

Hệ thống điều khiển phân tán

Chương 4: Kiến trúc DCS

Chương 4: Kiến trúc DCS

- 4.1 Giới thiệu chung
 - Phạm vi ứng dụng
- 4.2 Cấu hình cơ bản của các hệ DCS
 - Giới thiệu các thành phần chính
 - Các ví dụ sản phẩm minh họa
- 4.3 Các điểm mấu chốt trong kiến trúc DCS
- 4.4 So sánh kiến trúc PLC/HIM với DCS

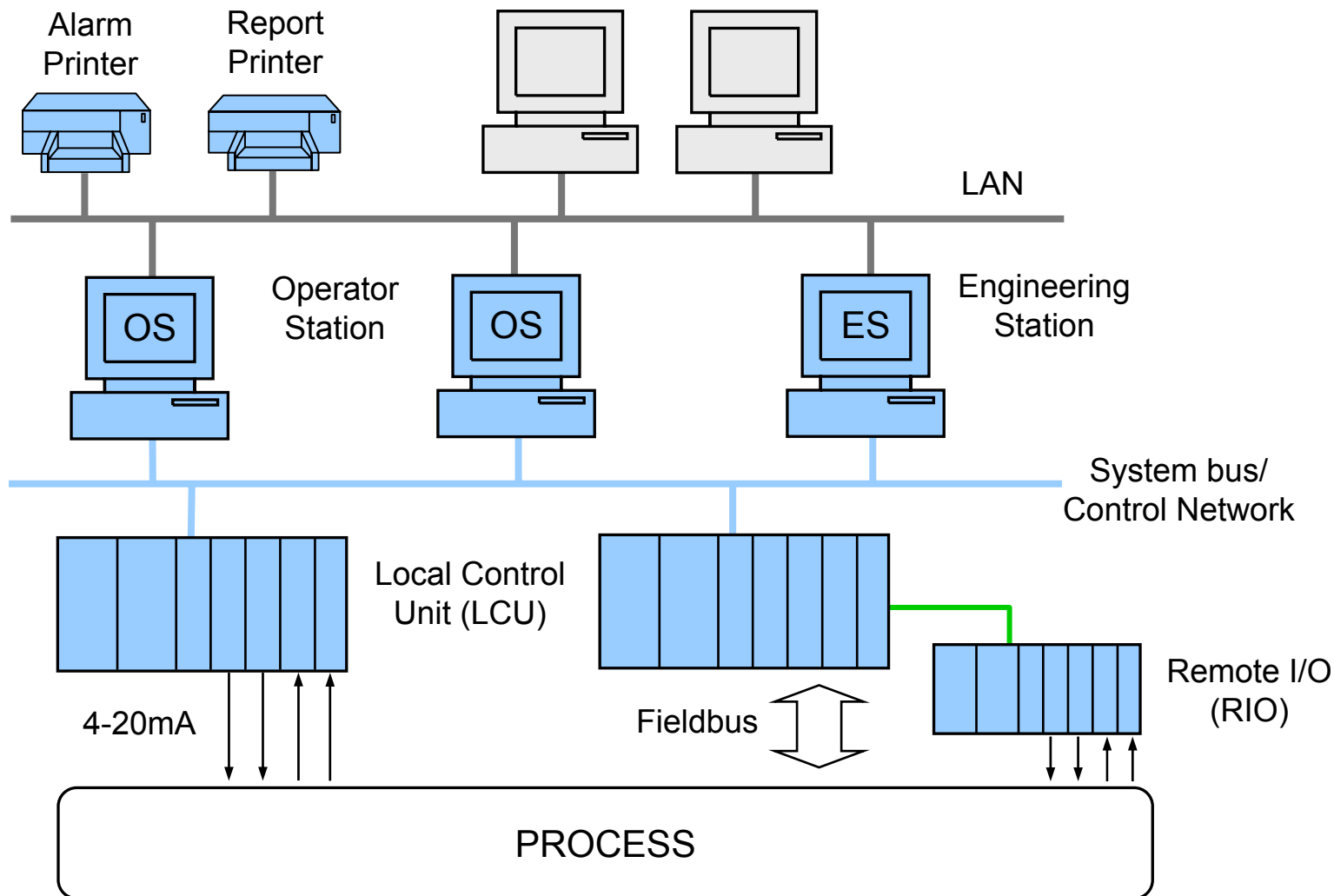
4.1 Giới thiệu chung về DCS

- DCS = Distributed Control System
 - Tiến hóa từ giải pháp DDC, phân tán chức năng điều khiển xuống nhiều bộ điều khiển nối mạng
 - Hệ điều khiển tích hợp trọn vẹn của một nhà sản xuất (tích hợp về phần cứng, phần mềm và chức năng)
- Hệ DCS đầu tiên: TDC2000 của Honeywell (1975)
- Các sản phẩm tiêu biểu:
 - ABB: Advant OCS, IndustrialIT
 - Emerson (Fisher-Rosemount): PROVOX, DeltaV
 - Honeywell: PlantScape
 - Invensys (Foxboro): I/A Series
 - Siemens: Teleperm, PCS7
 - Yokogawa: Centum CS1000/CS3000

Phạm vi ứng dụng của DCS

- Chủ yếu trong công nghiệp chế biến:
 - Hóa chất, hóa dầu, thực phẩm, mỹ phẩm, dược phẩm
 - Khai thác dầu khí, than
 - Điện năng, xi măng, giấy
 - Luyện kim, cán thép
 - ...
- Ưu điểm:
 - Tính tích hợp cao (phần mềm, phần cứng, giao tiếp, chức năng điều khiển và giám sát)
 - Phát triển ứng dụng trực quan, linh hoạt, đơn giản, gần gũi với công nghệ
 - Độ tin cậy cao nhờ khả năng độc lập cảnh giới, chẩn đoán lỗi của các trạm, cấu trúc phân tán và cấu hình dự phòng
- Nhược điểm:
 - Giá thành hệ thống tương đối cao
 - Nhiều hệ thống thể hiện tính đóng kín

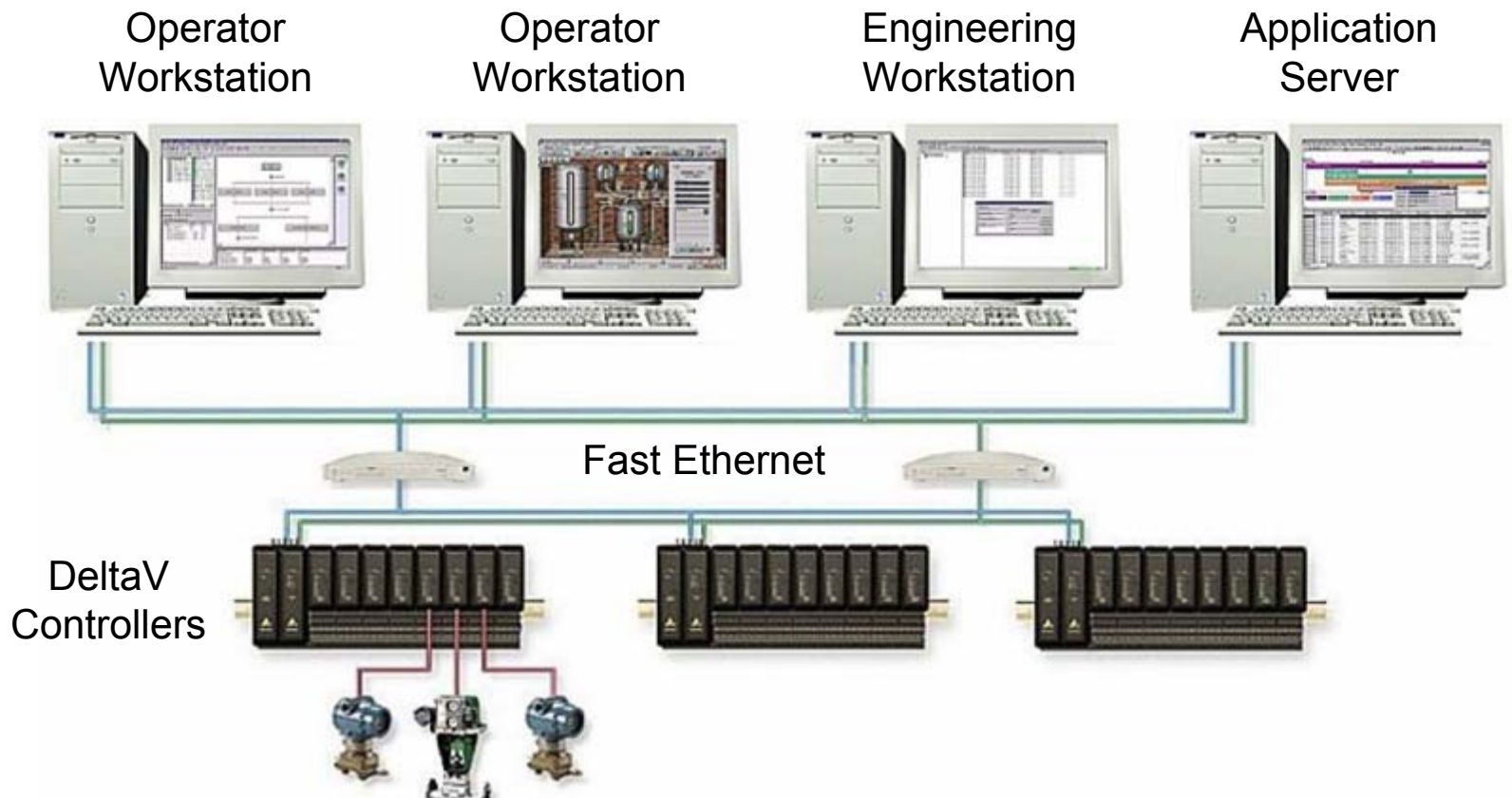
4.2 Cấu hình cơ bản một hệ DCS



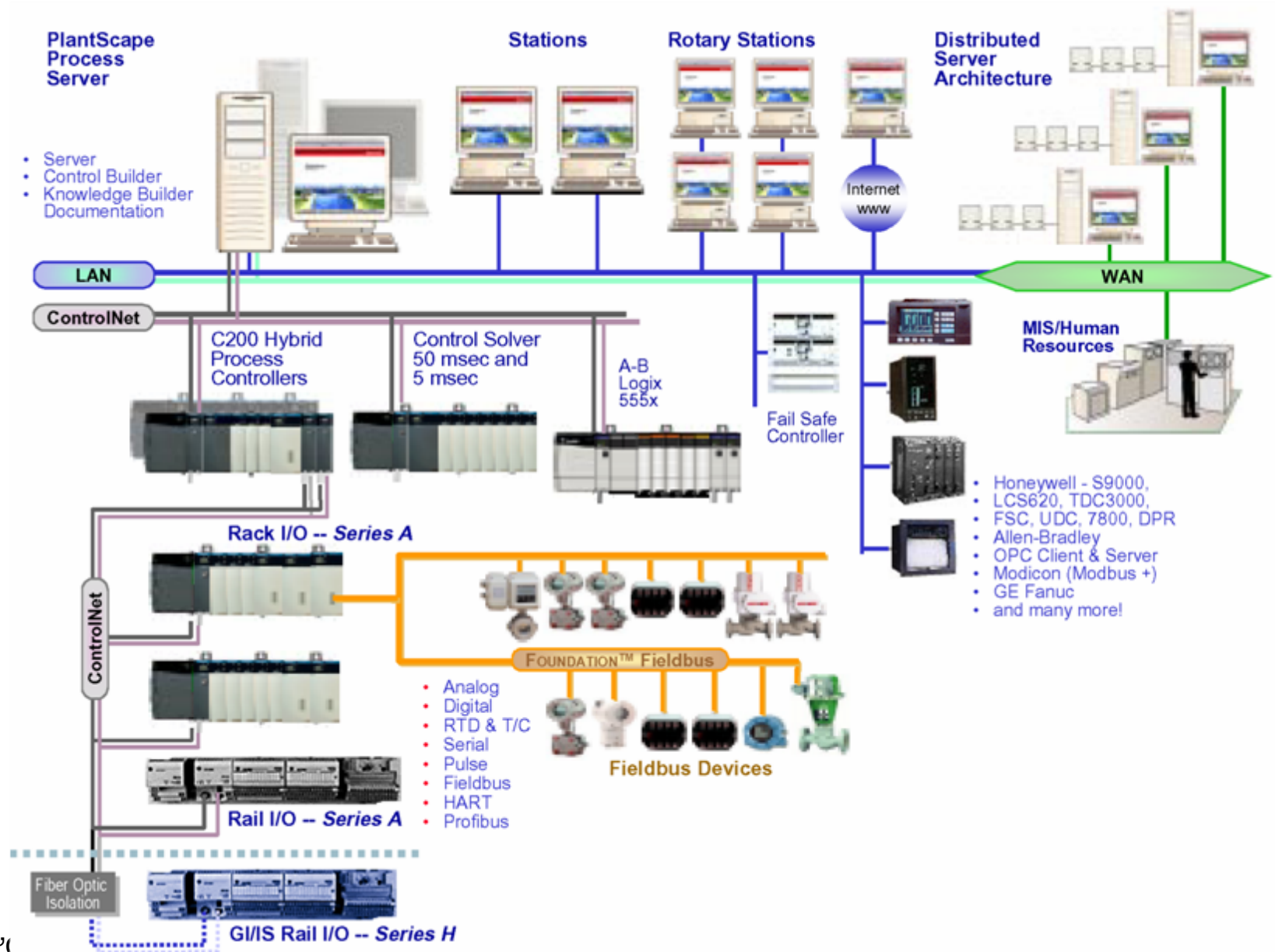
Các thành phần chính

- Khối điều khiển cục bộ (LCU), bộ điều khiển: Chức năng điều khiển cơ sở và giám sát (chủ yếu cho các biến tương tự), có thể cả điều khiển cao cấp
- Vào/ra từ xa (RIO), vào/ra phân tán
- Trạm vận hành: Chức năng giao diện vận hành & giám sát, quản lý dữ liệu
- Trạm kỹ thuật: Phát triển phần mềm, cấu hình và chẩn đoán hệ thống
- Bus hệ thống (system bus, data highway), bus điều khiển
- Tùy chọn: Các loại trạm chủ, các máy tính điều khiển cao cấp, các loại bus trường, bus thiết bị (Foundation Fieldbus, DP, DeviceNet...)

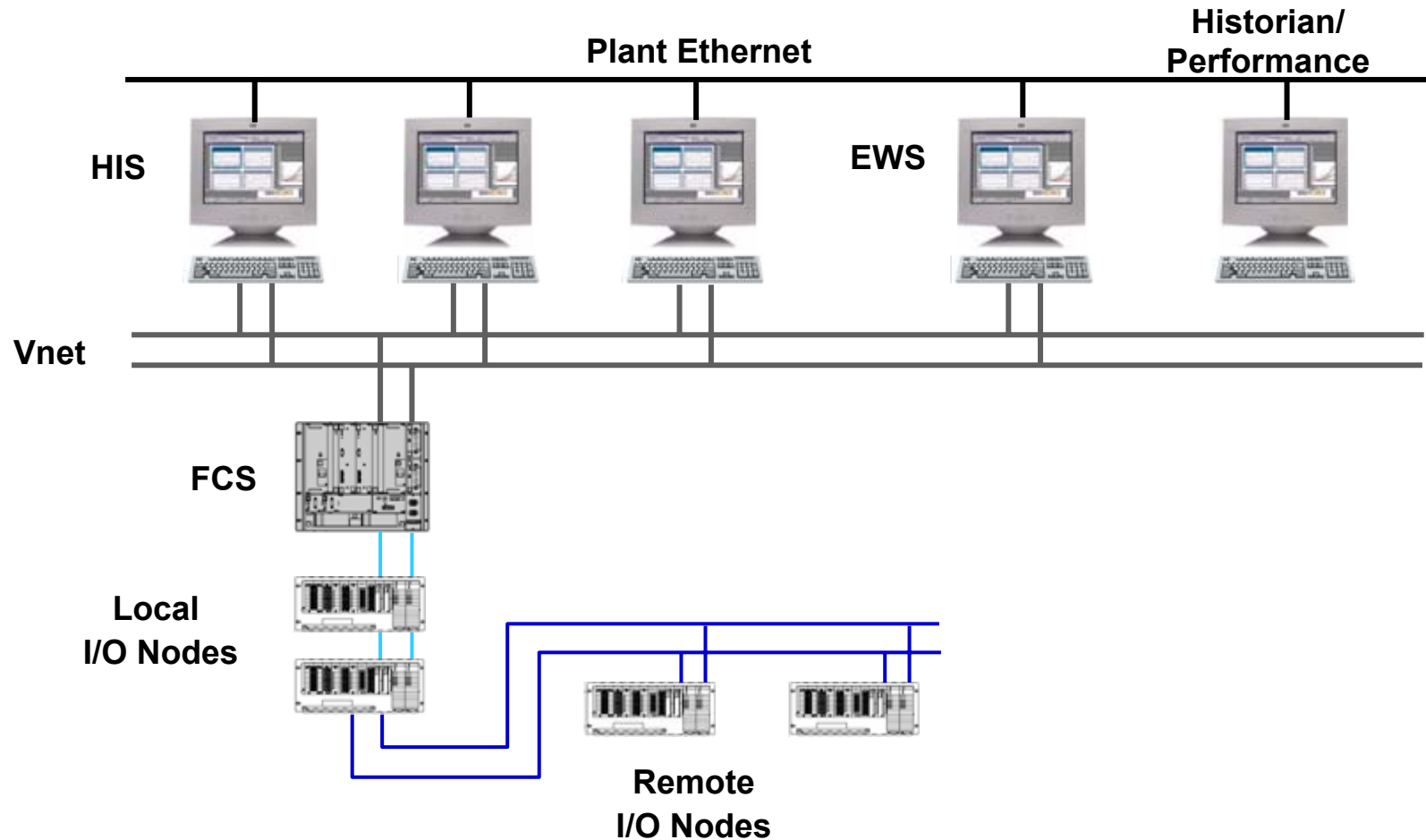
Ví dụ: DeltaV (Fisher-Rosermount)



Ví dụ: PlantScape (Honeywell)

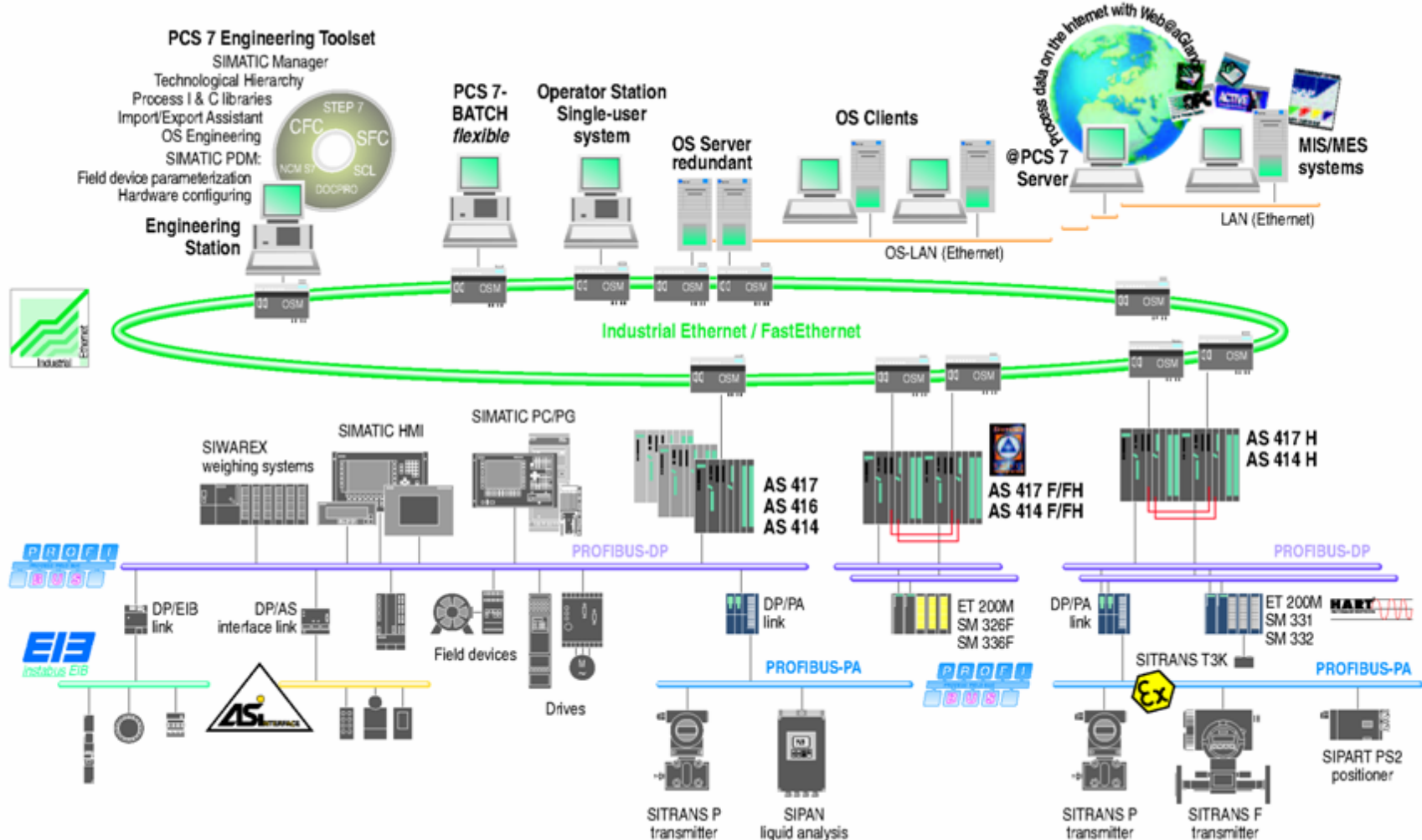


Ví dụ: Centum CS3000 (Yokogawa)

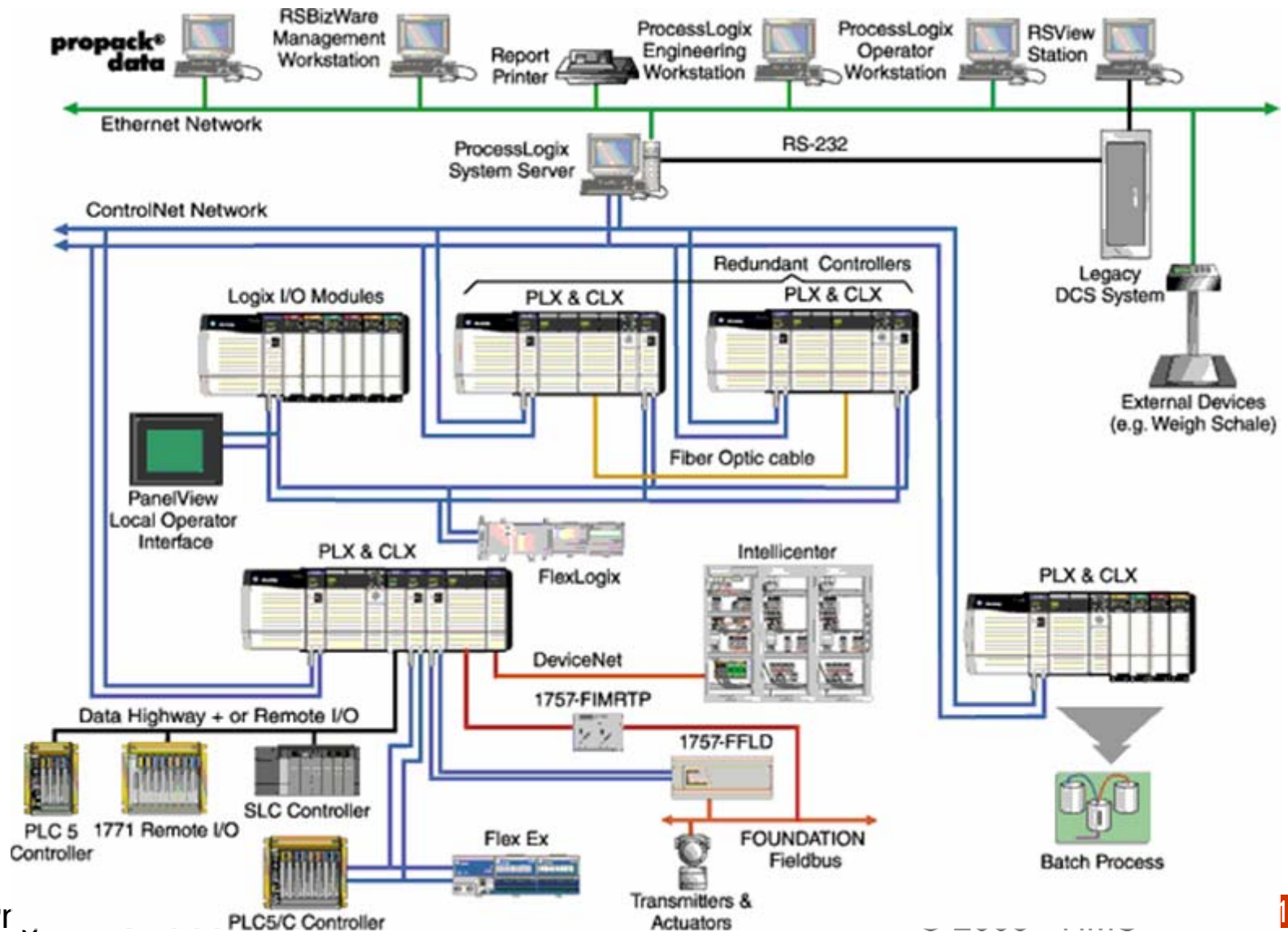


HIS: Human Interface Station
EWS: Engineering Workstation

Ví dụ: PCS7 (Siemens)

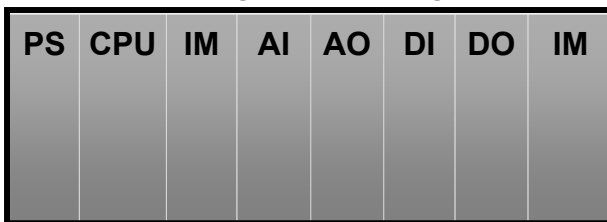


Ví dụ: ProcessLogix (Allen-Bradley)

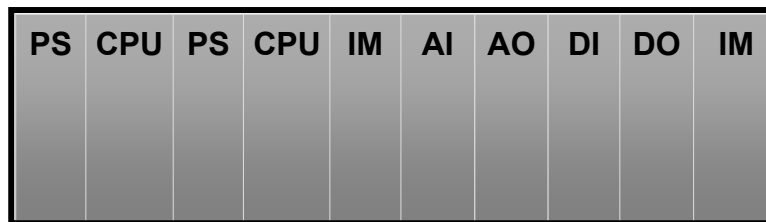


Bộ điều khiển (Controller, LCU)

Không dự phòng

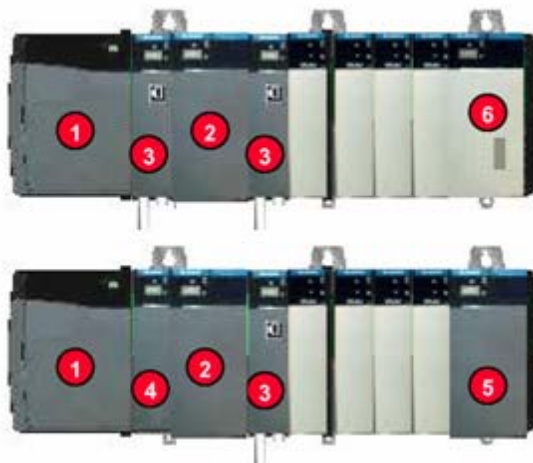


Có dự phòng



- Cấu trúc module:
 - Giá đỡ, thanh ray
 - Khối cung cấp nguồn (PS)
 - Khối xử lý trung tâm (CPU)
 - Các module vào/ra (thông thường, HART, an toàn cháy nổ)
 - Giao diện với bus hệ thống, bus điều khiển
 - Giao diện với bus trường (tùy chọn)
- Kiến trúc máy tính:
 - Máy tính đặc chủng, chỉ điều khiển liên tục-> DCS truyền thống
 - PLC -> PLC-based DCS
 - PC/IPC -> PC-based DCS
 - Các bộ điều khiển lai

DeltaV
Controller



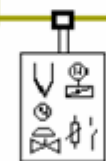
PCS 7
Controller



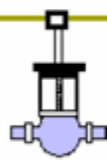
S7-400 as
central compo-
nent

ET 200M (remote station
with S7-300 I/O

PROFIBUS-DP



Actua-
tors/
sensors



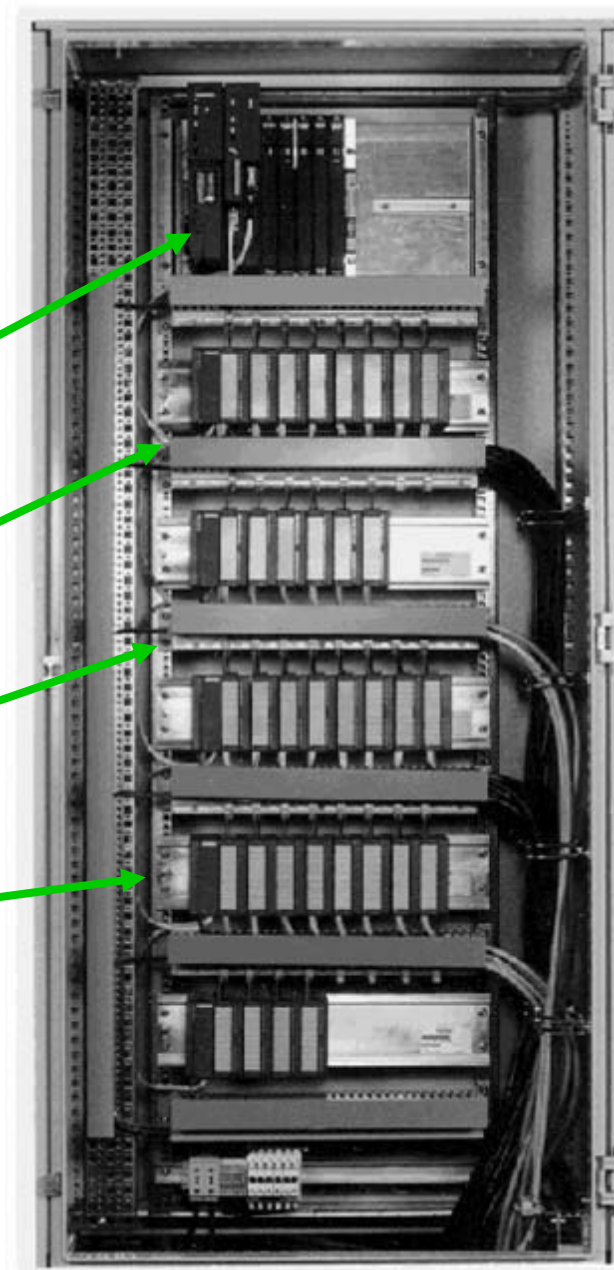
Positioners
SIPOS



Motor-pro-
tection and mo-
tor-control unit



Variable
speed
drives
SIMOVERT



Các chức năng của bộ điều khiển

- Xử lý và giám sát các giá trị vào/ra:
 - Chuyển đổi D/A, A/D, lọc nhiễu, chuyển thang
 - Giám sát ngưỡng giá trị, tạo các thông báo báo động
 - Lưu trữ tạm thời các giá trị vào/ra
 - Hạn chế tín hiệu ra, đặt các tín hiệu ra về trạng thái an toàn trong trường hợp có sự cố
- Điều khiển:
 - Điều chỉnh tự động: Điều khiển PID, điều khiển tỉ lệ, điều khiển tầng, điều khiển mờ
 - Điều khiển trình tự, điều khiển khóa liên động
 - Điều khiển cao cấp: Điều khiển MPC, điều khiển theo công thức, điều khiển thích nghi
- Tự chẩn đoán
- Xử lý truyền thông

Các tính năng quan trọng của bộ điều khiển

- Tính năng thời gian thực
 - Hiệu năng CPU, dung lượng bộ nhớ
 - Xử lý đa nhiệm, hỗ trợ của hệ điều hành TGT
 - Thời gian chuyển đổi tương tự-số
 - Chu kỳ task (tối thiểu 100ms)
- Khả năng ghép nối vào/ra
 - Các loại tín hiệu vào/ra
 - Vào/ra phân tán
 - Ghép nối thiết bị HART, ghép nối bus trường
- Lập trình thuận tiện, cho phép sử dụng các thuật toán cao cấp
 - Ngôn ngữ theo chuẩn quốc tế IEC 61131-3
 - Khả năng điều khiển lai (liên tục, trình tự và logic)
 - Thư viện khối chức năng mạnh
- Độ tin cậy và tính sẵn sàng
 - Khả năng tự chẩn đoán, tự kiểm tra và sửa lỗi
 - Cơ chế dự phòng nóng
 - Thời gian chuyển mạch khi có sự cố

Trạm vận hành (Operator Station)

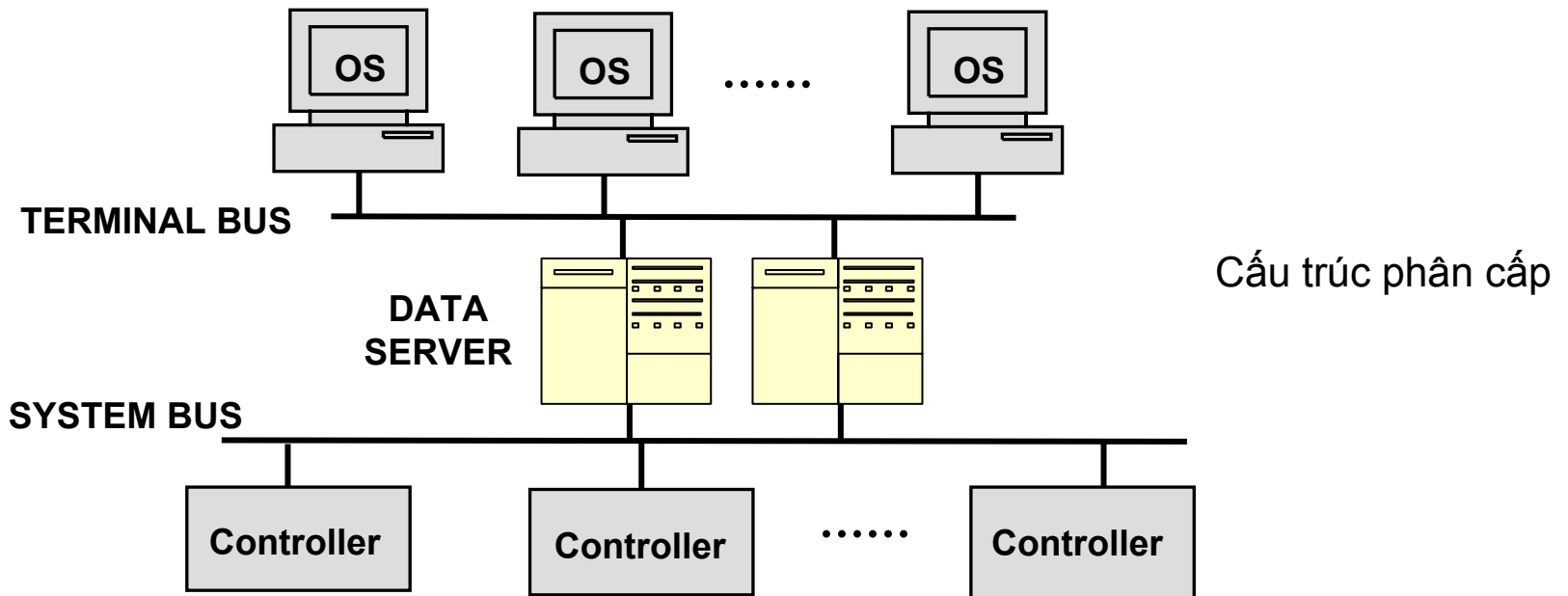
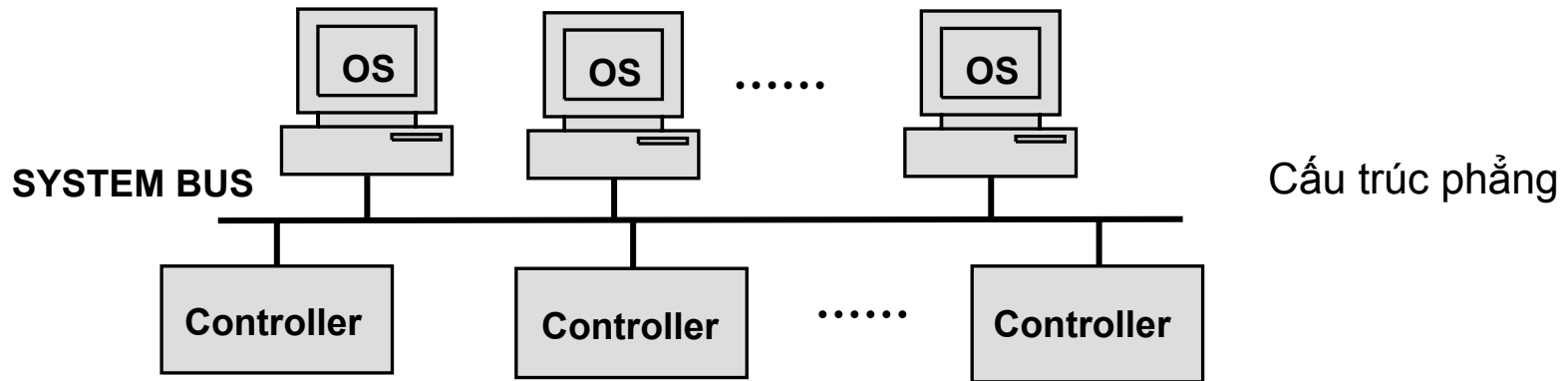


- Cấu hình tiêu biểu:
 - Máy tính trạm (Workstation) hoặc máy tính cá nhân (PC)
 - Hệ điều hành Windows NT/2000/XP hoặc UNIX, LINUX
 - Màn hình CRT 21", có thể màn hình kép

Các chức năng của trạm vận hành

- **Hiện thị:**
 - Các hình ảnh chuẩn: hình ảnh tổng quan, hình ảnh nhóm, hình ảnh từng mạch vòng, hình ảnh điều khiển trình tự
 - Các hình ảnh đồ họa tự do: lưu đồ công nghệ, các phím điều khiển
 - Các đồ thị thời gian thực và đồ thị quá khứ
- **Hỗ trợ vận hành:**
 - Các công cụ thao tác tiêu biểu, xử lý mệnh lệnh
 - Hệ thống hướng dẫn chỉ đạo
 - Hướng dẫn trợ giúp
 - Bảo trì hệ thống
- **Quản lý dữ liệu quá trình**
 - Xử lý, lưu trữ
 - Phục vụ truy vấn
- **Xử lý các sự kiện, sự cố**
 - Gửi thông báo, yêu cầu xác nhận
 - Bảng hiện thị tóm tắt, bảng hiện thị chi tiết
- **Hỗ trợ lập báo cáo tự động**

Cấu trúc bố trí các trạm vận hành



Trạm kỹ thuật (Engineering Station)

- Cấu hình:
 - Máy tính cá nhân (WinNT/2000/XP) hoặc máy tính trạm (UNIX,LINUX), màn hình CRT 19"
 - Thường có thể sử dụng là trạm vận hành
 - Có cơ chế khóa kiểm soát quyền sử dụng
- Các chức năng tiêu biểu:
 - Đặt cấu hình hệ thống, lưu trữ và quản lý dữ liệu cấu hình hệ thống
 - Tham số hóa, đưa các thiết bị trường vào vận hành
 - Lập trình điều khiển (LD, FBD/CFC, SFC, C/C++/BASIC,...)
 - Thử nghiệm và gỡ rối chương trình
 - Tạo giao diện người-máy và các chức năng điều khiển giám sát khác
 - Quan sát và chẩn đoán lỗi hệ thống

Ví dụ bố trí phòng điều khiển trung tâm



Bus hệ thống

- Chức năng:
 - Nối mạng các bộ điều khiển với các trạm vận hành/trạm kỹ thuật
 - Nối mạng các bộ điều khiển với nhau (bus điều khiển)
- Đặc điểm kỹ thuật:
 - Mạng tốc độ cao (10-100MBit/s)
 - Yêu cầu tính năng thời gian thực, đặc biệt với bus điều khiển
 - Độ tin cậy cao, thường có dự phòng 1-1
- Các loại mạng công nghiệp thường được sử dụng:
 - Ethernet và Industrial Ethernet (sử dụng Switches/Hub)
 - Profibus-FMS
 - ControlNet
 - Data Highway
 - Mạng đặc chủng của riêng hãng sản xuất

Bus trường

- Chức năng:
 - Ghép nối trạm điều khiển với các trạm vào/ra phân tán
 - Ghép nối trạm điều khiển trực tiếp với các thiết bị trường thông minh
- Đặc điểm kỹ thuật:
 - Mạng tốc độ thấp hoặc vừa phải ($< 10\text{Mbit/s}$)
 - Yêu cầu tính năng thời gian thực cao
 - Độ tin cậy cao, đặc biệt trong môi trường dễ cháy nổ
- Các loại bus thường được sử dụng:
 - Profibus-DP, Profibus-PA
 - Foundation Fieldbus H1
 - Controlnet
 - DeviceNet
 - Mạng đặc chủng của riêng hãng sản xuất, sử dụng RS-485

4.3 Các điểm mấu chốt của kiến trúc DCS

- Tích hợp toàn diện về phần cứng: Bộ điều khiển, I/O, ES, OS
- Tích hợp toàn diện về phần mềm
 - Các phần mềm chạy
 - Môi trường phát triển tích hợp (IDE), xuyên suốt
 - Cơ sở dữ liệu cấu hình chung
 - Cơ sở dữ liệu quá trình chung
- Tích hợp toàn diện về truyền thông
 - Cơ sở hạ tầng truyền thông
 - Giao tiếp ngầm (không cần cấu hình, lập trình riêng)
- Tích hợp toàn diện về chức năng
 - Điều khiển cơ sở, điều khiển cao cấp
 - Vận hành & giám sát,...

Kiến trúc DCS "truyền thống"

- Kiến trúc "đóng kín"
 - Hỗ trợ ít các chuẩn công nghiệp
 - Phương pháp lập trình riêng
 - Khó tích hợp sản phẩm hãng thứ 3 (phần cứng, phần mềm)
- Bộ điều khiển:
 - Chuyên dụng, đặc chủng
 - Chỉ điều khiển các quá trình liên tục hoặc theo mẻ
- Giao diện quá trình:
 - 4-20mA, HART
 - Vào/ra tập trung hoặc từ xa, không dùng bus chuẩn hóa
- Phân tán chưa triệt để (chức năng điều khiển vẫn chỉ nằm ở các bộ điều khiển)

Kiến trúc DCS hiện đại

- Kiến trúc mở:
 - Hỗ trợ nhiều các chuẩn giao tiếp công nghiệp (COM, OPC, Ethernet, ODBC, ActiveX, MMS, XML)
 - Phương pháp lập trình theo chuẩn IEC 61131-3
 - Có thể tích hợp sản phẩm hãng thứ 3 (PLC, I/O, biến tần, MES, ERP,...)
- Bộ điều khiển:
 - Đa dạng
 - Khả năng điều khiển lai
- Giao diện quá trình:
 - 4-20mA, HART
 - Vào/ra tập trung hoặc từ xa qua bus chuẩn hóa
 - Ghép nối trực tiếp với các thiết bị bus trường
- Chức năng điều khiển: có thể đưa xuống cấp trường

4.4 So sánh DCS và PLC/HMI

- Ngày càng giống nhau về:
 - Cấu trúc phần cứng
 - Phạm vi chức năng
 - Ngôn ngữ lập trình
- Khác nhau cơ bản: mức độ tích hợp
 - DCS: Phần cứng trọn gói, môi trường phát triển tích hợp (điều khiển cơ sở, điều khiển cao cấp, HMI, ...), cơ sở dữ liệu toàn cục
 - PLC/HMI: Cấu hình phần cứng tương đối tự do, công cụ lập trình PLC và công cụ SCADA/HMI độc lập với nhau, cơ sở dữ liệu độc lập => phức tạp hơn

⇒ **DCS \neq PLC+HMI**

DCS hay PLC/HMI?

▪ Đầu tư ban đầu:	DCS	PLC/HMI
▪ Mức độ tích hợp:	DCS	PLC/HMI
▪ Công cụ phát triển:	DCS	PLC/HMI
▪ Độ tin cậy, sẵn sàng:	DCS	PLC/HMI
▪ Qui mô ứng dụng lớn:	DCS	PLC/HMI
▪ Quá trình liên tục:	DCS	PLC/HMI
▪ Quá trình rời rạc:	DCS	PLC/HMI
▪ Quá trình hỗn hợp:	DCS + PLC hoặc hệ lai	