

# Nghiên cứu và xây dựng hệ thống điều khiển đa cấp

Lê Thành Nam  
Trường Đại học Trà Vinh

Hiện nay Việt Nam đang đẩy nhanh quá trình hiện đại hoá và công nghiệp hoá đất nước, đi đôi với quá trình này là việc ứng dụng mạnh mẽ các hệ thống điều khiển tự động vào trong các ngành sản xuất kinh doanh. Để giải quyết vấn đề đặt ra trên, tác giả thực hiện nghiên cứu, để từ đó có thể lập ra được một hệ thống đa cấp tối ưu. Thiết kế và xây dựng cấu trúc một hệ thống SCADA đa cấp và việc trao đổi dữ liệu giữa các cấp của hệ thống SCADA đa cấp, đồng thời xây dựng mô hình giám sát điều khiển hệ thống phân loại sản phẩm tự động.

## 1. Giới thiệu

Trong thời đại ngày nay, với chính sách mở cửa kêu gọi các nhà đầu tư tham gia vào thị trường Việt Nam của nhà nước, chủ trương công nghiệp hóa hiện đại hóa nhằm phát triển kinh tế đưa xã hội ngày đi lên ngang tầm khu vực và thế giới đã dẫn đến hàng loạt các nhà máy xi nghiệp sản xuất mọc lên ở khắp mọi miền đất nước. Do đó, các nhà sản xuất ngày càng có nhiều đối thủ và việc cạnh tranh cùng một mặt hàng sản xuất ra là không thể tránh khỏi. Thêm vào đó, vật giá leo thang, nguồn nguyên liệu đầu vào đắt đỏ, hao tốn nhiều trong sản xuất. Rồi nguồn năng lượng ngày càng khan hiếm do nhiều nguyên nhân như chiến tranh, cạnh tranh đối thủ sản chơi hội nhập thương mại quốc tế hạn chế... Các yếu tố này thật sự là thách thức lớn đối với các nhà sản xuất nếu họ muốn giảm giá thành và tăng chất lượng sản phẩm.

Một giải pháp kỹ thuật mang tính chiến lược và hiệu quả trong các quy trình công nghệ sản xuất tự động hóa tích hợp hiện nay là xây dựng hệ thống điều khiển, giám sát và quản lý thông tin dữ liệu toàn bộ hệ thống theo thời gian thực và được gọi là SCADA. Trước tình hình này, công việc "xây dựng hệ thống SCADA giám sát, quản lý điều khiển dây chuyền phân loại sản phẩm" là điều rất cần thiết hiện nay.

## 2. Cấu trúc hệ thống SCADA đa cấp

Hệ thống SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) đa cấp thường bao gồm 5 cấp có, trong đó thành phần các cấp như sau:

**Cấp chấp hành:** Bao gồm các thiết bị chấp hành và các cơ cấu điều khiển như: động cơ, val solenoid, đèn, máy bơm ...

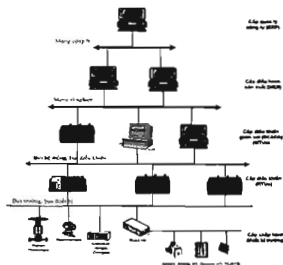
**Cấp điều khiển:** Bao gồm các bộ điều khiển RTUs (Remote Terminal Unit), PLC (Programmable Logic Controller) hay các máy tính trạm (operating stations), card điều khiển

**Cấp điều khiển giám sát:** Các MTUs (Master Terminal Unit), PLC và các máy tính đóng vai trò trạm trung tâm (Central Stations), chứa phần mềm SCADA, quản lý dữ liệu thời gian thực.

**Cấp điều hành sản xuất:** Cấp MES (Manufacturing Execution System), gồm các máy tính nối mạng với nhau, cơ sở dữ liệu quan hệ nằm ở cấp này.

**Cấp quản lý công ty:** Cấp ERP (Enterprise Resource Planning), gồm các máy tính nối mạng với nhau. Hệ thống các máy tính nối mạng với nhau rất đa dạng như: mạng công ty, mạng LAN, mạng Internet...

Hình 1: Hệ thống điều khiển Scada đa cấp



## 3. Chức năng, nhiệm vụ các cấp trong hệ thống

**Chức năng, nhiệm vụ của cấp chấp hành:** bao gồm các thiết bị máy móc, các cơ cấu chấp hành, như động cơ các loại, van khí nén, van thủy lực, lò nhiệt, và các cảm biến... Nhận tín hiệu điều khiển từ các bộ điều khiển ở cấp trên, có thể là tín hiệu liên tục hay tín hiệu số. Các cảm biến thu nhận trạng thái hiện tại của thiết bị, phản hồi cho các thiết bị điều khiển, các tín hiệu chuẩn công nghiệp (0 — 5V, 0 — 10V hay 0-20mA, 4 — 20mA, hoặc là các tín hiệu số).

**Chức năng, nhiệm vụ của cấp điều khiển:** bao gồm các RTUs, các RTUs có thể là PLC, hay là bộ điều khiển nhiệt độ, bộ điều khiển PID, bộ điều khiển tốc độ động cơ.

**Chức năng, nhiệm vụ của cấp điều khiển giám sát:** là cấp trung tâm của hệ thống SCADA, quản lý toàn bộ hệ thống, tất cả thông tin, dữ liệu quá trình đều được

thu thập, lưu trữ tại đây, và hệ thống cơ sở dữ liệu thời gian thực (realtime database) cũng nằm tại đây. Cấp này bao gồm các bộ điều khiển PLC và các Máy tính, ... các thiết bị cấp này còn gọi chung là các MTUs. Phần mềm hệ thống SCADA được cài đặt trên máy tính, quản lý giám sát toàn bộ hệ thống, xử lý, lưu trữ dữ liệu, chia sẻ dữ liệu và có chức năng điều khiển toàn bộ hệ thống thông qua các RUTs.

Chức năng, nhiệm vụ của cấp điều hành sản xuất (MES): MES (Manufacturing Execution System) là cấp trên của cấp điều khiển giám sát, nó là một hệ thống các máy tính nối mạng LAN, WAN.

Chức năng, nhiệm vụ của cấp quản lý công ty (ERP): là cấp cao nhất trong hệ thống SCADA hiện đại, cũng bao gồm các máy tính nối mạng LAN, WAN. Phân tích hoạt động kinh doanh, quản lý chiến lược phát triển, quản lý điều hành kinh tế, quản lý điều hành toàn bộ nhà máy, quản lý nguồn nhân lực.

Để 1 hệ thống Scada đa cấp có thể hoạt động được, thì ngoài phần cứng còn cần phải có các phần mềm hay chương trình hỗ trợ. Sử dụng các phần mềm xây dựng hệ thống SCADA chuyên dụng: hiện nay cách này được sử dụng rất phổ biến, có rất nhiều các hãng lớn như CITechnologies, Wonderware, Advantech, Siemens, ... có bán các phần mềm SCADA chuyên dụng cho khách hàng.

## 4. Cách thức giao tiếp giữa các cấp

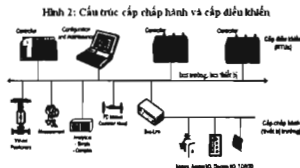
Mạng truyền thông công nghiệp hay mạng công nghiệp là một khái niệm chung chỉ các hệ thống mạng truyền thông số, truyền bit nối tiếp được sử dụng ghép nối các thiết bị công nghiệp. Các hệ thống truyền thông công nghiệp hiện nay cho phép liên kết mạng ở nhiều mức khác nhau, từ cảm biến, cơ cấu chấp hành dưới cấp trường cho đến các máy tính điều khiển, thiết bị quan sát, máy tính điều khiển giám sát và máy tính cấp điều hành xí nghiệp, quản lý công ty.

Giao tiếp giữa cấp chấp hành và cấp điều khiển

Các loại Bus được sử dụng để kết nối các thiết bị chấp hành với nhau và các thiết bị chấp hành với các thiết bị cấp điều khiển, cũng như các thiết bị cấp điều khiển với nhau được gọi chung là Bus trường (FieldBus), Bus thiết bị. Nhiệm vụ của Bus trường là 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, thời gian phản ứng tiêu biểu nằm trong phạm vi từ 0.1 mili giây tới vài mili giây, trong khi đó yêu cầu của lượng thông tin trong một bức điện chỉ hạn chế trong khoảng một vài Byte, chính vì vậy tốc độ truyền thường chỉ cần ở phạm vi Mbit/s.

Việc trao đổi thông tin về các biến quá trình chủ yếu mang tính chất định kỳ, tuần hoàn, chỉ có thông tin cảnh báo là có tính bất thường. Các loại Bus trường

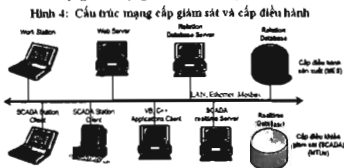
thường được sử dụng rộng rãi hiện nay cho cấp này là: PROFIBUS DP, PROFIBUS PA, Modbus, Foundation FieldBus, DeviceNet, Interbus-S, AS-I, CAN.



Các hệ thống mạng được dùng để nối các bộ điều khiển với các máy tính cấp điều khiển giám sát được gọi là Bus hệ thống (System Bus) hay Bus quá trình (Process Bus). Thông qua hệ thống Bus này mà cấp điều khiển phối hợp hoạt động đồng thời trao đổi và cung cấp dữ liệu cho cấp điều khiển giám sát, có thể gián tiếp thông qua các hệ thống quản lý cơ sở dữ liệu trên các trạm chủ, cũng như nhận mệnh lệnh, tham số điều khiển từ cấp điều khiển giám sát. Thông tin không những được trao đổi theo chiều dọc mà còn theo chiều ngang, tại các trạm kỹ thuật, trạm thao tác, và các trạm chủ cũng trao đổi dữ liệu qua bus hệ thống. Ngoài ra các máy in báo cáo và dữ liệu lưu trữ cũng được kết nối qua mạng này.

Đối với Bus hệ thống này tùy theo lĩnh vực ứng dụng mà đòi hỏi về tính năng thời gian thực có được đặt ra ngay hoặc không. Thời gian phản ứng tiêu biểu nằm trong khoảng một vài trăm mili giây, trong khi lưu lượng thông tin cần trao đổi lớn hơn nhiều so với bus trường. Tốc độ truyền tiêu biểu của bus hệ thống nằm trong phạm vi từ vài trăm kbit/s đến vài Mbit/s.

Giao tiếp giữa cấp giám sát và cấp điều hành



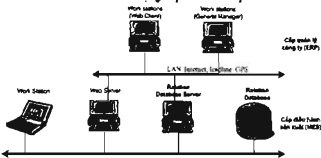
Mạng xí nghiệp thực ra là một mạng LAN có chức năng kết nối các máy tính văn phòng thuộc cấp điều

hành (MES) với cấp điều khiển giám sát. Thông tin được đưa lên từ cấp điều khiển giám sát bao gồm trạng thái làm việc của các quá trình kỹ thuật, các số liệu tính toán, thống kê về diễn biến quá trình sản xuất và chất lượng sản phẩm, thông tin theo chiều ngược lại là các thông số thiết kế, công thức điều khiển và mệnh lệnh điều hành. Ngoài ra thông tin cũng được trao đổi mạnh theo chiều ngang giữa các máy tính thuộc cấp điều hành sản xuất với nhau, như hỗ trợ làm việc theo nhóm, cộng tác trong dự án hay sử dụng chung các tài nguyên nối mạng (như máy chủ, máy khách, máy in). Khác với các hệ thống ở cấp dưới, mạng xí nghiệp không yêu cầu nghiêm ngặt về tính năng thời gian thực.

Việc trao đổi dữ liệu thường diễn ra không định kỳ, nhưng có khi với số lượng lớn tới hàng Mbyte. Các loại mạng được dùng phổ biến cho cấp điều khiển giám sát và cấp điều hành sản xuất (FMS) có thể là: Ethernet, Token-Ring. Ngoài ra việc truyền thông giữa cấp điều khiển giám sát với cấp điều hành sản xuất còn có thể được kết nối với nhau qua các loại mạng khác như: Internet, Radio, GPS.

Giao tiếp giữa cấp điều hành và cấp quản lý

Hình 5: Cấu trúc mạng cấp MES và cấp ERP



Mạng công ty nằm trên cùng trong mô hình phân cấp hệ thống SCADA đa cấp, đặc trưng của mạng công ty này gắn với một mạng viễn thông hay một mạng máy tính diện rộng nhiều hơn trên các phương diện phạm vi và hình thức dịch vụ, phương pháp truyền thông và các yêu cầu về kỹ thuật. Chức năng của mạng công ty là kết nối các máy tính văn phòng của các xí nghiệp, cung cấp các dịch vụ trao đổi thông tin nội bộ với các khách hàng như thư viện điện tử, thư điện tử, hội thảo từ xa qua điện thoại, hình ảnh, cung cấp dịch vụ truy cập Internet và thương mại điện tử,... Hình thức tổ chức ghép nối mạng cũng như các công nghệ được áp dụng rất đa dạng, tùy thuộc vào đầu tư của công ty. Trong nhiều trường hợp mạng công ty và mạng xí nghiệp được thực hiện bằng một hệ thống mạng duy nhất về mặt vật lý, nhưng chia thành nhiều phạm vi và nhóm mạng làm việc riêng biệt. Mạng công ty có vai trò như một đường cao tốc trong hệ thống hạ tầng cơ sở truyền thông của một công ty, vì vậy đòi hỏi tốc độ truyền thông và độ an toàn, tin cậy.

## 5. Xây dựng mô hình giám sát hệ thống phân loại sản phẩm

### 5.1. Xây dựng mô hình phân cứng

Để xây dựng hệ thống Scada điều khiển đa cấp, phân cứng của mô hình cần có:

Cấp 1: Cấp chấp hành, hệ thống phân loại sản phẩm gồm: động cơ, các nút nhấn, cảm biến, xy lanh tác động, đèn báo.

Chức năng cấp 1 dùng để điều khiển băng tải, nhận tín hiệu từ nút nhấn, từ các cảm biến đồng thời để điều khiển các Val Solenoid tác động đến piston khí phân loại sản phẩm không đạt yêu cầu.

Cấp 2: Cấp điều khiển, hệ thống điều khiển có thể dùng các loại PLC khác nhau có trên thị trường nhưng phải đảm bảo có đầy đủ ngõ vào ra và có thể giao tiếp với máy tính. Luận văn này sử dụng PLC S7 200 CPU 224 (14 I/10 O) của Siemens

Chức năng cấp 2: dùng để nhận tín hiệu từ các chấp hành và xử lý tín hiệu để điều khiển các Val Solenoid, đồng thời cũng trao đổi dữ liệu với cấp giám sát để giám sát hệ thống.

Cấp 3: Cấp điều khiển giám sát, lácáptrung tâm của hệ thống, hệ thống điều khiển giám sát gồm máy tính có chứa phần mềm giám sát điều khiển SCADA được nối trực tiếp với thiết bị điều khiển.

### 5.2. Giải pháp phân cứng

Hệ thống cần phải có phân cứng cụ thể như sau:

Nguồn cung cấp toàn bộ hệ thống, nút nhấn điều khiển hệ thống, băng tải để di chuyển sản phẩm, các thiết bị để phân biệt các loại sản phẩm, các phần tử tác động để phân loại các sản phẩm khác nhau.

Cấu trúc phân cứng của mô hình gồm: nguồn cung cấp hệ thống, nút nhấn điều khiển, băng tải di chuyển sản phẩm.

Các thiết bị để phân biệt sản phẩm: Cảm biến quang, cảm biến quang phản xạ, cảm biến quang soi thấu, thu tín hiệu quang, cảm biến tiệm cận (loại cảm ứng từ cảm), Bộ điều khiển trung tâm (PLC).

## Tài liệu tham khảo

Schneider Electric Co., Ltd. URL: <http://www.Citect.com>

SIMATIC S7-200 PC Access, Copyright Siemens Energy & Automation, Inc., 2004

S7-200 Programmable Controller System Manual Edition 08/2005, SIEMENS AG.

OPC Data Access Automation Specification Version 2.00.07, January 22, 1998, OPC Data Access Revision 2 Sub-Committee.

Mạng truyền thông công nghiệp, Hoàng Minh Sơn, NXB Khoa học và kỹ thuật, 2006.