



TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHIỆP HÀ NỘI

# GIÁO TRÌNH

# NGUYÊN LÝ MÁY

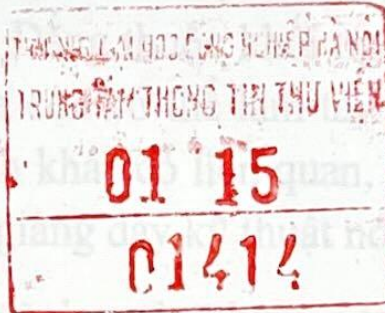


NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC TỰ NHIÊN VÀ CÔNG NGHỆ



# TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHIỆP HÀ NỘI

Hoàng Xuân Khoa (Chủ biên)  
Nguyễn Văn Tuấn, Chu Khắc Trung



## GIÁO TRÌNH

# NGUYÊN LÝ MÁY

TÁC GIẢ

NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC TỰ NHIÊN VÀ CÔNG NGHỆ

Hà Nội - 2019



## MỤC LỤC

# LỜI NÓI ĐẦU

LỜI NÓI ĐẦU ..... 1

MỞ ĐẦU ..... 9

Giáo án Nguyên lý máy được biên soạn nhằm phục vụ cho yêu cầu học tập của sinh viên Đại học và Cao Đẳng thuộc khối ngành Cơ khí Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội, ngoài ra còn có thể làm tài liệu tham khảo cho các học sinh - sinh viên các khối ngành khác có liên quan, các cán bộ nghiên cứu môn Nguyên lý máy và các cán bộ giảng dạy kỹ thuật nói chung.

Khi biên soạn, chúng tôi đã dựa vào chương trình môn học do Bộ Đại học và Trung học chuyên nghiệp quy định cho các ngành Cơ khí của các trường đại học kỹ thuật và chương trình của Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội. Giáo trình cố gắng thể hiện tính chất “Cơ bản, hiện đại, trực quan và Việt Nam” trong nội dung.

Môn học Nguyên lý máy là môn học trang bị kiến thức cơ sở cho các môn học chuyên ngành cơ khí. Do tính chất môn học với những nội dung chuyên môn và khó hình dung cho nên trong giáo trình đã sử dụng những hình ảnh trực quan để sinh viên dễ hình dung. Giáo trình cố gắng trình bày vấn đề ngắn gọn, chính xác, chặt chẽ để hiểu thuận tiện nghiên cứu và học tập.

Tuy vậy, do biên soạn lần đầu chắc chắn giáo trình còn nhiều thiếu sót. Chúng tôi mong được sự góp ý của các bạn đồng nghiệp và các bạn đọc để cải tiến nội dung giáo trình ngày càng hoàn thiện và gần hơn với bạn đọc.

1.2.3. Tính bậc tự do của cơ cấu phẳng ..... 19

1.2.4. Ý nghĩa bậc tự do - khâu dẫn và khâu bị dẫn ..... 22

1.3. Cấu trúc cơ cấu phẳng toàn khớp thấp ..... 23

1.3.1. Nguyên lý tạo thành cơ cấu ..... 23

1.3.2. Nhóm tĩnh định ..... 23

1.3.3. Xếp loại nhóm ..... 24

1.3.4. Xếp loại cơ cấu ..... 24

1.4. Thay thế khớp cao bằng khớp thấp ..... 26

1.5. Thí dụ áp dụng ..... 28

**TÁC GIẢ**



## MỤC LỤC

LỜI NÓI ĐẦU .....	1
MỞ ĐẦU .....	9
1. Định nghĩa môn học .....	9
2. Đối tượng môn học .....	9
3. Vị trí môn học .....	11
4. Tài liệu tham khảo.....	11
5. Giới hạn sử dụng .....	11
Chương 1 CẤU TẠO CƠ CẤU .....	13
1.1. Định nghĩa và khái niệm cơ bản .....	13
1.1.1. Chi tiết máy và khâu.....	13
1.1.2. Thành phần khớp động và khớp động .....	14
1.1.3. Phân loại khớp động.....	15
1.1.4. Lược đồ .....	16
1.2. Bậc tự do của cơ cấu .....	17
1.2.1. Định nghĩa .....	17
1.2.2. Tính bậc tự do của cơ cấu trong không gian (trường hợp tổng quát) .....	17
1.2.3. Tính bậc tự do của cơ cấu phẳng .....	19
1.2.4. Ý nghĩa bậc tự do - khâu dẫn và khâu bị dẫn.....	22
1.3. Cấu trúc cơ cấu phẳng toàn khớp thấp .....	23
1.3.1. Nguyên lý tạo thành cơ cấu .....	23
1.3.2. Nhóm tĩnh định.....	23
1.3.3. Xếp loại nhóm .....	24
1.3.4. Xếp loại cơ cấu.....	24
1.4. Thay thế khớp cao bằng khớp thấp .....	26
1.5. Thí dụ áp dụng .....	28



Chương 2 CƠ CẤU PHẪNG TOÀN KHỚP THẤP .....	31
2.1. Khái niệm .....	31
2.1.1. Cấu tạo - chuyển động .....	31
2.1.2. Tỷ số truyền của cơ cấu bốn khâu .....	32
2.1.3. Hệ số năng suất.....	32
2.2. Điều kiện quay toàn vòng của khâu dẫn trong cơ cấu bốn khâu phẳng.	33
2.3. Biến thể của cơ cấu bốn khâu bản lề .....	33
2.4. Đặc điểm động học một số cơ cấu biến thể.....	33
2.4.1. Cơ cấu tay quay - con trượt lệch tâm .....	33
2.4.2. Cơ cấu culít.....	33
2.5. Thí dụ áp dụng .....	40
Chương 3 ĐỘNG HỌC CƠ CẤU.....	40
3.1. Đại cương.....	40
3.1.1. Nội dung .....	40
3.1.2. Ý nghĩa .....	40
3.1.3. Phương pháp.....	40
3.2. Vị trí cơ cấu phẳng .....	40
3.3. Phân tích động học cơ cấu phẳng bằng phương pháp giải tích .....	40
3.3.1. Bài toán vị trí.....	40
3.3.2. Bài toán vận tốc.....	40
3.3.3. Bài toán gia tốc.....	40
3.3.4. Các trường hợp cụ thể .....	40
3.4. Phân tích động học cơ cấu bằng phương pháp họa đồ vectơ .....	40
3.5. Thí dụ áp dụng .....	50
3.6. Ứng dụng phần mềm GeoGebra 3.2 để giải các bài toán động học cơ cấu	60
3.6.1. Giới thiệu về GeoGebra.....	60
3.6.2. ứng dụng của GeoGebra.....	60
Chương 4 PHÂN TÍCH LỰC CƠ CẤU .....	70



4.1. Phân loại lực.....	79
4.1.1. Ngoại lực .....	79
4.1.2. Lực quán tính.....	79
4.1.3. Nội lực .....	79
4.2. Điều kiện tĩnh định.....	80
4.3. Xác định áp lực khớp động .....	81
4.4. Tính lực trên khâu dẫn .....	84
4.4.1. Phương pháp phân tích lực.....	84
4.4.2. Phương pháp di chuyển khả dĩ .....	85
4.5. Thí dụ áp dụng .....	85
<b>Chương 5 CÂN BẰNG MÁY .....</b>	<b>89</b>
5.1. Đại cương.....	89
5.1.1. Mục đích cân bằng máy.....	89
5.1.2. Nội dung cân bằng máy.....	89
5.2. Cân bằng vật quay.....	90
5.2.1. Các trạng thái cân bằng của vật quay .....	90
5.2.2. Cân bằng vật quay mỏng .....	92
5.2.3. Cân bằng vật quay dày .....	95
5.3. Thí dụ áp dụng .....	97
<b>Chương 6 MA SÁT.....</b>	<b>99</b>
6.1. Đại cương.....	99
6.1.1. Phân loại .....	99
6.1.2. Nguyên nhân của hiện tượng ma sát .....	100
6.1.3. Lực ma sát và hệ số ma sát.....	100
6.1.4. Định luật Cu-lông về ma sát trượt khô .....	101
6.2. Ma sát trên khớp tịnh tiến (ma sát trượt khô).....	101
6.2.1. Ma sát trên mặt phẳng ngang .....	101
6.2.2. Ma sát trên mặt phẳng nghiêng .....	102



6.2.3. Ma sát trên rãnh chữ V .....	103
6.2.4. Ma sát trên khớp ren vít.....	104
6.3. Ma sát trên khớp quay (ma sát trượt khô) .....	106
6.3.1. Ma sát trên ổ đỡ.....	106
6.3.2. Ma sát trên ổ chặn .....	107
6.4. Ma sát trên khớp cao (ma sát lăn) .....	109
6.4.1. Hiện tượng.....	109
6.4.2. Nguyên nhân.....	110
6.5. Thí dụ áp dụng .....	110
<b>Chương 7 CHUYỂN ĐỘNG THỰC CỦA MÁY .....</b>	<b>115</b>
7.1. Khái niệm chung .....	115
7.1.1. Chuyển động thực của máy .....	115
7.1.2. Vận tốc thực của máy .....	116
7.1.3. Phương trình chuyển động thực của máy .....	116
7.2. Các chế độ chuyển động của máy - hệ số không đều của vận tốc thực	121
7.2.1. Các chế độ chuyển động của máy .....	121
7.2.2. Hệ số không đều và các cực trị cho phép của vận tốc thực .....	122
7.3. Làm đều chuyển động máy .....	123
7.3.1. Biện pháp làm đều.....	123
7.3.2. Ví dụ về lắp bánh đà và các loại bánh đà thường dùng trong kỹ thuật .....	124
<b>Chương 8 CƠ CẤU CAM .....</b>	<b>125</b>
8.1. Định nghĩa và phân loại cơ cấu Cam .....	125
8.1.1. Định nghĩa .....	125
8.1.2. Phân loại cơ cấu Cam .....	125
8.1.3. Công dụng .....	125
8.2. Phân tích động học cơ cấu Cam.....	125
8.3. Tổng hợp cơ cấu Cam .....	125



8.3.1. Xác định tâm quay của cơ cấu Cam (bài toán tổng hợp động lực học cơ cấu Cam) .....	130
8.3.2. Tổng hợp động học cơ cấu Cam .....	131
8.3.3. Trình tự thiết kế cơ cấu Cam .....	132
8.4. Thí dụ áp dụng .....	133
<b>Chương 9 CƠ CẤU BÁNH RĂNG</b> .....	<b>141</b>
9.1. Khái niệm chung và phân loại .....	141
9.1.1. Khái niệm .....	141
9.1.2. Phân loại .....	141
9.1.3. Định lý cơ bản về sự ăn khớp của bánh răng .....	143
9.1.4. Các đường cong dùng làm biên dạng răng .....	144
9.2. Biên dạng thân khai .....	145
9.2.1. Định nghĩa đường thân khai .....	145
9.2.2. Tính chất đường thân khai .....	145
9.2.3. Phương trình đường thân khai .....	146
9.2.4. Chứng minh biên dạng thân khai phù hợp với định lý ăn khớp ....	147
9.2.5. Đường ăn khớp, góc ăn khớp .....	147
9.3. Các điều kiện ăn khớp của cặp bánh răng .....	148
9.3.1. Khả năng dịch tâm .....	148
9.3.2. Điều kiện ăn khớp đều .....	148
9.4. Khái niệm về hình thành biên dạng thân khai .....	150
9.4.1. Hình thành biên dạng thân khai theo phương pháp chép hình .....	150
9.4.2. Hình thành biên dạng thân khai theo phương pháp bao hình .....	151
9.4.3. Vẽ biên dạng thân khai .....	151
9.4.4. Thông số chế tạo cơ bản của bánh răng thân khai .....	152
9.5. Bánh răng tiêu chuẩn và bánh răng có dịch dao .....	154
9.5.1. Các chế độ dịch dao .....	154
9.5.2. Hiện tượng cắt chân răng và số răng tối thiểu .....	155



9.6. Các thông số bánh răng cơ bản của bánh răng trụ .....	15
9.7. Thí dụ áp dụng .....	15
<b>Chương 10 HỆ THỐNG BÁNH RĂNG.....</b>	<b>15</b>
10.1. Khái niệm .....	15
10.1.1. Công dụng .....	15
10.1.2. Phân loại .....	15
10.2. Hệ bánh răng thường.....	16
10.2.1. Khái niệm .....	16
10.2.2. Tỉ số truyền hệ thống bánh răng thường .....	16
10.3. Hệ bánh răng vi sai.....	16
10.3.1. Khái niệm .....	16
10.3.2. Tỉ số truyền của hệ .....	16
10.4. Ví dụ áp dụng.....	16
<b>Chương 11 CƠ CẤU TRUYỀN ĐỘNG ĐẶC BIỆT .....</b>	<b>17</b>
11.1. Khớp Các-Đăng (Universal Joint).....	17
11.1.1. Nguyên lý cấu tạo.....	17
11.1.2. Tỉ số truyền khớp Các-Đăng .....	17
11.1.3. Hệ số dao động .....	17
11.1.4. Khớp Các - Đăng kép.....	17
11.2. Cơ cấu Malt (Geneva Mechanism) .....	17
11.2.1. Nguyên lý cấu tạo .....	17
11.2.2. Động học cơ cấu.....	17
11.3. Cơ cấu cóc (Ratchet Mechanism) .....	17