

NGHIÊN CỨU PHÁT TRIỂN HỆ THỐNG ĐO VÀ ĐIỀU KHIỂN NHÚNG TRÊN CƠ SỞ MẠNG ETHERNET VÀ GIAO THỨC TCP/IP

Phan Minh Tân, Vũ Sỹ Thắng, Phạm Ngọc Minh, Phạm Thượng Cát.
Phòng công nghệ tự động hoá - Viện công nghệ thông tin
Tel. 8363484, Fax. 8363485, e-mail: ptcat@ioit.ncst.ac.vn
Phạm Minh Trí - Đại học công nghệ Nanyang - Singapore

Tóm tắt: Bài báo giới thiệu các kết quả nghiên cứu và xây dựng “Hệ thống đo và điều khiển nhúng trên cơ sở mạng Ethernet và giao thức TCP/IP” thuộc đề tài KC.03.13. Đây là hệ thống mạng nhúng cho đo và kiểm tra thông minh các dây chuyền sản xuất tự động hoá sử dụng thiết bị đo điều khiển xa đa kênh EDDK. Hệ thống có khả năng trao đổi thông tin lớn với tốc độ cao. Thiết bị đo điều khiển xa đa kênh EDDK có khả năng tính toán các thuật xử lý thông minh, có độ bền hoạt động trong môi trường công nghiệp và kích thước gọn nhẹ, tiêu ít năng lượng với giá cả cạnh tranh so với các thiết bị nhập ngoại. Chương trình giao diện kiểm soát trên máy chủ EMON có khả năng hội thoại, có nhiều công cụ trợ giúp và nhận dữ liệu của nhiều thiết bị đo xa đa kênh EDDK qua mạng Ethernet. Hệ thống có khả năng ứng dụng rất rộng, từ các dây chuyền sản xuất tự động hoá đến các ứng dụng chuyên dụng cho an ninh quốc phòng.

1. Giới thiệu chung

Với sự phát triển của công nghệ thông tin các thiết bị đo lường và kiểm tra phục vụ cho các dây chuyền tự động hoá sản xuất ngày càng thông minh hơn. Sự phát triển của các thế hệ đo và điều khiển đi lên từ thế hệ cơ khí, điện, đo điện tử vi mạch rời, sử dụng các vi xử lý cấp thấp đến thế hệ các thiết bị đo, đầu đo thông minh có các vi xử lý cấp cao, máy tính nhúng với các thuật xử lý hiện đại, có khả năng tự suy diễn, nhớ và kết nối mạng tốc độ cao. Các thiết bị hệ thống đo điều khiển thông minh này bảo đảm kết quả đo chính xác, khử được nhiễu và khả năng phân tích xử lý tổng hợp số liệu phong phú, có nhiều chức năng mà các thế hệ thiết bị trước không tự động xử lý được.

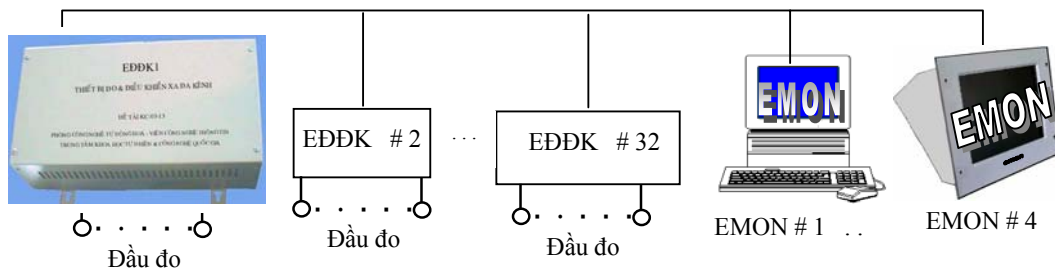
Các dây chuyền sản xuất có nhu cầu về đo lường và kiểm tra các thông số và trạng thái của hệ thống. Các dây chuyền sản xuất có độ tự động hoá cao càng cần đến các thiết bị và hệ thống đo kiểm tra thông minh được kết nối mạng và có khả năng xử lý nhiều số liệu đo từ nhiều cảm biến ở nhiều vị trí khác nhau. Các thiết bị đo kiểm tra xa hiện hành thường sử dụng chuẩn truyền nối tiếp RS422/485 với tốc độ thấp. Sự phát triển của công nghệ thông tin đã đưa tốc độ truyền tin qua mạng Ethernet lên đến 10-100Mbps gấp hàng trăm lần tốc độ truyền qua cổng nối tiếp RS232. Chúng tôi đã áp dụng công nghệ mạng Ethernet để xây dựng “Hệ thống đo và điều khiển nhúng trên cơ sở mạng Ethernet và giao thức TCP/IP” phục vụ cho tích hợp các hệ thống đo và điều khiển xa các quá trình công nghệ. Hệ thống này có nhiều khả năng xử lý mạnh hơn các hệ thống truyền qua cổng nối tiếp hiện hành. Nhu cầu sử dụng hệ thống này là lớn vì nó thay thế

được việc phải dùng các mạng LAN văn phòng to, công kênh phục vụ cho các hệ thống đo và điều khiển.

Hệ thống này bao gồm:

- Thiết bị đo xa đa kênh EĐĐK có khả năng nối ghép trực tiếp với các đầu đo công nghiệp như cặp nhiệt, mV hoặc qua các chuẩn 4-20mA, 0-10V, khả năng xử lý tín hiệu mạnh và phần mềm xử lý tính toán có thể thay đổi, nạp lại từ xa qua mạng Ethernet tốc độ 10-100MHz.
- Thiết bị EĐĐK được chế tạo trên công nghệ nhúng PC/104, có dung lượng bộ nhớ RAM, bộ nhớ FLASH lớn và có khả năng kết nối mạng Ethernet với giao thức TCP/IP.
- EĐĐK có chương trình tạo môi trường và các chức năng TCP/IP và thư viện các thuật điều khiển.
- Chương trình giao diện kiểm soát trên máy chủ EMON có khả năng hội thoại và nhận dữ liệu của nhiều thiết bị đo xa đa kênh EĐĐK cũng qua mạng Ethernet. Chương trình có giao diện thân thiện với người sử dụng cho phép phát triển các ứng dụng toàn cục cũng như thay đổi chương trình xử lý cho từng thiết bị EĐĐK.

Mạng Ethernet 10-100 Mb/s



- Phần mềm EMON được phát triển chạy trên máy PC có đủ các chức năng thu thập xử lý dữ liệu của các EĐĐK từ xa. Ngoài ra, nó có thể thay đổi, nạp lại các chương trình xử lý tại chỗ của các EĐĐK.
- Các máy tính EMON cài hệ điều hành Win98 sử dụng giao thức TCP/IP.

Khả năng ứng dụng của hệ thống rất rộng, từ các dây chuyền sản xuất tự động hoá đến các ứng dụng chuyên dụng cho an ninh quốc phòng. Chương trình giao diện EMON cho phép người sử dụng phát triển các ứng dụng riêng của mình một cách dễ dàng.

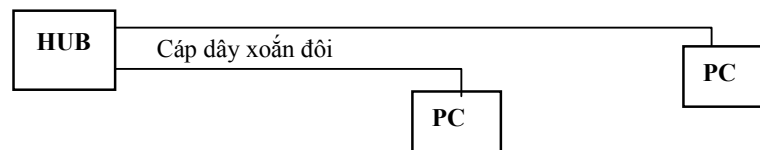
Ưu điểm của hệ thống:

- Hệ thống đo điều khiển xa có khả năng trao đổi thông tin lớn với tốc độ cao so với các mạng fieldbus hiện hành.
- Thiết bị đo điều khiển xa EĐĐK có khả năng tính toán các thuật xử lý thông minh, có độ bền hoạt động trong môi trường công nghiệp và kích thước gọn nhẹ, tiêu ít năng lượng hơn, rẻ tiền hơn so với các thiết bị đo lường thu thập dữ liệu từ xa nhập ngoại hiện hành.
- Hệ thống phần mềm bằng tiếng việt phù hợp cho các ứng dụng ở Việt Nam.

2. Vì sao chọn mạng cục bộ Ethernet và giao thức TCP/IP

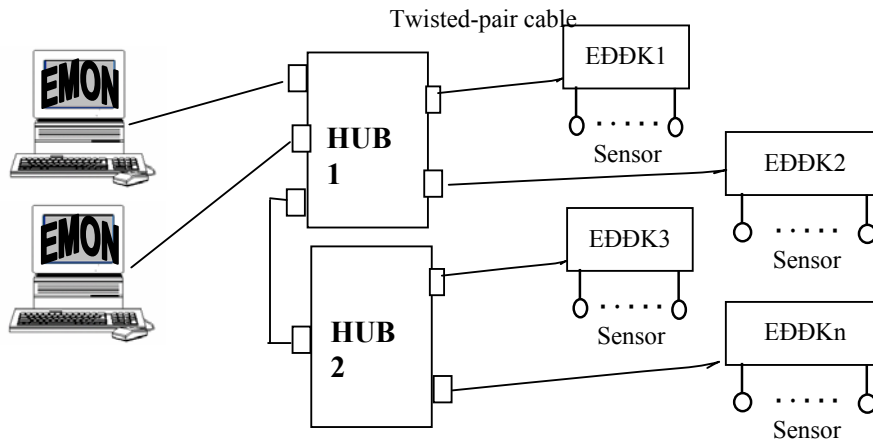
Mạng cục bộ (LAN-Local Area Networks) là hệ truyền thông tốc độ cao được thiết kế để kết nối các máy tính và các thiết bị xử lý dữ liệu khác cùng hoạt động với nhau trong một khu vực địa lý nhỏ như một tầng của toà nhà hoặc trong một toà nhà. Các thiết bị gắn với mạng LAN đều dùng chung một phương tiện truyền tin đó là dây cáp. Việc kết nối các máy tính và EĐĐK với một dây cáp được dùng như một phương tiện truyền tin chung cho tất cả các máy. Công việc kết nối vật lý vào mạng được thực hiện bằng cách cắm một card giao tiếp mạng NIC (Network Interface Card) vào trong máy tính, vào EĐĐK và nối nó với cáp mạng. Sau khi kết nối vật lý đã hoàn tất, quản lý việc truyền tin giữa các máy trên mạng tùy thuộc vào phần mềm mạng.

Mạng truyền số liệu Ethernet cho phép đưa vào mạng các loại máy tính khác nhau. Nhờ các tiến bộ kỹ thuật người ta có thể xây dựng Ethernet mà không cần phải bọc/bảo vệ cáp đồng trục. Đó là Ethernet với cáp dây xoắn đôi (twisted pair), (còn gọi là cáp loại 5-Cat5) rẻ hơn và dễ cài đặt hơn cáp đồng trục. Loại cáp này có 8 sợi dây nối vào bộ nối RJ45. Mỗi máy tính được nối vào Hub của Ethernet bằng cáp dây xoắn đôi như hình sau:



Hub là một trong những yếu tố quan trọng nhất của mạng LAN. Đây là điểm kết nối dây trung tâm của mạng, tất cả các trạm trên mạng LAN được kết nối thông qua Hub. Một Hub thông thường có nhiều cổng nối với người sử dụng để gắn máy tính và các thiết bị khác (ở đây là EĐĐK). Mỗi cổng hỗ trợ một bộ kết nối dùng cáp dây xoắn đôi từ mỗi trạm của mạng. Độ dài cực đại của cáp mạng từ máy tới Hub là 100m.

Ngày nay các nhà sản xuất đã cho ra đời Ethernet tốc độ cao (Fast Ethernet) sử dụng dây xoắn đôi Cat5, tốc độ truyền có thể lên tới 100Mbps. Để có thể chấp nhận cả đường truyền 10 lần 100Mbps, các nhà sản xuất đã cho ra Ethernet 2 tốc độ (Dual-speed Ethernet) hay 10/100 Ethernet, áp dụng cho bộ giao tiếp máy tính cũng như cho Hub. Mặc dù thiết bị 10/100 hơi đắt hơn, nhưng nó ngày càng trở nên rất phổ biến. Các thiết bị hai tốc độ rất hữu dụng trong quá trình chuyển tiếp từ kỹ thuật 10Mbps sang kỹ thuật 100Mbps. Lấy ví dụ một máy tính có các giao tiếp 10/100, khi được nối với 1 Hub 10 Mbps, cả 2 sẽ truyền/nhận dữ liệu ở tốc độ 10Mbps. Khi được nối với Hub 100Mbps, cả 2 sẽ nhận ra tốc độ mới và truyền/nhận với tốc độ 100Mbps Tốc độ truyền tự động được xác định mà không cần phải cấu hình lại phần mềm cũng như phần cứng. Sử dụng các ưu điểm trên của mạng Ethernet, chúng tôi xây dựng cấu hình phần cứng của “Hệ thống đo và điều khiển nhúng trên cơ sở mạng Ethernet” như hình 1:



Hình 1: Sử dụng 2HUB mắc nối tiếp

Để thông tin liên lạc giữa các máy trên mạng Ethernet được tin cậy, nhanh, mạnh, mềm dẻo, dễ phát triển và có khả năng kết nối vào mạng Internet, thì việc lựa chọn hệ điều hành, lựa chọn giao thức truyền và xây dựng hệ thống phần mềm cho máy chủ (HOST) và thiết bị EĐĐK rất quan trọng.

+ Hệ điều hành của máy chủ: Win98, Win2000, WinNT là các hệ Windows thông dụng có sẵn các giao thức TCP/IP chạy trên mạng Ethernet và có sẵn khả năng kết nối vào Internet.

+ Hệ điều hành của EĐĐK: Hệ điều hành cơ bản, rất ổn định, rất phù hợp với các máy tính nhỏ Pentium1 hoặc 386, chiếm ít bộ nhớ, rất phù hợp với thiết bị nhúng EĐĐK không có bàn phím màn hình và có chế độ Watchdog. Tuy vậy hệ này không có sẵn giao thức TCP/IP nên chúng tôi phải tự xây dựng lấy. Chúng tôi đã tạo ra môi trường TCP/IP trên nền DOS và các hàm dưới dạng thư viện phần mềm, người sử dụng không cần phải tìm hiểu những rắc rối của giao thức TCP/IP.

+ Giao thức truyền TCP/IP: Đây là giao thức thường dùng nhất hiện nay để kết nối giữa các máy trên mạng cục bộ, kết nối với mạng khác hoặc kết nối với Internet. Sau đây chúng ta tìm hiểu kỹ hơn về giao thức này.

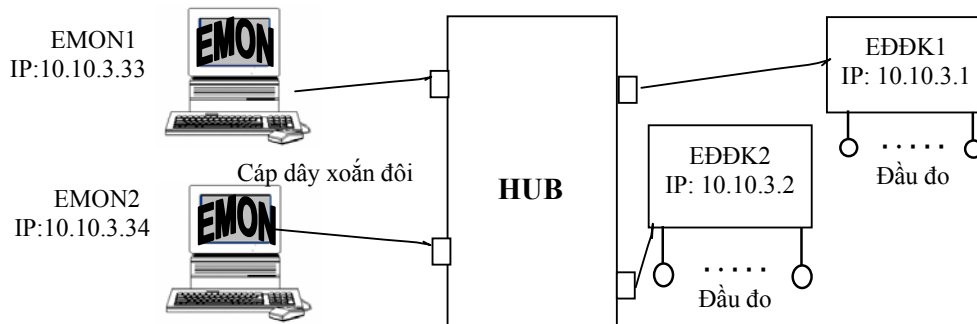
▪ TCP/IP

Để thông tin liên lạc giữa các máy người ta quy định một giao thức là TCP/IP đặc tả các chi tiết, cách thức mà các máy tính liên lạc với nhau cũng như các quy ước cho các mạng nối với nhau và định tuyến giao thông. Nó cũng có thể dùng chỉ để liên kết mạng trong một công ty, một nhà máy,... không nhất thiết phải nối kết với các mạng khác bên ngoài.

Địa chỉ IP: Tất cả EĐĐK đều sử dụng địa chỉ IP chuẩn bản 4 số. Địa chỉ IP là địa chỉ logic được gán cho 1 máy trên mạng riêng. Mỗi máy trên mạng TCP/IP đã được gán một địa chỉ IP để cho nó có thể truyền với các máy khác. Trong dạng vật lý thì địa chỉ IP là số binary 32 bit. Tuy nhiên ở mức người sử dụng, địa chỉ IP hầu như luôn luôn biểu diễn trong dạng dễ đọc hơn gọi là số thập phân có chấm. Ví dụ 10.10.3.100 là địa chỉ IP được viết trong dạng thập phân có chấm. Các chấm ở đây là các chấm thập phân, phục vụ ranh giới ảo của 4 byte tạo ra giá trị binary 32 bit. 4 byte đã được biểu diễn dưới dạng thập phân.

Khi xuất xưởng mỗi EDDK đều được gán 1 địa chỉ IP mặc định. Ví dụ EDDK1 có địa chỉ IP là 10.10.3.1 với tên là EDDK1, EDDK2 có địa chỉ IP là 10.10.3.2 với tên là EDDK2. Khi xây dựng mạng, người sử dụng có thể đặt lại IP này trong chương trình EMON qua mạng Ethernet, sao cho mỗi EDDK có 1 địa chỉ khác nhau.

Ví dụ mạng Ethernet đo và điều khiển nhúng có 2 EDDK và 2 EMON như sau:



3. Máy tính chủ với chương trình EMON

Hệ thống có thể nhận được 4 máy tính chủ trên mạng để cài chương trình EMON.

Cấu hình của máy tính cần có:

- Pentium2 hoặc tương đương trở lên.
- RAM 64 Mb trở lên
- Trên đĩa cứng cần trên 20Mb
- Màn hình Touch Screen hoặc màn hình thường
- Hệ điều hành Win98 trở lên
- Card mạng khởi tạo trong Windows với giao thức TCP/IP

Chương trình EMON

Chương trình có các chức năng chính sau:

Config Graph Diagram Measure Report EDDK View Window Help

(Xem chi tiết ở bài báo “Thiết kế và phát triển chương trình giao diện EMON32 cho hệ thống đo và điều khiển qua mạng Ethernet”)

4. Thiết bị đo và điều khiển nhúng EDDK

Chúng tôi đã chế tạo thiết bị đo và điều khiển nhúng e@k sử dụng công nghệ nhúng PC/104.



Phần cứng của EDDK

- + PC/104 Pentium, 133MHz, 330MHz
- 32Mb RAM, 32Mb FLASH
- Chip mạng Realtek 8139 –
- Connector RJ45-cáp dây xoắn đôi
- + Analog Input V, mA, 12bit, 24kênh
- + Analog Output V/mA, 12 bit 2kênh
- + Digital I/O TTL 16/8
- + Có Timer 16,24bits
- + Có phối ghép đầu đo cặp nhiệt độ, mV

Phần mềm của EĐĐK

- + Hệ điều hành DOS6.2
- + Ngôn ngữ lập trình C, C++
- + Chương trình tạo môi trường theo chuẩn của giao thức TCP/IP trên DOS, có các lệnh chính để truyền trên mạng Ethernet sau:
 - Nhận tên và địa chỉ IP của PC/EMON
 - Nhận tên và địa chỉ IP của EĐĐK do EMON đặt lại
 - Nhận thời gian do EMON gửi để đồng bộ lại thời gian
 - Nhận tệp ứng dụng mới, được nạp lại từ EMON và cho chạy tệp này
 - Gửi số liệu thời gian thực theo yêu cầu của EMON
 - Gửi toàn bộ số liệu lưu trên đĩa theo yêu cầu của EMON
- + Có thư viện trợ giúp người sử dụng
 - Lưu số liệu lên đĩa cứng theo một khoảng thời gian đặt trước
 - Lọc bậc 1 theo tỷ lệ mong muốn
 - Các thuật điều khiển: PID...
 - Có thể thêm các thuật riêng của người sử dụng

5. Kết luận

“Hệ thống đo và điều khiển nhúng trên cơ sở mạng Ethernet và giao thức TCP/IP” đã sử dụng những công nghệ tiên tiến hiện nay. Công nghệ nhúng PC/104 tạo ra phần cứng của thiết bị vững chắc, gọn, nhỏ, chịu được rung, sóc. Các modul CPU, AD, DA, DIO.. lại rất đa dạng và phong phú nên khả năng lựa chọn dễ dàng. Mạng cục bộ Ethernet là mạng thông dụng nhất hiện nay, đạt tốc độ 100Mbps nên dữ liệu thời gian thực trên mạng cũng rất nhanh. Giao thức TCP/IP là giao thức chính của Internet nên hệ thống theo giao thức này sẽ thuận lợi khi phát triển thành hệ thống đo xa qua Internet. Phần mềm của thiết bị EĐĐK đã cung cấp tất cả những phần cần thiết về giao thức TCP/IP và tạo ra môi trường trên DOS, nên người sử dụng rất dễ dùng vì chỉ cần lập trình phần ứng dụng. Chương trình EMON chạy trên các máy PC thông thường trên hệ điều hành Windows rất phổ cập hiện nay. Chương trình cung cấp rất nhiều công cụ để giám sát toàn bộ hệ thống theo thời gian thực. Chương trình lại dễ cài đặt, dễ dùng, và đáp ứng được các yêu cầu của người sử dụng.

“Hệ thống đo và điều khiển nhúng trên cơ sở mạng Ethernet và giao thức TCP/IP” với các công nghệ phần cứng tiên tiến, phần mềm theo chuẩn quốc tế, dễ sử dụng, giá thành thấp hơn so với nhập ngoại rất có triển vọng được ứng dụng rộng rãi trong nước.

Tài liệu tham khảo: Các tài liệu lấy trên Internet

- [1] INFORMATION SCIENCES INSTITUTE – UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA
Internet Protocol: Darpa Internet Program Protocol Specification & A TCP/IP Tutorial
- [2] A TEXAS INSTRUMENTS COMPANY, 2002-*Multifunction Ethernet Data Acquisition System*
- [3] SENSORY COMPANY INCORPORATED, 2002 - *Sensory Models 2518/2519 Ethernet Smart A/D*