



TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA HÀ NỘI VIỆN ĐIỆN

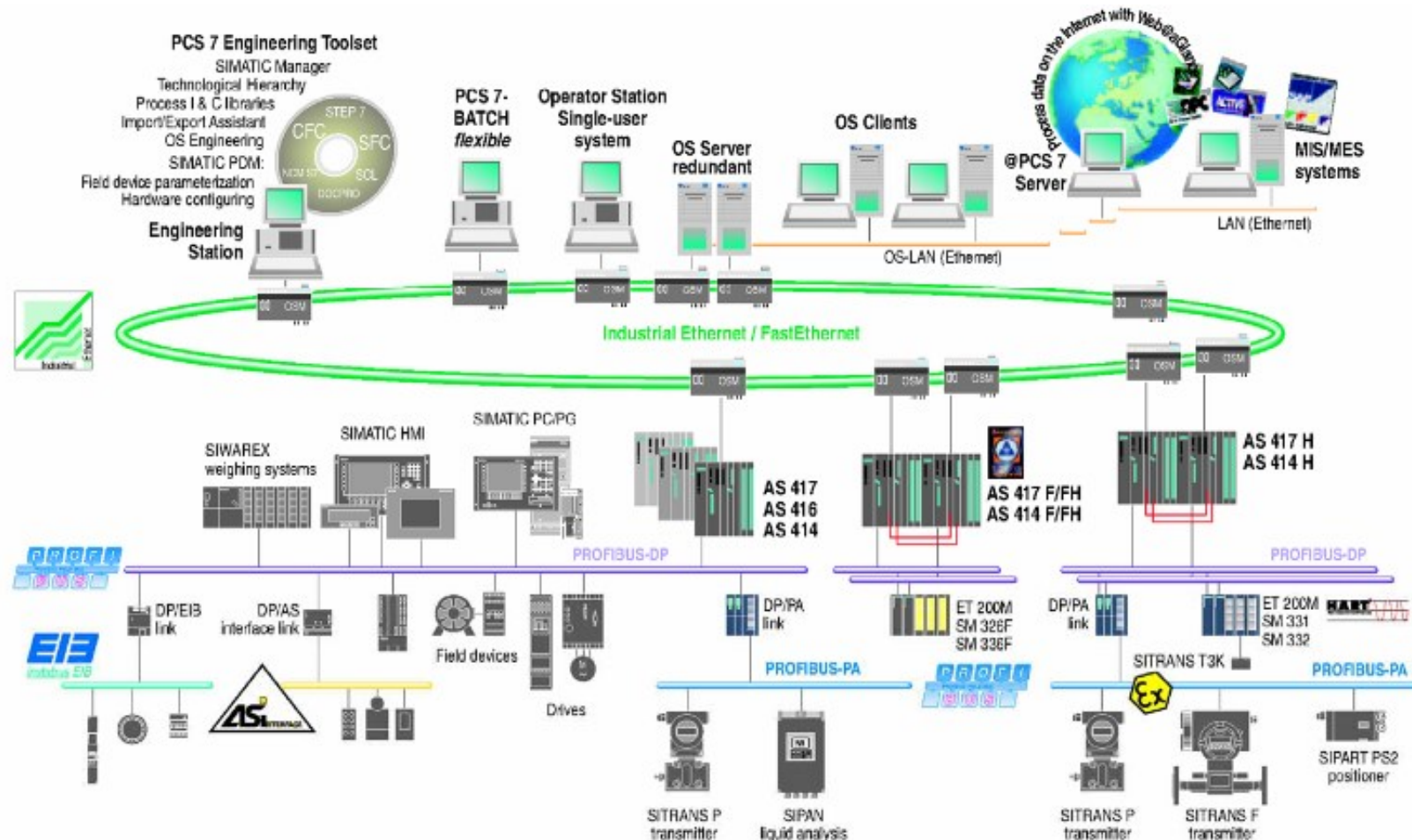
BÀI GIẢNG

HỆ THỐNG ĐO VÀ ĐIỀU KHIỂN CÔNG NGHIỆP

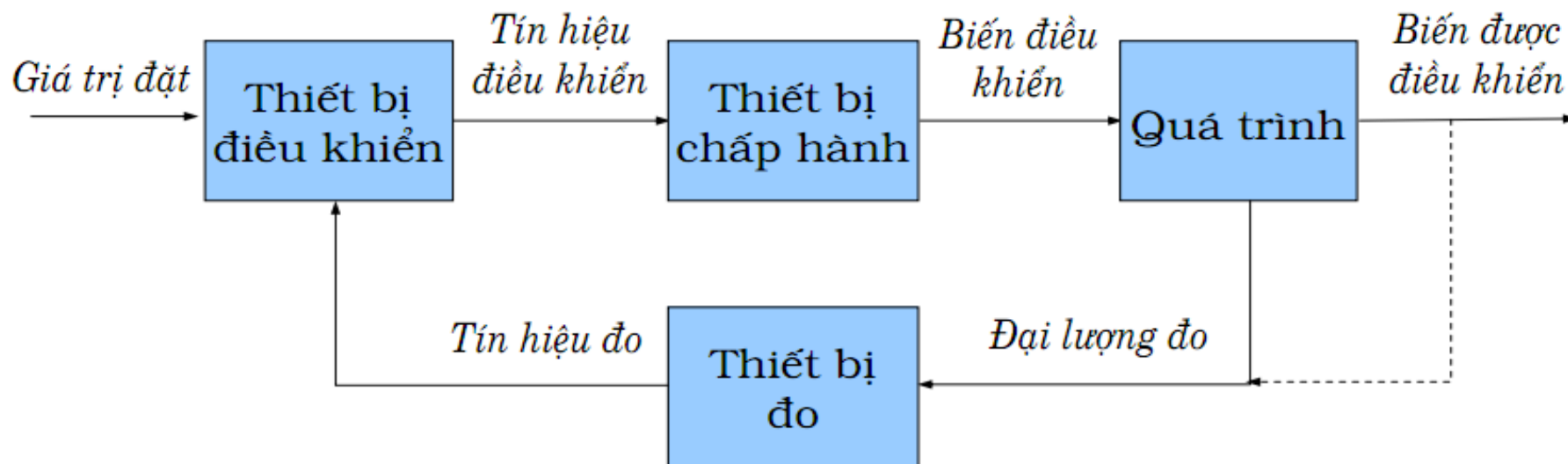
Nguyễn Thị Huệ

Bộ môn Kỹ thuật đo và Tin học công nghiệp

- ✓ Môn học để làm gì?
- ✓ Môn học này học những gì?



Sơ đồ khối một vòng điều khiển



Thuật ngữ:

Giá trị đặt

Tín hiệu điều khiển

Biến điều khiển

Biến được điều khiển

Đại lượng đo

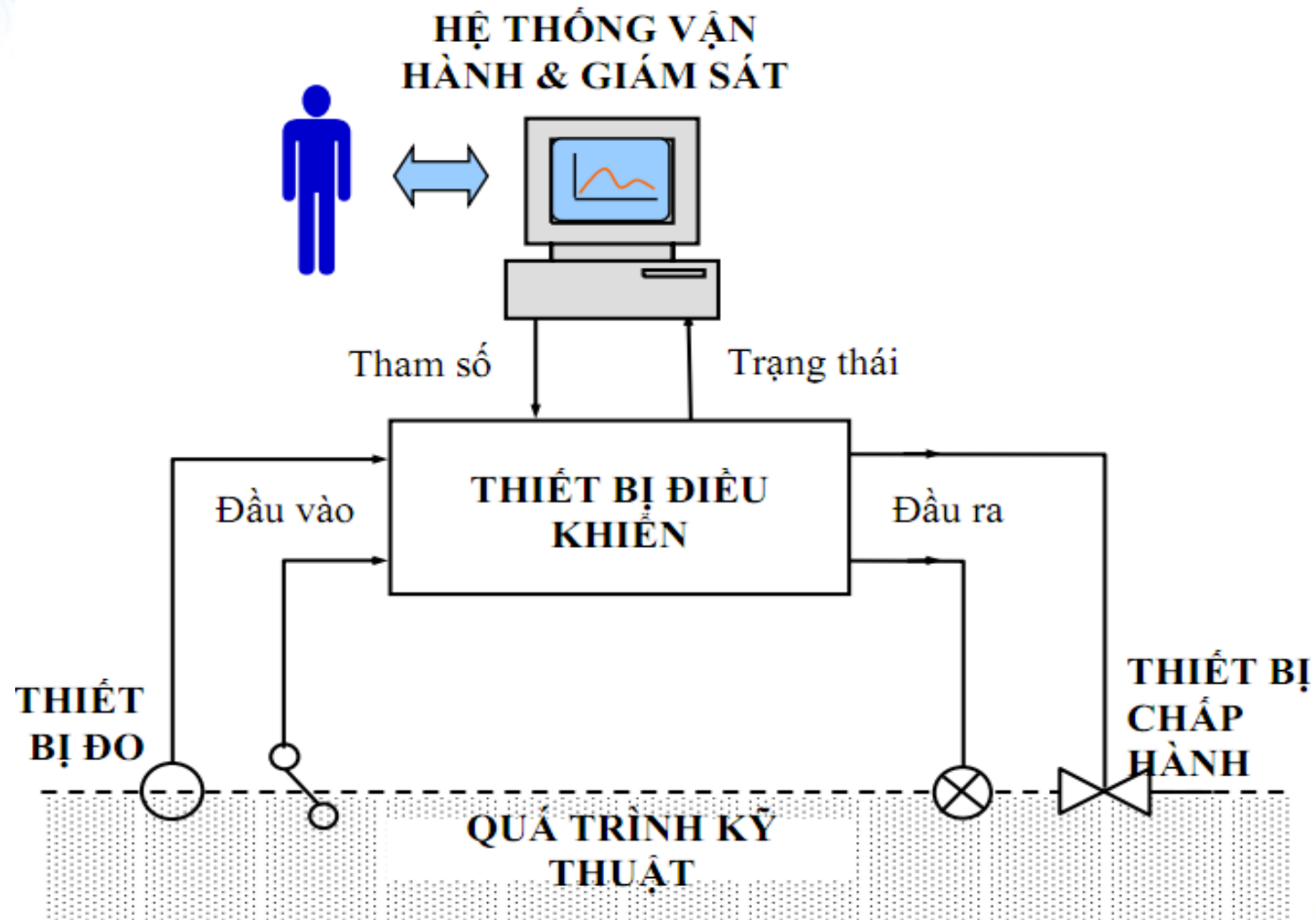
Set Point (SP), Set Value (SV)

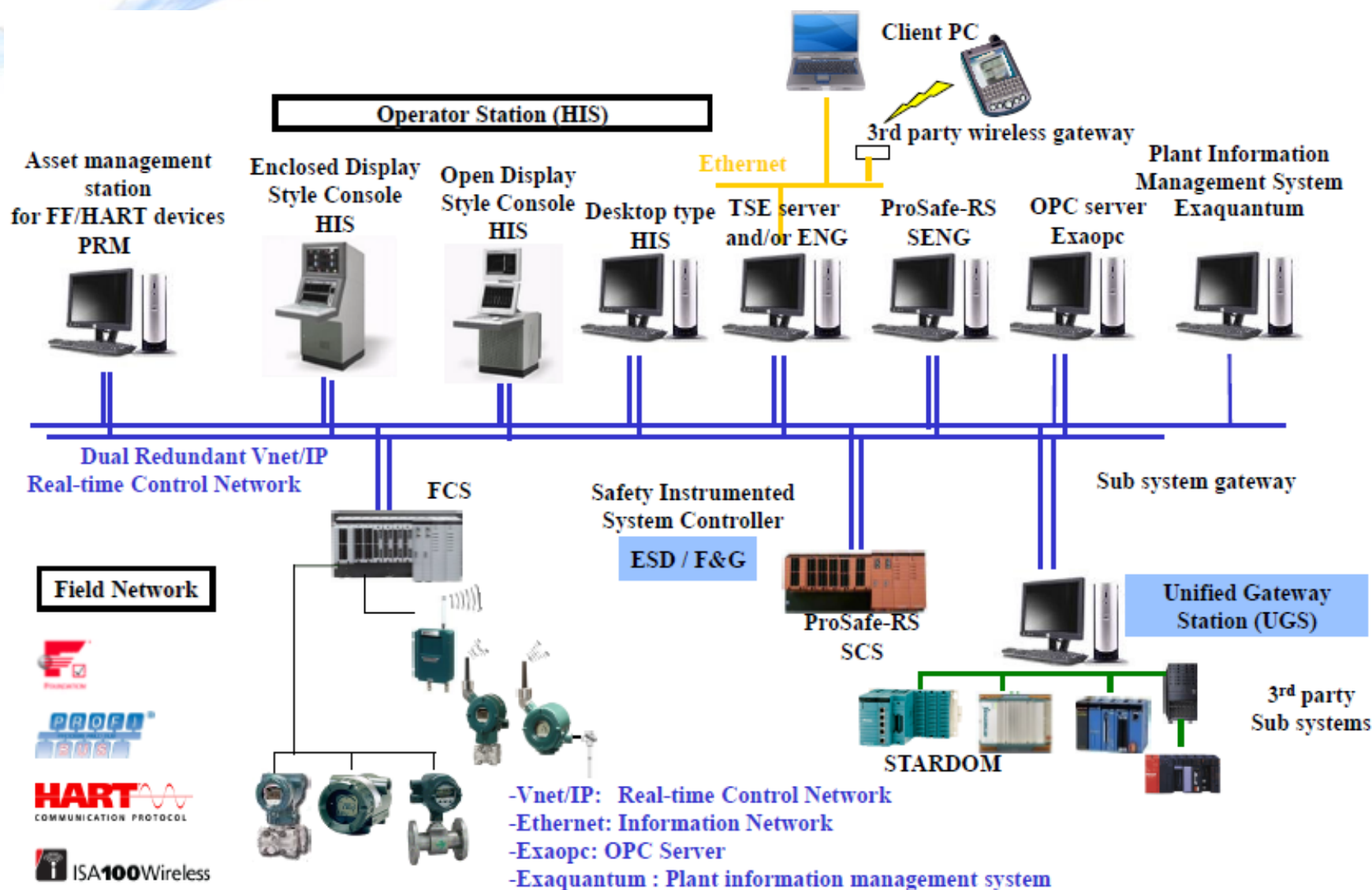
Control Signal, Controller Output (CO)

Control Variable, Manipulated Variable (MV)

Controlled Variable (CV), Process Value (PV)

Measured Variable







- Ø Mạng truyền thông công nghiệp là gì?
- Ø Tại sao phải dùng mạng truyền thông công nghiệp?
- Ø Sử dụng mạng truyền thông công nghiệp ở đâu?
- Ø Thực hiện mạng truyền thông công nghiệp?

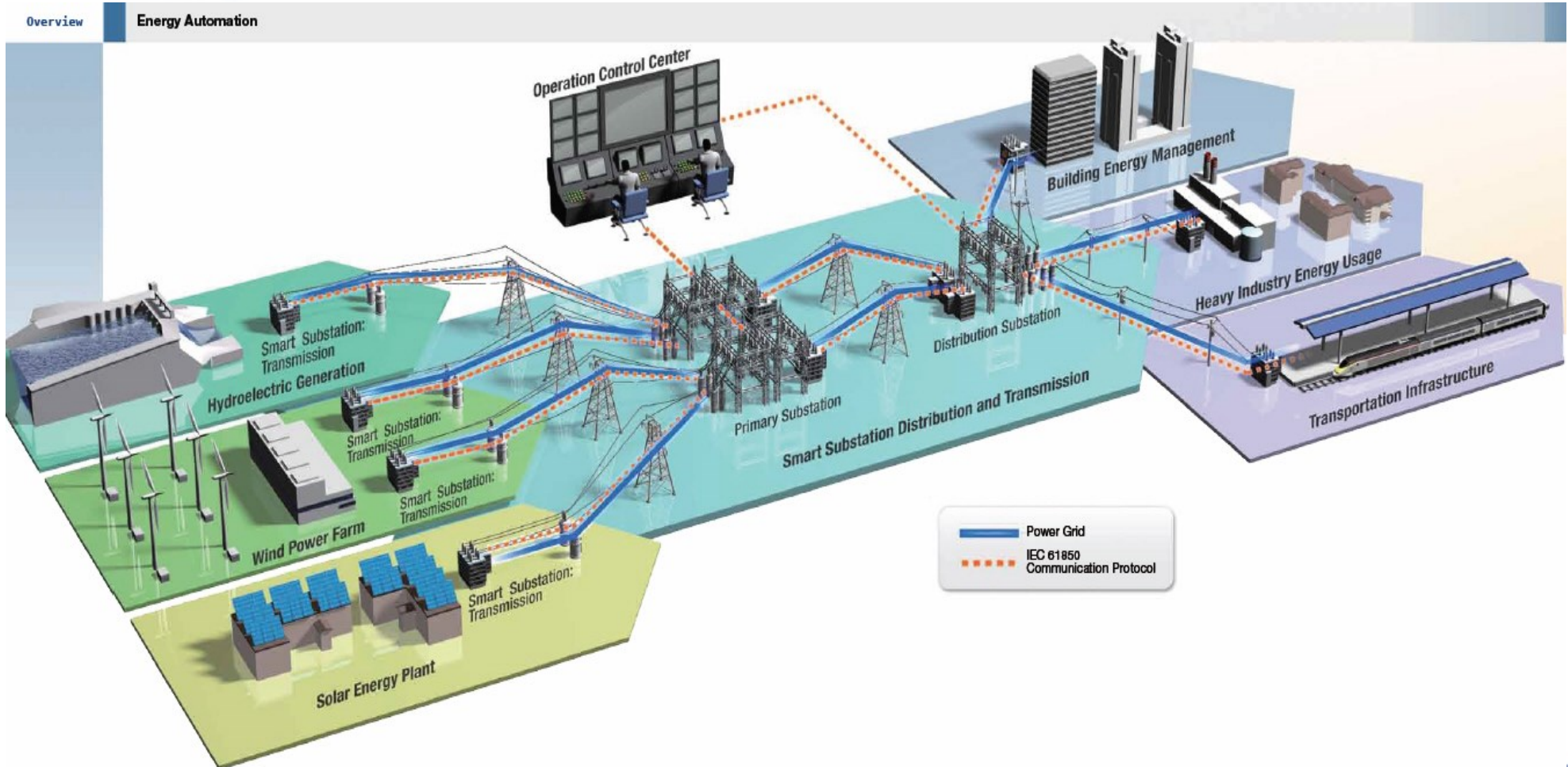


Nội dung môn học

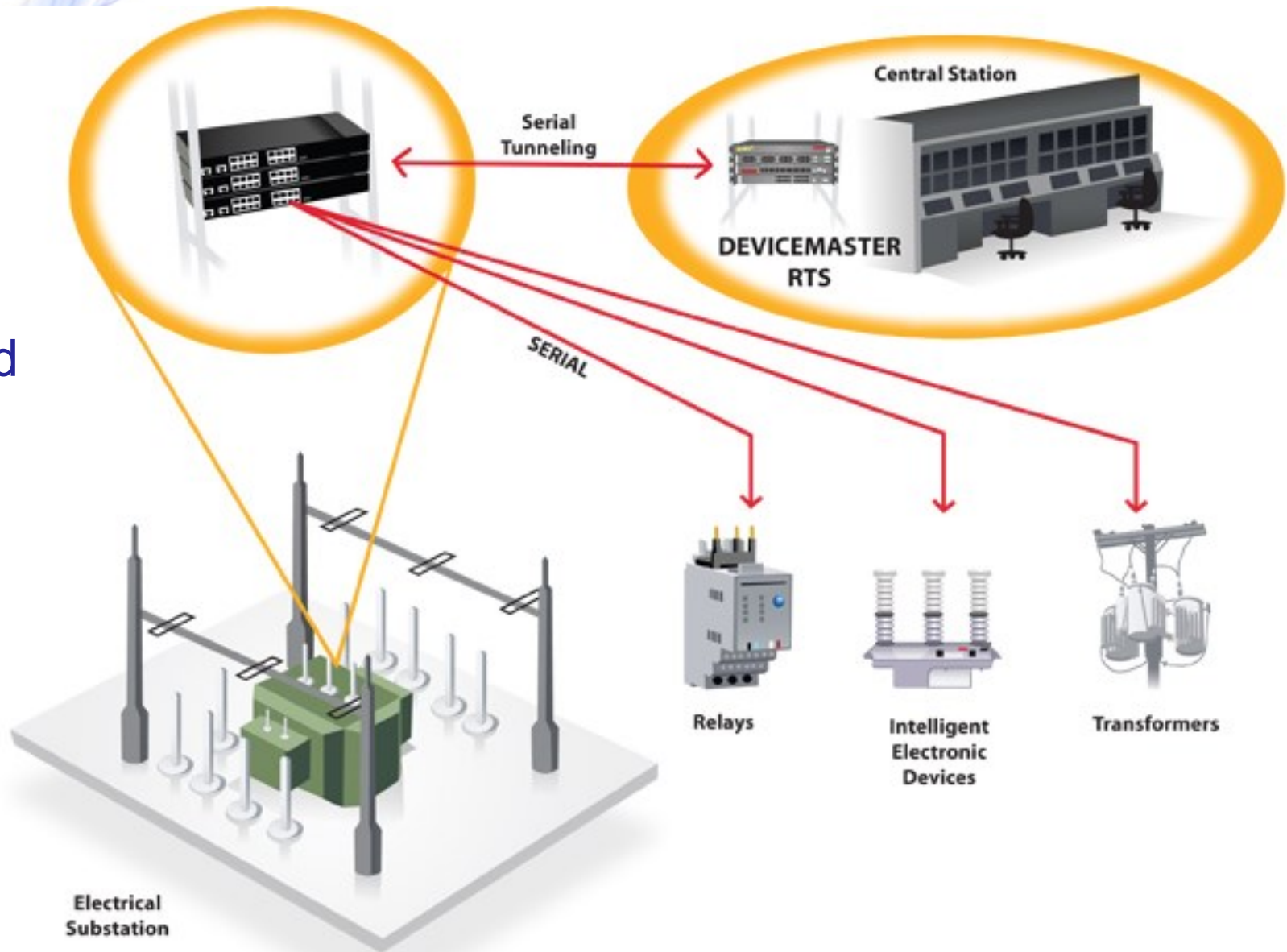
✓ Smart grip

Overview

Energy Automation



Smart Grid





NỘI DUNG MÔN HỌC

1

Giới thiệu chung và lịch sử phát triển của các hệ thống đo và điều khiển công nghiệp

2

Các thiết bị đo lường và chấp hành trong công nghiệp

3

Các bộ điều khiển khả trình

4

Các thiết bị giám sát trong công nghiệp

5

Cơ sở kỹ thuật truyền tin công nghiệp

6

Các giao thức công nghiệp tiêu biểu

7

Một số hệ thống công nghiệp thực tế



Tài liệu tham khảo

- ✓ Giáo trình “Mạng thông tin công nghiệp” Hoàng Minh Sơn, nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật
- ✓ Giáo trình “Hệ thống thông tin công nghiệp” Phạm Thượng Hàn (chủ biên) Nhà xuất bản giáo dục
- ✓ Giáo trình “Cảm biến công nghiệp”
- ✓ Bài giảng “Đo và điều khiển công nghiệp” bộ môn Kỹ thuật đo và Tin học công nghiệp.
- ✓



NỘI DUNG CHƯƠNG 1

1

Giới thiệu chung và lịch sử phát triển của các hệ thống đo và điều khiển công nghiệp

➤ *Lịch sử phát triển*

➤ *Cấu trúc tổng quan của hệ đo và điều khiển công nghiệp*



1.1 Các thể hệ đo và điều khiển

- ✓ Lịch sử phát triển của thiết bị đo và hệ thống thông tin đo lường điều khiển
 - Giai đoạn dụng cụ đo cơ điện riêng rẽ
 - Giai đoạn dụng cụ đo tự động hoá
 - Giai đoạn hệ thống thông tin đo lường điều khiển (HTTTĐLĐK) tập trung
 - Giai đoạn hệ thống đo lường & điều khiển phân tán
 - Giai đoạn các HTTTĐLĐK hiện đại, tích hợp toàn diện



1.1 Các thể hệ đo và điều khiển (2)

Giai đoạn dụng cụ đo cơ điện riêng rẽ

- ✓ Cuối thế kỷ 19 con người đã phát minh ra cơ cấu điện từ và được coi là dụng cụ đo điện đầu tiên.
- ✓ Đầu thế kỷ 20 ra đời dụng cụ đo từ điện như milivolmet, μ Ampemet, điện kế, điện kế xung kích; dụng cụ điện động (đo công suất) và dụng cụ cảm ứng (trong các công tơ đếm điện năng)
- ✓ Năm 1954 xuất hiện dụng cụ đo từ động tự ghi bằng động cơ thuận nghịch (servo motor): cầu từ động tự ghi, điện thế kế từ động tự ghi đánh dấu cho việc tự động hoá các quá trình công nghiệp.



1.1 Các thể hệ đo và điều khiển (3)

Giai đoạn dụng cụ đo tự động hoá

- ✓ Những năm 1960 đã xuất hiện các dụng cụ tự động hoá đầu tiên nhưng chỉ là các dụng cụ tự động riêng rẽ.
- ✓ Các điện thế kế tự động cho phép đo điện áp của các nhiệt ngẫu tự ghi số liệu và có đủ momen để đóng cắt các công tắc để điều khiển
- ✓ Các dụng cụ tự động biến áp vi sai cho phép đo và điều khiển áp suất, mức và lưu tốc trong công nghiệp.
- ✓ Các hệ tự động thống nhất hoá ra đời (DDZ) đo nhiệt độ, áp suất với sai số 0.5 % ; biến đổi nhiệt độ, áp suất, lưu lượng với đầu ra thống nhất hoá 0 – 5 mA và 0 – 10 mA.



1.1 Các thể hệ đo và điều khiển (4)

Giai đoạn hệ thống thông tin đo lường điều khiển (HTTTĐLĐK) tập trung

- ✓ Trong những năm 70 với sự ra đời của các IC, các máy tính mini đã được thương phẩm hoá. Tuy giá vẫn còn đắt (khoảng 500 000USD) nhưng cũng đã cho phép xử lý những bài toán điều khiển để tự động hoá toàn bộ quá trình sản xuất phức tạp. HTTTĐLĐK tập trung ra đời.
- ✓ Trong HTTTĐLĐK đại lượng đo được thống nhất hoá (4 – 20mA) và tập trung về đầu vào máy tính mini
- ✓ Trong thời kỳ này, triết lý module hoá được đặt ra rất cao và đã hình thành các hệ thống thống nhất hoá như: hệ URSAMAT của Đông Đức, hệ Solation của Anh, hệ HP và hệ IBM của Hoa Kỳ đặc biệt là hệ CAMAC là hệ điển hình module hoá của 7 nước châu Âu.



1.1 Các thể hệ đo và điều khiển (5)

Giai đoạn hệ thống đo lường & điều khiển phân tán

- ✓ Năm 1978 máy vi tính 8 bit đầu tiên ra đời mở đầu cho việc sử dụng vi xử lý và vi điều khiển 8 bit vào quá trình sản xuất.
- ✓ Hệ thống đo lường điều khiển (tự động hoá các xí nghiệp công nghiệp) được dựa trên cơ sở các PLC (Programable Logic Controller).
- ✓ Trong những năm 80 và 90 của thế kỷ 20, các hệ tự động hoá bằng PLC đã chiếm lĩnh hầu như toàn bộ phần tự động hoá quá trình sản xuất.



1.1 Lịch sử phát triển

Giai đoạn các HTTTĐLĐK hiện đại, tích hợp toàn diện

- ✓ Hệ thống đo và điều khiển trở thành hệ thống thông tin đo lường điều khiển hiện đại (Advanced Instrumentation and Control System) với 5 triết lý sau:
 - ❖ Triết lý tích hợp.
 - ❖ Triết lý về hệ thống minh (micro processor based): Một hệ dựa trên cơ sở vi tính là hệ thống minh (ID)
 - ❖ Triết lý về hệ phân bố (DCS) là quan hệ giữa phân bố và tập trung.
 - ❖ Triết lý về module hoá
 - ❖ Triết lý về hệ mở: Độc lập với người bán hàng (Independence vendor)

Đánh giá một HTTTĐLĐK được xét trên 5 triết lý trên cộng thêm là tính hiệu quả của hệ thống (dự trữ vận hành).



Triết lý tích hợp.

- ✓ Tích hợp trong mọi khâu của hệ thống. Hiện nay, trong mọi khâu của hệ thống phải tích hợp 3 yếu tố:
 - ❖ Chức năng
 - ❖ Cấu trúc
 - ❖ Thông tin
- ✓ Tích hợp với hệ thống mà nó phục vụ, nêu lên tính hiệu quả của HTTTĐLĐK, đáp ứng mọi điều kiện mà hệ sản xuất yêu cầu trong mọi tình huống trong điều kiện hoạt động
- ✓ Tích hợp toàn diện. Ý tưởng này ra đời với yêu cầu thông suốt về mọi mặt giữa quản trị kinh doanh với giám sát, quản lý thông tin và kỹ thuật của các xí nghiệp sản xuất, đảm bảo tính thông suốt về thông tin từ dưới lên và điều khiển từ trên xuống



Triết lý về ID (intelligent device)

Một phần tử có vi xử lý hay một ID đều có 4 quan hệ cơ bản:

- ✓ Quan hệ với đối tượng: Một ID có một hay nhiều đối tượng phục vụ, nó phải tích hợp với đối tượng. Liên quan trực tiếp là hệ đo lường (acquisition) và hệ thừa hành và điều chỉnh (actuator, regulator).
- ✓ Quan hệ với môi trường: ý nghĩa môi trường ở đây khá rộng, có thể là môi trường thật nhưng thường là môi trường ảo.
- ✓ Quan hệ với người: Hệ thống quan hệ với người chủ yếu là giao tiếp với người (HMI). Đó là những nội dung các dịch vụ cho người như hiển thị, trao đổi người máy, ứng dụng trí tuệ nhân tạo, v.v...
- ✓ Quan hệ với hệ thống: Đây là nội dung về trao đổi thông tin, về vấn đề tương thích, về giao thức, về ngôn ngữ, v.v...



Triết lý về hệ phân bố

Hiện nay, triết lý này tương đối rõ ràng, đó là vấn đề phân cấp quản lý. Hệ phân bố ngày nay được hiểu là khái niệm quan hệ giữa các cấp với nhau với ý tưởng:

- ✓ Thu thập thông tin càng sát đối tượng càng tốt.
- ✓ Truyền tin theo yêu cầu của cấp trên, đảm bảo thời gian thực.
- ✓ Điều khiển theo yêu cầu của cấp trên, của hệ thống.
- ✓ Đảm bảo quan hệ giữa tập trung và phân bố.
- ✓ Các thừa hành phải đơn giản, kịp thời, hiệu quả.
- ✓ Thành lập các hệ cảm biến – thừa hành (actuator – sensor) thực hiện điều khiển tại chỗ trên cơ sở vi hệ thống. Thông tin số hai chiều trên và dưới được thông suốt.(transparent)



Triết lý về modul hóa

- ✓ Triết lý này đã được đề ra và xây dựng từ thời các hệ thống điều khiển tập trung và nhiều hệ thống thống nhất hóa ra đời vào những năm 70 của thế kỷ 20.
- ✓ Tư tưởng modul hóa được mở rộng sang phần mềm trở thành các khối (block) trong phần mềm các PLC, phát triển đến các công cụ ở cấp trên, được trao đổi mua bán như các modul phần cứng.
- ✓ Lập trình hướng đối tượng, lập trình Graphic (đồ họa) cũng nằm trong xu hướng này.



Triết lý về hệ mở

- ✓ Khi phát triển các PLC, các nhà sản xuất và tích hợp hệ thống chỉ quan tâm đến thuận lợi cho người sử dụng, đặt ra các ngôn ngữ lập trình riêng thuận lợi cho các kỹ sư tự động hóa chuyển sang lập trình
- ✓ Các hệ PLC khác nhau của các công ty khác nhau không tương thích với nhau. Vì thế, việc sửa chữa, bảo dưỡng, phát triển phụ thuộc vào nhà sản xuất. Người sử dụng có yêu cầu về độc lập với nhà cung cấp. Yêu cầu về hệ mở bắt đầu do yêu cầu của người sử dụng và trở thành một tiêu chí của hệ thống.
- ✓ Trong thập niên 90 và đầu năm 2000 rộ lên trào lưu nghiên cứu hệ mở.

Lịch sử phát triển của truyền thông công nghiệp

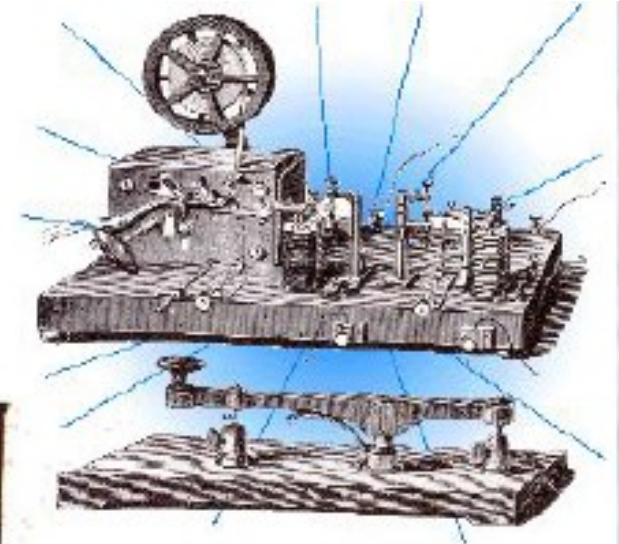
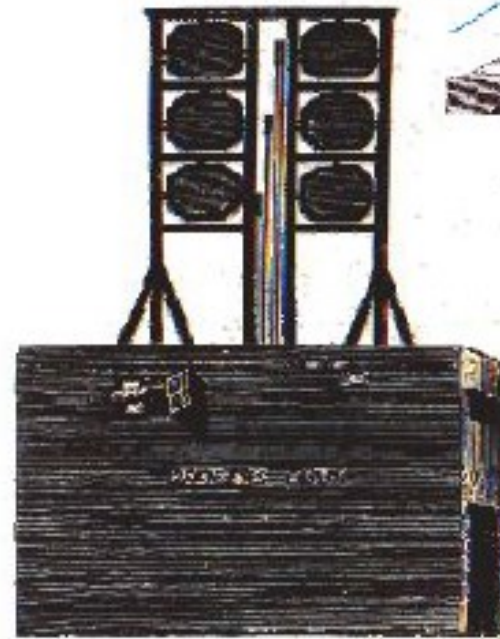
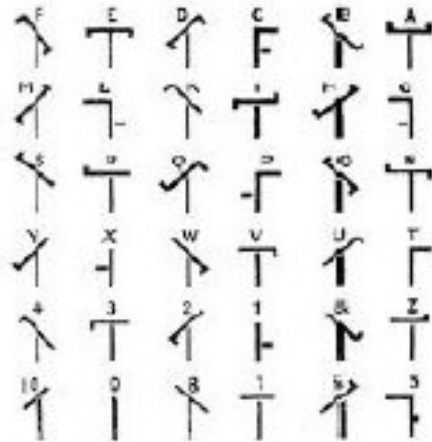
- Thời kỳ sơ khai.
 - Bằng tiếng nói.
 - Bằng chữ viết.
 - Bằng âm thanh (trống, tù và)
 - Bằng tín hiệu ánh sáng (lửa, khói, cờ hiệu ...)

'Speaking'



Lịch sử phát triển của truyền thông công nghiệp

- Phát minh ra điện tín.
 - Điện tín quang (1790 bởi Claude Chopa)
 - Điện tín điện (1854 bởi Morse).
 - Điện tín vô tuyến (1906).



Lịch sử phát triển của truyền thông công nghiệp

- Sử dụng sóng vô tuyến.
 - Phát minh ra radio.
 - Phát minh truyền hình.
 - Dùng vệ tinh phủ sóng toàn cầu.
 - Mạng điện thoại di động.





Lịch sử phát triển của truyền thông công nghiệp

Tình hình thế kỷ 21.

- Từ những năm 1990 đã có sự bùng nổ về truyền thông.
- Truyền thông phát triển đa dạng.
- Truyền thông giữa các máy tính
- Thông tin trong các nhà máy sản xuất.
 - » Điều khiển ở khoảng cách đối với máy công cụ.
 - » Điều hành tự động sản xuất

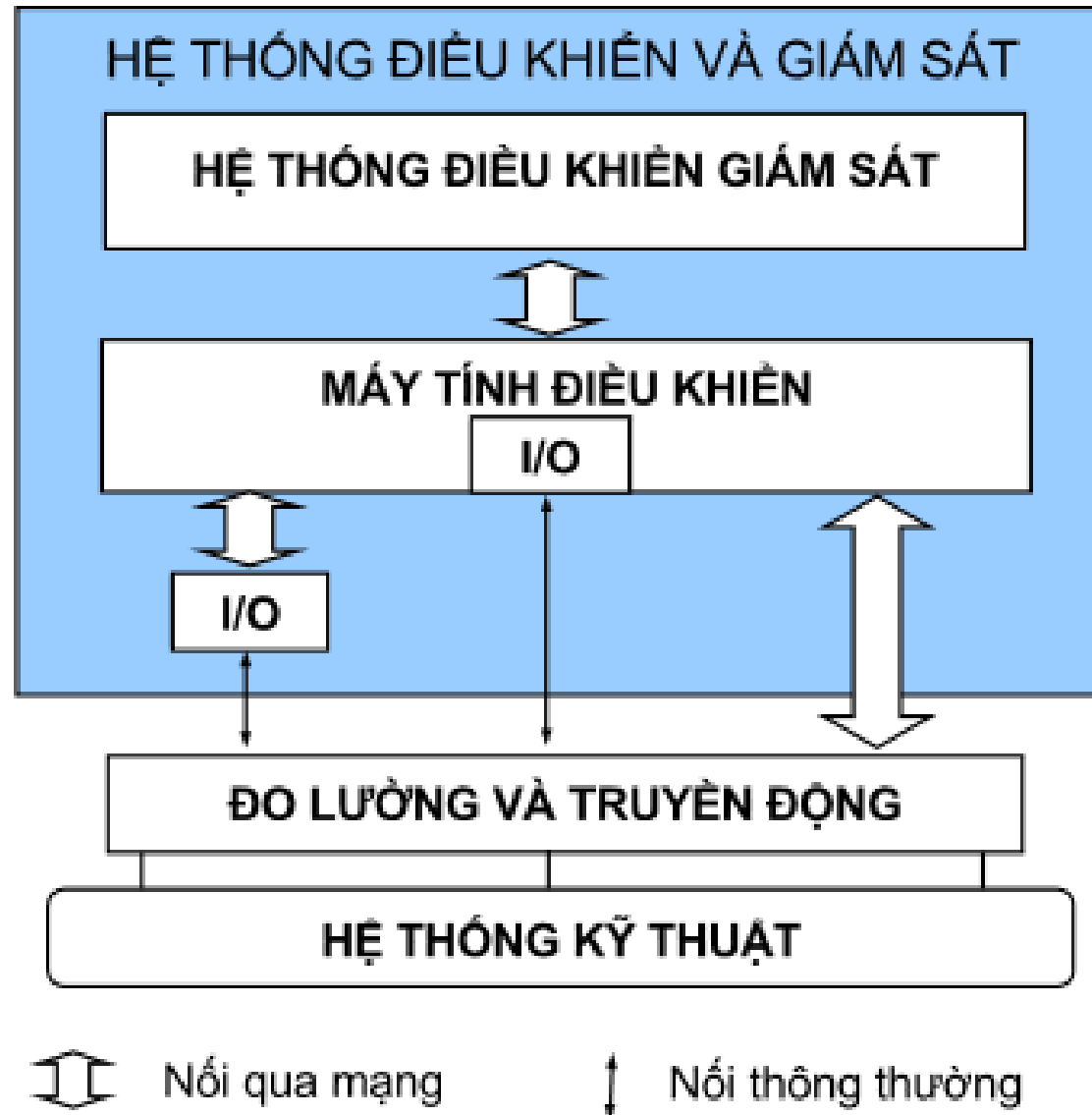


Lịch sử phát triển của truyền thông công nghiệp

Phát minh ra máy tính.

- Thông tin được mã hóa dưới dạng số.
- Thông tin có thể xử lý theo thời gian thực.
- Thông tin được xử lý tập trung.
- Sự ra đời của các máy tính lớn đơn chiếc.
- Xuất hiện khái niệm phòng máy tính.

1.2 Cấu trúc tổng quan của hệ đo và điều khiển công nghiệp



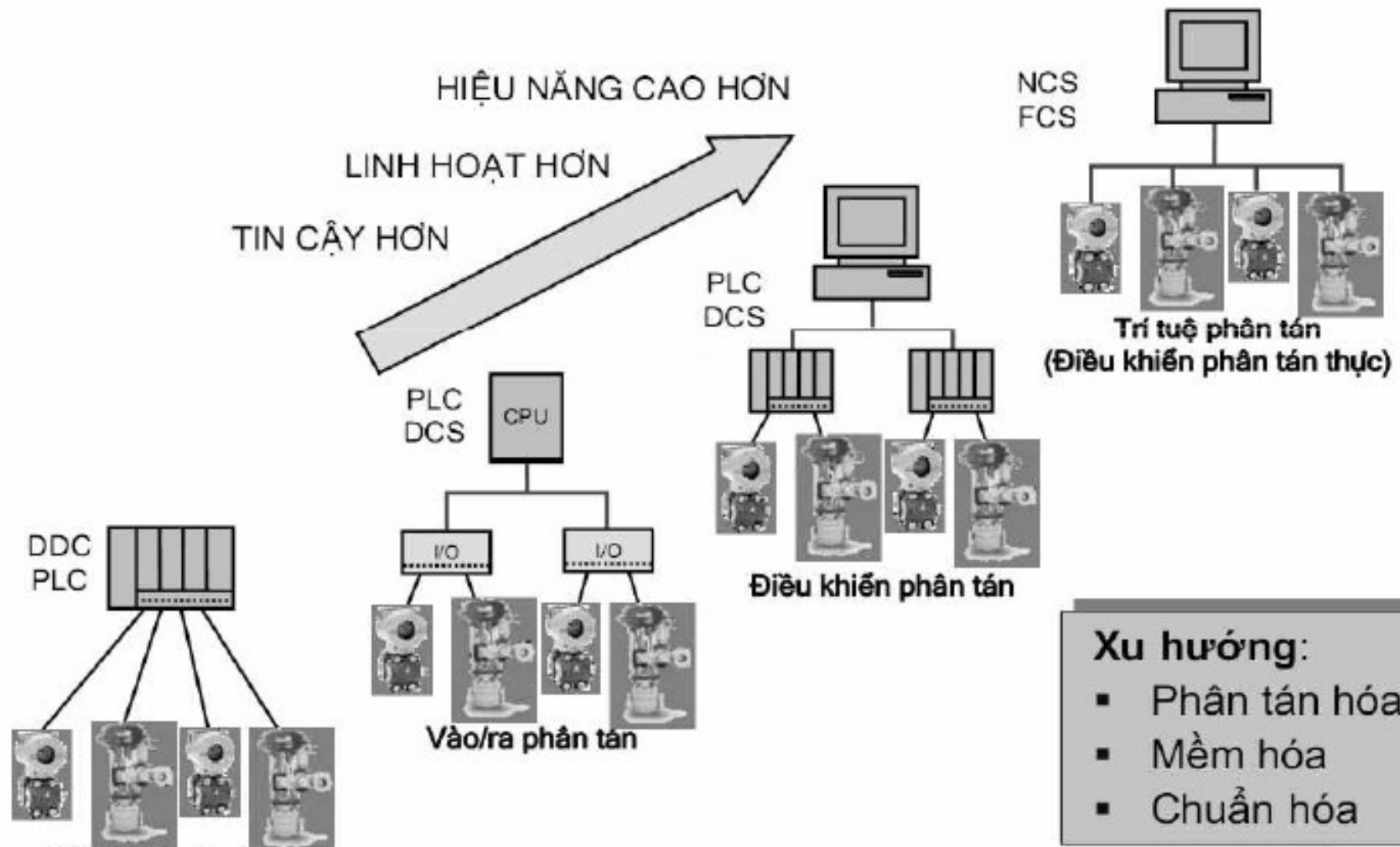


Chức năng của hệ thống đo lường và điều khiển

Hệ thống đo và điều khiển công nghiệp có nhiệm vụ đảm bảo cho các quá trình sản xuất công nghiệp luôn ổn định, theo đúng quy trình công nghệ.

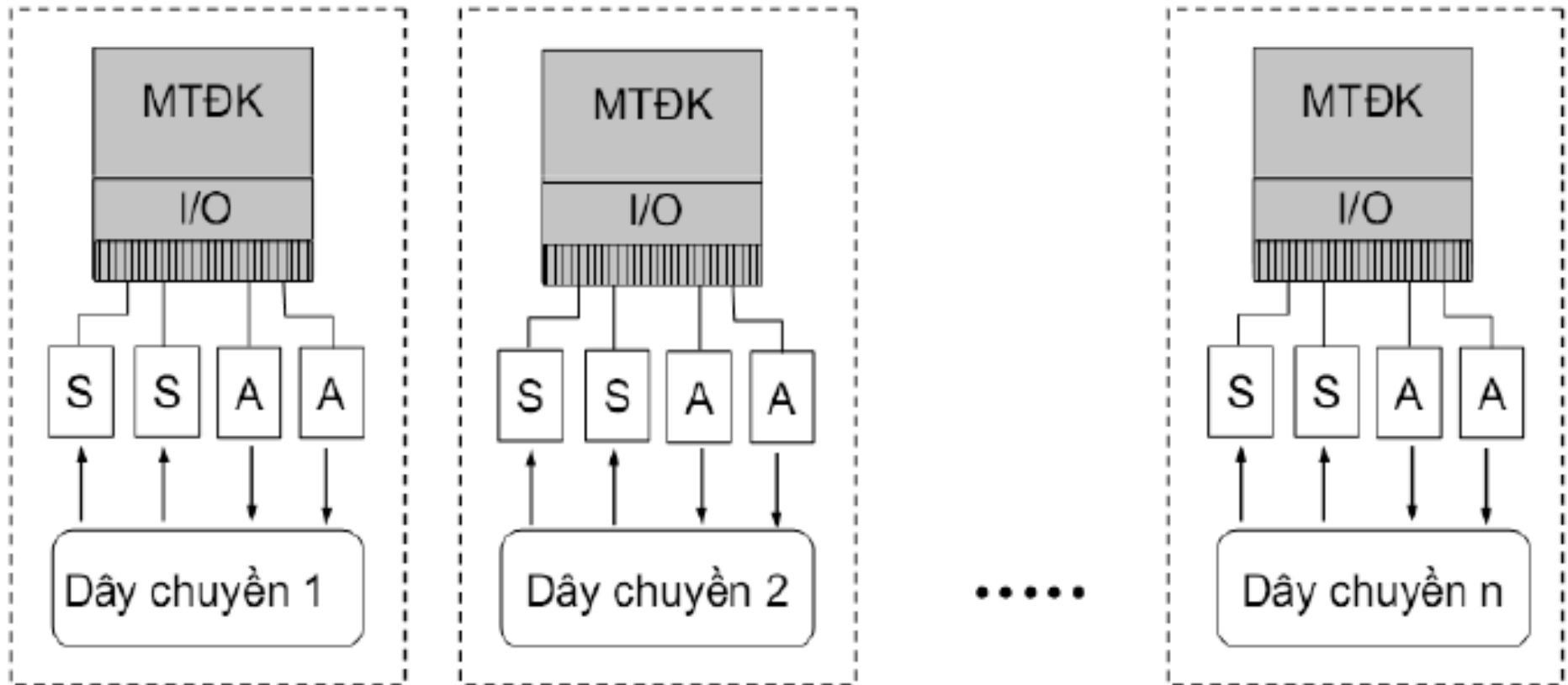
- ✓ Điều khiển
 - ❖ Điều khiển các quá trình: điều khiển vòng kín, vòng hở
 - ❖ Điều khiển logic: điều khiển logic, liên động, cảnh báo, an toàn, tuần tự.
 - ❖ Các chức năng điều khiển cao cấp
- ✓ Thu thập và quản lý dữ liệu
- ✓ Giao diện vận hành và giám sát

Các hệ thống đo lường và điều khiển



Cấu trúc hệ thống điều khiển

- ✓ Hệ thống điều khiển cục bộ/điều khiển song song





Cấu trúc hệ thống điều khiển

Hệ thống điều khiển cục bộ/điều khiển song song

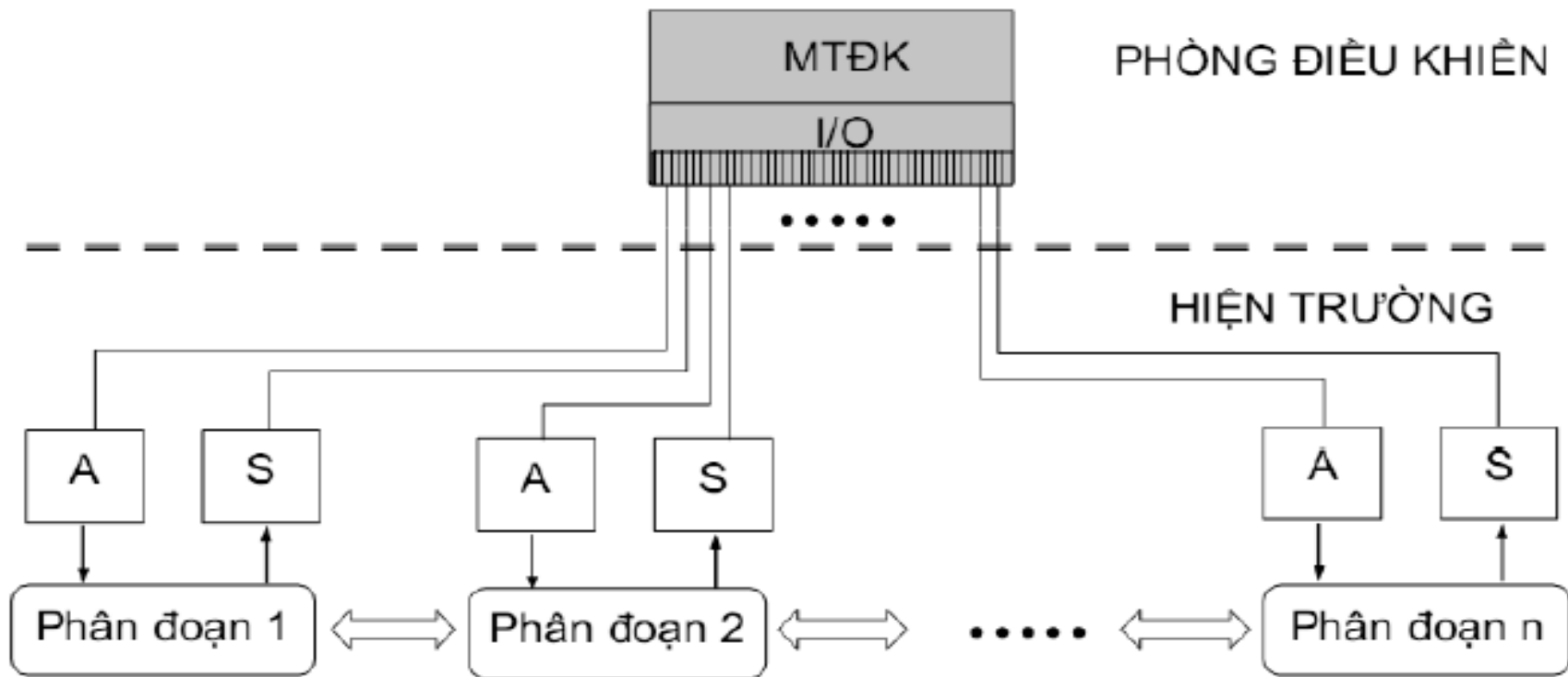
- ✓ Cấu trúc cổ điển nhất
- ✓ Thường được sử dụng cho các hệ thống có quy mô vừa và nhỏ, đặc biệt trong các ngành công nghiệp chế tạo, lắp ráp (các dây chuyền song song với nhau độc lập)
- ✓ Có thể sử dụng kết hợp cấu trúc vào ra tập trung hoặc vào ra trực tiếp với bus trường
- ✓ Các máy tính điều khiển làm việc độc lập với nhau => Độ tin cậy cao
- ✓ Hoàn toàn không có sự phối hợp giữa chúng để cùng chia sẻ giải quyết cùng một nhiệm vụ



Cấu trúc hệ thống điều khiển

Cấu trúc điều khiển nối tiếp

- ✓ Nối dây truyền thống.

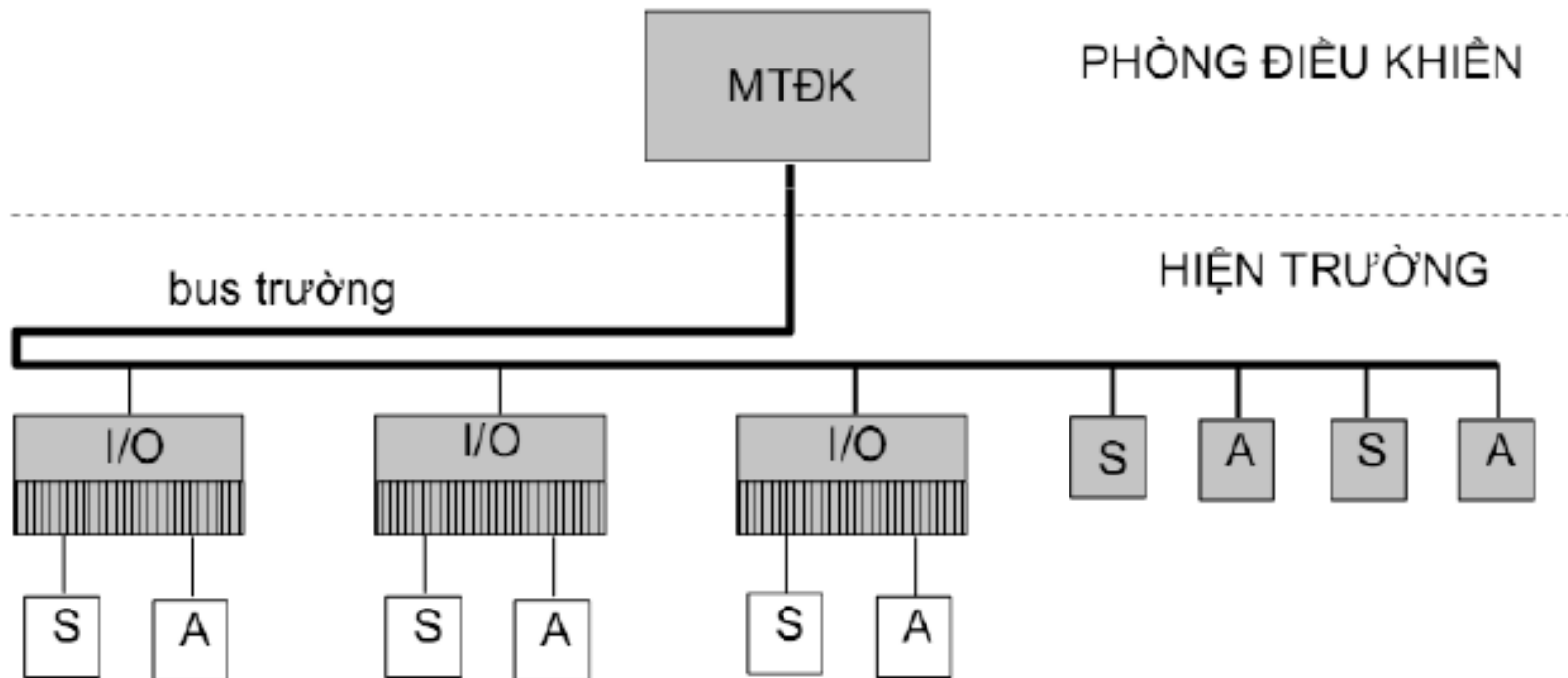




Cấu trúc hệ thống điều khiển

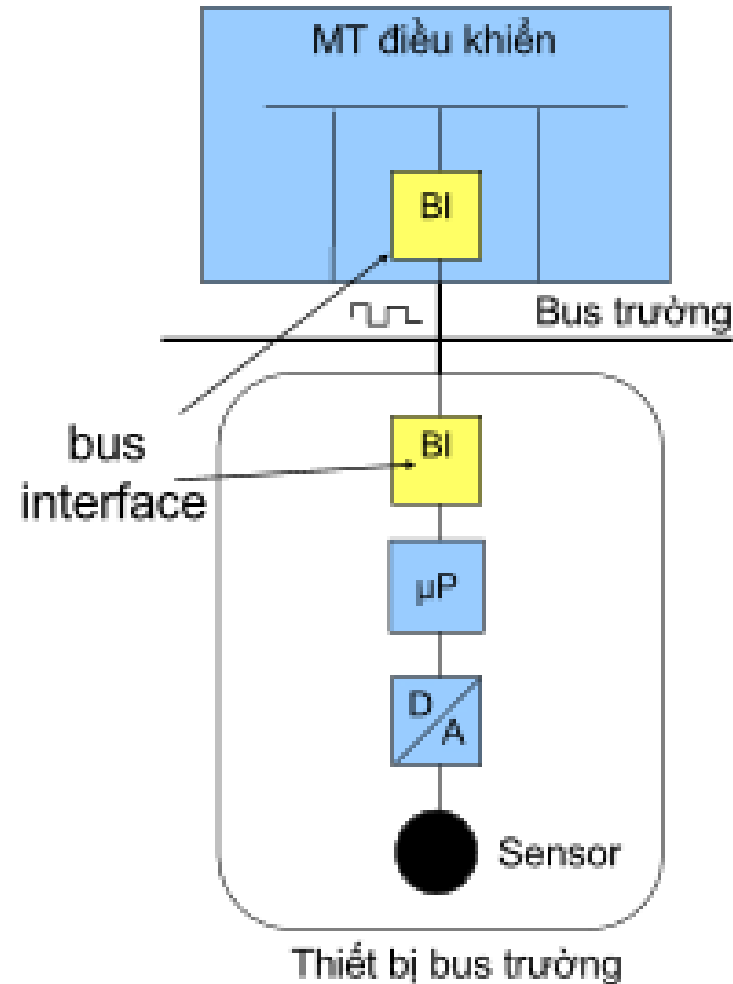
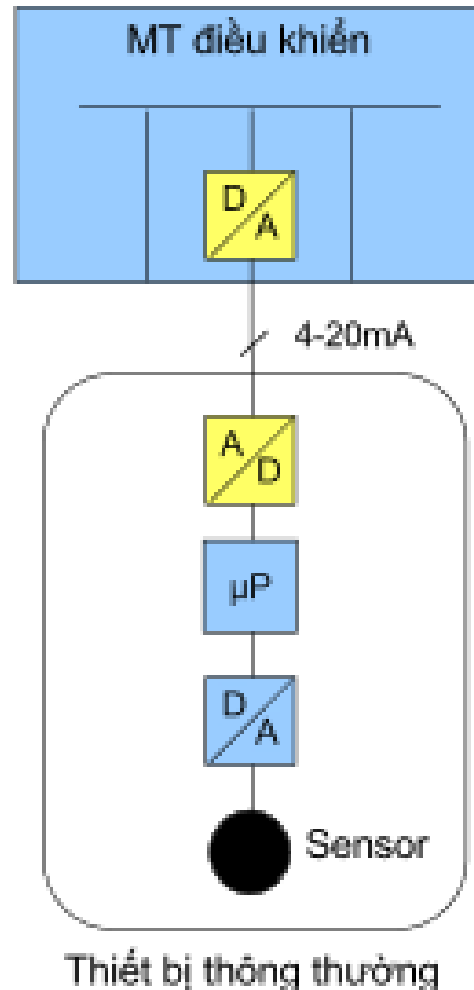
Cấu trúc điều khiển nối tiếp

- ✓ Sử dụng bus trường



Cấu trúc hệ thống điều khiển

- ✓ Kết nối vào ra với thiết bị thường và thiết bị bus trường

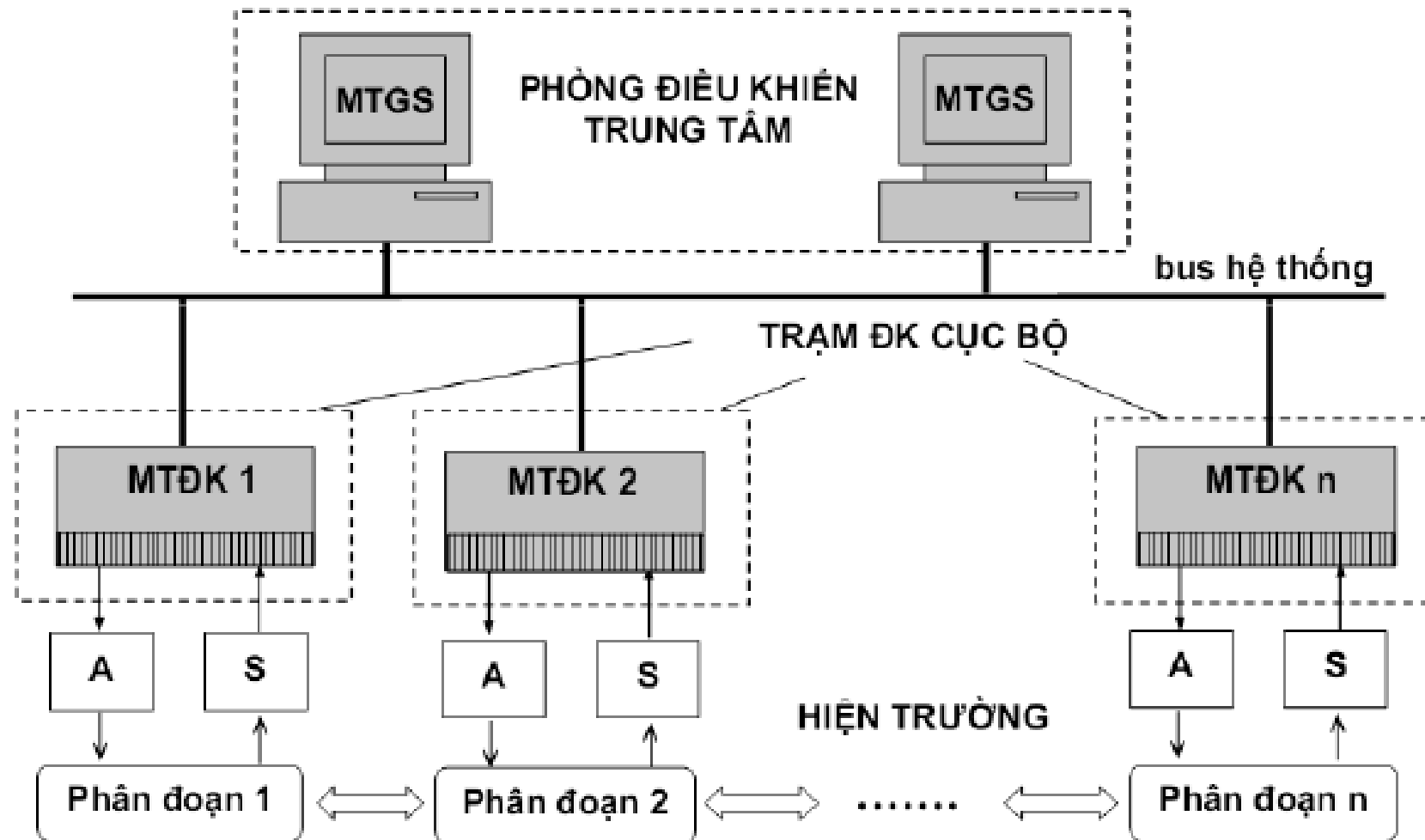




Cấu trúc hệ thống điều khiển

- ✓ Độ tin cậy thấp: Tập trung chức năng điều khiển và xử lý thông tin tại một máy tính duy nhất
- ✓ Độ linh hoạt thấp: Mở rộng cũng như thay đổi một phần trong hệ thống thì đòi hỏi phải dừng toàn bộ hệ thống.
- ✓ Hiệu năng kém: Toàn bộ thông tin phải đưa về máy tính trung tâm nên chậm chễ thời gian do truyền dẫn và xử lý tập trung
- ✓ Chỉ phù hợp với những ứng dụng có quy mô nhỏ
- ✓ Có sự kết hợp giữa các giai đoạn khi giải quyết cùng một nhiệm vụ

✓ Cấu trúc kết hợp



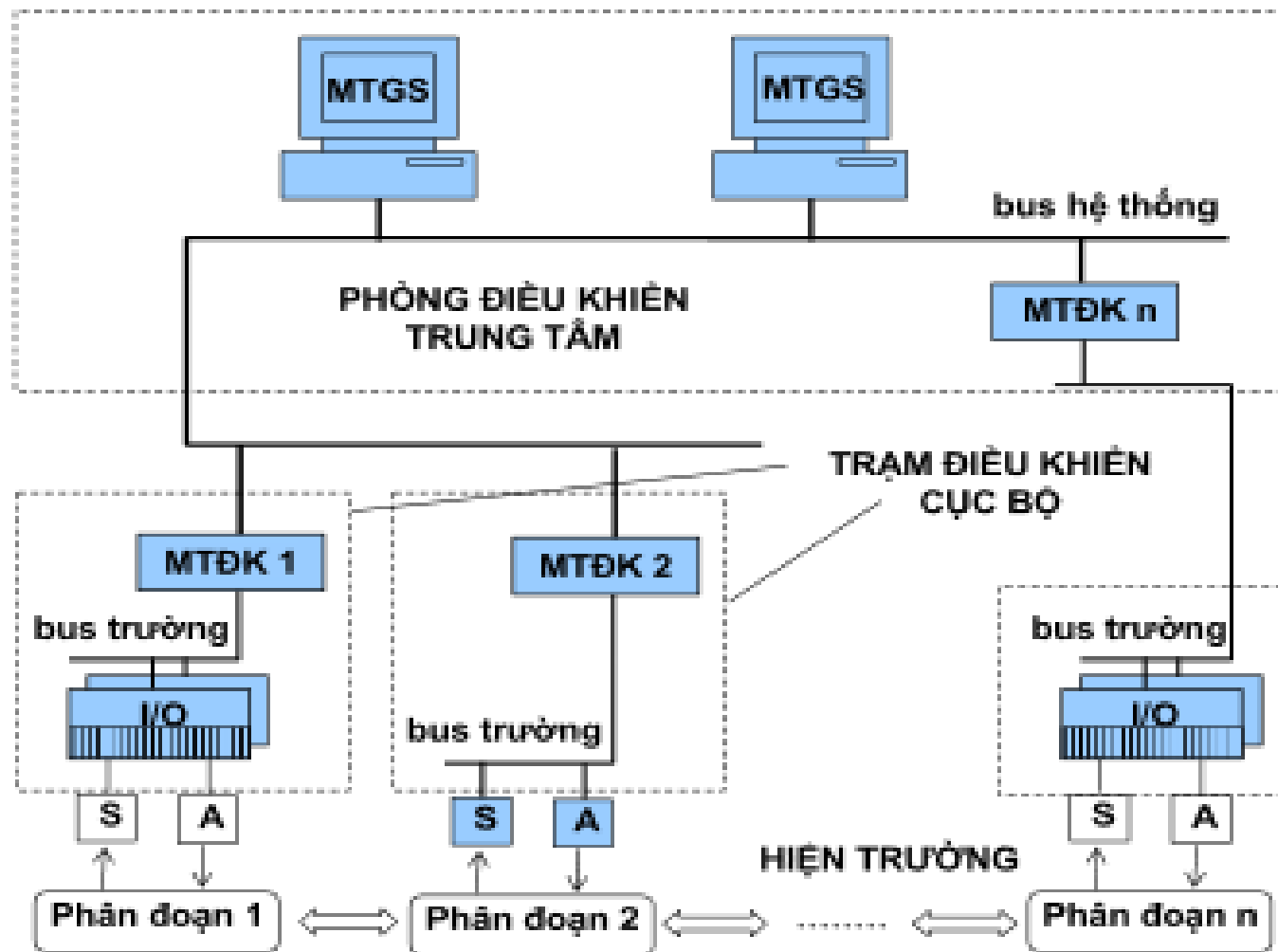


Cấu trúc hệ thống điều khiển

- ✓ Phân chia chức năng điều khiển xuống các máy tính điều khiển tại các trạm cục bộ (ở vị trí không xa với quá trình kĩ thuật)
- ✓ Điều khiển phối hợp giữa các máy tính điều khiển có thể diễn ra trực tiếp hoặc thông qua các máy tính giám sát trung tâm (MTGS)
- ✓ Độ linh hoạt cao hơn hẳn so với cấu trúc tập trung
- ✓ Hiệu năng cũng như độ tin cậy tổng thể của hệ thống được nâng cao nhờ sự phân tán chức năng xuống các cấp dưới
- ✓ Mở ra các khả năng ứng dụng mới, tích hợp trọn vẹn trong hệ thống như tập trung cao cấp, điều khiển tuần tự, điều khiển theo công thức các ghép nối với cấp điều hành sản xuất.

Cấu trúc hệ thống điều khiển

✓ Cấu trúc kết hợp sử dụng bus

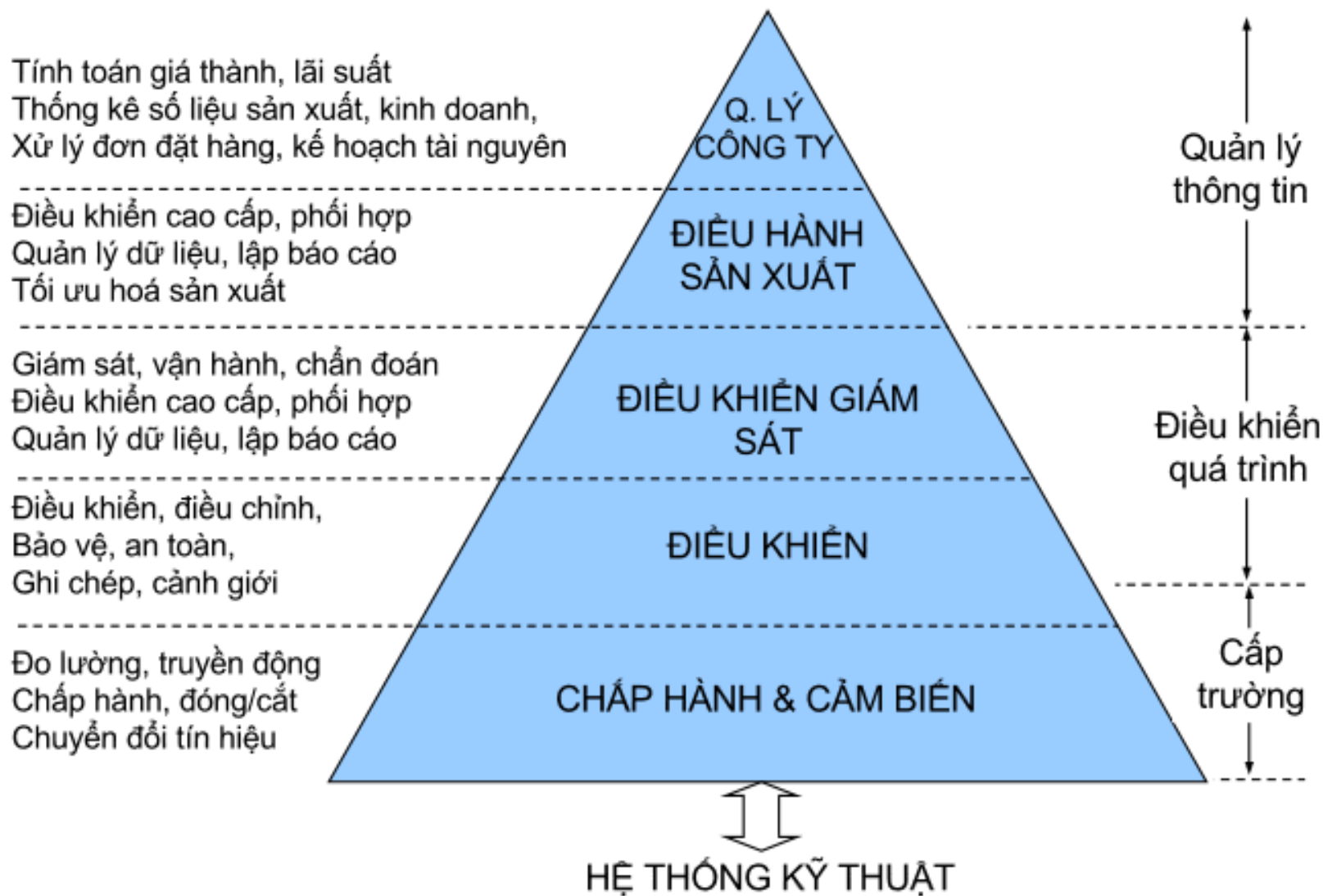




Mô hình phân cấp CIM

- ✓ CIM là viết tắt của Computer Integrated Manufacturing – hệ thống sản xuất tích hợp máy tính. Máy tính ở đây không chỉ là máy tính ở trên các trung tâm mà là cả các vi xử lý ở khắp nơi trong hệ thống, kể cả trong từng cảm biến, trong các công tắc bảo vệ,...
- ✓ Hệ thống CIM bao gồm từ tập đoàn, tổng công ty, xuống các nhà máy sản xuất, xuống các phân xưởng, xuống từng dây chuyền sản xuất, thậm chí xuống cả các khâu thu thập số liệu và khâu thừa hành.

Mô hình phân cấp CIM





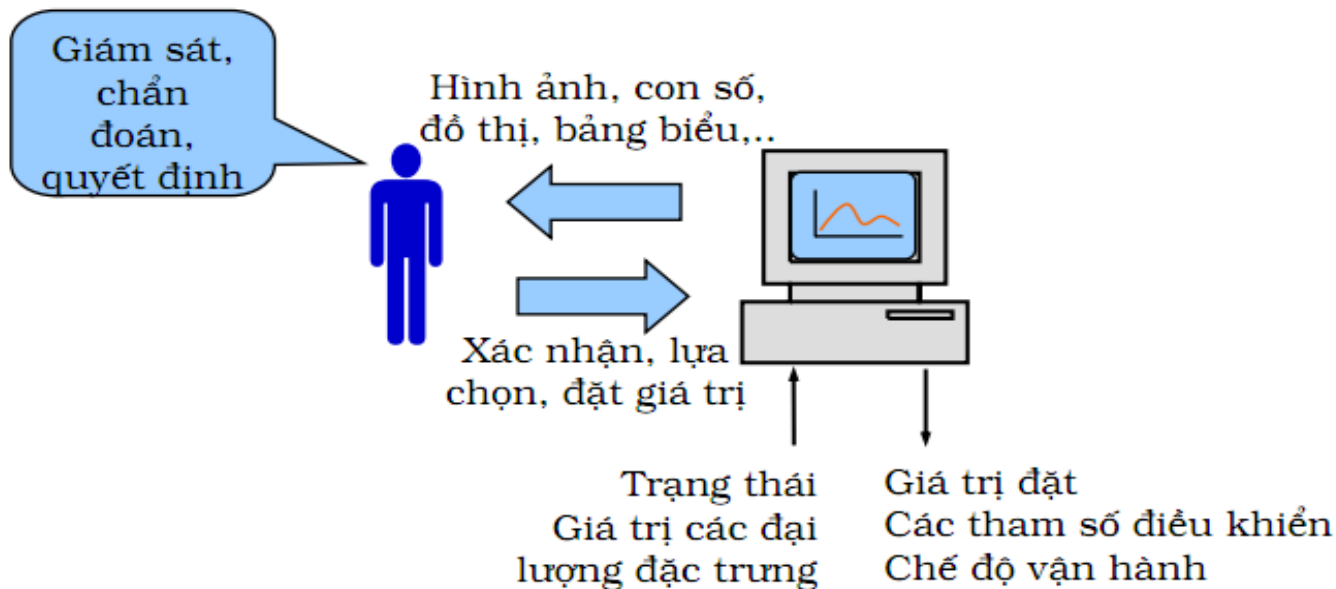
Mô hình phân cấp CIM

- ✓ **Cấp quản lý công ty:** nghiên cứu chiến lược kinh doanh, kế hoạch đầu tư, là cấp định mục tiêu, công nghệ cơ bản; yêu cầu về chất lượng và số lượng sản phẩm. Nói cách khác, đây là cấp tập đoàn kinh tế; thiết bị ở cấp này là mạng quản trị kinh doanh toàn cầu thuộc lĩnh vực công nghệ thông tin.
- ✓ **Cấp điều hành sản xuất.** Cấp này có vai trò vạch kế hoạch sản xuất, sử dụng tài nguyên (vật chất và nhân lực); đảm bảo các chỉ tiêu cụ thể ở từng nơi, từng công đoạn trong quá trình sản xuất. Thiết bị ở cấp này là mạng máy tính văn phòng sử dụng ngôn ngữ của công nghệ thông tin.



Mô hình phân cấp CIM

✓ Hệ thống vận hành và giám sát



- Vận hành (*Operation*)
- Giám sát, theo dõi (*Monitoring*)
- Chẩn đoán (*Diagnosis*)
- Giao diện người-máy (*Human-Machine Interface, HMI*)

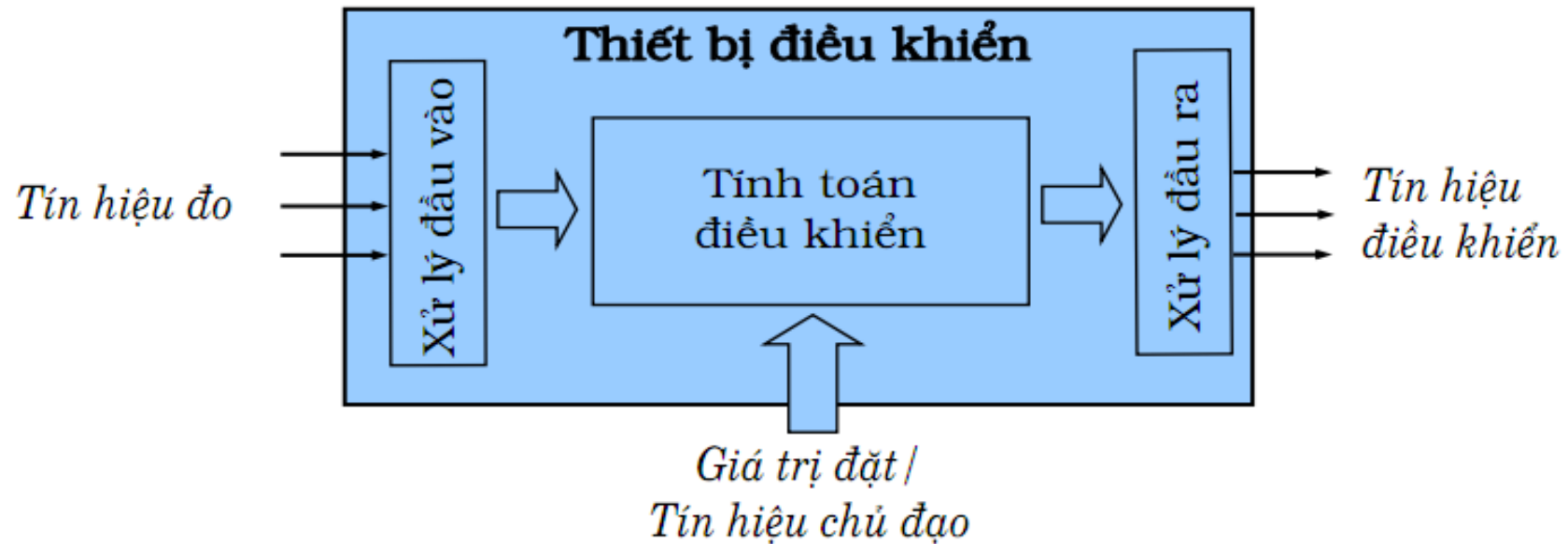


Mô hình phân cấp CIM

Cấp điều khiển giám sát: gồm mạng máy tính văn phòng, nối mạng ethernet thực hiện các chức năng

- ✓ Giám sát (supervisor) gồm: Mô phỏng quá trình và thiết bị, theo dõi (monitoring), quan hệ người máy (HMI), quản lý thông tin (MIS), báo động, bảo vệ và chuẩn đoán kỹ thuật
- ✓ Quản lý kỹ thuật (ES) gồm phân tích hoạt động của hệ thống và thiết bị, xây dựng phương pháp xử lý lỗi, sửa đổi và xây dựng chương trình cải tiến, vv...
- ✓ Điều khiển gồm: Khởi động, dừng toàn bộ hệ thống hoặc từng phần tử của hệ thống (phân cấp), điều khiển các quá trình phức tạp, điều khiển các ngoại vi, vv...

Thiết bị điều khiển



- *Control equipment*: Thiết bị điều khiển, vd PLC, IPC, Digital Controller, DCS Controller,...
- *Controller*: Bộ điều khiển, có thể hiểu là
 - Cả thiết bị điều khiển, hoặc
 - Chỉ riêng khối tính toán điều khiển, vd PI, PID, FLC, ON/OFF,...

Cấp điều khiển:

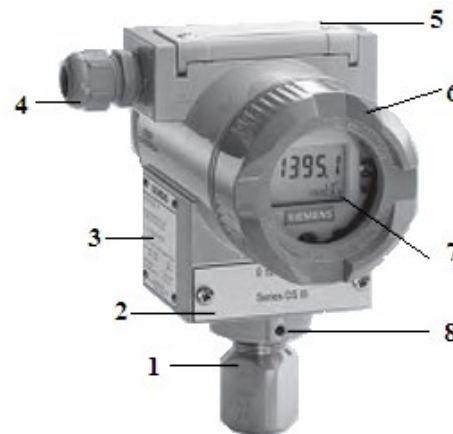
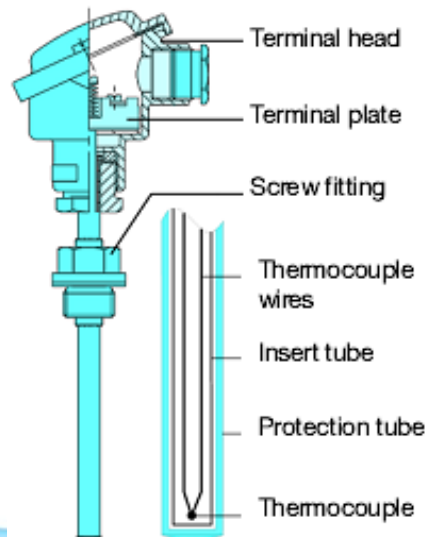
- ✓ Thực hiện nhiệm vụ tự động hóa nhà máy gồm các bộ điều khiển (controller) thương phẩm (programmable logic controller), PAC (programmable automation controller), DCS vv...
- ✓ Thực hiện các chức năng:
 - ❖ Điều khiển.
 - ❖ Thu thập và theo dõi số liệu.
 - ❖ Xử lý tín hiệu vào/ra.
 - ❖ Thông tin giữa Controller và các I/O.
 - ❖ Thông tin với các hệ điều khiển khác nhau.
 - ❖ Thông tin với cấp trên



Mô hình phân cấp CIM

Cấp hiện trường (field level) gồm các S-A (sensors –actuators) các bộ điều chỉnh (regulator) dùng để thu thập thông tin từ đối tượng hay hiện trường sản xuất, xử lý và truyền số liệu đến các thiết bị trong hệ thống

- ✓ Như vậy, thiết bị đo và các công tắc bảo vệ nằm ở cấp thấp nhất của hệ thống thông tin đo lường điều khiển, dùng để thu thập số liệu và trạng thái của quá trình.





Mô hình phân cấp CIM

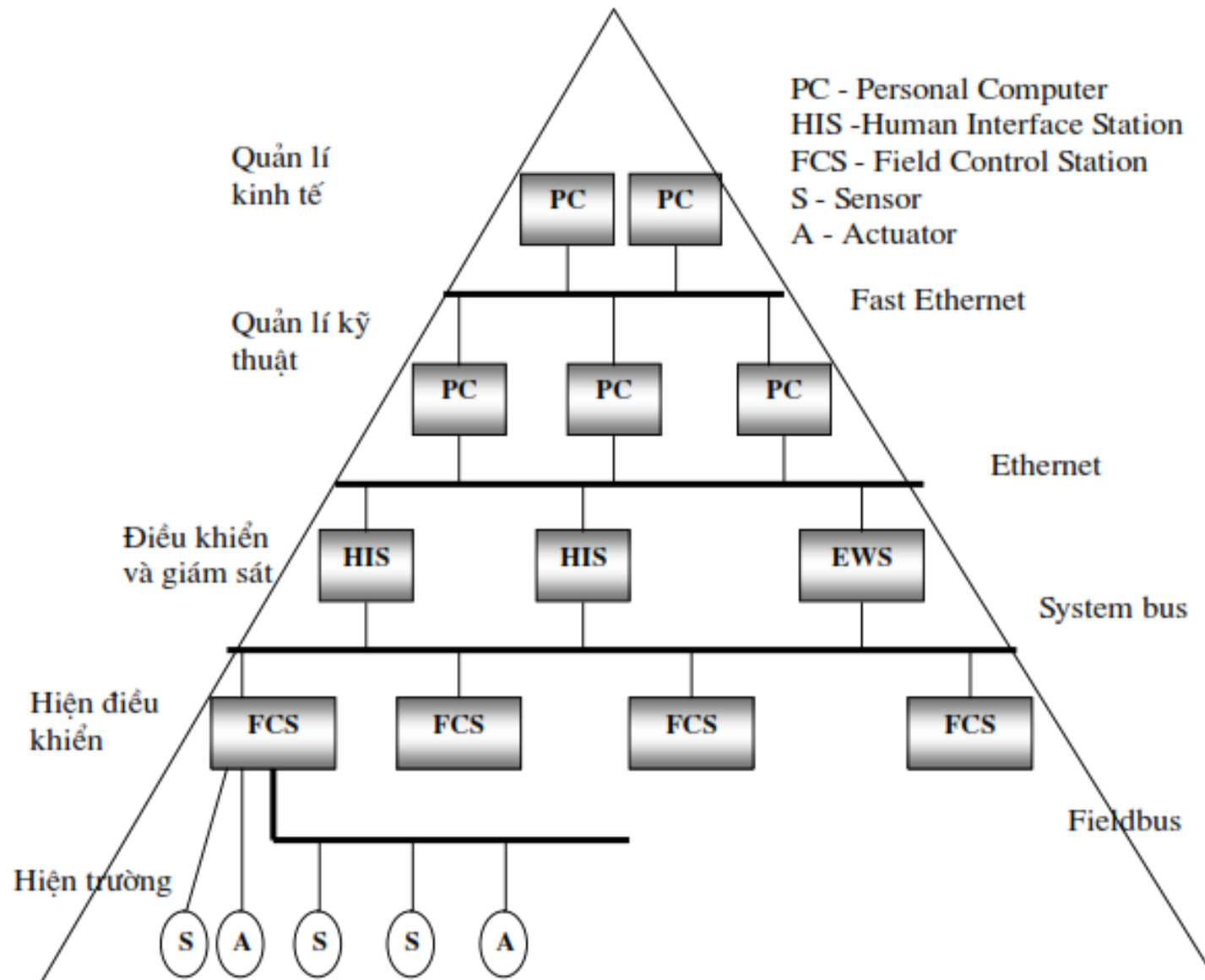
- ✓ Càng ở cấp dưới thì các chức năng càng mang tính cơ bản hơn và đòi hỏi yêu cầu cao hơn về độ nhanh nhạy, thời gian phản ứng.
- ✓ Một chức năng ở cấp trên được thực hiện dựa trên các chức năng cấp dưới, tuy không đòi hỏi thời gian phản ứng nhanh như ở cấp dưới, nhưng ngược lại lượng thông tin cần trao đổi xử lý lại lớn hơn nhiều.
- ✓ Có thể coi đây là một mô hình phân cấp chức năng cho cả hệ thống tự động hóa nói chung cũng như hệ thống truyền thông nói riêng của một công ty



Mô hình phân cấp CIM

- ✓ Trong hệ thống CIM này, thông tin được chuyển từ dưới lên, càng lên cao số lượng bản tin càng ít nhưng càng chọn lọc.
- ✓ Điều khiển từ trên xuống dưới, trên càng tập trung dưới càng phân tán đến từng bộ thừa hành.
- ✓ Hệ thống thu thập số liệu và điều khiển đòi hỏi phải thông suốt từ trên xuống dưới, không bị tắc nghẽn ở bất kỳ khâu nào trong hệ thống.
- ✓ Nội dung môn học tập trung vào thu thập và truyền tin và phục vụ cho nhiệm vụ giám sát, điều khiển, tự động hóa các xí nghiệp công nghiệp

Mô hình phân cấp CIM





Mô hình phân cấp CIM

- ✓ Tương ứng với năm cấp chức năng là bốn cấp của hệ thống truyền thông. Từ cấp điều khiển giám sát trở xuống thuật ngữ “Bus” thường được dùng thay cho “mạng” với lý do phần lớn các hệ thống mạng phía dưới đều có cấu trúc vật lý hoặc logic kiểu Bus.
 - ❖ Bus trường (fieldbus)
 - ❖ Bus hệ thống (system bus)
 - ❖ Mạng xí nghiệp
 - ❖ Mạng công ty

Bus trường (fieldbus)

- ✓ Bus trường là các hệ thống bus nối tiếp, sử dụng kỹ thuật truyền tin số để kết nối các thiết bị thuộc cấp điều khiển (PC, PLC) với nhau và với các thiết bị ở cấp các thiết bị cấp trường.
- ✓ Các thiết bị cấp trường có khả năng nối mạng là các vào ra phân tán (distributed I/O), các thiết bị đo lường (sensor, transducer, transmitter) hoặc cơ cấu chấp hành (actuator, valve) có tích hợp khả năng xử lý truyền thông.





Mô hình phân cấp CIM

- ✓ Bus trường có nhiệm vụ chuyển dữ liệu quá trình lên cấp điều khiển để xử lý và chuyển quyết định điều khiển xuống các cơ cấu chấp hành, vì vậy yêu cầu tính năng thời gian thực được đặt lên hàng đầu.
- ✓ Các hệ thống bus trường được sử dụng rộng rãi nhất hiện nay là Profibus, ControlNet, Interbus-S, Can, Modbus.. và gần đây phải kể tới Foundation Fieldbus, DeviceNet, As-i, Eib và Bitbus.





Mô hình phân cấp CIM

Bus hệ thống (system bus)

- ✓ Các hệ thống mạng công nghiệp được dùng để kết nối các máy tính điều khiển và các máy tính trên cấp điều khiển giám sát với nhau được gọi là bus hệ thống hay quá trình (process bus - khái niệm chỉ dùng trong điều khiển quá trình)
- ✓ **Chú ý:** sự phân biệt giữa bus trường và bus hệ thống không bắt buộc nằm ở sự khác nhau về kiểu bus được sử dụng, mà ở mục đích sử dụng hay nói cách khác là các thiết bị được kết nối. Trong một số giải pháp, một kiểu bus duy nhất được dùng cho cả ở hai cấp này.
- ✓ Kiểu bus hệ thống thông dụng nhất là Ethernet cũng như Industrial Ethernet. Bên cạnh đó phải kể đến Profibus-Fms, Modbus Plus và Fieldbus Foundation's High Speed Ethernet.



Mô hình phân cấp CIM

Mạng xí nghiệp

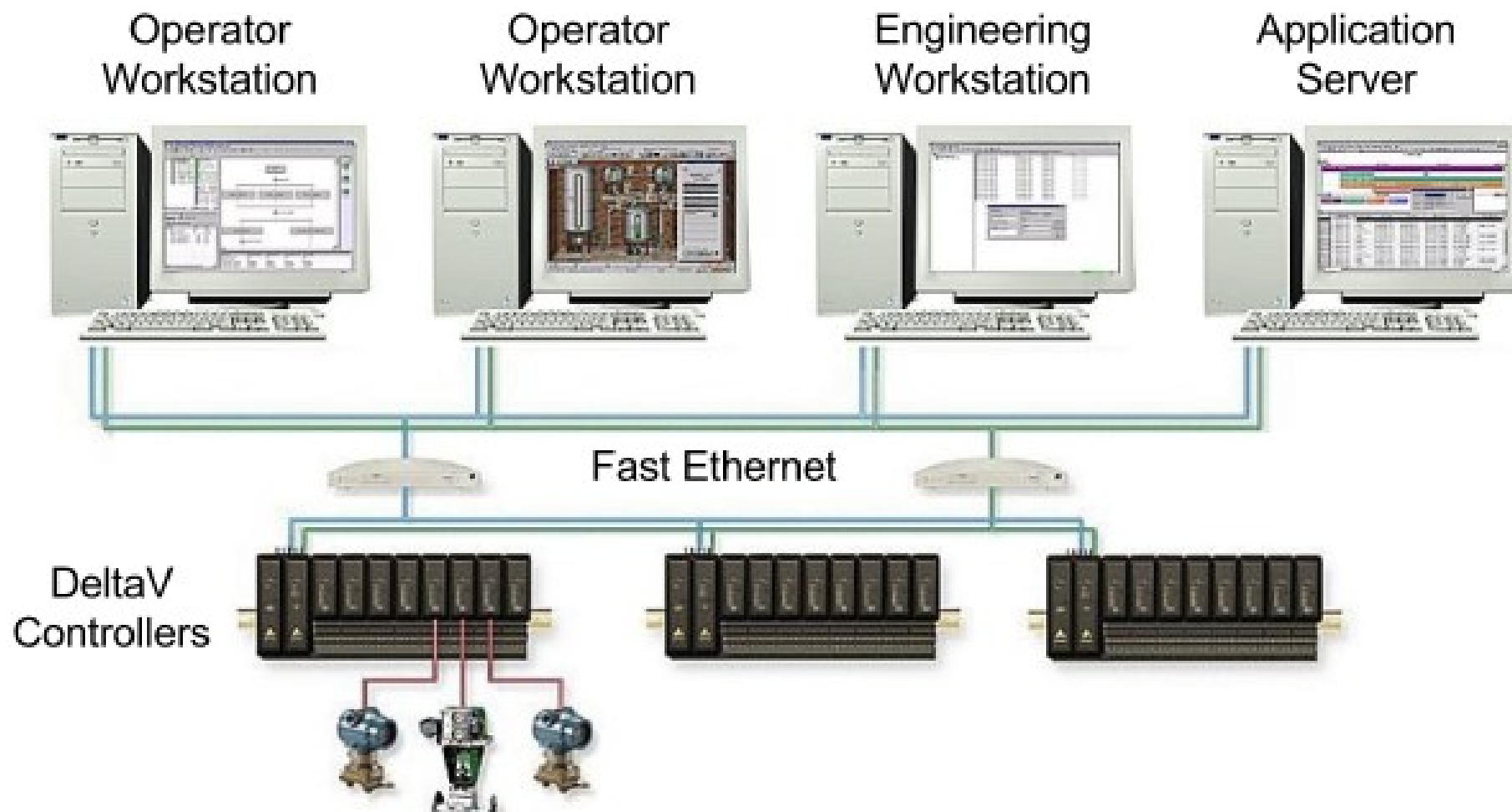
- ✓ Mạng xí nghiệp thực ra là một mạng LAN bình thường, có chức năng kết nối các máy tính văn phòng thuộc cấp điều hành với cấp điều khiển giám sát.
- ✓ Thông tin được đưa lên trên bao gồm trạng thái làm việc của các quá trình kỹ thuật, các số liệu, thống kê về quá trình sản xuất và sản phẩm. Thông tin theo chiều ngược lại là các thông số thiết kế, công thức điều khiển và mệnh lệnh điều hành.
- ✓ Hai loại mạng dùng phổ biến cho mục đích này là Ethernet và Token-Ring, trên cơ sở giao thức chuẩn như TCP/IP và IPX/SPX.

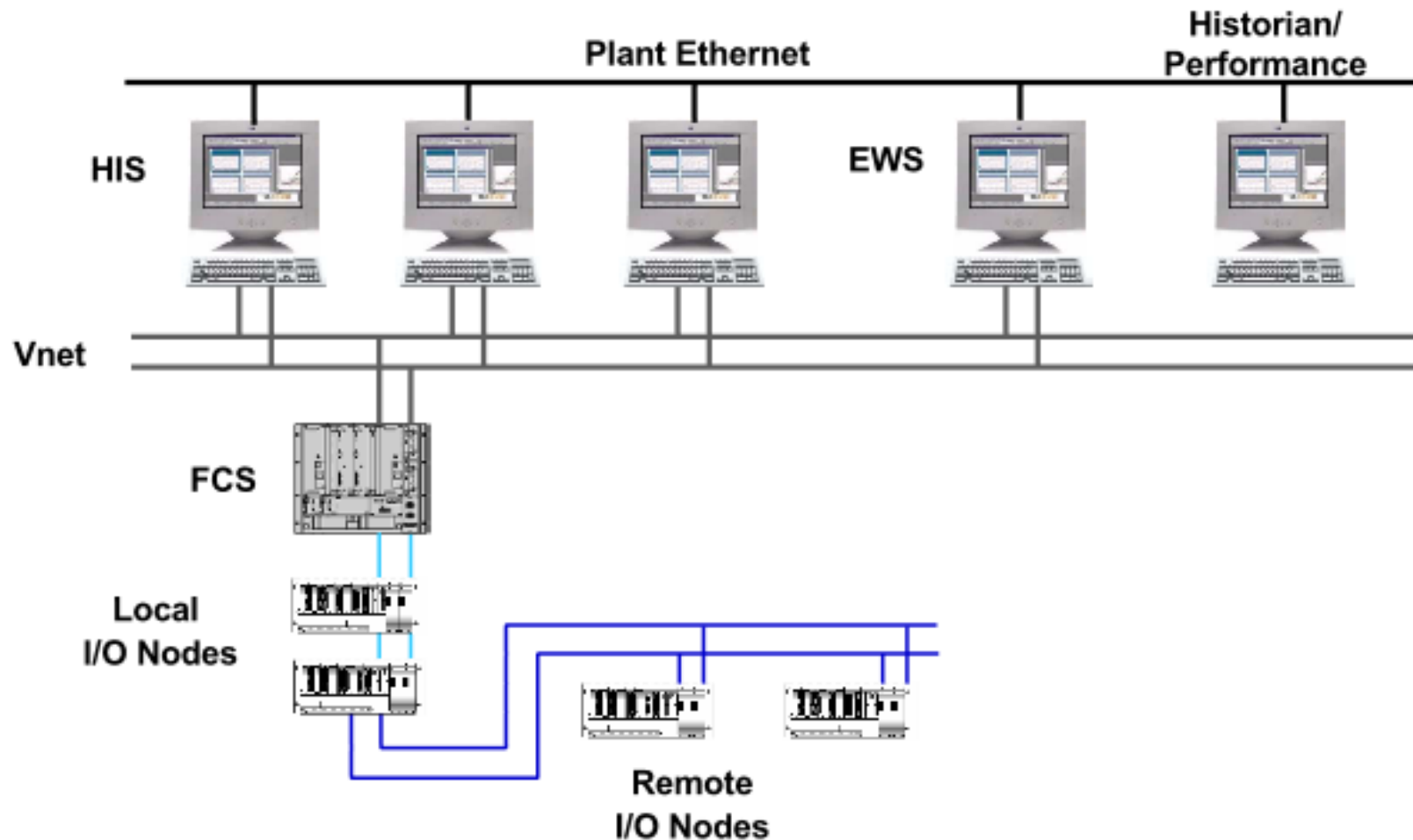


Mô hình phân cấp CIM

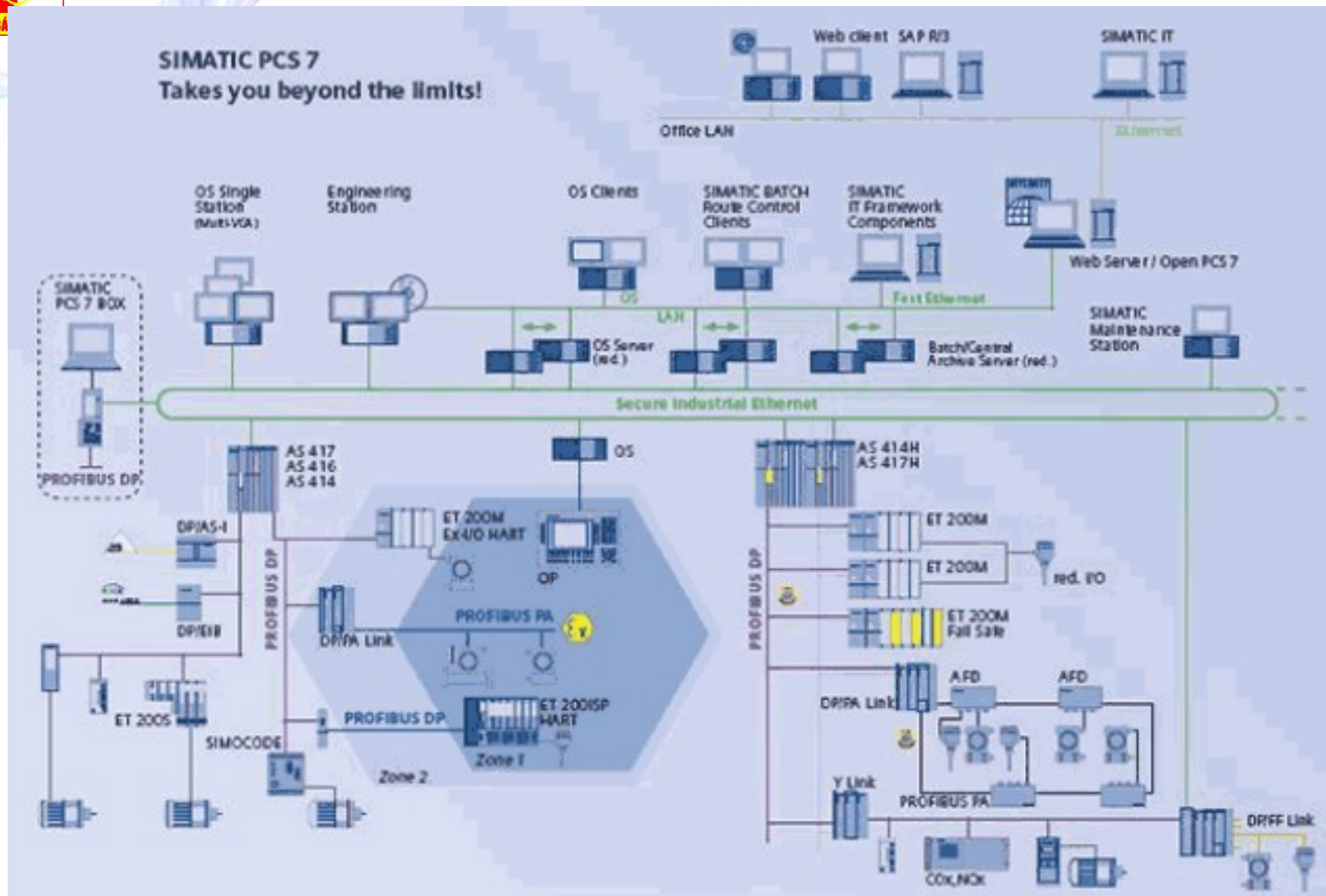
Mạng công ty

- ✓ Đặc trưng của mạng công ty gần với một mạng viễn thông hoặc một mạng máy tính diện rộng nhiều hơn. Chức năng của mạng công ty là kết nối các máy tính văn phòng của mạng xí nghiệp, cung cấp các dịch vụ trao đổi thông tin nội bộ với các khách hàng như thư viện điện tử, email, hội thảo từ xa qua điện thoại, cung cấp dịch vụ truy cập Internet, thương mại điện tử....
- ✓ Mạng công ty đòi hỏi tốc độ truyền thông và độ tin cậy, an toàn đặc biệt cao. Fast Ethernet, FDDI, ATM là một vài ví dụ công nghệ tiên tiến được áp dụng ở đây trong tương lai và hiện tại





HIS: Human Interface Station
EWS: Engineering Workstation





Thiết kế hệ thống

Các bản vẽ của hệ thống

- ✓ Lưu trình công nghệ PFD (process flow diagram)
- ✓ Sơ đồ đường ống và hệ thống dụng cụ P&ID (Piping and Instrumentation Diagram)
- ✓ Bản vẽ mặt bằng công nghệ



Lưu trình công nghệ

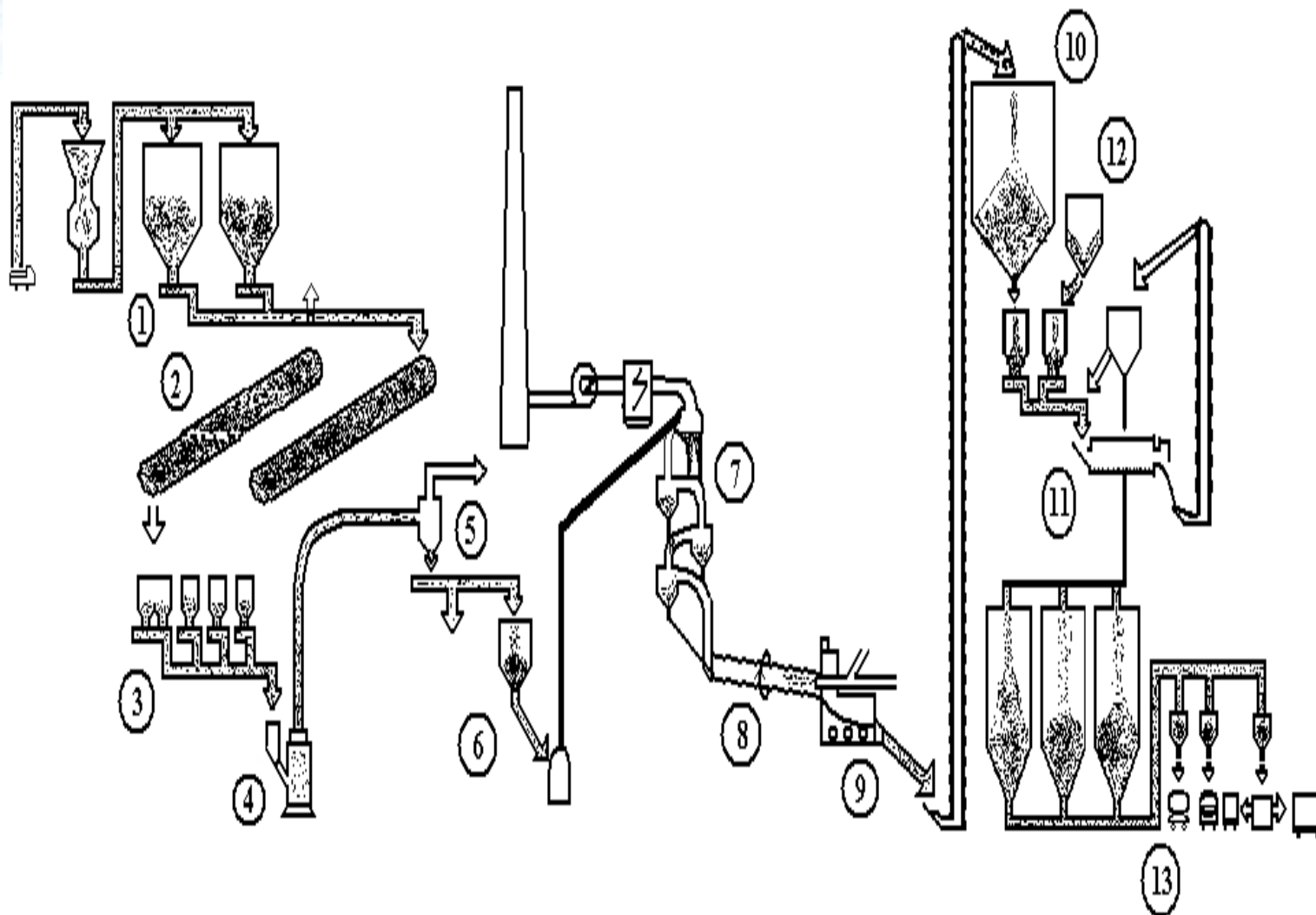
- ✓ Lưu trình (flowsheet) là sơ đồ mô tả quá trình hoạt động của các thiết bị trong quá trình hoạt động sản xuất, trong đó các thiết bị được sắp đặt theo thứ tự của dòng công nghệ.
- ✓ Biểu tượng của thiết bị công nghệ được mô tả bằng các hình đơn giản hóa của thiết bị thật mà mỗi nhà thiết kế đặt ra và lưu lại trong cơ sở dữ liệu. Thiết bị được mô tả tượng trưng bằng các biểu tượng và ký hiệu. Ký hiệu thiết bị đo và điều khiển đã được ký hiệu ở trên.
- ✓ Lưu trình có thể chia ra làm nhiều loại khác nhau và được dùng trong quá trình thiết kế, lắp đặt hiệu chỉnh và hiển thị trên màn hình của thao tác viên và kỹ sư quản lý



Lưu trình công nghệ

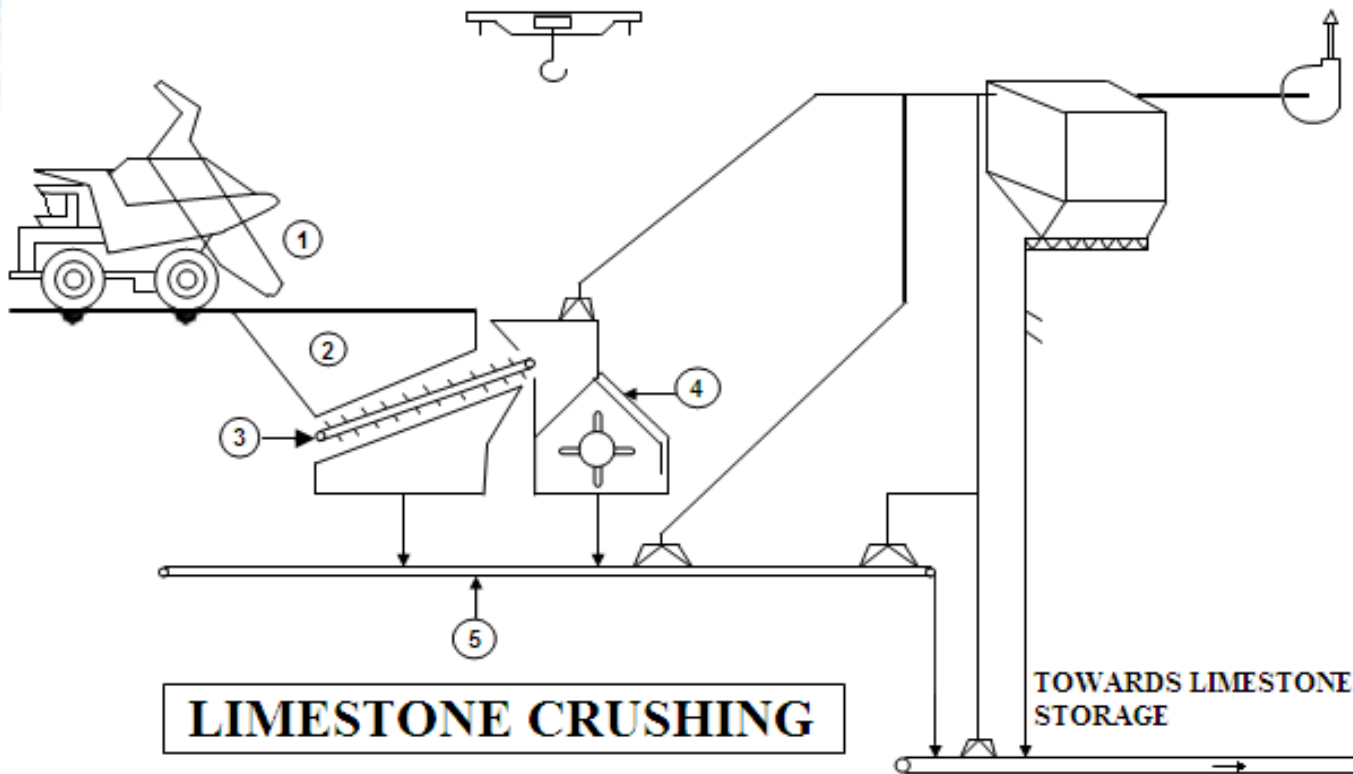
- ✓ Các biểu tượng này được sử dụng thống nhất trong một quá trình thiết kế, tính toán, lắp đặt và vận hành lâu dài của nhà máy. Thông thường các hãng lớn về tự động hóa đều xây dựng thư viện biểu tượng để dùng thống nhất cho các dự án và thiết kế.
- ✓ Trong thiết kế HTTTĐLĐK (I & C system) có các lưu trình sau:
 - ❖ *Lưu trình mô tả quá trình (process flow sheet)*
 - ❖ *Lưu trình thiết kế và thiết bị (design and item flow sheet)*
 - ❖ *Lưu trình thiết bị đo và điều khiển (instrumentation flow sheet)*
 - ❖ *Lưu trình thiết bị bảo vệ (switch and protection flowsheet)*
- ✓ Lưu trình quá trình rất quan trọng đối với việc thiết kế, tìm hiểu về hoạt động của hệ thống công nghệ. Đối với nhà máy lớn lưu trình này được chia làm nhiều phân đoạn. Vì vậy có lưu trình toàn cảnh và lưu trình phân đoạn tổ chức hợp lý

Lưu trình toàn cảnh nhà của một máy xi măng



Số	Tên công đoạn
1	Máy đập đá vôi, đá sét, . ..
2	Đánh đồng, cào, trộn đồng đều sơ bộ
3	Trộn nguyên liệu
4	Máy nghiền
5	Máy phân ly tĩnh điện
6	Xilo chứa nguyên liệu
7	Tháp thiêu kết
8	Lò quay Clinker
9	Bộ làm lạnh Clinker
10	Xilo Clinker
11	Máy nghiền xi măng
12	Xilo xi măng
13	Phân phối xi măng

Lưu trình quá trình đập đá vôi, đá sét

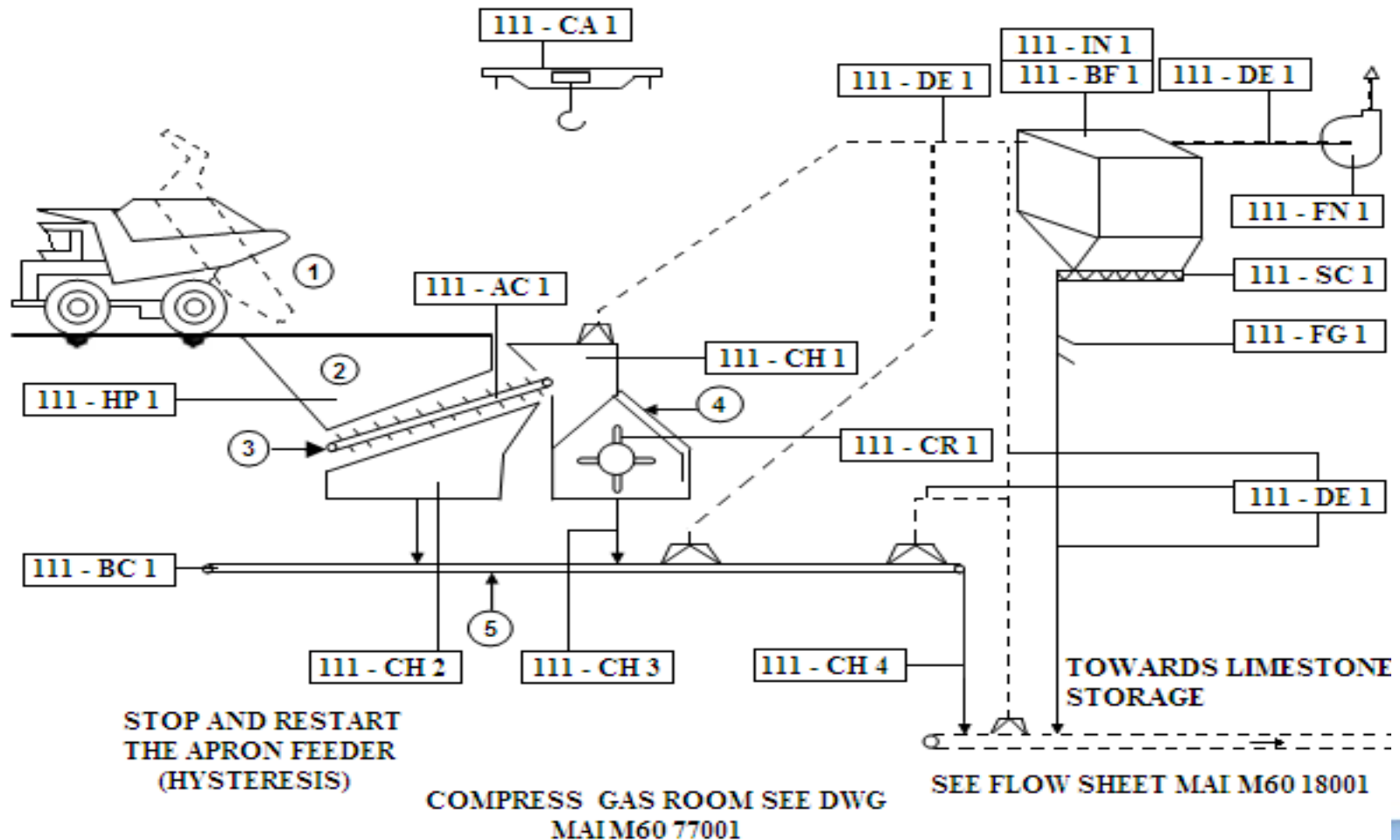


Số	Tên công đoạn
1	Xe tải cỡ lớn
2	Hàm nhận nguyên liệu
3	Băng truyền vít xoáy
4	Máy đập búa
5	Băng tải

- ✓ Để đảm bảo nguyên liệu cho năng suất nhà máy 4000 tấn xi măng/ngày ta phải tính toán lưu lượng phải chuyển qua máy đập tối đa là trên 260 tấn/giờ. Từ đây chọn máy đập, chọn là máy đập của HAZMAG với năng suất 600 tấn/giờ (đập không liên tục).

Lưu trình thiết kế và chọn thiết bị

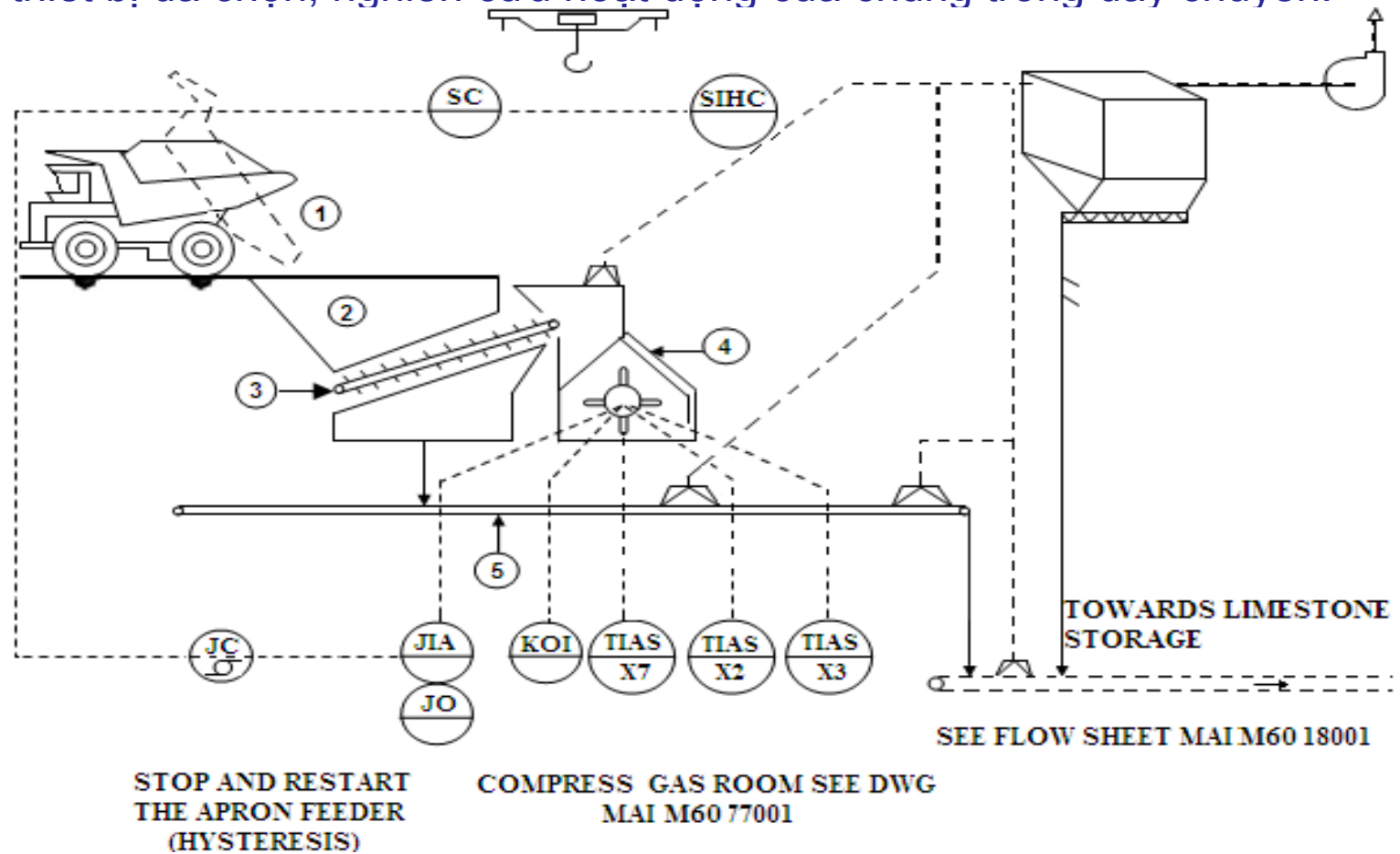
- ✓ Căn cứ vào các số liệu ấy người ta chọn thiết bị công nghệ, lập danh sách và tài liệu các thiết bị công nghệ trong dây chuyền



Lưu trình thiết bị đo và bảo vệ



















✓ Trên cơ sở các thiết bị đã chọn, nghiên cứu hoạt động của chúng trong dây chuyền:

- ❖ Khởi động
- ❖ Dừng máy
- ❖ Các liên động
- ❖ Các mạch cứng điều khiển cần có

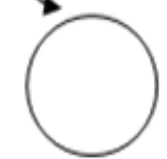
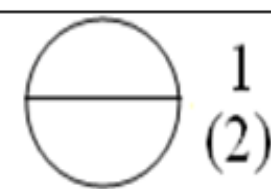
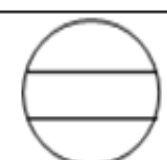
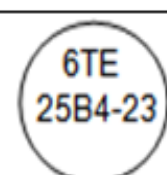
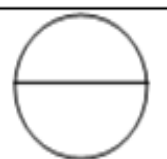
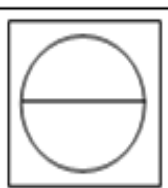
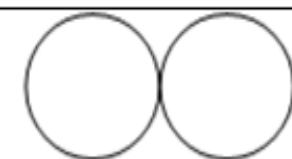
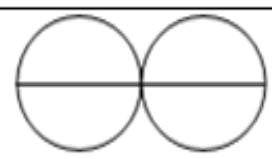
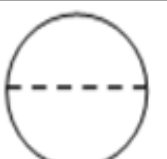





✓ Chọn thiết bị đo và điều khiển, các lắp đặt và hoạt động trên dây chuyền đây là quá trình thành lập lưu trình thiết bị đo và điều khiển

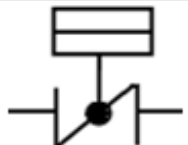
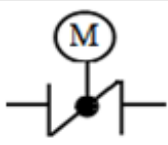
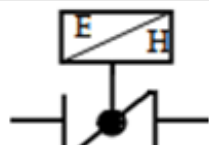
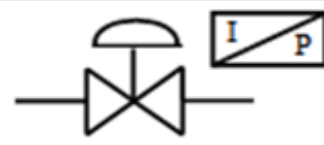

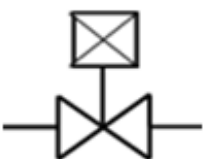

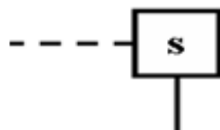
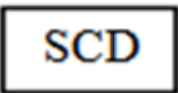


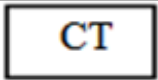
Ký hiệu của thiết bị đo và điều khiển theo tiêu chuẩn ANSI

Thiết bị/ Chức năng \ Vị trí	Phòng điều khiển trung tâm (Remote)	Vị trí mở rộng (Auxiliary Location)	Hiện trường (Local)
Thiết bị phản cứng đơn lẻ			
Phản cứng chia sẻ (Hiện thị chia sẻ, điều khiển chia sẻ)			
Phản mềm Chức năng máy tính	 	 	 
Logic chia sẻ ĐK logic khả trình			
Thiết bị hai biến hoặc một biến với hai hoặc nhiều chức năng			

Ký hiệu của thiết bị đo và điều khiển theo tiêu chuẩn ANSI

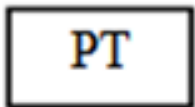
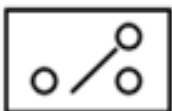
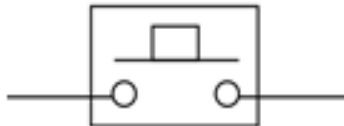




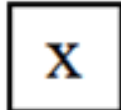
<p>Φ vào khoảng 7/16"</p>  <p>Lắp ở hiện trường tại chỗ</p>	 <p>Lắp trên bảng (1) hoặc (2)</p>	 <p>Lắp đặt trên bảng điều khiển địa phương hoặc trên bảng điện</p>	 <p>Lắp ở hiện trường chỉ phần xương, vị trí máy</p>
 <p>Dụng cụ tương tự lắp trên bảng điều khiển</p>	 <p>Giá trị quá trình, hiển thị trên VDU</p>	 <p>Lắp tại chỗ, đo 2 đại lượng</p>	 <p>Lắp trên bảng</p>
 <p>Lắp sau bảng</p>	 <p>Ống ventury</p>	 <p>(Valve) - Van</p>	 <p>(Gate) – Van bướm</p>

Ký hiệu của thiết bị đo và điều khiển theo tiêu chuẩn ANSI

 <p>(Pneumatic actuator with solenoid valve) – Thừa hành thủy lực với van điện từ</p>	 <p>(Motor-Driver actuator) – Bộ thừa hành kéo bằng mô tơ</p>	 <p>(Electro-hydraulic actuator) – Thừa hành điện thủy lực</p>	 <p>(Pneumatic actuator with I/P positioner)-Thừa hành thủy lực có bộ đặt giá trị</p>
 <p>(Orifice) – Lỗ, miệng</p>	 <p>(Solenoid valve) – Van điện từ</p>	 <p>Van cầu</p>	 <p>Cuộn dây</p>
 <p>(Speed control device) – Phần tử điều khiển tốc độ</p>	 <p>(Local control panel) – Bảng điều khiển tại chỗ</p>	 <p>(Hour counter contactor) – Công tắc tơ đếm giờ</p>	 <p>(Current transformer) (BI) – Biến dòng</p>



Ký hiệu của thiết bị đo và điều khiển theo tiêu chuẩn ANSI

 <p>Potential transformer (TU) – Biến điện áp</p>	 <p>(Soft selection switch) – Công tắc chọn (mềm)</p>	 <p>(Soft-on switch) – Công tắc đóng cắt (mềm)</p>	 <p>(Existing equipment) – Thiết bị hiện hành</p>
 <p>Van tam giác</p>	 <p>(Subtractor) – Bộ trừ</p>	 <p>(Summator) – Bộ tổng</p>	 <p>(Multiplier) – Bộ nhân</p>



Ký hiệu bổ sung về chức năng thiết bị đo

Chữ cái đầu			Các chữ cái sau		
Đại lượng đo		Bổ sung, thay đổi	Chức năng hiển thị	Chức năng đầu ra	Thay đổi
A	Analysis- Phân tích (%O ₂ , %CO ₂ v.v...)		Báo động, báo hiệu		
B	(Burner) -Ngọn lửa vòi đốt		Tự chọn	Tự chọn	Tự chọn
C	Dẫn điện, dẫn nhiệt			Control (13)	
D	Tỷ trọng, trọng lượng riêng	Vi sai (4)			
E	Điện áp (V), sức điện động		Phản tử sơ cấp, cảm biến		
F	Tốc độ dòng chảy (t/h, m ² /h, v.v...)	Tỷ lệ (Fraction (4))			
G	Kích thước		Thuỷ tinh (9)		
H	Hand- Vận hành tay				Cao (mở)
I	Dòng điện (A)		Chỉ thị (10)		
J	Điện năng (KWh)	Scan (7)			
K	Thời gian (s)	Time rate of change		Trạm điều khiển	
L	Mức (%)		Ánh sáng(11)		Thấp L
M	Độ ẩm	Momentary			Giá trị (7, 15) trong B



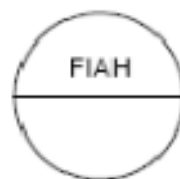
Ký hiệu bổ sung về chức năng thiết bị đo

N	Tự chọn		Tự chọn	Tự chọn	Tự chọn
O	Tự chọn		Orifice- Ổ lỗ chắn		
P	Áp suất (kgf/cm ² , bar, mm, H ₂ O)		Điểm nên kiểm tra		
Q	Quantity- Lưu lượng (m ²), (t)	Tích phân hoặc tổng (4)			
R	Phóng xạ		Ghi hay in		
S	Tốc độ (m/s, vòng/phút), tần số	Bảo vệ (8)		Công tắc (bảo vệ)	
T	Nhiệt độ (°C)			Transmit-Bộ biến đổi	
U	Universal- Đa biến (6)		Đức chức năng (12)	Đức chức năng (12)	Đức chức năng (12)
V	Viscosity- Độ nhớt			Van	
W	Trọng lượng (t), lực		Tốt	Van, cửa chọn hướng (13)	
X	Thiết bị khác: (Folaphon, v.v...)	Trục X	Không sắp xếp	Không sắp xếp	Không sắp xếp
Y	Event, State, Presence	Trục Y		Role (13, 14)	
Z	Vị trí (%)	Trục Z		Thành phần điều khiển	



Kí hiệu thiết bị trong lưu trình công nghệ

Ví dụ



Ví dụ:

F- Thiết bị đo lưu lượng

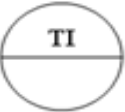
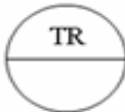



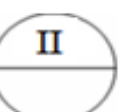
I-Chủ thị

A-Báo hiệu; H- Cao

T	R	C- 2	A
Chữ đầu tiên	Chữ tiếp theo	Số lặp	Phần mở rộng (thông thờng phần này không cần)
Xác định chức năng		Xác định vòng	
Xác định thiết bị			





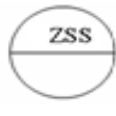



Một số ví dụ về thiết bị đo trong sơ đồ công nghệ

	Chỉ thị nhiệt độ. (nhiệt độ thể hiện trong biên chi báo)
	Ghi nhiệt độ
	Báo động vượt ngưỡng trên nhiệt độ
	Báo động cao, thấp về nhiệt độ.
	Điều khiển báo động nhiệt độ cao. (Ví dụ: Nhiệt độ dầu trong bộ giảm tốc, tín hiệu điều khiển được báo đến bơm dầu và báo động khi nhiệt độ cao).
	Chỉ thị dòng điện. (Ví dụ dòng điện đo trong động cơ bằng chuyển liệu).



Một số ví dụ về thiết bị đo trong sơ đồ công nghệ

	Bảo động mức thấp. (Ví dụ: trong bể dầu cho dầu).
	Bảo động mức trên (Ví dụ: mức thử nghiệm trong Fluxosillde)
	Bảo động và chỉ thị áp suất thấp (Ví dụ: trong cyclon có áp suất quá thấp)
	Vị trí cao báo hiệu bằng ánh sáng. (Ví dụ: tạo cửa đôi, ánh sáng đến khi cửa mở).
	Công tắc bảo vệ vị trí (Ví dụ: khi động cơ đang quay bị ngắt thì động cơ lò cũng phải ngắt).
	Chỉ thị tổng lưu lượng (Ví dụ: bộ cấp số liệu Dosimat tạo xung, được tính tổng trên máy tính, chỉ thị ở bảng điều khiển).



Ký hiệu bổ sung chức năng điều khiển

Chữ viết tắt	Ý nghĩa	Chữ viết tắt	Ý nghĩa
A	Tín hiệu tương tự	M	Motor actuator
ADAPT.	Mode điều khiển thích ứng	MAX.	Mode điều khiển MAX
AS	Nguồn không khí cung cấp	MIN.	Mode điều khiển MIN
AVG.	Trung bình	NS	Nguồn cung cấp Nitơ
C	Kết nối ma trận board	O	Tín hiệu từ hoặc âm thanh
D	- Mode điều khiển mạch rẽ -Tín hiệu số	OPT.	Mode điều khiển tự tối ưu
DIFF.	Vị sai	DIR.	Chiều hoạt động
P	-Tín hiệu khí nén -Mode điều khiển tỷ lệ -Thiết bị làm sạch	R	-Tín hiệu trở kháng -Mode điều khiển tự động đóng lại -Thiết bị Reset của liên động sự cố
E	Tín hiệu áp	REV.	Quay ngược
ES	Nguồn cung cấp điện	RTD	Đầu đọc nhiệt điện trở
FC	Đóng mạch lúc sự cố	S	Cuộn dây thừa hành
FI	Đóng mạch ngay sau khi sự cố	S.P.	Điểm đặt trước
FL	Liên động lúc sự cố	SQ.RT.	Lấy căn
FO	Hở mạch lúc sự cố	SS	Nguồn cung cấp hơi
GS	Nguồn cung cấp Gas	T	Vòi
H	Tín hiệu thuỷ lực	WS	Nguồn cung cấp nước
HS	Nguồn thuỷ lực	X	-Nhân, -Thừa hành
I	-Dòng điện, -Liên động		



Một số ký hiệu thường được sử dụng

Công tắc bảo vệ (Protection)	
ZS	Limit switch – Công tắc giới hạn
SS	Speed – Công tắc tốc độ
RS	Rope – Dây căng công tắc kéo
DS	Drift – Công tắc độ lệch
PS	Pressure – Công tắc áp suất
LS	Level – Công tắc mức
TS	Temperature – Công tắc nhiệt độ
US	Miscellaneous – Pha tạp, hỗn hợp
ZQ	Torque – Công tắc momen
OS	Shock relay – Role va đập
FS	Flow switch – Công tắc lưu tốc
Dụng cụ đo (Instrument)	
TE	Temperature element
PT	Pressure transmitter
ZT	Position transmitter



Một số ký hiệu thường được sử dụng

✓ Đường tín hiệu và đường nối trên lưu đồ P&ID

Utility	
CA	Comp. Air
PW	Process water
PRW	Process water return
FO	Fuel oil
_____	Đường nối tới quá trình kỹ thuật hoặc cấp năng lượng
-----	Tín hiệu điện
/// /// ///	Tín hiệu khí nén hoặc tín hiệu không định nghĩa
— x x x —	Ống mao dẫn
— T T T —	Tín hiệu thủy lực
— ~ ~ ~ —	Tín hiệu điện từ hoặc âm thanh



P&ID (Piping and Instrumentation Diagram)

- ✓ P&ID là một dạng bản vẽ mà kỹ sư tự động hóa sẽ phải đọc và hiểu được. Nó gồm các kí hiệu quy định của 'quá trình' (process), đường ống cơ khí và phụ kiện, van điều khiển/van an toàn, thiết bị đo (instrument) và điều khiển liên kết lại với nhau. Đọc xong chúng, bạn sẽ nắm được 'dòng chảy', cách thức điều khiển và đo đếm của 1 khu vực mà 1 bản vẽ P&ID truyền tải cho bạn.
- ✓ Một nhà máy có rất nhiều bản vẽ P&ID nếu quy mô nó lớn. Trong 1 nhà máy tất cả các kỹ sư cơ khí, thiết bị, hóa/công nghệ/quá trình, instrumentation đều phải dùng cái P&ID để làm việc



- ✓ Quy trình thiết kế một hệ thống điều khiển bao giờ cũng bắt đầu với bước tìm hiểu các yêu cầu công nghệ để đưa ra các đặc tả chức năng cụ thể của hệ thống dựa trên cơ sở các mục đích điều khiển cơ bản.
- ✓ Người kỹ sư thiết kế hệ điều khiển được cung cấp các tài liệu liên quan mô tả quy trình công nghệ, trong đó bản vẽ lưu đồ công nghệ là quan trọng nhất.
- ✓ Nhiệm vụ của người kỹ sư thiết kế điều khiển là bổ xung thiết bị đo, chấp hành, các chức năng điều khiển quá trình cụ thể và thể hiện chúng qua bản vẽ lưu đồ P&ID.
- ✓ Lưu đồ P&ID là cơ sở cho việc phân tích và thiết kế hệ thống



-