TS.TRẦN ĐỨC QUÝ - TS. PHẠM VĂN BỔNG
ThS. NGUYỄN XUÂN CHUNG - ThS.NGUYỄN VĂN THIỆN
ThS. HOÀNG TIẾN DŨNG - ThS. TRỊNH VĂN LONG

Giáo trình

CÔNG NGHỆ CNC

(DÙNG CHO CÁC TRƯỜNG ĐÀO TẠO HỆ TRUNG CẤP CHUYÊN NGHIỆP VÀ DẠY NGHỀ)



NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC

TS. TRẦN ĐỨC QUÝ – TS. PHẠM VĂN BỔNG
ThS. NGUYỄN XUÂN CHUNG – ThS. NGUYỄN VĂN THIỆN
ThS. HOÀNG TIẾN DŨNG – ThS. TRỊNH VĂN LONG

GIÁO TRÌNH

CÔNG NGHỆ CNC

(Dùng cho các trường đào tạo hệ Trung cấp chuyên nghiệp và Dạy nghề)

NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC

Bản quyền thuộc HEVOBCO – Nhà xuất bản Giáo dục

113–2008/CXB/55–175/GD Mã số: 7B701Y8 – DAI

LỜI NÓI ĐẦU

Trong những năm gần đây, cùng với sự phát triển của các ngành kinh tế, ngành Cơ khí ngày càng được chú trọng. Để đáp ứng vấn đề đó, việc đổi mới nội dung và phương pháp giảng dạy trong các trường Đại học, Cao đẳng, Trung cấp chuyên nghiệp và Dạy nghề là vô cùng cần thiết. Theo đó, một vấn đề đặt ra là cần biên soạn mới và xuất bản các tài liệu chuyên môn dành cho cán bộ giảng dạy cũng như sinh viên, dành cho các nhà quản lý và công nhân kỹ thuật bậc cao trực tiếp khai thác và vận hành.

Để kịp thời phục vụ bạn đọc, Bộ môn Công nghệ – Khoa Cơ khí trường Đại học Công nghiệp Hà Nội đã biên soạn cuốn ***"Giáo trình Công nghệ CNC"*** *cho hệ Trung cấp chuyên nghiệp, Dạy nghề, đồng thời cũng là tài liệu tham khảo bổ ích phục vụ cho các cán bộ và kỹ sư trong ngành Cơ khí.*

Cuốn sách bao gồm 5 chương :

Chương 1. Tổng quan về công nghệ CNC

Chương 2. Hệ điều khiển CNC

Chương 3. Máy công cụ CNC

Chương 4. Ngôn ngữ lập trình và chương trình gia công

Chương 5. Kỹ thuật lập trình (theo hệ Fanuc 21).

Cuốn sách này chúng tôi đã chọn một số mẫu máy CNC điển hình cho các nhóm công nghệ cắt gọt cơ bản là Tiện, Phay và lựa chọn hệ điều khiển Fanuc 21 để trình bày cụ thể những vấn đề cơ bản nhất, thiết thực nhất khi tiếp cận tìm hiểu, lập trình và nghiên cứu công nghệ CNC.

Trong quá trình biên soạn giáo trình, mặc dù có nhiều cố gắng, nhưng chắc chắn cuốn sách không thể tránh khỏi khiếm khuyết. Chúng tôi rất mong nhận được ý kiến đóng góp của bạn đọc để lần tái bản sau được hoàn chỉnh hơn.

Các ý kiến đóng góp xin gửi về Công ty Cổ phần Sách Đại học – Dạy nghề (HEVOBCO), 25 Hàn Thuyên, Hà Nội hoặc Bộ môn Công nghệ – Khoa Cơ khí Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội.

NHÓM TÁC GIẢ

Chương 1

TỔNG QUAN VỀ CÔNG NGHỆ CNC

1.1. LỊCH SỬ PHÁT TRIỂN CỦA MÁY CÔNG CỤ CNC

Ý tưởng về điều khiển máy bằng các lệnh nhớ ở các máy CNC đã xuất hiện từ thế kỷ XIV, nó được phát triển và hoàn thiện dần cho đến ngày nay, với một số mốc lịch sử như sau:

– Năm 1808 Toseph và M Jacquard đã dùng bìa tôn đục lỗ để điều khiển các máy dệt (bìa đục lỗ là vật mang tin).

– Năm 1938 Claude Shannon bảo vệ luận án tiến sỹ ở Viện công nghệ MIT (Mỹ) với nội dung tính toán chuyển giao dữ liệu dạng nhị phân.

– Năm 1946 tiến sỹ John W.Mauchly đã cung cấp máy tính số điện tử đầu tiên có tên ENIAC cho quân đội Mỹ.

– Năm 1954 Bendix đã mua bản quyền của Pasons và chế tạo ra bộ điều khiển NC hoàn chỉnh đầu tiên có sử dụng các bóng điện tử.

– Năm 1954, phát triển ngôn ngữ biểu trưng được gọi là ngôn ngữ lập trình tự động APT.

– Năm 1957, không quân Mỹ đã trang bị những máy NC đầu tiên ở xưởng.

– Năm 1960, kỹ thuật bán dẫn thay thế cho hệ thống điều khiển xung rơle, đèn điện tử.

– Năm 1965, giải pháp thay dụng cụ tự động ATC (Automatic Tool Changer).

– Năm 1968, kỹ thuật mạch tích hợp IC ra đời có độ tin cậy cao hơn.

– Năm 1972, hệ điều khiển NC (numerical control – trung tâm điều khiển số) đầu tiên có lắp đặt máy tính nhỏ...

– Năm 1979, hình thành khớp nối liên hoàn CAD/CAM – CNC.

– Ngày nay các máy công cụ CNC (computer numerical control – trung tâm điều khiển số có sự trợ giúp của máy tính) đã hoàn thiện hơn với tính năng vượt trội có thể gia công hoàn chỉnh chi tiết trên một máy gia công, với số lần gá đặt ít nhất. Đặc biệt chúng có thể gia công các chi tiết có bề mặt phức tạp.

1.2. KHÁI NIỆM VỀ ĐIỀU KHIỂN SỐ

Khi gia công trên máy công cụ thông thường, các bước gia công chi tiết do người thợ thực hiện bằng tay như: Điều chỉnh số vòng quay, lượng chạy dao, kiểm tra vị trí dụng cụ cắt để đạt được kích thước cần gia công trên bản vẽ...

Ngược lại, trên máy điều khiển số thì quá trình gia công thực hiện một cách tự động. Trước khi gia công người ta phải đưa vào hệ thống điều khiển một chương trình gia công dưới dạng một chuỗi các câu lệnh điều khiển. Hệ thống điều khiển số có khả năng thực hiện các lệnh điều khiển này và kiểm tra chúng nhờ một hệ thống đo lượng dịch chuyển bàn trượt của máy.

Điều khiển số NC được hiệp hội công nghiệp điện tử (EIA) của Mỹ định nghĩa là: "Một hệ thống trong đó các hoạt động được điều khiển bởi dữ liệu số được đưa trực tiếp vào từ một điểm nào đó. Hệ thống đó phải tự động biên dịch tối thiểu một phần nào đó của dữ liệu này".

Dữ liệu cần thiết để tạo ra một chi tiết gọi là một chương trình chi tiết (part program).

Máy công cụ điều khiển theo chương trình số gọi là máy công cụ NC và máy công cụ CNC.

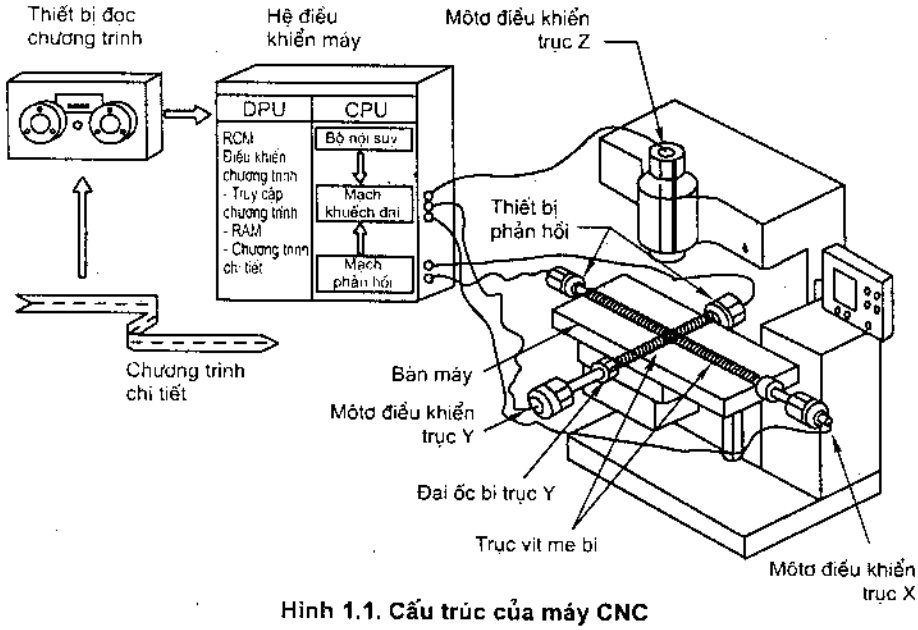
1.3. ĐẶC ĐIỂM VỀ CẤU TRÚC MÁY CÔNG CỤ CNC

1.3.1. Cấu trúc

Cấu tạo máy công cụ CNC về cơ bản giống máy công cụ truyền thống. Sự khác nhau ở chỗ các thiết bị liên quan tới quá trình gia công được điều khiển bởi máy tính (hình 1.1, hình 1.2).

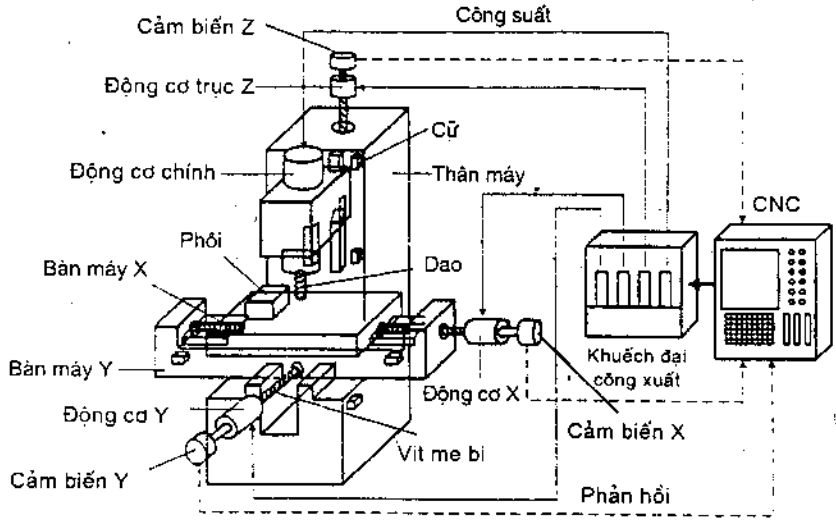
Hệ thống CNC gồm 6 phần:

- Chương trình gia công (part program).
- Thiết bị đọc chương trình (program input device).
- Hệ điều khiển máy (MCU).
- Hệ thống truyền động (drive system).
- Máy công cụ (machine tool).
- Hệ thống phản hồi (feedback system).



Hình 1.1. Cấu trúc của máy CNC

Hướng chuyển động các thiết bị của máy được xác định theo hệ toạ độ tham chiếu phôi cần gia công và có các trục toạ độ nằm song song với phương chuyển động cơ bản. Các chuyển động cần thiết đối với từng thành phần của kết cấu (bàn máy, đầu mang dao...) được tính toán, điều khiển và kiểm tra bằng một máy tính. Vì lý do này mà mỗi phương gia công cần có một hệ thống đo lường độc lập để xác định các vị trí tương ứng của toàn hệ thống định chuyển và phản hồi thông tin này lại cho bộ điều khiển.



Hình 1.2. Sơ đồ cấu trúc của máy phay CNC 3 trục

1.3.2. Đặc điểm về cấu trúc của máy công cụ CNC

1.3.2.1. Chức năng

Dưới đây là bảng so sánh chức năng cơ bản giữa máy công cụ truyền thống, máy công cụ NC và máy công cụ CNC.

Máy công cụ truyền thống	Máy NC	Máy CNC
Đầu vào: Đòi hỏi phải điều chỉnh bằng tay theo bản vẽ, gá phôi và dao cắt tương ứng.	**Đầu vào:** Chương trình NC được đưa tới bộ điều khiển thông qua băng đục lỗ.	**Đầu vào:** Các chương trình NC có thể được nhập vào bằng bàn phím, đĩa từ hoặc cáp truyền. Bộ điều khiển lưu trữ chương trình NC trong bộ nhớ trên đĩa cứng.
Điều khiển bằng tay: Người thợ đặt các thông số gia công (số vòng quay, chiều sâu cắt,...) bằng tay.	**Điều khiển NC:** Bộ điều khiển NC xử lý các thông tin về đường chạy dao và lượng dư rồi truyền các tín hiệu đến máy.	**Điều khiển CNC:** Các chức năng điều khiển do máy vi tính tích hợp trong bộ điều khiển CNC và phần mềm tương ứng đảm nhận. Bộ nhớ trong được dùng để chứa các chương trình, chương trình con, dữ liệu máy, dao cắt và bù dao, các chu trình gia công. Phần mềm giám sát sai số cũng được tích hợp trong bộ điều khiển.
Điều khiển kích thước: Người thợ phải đo và kiểm tra kích thước bằng dụng cụ cầm tay và nếu cần thiết, phải lặp lại quá trình gia công.	**Điều khiển kích thước:** Máy NC đảm bảo sự ổn định kích thước trong quá trình gia công bằng những thông tin phản hồi liên tục từ hệ thống đo là các động cơ servo.	**Điều khiển kích thước:** Máy CNC đảm bảo sự ổn định kích thước trong quá trình gia công bằng những thông tin phản hồi liên tục từ hệ thống đo và các động cơ servo được điều khiển bằng số vòng quay. Các servo đo lường giám sát và điều khiển kích thước ngay trong quá trình gia công.

1.3.2.2. Đặc điểm

Những ưu điểm của máy công cụ CNC so với máy công cụ truyền thống:

– Tốc độ cắt cao của máy CNC cùng với việc giảm thời gian phụ, thời gian chuẩn bị và kết thúc cho phép nâng cao năng suất gia công. Dưới đây là các nhân tố có ảnh hưởng quan trọng:

+ Lập trình bằng tay trực tiếp trên máy công cụ

+ Cho phép lưu các quá trình gia công lặp lại nhiều lần dưới dạng các chương trình con.

+ Mô tả hình dạng chi tiết cần gia công bằng các thông số hình học đơn giản.

+ Tự động tiến dao cho đến khi đạt kích thước cần gia công.

+ Tự động khởi tạo các chức năng máy và can thiệp ngay khi phát hiện lỗi hoặc nhiễu.

+ Tự động giám sát gia công thông qua điều khiển CNC (đo và kiểm tra tự động).

+ Có thể điều chỉnh dao cắt sơ bộ mà không ảnh hưởng đến tiến trình gia công của máy.

– Chất lượng gia công ổn định, ít phế phẩm.

– Độ chính xác kích thước tăng do độ chính xác cơ học cơ bản của máy công cụ cao (1/1000mm).

– Thời gian chạy không cắt và chuyển bước gia công ngắn.

– Tận dụng máy được nhiều hơn.

– Làm việc linh hoạt trong hệ thống sản xuất, tương ứng là khả năng xử lý nhiều phôi cùng một lúc với độ phức tạp cao một cách thông minh.

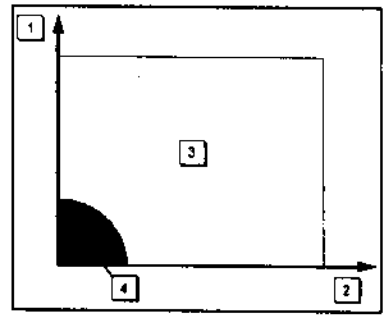
– Các dữ liệu nhập vào máy được xử lý qua bộ khuếch đại và gửi tới các động cơ.

– Trên mỗi đầu trục đều có gắn động cơ riêng biệt để điều khiển di chuyển của các trục.

– Trên mỗi đầu trục đều có gắn bộ cảm biến tốc độ (các bộ cảm biến này có nhiệm vụ phản hồi thông tin về bảng điều khiển hiệu chỉnh những dữ liệu nếu có sai lệch sẽ phát ra tín hiệu điều chỉnh).

– Các thông tin trao đổi với nhau diễn ra trong vòng tròn khép kín.

Do có những ưu điểm trên, các máy công cụ CNC ngày càng trở nên phổ biến trong gia công cắt gọt. Phạm vi ứng dụng rộng rãi chính là đặc tính điển hình của máy công cụ CNC (hình 1.3).



Hình 1.3. Phạm vi ứng dụng của máy CNC

1. Loạt sản xuất lớn hơn; 2. Độ phức tạp và độ chính xác gia công tăng; 3. Máy CNC; 4. Máy truyền thống

1.4. CÁC PHƯƠNG PHÁP LƯU TRỮ VÀ XỬ LÝ DỮ LIỆU TRONG MÁY NC VÀ CNC

1.4.1. Các phương pháp lưu trữ dữ liệu

** **Băng đục lỗ:*** là các băng giấy hay băng được làm bằng vật liệu nhân tạo có chiều rộng 25,4mm (1inch), trên đó có đột các lỗ (tuỳ theo công dụng người ta chia ra hai loại đột lỗ trên băng: vận chuyển và mã hoá. Việc đột các lỗ trên băng được thực hiện bởi máy đột lỗ có tốc độ đột 120 ký tự/giây.

** **Băng từ:*** dải băng có khả năng nhiễm từ, được tổ hợp bởi hai lớp (một lớp trên nền chất dẻo và một lớp bột sắt từ). Nguyên tắc ghi trên băng dựa vào tính chất của sắt từ giữ được trạng thái nhiễm từ. Việc ghi các xung điện trên băng từ được thực hiện theo nguyên lý nhiễm từ do các đầu từ cung cấp. Chương trình ghi trên băng từ sẽ được sử dụng lại nhiều lần. Tốc độ đọc 400 đến 3000 ký tự/ giây.

** **Đĩa từ:*** là tấm vật liệu nhân tạo ở dạng đĩa, có thể chịu uốn, được phủ một lớp kim loại có khả năng nhiễm từ (đường kính đĩa: 5 inch 1/4 hay 3 inch 1/2). Tốc độ đọc 4000 đến 3000000 ký tự /giây.

1.4.2. Các phương pháp xử lý dữ liệu

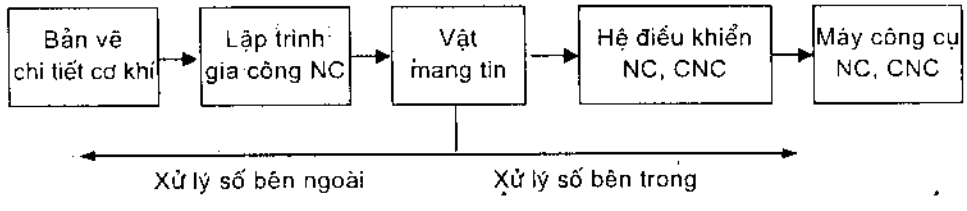
Dữ liệu miêu tả tiến trình và nội dung gia công chi tiết cơ khí được lưu trữ ở hệ điều khiển số dưới dạng chương trình NC được người sử dụng lập trình trực tiếp trên máy gia công hay gián tiếp tại các phòng, viện, v.v...

Lập trình trực tiếp thông qua phím máy, hay máy tính (bàn phím, chuột, v.v...), hoặc thông qua các vật mang tin như băng đục lỗ, bìa đục lỗ, băng từ, đĩa mềm, hoặc giải pháp CAD/CAM liên hoàn thông qua các cổng kết nối tương thích.

Quá trình xử lý số diễn ra như sau:

+ Xử lý số bên ngoài (tạo lập chương trình NC), vật mang tin lưu trữ và truyền tải chương trình NC.

+ Xử lý số bên trong (gia công theo chương trình NC) diễn ra nhờ bộ phận biên dịch những câu lệnh NC từ vật mang tin thành các câu lệnh của máy để điều khiển các chuyển động gửi tới máy gia công.



1.5. HỆ THỐNG TRUYỀN DẪN VÀ ĐO ĐƯỜNG DỊCH CHUYỂN TRONG MÁY NC, CNC

1.5.1. Hệ thống truyền dẫn

Các máy công cụ NC, sử dụng những động cơ bước, động cơ servo để điều khiển chuyển động, trên mỗi trục đều gắn động cơ riêng lẻ hoạt động tách biệt. Ngoài ra, đối với mỗi loại máy NC, CNC khác nhau mà người ta bố trí, xây dựng hộp tốc độ (thường là không có, nếu có thì hộp tốc độ ở đó chỉ có 1, 2 cấp).

Truyền dẫn chính truyền công suất cho quá trình gia công. Chuyển động được truyền từ động cơ tới từng trục. Trong quá trình này ta cũng phải tính đến lực ma sát giữa các chi tiết máy với nhau vì chúng ảnh hưởng đến hiệu quả của một máy CNC.

Do đó yêu cầu cần phải có đối với một động cơ là độ ổn định cao, chẳng hạn mô men quay phải đảm bảo sao cho vị trí gia công hiện thời không bị thay đổi ngay cả khi lực cắt lớn. Hơn nữa, động cơ phải có động lực đủ để đáp ứng được sự thay đổi vận tốc nhanh chóng.

Trục chính và các trục khác trước kia được dẫn động bởi một động cơ một chiều. Để giữ cho tốc độ cắt này không đổi thì cần phải có một sự điều chỉnh vô cấp tốc độ quay các động cơ này trong một dải rộng, chẳng hạn như tiện các bán kính khác nhau. Nhược điểm của động cơ một chiều là chổi than dễ bị mòn, do đó cần phải kiểm tra thường xuyên và thay đổi nếu cần thiết.

Nhờ vào sự phát triển nhanh chóng của công nghệ vi điện tử nên hiện nay người ta thường dùng động cơ 3 pha. Các động cơ này trước đây bị hạn chế do việc điều khiển số vòng quay phức tạp và giá của các bộ điều khiển điện tử cao. Có hai loại động cơ 3 pha là động cơ đồng bộ và động cơ không đồng bộ. Cả hai loại động cơ này có nhiều ưu điểm đáng kể so với động cơ điện một chiều. Với cùng kích thước thì mô men quay đối với động cơ 3 pha là cao hơn. Hơn nữa, số vòng quay của động cơ 3 pha gấp 3 lần và công suất đầu ra cao hơn động cơ điện một chiều không có chổi than, không có cổ góp, vành góp và gần như không phải bảo dưỡng.

Đầu trục chính được tiêu chuẩn hoá cho phép thay đổi nhiều thiết bị gá đặt khác nhau đến mức tối đa. Trục làm việc và các chi tiết trên máy CNC thường liên tục hơn so với các máy công cụ truyền thống do gia tốc và tốc độ cắt trên các máy CNC khá lớn.

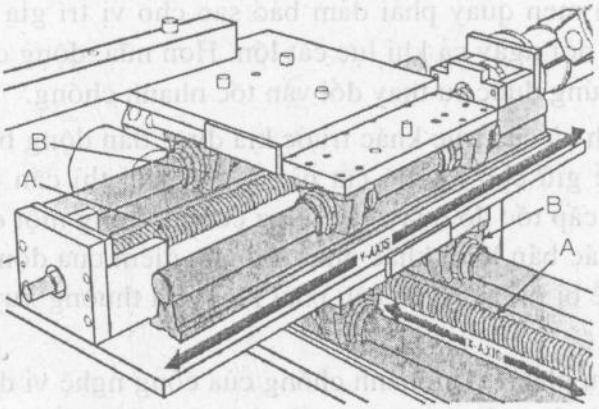
Đặc điểm của các động cơ truyền dẫn:

– Truyền động chính: dùng động cơ dòng một chiều hoặc dòng xoay chiều (điều chỉnh vô cấp tốc độ bằng dòng kích từ hay bằng bộ biến đổi tần số). Có đặc điểm là thay đổi số vòng quay đơn giản, mô men truyền tải cao, khi thay đổi lực tác dụng số vòng quay vẫn giữ không đổi.

– Truyền động chạy dao: dùng động cơ dòng một chiều hay dòng xoay chiều với bộ vit me đai ốc bi cho từng trục chạy dao độc lập X, Y, Z.

+ Động cơ dòng một chiều có đặc tính động học tốt cho các quá trình gia tốc và quá trình phanh hãm, mô men quán tính nhỏ, độ chính xác điều chỉnh cao.

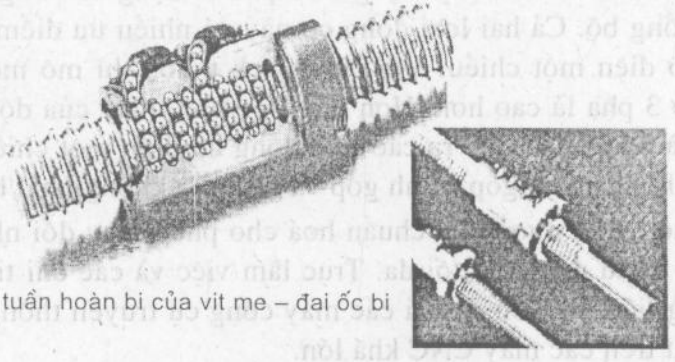
+ Bộ vit me đai ốc bi (recirculating ball bcrews) có khả năng biến đổi truyền dẫn dễ dàng, ít ma sát và không có khe hở khi truyền dẫn với tốc độ cao. Để thấy rõ ưu nhược điểm của hệ thống vit me đai ốc bi so với các hệ thống truyền động khác ta xem bảng 1.1.



A. Vit me bi

B. Gối tựa dài

Máy tính điều khiển bàn máy theo trục X–Y



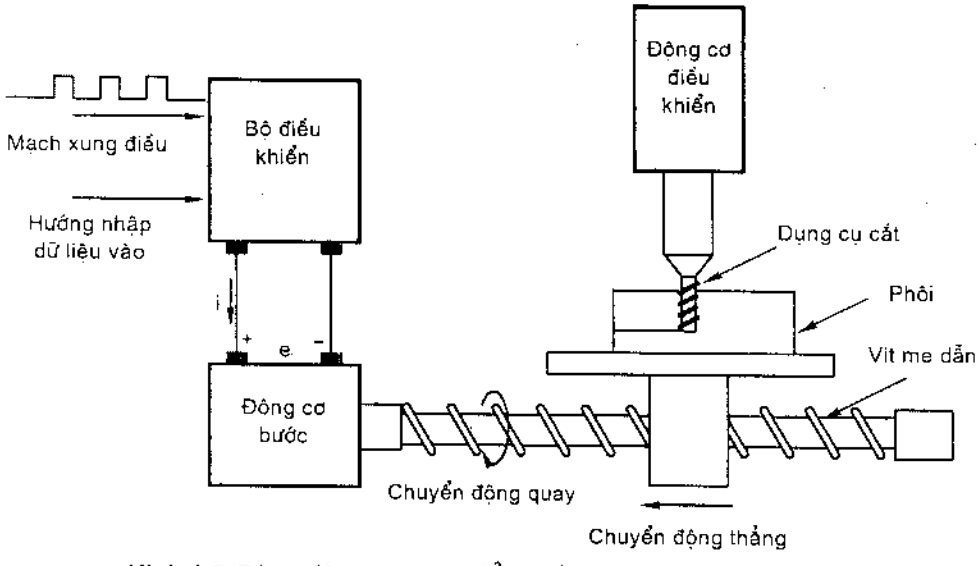
Sự tuần hoàn bi của vit me – đai ốc bi

Hình 1.4. Truyền động vit me – đai ốc bi

BẢNG 1.1. ƯU ĐIỂM CỦA TRUYỀN ĐỘNG VIT ME ĐAI ỐC BI

	Vit me đai ốc bi	Vit me thường	Thuỷ lực	Xích, đai	Bánh răng & thanh răng	Cam	Khí nén
Giá thành rẻ	X	X		X	X	X	
Công suất nhỏ	X			X	X	X	
Chi phí bảo trì thấp	X						
Độ chính xác cao	X				X		
Độ tin cậy cao	X						
Hiệu quả cao	X						
Khả năng truyền tải lớn	X		X				X
Kết cấu gọn	X	X			X		

1.5.1.1. Động cơ bước (stepping motor)



Hình 1.5. Dùng động cơ bước để truyền động trong máy CNC

Bộ điều khiển nhận tín hiệu về chiều quay và tín hiệu xung điện. Ứng với mỗi tín hiệu xung điện, bộ điều khiển sẽ đưa ra tín hiệu cường độ hoặc hiệu điện thế để làm cho động cơ quay một góc nhất định nào đó (one step). Trục vit me đai ốc bi sẽ biến chuyển động quay thành chuyển động tịnh tiến của các trục hình 1.5. Điều khiển động cơ bước có thể dùng điều khiển đầy bước (full step) hoặc không đầy bước (micro step).

a) Điều khiển dây bước

Bằng việc điều khiển cường độ dòng điện cung cấp lần lượt cho từng cuộn dây trên stato của động cơ bước ta sẽ có được các vị trí chính xác tương ứng của rôto (nam châm). Tốc độ quay của động cơ bước phụ thuộc vào tần số xung điện cung cấp cho các cuộn dây. Động cơ bước được dùng nhiều nhất trong công nghiệp hiện nay là Hybrid stepping motor.

– Động cơ bước Hybrid stepping motor có rôto từ trở thay đổi với nam châm vĩnh cửu gắn trong các rãnh từ của nó (từ Hybrid muốn chỉ đến sự kết hợp của hai nguồn từ trường: từ trường từ các cuộn dây stato và từ trường của nam châm vĩnh cửu).

– Hybrid stepping motor thường được dùng khi yêu cầu các bước quay góc nhỏ.

– Động cơ bước với bước góc 1.8^0 là động cơ tiêu chuẩn được dùng nhiều nhất trong công nghiệp tự động hóa 360^0.

b) Điều khiển không đầy bước (vi bước)

Bằng việc điều khiển việc cung cấp cường độ dòng điện đồng thời cho các cuộn dây stato ta có thể định vị trí của rôto ở các vị trí trung gian giữa các cuộn dây tương ứng, phương pháp điều khiển động cơ bước theo cách này được gọi là điều khiển vi bước. Điều khiển vi bước thường được sử dụng khi yêu cầu độ phân giải cao hơn, do vậy độ chính xác cao hơn. Tuy nhiên việc điều khiển phức tạp hơn. Các vi bước thường được sử dụng là 1/10; 1/16; 1/32; 1/125.

* *Ghi chú:* ở đây chỉ nêu lên những khái niệm chung nhất về động cơ bước, việc nghiên cứu kỹ cấu tạo, cách điều khiển các động cơ này nói chung khá phức tạp và sẽ được học trong các môn học khác.

Một số ưu điểm của động cơ bước là:

– Giá thành rẻ (low cost).

– Có thể điều khiển mạch hở (can work in an open loop, no feedback required).

– Duy trì mô men rất tốt (không cần phanh, biến tốc).

– Mô men xoắn cao ở tốc độ thấp.

– Chi phí bảo dưỡng thấp (không có chổi quét) (low maintenance, brushless).

– Định vị chính xác.

– Không phải điều chỉnh các thông số điều khiển.

Một số nhược điểm:

– Động cơ làm việc không đều, đặc biệt là ở tốc độ thấp (điều khiển dầy bước).

– Tiêu thụ dòng điện không phụ thuộc vào tải.

– Kích cỡ hạn chế.

– Làm việc ồn.

– Mô men giảm theo tốc độ.

– Không có phản hồi nên có thể xảy ra các sai số.

1.5.1.2. Động cơ servo

Sự khác nhau cơ bản nhất của động cơ servo so với động cơ bước là động cơ servo có mạch điều khiển kín (close loop control). Như vậy trong động cơ servo cần phải có hệ thống phản hồi để nhận biết các thông số về vị trí, tốc độ mong muốn. Có nhiều phương pháp điều khiển vòng kín, trong đó phương pháp PID là được sử dụng rộng rãi nhất. Ưu điểm cơ bản của động cơ servo so với động cơ bước là:

– Mômen trên trục đều hơn (high intermittent torque).

– Tốc độ cao hơn (high speeds).

– Mạch điều khiển tốc độ chính xác và đều hơn (work well for velocity control).

– Có nhiều kích cỡ hơn (available in all sizes).

– Làm việc êm hơn (quiet).

– Độ chính xác cao hơn.

Nhược điểm cơ bản của động cơ servo so với động cơ bước là:

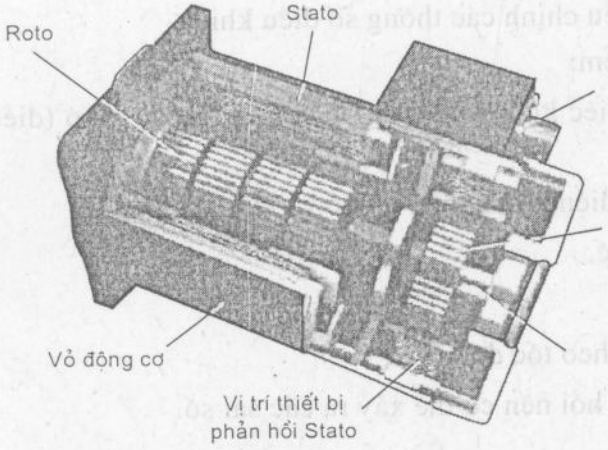
– Chi phí lớn hơn.

– Không làm việc ở chế độ mạch điều khiển hở, yêu cầu phải có hệ thống phản hồi.

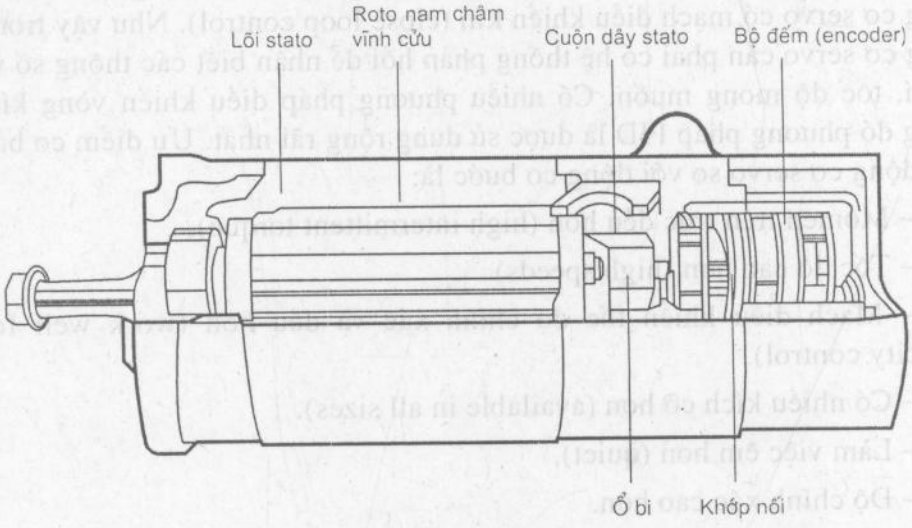
– Yêu cầu phải điều chỉnh các thông số vòng điều khiển.

– Bảo dưỡng tốn kém hơn, đặc biệt là động cơ DC servo.

Hiện nay đã có động cơ DC servo và AC servo. Động cơ DC servo ra đời trước và đã được sử dụng rất nhiều. Nhưng sau này với khả năng của việc sử dụng các transistor với cường độ làm việc lớn, các động cơ AC servo đã được chế tạo và được sử dụng ngày càng rộng rãi.



Hình 1.6. Động cơ servo nam châm vĩnh cửu



Hình 1.7. Hình cắt của động cơ servo

1.5.2. Hệ thống đo đường dịch chuyển

Trên mỗi trục của máy công cụ NC, CNC đều được gắn bộ phát động, cảm biến và hệ thống đo đường dịch chuyển điện tử. Chúng được kết nối trực tiếp với hệ điều khiển số NC, CNC.

Nhiệm vụ của hệ NC là so sánh các giá trị cần đạt về vị trí định trước với giá trị thực tế do hệ thống đo đường dịch chuyển thông báo và khi có sai lệch hai vị trí này sẽ phát ra một tín hiệu điều chỉnh truyền tới bộ phát động của các trục để hiệu chỉnh sai lệch đó, nguyên lý đó diễn ra trong chu trình điều khiển khép kín.

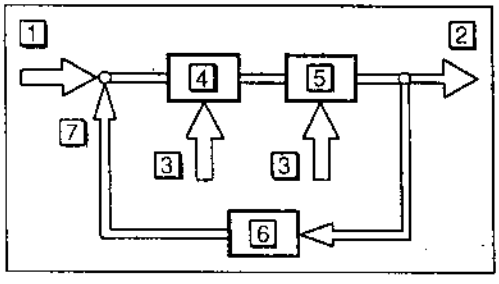
Bộ điều khiển CNC điều khiển các chuyển động của dao và đài mang dao theo các câu lệnh trong chương trình NC.

Thông tin về vị trí chính xác trong không gian của các chi tiết máy chuyển động phải luôn được phản hồi về trung tâm điều khiển. Thông tin phản hồi được lấy từ sensor vị trí (hình 1.8).

Trên máy CNC vị trí của dao luôn được đo liên tục. Dựa vào sự thay đổi về thời gian theo đường chạy dao, vị trí hiện thời (giá trị thực) cũng như tốc độ gia công được tính toán và so sánh với đường chạy dao lập trình (giá trị danh nghĩa).

Gần như mỗi mili giây bộ điều khiển lại cung cấp thông tin vị trí mới cần phải đạt tới cho vòng lặp phản hồi vị trí. Do tốc độ cao nên bộ điều khiển nhận được giá trị mới trước khi giá trị cũ tới. Hiện tượng này gọi là sai số trễ của vòng lặp phản hồi vị trí khi tốc độ gia công quá cao.

Để xác định vị trí hiện thời của dao (vị trí thực từ vòng phản hồi) cần phải có một hệ thống đo đường dịch chuyển đối với mỗi trục điều khiển của máy CNC. Tuỳ thuộc vào đường gia công mà người ta sử dụng các phương pháp đo tương ứng.

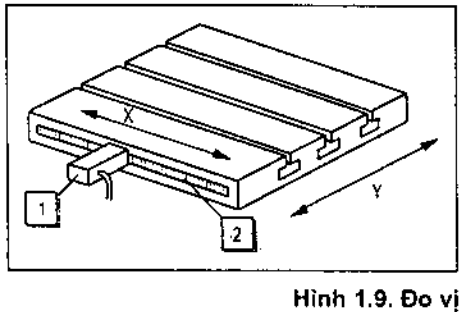


1 Biến đầu vào (giá trị vị trí nhập vào).
2 Biến đầu ra (giá trị vị trí thực).
3 Biến nhiễu.
4 Động cơ.
5 Vít me đai ốc bi.
6 Dụng cụ đo.
7 Đầu ra (giá trị thực).

Hình 1.8. Vòng lặp phản hồi vị trí

* ***Trong cách đo trực tiếp*** (direct position measuring) (hình 1.9), thước đo gắn trên cơ cấu mang hoặc trên bàn máy để những sai số trên trục và liên kết vitme không ảnh hưởng đến kết quả đo.

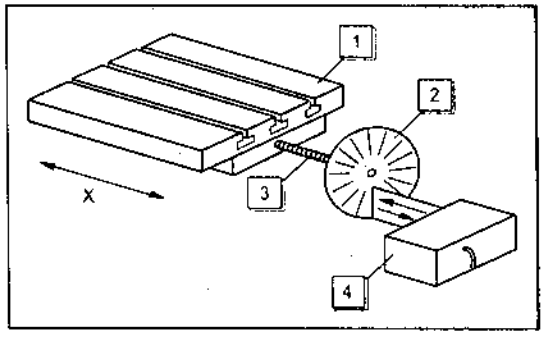
Giá trị đo được xác định bởi một cảm biến quang học trên mẫu quét của thước đo. Bộ cảm biến này chuyển giá trị đo thành tín hiệu điện và đưa về bộ điều khiển.



1 Cảm biến.
2 Thước thuỷ tinh có chia độ.

Hình 1.9. Đo vị trí trực tiếp

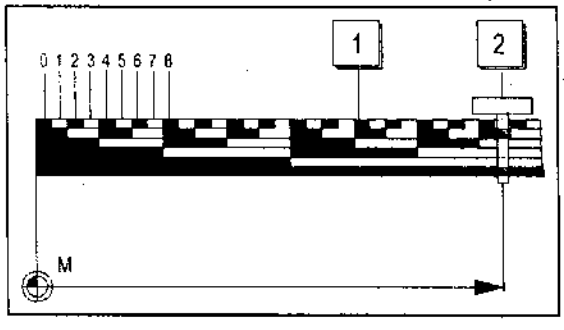
* ***Trong cách đo gián tiếp*** (indirect position measuring) (hình 1.10) đường dịch chuyển được xác định nhờ chuyển động quay của vít me đai ốc bi (được trang bị cùng với 1 thước đo dạng đĩa xung). Một bộ phát tín hiệu ghi lại số vòng quay của đĩa và đưa về bộ điều khiển. Sau đó bộ điều khiển dựa trên số xung quay tính toán giá trị chính xác hoặc vị trí chính xác của cơ cấu mang.



1 Bàn máy.
2 Đĩa xung.
3 Trục.
4 Bộ phát tín hiệu.

Hình 1.10. Đo vị trí gián tiếp

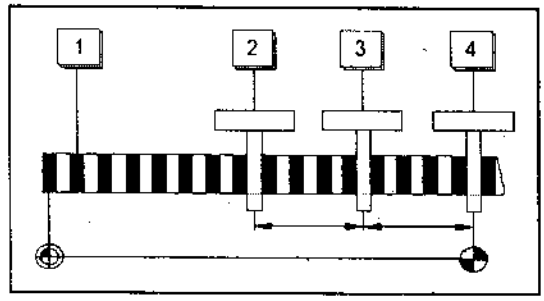
* ***Trong cách đo vị trí tuyệt đối*** (qbsolute position mesuring) (hình 1.11), một thước đo được mã hoá ngay lập tức chỉ ra vị trí của cơ cấu mang so với 1 điểm cố định trên máy. Điểm này là điểm 0 của máy (điểm gốc máy M) và được quy định bởi nhà sản xuất. Phương pháp này có giả thiết là vùng đọc của thước đo rộng bằng vùng cần gia công và mã trên thước là mã nhị phân. Nhờ đó mà bộ điều khiển có thể xác định một giá trị số ứng với mỗi vị trí đọc vào.



1 Thước nhị phân.
2 Vị trí bàn máy hiện thời.

Hình 1.11. Đo vị trí tuyệt đối

* ***Đối với cách đo vị trí tương đối*** (incremental position mesuring) (hình 1.12), người ta dùng một thước đo có một lưới gồm các vùng sáng tối và tính toán vị trí hiện tại của cơ cấu mang dựa trên sự khác nhau giữa vị trí cơ cấu mang trước đó.



Hình 1.12. Đo vị trí tương đối

1. Thước chia vạch; 2. Vị trí bàn máy trước đó; 3. Vị trí bàn máy hiện thời; 4. Bàn máy tại điểm tham chiếu.

Ở phương pháp đo này, đầu tiên bộ điều khiển phải ghi nhớ một giá trị tuyệt đối ban đầu để làm điểm tham chiếu khi tính toán vị trí hiện thời của cơ cấu mang. Vì lẽ đó, mỗi khi bộ điều khiển khởi động nó phải chạy tới điểm này trước. Điểm đó được gọi là "điểm tham chiếu" của máy (điểm R). Mỗi chuyển động của trục, thậm chí khi dùng tay quay điều khiển hay phím bấm cần phải được bộ điều khiển ghi lại.

Khi ngắt điện tất cả các thông tin điều khiển dịch chuyển sẽ bị mất, vì vậy khi bật máy thì phải quay lại điểm tham chiếu này.

CÂU HỎI ÔN TẬP

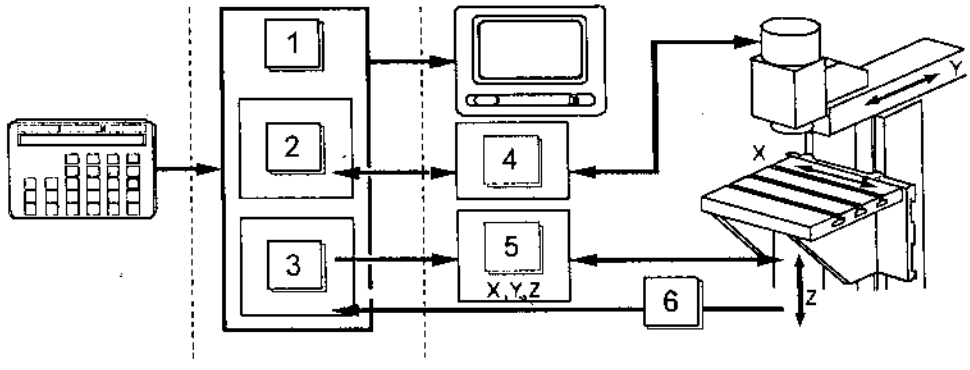
1. Hãy cho biết sự khác nhau cơ bản giữa máy CNC và máy công cụ truyền thống.
2. Nêu các đặc điểm của máy công cụ điều khiển số.
3. Những ưu điểm của máy CNC so với máy công cụ truyền thống là gì.
4. Nêu những chức năng và sự quan trọng của vitme đai ốc bi.
5. Cho biết sự khác nhau giữa phương pháp đo vị trí trực tiếp và phương pháp đo vị trí gián tiếp.
6. Cho biết sự khác nhau giữa phương pháp đo vị trí tuyệt đối và phương pháp đo vị trí tương đối.

Chương 2

HỆ ĐIỀU KHIỂN CNC

2.1. CẤU TRÚC CỦA BỘ ĐIỀU KHIỂN CNC

Bộ điều khiển CNC được thiết lập để giải mã và xử lý các thông tin hình học cũng như công nghệ của chương trình NC. Với bộ điều khiển NC ta có thể điều khiển hay kiểm tra từng phần của máy CNC sao cho chi tiết gia công được định hình đúng theo yêu cầu. Các chức năng của bộ điều khiển CNC có thể được phân ra thành: Nhập dữ liệu, xử lý dữ liệu và xuất dữ liệu (hình 2.1).



Hình 2.1. Cấu trúc của bộ điều khiển CNC

1. Bộ điều khiển CNC; 2. Xử lý công nghệ; 3. Xử lý hình học;
4. Điều khiển điều chỉnh; 5. Điều khiển trục; 6. Giá trị vị trí thực.

2.2. NGUYÊN LÝ HOẠT ĐỘNG CỦA HỆ ĐIỀU KHIỂN

2.2.1. Hệ điều khiển NC

Hệ thống NC đầu tiên ra đời do sự cần thiết chế tạo các chi tiết phức tạp của máy bay với số lượng ít. Ngày nay các máy trang bị hệ điều khiển NC vẫn còn thông dụng. Đây là hệ điều khiển đơn giản với số lượng hạn chế các kênh thông tin. Trong hệ điều khiển NC các thông số hình học của chi tiết gia công và các lệnh điều khiển được cho dưới dạng dãy các con số.

Nguyên tắc làm việc của hệ điều khiển NC

Sau khi mở máy các lệnh thứ nhất và thứ hai được đọc. Chỉ sau khi quá trình đọc kết thúc máy mới thực hiện lệnh thứ nhất. Trong thời gian này thông tin của lệnh thứ hai nằm trong bộ nhớ của hệ thống điều khiển. Sau khi hoàn thành việc thực hiện lệnh thứ nhất máy bắt đầu thực hiện lệnh thứ hai lấy từ bộ nhớ ra. Trong khi thực hiện lệnh thứ hai, hệ điều khiển đọc lệnh thứ ba và đưa vào chỗ của bộ nhớ mà lệnh thứ hai vừa được giải phóng ra.

Nhược điểm chính của hệ điều khiển NC là khi gia công chi tiết tiếp theo trong loạt hệ điều khiển lại phải đọc tất cả các lệnh từ đầu và như vậy không tránh khỏi những sai sót của bộ tính toán trong hệ điều khiển. Do đó chi tiết gia công có thể bị phế phẩm. Một nhược điểm nữa là do cần rất nhiều lệnh chứa trong băng đục lỗ hoặc băng từ nên khả năng mà chương trình bị dừng lại (không chạy) thường xuyên có thể xảy ra. Ngoài ra với chế độ làm như vậy băng đục lỗ hoặc băng từ sẽ nhanh chóng bị bẩn và mòn gây lỗi cho chương trình.

2.2.2. Hệ điều khiển CNC

Đặc điểm chính của hệ điều khiển CNC là sự tham gia của máy vi tính. Các nhà chế tạo máy CNC cài đặt vào máy tính một chương trình điều khiển cho từng loại máy.

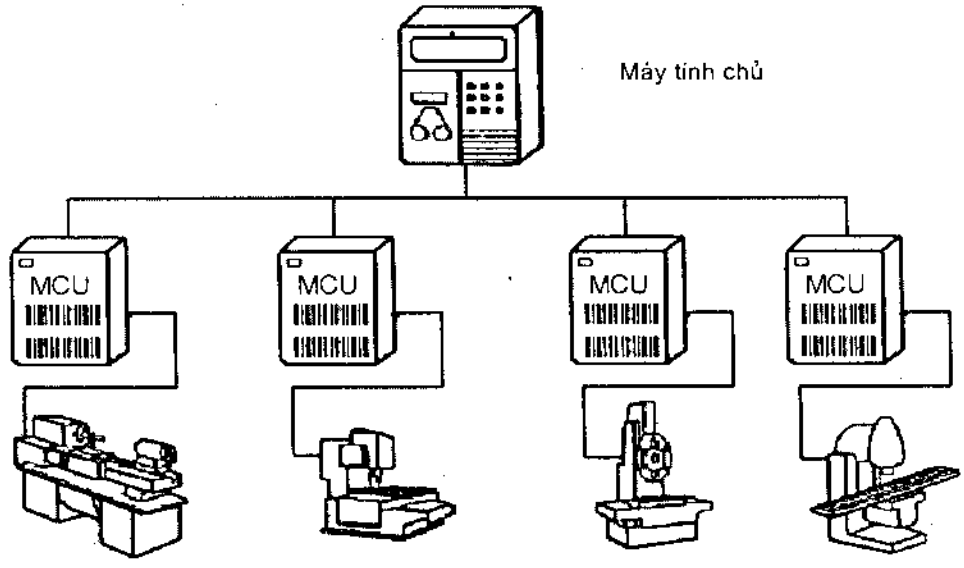
Hệ điều khiển CNC cho phép thay đổi và hiệu chỉnh các chương trình gia công chi tiết và cả chương trình hệ thống. Trong hệ điều khiển CNC các chương trình gia công có thể được ghi nhớ lại. Trong hệ điều khiển CNC chương trình có thể được nạp vào bộ nhớ toàn bộ một lúc hoặc từng lệnh bằng tay từ bảng điều khiển. Các lệnh điều khiển được viết không chỉ cho từng chuyển động riêng lẻ mà còn cho nhiều chuyển động cùng một lúc. Điều này cho phép giảm số câu lệnh của chương trình và như vậy có thể nâng cao độ tin cậy làm việc của máy. Hệ điều khiển CNC có kích thước nhỏ hơn và giá thành thấp hơn so với hệ điều khiển NC nhưng lại có những đặc tính mới mà các hệ điều khiển trước đó không có.

2.2.3. Hệ điều khiển DNC (Direct numerical control)

Nhiều máy công cụ CNC được nối với một máy tính trung tâm qua đường dẫn dữ liệu. Mỗi một máy công cụ có hệ điều khiển CNC mà bộ tính toán của nó có nhiệm vụ chọn lọc và phân phối các thông tin. Hay nói cách khác thì bộ tính toán là cầu nối giữa các máy công cụ và máy tính trung tâm.

– Máy tính trung tâm có thể nhận những thông tin từ các bộ điều khiển CNC để hiệu chỉnh hoặc để đọc những dữ liệu từ máy công cụ.

– Trong một số trường hợp máy tính trung tâm đóng vai trò chỉ đạo trong việc lựa chọn những chi tiết gia công theo thứ tự ưu tiên để phân chia đi các máy khác nhau.

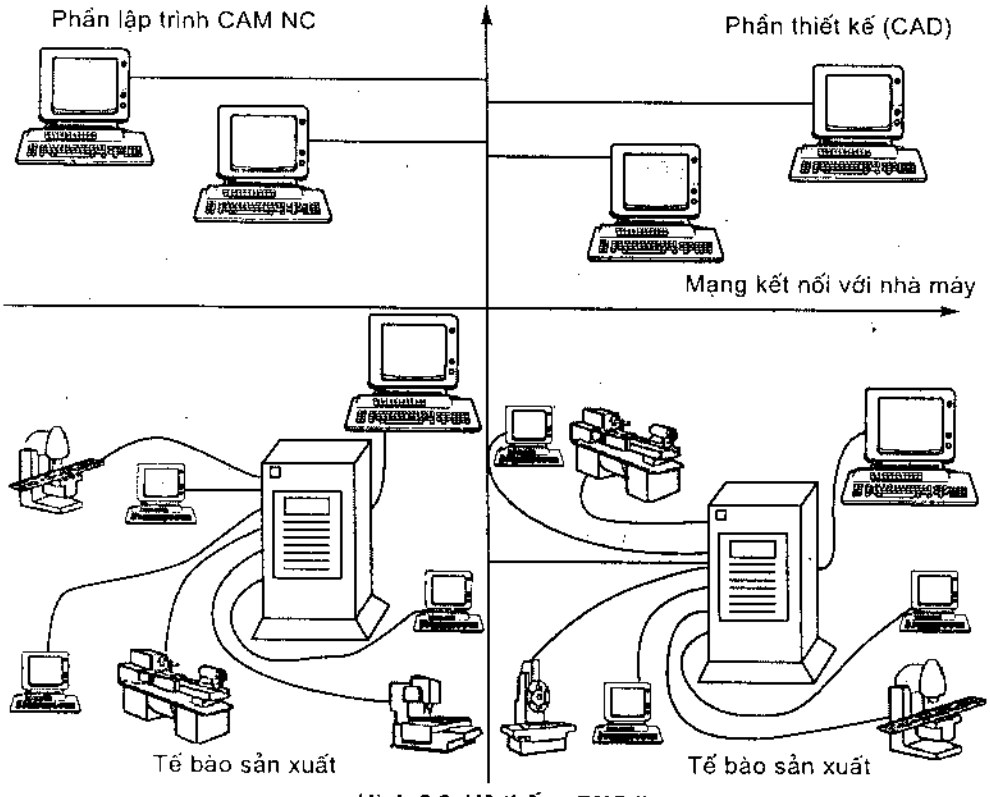


Hình 2.2. Hệ thống DNC

– Hệ DNC có ngân hàng dữ liệu trung tâm cho biết các thông tin của chương trình gia công trên tất cả các máy công cụ.

– Có khả năng truyền dữ liệu nhanh và có khả năng nối ghép vào hệ thống gia công linh hoạt FMS (flexble manufactuning system).

– DNC II (distributed NC). Để việc quản lý dữ liệu giữa các CNC tốt hơn, hệ thống DNC II đã được đưa vào ứng dụng trong sản xuất, là sự kết hợp giữa DNC và CNC. Hệ thống DNC II bao gồm các máy tính chủ (host computer) và các máy tính cục bộ (local computer) kết nối với nhau. Nó cho phép các chương trình gia công được lưu trên máy chủ nên việc quản lý tốt hơn. Các chương trình này có thể được download xuống các local computer hoặc PLC. Và ta cũng có thể nhập chương trình và dao diện trực tiếp từ các máy cục bộ (local). Và nếu máy chủ bị ngưng thì các máy CNC vẫn có thể hoạt động bình thường. Đây là ưu điểm cơ bản của DNC II so với DNC.



Hình 2.3. Hệ thống DNC II

Hệ thống sản xuất linh hoạt (FMS: Flexible Manufacturing System)

Vào giữa thập niên 60, công ty Molins Ltd (Anh) đã phát triển hệ thống 24 là tiền thân của hệ thống FMS. Tuy nhiên do hạn chế về kỹ thuật nên hệ thống sản xuất linh hoạt vẫn chỉ dừng lại ở mức độ lý thuyết, ý tưởng trong suốt những năm 60, 70. Vào cuối thập niên 1970, đầu thập niên 1980, với sự phát triển mạnh của công nghệ điều khiển phức tạp nhờ máy tính, hệ thống FMS đã được ứng dụng thành công. Hệ thống FMS được ứng dụng chủ yếu ở Mỹ trong các lĩnh vực chế tạo ô tô, xe cơ giới, máy bay... Hệ thống FMS điển hình bao gồm:

– Thiết bị xử lý: máy công cụ, hệ thống lắp ráp, rôbôt.

– Thiết bị xử lý phôi: rôbôt, băng tải, hệ thống vận chuyển tự động (AGV: automated guided vehicles).

– Hệ thống trao đổi thông tin.

– Hệ thống điều khiển bằng máy tính FMS tạo nên một bước tiến mới hướng đến việc tích hợp hoàn toàn quá trình sản xuất, dựa trên các hệ thống, quan điểm tự động hóa sau:

+ CNC.

+ DNC II.

+ Hệ thống xử lý phôi liệu tự động (automated material handling system).

– Công nghệ nhóm (group technology).

Về cơ bản FMS bao gồm các thành phần sau:

+ Máy gia công tự động (automated NC machining operations).

+ Hệ thống xử lý phôi tự động (robots, AGVS và hệ thống lưu kho tự động (AS: automated storage)/ Hệ thống truy xuất (RS: retrieval system).

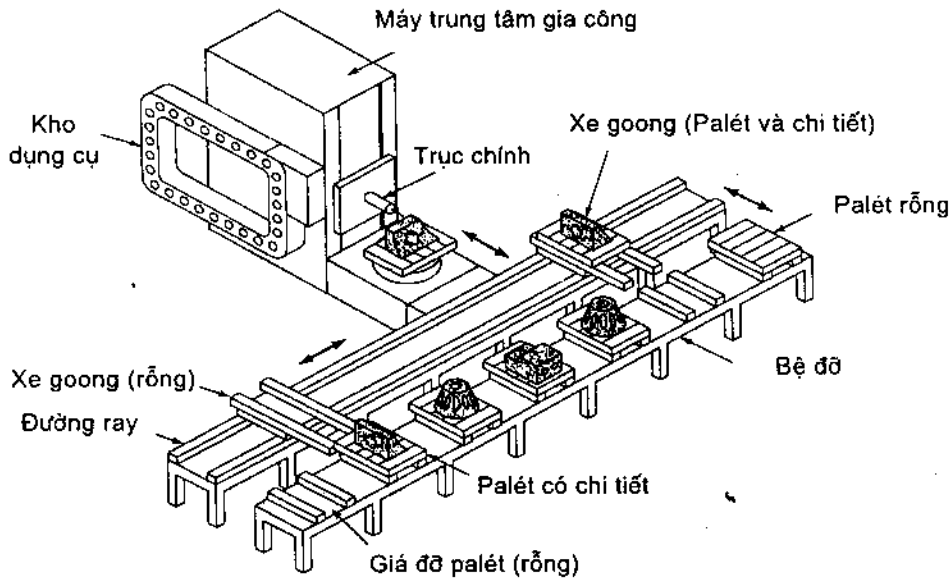
+ Hệ thống thay dao tự động (automated tool changers).

+ Hệ thống điều khiển bằng máy tính (computer controlled system).

+ Con người (human operator).

+ Công nghệ nhóm (group technology).

Một số mô hình FMS điển hình như sau:



Hình 2.4. Tế bào sản xuất đơn (Single machine cell)

Hệ thống sản xuất tích hợp – CIM (computer intergated manufacturing). Ý tưởng về hệ thống sản xuất tích hợp được Josheph Harington đề cập đến vào năm 1974, nhưng phải qua hàng chục năm đến đầu thập niên 1990, hệ thống này mới được ứng dụng thành công ở Mỹ. CIM là hệ thống tích hợp toàn bộ các thành phần của quá trình sản xuất, được xử lý và điều khiển bởi máy tính. Từ việc phân tích thị trường, thiết kế, chuẩn bị phôi liệu, chuẩn bị

và tổ chức sản xuất, kiểm tra chất lượng sản phẩm cho đến cả việc phân phối ra thị trường.

Tóm lại:

Lịch sử phát triển của sản xuất xã hội trải qua các giai đoạn sau:

– Sản xuất thủ công.

– Cơ khí hóa, chuyên môn hóa.

– Tự động hóa.

– Tích hợp.

Với việc tích hợp quá trình sản xuất, năng suất tăng lên nhiều lần, tính linh hoạt của hệ thống rất cao giúp đáp ứng nhanh nhu cầu của thị trường. Tăng lợi thế cạnh tranh.

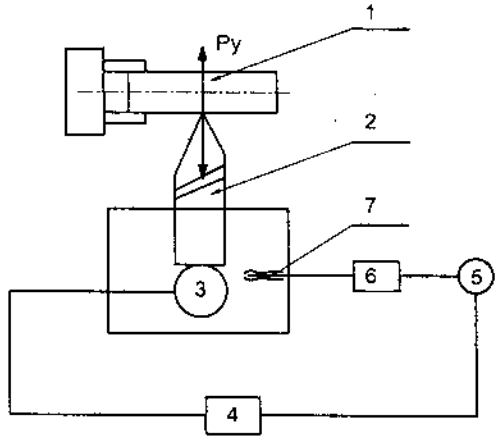
2.2.4. Điều khiển thích nghi (adaptive control)

Sản phẩm hệ điều khiển thích nghi là một trong những phương pháp hoàn thiện máy công cụ CNC. Các máy CNC thông thường có chu kỳ gia công cố định (chu kỳ cứng) đã được xác định ở phần tử mang chương trình và như vậy cứ mỗi lần gia công chi tiết khác chu kỳ lặp lại được lặp lại như cũ, không có sự phát triển nào. Chương trình điều khiển như vậy không được hiệu chỉnh khi có các yếu tố công nghệ phát triển.

Ví dụ: Khi gia công chi tiết lượng dư có thể phát triển dẫn đến gia tăng biến dạng đàn hồi của hệ thống công nghệ. Khi đó nếu hệ thống điều khiển không hiệu chỉnh lại lực cắt thì kích thước gia công có thể vượt ra ngoài phạm vi dung sai (nghĩa là sinh ra phế phẩm). Trong trường hợp này để tránh phế phẩm ta phải giảm lượng chạy dao hoặc thêm bước gia công, nghĩa là ta đã giảm năng suất gia công.

Hệ thống điều khiển thích nghi là hệ thống điều khiển có tính đến những tác động bên ngoài của hệ thống công nghệ để hiệu chỉnh chu kỳ gia công (quá trình gia công) nhằm loại bỏ ảnh hưởng của các yếu tố đó tới độ chính xác gia công (hình 2.5).

Dao (2) gia công chi tiết (1). Các yếu tố công nghệ không ổn định có thể gây ra tăng lực cắt Py (lực hướng kính). Lực Py được datric (phần tử đo) (3) ghi lại. Tín hiệu của datric đi qua bộ biến đổi (4) tác động đến cơ cấu chạy dao (5–7) và làm ổn định lực cắt Py. Nếu lực cắt Py tăng thì lượng chạy dao sẽ giảm xuống và như vậy lực Py sẽ giảm xuống. Ngược lại nếu lực cắt Py giảm thì lượng chạy dao sẽ tăng lên. Ổn định lực cắt thì dao động kích thước gia công giảm (tăng độ chính xác và năng suất gia công).



Hình 2.5. Mô hình hệ thống điều khiển thích nghi

Hệ thống thích nghi có thể ổn định được công suất cắt, mômen cắt hoặc nhiệt cắt... Nhưng hệ điều khiển thích nghi chủ yếu dùng ổn định kích thước gia công.

2.3. CÁC PHƯƠNG PHÁP NỘI SUY TRONG CÁC MÁY CÔNG CỤ NC, CNC

2.3.1. Bộ nội suy

Bộ nội suy thực chất là một máy phát hàm số để đưa ra các lệnh thích hợp với các dữ liệu ban đầu để điều khiển chạy dao trên các toạ độ riêng lẻ, trùm lên quỹ đạo cho trước như mong muốn.

2.3.2. Các phép nội suy cơ bản

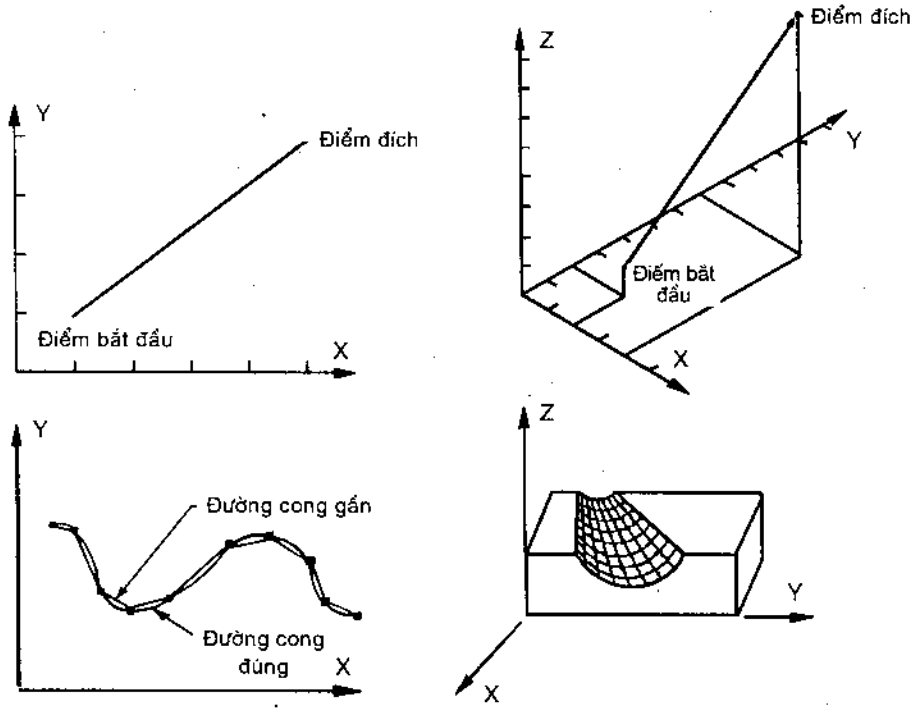
2.3.2.1. Nội suy đường thẳng (tuyến tính)

Là cách cộng các điểm trung gian gia tăng liên tục, bằng nhau vào giá trị toạ độ đầu tiên (S: start) tới khi đạt toạ độ điểm cuối cùng (E: end).

Khi lập trình gia công ta phải tạo cho máy quỹ đạo từ S → E máy tự động gia công qua các điểm trung gian.

Tức là ta phải xác định toạ độ điểm đầu của biên dạng và điểm cuối của biên dạng. Máy nó sẽ thực hiện việc dịch chuyển theo biên dạng đó với các lệnh chức năng gia công khác nhau.

Về khả năng thì nội suy đường thẳng có thể lập trình quỹ đạo cong bất kỳ, nhưng lượng dữ liệu cần xử lý rất lớn. Sử dụng nội suy cung tròn, parabol, đường xoắn giảm đáng kể lượng dữ liệu cần lập trình.

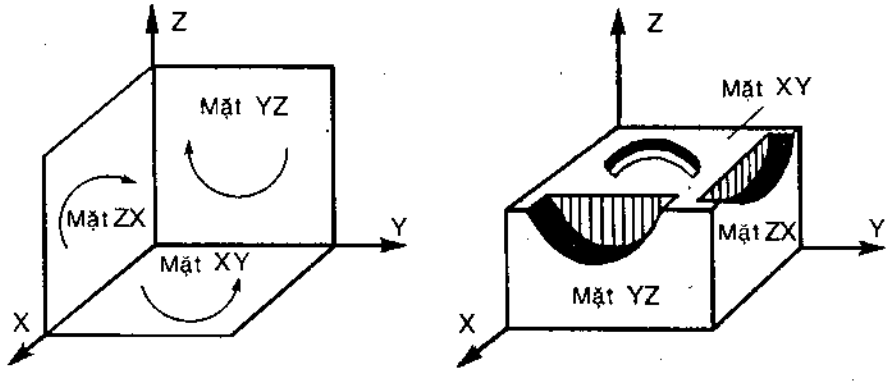


Hình 2.6. Nội suy đường thẳng

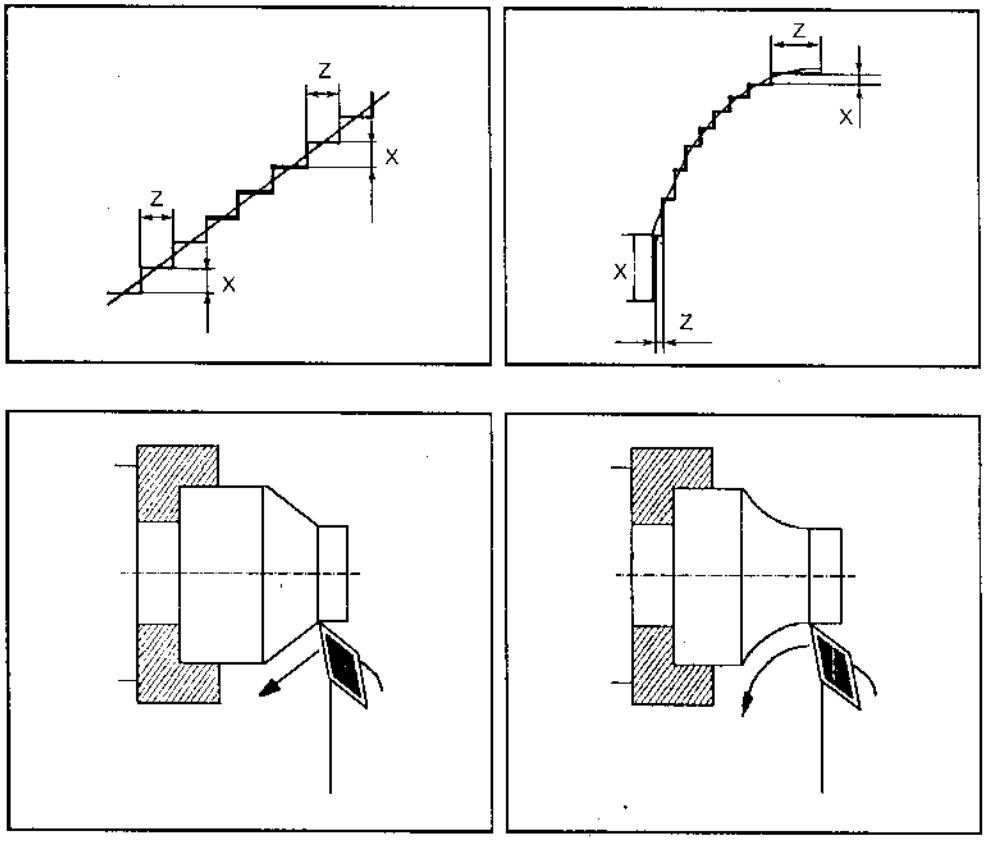
2.3.2.2. Nội suy cung tròn

Dao được di chuyển từ điểm đầu tới điểm cuối hành trình theo một cung tròn bởi một câu lệnh (block) đơn giản, thay thế cho rất nhiều câu lệnh nội suy đường thẳng.

Là phép vi phân thực hiện ở các bộ tích phân theo quan hệ hàm số tích phân $y = \int X(t)dt$.



Hình 2.7. Nội suy cung tròn



Nội suy đường thẳng

Nội suy cung tròn

Hình 2.8

– Thực hiện:

+ Nội suy đường tròn theo 2 trục.

– Các thông số yêu cầu:

+ Toạ độ điểm đầu, toạ độ điểm cuối, tâm hoặc bán kính cung tròn

+ Tốc độ di chuyển trên mỗi trục.

– Khả năng:

+ Nội suy cung tròn hay toàn bộ đường tròn.

2.3.2.3. Nội suy Parabol

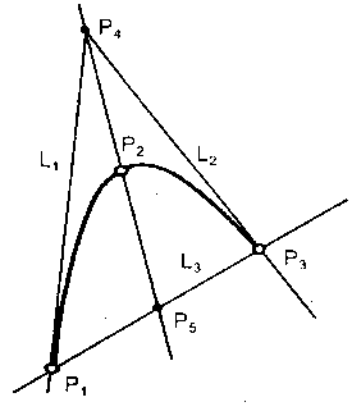
Một đường cong trong không gian được tạo bởi 3 điểm (hình 2.9). Điểm P2 là trung điểm giữa của P4' và P5; P5 lại là trung điểm giữa P1 và P3. P1 được biết từ khối dữ liệu trước; P2 và P3 được đưa vào cùng với

hai khối dữ liệu tiếp theo. Việc chuyển giữa hai parabol liên tục sẽ phối hợp tốt nếu biết rõ được tiếp tuyến tại P3 của chúng.

Nội suy parabol cơ bản chỉ được sử dụng để gia công trên máy có 4 hoặc 5 trục toạ độ, bởi vì dữ liệu dùng cho các chuyển động theo nhiều trục toạ độ này sẽ giảm đi một cách đáng kể so với nội suy đường thẳng khi các bề mặt có độ phức tạp cao.

Ngoài ra còn có dạng nội suy ghép nối. Việc ghép nối các đường cong theo định nghĩa bằng toán học có thể được gọi là lắp ghép và sự chuyển tiếp giữa các đường cong được tiến hành thông qua tiếp tuyến.

Với kiểu nội suy này, các dạng hình học phức tạp có thể được lập trình bằng cách sử dụng các khối dữ liệu chương trình ít hơn một cách đáng kể so với khi sử dụng nội suy đường thẳng, nhưng các thủ thuật về toán có nhiều phức tạp và nó vượt quá phạm vi của tài liệu này.



Hình 2.9. Sơ đồ nội suy Parabol

2.4. CÁC DẠNG ĐIỀU KHIỂN TRÊN MÁY CÔNG CỤ CNC

Các tín hiệu lệnh chạy dao (đã được mã hoá dưới dạng mã NC) từ bộ điều khiển được truyền tới các động cơ để điều khiển chạy dao. Tuỳ theo dạng đường chạy dao, người ta chia ra thành các dạng điều khiển sau.

– Điều khiển điểm – điểm.

– Điều khiển đường.

– Điều khiển theo đường viền (contour):

+ Điều khiển 2D

+ Điều khiển $2\frac{1}{2}$D

+ Điều khiển 3D

+ Điều khiển 4D

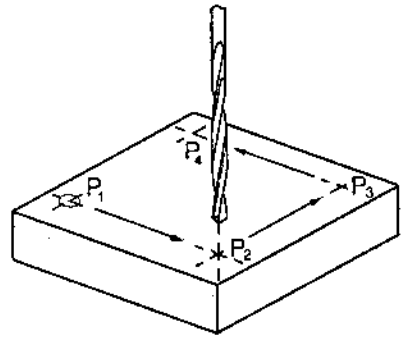
+ Điều khiển 5D

**** Điều khiển điểm – điểm:***

Đây là dạng điều khiển đơn giản nhất. Trong kiểu điều khiển này dao

được chạy với tốc độ nhanh tới điểm đích. Quá trình gia công chỉ được tiến hành tại các điểm dừng (hình 2.10). Kiểu điều khiển này cho phép ta gia công tại các điểm rời rạc trên một phôi cho trước.

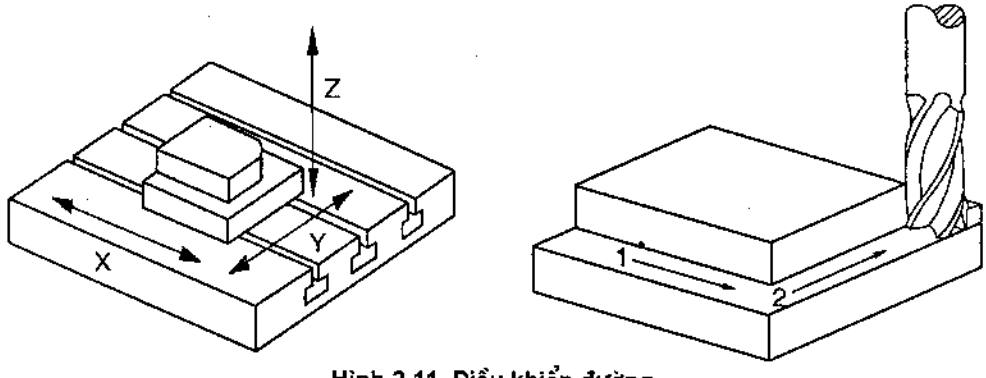
Điều khiển điểm – điểm được ứng dụng để khoan, hàn điểm, đột lỗ...



Hình 2.10. Điều khiển điểm – điểm

* ***Điều khiển đường:***

Ở dạng điều khiển này dao chỉ có thể di chuyển song song với các trục điều khiển. Chiều dày lớp cắt có thể lập trình được (hình 2.11).



Hình 2.11. Điều khiển đường

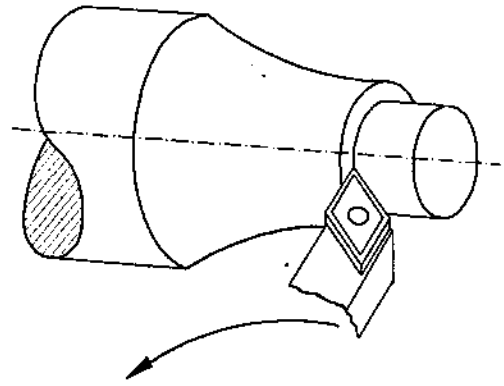
Kiểu điều khiển này chỉ cho phép chạy dao song song với từng trục tại từng thời điểm do đó chỉ có thể gia công được các đường song song với các trục toạ độ. Được ứng dụng trong các máy phay, máy bào, máy tiện đơn giản.

* ***Điều khiển theo đường viền:***

Kiểu điều khiển này cho phép phối hợp điều khiển đồng thời nhiều trục cùng một lúc nên có thể gia công một đường thẳng hoặc một đường cong bất kỳ trong không gian. Ví dụ tiện một chi tiết có mặt côn, cong (hình 2.12).

Để có thể phối hợp nhiều trục đồng thời thì bộ nội suy phải tính toán tất cả các điểm trung gian giữa điểm đầu và điểm cuối của đường cần gia công.

Tuỳ theo số trục có thể phối hợp đồng thời tại một thời điểm mà điều khiển theo đường viền có thể chia ra làm các loại sau:

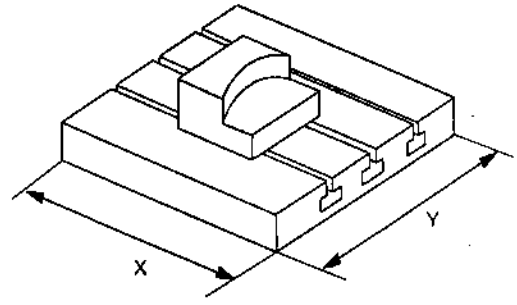


Hình 2.12. Điều khiển theo đường viền

** **Điều khiển 2D:***

Trong điều khiển 2D bộ điều khiển cho phép phối hợp 2 trục điều khiển đồng thời. Do đó ta có thể gia công đường thẳng hoặc đường cong bất kỳ trong một mặt phẳng (hình 2.13).

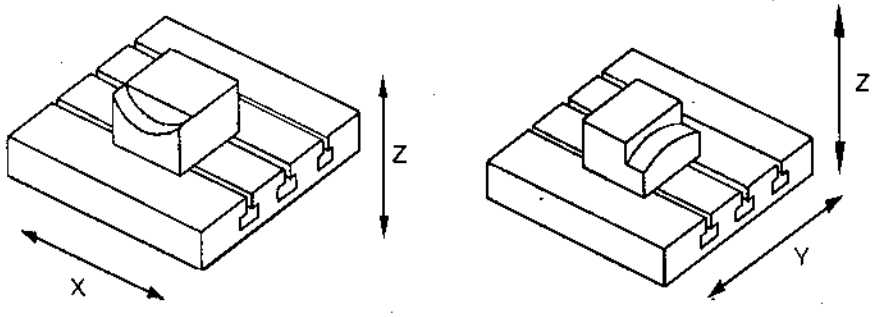
Nếu bộ điều khiển 2D được lắp trên máy phay 3 trục thì nó có thể gia công một đường cong bất kỳ trong mặt phẳng song song với mặt phẳng XY, chạy dao theo phương Z phải được thực hiện bằng tay sau khi đã dừng 2 trục kia.



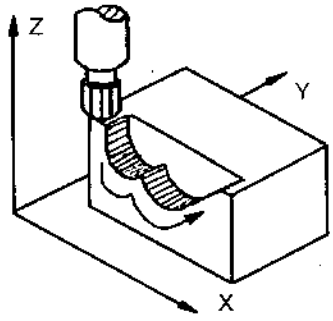
Hình 2.13. Điều khiển 2D

** **Điều khiển 2½D:***

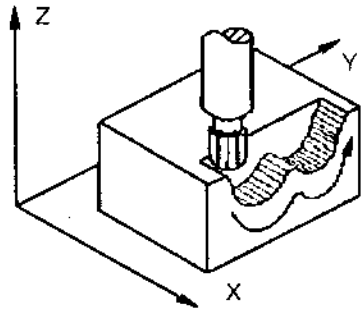
Kiểu điều khiển này cho phép điều khiển được cả 3 trục, tuy nhiên chỉ có thể phối hợp đồng thời 2 trục điều khiển tại cùng một thời điểm nên chỉ có khả năng gia công đường cong trong mặt phẳng XY, YZ hoặc XZ. Trục thứ 3 (trục chạy dao) cũng chỉ có thể điều khiển được sau khi dừng 2 trục kia.



Hình 2.14. Điều khiển 2 ½D



Hình 2.15. Điều khiển 2 ½D (mặt XZ)

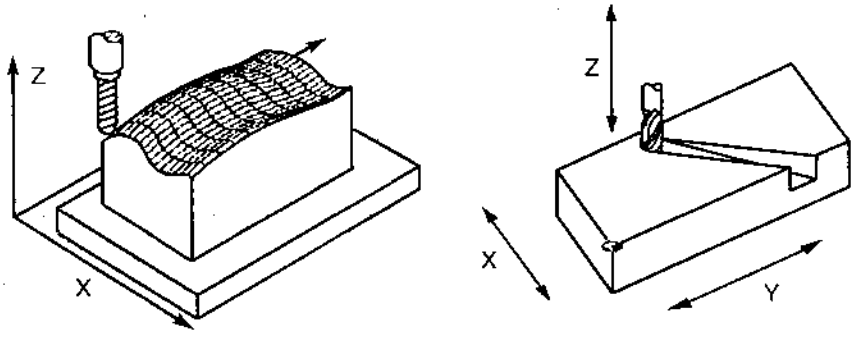


Hình 2.16. Điều khiển 2 ½D (mặt YZ)

* ***Điều khiển 3D:***

Kiểu điều khiển này cho phép phối hợp 3 trục điều khiển đồng thời do đó có thể gia công được chi tiết có đường cong, mặt cong bất kỳ trong không gian gia công.

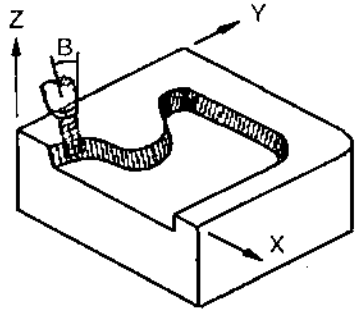
Với bộ điều khiển 3D ta có thể gia công được các chi tiết phức tạp với số lần gá đặt ít nhất.



Hình 2.17. Điều khiển 3D

* ***Điều khiển 4D:***

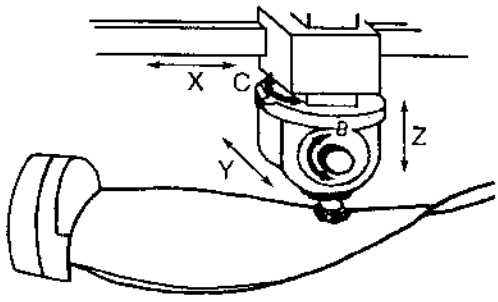
Ngoài 3 trục điều khiển X, Y, Z còn thêm trục điều khiển góc quay của bàn máy.



Hình 2.18. Hệ thống tạo biên dạng 4D

** Điều khiển 5D*

Ngoài 3 trục điều khiển X,Y,Z còn thêm các bàn quay cũng được điều khiển số. Nhờ điều khiển 5D mà người ta có thể gia công được các chi tiết phức tạp như các khuôn rèn, dập, các khuôn đúc áp lực hoặc các cánh tuabin.



Hình 2.19

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Trình bày các hệ điều khiển trên máy NC, CNC.
2. Cho hai ví dụ về các dạng điều khiển trên máy phay CNC.
3. Trên máy phay CNC dùng bộ điều khiển 2½D có các dạng gia công nào? Giải thích?
4. Trên máy tiện CNC dùng bộ điều khiển nào? Giải thích?

Chương 3

MÁY CÔNG CỤ CNC

3.1. CÁC PHƯƠNG PHÁP PHÂN LOẠI MÁY CÔNG CỤ NC

Người ta phân loại máy công cụ NC dựa theo các yếu tố sau:

**** Theo dạng điều khiển gồm có:***

– Máy NC điều khiển điểm – điểm.

– Máy NC điều khiển đường.

– Máy NC điều khiển theo biên dạng.

**** Theo bộ điều khiển:***

– Máy NC có bộ điều khiển NC.

– Máy NC có bộ điều khiển CNC.

**** Theo mạch điều khiển:***

– Máy NC có mạch điều khiển kín.

– Máy NC có mạch điều khiển hở.

**** Theo số trục được điều khiển:***

– Máy NC có 2 trục điều khiển.

– Máy NC có 3 trục điều khiển.

– Máy NC có 5 trục điều khiển.

**** Theo hệ động lực có:***

– Máy NC có hệ cơ khí.

– Máy NC có hệ thống điện.

– Máy NC có hệ thống thuỷ lực.

**** Theo hệ thống định vị có:***

– Định vị theo hệ toạ độ tuyệt đối.

– Định vị theo gia số.

** Phân loại theo chức năng:*

– Nhóm máy tiện đại diện cho các máy tiện trong, ngoài...

– Nhóm máy khoan – doa.

– Nhóm máy phay.

Khi được trang bị những bộ phận thay dao điều khiển số, mỗi máy trong các nhóm trên có thể hoàn thành các công việc gia công đa dạng trên cùng một phôi mà không cần phải chuyển nó sang máy khác.

** Phân loại theo phương pháp thay dao:* thay dao bằng tay, thay dao tự động bằng đầu rơvonve...

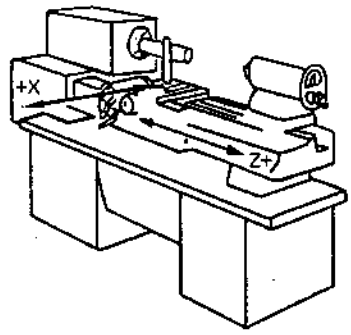
3.2. CÁC LOẠI MÁY CÔNG CỤ CNC CƠ BẢN

3.2.1. Máy tiện CNC

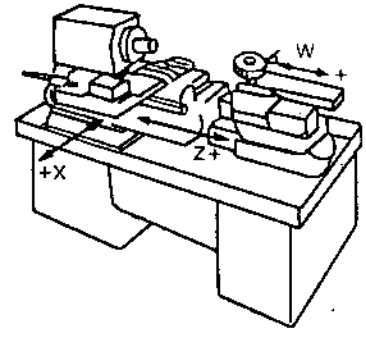
Điều khiển chuyển động trên các máy tiện hoặc các trung tâm gia công tiện CNC thực hiện ở trục toạ độ X và trục Z. Ngoài các chức năng gia công thông thường thì các máy tiện CNC còn cho phép tiện các chi tiết có đường sinh phức tạp, tiện côn, tiện ren. Chức năng bù cũng như hiệu chỉnh dụng cụ theo chiều dài, bù mòn dụng cụ theo cả 2 trục được thực hiện nhờ các bộ điều khiển NC, CNC.

Các máy tiện có nhiều dạng kết cấu khác nhau:

– Các máy tiện CNC có thể được cấp phôi và tháo phôi bằng tay người thợ hoặc tự động bởi rôbôt. Các máy được trang bị những bộ phận cấp phôi tự động có thể làm một số các chi tiết mà không cần có sự phục vụ của người vận hành. Kiểu máy này được gọi là môđun gia công linh hoạt (Flexible Manufacturing Module).

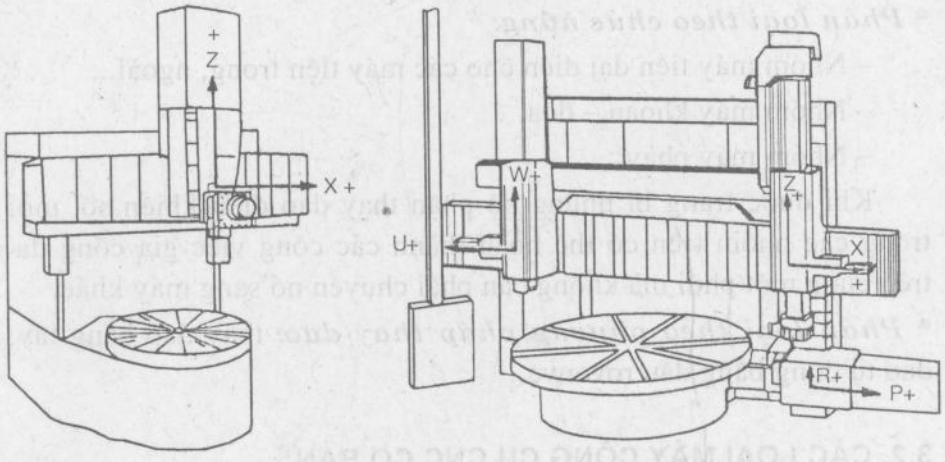


Máy tiện hai trục toạ độ



Máy tiện ba trục toạ độ

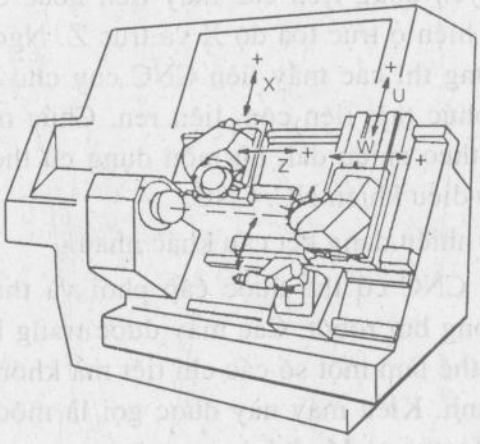
Hình 3.1



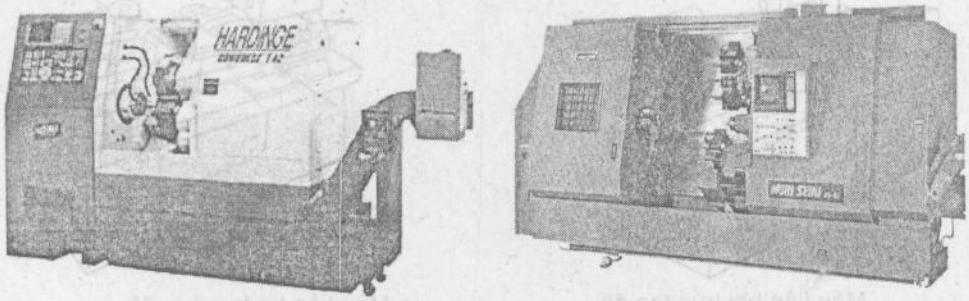
Máy tiện đứng hai trục toạ độ

Máy tiện đứng 3x2 trục toạ độ

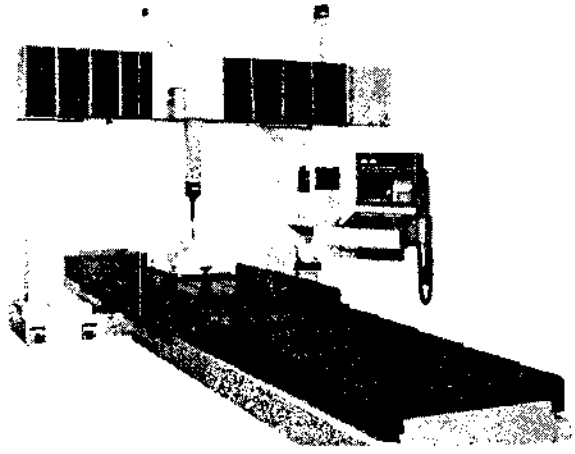
Hình 3.2



Hình 3.3. Máy tiện ngang 3x2 trục toạ độ



Hình 3.4. Máy tiện CNC hai đầu dao (CNC Dual turret turning center)



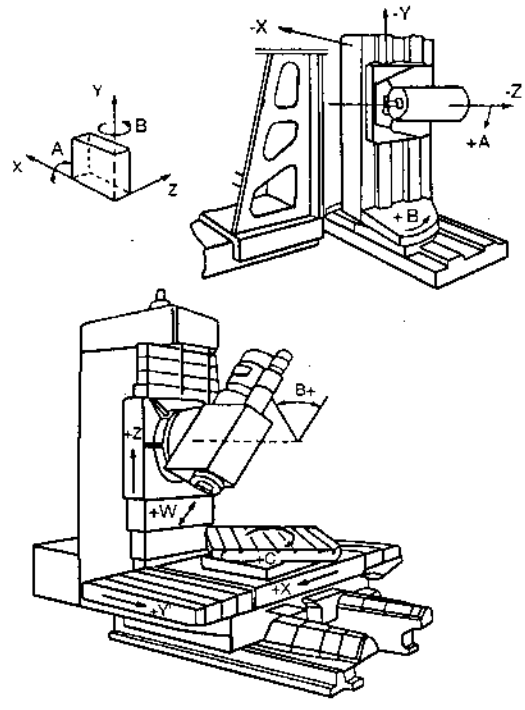
Hình 3.5. Máy đo toạ độ 3 chiều CNC (CNC Measuring machine)

3.2.2. Máy phay CNC

Cấu trúc của máy phay CNC được thiết kế trên cơ sở hệ toạ độ Đề các theo nguyên tắc bàn tay phải với ba trục toạ độ vuông góc với nhau như trong máy khoan.

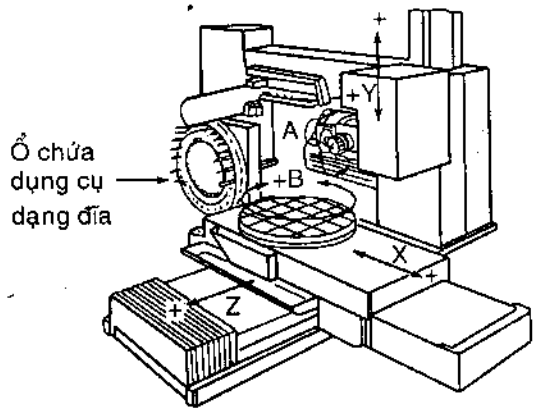
Máy phay có thể có nhiều trục máy (trục chuyển động), số trục ít nhất của máy phay là $2\frac{1}{2}$ D. Máy phay CNC được trang bị hệ thống lưu trữ dụng cụ, thiết bị thay dụng cụ, cơ cấu kẹp tháo phôi và thay phôi tự động.

Máy phay CNC có cấu trúc trục chính bố trí thẳng đứng được gọi là máy phay đứng. Máy phay CNC có trục chính bố trí nằm ngang gọi là máy phay ngang.



Hình 3.6. Máy phay trục chính thẳng đứng có đầu quay và bàn xoay, 5 trục toạ độ

Máy phay CNC được trang bị hệ thống điều khiển mạnh để tính toán quỹ đạo chuyển động của dụng cụ, nội suy đường thẳng, nội suy cung tròn và nội suy các đường cong phức tạp. Để gia công các đường cong và các bề mặt tương đối phức tạp, máy phay CNC cần phải có số trục ít nhất là ba, còn sử dụng để gia công những chi tiết phức tạp thì máy phay cần phải có từ 5 trục trở lên.



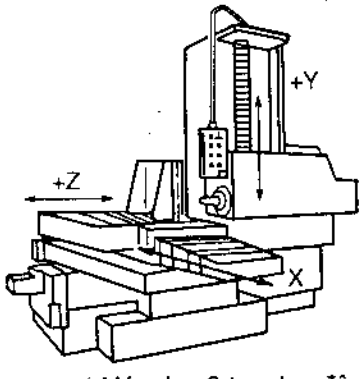
Hình 3.7. Trung tâm gia công 5 trục toạ độ

3.2.3. Các máy gia công kim loại khác

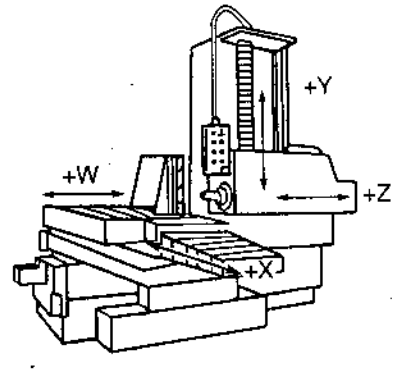
3.2.3.1. Máy doa (Boring machines)

– Cấu trúc:

Trục chính bố trí thẳng đứng hoặc nằm ngang (hợp lý nhất thì cấu trúc của máy nên bố trí nằm ngang).



Máy doa 3 trục toạ độ



Máy doa 4 trục toạ độ

Hình 3.8

– Đặc điểm công nghệ:

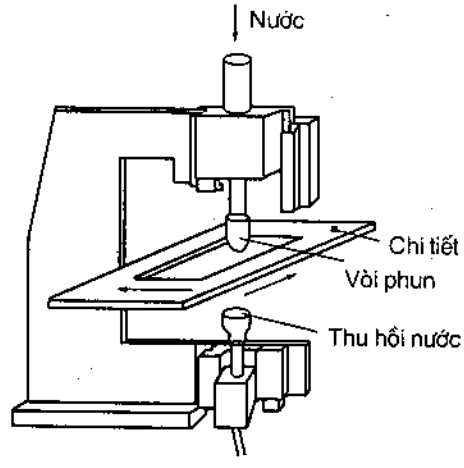
Yêu cầu máy có độ chính xác cao vì vậy máy thường được thiết kế với hệ điều khiển có khả năng tự động hoá cao và trang bị hệ thống thay phôi và dụng cụ tự động.

Máy doa có tới 8 trục điều khiển. Hệ điều khiển có khả năng tự động lựa chọn chế độ gia công phù hợp với vật liệu dụng cụ. Có tính năng bù mòn dụng cụ.

3.2.3.2. Máy cắt bằng tia nước CNC, NC (water-jet-cutting)

Máy cắt mà dụng cụ cắt bằng tia nước có áp lực cao được gọi là máy cắt bằng tia nước. Công nghệ cắt bằng tia nước cũng mới xuất hiện nhưng nó nhanh chóng được áp dụng rộng rãi trong sản xuất.

Phương pháp gia công này là một hướng phát triển công nghệ gia công nhằm nâng cao năng suất và chất lượng. Sơ đồ nguyên lý máy cắt bằng tia nước chỉ ra trên hình 3.9.



Hình 3.9. Sơ đồ máy CNC dùng tia nước áp lực cao

Đặc điểm của máy là có thiết bị tạo áp suất cho nước và vòi phun. Máy cắt bằng tia nước có thể gia công các chi tiết dạng tấm vật liệu gia công là tấm plastic, giấy, thép và các vật liệu tấm khác. Chiều dày của tấm nhỏ nhất tới 1,2mm. Tốc độ cắt từ 76mm/ph đến 1000mm/ph, áp suất nước từ 4000 bar đến 9000 bar và đường kính tia nước có thể đạt tới 0,1 ÷ 0,3mm. Gia công bằng tia nước có vết cắt mịn, trong quá trình gia công không cần làm mát và đặc biệt là không xuất hiện mòn dụng cụ cắt. Vì vậy trong hệ thống điều khiển không cần tính năng hiệu chỉnh lượng mòn của dụng cụ cắt. Chiều dày chi tiết lớn nhất có thể gia công được gần 80mm. Chiều rộng mạch cắt khoảng từ 0,1 đến 0,3mm tuỳ thuộc vào kích thước lỗ phun.

Nhược điểm là thiết bị cồng kềnh và yêu cầu độ chính xác cao, đường kính vòi phun từ 0,1 đến 0,3mm. Tốc độ dòng nước từ 800 m/s đến 900 m/s. Để nâng cao hiệu quả gia công người ta có thể trộn vào trong nước các bột mịn. Cắt bằng tia nước có các ưu điểm sau:

– Loại trừ được sản phẩm không có ích (phoi) do quá trình gia công sinh ra có thể ảnh hưởng tới quá trình cắt.

– Không có lực chạy dao đặt vào chi tiết.

– Phương án gia công này không cho dòng điện chạy qua chi tiết trong quá trình gia công. Điều này rất quan trọng trong một số trường hợp gia công đặc biệt khi làm bản mạch in điện tử.

3.3. DỤNG CỤ TRÊN MÁY CÔNG CỤ CNC

3.3.1. Yêu cầu của dụng cụ cắt sử dụng trên máy CNC

Máy CNC dùng các loại dụng cụ gia công đặc biệt. Năng suất và độ chính xác gia công phụ thuộc rất nhiều vào dụng cụ cắt.

Do đó các dụng cụ cắt phải thoả mãn các yêu cầu sau:

– Có tính cắt gọt ổn định.

– Có khả năng tạo phoi và thoát phoi tốt.

– Thời gian thay và gá đặt dao ngắn nhằm tăng hiệu quả kinh tế của sản xuất loạt nhỏ.

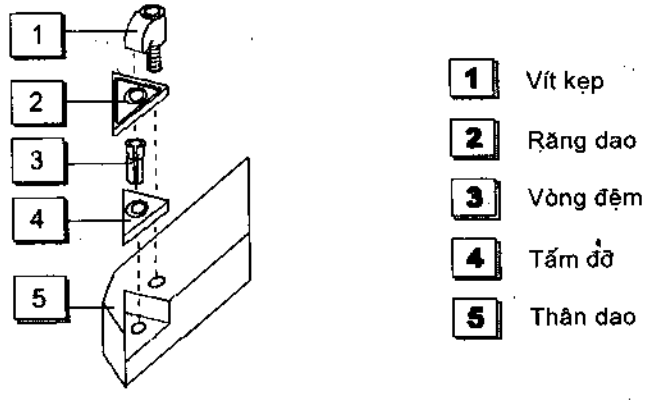
– Tiêu chuẩn hoá và hợp lý hoá dụng cụ...

– Cải tiến việc quản lý dao và sản xuất linh động.

Để cho quá trình thay dao được nhanh chóng và đảm bảo tính lắp lẫn, các loại dao cắt này cùng với cơ cấu mang dao phải được tiêu chuẩn hoá.

3.3.2. Dụng cụ cắt trên máy tiện CNC

Cấu tạo dao tiện được lắp ghép từ nhiều phần riêng rẽ. Chẳng hạn như các loại răng chắp hoặc các mảnh hợp kim cứng được lắp lên thân dao nhờ các bộ phận bắt kẹp (hình 3.10).



Hình 3.10. Cấu tạo dao tiện

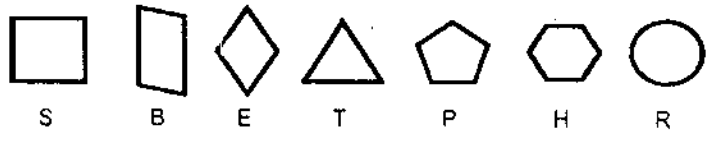
Các bộ phận chính của một dao tiện hiện đại là thân dao, các vít kẹp và răng chắp. Răng chắp được lắp lên thân dao tựa vào hai cạnh và một tấm đỡ. Tấm đỡ có nhiệm vụ truyền lực cắt và tránh cho thân dao khỏi bị hư hại khi lưỡi dao bằng răng chắp bị vỡ.

Do phải chịu lực cắt lớn khi tiện nên cần thiết phải có vít kẹp nhằm đảm bảo cho vị trí răng chắp nằm chính xác trên thân dao và tránh cho răng khỏi bị lỏng. Các vít kẹp cũng được tiêu chuẩn hoá.

Các loại răng chắp ngày càng được sử dụng rộng rãi trong gia công CNC do tính ổn định và dễ dàng thay thế khi bị hỏng. Răng chắp còn có nhiều lưỡi cắt cho phép chuyển lưỡi cắt khác khi một lưỡi cắt hỏng hoặc bị cùn.

Răng chắp thường được làm từ vonfram cacbua hoặc gốm đã qua thiêu kết. Chúng được sản xuất bằng cách ép bột mịn vật liệu tương ứng rồi đem xử lý nhiệt, định hình thành các loại răng dao có hình dạng khác nhau (hình 3.11).

Răng chắp được phân loại theo hình dạng cơ bản, góc, lưỡi cắt, dung sai, hệ thống gá hoặc kích thước chính của chúng.



Hình 3.11. Các dạng răng chắp

3.3.2.1. Phân loại dao tiện

Dao tiện được phân loại theo các tiêu chí sau:

**** Phân loại theo vật liệu lưỡi cắt:***

– Lưỡi cắt bằng thép gió.

– Lưỡi cắt bằng vonfram.

– Lưỡi cắt bằng gốm.

– Lưỡi cắt bằng kim cương.

**** Phân loại theo hình dáng:***

– Dạng thẳng.

– Dạng khuỷu.

– Dạng nghiêng.

– Dạng bản rộng.

** Phân loại theo vị trí của lưỡi cắt chính:*

– Dao tiện trái.

– Dao tiện phải.

– Dao tiện giữa.

** Phân loại theo mục đích sử dụng:*

– Dao khoét lỗ.

– Dao tiện góc.

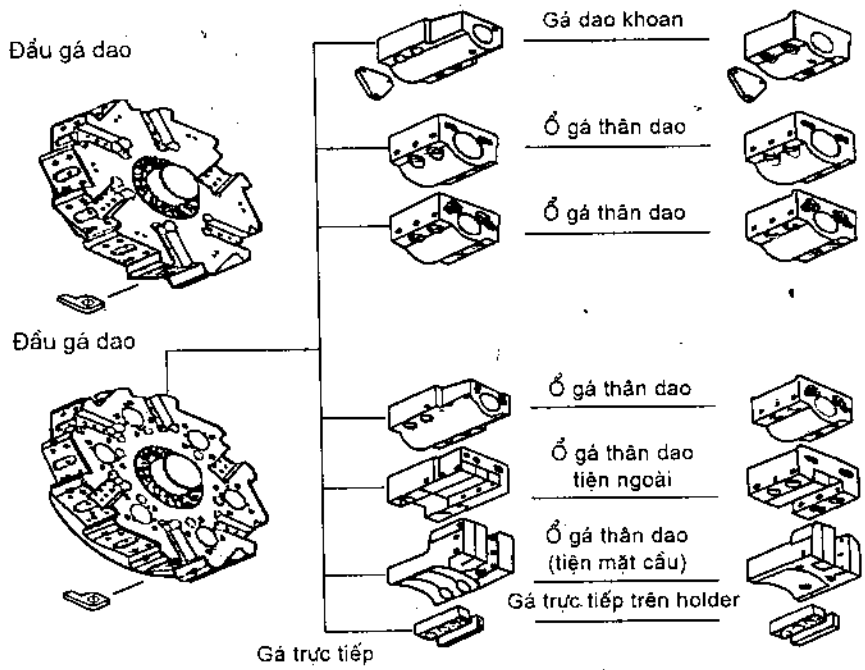
– Dao tiện ngoài.

– Dao tiện trọng.

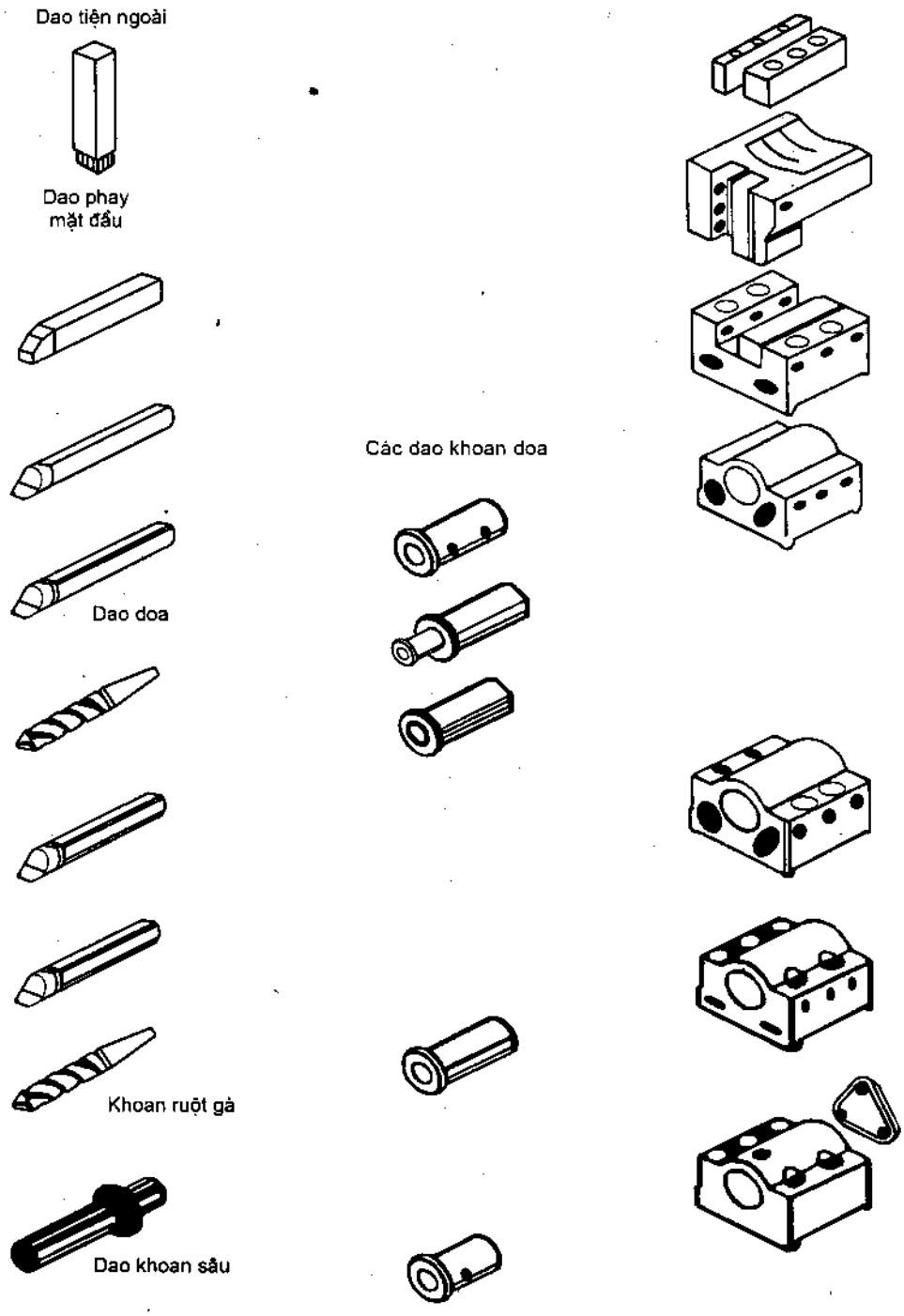
– Dao tiện định hình.

Hệ thống dụng cụ tiện CNC nói chung bao gồm 6 thành phần cơ bản sau:

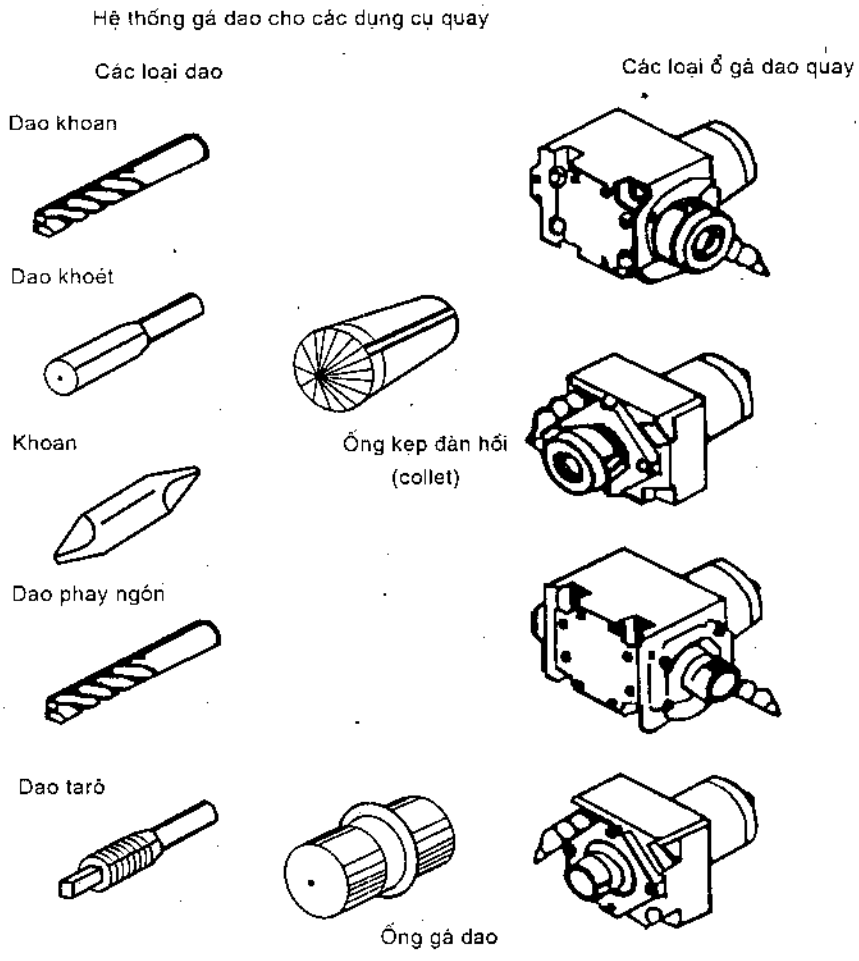
1. Đầu gá dao (turret head).
2. Khối gá lắp thân dao (mounting blocks).
3. Tấm gá lắp thận dao (mounting plates).
4. Thân dao (tool holders).
5. Ổ gá thân dao (sleeves and sockets).
6. Mảnh hợp kim, gốm sứ, kim cương... (Inserts or cutting tools).



Hình 3.12. Cấu tạo của hệ thống dụng cụ trên máy tiện CNC



Hình 3.13. Hệ thống gá dao trên máy tiện (dao không quay)



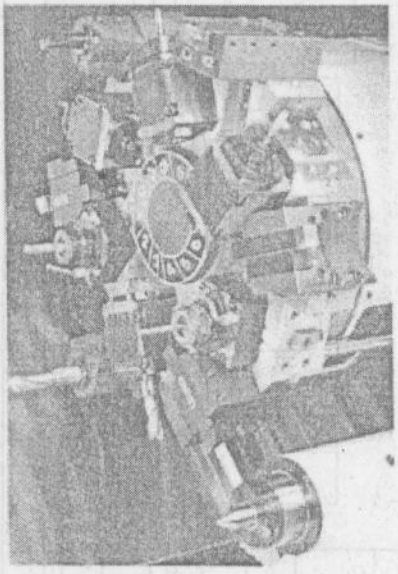
Hình 3.14. Ổ gá các dụng cụ quay trên trung tâm phay tiện

1. Turret head (đầu gá dao) thường có từ 6 → 12 ổ gá dao (tool stations) có thể nhận biết bởi bộ điều khiển. Tùy thuộc vào loại dụng cụ được dùng mà ta có thể dùng khối gá (mounting block) hoặc tấm gá (mounting plate). Thông thường các dao tiện ngoài và khỏa mặt dùng tấm gá, dao doa, mũi khoan dùng khối gá. Ta dùng ống kẹp (sleeves) hoặc ổ gá (sockets) để gá dụng cụ với các kích thước phần thân khác nhau. Hình 3.15 là kết cấu của đầu gá dao gồm 12 ổ dao với các loại dụng cụ khác nhau. Với các trung tâm tiện 3 trục (X, Z, góc quay của spindle (trục C)), độ phân giải của trục C đôi khi lên đến 0.001 độ. Với các trung tâm 3 trục này ta dùng các dụng cụ quay (rotating tools) để thực hiện các nguyên công khoan, khoét, doa, tarô, phay... ở bất kỳ vị trí nào trên chi tiết. Các trung tâm tiện này có thể

điều khiển 3 trục đồng thời và ta thường gọi là trung tâm phay tiện 3 trục (mill–turn center). Hình 3.16 mô tả đầu gá dao của trung tâm phay tiện.



Hình 3.15. Đầu gá dao tiện



Hình 3.16. Đầu gá dao trung tâm phay–tiện

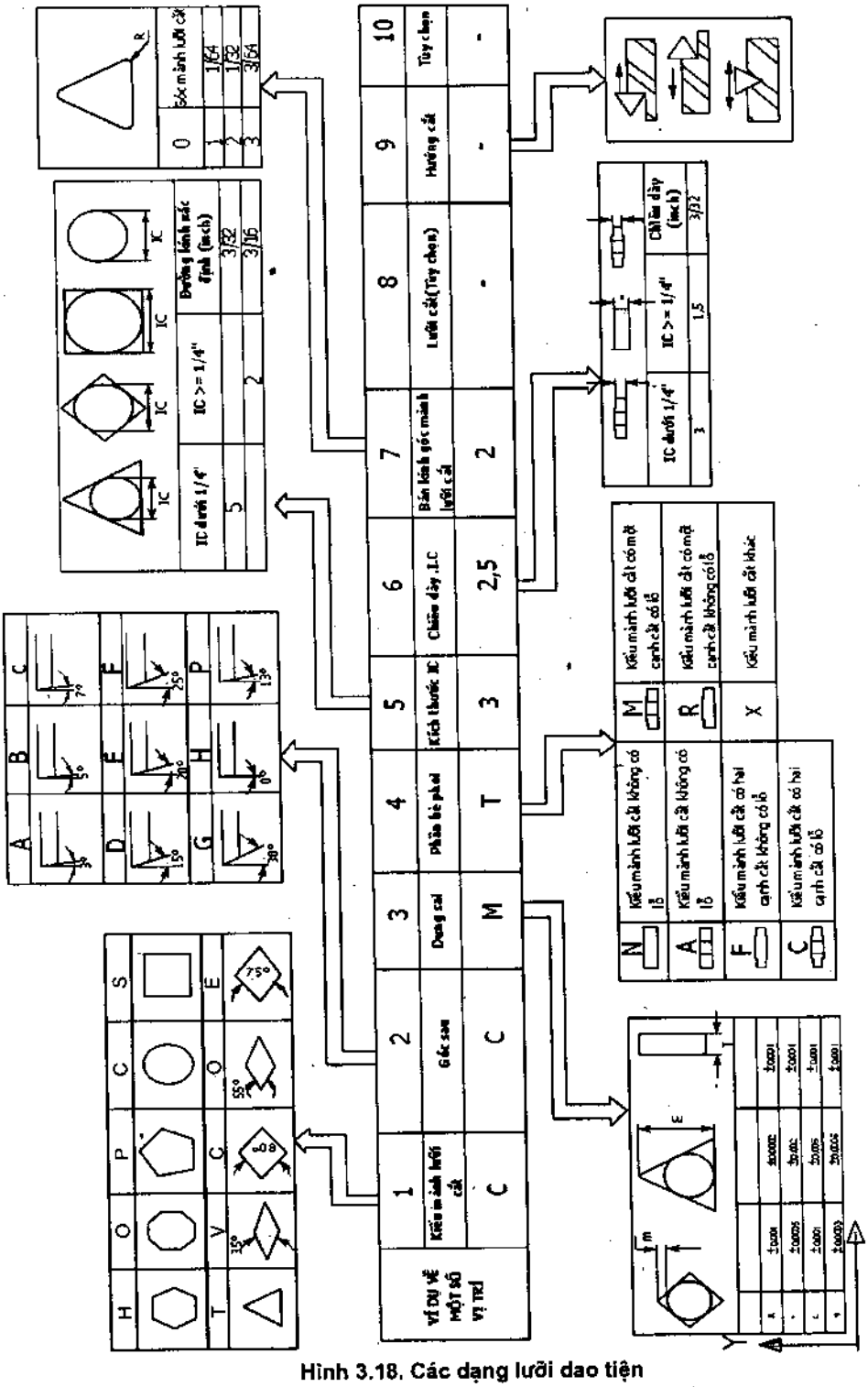
2. Mảnh lưỡi cắt (cutting insert)

Khi gia công trên máy CNC, ta thường dùng các mảnh lưỡi cắt được mã hóa (indexable). Một số loại mảnh lưỡi cắt được minh hoạ như hình 3.17.



Hình 3.17. Các loại mảnh lưỡi cắt (cutting insert)

Theo tiêu chuẩn ANSI, các loại mảnh lưỡi cắt được chia thành 10 mã ký hiệu như hình 3.18. Trong đó 7 mã ký hiệu đầu là bắt buộc, 2 ký hiệu tiếp theo là tùy chọn (optional), ký hiệu cuối cùng dành riêng cho nhà chế tạo. Tiêu chuẩn ISO cũng phân chia tương tự nhưng kích thước là mm.



Hình 3.18. Các dạng lưỡi dao tiện

Khi lựa chọn insert ta cần xem xét kỹ lưỡng các yếu tố sau: insert shape, insert size, và chip breaker.

– Insert shape (hình dạng). Hình dạng của insert sẽ ảnh hưởng đến: Độ bền, góc, số các lưỡi cắt của nó, năng lượng tiêu thụ và tính vạn năng của dụng cụ, góc insert càng lớn thì nó càng bền, insert tròn có độ bền lớn nhất, insert có góc 35 độ là yếu nhất. Việc lựa chọn hình dạng insert được tóm tắt như sau:

+ 80° diamond shape: dùng tiện ngoài, tiện mặt, tiện trong.

+ 55° diamond shape: dùng tiện ngoài, tiện mặt định hình, tiện trong.

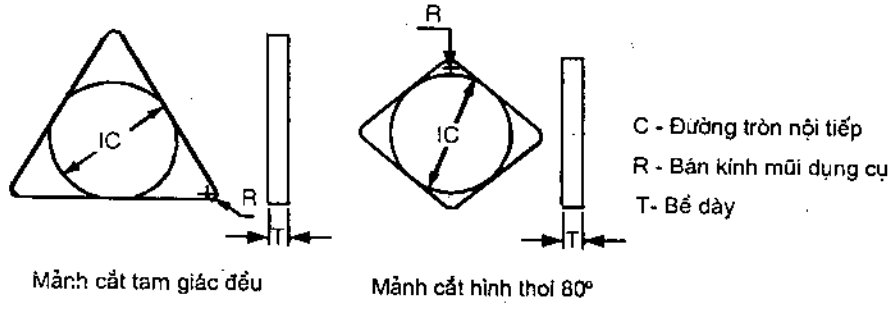
+ 35° diamond shape: tiện mặt định hình trong và ngoài.

+ 60° shape: dùng tiện ngoài, tiện mặt, tiện trong.

Round shape (tròn): dùng tiện ngoài, tiện mặt, tiện trong.

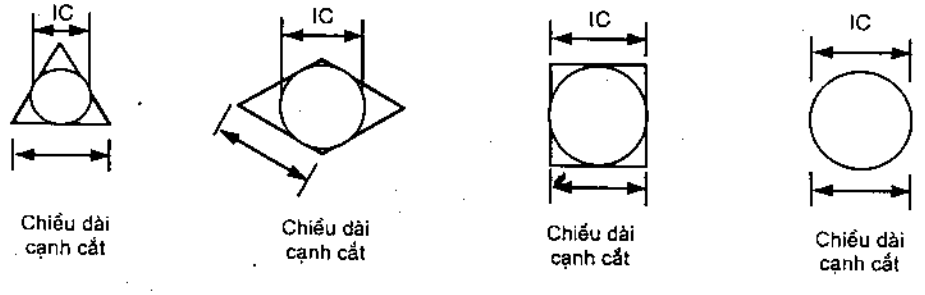
– Kích thước mảnh lưỡi cắt (insert size).

Kích thước của mảnh lưỡi cắt được đặc trưng bởi: vòng tròn nội tiếp (inscribed circle (IC)), chiều dày (thickness (T)), và bán kính mũi (nose radius (R)). Xem hình 3.19.



Hình 3.19. Kích thước mảnh lưỡi cắt

+ Việc chọn IC (chip breaker) phụ thuộc vào chiều sâu cắt lớn nhất muốn cắt vì IC sẽ ảnh hưởng đến chiều dài lưỡi cắt → ảnh hưởng đến chiều sâu cắt lớn nhất. Xem hình 3.20.



Hình 3.20. Quan hệ giữa IC và chiều dài lưỡi cắt

Kích thước một số loại insert như sau:

Square: L = IC ; Round: L = IC ; Triangle: L = 1.732 IC ;

80°diamond: L = 1.015 IC ; 55° diamond: L = 1.221 IC ;

35° diamond: L = 1.744 IC.

3. Thân dao (toolholder)

Thân dao được phân loại theo các đặc trưng sau:

1. Phương pháp kẹp (clamping method)	5. Hand of tool (dao phải, trái...)
2. Insert shape(Hình dạng Insert)	6. Shank size (kích thước thân)
3. Holder style (loại ổ dao)	7. Insert IC size (kích thước vòng tròn IC)
4. Rake angle (góc thoát)	8. Qualified condition (điều kiện chất lượng)

Khi lựa chọn thân dao cần xem xét kỹ lưỡng các yếu tố sau:

1 Holder style (loại ổ dao).

2 Insert shape and size (hình dạng kích thước insert).

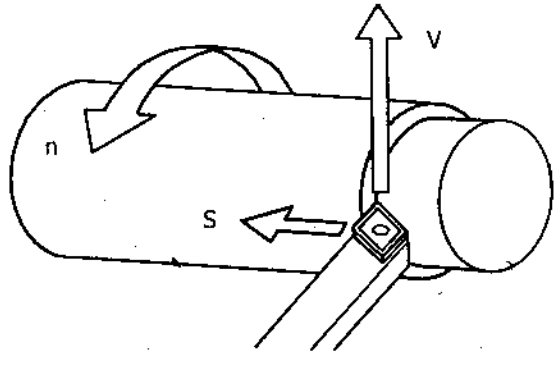
3 Shank dimension (kích thước chuôi dao).

4 Rake angle (góc thoát).

5 Hand type (loại dao trái, phải...).

3.3.2.2. Các thông số cắt gọt

Tiện là quá trình gia công cắt gọt bao gồm có một chuyển động cắt quay tròn và một chuyển động chạy dao. Trong hầu hết các trường hợp thì chuyển động cắt là chuyển động quay tròn của phôi và chuyển động tịnh tiến của bàn dao (hình 3.21).



Hình 3.21. Các thông số cắt khi tiện

** Tốc độ cắt v:*

Tốc độ cắt là lượng dịch chuyển tương đối của một điểm trên lưỡi cắt đối với vật gia công trong một đơn vị thời gian. Thường dùng đơn vị m/phút.

Công thức tính:

$$v = \frac{\pi Dn}{1000}(m/ph)$$

Trong đó: n – Là số vòng quay của trục chính (vòng/phút).

D – Đường kính tại điểm đang xét.

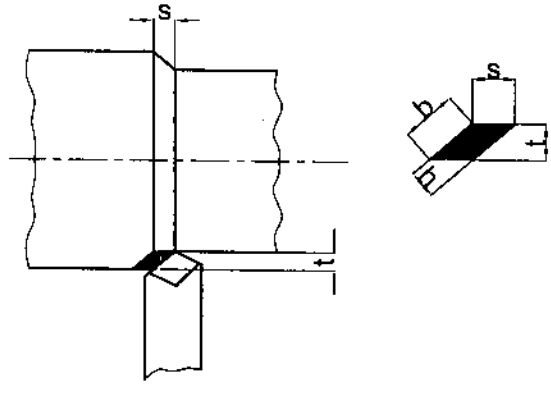
** Lượng chạy dao S:*

Lượng chạy dao là lượng dịch chuyển tương đối của dao đối với vật gia công theo phương chạy dao sau một vòng quay của trục chính. Thường dùng là m/vòng.

Giá trị của lượng chạy dao S phụ thuộc vào từng dạng gia công cụ thể, nó ảnh hưởng đến lực cắt và chất lượng của chi tiết gia công.

** Kích thước phoi:*

Diện tích A (mm^2) của phoi tiện cho biết lượng vật liệu được hớt đi sau một vòng quay của trục chính. Kích thước này có ảnh rất lớn đến sự tạo thành lực cắt (hình 3.22).



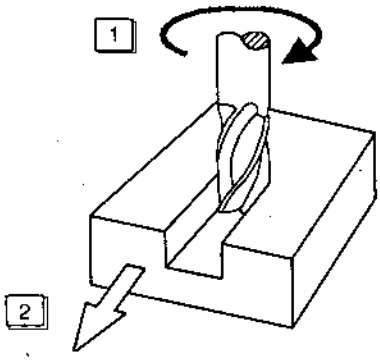
Hình 3.22. Kích thước phoi

Nếu bỏ qua bán kính mũi dao thì diện tích A chính bằng diện tích của chiều sâu cắt t với lượng chạy dao ngang s. A = t.s.

Các thông số công nghệ s, v, t được chọn tuỳ theo từng trường hợp cụ thể.

3.3.3. Dụng cụ cắt trên máy phay CNC

Phay là một nguyên công gia công cắt gọt bằng lưỡi cắt xác định, trong đó chuyển động chính là chuyển động quay tròn của dao phay và chuyển động chạy dao thường được thực hiện bởi phôi (hình 3.23).



1 Chuyển động quay
2 Chuyển động chạy dao

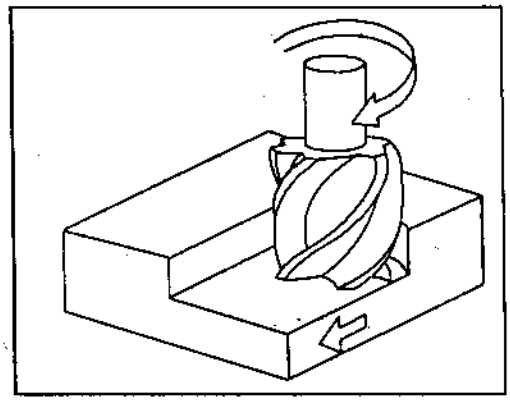
Hình 3.23. Sơ đồ phay

Các dạng phay được phân loại theo vị trí dao phay đối với phôi.

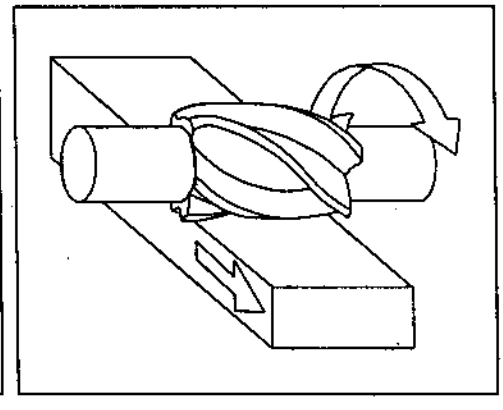
Ví dụ: phay mặt đầu và phay mặt trụ.

– Phay mặt đầu là dạng phay mà trục của dao phay vuông góc với mặt cần gia công (hình 3.24). Bề mặt của phôi được cắt bởi lưỡi cắt chính và sau đó được cắt tinh lại bởi các lưỡi cắt phụ.

– Phay mặt trụ là dạng phay mà trục dao song song với mặt gia công (hình 3.25). Dao gia công bằng các lưỡi cắt chính (các lưỡi cắt chính nằm trên mặt trụ). Ngoài ra còn có sự khác nhau giữa phay thuận và phay nghịch.



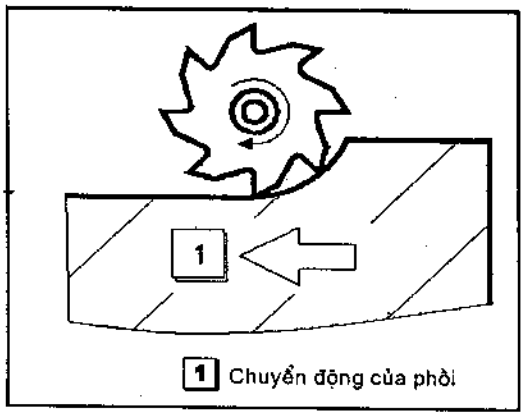
Hình 3.24. Phay mặt đầu



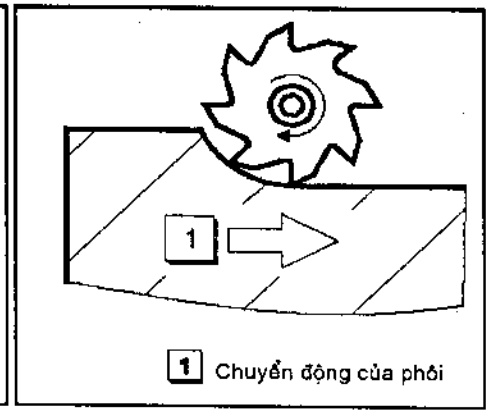
Hình 3.25. Phay mặt trụ

– Phay thuận là dạng phay mà chiều của vận tốc cắt tại vị trí tiếp xúc với phôi cùng chiều với chiều chuyển động của phôi (hình 3.26).

– Phay nghịch là dạng phay mà chiều của vận tốc cắt tại vị trí tiếp xúc với phôi ngược chiều với chiều chuyển động của phôi (hình 3.27).



Hình 3.26. Phay thuận



Hình 3.27. Phay nghịch

* ***Phân loại dao phay***

Dao phay có thể được phân loại theo các tiêu chí sau:

- Theo vật liệu cần gia công:

– Dao kiểu N (dùng gia công thép thường).

– Dao kiểu H (dùng cho vật liệu mềm có thớ dài).

– Dao kiểu W (dùng cho vật liệu cứng có thớ ngắn).

- Theo vật liệu lưỡi cắt:

– Dao cắt có lưỡi cắt bằng thép cao tốc (thép gió).

– Dao cắt có lưỡi cắt bằng hợp kim cứng.

– Dao cắt có lưỡi cắt bằng ceramic.

– Dao cắt có lưỡi cắt bằng kim cương.

- Theo dạng của cơ cấu kẹp:

– Dao phay mặt đầu.

– Dao phay ngón.

- Theo phương pháp tạo hình:

– Dao phay hốc chữ T.

– Dao phay bề mặt.

– Dao phay cạnh.

– Dao phay tạo hình.

• Theo hình dạng răng dao phay:

– Dao phay dạng răng nhọn.

– Dao phay răng bằng.

Thông số của các loại dao phay trên được nhà sản xuất cài đặt sẵn vào phần mềm điều khiển MTS – CNC để người dùng có thể gọi ra trong chương trình. Khi cần sử dụng cũng có thể hiệu chỉnh hoặc mở rộng các thông số đó cho phù hợp với yêu cầu sản xuất.

* ***Các thông số cắt***

• Vận tốc cắt:

Cũng tương tự như tiện, vận tốc cắt khi phay được tính theo công thức sau:

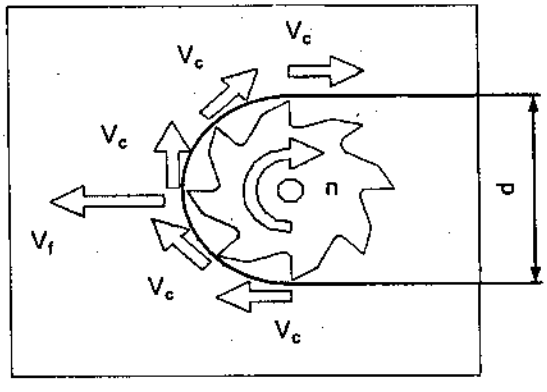
$$v = \frac{\pi.d.n}{1000} \text{ (m/ph)}$$

Trong đó: d – là đường kính dao phay

n – Số vòng quay trục chính trong một phút.

$$\vec{v} = \vec{v}_c + \vec{v}_f$$

Hướng của véctơ vận tốc thay đổi liên tục trong quá trình cắt (hình 3.28).



Hình 3.28. Các thông số cắt khi phay

• Lượng chạy dao S_p:

Trong quá trình phay lượng chạy dao được cho dưới 3 dạng sau:

– Lượng chạy dao phút S_p (mm/phút).

– Lượng chạy dao răng S_z (mm/răng).

– Lượng chạy dao vòng S_v (mm/vòng).

Lượng chạy dao S_p có thể được tính theo S_z, số răng Z và số vòng quay n theo công thức:

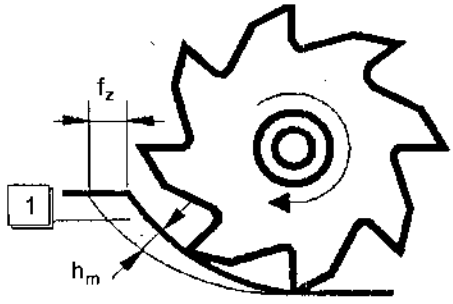
$$S_p = S_z.n.Z \text{ (mm/ph)}$$

Hoặc được tính theo lượng chạy dao vòng:

$$S_p = S_v.n \text{ (mm/ph)}$$

• Chiều dày lớp cắt

Khác với khi tiện, phoi phay có chiều dày không đồng đều (hình 3.29). Người ta thường dùng chiều dày h_m để tính toán.



1 là tiết diện phoi
f_z là chiều dày cắt lớn nhất
h_m chiều dày trung bình của phoi

Hình 3.29. Chiều dày cắt

3.3.4. Các hệ thống dụng cụ dùng cho máy công cụ CNC

Các công việc có thể thực hiện được cũng như khả năng và độ tin cậy của dụng cụ là những nhân tố quyết định năng suất của máy công cụ điều khiển số.

Khả năng gia công thể hiện trong các dữ liệu thuộc dữ liệu của dụng cụ, có sẵn theo kinh nghiệm như tốc độ cắt, phạm vi chạy dao, tuổi thọ dụng cụ, cách điều chỉnh, năng suất, vật liệu cắt...

Độ tin cậy của dụng cụ cắt bao gồm các khía cạnh công nghệ và hình học cũng như các giới hạn về mặt kinh tế.

Độ tin cậy công nghệ liên quan chặt chẽ tới khả năng và mức độ lặp lại các số liệu đầu ra của dụng cụ.

Ví dụ: như các dụng cụ lắp ghép không xảy ra gãy vỡ hoặc sau các lần thay dao chất lượng sản phẩm không bị giảm sút.

3.3.4.1. Các hệ thống dụng cụ

Hệ thống dụng cụ tạo nên mối liên hệ chủ yếu giữa lưỡi cắt, phoi và trên nó có tác động ba lực cắt chính và máy công cụ hấp thụ các lực đó.

Thiết kế hệ thống dụng cụ cần đáp ứng tất cả các quá trình gia công

(như: khoan, phay, tiện, v.v...) và làm cơ sở chính cho việc thiết kế bản thân máy công cụ.

** Hệ thống dụng cụ dùng cho các trung tâm gia công:*

Trung tâm gia công điều khiển số đầu tiên phát triển từ máy khoan tay và máy phay được ghép nối với một bộ phận của máy điều khiển số (MCU). Đặc điểm mới của loại máy này là việc thay đổi dụng cụ cắt trở thành một quá trình tự động, điều đó dẫn tới việc tạo thành các nguyên công hoàn toàn tự động ở giai đoạn tiếp sau.

Các bộ phận chính của hệ thống bao gồm:

– Giá đỡ dụng cụ đảm bảo chứa các dụng cụ từ trục chính.

– Bản thân dụng cụ cắt được nối với các bộ phận phù hợp (toàn thể các bộ phận lắp ráp thông thường đóng vai trò quan trọng trong việc xuất xưởng các máy công cụ).

– Ổ chứa dụng cụ, trong đó chứa các loại dụng cụ cần thiết cho việc gia công.

– Cơ cấu thay dao để thay đổi dụng cụ và làm phù hợp giữa trục chính máy và ổ chứa dụng cụ.

– Bộ phận làm thích hợp (bộ thích nghi) dụng cụ là một bộ phận quan trọng nhất của bất kỳ hệ thống dụng cụ nào.

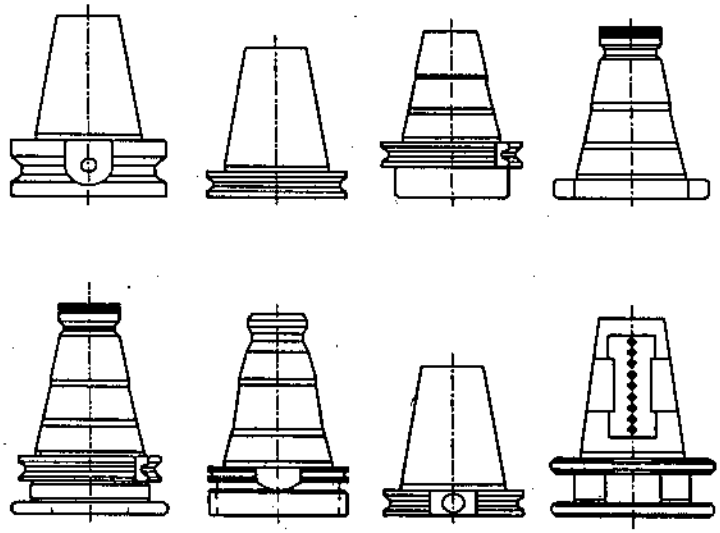
Mặc dù đã cố gắng tạo ra tiêu chuẩn ở mức độ quốc tế, song các hệ thống vạn năng vẫn được sử dụng, đặc biệt là các rãnh kẹp trong giá đỡ dụng cụ dùng để thay dao tự động và trong các thiết bị tự động để lắp ráp các bộ dụng cụ vào trục chính của máy. Trong trường hợp này cũng có thể dùng các bu lông kẹp hoặc các ống kẹp đàn hồi.

Các bộ phận của ống nối đã được tiêu chuẩn hóa theo tiêu chuẩn ANSI (American National Standard Institude) và các bộ phận, các góc còn theo tiêu chuẩn ISO. Cuối cùng là kích thước đường kính và khe hở được chọn theo các cơ cấu kẹp cụ thể nhưng thường là dễ đổi lẫn nhau. Hình 3.30 giới thiệu một số giá đỡ dụng cụ được dùng cho các trung tâm gia công khác nhau.

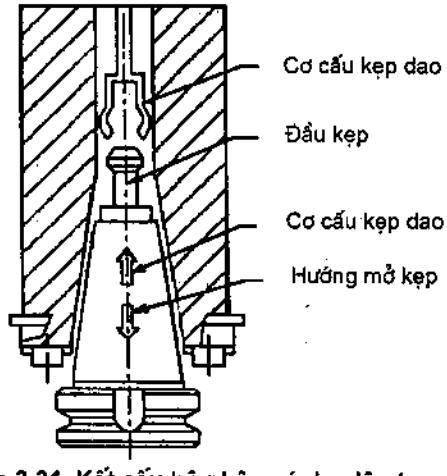
Vành ổ gá dao (flange). Dùng để ổ gá dao có thể được gắp giữ bởi tay gắp thay dao hoặc trục chính. Có 2 loại cơ bản V–flange and BT–flange:

V–falnges thường dùng đối với các dao kích thước hệ inch, BT–flange thường dùng gá dao kích thước hệ mét nhưng có thể thiết kế Adaptors dùng cho các dao hệ inch. BT–flank được dùng nhiều ở Nhật và châu Âu.

Núm cố định ổ dao (retention knob). Núm cố định ổ dao dùng để làm thanh khóa của trục chính (locking drawbar) kéo ổ gá dao cho siết chặt vào trục chính và thả nó ra tự động, (xem hình 3.31).



Hình 3.30. Giá đỡ dụng cụ dùng cho các trung tâm gia công



Hình 3.31. Kết cấu bộ phận gá dao lên trục chính

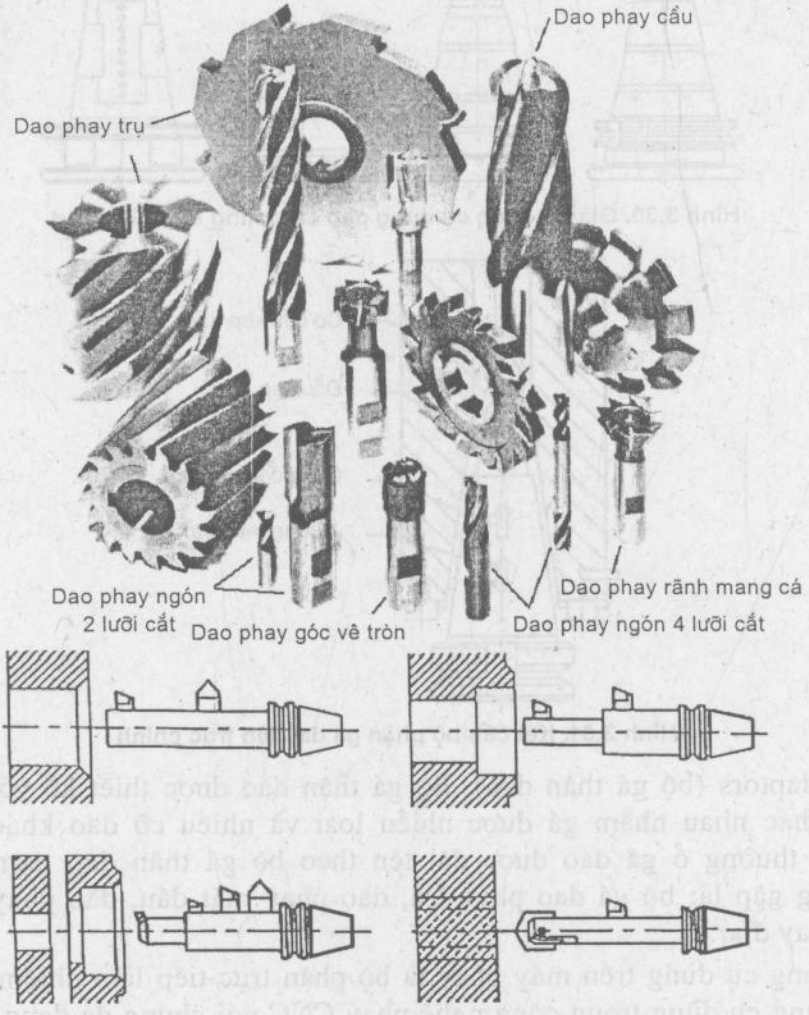
Adaptors (bộ gá thân dao). Bộ gá thân dao được thiết kế với nhiều kiểu khác nhau nhằm gá được nhiều loại và nhiều cỡ dao khác nhau. Thông thường ổ gá dao được đặt tên theo bộ gá thân dao tương ứng. Thường gặp là: bộ gá dao phay trụ, dao phay mặt đầu, dao phay ngón, dao phay đĩa,...

Dụng cụ dùng trên máy phay là bộ phận trực tiếp làm nhiệm vụ cắt gọt, dụng cụ dùng trong công nghệ phay CNC nói chung đa dạng hơn so với máy công cụ truyền thống. Tùy thuộc vào từng yêu cầu cụ thể ta sử dụng các loại dụng cụ khác nhau. Về cơ bản dụng cụ dùng trong công nghệ phay CNC bao gồm các loại sau:

a) Dụng cụ gia công lỗ: khoan, khoét, doa, ta rô.

b) Dao phay ngón (end mill): dao phay ngón đầu phẳng (flat end mill), đầu chỏm cầu (ball end mill), vát mép (chamfer end mill), dao phay côn (tapper end mill), dao cung lượn (corner end mill), dao quả cầu (dove mill)....

c) Dao phay mặt đầu (face mill). Trên hình 3.32 là một số loại dao thường gặp. Để hiểu rõ hơn về các loại dao này, xem lại môn công nghệ chế tạo máy, nguyên lý cắt.



Hình 3.32. Một số dụng cụ dùng trong công nghệ phay

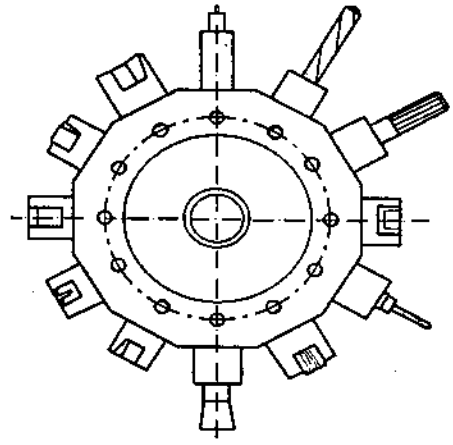
Để việc thay dụng cụ được nhanh chóng và tin cậy người ta thường dùng một loại bộ lắp cho mọi dụng cụ.

Khi thiết kế các ổ lắp dụng cụ, người ta dựa vào các yếu tố sau đây:

– Loại trục chính của máy công cụ.

– Các rãnh kẹp phù hợp với việc thay dụng cụ tự động, bao gồm các dữ liệu đưa ra làm dấu cho các loại dụng cụ hướng kính.

– Loại hệ thống kẹp được dùng. Để giảm giá thành tới mức nhỏ nhất. Khi có nhiều trung tâm gia công khác nhau sử dụng thì các giá đỡ dụng cụ cần được tiêu chuẩn hóa hoàn toàn cho tất cả các loại dụng cụ được dùng.



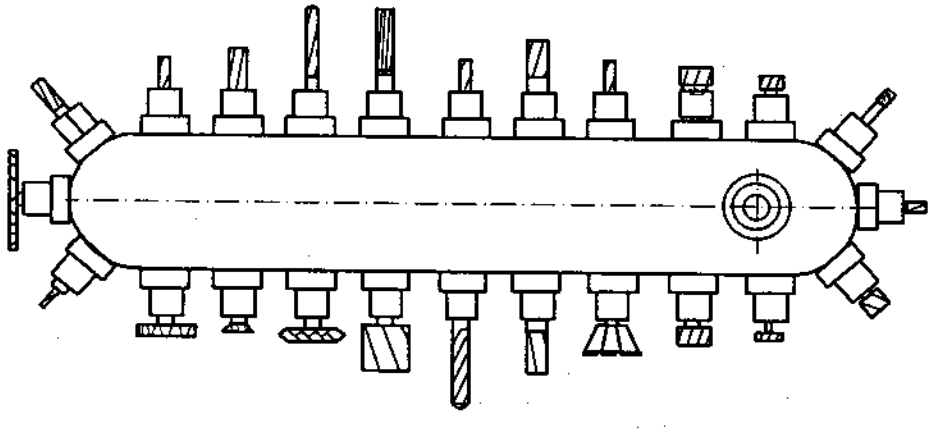
Hình 3.33. Đầu rơvonve

* ***Hệ thống dụng cụ dùng cho trung tâm tiện:***

Các trung tâm tiện NC có thể dùng hai hệ thống dụng cụ khác nhau về cơ bản sau đây:

– Số dụng cụ của đầu rơvonve.

– Các ổ chứa dụng cụ (magazine tool) trong một tổ hợp với các bộ phận khác (đồ gá thay đổi dụng cụ).



Hình 3.34. Kho chứa dao dạng xích

Đầu rơvonve cho phép thay nhanh dụng cụ trong một khoảng thời gian ngắn đã chỉ định, còn ổ chứa dụng cụ thì mang một số lượng lớn dụng cụ mà không gây nguy hiểm, va chạm trong vùng làm việc của trung tâm.

Trong cả hai trường hợp chuôi của dụng cụ thường được kẹp trong khối mang dao, tại những vị trí xác định trên bàn xe dao. Các khối mang dao phù hợp với các giá đỡ dụng cụ trên trung tâm gia công và được tiêu chuẩn hóa từ hai dạng: cán hình trụ và cán hình lăng trụ.

Cũng như trường hợp các trung tâm khác, hiện nay chưa có tiêu chuẩn quốc tế phù hợp cho hệ thống dụng cụ của trung tâm tiện.

** Các kết cấu của đầu rơvonve:*

Để bổ sung vào số các kết cấu đầu rơvonve tiêu chuẩn, nhiều máy tiện NC đã phát triển các hệ thống thích hợp riêng cho từng lĩnh vực công tác.

Các loại kết cấu tiêu chuẩn bao gồm:

– Các đầu rơvonve kiểu chữ thập.

– Các đầu rơvonve kiểu đĩa.

– Các đầu rơvonve kiểu hình trống.

Hầu như các loại đầu rơvonve của các máy công cụ trong thực tế đều giống như loại được trình bày ở hình 3.33.

** Ổ chứa dụng cụ dùng cho máy tiện NC:*

Các ổ chứa dụng cụ thường được dùng ít hơn so với các đầu rơvonve vì việc thay đổi dụng cụ tốn kém hơn so với các cơ cấu của đầu rơvonve.

Song ổ chứa lại có ưu điểm cơ bản là an toàn, ít gây va chạm trong vùng gia công, dễ dàng ghép nối một số lớn các dụng cụ một cách tự động mà không cần can thiệp bằng tay.

Việc sử dụng các ổ chứa dao cho máy tiện NC có thể dẫn đến sự va chạm mới vì hệ thống dụng cụ cắt phát triển không phải chỉ do phần đầu của dụng cụ với ống lót thay đổi, mà còn cả toàn bộ khối dụng cụ.

Kết cấu loại này cho phép một số lượng ống lót lớn hơn được giữ trong một vị trí nhỏ, liên quan với một cơ cấu thay đổi dụng cụ tự động.

** Khả năng của các đồ gá lắp dụng cụ dùng cho máy tiện NC:*

Nhiều bộ phận của máy tiện nhằm trang bị thêm cho các nguyên công, thường không gắn ở trên máy, để thực hiện các công việc như: khoan lệch tâm hướng trục hoặc hướng kính, phay các rãnh ngang hoặc dọc, doa hướng kính hoặc hướng trục.

Máy tiện CNC có thể dùng vào các công việc trên nếu chúng có trục chính điều khiển số (trục toạ độ C) và dụng cụ được chứa trong đầu rơvonve. Tùy theo các dụng cụ và sự lắp ráp chúng mà một đồ gá tiện loại này có thể là đồ gá khoan, mài, khoét côn, phay hoặc cắt ren.

Khi thực hiện những công việc này, một số dụng cụ được đưa ra các đầu chứa dụng cụ theo hướng trục và hướng kính, liên quan đến việc lắp vào đầu rơvonve thông qua những mối lắp nối chuyên dùng.

Ở đây việc lập trình riêng biệt cũng rất cần thiết, *ví dụ:* dùng cho công việc khoan thì trục chính cần được lập trình bởi các toạ độ cực, nhưng các nguyên công phay thì lại khác, việc lập trình ở đây cần theo toạ độ. Giống như trên máy phay NC: Z/C cho việc gia công theo chu vi, còn X/C cho việc gia công theo mặt đầu.

Toàn bộ phép nội suy của trục toạ độ chuyển động trong mối liên hệ với đường kính thì được đưa ra bởi phần mềm chuyên dùng của máy CNC.

3.3.4.2. Lựa chọn dụng cụ cắt

Đặc điểm quan trọng của máy công cụ CNC là nó có khả năng gia công toàn bộ một bộ phận nào đó trong một thiết bị với số nguyên công cắt gọt ít hơn so với hệ thống sản xuất thông thường. Vì vậy việc lựa chọn dụng cụ phải được thực hiện sao cho phù hợp với khả năng trên. Điều đó dẫn đến việc tăng số lượng dụng cụ trong một vị trí làm việc.

Việc chọn chính xác các dụng cụ cắt của máy NC và CNC được xác định bởi toàn bộ các phần hình dạng hơn là bởi các đường viền của từng phần riêng biệt. Một số lớn các dụng cụ có chất lượng cao dùng cho các công việc linh hoạt vạn năng sẽ luôn luôn được lựa chọn hơn so với một số lớn các dụng cụ chuyên dùng.

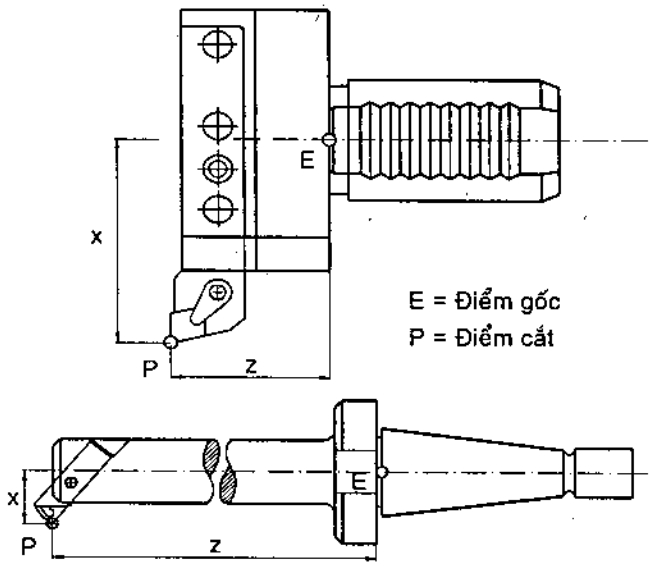
Tối ưu hóa các thông số công nghệ là một việc rất quan trọng ngay từ khi sử dụng các ống lót có thể thay đổi được, để nó thích nghi dễ dàng với vật liệu cắt, với hình dạng hình học của ổ đỡ và với vật liệu của chi tiết gia công.

Khi thực hiện việc cắt gọt ở tốc độ cao và phối hợp các chuyển động trực tiếp của chính dụng cụ cắt cần có sự chuẩn bị đầy đủ hệ thống lấy phoi sao cho việc lấy phoi là thường xuyên, nhanh và có hiệu quả.

3.3.4.3. Lắp đặt dụng cụ (định vị sơ bộ)

Muốn đảm bảo năng suất cao của máy công cụ NC, cần tránh thời gian dừng máy khi các dụng cụ đang được lắp đặt trên máy. Từ đó ta thấy hầu như tất cả các hệ thống dụng cụ NC đều được thiết kế để đảm bảo cho các ổ chứa dụng cụ có thể lắp đặt trước ở xa máy công cụ.

Để đạt được mục đích đó, các thiết bị định vị và các bộ thích nghi được tách riêng ra, chúng mô phỏng trước các điểm xác định trên máy công cụ. Vị trí của các ổ chứa được kiểm tra bằng cách dùng một kính hiển vi quang học có màn quang hay phép đồng dạng, hoặc là bằng ống tiếp xúc, sau đó lượng bù dụng cụ cần thiết được ghi lại để đưa xuống bộ phận điều khiển của máy hoặc là chuyển tới bộ phận ghi của trung tâm dữ liệu dụng cụ (nếu có) để thực hiện điều khiển.

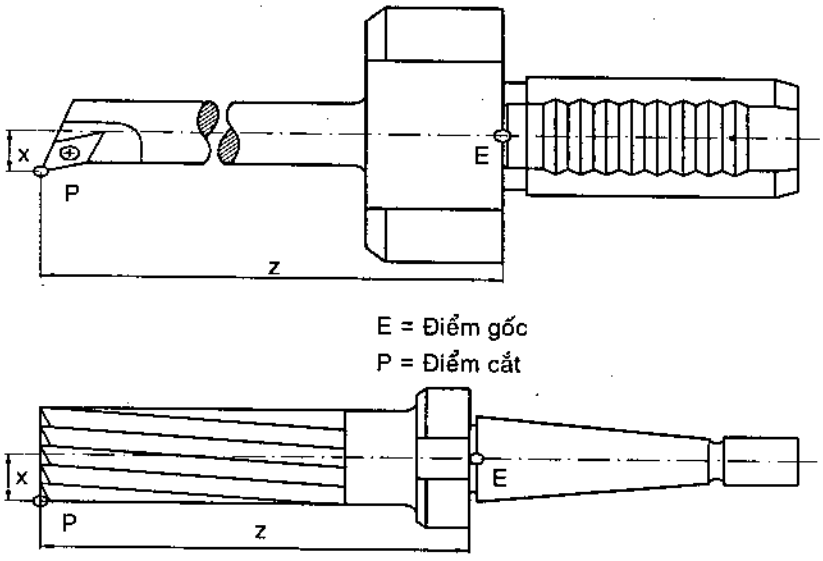


Hình 3.35. Các dụng cụ điều chỉnh được

Thường người ta chế tạo sẵn các bộ phận có vị trí thẳng đứng để bổ sung cho các dụng cụ doa, đồng thời có các bộ phận thiết bị nằm ngang dùng cho các trung tâm tiện. Tuy nhiên các bộ phận vạn năng trong nhiều trường hợp vẫn được sử dụng, nó có thể dùng cho cả hai loại dụng cụ kể trên.

Vị trí dụng cụ có liên quan mật thiết với việc lắp và chỉnh cả hai phần lưỡi cắt chính và lưỡi cắt phụ đạt độ chính xác cần thiết trong mối liên hệ với điểm dữ liệu cố định trên giá đỡ dụng cụ, tạo điều kiện định vị dễ dàng, riêng biệt cho dụng cụ.

Định vị dụng cụ rất cần thiết vì trên các máy công cụ NC không có bộ phận hiệu chỉnh độ mòn của dao hoặc khi gia công chi tiết bằng các dụng cụ có vị trí và kích thước xác định trước. Dao đạt được đường kính chính xác, trong khi chiều dài dụng cụ có thể được hiệu chỉnh ngay trên máy công cụ (hình 3.35).



Hình 3.36. Phương pháp xác định điểm cắt của dao

Việc đo kiểm dụng cụ ở đây là đo chính xác khoảng cách giữa lưỡi cắt của dụng cụ và điểm chuẩn trên thân của dụng cụ (hình 3.36).

Kiểm tra kích thước dụng cụ cần thiết khi ta thực hiện các công việc tiện, phay, khoan trên các máy công cụ NC để có các giá trị kích thước tuyệt đối hoặc là các giá trị hiệu chỉnh của dụng cụ, các giá trị này phục vụ chủ yếu cho việc sử dụng dụng cụ sau này.

Tùy theo mức độ tiện lợi mà việc bố trí dụng cụ được tự động, giá trị thực của nó có thể đọc được từ các vạch chia hoặc là từ các bộ báo số, hoặc là tự động đạt được theo số liệu giá đỡ như băng đục lỗ hay là hộp băng từ. Từ đó có khả năng nối với máy in để tạo ra nhãn hiệu tự dán, chỉ ra sự thiết kế dụng cụ. Những nhãn hiệu này được gắn trực tiếp vào dụng cụ cắt, còn các dữ liệu của chúng thì được đưa vào bộ phận máy tính của máy công cụ để phục vụ cho dụng cụ làm việc sau này.

Các ổ chứa dụng cụ mới nhất được sắp xếp chặt chẽ vào một vi mạch EPROM (Electrically Programmable Read – Only Memory).

Trong đó chứa cả hai ký hiệu dụng cụ và các số liệu về vị trí. Điều đó cho phép chuyển đổi tự động số liệu của dụng cụ vào bộ ghi dữ liệu dụng cụ máy NC một cách nhanh chóng và chính xác. Với các hệ thống sản xuất tinh xảo hơn thì các số liệu của dụng cụ đó có thể được chuyển tới bộ ghi dữ liệu dụng cụ CNC một cách trực tiếp thông qua hệ thống DNC.

Khi chọn thiết bị để định vị trước dụng cụ phục vụ cho các máy công cụ NC, ta có thể dựa vào việc tính toán theo các yếu tố kỹ thuật, tổ chức

và kinh tế, rồi sau đó so sánh với các phương án được dùng ở các công ty khác để tận dụng được các kinh nghiệm đã có.

Đồng thời còn phải dựa trên toàn bộ các cơ cấu dụng cụ đã có trong nhà máy, hoặc cụ thể hơn là các dụng cụ được đưa ra từ một giàn dụng cụ trung tâm hoặc là giàn dụng cụ đã được phân công cho từng máy hoặc từng nhóm máy NC cụ thể.

3.3.4.4. Bản danh mục dụng cụ trong kho

Chiều điều khiển và các dữ liệu kỹ thuật khác liên quan tới các dụng cụ cắt dùng trên máy NC được kết hợp lại thành một phần của chương trình NC.

Việc tiêu chuẩn hóa để chế tạo khi các dụng cụ có nhiệm vụ giống nhau theo dự đoán trước, có thể đạt được đối với các dụng cụ chuyên dùng kèm theo "bản danh mục". Điều đó thuận lợi cho việc sử dụng các dữ liệu của tệp tiêu chuẩn.

Đối với các bộ dụng cụ lắp ghép thông thường; dữ liệu tệp cũng phải bao phủ cả các thành phần của dụng cụ, chọn các yếu tố và giới thiệu dữ liệu cắt.

Để việc lập trình bằng máy tính được thuận tiện thì các dữ liệu phải được ghi chép theo một khuôn khổ cố định, khuôn khổ này cũng được dùng cho các dữ liệu vào của dụng cụ từ các số liệu ghi chép.

Để nắm được đầy đủ hệ thống dụng cụ và các bộ dụng cụ riêng biệt, người ta đưa ra bảng phân loại và mã hóa hệ thống dụng cụ ứng với từng loại máy.

3.3.4.5. Quản lý dụng cụ CNC

Bất kỳ một chương trình nào dù được lập theo cách thủ công hay nhờ máy tính đều là cơ sở cho các thông số của dụng cụ. Khi dữ liệu của dụng cụ khác với giá trị của chương trình được lập ra thì kết quả sẽ sai khác và các thông số cần phải loại bỏ. Vì vậy mà phải chú ý đặc biệt tới dụng cụ, tới đầu vào và việc quản lý các số liệu hiệu chỉnh liên quan.

Các số liệu của việc chế tạo và quản lý dụng cụ CNC bao gồm:

– Chiều dài dụng cụ (dọc theo trục Z).

– Đường kính dụng cụ.

– Độ mòn dụng cụ.

Trong các thế hệ trước đây của hệ thống điều khiển số, người ta kết hợp chặt chẽ tất cả các khả năng hiệu chỉnh. Còn các loại máy CNC sau này người ta đã đưa ra những bổ sung về chức năng nhận biết, những

thuận lợi của chúng, nhờ những bộ phận và hệ thống sản xuất linh hoạt có thể thực hiện đầy đủ nguyên công tự động ngay từ lúc bắt đầu làm việc.

Một trong những điểm quan trọng của hệ thống điều khiển là ghi lại tuổi thọ một cách thường xuyên và liên tục cho mỗi dụng cụ riêng biệt trong ổ chứa (hệ thống) và so sánh giá trị tìm được với một tuổi thọ cho phép của dụng cụ. Khi tuổi thọ của dụng cụ kết thúc, thì dụng cụ thay thế được gọi ra và việc thay dụng cụ tự động được thực hiện một cách thuận lợi.

Hệ thống quản lý lôgic được đưa đến hầu hết các loại dụng cụ khi sử dụng. Hầu như các dụng cụ chính, được cung cấp liên tục từ lúc bắt đầu công việc cho tới lúc kết thúc thông qua tuổi thọ của chúng.

Các dụng cụ được dùng, từng cái quay lại ổ chứa (hoặc giàn dụng cụ), được giải mã và nằm trong vùng hoạt động yêu cầu cho tới khi chúng được gọi ra theo một chương trình NC tiếp theo.

Điều kiện của mỗi một dụng cụ trong bất kỳ ổ chứa dụng cụ của máy nào đều có thể được giám sát trên màn hình VDU (Visual Display Units) ở bất kỳ thời gian nào.

Số lượng dụng cụ giới hạn trong ổ chứa dẫn đến việc quản lý dụng cụ tiếp theo, xác định thời gian cần thiết để đổi dụng cụ đang làm việc mà không làm gián đoạn việc gia công. Đó là mục đích của phần mềm quản lý dụng cụ, nó có khả năng nhận biết được độ dài của từng chương trình của việc thay thế dụng cụ đã được lập ra và qua từng chu kỳ, ổ chứa giải phóng tự động theo cách tự động.

Việc thiết kế các máy công cụ hiện đại đã đưa ra các chương trình độc lập cho việc thay thế dụng cụ, rút ra từ các rôbôt và có thể mua được. Nhưng đối với các dụng cụ mới thì tất cả việc hiệu chỉnh dụng cụ và dữ liệu về tuổi thọ lại phải lần nữa nạp vào một cách tự động và giữ lại trong vùng hiệu chỉnh.

3.4. ĐỒ GÁ TRÊN MÁY CÔNG CỤ CNC

3.4.1. Đặc điểm của đồ gá sử dụng trên máy công cụ CNC

Đồ gá trên máy công cụ CNC có ảnh hưởng rất lớn tới độ chính xác gia công, vì sai số chuẩn khi định vị chi tiết trên đồ gá là một trong các thành phần của sai số tổng cộng.

Đồ gá trên máy CNC phải đảm bảo độ chính xác gá đặt cao hơn so với các loại đồ gá trên máy vạn năng (vì để đảm bảo độ chính xác gá đặt thì ta phải chọn chuẩn sao cho sai số chuẩn bằng 0, sai số gá đặt có giá trị nhỏ...).

Độ cứng vững của các máy công cụ CNC rất cao, do đó đồ gá sử dụng trên các máy đó phải không được làm giảm độ chính xác của hệ thống công nghệ (HTCN) khi sử dụng với công suất tối đa.

Khi gia công trên máy công cụ CNC, các dịch chuyển của máy và dao được bắt đầu từ gốc toạ độ, do đó trong nhiều trường hợp đồ gá phải đảm bảo sự định hướng hoàn toàn của chi tiết gia công. Quá trình kẹp chặt trên máy CNC có sử dụng hệ thống kẹp tự động dùng thuỷ lực hoặc khí nén vì nó có khả năng tự điều chỉnh lực kẹp.

3.4.2. Hệ thống gá kẹp của máy CNC

Chức năng của hệ thống gá kẹp là định vị và kẹp chặt phôi vào máy. Lực kẹp được sinh ra bởi các thiết bị kẹp khác nhau.

Để giảm thiểu chi phí cho hệ thống kẹp và hệ thống sản xuất, hệ thống kẹp phải thoả mãn các yêu cầu sau:

– Đơn giản và kẹp nhanh.

– Đa năng.

– Dễ thay thế các thành phần của hệ thống.

– Độ chính xác lặp cao.

** Nguồn phát sinh lực kẹp:*

Trên máy công cụ truyền thống thường sử dụng cơ cấu gá đặt bằng tay. Lực kẹp là do người công nhân tác động vào máy. Máy công cụ CNC có nhiều hệ thống gá kẹp đặc biệt đã được dùng nhằm giảm thời gian phụ và công sức của công nhân. Có nhiều nguồn phát sinh lực kẹp khác nhau như:

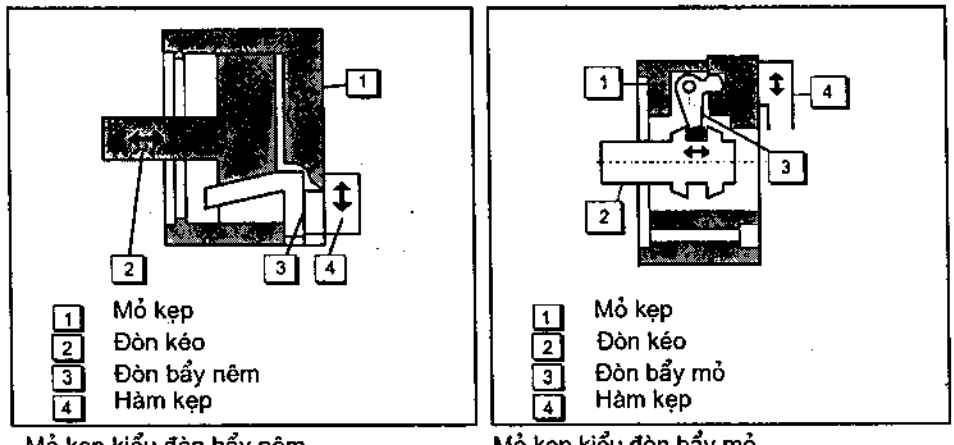
– Hệ thống kẹp cơ khí.

– Hệ thống kẹp thuỷ lực.

– Hệ thống kẹp khí nén.

– Hệ thống kẹp điện.

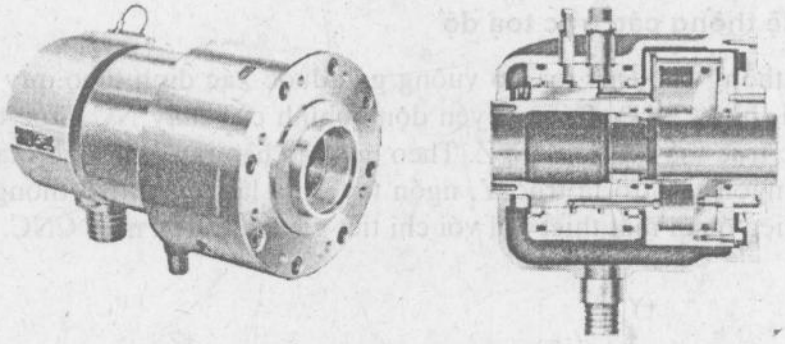
** Hệ thống kẹp cơ khí:* Thường có cơ cấu kẹp dạng đòn bẩy – nêm hoặc đòn bẩy – mỏ. Dạng cơ cấu kẹp này thường dùng cho máy tiện.



Mỏ kẹp kiểu đòn bẩy nêm — Mỏ kẹp kiểu đòn bẩy mỏ

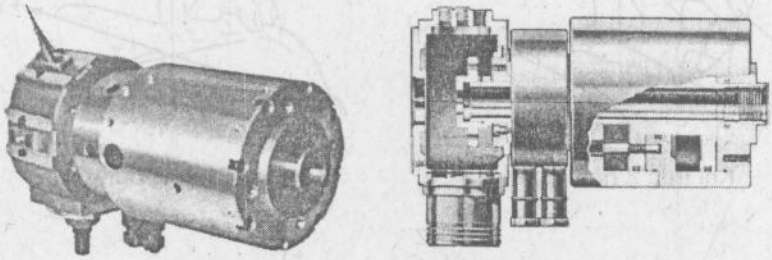
Hình 3.37

* ***Hệ thống kẹp thuỷ lực:*** Dùng hệ thống piston để sinh lực kẹp. Các piston này được điều khiển bằng tay bởi người thợ thông qua các van. Có thể điều khiển lực kẹp chính xác qua màn hình hiển thị. Độ tin cậy của hệ thống kẹp dạng này rất cao.



Hình 3.38. Xi lanh cơ cấu kẹp thuỷ lực

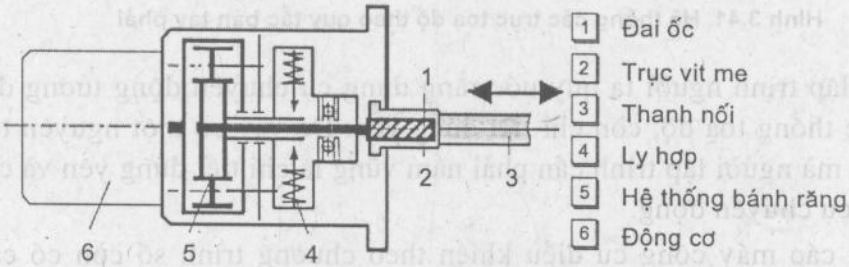
* ***Hệ thống kẹp khí nén:*** Hoạt động tương tự hệ thống kẹp thuỷ lực nhưng dùng khí nén.



Hình 3.39. Xi lanh cơ cấu kẹp khí nén

* ***Hệ thống kẹp điện:*** Được dùng cho các cơ cấu gá đặt dùng bánh răng. Hệ thống dạng này cho phép kẹp nhanh chi tiết với các kích thước khác nhau.

Hệ thống kẹp này dùng một bộ ly hợp điện từ cho phép ngắt nối với trục truyền giúp cho mô men xoắn được truyền hoàn toàn tới đồ gá.



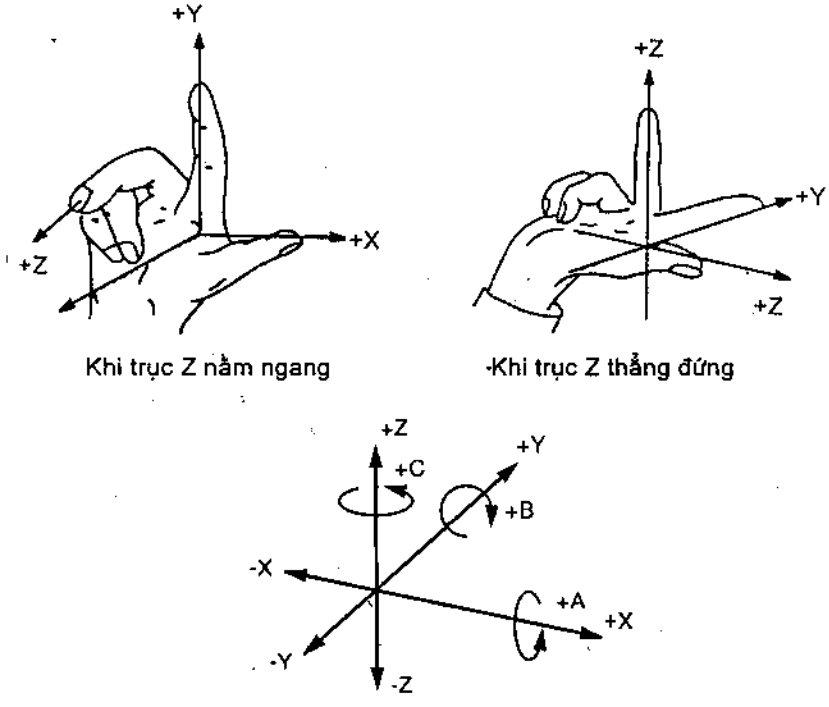
Hình 3.40. Hệ thống kẹp dùng điện

3.5. HỆ TRỤC TOẠ ĐỘ TRÊN MÁY CÔNG CỤ CNC

Ký hiệu các trục toạ độ và chiều chuyển động các trục trên máy CNC đã được tiêu chuẩn hóa.

3.5.1. Hệ thống các trục toạ độ

Hệ thống các trục toạ độ vuông góc được xác định theo quy tắc bàn tay phải (hình 3.41). Các chuyển động chính của máy NC được thiết lập theo các trục toạ độ X, Y và Z. Theo quy tắc bàn tay phải ngón tay cái là trục X, ngón tay trỏ là trục Y, ngón tay giữa là trục Z. Hệ thống toạ độ này có liên quan mật thiết đối với chi tiết gia công trên máy CNC.



Hình 3.41. Hệ thống các trục toạ độ theo quy tắc bàn tay phải

Khi lập trình người ta quy ước rằng dụng cụ chuyển động tương đối so với hệ thống toạ độ, còn chi tiết đứng yên. Do vậy có một nguyên tắc đơn giản mà người lập trình cần phải nắm vững là chi tiết đứng yên và chỉ có dụng cụ chuyển động.

Trên các máy công cụ điều khiển theo chương trình số còn có các trục quay như: trục của bàn quay, ụ quay. Các trục này được ký hiệu bằng

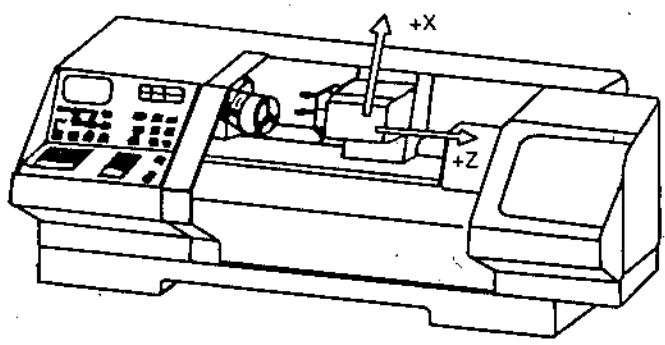
các chữ A, B, C và có số thứ tự tương ứng với các trục tịnh tiến X, Y và Z. Nếu ta nhìn theo hướng dương của một trục thì chuyển động theo chiều kim đồng hồ là chiều quay dương.

3.5.2. Quy định các toạ độ trên máy

3.5.2.1. Máy tiện

Trục Z chạy song song với trục chính của máy, chiều dương của trục Z (+Z) chạy từ đầu trục chính đến ụ động. Khi chuyển động theo hướng +Z các giá trị toạ độ tăng lên.

Trục X vuông góc với trục Z nằm theo phương ngang, chiều dương của trục X chạy từ tâm chi tiết (tâm quay) đến giá dao. Theo quy định này thì chiều của trục X khi gá dao tiện ở phía trước hoặc phía sau tâm quay (hình 3.42).



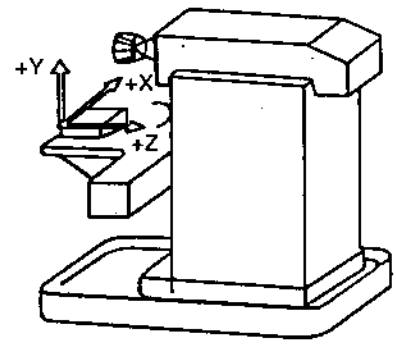
Hình 3.42. Các trục toạ độ trên máy tiện

3.5.2.2. Máy phay

Cũng như ở các máy tiện, trục Z chạy song song với trục chính của máy. Chiều dương của trục Z chạy từ chi tiết đến dụng cụ. Khi dao có chuyển động đến gần chi tiết theo trục Z thì chuyển động này theo chiều âm.

Trục X thường nằm trong mặt phẳng định vị, nói chung nằm song song với mặt phẳng kẹp chặt của chi tiết gia công.

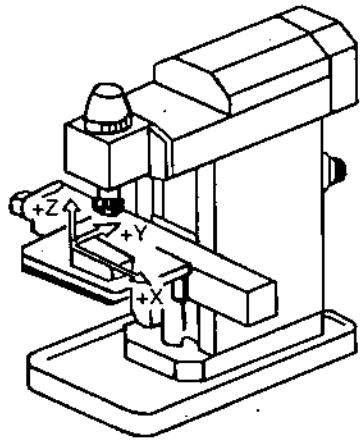
Thông qua các vị trí khác nhau của trục chính mà người ta phân biệt các trục X trên máy phay nằm ngang (hình 3.43) và trên máy phay đứng (hình 3.44).



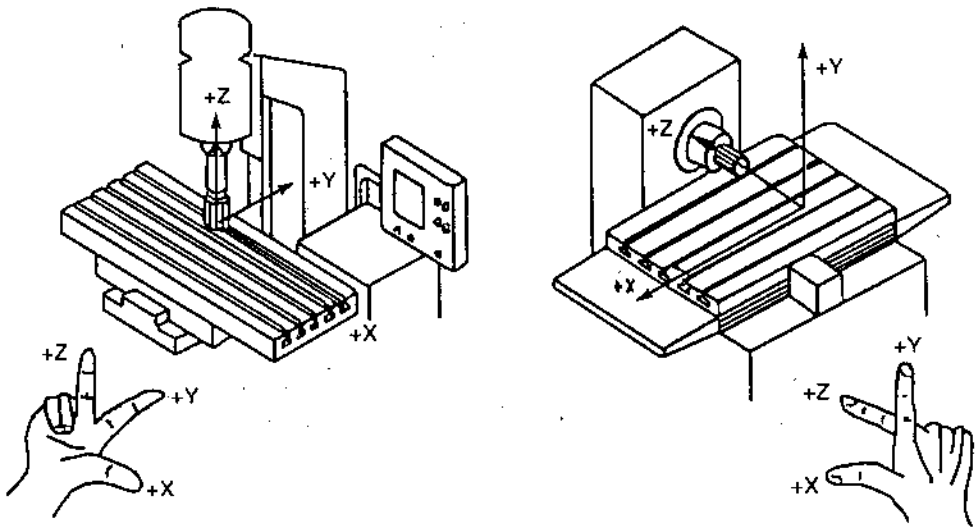
Hình 3.43. Các trục toạ độ trên máy phay ngang

– Trên máy phay nằm ngang (hình 3.43) khi ta nhìn theo hướng từ trục chính đến chi tiết gia công thì chiều dương của trục X chạy sang phải.

– Khi đã xác định được các chiều của trục X và Z ta có vị trí và chiều của trục Y.



Hình 3.44. Các trục toạ độ trên máy phay đứng

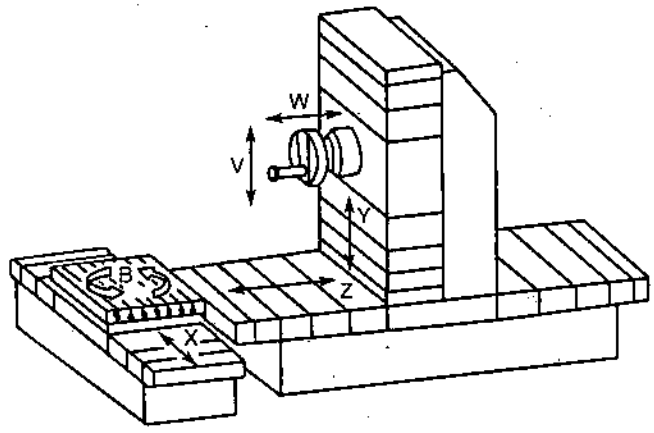


Hệ trục toạ độ máy phay đứng Hệ trục toạ độ máy phay nằm ngang

Hình 3.45

– Ngoài các trục toạ độ X, Y và Z còn có các trục toạ độ khác song song với chúng. Các trục này được ký hiệu là U (song song với X), V (song song với Y) và W (song song với Z).

Ví dụ: trên trung tâm gia công (hình 3.46) có các bộ phận trượt theo các trục V và W.



Hình 3.46. Các trục toạ độ trên trung tâm gia công

3.6. CÁC ĐIỂM CHUẨN

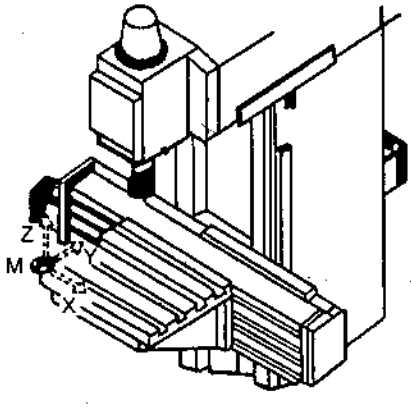
Vị trí chính xác của các hệ trục toạ độ do các điểm gốc 0 của hệ trục toạ độ quyết định. Để đơn giản hóa việc vận hành máy và lập trình NC ngoài các điểm 0 còn có các điểm chuẩn khác nhau.

3.6.1. Điểm chuẩn (điểm 0) của máy (ký hiệu M)

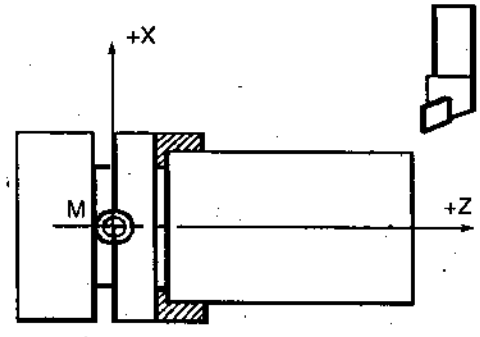
Các điểm 0 của máy (M) là điểm gốc của các hệ trục toạ độ trên máy và do nơi chế tạo ra các máy đó xác định theo kết cấu động học của máy.

Trên các máy phay, điểm 0 của máy thường nằm trên điểm giới hạn dịch chuyển của bàn máy (hình 3.47).

Trên máy tiện điểm 0 của máy thường đặt tại tâm mặt đầu của trục chính (hình 3.48).



Hình 3.47. Điểm 0 của máy phay



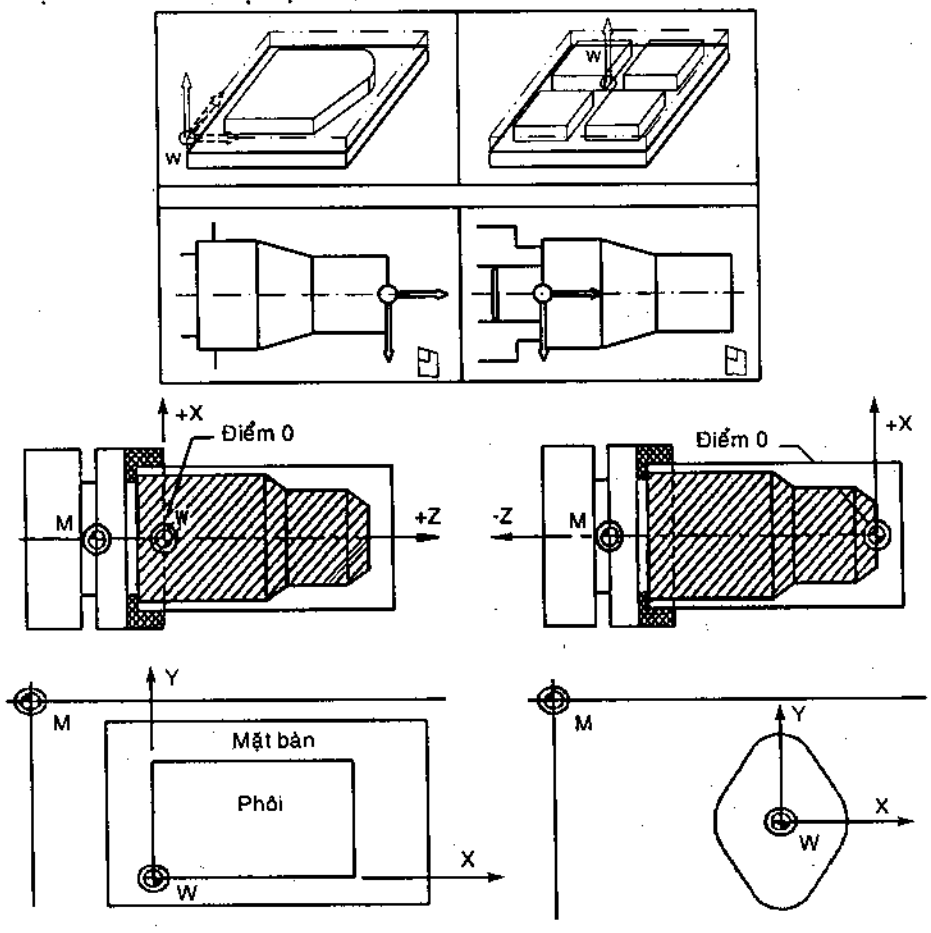
Hình 3.48. Điểm 0 của máy tiện

3.6.2. Điểm 0 của chi tiết (ký hiệu W)

Điểm 0 của chi tiết là gốc của hệ thống toạ độ gắn lên chi tiết. Vị trí của điểm W do người lập trình tự lựa chọn và xác định. Song người lập trình tự chọn sao cho các kích thước trên bản vẽ gia công trực tiếp là các giá trị toạ độ của hệ thống toạ độ.

Nếu hệ thống toạ độ của chi tiết và hệ thống toạ độ máy khác loại thì các toạ độ của chi tiết phải chuyển sang toạ độ của máy.

Ví dụ: trong bản vẽ chi tiết gia công vừa có toạ độ Đề các vừa có toạ độ độc cực thì trước khi gia công phải tính toán và chuyển đổi các toạ độ độc cực thành các toạ độ Đề các.



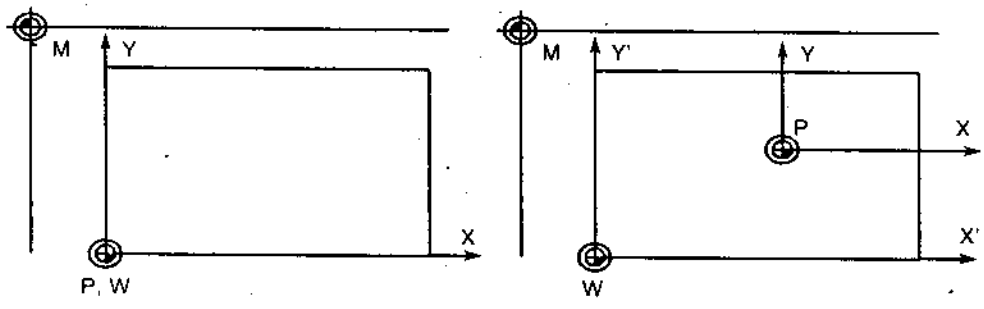
Hình 3.49. Giới thiệu một số điểm gốc phôi

Đối với các chi tiết phay để hợp lý ta nên chọn điểm 0 của chi tiết tại điểm góc ngoài của đường viền chi tiết. Trên các chi tiết đối xứng tốt hơn hết là chọn tại trục đối xứng (hình 3.49).

3.6.3. Điểm 0 của chương trình (P)

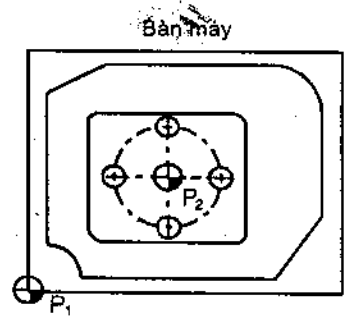
Điểm 0 của chương trình (program zero point) là điểm mà dụng cụ sẽ ở đó trước khi gia công. Để hợp lý điểm 0 của chương trình được chọn sao cho chi tiết gia công hoặc dụng cụ có thể được thay đổi một cách dễ dàng và an toàn cho quá trình gia công.

Điểm 0 của chương trình là gốc toạ độ của chương trình gia công. Nó dùng để xác định các vị trí trong chương trình gia công. Do vậy nó phải được chỉ định trước khi thực thi chương trình. Được đặt tên P và được ký hiệu như hình vẽ. Program zero point thường trùng với work zero point. Tuy nhiên nó có thể được đặt tại bất kỳ vị trí thuận lợi nào khác (hình 3.50).



Hình 3.50. Điểm 0 lập trình

Ta có thể định nghĩa nhiều program zeros nhằm thuận lợi khi lập trình gia công các chi tiết phức tạp. Trong trường hợp này điểm không đầu tiên được gọi là program zero tất cả các điểm không sau đó (được xác định so với program zeros) gọi là điểm không cục bộ (local zero point).

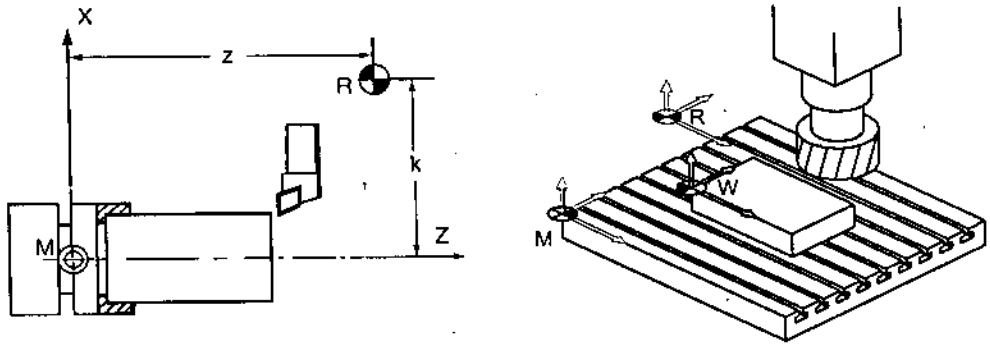


Hình 3.51. Vị trí điểm 0

3.6.4. Điểm tham chiếu của máy (R)

Trong các máy có hệ thống đo dịch chuyển, các giá trị thực đo được khi bị mất nguồn điện do sự cố sẽ mất theo. Trong những trường hợp này để đưa hệ thống đo trở lại trạng thái đã có trước đó thì máy phải chạy bằng tất cả các trục của máy. Trong nhiều trường hợp, không thực hiện được điều này vì vướng vào các chi tiết đã kẹp chặt trên máy hoặc đồ gá. Do vậy cần thiết xác lập một điểm chuẩn thứ hai trên các trục, đó là điểm chuẩn của máy R (hình 3.52). Điểm chuẩn này có một khoảng

cách xác định so với điểm 0 của máy và đã được đánh dấu trên các bàn trượt của máy.



Hình 3.52. Điểm R trên máy tiện và máy phay

Một số hệ điều hành cho phép chỉ định 4 điểm rút dao tham chiếu. Thông thường đối với máy phay điểm không của máy là điểm tham chiếu thứ nhất. Điểm tham chiếu thứ 2, 3, 4 được chỉ định bằng việc cài đặt cho bộ điều khiển máy. Nó có thể được đặt tại bất kỳ điểm thuận tiện nào trong vùng làm việc của máy. Với máy tiện điểm tham chiếu là điểm xa nhất trong vùng làm việc.

Vị trí của điểm tham chiếu thứ nhất được xác định trước, chính xác so với điểm không của máy. Do vậy nó có thể được sử dụng cho việc điều chỉnh, kiểm tra (calibrating and regulating) hệ thống đo lường của băng trượt bàn máy và trục chính.

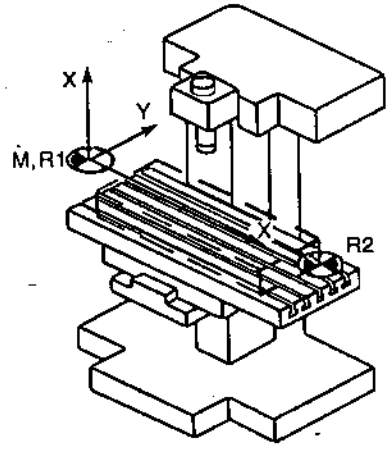
Điểm tham chiếu được dùng đặc biệt trong 4 tình huống sau:

1. Khi khởi động máy, tất cả các trục nên luôn được đưa về điểm tham chiếu để kiểm tra hệ thống đo lường ...

2. Máy cần đưa lại về điểm tham chiếu để thiết lập lại toạ độ chính xác trong các tình huống như: mất điện, vận hành không đúng... làm mất đi dữ liệu hiện tại.

3. Khi thay dao.

4. Khi kết thúc chương trình gia công để reset lại bộ điều khiển.



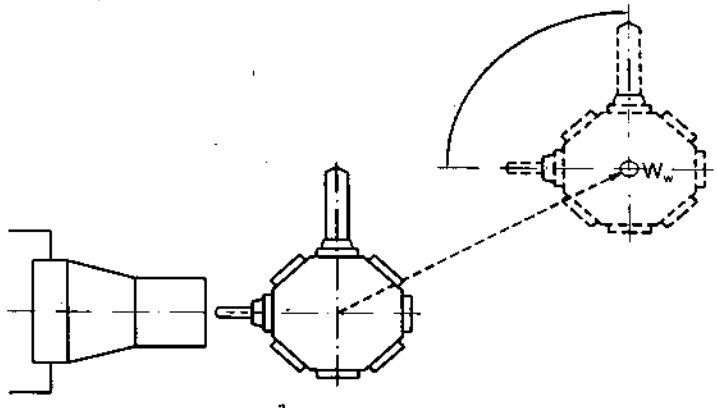
Hình 3.53. Điểm tham chiếu của máy (reference return point)

Điểm R này là điểm gốc của hệ thống đo hành trình dịch chuyển của dụng cụ. Điểm này thường là giới hạn cuối cùng của các dịch chuyển theo các trục toạ độ máy.

3.6.5. Điểm thay dao (Ww)

Là điểm mà dụng cụ cắt ở đó trước khi thực hiện lệnh thay dụng cụ cắt.

Để tránh va đập vào chi tiết gia công khi thay dao tự động, dao phải chạy đến điểm thay dao (hình 3.54).

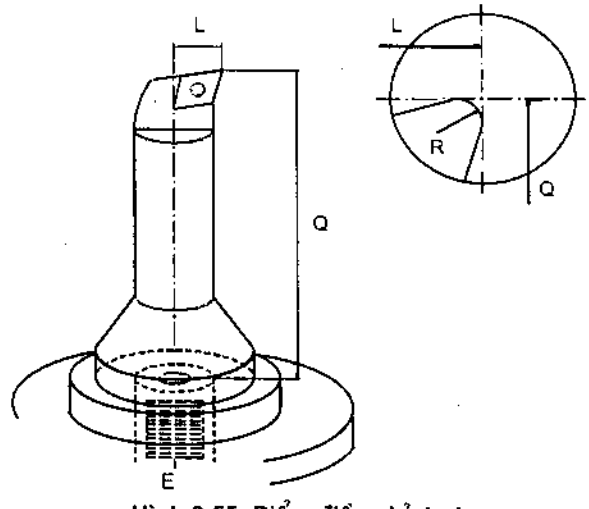


Hình 3.54. Điểm thay dao trên máy tiện

Đối với máy phay thì điểm thay dao thường trùng với điểm tham chiếu (R) của máy. Đối với máy tiện thì ở bất kỳ chỗ nào do người lập trình lựa chọn nhưng phải đảm bảo không gây ra va chạm.

3.6.6. Điểm điều chỉnh dao E

Khi sử dụng nhiều dao, các kích thước của dao phải được xác định trước trên thiết bị điều chỉnh dao để có thông tin đưa vào trong hệ thống điều chỉnh nhằm hiệu chỉnh tự động kích thước dao. Các kích thước hiệu chỉnh này (Q và L) gắn với điểm điều chỉnh dao E nằm trên đuôi dao (hình 3.55).



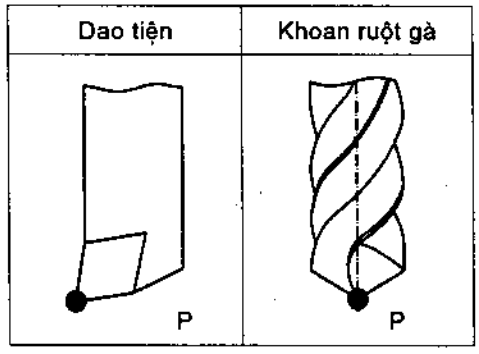
Hình 3.55. Điểm điều chỉnh dao

3.6.7. Điểm gá dao N

Khi dụng cụ được lắp vào giá dao điểm gá dao N và điểm điều chỉnh dao sẽ trùng nhau. Trên máy phay điểm gá dao N nằm trên vành trục chính. Trên máy tiện, điểm gá dao N nằm tại các mặt phẳng của đầu rovonve.

3.6.8. Điểm chuẩn của dao

Điểm này là điểm đỉnh dao thực hoặc lý thuyết (hình 3.56).



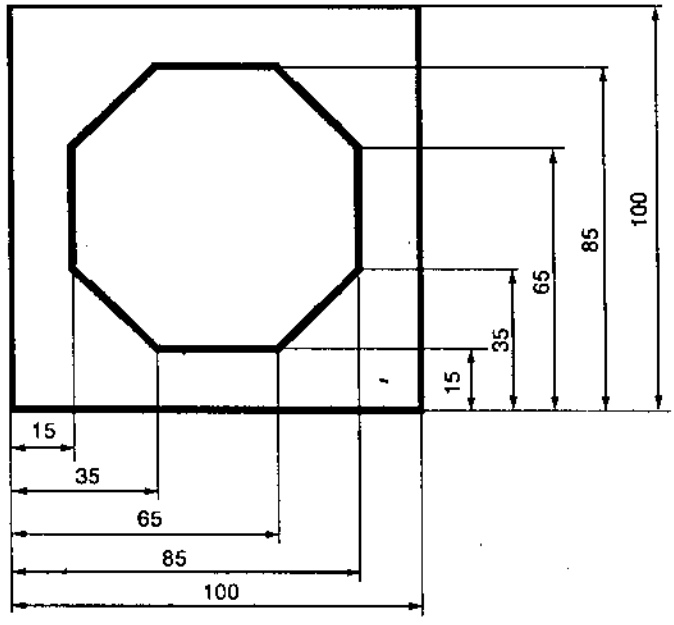
Hình 3.56. Điểm chuẩn của dao

BẢNG KÝ HIỆU CÁC ĐIỂM CHUẨN

M		Điểm 0 của máy
W		Điểm 0 của chi tiết
P		Điểm 0 của chương trình
R		Điểm tham chiếu của máy
Ww		Điểm thay đổi dụng cụ
E		Điểm điều chỉnh dụng cụ
N		Điểm gá dụng cụ
P	o	Điểm chuẩn của dụng cụ

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Cho biết hướng chuyển động trong một hệ toạ độ trên máy tiện.
2. Cho biết hướng chuyển động trong một hệ toạ độ trên máy phay.
3. Giải thích điểm gốc máy và điểm tham chiếu?
4. Điểm gốc phôi nên đặt tại đâu?
5. Nêu ưu điểm của lập trình dùng kích thước tuyệt đối.
6. Vì sao trong một số trường hợp khi lập trình nên tránh dùng kích thước tương đối?
7. Ghi lại kích thước chi tiết sau theo kích thước tương đối:



Chương 4

NGÔN NGỮ LẬP TRÌNH VÀ CHƯƠNG TRÌNH GIA CÔNG

4.1. KHÁI NIỆM VÀ CÁC NGÔN NGỮ LẬP TRÌNH GIA CÔNG TRÊN MÁY CNC

Máy công cụ NC và máy công cụ CNC không có sự khác nhau cơ bản về ngôn ngữ lập trình và công nghệ gia công của máy công cụ.

Do vậy khái niệm về chương trình NC được dùng cho cả hai hệ.

Chương trình NC là tập hợp những chỉ dẫn cần thiết cho quá trình gia công một chi tiết cơ khí trên máy công cụ điều khiển NC hoặc CNC mà không có sự trợ giúp của con người.

Quá trình lập chương trình gia công là quá trình thiết lập tuần tự các khối lệnh, theo một ngôn ngữ mà bộ điều khiển CNC có thể hiểu được, để hoàn thành một quá trình gia công hoàn chỉnh theo yêu cầu công nghệ được gọi là quá trình lập chương trình gia công.

Để tiến hành điều khiển một quá trình gia công trên máy CNC theo chương trình. Lập trình viên phải mô tả quá trình gia công trên máy tính bằng một ngôn ngữ mà máy có thể hiểu được.

Ngôn ngữ lập trình NC cho máy công cụ NC và CNC được hãng chế tạo máy công cụ NC và CNC sử dụng gồm 2 cấp:

– Cấp thấp: Lập trình cơ sở bằng ngôn ngữ điều khiển số (ISO - code). *Ví dụ:* ISO 6983, DIN 66025... (Tương đương với ngôn ngữ lập trình trên máy tính ASSEMBLY, FOTRAN...).

– Cấp cao: Lập trình nâng cao bằng ngôn ngữ cấp cao. *Ví dụ:* APT (Automatically Programed Tool) (Tương đương với ngôn ngữ lập trình trên máy tính Pascal, ngôn ngữ C...).

4.2. CẤU TRÚC CỦA MỘT CHƯƠNG TRÌNH NC

Một chương trình NC bao gồm một tập hợp các câu lệnh để miêu tả tuần tự các bước hoạt động của máy. Mỗi câu lệnh trong chương trình miêu tả một bước gia công hoặc một chức năng của máy.

Các khối lệnh khác nhau được đánh số tuần tự và được phân biệt với các khối khác bởi dấu hiệu kết thúc khối.

Một chương trình theo tiêu chuẩn ISO có 2 loại chương trình:

Chương trình chính (main program)

Chương trình con (subprogram): là chương trình phụ được gọi từ chương trình chính, thường dùng khi trong chương trình chính có nhiều đoạn lặp lại.

Cấu trúc tổng quát của chương trình CNC bao gồm:

– Đầu tập tin (tape start): ký tự (%) khai báo bắt đầu tập tin chương trình.

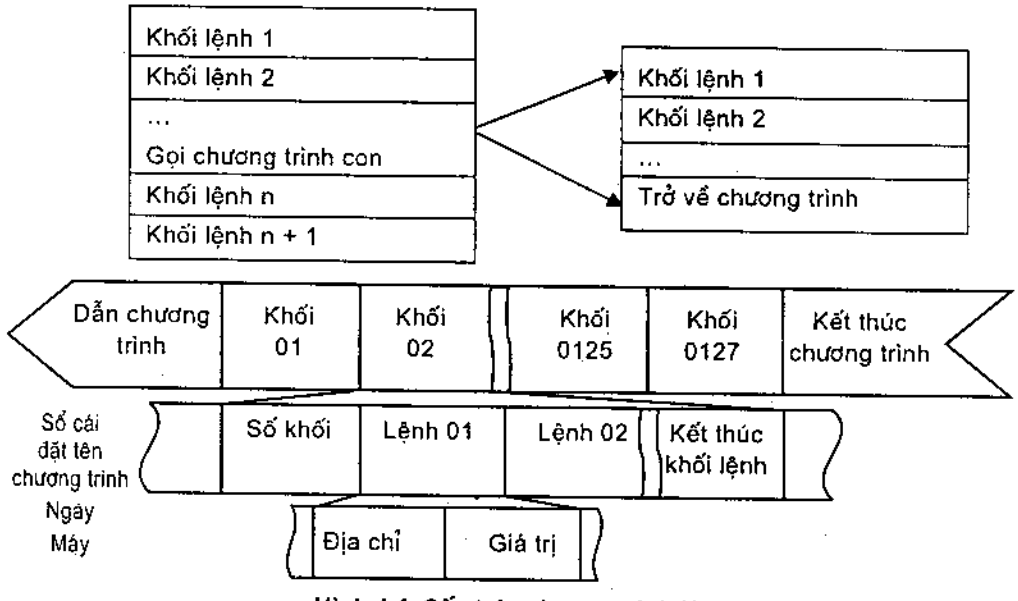
– Nhãn tập tin (leader section): tiêu đề tập tin chương trình.

– Đầu chương trình (program start): ký tự khai báo bắt đầu chương trình.

– Thân chương trình (program section): các lệnh lập trình gia công

– Chú thích (command section): chỉ dẫn hoặc chú thích cho người vận hành

– Cuối tập tin (tape end): ký tự khai báo kết thúc tập tin chương trình.



Hình 4.1. Cấu trúc chương trình NC

4.2.1. Đầu chương trình

Một chương trình thường được bắt đầu bằng một ký tự mở đầu (*Ví dụ:* %, Begin,... đối với hệ Fanuc ký tự đó là O), tiếp sau đó là một chương trình NC. Tên chương trình cũng được đặt ở dòng đầu tiên (*Ví dụ:* O1234, TP9899,...). Tên chương trình rất có ý nghĩa trong việc gọi và quản lý chương trình.

4.2.2. Thân chương trình

Bao gồm một dãy các câu lệnh mang các thông tin hình học, thông tin công nghệ cho quá trình gia công.

Ví dụ:

N05 G00 X50 Z10 (chạy dao nhanh tới toạ độ điểm X = 50, Z = 10).

N10 G01 X30 Z–10 f0.5 M08 (nội suy đường thẳng đến điểm X = 30; Z = –10 với lượng chạy dao là f = 0.5mm/vòng, M08 mở dung dịch trơn nguội).

4.2.3. Kết thúc chương trình

Cuối chương trình là các câu lệnh: trở về điểm gốc của chương trình, tắt dung dịch trơn nguội, dừng trục chính, dừng chương trình...

4.2.4. Cấu trúc của một câu lệnh

Các khối lệnh bao gồm một hoặc nhiều từ lệnh để mô tả các chuyển động và các chức năng của máy. Mỗi câu lệnh được mở đầu bằng số thứ tự câu lệnh và kết thúc bằng dấu hiệu kết thúc câu (đối với hệ Fanuc đó là dấu ";").

Các từ lệnh được cấu tạo bởi các chữ cái và các con số đi kèm với dấu + hoặc – tuỳ theo từng từ lệnh mà số đi theo là mã số hay giá trị.

Chữ số gồm các chữ số từ 0 đến 9.

Các chữ cái gồm 26 chữ cái từ A, B,... X, Y, Z.

Thường để kết thúc một chương trình NC người ta dùng câu lệnh M30 hoặc M02.

Người ta chia các từ lệnh ra làm 3 nhóm chính như sau:

– Các chức năng G.

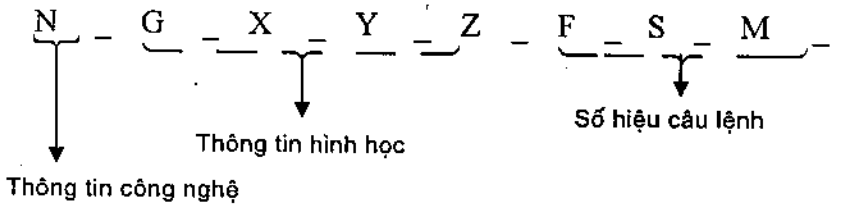
– Các lệnh về toạ độ.

– Các chức năng về công nghệ và các chức năng phụ.

Trật tự các từ lệnh trong một câu lệnh được bố trí như sau:

N	Biểu diễn số thứ tự câu lệnh
G	Các chức năng G
X	Lệnh toạ độ theo trục X
Y	Lệnh toạ độ theo trục Y
Z	Lệnh toạ độ theo trục Z
F	Đặt giá trị bước tiến
S	Khai báo số vòng quay trục chính
T	Khai báo dao
M	Các chức năng phụ
EOB	Dấu hiệu kết thúc khối (;)

* Cấu trúc một câu lệnh:



– Số hiệu câu lệnh N (number) kèm theo các con số chỉ số hiệu của câu (con số đó là các số tự nhiên (N*)).

– Thông tin hình học: Còn gọi là thông tin dịch chuyển, bao gồm:

G – Mã dịch chuyển (các chức năng dịch chuyển).

X_Y_Z_: toạ độ điểm đến.

– Thông tin công nghệ: khai báo các thông số về chế độ cắt như:

F – lượng chạy dao.

S – tốc độ cắt.

M – chức năng phụ...

* *Ví dụ:* một chương trình NC được viết theo hệ Fanuc 21:

```
O2345;
.....
N30 G01 X60 F120;
N35 G01 Y40;
.....
N120 M30;
```

MỘT SỐ MÃ TIÊU CHUẨN

Mã dịch chuyển	Chức năng
G00	Lệnh di chuyển vị trí, chạy dao nhanh
G01	Nội suy đường thẳng
G02	Nội suy cung tròn theo chiều kim đồng hồ (CW)
G03	Nội suy cung tròn ngược chiều kim đồng hồ (CCW)
G04	Lệnh dừng(trễ)
G17	Gia công trong mặt phẳng XY
G18	Gia công trong mặt phẳng XZ
G19	Gia công trong mặt phẳng YZ
G40	Huỷ bù bán kính dụng cụ
G41	Bù bán kính dụng cụ – Bù trái
G42	Bù bán kính dụng cụ – Bù phải
G90	Lập trình theo kích thước tuyệt đối
G91	Lập trình theo kích thước tương đối
G94	Khai báo lượng chạy dao theo mm/phút
G95	Khai báo lượng chạy dao theo mm/vòng
G96	Lập trình với tốc độ trục chính không đổi (m/phút)
G97	Lập trình với tốc độ trục chính thay đổi (v/phút)
F	Lượng chạy dao
I	Thông số gia số nội suy theo trục X (dùng trong nội suy cung tròn)
J	Thông số gia số nội suy theo trục Y (dùng trong nội suy cung tròn)
K	Thông số gia số nội suy theo trục Z (dùng trong nội suy cung tròn)
S	Khai báo tốc độ trục chính
T	Lệnh thay dao
U	Toạ độ tương đối – Theo phương X
V	Toạ độ tương đối – Theo phương Y
W	Toạ độ tương đối – Theo phương Z
X	Toạ độ tuyệt đối – Theo phương X
Y	Toạ độ tuyệt đối – Theo phương Y
Z	Toạ độ tuyệt đối – Theo phương Z
M01	Lệnh dừng chương trình
M02	Kết thúc chương trình
M03	Quay trục chính theo chiều kim đồng hồ
M04	Quay trục chính ngược chiều kim đồng hồ
M05	Dừng trục chính
M08	Mở dung dịch trơn nguội
M09	Tắt dung dịch trơn nguội
M30	Kết thúc chương trình

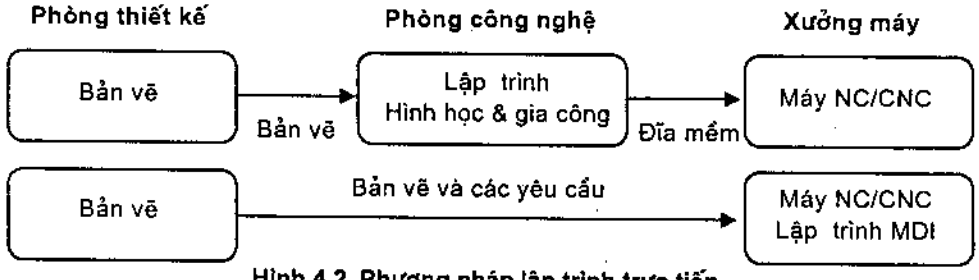
4.3. PHƯƠNG THỨC LẬP TRÌNH NC

4.3.1. Lập trình trực tiếp

Người lập trình có thể tự biên soạn chương trình NC trên cơ sở nhận dạng hoàn toàn chính xác toạ độ chạy dao. Thường sử dụng cho các trường hợp gia công đơn giản. Truyền chương trình NC được lập vào hệ điều khiển máy bằng 2 phương pháp (xem hình 4.2):

– Nhập từ các thiết bị ngoài: đĩa mềm, băng từ, cổng giao tiếp...

– Nhập từ Panel điều khiển theo chế độ MDI (manual data input).



Hình 4.2. Phương pháp lập trình trực tiếp

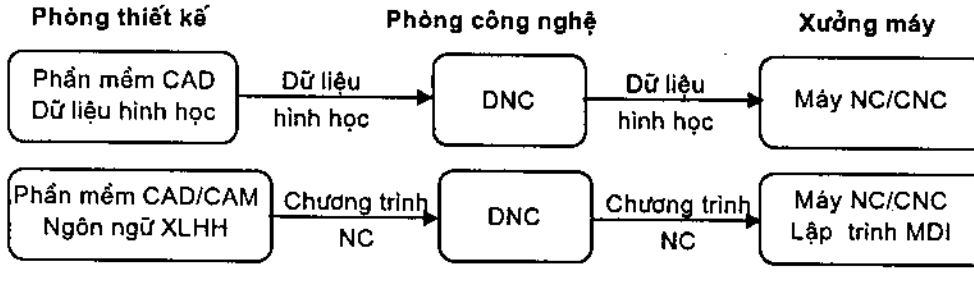
4.3.2. Lập trình tự động

Người lập trình sử dụng ngôn ngữ hỗ trợ lập trình hoặc phần mềm CAD/CAM như công cụ trợ giúp để chuyển đổi tự động dữ liệu hình học và dữ liệu công nghệ thành chương trình NC. Có 3 phương pháp:

– Lập trình bằng phần mềm NC (NC editor).

– Lập trình bằng ngôn ngữ xử lý hình học.

– Lập trình bằng phần mềm CAD/CAM.



Hình 4.3. Phương thức lập trình tự động

4.3.3. Lập trình theo công nghệ Cad/Cam

Là phương pháp lập trình tự động có rất nhiều ưu việt. Phương pháp lập trình này cho phép ta tạo nên được các chương trình gia công những

chi tiết rất phức tạp một cách dễ dàng, chính xác. Do vậy lập trình theo công nghệ CAD/CAM ngày nay được sử dụng rất rộng rãi trong công nghệ gia công CNC. Về cơ bản, CAD/CAM bao gồm 2 thành phần.

CAD: xác lập hình học chi tiết gia công, tạo nên mô hình vật thể cần gia công bao gồm: các điểm, đường, bề mặt, khối.

CAM: sử dụng dữ liệu hình học sản phẩm để tạo đường chạy dao và thực hiện chức năng quản lí và điều khiển sản xuất như lập trình chế tạo, lập kế hoạch sản xuất, quản lí chất lượng, hoạch định nguồn lực sản xuất.

Quy trình lập trình NC theo công nghệ CAD/CAM gồm các bước cơ bản sau:

a) Thiết kế mẫu gia công trên phần mềm CAD.

b) Xác lập tiến trình gia công.

c) Lựa chọn công nghệ gia công NC (phương thức chạy dao) cho từng bước gia công.

d) Xác lập thông số NC cho chức năng gia công NC tương ứng.

e) Thực thi chương trình xử lý đối với chức năng gia công NC để tạo đường chạy dao (toolpath generation).

f) Thực thi chương trình hậu xử lý (post processing) biên dịch dữ liệu chạy dao thành chương trình NC.

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Các bước khi lập trình bằng tay.
2. Giải thích cấu trúc của một chương trình NC?
3. Giải thích cấu trúc câu lệnh?
4. Giải thích cấu trúc một từ lệnh?
5. Giải thích các địa chỉ F, S, T, M, X, Y, Z?
6. Giải thích dòng lệnh sau trong: X53 Z184.005
   Trong:
   a) Hệ toạ độ tuyệt đối (G90).
   b) Hệ toạ độ tương đối (G91).
7. Giải thích câu lệnh sau:
   G01 G95 X100 Z–5 F0.25 S600 T0101;
8. Giải thích câu lệnh sau:
   G02 G96 X30 Z–30 I30 K–15 F0.2 S180;

Chương 5

KỸ THUẬT LẬP TRÌNH (THEO HỆ FANUC 21)

5.1. LẬP TRÌNH GIA CÔNG CƠ BẢN TRÊN MÁY CÔNG CỤ CNC

5.1.1. Mô tả các chức năng lệnh G trên máy tiện

**** Lệnh G00: lệnh vị trí – dịch chuyển nhanh bàn xe dao***

Cấu trúc câu lệnh:

N...G00 X(U)..... Z(W)....;

Bàn dao dịch chuyển nhanh đến điểm đích có toạ độ:

X.... Z... (U... W...).

Lệnh G00 sẽ bỏ qua các giá trị lượng chạy dao xác định bởi lệnh F.

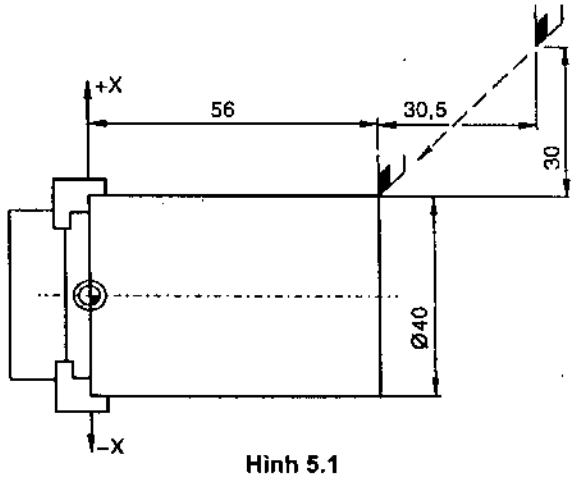
Ví dụ: (hình 5.1)

Với toạ độ tuyệt đối:

N50 G00 X40 Z56 ;

hoặc với toạ độ tương đối:

N50 G00 U–30 W–30.5 ;



Hình 5.1

**** Lệnh G01: nội suy đường thẳng***

Lệnh này sử dụng để dịch chuyển dụng cụ ở chế độ cắt gọt đến vị trí điểm đích theo đường thẳng.

Cấu trúc câu lệnh:

N... G01X(U)...Z(W).... F...;

Ví dụ: (hình 5.2)

N...G95

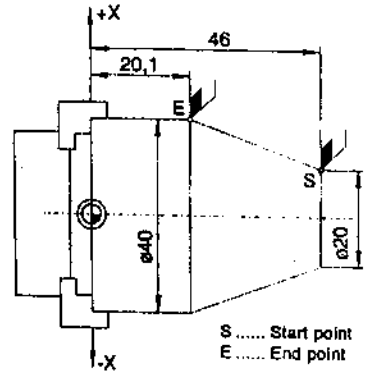
.....

N20 G01X40Z20.1F0.1 ;

hoặc: N... G95 F0.1 ;

.....

N20G01U20W–25.9 ;



Hình 5.2

**** Chèn thêm vát mép hoặc vê tròn góc***

Các lệnh vát mép và vê góc chỉ có tác dụng đối với lệnh G01/G00.

Lệnh dịch chuyển sau đó phải được bắt đầu từ điểm b trên bản vẽ. Khi lập trình theo toạ độ tương đối thì cũng có thể sử dụng điểm b. Với chế độ chạy từng câu lệnh thì dụng cụ sẽ dừng lại ở điểm c sau đó là d. Nếu dịch chuyển ở trong một khối lệnh mà quá ngắn thì máy sẽ không gia công vát cạnh hoặc vê góc hoặc sẽ báo lỗi No.055.

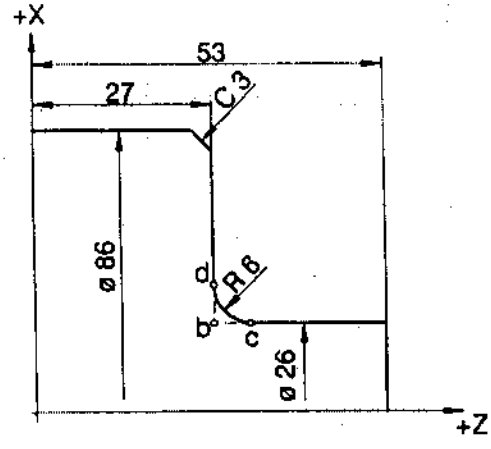
Ví dụ: (hình 5.3)

N95G01X26Z53 ;

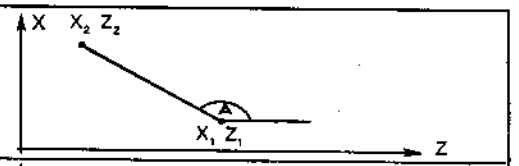
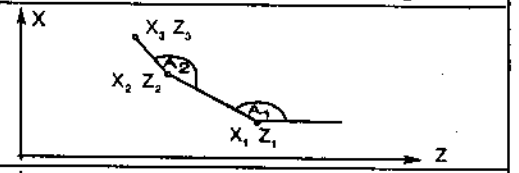
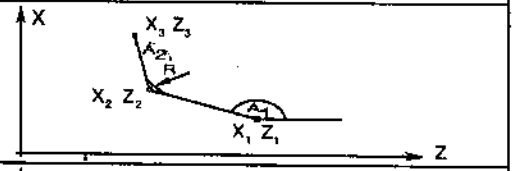
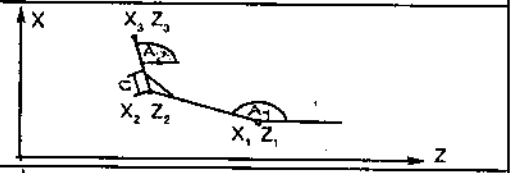
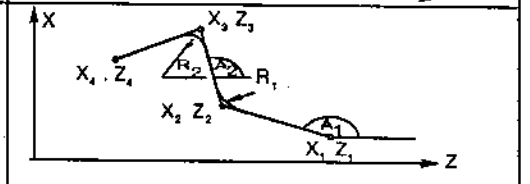
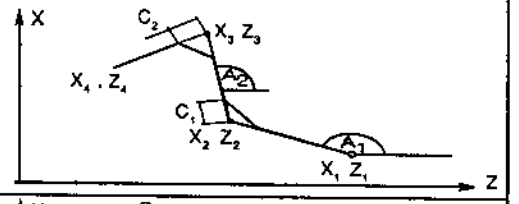
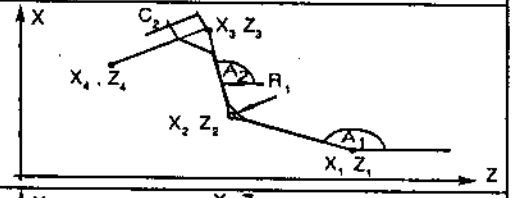
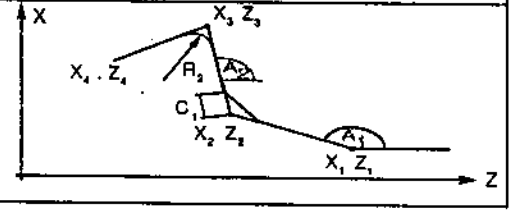
N100G01X26Z27R6 ;

N105G01X86Z27C3 ;

N110G01X86Z0 ; Hình 5.3.



Hình 5.3

1	X_2... (Z_2...) A...	
2	A_1... X_3... Z_3... A_2...	
3	X_2... Z_2... R... X_3... Z_3... oder A_1... R... X_3... Z_3... A_2...	
4	X_2... Z_2... C... X_3... Z_3... oder A_1... C... X_3... Z_3... A_2...	
5	X_2... Z_2... R_1... X_3... Z_3... R_2... X_4... Z_4... oder A_1... R_1... X_3... Z_3... A... R_2... X_4... Z_4...	
6	X_1... Z_1... C_1... X_3... Z_3... C_2... X_4... Z_4... or A_1... C_1... X_3... Z_3... A_2... C_2... X_4... Z_4...	
7	X_2... Z_2... R_1... X_3... Z_3... C_2... X_4... Z_4... or A_1... R_1... X_3... Z_3... A_2... C_2... X_4... Z_4...	
8	X_2... Z_2... C_1... X_3... Z_3... R_2... X_4... Z_4... or A_1... C_1... X_3... Z_3... A_2... R_2... X_4... Z_4...	

Hình 5.4

Việc bỏ đi các toạ độ điểm trung gian là cần thiết để giảm khối lượng tính toán.

Trong chương trình các góc (A), vát (C), và bán kính (R) có thể được lập trình trực tiếp.

**** Lệnh G02/G03: lệnh nội suy cung tròn cùng/ngược chiều kim đồng hồ*** (hình 5.5)

Lệnh này sẽ dịch chuyển dụng cụ theo một quỹ đạo là cung tròn đến điểm đích với lượng chạy dao F.

Cấu trúc câu lệnh:

N... G02/G03 X(U)... Z(W)... I...K...F... ;

hoặc: N... G02/G03X(U)... Z(W)... R...F...;

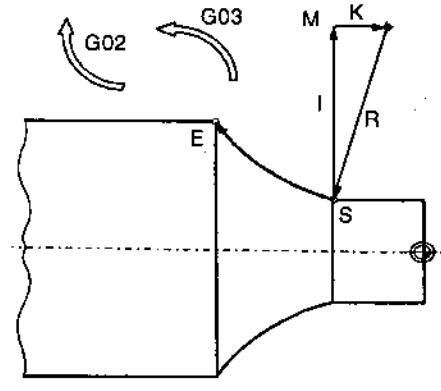
– X, Z: điểm cuối của cung tròn.

– U, W, I, K: là các tham số theo giá trị tương đối.

– R: là bán kính cung tròn.

Chú ý:

Giá trị I và K là 0 có thể bỏ qua. Giá trị R là âm nếu cung lớn hơn 180° và dương nếu cung nhỏ hơn 180°.



Hình 5.5

**** Lệnh G04: lệnh dừng***

Dịch chuyển dụng cụ sẽ dừng lại tại điểm đích với giá trị dừng X, U hoặc P.

Cấu trúc câu lệnh:

N... G04X(U).... ;(giây)

hoặc: N... G04P... ;(ms)

Chú ý:

+ Không được sử dụng giá trị thập phân cho P.

+ Thời gian dừng được tính bắt đầu tại thời điểm tốc độ dịch chuyển bằng không.

+ Thời gian dừng lớn nhất t_{max} = 2000s; nhỏ nhất t_{min} = 0,1s.

**** Lệnh G10***

Lệnh G10 cho phép ghi đè dữ liệu điều khiển, các tham số chương trình, dữ liệu dụng cụ...

G10 thường được sử dụng để lập trình điểm gốc phôi.

Ví dụ: Dịch điểm gốc

Cấu trúc câu lệnh:

N... G10P... X... Z... R... Q... ;

hoặc: N... G10P... U... W... C... Q... ;

Ở đây P là lượng mòn dao, P0 giá trị dịch chuyển nhanh về hệ toạ độ phôi; P1 – P64...

X... lượng bù theo phương X (tuyệt đối).

Z... lượng bù theo phương Z (tuyệt đối).

U... lượng bù theo phương X (gia số).

W... lượng bù theo phương Z (gia số).

R... bán kính mũi dao.

Q... số hiệu mũi dao.

Với lệnh G10 P0 điểm gốc phôi sẽ bị ghi đè.

**** Lệnh G28: về điểm tham chiếu***

Cấu trúc câu lệnh:

N... G28X(U)... Z(W)... ;

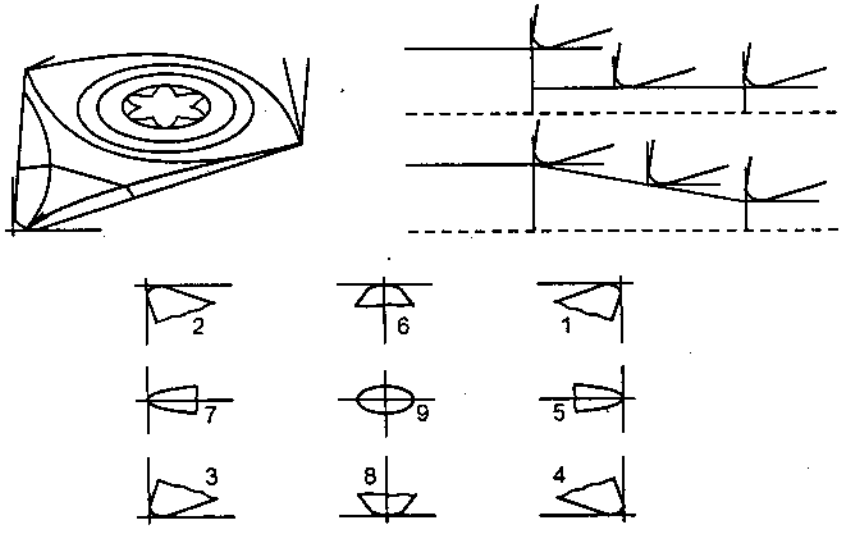
X, Z, U, W: là các giá trị trung gian. Lệnh G28 dịch chuyển nhanh dụng cụ về điểm tham chiếu qua điểm trung gian.

**** Các lệnh bù dụng cụ***

Để xác định rõ lệnh bù dụng cụ thì phải hiểu rõ nguyên nhân tại sao lại phải bù dụng cụ. Bởi vì khi đo dụng cụ thì ta chỉ đo được vị trí mũi dụng cụ theo hại phương X và Z (với máy tiện). Trong thực tế, mũi dao luôn có bán kính cong. Khi nội suy, bộ điều khiển tính toán các toạ độ

của dao theo các giá trị được nhập vào mà không tính bù trừ bán kính cong của mũi dao nên xuất hiện sai số biên dạng. Các toạ độ sử dụng là khoảng dịch của dụng cụ do đó chỉ là lý thuyết. Khi dịch chuyển dụng cụ theo một trục toạ độ thì điều này không gây ảnh hưởng đến độ chính xác về kích thước và hình dáng của chi tiết gia công. Tuy nhiên với những biên dạng đòi hỏi phải phối hợp đồng thời hai hay nhiều hơn số trục chuyển động thì bán kính cong của mũi dao sẽ gây ra sai số về biên dạng và kích thước của chi tiết gia công. Cụ thể như hình vẽ thì sai số kích thước lớn nhất sẽ xuất hiện khi góc côn của mặt côn là 45°...

Với chức năng bù bán kính dụng cụ thì sai số do bán kính cong dụng cụ gây ra sẽ được bù trừ nhờ bộ điều khiển NC (hình 5.6).



Hình 5.6

**** Lệnh G40: xoá bù bán kính dụng cụ***

Lệnh này có tác dụng xoá chức năng bù bán kính dụng cụ của lệnh G41 và G42 và chỉ được sử dụng kết hợp với lệnh dịch chuyển G00 và G01 trong cùng một khối lệnh.

**** Lệnh G41: bù bán kính dụng cụ - bù trái*** (hình 5.7)

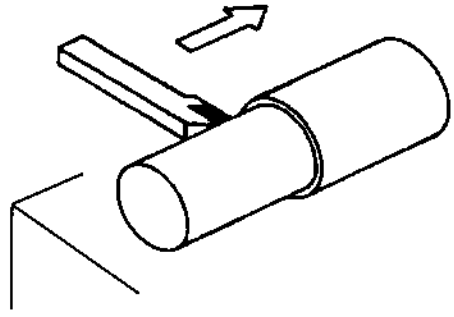
Nếu theo quỹ đạo dịch chuyển, dụng cụ (như hình vẽ) nằm bên trái của phần vật liệu gia công thì sử dụng chức năng này

Chú ý:

Không được dùng trực tiếp G42 ngay sau G41. Phải sử dụng G40 để xoá bù trái trước khi dùng G42.

Phải định nghĩa dụng cụ cũng như bán kính dụng cụ ở phần cài đặt dụng cụ.

Việc chọn lệnh bù chỉ được sử dụng với khối lệnh có G00 và G01.



Hình 5.7

**** Lệnh G42: bù bán kính dụng cụ – bù phải*** (hình 5.8)

Nếu theo quỹ đạo dịch chuyển, dụng cụ nằm ở bên phải của vật liệu gia công thì sử dụng lệnh bù phải.

**** Lệnh G70: đơn vị đo theo hệ INCH***

Cấu trúc câu lệnh:

N... G70 ;

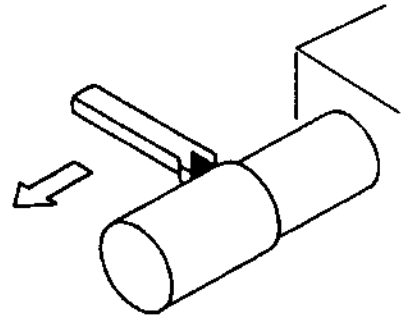
Với lệnh G70 thì các giá trị sau đây sẽ chuyển đổi về đơn vị inch.

– Lượng chạy dao (mm/ph → inch/ph, mm/vòng → inch/vòng).

– Lượng dịch (điểm gốc, dụng cụ, mòn...).

– Quỹ đạo dụng cụ.

– Hiển thị toạ độ.



Hình 5.8

Chú ý:

+ Lệnh G70 nên được đặt ở khối lệnh đầu tiên của chương trình để chương trình rõ ràng.

+ Hệ thống đo lường sẽ có tác dụng cho đến khi tắt máy.

+ Để quay trở về hệ thống đo gốc nên sử dụng chế độ MDI.

**** Lệnh G71: đơn vị đo theo hệ mét***

Cấu trúc câu lệnh:

N... G71 ;

(xem lệnh G70).

**** Lệnh G90: lập trình theo hệ toạ độ tuyệt đối***

Cấu trúc câu lệnh:

N... G90 ;

Các địa chỉ phải được lập trình:

X...: đường kính.

U+/–: giá trị gia số theo đường kính (kể cả trong chu trình).

Z+/–: giá trị tuyệt đối (theo điểm gốc phôi).

W+/–: khoảng dịch chuyển theo gia số.

Chú ý:

– Có thể chuyển đổi trực tiếp giữa các lệnh G90 và G91 ở các khối lệnh.

– G90 có thể được đặt trong một khối lệnh cùng với các lệnh G khác.

**** Lệnh G91: lập trình theo hệ toạ độ gia số***

Cấu trúc câu lệnh:

N... G91;

Các địa chỉ sau đây được lập trình:

X, U – đường kính.

Z,W – chiều dài.

**** Lệnh G92: giới hạn tốc độ trục chính hoặc thiết lập hệ toạ độ***

Lệnh G92 giới hạn tốc độ trục chính

Cấu trúc câu lệnh:

N... G92 S... ; (giới hạn tốc độ trục chính).

Lệnh này dùng để thiết lập giới hạn tốc độ tối đa của trục chính (vòng/phút) cùng với lệnh G96.

**** Lệnh G92: thiết lập hệ toạ độ***

Cấu trúc câu lệnh:

N... G92X... Z... ; (thiết lập hệ tọa độ)

hoặc: N... G92U... W... ; (dịch gốc toạ độ)

Dịch điểm gốc phôi với lệnh G92 là lệnh mô thái và không xoá được bằng lệnh M30 hoặc RESET. Trong trường hợp này, nhớ thiết lập lại điểm gốc bằng lệnh G92 trước khi chương trình kết thúc.

Khi dịch gốc sử dụng gia số thì giá trị điểm gốc cuối cùng là gia số.

**** Lệnh G94: khai báo lượng chạy dao theo mm/phút***

Khi thực hiện lệnh này lượng chạy dao điều khiển theo đơn vị mm/phút.

Cấu trúc câu lệnh:

N... G94F... ;

**** Lệnh G95: khai báo lượng chạy dao theo mm/vòng***

Khi thực hiện lệnh này lượng chạy dao điều khiển theo đơn vị mm/vòng.

Cấu trúc câu lệnh:

N... G95F... ;

**** Lệnh G96: lập trình với tốc độ trục chính không đổi (đơn vị m/phút)***

Bộ điều khiển sẽ liên tục tính toán số vòng quay trục chính để đảm bảo tốc độ cắt không đổi.

Cấu trúc câu lệnh:

N... G96S... ;

**** Lệnh G97: lập trình với tốc độ trục chính thay đổi (đơn vị vòng/phút)***

Cấu trúc câu lệnh:

N... G97S... ;

5.1.2. Mô tả lệnh G trên máy phay

Cũng tương tự như trên máy tiện CNC, các lệnh G trên máy phay được mô tả như sau:

**** G00: dịch chuyển nhanh***

Cấu trúc câu lệnh:

N... G00X(U)... Y(V)... Z(W)... ;

Bàn máy sẽ dịch chuyển với tốc độ lớn nhất tới điểm đích được lập trình (để thay đổi dụng cụ, bắt đầu chương trình gia công...).

Chú ý:

– Giá trị lượng chạy dao được lập trình trước đó sẽ bị bỏ qua khi thực hiện lệnh G00.

– Tốc độ dịch chuyển bàn máy tối đa được thiết lập bởi nhà sản xuất.

– Có thể tăng giảm tốc độ dịch chuyển bằng điều chỉnh núm điều khiển bước tiến.

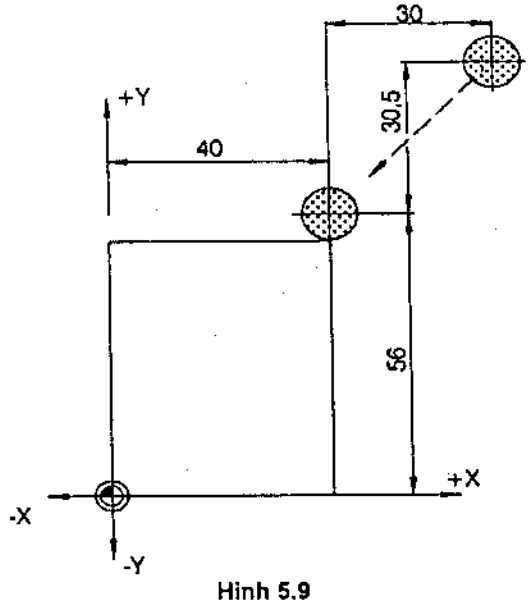
Ví dụ: Hình 5.9

– Với G90 (lập trình theo hệ toạ độ tuyệt đối)

N50 G00 X40 Y56 ;

– Với G91 (lập trình theo hệ toạ độ tương đối)

N50 G00X–30Y– 30.5;



Hình 5.9

**** Lệnh G01: nội suy đường thẳng***

Cấu trúc câu lệnh:

N... G01 X(U)... Y(V)... Z(W)... F... ;

Chạy dao gia công theo đường thẳng tới điểm đích có toạ độ X,Y,Z (hoặc U,V,W) với lượng chạy dao được lập trình.

Ví dụ: Hình 5.10

– Với G90 (lập trình theo hệ toạ độ tuyệt đối)

N... G94 ;

....

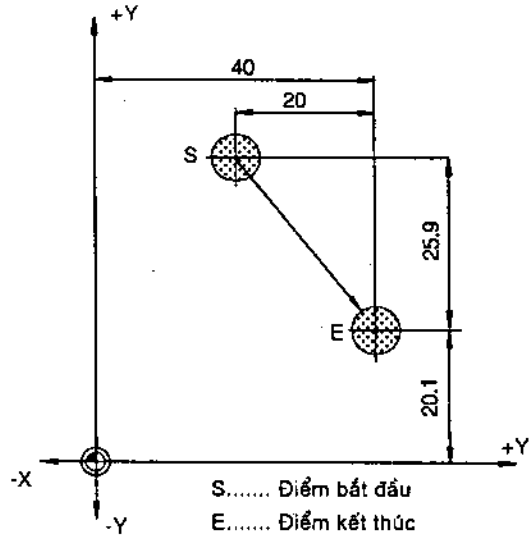
N20 G01 X40 Y20.1 F500 ;

– Với G91 (lập trình theo hệ toạ độ tương đối)

N... G94;

....

N20 G01 X20 Y–25.9 F500;



Hình 5.10

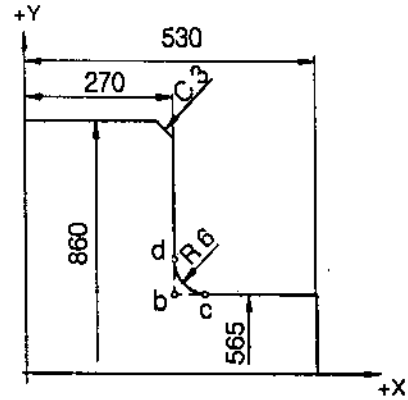
** Vát mép và vê tròn góc*

Cũng như lập trình trên máy tiện, máy phay có thể lập trình để thực hiện tự động việc vát mép hoặc vê tròn góc bằng cách đưa vào khối lệnh G01 hoặc G00 tham số C hoặc R (hình 5.11)

Cấu trúc câu lệnh:

N... G00/G01 X... Y... C;

N...G00/G01 X... Y... R ;



Hình 5.11

Chú ý: Việc lập trình có vát mép và vê góc chỉ thực hiện trong mặt phẳng làm việc. Các công việc có thể lập trình trong mặt phẳng XY (với G17) là:

– Dịch chuyển từ điểm đầu đến điểm b như bản vẽ.

– Khi lập trình theo gia số thì khoảng cách từ điểm b phải được lập trình.

– Khi chạy từng câu lệnh, dụng cụ sẽ bắt đầu ở c và kết thúc ở d.

– Máy sẽ cảnh báo ở trạng thái sau:

+ Nếu khoảng dịch chuyển quá nhỏ thì máy báo lỗi No. 055.

+ Nếu ở câu lệnh thứ hai mà không có lệnh G00/G01 thì máy báo lỗi No 51,52.

**** Lệnh G02/G03: nội suy cung tròn cùng chiều/ngược chiều kim đồng hồ***

Cấu trúc câu lệnh: (hình 5.12)

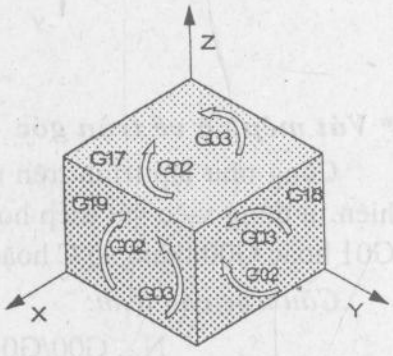
N... G02/G03 X... Y... Z... I... J... K...F... ;

Hoặc: N... G02/G03 X... Y... Z... R...F... ;

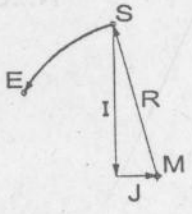
– X, Y, Z là toạ độ điểm cuối cung tròn.

– I, J, K là tham số cung tròn theo gia số (khoảng cách từ điểm đầu cung tròn tới tâm cung tròn) tương ứng với các trục X, Y, Z.

– R là bán kính cung tròn (nếu cung tròn lớn hơn nửa vòng tròn thì R mang dấu âm, nếu nhỏ hơn mang dấu dương). R không đi với tham số I, J, K.



Khi gặp lệnh này, dụng cụ sẽ di chuyển theo quỹ đạo cung tròn cùng hoặc ngược chiều kim đồng hồ với lượng chạy dao lập trình:



Hình 5.12

$$G17\begin{Bmatrix}G02\\G03\end{Bmatrix}Xp-Yp-\begin{Bmatrix}I-J-\\R-\end{Bmatrix}F-;$$

$$G18\begin{Bmatrix}G02\\G03\end{Bmatrix}Xp-Zp-\begin{Bmatrix}I-K-\\R-\end{Bmatrix}F-;$$

$$G17\begin{Bmatrix}G02\\G03\end{Bmatrix}Yp-Zp-\begin{Bmatrix}I-J-\\R\end{Bmatrix}F-;$$

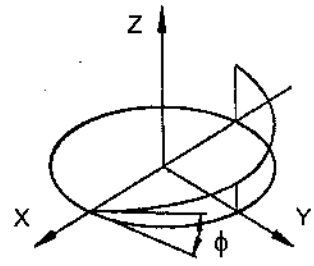
Chú ý:

– Nội suy cung tròn chỉ được thực hiện trong mặt phẳng làm việc.

– Nếu giá trị I, J, K bằng không thì có thể bỏ qua.

** Nội suy đường xoắn:*

Thông thường với cung tròn, ta chỉ lập trình theo hai trục. Các trục này được xác định trong mặt phẳng làm việc. Nếu thêm một trục thẳng đứng thứ ba được lập trình thì quỹ đạo chuyển động của dao sẽ là đường xoắn (hình 5.13).



Hình 5.13

Không thực hiện chạy dao theo lượng chạy dao lập trình dọc theo đường cong mà tốc độ dịch chuyển theo lượng chạy dao lập trình chiếu xuống cung tròn lập trình. Dịch chuyển thẳng của dụng cụ theo trục thứ ba sẽ tới điểm đích lập trình khi chiếu xuống điểm cuối của cung tròn được lập trình.

Hạn chế của lệnh nội suy đường xoắn là chỉ thực hiện được trong mặt phẳng với G17, góc nâng của đường xoắn phải nhỏ hơn 45°.

** Lệnh G04: dừng dụng cụ*

Cấu trúc câu lệnh:

N... G04 X... ; (giây)

hoặc: N... G04 p.... ; (ms)

Dụng cụ sẽ dừng không dịch chuyển theo thời gian được định nghĩa bởi tham số X hoặc P. Lệnh này dùng để làm sắc các cạnh chuyển tiếp hoặc vét đều đáy rãnh.

Chú ý:

– Không sử dụng số thập phân với tham số P.

– Việc dừng bắt đầu khi tốc độ dịch chuyển của dụng cụ bằng không.

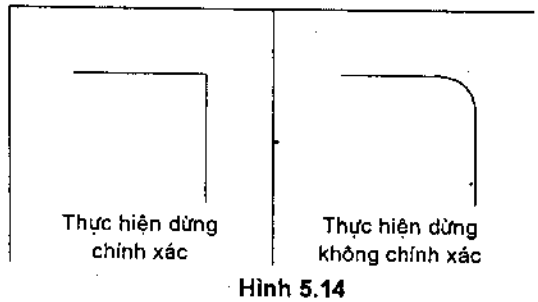
+ Thời gian dừng lớn nhất t_{max}= 2000 s; nhỏ nhất t_{min}= 0,1s.

** Lệnh G09: lệnh dừng chính xác*

Cấu trúc câu lệnh:

N... G09 ;

Khối lệnh sẽ được tự động thực hiện, góc lượn không được tạo ra, dao sẽ dịch chuyển chính xác để tạo thành góc nhọn.



Hình 5.14

**** Lệnh G15: điểm kết thúc nội suy theo toạ độ cực***

**** Lệnh G16: bắt đầu nội suy hệ toạ độ cực.***

Cấu trúc câu lệnh:

N... G15/G16 ;

Giữa các điểm G16 và G15 các toạ độ điểm được định nghĩa theo hệ toạ độ cực.

Việc lựa chọn mặt phẳng sử dụng toạ độ cực được lập trình theo G17 – G19, theo địa chỉ của trục thứ nhất là bán kính được lập trình, địa chỉ của trục thứ hai là góc lập trình và liên hệ tới gốc phôi.

Ví dụ: Hình 5.15

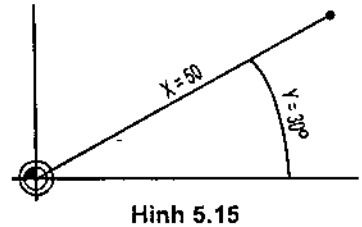
...

N75G17G16 ;

N80G01 X50 Y30;

– Trục thứ nhất: bán kính X = 50.

– Trục thứ hai: góc $\gamma = 30^0$.



Hình 5.15

**** Lệnh G17, G18, G19: lựa chọn mặt phẳng làm việc***

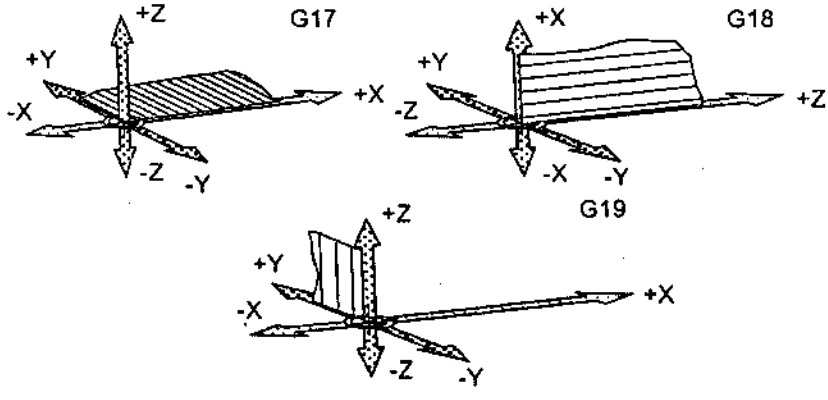
Cấu trúc câu lệnh:

N... G17/G18/G19 ;

Từ G17 đến G19 sử dụng để định nghĩa mặt phẳng thực hiện nội suy cung tròn và nội suy toạ độ cực, tính toán bù bán kính dụng cụ.

Chiều dài của dụng cụ được bù theo trục thẳng đứng với mặt phẳng làm việc:

– G17 Mặt phẳng XY
– G18 Mặt phẳng ZX
– G19 Mặt phẳng YZ



Hình 5.16

** Lệnh G20: hệ thống đo theo đơn vị INCH*

Cấu trúc câu lệnh:

N.... G20 ;

Việc lập trình theo lệnh G20 cho phép các giá trị sau đây chuyển đổi về đơn vị INCH

– Bước tiến (mm/phút → inch/phút; mm/vòng → inch/vòng).

– Giá trị dịch (kích thước hình học, mòn dụng cụ...).

– Dịch chuyển dụng cụ.

– Vị trí hiển thị trên màn hình.

– Tốc độ cắt.

Chú ý:

– Nên sử dụng G20 ở khối lệnh đầu tiên để chương trình rõ ràng.

– Hệ thống đo lường sẽ có tác dụng ngay cả khi tắt công tắc nguồn.

– Để quay trở về hệ thống đo ban đầu, tốt nhất là nên sử dụng chế độ MDI.

** Lệnh G21: hệ thống đo lường theo đơn vị mm*

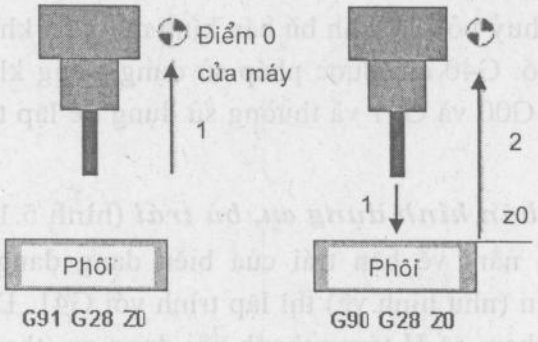
Cấu trúc câu lệnh:

N... G21 ;

(Xem G20)

** Lệnh G28: về điểm tham chiếu*

Ngoài thao tác trở về điểm tham chiếu bằng tay, trong chương trình khi cần thiết (thay dao, kết thúc chương trình...) ta có thể dùng G28.



Hình 5.17. Lệnh trở về điểm tham chiếu

G28: Lệnh G28 chỉ thị chạy dao nhanh từ điểm hiện thời qua điểm trung gian và sau đó trở về điểm tham chiếu máy:

– Trở về điểm tham chiếu theo 1 trục: G28 Z...;

– Trở về điểm tham chiếu theo hai trục: G28 X....Y....;

– Trở về điểm tham chiếu theo 3 trục: G28 X... Y.... Z.... ;

Điểm trung gian chọn bất kỳ. Thường là một điểm an toàn nào đó.

Lưu ý: G28 thường sử dụng với lệnh G91: G28 làm dao di chuyển nhanh bất chấp chế độ trước đó.

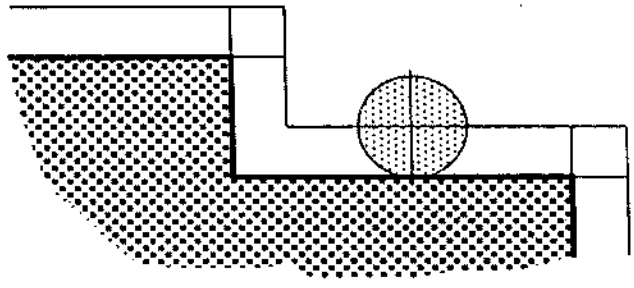
Ví dụ:

G91 G28 Z0: rút thẳng dao về điểm tham chiếu theo phương z;

G91 G28 X0 Y0: trở về điểm tham chiếu theo phương XY.

**** Bù bán kính dụng cụ***

Bằng lệnh bù bán kính dụng cụ thì bộ điều khiển sẽ tiến hành điều chỉnh quỹ đạo dụng cụ theo một đường song song với biên dạng được lập trình theo bán kính dụng cụ được khai báo (hình 5.18)



Hình 5.18

**** Lệnh G40: xoá bù bán kính dụng cụ***

Lệnh G40 sẽ huỷ bỏ các lệnh bù bán kính dụng cụ khai báo trong các khối lệnh trước đó. G40 chỉ được phép sử dụng trong khối lệnh với các lệnh dịch chuyển G00 và G01 và thường sử dụng để lập trình khi rút dao về vị trí thay dao.

**** Lệnh G41: bù bán kính dụng cụ, bù trái*** (hình 5.19)

Nếu dụng cụ nằm về bên trái của biên dạng đang gia công theo hướng dịch chuyển (như hình vẽ) thì lập trình với G41. Để tính toán một bán kính dao thì tham số H trong thanh ghi dụng cụ (thanh ghi dịch) đại diện cho bán kính dụng cụ phải được lập trình và được gọi với lệnh G41.

Ví dụ:

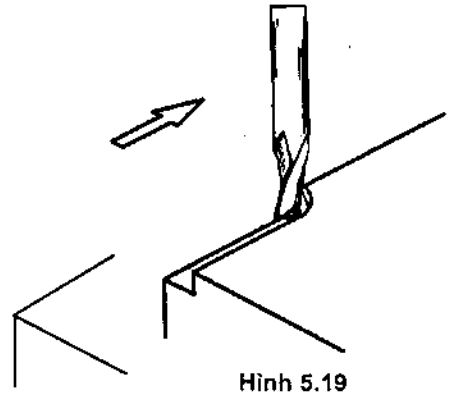
N... G41 H... ;

Chú ý:

– Việc đổi hướng G41 và G42 không được phép nếu không sử dụng lệnh xoá bù bán kính ở giữa hai lệnh.

– Lệnh G41 chỉ được tổ hợp với các lệnh G00 hoặc G01.

– Tham số lập trình H là tham số mô thức và không điều kiện.



Hình 5.19

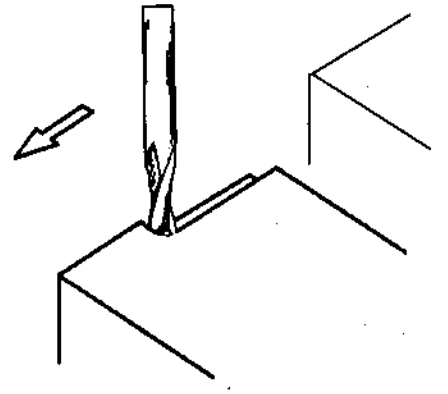
**** Lệnh G42: bù bán kính dụng cụ, bù phải*** (hình 5.20)

Nếu dụng cụ nhìn theo hướng chuyển động mà nằm bên phải biên dạng đang gia công thì sử dụng lệnh G42.

Chú ý: (xem lệnh G41)

Với các cung thì dịch chuyển luôn tiếp tuyến với cung tại điểm đầu và điểm cuối.

Đường dịch chuyển vào và ra khỏi biên dạng luôn phải lớn hơn bán kính dao, nếu không máy sẽ dừng và báo lỗi.



Hình 5.20

Nếu các thành của biên dạng nhỏ hơn bán kính dao thì sẽ không thể gia công được, lúc này máy sẽ tính toán tiếp ba khối lệnh sau để nhận dạng biên dạng sẽ không hoàn chỉnh, ngắt chương trình và báo lỗi. Hình 5.20.

**** Lệnh G43: bù chiều dài dụng cụ, bù dương***

**** Lệnh G44: bù chiều dài dụng cụ, bù âm***

Cấu trúc câu lệnh:

N... G43 ;

N... G44 ;

Với lệnh G43 và G44 thì giá trị từ thanh ghi dịch được gọi và thêm vào hoặc bớt đi chiều dài dụng cụ. Tất cả các dịch chuyển theo phương Z (theo mặt phẳng XY) trong chương trình sẽ được bù trừ đi lượng này.

Ví dụ:

N... G43H05;

Giá trị trong thanh ghi với H05 sẽ được thêm vào giá trị dịch chuyển theo Z theo chiều dài dụng cụ.

**** Lệnh G49: xoá bù chiều dài dụng cụ***

Lệnh này xoá bỏ hiệu lực của lệnh G43, G44.

**** Lệnh G50: xoá hệ số tỷ lệ, xoá lấy đối xứng***

**** Lệnh G51: lấy tỷ lệ, lấy đối xứng***

Cấu trúc câu lệnh:

N... G50 ;

N... G51 X... Y...Z... I... J... K... ;

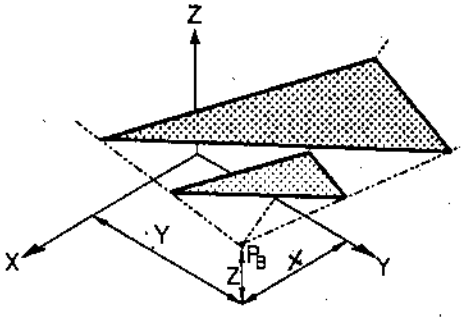
Với lệnh G51, tất cả các dữ liệu vị trí sẽ được tính toán theo một tỷ lệ cho đến khi sử dụng lệnh xoá G50 (hình 5.21).

– X, Y, Z là toạ độ của điểm gốc lấy tỷ lệ.

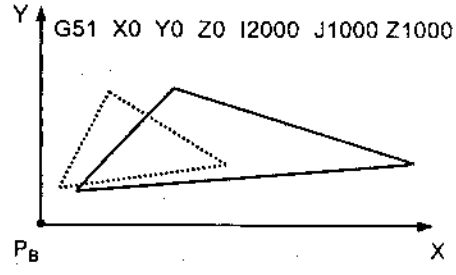
– I, J, K là hệ số tỷ lệ theo phương X, Y, Z (theo 1/2000).

– Nếu sử dụng hệ số tỷ lệ khác nhau cho các trục thì biên dạng chi tiết sẽ bị biến dạng (hình 5.22).

Dịch chuyển theo cung tròn không được phép biến dạng, nếu không máy sẽ báo lỗi.



Hình 5.21



Hình 5.22

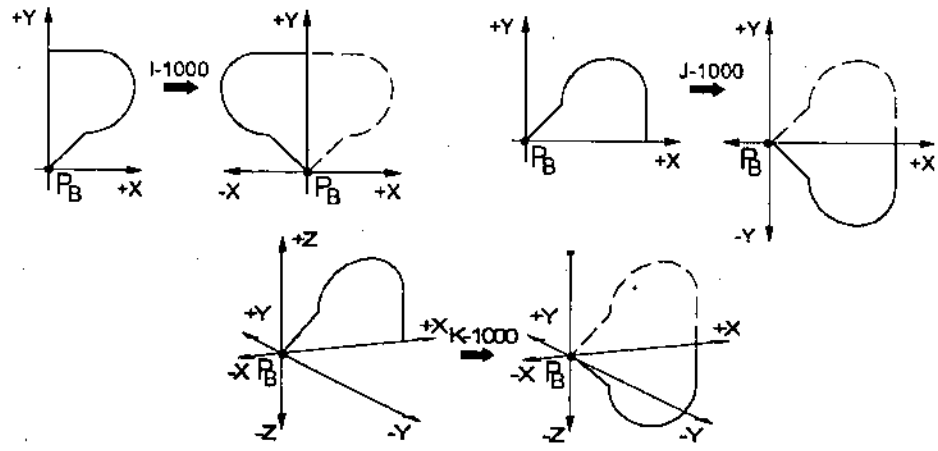
+ Lấy đối xứng biên dạng chi tiết (hình 5.23).

– Khi đưa vào hệ số tỷ lệ âm, biến dạng chi tiết sẽ được lấy đối xứng qua điểm gốc P_B.

– Nếu I –1000 thì các vị trí của X sẽ được lấy đối xứng qua mặt phẳng YZ.

– Nếu J –1000 thì các vị trí của Y sẽ được lấy đối xứng qua mặt phẳng ZX.

– Nếu lập trình K–1000 thì tất cả các vị trí của Z sẽ được lấy đối xứng qua mặt phẳng XY.



Hình 5.23

**** Lệnh G52: hệ toạ độ địa phương***

Cấu trúc câu lệnh:

N... G52X... Y... Z.... ;

Với lệnh G52 vị trí của điểm gốc của toạ độ thực sẽ được dịch chuyển đến vị trí có toạ độ X,Y,Z. Bằng lệnh này ta có thể tạo hệ toạ độ mới theo hệ toạ độ ban đầu.

**** Lệnh G53: hệ toạ độ máy***

Cấu trúc câu lệnh:

N... G53 ;

Điểm gốc máy được nhà sản xuất thiết lập với các máy EMCO thì điểm gốc của máy tại điểm góc trước bên trái của bàn máy.

Một số công việc (thay đổi dụng cụ, vị trí đo lường...) luôn được thực hiện tại cùng một vị trí trong vùng làm việc.

Dùng lệnh G53 để xoá dịch chuyển gốc toạ độ trong một khối lệnh và lệnh này chỉ có tác dụng trong khối.

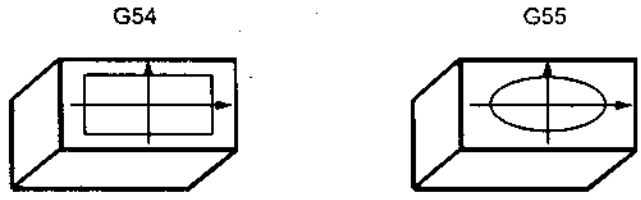
**** Lệnh G54 → G59: dịch điểm gốc từ 1 → 6***

Khi chương trình yêu cầu sử dụng nhiều hệ toạ độ, việc thay đổi giá trị toạ độ trở nên phức tạp.

Phần lớn các hệ điều khiển CNC đều có khả năng xác lập cùng một lúc nhiều hệ toạ độ làm việc. Lúc này ta sử dụng G54, G55, G56, G57, G58, G59.

Ngoài ra dùng G54 → G59 có rất nhiều ưu điểm so với G92, do vậy khi lập trình gia công đa số ta sử dụng G54 → G59 thay cho G92. Xác định cùng lúc được tối đa 6 hệ toạ độ từ G54 → G59.

Ví dụ:



Hình 5.24

Hai chi tiết trên hình 5.24 có thể được gia công liên tục với 1 chương trình:

```
O0001;
G90 G54 G00 X0 Y0;
```

Làm việc với chi tiết hình chữ nhật:

```
G90 G55 G00 X0 Y0;
```

Làm việc với chi tiết hình elipse

```
.....
M30;
```

**** Cài đặt G54 → G59:***

Nếu trong chương trình sử dụng G54 → G59, trước khi thực thi chương trình ta phải cài đặt vị trí của G54 → G59 vào bộ nhớ máy.

Trình tự các bước cài đặt G54 như sau:

– Gá đặt chi tiết gia công lên bàn máy.

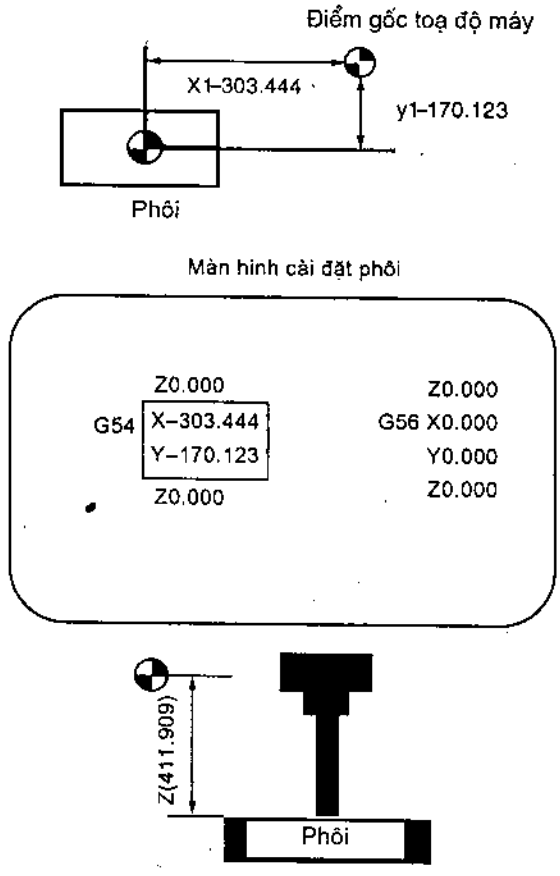
– Định tâm chuẩn (X,Y) của chi tiết so với điểm không của hệ toạ độ máy (hình 5.25). Khi không cần chính xác ta có thể di chuyển dao đến vị trí mong muốn bằng chế độ Jog Feed hoặc Manual Handle Feed rồi quan sát bằng mắt. Khi cần chính xác ta phải dùng các thiết bị dò cơ khí hoặc quang học để xác định vị trí toạ độ cần cài đặt.

– Đưa giá trị này vào bộ nhớ hệ điều khiển (màn hình work offset). Để vào màn hình này thông thường ta chọn Offset → WORK → G54 ... G59.

– Định tâm chuẩn (Z) của chi tiết so với điểm không của hệ toạ độ máy: di chuyển spindle đến vị trí mong muốn theo phương Z, để đảm bảo độ chính xác ta không cho dao tiếp xúc trực tiếp với phôi mà dùng cữ đo

(block gauge). Toạ độ Z đưa vào màn hình offset sẽ là toạ độ hiện tại trừ đi kích thước của cữ đo. Ở hình dưới, đỉnh của workpiece được chỉ định là Z = 0 (hình 5.26).

– Đưa giá trị Z1 này vào bộ nhớ hệ điều khiển (màn hình work offset). Khi G54 được chỉ định, chương trình sẽ sử dụng tâm của workpiece làm điểm chuẩn gia công.



Hình 5.26

Khi lập trình, phải nhớ xác định lựa chọn G54 → G59. Một số hệ điều khiển mặc định G54.

Ví dụ:

```
O0001;
G90 G54 G00 X0 Y0;
.....
..... M30;
```

*** So sánh giữa G92 và G54 → 59**

	G92	G54 → 59
Cách cài đặt	Bằng chương trình làm việc chế độ MDI	Bằng màn hình work offset screen
Ưu điểm	Đơn giản, dễ cài đặt, thích hợp với hệ điều hành cũ	Không mất khi ngắt nguồn điện, có thể sử dụng với hệ toạ độ cục bộ G52
Nhược điểm	Sẽ mất khi ngắt điện hoặc trở về điểm tham chiếu	

**** Hệ toạ độ cục bộ G52 (modal)***

Để tiện lợi khi lập trình đôi khi ta cần phải dịch chuyển toạ độ làm việc đến vị trí nào đó, trong trường hợp này ta dùng lệnh dời trục toạ độ G52, hệ toạ độ gia công khi được dời đến toạ độ mới gọi là hệ toạ độ cục bộ.

Lưu ý: Giá trị toạ độ gia công G54, G55 ... không thay đổi khi dùng G52 mà chỉ tạm thời dời đến vị trí mới.

Câu lệnh: (G54, G55,...) G52 X... Y... Z... ;

Bỏ G52 bằng câu lệnh sau: G52 X0 Y0 Z0.

Ví dụ: (hình 5.27).

G54 G90

.....

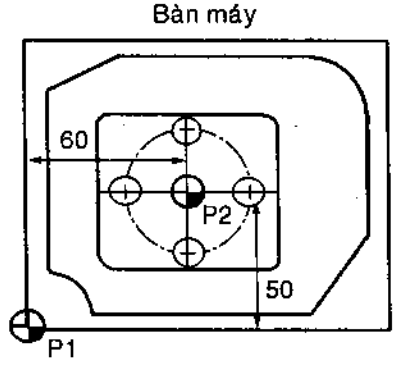
G52 X60 Y50; (sau câu lệnh này G54 tạm thời dời từ P1→ P2)

.....

(Gia công theo toạ độ P2)

G52 X0 Y0 (chuyển G54 về lại P1)

G00 X0 Y0 (đưa dao về lại gốc P1)

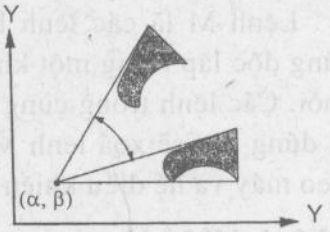


Hình 5.27

* ***Lệnh G68/G69: quay hệ toạ độ*** (hình 5.28)

Cấu trúc câu lệnh:

N... G68 α... β... R... ;
N... G69 ;
G68 – Quay hệ toạ độ
G69 – Dừng quay hệ toạ độ
α/β – Các toạ độ của tâm quay trong mặt phẳng tương ứng.
R– Góc quay.

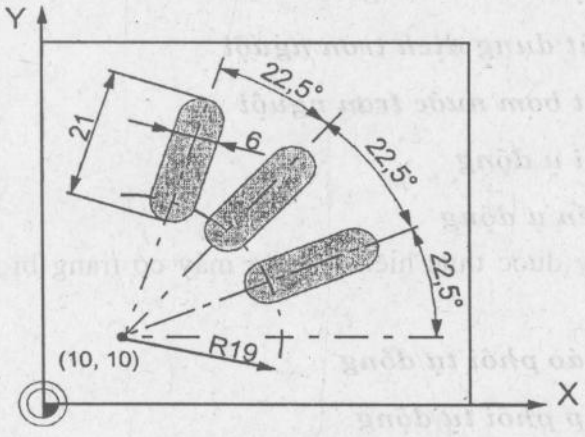


Hình 5.28

Ví dụ:

Chức năng này được sử dụng để biến đổi chương trình bằng cách sử dụng lệnh quay (hình 5.29).

```
N5    G54 ;
N10   G43   T10   H10   M6 ;
N15   S2000 M3    F300 ;
N20   M98   P030100 ;
N25   G0    Z50 ;
O0100;
N10   G91   G68   X10   Y10   R22.5;
N15   G90   X30   Y10   Z5 ;
N20   G1    Z–2 ;
N25   X45 ;
N30   G0    Z5 ;
N35   M17;
```



Hình 5.29

5.1.3. Các lệnh chức năng M

Lệnh M là các lệnh bật tắt hoặc các lệnh bổ sung. Lệnh M có thể đứng độc lập trong một khối hoặc cùng với các lệnh khác trong cùng một khối. Các lệnh trong cùng nhóm có thể xoá bỏ lẫn nhau, có nghĩa là lệnh M đứng sau sẽ xoá lệnh M đứng trước nó. Lệnh M có nhiều thay đổi tuỳ theo máy và hệ điều khiển kèm theo máy.

**** Lệnh M00: dừng chương trình không điều kiện***

Lệnh này sử dụng để dừng chương trình gia công. Trục chính, dung dịch trơn nguội, bàn dao sẽ dừng, có thể mở cửa an toàn mà không bị cảnh báo. Để chạy tiếp chương trình, nhấn phím "NC START" và trục chính lại được bật, các giá trị trước đó lại được phục hồi.

**** Lệnh M01: dừng có điều kiện***

Lệnh M01 giống lệnh M00 nhưng phải thực hiện chức năng PROGRAMED STOP YES bằng nút mềm trên thực đơn PROGRAM CONTROL. Để thực hiện tiếp chương trình nhấn nút NC START.

**** Lệnh M02: kết thúc chương trình***

M02 hoạt động giống như M30.

**** Lệnh M03: bật trục chính quay cùng chiều kim đồng hồ***

Trục chính bật và quay theo chiều kim đồng hồ theo đơn vị vòng/phút hoặc m/phút đã được lập trình.

**** Lệnh M04: trục chính quay ngược chiều kim đồng hồ***

**** Lệnh M05: trục chính dừng***

**** Lệnh M08: bật dung dịch trơn nguội***

**** Lệnh M09: tắt bơm nước trơn nguội***

**** Lệnh M20: lùi ụ động***

**** Lệnh M21: tiến ụ động***

(Hệ lệnh này được thực hiện với các máy có trang bị bộ phận dịch chuyển ụ động).

**** Lệnh M25: tháo phôi tự động***

**** Lệnh M26: kẹp phôi tự động***

(Hệ lệnh này thực hiện với các máy có trang bị bộ gá phôi tự động).

** Lệnh M30: kết thúc chương trình*

Các thiết bị sẽ dừng hoạt động khi gặp lệnh này và quay trở về điểm đầu chương trình (bộ đếm chương trình sẽ tăng lên 1).

** Lệnh M71: đóng cửa tự động*

** Lệnh M72: mở cửa tự động*

(Hệ lệnh này thực hiện với các máy có trang bị hệ thống đóng mở cửa tự động).

5.2. LẬP TRÌNH THEO CHU TRÌNH GIA CÔNG

** Lệnh G20: chu trình tiện chạy dao dọc*

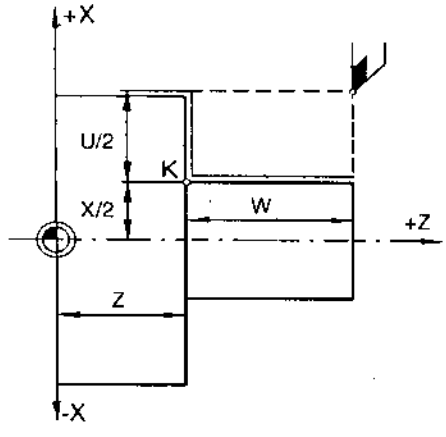
Cấu trúc câu lệnh:

N... G20 X(U)... Z(W)... F... (gia công mặt trụ, hình 5.30)

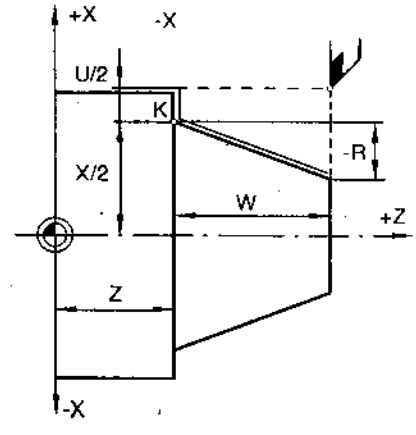
hoặc: N... G20 X(U)... Z(W)... R... F... (gia công mặt côn, hình 5.31)

Trong đó: X(U), Z(W) là toạ độ điểm K.

R[mm] là độ dốc theo phương X (gia số).



Hình 5.30



Hình 5.31

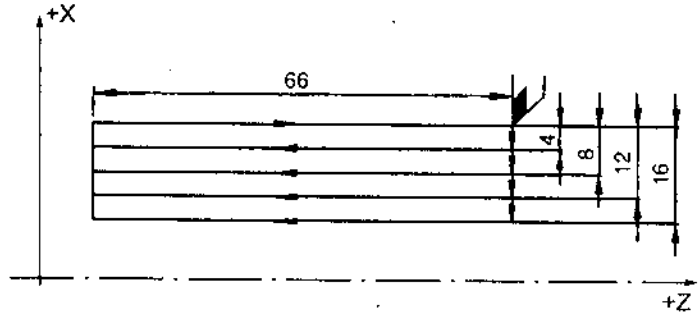
Chú ý:

Chu trình này là dạng mô thức và sẽ bị loại bởi một lệnh G khác cùng nhóm. Các khối lệnh tiếp theo chỉ nhập giá trị toạ độ.

Ví dụ: hình 5.32

N110G91

.....
N110G20 U– 4 W– 66 F0.18 ;
N115U–8 ;
N120U–12 ;
N125U–16 ;
N130G00... ;



Hình 5.32

**** Lệnh G21: chu trình cắt ren***

Cấu trúc câu lệnh:

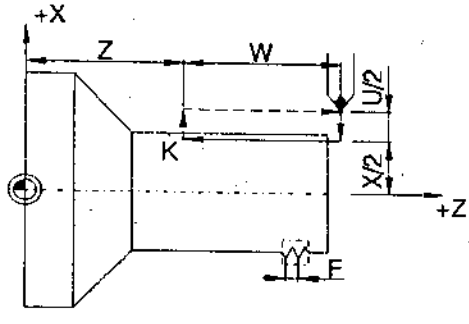
N... G21 X(U)... Z(W)... F... ; (gia công ren trụ, hình 5.33)

hoặc: N... G21 X(U)... Z(W)... R... F... ; (gia công ren côn, hình 5.34)

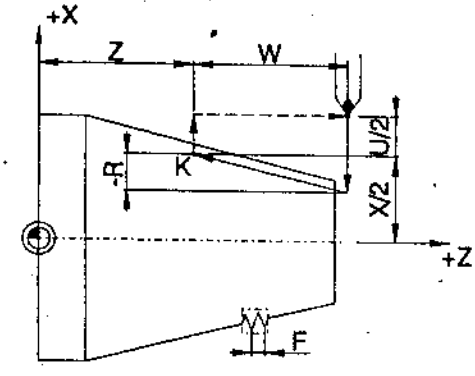
Trong đó: X(U), Z(W) là toạ độ điểm K.

F là bước ren.

R[mm] là độ dốc ren côn theo gia số, theo phương X.



Hình 5.33



Hình 5.34

Chú ý:

Chu trình này ở dạng mô thức và bị loại bỏ khi gặp một lệnh G. Sau câu lệnh này chỉ cần nhập giá trị toạ độ.

**** Lệnh G24: chu trình tiện chạy dao ngang***

Cấu trúc câu lệnh:

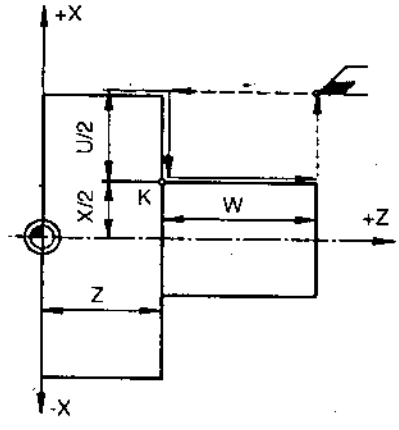
N... G24 X(U)... Z(W)... F... ; (gia công mặt trụ, hình 5.35)

hoặc:

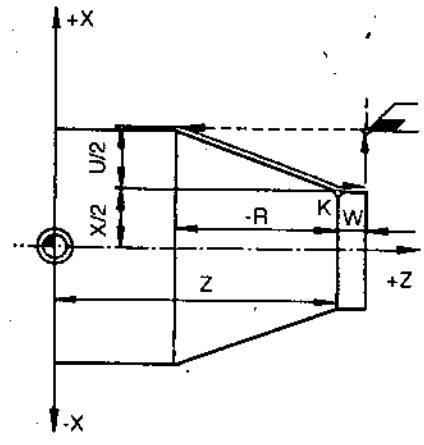
N... G24 X(U)... Z(W)... R... F... ; (gia công mặt côn, hình 5.36)

Trong đó: X(U), Z(W) là toạ độ điểm K.

R[mm] là độ dốc theo phương Z (gia số).



Hình 5.35



Hình 5.36

**** Lệnh G72: chu trình tiện tinh***

Cấu trúc câu lệnh:

N... G72 P...Q... ;

Trong đó:

P – Số thứ tự câu lệnh đầu tiên của khối lệnh lập trình gia công biên dạng chi tiết.

Q – Số thứ tự câu lệnh cuối của khối lệnh lập trình gia công biên dạng chi tiết.

Sau các chu trình G73, G74, G75 thì sử dụng lệnh G72 để tiện tinh. Bề mặt được lập trình giữa P và Q cũng được sử dụng để gia công thô mà không cần phải phân chia lát cắt cũng như lặp lại chiều sâu cắt tinh.

Chú ý:

– Các chức năng F, S và T xác định giữa P và Q chỉ có tác dụng với G72 mà không ảnh hưởng đến các lệnh G73, G74, G75.

– Chu trình G72 chỉ được lập sau các chu trình G73, G74, G75.

– Trước khi bắt đầu chu trình, dụng cụ phải ở vị trí thích hợp.

– Giữa P và Q không có khối lệnh nào được thêm vào.

**** Lệnh G73: chu trình gia công thô chạy dao dọc***

Cấu trúc câu lệnh:

N... G73 U_1...R... ;

N... G73 P... Q... U_2+/–... W+/–... F...S... T... ;

Trong đó:

– Khối lệnh thứ nhất:

U_1[mm] – chiều sâu cắt theo gia số, không dấu (hình vẽ 5.37).

R – lượng rút dao sau mỗi lát cắt.

– Khối lệnh thứ hai:

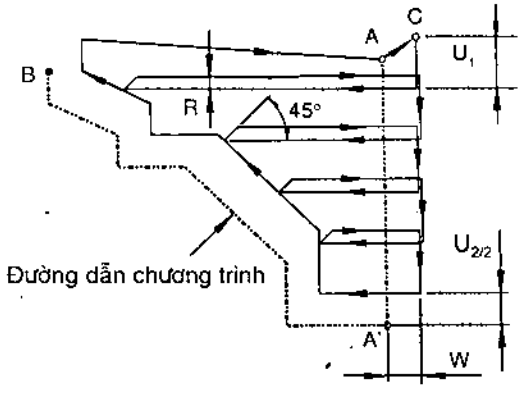
P – Số thứ tự câu lệnh đầu tiên của khối lệnh lập trình gia công biên dạng chi tiết.

Q – Số thứ tự câu lệnh cuối của khối lệnh lập trình gia công biên dạng chi tiết.

U_2[mm] – khoảng cách và hướng của lượng dư cắt tinh theo phương X.

W[mm] – khoảng cách và hướng của lượng dư cắt tinh theo phương Z.

Trước khi gia công, dụng cụ phải ở điểm C. Giữa P và Q một biên dạng (từ A đến A' đến B) sẽ được lập trình, biên dạng được gia công theo chiều sâu cắt được chia theo giá trị U_1 và để lại lượng cắt tinh theo U_2, W.



Hình 5.37

Chú ý:

F, S, T giữa P và Q sẽ bị bỏ qua.

Điểm C (vị trí dụng cụ trước khi thực hiện chu trình gia công) phải nằm ngoài biên dạng chi tiết.

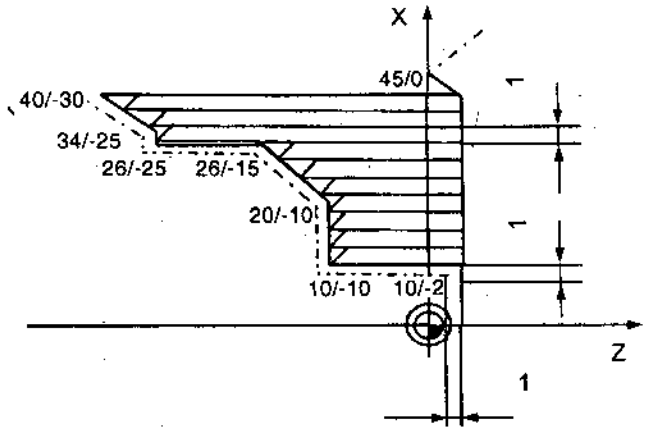
Đường dịch chuyển dụng cụ đầu tiên từ A đến A' phải là G00 hoặc G01 và được lập trình theo hệ toạ độ tuyệt đối.

Giữa P và Q không được gọi chương trình con.

Ví dụ: Gia công biên dạng như hình vẽ 5.38

Chương trình:

```
O2000 ;
.....
N10     G95     F0.5 ;
N11     G0      X45     Z20 ;
N12     T0202 ;
N13     M3      S1000 ;
N14     G0      X45     Z2 ;
N15     G73     U2      R1 ;
N16     G73     P17     Q23     U1      W1
        ; (chu trình tiện theo biên dạng)
N17     G1      X10 ;
N18     Z–10 ;
N19     X20 ;
N20     X26     Z–15 ;
N21     Z–25 ;
N22     X34 ;
N23     X40     Z–30 ;
N24     G0      X45  Z20 ;
N25     S2000   F0.1  T0404 ;
        (chọn dao tiện tinh)
N26     G0      X45  Z2;
        (điểm bắt đầu tiện tinh)
N27     G72     P17  Q23 ;
        (chu trình tiện tinh)
N28     M30 ;
        (kết thúc chương trình)
```



Hình 5.38

**** Lệnh G74: chu trình gia công thô chạy dao ngang***

Cấu trúc câu lệnh:

N... G74 W_1...R... ;

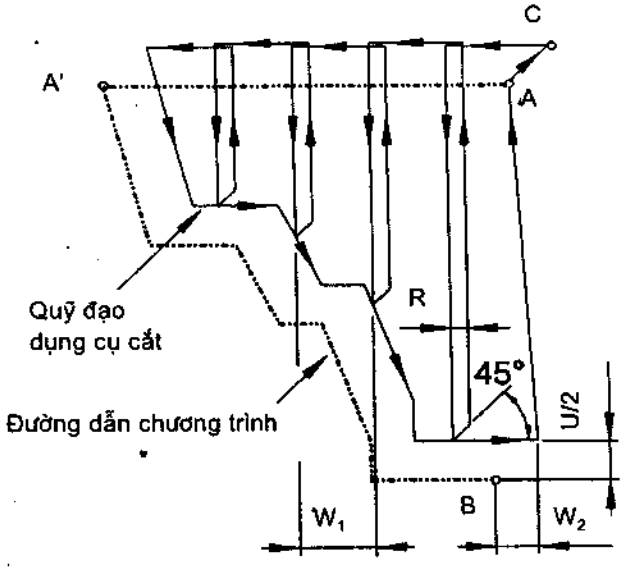
N... G74 P... Q... U+/–... W+/–... F...S... T... ;

Trong đó:

– Khối lệnh thứ nhất:

W_1[mm] – chiều sâu cắt theo gia số, không dấu (hình vẽ 5.39).

R – lượng rút dao sau mỗi lát cắt.



Hình 5.39

– Khối lệnh thứ hai:

P – số thứ tự câu lệnh đầu tiên của khối lệnh lập trình gia công biên dạng chi tiết.

Q – số thứ tự câu lệnh cuối của khối lệnh lập trình gia công biên dạng chi tiết.

U[mm] – khoảng cách và hướng của lượng dư cắt tinh theo phương X.

W_2 [mm] – khoảng cách và hướng của lượng dư cắt tinh theo phương Z.

Trước khi gia công thì dụng cụ có vị trí tại C. Giữa các khối P và Q một biên dạng (từ A đến A' đến B) được lập trình và sẽ được gia công từng lát cắt theo chiều sâu định trước.

Chú ý:

F, S, T giữa P và Q sẽ bị bỏ qua.

Điểm C (vị trí dụng cụ trước khi thực hiện chu trình gia công) phải nằm ngoài biên dạng chi tiết.

Đường dịch chuyển dụng cụ đầu tiên từ A đến A' phải là G00 hoặc G01 và được lập trình theo hệ toạ độ tuyệt đối.

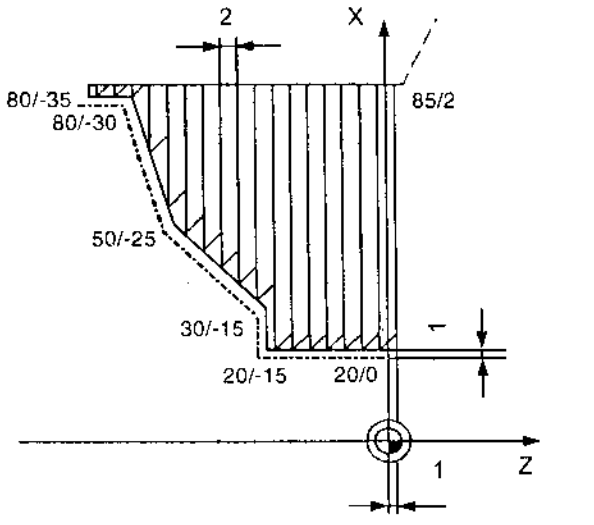
Giữa P và Q không được gọi chương trình con.

Ví dụ: Gia công biên dạng như hình vẽ 5.40

Chương trình

```
O2001 ;
N10     G95     F0.1 ;
N11     G0      X85     Z20 ;
N12     T0202 ;
N13     M3      S1000 ;
N14     G0      X85     Z2 ;
N15     G74     W2      R2 ;
N16     G74     P17     Q22     U1      W1 ;
N17     G1      X80     Z–35 ;
N18     Z–30 ;
N19     X50     Z–25 ;
N20     X30     Z–15 ;
N21     X20 ;
N22     Z0 ;
N23     G0      X85     Z20 ;
```

```
N24     S2000   F0.2    T0404 ;
N25     G0X     85      Z2 ;
N26     G72     P13     Q22 ;
N27     M30;
```



Hình 5.40

**** Lệnh G75: chu trình gia công thô theo biên dạng***

Cấu trúc câu lệnh:

N... G75 U_1+/–... W_1+/–... R... ;

N... G75 P...Q... U_2... W_2...F... S...T... ;

Trong đó:

–.Khối lệnh thứ nhất:

U_1[mm] – lượng dư cắt thô theo X.

W_1[mm] – lượng dư cắt thô theo Z, không dấu (hình vẽ 5.41).

R – số lát cắt thô.

– Khối lệnh thứ hai:

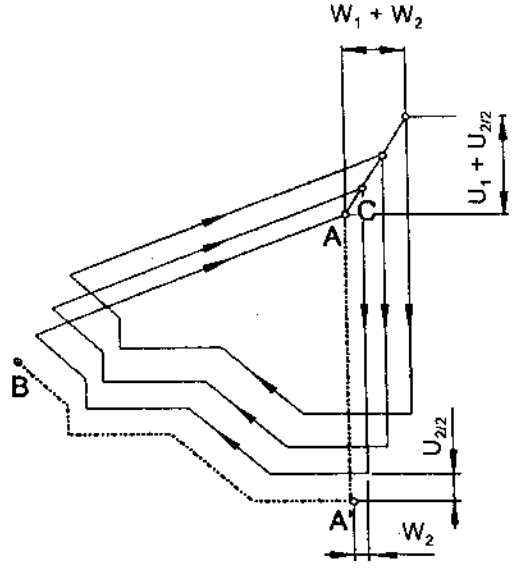
P – số thứ tự câu lệnh đầu tiên của khối lệnh lập trình gia công biên dạng chi tiết.

Q – số thứ tự câu lệnh cuối của khối lệnh lập trình gia công biên dạng chi tiết.

U_2[mm] – khoảng cách và hướng của lượng dư cắt tinh theo phương X.

W_2 [mm] – khoảng cách và hướng của lượng dư cắt tinh theo phương Z.

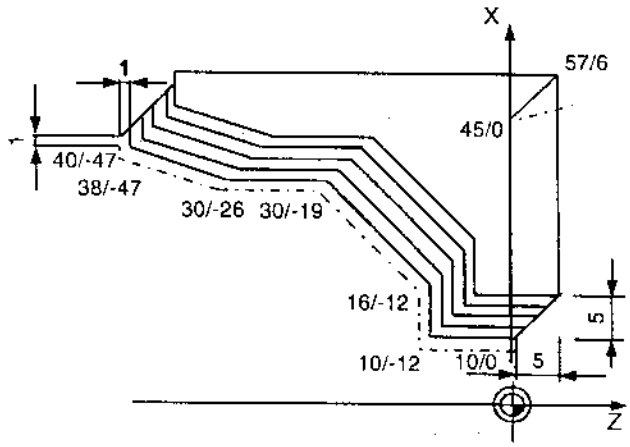
Chu trình G75 cho phép quỹ đạo dụng cụ song song với biên dạng chi tiết. Mẫu của biên dạng sẽ được lặp lại sau từng lát cắt. Chu trình này được áp dụng để gia công chi tiết đã được tạo hình bằng phương pháp đúc, rèn, dập hoặc đã qua gia công phá.



Hình 5.41

Ví dụ: Gia công biên dạng như hình vẽ 5.42

```
O2002 ;
N1    G95   G0    X45   Z0 ;
N5    M3    S1200 F0.5  T0202 ;
N10   G75   U5    W5    R5 ;
N15   G75   P20   Q50   U2    W1 ;
N20   G0    X10 ;
N25   G1    Z–12 ;
N30   X16 ;
N35   X30   Z–19 ;
N40   Z–26 ;
N45   X38   Z–37 ;
N50   X40 ;
N55   M30 ;
```



Hình 5.42

**** Lệnh G76: chu trình khoan lỗ sâu hoặc cắt rãnh trên mặt đầu***

Cấu trúc câu lệnh:

N... G76 R_1... ;

N... G76 X(U)... Z(W)... P... Q... R_2... F... ; (hình 5.43)

Trong đó:

– Khối lệnh thứ nhất:

R_1 [mm] – lượng rút dao để bẻ phoi (gia số, không dấu).

– Khối lệnh thứ hai:

X(U), Z(W) – toạ độ điểm cuối (điểm K) của biên dạng (tuyệt đối hoặc gia số).

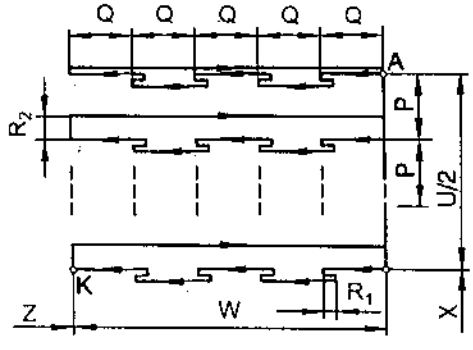
hoặc Z(W) – chiều sâu (gia số hoặc tuyệt đối) của lỗ khoan.

P [μm] – lượng mở rộng theo phương X (không dấu) P < bề rộng dụng cụ.

Q [μm] – chiều sâu cắt theo phương Z (không dấu).

R_2 – lượng lùi dao an toàn theo X.

F – lượng chạy dao.



Hình 5.43

Chú ý:

– Khi khoan sâu bằng lệnh G76 có thể bỏ X(U) và P.

– Ở lát cắt đầu tiên không thực hiện lùi dao R_2.

– Lượng mở rộng phải mang dấu dương.

**** Lệnh G77: chu trình cắt rãnh***

Cấu trúc câu lệnh:

N...G77 R_1... ;

N...G77 X(U)... Z(W)... P... Q... R_2... F... ; (hình 5.44)

Trong đó:

– Khối lệnh thứ nhất:

R_1[mm] – lượng rút dao để bẻ phoi.

– Khối lệnh thứ hai:

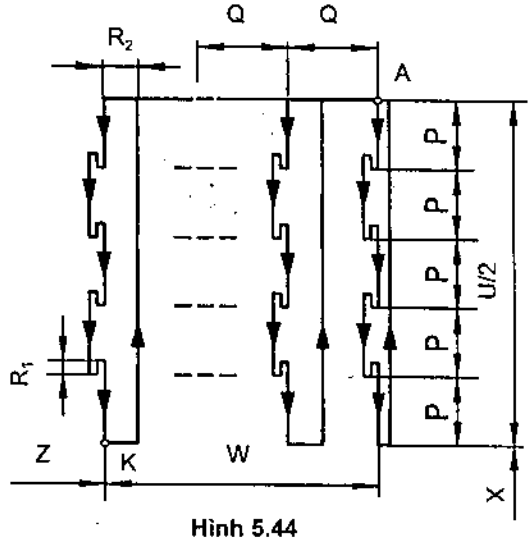
X(U), Z(W) – toạ độ truyệt đối (hoặc gia số) của điểm K.

P [μm] – chiều sâu mỗi lần ăn dao theo phương X.

Q [μm] – lượng mở sau mỗi lát cắt.

R_2 – lượng lùi dao an toàn theo Z.

F – lượng chạy dao.



Hình 5.44

Chú ý:

– Lượng mở Q phải nhỏ hơn bề rộng dao.

– Bề rộng dao không được khai báo trong chu trình này.

– Ở lát cắt đầu tiên không thực hiện lùi dao R_2.

– Lượng mở rộng phải mang dấu dương.

**** Lệnh G78: chu trình tiện ren***

Cấu trúc câu lệnh:

N... G78 P_1... Q_1... R_1... ;

N... G78 X(U)... Z(W)... R_2...P_2... Q_2... F... ; (hình 5.45)

Trong đó:

– Khối lệnh thứ nhất:

P_1 kèm theo 6 con số chỉ tham số và được chia ra làm các cặp số sau:

+ Hai số đầu tiên P**xx**xxxx chỉ số lát cắt tinh.

+ Hai số giữa Pxx**xx**xx chỉ lượng ren cạn, giá trị này được tính theo công thức:

$$Pxxxxxx = \frac{P_F[mm].10}{F}$$

+ Hai con số cuối cùng Pxxxx**xx** chỉ góc ren theo độ.

Q_1 – chiều sâu cắt nhỏ nhất [μm] theo gia số.

R_1 – lượng cắt tinh [mm].

– Khối lệnh thứ hai:

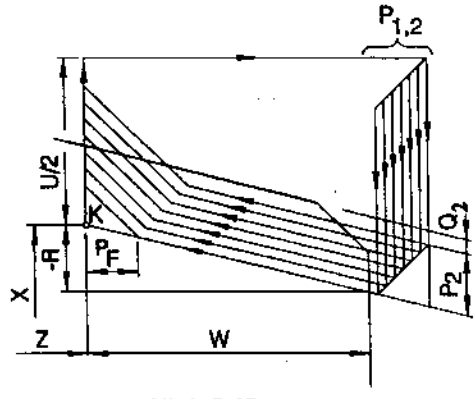
X(U), Z(W) – toạ độ tuyệt đối (hoặc tương đối) của điểm K.

R2 [mm] – độ dốc của ren côn (có dấu) R = 0 nếu là ren trụ.

P_2 [μm] – chiều sâu ren (luôn dương).

Q_2 [μm] – chiều sâu ren cho lát cắt đầu tiên (theo bán kính).

F [mm] – bước ren.



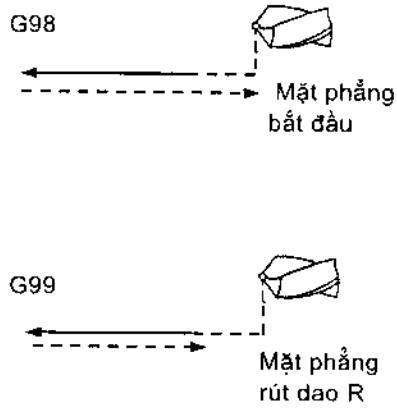
Hình 5.45

* ***Lệnh hệ thống*** (hình 5.46)

• G98 – sau khi đã đạt chiều sâu lỗ khoan thì dụng cụ sẽ lùi về điểm bắt đầu.

• G99 – sau khi khoan đạt chiều sâu, dụng cụ lùi về mặt phẳng an toàn được định nghĩa bởi tham số R.

– Nếu G98 và G99 không kích hoạt, dụng cụ sẽ lùi về mặt phẳng bắt đầu. Nếu G99 được sử dụng trong chương trình thì địa chỉ R phải được định nghĩa. Với G98 thì không cần lập trình cho tham số R.



Hình 5.46

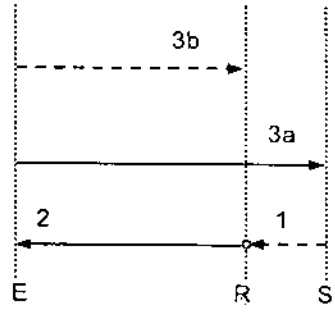
– Tham số R định nghĩa chiều cao của mặt phẳng lùi dao liên quan tới vị trí Z sau cùng (điểm bắt đầu của chu trình khoan). Nếu giá trị R là âm thì mặt phẳng lùi dao ở sau vị trí bắt đầu, nếu R dương thì mặt phẳng lùi dao ở vị trí trước của điểm bắt đầu khoan.

– Thứ tự dịch chuyển (hình 5.47).

1. Dụng cụ dịch chuyển với tốc độ chạy dao nhanh từ điểm bắt đầu (S) đến mặt phẳng được định nghĩa bởi tham số R.

2. Gia công khoan tới điểm cuối của chu trình khoan (E).

3. Lùi dao xuất hiện với G98 thì tới điểm bắt đầu (S) còn với G99 thì tới mặt phẳng lùi dao.



Hình 5.47

* ***Lệnh G80: xoá chu trình gia công lỗ***

Cấu trúc câu lệnh

N.... G80 ;

Các chu trình gia công lỗ chỉ được xoá bởi lệnh G80 hoặc các lệnh dịch chuyển khác (G00, G01...).

* ***Lệnh G83: chu trình khoan*** (hình 5.48)

Cấu trúc câu lệnh:

N... G98 (G99) G83 X0 Z(W)... R... Q... P... F... M... ;

Trong đó:

G98(G99) – quay về mặt phẳng bắt đầu (hoặc mặt phẳng lùi dao).

X0 – vị trí lỗ theo phương X (luôn là zê rô).

Z(W) – chiều sâu tuyệt đối (hoặc gia số) của lỗ khoan.

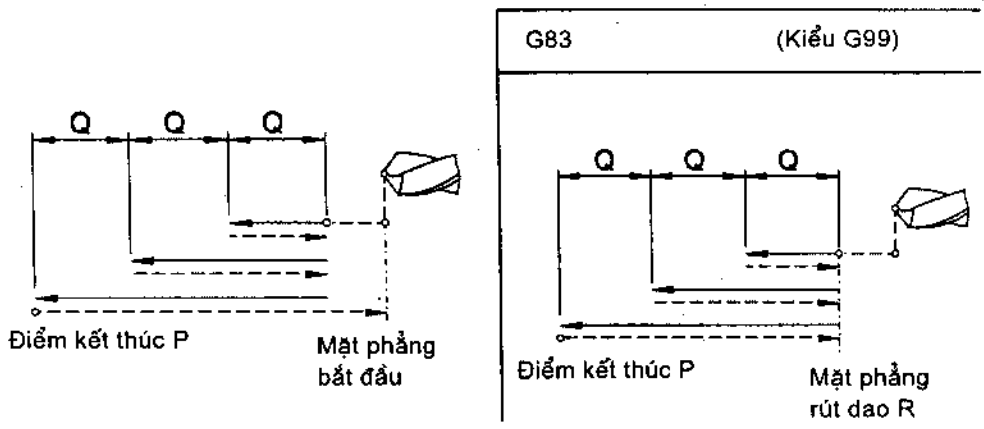
R[mm] – giá trị theo gia số của mặt phẳng lùi dao so với điểm bắt đầu theo phương Z.

Q[μm] – chiều sâu mỗi lần khoan.

P[ms] – thời gian dừng ở cuối lỗ khoan.

F – lượng chạy dao.

M – chiều quay trục chính.



Hình 5.48

Chú ý:

Tham số R phải được xác định khi sử dụng G99, với G98 thì có thể bỏ qua R.

Nếu trước chu trình mà lệnh vị trí cho cả hai toạ độ (VD: G00 X0) thì có thể bỏ qua giá trị X0 trong chu trình, nếu không trước chu trình phải có lệnh dịch chuyển theo phương Z trước chu trình (G00 Z3...).

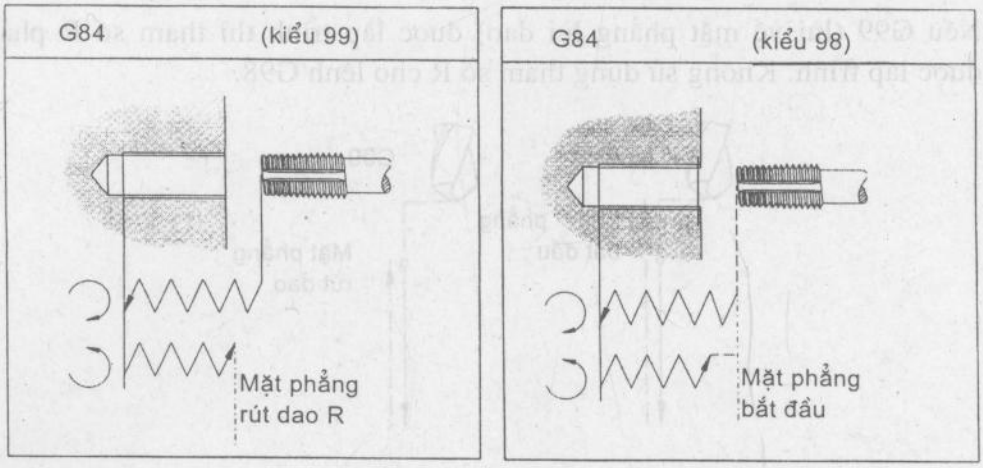
Nếu Q không được gán giá trị thì máy sẽ thực hiện khoan liên tục cho tới đáy lỗ mà không bẻ phoi.

**** Lệnh G84: chu trình ta rô*** (hình 5.49)

Cấu trúc câu lệnh:

N... G98 (G99) G84 X0 Z(W)... R... F... M... ;

Chú ý: xem G83

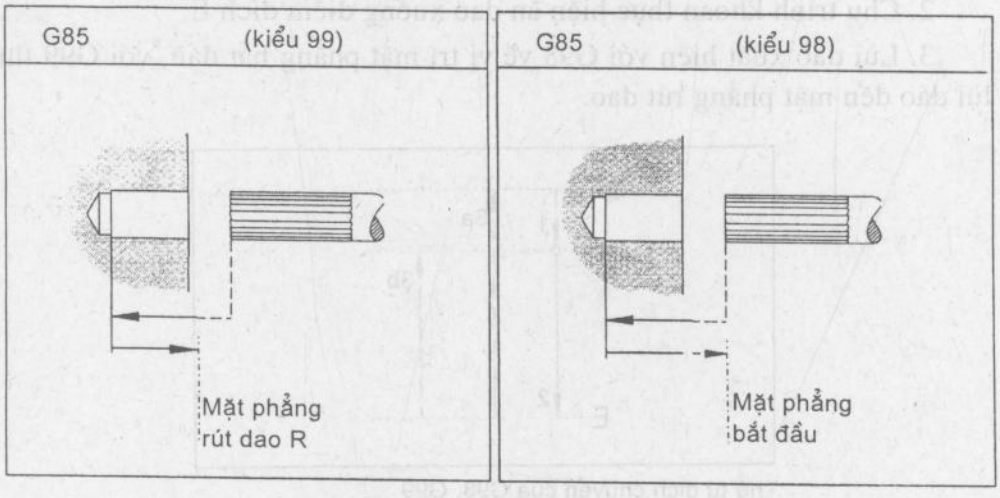


Hình 5.49

** Lệnh G85: chu trình khoét lỗ*

Cấu trúc câu lệnh:

N... G98 (G99) G85 X0 Z(W)... R... P... F... M... ;



Hình 5.50

** Các chu trình trên máy phay*

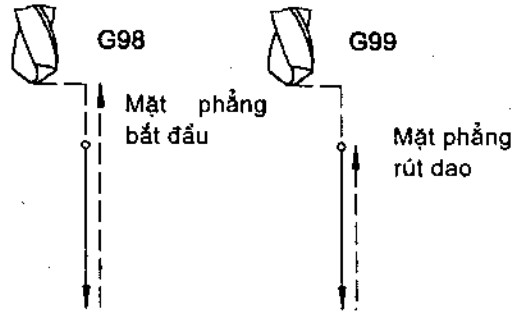
+ Lệnh hệ thống: G98/G99 (hình 5.51)

– G98 Sau khi đạt chiều sâu cắt thì dụng cụ lùi về mặt phẳng bắt đầu.

– G99 Sau khi đạt chiều sâu cắt, dụng cụ lùi về mặt phẳng rút dao được định nghĩa bởi tham số R.

Nếu không có G98 hoặc G99 thì dụng cụ lùi về mặt phẳng bắt đầu.

Nếu G99 (lùi về mặt phẳng lùi dao) được lập trình thì tham số R phải được lập trình. Không sử dụng tham số R cho lệnh G98.



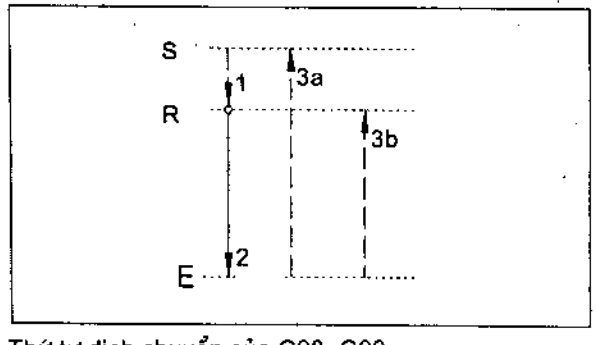
Hình 5.51

– Thứ tự dịch chuyển (hình 5.52)

1. Dụng cụ dịch chuyển với tốc độ chạy dao nhanh từ vị trí bắt đầu (S) đến mặt phẳng được định nghĩa (R).

2. Chu trình khoan thực hiện ăn dao xuống điểm đích E.

3. Lùi dao xuất hiện với G98 về vị trí mặt phẳng bắt đầu, với G99 thì lùi dao đến mặt phẳng rút dao.

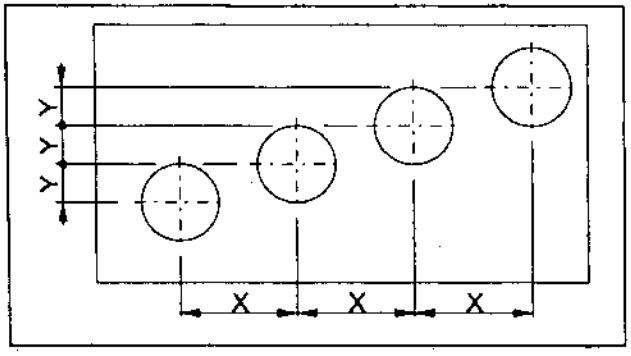


Thứ tự dịch chuyển của G98, G99

Hình 5.52

– Số lần lặp (hình 5.53)

Tham số K định nghĩa số lần lặp của chu trình. Với lập trình tuyệt đối thì (G90) không có lặp chu trình giống nhau ở các lỗ. Nếu lập trình tương đối (G91) thì dụng cụ di chuyển theo phương X và Y các toạ độ như nhau. Điều này cho phép lập trình gia công các lỗ cách đều nhau theo hàng hoặc cột.



Chu trình khoan lỗ theo hàng

Hình 5.53

* ***Lệnh G73: chu trình khoan có bẻ phoi*** (hình 5.54)

Cấu trúc câu lệnh:

N... G98 (G99) G73 X...Y... Z... R... P... Q... F... K...;

Dụng cụ ăn sâu vào chi tiết gia công một lượng Q, lùi lại 1mm để bẻ phoi, sau đó lại ăn sâu thêm cho đến khi đạt chiều sâu và lùi dao về.

Trong đó:

G98/G99 – quay về mặt phẳng bắt đầu/mặt phẳng lùi dao.

X, Y – vị trí lỗ.

Z – chiều sâu tuyệt đối hoặc gia số của lỗ khoan.

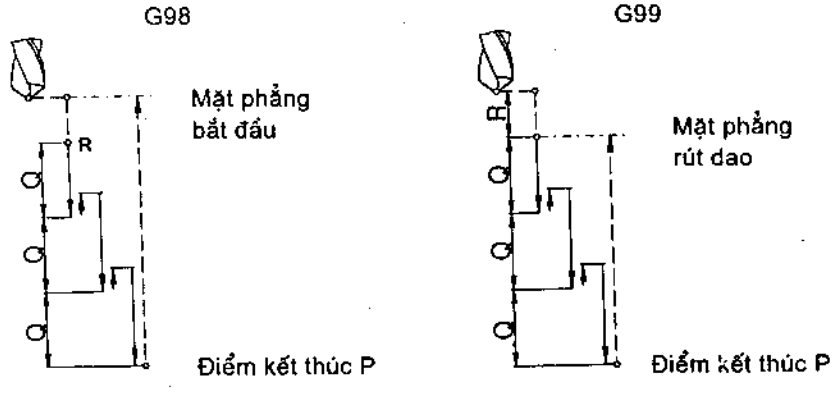
R[mm]– giá trị tuyệt đối (với G91 thì gia số) của mặt phẳng lùi dao.

P[ms]– thời gian dừng ở đáy lỗ.

F – bước tiến.

Q[mm]– chiều sâu cho mỗi lần ăn dao.

K – số lần lặp.



Hình 5.54

** Lệnh G80: xoá chu trình*

Cấu trúc câu lệnh:

N... G80 ;

Chu trình khoan là mô thức chúng phải được xoá bỏ bằng lệnh G80 hoặc các lệnh nhóm 1 (G00; G01...)

** Lệnh G81: chu trình khoan* (hình 5.55)

Cấu trúc câu lệnh:

N... G98 (G99) G81 X... Y... Z... R... F... K... ;

Dụng cụ dịch chuyển cắt gọt hết chiều sâu lỗ sau đó lùi nhanh về.

Trong đó:

G98 (G99) – lùi dao về vị trí mặt phẳng ban đầu (hoặc mặt phẳng lùi dao).

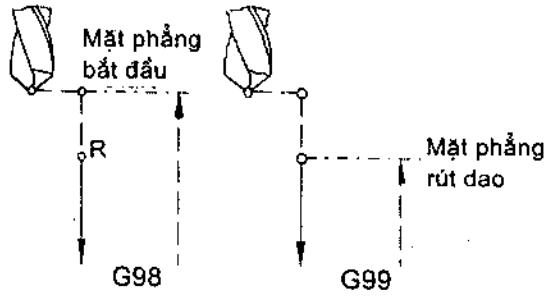
X, Y – vị trí lỗ.

Z – chiều sâu khoan tuyệt đối hoặc gia số.

R[mm] – giá trị của mặt phẳng lùi dao (theo gia số hoặc tuyệt đối).

F – bước tiến.

K – số lần lặp.



Hình 5.55

** Lệnh G82: chu trình khoan có dừng dao* (hình 5.56)

Cấu trúc câu lệnh:

N... G98 (G99) G82 X... Y...Z... R... P... F... K... ;

Dụng cụ dịch chuyển cắt gọt đến hết chiều sâu, dừng để vét sạch đáy lỗ sau đó lùi dao nhanh trở về.

Trong đó:

G98 (G99) – quay về mặt phẳng bắt đầu (hoặc mặt phẳng lùi dao).

X, Z – vị trí lỗ.

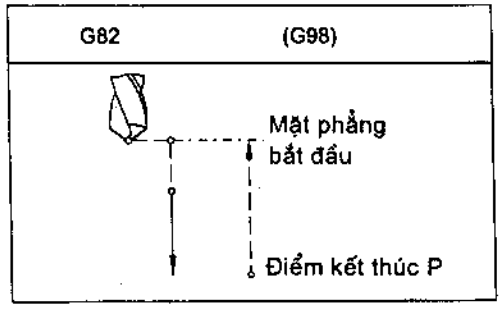
Z – chiều sâu lỗ.

R[mm] – mặt phẳng lùi dao (gia số hoặc tuyệt đối).

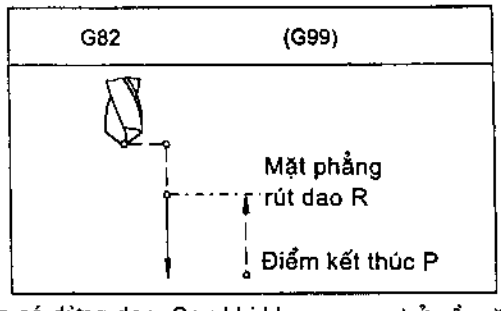
P[ms] – thời gian dừng để vét sạch đáy lỗ.

F – bước tiến.

K – số lần lặp.



Chu trình khoan có dừng dao. Sau khi khoan xong trở về mặt phẳng ban đầu



Chu trình khoan có dừng dao. Sau khi khoan xong trở về mặt phẳng rút dao

Hình 5.56

* *Lệnh G83: chu trình khoan có lùi dao (hình 4.57)*

Cấu trúc câu lệnh:

N... G98 (G99) G83 X... Y... Z... R... P.... Q... F... K...;

Trong đó:

G98 (G99) – quay về mặt phẳng bắt đầu (hoặc mặt phẳng lùi dao).

X, Z – vị trí lỗ.

Z(W) – chiều sâu tuyệt đối (hoặc gia số) của lỗ khoan.

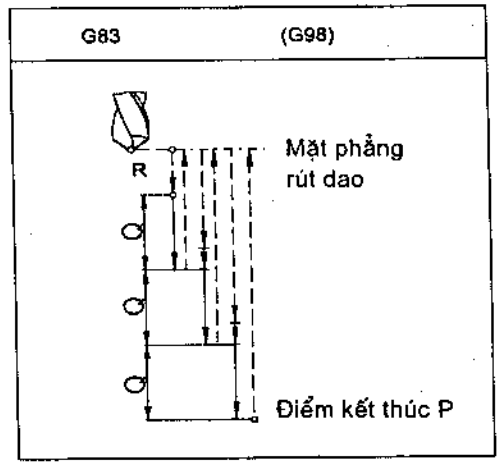
R[mm] – giá trị theo gia số của mặt phẳng lùi dao so với điểm bắt đầu theo phương Z.

Q[μm] – chiều sâu mỗi lần khoan.

P[ms] – thời gian dừng ở cuối lỗ khoan.

F – lượng chạy dao.

K – số lần lặp chu trình.



Chu trình khoan có lùi dao được xác định với G98

Hình 5.57

* *Lệnh G85: chu trình doa (hình 5.58)*

Cấu trúc câu lệnh:

N... G98 (G99) G85 X... Y... Z... R...F... K... ;

Trong đó:

G98 (G99) – quay về mặt phẳng bắt đầu (hoặc mặt phẳng lùi dao).

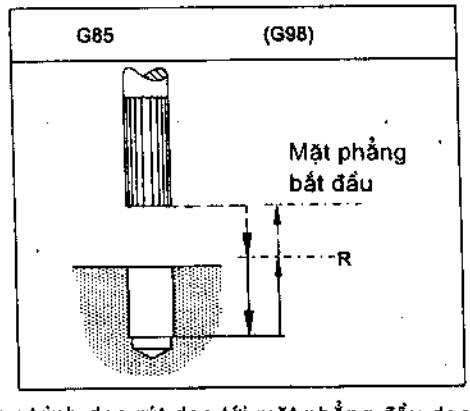
X,Z – vị trí lỗ.

Z(W) – chiều sâu tuyệt đối (hoặc gia số) của lỗ khoan.

R[mm] – giá trị theo gia số của mặt phẳng lùi dao so với điểm bắt đầu theo phương Z.

F – lượng chạy dao.

K – số lần lặp chu trình.



Chu trình doa rút dao tới mặt phẳng đầu doa

Hình 5.58

** Lệnh G86: chu trình khoan với dừng trục chính (hình 5.59)*

Cấu trúc câu lệnh:

N... G98 (G99) G86 X... Y... Z... R... F... ;

Khi đạt chiều sâu lỗ thì dụng cụ dừng quay và lùi nhanh về.

Trong đó:

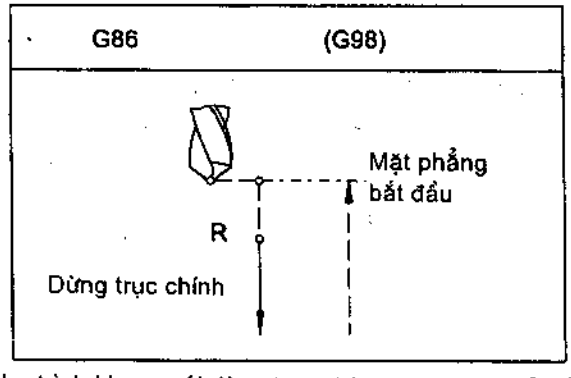
G98 (G99) – quay về mặt phẳng bắt đầu (hoặc mặt phẳng lùi dao).

X, Z – vị trí lỗ.

Z(W) – chiều sâu tuyệt đối (hoặc gia số) của lỗ khoan.

R[mm] – giá trị theo gia số của mặt phẳng lùi dao so với điểm bắt đầu theo phương Z.

F – lượng chạy dao.



Chu trình khoan với dừng trục chính và rút dao trở về mặt phẳng bắt đầu khoan

Hình 5.59

** Lệnh G88: chu trình khoan có dừng chương trình (hình 5.60)*

Cấu trúc câu lệnh:

N... G88 X... Y... Z... F... M... ;

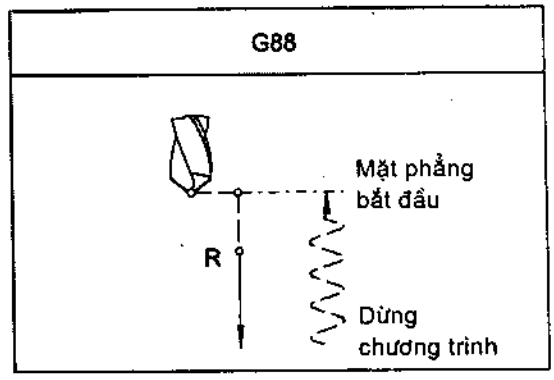
Dụng cụ dịch chuyển với tốc độ cắt và bước tiến được lập trình đến hết chiều sâu. Tại vị trí chiều sâu lỗ, thì chương trình dừng lại. Việc rút dao lên thực hiện bằng tay.

Trong đó:

X, Z – vị trí lỗ.

Z(W) – chiều sâu tuyệt đối (hoặc gia số) của lỗ khoan.

F – lượng chạy dao.



Chu trình khoan có dừng chương trình

Hình 5.60

5.3. CHƯƠNG TRÌNH CON

Một chi tiết có thể có nhiều bề mặt khác nhau hoặc nhiều phần khác nhau cần phải gia công. Chương trình để gia công toàn bộ chi tiết được gọi là chương trình chính, còn chương trình gia công từng bề mặt hoặc từng phần của chi tiết được gọi là chương trình con. Như vậy chương trình con thể hiện các quá trình gia công được lặp lại nhiều lần, có thể được truy nhập và lưu trữ trong bộ nhớ của chương trình (dưới dạng chương trình con) và được gọi ra tại các vị trí của chương trình chính (chương trình gia công chi tiết).

Chương trình con được ứng dụng để mô tả nhiều chuyển động và nhiều quá trình lặp lại trong một chương trình chính theo một trình tự xác định. Chương trình con được mã hoá theo địa chỉ P và L với số hiệu và 1 hoặc 2 chữ số là số lần lặp của chương trình con khi được gọi ra từ chương trình chính.

Ví dụ:

P41220 cho biết địa chỉ của chương trình con là P với số hiệu 1220 và phải thực hiện 4 lần sau khi gọi ra.

Trong một số trường hợp cần thiết thì một chương trình con thứ nhất lại chứa một chương trình con thứ hai, chương trình con thứ hai lại chứa chương trình con thứ ba... nghĩa là có chương trình con cấp 1, cấp 2 hoặc cấp 3...

**** Lệnh M98: lệnh gọi chương trình con***

Cấu trúc câu lệnh:

N... M98 P... ;

Ở đây P kèm theo bốn số đầu tiên kể từ bên phải để xác định số hiệu chương trình con, các con số khác chỉ số lần lặp.

Chú ý:

M98 có thể được gán trong cùng một khối với các lệnh dịch chuyển.

(*Ví dụ:* G01 X25M98P25001)

– Khi số lần lặp không xác định thì chương trình con được gọi một lần.

– Có thể thực hiện được hai lệnh gọi vòng lặp.

**** Lệnh M99 kết thúc chương trình con, chỉ thị nhảy***

Cấu trúc câu lệnh:

N... M99P... ;

– M99 trong chương trình chính nếu không có địa chỉ nhảy, thì sẽ trở về đầu chương trình. Nếu có địa chỉ nhảy Pxxxx thì sẽ nhảy đến địa chỉ xxxx.

– M99 trong chương trình con. Nếu không có địa chỉ thì sẽ nhảy về chương trình gọi ở câu lệnh sau câu lệnh gọi. Nếu có địa chỉ thì sẽ nhảy về địa chỉ lệnh của chương trình gọi.

Chú ý:

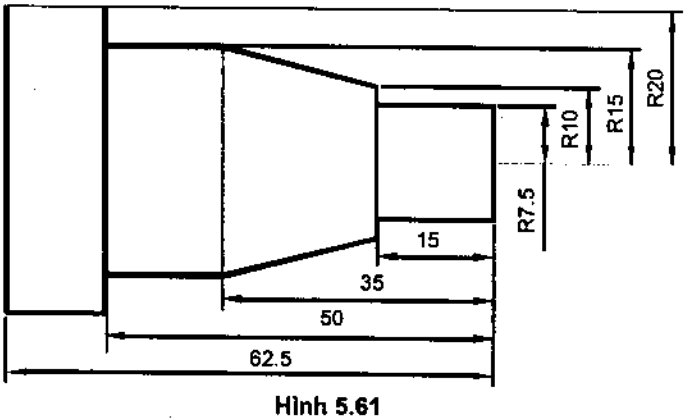
– Lệnh M99 phải ở cuối chương trình con.

– Lệnh nhảy ngược về xuất hiện tự động trong khối lệnh tiếp theo trong chương trình chính.

BÀI TẬP

I. Bài tập ứng dụng lập trình gia công chi tiết trên máy tiện CNC

Bài 1: Lập chương trình NC gia công chi tiết như hình vẽ 5.61 với dụng cụ cắt, phôi và chế độ cắt tự chọn.

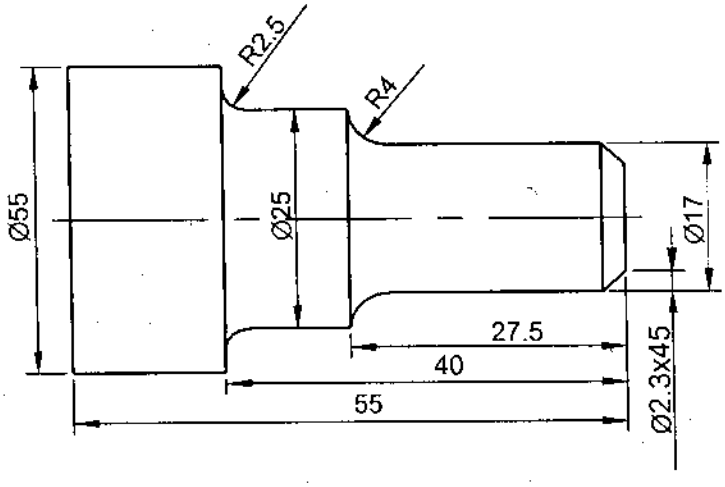


Hình 5.61

Chương trình:

```
O0001 ;
N5 G90 G95 G97 G00 X200 Z200 ;
N10 T0202 S1000 F0.5 ;
N15 G0 X45 Z5 ;
N20 G24 X–0.5 Z2;
N25 Z0 ;
N30 G0 X200 Z200;
N35 T0404 S1500 F0.5;
N40 G00 X15 Z5 ;
N55 G01 X15 Z0 ;
N60 Z–15 ;
N65 X20 ;
N70 X30 Z–35;
N75 Z–50 ;
N80 X40 ;
N85 Z–62.5 ;
N90 X45 ;
N95 G00 X200 Z200;
N100 M05 M30;
```

Bài 2: Chương trình gia công chi tiết (hình 5.62)

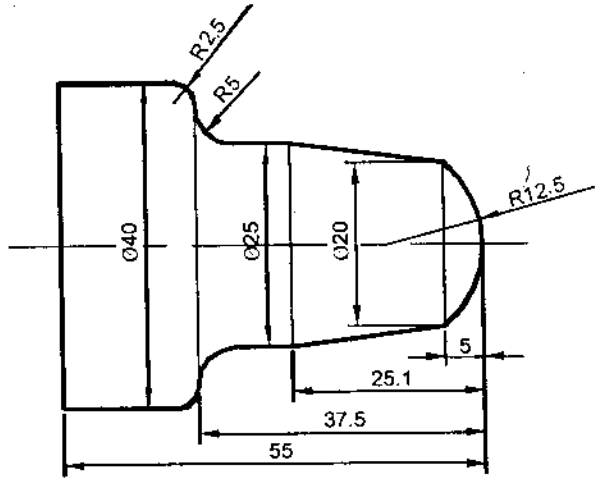


Hình 5.62

Chương trình:

```
O0002 ;
N5 G90 G95 G97 G00 X200 Z200 ;
N10 T0202 ;
N15 M03 S1500 F0.3;
N20 G00 X45 Z5 ;
N25 G24 X–0.5 Z2;
N30 Z0 ;
N35 G0 X200 Z200;
N40 T0404 ;
N45 S1500 F0.5;
N50 G0 X45 Z5 ;
N65 G0 X12.4 Z5;
N70 G01 Z0 ;
N75 G01 X17 Z–2.3;
N80 Z–27.5 R4 ;
N85 X25 ;
N90 Z–40 R2.5;
N95 X35 ;
N100 Z–55 ;
N105 X40 ;
N110 G00 X200 Z200 ;
N115 M05 M30;
```

Bài 3: Lập chương trình gia công chi tiết (hình 5.63)

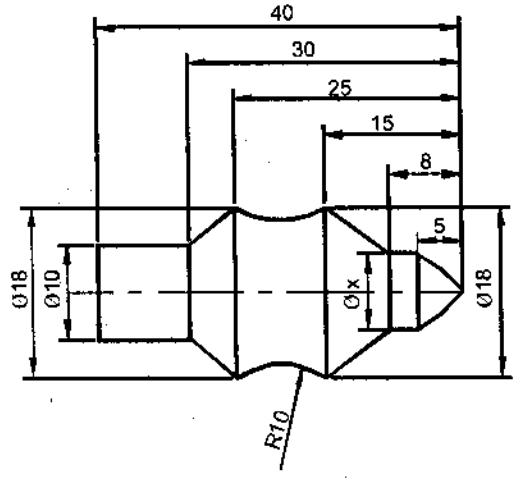


Hình 5.63

Chương trình:

```
O0003;
N5 G90 G95 G97 G00 X200 Z200;
N10 T0202 ;
N15 M03 S1500 F0.5;
N20 G00 X45 Z5 ;
N25 G24 X–0.5 Z2;
N30 Z0 ;
N35 G0 X200 Z200;
N40 T0404;
N45 S1500 F0.5;
N50 G0 X45 Z5 ;
N65 G0 X0 Z5 ;
N70 G01 Z0 ;
N75 G03 X20 Z–5 R12.5 ;
N80 G01 X25 Z–25.1 ;
N85 G01 Z–32.5;
N90 G02 X 35 Z–37.5 R5;
N95 G03 X40 Z–40 R2.5;
N100 G01 Z–55;
N105 X45;
N110 G00 X200 Z200;
N115 M05 M30;
```

Bài 4: Lập chương trình gia công chi tiết (hình 5.64)



Hình 5.64

Chương trình:

```
O0004;
N5 G90 G95 G97 G00 X200 Z200 ;
N10 T0202 ;
N15 M03 S1500 F0.4;
N20 G00 X20 Z5;
N25 G24 X–0.5 Z2;
N30 Z0 ;
N35 G0 X200 Z200;
N40 T0404 ;
N45 S1500 F0.3;
N50 G0 X20 Z3;
N55 G01 X0 Z0 ;
N60 G03 X8 Z–5 R15 ;
N65 G01 Z–8 ;
N70 X18 Z–15;
N75 G02 Z–25 R10;
N80 G01 X10 Z–30 ;
N85 Z–40 ;
N90 X20 ;
N95 G00 X20 Z5;
N100 G00 X200 Z200;
N105 M05 M30;
```

Bài 5: Lập chương trình NC để gia công chi tiết như hình vẽ 5.65, 5.66, 5.67, 5.68:

*** Gia công thô:**

- Số hiệu dao: T0202
- Tốc độ cắt: S = 1000 v/f
- Bước tiến: F = 0.08mm/v

*** Gia công tinh:**

- Số hiệu dao: T0404
- Tốc độ cắt: S = 1500 v/f
- Bước tiến: F = 0.03mm/v

*** Gia công cắt rãnh (cắt đứt):**

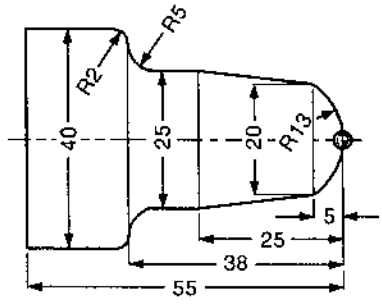
- Số hiệu dao: T0606
- Chiều rộng dao: b = 2mm
- Tốc độ cắt: S = 500 v/f
- Bước tiến: F = 0.02mm/v

*** Gia công ren:**

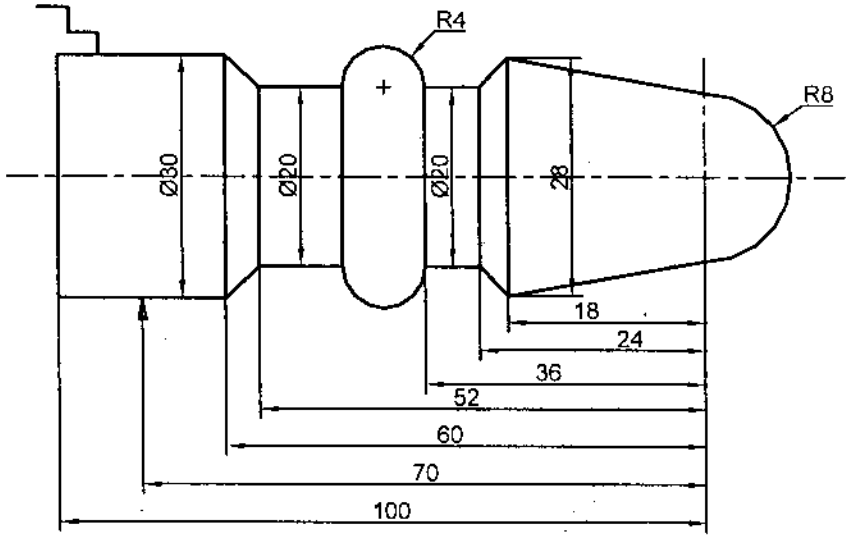
- Số hiệu dao: T0808
- Tốc độ cắt: S = 800 v/f

*** Gia công lỗ:**

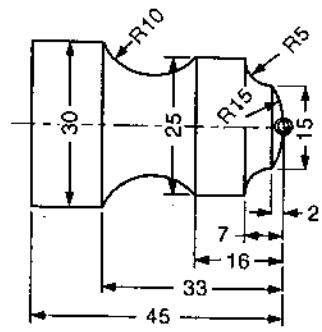
- Số hiệu dao: T0303
- Tốc độ cắt: S = 1000 v/f
- Bước tiến: F = 0.05mm/v



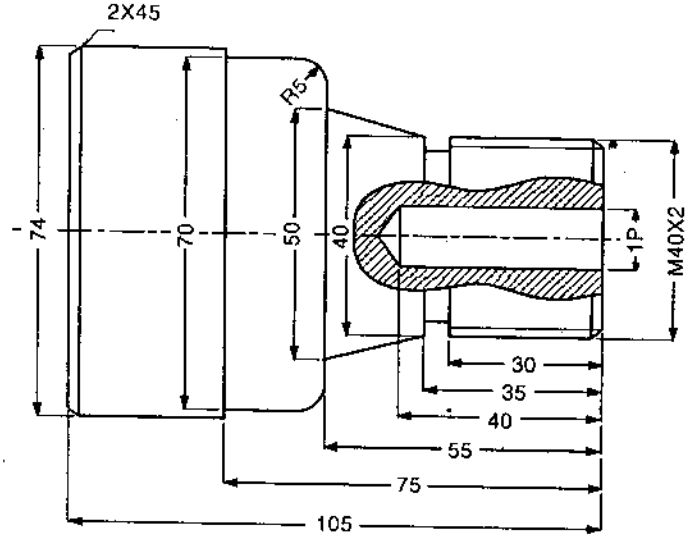
Hình 5.65



Hình 5.66



Hình 5.67



Hình 5.68

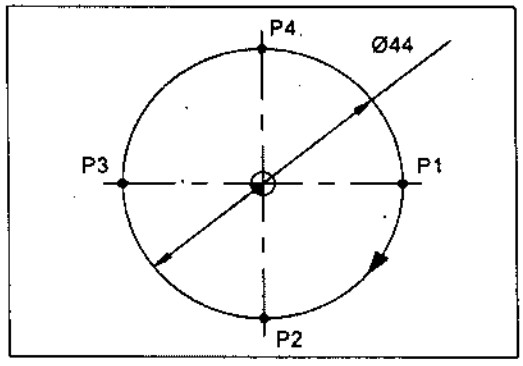
II. Bài tập ứng dụng lập trình gia công trên máy phay

Bài 1: Mục đích của bài tập này là xác định và hiểu rõ lập trình chuyển động từ đường tròn đơn giản đến đầy đủ theo các hình minh hoạ dưới đây.

*** Yêu cầu:**

Lập trình dịch chuyển đường tròn bắt đầu từ điểm P1 và kết thúc P1 theo chiều P1–P2–P3–P4–P1(phương pháp sử dụng 4 khối câu lệnh, hình 5.69).

1. Sử dụng các véctơ cung tròn I và J.
2. Sử dụng bán kính R.
3. Chiều sâu cắt là Z = –5 không tính đến bù bán kính dụng cụ.



Hình 5.69

Chương trình:

Sử dụng các véctơ cung tròn I và J	Sử dụng bán kính R
G90 G54 G00 X22.0 Y0 S1000 M03	G90 G54 G00 X22.0 Y0 S1000 M03
G43 Z3.0 H01 M08	G43 Z3.0 H01 M08
G02 Z-5.0 F100.0	G01 Z-5.0 F100.0
G02 X0 Y-22.0 I-22.0 J0	G02 X0 Y-22.0 R22.0
X-22.0 Y0 I0 J22.0	X-22.0 Y0 I0 R22.0
X0 Y22.0 I22.0 J0	X0 Y22.0 R22.0
X22.0 Y0 I0 J-22.0	X22.0 Y0 R22.0
G00 Z3.0	G00 Z3.0

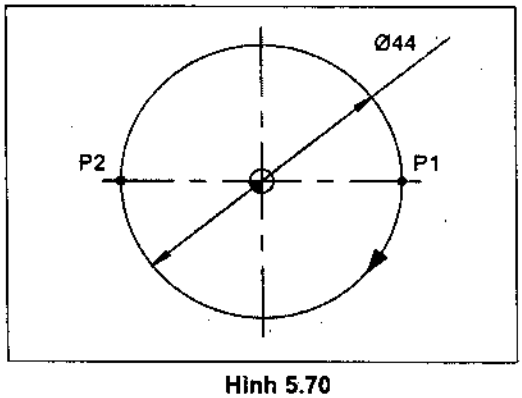
*** Yêu cầu:**

Lập trình dịch chuyển đường tròn bắt đầu từ điểm P1 và kết thúc P1 theo chiều P1–P2–P1 (phương pháp sử dụng 2 khối câu lệnh, hình 5.70).

1- Sử dụng các véctơ cung tròn I và J.

2- Sử dụng bán kính R.

3- Chiều sâu cắt là Z = –5 không tính đến bù bán kính dụng cụ.



Hình 5.70

Chương trình:

Sử dụng I, J

```
G90 G54 G00 X22.0 Y0 S100 M03
G43 Z3.0 H01 M08
G01 Z-5.0 F100.0
G02 X-22.0 YO I-22.0 J0
X22.0 Y0 I22.0 J0
G00 Z3.0
```

Sử dụng R

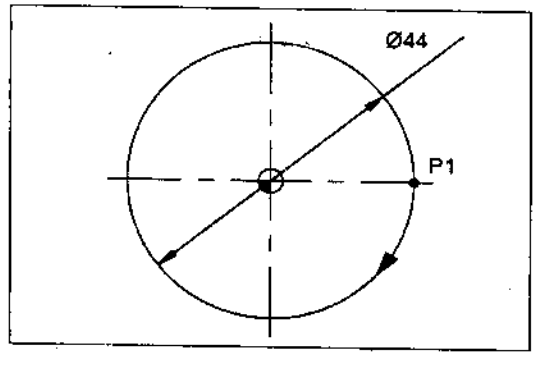
```
G90 G54 G00 X22.0 Y0 S100 M03
G43 Z3.0 H01 M08
G01 Z-5.0 F100.0
G02 X-22.0 YO R22.0
X22.0 Y0 R22.0
G00 Z3.0
```

*** Yêu cầu:**

Lập trình dịch chuyển đường tròn bắt đầu từ điểm P1 và kết thúc P1 theo chiều P1–P1 (phương pháp sử dụng 1 khối câu lệnh, hình 5.71).

1- Sử dụng các véctơ cung tròn I và J.

2- Chiều sâu cắt là Z = –5 không tính đến bù bán kính dụng cụ.

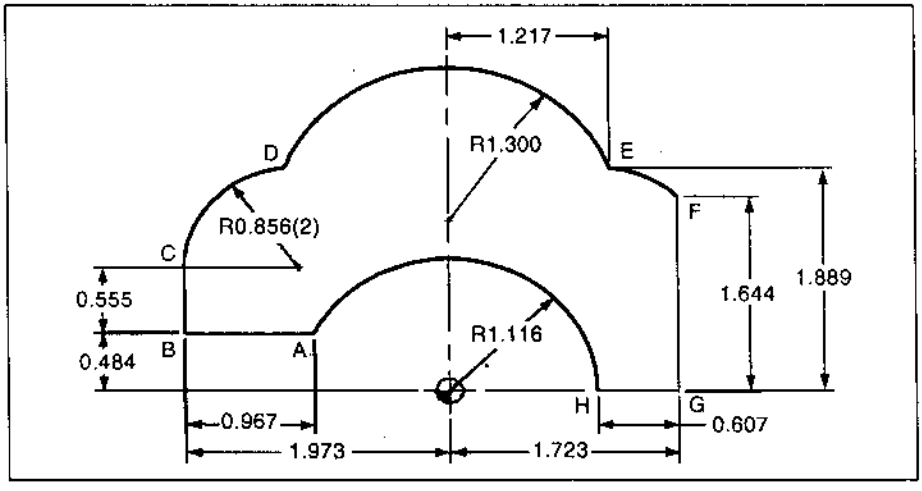


Hình 5.71

Chương trình:

```
G90 G54 G00 X22.0 Y0 S100 M03
G43 Z3.0 H01 M08
G01 Z-5.0 F100.0
G02 I-22.0 J0
G00 Z3.0
```

Bài 2: Lập trình dịch chuyển theo đường thẳng và đường cong theo cả toạ độ tuyệt đối và tương đối. Bắt đầu từ điểm A theo hướng dịch chuyển A–B–C... hình 5.72.



Pt	G code	G90-ABSOLUTE		Rad.	Pts	G code	G91-INCREMENTAL		Rad.
		X	Y				X	Y	
A					A-B				
B					B-C				
C					C-D				
D					D-E				
E					E-F				
F					F-G				
G					G-H				
H					H-A				
A									

Hình 5.72

Chương trình:

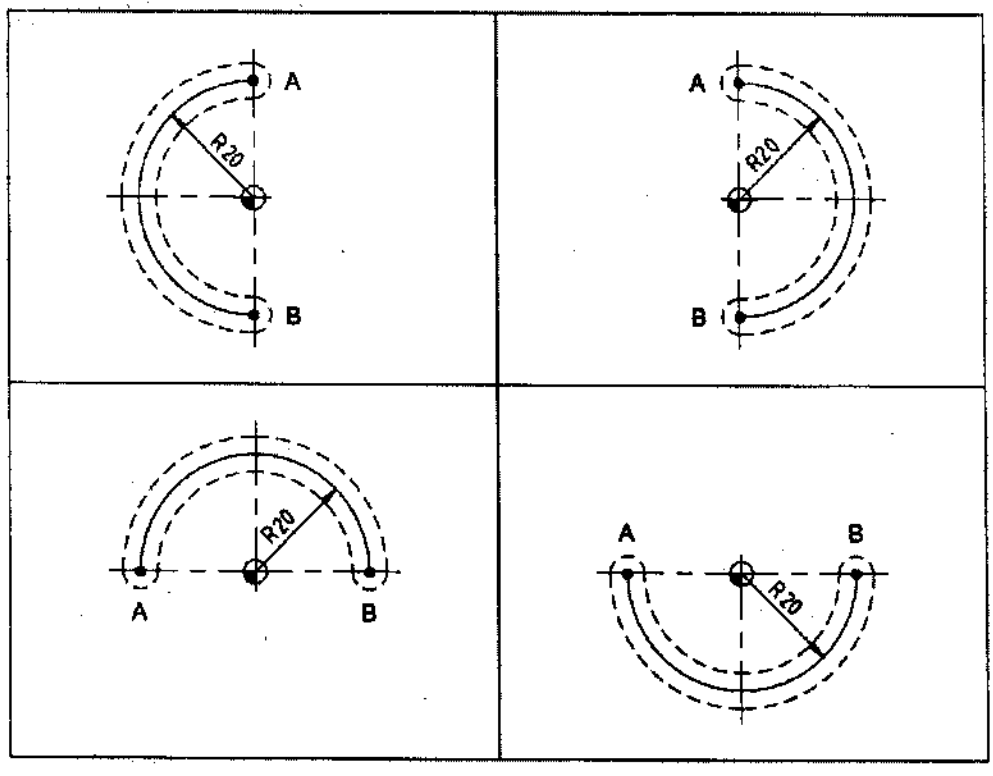
Pt	G code	G90 - ABSOLUTE		Rad.	Pts	G code	G91 - INCREMENTAL		Rad.
		X	Y				X	Y	
A	G00	X-1.006	Y0.484		A-B	G01	X-0.967	Y0	
B	G01	X-1.973	Y0.484		B-C	G01	X0	Y0.555	
C	G01	X-1.973	Y1.039		C-D	G02	X0.756	Y0.850	0.856
D	G02	X-1.217	Y1.889	0.856	D-E	G02	X2.434	Y0	1.300
E	G02	X1.217	Y1.889	1.300	E-F	G02	X0.506	Y-0.245	0.856
F	G02	X1.723	Y1.644	0.856	F-G	G01	X0	Y-1.644	
G	G01	X1.723	Y0		G-H	G01	X-0.607	Y0	
H	G01	X1.116	Y0		H-A	G01	X-2.122	Y0.484	
A	G01	X-1.006	Y0.484						

Bài 3: Mục đích của bài tập: xác định và hiểu rõ các câu lệnh nội suy cung tròn.

1. Lập trình cho chuyển động cung tròn từ điểm A → điểm B.

2. Lập trình cho chuyển động cung tròn từ điểm B → điểm A.

Trong bài này sử dụng lập trình theo toạ độ tuyệt đối và các thông số tương đối I, J không sử dụng thông số bán kính R. Hình 5.73.



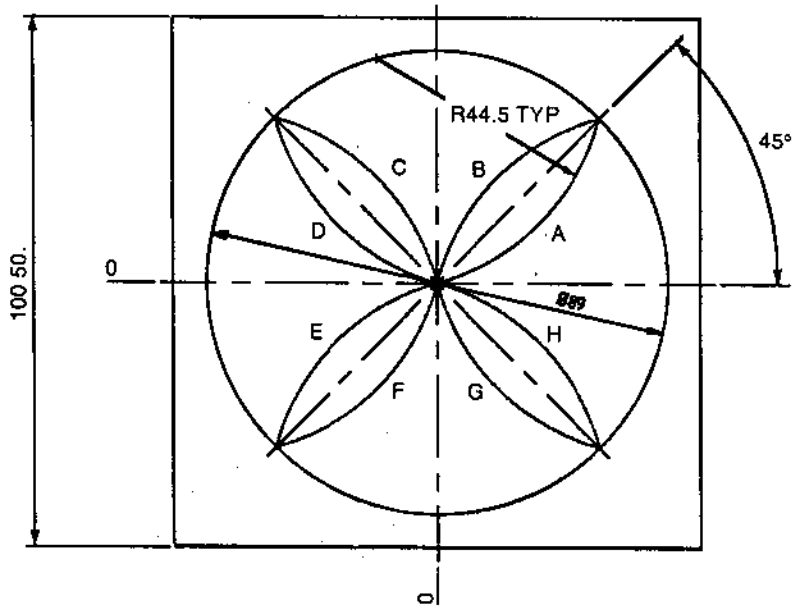
Hình 5.73

Bài 4: Mục đích của bài tập này là luyện tập nội suy đường tròn.

1. Đầu tiên yêu cầu lập trình cho tất cả đường tròn và cung tròn nội suy cùng chiều kim đồng hồ.

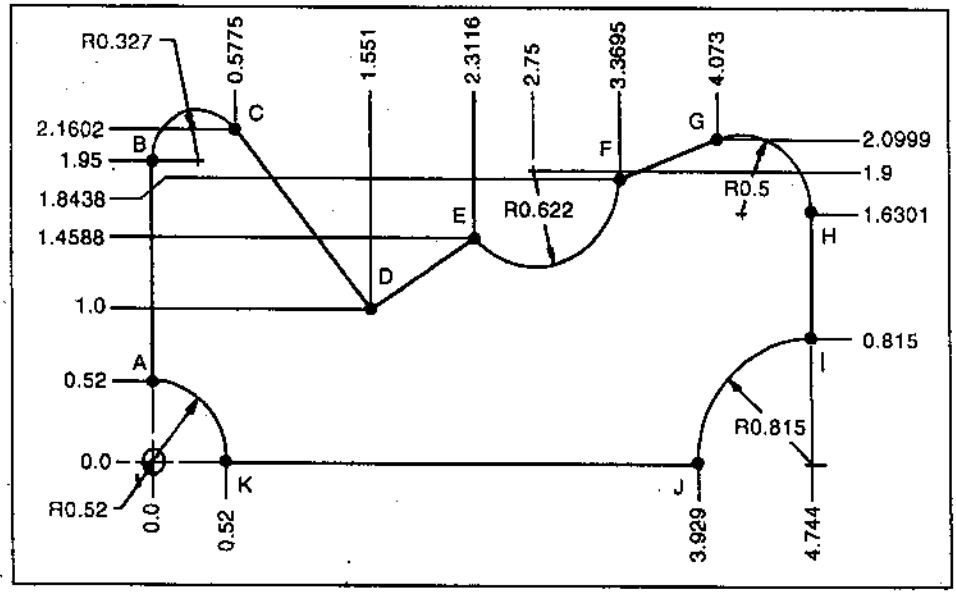
2. Sau đó yêu cầu lập trình cho tất cả đường tròn và cung tròn nội suy ngược chiều kim đồng hồ.

Trong bài này sử dụng lập trình theo toạ độ tuyệt đối và các thông số tương đối I, J không sử dụng thông số bán kính R (hình 5.74).



Hình 5.74

Bài 5: Xác định chuyển động theo đường thẳng và cung tròn dọc theo biên dạng theo toạ độ tuyệt đối và toạ độ tương đối. Bắt đầu từ điểm A và kết thúc ở điểm A (hình 5.75).



Hình 5.75

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. *Chương trình môn học CNC đào tạo trình độ TCCN*, khoa Cơ khí – trường Đại học Công nghiệp Hà Nội, năm 2007.

2. Trần Văn Địch, *Công nghệ trên máy CNC*, Nhà xuất bản KHKT, năm 2000.

3. Petter Smid, *CNC programming handbook (second edition)*, Industrial Press, Inc, Year 2003.

4. Tạ Duy Liêm, *Máy công cụ CNC*, Nhà xuất bản KHKT, năm 2001.

5. *Computer Numerical Control*, Prentice Hall, Year 2000.

6. *CAD/CAM Technology*, Prentice Hall, Year 2000.

7. TS Vũ Hoài Ân, *Nền sản xuất CNC*, Nhà xuất bản KHKT, 2003.

MỤC LỤC

Lời nói đầu

Chương 1

TỔNG QUAN VỀ CÔNG NGHỆ CNC

1.1. Lịch sử phát triển của máy công cụ CNC 5

1.2. Khái niệm về điều khiển số 6

1.3. Đặc điểm về cấu trúc máy công cụ CNC 6

1.4. Các phương pháp lưu trữ và xử lý dữ liệu trong máy NC và CNC 10

1.5. Hệ thống truyền dẫn và đo đường dịch chuyển trong máy NC, CNC 11

Câu hỏi ôn tập 19

Chương 2

HỆ ĐIỀU KHIỂN CNC

2.1. Cấu trúc của bộ điều khiển CNC 20

2.2. Nguyên lý hoạt động của hệ điều khiển 20

2.3. Các phương pháp nội suy trong các máy công cụ NC, CNC 26

2.4. Các dạng điều khiển trên máy công cụ CNC 29

Câu hỏi ôn tập 33

Chương 3

MÁY CÔNG CỤ CNC

3.1. Các phương pháp phân loại máy công cụ NC 34

3.2. Các loại máy công cụ CNC cơ bản 35

3.3. Dụng cụ trên máy công cụ CNC 40

3.4. Đồ gá trên máy công cụ CNC 63

3.5. Hệ trục toạ độ trên máy công cụ CNC 66

3.6. Các điểm chuẩn 69

Câu hỏi ôn tập 75

Chương 4

NGÔN NGỮ LẬP TRÌNH VÀ CHƯƠNG TRÌNH GIA CÔNG

4.1. Khái niệm và các ngôn ngữ lập trình gia công trên máy CNC 76
4.2. Cấu trúc của một chương trình NC 77
4.3. Phương thức lập trình NC 81
Câu hỏi ôn tập 82

Chương 5

KỸ THUẬT LẬP TRÌNH (THEO HỆ FANUC 21)

5.1. Lập trình gia công cơ bản trên máy công cụ CNC 83
5.2. Lập trình theo chu trình gia công 107
5.3. Chương trình con 128
Bài tập 129

Chịu trách nhiệm xuất bản:
Chủ tịch HĐQT kiêm Tổng Giám đốc NGÔ TRẦN ÁI
Phó Tổng Giám đốc kiêm Tổng biên tập NGUYỄN QUÝ THAO

Tổ chức bản thảo và chịu trách nhiệm nội dung:
Chủ tịch HĐQT kiêm Giám đốc CTCP Sách ĐH–DN
TRẦN NHẬT TÂN

Biên tập và sửa bản in:
NGUYỄN DUY MẠNH
Trình bày bìa:
HỒNG NHUNG
Thiết kế sách và chế bản:
ĐINH XUÂN DŨNG

GIÁO TRÌNH CÔNG NGHỆ CNC

Mã số : 7B701Y8 – DAI

In 1.500 cuốn (QĐ : 42), khổ 16 x 24cm. In tại Công ty CP In – Thương mại Hà Tây.
Địa chỉ : Số 15, đường Quang Trung, TP. Hà Đông.
Số ĐKKH xuất bản : 113 – 2008/CXB/55 – 175/GD.
In xong và nộp lưu chiểu tháng 8 năm 2008.

CÔNG TY CỔ PHẦN SÁCH ĐẠI HỌC - DẠY NGHỀ
HEVOBCO
25 HÀN THUYÊN – HÀ NỘI
Website : www.hevobco.com.vn

TÌM ĐỌC SÁCH THAM KHẢO KỸ THUẬT
CỦA NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC

1. Bài tập Kỹ thuật điện — *Đặng Văn Đào*
2. Sửa chữa và quấn lại động cơ điện — *Bùi Văn Yên*
3. Hỏi đáp về Điện - Điện tử dân dụng — *Bùi Văn Yên*
4. Công nghệ chế tạo thiết bị điện — *Nguyễn Đức Sỹ*
5. Cơ sở lý thuyết tính toán và thiết kế hệ thống cung cấp điện — *Phan Đăng Khải*
6. Giáo trình Lưới điện — *Trần Bách*
7. Máy điện 1 — *Bùi Đức Hùng*
8. Máy điện 2 — *Bùi Đức Hùng*

Bạn đọc có thể mua tại các Công ti Sách - Thiết bị trường học ở các địa phương hoặc các Cửa hàng của Nhà xuất bản Giáo dục :

Tại Hà Nội : 25 Hàn Thuyên ; 187B Giảng Võ ; 232 Tây Sơn ; 23 Tràng Tiền ;
Tại Đà Nẵng : Số 15 Nguyễn Chí Thanh ; Số 62 Nguyễn Chí Thanh ;
Tại Thành phố Hồ Chí Minh : Cửa hàng 451B - 453,Hai Bà Trưng, Quận 3 ;
240 Trần Bình Trọng – Quận 5.
Tại Thành phố Cần Thơ : Số 5/5, đường 30/4 ;
Website : www.nxbgd.com.vn

8 934980 812952

Giá: **18.000 đ**