

BỘ CÔNG THƯƠNG
TRƯỜNG CAO ĐẲNG CÔNG NGHIỆP VÀ THƯƠNG MẠI

Tailieu.vn

GIÁO TRÌNH
Tên mô đun: Rô bốt công nghiệp
NGHỀ: ĐIỆN TỬ CÔNG NGHIỆP
TRÌNH ĐỘ CAO ĐẲNG NGHỀ

*Ban hành kèm theo Quyết định số: /QĐ-CĐCNPY, ngày tháng năm 2018
của Hiệu trưởng trường Cao đẳng Công nghiệp và Thương mại*

Vĩnh Phúc, năm 2018

MỤC LỤC

	TRANG
CHƯƠNG TRÌNH MÔ ĐUN	
.....	3
BÀI 1. GIỚI THIỆU CHUNG VỀ RÔ BỐT CÔNG NGHIỆP	5
1.1. Sơ lược quá trình phát triển của robot công nghiệp:	5
1.2. Các khái niệm và định nghĩa về robot công nghiệp:	7
1.3. Ứng dụng của Rô bốt công nghiệp	7
1.4. Nội dung nghiên cứu phát triển Rô bốt công nghiệp	8
1.5. Tiếp cận và ứng dụng rô bốt công nghiệp ở Việt Nam	9
BÀI 2: CẤU TRÚC VÀ PHÂN LOẠI ROBOT CÔNG NGHIỆP	10
2.1. Các bộ phận cấu thành robot công nghiệp	10
2.2. Bậc tự do và các tọa độ suy rộng	10
2.3. Nhiệm vụ lập trình điều khiển rô bốt	11
2.4. Hệ tọa độ và vùng làm việc	12
2.5. Chỉ tiêu đánh giá và các tham số kỹ thuật	12
2.6. Phân loại robot công nghiệp	12
BÀI 3: THIẾT BỊ CẢM BIẾN	13
3.1. Giới thiệu chung	13
3.2. Phương trình động học ngược:	14
3.3. Cảm biến lực và cảm biến tiếp xúc	17
3.4. Cảm biến tín hiệu gần và xa	23
3.5. Thực hành các thiết bị cảm biến	28
BÀI 4: LẬP TRÌNH VÀ MÔ PHỎNG CÁC CHUYỂN ĐỘNG CỦA RÔBỐT	35
4.1. Khái niệm chung	35
4.2. Nghiên cứu nhiệm vụ lập trình	36
4.3. Phần mềm lập trình rô bốt	38
4.4. Phương pháp lập trình rô bốt	40
4.5. Phần mềm mô phỏng rô bốt	53
TÀI LIỆU THAM KHẢO	60

CHƯƠNG TRÌNH MÔ ĐUN

Tên mô đun: RÔ BỐT CÔNG NGHIỆP

Mã mô đun: MĐTC14020050

Thời gian thực hiện mô đun: 75 giờ (Lý thuyết: 15 giờ; Thực hành: 57 giờ; Kiểm tra: 3 giờ)

I. Vị trí, tính chất của mô đun:

- Vị trí của mô đun: Mô đun được bố trí dạy sau khi học xong các mô đun kỹ thuật cơ sở nghề và chuyên môn nghề bắt buộc.
- Tính chất của mô đun: Là mô đun tự chọn trong chương trình đào tạo CĐ nghề Điện tử công nghiệp.

II. Mục tiêu của mô đun:

- Về kiến thức
 - + Trình bày được cấu trúc của rôbốt công nghiệp
 - + Mô tả được quá trình hoạt động của các rôbốt dùng trong công nghiệp
- Về kỹ năng
 - + Lập trình và mô phỏng được các chuyển động của rô bốt
 - + Sử dụng, bảo trì được các rôbốt công nghiệp đúng qui trình kỹ thuật
 - + Sửa chữa được một số hư hỏng thông thường trên các rôbốt công nghiệp
- Về năng lực tự chủ và trách nhiệm:
 - + Rèn luyện tính tỉ mỉ, chính xác, an toàn và vệ sinh công nghiệp

III. Nội dung của mô đun:

1. Nội dung tổng quát và phân bổ thời gian:

Số TT	Tên các bài trong mô đun	Thời gian			
		Tổng số	Lý thuyết	Thực hành, thí nghiệm, thảo luận, bài tập	Kiểm tra
1.	Bài 1: Giới thiệu chung về rôbốt công nghiệp 1.1. Sơ lược quá trình phát triển của Rô bốt công nghiệp 1.2. Các khái niệm và định nghĩa về Rô	2	2	0	

	bột công nghiệp 1.3. Ứng dụng của Rô bột công nghiệp 1.4. Nội dung nghiên cứu phát triển Rô bột công nghiệp 1.5. Tiếp cận và ứng dụng rô bột công nghiệp ở Việt Nam				
2.	Bài 2: Cấu trúc và phân loại rôbốt công nghiệp 2.1. Các bộ phận cấu thành rô bột công nghiệp 2.2. Bậc tự do và các tọa độ suy rộng 2.3. Nhiệm vụ lập trình điều khiển rô bột 2.4. Hệ tọa độ và vùng làm việc 2.5. Chỉ tiêu đánh giá và các tham số kỹ thuật 2.6. Phân loại rô bột công nghiệp	15	4	10	1
3.	Bài 3: Thiết bị cảm biến 3.1. Giới thiệu chung 3.2. Cảm biến vị trí, vận tốc và gia tốc 3.3. Cảm biến lực và cảm biến tiếp xúc 3.4. Cảm biến tín hiệu gần và xa 3.5. Thực hành các thiết bị cảm biến	30	4	25	1
4.	Bài 4: Lập trình và mô phỏng các chuyển động của rô bột 4.1. Khái niệm chung 4.2. Nghiên cứu nhiệm vụ lập trình 4.3. Phần mềm lập trình rô bột 4.4. Phương pháp lập trình rô bột 4.5. Phần mềm mô phỏng rô bột 4.6. Thực hành lập trình và mô phỏng chuyển động của rô bột	28	5	22	1
	Cộng	75	15	57	3

BÀI 1

GIỚI THIỆU CHUNG VỀ RÔ BỐT CÔNG NGHIỆP

Giới thiệu:

Trước khi bắt đầu tìm hiểu và học tập robot công nghiệp, thì người học cần nắm rõ những khái niệm về robot công nghiệp, cấu trúc cơ bản, phân loại và ứng dụng của robot công nghiệp

Mục tiêu:

- Trình bày được quá trình phát triển, các khái niệm và định nghĩa về rô bốt công nghiệp
- Trình bày được ứng dụng và xu hướng phát triển của Rôbốt công nghiệp trong tương lai.
- Rèn luyện tính tư duy, tác phong công nghiệp

Nội dung chính:

1.1. Sơ lược quá trình phát triển của robot công nghiệp (IR: Industrial Robot):

Mục tiêu: giới thiệu cho người học các kiến thức về quá trình phát triển của robot công nghiệp.

Thuật ngữ “Robot” xuất phát từ tiếng Sec (Czech) “Robota” có nghĩa là công việc tạp dịch trong vở kịch Rossum’s Universal Robots của Karel Capek, vào năm 1921. Trong vở kịch này, Rossum và con trai của ông ta đã chế tạo ra những chiếc máy gần giống với con người để phục vụ con người. Có lẽ đó là một gợi ý ban đầu cho các nhà sáng chế kỹ thuật về những cơ cấu, máy móc bắt chước các hoạt động cơ bắp của con người.

Đầu thập kỷ 60, công ty của Mỹ AMF (American Machine Foundary Company) quảng cáo một loại máy tự động vận năng gọi là “Người máy công nghiệp” (Industrial Robot).

Về mặt kỹ thuật, những robot công nghiệp ngày nay có nguồn gốc từ hai lĩnh vực kỹ thuật ra đời sớm hơn đó là các cơ cấu điều khiển từ xa (Teleoperators) và các máy công cụ điều khiển số (NC – Numerically Controlled machine tool).

Các cơ cấu điều khiển từ xa đã được phát triển mạnh trong chiến tranh thế giới lần thứ hai nhằm nghiên cứu các vật liệu phóng xạ. Các cơ cấu này thay thế cho cánh tay của người thao tác gồm có một bộ kẹp bên trong và hai tay cầm bên ngoài. Cả tay cầm và bộ kẹp được nối với cơ cấu 6 bậc tự do để tạo ra hướng và vị trí tùy ý.

Robot công nghiệp đầu tiên được chế tạo là robot Versatran của công ty AMF. Cũng trong khoảng thời gian này ở Mỹ xuất hiện loại robot Unimate-1990 được dùng đầu tiên trong kỹ nghệ ô tô.

Tiếp theo Mỹ, thì các nước khác bắt đầu sản xuất robot công nghiệp như: Anh – 1967, Thụy Điển và Nhật – 1968 theo bản quyền của Mỹ, Cộng Hoà Liên Bang Đức – 1971, Pháp – 1972, Italia – 1973,...

Tính năng làm việc của robot ngày càng nâng cao, nhất là khả năng nhận biết và xử lý. Năm 1967, trường đại học Stanford (Mỹ) đã chế tạo ra mẫu robot hoạt động theo mô hình “mắt – tay”, có khả năng nhận biết và định hướng bàn kẹp theo vị trí vật kẹp nhờ các cảm biến. Năm 1974 công ty Cincinnati (Mỹ) đưa ra loại robot được điều khiển bằng máy vi tính gọi là robot T3 (The Tomorrow Tool), robot này có khả năng nâng vật có khối lượng lên đến 40kg.

Có thể nói, robot là sự tổng hợp khả năng hoạt động linh hoạt của các cơ cấu điều khiển từ xa với mức độ trí thức ngày càng phong phú của hệ thống điều khiển theo chương trình số cũng như kỹ thuật chế tạo các bộ cảm biến, công nghệ lập trình và các phát triển của trí tuệ nhân tạo, hệ chuyên gia,... Ngày nay, việc nâng cao tính năng của robot ngày càng được phát triển, nhiều robot thông minh hơn nhiều, đặc biệt là Nhật Bản đã chế tạo nhiều robot giống người như Asimo, robot có cảm giác,... Một vài số liệu về công nghiệp sản xuất robot như sau:

Nước sx	Năm 1990	Năm 1994	Năm 1998
Nhật	60.118	29.765	67.000
Mỹ	4.327	7.634	11.100
Đức	5.845	5.125	8.600
Italia	2.500	2.408	4.000
Pháp	1.488	1.197	2.000
Anh	510	1.086	1.500
Hàn Quốc	1.000	1.200	

Mục tiêu: giới thiệu xuất:cho người học hiểu rõ tầm quan trọng và ứng dụng của robot công nghiệp trong sản xuất.

Từ khi mới vừa ra đời robot công nghiệp được ứng dụng trong nhiều lĩnh vực dưới góc độ thay thế sức người. Nhờ vậy, các dây chuyền sản xuất được tổ chức lại, năng suất và hiệu quả sản xuất tăng lên rõ rệt.

Mục tiêu của việc ứng dụng robot công nghiệp nhằm góp phần nâng cao năng suất dây chuyền công nghệ, giảm giá thành, nâng cao chất lượng và khả năng cạnh tranh của sản phẩm, đồng thời cải thiện điều kiện lao động. Lợi thế của robot là làm việc không biết mệt mỏi, có khả năng làm trong môi trường phóng xạ độc hại, nhiệt độ cao,...

Ngày nay, đã xuất hiện nhiều dây chuyền sản xuất tự động gồm các máy CNC với robot công nghiệp, các dây chuyền đó đạt mức độ tự động hoá và mức độ linh hoạt cao,...

Ngoài các phân xưởng, nhà máy, kỹ thuật robot cũng được sử dụng trong việc khai thác thềm lục địa và đại dương, trong y học, trong quốc phòng, trong việc chinh phục vũ trụ, trong công nghiệp nguyên tử,...

Như vậy, robot công nghiệp được sử dụng trong nhiều lĩnh vực bởi ưu điểm của nó, tuy nhiên nó chưa linh hoạt như con người nên cũng cần con người giám sát.

1.2. Các khái niệm và định nghĩa về robot công nghiệp

Mục tiêu: trình bày cho người học nắm rõ các khái niệm và định nghĩa về robot công nghiệp.

Định nghĩa robot công nghiệp:

Hiện nay có rất nhiều định nghĩa về robot, có thể điểm qua một số định nghĩa như sau:

Định nghĩa theo tiêu chuẩn AFNOR (Pháp):

Robot công nghiệp là một cơ cấu chuyển động tự động có thể lập trình, lặp lại các chương trình, tổng hợp các chương trình đặt ra trên các trục toạ độ; có khả năng định vị, định hướng, di chuyển các đối tượng vật chất: chi tiết, dao cụ, gá lắp,... theo những hành trình thay đổi đã chương trình hoá nhằm thực hiện các nhiệm vụ công nghệ khác nhau.

Định nghĩa theo TIA (Robot Institute of America):

Robot là một tay máy vạn năng có thể lập lại các chương trình được thiết kế để di chuyển vật liệu, chi tiết, dụng cụ hoặc các thiết bị chuyên dùng thông qua các chương trình chuyển động có thể thay đổi để hoàn thành các nhiệm vụ khác nhau.

Định nghĩa theo FOCT 25686 – 85 (Nga):

Robot công nghiệp là một máy tự động, được đặt cố định hoặc di động được, liên kết giữa một tay máy và một hệ thống điều khiển theo chương trình, có thể lập trình lại để hoàn thành các chức năng vận động và điều khiển trong quá trình sản xuất.

1.3. Ứng dụng của Robot công nghiệp

Bậc tự do là số khả năng chuyển động của một cơ cấu (chuyển động quay hoặc tịnh tiến). Để dịch chuyển được một vật thể trong không gian, cơ cấu chấp hành của robot phải đạt được một số bậc tự do. Nói chung cơ hệ của robot là một cơ cấu hở, do đó bậc tự do của nó có thể tính theo công thức.

$$w = 6n - \sum_{i=1}^5 ip_i \quad (1.1)$$

Trong đó:

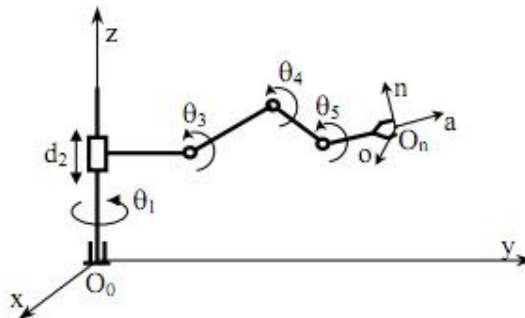
- n : số khâu động
- p_i : số khớp loại i ($i = 1, 2, \dots, 5$: số bậc tự do bị hạn chế).

Đối với các cơ cấu có các khâu được nối với nhau bằng khớp quay hoặc khớp tịnh tiến (khớp động loại 5) thì số bậc tự do bằng số khâu động. Đối với cơ cấu hời, thì số bậc tự do bằng tổng số bậc tự do của các khớp động.

Để định vị và định hướng khâu chấp hành cuối một cách tùy ý trong không gian 3 chiều robot cần có 6 bậc tự do, trong đó 3 bậc tự do để định vị và 3 bậc tự do để định hướng. Một số công việc đơn giản nâng hạ, sắp xếp,...có thể yêu cầu số bậc tự do ít hơn. Các robot hàn, sơn,...thường yêu cầu 6 bậc tự do. Trong một số trường hợp cần sự khéo léo, linh hoạt hoặc khi cần phải tối ưu hoá quỹ đạo,... người ta dùng robot với số bậc tự do lớn hơn 6.

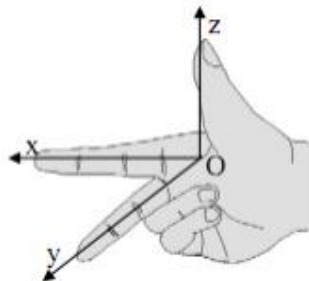
1.4. Nội dung nghiên cứu phát triển Rô bốt công nghiệp

Mỗi robot thường bao gồm nhiều khâu (links) liên kết với nhau qua các khớp (joints), tạo thành một xích động học xuất phát từ một khâu cơ bản đứng yên. Hệ toạ độ gắn với khâu cơ bản được gọi là hệ toạ độ cơ bản (hay toạ độ chuẩn). Các hệ toạ độ trung gian khác gắn với các khâu động gọi là hệ toạ độ suy rộng. Trong từng thời điểm hoạt động, các toạ độ suy rộng xác định cấu hình của robot bằng các chuyển dịch dài hoặc các chuyển dịch góc của các khớp tịnh tiến hoặc khớp quay (hình 1.1). Các toạ độ suy rộng còn được gọi là các biến khớp.



Hình 1.1 – Các toạ độ suy rộng của robot

Các hệ toạ độ gắn trên các khâu của robot phải tuân theo quy tắc bàn tay phải: dùng tay phải, nắm hai ngón tay út và áp út vào lòng bàn tay, xoè 3 ngón sao cho ngón cái, ngón trỏ và ngón giữa theo 3 phương vuông góc, nếu chọn ngón cái là phương và chiều của trục z, thì ngón trỏ chỉ phương và chiều của trục x và ngón giữa sẽ biểu thị phương và chiều của trục y (hình 1.2).

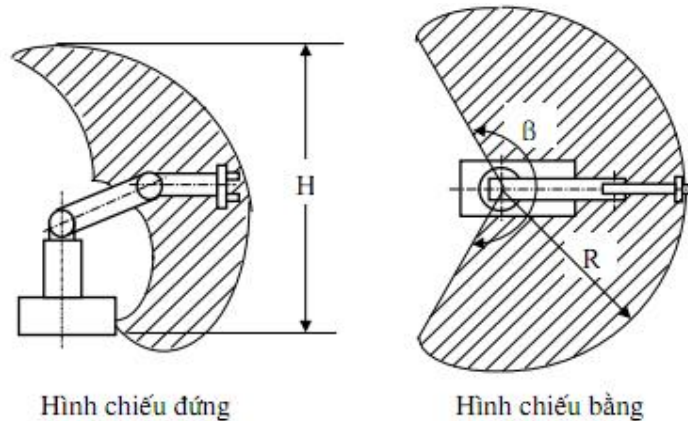


Hình 1.2 – Quy tắc bàn tay phải

Trong robot ta thường dùng chữ O và chỉ số n để chỉ hệ toạ độ gắn trên khâu thứ n. Như vậy, hệ toạ độ cơ bản sẽ được ký hiệu là O_0 , hệ toạ độ gắn trên các khâu trung gian tương ứng sẽ là $O_1, O_2, \dots, O_{n-1}$, hệ toạ độ gắn trên khâu chấp hành cuối ký hiệu là O_n .

1.5. Tiếp cận và ứng dụng rô bốt công nghiệp ở Việt Nam

Trường công tác (hay vùng làm việc, không gian công tác) của robot là toàn bộ thể tích được quét bởi khâu chấp hành cuối khi robot thực hiện tất cả các chuyển động có thể. Trường công tác này bị ràng buộc bởi các thông số hình học của robot cũng như các ràng buộc cơ học của các khớp. Người ta thường dùng hai hình chiếu để mô tả trường công tác của một robot như hình 1.3.

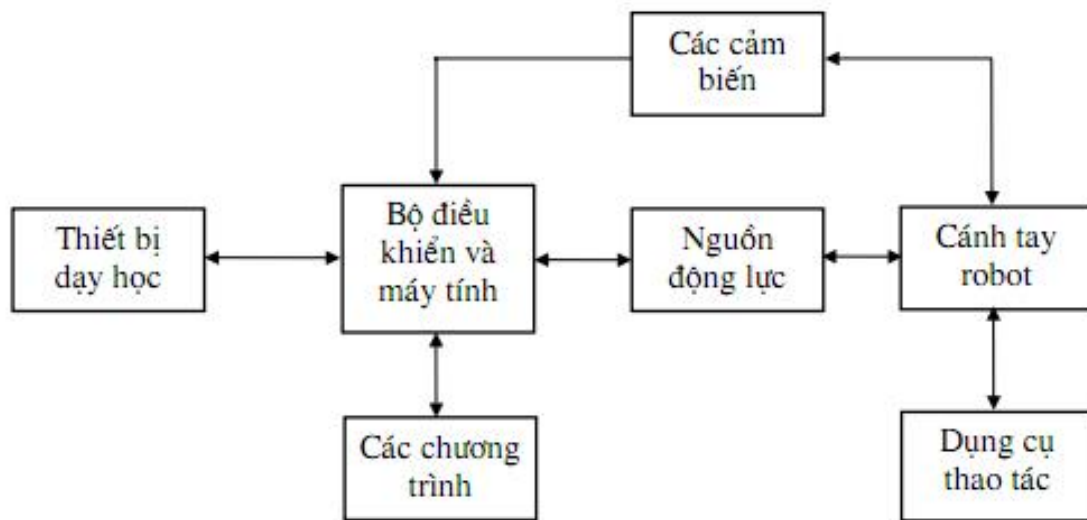


Hình 1.3 – Biểu diễn trường công tác của robot

Bài 2: CẤU TRÚC VÀ PHÂN LOẠI ROBOT CÔNG NGHIỆP

2.1. Các bộ phận cấu thành robot công nghiệp:

Một robot công nghiệp thường bao gồm các thành phần chính như: cánh tay robot, nguồn động lực, dụng cụ gắn lên khâu chấp hành cuối, các cảm biến, bộ điều khiển, thiết bị dạy học, máy tính,... các phần mềm lập trình cũng nên được coi là một thành phần của hệ thống robot. Mỗi quan hệ giữa các thành phần trong robot được mô tả như trong hình 1.4



Hình 1.4 – các thành phần chính của hệ thống robot

Cánh tay robot là kết cấu cơ khí gồm các khâu liên kết với nhau bằng các khớp động để có thể tạo nên những chuyển động cơ bản của robot.

Nguồn động lực là các động cơ điện, các hệ thống xy lanh khí nén, thủy lực để tạo động lực cho tay máy hoạt.

Dụng cụ thao tác được gắn trên khâu cuối cùng của robot, dụng cụ robot có thể có nhiều kiểu khác nhau như: dạng bàn tay để nắm bắt đối tượng hoặc các công cụ làm việc như mỏ hàn, đá mài, đầu phun sơn,...

Thiết bị dạy học dùng để dạy cho robot các thao tác cần thiết theo yêu cầu của quá trình làm việc, sau đó robot tự lặp lại các động tác đã được dạy để làm việc.

Các phần mềm để lập trình và các chương trình điều khiển robot được cài đặt trên máy tính, dùng để điều khiển robot thông qua bộ điều khiển. Bộ điều khiển còn được gọi là module điều khiển (hay Unit, Driver), chúng thường được kết nối với máy tính. Một module điều khiển có thể còn có các cổng Vào – Ra (I/O port) để làm việc với nhiều thiết bị khác nhau như các cảm biến giúp robot nhận biết trạng thái của bản thân, xác định vị trí của đối tượng làm việc hoặc các dò tìm khác,...

2.2. Bậc tự do và các tọa độ suy rộng

Các kết cấu của nhiều tay máy được phỏng theo cấu tạo và chức năng của tay người. Tuy nhiên, ngày nay tay máy được thiết kế rất đa dạng, nhiều cánh tay robot có hình dạng khác xa cánh tay người. Trong thiết kế và sử dụng tay máy, chúng ta cần quan tâm đến các thông số hình – động học, là những thông số liên quan đến khả năng làm việc của robot như: tầm với, số bậc tự do, độ cứng vững, lực kẹp,...

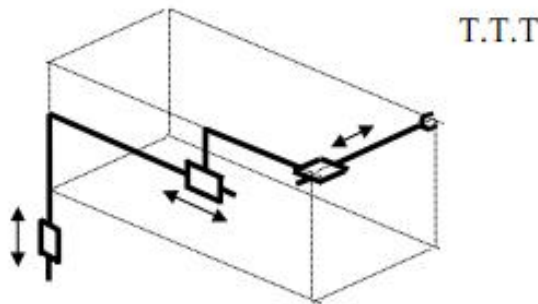
Các khâu của robot thường thực hiện hai chuyển động cơ bản sau:

- Chuyển động tịnh tiến theo hướng x , y , z trong không gian Đề Các, thông thường tạo nên các hình khối, các chuyển động này thường ký hiệu là T (Translation) hoặc P (Prismatic).
- Chuyển động quay quanh các trục x , y , z ký hiệu là R (Rotation).

Tùy thuộc vào số khâu và sự tổ hợp các chuyển động mà tay máy có các kết cấu khác nhau với vùng làm việc khác nhau. Các kết cấu thường gặp của robot là robot kiểu tọa độ Đề Các, tọa độ trụ, tọa độ cầu, robot kiểu SCARA, hệ tọa độ góc,...

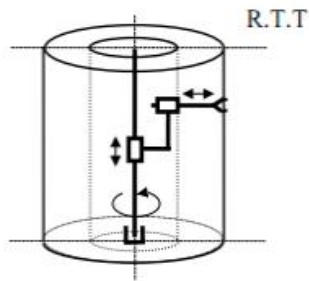
2.3. Nhiệm vụ lập trình điều khiển rô bốt

Robot kiểu tọa độ Đề Các: là tay máy có 3 chuyển động cơ bản tịnh tiến theo phương của các trục hệ tọa độ gốc (cấu hình T.T.T). Trường công tác có dạng khối chữ nhật. Do kết cấu đơn giản, loại tay máy này có độ cứng vững cao, độ chính xác cơ khí dễ đảm bảo, vì vậy nó thường dùng để vận chuyển phôi liệu, lắp ráp, hàn trong mặt phẳng,...



Hình 1.5 – Robot kiểu tọa độ Đề Các

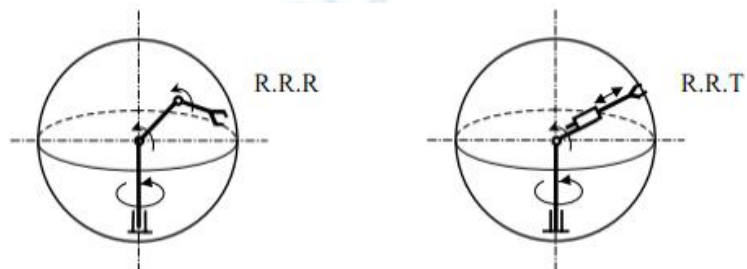
Robot kiểu tọa độ trụ: vùng làm việc của robot có dạng hình trụ rỗng. Thông thường khớp thứ nhất chuyển động quay. Ví dụ, robot có 3 bậc tự do, cấu hình R.T.T như hình 1.6. Có nhiều robot kiểu tọa độ trụ như: robot Versatran của hãng AMF.



Hình 1.6 – Robot kiểu tọa độ trụ

2.4. Hệ tọa độ và vùng làm việc

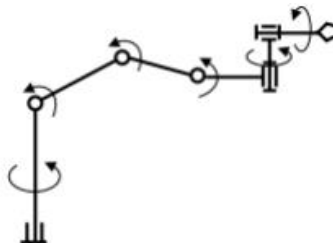
Robot kiểu tọa độ cầu: vùng làm việc của robot có dạng hình cầu, thường độ cứng vững của robot loại này thấp hơn so với hai loại trên. Hình 1.7 cho ta thấy ví dụ về robot 3 bậc tự do, cấu hình R.R.R và R.R.T làm việc theo kiểu tọa độ cầu.



Hình 1.6 – Robot kiểu tọa độ cầu

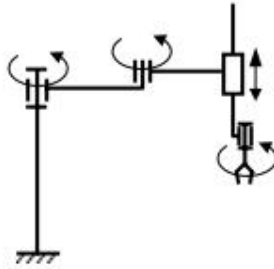
2.5. Chỉ tiêu đánh giá và các tham số kỹ thuật

Robot kiểu tọa độ góc (Hệ tọa độ phẳng sinh): đây là kiểu robot được dùng nhiều. Ba chuyển động đầu tiên là các chuyển động quay, trục quay thứ nhất vuông góc với hai trục kia. Các chuyển động định hướng khác cũng là các chuyển động quay. Vùng làm việc của tay máy này gần giống một phần khối cầu. Tất cả các khâu đều nằm trong mặt phẳng thẳng đứng nên các tính toán cơ bản là bài toán phẳng. Ưu điểm nổi bật của các loại robot hoạt động theo hệ tọa độ góc là gọn nhẹ, tức là có vùng làm việc tương đối lớn so với kích cỡ của bản thân robot, độ linh hoạt cao,... Các robot hoạt động theo tọa độ góc như: robot PUMA của hãng Unimation – Nokia (Mỹ - Phần Lan), IRb-6, IRb-60 (Thụy Điển), Toshia (Nhật),... Hình 1.8 là một ví dụ về robot kiểu tọa độ góc có cấu hình RRR.RRR.



Hình 1.8 – Robot hoạt động theo hệ tọa độ góc

Robot kiểu SCARA: robot SCARA ra đời vào năm 1979 tại trường đại học Yamanashi (Nhật Bản) là một kiểu robot mới nhằm đáp ứng sự đa dạng của các quá trình sản xuất. Tên gọi SCARA là viết tắt của “Selective Compliant Articulated Robot Arm”: Tay máy mềm dẻo tùy ý. Loại robot này thường dùng trong công nghiệp lắp ráp nên SCARA đôi khi được giải thích là từ viết tắt của “Selective Compliant Assembly Robot Arm”. Ba khớp đầu tiên của kiểu robot này có cấu hình R.R.T, các trục khớp đều theo phương thẳng đứng. Sơ đồ của robot SCARA như hình 1.9.



Hình 1.9 – Robot kiểu SCARA

2.6. Phân loại robot công nghiệp:

Mục tiêu: trình bày cho người học hiểu rõ các phương pháp phân loại robot, các loại robot khác nhau.

2.6.1. Phân loại theo kết cấu:

Theo kết cấu của tay máy người ta phân thành robot kiểu tọa độ Đề Các, kiểu tọa độ trục, kiểu tọa độ cầu, kiểu tọa độ góc, robot kiểu SCARA.

2.6.2. Phân loại theo hệ thống truyền động:

Dựa vào hệ thống truyền động người ta phân loại robot công nghiệp theo các dạng như sau:

- Hệ truyền động điện: Thường dùng các động cơ điện một chiều hoặc các động cơ bước. Loại truyền động này dễ điều khiển, kết cấu gọn.
- Hệ truyền động thủy lực: có thể đạt được công suất cao, đáp ứng những điều kiện làm việc nặng. Tuy nhiên, hệ thống thủy lực thường có kết cấu cồng kềnh, tồn tại độ phí tuyến lớn khó xử lý khi điều khiển.
- Hệ truyền động khí nén: có kết cấu gọn nhẹ hơn do không cần dẫn ngược nhưng lại phải gắn liền với trung tâm tạo ra khí nén. Hệ này làm việc với công suất trung bình và nhỏ, kém chính xác, thường chỉ thích hợp với các robot hoạt động theo chương trình định sẵn với các thao tác đơn giản như “nhất lên – đặt xuống”.

2.6.3. Phân loại theo ứng dụng:

Dựa vào ứng dụng của robot trong sản xuất người ta phân chia robot công nghiệp thành những loại robot sau: robot sơn, robot hàn, robot lắp ráp,...

BÀI 3. THIẾT BỊ CẢM BIẾN

3.1. Giới thiệu chung

Bất kỳ một robot nào cũng có thể coi là một tập hợp các khâu (links) gắn liền với các khớp (joints). Ta hãy đặt trên mỗi khớp của robot một hệ tọa độ. Sử dụng các phép biến đổi một cách thuận nhất có thể mô tả vị trí tương đối và hướng giữa của hệ tọa độ này. DENAVIT.J đã gọi biến đổi thuận nhất mô tả quan hệ giữa một khâu và một khâu kế tiếp là một ma trận A. Nói đơn giản hơn, một ma trận A là một mô tả biến đổi thuận nhất bởi phép tịnh tiến tương đối giữa hệ tọa độ của hai khâu liền nhau. A₁ mô tả vị trí và hướng của khâu đầu tiên; A₂ mô tả vị trí và hướng của khâu thứ hai so với khâu thứ nhất. Như vậy vị trí và hướng của khâu thứ hai so với hệ tọa độ gốc được biểu diễn bởi ma trận:

$$T_1 = A_1.A_2$$

Cũng như vậy, A₃ mô tả khâu thứ ba so với khâu thứ hai và:

$$T_3 = A_1.A_2.A_3; \text{ vv...}$$

Cũng theo Denavit, tích của các ma trận A được gọi là ma trận T, thường có hai chỉ số: trên và dưới. Chỉ số trên chỉ hệ tọa độ tham chiếu tới, bỏ qua chỉ số trên nếu chỉ số đó bằng 0. Chỉ số dưới thường dùng để chỉ khâu chấp hành cuối. Nếu một robot có 6 khâu ta có:

$$T_6 = A_1.A_2.A_3.A_4.A_5.A_6$$

3.2. Cảm biến vị trí, vận tốc và gia tốc

3.2.1. Nguyên lý đo vị trí và dịch chuyển:

Việc xác định vị trí và dịch chuyển đóng vai trò rất quan trọng trong kỹ thuật. Hiện nay có hai phương pháp cơ bản để xác định vị trí và dịch chuyển:

Trong phương pháp thứ nhất, bộ cảm biến cung cấp tín hiệu là hàm phụ thuộc vào vị trí của một trong các phần tử của cảm biến, đồng thời phần tử này có liên quan đến vật cần xác định dịch chuyển.

Trong phương pháp thứ 2, ứng với một dịch chuyển cơ bản, cảm biến phát ra một xung. Việc xác định vị trí và dịch chuyển được tiến hành bằng cách đếm số xung phát ra.

Một số cảm biến không đòi hỏi liên kết cơ học giữa cảm biến và vật cần đo vị trí hoặc dịch chuyển. Mỗi quan hệ giữa vật dịch chuyển và cảm biến được thực hiện thông qua vai trò trung gian của điện trường, từ trường hoặc điện từ trường, ánh sáng.

Trong phần này trình bày các loại cảm biến thông dụng dùng để xác định vị trí và dịch chuyển của vật như điện kế điện trở, cảm biến điện cảm, cảm biến điện dung, cảm biến quang,...

3.2.2. Điện thế kế điện trở

a. Điện thế kế dùng con chạy cơ học:

v Cấu tạo và nguyên lý làm việc:

Cảm biến gồm một điện trở cố định R_n , trên đó có một tiếp xúc điện có thể di chuyển được gọi là con chạy. Con chạy được liên kết cơ học với vật chuyển động cần khảo sát. Giá trị của điện trở R_x giữa con chạy và một đầu của điện trở R_n là hàm phụ thuộc vào vị trí con chạy, cũng chính là vị trí của vật chuyển động.

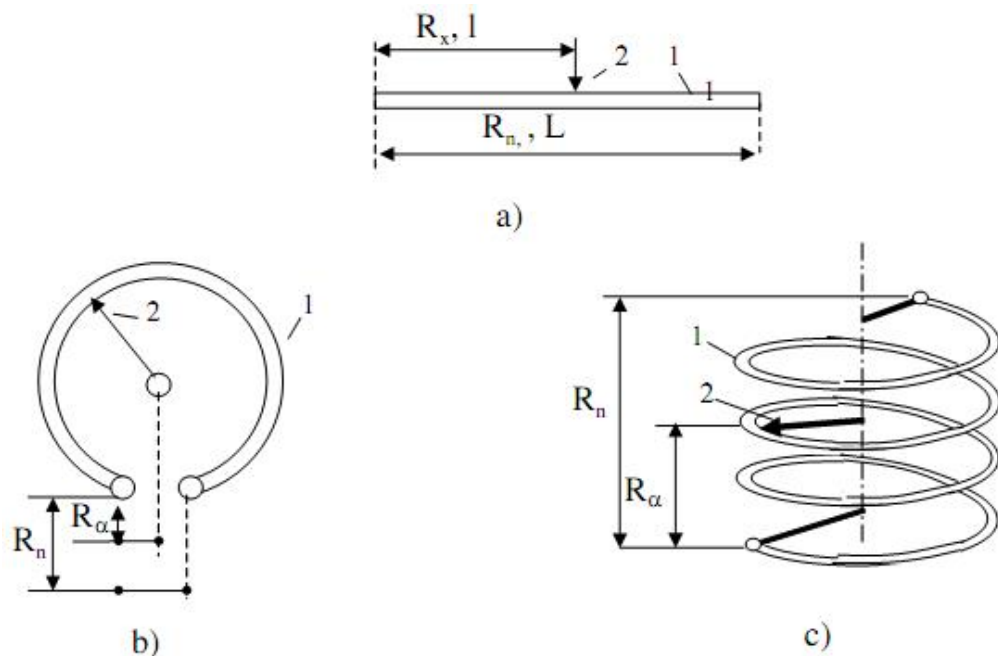
Đối với điện thế kế chuyển động thẳng (hình 5.3a):

$$R_x = \frac{l}{L} R_n \quad (5.1)$$

Trường hợp điện thế kế dịch chuyển tròn hoặc xoắn:

$$R_x = \frac{\alpha}{\alpha_M} R_n \quad (5.2)$$

Trong đó, $\alpha_M < 360^\circ$ khi dịch chuyển tròn (hình 5.3b) và $\alpha_M > 360^\circ$ khi dịch chuyển xoắn (hình 5.3c).



Hình 5.3 – Các dạng điện thế kế - 1) Điện trở ; 2) Con chạy

Các điện trở được chế tạo có dạng cuộn dây hoặc băng dẫn.

Các điện trở dạng cuộn dây thường được chế tạo từ các hợp kim Ni-Cr, Ni-Cu, Ni-Cr-Fe, Ag-Pd quấn thành vòng xoắn dạng lò xo trên lõi cách điện (bằng

thủy tinh, gốm hoặc nhựa), giữa các vòng dây cách điện bằng emay hoặc lớp oxit bề mặt.

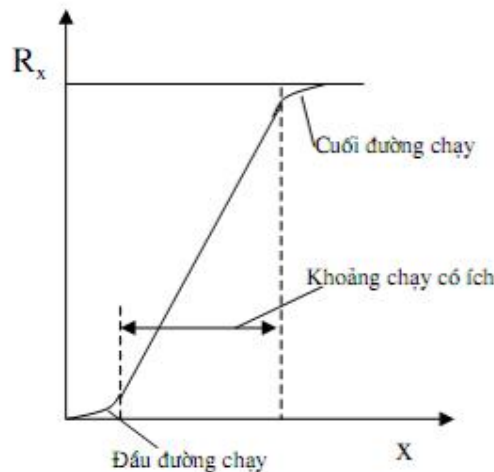
Các điện trở băng dẫn được chế tạo bằng chất dẻo trộn bột dẫn điện là cacbon hoặc kim loại cỡ hạt $\sim 10^{-2}\text{mm}$.

Các điện trở được chế tạo với các giá trị R_n nằm trong khoảng từ 1k đến 10k, đôi khi đạt tới hàng MW.

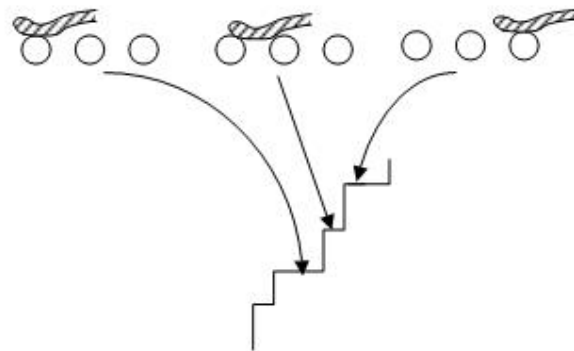
Các con chạy phải đảm bảo tiếp xúc điện tốt, điện trở tiếp xúc phải nhỏ và ổn định.

v Các đặc trưng:

- Khoảng chạy có ích của con chạy: thông thường ở đầu hoặc cuối đường chạy của con chạy tỉ số R_x/R_n không ổn định. Khoảng chạy có ích là khoảng thay đổi của x mà trong đó khoảng R_x là hàm tuyến tính của dịch chuyển.



Hình 5.4 – Sự phụ thuộc của điện trở vào vị trí con chạy



Hình 5.5 – Độ phân giải của điện kế thể kế dạng dây

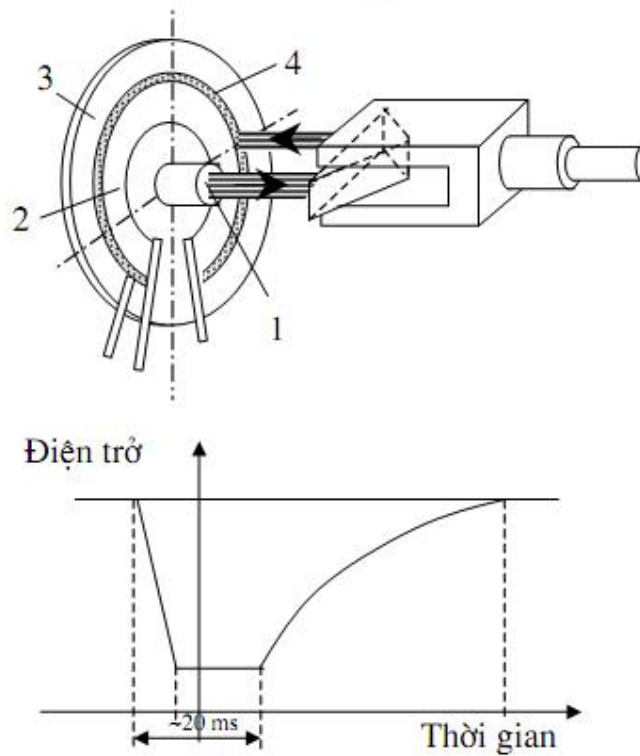
- Năng suất phân giải: đối với điện trở dây cuốn, độ phân giải xác định bởi lượng dịch chuyển cực đại cần thiết để đưa con chạy từ vị trí tiếp xúc hiện tại sang vị trí tiếp xúc lân cận tiếp theo. Giả sử cuộn dây có n vòng dây, có thể phân biệt $2n-2$ vị trí khác nhau về điện của con chạy:
 - n vị trí tiếp xúc với một vòng dây
 - $n - 2$ vị trí tiếp xúc hai vòng dây
- Thời gian sống của điện kế thể kế: là số lần sử dụng của điện kế thể kế.

b. Điện thế kế không dùng con chạy cơ học:

Để khắc phục nhược điểm của điện thế kế dùng con chạy cơ học, người ta sử dụng điện kế thể liên kết quang hoặc từ.

v Điện thế kế dùng con trở quang;

Hình 5.5 trình bày sơ đồ nguyên lý của một điện thế kế dùng con trở quang. Điện thế kế tròn dùng con trở quang gồm diode phát quang (1), băng đo (2), băng tiếp xúc (3) và băng quang dẫn (4). Băng điện trở đo được phân cách với băng tiếp xúc bởi một băng quang dẫn rất mỏng làm bằng CdSe trên đó có con trở quang dịch chuyển khi trục của điện thế kế quay. Điện trở của vùng quang dẫn giảm đáng kể trong vùng chiếu sáng tạo nên sự liên kết giữa băng đo và băng tiếp xúc.



Hình 5.5 – Điện thế kế quay dùng con trở quang
1) Diode phát quang 2) Băng đo 3) Băng tiếp xúc 4) Băng dẫn

v Điện thế kế dùng con trở từ:

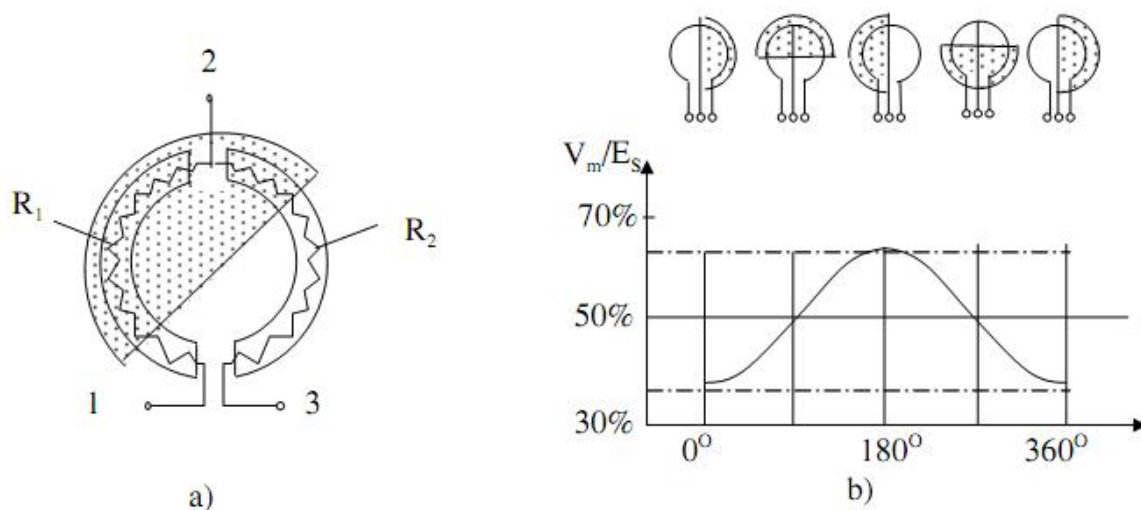
Hình 5.6 trình bày sơ đồ nguyên lý của một điện thế kế từ gồm hai điện trở R_1 và R_2 mắc nối tiếp và một nam châm vĩnh cửu (gắn với trục quay của điện kế thể) bao phủ lên một phần của điện trở R_1 và R_2 , vị trí phần bị bao phủ phụ thuộc góc quay của trục.

Điện áp nguồn E_s được đặt giữa hai điểm (1) và (3), điện áp V_m lấy từ điểm chung (2) và một trong hai đầu (1) hoặc (3).

Khi đó điện áp đo được xác định bởi công thức:

$$V_m = \frac{R_1}{R_1 + R_2} E_s = \frac{R_1}{R} E_s \quad (5.3)$$

Trong đó, R_1 là hàm phụ thuộc vào vị trí của trục quay, vị trí này xác định phần của R_1 chịu ảnh hưởng của từ trường, còn $R = R_1 + R_2 = \text{const.}$



Hình 5.6 – Điện thế kế điện từ

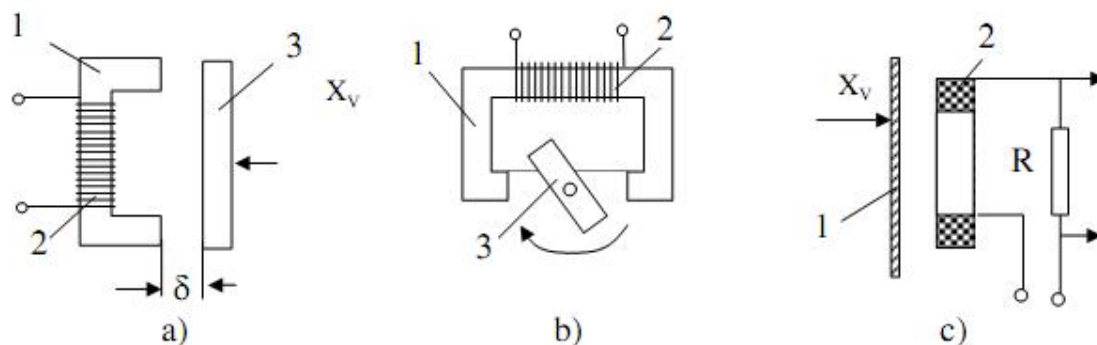
Từ hình 5.6b ta nhận thấy điện áp đo chỉ tuyến tính trong khoảng $\sim 90^\circ$ đối với điện kế quay. Đối với điện kế dịch chuyển thẳng khoảng tuyến tính chỉ cỡ vài mm.

3.3. Cảm biến lực và cảm biến tiếp xúc

3.3.1. Cảm biến tự cảm

a. Cảm biến tự cảm có khe từ biến thiên:

- v Cảm biến tự cảm đơn: trên hình 5.7 trình bày sơ đồ nguyên lý cấu tạo của một số loại cảm biến tự cảm đơn.



Hình 5.7 – Cảm biến tự cảm
1) Lõi sắc từ 2) Cuộn dây 3) Phần động

Cảm biến tự cảm đơn gồm một cuộn dây quấn trên lõi thép cố định (phần tĩnh) và một lõi thép có thể di động dưới tác động của đại lượng đo (phần động), giữa phần tĩnh và phần động có khe hở không khí tạo nên mạch từ hở.

Nếu bỏ qua điện trở của cuộn dây và từ trở của lõi thép ta có:

$$L = \frac{W^2}{R_\delta} = \frac{W^2 \mu_0 s}{\delta}$$

Trong đó:

- W là số vòng dây
- $R_d = d/(\mu_0 s)$ là từ trở của khe hở không khí
- d là chiều dài khe hở không khí.
- S là tiết diện của khe hở không khí.

Trường hợp $W = \text{Const}$ ta có:

$$dL = \frac{\partial L}{\partial s} ds + \frac{\partial L}{\partial \delta} d\delta$$

Với lượng thay đổi hữu hạn Δd và Δs ta có:

$$\Delta L = \frac{W^2 \mu_0}{\delta_0} \Delta s - \frac{W^2 \mu_0 s_0}{(\delta_0 + \Delta \delta)^2} \Delta \delta \quad (5.4)$$

Độ nhạy của cảm biến tự cảm khe hở không khí thay đổi ($s = \text{const}$):

$$S_\delta = \frac{\Delta L}{\Delta \delta} = - \frac{L_0}{\delta_0 \left[1 + \left(\frac{\Delta \delta}{\delta_0} \right) \right]^2} \quad (5.5)$$

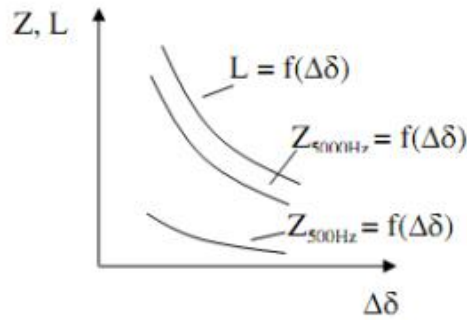
Độ nhạy của cảm biến tự cảm khi thay đổi tiết diện không khí ($d = \text{const}$):

$$S_s = \frac{\Delta L}{\Delta s} = \frac{L_0}{s_0} \quad (5.6)$$

Tổng trở của cảm biến:

$$Z = \omega L = \frac{\omega W^2 \mu_0 s}{\delta} \quad (5.7)$$

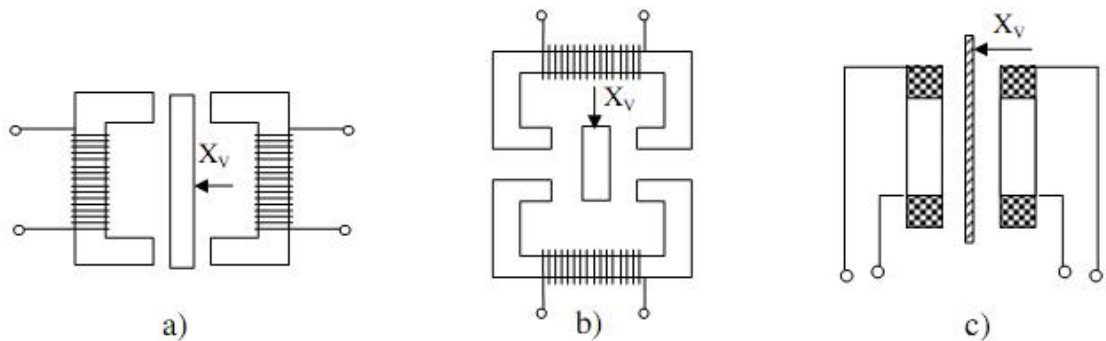
Từ công thức (5.7) ta thấy tổng trở Z của cảm biến là hàm tuyến tính với tiết diện của khe hở không khí s và phi tuyến với chiều dài khe hở không khí d .



Hình 5.8 – Sự phụ thuộc giữa L, Z với chiều dày khe hở không khí d

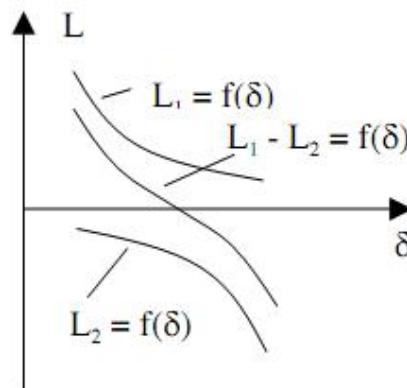
Đặc tính của cảm biến tự cảm đơn $Z = f(\Delta d)$ là hàm phi tuyến và phụ thuộc vào tần số nguồn kích thích, tần số nguồn kích thích càng cao thì độ nhạy của cảm biến càng cao (hình 5.8).

- v Cảm biến tự cảm kép lắp theo kiểu vi sai: Để tăng độ nhạy của cảm biến và tăng đoạn đặc tính tuyến tính người ta thường dùng cảm biến tự cảm kép mắc theo kiểu vi sai như hình 5.9.



Hình 5.9 – Cảm biến tự cảm kép mắc theo kiểu vi sai

Đặc tính của cảm biến tự cảm kép vi sai có dạng như hình 5.10.



Hình 5.10 – Đặc tính của cảm biến tự cảm kép lắp kiểu vi sai

b. Cảm biến tự cảm có lõi từ di động:

Cảm biến gồm một cuộn dây bên trong có lõi từ di động được (hình 5.11).