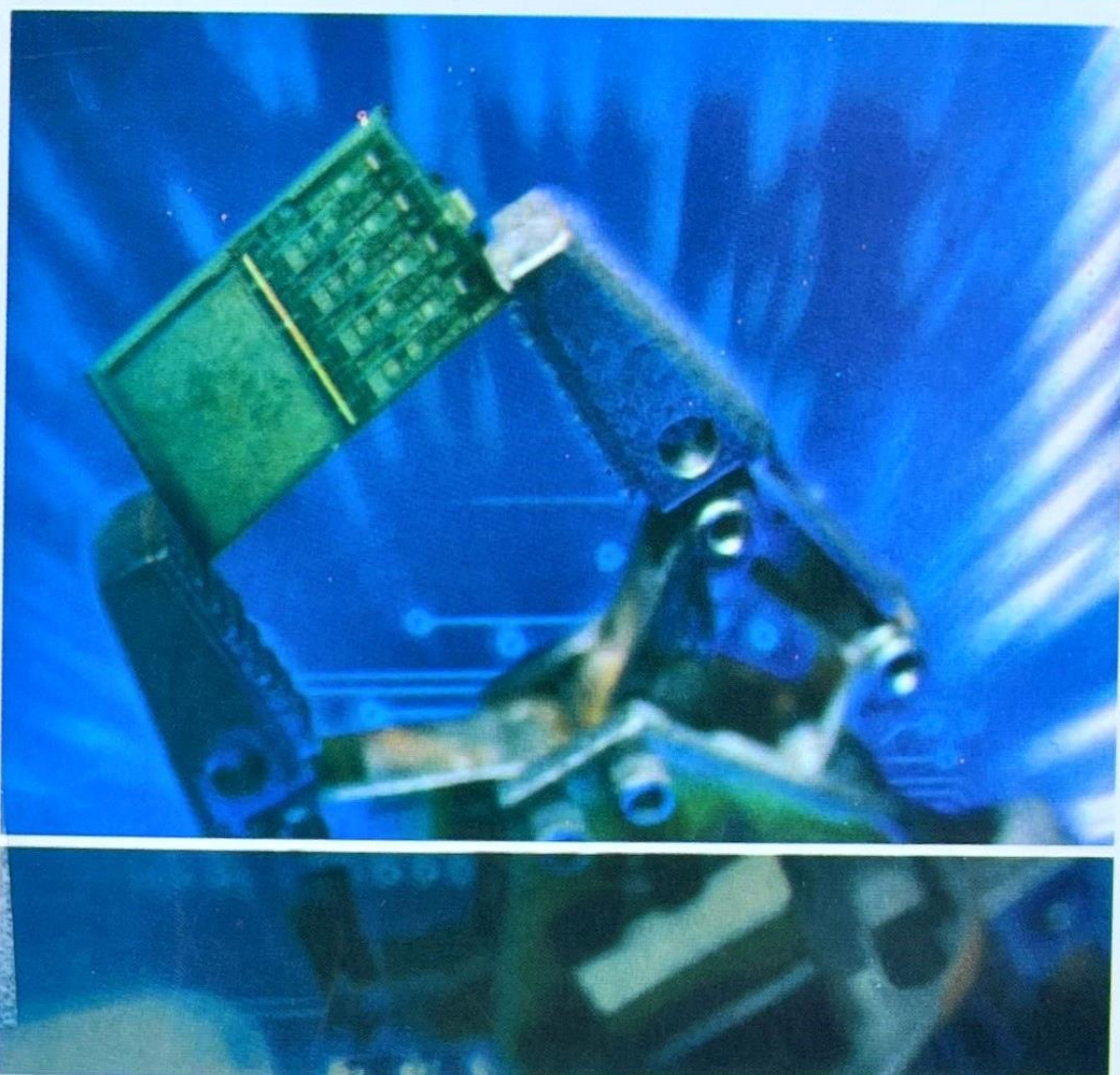


GS. TSKH. B. Heimann
GS. TSKH. W. Gerth
GS. TSKH. K. Popp

Cơ điện tử



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

Cơ điện tử

GS.TSKH. B. Helmann

GS.TSKH. W. Gerth

GS.TSKH. K. Popp

Cơ điện tử

Các thành phần – Các phương pháp – Các thí dụ

Những người dịch: GS.TSKH. Nguyễn Văn Khang

PGS.TS. Nguyễn Phong Điền

Ts. Nguyễn Quang Hoàng

Ts. Nguyễn Minh Sơn

Turn compassion into action
思いやりを行動に



DENSO MANUFACTURING VIETNAM CO., LTD



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

Hà Nội

GS.TSKH. B. Heimann
GS.TSKH. W. Gerth
GS.TSKH. K. Popp

Cơ điện tử

Các thành phần – Các phương pháp – Các thí dụ

2. Auflage

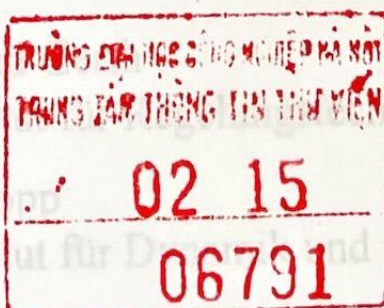
Mit 217 Bildern, 25 Tabellen und
64 ausführlich durchgerechneten Beispielen

Những người dịch: GS.TSKH. Nguyễn Văn Khang
PGS.TS. Nguyễn Phong Điền
TS. Nguyễn Quang Hoàng
PGS.TS. Hoàng Minh Sơn

Prof. Dr.-Ing. habil. Bodo Heimann
Universität Hannover, Institut für Robotik

Prof. Dr.-Ing. habil. Wilfried
Universität Hannover, Institut für Robotik

Prof. Dr.-Ing. habil. Karl Popp
Universität Hannover, Institut für Dynamik und Schwingungen



Fachbuchverlag
NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT
Hà Nội

Dịch nguyên bản từ tiếng Đức

Mechatronik

Komponenten – Methoden – Beispiele

2. Auflage

Mit 217 Bildern, 25 Tabellen und
64 ausführlich durchgerechneten Beispielen

von

Prof. Dr.-Ing. habil. Bodo Heimann
Universität Hannover, Institut für Robotik

Prof. Dr.-Ing. habil. Wilfried Gerth
Universität Hannover, Institut für Regelungstechnik

Prof. Dr.-Ing. habil. Karl Popp
Universität Hannover, Institut für Dynamik und Schwingungen



Fachbuchverlag Leipzig
im Carl Hanser Verlag

Lời nói đầu cho lần xuất bản bằng tiếng Việt

Cơ điện tử đã được coi là một ngành đào tạo trong các trường đại học và cao đẳng kỹ thuật cũng như trong thực tiễn nghề nghiệp. Xu hướng này được thấy không chỉ ở châu Âu mà trên toàn thế giới.

Cuốn giáo trình này xuất hiện cùng với việc hình thành một chương trình đào tạo tương ứng trong ngành cơ điện tử của Trường Đại học Leibnitz Hannover (CHLB Đức) từ những năm 90 của thế kỷ trước và bao gồm những kiến thức cơ bản quan trọng nhất của lĩnh vực khoa học liên ngành này.

Từ năm 2001 chúng tôi đã có sự hợp tác chặt chẽ với các trường đại học ở Việt Nam, đặc biệt là Trường Đại học Bách khoa Hà Nội. Trước hết đó là chương trình trao đổi giảng viên và sinh viên trong khuôn khổ đào tạo Bachelor và Master tại Trường Đại học Leibnitz Hannover. Chương trình đào tạo này được biết đến với cái tên „Mô hình Hannover“, chương trình thực hiện đào tạo Bachelor ở Việt Nam và sau đó kết thúc đào tạo Master tại Đại học Leibnitz Hannover.

Chúng tôi rất vui mừng vì bản dịch này đóng góp một tài liệu tham khảo quan trọng cho sinh viên Việt Nam. Chúc bạn đọc nhiều niềm vui và thành công khi làm việc với lĩnh vực thú vị này.

Nhân đây chúng tôi muốn cảm ơn các đồng nghiệp Việt Nam, GS. Nguyễn Văn Khang và PGS. Nguyễn Phong Điền ở Trường Đại học Bách khoa Hà Nội, những người đã quan tâm đến công việc dịch cuốn sách này.

Hannover, tháng 4 năm 2007

B. Heimann

W. Gerth

Mục lục

1	Mở đầu và các khái niệm cơ bản	1
1.1	Các khái niệm cơ bản của Cơ điện tử	1
1.2	Phân tích quá trình trong các hệ cơ điện tử	4
1.3	Mô hình hóa và định nghĩa chức năng trong cơ điện tử	8
1.4	Thiết kế các hệ cơ điện tử	16
2	Các cơ cấu dẫn động	19
2.1	Cấu tạo và nguyên tắc hoạt động của các cơ cấu dẫn động	19
2.2	Các cơ cấu dẫn động điện từ	25
2.2.1	Cơ sở của các bộ chuyển đổi điện động	25
2.2.2	Các kiểu cấu tạo của bộ chuyển đổi điện động	30
2.2.3	Cơ sở về bộ chuyển đổi điện từ	33
2.2.4	Các dạng và các thông số đặc trưng của cơ cấu dẫn động điện từ	40
2.3	Các cơ cấu dẫn động thuỷ khí	44
2.3.1	So sánh giữa các cơ cấu dẫn động thuỷ lực và khí nén	45
2.3.2	Cơ sở của các bộ chuyển đổi thuỷ lực	48
2.3.3	Các dạng và các thông số đặc trưng của các cơ cấu dẫn động thuỷ lực	53
2.4	Các cơ cấu dẫn động kiểu mới	55
2.4.1	Tổng quan	56
2.4.2	Cơ sở lý thuyết của bộ chuyển đổi áp điện	56
2.4.3	Cấu tạo và thông số kỹ thuật của cơ cấu dẫn động áp điện	61
2.5	So sánh các cơ cấu dẫn động chọn lọc	63
3	Các cảm biến	67
3.1	Mức tích hợp và các yêu cầu đối với cảm biến	67
3.2	Các thông số đặc trưng của cảm biến	70
3.2.1	Các khái niệm và định nghĩa	70
3.2.2	Đặc tính tĩnh của các hệ thống đo	72
3.3	Các nguyên tắc đo các đại lượng động học và động lực học	75

3.4	Đo quãng đường và góc quay	76
3.4.1	Phương pháp đo bằng điện thế	76
3.4.2	Phương pháp đo cảm ứng	78
3.4.3	Các phương pháp đo bằng cảm biến từ trường	81
3.4.4	Các phương pháp đo bằng điện dung	83
3.4.5	Các phương pháp đo bằng sóng siêu âm	85
3.4.6	Đầu đo dịch chuyển từ giáo	88
3.4.7	Đầu đo trị số tuyệt đối	89
3.4.8	Phương pháp đo gia tăng số đếm	90
3.5	Các hệ thống đo vận tốc	92
3.6	Các hệ thống đo gia tốc	93
3.6.1	Các gia tốc kế áp điện	94
3.6.2	Các gia tốc kế vi cơ	96
3.7	Phép đo một thành phần lực và mômen	97
3.7.1	Các đầu đo lực và mômen với dây đo biến dạng	98
3.7.2	Đo lực bằng các phương pháp quang học	102
3.7.3	Các cảm biến đo lực và mômen kiểu áp điện	105
3.7.4	Các cảm biến đo lực kiểu từ đàn hồi	105
3.7.5	Đo lực bằng các phương pháp hiệu chỉnh bù	106
3.8	Các cảm biến đo nhiều thành phần lực	107
4	Xử lý tín hiệu	111
4.1	Phân loại và biểu diễn các tín hiệu	111
4.1.1	Các giá trị tín hiệu đặc trưng và các hàm tín hiệu đặc trưng	113
4.1.2	Sự ảnh hưởng của các cửa sổ thời gian đối với phép biến đổi Fourier	119
4.1.3	Sự chồng chất của các tín hiệu	122
4.2	Các tín hiệu rời rạc	127
4.2.1	Phép biến đổi FOURIER rời rạc (DFT) và FOURIER nhanh (FFT)	130
4.2.2	Đánh giá các mô hình tín hiệu (bộ lọc hình thức)	133
5	Xử lý dữ liệu của các quá trình	137
5.1	Khái niệm về xử lý dữ liệu thời gian thực	137
5.2	Cấu trúc cơ sở của lập trình phản ứng	139
5.2.1	Truy vấn tuần tự theo chương trình, Polling	139

5.2.2	Truy vấn theo ngắt thời gian	140
5.2.3	Truy vấn điều khiển theo nhóm ngắt	143
5.2.4	Hệ thống ngắt ưu tiên	143
5.3	Hệ đa nhiệm và đa xử lý	145
5.3.1	Hệ đa nhiệm đơn giản	145
5.3.2	Kiến trúc xử lý song song	151
5.3.3	Vấn đề quyền ưu tiên (chen hàng)	152
5.4	Lập lịch trình theo sự kiện và thời gian	154
5.5	Sự đồng bộ hóa các quá trình	156
5.5.1	Những tình huống xung đột khi có nhiều quá trình	156
5.5.2	Semaphore (Cờ hiệu)	159
5.5.3	Monitor	162
5.5.4	Biến Bolt	163
5.5.5	Semaphore đếm	164
5.5.6	Rendezvous	166
5.5.7	Các kênh	168
5.6	Sự bế tắc (Deadlock)	168
5.7	Đánh giá giải pháp thời gian thực	169
5.8	Mạng dẫn động – cảm biến thời gian thực	173
6	Xây dựng mô hình của các hệ nhiều vật	177
6.1	Động học hệ nhiều vật	178
6.1.1	Các hệ tọa độ và các phép biến đổi tọa độ	179
6.1.2	Các thí dụ về các ma trận quay	181
6.1.3	Các tọa độ thuần nhất và phép biến đổi thuần nhất	186
6.1.4	Các mô hình cơ học có cấu trúc cây	191
6.1.5	Ký hiệu DENAVIT-HARTENBERG (Ký hiệu DH)	196
6.1.6	Động học thuận và động học ngược	199
6.1.7	Động học vi phân và ma trận JACOBI	204
6.2	Động lực học các hệ nhiều vật	208
6.2.1	Các phương trình cơ bản của vật rắn	209
6.2.2	Phương pháp NEWTON-EULER	212
6.2.3	Phương pháp LAGRANGE	217

7	Lập trình quỹ đạo	225
7.1	Lập trình quỹ đạo động học	226
7.1.1	Mô tả các đường cong không gian	227
7.1.2	Prôphin của vận tốc quỹ đạo	229
7.1.3	Việc tạo quỹ đạo tổng quát bằng các đa thức nội suy	231
7.1.4	Lập trình quỹ đạo đối với các hệ dư bậc tự do (dư dẫn động)	234
7.2	Lập trình quỹ đạo và động lực học ngược	237
7.2.1	Tham số hoá các phương trình chuyển động	239
7.2.2	Các chú ý về lập trình quỹ đạo	243
8	Điều khiển các hệ cơ điện tử	245
8.1	Tuyến tính hoá các phương trình chuyển động	247
8.1.1	Mô tả không gian trạng thái của các hệ tuyến tính	249
8.1.2	Các dạng biểu diễn khác của các hệ tuyến tính - dừng	254
8.2	Thiết kế điều khiển các hệ tuyến tính đa biến vào/ra - MIMO	255
8.2.1	Cấu trúc của các hệ đa biến	256
8.2.2	Điều khiển hệ đa biến tuyến tính	259
8.2.3	Thiết kế điều khiển bằng cách gán trước điểm cực	262
8.2.4	Gán trước cực cho hệ điều khiển có một khâu dẫn	268
8.2.5	Điều khiển dạng riêng	271
8.2.6	Điều khiển tuyến tính tối ưu (điều khiển LQ)	273
8.2.7	Thiết kế bộ quan sát và điều khiển	280
8.3	Điều khiển số (Điều khiển trích mẫu dữ liệu)	283
8.3.1	Lấy mẫu tín hiệu và khâu giữ tín hiệu	284
8.3.2	Hệ không liên tục trong miền thời gian	286
8.3.3	Hệ không liên tục trong miền tần số	293
8.3.4	Thiết kế điều khiển số	299
8.4	Giới thiệu các phương pháp điều khiển khác	304
9	Các thí dụ chọn lọc của các hệ cơ điện tử	313
9.1	Mô hình hóa và tính toán một rôbot công nghiệp	313
9.1.1	Mô hình động học	315
9.1.2	Động học vi phân và tĩnh học	318
9.1.3	Lập trình quỹ đạo	322
9.1.4	Mô hình động lực học	326
9.1.5	Điều khiển riêng rẽ từng trục	330

9.2	Làm ổn định hóa con lắc kép	335
9.2.1	Mô tả hệ	335
9.2.2	Mô hình hóa hệ	336
9.2.3	Phương trình chuyển động tuyến tính hóa	337
9.2.4	Thiết kế bộ quan sát cho các hệ con	339
9.2.5	Phản hồi trạng thái của toàn hệ	342
9.2.6	Các tham số điều khiển	343
9.2.7	Thực hiện điều khiển trên máy tính	344
9.3	Bàn gá từ cho máy công cụ	345
9.3.1	Xây dựng mô hình	346
9.3.2	Điều khiển từng bậc tự do	351
9.3.3	Điều khiển từng khối tách biệt	354
9.3.4	Kết quả đo	357
9.4	Mô hình hóa và điều khiển một dầm cầu đàn hồi	359
9.4.1	Đặt bài toán	360
9.4.2	Phương trình vi phân chuyển động	360
9.4.3	Giải bằng phương pháp chuỗi FOURIER	361
9.4.4	Mô hình phần tử hữu hạn của dầm	363
9.4.5	Thiết lập phương trình vi phân	364
9.4.6	Mô hình hóa bộ phận gia cường	366
9.4.7	Phép biến đổi dạng riêng	368
9.4.8	Điều khiển với sự trợ giúp của khâu quan sát	370
9.4.9	Phản hồi trạng thái tuyến tính	371
9.4.10	Hệ thống đo	372
9.4.11	Kết quả	373
A	Cơ sở toán học	375
A.1	Phép biến đổi LAPLACE và phép biến đổi FOURIER	375
A.1.1	Phép biến đổi LAPLACE	375
A.1.2	Phép biến đổi FOURIER	377
A.2	Phép tính ma trận	378
A.2.1	Các khái niệm và các quy tắc tính đơn giản	378
A.2.2	Các trị riêng và các vectơ riêng	380
A.2.3	Phép biến đổi đồng dạng (phép biến đổi về các trục chính)	381
A.2.4	Các hệ phương trình tuyến tính và phép phân tích theo các trị kỳ dị	383

