

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

مبانی
سامانه‌های کنترل توزیع شده DCS

Distributed Control Systems

نویسنده:

مهندس صادق اکبری

■ سرشناسه: اکبری، صادق، ۱۳۵۴ - ■ عنوان و نام پدیدآور: مبانی سامانه‌های کنترل توزیع شده DCS / نویسنده صادق اکبری.
■ مشخصات نشر: تهران: نشر ایده‌نگار، ۱۳۹۳.
■ مشخصات ظاهری: ۴۹۶ ص.: مصور، جدول، نمودار. ■ فروست: مجموعه کتابهای مریع‌دانش

ISBN 978 - 600 - 93622 - 6 - 4

■ وضعیت فهرست‌نویسی: فیبا
■ موضوع: کنترل فرایندها ■ موضوع: کنترل فرایندها — خودکاری ■ موضوع: مهندسی کنترل
■ رده‌بندی کنگره: ۶۷۱۳۹۳ الف ۱۵۶/۸/ TS ■ رده‌بندی دیویی: ۶۲۰/۰۰۱۱۵
■ شماره کتابشناسی ملی: ۳۵۲۵۸۰۱



www.iNegar.ir نشر ایده‌نگار

مبانی سامانه‌های کنترل توزیع شده DCS

انویسنده: مهندس صادق اکبری

اویرایش: نشر ایده‌نگار

ناظر چاپ: مهندس هادی غریبی اصفه‌آرا و طراح خط: مفیر غریبی

انوبت چاپ: اول، ۱۳۹۳ اشمارگان: ۱۰۰۰

اشابک: ۴-۶-۹۳۶۲۲-۶۰۰-۹۷۸

کلیه حقوق قانونی این اثر متعلق به نشر ایده‌نگار (وابسته به شرکت مبنا) می‌باشد.

تکثیر تمام یا قسمتی از این اثر به هر شکل ممنوع است.

متخلفان بموجب قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان و هنرمندان تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.

نشانی مرکز پخش: تهران، میدان فردوسی، خیابان ایرانشهر، پلاک ۱۶، طبقه سوم، واحد ۵

تلفن: ۲۱ و ۲۰ ۵۸ ۵۳ ۸۸ - کدپستی: ۱۵۸۱۶۱۷۷۳۵ - صندوق پستی: ۷۶۴۳-۱۴۱۵۵

مقدمه ناشر / ۱۹

دیباجه نویسندہ / ۲۳

درباره این کتاب (About this Book)

درباره این کتاب / ۲۷

فصل اول

تکامل سیستم‌های کنترل صنعتی (Evolution of Industrial Control Systems)

- ۱.۱. مقدمه (Introduction) / ۳۲
- ۲.۱. اتوماسیون (Automation) / ۳۲
 - ۱.۲.۱. انتظارات از اتوماسیون (Expectations of Automation) / ۳۳
 - ۲.۲.۱. انواع اتوماسیون (Automation Types) / ۳۴
 - ۱.۲.۲.۱. اتوماسیون کارخانه (Factory Automation) / ۳۵
 - ۲.۲.۲.۱. اتوماسیون فرایند (Process Automation) / ۳۶
 - ۳.۲.۲.۱. فرایند پیوسته (Continuous Process) / ۳۶
 - ۴.۲.۲.۱. فرایند بچ یا مرحله‌ای (Batch Process) / ۳۷
 - ۵.۲.۲.۱. تفاوت فرایندهای پیوسته و بچ (Continuous and Batch Processes) / ۴۰
 - ۳.۲.۱. کاربردهای اتوماسیون (Automation Applications) / ۴۲
 - ۴.۲.۱. سیستم کنترل صنعتی (Industrial Control System) / ۴۲
 - ۳.۱. تکامل سیستم‌های کنترل اتوماسیون / ۴۴
 - ۱.۳.۱. سیستم‌های کنترل مکانیکی (Mechanical Control Systems) / ۴۴
 - ۲.۳.۱. سیستم‌های هیدرولیک (Hydraulic Systems) / ۴۷
 - ۳.۳.۱. سیستم‌های کنترل نیوماتیکی (Pneumatic Control Systems) / ۴۹
 - ۴.۳.۱. سیستم‌های کنترل مبتنی بر رله (Magnetic Relay-Based Control Systems) / ۵۱
 - ۵.۳.۱. کنترل‌کننده‌های الکترونیکی آنالوگ (Analog Implementation) / ۵۲
 - ۱.۵.۳.۱. معایب سیستم‌های کنترل سخت‌افزاری / ۵۴
 - ۶.۳.۱. کنترل‌کننده منطقی قابل برنامه‌ریزی یا PLC (Programmable Logic Controller) / ۵۵
 - ۱.۶.۳.۱. ظهور PLC (The Birth of the PLC) / ۵۵
 - ۲.۶.۳.۱. شروع رقابت (The Race is On) / ۵۶
 - ۳.۶.۳.۱. تکامل PLC / ۵۹

- ۴.۶.۳.۱. ساختمان PLC/۶۰
- ۵.۶.۳.۱. فهرست جهانی شرکت‌های تولیدکننده PLC (PLC Manufacturer)/۶۳
- ۷.۳.۱. کنترل فرایند (Process Control)/۶۴
- ۱.۷.۳.۱. روش‌های کنترل فرایند اولیه (Early Process Control)/۶۵
- ۲.۷.۳.۱. دهه ۱۹۵۰ - دوره پیشگام (The 1950s - The Pioneering Period)/۶۷
- ۳.۷.۳.۱. سال‌های ۱۹۶۰ - کنترل دیجیتال مستقیم DDC (Direct Digital Control)/۶۹
- ۴.۷.۳.۱. ساختار DDC/۷۱
- ۵.۷.۳.۱. نرم‌افزار DDC/۷۲
- ۶.۷.۳.۱. دهه ۱۹۷۰ - کامپیوترهای ارزان‌تر (The 1970s - Cheaper Computers)/۷۲
- ۷.۷.۳.۱. دهه ۱۹۸۰ - ظهور سیستم کنترل توزیع‌شده DCS (The 1980s - DCS Emerges)/۷۴
- ۸.۷.۳.۱. ساختار توزیع‌شده (DCS) یا کنترل غیرمتمرکز (Decentralized Control System)/۷۵
- ۹.۷.۳.۱. سال‌های ۱۹۹۰ - رقابت‌های فیلدباس (The 1990s - The Fieldbus Wars)/۷۷
- ۱۰.۷.۳.۱. سیستم‌های کنترل فیلدباس FCS (Fieldbus Control Systems)/۷۹
- ۱۱.۷.۳.۱. کنترل در فیلد (Control in the field)/۸۰
- ۱۲.۷.۳.۱. ویژگی‌های فیلدباس/۸۰
- ۱۳.۷.۳.۱. مزایای فیلدباس/۸۱
- ۱۴.۷.۳.۱. معایب فیلدباس/۸۲
- ۱۵.۷.۳.۱. سیستم کنترل هیبرید (Hybrid)/۸۳
- ۴.۱. کنترل صنعتی مبتنی بر PC (PC Based Industrial Control)/۸۳
- ۱.۴.۱. موارد کاربرد/۸۵
- ۲.۴.۱. مزایای کنترل مبتنی بر کامپیوتر شخصی (Benefits of computer-based control)/۸۶
- ۳.۴.۱. معماری نرم‌افزار (Software Architecture)/۸۸
- ۴.۴.۱. روند بازار (Market trends)/۸۸
- ۵.۴.۱. سناریوهای کنترل اتوماسیون مبتنی بر کامپیوتر/۸۹
- ۱.۵.۴.۱. معماری باز PLC/۸۹
- ۲.۵.۴.۱. تشریح سناریو دوم و سوم با WinAC/۹۰
- ۳.۵.۴.۱. راه‌حل سخت‌افزاری WinAC/۹۰
- ۴.۵.۴.۱. نسخه نرم‌افزاری WinAC/۹۱
- ۵.۵.۴.۱. ارتباط با پلنت/۹۳
- ۶.۴.۱. نتیجه‌گیری/۹۳



فصل دوم

مفاهیم پایه سیستم‌های کنترل DCS (Distributed Control Systems Fundamentals)

۱.۲. مقدمه/۱۰۰

۱.۱.۲. سیستم‌های DCS نسل اول - کنترل مبتنی بر ریزپردازنده/۱۰۱

۲.۱.۲. سیستم‌های DCS نسل دوم - معماری باز/۱۰۳

۳.۱.۲. سیستم‌های DCS نسل سوم - یکپارچگی کامل با سیستم‌های فناوری اطلاعات/۱۰۵

۲.۲. هرم اتوماسیون (Automation Pyramid)/۱۰۵

۱.۲.۲. هرم اتوماسیون پلنت‌های بزرگ/۱۰۸

۳.۲. وظایف اصلی یک سیستم DCS (DCS Functions)/۱۰۹

۴.۲. معماری DCS (DCS Architecture)/۱۱۲

۱.۴.۲. سطوح معماری DCS/۱۱۲

۱.۱.۴.۲. سطح فیلد (Field Level)/۱۱۲

۲.۱.۴.۲. سطح Cell / کنترل‌کننده (Cell Level)/۱۱۴

۳.۱.۴.۲. سطح نظارت و مانیتورینگ (Supervisory Level)/۱۱۴

۴.۱.۴.۲. سطح MES/ERP (MES/ERP Level)/۱۱۵

۵.۲. سخت‌افزار DCS (DCS Hardware)/۱۱۷

۱.۵.۲. ماژول‌های کنترل‌کننده (Controller Modules)/۱۱۸

۲.۵.۲. زیرسیستم I/O (Input/Output Modules)/۱۲۰

۱.۲.۵.۲. انواع ماژول‌های I/O/۱۲۰

۲.۲.۵.۲. گذرگاه محلی I/O (Local I/O Bus)/۱۲۰

۳.۲.۵.۲. اتصال نقاط I/O به کنترل‌کننده/۱۲۱

۴.۲.۵.۲. ماژول‌های شبکه (Communication Modules)/۱۲۳

۳.۵.۲. ایستگاه‌های کاری در یک سیستم DCS/۱۲۴

۱.۳.۵.۲. سرویس‌دهنده‌های پردازش داده/۱۲۵

۲.۳.۵.۲. ایستگاه یا سیستم مهندسی (Engineering Station)/۱۲۵

۳.۳.۵.۲. سیستم تعمیر نگهداری/تشخیص و عیب‌یابی (Maintenance Station)/۱۲۶

۴.۳.۵.۲. سیستم مدیریت دارایی (Asset Management System)/۱۲۷

۴.۵.۲. مدل‌های مختلف ارتباطی در ایستگاه‌های کامپیوتری DCS/۱۲۸

- ۱.۴.۵.۲. مدل سرویس گیرنده/ سرویس دهنده (Client/Server)/۱۲۸
- ۲.۴.۵.۲. مدل منفرد (Standalone)/۱۲۹
- ۶.۲. نرم افزار سیستم DCS (DCS Software)/۱۳۰
- ۱.۶.۲. نرم افزار مهندسی کنترل (Control Configuration Software)/۱۳۱
- ۱.۱.۶.۲. ابزار پیکربندی سخت افزار (Hardware Configuration Tools)/۱۳۲
- ۲.۱.۶.۲. ابزار پیکربندی شبکه (Network Configuration Tools)/۱۳۲
- ۳.۱.۶.۲. ویرایشگر زبان های برنامه نویسی (Programming Languages Editor)/۱۳۲
- ۲.۶.۲. سیستم مانیتورینگ (HMI/SCADA System)/۱۴۱
- ۱.۲.۶.۲. اجزای سخت افزاری سیستم مانیتورینگ/۱۴۲
- ۲.۲.۶.۲. اجزای نرم افزاری سیستم مانیتورینگ/۱۴۳
- ۳.۶.۲. پایگاه داده در سیستم های DCS/۱۵۱
- ۱.۳.۶.۲. پایگاه داده مرکزی (Central Database)/۱۵۳
- ۲.۳.۶.۲. پایگاه داده توزیع شده (Distributed Database)/۱۵۵
- ۷.۲. سیستم ارتباطی / شبکه DCS/۱۵۶
- ۱.۷.۲. شبکه کنترل - شاهراه داده زمان واقعی (Real-Time Data Highway)/۱۵۷
- ۱.۱.۷.۲. شبکه در سطح فیلد/۱۵۸
- ۲.۷.۲. ارتباطات بی سیم (Wireless Control System)/۱۶۱
- ۸.۲. ملاحظات سیستم کنترل DCS/۱۶۳
- ۱.۸.۲. ملاحظات سیستمی DCS (System Considerations)/۱۶۳
- ۱.۱.۸.۲. معماری (Architecture)/۱۶۳
- ۲.۱.۸.۲. پیکربندی (Configuration)/۱۶۳
- ۳.۱.۸.۲. اجتناب از نقص (Fault Avoidance)/۱۶۳
- ۴.۱.۸.۲. تحمل نقص (Fault Tolerance)/۱۶۳
- ۵.۱.۸.۲. تشخیص نقص (Fault Diagnosis)/۱۶۴
- ۶.۱.۸.۲. قابلیت اصلاح یا تغییرپذیری (Modifiability)/۱۶۴
- ۷.۱.۸.۲. ماژولار بودن (Modularity)/۱۶۴
- ۸.۱.۸.۲. قابلیت اطمینان (Reliability)/۱۶۴
- ۹.۱.۸.۲. در دسترس پذیری (Availability)/۱۶۵
- ۱۰.۱.۸.۲. تعمیرپذیری (Maintainability)/۱۶۶
- ۱۱.۱.۸.۲. تمامیت و یکپارچگی داده ها (Integrity)/۱۶۶

۱۲.۱.۸.۲. ارتباطات (Communication) ۱۶۶

۱۳.۱.۸.۲. سایر ملاحظات (Other Considerations) ۱۶۶

۲.۸.۲. ملاحظات طراحی DCS (Design Considerations) ۱۶۶

۱.۲.۸.۲. سیستم‌های قطع اضطراری (ESD) ۱۶۷

۲.۲.۸.۲. قرارگیری DCS در یک مکان امن (Secure Location) ۱۶۷

۳.۲.۸.۲. گروه‌بندی حلقه‌های کنترل (Group loops within the same functional area) ۱۶۷

۴.۲.۸.۲. حفاظت در برابر خوردگی (Corrosion Protection) ۱۶۷

۵.۲.۸.۲. آماده‌سازی سیگنال (Signal Conditioning) ۱۶۷

۶.۲.۸.۲. استفاده از فیوز (Fuses) ۱۶۷

۷.۲.۸.۲. ارتقاء سخت‌افزار و به‌روزرسانی نرم‌افزار (Upgrades or Fixes) ۱۶۷

۸.۲.۸.۲. افزونگی (Redundancy) ۱۶۸

۹.۲.۸.۲. بسط یا توسعه‌پذیری سیستم (System Extensibility) ۱۶۹

۱۰.۲.۸.۲. امنیت (Security) ۱۷۰

۱۱.۲.۸.۲. منبع تغذیه ۱۷۰

۳.۸.۲. ملاحظات نرم‌افزار (Software Considerations) ۱۷۱

۱.۳.۸.۲. واسط‌ها / ایستگاه‌های اپراتوری (Operator Interface) ۱۷۱

۲.۳.۸.۲. ایستگاه‌های کاری مهندسی (Engineering Workstations) ۱۷۲

۳.۳.۸.۲. صفحات نمایش (Displays) ۱۷۳

۹.۲. نصب DCS (Installation) ۱۷۴

۱.۹.۲. مکان‌های فیزیکی / اتاق‌های کنترل (Physical Location) ۱۷۴

۱.۱.۹.۲. طرح جانمایی تجهیزات اتاق کنترل (Control Room Layout) ۱۷۶

۲.۱.۹.۲. تهویه محیطی (Environmental Conditioning) ۱۷۸

۲.۹.۲. منبع برق (Power Source) ۱۷۹

۱.۲.۹.۲. کیفیت منبع برق ۱۷۹

۲.۲.۹.۲. زمین کردن (Grounding System) ۱۸۰

۳.۹.۲. سیم‌کشی (Wiring) ۱۸۱

۱.۳.۹.۲. کابل‌کشی و ترمینال کردن (Cabling AND Terminations) ۱۸۱

۲.۳.۹.۲. گردش سیگنال سخت‌افزاری (Hardware Flow) ۱۸۱

۳.۳.۹.۲. نوع کابل ۱۸۲

۴.۳.۹.۲. ایزولاتور و حائل (Barriers & Isolators) ۱۸۴

- ۴.۹.۲. بررسی نهایی و راهاندازی سایت (System Check-Out and Site Power-Up)/۱۸۵
- ۵.۹.۲. خدمات راهاندازی (Startup Services)/۱۸۵
- ۱.۵.۹.۲. مستندسازی سیستم (System Documentation)/۱۸۶
- ۲.۵.۹.۲. آموزش (Training)/۱۸۶
- ۳.۵.۹.۲. آزمون سیستم (DCS System Testing)/۱۸۷
- ۱۰.۲. تحمل خطا (Fault Tolerance) برای در دسترس پذیری بالا/۱۹۱
- ۱.۱۰.۲. تحمل خرابی (Fault Tolerant)/۱۹۲
- ۲.۱۰.۲. ایمن در خرابی و امن در نقص (Fail-Safe and Fail-Secure)/۱۹۲
- ۳.۱۰.۲. سیستم‌های ایمن در خرابی (Fail Safe)/۱۹۳
- ۴.۱۰.۲. تفاوت Fail-Safe و Fault-Tolerant/۱۹۴
- ۱۱.۲. افزونگی (Redundancy)/۱۹۵
- ۱.۱۱.۲. افزونگی اطلاعات (Information Redundancy)/۱۹۵
- ۲.۱۱.۲. افزونگی زمانی (Time Redundancy)/۱۹۵
- ۳.۱۱.۲. افزونگی نرم‌افزاری (Software Redundancy)/۱۹۶
- ۴.۱۱.۲. افزونگی سخت‌افزاری (Hardware Redundancy)/۱۹۶
- ۱.۴.۱۱.۲. افزونگی کنترل کننده (Controller Redundancy)/۱۹۸
- ۲.۴.۱۱.۲. آماده‌باش گرم (Hot Standby)/۱۹۹
- ۱.۴.۱۱.۲. قابلیت تعویض در حین کار (Hot Swapping)/۲۰۰
- ۲.۴.۱۱.۲. افزونگی در PLC (PLC Redundancy)/۲۰۰
- ۳.۴.۱۱.۲. افزونگی ورودی/خروجی (I/O Redundancy)/۲۰۰
- ۴.۴.۱۱.۲. روش‌های پیاده‌سازی افزونگی سخت‌افزاری (Hardware Redundancy Types)/۲۰۴
- ۱۲.۲. صنایع کاربردی سیستم‌های DCS (Industries and Utilities)/۲۰۷
- ۱.۱۲.۲. صنعت تولید برق (Electric Power)/۲۰۹
- ۲.۱۲.۲. نفت و گاز (Oil and Gas)/۲۱۰
- ۱.۲.۱۲.۲. جریان بالادست (Upstream)/۲۱۰
- ۲.۲.۱۲.۲. جریان پایین‌دست (DownStream)/۲۱۱
- ۳.۲.۱۲.۲. خطوط لوله (Pipelines)/۲۱۱
- ۴.۲.۱۲.۲. دریایی (Marine)/۲۱۱
- ۳.۱۲.۲. مواد غذایی و آشامیدنی (Food and Beverage)/۲۱۲
- ۴.۱۲.۲. داروسازی (Pharmaceuticals)/۲۱۲

- ۵.۱۲.۲. صنایع شیمیایی (Chemical)/۲۱۲
 ۶.۱۲.۲. کاغذ و خمیر کاغذ (Pulp and Paper)/۲۱۳
 ۷.۱۲.۲. معادن و فلزات (Mining and Metals)/۲۱۴
 ۸.۱۲.۲. آب و فاضلاب (Water and Wastewater)/۲۱۴
 ۹.۱۲.۲. صنعت سیمان (Cement)/۲۱۴
 ۱۳.۲. بازار جهانی سامانه‌های DCS/۲۱۴
 ۱.۱۳.۲. سامانه‌های DCS به کاررفته در صنایع داخل کشور/۲۱۸
 ۱۴.۲. جمع‌بندی/۲۲۰



فصل سوم روش‌های کلاسیک کنترل فرایند Classic Process Control Techniques

- ۱.۳. مقدمه/۲۲۲
 ۲.۳. مفاهیم پایه کنترل فرایند/۲۲۴
 ۱.۲.۳. فرایند (Process)/۲۲۴
 ۲.۲.۳. متغیرهای فرایندی (Process Variables)/۲۲۶
 ۳.۲.۳. سیستم/۲۲۷
 ۱.۳.۲.۳. دسته‌بندی سیستم‌ها/۲۲۷
 ۳.۳. کنترل فرایند (Process Control)/۲۲۸
 ۱.۳.۳. حلقه کنترل (The Control Loop)/۲۲۸
 ۱.۱.۳.۳. متغیرهای یک حلقه کنترل/۲۲۹
 ۲.۱.۳.۳. خطا (ERROR)/۲۳۰
 ۳.۱.۳.۳. آفست (Offset)/۲۳۱
 ۴.۱.۳.۳. اعوجاج یا اختلال (Disturbance)/۲۳۱
 ۴.۳. کنترل دستی و خودکار فرایند/۲۳۱
 ۱.۴.۳. کنترل دستی (Manual Control)/۲۳۱
 ۲.۴.۳. کنترل خودکار (Automatic control)/۲۳۲
 ۵.۳. راهبردهای اعمال کنترل (Control Strategies)/۲۳۳
 ۱.۵.۳. کنترل حلقه باز (Open Loop Control)/۲۳۳
 ۲.۵.۳. کنترل حلقه بسته/۲۳۴
 ۳.۵.۳. اجزاء یک حلقه بسته کنترل/۲۳۴

- ۱.۳.۵.۳. حسگر اندازه گیری/۲۳۵
- ۲.۳.۵.۳. عناصر کنترل نهایی (Final Control Element)/۲۳۵
- ۳.۳.۵.۳. کنترل کننده/۲۳۶
- ۶.۳. انواع روش های کنترل کلاسیک/۲۳۷
- ۱.۶.۳. کنترل گسسته یا دو سطحی (ON/OFF)/۲۳۷
- ۱.۱.۶.۳. مثالی از کنترل روشن/خاموش (ON/OFF)/۲۳۸
- ۲.۶.۳. کنترل چند مرحله ای/۲۳۹
- ۳.۶.۳. کنترل پیوسته (Continuous Control)/۲۳۹
- ۷.۳. کنترل تناسبی - انتگرال گیر - مشتق گیر (PID)/۲۴۰
- ۱.۷.۳. کنترل تناسبی (Proportional)/۲۴۱
- ۱.۱.۷.۳. بهره تناسبی (Gain)/۲۴۵
- ۲.۱.۷.۳. توصیف باند تناسبی/۲۴۸
- ۳.۱.۷.۳. روش های حذف آفست/۲۵۱
- ۴.۱.۷.۳. مشخصات کنترل تناسبی/۲۵۲
- ۵.۱.۷.۳. تنظیم کنترل تناسبی (Proportional Tuning)/۲۵۳
- ۱.۲.۷.۳. مشخصات کنترل انتگرال گیر/۲۵۴
- ۲.۲.۷.۳. تنظیم انتگرال گیر/۲۵۶
- ۳.۷.۳. کنترل تناسبی - انتگرال گیر (Proportional-Plus-Integral Control)/۲۵۶
- ۴.۷.۳. کنترل مشتق گیر (Derivative Control)/۲۵۸
- ۱.۴.۷.۳. مزایا و معایب کنترل مشتق گیر/۲۵۹
- ۵.۷.۳. کنترل تناسبی - مشتق گیر (Proportional-Plus-Derivative Control)/۲۶۰
- ۶.۷.۳. جمع بندی کنترل PID/۲۶۰
- ۷.۷.۳. انواع کنترل کننده PID (PID Controller Types)/۲۶۱
- ۱.۷.۷.۳. نوع موازی (Parallel Form)/۲۶۱
- ۲.۷.۷.۳. فرم سری (Series Form)/۲۶۱
- ۳.۷.۷.۳. انتخاب نوع کنترل کننده (Selecting The Type Of Controller)/۲۶۲
- ۴.۷.۷.۳. نحوه طراحی کنترل کننده PID/۲۶۳
- ۸.۳. کنترل ترتیبی (Sequential Control)/۲۶۳
- ۹.۳. انواع حلقه های کنترلی فیدبک پایه (Basic Control Loop)/۲۶۴
- ۱.۹.۳. حلقه کنترل تک متغیره (Single Control Loops)/۲۶۴

- ۱.۱.۹.۳. حلقه کنترل فشار (Pressure Control Loop)/۲۶۴
- ۲.۱.۹.۳. حلقه کنترل دما (Temperature Control Loop)/۲۶۵
- ۳.۱.۹.۳. حلقه کنترل جریان (Flow Control Loop)/۲۶۶
- ۴.۱.۹.۳. حلقه کنترل سطح (Level Control Loop)/۲۶۷
- ۵.۱.۹.۳. حلقه کنترل ترکیب (Composition Control Loop)/۲۶۹
- ۲.۹.۳. حلقه‌های کنترل چند متغیره (Multi-variable loops)/۲۷۰
- ۱۰.۳. جمع‌بندی (Conclusions)/۲۷۱



فصل چهارم

تکنیک‌های کنترل فرایند پیشرفته (APC) Advanced Process Control

- ۱.۴. مقدمه/۲۷۶
- ۲.۴. طرح نیل به روش‌های پیشرفته/۲۷۷
- ۳.۴. مزایای روش‌های کنترل فرایند پیشرفته/۲۷۹
- ۴.۴. روش‌های کنترل پیشرفته فرایند/۲۸۲
- ۱.۴.۴. کنترل پیش‌خور (Feed Forward Control)/۲۸۳
- ۲.۴.۴. کنترل آبشاری (Cascade Control)/۲۸۴
- ۱.۲.۴.۴. مثالی از حلقه کنترل آبشاری/۲۸۵
- ۳.۴.۴. کنترل نسبت (Ratio Control)/۲۸۶
- ۱.۳.۴.۴. کاربرد کنترل نسبت/۲۸۷
- ۴.۴.۴. کنترل انتخابی (Selective Control)/۲۸۸
- ۵.۴.۴. کنترل تطبیقی (Adaptive Control)/۲۸۹
- ۱.۵.۴.۴. روش جدول‌بندی بهره (Gain Scheduling)/۲۹۰
- ۶.۴.۴. کنترل مبتنی بر مدل (Model Based Control)/۲۹۲
- ۱.۶.۴.۴. مشکلات روش‌های مبتنی بر مدل/۲۹۳
- ۷.۴.۴. کنترل‌کننده پیش‌بین اسمیت (Smith Predictor)/۲۹۳
- ۱.۷.۴.۴. مثال‌های کاربردی/۲۹۵
- ۸.۴.۴. کنترل پیش‌بین مبتنی بر مدل (MPC: Model Based Predictive Control)/۲۹۵
- ۱.۸.۴.۴. مزایای MPC/۲۹۸
- ۲.۸.۴.۴. راهبرد کنترل پیش‌بین مبتنی بر مدل (MPC)/۲۹۸
- ۳.۸.۴.۴. اجزاء کنترل‌کننده‌های پیش‌بین/۲۹۹

۴.۸.۴.۴	مثال‌های کاربردی/۳۰۰
۹.۴.۴	روش کنترل تقسیم محدوده (Split-Range)/۳۰۰
۱.۹.۴.۴	مثالی از تقسیم محدوده/۳۰۱
۱۰.۴.۴	کنترل پیش‌خور پس‌فاز و پیش‌فاز (Lead-Lag-Forwarded)/۳۰۳
۱۱.۴.۴	کنترل جانشینی یا اورراید (Override Control System)/۳۰۴
۱.۱۱.۴.۴	مثالی از کنترل اورراید/۳۰۴
۱۲.۴.۴	کنترل‌کننده‌های منطق فازی (Fuzzy Logic)/۳۰۷
۱.۱۲.۴.۴	کاربرد منطق فازی/۳۰۷
۱۳.۴.۴	کنترل مقاوم (Robust Control)/۳۰۸
۵.۴	کنترل چند متغیره (Multi Variable Control)/۳۰۹
۶.۴	مدل‌سازی فرایند/۳۱۰
۱.۶.۴	مدل‌سازی بر پایه مفاهیم ریاضیات و اصول بنیادی/۳۱۱
۲.۶.۴	مدل‌سازی به روش جعبه سیاه (Black Box)/۳۱۱
۳.۶.۴	مدل‌سازی کیفی/۳۱۲
۴.۶.۴	مدل‌های آماری/۳۱۲
۷.۴	موارد پرهیز از اجرای یک پروژه کنترل پیشرفته فرایند APC/۳۱۳
۱.۷.۴	انتخاب اهداف عملیاتی اشتباه (Wrong Operating Objective)/۳۱۳
۲.۷.۴	انتخاب ارزان‌ترین فناوری برای سیستم کنترل (Cheapest Technology For Control System)/۳۱۳
۳.۷.۴	فراموش کردن روش‌های کنترل کلاسیک پایه/۳۱۳
۴.۷.۴	طراحی به صورت جعبه‌های سیاه (Design black boxes)/۳۱۴
۵.۷.۴	چشم‌پوشی از اپراتور فرایند (Ignore the Process Operator)/۳۱۴
۸.۴	جمع‌بندی (Conclusions)/۳۱۴

فصل پنجم

پروتکل استاندارد ارتباطی باز مبتنی بر OLE (OPC: OLE for Process Control)

۱.۵	مقدمه/۳۲۰
۱.۱.۵	وجود یک مشکل در دهه ۹۰ میلادی/۳۲۰
۲.۱.۵	راه‌حل - ظهور پروتکل OPC/۳۲۱
۳.۱.۵	بنیاد OPC (OPC Foundation)/۳۲۳

۲.۵	اصول OLE (Object Linking and Embedding Principles) ۳۲۴
۱.۲.۵	مدل ارتباطات اشیاء در ویندوز یا COM (Component Object Model) ۳۲۵
۲.۲.۵	مفهوم اکتیو ایکس (ActiveX Concept) ۳۲۶
۱.۲.۲.۵	بسته OCX (OLE Custom Control) ۳۲۷
۳.۲.۵	پروتکل استاندارد OPC (OPC Standard Protocol) ۳۲۸
۴.۲.۵	فواید OPC (OPC Benefits) ۳۲۹
۵.۲.۵	OPC به عنوان یک HUB (OPC as a Hub) ۳۳۰
۶.۲.۵	اتصال OPC به پایگاه داده (OPC connection to databases) ۳۳۱
۷.۲.۵	لایه‌های OPC (OPC Layering) ۳۳۱
۴.۵	مشخصات فنی OPC (OPC Specifications) ۳۳۲
۱.۳.۵	OPC کلاسیک (Classic OPC) ۳۳۳
۱.۱.۳.۵	دسترسی داده (OPC Data Access) ۳۳۵
۲.۱.۳.۵	دسترسی به رویدادها و آلارم‌ها (OPC Alarm & Events) ۳۳۶
۳.۱.۳.۵	تبادل داده OPC-DX (OPC Data Exchange) ۳۳۷
۴.۱.۳.۵	دسترسی HDA برای داده‌های آرشیو (HDA for Historical Data Access) ۳۳۷
۲.۳.۵	مشخصه OPC XML-DA ۳۳۸
۴.۵	معماری OPC کلاسیک ۳۳۸
۱.۴.۵	رابط‌های ارتباطی OPC (OLE Interfaces For OPC) ۳۳۹
۲.۴.۵	ساختار سلسله‌مراتبی اشیاء OPC (Hierarchy Of Objects) ۳۴۲
۵.۵	مثالی از سیستم کنترل با قابلیت‌های OPC ۳۴۳
۶.۵	معماری یکپارچه OPC UA (OPC Unified Architecture) ۳۴۴
۱.۶.۵	مشکلات و معایب OPC کلاسیک ۳۴۵
۲.۶.۵	انگیزه‌های ایجاد OPC UA (Motivation for OPC UA) ۳۴۶
۳.۶.۵	مروری بر ویژگی‌های فنی OPC UA ۳۴۷
۴.۶.۵	سند مشخصات OPC UA (OPC Unified Architecture Specification) ۳۵۰
۷.۵	معرفی چند نرم‌افزار OPC تجاری ۳۵۲
۸.۵	جمع‌بندی (Conclusions) ۳۵۳

سیستم‌های اسکادا (SCADA) (Supervisory Control and Data Acquisition Systems)

- ۱.۶. مقدمه/۳۵۸
- ۱.۱.۶. هدف از به‌کارگیری سیستم‌های اسکادا (SCADA Systems Objectives)/۳۵۹
- ۲.۶. وظایف اسکادا (SCADA Functions)/۳۶۰
- ۱.۲.۶. اکتساب داده (Data Acquisition)/۳۶۰
- ۲.۲.۶. کنترل نظارتی (Supervisory Control)/۳۶۰
- ۳.۲.۶. تله‌متری (Telemetry)/۳۶۱
- ۳.۶. انواع سیستم اسکادا (SCADA Types)/۳۶۱
- ۴.۶. معماری سخت‌افزاری سیستم اسکادا (SCADA System Architecture)/۳۶۲
- ۱.۴.۶. سطح ۱/سطح فیلد (Field)/۳۶۲
- ۲.۴.۶. سطح ۲/سطح ارتباطات (Telecommunication)/۳۶۳
- ۳.۴.۶. سطح ۳/ایستگاه MTU/۳۶۳
- ۴.۴.۶. سطح ۴/شبکه سازمان (Level IV - Enterprise)/۳۶۴
- ۵.۶. نسل‌ها/پیکربندی‌های اسکادا (SCADA Configurations)/۳۶۴
- ۱.۵.۶. اسکادای پایه (Basic SCADA)/۳۶۴
- ۲.۵.۶. اسکادای توزیع‌شده (Distributed SCADA)/۳۶۵
- ۳.۵.۶. شبکه‌ای از اسکاداها (Networked SCADA)/۳۶۶
- ۶.۶. اجزاء اسکادا (SCADA Elements)/۳۶۷
- ۱.۶.۶. اجزاء سطح فیلد - حسگرها و عملگرها (Sensors & Actuators)/۳۶۸
- ۲.۶.۶. واحد پایانه راه دور یا RTU (Remote Terminal Unit)/۳۶۸
- ۱.۲.۶.۶. سخت‌افزار RTU (RTU Hardware Structure)/۳۶۹
- ۲.۲.۶.۶. انواع RTU (RTU Types)/۳۷۱
- ۳.۲.۶.۶. نرم‌افزار مهندسی/برنامه‌ریزی RTU (Engineering Software)/۳۷۲
- ۴.۲.۶.۶. تفاوت RTU با PLC (RTU Vs PLC)/۳۷۲
- ۳.۶.۶. واحد پایانه اصلی (Master Terminal unit)/۳۷۲
- ۱.۳.۶.۶. پردازنده ارتباطی FEP (Front End Processor)/۳۷۳
- ۲.۳.۶.۶. سرویس‌دهنده اسکادا (SCADA Server)/۳۷۴
- ۴.۶.۶. ارتباطات (Communication)/۳۷۵

- ۱.۴.۶.۶. بسترهای مخابراتی (Telecommunication Platforms)/۳۷۵
- ۲.۴.۶.۶. پروتکل‌های ارتباطی سیستم اسکادا (Protocols)/۳۷۶
- ۳.۴.۶.۶. مد انتقال (Communication Modes)/۳۷۶
- ۴.۴.۶.۶. اجزاء ارتباطی (Communication Componets)/۳۷۶
- ۷.۶. کاربردهای اسکادا (SCADA Applications)/۳۷۷
- ۱.۷.۶. تولید، توزیع و انتقال برق/۳۷۷
- ۲.۷.۶. سیستم حمل‌ونقل در مقیاس بزرگ (Mass transit)/۳۷۸
- ۳.۷.۶. کنترل ساختمان‌ها، تسهیلات و محیط پیرامون/۳۷۸
- ۴.۷.۶. ساخت قطعات (Manufacturing)/۳۷۸
- ۵.۷.۶. آب و فاضلاب (Water and Sewage)/۳۷۹
- ۶.۷.۶. سیگنال‌های ترافیک (Traffic signals)/۳۷۹
- ۸.۶. نرم‌افزار اسکادا (SCADA Software)/۳۸۰
- ۱.۸.۶. وظایف اصلی نرم‌افزار HMI/SCADA (SCADA Software Functions)/۳۸۲
- ۹.۶. تفاوت سیستم‌های DCS و اسکادا (SCADA Versus DCS)/۳۸۳
- ۱۰.۶. جمع‌بندی (Conclusions)/۳۸۵



فصل هفتم

سیستم‌های با حلقه کنترل ایمن (Safety Instrumented Systems)

- ۱.۷. مقدمه/۳۹۰
- ۱.۱.۷. تعاریف/۳۹۰
- ۲.۷. حفاظت سطح‌بندی شده (Layered Protection)/۳۹۱
- ۳.۷. سیستم‌های کنترل با حلقه ایمن (Safety Instrumented Systems)/۳۹۴
- ۱.۳.۷. توابع ایمنی SIF (Safety Instrumented Functions)/۳۹۶
- ۲.۳.۷. واسطه‌های بین DCS و ESD/SIS/۳۹۶
- ۳.۳.۷. سطوح توقف اضطراری/۳۹۷
- ۱.۳.۳.۷. قابلیت اطمینان و لاجیک ایمن در خرابی (Fail Safe Logic)/۳۹۷
- ۴.۳.۷. فلسفه طراحی (Design Philosophy)/۳۹۸
- ۵.۳.۷. ساختار سیستم‌های SIS/۳۹۸
- ۶.۳.۷. مکانیسم فعال‌سازی/۳۹۹
- ۴.۷. معماری‌های پیاده‌سازی سیستم‌های SIS/۴۰۰

- ۱.۴.۷. روش یکپارچه‌سازی با استفاده از واسط (Interfaced) ۴۰۰
- ۲.۴.۷. روش یکپارچه (Integrated) ۴۰۲
- ۳.۴.۷. روش سیستم مشترک یا ترکیبی (Combined) ۴۰۳
- ۴.۴.۷. PLC‌های ایمنی (Safety Programmable Logic Controllers) ۴۰۴
- ۱.۴.۴.۷. سیستم‌های ایمنی نسل اول (First Generation Safety Systems) ۴۰۶
- ۲.۴.۴.۷. سیستم‌های ایمنی نسل دوم (2nd Generation Safety Systems) ۴۰۷
- ۳.۴.۴.۷. سیستم‌های ایمنی نسل سوم (3rd Generation Safety Systems) ۴۰۸
- ۵.۴.۷. تفاوت PLC‌های استاندارد با PLC‌های ایمنی ۴۱۰
- ۵.۷. استانداردهای صنعتی برای سیستم‌های SIS ۴۱۱
- ۱.۵.۷. سطوح یکپارچگی ایمنی SIL (Safety Integrity Level) ۴۱۳
- ۱.۱.۵.۷. دسته‌بندی SIL در IEC61508 و IEC61511 ۴۱۵
- ۲.۱.۵.۷. نحوه استخراج نرخ SIL ۴۱۶
- ۲.۵.۷. سطوح ایمنی AK ۴۱۷
- ۱.۲.۵.۷. مقایسه AK با SIL ۴۱۸
- ۳.۵.۷. درک ریسک ۴۱۹
- ۱.۳.۵.۷. اثرات ریسک یا خطر بیش از حد ۴۲۰
- ۲.۳.۵.۷. ارزیابی ریسک ۴۲۰
- ۳.۳.۵.۷. کاهش ریسک (Risk Reduction) ۴۲۱
- ۶.۷. جمع‌بندی ۴۲۲

فصل هشتم

سامانه کنترل توزیع شده پرسیا (Persia-A) (KTC-DCS Persia-A)

- ۱.۸. مقدمه ۴۲۶
- ۲.۸. سامانه‌های DCS ارائه شده ۴۲۷
- ۳.۸. مراجع پروژه برای سیستم‌های Persia-A ۴۲۷
- ۴.۸. معماری سامانه Persia-A (Persia-A Architecture) ۴۳۰
- ۵.۸. اجزای سخت‌افزاری پایه سامانه Persia-A ۴۳۳
- ۶.۸. نرم افزار سامانه Persia-A ۴۵۵
- ۷.۸. جمع‌بندی ۴۷۵



واژه‌نامه (Glossary)

واژه‌نامه لاتین / ۴۷۹

واژه‌های اختصاری / ۴۸۹



فهرست منابع / ۴۹۴

www.ketab.ir

ما معتقدیم با توجه به شرایط کنونی کشور عزیزمان، باید اولویت کارهای پژوهشی و انتشار مقالات و کتاب‌های علمی با موضوعاتی باشد که بتواند بخشی از نیازهای جامعه ایرانی را برطرف سازد و حاصل آن در نهایت به صورت عینی در جهت کاستن از حلقه‌های زنجیرهای کهنه و قطور وابستگی به بیگانگان باشد. در حالی که متأسفانه شاهدیم، در سال‌های اخیر بسیاری از کارهای پژوهشی انجام شده و مقالات منتشر شده در مجلات و سایت‌های خارجی به هیچ عنوان در این راستا نبوده‌اند. لذا ما و مجموعه همکارانمان در نشر ایده‌نگار، هدف خود را انتشار و حمایت از آثاری قرار داده‌ایم که علاوه بر اینکه تلاشی در جهت ترویج نمودن علوم و تکنولوژی‌های نوین باشد، با قرار گرفتن در زنجیره تولید علم، پاسخگوی بخشی از نیازهای علمی جامعه صنعتی کشور باشد تا افق استقلال میهن عزیزمان را با پیشرفت‌های بنیادین علمی و صنعتی شاهد باشیم. لذا در راستای این هدف بلند با شناسایی متخصصین طراز اول کشور اقدام به انتشار آثار ارزشمندی نموده‌ایم که در حوزه خود قابل ارجاع باشند. کتاب حاضر از جمله آثاری است که در این راستا تهیه و در اختیار شما سروران گرامی قرار گرفته است. در اینجا لازم می‌دانیم از آقای مهندس اکبری مؤلف این کتاب که در دو سال کار مستمر پژوهشی توانستند این پروژه بزرگ را به خوبی پایسته‌ای به اتمام برسانند سپاسگذاری نماییم. بی‌شک اگر پشتوانه خوب علمی و تجارب بسیار گرانقدر ایشان در حوزه سیستم‌های کنترل نبود امکان تولید این اثر جامع وجود نداشت. در صورت تمایل به شرکت در دوره‌های آموزشی مهندس اکبری می‌توانید با شماره ۰۲۱ ۸۸۵۳۵۸۲۰ (آموزشگاه مینا) تماس بگیرید.

با توجه به این که از ابتدا یکی از اهداف اصلی ما در نشر ایده‌نگار این بوده است که با معرفی تولیدات فاخر ایرانی و شرکت‌های برتر در زمینه ارائه خدمات نوین صنعتی در آثار خود، ضمن آشنا نمودن متخصصین و دانشجویان عزیز با توانمندی‌های داخلی، جامعه صنعتی کشور را به استفاده هرچه بیشتر از خدمات و تولیدات ایرانی تشویق نماییم و در کنار سایر هم‌میهنان خود نقشی شایسته در راهاندازی جنبش ارج نهادن به تولید، دانش و توانمندی‌های بومی کشور ایفا نماییم و

از آنجا که شرکت کرمان تابلو با پیشینه بسیار موفق خود در زمینه سیستم‌های کنترل در حال حاضر پروژه عظیم DCS فازهای بیستم و بیست و یکم پارس جنوبی را در دست اجرا دارد لازم دیدیم که در بخش دوم این کتاب که به معرفی مهمترین سامانه‌های DCS نصب شده در ایران می‌پردازد، فصلی را نیز به سیستم Persia A تولیدی این شرکت اختصاص دهیم. در این راستا طی تماسی که با شرکت کرمان تابلو داشتیم با تشویق و حمایت جدی از جانب شخص آقای مهندس حیدری نسب بنیانگذار و مدیر عامل وقت این شرکت مواجه شدیم. متأسفانه ایشان دیگر در بین ما نیست تا نتیجه حمایت‌های خود را در به ثمر نشستن این پروژه شاهد باشد. نشر ایده‌نگار به سهم خود یک عمر تلاش بی وقفه این مرد بزرگ و کارآفرین نمونه سه دهه گذشته کشور را که مجموعه تحت سرپرستی خود را در برهه‌ای که کشور گرفتار جنگ تحمیلی و تحریم‌های مختلف بوده است به خوبی در جهت پیشرفت علمی و صنعتی کشور هدایت کرد ارج می‌نهد. روحش شاد و یادش گرامی باد.

در این جا از شرکت‌های برتر تولید کننده و ارائه‌دهنده خدمات نوین علمی و صنعتی دعوت می‌نماییم تا با حمایت از انتشار چنین آثاری ضمن معرفی برند خود به جامعه صنعتی کشور و سازمان‌های دولتی، بدین وسیله بازار خود را نیز در رقابت با تولیدات خارجی به شکل پایداری توسعه دهند. همچنین مدیران سازمان‌های مختلف می‌توانند با حمایت از این گونه آثار نیازهای آموزشی مجموعه تحت سرپرستی خود را به شکل مناسبی تامین نمایند. نشر ایده‌نگار دست تمامی این عزیزان را برای همکاری می‌فشارد. مزید امتنان خواهد بود شما خوانندگان و سروران گرامی ضمن پیگیری اخبار مربوط به کتاب‌های نشر ایده‌نگار در پایگاه اینترنتی انتشارات به آدرس www.iNegar.ir، با نقد این آثار و ارائه نظرات و پیشنهادات خود ما را در ارتقای کیفیت آثار یاری نمایید و موجب بهبود کیفیت علمی آثار نویسندگان شوید. همچنین در صورت تمایل می‌توانید کتابها و نرم‌افزارهای فنی و مهندسی را از طریق فروشگاه ایده‌نگار به آدرس www.Shop.iNegar.ir سفارش دهید و توسط پیکر و یا پست در محل مورد نظر خود تحویل بگیرید. این فروشگاه دارای نماد اعتماد الکترونیکی می‌باشد و در صورت خرید بیشتر از میزان تعریف شده، ارسال محصولات رایگان خواهد بود.

در پایان از تک تک عزیزانی که در شرکت مهندسان برنامه‌ریز و نوآور آرین (مینا) و نشر ایده‌نگار در آماده‌سازی و چاپ این اثر نقش داشته‌اند کمال تشکر و سپاس را داریم. به امید سربلندی ایران و همه ایرانیان

هادی غربی - سعید غربی
نشر ایده‌نگار

