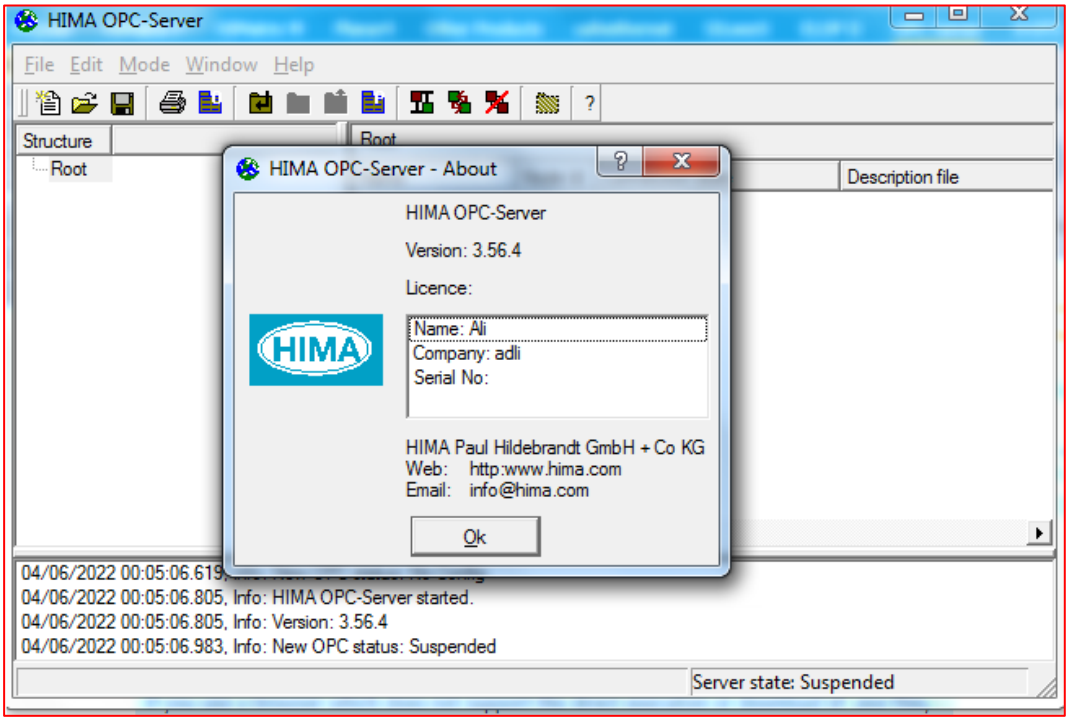
ازآنجایی‌که کوپلینگ بین سیستم‌های HIMA و کوپلینگ سیستم هیما با کلاینت‌های OPC نمی‌توانند بر روی یک شبکه باشند، لذا اگر کوپلینگ کلاینت‌ها از طریق اترنت باشد، سرویس‌دهنده OPC هیما بایستی دو عدد کارت شبکه داشته باشد و شبکه‌های مجزا باید راه‌اندازی شود.



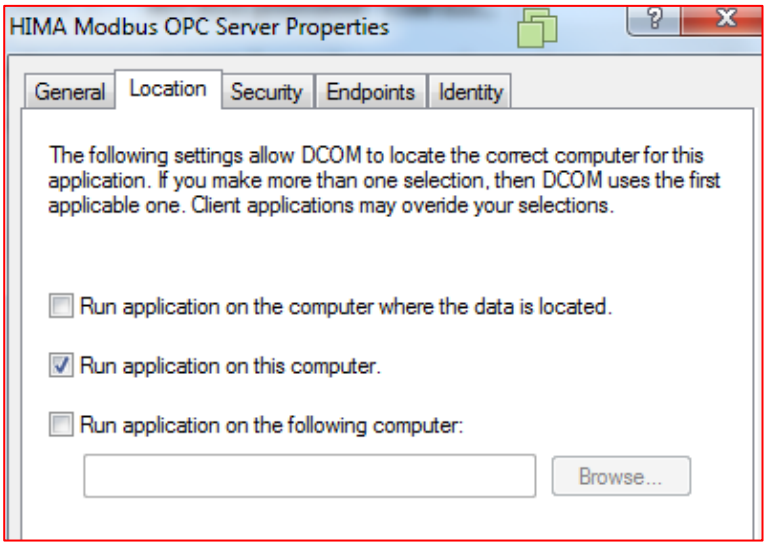
شکل ۷-۱: نمایی از یک شبکه اترنت با سرویس‌دهنده OPC هیما

Version Used

نرم‌افزار HIMA OP Server استفاده‌شده در این فصل، نسخه 3.56.4 موجود در نسخه 5.6 نرم‌افزار ELOP II (DVD) می‌باشد.

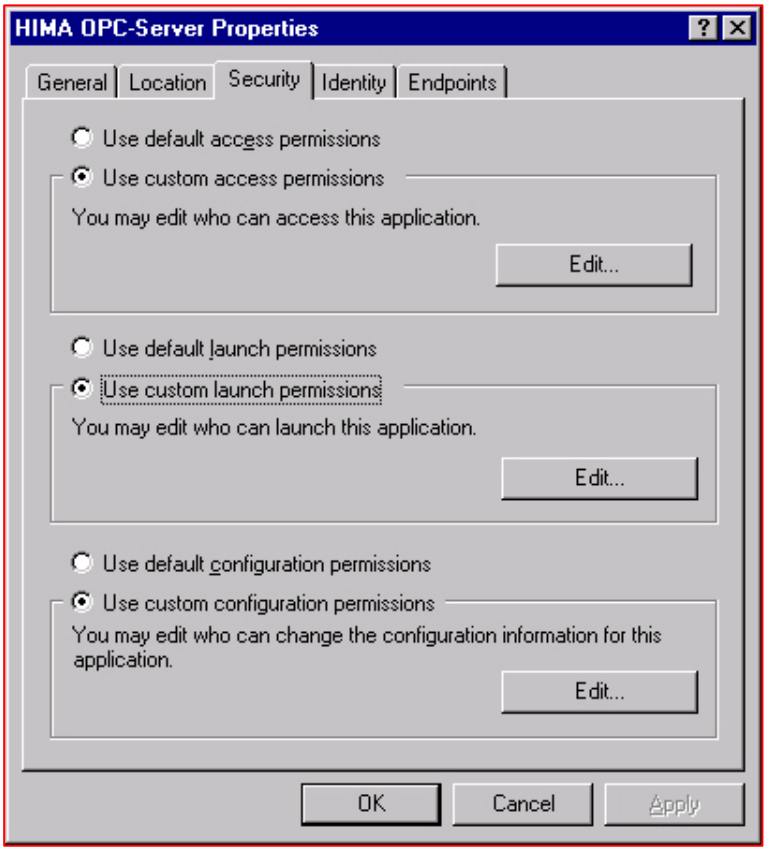


شکل ۷-۲: نسخه HIMA OPC DA Server

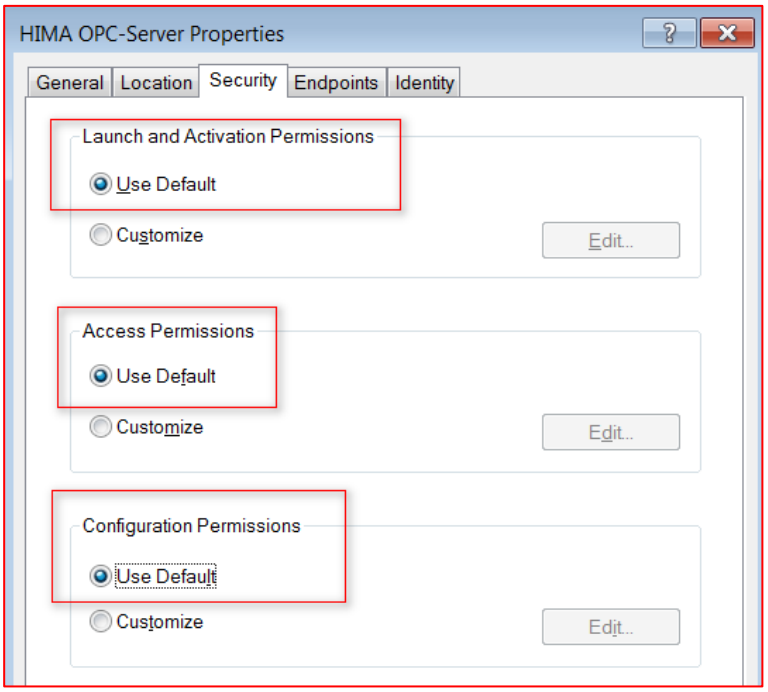


شکل ۷-۴۳: نمونه تنظیمات توصیه‌شده – ویندوز ۷

با انتخاب گزینه Run application ... با روشن شدن کامپیوتر برنامه opc اجرا می‌شود.

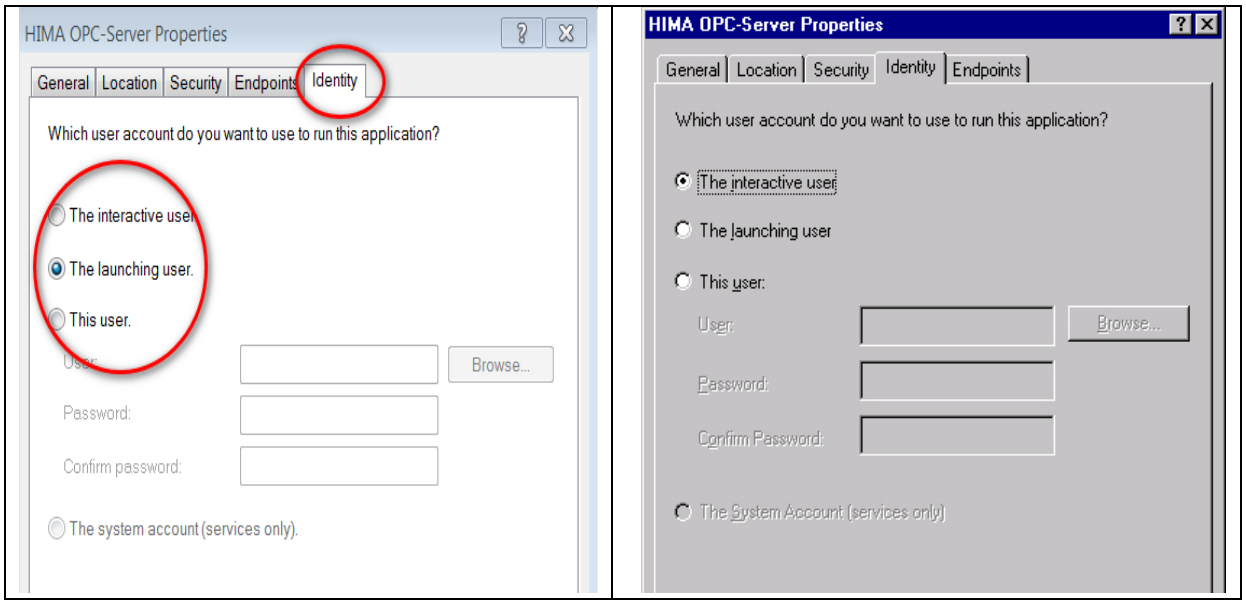


شکل ۷-۴۴: تنظیمات HIMA OPC Server در ویندوز XP – سربرگ Security



شکل ۷-٤٥: تنظیمات HIMA OPC Server در ویندوز 7 – سربرگ Security

درصورتی‌که OPC Client روی رایانه دیگری اجرا می‌شود، مطمئن شوید که اجازه استارت OPC را دارد.



شکل ۷-٤٦: تنظیمات HIMA OPC Server در ویندوز 7 – سربرگ Identiy

The Intractive user

پیش‌شرط:

۱. بر روی Server-PC و Client-PC کاربر یکسانی فعال باشد (نام و رمز عبور یکسان).

۲. اجرای سرور در مد visible تنظیم شود (مزیت برای آزمون و راه‌اندازی)

The Launching User

این تنظیم یک تنظیم پیش‌فرض پس از نصب ویندوز است.

پیش‌شرط:

۱. بر روی Server-PC و Client-PC کاربر یکسانی فعال باشد (نام و رمز عبور یکسان).

۲. کاربر فعال می‌تواند متفاوت باشد.

۳. اجرای سرور به‌عنوان background task، invisible می‌باشد.

7.17 References

[1] HIMA Training Course manuals.
[2] HIMA Manual, PC-Based Systems HIMA OPC-Server 3.0 Rev.2

فصل هشتم

تبادل داده آلارم و رخداد مبتنی بر پروتکل OPC

OPC A&E Server Communication

Chapter 8

8.1 Learning targets

پس از مطالعه این فصل خواننده توانایی‌های زیر را کسب خواهد کرد.

- پیکربندی HMA OPC A&E Server
- پیکربندی متغیرهای HIMA PES به‌عنوان تگ‌های OPC

8.2 Abbreviation

اختصارات استفاده‌شده در این فصل عبارت است از:

OPC	OLE for Process Control
PES	Programmable Electronic System
TCP	Transmission Control Protocol
PLC	Programmable Logic Controller
ESD	Emergency Shutdown System
FC	Function Code in Modbus Communication
I/O	Input/Output
RTU	Remote Terminal Unit
DCS	Distributed Control System
BSN	Bus Station number

Chapter 8: OPC A&E Communication

Content

8.1 Learning targets 1
8.2 Abbreviation 1
8.3 General 3
8.3.1 Installation of HIMA A&E OPC Server 3
8.3.2 Preparations in ELOP II 3
8.4 Defining of HIMA A&E OPC Servers 5
8.4.2 Test of Communication 7
8.5 General Hints 8
8.5.1 Important Icons in Standard Menu 8
8.5.2 Update with new Variables 8
8.6 References 9

8.3 General

برای تنظیم سرور HIMA OPC A&E یک سیستم راهنمای آنلاین موجود است. این سند راهنما اصول ایجاد ارتباط بین کنترل‌کننده‌های HIMA PES H41q و سرورهای HIMA A&E OPC را نشان می‌دهد.

8.3.1 Installation of HIMA A&E OPC Server

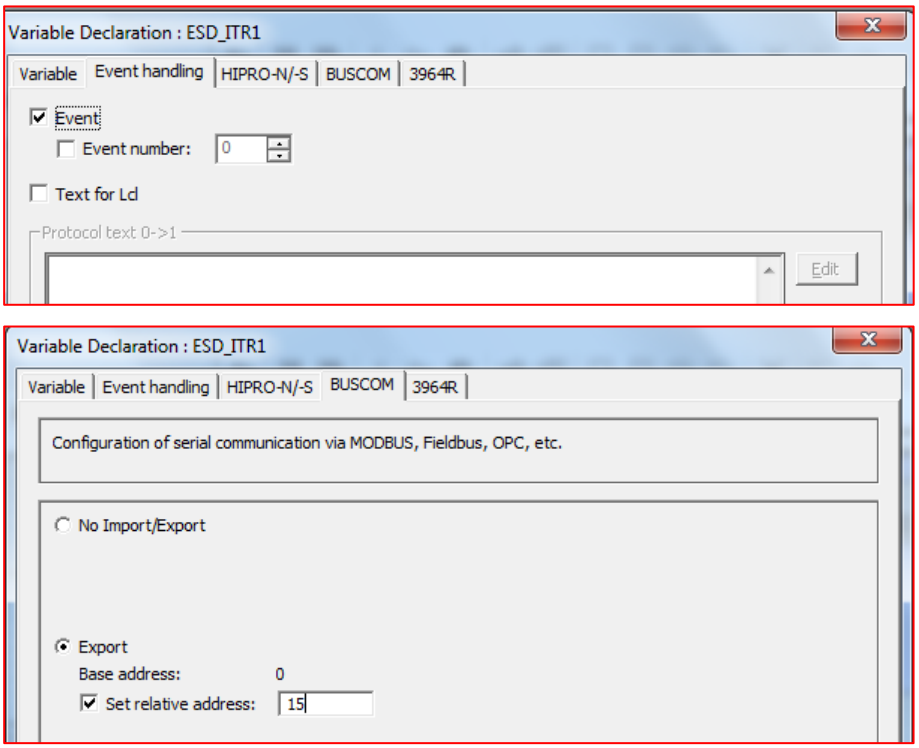
نصب نرم‌افزار سرور HIMA A&E OPC با استفاده از رویه نصب استاندارد ویندوز انجام می‌شود. توجه شود که این روال نصب به شماره لایسنس معتبر نیاز دارد.

8.3.2 Preparations in ELOP II

1- General procedure:

ابتدا مطابق شکل‌های زیر در محیط نرم‌افزار ELOP II متغیرهای موردنظر را در program instance، برای ارتباطات OPC تعریف کنید.

Variable Declaration >> Event handling or BUSCOM

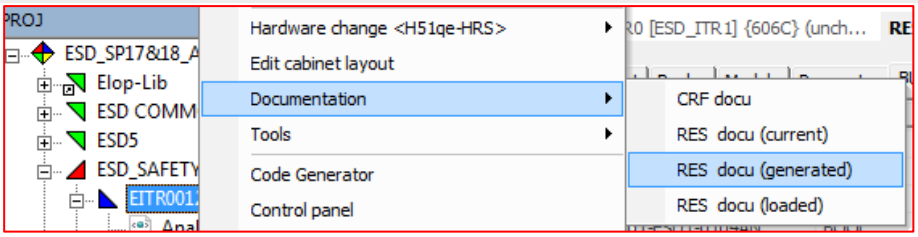


شکل ۸-۱: تعریف متغیرهای برای ارتباطات OPC

2- Start Codegenerator

پس از اتمام تعریف متغیرها برای ارتباطات OPC دستور Code Generator را اجرا کنید. بعد مطابق شکل ۸-۲ دستور زیر را اجرا کنید.

Ressource >> Documentation >> RES-Docu generated >> BUSCOM

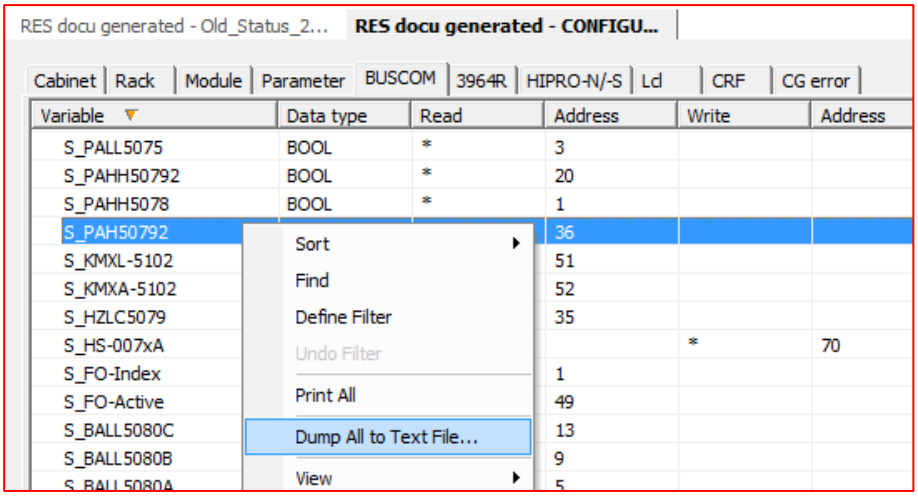


شکل ۸–۲: اجرای دستور تازه‌سازی متغیرهای BUSCOM

3- Export to Text File

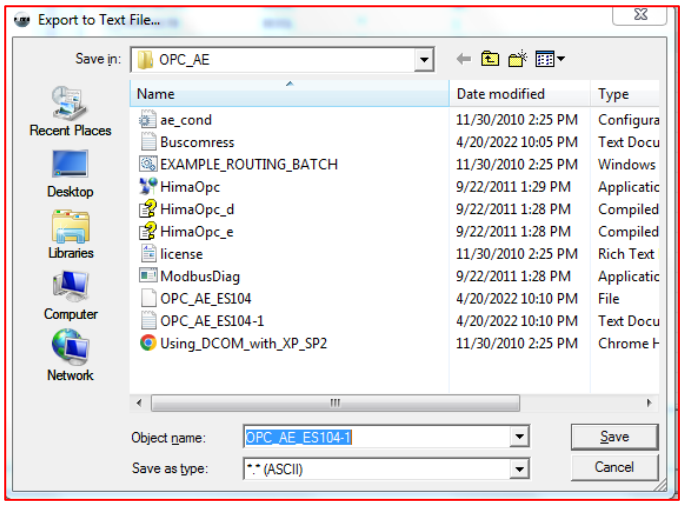
۱. یک خط از پنجره Buscom را انتخاب کرده و با کلیک راست روی این پنجره و انتخاب گزینه Dump All to text file.. فهرست متغیرهای پنجره Buscom را در داخل یک فایل متنی Export کنید.

۲. پس از Export به یک فایل، پسوند فایل را به txt تغییر دهید.



شکل ۸–۳: اجرای دستور Export برای ذخیره متغیرهای BUSCOM در یک فایل

۳. پس از تولید فایل متنی آن را در داخل پوشه OPC_AE_SERVER کپی کنید. این فایل متنی توسط سرور A&E OPC استفاده خواهد شد.



شکل ۸–۴: کپی فایل Export شده به داخل پوشه OPC_AE

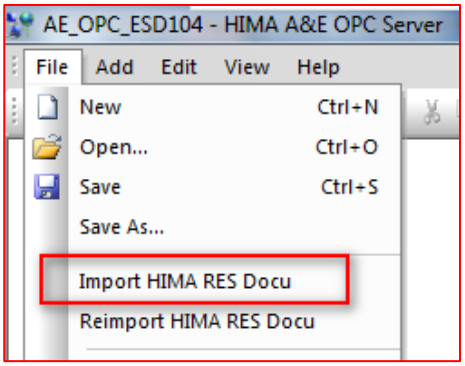
8.4 Defining of HIMA A&E OPC Servers

Step 1

۱. فایل متنی ایجادشده توسط HIMA RES Docu را در محیط سرور OPC_AE، Import کنید.

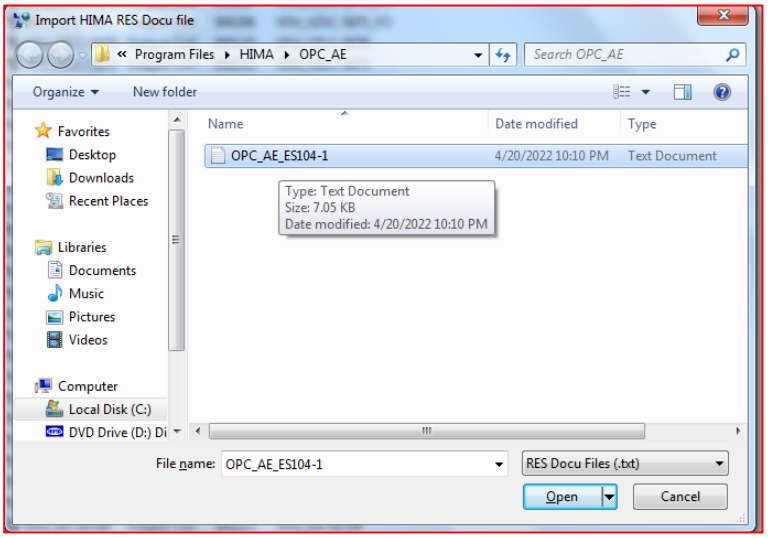
فایل متنی ایجادشده توسط ELOP II المان پایه برای داده‌های OPC است.

1. File >> Import HIMA RES Docu



شکل ۸-۵: اجرای دستور Import

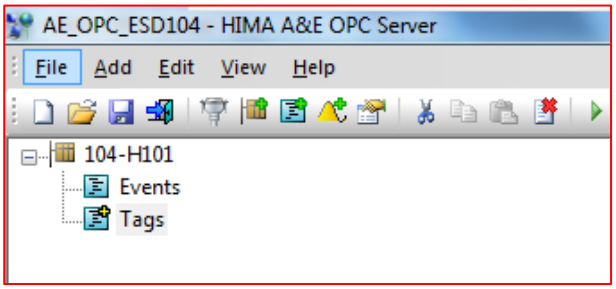
2. Select text file



شکل ۸-۶: انتخاب فایل متنی برای Import

3. Result:

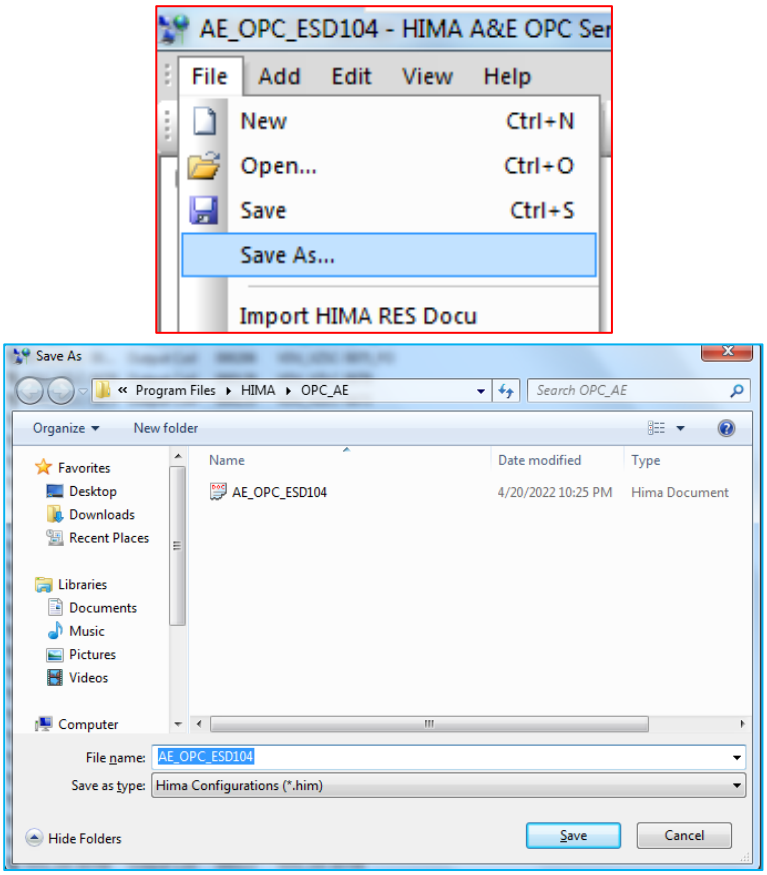
پس از اجرای دستور Import متغیرهای OPC به‌صورت شکل زیر در پنجره AE_OPC ظاهر می‌شوند.



شکل ۸-۷: محیط پنجره OPC A&E پس از اجرای Import

Step2: Save configuration

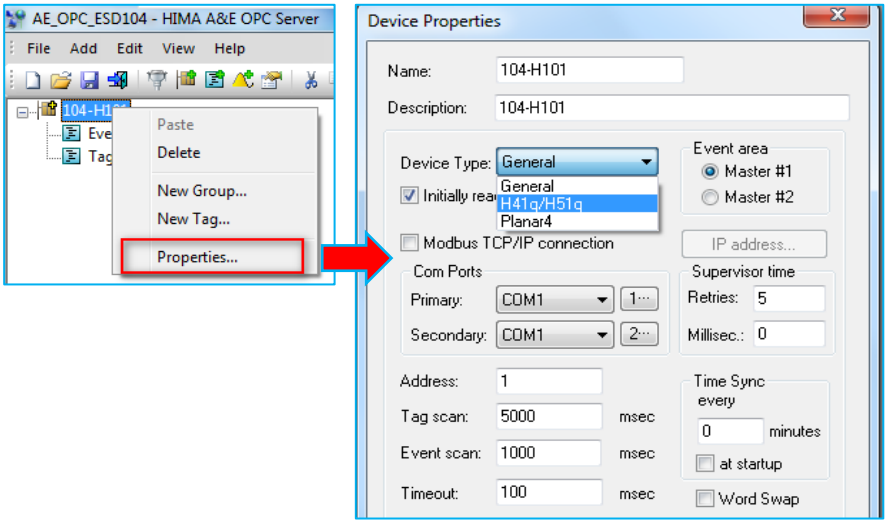
پس از Import فایل متنی یک پیکربندی ایجاد می‌شود؛ که می‌توان آن را در یک فایل ذخیره کرد و یا قبل از Import می‌توان دستور Save را اجرا کرد.



شکل ۸–۸: ذخیره پیکربندی در یک فایل

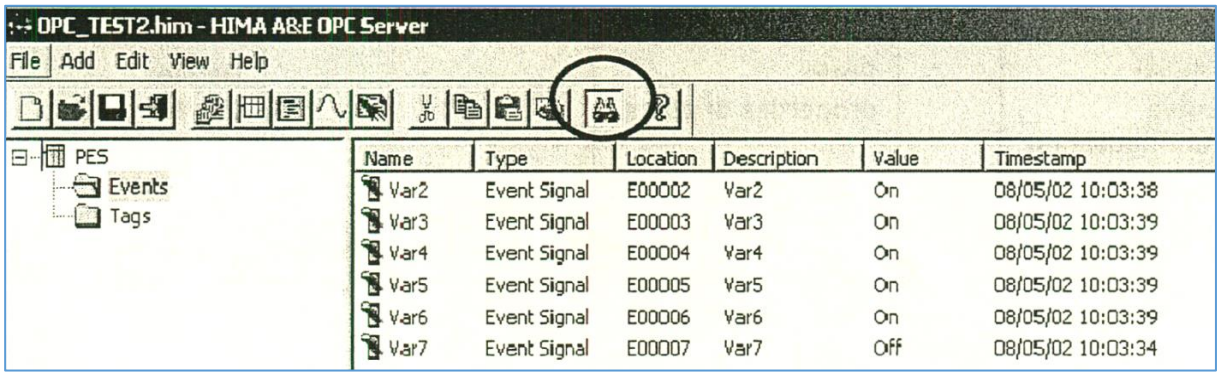
Step3: Define Properties of the device and Select Device Type, e.g. H51q/H51q

Right mouse button at the device, (in example “PES“) > Properties

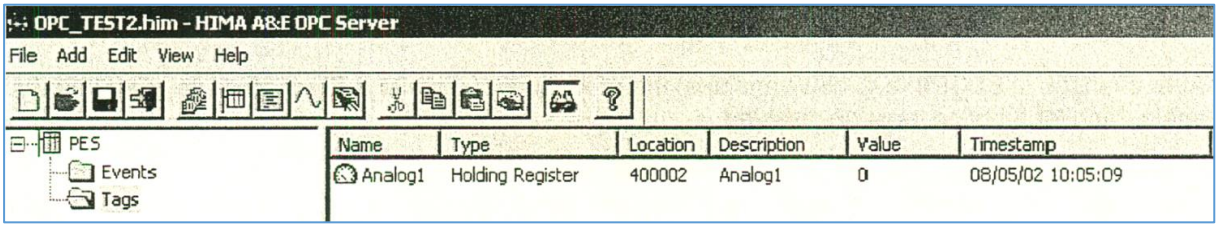


شکل ۸–۹: باز کردن پنجره Properties

Example Events:



Example Tags:



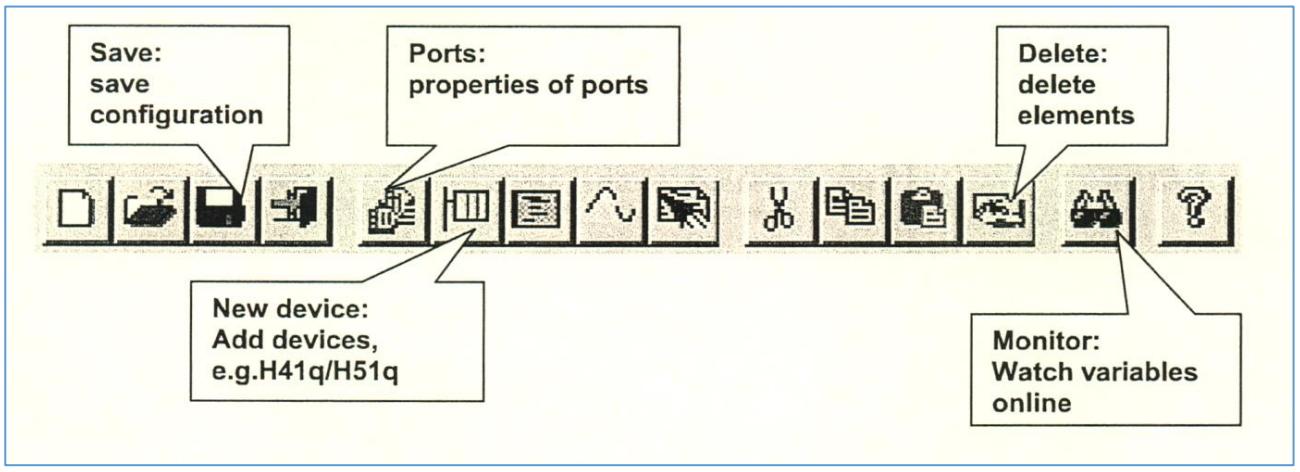
شکل ۸-۱۲: تست ارتباط

نکته:

آدرس مدباس نمایش داده‌شده یکی بیشتر از آدرس مدباس در ELOPII است. (مطابق قرارداد استاندارد مدباس)

8.5 General Hints

8.5.1 Important Icons in Standard Menu



شکل ۸-۱۳: آیکون‌های منو ابزار پنجره OPC A&E

8.5.2 Update with new Variables

پس از ایجاد تغییرات در ELOPII (مثلاً تعریف متغیرهای جدید)، عملیات تشریح شده در فصل چهارم برای آماده‌سازی متغیرها (Preparation in ELOP II) دوباره باید اجرا شود. همچنین تابع مانیتور (Monitor Function) باید غیرفعال شود.

نکته:

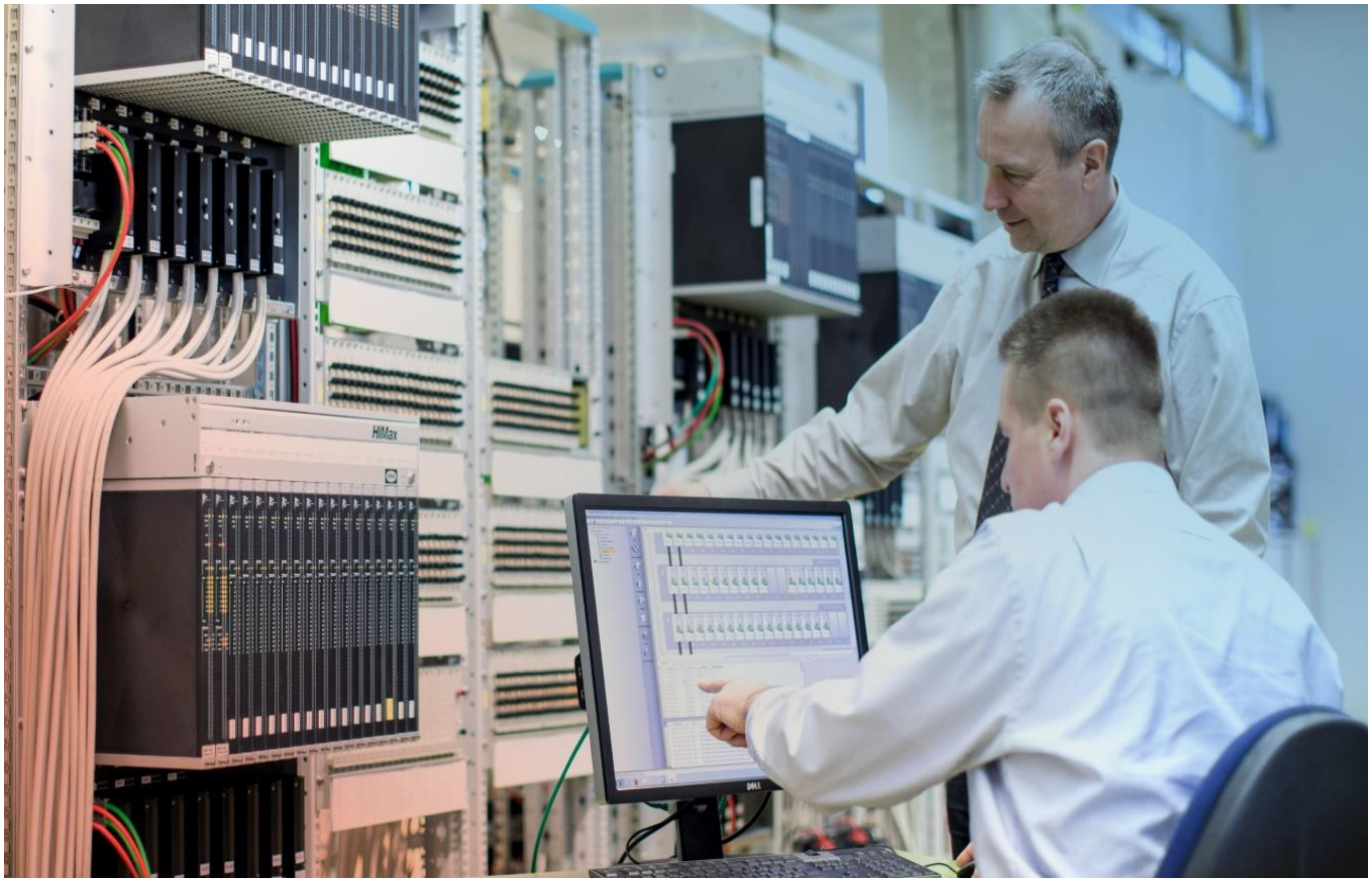
Import کردن متغیرهای جدید در مد overwrite به این معنی است که متغیرهای موجود به‌طور خودکار حذف نمی‌شوند. حال‌آنکه این مورد مطلوب نیست، بهتر است متغیرها را به‌صورت دستی حذف کنید.

8.6 References

[1] HIMA Training Course manuals.
[2] HIMA Manual, PC-Based Systems HIMA OPC-Server 3.0 Rev.2

فصل نهم

شخیص عیب در سیستم Hiquad



HIMA HIQuad Diagnostic & Maintenance

Chapter 9

9 HIQuad Diagnostic & Maintenance

9.1 Learning targets

این فصل وظایف استاندارد موردنیاز برای تعمیر و عیب‌یابی سیستم HiQuad PES را پوشش می‌دهد.

محتوای این فصل شامل مباحث زیر می‌باشد:

- پانل عیب‌یابی
- خرابی در کارت‌های I/O (IO Card Faults)
- لاگ خطاهای سیستم(System Error Logs)
- تشخیص وضعیت خطا در HIMA HIQuad
- تعویض ماژول CPU و کارت‌های شبکه
- تعویض ماژول‌های I/O ، تعویض فن‌های رک مرکزی
- برداشتن و تعویض باتری بافر، خارج کردن و تعویض باتری واحد مرکزی
- کدهای خطا در کنترل‌کننده
- کدهای خطا در کارت‌های ورودی/خروجی
- بازیابی سیستم HIQuad بعد از فالت
- استخراج اطلاعات تشخیصی از HIQuad
- انجام کارهای ساده تعمیراتی
- جایگذاری و خارج‌سازی باتری‌های پشتیبان، کارت‌های I/O ، کارت‌های CU و کارت‌های شبکه

9.2 Abbreviation

اختصارات استفاده‌شده در این فصل عبارت است از:

SIL	Safety integrity level
SOE	Sequence of Events
HIPPS	High Integrity Pressure Protection Systems
ESD	Emergency Shutdown Systems
BMS	Burner Control Systems
F&G	Fire & Gas Systems
PES	Programmable Electronic System
MS	Mono System
CENELEC	European Committee for Electro technical Standardization
OPC	OLE for Process Control

9.3 Content

9.1 Learning targets 1
9.2 Abbreviation 1
9.3 Diagnostic Panel or Display 3
9.3.1 Information to be called during RUN Operation 3
9.3.2 Errors/Faults in the Central Area (CPU LED is lit) 9
9.4 Fault in the I/O Area (*IO* LED is lit) 7
9.4.1 I/O Card Faults 7
9.4.2 Response of the System on Failures Detected at Safety Digital Input Modules [1] 8
9.4.3 System Error Logs 9
9.4.4 Replacing a Central Unit (CU) 10
9.5 List of Error Codes 11
9.6 Erasing the Application Program 14
9.7 Central Unit (CU) Self-Education 15
9.8 Replacing Communication Card 16
9.9 Replacing I/O Cards 17
9.9.1 Replacing F7553 Watchdog Card 18
9.10 Replacing Central Unit Batteries 19
9.10.1 Battery Fault 19
9.11 Replacing Buffer Batteries 21
9.11.1 OS 23
9.11.2 Response to Faults Detected in Central Modules 23
9.12 Group Shut-Down 24
9.13 Faults in the Central Device 24
9.13.1 Faults in the Input/Output Modules 25
9.13.2 Faults in the Coprocessor and Communication Modules 25
9.14 References 34

9.4 Diagnostic Panel or Display

پانل نمایش اطلاعات تشخیص عیب بخشی از ماژول CU است؛ که در قسمت جلوی ماژول قرار دارد. توسط نمایشگر چهار کاراکتری اطلاعات تشخیصی مانند خطاهای برنامه، فالت در کارت‌های I/O و مدهای کاری نمایش داده می‌شود.

این پانل از اجزای زیر تشکیل‌شده است:

- یک صفحه نمایش الفبایی چهاررقمی (Four-digit alphanumeric display) برای نمایش متون و مقادیر.
- یک LED با عنوان CPU برای نمایش فالت‌ها در ماژول CU
- یک LED با عنوان IO برای نمایش فالت‌ها در ماژول‌های F-I/O
- یک دکمه فشاری تصدیق خطا (ACK)
- دو تا دکمه فشاری برای نمایش و حرکت در بین سطوح اطلاعات مختلف. کلید ⇑/⇓ برای انتخاب سطح بالاتر یا پایین در اطلاعات عیب‌یابی و کلید ⇒/⇐ برای انتخاب سایر اطلاعات در همان سطح استفاده می‌شود.

به عنوان مثال با حرکت کلید ⇑/⇓ رو به پایین، در سطح چهارم، اطلاعات مربوط به OS سیستم‌عامل CPU قابل‌مشاهده هست. با استفاده از متغیرهای سیستمی می‌توان وضعیت این چراغ‌ها را در سیستم مانیتورینگ نمایش داد.

شکل ۹-۱- صفحه‌نمایش الفبایی نمایش اطلاعات تشخیصی و کلیدهای حرکت در میان سطوح اطلاعات

Note

در نمایشگر چهارکاراکتری (7 Segment) روی ماژول CU بعد از عبارت RUN یک نقطه به‌صورت چشمک‌زن می‌باشد. ثابت شدن آن به معنی هنگ کردن ماژول CU می‌باشد.

برای اطلاعات بیشتر در خصوص پانل تشخیصی به اسناد مرجع زیر مراجعه شود.

- H41q/H51q Safety-Related Controller,H41q/H51q Safety Manual, Rev. 1.00 HI 800 103 E
  - Chapter 4.5.3 Diagnostic Indicators
- H41q/H51q Safety-Related Controller, H41q/H51q Operating System Manual, Rev. 1.00 HI 800 105 E
  - Chapter 12 : Diagnostic Panel

9.4.1 Information to be called during RUN Operation

با استفاده از کلیدهای ⇑/⇓ و ⇒/⇐ می‌توان به اطلاعات مختلف در زمانی که CU در مد RUN می‌باشد، دسترسی پیدا کرد. جدول ۹-۱ چند نمونه از این اطلاعات و نحوه دسترسی را نشان می‌دهد. توجه شود که در این جدول عبارت‌هایی مانند 4x به معنی تعداد دفعات فشردن کلیدهای فشاری برای دسترسی به سطح اطلاعات می‌باشد.

Error bit 1...16	Hex	Dec	Fault type
0000 0000 0000 0000	0	0	No fault
0000 0000 0000 0001	1	1	CPU
0000 0000 0000 0010	2	2	CTC (time-IC)
0000 0000 0000 0100	4	4	Hardware watchdog
0000 0000 0000 1000	8	8	Memory fault
0000 0000 0001 0000	10	16	Program crash
0000 0000 0010 0000	20	32	Time-out
0000 0000 0100 0000	40	64	Dev. CTXC/hardware clock
0000 0000 1000 0000	80	128	Hardware clock
0000 0001 0000 0000	100	256	Connection to I/O level
0000 0010 0000 0000	200	512	Power supply monitor
0000 0100 0000 0000	400	1024	Address test I/O BT
0000 1000 0000 0000	800	2048	Time delay other ZB
0001 0000 0000 0000	1000	4098	Outputs not 0 on start-up
0010 0000 0000 0000	2000	8192	Dev. CTC/hardware clock can be tol-erated
0100 0000 0000 0000	4000	16384	Not used
1000 0000 0000 0000	8000	32768	Memory unequal

اگر چندین خطا به طور همزمان رخ دهد، مقداری خروجی بیت‌های خطا را در موقعیت‌های مربوطه نشان می‌دهد. این بدان معنی است که می‌توان چندین بیت را به طور همزمان تنظیم کرد.

خطاهای مربوط به ماژول‌های coprocessor تنها زمانی نمایش داده می‌شوند که در cubicle تعریف شده باشند. برای ماژول‌های ارتباطی F 8627 (X) و F 8628 (X) هیچ فالتی نمایش داده نمی‌شود.

9.17.12 SYSTEM.Errorcode

نمایش کد خطا (error code) برای تجزیه و تحلیل دقیق خطای رخ داده استفاده می‌شود.

این متغیر فقط در صورت تنظیم بیت SYSTEM.Errormaskl کد خطا را نشان می دهد. کد نشان داده شده نشان می‌دهد که خطا به عنوان آخرین خطا ظاهر شده است. این ممکن است یک خطایی باشد که لزوماً به هیچ بیتی از..SYSTEM.Errormaskl اختصاص داده نشده باشد. برای تجزیه و تحلیل دقیق، به تاریخچه کد خطا در کامپیوتر PADT مراجعه کنید.

9.17.13 SYSTEM.Errormask2

Error Mask 2 خطاهای کلی در منبع تغذیه، خطاهای ماژول‌های کمک پردازنده (coprocessor) رفع خطا و تخصیص خطاها به ماژول‌های مرکزی را نشان می‌دهد. مجموعه بیت‌های خطا دارای معانی جدول زیر است.

جدول ۹-۱۵: مقادیر متغیر سیستمی SYSTEM.Errormask 2

Error bit 1...16	Hex	Dec	Fault type
0000 0000 0000 0000	0	0	No fault
0000 0000 0000 0001	1	1	Voltage monitoring 3.3 V, ZB1 [1]
0000 0000 0000 0010	2	2	Voltage monitoring 3.3 V, ZB2 [1]
0000 0000 0000 0100	4	4	Power supply 1
0000 0000 0000 1000	8	8	Power supply 2
0000 0000 0001 0000	10	16	Power supply 3
0000 0000 0010 0000	20	32	Fault blanking active
0000 0000 0100 0000	40	64	Fault ZB1
0000 0000 1000 0000	80	128	Fault ZB2
0000 0001 0000 0000	100	256	Copr. module 1 ZB 1
0000 0010 0000 0000	200	512	Copr. module 2 ZB 1
0000 0100 0000 0000	400	1024	Copr. module 3 ZB 1
0000 1000 0000 0000	800	2048	Copr. module 1 ZB 2
0001 0000 0000 0000	1000	4098	Copr. module 2 ZB 2
0010 0000 0000 0000	2000	8192	Copr. module 3 ZB 2
0100 0000 0000 0000	4000	16384	Backup battery on ZB 1
1000 0000 0000 0000	8000	32768	Backup battery on ZB 2

9.18 References

فایل کاتالوگ HiQuad کلیه الزامات نگهداری (maintenance requirements) را به‌طور کامل پوشش می‌دهد. برای اطلاعات بیشتر به دیتاشیت هر مؤلفه سخت‌افزاری و فصل ۹ کاتالوگ (System family catalogue) رجوع شود.

[1] Programmable Systems, the H41q and H51q System Families Catalog, Chapter 9: Startup and Maintenance, HI 800 263 CEA
[1] Programmable Systems Safety Manual, Systems H41q, H41qc and H51q, HI 800 013 FEA
[2] H41q/H51q Safety-Related Controller, H41q/H51q Safety Manual, Rev.1.00, HI 800 013 E
[3] H41q/H51q Safety-Related Controller, H41q/H51q Operating System Manual, Rev. 1.00 HI 800 105 E

درباره ناشر

شـرکت آدلی کنترل باور یک شـرکت مهندسی فعال در زمینه تامین، طراحی مهندسی، پیاده‌سازی و اجرای پـروژه های جدید، بهینه سـازی، ارتقاء، افزایش ظرفیت و آموزش تخصصی سیسـتم‌های کنترل صنعتی PLC ,DCS,PCS,ESD,F&G می‌باشـد. که دارای مجوز رسمـی نشر دیجـیتال کتـــاب و محتوای آموزشـی می‌باشـد. خدمات این شـرکت در حوزه تولید و نشـر محتوای آموزش اتوماسیون صنعتی به شرح زیر می‌باشد

- تولید و نشـر کتاب به صورت دیجیتال
- نشـر آموزش ویدیویی در زمینه اتوماسیون صنعتی

سایر کتاب ها

تهران – شـهرک گلستان – بلوار هاشم زاده
بلوارافافیـا – پلاک ۳۰ – طبقه همکف

۰۲۱۴۴۷۳۲۹۸۱ – ۰۹۱۲۳۱۸۲۷۳۴

ACTRAIN
Training for Industry

تامین کالا، خدمات مهنـــدسی و آموزش اتوماسیون صنعتی

HIMA SMART SAFETY.

Adli Control bavar