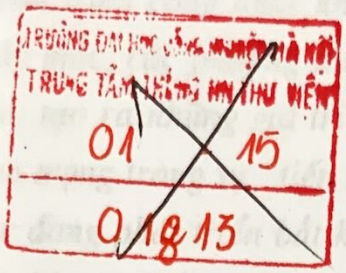
PGS. TS. TRƯƠNG HỮU CHÍ
TS. VÕ THỊ RY

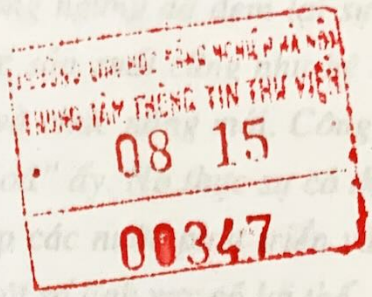
CƠ ĐIỆN TỬ TRONG chế tạo máy

NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

PGS. TS. TRƯƠNG HỮU CHÍ

TS. VÕ THỊ RY





CƠ ĐIỆN TỬ TRONG CHẾ TẠO MÁY

(In lần thứ nhất)

NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

Hà Nội - 2007

LỜI NÓI ĐẦU

Cơ điện tử *là xu hướng của tất cả các ngành máy và thiết bị công nghiệp (trong dân dụng, công nghiệp, hàng không vũ trụ, y tế,...) xuyên suốt thế kỷ XXI. Hơn hai thập kỷ qua, sự phát triển công nghệ không ngừng đã đem lại sự cách tân trong trang thiết bị, máy móc, các phương thức sản xuất cũng như hệ thống nhờ nâng cao tính hiệu quả, tạo ra những giá trị và chức năng mới. Công nghệ cơ điện tử đóng vai trò quan trọng trong sự "tiến hoá" ấy. Nó thực sự có thể tạo ra cơ hội mới cho các nước đang phát triển bắt kịp các nước phát triển và vượt lên, nếu định hướng đúng và đầu tư chiều sâu vào một số lĩnh vực có lợi thế.*

Nắm bắt được xu hướng này, các nhà khoa học trong nước đã tiếp cận ***cơ điện tử*** *qua các đề tài nghiên cứu và đào tạo kỹ sư cơ điện tử ở những năm qua. Năm 2005, trong 12 công trình, cụm công trình được tặng Giải thưởng Hồ Chí Minh về khoa học và công nghệ năm 2005 thuộc nhiều lĩnh vực, có hai công trình : "Nghiên cứu, thiết kế chế tạo cụm thiết bị cơ điện tử cho công nghiệp" do Bộ Công nghiệp đề cử và "Nghiên cứu ứng dụng và phát triển công nghệ cơ khí tự động hoá trong công nghiệp chế biến một số nông sản, thực phẩm" thuộc Bộ Giáo dục và đào tạo do Liên hiệp các hội Khoa học và Kỹ thuật Việt Nam đề cử, là thuộc lĩnh vực "****cơ điện tử****" (mechatronics). Điều này thể hiện được mối quan tâm của các ngành, các cấp và niềm mong muốn đột phá vào lĩnh vực cơ điện tử của các đơn vị nghiên cứu, sản xuất trong nước*

Để đáp ứng nhu cầu tài liệu tham khảo cho sinh viên học ngành cơ điện tử và các cán bộ nghiên cứu trong lĩnh vực đa ngành này, nhóm tác giả chúng tôi ngoài quyển „Cơ điện tử- các thành phần cơ bản" và „cơ điện tử - hệ thống trong chế tạo máy", biên soạn bổ sung quyển „Cơ điện tử – trong chế tạo máy" có sử dụng nội dung của hai quyển trên.

Chúng tôi xin chân thành cảm ơn bạn đọc về những ý kiến đóng góp để tài liệu được hoàn chỉnh hơn trong lần xuất bản sau.

Những ý kiến đóng góp xin gửi về: Viện Máy và Dụng cụ Công nghiệp, 46 Láng Hạ, Đống Đa, Hà Nội.

Các tác giả

MỤC LỤC

Chương 1. KHÁI NIỆM VỀ CƠ ĐIỆN TỬ 5

1.1. Lịch sử phát triển Cơ điện tử 5

1.2. Sản phẩm Cơ điện tử 9

1.2.1. Tổng quan 9

1.2.2. Phân loại sản phẩm cơ điện tử 10

1.3. Đặc trưng của sản phẩm cơ điện tử 12

1.3.1. Tính hệ thống 12

1.3.2. Cải thiện các chức năng 19

1.3.3. Giải pháp môđun 21

1.3.4. Cơ điện tử trong chế tạo máy 23

Chương 2. CÁC THÀNH PHẦN ĐẶC TRƯNG CỦA SẢN PHẨM CƠ ĐIỆN TỬ 25

2.1. Môđun môi trường 25

2.2. Môđun tập hợp 25

2.3. Môđun đo lường 26

2.3.1. Cảm biến (sensor) và bộ chuyển đổi (transducer) 27

2.3.2. Gia công tín hiệu (signal conditioning) 39

2.3.3. Hệ thống hiển thị 50

2.4. Hệ thống kích truyền động 51

2.4.1. Hệ kích truyền động - cơ 51

2.4.2. Hệ thống kích truyền động - thuỷ khí 63

2.4.3. Hệ thống kích động điện 75

2.5. Môđun truyền thông 90

2.5.1. Cơ sở truyền thông dữ liệu 92

2.5.2. Mạng công tác 97

2.5.3. Giao thức (protocol) 98

2.6. Môđun xử lí 102

2.6.1. Kết cấu cơ sở của bộ vi xử lí (microprocessor) 103

2.6.2. Các bộ điều khiển 107

2.7. Môđun phần mềm 108

2.7.1. Ngôn ngữ lập trình 108

2.7.2. Thể hiện dữ liệu 109

2.7.3. Các tập lệnh 110

2.7.4. Lập trình 113

2.7.5. Thiết kế môđun phần mềm: 115

2.8. Môđun giao diện *116*
2.8.1. Giao diện 117
2.8.2. Giao diện người - máy (HMI) 123
Chương 3. MÔ HÌNH HỆ THỐNG 124
3.1. Mô hình các hệ thống cơ bản *124*
3.1.1. Mô hình toán học 124
3.1.2. Các khối đặc trưng của một hệ thống cơ khí 125
3.1.3. Các khối đặc trưng của hệ thống điện 133
3.1.4. Khối đặc trưng cho hệ thống thủy, khí 138
3.1.5. Các khối đặc trưng nhiệt 146
3.2. Các mô hình hệ thống *149*
3.2.1. Các hệ thống kỹ thuật 149
3.2.2. Hệ thống quay- tịnh tiến 152
3.2.3. Hệ thống cơ điện (electromechanical) 153
3.2.4. Hệ thống cơ -thuỷ lực 158
Chương 4. ĐÁP ỨNG ĐỘNG HỌC CỦA CÁC HỆ THỐNG 161
4.1. Đáp ứng trong miền thời gian *161*
4.1.1. Mô hình hệ thống động học 161
4.1.2. Đáp ứng miền thời gian của hệ thống bậc 1 164
4.1.3. Đáp ứng miền thời gian của hệ thống bậc 2 171
4.1.4. Xác định đặc tính đáp ứng bậc cho hệ thống bậc hai 179
4.2. Hàm truyền của hệ thống *182*
4.2.1. Hàm truyền 182
4.2.2. Các biến đổi Laplace 184
4.2.3. Ứng dụng chuyển đổi Laplace cho các hệ thống bậc 187
4.3. Đáp ứng tần số *196*
4.3.1. Đầu vào dạng sin: 196
4.3.2. Vectơ pha (phasors) 196
4.3.3. Đáp ứng tần số 199
4.3.4. Đồ thị Bode (Bode plot) 202
4.3.5. Đặc điểm hoạt động của hệ thống 210
4.3.6. Độ ổn định 210
Chương 5. CÁC BỘ ĐIỀU KHIỂN 214
5.1. Hệ thống điều khiển *214*
5.1.1. Tổng quan 214
5.1.2. Hệ điều khiển tuần tự 217
5.2. Các bộ điều khiển có phản hồi *219*

5.2.1. Quá trình liên tục và rời rạc 219
5.2.2. Phương thức điều khiển 220
5.2.3. Điều khiển thích nghi 229
5.3. Bộ điều khiển logic khả trình (Programmable logic controller- PLC). 231
5.3.1. Kết cấu cơ sở của PLCs 231
5.3.2. Xử lí đầu xuất/nhập: 233
5.3.3. Các loại PLC 234
5.3.4. Lập trình PLC 235
5.4. Điều khiển CNC 242
5.4.1. Nguyên lí của điều khiển số (numerical control) 242
5.4.2. Các phương thức điều khiển số (NC) 244
5.4.3. Lập trình NC 246
Chương 6. PHÂN TÍCH KHÔNG GIAN TRẠNG THÁI VÀ ĐẶC TÍNH CỦA HỆ THỐNG 253
6.1. Không gian trạng thái của một hệ thống 253
6.1.1. Khái niệm về không gian trạng thái của một hệ thống 253
6.1.2. Biểu diễn không gian trạng thái của hệ thống cơ điện tử 254
6.2.1. Tuyến tính hoá 259
6.2.2. Mô hình không gian trạng thái tuyến tính 262
6.2.3. Biến đổi đồng dạng trạng thái 266
6.2.4. Mối quan hệ không gian trạng thái và các hàm truyền đạt 268
6.3. Không gian trạng thái của các hệ thống thời gian rời rạc và hệ thống lấy mẫu dữ liệu 270
6.3.1. Tuyến tính hoá các hệ thống thời gian rời rạc 271
6.3.2. Các hệ thống lấy mẫu dữ liệu (Sampled Data System) 272
6.3.3. Sự biến đổi đồng dạng trạng thái 279
6.4. Mô hình không gian trạng thái cho các hệ thống có nối kết. 281
6.4.1. Kết nối liên tiếp 281
6.4.2. Kết nối song song 282
6.4.3. Kết nối có phản hồi 283
6.5. Tính chất của hệ thống 283
6.5.1. Tính điều khiển được, tính đạt được và tính ổn định được 283
6.5.2. Tính quan sát được & tái lập được 288
Chương 7. TRƯỜNG HỢP NGHIÊN CỨU - MÁY CÔNG CỤ CNC 291
7.1. Biến dạng tĩnh và biến dạng động trong gia công 291
7.1.1. Kết cấu của máy công cụ 291
7.1.2. Nguyên lí cơ sở trong gia công 293

7.1.3. Sai số hình dạng kích thước trong gia công 294
7.2. Thiết kế và phân tích hệ thống máy cụ CNC *317*
7.2.1. Hệ truyền động máy công cụ 318
7.2.2. Mô hình không gian trạng thái của hệ thống điều khiển truyền động chạy dao 337
Chương 8. THIẾT KẾ VÀ CÔNG CỤ THIẾT KẾ SẢN PHẨM CƠ ĐIỆN TỬ 341
8.1. Thiết kế và chế tạo sản phẩm cơ điện tử *341*
8.1.1. Phát triển và đánh giá sản phẩm cơ điện tử 341
8.1.2. Thiết kế sản phẩm và quá trình phát triển 342
8.2. Một số công cụ thiết kế sản phẩm cơ điện tử. *345*
8.2.1. Công cụ thiết kế cơ khí 345
8.2.2. Tạo mẫu nhanh (rapid prototyping) 346
8.2.3. Công cụ thiết kế điện 346
8.2.4. Công cụ phát triển các mạch in 346
8.2.5. Công cụ mô phỏng 347
8.2.6. Kỹ thuật phần mềm - được hỗ trợ bởi máy tính 347
8.3. Thủ tục thiết kế đồng thời cho hệ thống cơ điện tử *348*
8.3.1. Các bước thiết kế 348
8.3.2. Sử dụng các công cụ CAD/CAE 349
8.3.3. Mô hình hóa hệ thống 349
8.3.4. Mô phỏng thời gian thực: 351
8.3.5. Mô phỏng phần cứng trong mạch lặp 352
8.3.6. Làm mẫu điều khiển (control prototyping) 353
PHỤ LỤC 354
TÀI LIỆU THAM KHẢO 370