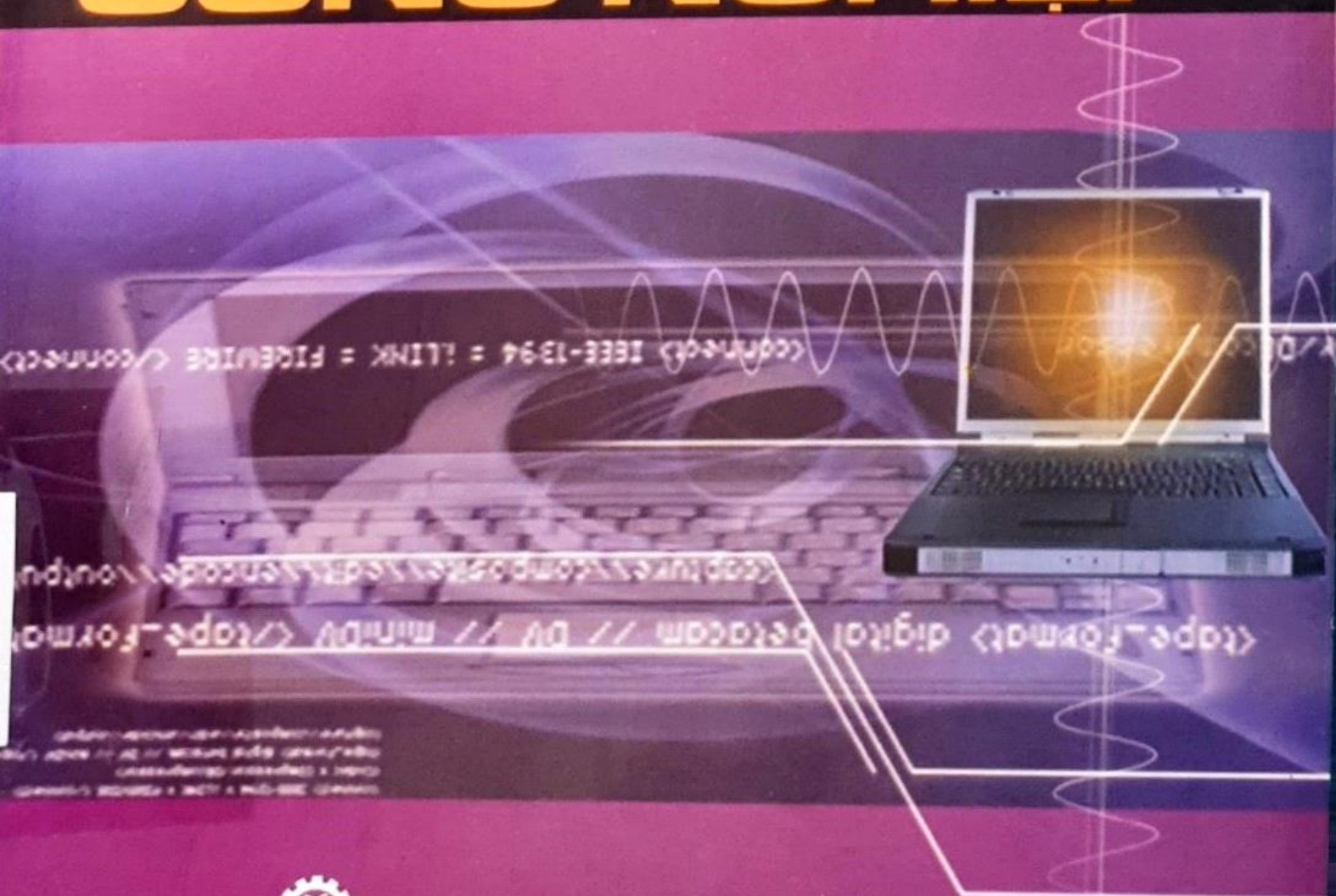


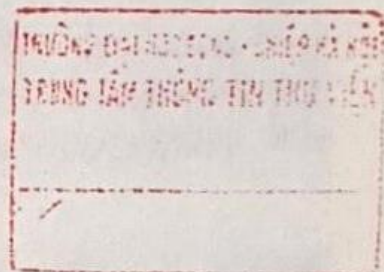
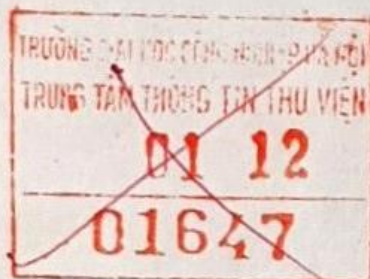
HOÀNG MINH SƠN

MẠNG TRUYỀN THÔNG CÔNG NGHIỆP



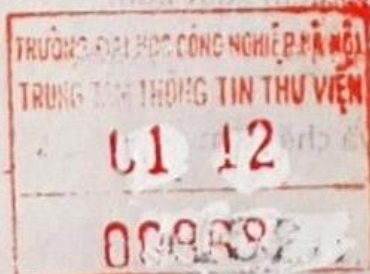
NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

HOÀNG MINH SƠN



MẠNG TRUYỀN THÔNG CÔNG NGHIỆP

(In lần thứ 3, có chỉnh sửa và bổ sung)



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT
HÀ NỘI - 2006

Lời nói đầu

Tốc độ phát triển nhanh chóng của công nghệ vi điện tử, kỹ thuật truyền thông và công nghệ phần mềm trong những năm gần đây đã tạo sự chuyển biến cơ bản trong hướng đi cho các giải pháp tự động hóa công nghiệp. Xu hướng phân tán, mềm hóa và chuẩn hóa là ba trong nhiều điểm đặc trưng cho sự thay đổi này. Những xu hướng mới đó không nằm ngoài mục đích giảm giá thành giải pháp và nâng cao chất lượng hệ thống. Sự ứng dụng rộng rãi các hệ thống mạng truyền thông công nghiệp, đặc biệt các hệ thống bus trường, là một ví dụ tiêu biểu.

"Mạng truyền thông công nghiệp" cũng như "Công nghệ bus trường" không phải là một lĩnh vực kỹ thuật hoàn toàn mới, mà thực chất là các công nghệ được kế thừa, chất lọc và phát triển từ kỹ thuật truyền thông nói chung cho phù hợp với các yêu cầu trong công nghiệp. Điều này thể hiện ở chỗ, mỗi một người hoạt động trong lĩnh vực điều khiển - tự động hóa đều cũng đã biết ít nhiều về nó, có thể nói về nó, ngay cả khi chưa đọc một cuốn sách cụ thể nào về mạng truyền thông công nghiệp, về công nghệ bus trường. Từ hơn một thập kỷ nay, công nghệ bus trường đã trở nên không thể thiếu được trong các hệ thống điều khiển và giám sát hiện đại. Song, thực tế người sử dụng trong công nghiệp thường gặp phải hàng loạt các vấn đề khác nhau - mặc dù rất cơ bản - nhưng không được đề cập ở các tài liệu thuộc lĩnh vực mạng truyền thông phổ thông (mạng máy tính, mạng viễn thông).

Vấn đề đặt ra trước tiên khi xây dựng một giải pháp tự động hóa không còn là nên hay không nên, mà là lựa chọn hệ thống mạng truyền thông nào cho phù hợp với yêu cầu và nhiệm vụ của ứng dụng thực tế. Ví dụ, giải pháp bus trường nào có thể thỏa mãn yêu cầu về cấu trúc hệ thống và tính năng thời gian thực của ứng dụng? Hơn nữa, để so sánh hai hệ thống phải dựa trên cơ sở kỹ thuật nào? Tiếp theo là bài toán đặt cấu hình, tham số và đưa hệ thống đi vào vận hành. Chậm nhất là khi các đèn báo lỗi trên các module đồ hàng loạt, người làm công việc tích hợp hệ thống sẽ thấy rằng không thể tìm thấy một cách nhanh chóng lời giải thích thỏa đáng ở các tài liệu hướng dẫn cũng như qua đường dây hỗ trợ nóng của nhà cung cấp thiết bị mạng.

Cuốn sách được xây dựng trên cơ sở nội dung bài giảng cho sinh viên những năm cuối của ngành Điều khiển Tự động (ĐHBK Hà Nội), một mặt

nhằm đáp ứng yêu cầu cấp thiết về giáo trình trong nhà trường, mặt khác nhằm mục đích cung cấp thông tin cập nhật cho đông đảo giới bạn đọc quan tâm tới lĩnh vực này. Cuốn sách là tài liệu tự học và tham khảo cho các sinh viên các trường đại học kỹ thuật, các học viên cao học và các kỹ sư làm việc trong lĩnh vực tích hợp hệ thống.

Trong khuôn khổ có hạn của cuốn sách, việc chọn lọc và trình bày nội dung để phù hợp với nhiều nhóm bạn đọc khác nhau quả thật không dễ dàng. Theo quan điểm của tác giả thì phần kỹ thuật cơ bản đóng vai trò quan trọng hơn cả, bởi vì nó là nền tảng cho mọi công nghệ khác nhau. Phần trình bày về các hệ thống bus trường tiêu biểu được biên soạn dựa theo xu hướng ứng dụng trong nước, giúp bạn đọc hiểu sâu hơn phần kỹ thuật cơ bản và nhanh chóng nắm được thông tin cô đọng về một hệ thống chỉ qua ít trang sách mà không phải mất công tìm tòi trong các tài liệu chuẩn. Về mặt thuật ngữ, còn nhiều khái niệm mới chưa được thống nhất trong tiếng Việt, vì vậy tác giả sử dụng nguyên bản tiếng Anh kèm theo lời giải thích.

Tác giả chân thành cảm ơn chị Phan Xuân Minh và anh Nguyễn Doãn Phước - những người đã luôn "gây sức ép" với tác giả để hoàn thành cuốn sách.

Trong khi hoàn thành ấn bản lần đầu tiên của cuốn sách, tác giả đã cố gắng rất nhiều trong việc biên soạn nội dung và cách trình bày, tuy vậy không tránh khỏi những thiếu sót, bất cập. Với mong muốn cuốn sách sẽ ngày càng được hoàn thiện trong các lần tái bản sau để phục vụ tốt hơn nữa yêu cầu bạn đọc, tác giả mong nhận được những góp ý sửa đổi hay bổ sung. Các ý kiến phản hồi xin gửi về:

Trường Đại học Bách khoa Hà Nội

Khoa Điện, Bộ môn Điều khiển Tự động.

Số 1 Đại Cồ Việt - Hà Nội

email: hoang-m-son@mail.hut.edu.vn

hoặc

Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật

70 Trần Hưng Đạo - Hà Nội

Hà Nội, tháng Tư năm 2001

Tác giả

Về lần xuất bản thứ hai

Từ những kinh nghiệm sử dụng cuốn sách làm tài liệu tham khảo cho các chương trình đào tạo Cao học, Đại học, Cao đẳng, các khóa đào tạo Tự động hóa nâng cao cho các kỹ sư bên ngoài, cũng như từ những ý kiến đóng góp của đông đảo bạn đọc, tác giả thấy cần phải có một số thay đổi về mặt cấu trúc, nội dung và hình thức trình bày trong lần xuất bản này. Vai trò của mạng truyền thông công nghiệp được tách riêng thành một mục trong chương mở đầu và bổ sung thêm một số lời bình luận chi tiết. Phần lớn của chương 4 cũ "Các thành phần hệ thống mạng" được chuyển lên thành chương 3 với cùng tên, phần còn lại được bổ sung một số chủ đề khác để thành một chương mới với tiêu đề "Một số vấn đề về tích hợp hệ thống".

Sau khi ấn bản đầu tiên của cuốn sách ra đời vào đầu năm 2001, đến nay lĩnh vực truyền thông công nghiệp đã có những bước phát triển mới, mạnh mẽ. Đặc biệt, ảnh hưởng của chuẩn IEC 61158 cùng với sự lên ngôi của các công nghệ xung quanh mạng Ethernet và Foundation Fieldbus đã làm thay đổi một số quan điểm về kiến trúc cũng như giải pháp hệ thống. Lần tái bản này phản ánh xu hướng phát triển đó. Bên cạnh việc đưa thêm hai công nghệ mạng nói trên vào chương "Các hệ thống bus tiêu biểu", phần giới thiệu về PROFIBUS cũng được cập nhật và chỉnh sửa khá nhiều. Hầu hết các nội dung còn lại trong cuốn sách cũng được duyệt lại và sửa lỗi, nhiều đoạn văn được diễn đạt lại cho chính xác và dễ hiểu hơn, một số thuật ngữ được chỉnh sửa cho quen thuộc và nhất quán.

Về mặt hình thức, bạn đọc cũng có thể nhận thấy một vài cải tiến đáng kể. Các phong chữ mới theo chuẩn Unicode được đưa vào sử dụng có chất lượng tốt hơn rất nhiều, trong khi không hề làm tăng số trang với nội dung cũ.

Cuối cùng, tác giả xin chân thành cảm ơn đông đảo bạn đọc đã có những ý kiến phản hồi, những lời bình luận và góp ý quý báu cho cuốn sách được hoàn thiện hơn.

Hà Nội, Xuân 2004

MỤC LỤC

Danh mục hình vẽ

Chương 1: Mở đầu

- 1.1 Mạng truyền thông công nghiệp là gì?
- 1.2 Vai trò của mạng truyền thông công nghiệp
- 1.3 Phân loại và đặc trưng các hệ thống MCN
- 1.4 Về nội dung cuốn sách
- 1.5 Ghi chú và tài liệu tham khảo

Chương 2: Cơ sở kỹ thuật

- 2.1 Các khái niệm cơ bản
 - 2.1.1 Thông tin, dữ liệu và tín hiệu
 - 2.1.2 Truyền thông, truyền dữ liệu và truyền tín hiệu
 - 2.1.3 Tính năng thời gian thực
- 2.2 Chế độ truyền tải
 - 2.2.1 Truyền bit song song và truyền bit nối tiếp
 - 2.2.2 Truyền đồng bộ và không đồng bộ
 - 2.2.3 Truyền một chiều và truyền hai chiều
 - 2.2.4 Truyền tải dải cơ sở, dải mang và dải rộng
- 2.3 Cấu trúc mạng - Topology
 - 2.3.1 Cấu trúc bus
 - 2.3.2 Cấu trúc mạch vòng (tích cực)
 - 2.3.3 Cấu trúc hình sao
 - 2.3.4 Cấu trúc cây
- 2.4 Kiến trúc giao thức
 - 2.4.1 Dịch vụ truyền thông
 - 2.4.2 Giao thức
 - 2.4.3 Mô hình lớp
 - 2.4.4 Kiến trúc giao thức OSI
 - 2.4.5 Kiến trúc giao thức TCP/IP
 - 2.4.6 Chuẩn MMS
- 2.5 Truy nhập bus
 - 2.5.1 Đặt vấn đề
 - 2.5.2 Chủ/tớ (Master/Slave)
 - 2.5.3 TDMA

	2.5.4	Token Passing	60
	2.5.5	CSMA/CD	62
	2.5.6	CSMA/CA	65
	2.6	Bảo toàn dữ liệu	66
	2.6.1	Đặt vấn đề	66
	2.6.2	Bit chẵn lẻ (Parity bit)	70
	2.6.3	Bit chẵn lẻ 2 chiều	71
	2.6.4	CRC	73
	2.6.5	Nhồi bit (Bit Stuffing)	75
	2.7	Mã hóa bit	76
	2.7.1	Các tiêu chuẩn trong mã hóa bit	76
	2.7.2	NRZ, RZ	78
	2.7.3	Mã Manchester	79
	2.7.4	AFP	79
	2.7.5	FSK	80
	2.8	Kỹ thuật truyền dẫn	80
	2.8.1	Phương thức truyền dẫn tín hiệu	82
	2.8.2	RS-232	85
	2.8.3	RS-422	90
	2.8.4	RS-485	91
	2.8.5	MBP (IEC 1158-2)	98
	2.9	Ghi chú và tài liệu tham khảo	100
Chương 3:		Các thành phần hệ thống mạng	102
	3.1	Phương tiện truyền dẫn	102
	3.1.1	Đôi dây xoắn	104
	3.1.2	Cáp đồng trục	106
	3.1.3	Cáp quang	107
	3.1.4	Vô tuyến	111
	3.2	Giao diện mạng	112
	3.2.1	Cấu trúc giao diện mạng	112
	3.2.2	Ghép nối PLC	115
	3.2.3	Ghép nối PC	118
	3.2.4	Ghép nối vào/ra phân tán	120
	3.2.5	Ghép nối các thiết bị trường	121
	3.3	Phần mềm trong hệ thống mạng	123
	3.3.1	Phần mềm giao thức	123
	3.3.2	Phần mềm giao diện lập trình ứng dụng	125
	3.4	Thiết bị liên kết mạng	126

3.4.1	Bộ lặp	126
3.4.2	Cầu nối	128
3.4.3	Router	129
3.4.4	Gateway	130
3.5	Các linh kiện mạng khác	131
3.6	Ghi chú và tài liệu tham khảo	133
Chương 4:	Các hệ thống bus tiêu biểu	134
4.1	PROFIBUS	134
4.1.1	Kiến trúc giao thức	135
4.1.2	Cấu trúc mạng và kỹ thuật truyền dẫn	136
4.1.3	Truy nhập bus	139
4.1.4	Dịch vụ truyền dữ liệu	140
4.1.5	Cấu trúc bức điện	142
4.1.6	PROFIBUS-FMS	144
4.1.7	PROFIBUS-DP	150
4.1.8	PROFIBUS-PA	157
4.1.9	Ghi chú và tài liệu tham khảo	160
4.2	CAN	161
4.2.1	Kiến trúc giao thức	161
4.2.2	Cấu trúc mạng và kỹ thuật truyền dẫn	162
4.2.3	Cơ chế giao tiếp	163
4.2.4	Cấu trúc bức điện	164
4.2.5	Truy nhập bus	168
4.2.6	Bảo toàn dữ liệu	169
4.2.7	Mã hóa bit	170
4.2.8	Các hệ thống tiêu biểu dựa trên CAN	170
4.2.9	Ghi chú và tài liệu tham khảo	173
4.3	DeviceNet	174
4.3.1	Cơ chế giao tiếp	174
4.3.2	Mô hình đối tượng	175
4.3.3	Mô hình địa chỉ	176
4.3.4	Cấu trúc bức điện	177
4.3.5	Dịch vụ thông báo	178
4.3.6	Ghi chú và tài liệu tham khảo	181
4.4	Modbus	182
4.4.1	Cơ chế giao tiếp	182
4.4.2	Chế độ truyền	184
4.4.3	Cấu trúc bức điện	186

4.4.4	Bảo toàn dữ liệu	189
4.4.5	Modbus Plus	190
4.4.6	Ghi chú và tài liệu tham khảo	192
4.5	INTERBUS	193
4.5.1	Kiến trúc giao thức	193
4.5.2	Cấu trúc mạng và kỹ thuật truyền dẫn	194
4.5.3	Cơ chế giao tiếp	196
4.5.4	Cấu trúc bức điện	199
4.5.5	Dịch vụ giao tiếp	200
4.5.6	Ghi chú và tài liệu tham khảo	201
4.6	AS-i	203
4.6.1	Kiến trúc giao thức	204
4.6.2	Cấu trúc mạng và cáp truyền	205
4.6.3	Cơ chế giao tiếp	207
4.6.4	Cấu trúc bức điện	207
4.6.5	Mã hóa bit	208
4.6.6	Bảo toàn dữ liệu	210
4.6.7	Ghi chú và tài liệu tham khảo	211
4.7	Foundation Fieldbus	212
4.7.1	Kiến trúc giao thức	212
4.7.2	Cấu trúc mạng và kỹ thuật truyền dẫn	213
4.7.3	Cơ chế giao tiếp	216
4.7.4	Cấu trúc bức điện	217
4.7.5	Dịch vụ giao tiếp	219
4.7.6	Khởi chức năng ứng dụng	220
4.7.7	Ghi chú và tài liệu tham khảo	223
4.8	Ethernet	224
4.8.1	Kiến trúc giao thức	224
4.8.2	Cấu trúc mạng và kỹ thuật truyền dẫn	225
4.8.3	Cơ chế giao tiếp	227
4.8.4	Cấu trúc bức điện	228
4.8.5	Truy nhập bus	229
4.8.6	Hiệu suất đường truyền và tính năng thời gian thực	230
4.8.7	Mạng LAN 802.3 chuyển mạch	231
4.8.8	Fast Ethernet	232
4.8.9	High Speed Ethernet	234
4.8.10	Industrial Ethernet	236
4.8.11	Ghi chú và tài liệu tham khảo	236

Chương 5: Một số vấn đề trong tích hợp hệ thống	238
5.1 Thiết kế hệ thống mạng	238
5.1.1 Phân tích yêu cầu	238
5.1.2 Các bước tiến hành	239
5.2 Đánh giá và lựa chọn giải pháp mạng	241
5.2.1 Đặc thù của cấp ứng dụng	241
5.2.2 Đặc thù của lĩnh vực ứng dụng	242
5.2.3 Yêu cầu kỹ thuật chi tiết	244
5.2.4 Yêu cầu kinh tế	245
5.3 Một số chuẩn phần mềm tích hợp hệ thống	246
5.3.1 Chuẩn IEC 61131-5	246
5.3.2 OPC (OLE for Process Control)	249
5.4 Ghi chú và tài liệu tham khảo	253
Danh mục thuật ngữ	255
Hình 2.7: Truyền simplex, half-duplex và duplex	23
Hình 2.8: Các cấu trúc dạng bus	28
Hình 2.9: Cấu trúc mạch vòng	30
Hình 2.10: Sơ đồ kỹ thuật trong mạch vòng đơn	31
Hình 2.11: Sơ đồ kỹ thuật chuyển mạch by-pass trong mạch vòng	31
Hình 2.12: Cấu trúc hình sao	32
Hình 2.13: Cấu trúc cây	33
Hình 2.14: Dịch vụ có xác nhận và dịch vụ không xác nhận	35
Hình 2.15: Xử lý giao thức theo mô hình lớp	39
Hình 2.16: Mô hình quy chuẩn ISO/OSI	41
Hình 2.17: Ví dụ giao tiếp theo mô hình OSI	47
Hình 2.18: Sơ đồ TCP/IP với OSI	49
Hình 2.19: Phân loại các phương pháp truy nhập bus	54
Hình 2.20: Phương pháp chia sẻ	57
Hình 2.21: Các bước trao đổi dữ liệu giữa hai trạm 10	58
Hình 2.22: Phương pháp TDMA	59
Hình 2.23: Nguyên lý của phương pháp Token Passing	60
Hình 2.24: Truy nhập bus kết hợp phân chủ (Multi-Master)	62
Hình 2.25: Minh họa phương pháp CSMA/CD	63
Hình 2.26: Minh họa phương pháp CSMA/MA	65