

ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP
KHOA CÔNG NGHỆ CƠ ĐIỆN VÀ ĐIỆN TỬ



BÀI GIẢNG
CÔNG NGHỆ CAD - CAM - CNC

Thái Nguyên – 2021

ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP
KHOA CÔNG NGHỆ CƠ ĐIỆN VÀ ĐIỆN TỬ

BÀI GIẢNG
CÔNG NGHỆ CAD – CAM – CNC

Trưởng bộ môn

Gảng viên

Lý Việt Anh

Phạm Thanh Cường

Thái Nguyên, năm 2021

MỤC LỤC

CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN VỀ CAD/CAM

1.1. Lịch sử phát triển của CAD/CAM.....	Trang 02
1.2. Định nghĩa CAD/CAM.....	03
1.3. Nội dung và công cụ của CAD/CAM.....	05
1.3.1. Nội dung và công cụ của CAD.....	05
1.3.2. Nội dung và công cụ của CAM.....	07
1.4. Quy trình sản xuất và CAD/CAM.....	09
1.5. Phần cứng của CAD/CAM.....	11
1.5.1. Giới thiệu chung.....	11
1.5.2. Cấu hình phần cứng của một hệ CAD điển hình.....	11
1.5.3. Trạm thiết kế.....	12
1.5.4. Thiết bị đầu cuối đồ họa.....	12
1.5.5. Bản mạch ghép nối đồ họa.....	12
1.5.6. các thiết bị nhập.....	13
1.5.7. Các thiết bị xuất.....	13
1.6. Phần mềm của CAD/CAM.....	14
1.6.1. Giới thiệu.....	14
1.6.2. Cấu hình phần mềm của một hệ thống đồ họa tương tác.....	15
1.6.3. Các chức năng của một gói phần mềm đồ họa.....	17
1.6.4. Xây dựng hình học.....	19
1.6.5. các phép chuyển đổi.....	20
1.7. Lợi ích của CAD/CAM.....	21

CHƯƠNG 2: TỔNG QUAN VỀ CNC

2.1. Lịch sử phát triển của máy CNC.....	Trang 23
2.2. Đặc trưng cơ bản của máy CNC.....	25
2.2.1. Tính năng tự động cao.....	25
2.2.2. Tính năng linh hoạt cao.....	25
2.2.3. Tính năng tập trung nguyên công.....	25
2.2.4. Tính năng chính xác, đảm bảo chất lượng cao.....	25

2.2.5. Gia công biên dạng phức tạp	26
2.2.6. Tính năng hiệu quả kinh tế và kỹ thuật cao.....	26
2.3. Mô hình khái quát của một máy CNC	27
2.3.1. Phân điều khiển	27
2.3.2. Phân chấp hành.....	27
2.4. Các phương pháp điều khiển	28
2.4.1. Điều khiển điểm – điểm.....	28
2.4.2. Điều khiển đoạn thẳng.....	29
2.4.3. Điều khiển đường	29
2.4.4. Điều khiển 3D.....	31
2.4.5. Điều khiển 4D và 5D	31
2.5. Hệ trục tọa độ trên máy CNC	31
2.5.1. Hệ tọa độ Descarte.....	32
2.5.2. Hệ tọa độ cục	33
2.5.3. Góc quay của các trục.....	33
2.5.4. Các điểm góc, điểm chuẩn.....	34
2.5.5. Hệ tọa độ đối với một số máy.....	37
2.6. Các bước thực hiện gia công trên máy CNC	38
2.6.1. Nghiên cứu công nghệ gia công chi tiết	38
2.6.2. Thiết kế quỹ đạo cắt.....	38
2.6.3. Lập chương trình điều khiển NC	41
2.6.4. Kiểm tra chương trình điều khiển NC	42
2.6.5. Điều chỉnh máy CNC	42
2.6.6. Gia công chi tiết trên máy CNC	44
2.7. Hình thức tổ chức gia công trên máy CNC	44
2.7.1. Lập trình thủ công, nhập chương trình trực tiếp lên máy CNC.....	45
2.7.2. Lập trình thủ công, nhập chương trình bằng băng đục lỗ.....	45
2.7.3. Lập trình tự động và điều khiển số trực tiếp.....	46
CHƯƠNG 3: CÔNG NGHỆ LẬP TRÌNH PHAY CNC	
3.1. Công nghệ phay CNC.....	Trang 47
3.1.1. Thông số NC	47
3.1.2 Công nghệ phay CNC	49

3.2. Cơ sở lập trình phay CNC	49
3.2.1. Các lệnh di chuyển dao	50
3.2.2. Các lệnh tọa độ và đơn vị.....	52
3.2.3. Các lệnh về mặt phẳng gia công	53
3.2.4. Lệnh tốc độ chạy dao	54
3.2.5. Lệnh tốc độ trục chính.....	54
3.2.6. Lệnh chọn và thay dao	54
3.3. Lệnh bù và dịch chỉnh dao.....	55
3.3.1. Bù bán kính dao	55
3.3.2. Bù trừ chiều dài dao.....	56
3.4. Chu trình phay	57
3.4.1. Chu trình khoan G81	59
3.4.2. Chu trình khoan lỗ có dừng G82.....	59
3.4.3. Chu trình khoan lỗ sâu G83	60
3.4.4. Chu trình taro G84.....	61
3.4.5. Chu trình doa tinh lỗ G85.....	61
3.4.6. Chu trình doa tinh lỗ G85.....	61
3.5. Phép lặp	62
3.6. Các ví dụ.....	64
 CHƯƠNG 4: CÔNG NGHỆ LẬP TRÌNH TIỆN CNC	
4.1. Cơ sở lập trình tiện CNC	67
4.1.1. Công nghệ tiện CNC	67
4.1.2. Lệnh tiện CNC	68
4.1.3. Dao tiện	70
4.1.4. Tốc độ cắt.....	71
4.1.5. Tốc độ trục chính.....	71
4.1.6. Điểm chuẩn tham chiếu của máy	73
4.1.7. Trở về điểm chuẩn tham chiếu của máy	73
4.1.8. Chương trình NC.....	74
4.2. Các lệnh di chuyển dao.....	76
4.2.1. Chạy dao nhanh G00	77
4.2.2. Nội suy đường thẳng G01	77

4.2.3. Nội suy cung tròn G02/G03	77
4.2.4. Cắt ren với bước ren không đổi.....	78
4.3. Bù trừ và cài đặt thông số dao tiện	78
4.3.1. Offset dao	78
4.3.2. Bù trừ bán kính dao	79
4.4. Các lệnh về chu trình	80
4.4.1. Chu trình gia công tinh G70.....	81
4.4.2. Chu trình tiện hướng trục G71	81
4.4.3. Chu trình tiện hướng kính G72	82
4.4.4. Chu trình tiện chép hình G73	83
4.4.5. Chu trình tiện ren hỗn hợp G76	83
4.4.6. Chu trình tiện rãnh hướng kính G75	84
4.5. Các ví dụ	85
CHƯƠNG 5: LẬP TRÌNH GIA CÔNG TỰ ĐỘNG VỚI MASTERCAM	
5.1. Giới thiệu phần mềm MasterCam.....	89
5.2. Các lệnh vẽ cơ bản.....	89
5.2.1. Công cụ quản lý	89
5.2.2. Các lệnh vẽ 2D	93
5.3. Các lệnh hiệu chỉnh	95
5.4. Lập trình phay.....	96
5.4.1. Lựa chọn kiểu máy	96
5.4.2. Mở và nhập tệp làm việc	96
5.4.3. Thiết đặt thuộc tính máy	97
5.4.4. Tạo đường dụng cụ cắt	98
5.4.5. Xuất chương trình điều khiển máy CNC.....	101
5.5. Lập trình tiện.....	101
5.5.1. Lựa chọn kiểu máy	102
5.5.2. Thiết lập thuộc tính nhóm máy.....	102
5.5.3. Tạo đường dụng cụ cắt	104
Tài liệu tham khảo	107

Chương 1

TỔNG QUAN VỀ CAD/CAM

1.1. Lịch sử phát triển của CAD/CAM

Nhờ sự phát triển của công nghệ máy tính, các nhà sản xuất muốn tự động quá trình thiết kế và muốn sử dụng cơ sở dữ liệu này cho quá trình tự động sản xuất. Đây là ý tưởng cho ngành khoa học CAD/CAM ra đời. CAD/CAM được hiểu là sử dụng máy tính trong quá trình thiết kế và sản xuất hay theo thuật ngữ tiếng Anh là máy tính trợ giúp thiết kế và sản xuất. Từ sự ra đời của CAD/CAM các lĩnh vực khác của việc ứng dụng máy tính cũng đã phát triển theo như: CG, CAE, CAPP,.. Tất cả những lĩnh vực sinh ra đó đều liên quan tới những nét đặc trưng của quan niệm về CAD/CAM. CAD/CAM là một lĩnh vực rộng lớn nó là trái tim của nền sản xuất tích hợp và tự động .

Lịch sử phát triển của CAD/CAM gắn liền với sự phát triển của công nghệ máy tính và kỹ thuật đồ họa tương tác (ICG). Cuối 1950 đầu 1960 CAD/CAM có những bước phát triển đáng kể, khởi đầu có thể nói là tại Massachusetts Institute of Technology (MIT) - Mỹ với ngôn ngữ lập trình cho máy tính APT (Automatically Programmed Tools). Mục đích của APT là để lập trình cho máy điều khiển số, nó được coi như là một bước đột phá cho tự động hoá quá trình sản xuất.

Những năm 1960 đến 1970 CAD tiếp tục phát triển mạnh, hệ thống turnkey CAD được thương mại hoá, đây là một hệ thống hoàn chỉnh bao gồm phần cứng, phần mềm, bảo trì và đào tạo, hệ thống này được thiết kế chạy trên mainframe và minicomputer. Tuy nhiên khả năng xử lý thông tin, bộ nhớ và ICG của mainframe và minicomputer hạn chế nên các hệ CAD/CAM thời kỳ này kém hiệu quả, giá thành cao và chỉ được sử dụng trong một số rất ít lĩnh vực.

Năm 1983 máy tính IBM-PC ra đời, đây là thế hệ máy tính lý tưởng về khả năng xử lý thông tin, bộ nhớ, đồ họa cho CAD/CAM. Điều này tạo điều kiện cho các hệ CAD/CAM phát triển rất nhanh chóng.

Cuối những năm 1990 là thời kỳ CAD/CAM đạt đến những thành tựu đáng kể, rất nhiều phần mềm đồ sộ được tung ra thị trường và ứng dụng rộng rãi trong thiết kế và sản xuất của nhiều ngành công nghiệp.

Hiện nay các phần mềm CAD/CAM nổi tiếng đang có mặt trên thị trường như:

- CIMATRON- Israel
- DELCAM- Anh
- Pro-Engineer - Mỹ
- Uni-Graphics - Mỹ
- SURFCAM - Mỹ
- MasterCAM - Mỹ ...

Phần mềm CAE xuất hiện sau CAD/CAM, khi mà những đòi hỏi về chất lượng của sản phẩm rất cao. Việc phân tích mô hình sau thiết kế được thực hiện nhờ CAE. CAE đã làm cho công việc phân tích trở nên đơn giản hơn nhiều so với toán học thông thường và cho kết quả đáng tin cậy trong một thời gian nhanh chóng, nhờ vào kết quả đó mà người thiết kế sẽ hiệu chỉnh lại thiết kế cho phù hợp. Tùy theo tính năng và yêu cầu của chi tiết mà sự phân tích có thể là những quá trình sau:

- Phân tích nhiệt, áp suất, ứng suất, biến dạng, cong vênh, khả năng điền đầy khuôn, quá trình đông đặc...

- Phương pháp phần tử hữu hạn (FEM) là một công cụ toán học quan trọng trong các bài toán phân tích. Phương pháp này chia tự động chi tiết thành nhiều phần nhỏ hình tam giác hay chữ nhật nối tiếp nhau rồi phân tích từng phần nhỏ đó. Kết quả của quá trình phân tích có thể là một bảng báo cáo, một bức tranh điền đầy hay một mô hình chi tiết đã bị cong, hay biến dạng được đặt trùng với mô hình lý thuyết, từ đó người thiết kế sẽ nhìn thấy những vị trí biến dạng cực đại và điều chỉnh thiết kế. Ví dụ: Moldex (Taiwan) và Mold-flow (Australia) là các phần mềm CAE chuyên dụng hỗ trợ cho tính toán thiết kế khuôn nhựa. Các phần mềm này sử dụng để phân tích quá trình điền đầy khuôn, cong vênh, nhiệt, áp suất. ANSYS là phần mềm CAE chuyên dùng cho phân tích ứng suất và biến dạng,.. hỗ trợ cho quá trình tính toán thiết kế các chi tiết, kết cấu cơ khí,...

1.2. Định nghĩa CAD/CAM

Những năm cuối thế kỷ 20, công nghệ CAD/CAM đã trở thành một lĩnh vực đột phá trong thiết kế, chế tạo và sản xuất sản phẩm công nghiệp. CAD (Computer Aided Design) là thiết kế trợ giúp bằng máy tính. CAM (Computer Aided Manufacture) là sản xuất với sự trợ giúp của máy tính. Hai lĩnh vực này ghép nối với nhau đã trở thành một loại hình công nghệ cao, một lĩnh vực khoa học tổng hợp của sự liên ngành Cơ khí – Tin

học – Điện tử – Tự động hóa. Cùng với sự phát triển của khoa học máy tính, CAD/CAM đã được nhận thức và chấp nhận nhanh chóng trong công nghiệp (công nghiệp dệt – may, công nghiệp nhựa, công nghiệp cơ khí chế tạo ...) vì nó là hạt nhân chính để sáng tạo và sản xuất sản phẩm, để tăng năng xuất lao động, giảm cường độ lao động và tự động hóa quá trình sản xuất, nâng cao độ chính xác chi tiết và đạt hiệu quả kinh tế cao.

Công việc chuẩn bị sản xuất có vai trò vô cùng quan trọng trong việc hình thành bất kỳ một sản phẩm cơ khí nào. Công việc này bao gồm các khâu chuẩn bị thiết kế (thiết kế kết cấu sản phẩm, các bản vẽ lắp chung của sản phẩm, các cụm máy...), chuẩn bị công nghệ (đảm bảo tính năng công nghệ của kết cấu, thiết lập quy trình công nghệ), thiết kế và chế tạo các trang bị công nghệ và dụng cụ phụ... kế hoạch hóa quá trình sản xuất và chế tạo sản phẩm trong thời gian ấn định.

Trong sản xuất hàng loạt nhỏ, do đặc điểm là số lượng chi tiết trong loạt ít, số chủng loại lại nhiều cho nên khối lượng thời gian chuẩn bị cho sản xuất rất lớn, mà dạng sản xuất này hiện đang chiếm ưu thế trong nền kinh tế thị trường hiện nay. Tất cả điều đó phải đòi hỏi tạo ra phương pháp thiết kế mới nhờ máy tính điện tử.

CAD/CAM là một lĩnh vực nghiên cứu nhằm tạo ra các hệ thống tự động thiết kế và chế tạo. Nó dùng máy tính điện tử để thực hiện một chức năng nhất định để thiết kế và chế tạo sản phẩm. Tự động hóa chế tạo là dùng máy tính điện tử để kế hoạch hóa, điều khiển quá trình sản xuất, điều khiển quá trình cắt gọt kim loại và kiểm tra nguyên công gia công.

CAD/CAM kết nối với nhau tạo ra mối quan hệ mật thiết giữa hai dạng hoạt động là thiết kế và chế tạo mà lâu nay người ta coi là khác nhau và không phục thuộc vào nhau. Tự động hóa thiết kế là dùng các hệ thống và phương tiện tính toán giúp người kỹ sư để thiết kế mô phỏng, phân tích và tối ưu hóa giải pháp thiết kế. Phương tiện bao gồm máy tính điện tử, các máy vẽ, máy in, thiết bị đục lỗ băng ...Phương tiện lập trình bao gồm chương trình máy, cho phép đảm bảo giao tiếp với máy vẽ và các chương trình ứng dụng để thực hiện chức năng thiết kế.

Hệ thống CAD/CAM là một sản phẩm của CIM (Computer Integrated Manufacturing). Hệ thống này được quản lý và điều hành dựa trên cơ sở dữ liệu trung

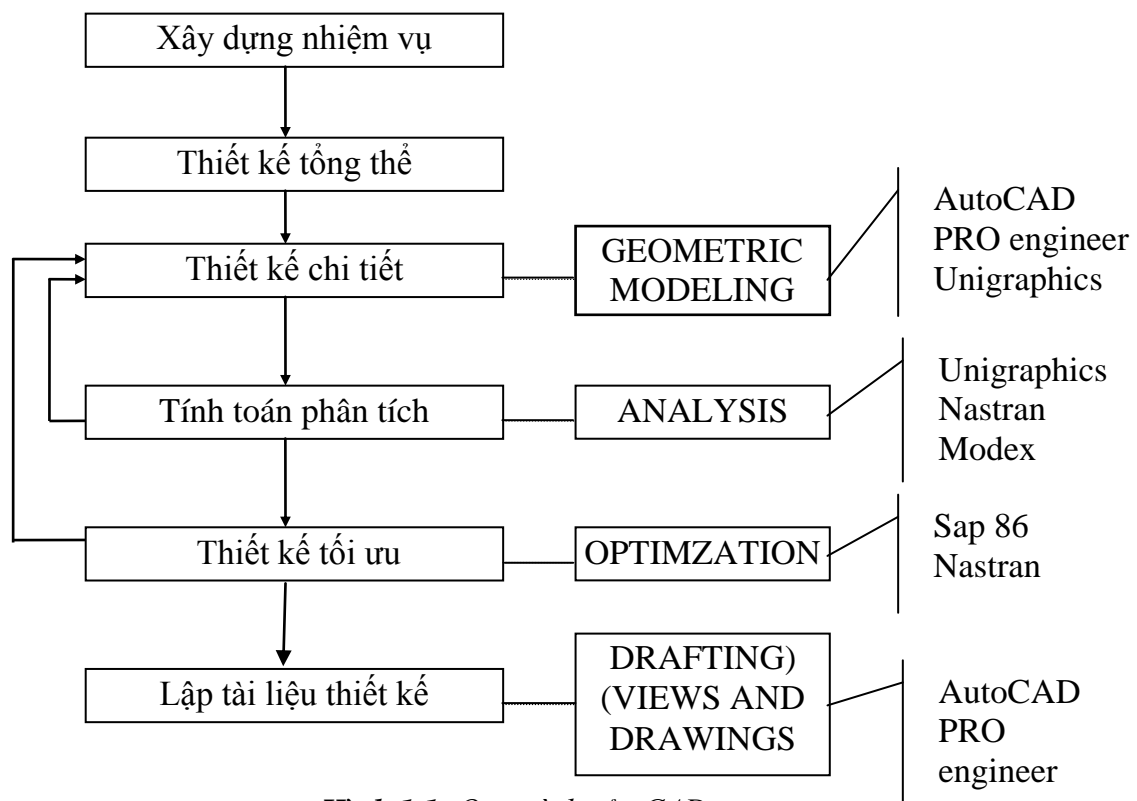
tâm, hệ thống còn được dùng để lập kế hoạch, biểu đồ, đưa ra các chỉ dẫn và thông tin đảm bảo mục đích kế hoạch sản xuất của nhà máy.

1.3. Nội dung và công cụ của CAD/CAM

1.3.1. Nội dung và công cụ của CAD

a. Nội dung của CAD

Thiết kế với sự hỗ trợ của máy tính điện tử - CAD là sự ứng dụng có hiệu quả các phương tiện công nghệ của kỹ thuật tin học, điện tử ... để giải quyết các công việc liên quan tới công việc thiết kế. Quá trình thiết kế có thể phân chia làm 6 giai đoạn chính như hình 1.1



Hình 1.1: Quy trình của CAD

Việc sử dụng công cụ tin học và điện tử trong công việc thiết kế -thiết kế với sự trợ giúp của máy tính điện tử (CAD) có thể chia thành 4 công đoạn chính bao gồm:

- Mô hình hóa hình học
- Tính toán kỹ thuật
- Thiết kế tối ưu
- Lập tài liệu kỹ thuật tự động từ mô hình đã được thiết kế.

❖ Mô hình hình học: ứng dụng hệ thống CAD để phát triển việc mô tả toán học của các vật thể hình học. Các mô hình hình học này được lưu trữ trong hệ cơ sở dữ liệu (trong bộ nhớ máy tính) cho phép người sử dụng biểu diễn hình ảnh của mô hình trên các thiết bị đồ họa và thực hiện các thao tác dựng hình.

❖ Tính toán phân tích kỹ thuật: sau giai đoạn thiết kế mô phỏng hình học. Mô hình thiết kế cần phải được tính toán phân tích (để đảm bảo các thông số kỹ thuật), ví dụ: kiểm tra độ bền, biến dạng, quá trình trao đổi nhiệt. Quá trình tính toán phân tích kỹ thuật được thực hiện thông qua các phần mềm CAE.

❖ Lập tài liệu thiết kế tự động: đây là công việc thể hiện kết quả thiết kế - tự động tạo các hình chiếu, tạo bản vẽ kỹ thuật bao gồm cả ghi kích thước từ mô hình 3D đã được thiết kế.

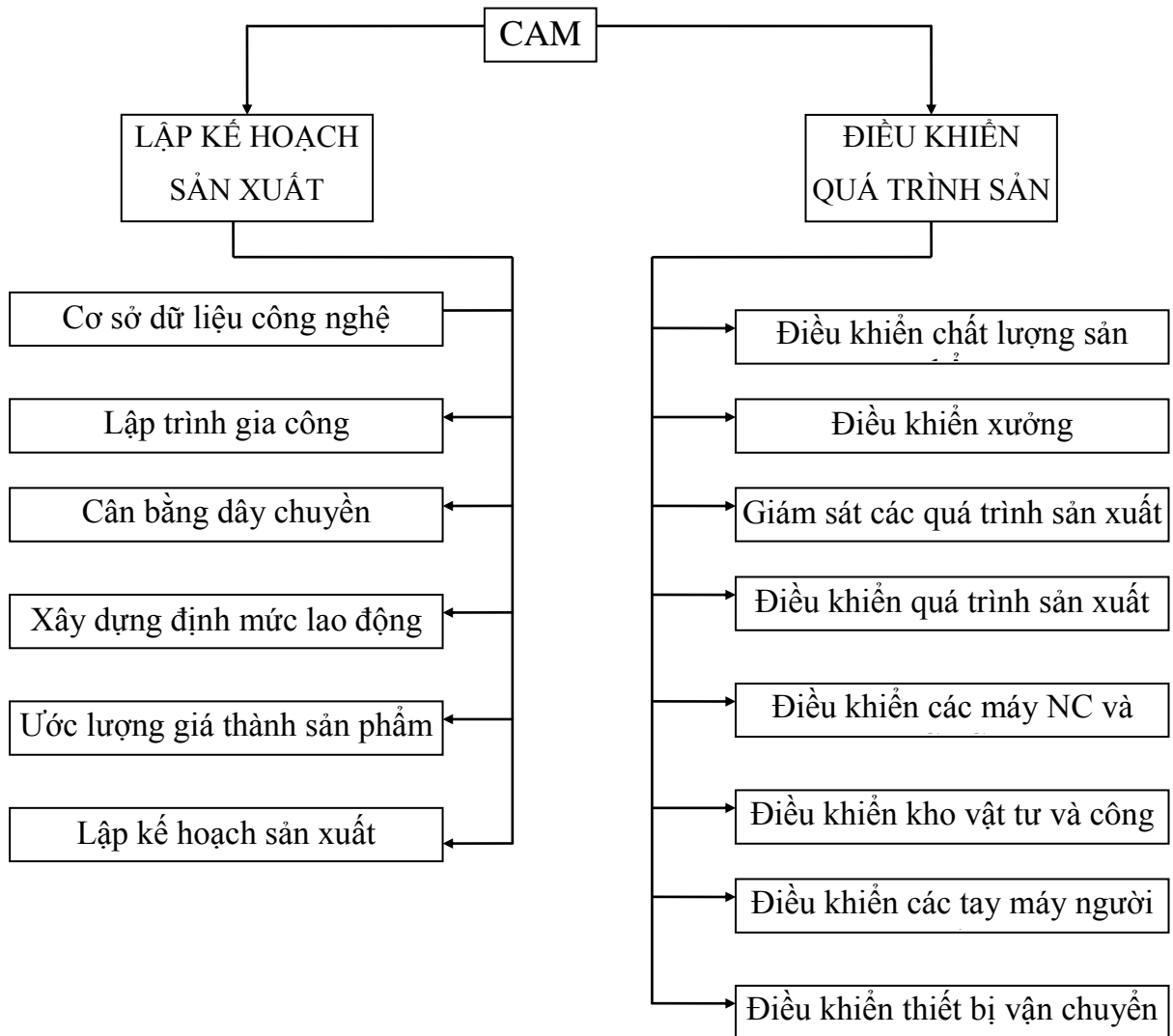
Tóm lại: vai trò cơ bản nhất của CAD là để xác định hình học của thiết kế như hình dáng hình học của các chi tiết cơ khí, các kết cấu kiến trúc, mạch điện tử, mặt bằng nhà cửa trong xây dựng... Các ứng dụng điển hình của CAD là tạo bản vẽ kỹ thuật với đầy đủ các thông tin kỹ thuật của sản phẩm và mô hình hình học 3D của sản phẩm. Hơn nữa, mô hình CAD này sẽ được dùng cho các ứng dụng CAE và CAM sau này. Đây là lợi ích lớn nhất của CAD vì có thể tiết kiệm thời gian một cách đáng kể và giảm được các sai số gây ra do phải xây dựng lại hình học của thiết kế mỗi khi cần đến nó.

b. Công cụ của CAD

- Thiết kế mô phỏng hình học 3 chiều (3D) những hình dạng phức tạp.
- Tạo bản vẽ, in ấn.
- Kết xuất dữ liệu cho CAM: nội suy hình học, biên dịch các kiểu đường chạy dao cho công nghệ gia công điều khiển số.
- Liên kết với các chương trình tính toán thực hiện các chức năng phân tích kỹ thuật: tính biến dạng khuôn, mô phỏng dòng chảy vật liệu, trường áp suất, trường nhiệt độ, độ co rút vật liệu,...
- Kết xuất dữ liệu cho theo các định dạng đồ họa chuẩn. Giao tiếp với các thiết bị đo, quét toạ độ 3D thực hiện nhanh chóng các chức năng mô phỏng hình học từ dữ liệu số.

1.3.2. Nội dung và công cụ của CAM

Là thực hiện quy trình sản xuất với sự trợ giúp của máy tính điện tử là sử dụng máy tính để lập kế hoạch sản xuất và điều khiển sản xuất. Sơ đồ chức năng của CAM có thể được biểu diễn theo hình 1.2



Hình 1.2: Quy trình của CAM

a. Lập kế hoạch sản xuất

- Cơ sở dữ liệu công nghệ: các chương trình máy tính cần được soạn thảo để đưa ra các điều kiện cắt tối ưu cho các loại nguyên vật liệu khác nhau. Các tính toán dựa trên các dữ liệu nhận được từ thực nghiệm hoặc tính toán lý thuyết về tuổi thọ của dao cắt theo điều kiện cắt.

- Lập trình gia công với sự trợ giúp của máy tính: lập trình cho máy công cụ hoặc lập trình CNC là công việc khó khăn cho người vận hành và gây ra nhiều lỗi khi các chi tiết trở nên phức tạp. Các bộ hậu xử lý máy tính được sử dụng để thay thế việc lập trình bằng tay. Đối với các chi tiết có hình dạng hình học phức tạp, hệ thống CAM có thể đưa ra chương trình gia công chi tiết nhờ phương pháp tạo ra tập lệnh điều khiển cho máy công cụ hiệu quả hơn hẳn lập trình bằng tay.

- Cân bằng dây chuyền với sự trợ giúp bằng máy tính: việc định vị các phần tử trong các trạm lên dây chuyền là vấn đề lớn và khó khăn. Các chương trình máy tính như COMSOAL và CALB được phát triển để trợ giúp cân bằng tối ưu cho các dây chuyền.

- Xây dựng các định mức lao động: một bộ phận chuyên trách sẽ có trách nhiệm xác lập chuẩn thời gian cho các công việc lao động trực tiếp tại nhà máy. Việc tính toán này khá công phu và phức tạp. Hiện đã có một số chương trình phần mềm được phát triển cho công việc này. Các chương trình máy tính sử dụng dữ liệu về thời gian chuẩn cho các phần tử cơ bản, sau đó cộng tổng thời gian thực hiện của các phần tử đơn đó và chương trình sẽ đưa ra thời gian chuẩn cho công việc hoàn chỉnh

- Ước lượng giá thành sản phẩm: ước lượng giá của một loại sản phẩm mới là khá đơn giản trong nhiều ngành công nghiệp và được hoàn thành bởi chương trình máy tính. Chi phí của từng chi tiết bộ phận được cộng lại và giá của sản phẩm sẽ được xác định.

- Lập kế hoạch sản xuất: các trình tự thực hiện và các trung tâm gia công cần thiết cho sản xuất một sản phẩm được chuẩn bị bởi máy tính. Các hệ thống này cung cấp các lộ trình, tìm ra lộ trình tối ưu và tiến hành mô phỏng kiểm nghiệm kế hoạch đưa ra. Máy tính được sử dụng trong chức năng ghi nhớ các bản ghi tồn kho, đặt hàng tự động các mặt hàng khi kho rỗng, điều độ sản xuất chủ, duy trì các đặc tính hiện tại cho các đơn đặt hàng sản xuất khác nhau, lập kế hoạch nhu cầu nguyên vật liệu và lập kế hoạch năng lực.

b. Điều khiển quá trình sản xuất

- Điều khiển sản xuất liên quan tới việc quản lý và điều khiển các hoạt động sản xuất trong nhà máy. Điều khiển quá trình, điều khiển chất lượng, điều khiển sản xuất phân xưởng và giám sát quá trình đều nằm trong vùng chức năng của điều khiển sản xuất. Ở đây máy tính tham gia trực tiếp (on-line) vào các hoạt động sản xuất trong nhà máy. Các ứng dụng của điều khiển quá trình sử dụng máy tính là khá phổ biến trong các hệ

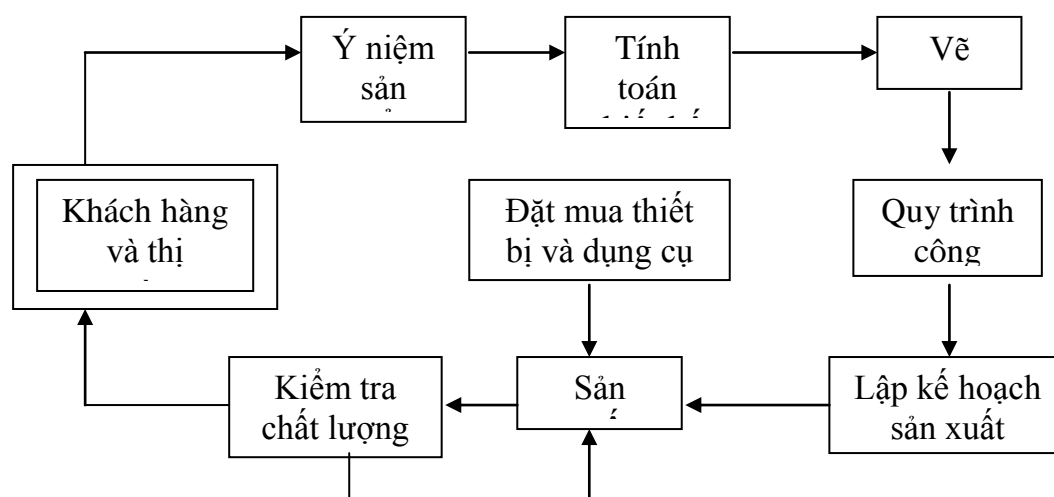
thống sản xuất tự động hiện nay. Chúng bao gồm các dây chuyền vận chuyển, các hệ thống lắp ráp, điều khiển số, kỹ thuật rôbốt, vận chuyển nguyên vật liệu và hệ thống sản xuất linh hoạt.

- Điều khiển hoạt động sản xuất phân xưởng liên quan tới việc thu nhập dữ liệu đó để trợ giúp điều khiển sản xuất và lưu trữ trong nhà máy. Các công nghệ thu nhập dữ liệu máy tính hóa và giám sát quá trình bằng máy tính đang là phương tiện được đánh giá cao trong hoạt động sản xuất phân xưởng hiện tại.

❖ Trong tất cả những công việc áp dụng của máy tính điện tử trên đây đòi hỏi có sự tham gia của con người hoặc để nhập dữ liệu đảm bảo cho chương trình làm việc hoặc để giám sát các kết quả thực hiện.

1.4. Qui trình sản xuất và CAD/CAM

Chu trình sản phẩm truyền thống được thể hiện qua sơ đồ hình 1.3

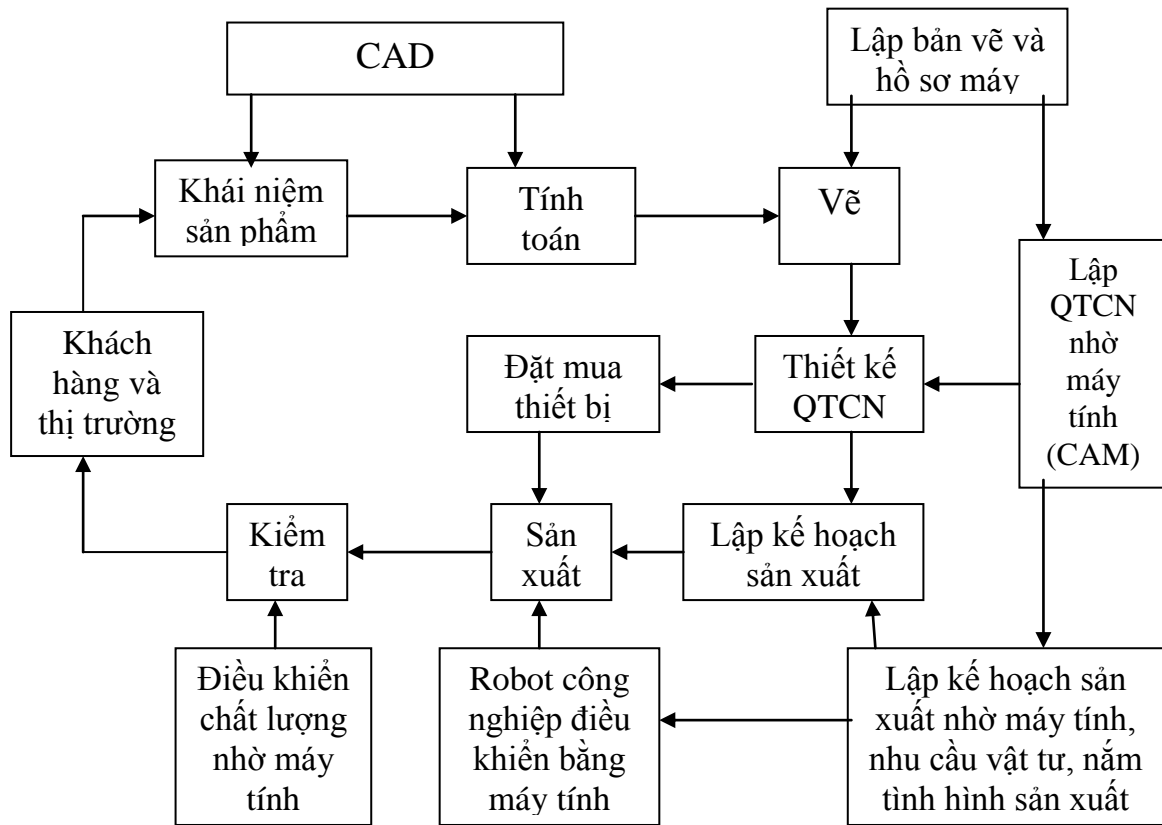


Hình 1.3: Chu trình sản phẩm truyền thống

Để đánh giá được tầm quan trọng của CAD/CAM trong chu trình sản phẩm chúng ta phân tích các phạm vi hoạt động khác nhau và chức năng tương ứng để thực hiện việc nghiên cứu và chế tạo sản phẩm. Các thể loại công việc và chức năng của CAD/CAM trong chu trình sản phẩm được thể hiện trên hình 1.4

Chu kỳ này hoạt động theo nhu cầu của khách hàng và thị trường tiêu thụ. Chu trình sản phẩm có thể thay đổi tùy theo yêu cầu của khách hàng

Có trường hợp công việc thiết kế là do khách hàng thực hiện cho nên nhà máy chỉ có nhiệm vụ chế tạo sản phẩm đã được thiết kế đó



Hình 1.4: Chu trình sản phẩm theo Công nghệ CAD/CAM.

Trường hợp thứ hai là nhà máy đảm nhận luôn cả công việc thiết kế và chế tạo mới. Dựa vào ý đồ tạo ra sản phẩm đó mới thiết kế sản phẩm, hoàn tất bản vẽ

Trên bản vẽ sản phẩm phải nêu rõ các yêu cầu kỹ thuật cần phải đảm bảo trong quá trình chế tạo. Trên cơ sở các bản vẽ chi tiết phải lập quy trình công nghệ chế tạo sản phẩm và lập kế hoạch sản xuất. Để chế tạo sản phẩm phải lập nhu cầu về trang thiết bị công nghệ và các dụng cụ cần thiết. Kế hoạch sản xuất phải chỉ rõ thời gian và sản lượng xuất xưởng trong thời gian đã định. Tiếp theo là công đoạn đưa vào sản xuất, chế tạo xong phải tiến hành kiểm tra và thử nghiệm sản phẩm, cuối cùng là bàn giao cho khách hàng.

Trong giai đoạn thiết kế sản phẩm mới, áp dụng máy tính điện tử cho phép tự động hóa thiết kế, in các bản vẽ và tài liệu kỹ thuật.

Giai đoạn chuẩn bị công nghệ, nghĩa là thiết kế quy trình công nghệ và lập biểu đồ sản xuất với sự trợ giúp của máy tính điện tử. Ngoài ra máy tính điện tử còn có thể áp dụng điều khiển quá trình chế tạo chi tiết dùng tay máy, các máy điều khiển theo chương trình số (CNC). Công đoạn cuối cùng là kiểm tra và thử nghiệm cũng có thể tự động hóa nhờ máy tính điện tử.

❖ Qua đó ta thấy hệ thống tích hợp CAD/CAM đóng vai trò quan trọng trong nền sản xuất hiện đại, trong các lĩnh vực chuyên môn hóa cao. Từ hình 1-4 rõ ràng CAD/CAM bao quát xuyên suốt trong chu trình sản phẩm.

1.5. Phần cứng của CAD/CAM

1.5.1. Giới thiệu chung

Các bộ phận phần cứng dùng cho một hệ CAD rất đa dạng về kích thước, cấu hình và về mức độ hiện đại, tùy theo nhiệm vụ của từng đơn vị mà chọn hệ CAD cho phù hợp.

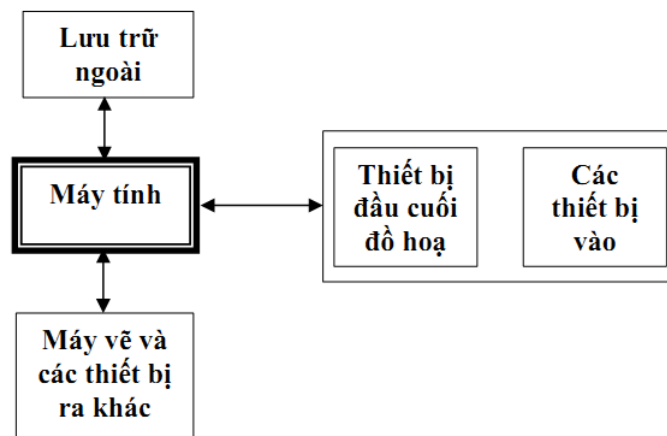
Ta biết rằng nền tảng của một hệ CAD hiện đại là đồ họa máy tính tương tác (ICG) cho phép người thiết kế có ngay những ứng xử của hệ thống về dữ liệu đầu vào để có được những tác động thích hợp vì giữa người thiết kế và hệ thống có một mối liên lạc trực tiếp theo cách người sử dụng vào lệnh cho hệ thống và đáp ứng lại những câu hỏi mà hệ thống đưa ra.

Ngày nay các phần cứng trong công nghệ thông tin rất phong phú và đa dạng được sử dụng trong hệ CAD.

1.5.2. Cấu hình phần cứng của một hệ CAD điển hình

Một hệ CAD nói chung thường có các thiết bị phần cứng sau đây:

- Một hoặc một số trạm thiết kế với một đầu cuối đồ họa và các thiết bị vào của người thiết kế.
- Một hoặc một số máy vẽ và các thiết bị ra khác.
- Một máy tính.
- Các bộ lưu trữ ngoài (bộ nhớ ngoài).



Hình 1.5: Cấu hình của một hệ CAD

Hệ CAD có loại độc lập trong đó chỉ có một máy tính cá nhân điều khiển, có loại nối mạng cục bộ với nhiều trạm thiết kế do một máy trung tâm điều khiển.

1.5. 3. Trạm thiết kế

Trạm thiết kế hay còn gọi là trạm công tác của hệ CAD là một hệ thống giao diện với thế giới bên ngoài. Đây là một yếu tố quan trọng tạo nên tính hiệu quả và sự thuận tiện đối với người thiết kế khi làm việc với một hệ CAD. Bao gồm một trạm thiết kế có PC, thiết bị đầu cuối đồ họa (màn hình CRT), thiết bị vào (bàn phím, chuột).

** Chức năng của một trạm thiết kế đồ họa:*

Một trạm thiết kế phải đảm trách được năm chức năng sau đây :

- Giao diện với máy tính.
- Tạo ra các bản vẽ ổn định cho người thiết kế.
- Cung cấp các bản mô tả dưới dạng số của các bản vẽ trên.
- Chuyển các lệnh máy tính thành các chức năng vận hành.
- Tạo thuận lợi cho việc truyền thông giữa người thiết kế và hệ thống

Cách tốt nhất để thực hiện các chức năng trên là sử dụng hệ đồ họa tương tác. Một trạm thiết kế dùng cho hệ đồ họa tương tác ắt phải có hai bộ phận hợp thành sau :

- Một thiết bị đầu cuối đồ họa
- Các thiết bị vào của người thiết kế.

1.5. 4. Thiết bị đầu cuối đồ họa

Từ trước đến nay đã có nhiều cách tiếp cận kỹ thuật khác nhau được áp dụng để nghiên cứu cải tiến các thiết bị đầu cuối đồ họa, và trong tương lai công nghệ vẫn không ngừng phát triển vì các nhà sản xuất các hệ thống CAD luôn luôn cố gắng nâng cao chất lượng và hạ giá thành sản phẩm của họ.

Hiện có 2 loại thiết bị đầu cuối đồ họa được sử dụng trong các trạm thiết kế như sau:

- Thiết bị đầu cuối tối thiểu: màn hình CRT
- Thiết bị đầu cuối đồ họa có vi xử lý riêng: Màn hình CRT có card điều khiển gắn với bộ vi xử lý riêng.

Dù là thiết bị đầu cuối đồ họa loại nào thì việc tạo sinh hình ảnh và hiển thị hình ảnh đó lên màn hình đều theo những nguyên tắc giống nhau.

1.5. 5. Bản mạch ghép nối đồ họa

Một số bản mạch ghép nối đồ họa.

- Card màn hình đồ họa đen-trắng.
- Card màn hình đồ họa màu.

- Card màn hình đồ họa có gắn vi xử lý riêng.
- các bản mạch ghép nối đồ họa hiện đại.

1.5. 6. Các thiết bị nhập (input)

Các thiết bị input được trang bị tại một trạm thiết kế là nhằm cung cấp cho người sử dụng những phương tiện thuận lợi trong việc giao thông liên lạc với hệ thống.

Chủng loại thiết bị Input rất phong phú, ta có thể chia các thiết bị này thành 4 loại chính sau:

a. Các thiết bị điều khiển con trỏ

- Bảng trò chơi.
- Cần điều khiển.
- Cầu vạch.
- Chuột.
- Các phím di chuyển con trỏ trên bàn phím
- Bút quang.
- Bảng và bút điện tử.

b. Bàn đồ họa

Có thể được xem như một bàn vẽ điện tử.

c. Máy quét (Scanner)

Máy quét là một thiết bị dùng để đọc bản vẽ hay chữ viết trên giấy, số hoá chúng rồi đưa vào cho máy tính xử lý.

d. Bàn phím

Có nhiều loại:

- Bàn phím ký tự.
- Bàn phím chức năng chuyên dùng.

5.1.7. Các thiết bị xuất (output)

Bao gồm:

- Màn hình.
- Máy vẽ.
- Máy copy màn hình.
- Các thiết bị vi phim.
- Máy in.

1.6. Phần mềm của CAD/CAM

1.6.1. Giới thiệu

Phần cứng của CAD chỉ có tác dụng và hoạt động với phần mềm kèm theo. Phần mềm đó ở đây gồm hai loại :

- Phần mềm đồ hoạ.

Đây là một bộ chương trình được viết ra nhằm tạo điều kiện cho người sử dụng vận hành hệ thống đồ hoạ máy tính (hệ ICG). Bộ chương trình này thường được sản xuất trọn gói nên còn có tên gọi gói phần mềm đồ hoạ, bao gồm những chương trình để tạo ra hình ảnh trên màn hình CRT, để điều khiển các hình ảnh đó và để thực hiện các kiểu tương tác khác nhau giữa ICG. AutoCAD là ví dụ điển hình về một bộ chương trình như vậy. Còn hệ ICG là một hệ thống đồ hoạ tương tác, ngoài phần mềm còn có phần cứng.

- Phần mềm ứng dụng (kể cả những chương trình hỗ trợ để thực hiện những chức năng đặc biệt có liên quan đến CAD/CAM):

Bao gồm những phần mềm phân tích thiết kế (chẳng hạn như phân tích phần tử hữu hạn, mô phỏng động học cơ cấu...) và những phần mềm lập kế hoạch sản xuất - chế tạo (chẳng hạn như lập kế hoạch gia công tự động, lập trình vật làm điều khiển số...). Những phần mềm loại thứ hai này sẽ được đề cập tới ở các chương sau, khi nghiên cứu về CAM.

Phần mềm đồ hoạ dùng cho một hệ thống đồ hoạ máy tính cụ thể có tính đặc thù rất mạnh đối với phần cứng của hệ thống đó - có nghĩa là nó được viết ra chủ yếu là để chạy trên phần cứng đó của hệ thống. Vì thế, phần mềm phải được viết sao cho phù hợp với kiểu màn hình CRT và kiểu thiết bị vào được dùng trong hệ thống. Những chi tiết của phần mềm để chạy trên CRT quét vectơ sẽ phải có những điểm khác so với khi viết cho CRT quét dòng vì cấu tạo và nguyên tắc hoạt động của hai loại màn hình này không hoàn toàn giống nhau.

Dẫu rằng những sự khác nhau như thế trong phần mềm nhiều khi người sử dụng không nhận ra, nhưng chúng lại rất quan trọng đối với người xây dựng một hệ thống đồ hoạ máy tính tương tác.

Các nguyên tắc cơ bản cho việc thiết kế phần mềm đồ hoạ như sau :

- Tính đơn giản : Phần mềm đồ hoạ phải dễ sử dụng.
- Tính nhất quán : Gói phần mềm phải đem đến cho người sử dụng một phương pháp vận hành nhất quán và có thể dự đoán được các thao tác tiếp theo.

- Tính đồng bộ : Không bỏ sót một chức năng nào đáng kể trong bộ chức năng đồ hoạ của phần mềm.

- Tính bền vững : Chịu đựng được những sai phạm nhỏ trong vận hành của người sử dụng.

- Tính hiệu quả : Với những hạn chế của phần cứng, phần mềm cần khai thác được đến mức tối đa khả năng của nó.

- Tính kinh tế : Phần mềm không quá lớn hoặc quá đắt tiền đến mức khách hàng không chấp nhận được.

1.6.2. Cấu hình phần mềm của một hệ thống đồ hoạ tương tác (ICG)

Khi người sử dụng vận hành một hệ ICG, có rất nhiều hoạt động khác nhau xảy ra. Có thể chia những hoạt động đó thành 3 loại :

- Tương tác với thiết bị đầu cuối đồ hoạ để tạo ra và thay đổi những hình ảnh trên màn hình.

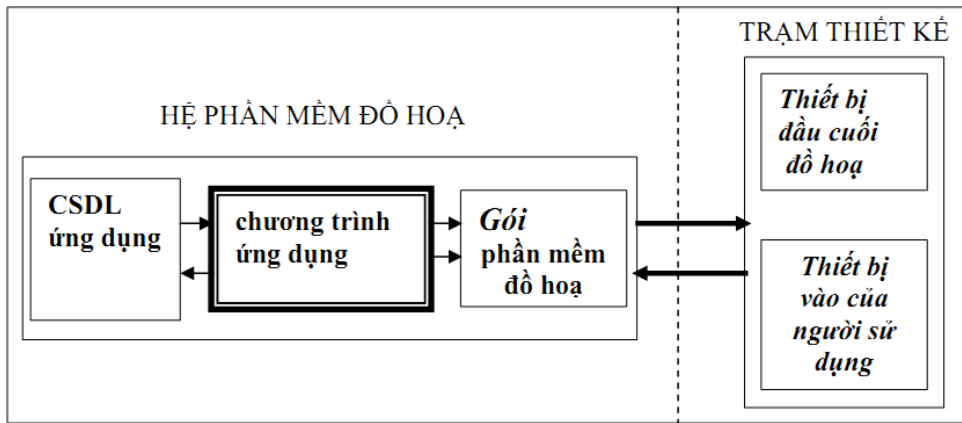
- Kiến tạo nên một mô hình mà về mặt vật lý có thể vượt ra ngoài hình ảnh chứa trên màn hình. Đôi khi mô hình này còn được gọi là mô hình ứng dụng.

- Nhập mô hình vào bộ nhớ trong (và cả bộ nhớ ngoài khi cần).

Khi làm việc với hệ thống đồ hoạ, người sử dụng thực hiện những công việc theo cách phối hợp chứ không phải theo cách hết loại công việc nọ đến công việc kia. Người sử dụng kiến tạo nên một mô hình vật lý và nhập vào bộ nhớ bằng sự mô tả hình ảnh của mô hình đó cho hệ thống biết theo cách tương tác mà không cần suy nghĩ động tác nào thuộc vào loại nào trong ba loại kể trên. Sở dĩ phân ra như thế là để tương ứng với cấu hình tổng quát của một hệ phần mềm đồ hoạ dùng trong hệ ICG sẽ nói dưới đây.

Theo truyền thống, người ta xác định cấu hình tổng quát của một hệ phần mềm đồ hoạ gồm có ba môđun sau :

- Gói phần mềm đồ hoạ
- Chương trình ứng dụng (mô hình ứng dụng)
- Cơ sở dữ liệu đồ hoạ



Hình 1.6: Cấu trúc một phần mềm đồ họa

a. *Chương trình ứng dụng*

Đây là môđun trung tâm của hệ đồ họa. Nó là cái mô tả mô hình vật lý mà người sử dụng muốn thiết kế ra nên còn có tên là mô hình ứng dụng. Nó điều khiển sự lưu trữ dữ liệu vào cơ sở dữ liệu ứng dụng và gọi dữ liệu ra từ cơ sở dữ liệu ứng dụng. Nó được người sử dụng xây dựng nên thông qua gói phần mềm đồ họa.

Chương trình ứng dụng được người sử dụng tạo ra để xây dựng mô hình của thực thể vật lý mà hình ảnh của nó sẽ thấy được trên màn hình đồ họa. Mỗi thực thể vật lý được mô tả bởi một chương trình ứng dụng và bao giờ cũng thuộc về những miền bài toán cụ thể.

Những miền bài toán trong thiết kế kỹ thuật bao gồm kiến trúc, xây dựng, cơ khí, điện, công nghiệp hoá chất... Những miền bài toán không thuộc về thiết kế thì có thể là các bộ trình mô phỏng bay, là hiển thị dữ liệu dưới dạng đồ họa, là phân tích toán học và thậm chí là mỹ nghệ. Trong mỗi trường hợp, chương trình ứng dụng được xây dựng nên để xử lý hình ảnh và các quy ước tương ứng với lĩnh vực đó.

b. *Gói phần mềm đồ họa*

Đây là công cụ trợ giúp giữa người sử dụng và thiết bị đầu cuối đồ họa. Nó có nhiệm vụ quản lý sự tương tác đồ họa giữa người sử dụng và hệ thống. Đồng thời nó cũng hoạt động với tư cách là giao diện giữa người sử dụng với chương trình ứng dụng. Gói phần mềm đồ họa bao gồm:

- Các chương trình con (thường trình) Output.
- Các chương trình con (thường trình) Input nhận lệnh và dữ liệu do người sử dụng đưa vào rồi tiếp tục đưa chúng tới chương trình ứng dụng. Các chương trình Output điều

khiển màn hình (hoặc thiết bị ra khác) và chuyển đổi các mô hình ứng dụng thành những hình ảnh hai chiều hoặc ba chiều.

c. Cơ sở dữ liệu ứng dụng

Đây là môđun thứ ba trong cấu hình của hệ phần mềm đồ hoạ, trong đó chứa những định nghĩa về toán học, về số và về logic của các mô hình ứng dụng như các mạch điện, các chi tiết máy, các bộ phận ô tô v.v.. Nó còn chứa những thông tin dưới dạng ký tự như bảng liệt kê vật liệu, thuộc tính hình học, khối lượng... Nội dung của cơ sở dữ liệu có thể sẵn sàng hiển thị lên màn hình CRT hoặc vẽ ra trên giấy.

1.6.3. Các chức năng của một gói phần mềm đồ hoạ

Để đáp ứng đầy đủ vai trò của nó trong cấu hình hệ phần mềm nói trên, gói phần mềm đồ hoạ phải thực hiện rất nhiều chức năng khác nhau. Những chức năng này có thể gộp thành từng nhóm, mỗi nhóm thực hiện một kiểu tương tác nhất định giữa người sử dụng và hệ thống (ICG). Có thể nêu lên một số nhóm thông dụng như sau:

- Tạo sinh các yếu tố hình học:
- Các phép chuyển đổi (quay, dịch chuyển...)
- Điều khiển hiển thị (lên màn hình, lên giấy vẽ...) và các chức năng cửa sổ.
- Các chức năng phân đoạn
- Các chức năng Input

a. Tạo sinh các yếu tố đồ hoạ

Trong đồ hoạ, thuật ngữ “Entity” dùng để chỉ một yếu tố đồ hoạ hai chiều như điểm, đoạn thẳng, đường tròn, v.v... Bên cạnh đó còn phải kể đến bộ chữ cái, bộ chữ số cùng các ký hiệu đặc biệt khác, tạo nên bộ yếu tố đồ hoạ có trong hệ thống. Thường có một bộ phận phần cứng đặc biệt (một chip được cấy thêm vào card màn hình) nhằm tăng tốc độ của quá trình tạo sinh các yếu tố đồ hoạ và cho phép người sử dụng kiến tạo ra mô hình ứng dụng từ những yếu tố không thuộc vào các yếu tố có sẵn trong hệ thống.

Thuật ngữ “Primitive” (nguyên thể) thường được dùng để chỉ một yếu tố đồ hoạ ba chiều như hình cầu, hình trụ hay lập phương. Trong mô hình khung dây ba chiều và mô hình đặc, các nguyên thể được sử dụng với tư cách là những khối cơ sở để xây dựng nên một mô hình ba chiều về đối tượng cụ thể mà người ta sử dụng đang quan tâm.

b. Các phép chuyển đổi

Các phép chuyển đổi được dùng để thay đổi hình ảnh trên màn hình và để định vị lại các yếu tố trong cơ sở dữ liệu. Đó là công cụ giúp cho người sử dụng xây dựng mô

hình ứng dụng theo ý muốn. Các phép chuyển đổi nói ở đây bao gồm phép dịch chuyển (tái định vị), phép quay, phép tỉ lệ (phóng to hoặc thu nhỏ)...

c. Điều khiển hiển thị và các chức năng cửa sổ

Nhóm chức năng này giúp người sử dụng quan sát hình ảnh từ một góc độ mong muốn và với một tỉ lệ yêu cầu. Để làm được như vậy, các phép chuyển đổi đã được vận dụng để hiển thị mô hình ứng dụng theo cách mà người sử dụng mong muốn. Công việc này đôi khi được gọi là phép “Window” vì màn hình đồ họa được quan niệm như một khung cửa sổ qua đó người sử dụng nhìn vào mô hình. Chú ý rằng cửa sổ có thể đặt bất cứ đâu để nhìn vào đối tượng đang xét.

Bên cạnh đó, khử bỏ nét khuất cũng thuộc nhóm chức năng này. Trong đa số hệ đồ họa, hình ảnh được tạo nên bởi những đường nét thể hiện một đối tượng cụ thể. Khử bỏ nét khuất là một thủ tục mà nhờ đó hình ảnh được chia ra thành những nét thấy được và không thấy được (hay những nét khuất). Ở một số hệ đồ họa, người thiết kế phải chỉ ra nét nào (hay phần nào của nét) không thấy được để khử bỏ khiến cho hình vẽ dễ hiểu hơn. Ở một số hệ khác, gói phần mềm đủ mạnh để tự động khử bỏ nét khuất.

d. Chức năng phân đoạn

Các chức năng thuộc nhóm này cho phép người sử dụng thay thế, xoá có lựa chọn hoặc sửa chữa những phần hình ảnh mong muốn. Thuật ngữ “đoạn” dùng để chỉ một phần cụ thể của bản vẽ cần chọn ra để sửa chữa. Phép phân đoạn là phép chia một đối tượng phức tạp thành những bộ phận đơn giản hơn có thể quản lý được.

Mỗi bộ phận như thế được gọi là một đoạn. Đoạn có thể là một phần tử đơn như đoạn thẳng, đường tròn, hoặc cũng có thể là một nhóm phần tử đơn nhưng về mặt logic thì vẫn được xem như một phần tử đơn mà ta có thể thao tác trên đó.

Màn hình DVST không phù hợp với các chức năng phân đoạn vì muốn xoá hoặc sửa chữa chỉ một phần nhờ hình ảnh trên màn hình vẫn phải xoá toàn cảnh rồi vẽ lại. Màn hình quét dòng thích hợp một cách lý tưởng với các chức năng phân đoạn vì nó luôn được làm “tươi” bằng cách quét 30 lần hay trên 30 lần trong một giây (trong khi DVST không thể làm tươi nhanh được). Từ một tệp hiển thị, hình ảnh được tái sinh qua mỗi chu kỳ quét. Tệp hiển thị này được lưu trữ trong một bộ phận cứng nằm trong CRT quét dòng (RAM của card màn hình). Một đoạn có thể dễ dàng xác định như là một phần của tệp hiển thị bằng cách đặt cho nó một tên. Nội dung của phần đó của tệp nhờ vậy sẽ được xoá hoặc được thay thế tùy theo yêu cầu.

e. Các chức năng Input của người sử dụng

Đây là nhóm cực kỳ quan trọng trong gói phần mềm đồ hoạ vì chúng cho phép người sử dụng đưa lệnh và dữ liệu vào cho hệ thống. Những công việc này được thực hiện nhờ các thiết bị Input. Các chức năng Input tất nhiên phải được viết sao cho phù hợp với các thiết bị vào cụ thể có trong hệ thống, đồng thời phải dễ nhớ, dễ làm quen và tiện lợi cho người sử dụng.

Các chức năng Input cần được viết sao cho có thể khai thác đến mức tối đa lợi thế tương tác của hệ ICG. Một bản thiết kế phần mềm tốt vừa có đủ mọi chức năng đáp ứng mọi tình huống vào dữ liệu, lại vừa không có quá nhiều lệnh khiến người sử dụng ngập chìm trong đó. Tuy nhiên điều này rất khó đạt được đối với những gói phần mềm lớn và phức tạp.

Một trong những hướng giải quyết chủ yếu là đơn giản hoá sự giao diện người - máy đến mức một người sử dụng không hiểu biết nhiều về máy tính cũng có thể khai thác phần mềm một cách hiệu quả cho mục đích chuyên môn của mình. Các phần mềm đồ hoạ chạy trong DOS gần đây và đặc biệt là chạy trong Windows là những ví dụ thành công theo hướng ấy.

1.6.4. Xây dựng hình học

a. Sử dụng các yếu tố đồ hoạ

Hệ thống đồ hoạ xây dựng các mô hình phức tạp từ những yếu tố đồ hoạ đơn giản. Các yếu tố này được người sử dụng gọi ra, sắp xếp cái này bên cạnh cái kia, thực hiện một số sửa chữa thích hợp để tạo ra mô hình. Có một số vấn đề cần quan tâm trong quá trình xây dựng như sau :

- Xác định kích thước, vị trí và phương chiều của yếu tố vừa mới được gọi ra trước khi thêm nó vào mô hình. Sự xác định này làm nhằm tạo ra cho yếu tố đó có tỉ lệ, kích thước và hình dạng thích hợp. Để làm việc này, người sử dụng cần đến các phép chuyển đổi (quay, dịch chuyển...)

- Các yếu tố đồ hoạ có thể cộng hoặc trừ với nhau theo cách tốt nhất để đưa vào mô hình. Như vậy, một mô hình có thể tạo ra từ những yếu tố dương cùng các yếu tố âm.

- Tạo khối : Khi xây dựng mô hình có thể gộp nhiều yếu tố đồ hoạ thành từng đơn vị gọi là khối hay block. Khối có thể được gọi ra để xử lý và xen vào bất kỳ nơi nào trên mô hình. Chẳng hạn mô hình bulông được tạo ra từ nhiều nét vẽ, đến lượt mô hình bulông này lại được định nghĩa là một khối và đặt cho một tên và cất vào bộ nhớ dưới tên

đã đặt rồi gọi từ bộ nhớ ra qua tên gọi ấy để xen vào những nơi cần thiết trong bản vẽ lắp ghép đang hiển thị trên màn hình.

b. Xác định các yếu tố đồ họa

Có nhiều cách để gọi một yếu tố đồ họa cụ thể từ cơ sở dữ liệu ra để đặt nó vào vị trí mong muốn trong mô hình. Các yếu tố đồ họa thông qua tương tác với hệ ICG, được lưu trữ trong cơ sở dữ liệu dưới dạng toán học và được tham chiếu tới một hệ tọa độ ba chiều. Chẳng hạn một điểm được xác định một cách đơn giản bởi ba tọa độ x, y, z của điểm đó, hoặc một đa giác được xác định bởi một bộ gồm các đỉnh liên tiếp của đa giác ấy, hay một đường tròn được xác định bởi tâm và bán kính của nó, chẳng hạn về mặt toán học, một đường tròn trong mặt phẳng xOy có thể xác định bởi phương trình :

$$(x-m)^2 + (y-n)^2 = r^2$$

Trong đó r là bán kính, (m,n) là tọa độ của tâm vòng tròn trong mặt phẳng xOy.

Trong mỗi trường hợp, định nghĩa toán học có thể chuyển đổi thành những điểm, những đường và những mặt tương ứng để lưu trong cơ sở dữ liệu và để hiển thị lên màn hình CRT

c. Edit hình học

Một hệ CAD nào cũng có khả năng Edit để tu sửa và điều chỉnh trong mô hình hình học như chèn, sao chép, dịch chuyển, quay v.v.. đối với các yếu tố đồ họa tạo nên mô hình đó. Một số khả năng Edit thông dụng trong một hệ CAD: Move, Copy, Rotate, Mirror, Delete, Remove, Trim (cắt bỏ phần đoạn thẳng vượt ra ngoài một điểm cho trước), Block, Scale.

1.6.5. Các phép chuyển đổi

- Phép dịch chuyển.
- Phép quay.
- Phép tỷ lệ.
- Phép đối xứng.

1.7. Lợi ích của CAD/CAM

Công nghệ CAD/CAM đã đóng vai trò quan trọng và mang lại một số lợi ích như:

- Các hệ đồ họa máy tính công dụng chung (Auto CAD, MasterCam, Inventor,...)
- Các phần mềm phân tích kỹ thuật trong thiết kế (như ứng suất,biến dạng, mô phỏng động lực học cơ cấu,...)
- Phân loại và mã hóa đối tượng (công nghệ nhóm)
- Các hệ thư viện thiết kế
- Vẽ tự động
- Cơ sở dữ liệu thiết kế và chế tạo
- Lập quy trình công nghệ trên máy tính
- Các dữ liệu gia công cơ được máy tính hóa
- Xây dựng định mức lao động qua máy tính
- Lập trình cho hệ NC trên máy tính
- Tiến độ sản xuất tỉ mỉ và chính xác
- Lập kế hoạch cung ứng vật tư
- Điều khiển số bằng máy tính
- Điều khiển số trực tiếp
- Điều khiển robot do máy tính
- Các ứng dụng điều khiển bằng vi xử lý
- Kiểm tra chất lượng bằng máy tính
- Dò khuyết tật qua máy tính.

NỘI DUNG ÔN TẬP CHƯƠNG 1

1. Hãy trình bày chức năng của CAD, CAM.
2. Hệ thống CIM bao gồm những thành phần nào. Hãy trình bày rõ vai trò của các thành phần đó
3. Hãy nêu những ưu điểm của qui trình thiết kế và gia công tạo hình theo công nghệ CAD/CAM so với qui trình thiết kế và gia công tạo hình theo công nghệ truyền thống.

Chương 2

TỔNG QUAN VỀ CNC

2.1. Lịch sử phát triển của máy CNC

Ở các máy cắt thông thường, việc điều khiển các chuyển động cũng như thay đổi vận tốc của các bộ phận máy đều được thực hiện bằng tay. Với cách điều khiển này, thời gian phụ khá lớn, nên không thể nâng cao năng suất lao động. Để giảm thời gian phụ, cần thiết tiến hành tự động hóa quá trình điều khiển. Trong sản xuất hàng khối, hàng loạt lớn, từ lâu người ta dùng phương pháp gia công tự động với việc tự động hóa quá trình điều khiển Bằng các vấu tỳ, bằng mẫu chép hình, bằng cam trên trục phân phối... Đặc điểm của các loại máy tự động này là rút ngắn được thời gian phụ, nhưng thời gian chuẩn bị sản xuất quá dài (như thời gian thiết kế và chế tạo cam, thời gian điều chỉnh máy ...). Nhược điểm này là không đáng kể nếu như sản xuất với khối lượng lớn. Trái lại, với lượng sản xuất nhỏ, mặt hàng thay đổi thường xuyên, loại máy tự động này trở nên không kinh tế. Do đó cần phải tìm ra phương pháp điều khiển mới. Yêu cầu này được thực hiện với việc điều khiển theo chương trình số.

Đặc điểm quan trọng của việc tự động hóa quá trình gia công trên các máy CNC là đảm bảo cho máy có tính vạn năng cao. Điều đó cho phép gia công nhiều loại chi tiết, phù hợp với dạng sản xuất hàng loạt nhỏ và hàng loạt vừa, mà trên 70% sản phẩm của ngành chế tạo máy được chế tạo trong điều kiện đó.

Máy công cụ điều khiển bằng chương trình số – viết tắt là máy NC (Numerical Control) là máy tự động điều khiển (vài hoạt động hoặc toàn bộ hoạt động), trong đó các hành động điều khiển được sản sinh trên cơ sở cung cấp các dữ liệu ở dạng: LỆNH. Các LỆNH hợp thành chương trình làm việc. Chương trình làm việc này được ghi lên một cơ cấu mang chương trình dưới dạng MÃ SỐ. Cơ cấu mang chương trình có thể là BĂNG ĐỘT

LỖ, BĂNG TỪ, hoặc chính BỘ NHỚ MÁY TÍNH. Các thế hệ đầu, máy NC còn sử dụng các cấp logic trong hệ thống. Phương pháp điều khiển theo điểm và đoạn thẳng (hình 2.2 và hình 2.3), tức là không có quan hệ hàm số giữa các chuyển động theo tọa độ. Việc điều khiển còn mang tính “cứng “ nên chương trình đơn giản và cũng chỉ gia công

được những chi tiết đơn giản như gia công lỗ, gia công các đường thẳng song song với các chuyển động mà máy có.

Các thế hệ sau, trong hệ thống điều khiển của máy NC đã được cài đặt các cụm vi tính, các bộ vi xử lý và việc điều khiển lúc này phần lớn hoặc hoàn toàn “mềm”. Phương pháp điều khiển theo đường biên, tức là có mối quan hệ hàm số giữa các chuyển động theo hướng các tọa độ. Các máy NC này được gọi là CNC (Computer Numerical Control). Chương trình được soạn thảo tỉ mỉ hơn và có thể gia công được những chi tiết có hình dáng rất phức tạp. Hiện nay các máy CNC đã được dùng phổ biến.

Năm 1947, John Parsons nảy ra ý tưởng áp dụng điều khiển tự động vào quá trình chế tạo cánh quạt máy bay trực thăng ở Mỹ. Trước đó, việc gia công và kiểm tra biên dạng của cánh quạt phải dùng các mẫu chép hình, sử dụng dũa, do đó rất lâu và không kinh tế. Ý định dùng bìa xuyên lỗ để doa các lỗ bằng cách cho tín hiệu để điều khiển hai bàn dao, đã giúp Parsons phát triển hệ thống Digital của ông.

Với kết quả này, năm 1949, ông ký hợp đồng với USAF (US Air Force) nhằm chế tạo một loại máy cắt theo biên dạng tự động. Parsons yêu cầu trợ giúp để sử dụng phòng thí nghiệm điều khiển tự động của Viện Công Nghệ Massachusetts (M.I.T.) nơi được chính phủ Mỹ tài trợ để chế tạo một loại máy phay 3 tọa độ điều khiển bằng chương trình số.

Sau 5 năm nghiên cứu, J. Parsons đã hoàn chỉnh hệ thống điều khiển máy phay và lần đầu tiên trong năm 1954, M.I.T. đã sử dụng tên gọi “Máy NC”.

Trong những năm 60, thời gian đã chín mùi cho việc phát triển và ứng dụng các máy NC. Rất nhiều thành viên của ngành công nghiệp hàng không Mỹ đã nhanh chóng ứng dụng, phát triển và đã sản sinh ra thế hệ máy mới (CNC) cho phép phay các biên dạng phức tạp, tạo hình với hai, ba hoặc bốn và năm trục (ba tịnh tiến và hai quay).

Các nước châu Âu và Nhật Bản phát triển có chậm hơn một vài năm, nhưng cũng có những đặc điểm riêng, chẳng những về mặt kỹ thuật, mà cả về kết cấu như kết cấu trục chính, cơ cấu chứa dao, hệ thống cấp dao v.v...

Từ đó đến nay, hàng loạt máy CNC ra đời với đủ chủng loại và phát triển không ngừng. Sự phát triển đó dựa vào thành tựu của các ngành: máy tính điện tử, điện tử công

nghiệp và điều khiển tự động ... Nhất là trong thập niên 90, máy CNC đã đổi mới nhanh chóng chưa từng có trong lãnh vực tự động.

2.2. Đặc trưng cơ bản của máy CNC

2.2.1. Tính năng tự động cao

Máy CNC có năng suất cắt gọt cao và giảm được tối đa thời gian phụ, do mức độ tự động được nâng cao vượt bậc. Tùy từng mức độ tự động, máy CNC có thể thực hiện cùng một lúc nhiều chuyển động khác nhau, có thể tự động thay dao, hiệu chỉnh sai số dao cụ, tự động kiểm tra kích thước chi tiết và qua đó tự động hiệu chỉnh sai lệch vị trí tương đối giữa dao và chi tiết, tự động tưới nguội, tự động hút phoi ra khỏi khu vực cắt...

2.2.2. Tính năng linh hoạt cao

Chương trình có thể thay đổi dễ dàng và nhanh chóng, thích ứng với các loại chi tiết khác nhau. Do đó rút ngắn được thời gian phụ và thời gian chuẩn bị sản xuất, tạo điều kiện thuận lợi cho việc tự động hóa sản xuất hàng loạt nhỏ. Bất cứ lúc nào cũng có thể sản xuất nhanh chóng những chi tiết đã có chương trình. Vì thế, không cần phải sản xuất chi tiết dự trữ, mà chỉ giữ lấy chương trình của chi tiết đó.

Máy CNC gia công được những chi tiết nhỏ, vừa, phản ứng một cách linh hoạt khi nhiệm vụ công nghệ thay đổi và điều quan trọng nhất là việc lập trình gia công có thể thực hiện ngoài máy, trong các văn phòng có sự hỗ trợ của kỹ thuật tin học thông qua các thiết bị vi tính, vi xử lý ...

2.2.3. Tính năng tập trung nguyên công

Đa số các máy CNC có thể thực hiện số lượng lớn các nguyên công khác nhau mà không cần thay đổi vị trí gá đặt của chi tiết. Từ khả năng tập trung các nguyên công, các máy CNC đã được phát triển thành các trung tâm gia công CNC.

2.2.4. Tính năng chính xác, đảm bảo chất lượng cao

Giảm được hư hỏng do sai sót của con người. Đồng thời cũng giảm được cường độ chú ý của con người khi làm việc.

Có khả năng gia công chính xác hàng loạt. Độ chính xác lặp lại, đặc trưng cho mức độ ổn định trong suốt quá trình gia công là điểm ưu việt tuyệt đối của máy CNC.

Máy CNC với hệ thống điều khiển khép kín có khả năng gia công được những chi tiết chính xác cả về hình dáng đến kích thước. Những đặc điểm này thuận tiện cho việc lắp lẫn, giảm khả năng tổn thất phôi liệu ở mức thấp nhất.

2.2.5. Gia công biên dạng phức tạp

Máy CNC là máy duy nhất có thể gia công chính xác và nhanh các chi tiết có hình dáng phức tạp như các bề mặt 3 chiều.

2.2.6. Tính năng hiệu quả kinh tế và kỹ thuật cao

- Cải thiện tuổi bền dao nhờ điều kiện cắt tối ưu. Tiết kiệm dụng cụ cắt gọt, đồ gá và các phụ tùng khác.

- Giảm phế phẩm.

- Tiết kiệm tiền thuê mướn lao động do không cần yêu cầu kỹ năng nghề nghiệp nhưng năng suất gia công cao hơn.

- Sử dụng lại chương trình gia công.

- Giảm thời gian sản xuất.

- Thời gian sử dụng máy nhiều hơn nhờ vào giảm thời gian dừng máy.

- Giảm thời gian kiểm tra vì máy CNC sản xuất chi tiết chất lượng đồng nhất.

- CNC có thể thay đổi nhanh chóng từ việc gia công loại chi tiết này sang loại khác với thời gian chuẩn bị thấp nhất.

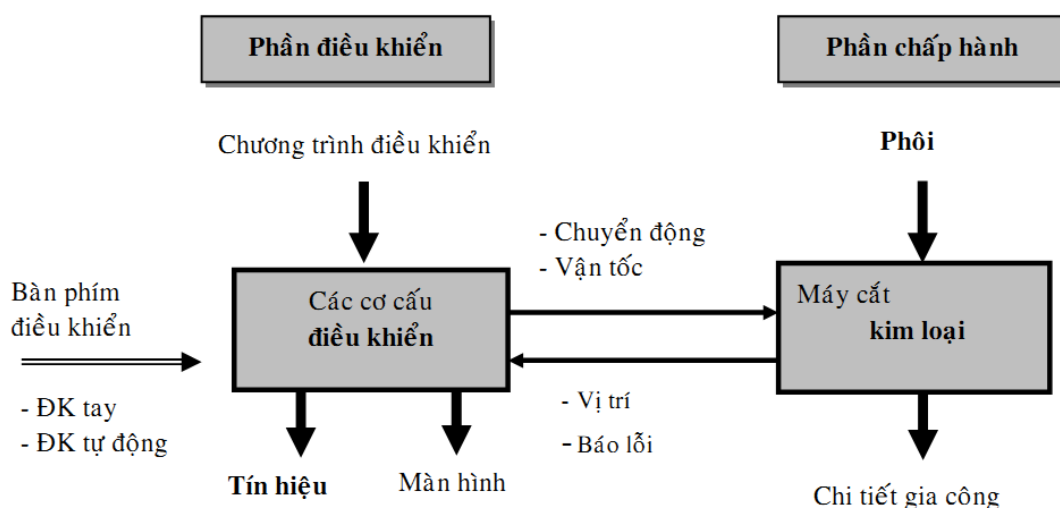
Tuy nhiên máy CNC không phải không có những hạn chế. Dưới đây là một số hạn chế:

- Sự đầu tư ban đầu cao: Nhược điểm lớn nhất trong việc sử dụng máy CNC là tiền vốn đầu tư ban đầu cao cùng với chi phí lắp đặt.

- Yêu cầu bảo dưỡng cao: Máy CNC là thiết bị kỹ thuật cao và hệ thống cơ khí, điện của nó rất phức tạp. Để máy gia công được chính xác cần thường xuyên bảo dưỡng. Người bảo dưỡng phải tinh thông cả về cơ và điện.

- Hiệu quả thấp với những chi tiết đơn giản.

2.3. Mô hình khái quát của một máy CNC



Hình 2.1: Cấu trúc máy CNC

Máy gồm hai phần chính:

2.3.1. Phần điều khiển

Gồm chương trình điều khiển và các cơ cấu điều khiển.

- Chương trình điều khiển: Là tập hợp các tín hiệu để điều khiển máy, được mã hóa dưới dạng chữ cái, số và một số ký hiệu khác như dấu cộng, trừ, dấu chấm, gạch nghiêng ... Chương trình này được ghi lên cơ cấu mang chương trình dưới dạng mã số (cụ thể là mã thập - nhị phân như băng đục lỗ, mã nhị phân như bộ nhớ của máy tính)

- Các cơ cấu điều khiển: Nhận tín hiệu từ cơ cấu đọc chương trình, thực hiện các phép biến đổi cần thiết để có được tín hiệu phù hợp với điều kiện hoạt động của cơ cấu chấp hành, đồng thời kiểm tra sự hoạt động của chúng thông qua các tín hiệu được gửi về từ các cảm biến liên hệ ngược. Bao gồm các cơ cấu đọc, cơ cấu giải mã, cơ cấu chuyển đổi, bộ xử lý tín hiệu, cơ cấu nội suy, cơ cấu so sánh, cơ cấu khuếch đại, cơ cấu đo hành trình, cơ cấu đo vận tốc, bộ nhớ và các thiết bị xuất nhập tín hiệu.

Đây là thiết bị điện – điện tử rất phức tạp, đóng vai trò cốt yếu trong hệ thống điều khiển của máy NC. Việc tìm hiểu nguyên lý cấu tạo của các thiết bị này đòi hỏi có kiến thức từ các giáo trình chuyên ngành khác, cho nên ở đây chỉ giới thiệu khái quát.

2.3.2. *Phần chấp hành*

Gồm máy cắt kim loại và một số cơ cấu phục vụ vấn đề tự động hóa như các cơ cấu tay máy, ổ chứa dao, bôi trơn, tưới trơn, hút thổi phoi, cấp phôi ...

Cũng như các loại máy cắt kim loại khác, đây là bộ phận trực tiếp tham gia cắt gọt kim loại để tạo hình chi tiết. Tùy theo khả năng công nghệ của loại máy mà có các bộ phận : Hộp tốc độ, hộp chạy dao, thân máy, sóng trục, bàn máy, trục chính, ổ chứa dao, các tay máy ...

Kết cấu từng bộ phận chính chủ yếu như máy vạn năng thông thường, nhưng có một vài khác biệt nhỏ để đảm bảo quá trình điều khiển tự động được ổn định, chính xác, năng suất và đặc biệt là mở rộng khả năng công nghệ của máy.

- Hộp tốc độ: Phạm vi điều chỉnh tốc độ lớn, thường là truyền động vô cấp, trong đó sử dụng các ly hợp điện từ để thay đổi tốc độ được dễ dàng.

- Hộp chạy dao: Có nguồn dẫn động riêng, thường là các động cơ bước. Trong xích truyền động, sử dụng các phương pháp khử khe hở của các bộ truyền như vít me – đai ốc

- Thân máy cứng vững, kết cấu hợp lý để dễ thái phoi, tưới trơn, dễ thay dao tự động. Nhiều máy có ổ chứa dao, tay máy thay dao tự động, có thiết bị tự động hiệu chỉnh khi dao bị mòn ...

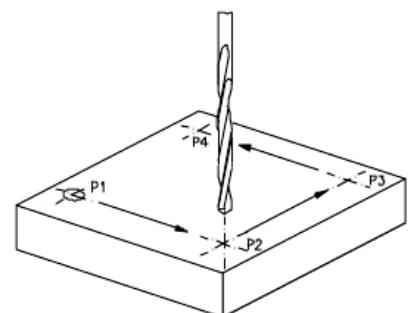
Trong các máy CNC có thể sử dụng các dạng điều khiển thích nghi khác nhau bảo đảm một hoặc nhiều thông số tối ưu như các thành phần lực cắt, nhiệt độ cắt, độ bóng bề mặt, chế độ cắt tối ưu, độ ồn, độ rung ...

2.4. Các phương pháp điều khiển

Từng trục của máy công cụ CNC nhận tín hiệu dịch chuyển (các lệnh) từ hệ điều khiển CNC. Chúng được xử lý bởi hệ điều khiển và chuyển đến động cơ truyền động. Hành trình dịch chuyển của dụng cụ cắt được thực hiện một cách chính xác. Tùy theo dạng hành trình dịch chuyển người ta phân biệt các dạng điều khiển sau:

2.4.1. *Điều khiển điểm – điểm*

Đây là dạng điều khiển đơn giản nhất. Trong điều khiển điểm, một điểm đích được tiếp cận với tốc độ



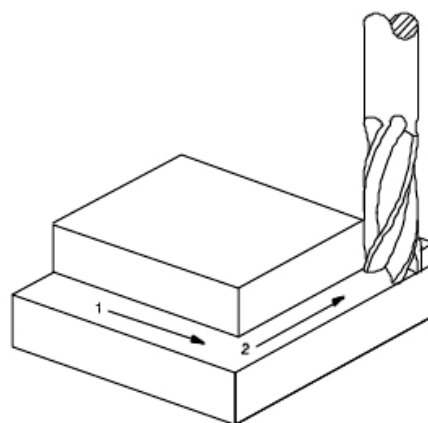
Hình 2.2. Điều khiển điểm

nhanh, tại đây quá trình gia công được thực hiện. Với cách thức này các điểm đích khác được điều khiển tiếp cận và gia công tuần tự.

Ở đây chi tiết gia công được gá cố định trên bàn máy, dụng cụ cắt thực hiện chạy dao nhanh đến các vị trí đã lập trình. Khi đạt tới các điểm đích dao bắt đầu cắt, tuy nhiên cũng có trường hợp dao không dịch chuyển mà bàn máy dịch chuyển. mục đích chính cần đạt là các kích thước vị trí của các lỗ phải chính xác, còn quỹ đạo chuyển động là của dao hay của bàn máy điều không có ý nghĩa lắm.

Vị trí của các lỗ có thể được điều khiển ồng thời theo hai trục hoặc điều khiển kế tiếp nhau.

Điều khiển điểm có thể được ứng dụng trong các quá trình gia công như: khoan, khoét, doa, tarô ren, hàn điểm, dập đột...



Hình 2.3: Điều khiển đoạn thẳng

2.4.2. Điều khiển đoạn thẳng

Với điều khiển đoạn, hành trình dịch chuyển với lượng tiến dao đã lập trình của dụng cụ cắt chỉ có thể được điều khiển song song với các trục.

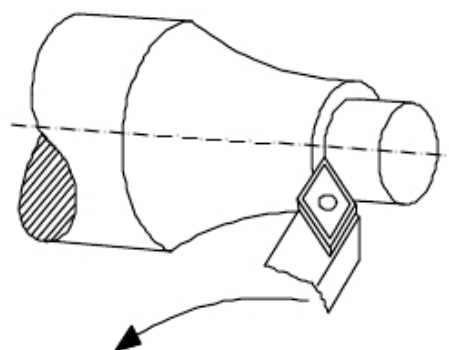
Biên dạng chi tiết gia công chỉ có thể là các đường song song. Điều khiển đoạn có thể được ứng dụng trong nhiều trường hợp, chỉ gia công ở những bề mặt song song với băng máy, ví dụ như tiện trụ hoặc tiện mặt đầu, phay các mặt phẳng song song, phay lỗ suốt.... Ở các trường hợp này việc gia công chỉ diễn ra theo một hướng.

Dạng điều khiển này được dùng cho các máy phay và máy tiện đơn giản.

2.4.3. Điều khiển đường

Điều khiển theo đường viền cho thực hiện chạy dao trên nhiều trục cùng lúc.

Với điều khiển đường, hành trình dịch chuyển (đường thẳng, đường nghiêng, đường cong, đường



Hình 2.4: Điều khiển đường

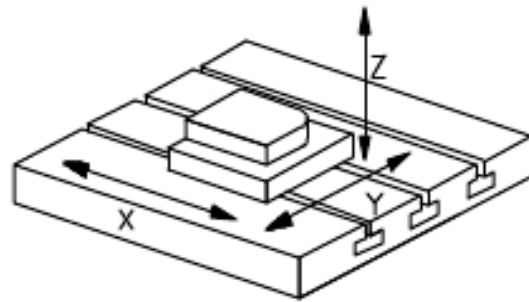
phi tuyến) có thể được điều khiển trong mặt phẳng hoặc trong không gian.

Các biên dạng bất kỳ có thể được gia công dưới tác động điều khiển đồng thời của 2 hoặc nhiều động cơ bước tiến. Để có thể thực hiện chuyển động đồng thời các trục máy, trước đó các giá trị trung gian phải được tính toán bởi hệ điều khiển CNC, các giá trị này phải nằm trên đường cong từ điểm xuất phát tới điểm đích và được xác định bởi toán học.

Tùy theo số trục được điều khiển đồng thời khi gia công người ta phân biệt: điều khiển đường viền 2D, điều khiển đường viền 2.5D và điều khiển đường viền 3D, 4D, 5D.

a. Điều khiển đường viền 2D

Với điều khiển 2D hai trục có thể điều khiển đồng thời. Trục thứ ba được điều khiển hoàn toàn độc lập với hai trục kia. Do vậy các dịch chuyển của dụng cụ có thể thực hiện theo đường thẳng và dạng tròn trên cùng một mặt phẳng.

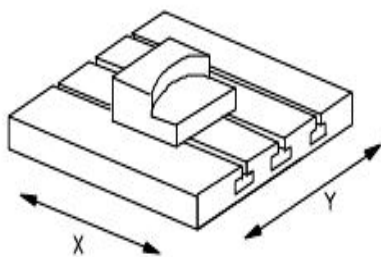


Hình 2.5: Điều khiển đường 2D

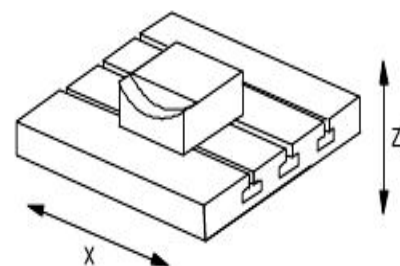
Ví dụ một máy phay CNC có 3 trục, điều khiển 2D có nghĩa là, các biên dạng có thể được phay với hai trục còn trục thứ ba phải được tiến dao đặc biệt độc lập với hai trục kia.

b. Điều khiển đường viền 2½D

Điều khiển 2½D tạo ra các chuyển động của dụng cụ cắt trong nhiều mặt phẳng, bằng cách nội suy chuyển đổi giữa một trong ba mặt phẳng chính. Tất cả 3 trục được điều khiển trong điều khiển 2½D, tuy nhiên trong mỗi mặt phẳng luôn luôn chỉ có hai trục được điều khiển đồng thời. Trục thứ ba được gọi là trục tiến dao.



Hình 2.6: Điều khiển 2½D trong XY

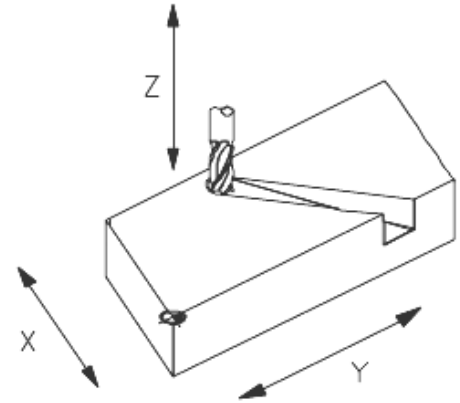


Hình 2.7: Điều khiển 2½D trong XZ

2.4.4. Điều khiển 3D

Điều khiển đường viền 3D cho phép ba trục được nội suy đồng thời, nhờ đó các chuyển động của dụng cụ cắt được thực hiện trong không gian theo kích thước 3 chiều. Qua đó có khả năng gia công được các biên dạng rất phức tạp, ví dụ như chế tạo dao cắt, chế tạo khuôn mẫu gia công trong một lần kẹp.

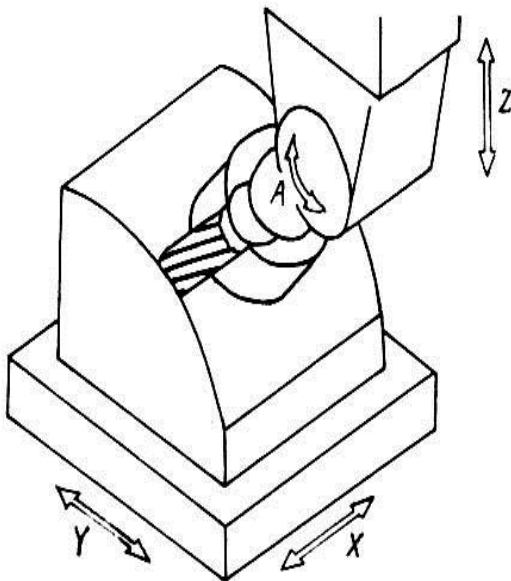
Ngày nay hầu hết các máy công cụ CNC được điều khiển bằng 3D.



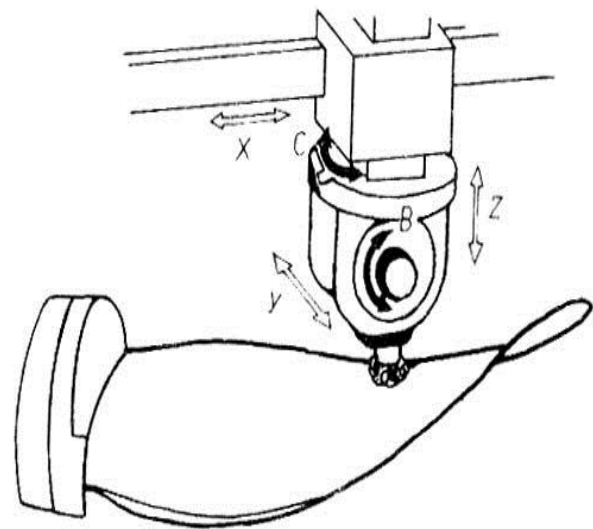
Hình 2.8: Điều khiển 3D

2.4.5. Điều khiển 4D và 5D

Ngoài các trục tịnh tiến X, Y và Z ở đây còn các trục quay cũng được điều khiển số. Nhờ điều khiển 4D và 5D người ta có thể gia công các chi tiết phức tạp như các khuôn rèn dập, các khuôn đúc áp lực hoặc các cánh tuabin.



Hình 2.9: Điều khiển đường viền 4D



Hình 2.10: Điều khiển đường viền 5D

2.5. Hệ trục tọa độ trên máy CNC

Các hệ tọa độ có khả năng mô tả chính xác tất cả các điểm trên bề mặt làm việc hoặc trong không gian. Về cơ bản các hệ tọa độ được chia thành: Hệ tọa độ Descarte và hệ tọa độ cực.

2.5.1. Hệ tọa độ Descarte

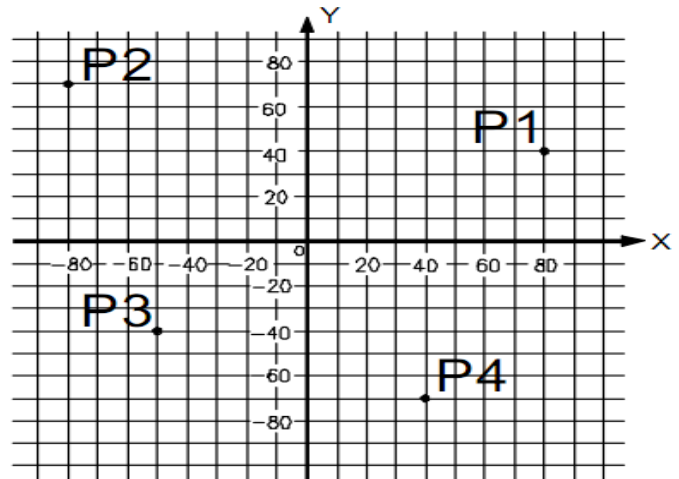
Có hai loại hệ tọa độ Descarte: hệ tọa độ hai trục (hệ tọa độ Descarte phẳng) và hệ tọa độ ba trục (hệ tọa độ Descarte không gian), chúng được đặt thẳng góc với nhau.

Trong hệ tọa độ Descarte phẳng, ví dụ như hệ tọa độ X,Y. Mỗi điểm trong mặt phẳng được xác định rõ ràng bởi việc nhập cặp tọa độ (X, Y). Khoảng cách từ 1 điểm đến trục Y gọi là tọa độ X và khoảng cách từ 1 điểm đến trục X gọi là tọa độ Y. Những tọa độ này có thể có dấu dương (+) hoặc dấu âm (-).

Ví dụ:

$P1(X=80 ; Y=40)$

$P2(X=-80 ; Y=70)$

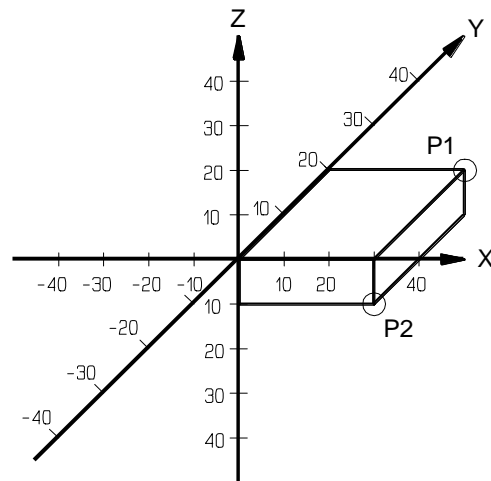


Hình 2.11 : Hệ tọa độ Descarte phẳng

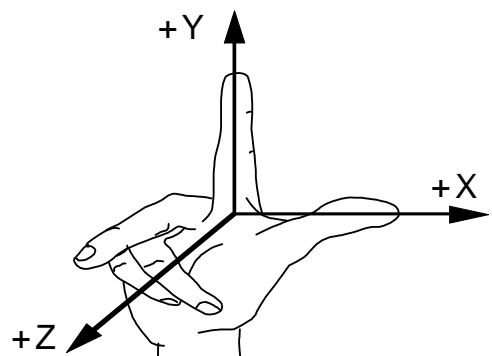
Hệ tọa độ Descarte không gian là yêu cầu cần thiết để diễn tả và xác định vị trí của các chi tiết trong không gian, ví dụ như những chi tiết gia công phay. Để mô tả một điểm trong hệ tọa độ không gian ba chiều ta gọi tọa độ X, Y, Z tương ứng theo các trục.

Như vậy hệ tọa độ Descarte ba chiều, với các trục tọa độ dương (+) và âm (-) có khả năng mô tả chính xác tất cả các điểm vị trí.

Các kí hiệu ba trục cũng như ba tọa độ được chọn theo hệ thống bên phải và theo quy tắc bàn tay phải. Các ngón tay của bàn tay phải luôn luôn chỉ theo chiều dương của mỗi trục. Ba chuyển động quay A, B, C theo các trục tương ứng X, Y, Z.



Hình 2.12: Hệ tọa độ Descarte không gian

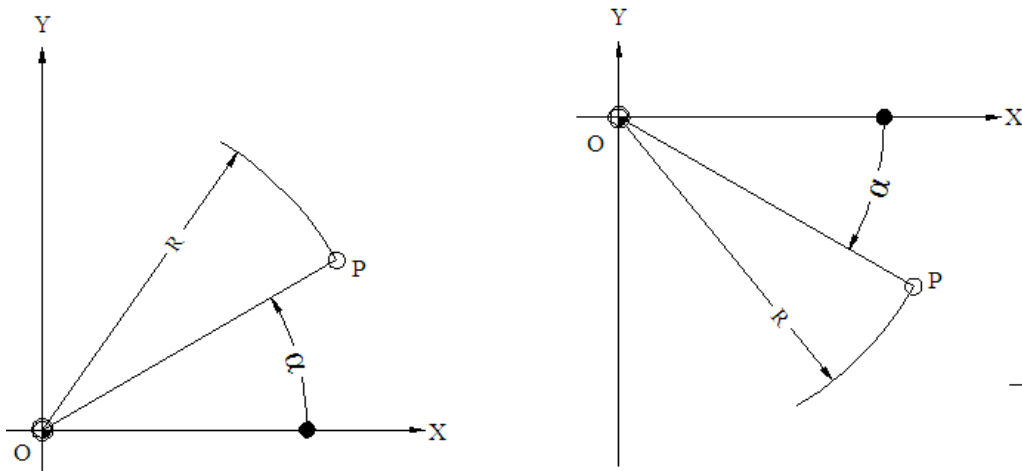


Hình 2.13: Qui tắc bàn tay phải

2.5.2. Hệ tọa độ cực

Trong hệ tọa độ Descarte một điểm có thể được mô tả theo các tọa độ X và Y của nó. Đối với các biên dạng xoay đối xứng, ví dụ như các các hình lỗ dạng tròn thì việc tính toán các tọa độ cần thiết đòi hỏi phải được mở rộng thêm.

Trong hệ tọa độ cực một điểm được xác định bằng khoảng cách (Bán kính r) của nó đến điểm gốc và góc (α) của nó đến một trục xác định. Góc (α) có liên quan tới trục X trong hệ tọa độ X,Y. Nếu đo từ trục X theo ngược chiều kim đồng hồ thì góc (α) có giá trị dương (hình trái) và ngược lại nếu từ trục X đo theo chiều kim đồng hồ thì góc (α) có giá trị âm (hình phải).

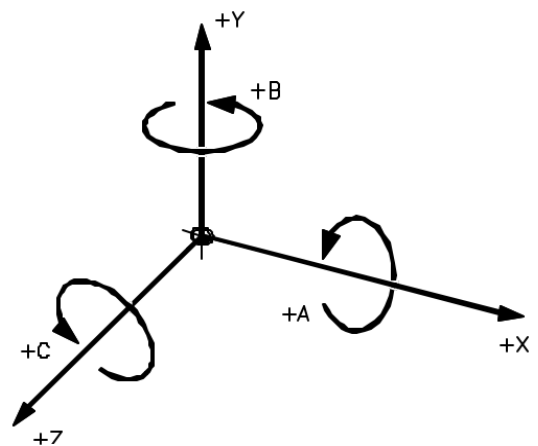


Hình 2.14: Hệ tọa độ cực

2.5.3. Góc quay của các trục

Mỗi trục chính X,Y,Z đều có một trục quay quanh tương ứng. Những góc quay của các trục này được biểu diễn bằng các chữ cái A,B,C. A quay quanh trục X, B quay quanh trục Y và C quay quanh trục Z.

Chiều quay là chiều dương nếu quay theo chiều kim đồng hồ, khi nhìn từ điểm “0” của tọa độ ra chiều dương của mỗi trục (tương ứng với chiều quay của một con vít với ren phải hoặc hướng quay mở của nút chai).



Hình 2.15: Góc quay theo các trục

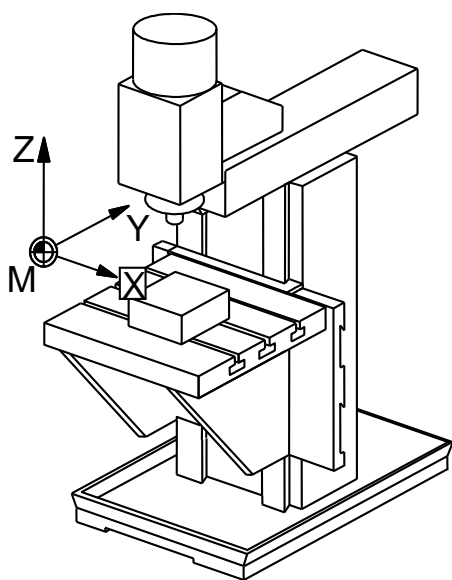
Các góc quay A,B,C của hệ tọa độ cực được xác định như sau: nếu một điểm xem như được đặt trong mặt phẳng X/Y của hệ tọa độ, thì góc trong tọa độ cực tương ứng là góc C quay quanh trục Z. Trên mặt phẳng Y/Z góc trong tọa độ cực tương ứng là góc A quay quanh trục X. Trên mặt phẳng X/Z góc tương ứng là góc B quay quanh trục Y.

2.5.4. Các điểm gốc, điểm chuẩn

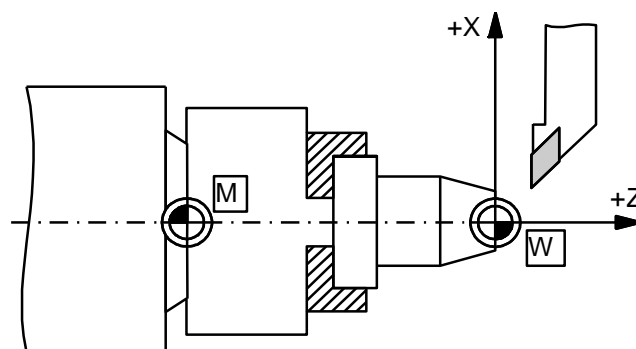
Hệ trục tọa độ của máy CNC được đặt vào các loại chuẩn cơ bản sau:

a. Điểm “0” của máy – kí hiệu M (Machine Point)

Là điểm chuẩn máy sẽ đo lường từ vị trí này đến các vị trí khác khi làm việc. Chuẩn này không thể thay đổi.



Hình 2.16a: Điểm “0” máy phay



Hình 2.16b: Điểm “0” máy tiện

Mỗi máy công cụ điều khiển số làm việc với một hệ tọa độ máy. Điểm “0” của máy là điểm gốc của hệ tọa độ liên quan đến máy, vị trí của nó được xác định bởi nhà máy sản xuất và không thay đổi.

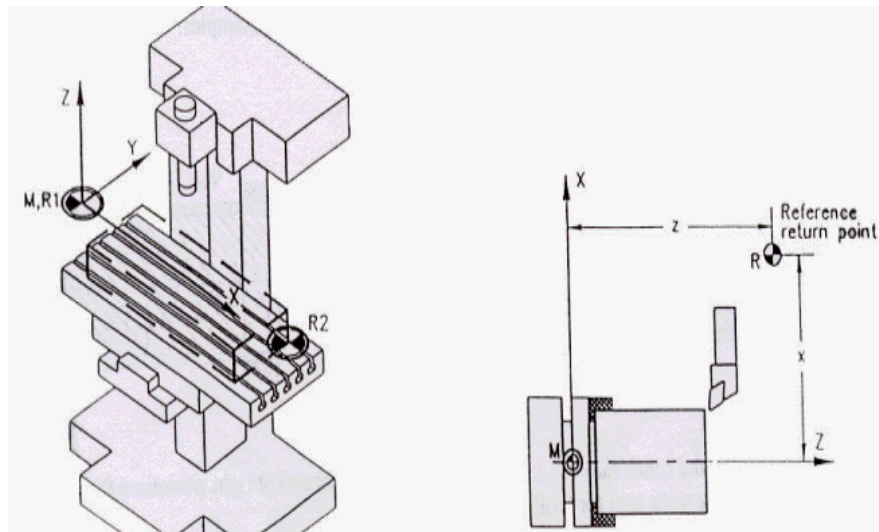
Theo nguyên tắc điểm “0” M của máy tiện CNC nằm trên tâm của mặt bích đầu trục chính. Trên máy phay đứng CNC điểm “0” của máy thường được đặt trên cạnh góc trái của bàn máy mang chi tiết.

b. Điểm tham chiếu R (Reference Point)

Là chuẩn quy chiếu của máy, chuẩn này không thể thay đổi. Điểm R là các vị trí mà bàn máy hoặc trục chính sẽ trở về đó nhằm thực hiện một tác vụ nào đó. Điểm này được đặt tên R và được ký hiệu như Hình 2 - 17. 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.



Hình 2.17a: Điểm tham chiếu R trên máy phay **Hình 2.17b:** Điểm tham chiếu R trên máy tiện

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

- Máy cần đưa lại về điểm tham chiếu để thiết lập lại tọa độ chính xác trong các tình huống như: mất điện, va đập, vận hành không đúng,...

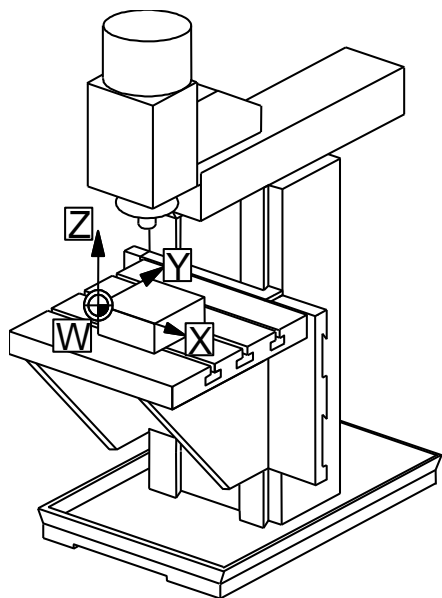
- Khi thay dao
- Khi kết thúc chương trình gia công để Reset lại bộ điều khiển.

c. Điểm “0” của chi tiết – kí hiệu W (Work Point)

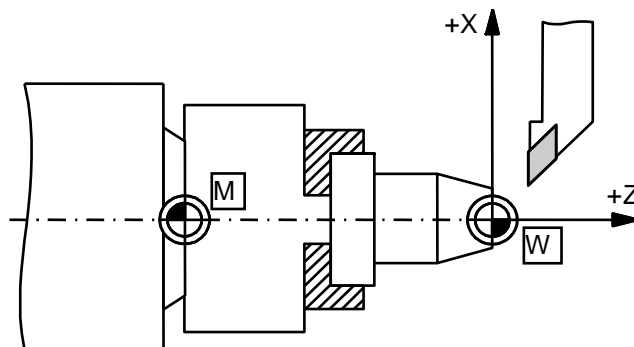
Chuẩn này chính là chuẩn công nghệ vì vậy phải được chọn trong không gian làm việc của máy .

Điểm “0” của chi tiết W là gốc của hệ tọa độ liên quan đến chi tiết. Vị trí của nó do người lập trình xác định và có thể thay đổi theo đặc điểm của quá trình gia công. thuận lợi nhất, các kích thước này thường được tiếp nhận trực tiếp từ bản vẽ cho việc lập trình. Trong trường hợp gia công tiện, điểm “0” của chi tiết thường được đặt ở tâm của đầu bên

phải hay bên trái của chi tiết gia công, tùy thuộc vào kích thước của chi tiết gia công được xác định bắt đầu từ phía đầu nào.



Hình 2.18a: Điểm “0” chi tiết trên máy phay



Hình 2.18b: Điểm “0” chi tiết trên máy tiện

Điểm “0” của chi tiết có thể dịch chuyển trong chương trình NC, ví dụ chi tiết tiện cần được gia công 2 phía trên các mũi chống tâm. Trong trường hợp này rất thuận lợi khi ta lần lượt dịch chuyển điểm “0” của chi tiết tới đầu phải hoặc trái của chi tiết. Trong các chi tiết phay, đỉnh phía ngoài thường được chọn làm điểm “0” của chi tiết tùy thuộc điểm góc nào ghi kích thước để chọn điểm chuẩn.

d. Điểm chuẩn của dụng cụ cắt E

Một điểm chuẩn quan trọng nữa trong không gian làm việc của máy là điểm chuẩn của dụng cụ cắt E.

Điểm chuẩn của dụng cụ cắt E trên máy tiện CNC là điểm cố định trên đầu rovolvê. Trên máy phay CNC điểm chuẩn của dụng cụ cắt E được đặt trên đầu trục chính.

Điều khiển CNC liên quan trước tiên tới điểm chuẩn của dụng cụ cắt cho tất cả tọa độ điểm đích. Trong trường hợp lập trình cho các tọa độ điểm đích người ta tạo ra mối quan hệ tùy thuộc vào mũi dao trong dao tiện và tâm dao trong dao phay. Do vậy để có thể điều khiển chính xác mũi dao (tiện) hoặc tâm dao (phay) dọc theo hành trình gia công mong muốn thì các dụng cụ cắt phải được đo chính xác.

Có thể đo các dụng cụ cắt bên ngoài máy bởi các thiết bị hiệu chỉnh hoặc có thể đo trực tiếp trên máy bởi các dụng cụ đo quang học. Đặc biệt khi sử dụng thiết bị quang học,

các giá trị đo được nhập trực tiếp vào bộ nhớ của máy. Nếu sử dụng thiết bị hiệu chỉnh thì giá trị đo được của các dụng cụ phải được nhập bằng tay vào bộ lưu trữ các giá trị hiệu chỉnh tương ứng của hệ điều khiển.

Ngoài ra còn có hai điểm cần thiết cho việc chuẩn bị dao bên ngoài máy CNC, đó là điểm hiệu chỉnh dụng cụ cắt T và điểm gá dao N.

e. Điểm hiệu chỉnh dụng cụ cắt T (Tool Offset): gọi là chuẩn dao. Dùng để xác định vị trí dao cắt sau khi đã lắp dao vào ổ dao. Điểm này không thể thay đổi.

f. Điểm thay dao N: là điểm thay dao N là điểm thuộc không gian làm việc của máy CNC, tại điểm này dụng cụ cắt có thể được thay đổi mà không xảy ra các va chạm.

g. Chuẩn thảo chương P (Program Point):

Dùng làm gốc của hệ tọa độ trong quá trình soạn thảo chương trình. Điểm này có thể thay đổi theo ý muốn của người lập trình.

Chuẩn này nên trùng với chuẩn thiết kế trên bản vẽ chi tiết.

2.5.5. Hệ tọa độ đối với một số máy

a. Vị trí và kí hiệu các trục trên máy CNC

Theo tiêu chuẩn ISO, các chuyển động cắt gọt khi gia công chi tiết trên máy CNC phải nằm trong một hệ trục tọa độ Descarte theo nguyên tắc bàn tay phải. Trong đó có ba chuyển động tịnh tiến theo các trục và ba chuyển động quay theo các trục tương ứng.

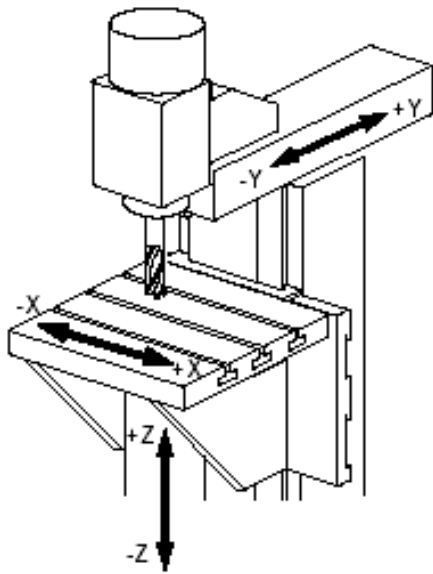
– Trục Z tương ứng với phương trục chính của máy CNC, chiều dương là chiều làm tăng khoảng cách giữa dao và chi tiết gia công. Chiều quay dương cùng chiều kim đồng hồ (nhìn từ gốc tọa độ).

– Trục X tương ứng chuyển động tịnh tiến lớn nhất của máy CNC. Ví dụ trên máy phay là chuyển động chạy dao dọc, trên máy tiện là chuyển động chạy dao ngang. Chiều dương là chiều làm tăng khoảng cách giữa dao và chi tiết.

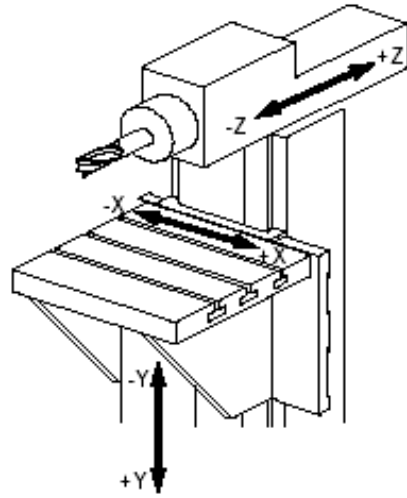
– Trục Y hình thành với hai trục trên trong hệ trục tọa độ. Ví dụ trên máy phay chính là chuyển động chạy dao ngang của bàn máy, trên máy tiện không có trục này.

Lưu ý khi xét hệ trục tọa độ của máy CNC phải coi như chi tiết đứng yên, còn dao chuyển động theo các phương của hệ trục tọa độ.

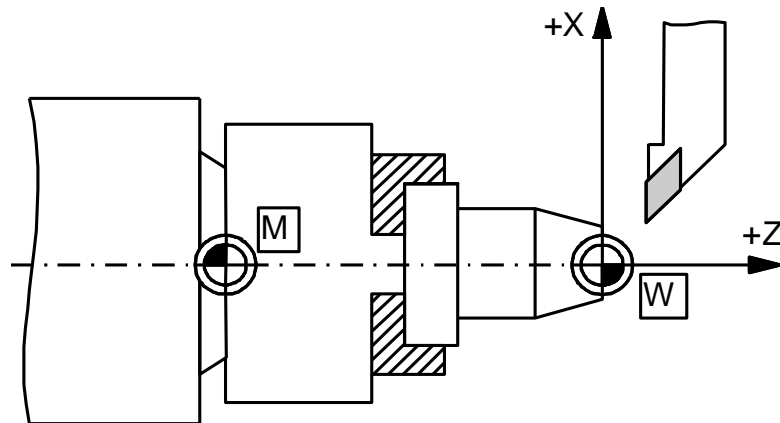
b. Hệ tọa độ với một số máy



Hình 2.19: Hệ trục tọa độ trên máy phay đứng



Hình 2.20: Hệ trục tọa độ trên máy phay nằm



Hình 2.21: Hệ trục tọa độ trên máy tiện

2.6. Các bước thực hiện gia công trên máy CNC

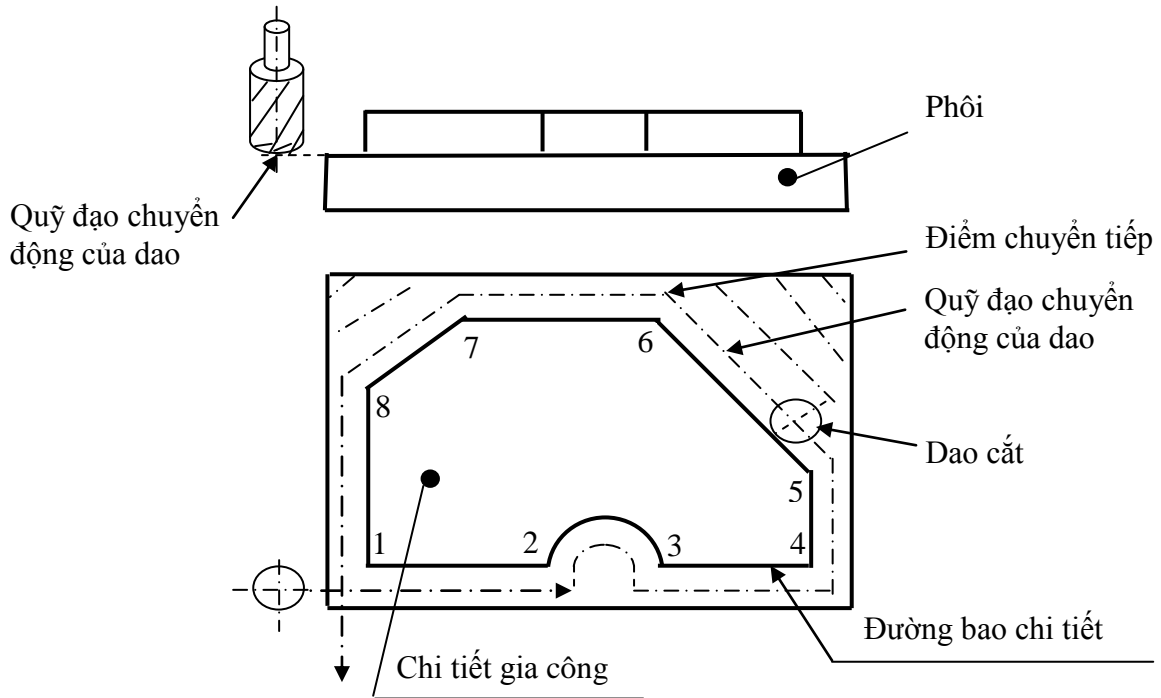
2.6.1. Nghiên cứu công nghệ gia công chi tiết

- Đọc hiểu bản vẽ chi tiết: Hình dáng, độ chính xác, độ bóng và vật liệu.
- Chọn phôi, chọn máy và cách gá lắp.
- Chọn tiến trình công nghệ hợp lý. Chọn dao và xác định chế độ cắt gọt cho từng bước công nghệ. Lập phiếu nguyên công.

2.6.2. Thiết kế quỹ đạo cắt

- Lập quỹ đạo chuyển động của dao thật chi tiết, hợp lý và chính xác.
- Tính toán tọa độ của các điểm chuyển tiếp trên quỹ đạo chuyển động của dao.

Ví dụ phay:

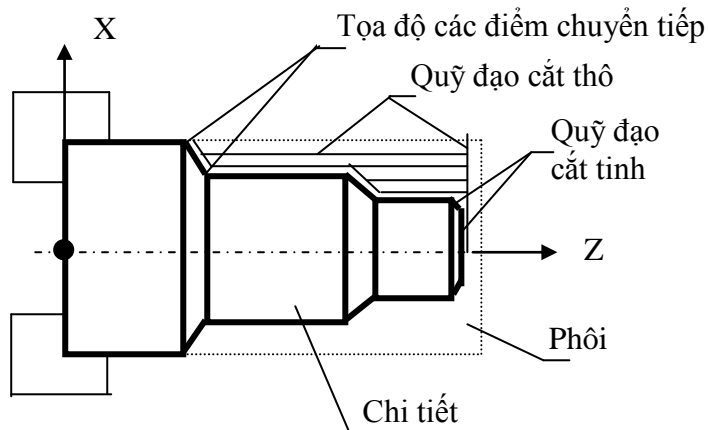


Hình 2.22: Quỹ đạo cắt dao phay

Trên hình quỹ đạo chuyển động của dao phay là quỹ đạo chuyển động của điểm tâm và mặt đầu dao phay. Để xác định quỹ đạo chuyển động đó, không phải biên dạng cắt gọt nào cũng xác định dễ dàng mà chỉ gặp những biên dạng song song với các tọa độ của máy CNC mà thôi. Trường hợp đối với các biên dạng phức tạp hơn (2D hoặc 2,5D) người lập trình có thể dùng biên của chi tiết yêu cầu làm quỹ đạo chuyển động của dao nhưng lúc này phải hiệu chỉnh bán kính dao phay. Vấn đề hiệu chỉnh bán kính dao như thế nào cho biên dạng được cắt gọt ra cho đúng, kỹ thuật lập trình NC sẽ giải quyết ở chương sau.

Đối với các bề mặt gia công phức tạp hơn (3D, 4D hoặc 5D) quỹ đạo chuyển động của dao phay phải được xác định nhờ trợ giúp của máy tính và các phần mềm chuyên dụng.

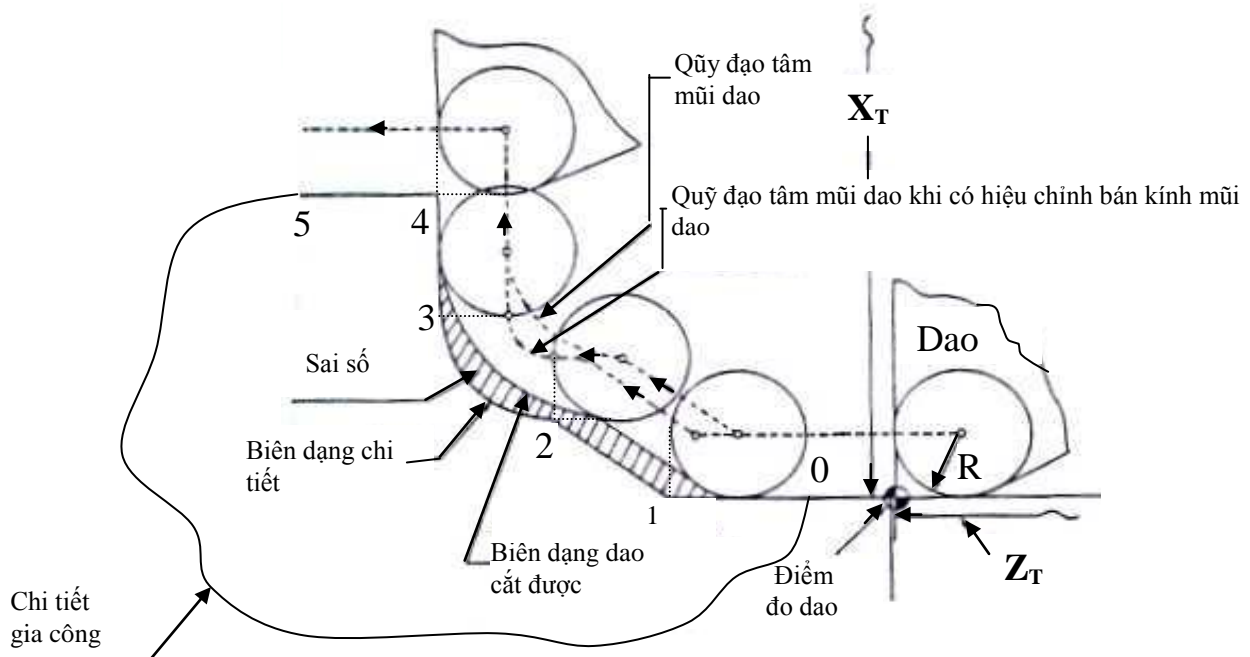
Ví dụ tiện:



Hình 2.23: Quỹ đạo cắt dao tiện

Dao tiện luôn luôn có bán kính cong R ở mũi dao. Để gia công chính xác, ta phải quan tâm đến kích thước này. Khi chương trình chỉ thị dao tiện đến tọa độ các điểm chuyển tiếp thì điểm đo dao sẽ đến các tọa độ đó, vì vậy khi gia công những đường cong hoặc nghiêng (không song song với hai chuyển động chạy dao của máy tiện) sẽ gặp phải sai số. Để khắc phục sai số đó phải hiệu chỉnh bán kính mũi dao.

Ví dụ: Để tiện tinh biên dạng (0-1-2-3-4-5) của một chi tiết, hình vẽ dưới minh họa cho thấy nếu không hiệu chỉnh bán kính mũi dao, biên dạng chi tiết sau gia công sẽ mắc phải sai số.



Hình 2.24: Sai số bán kính dao tiện

Vị trí đo dao là điểm nối của hai phương đo theo tọa độ của máy tiện CNC (Z_T và X_T). Khi chương trình chỉ thị dao đến các điểm chuyển tiếp trên biên cắt của chi tiết (0-1-2-3-4-5) thì điểm đo dao sẽ đến các vị trí (0-1-2-3-4-5). Như vậy trên hình thấy rất rõ điểm 1, 2, 3 của chi tiết không nằm trên lưỡi cắt khi mũi dao có bán kính cong R . Kết quả biên dạng chi tiết sau khi cắt sẽ mắc phải sai số (đoạn có tuyến ảnh).

Để xác định được vị trí đo dao, người ta dùng cơ cấu đo dao sau khi đã lắp dao vào cơ cấu mang dao

Hình 2.25: Cơ cấu đo dao tiện

2.6.3. Lập chương trình điều khiển NC

Đây là bước quan trọng nhất để gia công được trên máy CNC. Có hai phương pháp lập trình :

a. Phương pháp lập trình thủ công (Manual Programming): Là phương pháp lập trình không có sự trợ giúp của máy tính, người lập trình có thể tự biên soạn chương trình NC trên cơ sở nhận dạng hoàn toàn chính xác tọa độ chạy dao. Khả năng lập trình thủ công được coi là yêu cầu cơ bản đối với người lập trình NC, bởi vì có kỹ năng lập trình này, người lập trình mới có khả năng hiểu, khả năng đọc và sửa đổi chương trình khi trực tiếp vận hành máy CNC.

Phần lớn các phần mềm lập trình NC là sản phẩm của chính nhà sản xuất hệ điều khiển, thường cung cấp kèm theo máy CNC. Khả năng lập trình của những phần mềm này nói chung rất hạn chế. Phần lớn chỉ có khả năng lập trình cho những quỹ đạo cắt 2D; 2,5D đơn giản và chu trình gia công cơ bản.

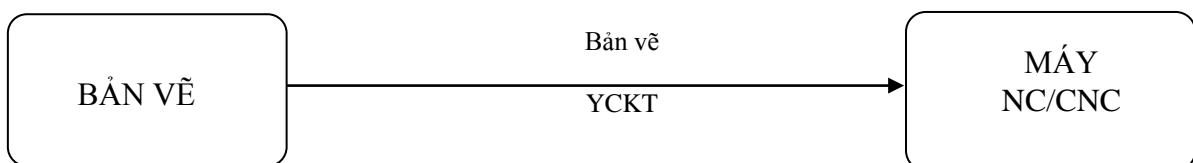
Phương pháp lập trình này có thể kiểm tra biên dạng cắt bằng cách mô phỏng trên máy tính với phần mềm NC hoặc trực tiếp trên hệ điều khiển của máy CNC. Để truyền chương trình NC vào hệ điều khiển máy ta có thể thực hiện bằng hai cách:

C₁. Nhập từ vật mang tin trung gian như bìa đục lỗ, băng đục lỗ, băng từ, đĩa từ ...



Hình 2.26: Sơ đồ truyền chương trình bằng vật mang tin trung gian

C₂ . Nhập từ panel điều khiển theo chế độ MDI (Manual Data Input) trên máy CNC

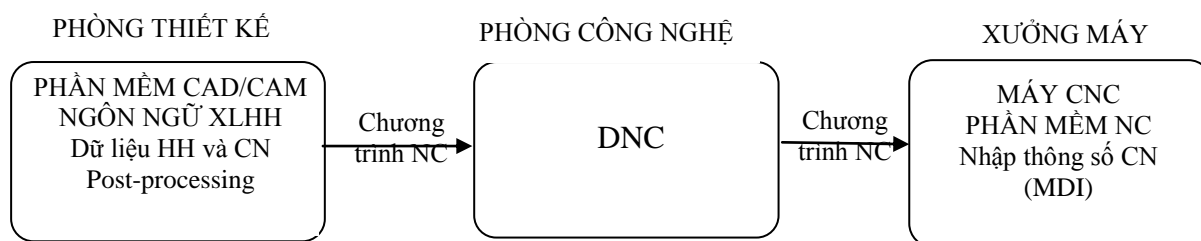


Hình 2.27: Sơ đồ truyền chương trình từ màn điều khiển

Hầu hết các cơ sở sản xuất sử dụng máy NC/CNC kết hợp hai cách trên để lập trình. Phương pháp ghi chương trình trên băng đục lỗ, băng từ hiện nay chỉ còn sử dụng cho các thế hệ máy NC cũ.

b. Phương pháp lập trình tự động (Automatically Programming): Là phương pháp lập trình nhờ sự trợ giúp của máy tính. Phương pháp lập trình này bằng ngôn ngữ xử lý hình học (APT – Automatically Programmed Tool) hoặc phần mềm CAD/CAM tích hợp như công cụ trợ giúp để chuyển đổi tự động dữ liệu hình học và dữ liệu công nghệ thành chương trình NC.

Ngày nay phương pháp lập trình bằng các phần mềm CAD/CAM đã được sử dụng khá phổ biến và rất có hiệu quả, đặc biệt cho các trường hợp gia công mặt cong phức tạp.



Hình 2.28: Sơ đồ truyền chương trình từ mạng DNC

2.6.4. Kiểm tra chương trình điều khiển NC

Chương trình sau khi soạn thảo cần phải kiểm tra, hiệu chỉnh. Đây cũng là khâu quan trọng trước khi gia công trên máy. Có hai cách kiểm tra như sau :

- Kiểm tra thủ công: Dò chương trình bằng mắt và vẽ ra chi tiết gia công bằng tay. Cách này thực hiện khi điều kiện máy tính và phần mềm không có.

- Kiểm tra bằng máy tính: Chương trình soạn thảo được nhập vào máy tính, cho chạy mô phỏng trên phần mềm phù hợp. Dựa trên quỹ đạo chuyển động của dao và hình dáng chi tiết hình thành mà sửa đổi chương trình hay dao cắt, chế độ cắt ...

Các phần mềm CAD/CAM đều có chức năng kiểm tra và mô phỏng trên phần mềm.

2.6.5. Điều chỉnh máy CNC

Đây là công việc làm sao cho máy CNC biết được chi tiết gia công được đặt ở đâu trên máy và dụng cụ cắt có kính thước ra sao? Hay nói cách khác, muốn gia công được

chính xác thì chuỗi kích thước công nghệ của hệ thống công nghệ (bao gồm: Máy - Dao - Gá - Chi tiết) phải được khép kín. Có nghĩa là:

$$\sum_{i=1}^n K_i = 0$$

Trong đó:

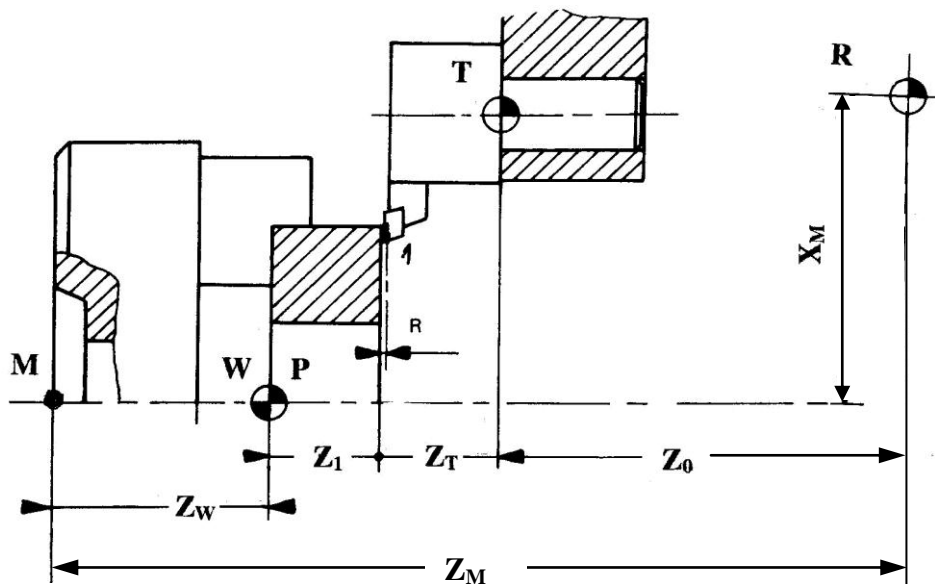
K_i - Các kích thước trong chuỗi kích thước công nghệ

n - Số khâu trong chuỗi kích thước công nghệ

Khi thiết kế và chế tạo một máy CNC, người ta đã xác định cho máy một điểm chuẩn đo lường. Điểm chuẩn đó có thể cố định tại một vị trí nhưng cũng có thể không cố định tùy vào hệ điều khiển và cấu trúc của máy.

Khi gia công chi tiết trên máy CNC, việc chuẩn bị công nghệ (trong đó có gá lắp, dụng cụ cắt) và chương trình điều khiển được thực hiện bên ngoài máy CNC. Vậy khi nối kết chúng lại (Máy – Dao – Gá – Chi tiết) phải tuân theo một chuỗi kích thước công nghệ khép kín. Lúc đó máy CNC mới điều khiển gia công theo chuẩn của nó một cách chính xác được.

Mối quan hệ giữa các chuẩn trên hệ tọa độ máy tiện CNC được thể hiện như



Hình 2.29: Chuỗi kích thước các chuẩn trên máy tiện

Z_M – Độ lệch giữa chuẩn máy và chuẩn thay dao theo phương Z. Máy đã biết.

Z_W – Độ lệch giữa chuẩn máy và chuẩn chi tiết theo phương Z. Người gia công phải xác định và báo cho máy biết.

Z_1 – Tọa độ Z của điểm 1 do người lập trình soạn thảo trong chương trình.

R – Bán kính của mũi dao tiện. Người gia công phải báo cho máy biết.

Z_T – Độ lệch giữa chuẩn dao với vị trí đo dao sau khi lắp dao vào cơ cấu mang dao theo phương Z. Người gia công phải xác định và báo cho máy biết.

Z_0 – Khoảng cách di chuyển của dao từ vị trí thay dao tới vị trí chuẩn bị gia công theo phương Z. Máy tự tính toán khi chuỗi kích thước công nghệ được kếp kín.

$$Z_0 = Z_M - Z_W - Z_1 - R - Z_T$$

Tương tự như vậy cho phương X.

Để thực hiện được công việc điều chỉnh máy CNC, ta phải:

- Chuẩn bị phôi, dao cắt và đồ gá. Đồ gá được cố định trong không gian gia công trên bàn máy (phải được rà vuông góc hoặc song song với các phương chuyển động của máy).

- Định vị và kẹp chặt phôi trên đồ gá.

- Thực hiện các bước “Vận hành máy” cho từng máy CNC cụ thể.

2.6.6. Gia công chi tiết trên máy CNC

- Đưa chương trình gia công ra màn hình điều khiển, kiểm tra lại chương trình một lần nữa và đặc biệt phải kiểm tra các đường chạy dao không cắt thật kỹ.

- Gia công.

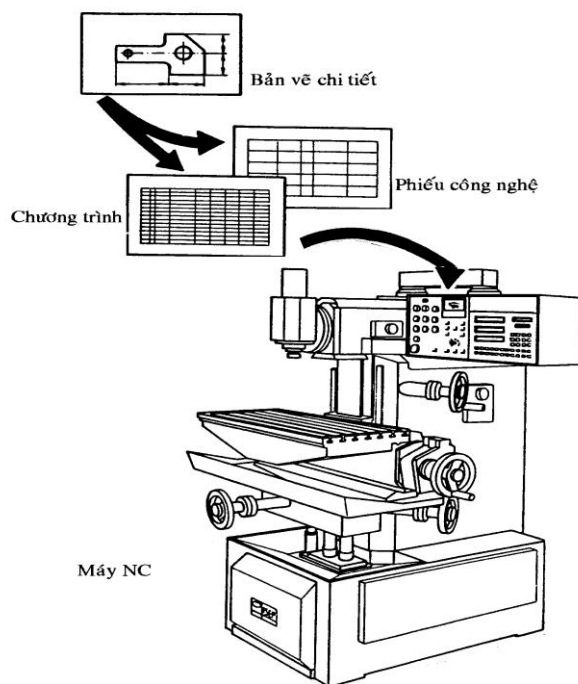
2.7 Hình thức tổ chức gia công trên máy CNC

Các hình thức tổ chức gia công trên máy CNC bao gồm các hình thức:

- Lập trình thủ công, nhập chương trình trực tiếp lên máy CNC
- Lập trình thủ công, nhập chương trình bằng băng đục lỗ
- Lập trình tự động và điều khiển số trực tiếp DNC (Direct Numerical Control)

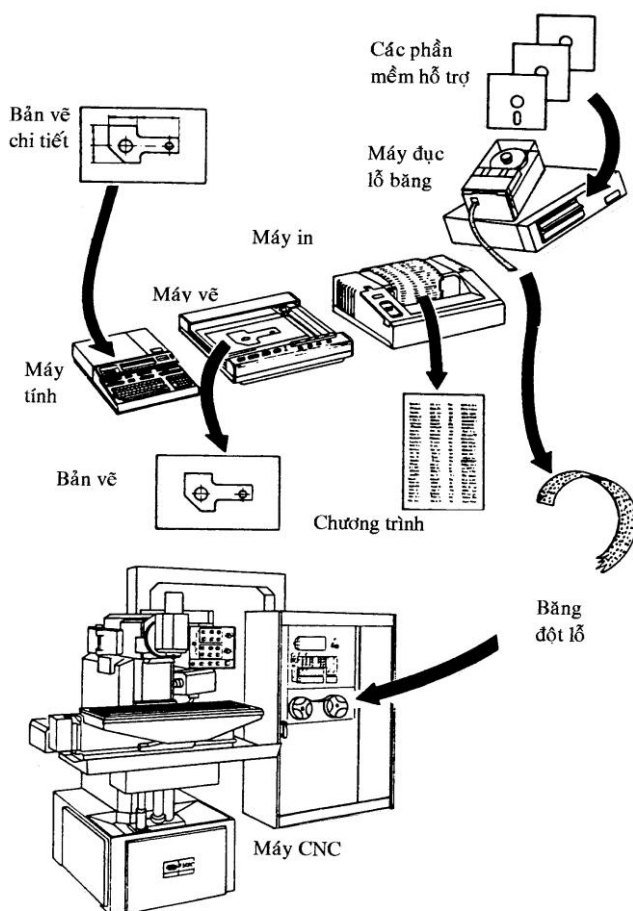
Sau đây là các sơ đồ mô hình hóa cụ thể hình hóa tổ chức gia công trên máy CNC:

2.7.1 Lập trình thủ công, nhập chương trình trực tiếp lên máy CNC



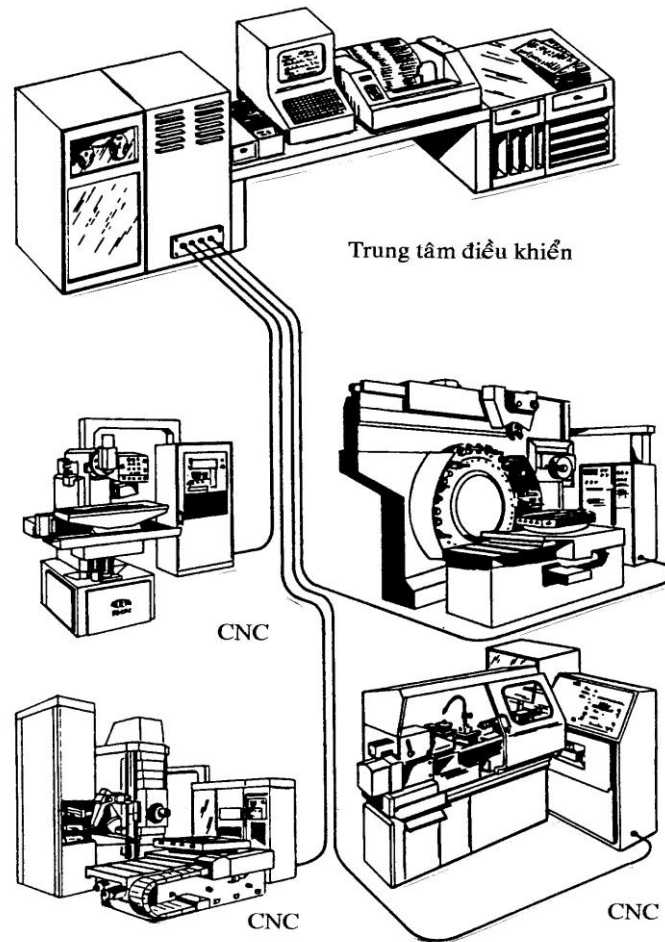
Hình 2.30: Sơ đồ tổ chức gia công trực tiếp

2.7.2 Lập trình thủ công, nhập chương trình bằng băng đục lỗ



Hình 2.31: Sơ đồ tổ chức gia công bằng băng đục lỗ

2.7.3 Lập trình tự động và điều khiển số trực tiếp DNC (Direct Numerical Control)



Hình 2.32: Sơ đồ tổ chức gia công qua mạng DNC

NỘI DUNG ÔN TẬP CHƯƠNG 2

1. Hãy nêu các điểm gốc, điểm chuẩn trên máy CNC.
2. Hãy nêu các phương pháp điều khiển.
3. Trình bày các bước thực hiện trên máy CNC.

Chương 3

CÔNG NGHỆ LẬP TRÌNH PHAY CNC

3.1. Công nghệ phay CNC

3.1.1. Thông số NC

Thông số NC bao gồm các thông số về dụng cụ (tooling parameters) và các thông số gia công (machining parameters)

a. Thông số về dụng cụ

Thông số dụng cụ bao gồm: Số hiệu dao, kích thước lưỡi cắt và chiều dài dao.

- Số hiệu dao: chỉ định vị trí chứa dao trên bộ phận trữ dao.

Ví dụ: Khối lệnh M06 T05: Chỉ thị lấy dao ở vị trí số 5 trên bộ phận trữ dao.

- Kích thước lưỡi cắt: bao gồm đường kính dao D và bán kính mũi dao R.

- Chiều dài dao: Thông thường để gia công một chi tiết cần sử dụng một vài dao cắt, trong đó mỗi dao có chiều dài khác nhau. Do đó khi gia công, đối với mỗi dao, cần thực hiện hành trình tiến dao khác nhau. Nếu lập trình độ di chuyển theo chiều dài mỗi dao, sẽ rất khó khăn khi phải thay đổi chương trình gia công theo chiều dài dao.

Để thuận tiện cho việc lập trình cũng như hiệu chỉnh chương trình, các hệ điều khiển CNC đều có chức năng lưu trữ giá trị bù trừ chiều dài dao (tool length offset), tức là giá trị khác biệt giữa chiều dài dao giả định khi lập trình và chiều dài dao gia công thực tế, trên thanh ghi tương ứng với mỗi dao. Điều này cho phép thực hiện việc gia công mà không cần thay đổi chương trình, ngay cả khi có sự thay đổi chiều dài dao. Giá trị bù trừ chiều dài dao được xác lập trên máy trong quá trình rà dao và được lưu trữ trên thanh ghi tương ứng. Ví dụ: thanh ghi bù trừ chiều dài của dao T1 là H1

Căn cứ giá trị bù trừ lưu trữ trên thanh ghi, hệ điều khiển sẽ tự động bù trừ cho tọa độ lập trình để được tọa độ di chuyển thực tế cho mỗi dao cắt.

b. Thông số gia công

Các thông số gia công cơ bản cần xác lập trước khi thực hiện một công nghệ gia công, bao gồm:

- Tốc độ trục chính (spindle speed): xác lập tốc độ quay trục chính theo số nguyên vòng/phút. Ví dụ: S7000 -> chỉ thị hệ điều khiển điều chỉnh tốc độ quay của trục chính là 7000 vòng/phút

- Tốc độ chạy dao (feed rate): xác lập tốc độ di chuyển dao khi gia công. Hệ thống điều khiển cho phép xác lập 2 mức tốc độ chạy dao: Tốc độ cắt (cutting feed rate) và tốc độ ăn dao (plunge feed rate). Tốc độ ăn dao chỉ được sử dụng khi chạy dao theo phương Z. Tốc độ cắt được sử dụng cho các chuyển động khác.

- Lượng dư gia công (stock allowance): xác lập bề dày vật liệu được để lại cho các bước gia công tiếp theo)

- Chiều sâu tiến dao (rapid depth): còn được gọi là cao độ thoát dao (clearance plane). Thông số này xác lập cao độ Z dao cần di chuyển tới với tốc độ dao nhanh trước khi bắt đầu gia công. Cao độ này cũng là chuẩn thoát dao sau mỗi bước gia công.

- Chiều sâu ăn dao (down step):

- Bước chạy dao ngang (stepover distance): là khoảng cách đường tâm dao giữa 2 đường chạy dao kế cận. Bước chạy dao ngang phải nhỏ hơn đường kính dao.

- Điểm tham chiếu (reference point): xác lập vị trí trở về của dao để thay dao hoặc khi kết thúc chương trình. Vị trí chuẩn mặt định có tọa độ (0,0,0).

- Mặt phẳng gia công (tool plane): xác lập mặt phẳng chạy dao. Mặt phẳng chạy dao có thể là XY, YZ, ZX.

- Dịch chỉnh dao (cutter compensation): định nghĩa sự dịch chỉnh tâm dao so với đường chạy dao lập trình.

- Phương thức chạy dao bo góc (blend around coners): xác lập phương thức chạy dao lượn góc theo cung tròn hoặc theo đường vát.

3.1.2. Công nghệ phay CNC

Những tiến bộ mới nhất về mô hình hóa hình học, công nghệ phần mềm, đặc biệt về kỹ thuật đồ họa đã được các nhà sản xuất phần mềm CAD/CAM ứng dụng nhanh chóng cho ra đời các thế hệ phần mềm mỗi ngày một thông minh hơn. Cho đến nay các chức năng lập trình NC của các hệ thống CAD/CAM chuyên nghiệp phục vụ thiết kế và gia công cơ khí như hệ thống phần mềm Cimatron, Pro/E,... có khả năng xử lý gia công các bề mặt hình học phức tạp với độ chính xác cao. Và hơn nữa, các hệ thống phần mềm này có khả năng xử lý điều khiển số thông minh như tự động kiểm tra sự va chạm dụng cụ với chi tiết gia công, tự động điều chỉnh giảm tải cắt ở những vùng đặc biệt khi gia công ở tốc độ cao, nâng cao tối đa năng suất gia công bằng cách loại trừ các đường chạy dao không tải,...

3.2. Cơ sở lập trình phay CNC

Công nghệ phay chiếm khoảng 75% các phương pháp gia công điều khiển số. Để khai thác tốt công suất của các loại máy phay CNC, người lập trình cần nắm vững các mã lệnh điều khiển và kỹ thuật lập trình, bao gồm:

- Các lệnh lập trình cơ bản:
 - + Di chuyển dao: G00, G01, G02, G03.
 - + Tọa độ và kích thước: G90, G91, G20, G21.
 - + Mặt phẳng gia công: G17, G18, G19.
 - + Lượng chạy dao: F, G94, G95
 - + Tốc độ trục chính S, M03, M04, M05
 - + Chọn và thay dao: T, M06
- Các lệnh lập trình bù trừ dịch chỉnh dao

Sử dụng các chức năng bù trừ và dịch chỉnh tọa độ gia công, bù trừ đường kính, chiều dài dao cho phép biến đổi đơn giản dữ liệu lập trình chi tiết thành dữ liệu đường tâm dao. Các chức năng bù trừ và dịch chỉnh bao gồm:

- + Bù trừ đường kính (bán kính dao): G40, G41, G42
- + Bù trừ chiều dài dao: G43, G44, G49
- Các lệnh chu trình gia công (fixed cycles)

Lệnh chu trình cho phép thực hiện chuỗi các chức năng gia công lặp lại bằng một khối lệnh. Có thể phân biệt 3 nhóm chu trình gia công:

- + Chu trình gia công chuẩn
- + Chu trình gia công đặc biệt
- + Chu trình ứng dụng
- Lập trình khối và chương trình con

Phần lớn các hệ điều khiển NC đều có chức năng điều khiển tham số, thực hiện các phép tính số học, logic. Do đó, cho phép lập trình một cách đơn giản các kiểu gia công có tính lặp lại.

3.2.1. Các lệnh di chuyển dao

Bộ điều khiển CNC cung cấp 3 kiểu lệnh cơ bản để di chuyển dao:

- Chạy dao nhanh
- Nội suy đường thẳng
- Nội suy cung tròn

a. Chạy dao nhanh (G00)

G00: Chạy dao nhanh (Rapid Feed) (không cắt gọt)

Lệnh G00 sử dụng để định vị dao tại vị trí xác định với tốc độ nhanh.

Cấu trúc câu lệnh:

- Tọa độ tuyệt đối:

N--- G90 G00 Xx Yy Zz;

- Tọa độ tương đối:

N--- G91 G00 Xx Yy Zz;

Trong đó: x, y, z là các giá trị tọa độ của điểm cuối

b. Chạy dao nội suy đường thẳng (G01)

G01: Nội suy theo đường thẳng (Linear interpolation)

Lệnh G01 cho phép di chuyển dao theo đường thẳng từ vị trí hiện tại đến vị trí được xác định trong câu lệnh. Lệnh G01 thường có thông số F đi kèm

Cấu trúc câu lệnh:

- Tọa độ tuyệt đối:

N--- G90 G01 Xx Yy Zz Ff;

- Tọa độ tương đối:

N--- G91 G01 Xx Yy Zz Ff;

Trong đó: x, y, z là các giá trị tọa độ của điểm cuối

c. Chạy dao nội suy cung tròn (G02/G03)

Lệnh **G02** và **G03** cho phép di chuyển dao theo biên dạng cung tròn với tốc độ f định nghĩa bởi lệnh F. Có thể lập trình nội suy cung tròn theo 2 phương pháp: Phương pháp IJK hoặc phương pháp R.

- G02: Nội suy theo chiều kim đồng hồ.

- G03: Nội suy theo chiều ngược kim đồng hồ

Cấu trúc câu lệnh:

- Cung tròn trên mặt phẳng XY:

$$N--G17 \begin{Bmatrix} G02 \\ G03 \end{Bmatrix} Xx Yy \begin{Bmatrix} Ii Jj \\ Rr \end{Bmatrix} Ff;$$

- Cung tròn trên mặt phẳng XZ:

$$N--G18 \begin{Bmatrix} G02 \\ G03 \end{Bmatrix} Xx Zz \begin{Bmatrix} Ii Kk \\ Rr \end{Bmatrix} Ff;$$

- Cung tròn trên mặt phẳng YZ:

$$N--G19 \begin{Bmatrix} G02 \\ G03 \end{Bmatrix} Yy Zz \begin{Bmatrix} Jj Kk \\ Rr \end{Bmatrix} Ff;$$

Bảng 3.1

Thông số	Lệnh	Ghi chú
1. Mặt phẳng gia công	G17 G18 G19	- Cung song song với mặt phẳng XY - Cung song song với mặt phẳng XZ - Cung song song với mặt phẳng YZ
2. Chiều chuyển động	G02 G03	- Cung theo chiều kim đồng hồ. - Cung theo chiều ngược kim đồng hồ.
3. Tọa độ điểm cuối	x, y, z	- Tọa độ điểm cuối cung tròn được tính theo tọa độ tuyệt đối.
		- Tọa độ điểm cuối cung tròn được tính theo tọa độ tương đối
4. Tâm cung tròn hoặc bán kính	I, k	- Khoảng cách tương đối của tâm cung tròn so với điểm đầu.
	R	- Bán kính của cung tròn
5. Tốc độ cắt	F	- Tốc độ cắt khi gia công

3.2.2. Các lệnh tọa độ và đơn vị

a. Tọa độ tuyệt đối và tọa độ tương đối

Các máy CNC sử dụng 2 phương pháp đo tọa độ: Tuyệt đối (G90) và tương đối (G91).

Theo phương pháp đo tọa độ tuyệt đối, dao chuyển động đến điểm chi thị xác định bằng giá trị tuyệt đối so với điểm chuẩn. Theo phương pháp đo tọa độ tương đối, vị trí hiện tại của dao được coi như điểm chuẩn cho chuyển động kế tiếp. Lệnh G90 và G91 thuộc nhóm lệnh hình thức, do đó có tác dụng cho tới khi có lệnh khai báo ngược lại.

b. Đơn vị

Có 2 hệ đơn vị được sử dụng trong các máy CNC: Hệ Anh (inch) và SI (milimet)

Lệnh G20 và G21 được sử dụng để chọn hệ đơn vị cho các số liệu. G20 mặc định đơn vị tính theo hệ inch và G21 chọn theo hệ mét. Việc chọn hệ đơn vị có tác dụng đối với các giá trị trong các câu lệnh sau:

- Các lệnh định vị và nội suy
- Các lệnh về tốc độ cắt
- Các lệnh về cài đặt và bù trừ dao
- Lệnh cài đặt hệ tọa độ.

- Các thông số khác

Có thể nhập trị số dưới 2 dạng: Dạng có dấu chấm thập phân và loại không có dấu chấm thập phân.

Tất cả các loại giá trị số sử dụng cho các lệnh G, các lệnh T và lệnh S đều có thể nhập theo dạng có dấu chấm thập phân.

Ví dụ:

X10.5 ; 10.5 inch hoặc 10.5mm theo phương X

F10.0 ; tốc độ cắt 10.0IPM hoặc 10.0MMPM

Đối với dạng không có dấu chấm thập phân, thông số đầu vào phải được nhập theo dạng “từ kích thước” và “đơn vị nhập thấp nhất”.

Một “từ kích thước” gồm có 8 số, trong hệ inch 04 chữ số đầu được xem là 4 chữ số trước dấu chấm và 4 chữ số cuối được xem là 4 chữ số sau dấu chấm.

Đối với hệ mét, năm chữ số đầu được xem là trước dấu chấm và 3 chữ số sau là sau dấu chấm.

Ví dụ:

G20 ; đơn vị tính theo inch

X11000 ; tương đương với X1.1 inch

Z9500 ; tương đương với Z0.95 inch

U5000 ; tương đương với U0.5 inch

W1500 ; tương đương với W0.15 inch

3.2.3. Các lệnh về mặt phẳng gia công

Hệ tọa độ gia công xác định bằng ba trục X, Y, Z và tạo nên ba mặt phẳng gia công chính: XY, XZ, YZ. Có thể chỉ định mặt phẳng gia công bằng lệnh:

G17 Mặt phẳng XOY

G18 Mặt phẳng XOZ

G19 Mặt phẳng YOZ

Hoặc bởi lệnh kích thước tương ứng.

Định nghĩa mặt phẳng gia công theo lệnh kích thước không phải là lệnh hình thức, do đó chỉ có tác dụng trong câu lệnh.

3.2.4. Lệnh tốc độ chạy dao (F)

Đối với lệnh nội suy đường thẳng và cung tròn cần khai báo tốc độ chạy dao theo inch hoặc milimét trên phút hoặc trên vòng quay trực chính.

- Lệnh G94 định nghĩa tốc độ chạy dao tính trên đơn vị thời gian (phút)
- Lệnh G95 định nghĩa tốc độ chạy dao tính trên đơn vị vòng quay (vòng)

Các lệnh này luôn được sử dụng với lệnh G20 hoặc G21 để định nghĩa đầy đủ tốc độ chạy dao. G94 là giá trị mặc định.

G20 G94 F10.0; tốc độ cắt 10 IPM

G20 G95 F0.03; tốc độ cắt 0.03 IPR

G21 G94 F150; tốc độ cắt 150 MM/PM

G21 G95 F1.5; tốc độ cắt 1.5 MM/PR

3.2.5. Lệnh tốc độ trục chính (S)

Lệnh S định nghĩa tốc độ quay của trục chính. Lệnh S không khởi động trục chính, do đó cần sử dụng kèm với lệnh phụ M03, M04 và M05.

3.2.6. Lệnh chọn và thay dao

Phần lớn các qui trình gia công yêu cầu sử dụng nhiều dao khác nhau. Khi lập trình thay dao cần chú ý đến các điểm sau:

- Phần lớn máy phay CNC yêu cầu thoát dao theo phương Z trước khi thay dao.
- Lệnh chọn dao nhưng không thay dao, do đó lệnh T phải được sử dụng cùng với lệnh thay dao M06.
- Mỗi dao có chiều dài khác nhau, do đó cần bù trừ chiều dài dao.

3.3. Lệnh bù trừ và dịch chỉnh dao

3.3.1. Bù trừ bán kính dao

Các hệ điều khiển yêu cầu lập trình gia công theo tọa độ tâm dao (tool center coordinate) thay cho điểm biên trên chu vi dao cắt. Do đó không thể sử dụng trực tiếp tọa độ chi tiết vì tâm dao phải có vị trí cách đường biên cắt một khoảng bằng bán kính dao. Phép dịch chỉnh vị trí tâm dao được gọi là bù trừ bán kính dao (radius compensation)

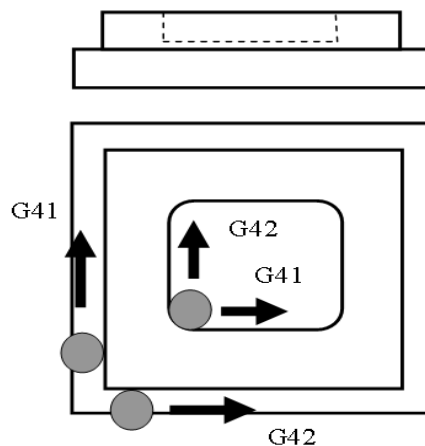
Các lệnh lập trình bù trừ và dịch chỉnh dao cho phép biến đổi đơn giản dữ liệu lập trình theo biên dạng chi tiết gia công thành dữ liệu đường tâm dao.

Lệnh về hiệu chỉnh bán kính dao bao gồm:

G40: Kết thúc hiệu chỉnh bán kính dao

G41: Hiệu chỉnh bán kính dao trái (dao di chuyển bên trái quỹ đạo cắt)

G42: Hiệu chỉnh bán kính dao phải (dao di chuyển bên phải quỹ đạo cắt)



Hình 3.1: Đường chạy dao

Để cho tâm dao nằm cách đường lập trình một khoảng, người ta thực hiện một công việc gọi là bù trừ bán kính dao, hay offset dao. Việc offset dao có thể là bên trái hay bên phải quỹ đạo lập trình.

Cấu trúc lệnh:

N--- G01 (G00) G41 (G42) Xx Yy Dd ;

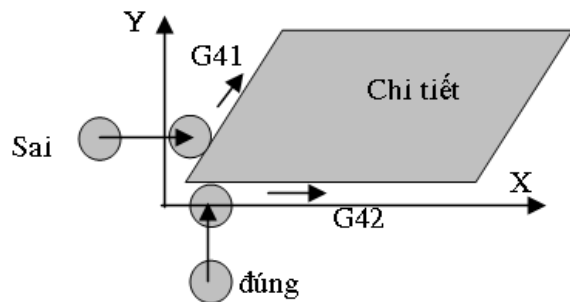
Trong đó: x, y: là tọa độ điểm tới

d : là số offset bán kính dao.

Ví dụ hình bên khi gia công biên ngoài và biên trong của một chi tiết. Tùy theo hướng di chuyển của dao và quỹ đạo cắt (đường lập trình) mà có thể xác định hiệu chỉnh trái hay phải.

Các lệnh hiệu chỉnh bán kính dao tạo lập vector bù trừ vuông góc với quỹ đạo cắt và có độ lớn bằng bán kính dao

Cần chú ý hướng vào ra trước khi bắt đầu hiệu chỉnh bán kính. Đối với phần mềm phay mô phỏng, hướng vào ra trước khi bắt đầu hiệu chỉnh bán kính phải vuông góc với quỹ đạo cắt (hình 3-2).



Hình 3.2: Đường chạy dao

3.3.2. Bù trừ chiều dài dao

Bù trừ chiều dài dao được định nghĩa là phép hiệu chỉnh theo phương các trục điều khiển để khử sự khác biệt giữa chiều dài dao thực tế và chiều dài lập trình.

Các lệnh sử dụng cho bù trừ chiều dài bao gồm:

G43: bù trừ theo chiều dương

G44: bù trừ theo chiều âm

G49: thoát bù trừ chiều dài.

Cấu trúc lệnh:

N--- G43 (G44) Zz Hh ;

Trong đó: z: chiều sâu gia công

h : số hiệu thanh ghi lưu giữ giá trị bù trừ

Khi sử dụng G43, giá trị bù trừ xác định bởi mã h sẽ được cộng vào giá trị tọa độ chi định bởi câu lệnh trong chương trình. Tức là dao được nâng lên theo chiều dương một đoạn xác định bởi h. Vậy G43 dùng khi dao thực tế dài hơn dao lập trình (dao cài đặt tọa độ).

Khi sử dụng G44, giá trị bù trừ xác định bởi mã h sẽ bị trừ bởi giá trị tọa độ chỉ định bởi câu lệnh trong chương trình. Tức là dao được hạ thấp theo chiều âm một đoạn xác định bởi h. Vậy G44 dùng khi dao thực tế ngắn hơn dao lập trình (dao cài đặt tọa độ).

Ví dụ:

H1 set 20.0; H2 set 30.0

G90 G44 Z100.0 H1 ; Z sẽ di chuyển đến 80.0

G90 G44 Z100.0 H2 ; Z sẽ di chuyển đến 70.0

3.4. Chu trình phay (Canned milling cycle)

Lệnh chu trình gia công cho phép thực hiện chuỗi các chức năng gia công lặp lại bằng một khối lệnh. Lệnh chu trình hạn chế được việc xác định tọa độ, giảm đáng kể lỗi lập trình, tiết kiệm khoảng 50% thời gian lập trình và được sử dụng thường xuyên như khoan, doa, tarô...

Sử dụng các mã lệnh sau để định nghĩa các chu trình gia công lỗ:

G80 – Hủy chu trình gia công lỗ

G84 - Chu trình taro ren phải

G81 - Chu trình khoan

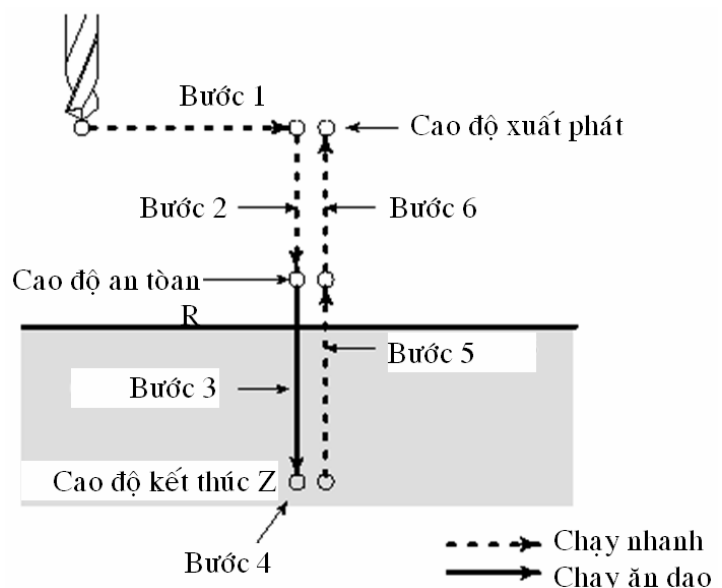
G85 - Chu trình doa doa lùi dao chậm

G82 - Chu trình khoan lỗ có dừng

G86 - Chu trình doa lùi dao nhanh

G83 - Chu trình khoan sâu

Nhìn chung một chu trình gia công lỗ gồm các công việc sau:

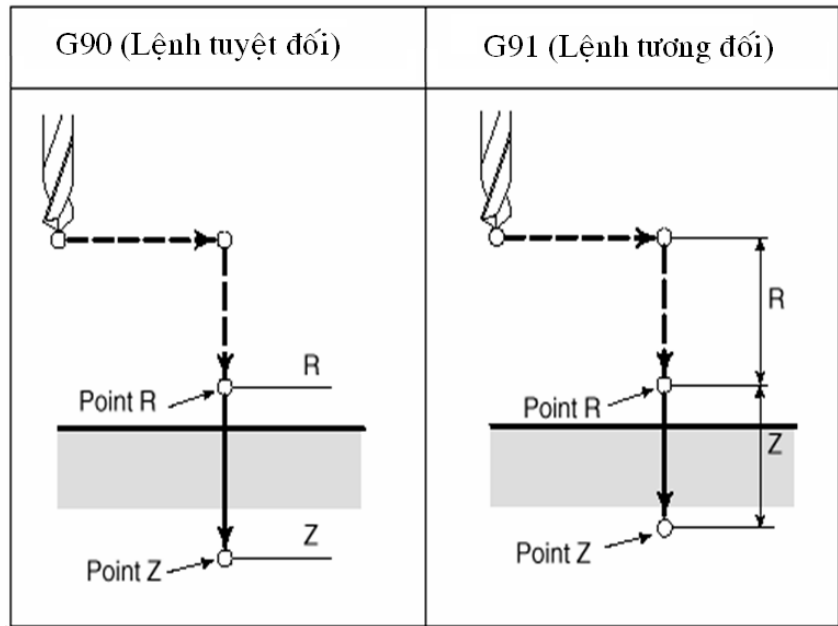


Hình 3.3: Các bước của chu trình gia công lỗ

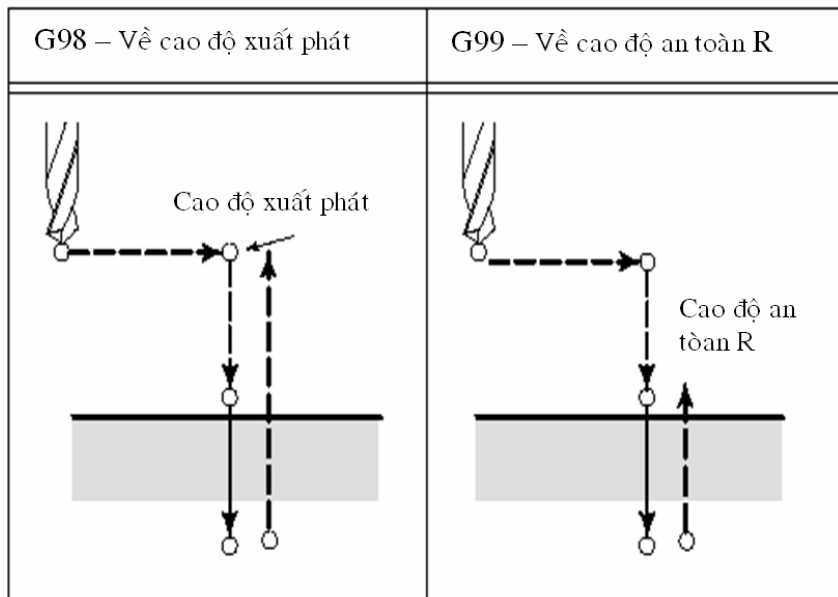
- 1- Chạy dao nhanh trong mặt phẳng XY tới tâm lỗ.
- 2- Tiến dao nhanh xuống cao độ tham chiếu R
- 3- Gia công tới độ sâu yêu cầu (Z)
- 4- Gia công tại đáy lỗ.
- 5- Thoát dao trở về cao độ tham chiếu R
- 6- Hoặc thoát dao trở về cao độ xuất phát

Cao độ R và Z có thể là tuyệt đối (nếu lập trình với G90) hay tương đối (nếu lập trình với G91)

Hình 3.4: Cao độ R khi sử dụng G90 và G91



Việc lùi dao có thể là tới cao độ R hay cao độ xuất phát tùy theo việc dùng G99 hay G98



Hình 3.5: Chế độ thoát dao

Chú ý

- Để khoan nhiều lỗ, lệnh M03 phải có trước các chu trình gia công lỗ.
- Không được có G00, G01, G02 và G03 trong các chu trình gia công lỗ. Nếu có các chu trình gia công lỗ sẽ bị hủy.
- Để hủy các chu trình lập sẵn dùng lệnh G80 hay một trong các lệnh G00, G01, G02, G03.

3.4.1. Chu trình khoan (G81)

Chu trình khoan G81 được sử dụng để khoan lỗ thông thường.

Cấu trúc lệnh như sau:

N--- G81 Xx Yy Zz Rr Ff ;

Xx Yy: Vị trí tâm lỗ

Zz: Cao độ Z điểm cuối của lỗ

Rr: Cao độ tham chiếu R

Ff : Lượng chạy dao khi khoan, tính bằng mm/p

3.4.2. Chu trình khoan lỗ có dừng (G82)

Chu trình khoan lỗ có dừng ở đáy lỗ G82 được sử dụng để khoan tâm, vát mép và khoét bằng đầu lỗ.

Cấu trúc lệnh như sau:

N--- G82 Xx Yy Zz Rr Pp Ff ;

Xx Yy: Vị trí tâm lỗ

Zz: Cao độ Z điểm cuối của lỗ

Rr: Cao độ tham chiếu R

Pp: Thời gian dừng ở đáy lỗ

Ff : Lượng chạy dao khi khoan, tính bằng mm/ph.

3.4.3. Chu trình khoan lỗ sâu (G83)

Chu trình G83 được thiết kế để khoan lỗ sâu bởi nhiều bước ăn dao và thoát dao xen kẽ để thoát phoi.

Cấu trúc lệnh như sau:

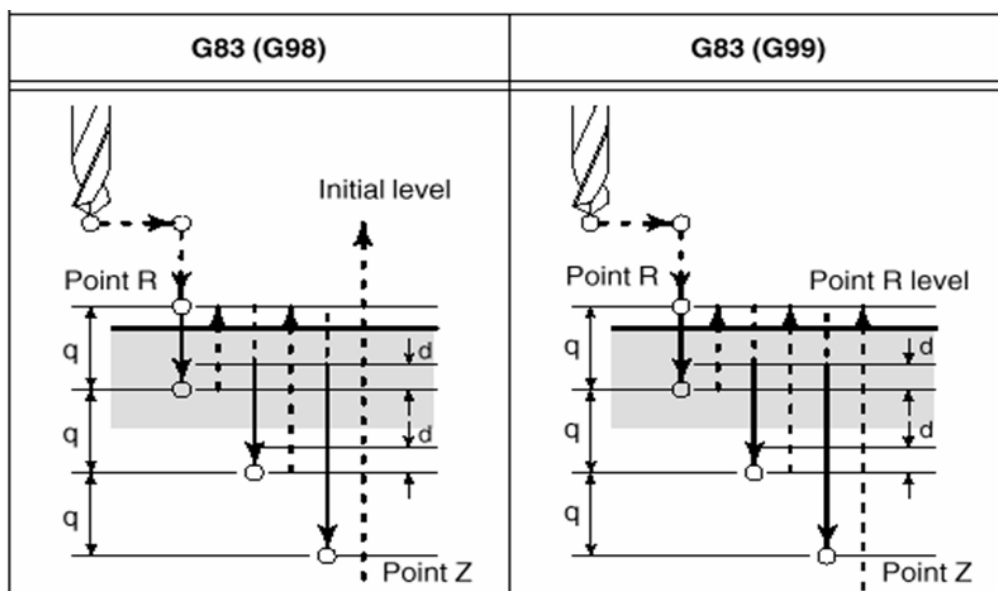
N--- G83 Xx Yy Zz Rr Qq Ff ;

Xx Yy: Vị trí tâm lỗ

Zz: Cao độ Z điểm cuối của lỗ

Rr: Cao độ tham chiếu R

Qq: Chiều sâu mỗi bước ăn dao



Hình 3.6: Chu trình khoan lỗ sâu (G83)

Cấu trúc chương trình gồm các bước sâu:

- 1- Chạy dao nhanh tới tọa độ tâm lỗ.
- 2- Tiến dao nhanh theo phương Z xuống cao độ R.
- 3- Ăn dao xuống chiều sâu q
- 4- Thoát dao về cao độ R để thoát phoi.
- 5- Chạy dao nhanh xuống chiều sâu cắt trước đó.
- 6- Ăn dao xuống chiều sâu q
- 7- Lặp lại bước 4 và 6.

8- Thoát dao trở về cao độ R.

3.4.4. Chu trình tarô (G84)

Chu trình tarô lỗ được thực hiện bởi chuyển động quay trục chính theo chiều quay kim đồng hồ và chuyển động ăn dao phù hợp với tốc độ quay trục chính để đạt được bước ren chính xác và tránh gãy dao.

Cấu trúc lệnh như sau:

N--- G84 Xx Yy Zz Rr Pp Ff ;

Xx Yy: Vị trí tâm lỗ

Zz: Cao độ Z điểm cuối của lỗ

Rr: Cao độ tham chiếu R

Pp: Thời gian xoáy ở đáy lỗ

Ff : Lượng chạy dao, tính bằng mm/ph.

3.4.5. Chu trình doa tinh lỗ (G85)

Chu trình G85 được thiết kế để doa lỗ theo hai chiều $-Z$ và $+Z$. Qui trình này cho phép đạt được độ chính xác gia công cao, còn được gọi là chu trình gia công tinh.

Cấu trúc lệnh như sau:

N--- G85 Xx Yy Zz Rr Ff ;

Xx Yy: Vị trí tâm lỗ

Zz: Cao độ Z điểm cuối của lỗ

Rr: Cao độ tham chiếu R

Ff : Lượng chạy dao khi khoan, tính bằng mm/ph

3.4.6. Chu trình doa thô lỗ (G86)

Chu trình doa G86 gồm các bước tương tự như chu trình khoan G81, ngoại trừ thủ tục ngừng quay trục chính khi gia công tới chiều sâu đáy lỗ.

Cấu trúc lệnh như sau:

N--- G86 Xx Yy Zz Rr Ff ;

Xx Yy: Vị trí tâm lỗ

Zz: Cao độ Z điểm cuối của lỗ

Rr: Cao độ tham chiếu R

Ff : Lượng chạy dao khi khoan, tính bằng mm/ph.

3.5. Phép lặp

Để tăng hiệu suất lập trình cũng như giảm thiểu kích thước chương trình cho các trường hợp gia công phức tạp về hình dáng hay có tính lặp về quy trình, ví dụ như khoan một tập hợp lỗ có cùng đường kính và cách đều nhau ... các hệ điều khiển CNC hiện đại đều được trang bị các chức năng lập trình vòng lặp (loops), chương trình con (subprogram) và macro.

Có thể coi vòng lặp như chuỗi lệnh được lặp lại nhiều lần. Chức năng tạo vòng lặp cho phép rẽ nhánh trở về khối lệnh trước trong chương trình và thực hiện các khối lệnh trong vòng lặp theo số lần chỉ định.

Chương trình con là một phần của chương trình chính và có thể được gọi theo yêu cầu bởi chương trình gia công có liên quan tới chương trình con này.

Macro là một dạng chương trình con dạng tham biến có khả năng thực hiện các phép tính số học, logic, rẽ nhánh cũng như các chức năng lặp lại, nó có thể lưu trữ trên bộ điều khiển và có thể gọi từ chương trình gia công bất kỳ.

Cấu trúc chương trình con hoặc macro cũng như cấu trúc một chương trình chính NC. Có thể chèn chương trình con hoặc macro vào chương trình chính NC bằng lệnh hoặc quy định riêng của phần mềm điều khiển.

Cấu trúc lệnh như sau:

N--- M98 Pxxyyyy ;

M98: gọi chương trình con

yyyy: tên chương trình con

xx: số lần lặp lại chương trình.

Chương trình con và chương trình chính được lưu trong bộ nhớ máy tính ở 2 tập tin khác nhau nhưng phải cùng một thư mục

Ví dụ chương trình chính:

```
N05 G90
N10 G00 X55 Y35
N15 G00 Z2
N20 M98 P20 1000
N25 G00 Z200
....
N90 M02 (kết thúc
```

Hình 3.7: Chương trình chính

Ví dụ chương trình con:

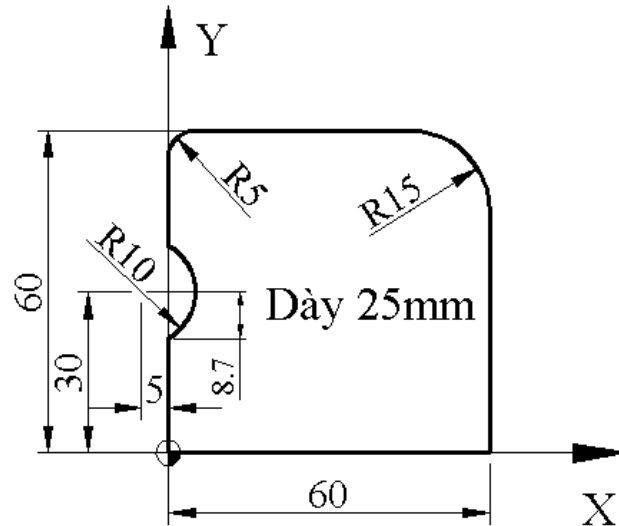
```
O1000
N05 G0 U10
....
N90 M99 (kết thúc
        chương trình con)
```

Hình 3.8: Chương trình con

3.6. Các ví dụ

Ví dụ 1:

Lập trình Phay biên dạng ngoài của chi tiết dùng dao phay ngón



N10 G21 G17 G90 G40 G49 G80;

N55 X0 Y38.7 I-10 J0;

N15 T01 M06;

N60 G01 X0 Y55;

N20 G55; (Hoặc dùng G92)

N65 G02 X5 Y60 R5;

N20 S1500 M03 M08;

N70 G01 X45 Y60;

N25 G00 X-10 Y-10;

N75 G02 X60 Y45 R15;

N30 Z2;

N80 G01 X60 Y0.0;

N35 G01 Z-3 F200 ;

N90 G00 Z5;

N40 X0 Y0;

N95 G91 G28 Z0 M09;

N45 X0 Y21.3;

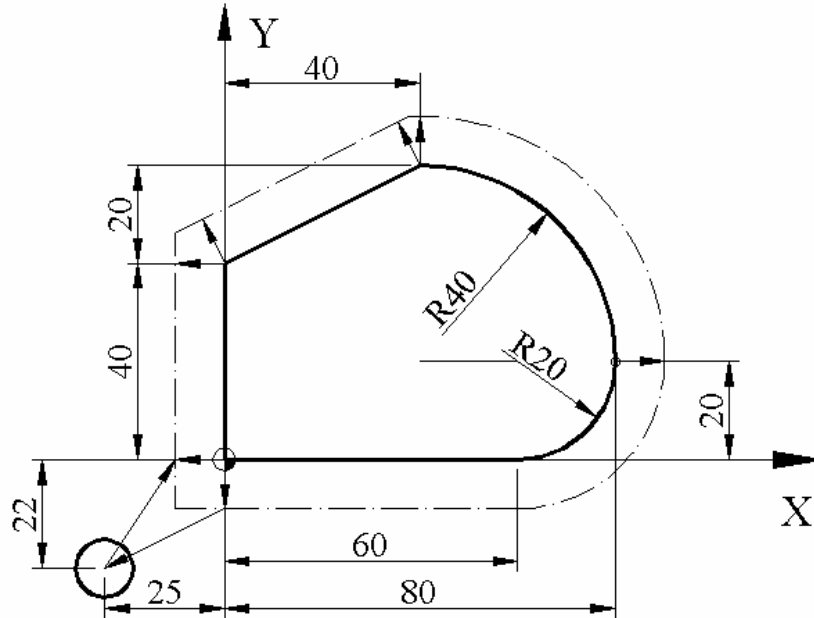
N100 G28 X0.0 Y0.0 M05;

N50 G03 X0.5 Y30 I-0.5 J8.7;

N105 M30;

Ví dụ 2:

Lập trình Phay biên dạng ngoài của chi tiết dùng dao phay ngón và có sử dụng bù trừ bán kính dao.



N10 G21 G17 G90 G40 G49 G80;

N15 T01 M06;

N20 G55; (Hoặc dùng G92)

N20 S1500 M03 M08;

N25 G00 X-25 Y-22;

N30 Z-3;

N35 G01 G41 X0 Y0 D/H01 F200 ;

N40 X0 Y40;

N45 X40 Y60;

N50 G02 X80 Y20 R40;

N55 G02 X60 Y0 R20;

N60 G01 X0 Y0;

N65 G40 X-25 Y-22 ;

N70 G00 Z5;

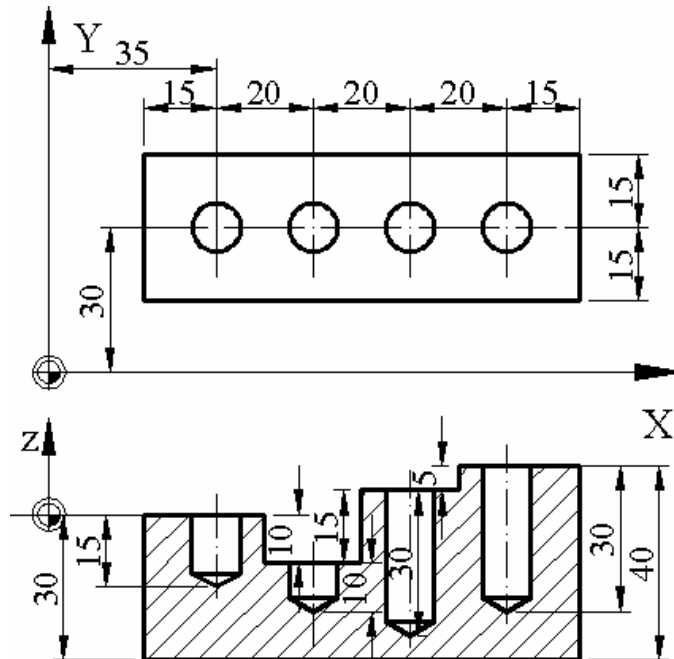
N75 G91 G28 Z0 M09;

N80 G28 X0.0 Y0.0 M05;

N85 M30;

Ví dụ 3:

Sử dụng lệnh chu trình G81 lập trình khoan chi tiết. Biết gốc tọa độ chi tiết cách điểm gốc máy $X=55, Y=-70, Z= -50$. Mũi khoan có chiều dài $L=45$.



N10 G21 G17 G90 G40 G49 G80;

N35 G98 G81 X35 Y30 Z-15 R2 F150;

N15 T01 M06;

N40 X55 Z-20 R-8 ;

N20 G92 X-55 Y70 Z50;

N45 X75 Z-25 R7 ;

N20 S1500 M03 M08;

N50 X95 Z-20 R12 ;

N25 G00 X0 Y0;

N65 G80 G91 G28 Z0 M09 M05;

N30 Z15;

N70 G91 G28 X0 Y0;

N75 M30;

NỘI DUNG ÔN TẬP CHƯƠNG 3

1. Trình bày mối quan hệ giữa 3 nhóm yếu tố G41/G42, M03/04 và phay thuận/phay nghịch.

2. Lập tiến trình công nghệ gia công hốc có kích thước $\varnothing 40$ – sâu 20 mm với dao khoan $\varnothing 10$ và dao phay ngón $\varnothing 20$.

Chương 4

CÔNG NGHỆ LẬP TRÌNH TIỆN CNC

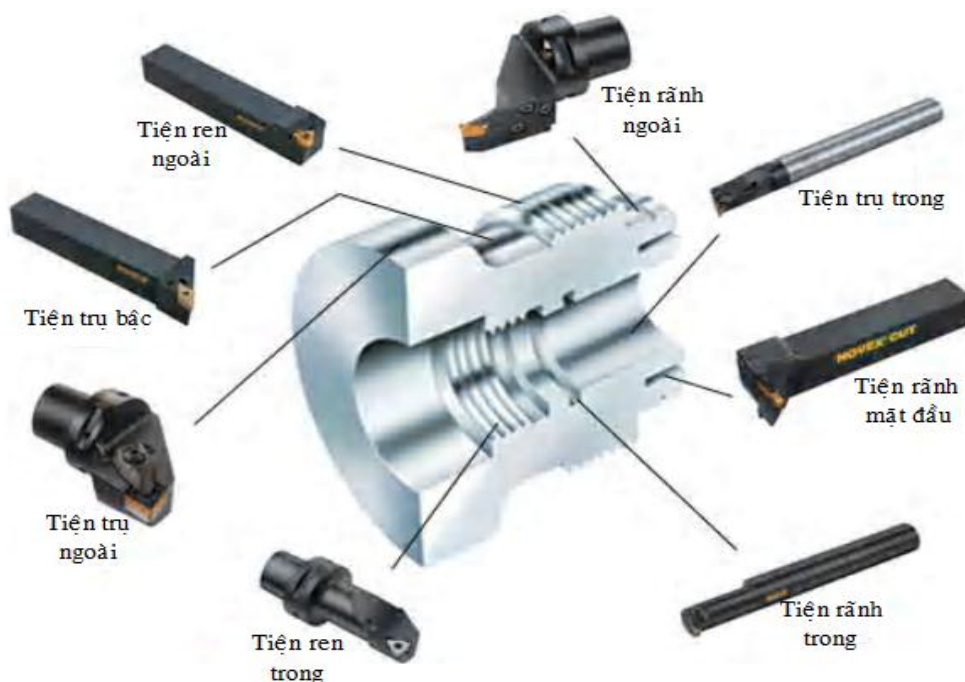
4.1. Cơ sở lập trình tiện CNC

4.1.1. Công nghệ tiện CNC

Công nghệ tiện NC/CNC chiếm không nhiều trong các phương pháp gia công điều khiển số, khoảng 25%. Kỹ thuật lập trình cho tiện CNC nhìn chung cũng giống phay nhưng đơn giản hơn, có nghĩa các lệnh lập trình cơ bản như: di chuyển dao, tọa độ ...; các lệnh lập trình bù trừ dịch chỉnh dao; lập trình macro và chương trình con; các chức năng lập trình nâng cao đều có khi lập trình cho tiện.

Phôi sử dụng cho máy tiện CNC thường có dạng tròn xoay nhiều bậc và đối xứng qua đường tâm. Bản vẽ kỹ thuật thể hiện kích thước chi tiết dưới dạng đường kính hoặc bán kính. Hệ điều khiển CNC cung cấp hai phương pháp lập trình theo phương X: Lập trình theo đường kính hoặc lập trình theo bán kính. Lập trình theo đường kính hay bán kính tùy thuộc vào các thông số máy đã cài đặt. Thông thường lập trình theo đường kính được sử dụng mặc định vì thuận tiện hơn so với lập trình theo bán kính. Một số hệ điều khiển như SIEMEN dùng lệnh (G23/G22) để chuyển đổi giữa lập trình theo đường kính hoặc bán kính.

Trên máy tiện có thể tiến hành nhiều nguyên công khác nhau, cơ bản có các nguyên công sau:



Hình 4.1: Các nguyên công trên máy tiện CNC

4.1.2. Lệnh tiện CNC

a. Lệnh G

Các lệnh quan trọng trong tiện NC chính là các lệnh G. Theo sau các lệnh G là 2 chữ số. Một số lệnh sử dụng cho phay NC có chức năng hoàn toàn giống trong tiện NC. Tuy nhiên, vẫn có một số lệnh sử dụng riêng cho phần tiện.

Lệnh G có 2 loại: Loại cách thức (modal) và lệnh phi cách thức (non-modal).

- Một lệnh thuộc loại modal sẽ có tác dụng cho đến khi có một lệnh G khác thuộc cùng nhóm được gọi.

- Các lệnh thuộc loại Non-modal chỉ có tác dụng trong phạm vi khối lệnh gọi nó.

Bảng 4.1: Bảng mã G code

Nhóm	Lệnh	Chức năng
0	G04	Dừng lại
	G09	Dừng chính xác
	G28	Trở về REFERENCE POINT
	G52	Hệ tọa độ địa phương
	G53	Hệ tọa độ máy
	G92	Cài đặt hệ tọa độ
1	G00	Định vị trí (với tốc độ nhanh – tốc độ chạy không)
	G01	Nội suy đường thẳng
	G02	Nội suy đường tròn cùng chiều kim đồng hồ
	G03	Nội suy đường tròn ngược chiều kim đồng hồ
2	G17/G18/G19	Mặt phẳng XOY/ ZOY/ YOZ
3	G90/G91	Tọa độ tuyệt đối/ Tọa độ tương đối
5	G94	Đơn vị chạy dao mm/phút
	G95	Đơn vị chạy dao vòng/phút
6	G20/G21	Đơn vị đo lường là INCHES/ MILLIMETERS
7	G40	Kết thúc hiệu chỉnh bán kính dao
	G41	Hiệu chỉnh bán kính dao trái
	G42	Hiệu chỉnh bán kính dao phải
8	G43	Hiệu chỉnh chiều dài dao dương
	G44	Hiệu chỉnh chiều dài dao âm
	G49	Kết thúc hiệu chỉnh chiều dài dao

9	G80	Kết thúc chu trình khoan lỗ
	G81	Chu trình khoan lỗ
	G83	Chu trình khoan gián đoạn
	G84	Chu trình tarô
	G85	Chu trình doa lỗ
10	G98	Rút trở về mặt phẳng xuất phát
	G99	Rút trở về mặt phẳng an toàn
13	G97	Đơn vị tốc độ vòng (vòng/phút)
14	G54	Zero offset 1
	G55	Zero offset 2
	G56	Zero offset 3
	G57	Zero offset 4
	G58	Zero offset 5
	G59	Zero offset 6
17	G15/G16	Kết thúc/Bắt đầu tọa độ cực

b. Lệnh M

Các lệnh phụ thường được gọi là các lệnh M, bao gồm từ khóa M và 2 chữ số đi kèm theo. Lệnh M được sử dụng để điều khiển việc đóng/ngắt các chức năng phụ của máy. Gần như hầu hết các lệnh M sử dụng cho máy phay CNC đều có thể sử dụng cho máy tiện CNC. Tuy nhiên cũng có một số lệnh M chỉ sử dụng riêng cho máy tiện. Dưới đây là danh sách các lệnh M được sử dụng phổ biến nhất cho máy tiện CNC.

- M00 : Dừng chương trình
- M01 : Dừng chương trình không điều kiện.
- M02 : Kết thúc chương trình.
- M03 : Quay trục chính theo chiều kim đồng hồ.
- M04 : Quay trục chính theo chiều ngược kim đồng hồ.
- M05 : Dừng trục chính.
- M08 : Mở dung dịch trơn nguội.

M09	: Tắt dung dịch trơn nguội.
M23	: Rút dao nghiêng một góc 45° khi tiện ren.
M24	: Hủy bỏ lệnh M23.
M68	: CLAMP ON – Mở đèn hiệu.
M69	: Tắt đèn hiệu.
M98	: Gọi chương trình con.
M99	: Kết thúc chương trình con, trở về chương trình chính.

4.1.3. Dao tiện

Có hai vấn đề liên quan đến dao tiện bao gồm việc chọn lựa dao trên mâm dao và hiệu chỉnh kích thước dao cắt. Máy tiện CNC thường có một hoặc 2 mâm dao cho phép thay đổi được nhiều dao. Khi sử dụng nhiều dao trong cùng một chương trình, cần hiệu chỉnh kích thước dao theo dao chuẩn. Chương trình được viết cho dao chuẩn và sau đó được hiệu chỉnh lại theo kích thước dao thực tế. Lệnh gọi dao bắt đầu bằng từ khóa T và bốn chữ số đi kèm. Các chữ số này được chia thành 02 nhóm, mỗi nhóm 2 chữ số với ý nghĩa khác nhau. Nhóm 2 số đầu là số thứ tự dao trên ổ dao, nhóm 2 số sau sử dụng để xác định các thông số hiệu chỉnh dao thông qua số thứ tự hiệu chỉnh dao.

Phần lớn máy tiện CNC sử dụng 12 dao (từ 01 – 12) bao gồm 2 mâm dao và 32 số (01 – 32) sử dụng cho việc hiệu chỉnh kích thước dao. Nếu số thứ tự là 00 có nghĩa là hủy bỏ chức năng hiệu chỉnh dao, vì vậy thường được sử dụng trước khi gọi lệnh thay dao hoặc không xét đến sự bù trừ dao.

Ví dụ:

T0101 : chọn dao số 01 và số thứ tự hiệu chỉnh dao là 01

T0312 : chọn dao số 03 và số thứ tự hiệu chỉnh dao là 12

T0500 : chọn dao số 05 và không hiệu chỉnh dao.

Hai dao T02 và T04 được sử dụng trong cùng một chương trình, dao T02 sử dụng để tiện trụ với số thứ tự hiệu chỉnh dao là 02, dao T04 sử dụng để gia công tinh và số thứ tự hiệu chỉnh dao là 14. Chương trình mô tả dưới đây chỉ ra thứ tự thay dao:

N15 T0202: Chọn dao 2 và số thứ tự hiệu chỉnh dao là 2

N50 T0200: Chọn dao 2 và hủy bỏ việc hiệu chỉnh dao.

N70 T0414: Chọn dao 4 và số thứ tự hiệu chỉnh dao là 14

N90 T0400: Chọn dao 4 và hủy bỏ việc hiệu chỉnh dao.

4.1.4. Tốc độ cắt

Bàn dao được di chuyển theo 2 phương thức cơ bản sau đây:

- Di chuyển với tốc độ chạy dao nhanh đến một vị trí xác định (còn gọi là định vị nhanh), trong quá trình di chuyển dao không cắt vật liệu.

- Di chuyển với tốc độ cắt xác định, dao thực hiện qui trình gia công chi tiết.

Di chuyển nhanh được sử dụng trong các lệnh định vị như G00. Tốc độ di chuyển cho mỗi trục được xác định trước bằng các thông số máy đi kèm. Vì vậy khi gọi lệnh không cần khi báo tốc độ cắt F. Tốc độ lớn nhất có thể đạt khoảng 600 IPM (inch per minute) hoặc cao hơn. Tùy thuộc vào tỉ lệ phần trăm trên núm xoay của panel điều khiển, tốc độ thực có thể đạt 25%, 50% hoặc 100% tốc độ mặc định của máy.

Di chuyển với tốc độ xác định được sử dụng trong những câu lệnh gia công, ví dụ như lệnh nội suy đường thẳng G01 hoặc nội suy đường tròn G02 hoặc G03. Tốc độ cắt được xác định bằng lệnh F phút (G98), vòng quay (G99).

Đối với tiện, tốc độ cắt thường được xác định theo đơn vị/vòng. Vì vậy, một số máy tiện sử dụng G99 (đơn vị/vòng) như giá trị mặc định. Sau đây là một số thí dụ về tốc độ cắt:

G20 G98 F10.0;	tốc độ cắt 10 IPM
G70 G94 F10.0;	tốc độ cắt 10 IPM theo hệ điều khiển Mỹ
G21 G98 F250.0;	tốc độ cắt 250 MPPM
G71 G95 F10.0;	tốc độ cắt theo hệ điều khiển Mỹ
G20 G99 F0.003;	tốc độ cắt 0.003 IPR
G70 G94 F0.003;	tốc độ cắt theo hệ điều khiển Mỹ
G21 G99 F0.01;	tốc độ cắt 0.01 MMPR
G71 G95 F0.01;	tốc độ cắt theo hệ điều khiển Mỹ

4.1.5. Tốc độ trục chính

Đối với máy tiện CNC, tốc độ trục chính có thể thay đổi vô cấp. Để vận tốc cắt là không đổi, khi đường kính phôi lớn, tốc độ vòng trục chính sẽ nhỏ. Nhưng khi đường kính phôi nhỏ, tốc độ vòng phải tăng. Dưới đây là một số lệnh cài đặt tốc độ trục chính khi tiện NC:

G50 (G92 theo hệ Mỹ): cài đặt tốc độ trục chính lớn nhất (RPM)

G96 : tốc độ mặt không đổi (FPM: feet/phút)

G97 : tốc độ trục chính không đổi (RPM: vòng/phút)

Sxxxx: tốc độ trục chính.

a. Cài đặt chế độ tốc độ mặt không đổi (G96)

Tốc độ mặt là tốc độ tương đối giữa mũi dao cắt so với bề mặt phôi tại điểm tiếp xúc. Lệnh G96 sẽ giữ tốc độ cắt luôn ổn định theo giá trị khai báo trong câu lệnh tại các vị trí khác nhau trên bề mặt chi tiết. Thông số tốc độ S phải luôn đi kèm theo trong câu lệnh.

Ví dụ:

G20 G96 S600 : tốc độ mặt 600 FPM

G21 G96 S300 : tốc độ mặt 300 MPM

Khi sử dụng lệnh G96, máy sẽ tự động điều chỉnh tốc độ trục chính sao cho tốc độ mặt tại vị trí đường kính hiện hành luôn không thay đổi và bằng với giá trị xác định trong câu lệnh.

b. Cài đặt tốc độ vòng lớn nhất (G50)

Khi sử dụng lệnh G96, tốc độ mặt không thay đổi tại các vị trí bán kính khác nhau. Để đảm bảo được điều này, tốc độ vòng của trục chính phải thay đổi một cách vô cấp: Khi đường kính lớn thì tốc độ vòng sẽ nhỏ và khi đường kính nhỏ thì tốc độ vòng sẽ lớn. Nếu đường kính dần đến 0 (khi tiện mặt) thì trên lý thuyết tốc độ vòng phải tăng lên rất cao. Để giới hạn tốc độ vòng tại một giá trị cho phép lớn nhất, có thể sử dụng lệnh G50 với cấu trúc câu lệnh như sau: G50 Ss

Lệnh G50 sẽ khống chế tốc độ trục chính ở giá trị này dù đường kính chi tiết gia công có giảm đến 0. Nói cách khác, tốc độ trục chính không thể vượt quá giới hạn trên.

c. Cài đặt tốc độ vòng cố định (G97)

Lệnh G97 sử dụng để cài đặt tốc độ vòng trục chính cố định theo đơn vị vòng/phút. Trong chế độ này, do tốc độ vòng không đổi nên tốc độ mặt sẽ thay đổi tùy theo đường kính chi tiết. Vì vậy, lệnh G97 còn được sử dụng để hủy bỏ chế độ tốc độ mặt cố định G96. Cấu trúc lệnh như sau: G97 Ss

Khi lệnh G97 được gọi máy sẽ điều chỉnh số vòng quay trục chính cố định theo giá trị trên.

4.1.6. Điểm chuẩn tham chiếu của máy

a. Điểm chuẩn tham chiếu của máy

Điểm tham chiếu của máy có vị trí cố định trên máy, nó được xác định trước bởi các công tác hành trình trên mỗi trục di chuyển. Bộ điều khiển sử dụng điểm chuẩn này để xác định vị trí của gốc tọa độ và hệ thống tọa độ trên máy. Trên máy tiện CNC, điểm tham chiếu này thường nằm ở vị trí xa nhất so với vị trí của mâm cặp.

Thông thường sau khi mở máy cần di chuyển mâm dao về điểm chuẩn tham chiếu máy nhằm cài đặt lại các thông số tọa độ. Có thể tự động di chuyển bằng lệnh G28. Lệnh G28 thường được sử dụng trước khi thay dao bởi vì việc thay dao thường được thực hiện tại vị trí điểm chuẩn tham chiếu máy. G28 còn được dùng ở cuối chương trình nhằm đưa mâm dao về vị trí bắt đầu chương trình mới hoặc thực hiện lại chương trình cũ.

b. Cài đặt hệ tọa độ chi tiết

Sử dụng trực tiếp điểm chuẩn máy như gốc tọa độ chi tiết thường gây nên khó khăn cho việc tính tọa độ. Để đơn giản, có thể sử dụng một số lệnh đặc biệt để định nghĩa gốc tọa độ tại các vị trí thích hợp: G50 và G92 được sử dụng để cài đặt lại gốc tọa độ cho máy tiện. Trong đó hệ điều khiển fanuc dùng G50 và hệ điều khiển US dùng G92.

Cấu trúc lệnh xác định hệ tọa độ như sau:

G50 Xx Zz; hoặc G92 Xx Zz.

Trong đó: x, z là tọa độ của dao ở vị trí hiện tại so với gốc tọa độ mới. Khi gọi lệnh G50, dao có thể ở vị trí bất kỳ.

Tuy nhiên, khi có nhiều dao được sử dụng trong cùng một chương trình, cần định nghĩa lại gốc tọa độ cho mỗi dao tùy theo thông số và kích thước dao. Lệnh G50 với giá trị tọa độ tương đối được sử dụng trong trường hợp này, cấu trúc lệnh như sau:

N--- G50 Uu Ww;

Trong đó: u và w là khoảng cách tương đối giữa mũi dao chuẩn và mũi dao đang xét theo phương X và Z. Lệnh này không làm thay đổi gốc tọa độ đang sử dụng, có nghĩa là nó không cài đặt lại gốc tọa độ mới mà chỉ thể hiện mối liên hệ vị trí giữa mũi dao hiện tại và mũi dao chuẩn..

4.1.7. Trở về điểm chuẩn tham chiếu của máy

Điểm chuẩn máy là điểm được xác định cố định trên máy. Điểm chuẩn máy có 2 tác dụng cơ bản: một là sử dụng để định nghĩa các gốc tọa độ gia công khác nhau, hai là vị trí mà ở đó việc thay dao tự động được tiến hành. Mâm dao thường được di chuyển về

phía điểm chuẩn máy trước khi thực hiện chương trình hoặc tiến hành thay dao. Có thể tiến dao về điểm chuẩn máy theo 2 phương pháp: Vận hành trực tiếp và tự động.

a. Vận hành trực tiếp

Đơn giản chỉ việc nhấn nút có chức năng trả bàn máy về điểm chuẩn máy trên panel điều khiển, máy sẽ tự động dời bàn dao về điểm chuẩn tham chiếu máy theo thứ tự từng trục. Việc thiết kế nút chức năng trên panel điều khiển phụ thuộc vào nhà thiết kế và từng loại máy.

b. Chạy dao tự động

Có 2 lệnh được sử dụng để di chuyển bàn dao về điểm chuẩn máy: Lệnh G28 và G30.

- Lệnh G28 di chuyển bàn dao về điểm chuẩn máy không theo từng trục, cấu trúc lệnh như sau:

G28 Xx Zz; hoặc G28 Uu Ww;

Trong đó: x, z là tọa độ tuyệt đối của điểm trung gian và u, w là khoảng cách tương đối theo 2 phương X và Z của điểm trung gian so với vị trí hiện tại. Lệnh G28 di chuyển dao nhanh từ vị trí hiện tại đến điểm trung gian được cho trong câu lệnh. Sau đó tiếp tục di chuyển bàn dao về điểm chuẩn máy.

- Lệnh G30 được sử dụng để di chuyển dao về điểm tham chiếu thứ 2, thứ 3 hoặc thứ 4. Tọa độ của các điểm này được xác định bởi thông số máy. Việc di chuyển dao trong câu lệnh G30 cũng tương tự như G28. Cấu trúc lệnh như sau:

G30 Pp Xx Zz;

Trong đó: p – chỉ số điểm chuẩn; x, z là tọa độ tuyệt đối của điểm trung gian. Lệnh G30 được sử dụng khi việc thay dao tự động không được thực hiện tại điểm chuẩn máy.

4.1.8. Chương trình NC

Chương trình NC bao gồm chuỗi chỉ thị di chuyển dao, chỉ thị đóng/ngắt và phụ trợ cần thiết để điều khiển máy tự động thực hiện công việc gia công. Công việc xác lập tiến trình di chuyển dụng cụ cùng các chỉ thị lập trình cụ thể và lưu trữ các thông tin này trên thiết bị mang tin dưới dạng mã lệnh phục vụ cho quá trình đọc dữ liệu tự động bởi hệ điều khiển, được gọi là lập trình NC.

Có nhiều định dạng chương trình NC. Định dạng được sử dụng phổ biến nhất là định dạng địa chỉ lệnh (word address format). Định dạng này bao gồm các mã lệnh được truyền đến hệ thống servo, các role, công tắc....để thực hiện các di chuyển và tác vụ cần

thiết cho việc gia công. Theo tiêu chuẩn qui định, các mã lệnh này được liên kết theo trình tự logic để tạo thành khối (block) thông tin. Mỗi khối thông tin bao gồm các thông tin vừa đủ để thực hiện một bước gia công.

Sau đây chúng ta sẽ đề cập chi tiết hơn về cấu trúc chương trình, bao gồm: Địa chỉ lệnh (address), lệnh (word), khối lệnh (block) và chương trình (program).

a. Địa chỉ lệnh

Chữ cái alphabet đầu lệnh, chỉ thị vị trí lưu trữ dữ liệu số theo sau được gọi là địa chỉ lệnh. Bảng 4.2 giới thiệu các địa chỉ thông dụng và ý nghĩa của chúng. Có thể sử dụng một số địa chỉ cho các đại lượng khác nhau, phụ thuộc vào lệnh G tương ứng.

Bảng 4.2: Bảng địa chỉ lệnh

Nhóm lệnh	Địa chỉ	Ý nghĩa
Số hiệu chương trình	O	Số hiệu chương trình
Số thứ tự khối lệnh	N	Số thứ tự khối lệnh
Lệnh G	G	Phương thức nội suy chuyển động.
Kích thước	X, Y, Z	Trục chuyển động tịnh tiến chính
	U, V, W	Trục chuyển động tịnh tiến phụ
	A, B, C	Trục quay chính
	I, J, K	Tọa độ tâm cung tròn
	R	Bán kính cung tròn
Tốc độ chạy dao	F	Tốc độ chạy dao FPM
Tốc độ trục chính	S	Tốc độ quay trục chính
Chọn dao	T	Số hiệu dao
Lệnh phụ	M	Lệnh đóng/ngắt (on/off)
	B	Điều khiển bàn xoay
Số hiệu thanh ghi dịch chỉnh	D, H	Số hiệu thanh ghi dịch chỉnh
Dừng tạm thời	P, X	Thời gian dừng tạm thời
Lệnh gọi chương trình	P	Số hiệu chương trình con; số lần lặp lại chương trình con.
Tham số	P, Q	Tham số của chương trình

b. Lệnh (word)

Lệnh là chuỗi ký tự chữ, số chỉ thị một đại lượng điều khiển nhất định, thí dụ:

N10 số thứ tự khối lệnh
 G01 nội suy đường thẳng
 X2.0 tọa độ phương X

c. Khối lệnh (Block)

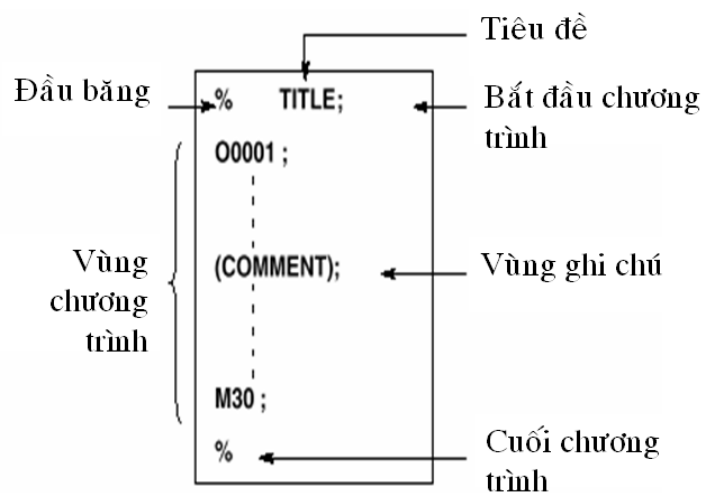
Khối lệnh là chuỗi lệnh đầy đủ để thực hiện một thủ tục di chuyển hoặc một tác vụ hoạt động của máy và được coi là đơn vị cơ bản của chương trình. Mỗi khối lệnh bắt đầu bởi lệnh thứ tự (N....) kết thúc bởi ký tự kết thúc khối lệnh (;).

Ví dụ:

N---	G---	X---	Y---	M---	S---	T---	;
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Số thứ tự	Lệnh G	Lệnh kích thước		Lệnh phụ	Lệnh tốc độ	Lệnh chọn	Ký tự kết
khối lệnh				trục chính		dụng cụ cắt	thúc khối lệnh

d. Chương trình

Có 2 loại chương trình: Chương trình chính (main program) và chương trình con (subprogram). Tiến trình điều khiển được thực hiện theo chương trình chính. Khi xuất hiện lệnh gọi chương trình con trong chương trình chính, tiến trình điều khiển được chuyển đến chương trình con và khi lệnh trở về chương trình chính được khai báo trong chương trình con, tiến trình điều khiển được trả về chương trình chính. Cấu trúc chương trình NC theo tiêu chuẩn ISO- 6983:



4.2. Các lệnh di chuyển dao

Bộ điều khiển CNC cung cấp 3 kiểu lệnh cơ bản để di chuyển dao:

- Chạy dao nhanh
- Nội suy đường thẳng
- Nội suy cung tròn

4.2.1. Chạy dao nhanh (G00)

G00: Chạy dao nhanh (Rapid Feed) (không cắt gọt)

Lệnh G00 sử dụng để định vị dao tại vị trí xác định với tốc độ nhanh.

Cấu trúc câu lệnh:

- Tọa độ tuyệt đối:

N--- G00 Xx Zz;

- Tọa độ tương đối:

N--- G00 Uu Ww;

Trong đó: x, z là hai giá trị tọa độ của điểm cuối

u, w là khoảng cách tương đối của điểm cuối so với điểm hiện tại.

4.2.2. Chạy dao nội suy đường thẳng (G01)

G01: Nội suy theo đường thẳng (Linear interpolation)

Lệnh G01 cho phép di chuyển dao theo đường thẳng từ vị trí hiện tại đến vị trí được xác định trong câu lệnh. Lệnh G01 thường có thông số F đi kèm

Cấu trúc câu lệnh:

- Tọa độ tuyệt đối:

N--- G01 Xx Zz Ff;

- Tọa độ tương đối:

N--- G01 Uu Ww Ff;

Trong đó: x, z là hai giá trị tọa độ của điểm cuối

u, w là khoảng cách tương đối của điểm cuối so với điểm hiện tại.

4.2.3. Chạy dao nội suy cung tròn (G02/G03)

Lệnh G02 và G03 cho phép di chuyển dao theo cung tròn.

- G02: Nội suy theo chiều kim đồng hồ.

- G03: Nội suy theo chiều ngược kim đồng hồ

Cấu trúc câu lệnh:

- Tọa độ tuyệt đối:

N--- G02/G03 Xx Zz Rr Ff; theo bán kính

N--- G02/G03 Xx Zz Ii Kk Ff; theo tọa độ tâm tương đối

- Tọa độ tương đối:

N--- G02/G03 Uu Ww Rr Ff; theo bán kính

N--- G02/G03 Uu Ww Ii Kk Ff; theo tọa độ tâm tương đối

Bảng 4.2: Bảng tham số nội suy cung tròn

Thông số	Lệnh	Ghi chú
Điểm đầu cung tròn		Tọa độ x, z của điểm bắt đầu cung được xác định bởi di chuyển vừa được thực hiện trước đó
Chiều quay	G02	Cung được thực hiện theo chiều kim đồng hồ.
	G03	Cung được thực hiện theo chiều ngược kim đồng hồ.
Điểm kết thúc cung tròn	x, z	Tọa độ điểm cuối cung tròn được tính theo tọa độ tuyệt đối.
	u, w	Tọa độ điểm cuối cung tròn được tính theo tọa độ tương đối
Tâm cung tròn hoặc bán kính	I, k	Khoảng cách tương đối của tâm cung tròn so với điểm đầu.
	R	Bán kính của cung tròn
Tốc độ cắt	F	Tốc độ cắt khi gia công

4.2.4. Cắt ren với bước ren không đổi (G32)

Lệnh G32 dùng để cắt ren thẳng, ren côn, ren xoắn với bước ren không đổi. Đây là lệnh cắt ren đơn, thường được sử dụng với lệnh G00 để hoàn thành chu trình cắt ren.

Cấu trúc lệnh như sau:

N--- G32 Xx Zz Ff;

N--- G32 Uu Ww Ff;

Trong đó

x, z : là tọa độ điểm cuối.

f: bước ren.

4.3. Bù trừ và cài đặt thông số dao tiện

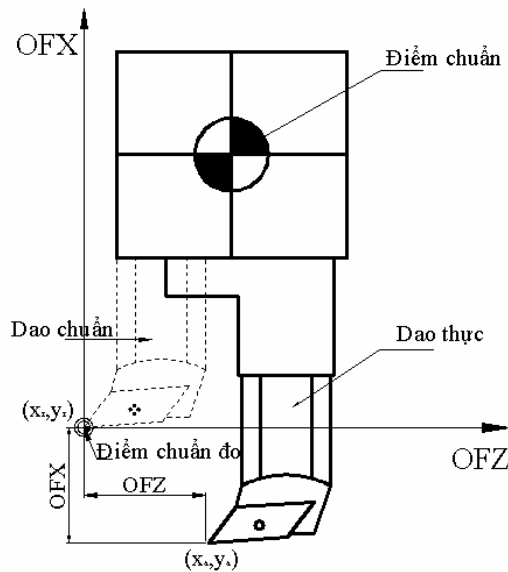
Đối với các máy tiện CNC, do các thông số của dao tiện khác với dao phay nên đối với máy tiện thường sử dụng thuật ngữ sau: Offset dao và bù trừ bán kính mũi dao.

4.3.1. Offset dao

Việc offset dao chính là việc bù trừ các sai lệch về khoảng cách giữa điểm cắt thực tế của dao thực so với đỉnh dao chuẩn. Sự sai lệch này thường xảy ra do 3 yếu tố sau:

- Sự khác biệt về thông số hình học và kích thước của dao thực so với dao chuẩn.
- Các lỗi khi gá dao ở mâm dao: cao hoặc thấp tâm
- Do mòn dao

Đường chạy dao lập trình luôn được viết cho mũi dao chuẩn. Đường chạy dao thực được suy ra từ đường chạy dao lập trình bằng cách cộng hoặc trừ đi các giá trị offset OFX và OFZ.

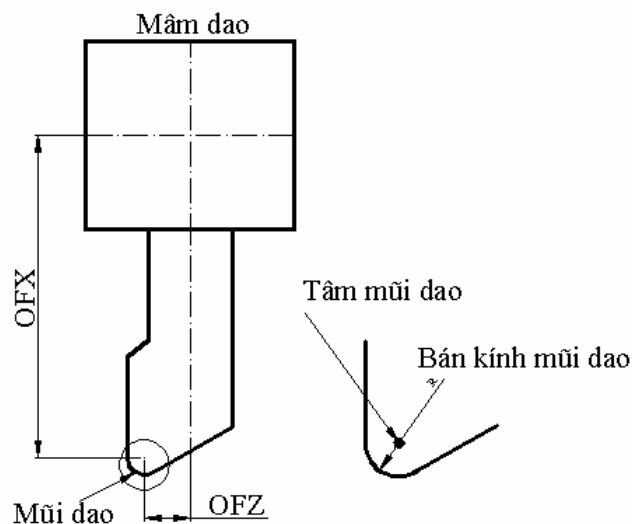


Hình 4.1: Offset dao sử dụng dao chuẩn

4.3.2. Bù trừ bán kính dao

Thông thường dao tiện có một góc lượng với bán kính nhỏ ở mũi dao thay vì thẳng góc. Lý do là để làm tăng tuổi thọ của dao, giảm sự tập trung ứng suất, tăng khả năng thoát nhiệt và tạo nên độ bóng bề mặt chi tiết gia công.

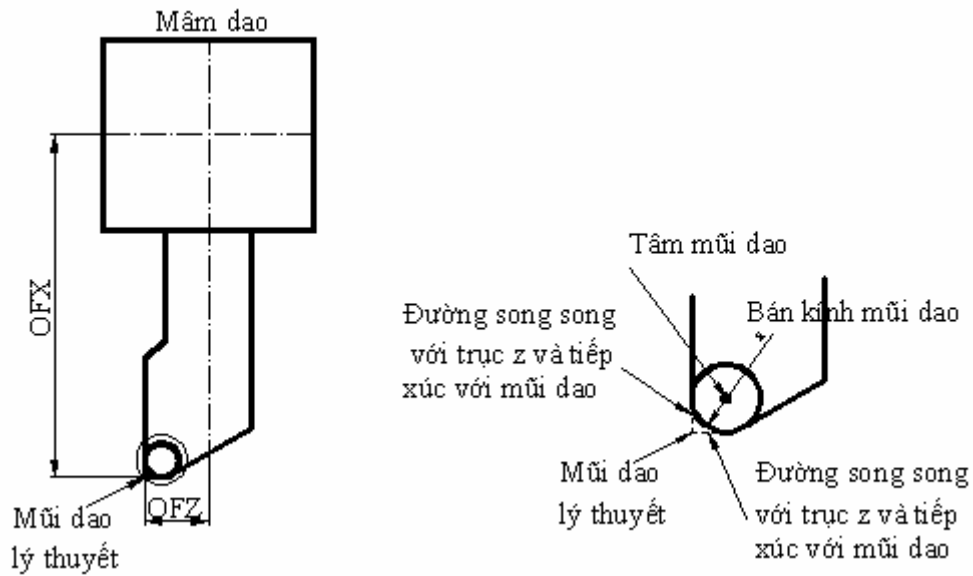
Góc lượng đó được chọn làm mũi dao và bán kính tương ứng được gọi là bán kính dao. Khi đó việc bù trừ bán kính dao là cần thiết khi chọn dao gia công.



Hình 4.2: Hình học mũi dao tiện

Để xác định tọa độ khi lập trình có thể sử dụng tâm của mũi dao hoặc mũi dao lý thuyết. Tâm của mũi dao chính là tâm của góc lượng tại mũi dao.

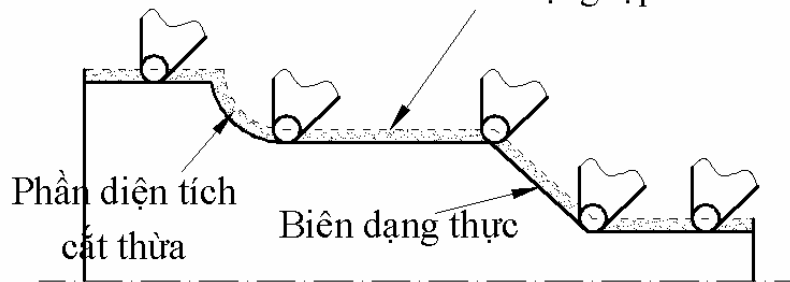
Mũi dao lý thuyết được định nghĩa là điểm giao của hai đường thẳng song song với 2 trục x và z và tiếp xúc với mũi dao thực.



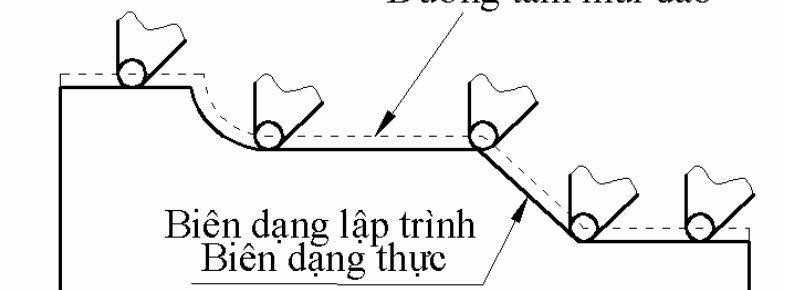
Hình 4.3: Mũi dao lý thuyết

Nếu sử dụng tâm mũi dao để lập trình:

Không bù trừ bán kính dao Biên dạng lập trình



Có bù trừ bán kính dao Đường tâm mũi dao



Hình 4.4: Lập trình sử dụng tâm mũi dao

4.4. Các lệnh về chu trình

Chu trình gia công là một khối tập hợp từ nhiều câu lệnh di chuyển theo một cấu trúc nhất định nhằm thực hiện một nguyên công cố định. Trong hệ điều khiển Fanuc thường có 3 nhóm chu trình:

- Chu trình đơn
- Chu trình hỗn hợp
- Chu trình gia công lỗ.

Trong đó, chu trình hỗn hợp gồm các lệnh:

- G70: Chu trình gia công tinh.
- G71: Chu trình tiện hướng trục
- G72: Chu trình tiện hướng kính
- G73: Chu kỳ tiện chép hình

4.4.1. Chu trình gia công tinh (G70)

Chu trình gia công tinh G70 không được sử dụng một cách độc lập mà phải sử dụng kèm theo một trong 3 lệnh chu trình gia công thô: G71, G72, G73.

Cấu trúc lệnh G70 như sau:

N--- G70 Pns Qnf

Trong đó:

ns : số thứ tự khối ban đầu.

nf : số thứ tự khối kết thúc.

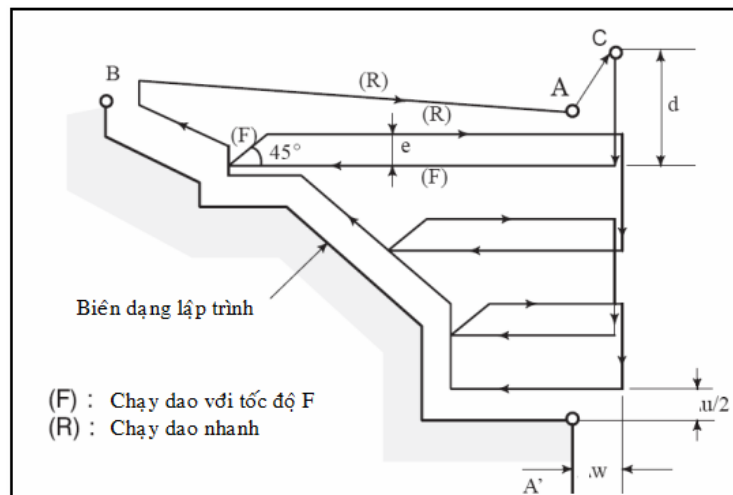
4.4.2. Chu trình tiện hướng trục (G71)

Chu trình G71 được sử dụng để gia công thô phôi từ biên dạng ban đầu đến khi đạt được biên dạng gần giống với biên dạng yêu cầu với một lượng dư nhỏ vừa đủ để gia công tinh trong bước tiếp theo.

Lệnh G71 có cấu trúc như sau:

N--- G71 Ud Re ;

N--- G71 Pns Qnf Uu Ww Ff Ss;



Hình 4.5: Đường chạy dao của chu trình tiện thô hướng trục

Trong đó:

ns: số thứ tự khối bắt đầu chu trình

nf: số thứ tự khối kết thúc chương trình

u: lượng dư gia công tính theo phương X

w: lượng dư gia công tính theo phương Z

d: chiều sâu cho mỗi bước cắt thô, tính theo bán kính và không dấu.

e: khoảng lùi thoát dao sau mỗi hành trình.

f,s: các thông số về tốc độ cắt.

4.4.3. Chu trình tiện hướng kính (G72)

Chu trình G72 được sử dụng để gia công thô phôi từ biên dạng ban đầu đến khi đạt được biên dạng gần giống với biên dạng yêu cầu với một lượng dư nhỏ vừa đủ để gia công tinh trong bước tiếp theo.

Lệnh G72 có cấu trúc như sau:

N--- G72 Wd Re ;

N--- G72 Pns Qnf Uu Ww Ff Ss;

Trong đó:

ns: số thứ tự khối bắt đầu chu trình

nf: số thứ tự khối kết thúc chương trình

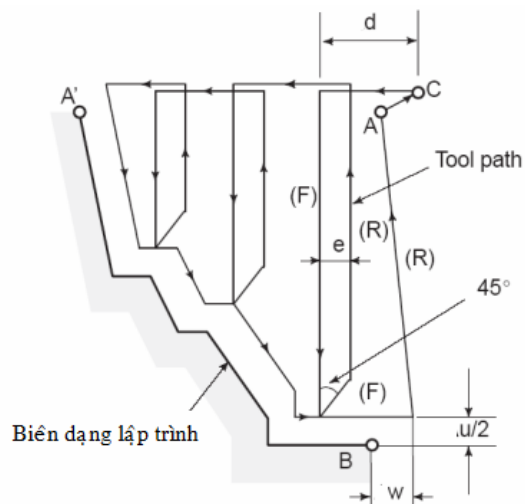
u: lượng dư gia công tính theo phương X

w: lượng dư gia công tính theo phương Z

d: chiều sâu cho mỗi bước cắt thô, tính theo bán kính và không dấu.

e: khoảng lùi thoát dao sau mỗi hành trình.

f,s: các thông số về tốc độ cắt.



Hình 4.6: Đường chạy dao của chu trình tiện thô hướng kính

4.4.4. Chu trình tiện chép hình (G73)

Một số phôi rèn hoặc phôi đúc có hình dạng gần giống với chi tiết yêu cầu, lượng dư gia công nhỏ đủ để gia công bán tinh và gia công tinh. Đối với dạng phôi này, nếu dùng lệnh tiện hướng trục G71 hoặc hướng kính G72 để gia công sẽ không đạt hiệu quả cao.

Bộ điều khiển tiện CNC cung cấp mã lệnh G73 cho phép tiện chép hình theo biên dạng xác định trước, đường chạy dao của lệnh G73 luôn đi dọc theo biên dạng và có thể lặp lại nhiều lần.

Sau mỗi bước lặp lại, biên dạng gia công tiến lại gần đến biên dạng thật (biên dạng chi tiết). Chiều sâu mỗi bước được xác định trong câu lệnh.

Cấu trúc câu lệnh G73 như sau:

N--- G73 U Δ i W Δ k R Δ d ;

N--- G73 Pns Qnf U Δ u W Δ w Ff Ss;

Trong đó:

i: lượng dư gia công thô tính theo phương X

k: lượng dư gia công thô tính theo phương Z

d: số bước lặp lại.

4.4.5. Chu trình cắt ren hỗn hợp (G76)

Chu trình G76 là một chu trình cắt ren tự động. Nó được sử dụng để cắt ren với nhiều bước lặp mà không cần phải gọi lại lệnh. Với các thông số cho trước trong câu lệnh, bộ điều khiển tự động nội suy ra các bước lặp với chiều sâu cắt và điểm bắt đầu cho mỗi bước.

Cấu trúc lệnh như sau:

N--- G76 Pmra Qdmin R Δ d ;

N--- G76 Xx Zz Ri Pk Q Δ d Ff ;

Trong đó:

m: số lần gia công tinh

r: khoảng vát ren

a: góc dao: 80, 60, 55, 30, 29, 0

dmin: chiều sâu cắt nhỏ nhất,

x, z: tọa độ điểm cuối của ren

i: sai lệch đường kính tại điểm bắt đầu ren so với đường kính tại điểm kết thúc ren.

k: chiều cao ren tính theo bán kính

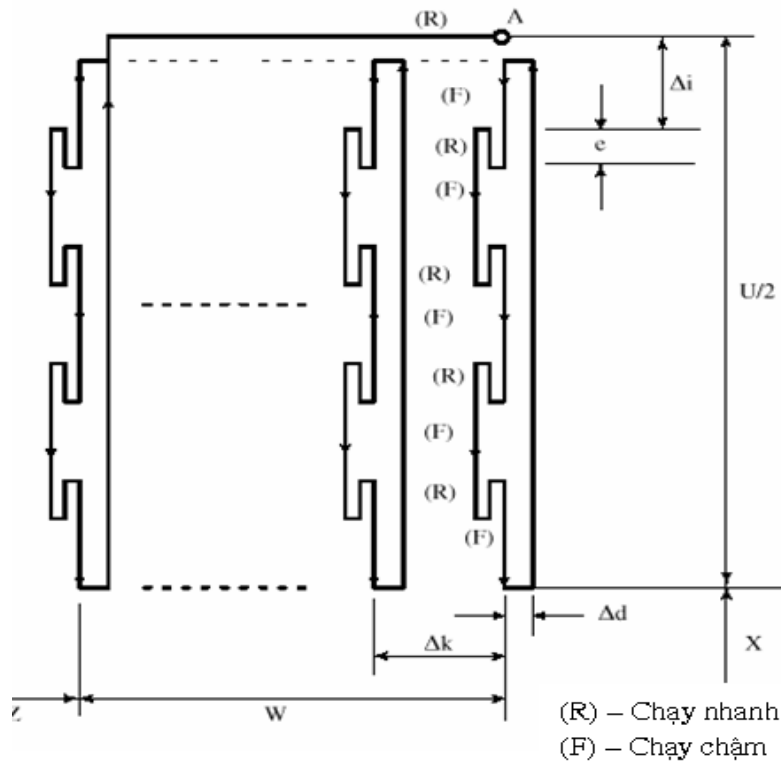
Δd : chiều sâu cắt cho bước đầu tiên tính theo bán kính.

4.4.6. Chu trình tiện rãnh hướng kính (G75)

Cấu trúc lệnh như sau:

N--- G75 Re ;

N--- G75 Xx Zz P Δ i Pk Q Δ k Ff ;



Hình 4.7: Đường chạy dao của chu trình tiện rãnh hướng kính

Trong đó:

x: đường kính rãnh theo phương X

z: tọa độ điểm cuối của rãnh theo phương Z

e: khoảng cách lùi dao theo phương X

Δk : khoảng cách dịch chuyển để gia công lớp tiếp theo.

Δi : Chiều sâu mỗi lớp cắt theo phương X

Đặc điểm chạy dao:

Dao sẽ tiện rãnh từ xa đến gần tâm.

Trước tiên phải di chuyển dao cắt rãnh đến vị trí xa nhất của rãnh cần cắt và cách mặt phôi theo phương X một khoảng lớn hơn hoặc bằng d

Khi gắp G75 dao sẽ di chuyển như sau:

- Chạy dao nhanh từ vị trí hiện tại đến cách mặt phôi theo phương X một khoảng e
- Tiến dao với tốc độ F và gia công một khoảng bằng chiều sâu Δi
- Rút dao nhanh ra một khoảng R_e để thoát phoi.
- Gia công tiếp lớp Δi tiếp theo, bước 2 và 3 lặp lại đến khi cắt hết chiều sâu rãnh.
- Sau đó dao rút ra cách mặt chi tiết một khoảng e.
- Dao dịch chuyển một khoảng Δk để cắt lớp tiếp theo.
- Quá trình 2 -> 6 lặp lại cho đến khi tiện xong rãnh.

4.5. Các ví dụ

Yêu cầu lập trình NC gia công chi tiết hình dưới và kiểm tra quỹ đạo cắt bằng phần mềm tiện mô phỏng.

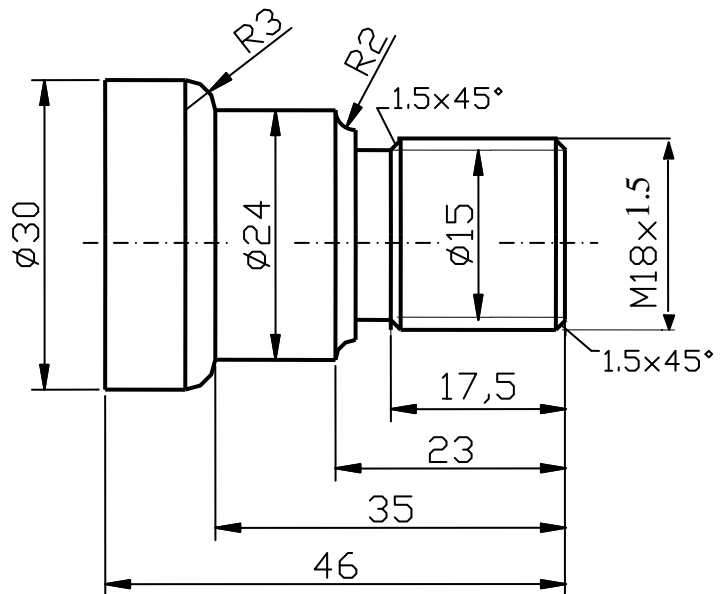
Bước 1:

- Nghiên cứu chi tiết gia công, chọn phôi vật liệu với kích thước:

Chiều dài phôi: $L_z = 46 + 3 + 10 + 20 + 2 = 81 \text{ mm}$

Đường kính phôi: $L_x = 34 \text{ mm}$

- Gá đặt :Mâm cặp ba chấu tự định tâm. Chuẩn thảo chương là mặt đầu chi tiết



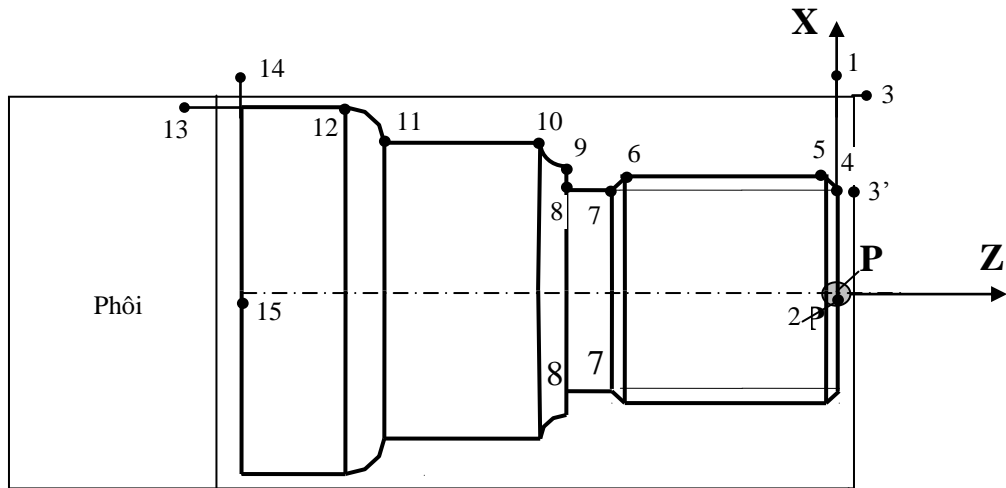
Hình 4.8

- Trình tự gia công và lập phiếu nguyên công

TT	Bước công nghệ	Dao	Chế độ cắt		
			t (mm)	F (mm/vòng)	S (vòng/phút)
1	Vặt mặt đầu	T1	2	0.2	1000
2	Tiện thô bóc vỏ biên ngoài	T1		0.2	1000
3	Tiện tinh biên ngoài	T2	0.5	0.1	1500
4	Tiện ren	T3	0.1	1.5	300
5	Cắt đứt	T4	3	0.1	500

Bước 2: Thiết kế quỹ đạo cắt và quỹ đạo chạy không

Hình 4.9



Tọa độ	1	2	3	3'	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
X	38	-2	30	15	18	18	18	15	15	20	24	24	30	30	32	-2
Z	0	0	4	2	0	-1.5	-16	-17.5	-21	-21	-23	-35	-38	-50	-46	-46

Bước 2: Soạn thảo chương trình NC

N10 G90 G95

N20 T1 S1000 M4

* Gọi dao T1

N30 G0 Z0

N40 G0 X38

N50 G1 X-2 Z0 F0.2

* Vạt mặt đầu

N60 G0 X30 Z4

* Vị trí điểm 3

N70 G71 P5000 Q5120 D1.0 U0.5 W0.5 F0.2 S1200

* Tiện thô bóc vỏ

N80 G0 X50 Z200

* Về vị trí thay dao

N90 M5

N100 T2 S1500 M4

* Thay dao 2

N105 G42

N110 G70 P5000 Q5120 F0.1 S1500

* Tiện tinh biên dạng

N115 G40

N120 G0 X50 Z200

N130 M5

N140	T3 S300 M4	* Thay dao 3
N150	G0 X18 Z2	
N160	G76 P030460 Q0.3 R0.5	* Tiện ren
N160	G76 X15 Z-18.5 P1.5 Q0.5 F1.5	
N170	G0 X50 Z200	
N180	M5	
N190	T4 S500 M4	* Thay dao 4
N200	G0 X50 Z-46	
N210	G0 X32	
N220	G1 X-2	* Cắt đứt chi tiết
N230	G0 X50	
N240	G0 Z200	
N250	M5	
N260	M2	
N5000	G0 X15 Z2	* Vị trí điểm 3'
N5010	G1 X15 Z0	* Vị trí điểm 4
N5020	G1 X18 Z-1.5	* Vị trí điểm 5
N5030	G1 X18 Z-16	* Vị trí điểm 6
N5040	G1 X15 Z-17.5	* Vị trí điểm 7
N5050	G1 X15 Z-21	* Vị trí điểm 8
N5060	G1 X20 Z-21	* Vị trí điểm 9
N5070	G2 X24 Z-23	* Vị trí điểm 10
N5080	G1 X24 Z-35	* Vị trí điểm 11
N5090	G3 X30 Z-38	* Vị trí điểm 12
N5100	G1 X30 Z-50	* Vị trí điểm 13
N5110	G1 X34 Z-50	
N5120	M99	* Kết thúc chương trình con

NỘI DUNG ÔN TẬP CHƯƠNG 4

1. Phân biệt nhóm lệnh Modal và Non-Modal. Cho ví dụ
2. Hãy trình bày và giải thích cấu trúc tổng quát của một khối lệnh
3. Tại sao phải bù bán kính cho dao tiện?

Chương 5

LẬP TRÌNH GIA CÔNG TỰ ĐỘNG VỚI MASTERCAM

5.1. Giới thiệu phần mềm MasterCam

Hiện nay với sự hỗ trợ của công nghệ thông tin, hệ thống CAD/CAM tích hợp được phát triển rất nhanh chóng. Nó đã tạo nên sự liên thông từ quá trình thiết kế cho đến chế tạo trong lĩnh vực cơ khí. Xu thế hiện nay các nhà kỹ thuật phát triển chủ yếu là hệ thống CAD/CAM tích hợp. Những phần mềm CAD/CAM tích hợp đang sử dụng phổ biến hiện nay như: MasterCam, EdgeCam, SolidCam, DelCam, SurfCam, Vericut, Topmold, Cimatron, Catia/Auto NC, Pro/Engineer, HyperCam, v.v... Trong đó, phần mềm MasterCam được dùng khá phổ biến và rộng rãi với nhiều ưu điểm.

MasterCam là một tập hợp toàn diện của các phương án giúp tối ưu hóa gia công bao gồm Contour, Drill, Pocketing, Face, Peel mill, Engraving, Surface high speed, Advanced multiaxis . Người sử dụng MasterCam có thể tạo ra và lập trình các sản phẩm bằng cách sử dụng một trong những dòng máy và các hệ điều khiển mà họ cung cấp sẵn , hoặc có thể sử dụng các công cụ tiên tiến của MasterCam để tạo ra dòng máy theo các tùy chỉnh riêng của người sử dụng.

Mastercam là phần mềm CAD/CAM tích hợp được sử dụng rộng rãi. MasterCam có khả năng thiết kế và lập chương trình điều khiển các trung tâm gia công CNC 5 trục, 4 trục, 3 trục, có thể lập trình để gia công tia lửa điện cắt dây, tiện, phay, khoan ...

5.2. Các lệnh vẽ cơ bản

5.2.1. Công cụ quản lý

Mastercam cung cấp cho người dùng các công cụ vẽ linh hoạt. Con trỏ và chuột là công cụ vẽ của bạn và menu lệnh Creat là công cụ tạo hình của bạn. Mastercam cũng cung cấp cho người dùng nhiều lệnh CAD khác để tạo cho công việc của người dùng dễ dàng hơn.

Các đề mục dưới đây cho người dùng các công cụ vẽ cơ sở

- Sử dụng dải thanh autoCursor
- Công cụ lựa chọn đối tượng
- Công cụ thiết đặt thuộc tính đối tượng
- Công cụ thiết đặt cao độ Z
- Công cụ làm việc với chế độ vẽ 2D và 3D
- Công cụ thiết đặt mặt phẳng vẽ/khung nhìn/hệ tọa độ UCS


a. Sử dụng thanh công cụ autoCursor


Bất cứ khi nào ta kích hoạt một lệnh vẽ thanh công cụ cũng cho ta biết vị trí chuột hiện hành hoặc ta có thể bạn nhập tọa độ điểm thông qua thanh công cụ này




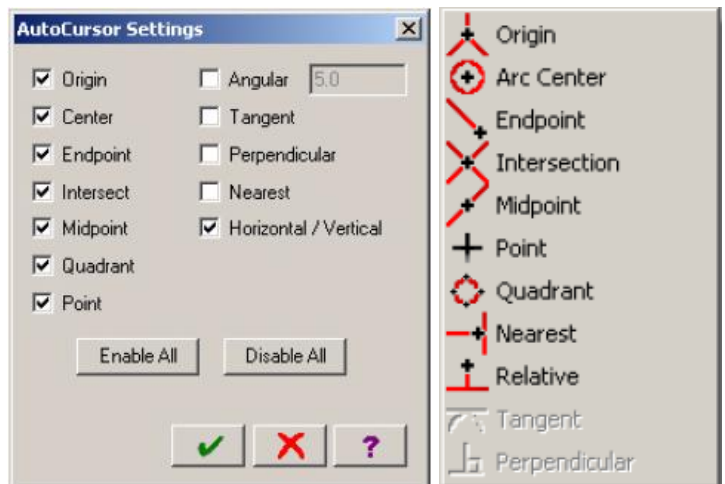
Hình 5.1: Thanh nhập tọa độ và truy bắt điểm

- Lựa chọn x,y,z cho phép bạn nhập tọa độ điểm

- Lựa chọn  : cho phép bạn nhập tọa độ điểm đơn thuần (Ví dụ: 20,3,5)

- Lựa chọn  : cho phép bạn thiết lập chế độ truy bắt điểm tự động

- Lựa chọn  : Lựa chọn này cho phép bạn chọn 1 lệnh truy bắt điểm.



Hình 5.2: Các dạng truy bắt điểm

b. Sử dụng phím nóng

+ Kết hợp phím **Alt** Và **chột giữa** cho phép bạn xoay đối tượng trên màn hình nếu như trong tùy chọn Configuration bạn chọn như hình dưới đây

- + Phím chuột giữa cho phép bạn xô dịch đối tượng vẽ trên màn hình
- + Phím ALT+T: cho phép bạn ẩn hiện đường dụng cụ
- + Phím ALT+S : thay đổi hiển thị đối tượng vẽ dưới dạng bề mặt và dạng khung dây

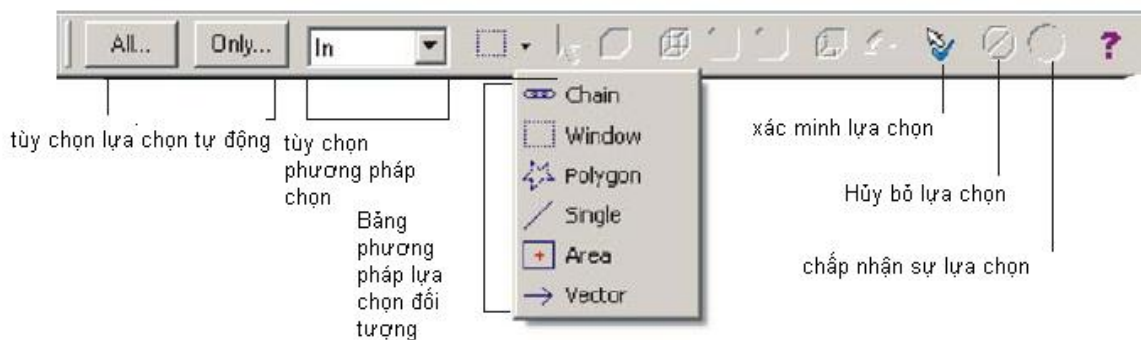
c. Công cụ lựa chọn đối tượng

- Nếu bạn lựa chọn một lệnh đặc biệt của Mastercam cho một đối tượng khối, thanh công cụ lựa chọn thông thường được kích hoạt



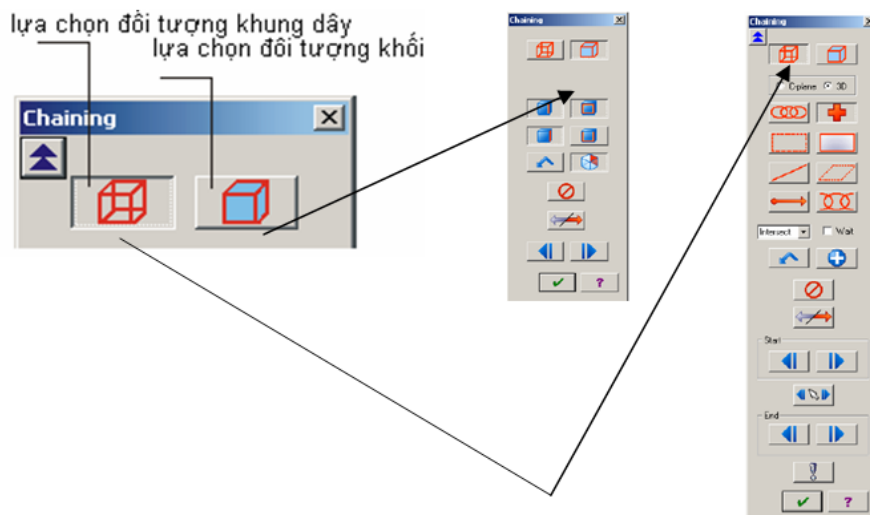
Hình 5.3: Thanh lựa chọn đối tượng khối

- Nếu không có các khối đặc trong tệp của bạn, chế độ lựa chọn khối sẽ không được hiển thị, bạn có thể sử dụng các tùy chọn lựa chọn thông thường



Hình 5.4: Thanh lựa chọn đối tượng thông thường

- Tùy chọn lựa chọn đối tượng



Hình 5.5: Các tùy chọn lựa chọn đối tượng

d. Thanh công cụ lệnh thiết đặt thuộc tính.

Tất cả các đối tượng Mastercam đều có các thuộc tính cơ bản, các thuộc tính có thể bao gồm: + Màu + Kiểu điểm + Kiểu đường và bề rộng + Lớp.



Hình 5.6: Thanh quản lý đối tượng (Layer)

Trong đề mục này chúng ta sẽ nghiên cứu về

- + Thiết đặt thuộc tính cho đối tượng mới.
- + Thay đổi thuộc tính đối tượng.

e. Thiết đặt cao độ Z

Sử dụng nút Z trên thanh tình trạng thuộc tính để đặt giá trị cao độ Z cho không gian vẽ và đường dụng cụ bạn tạo. Thiết đặt cao độ Z sử dụng một trong các phương pháp sau:

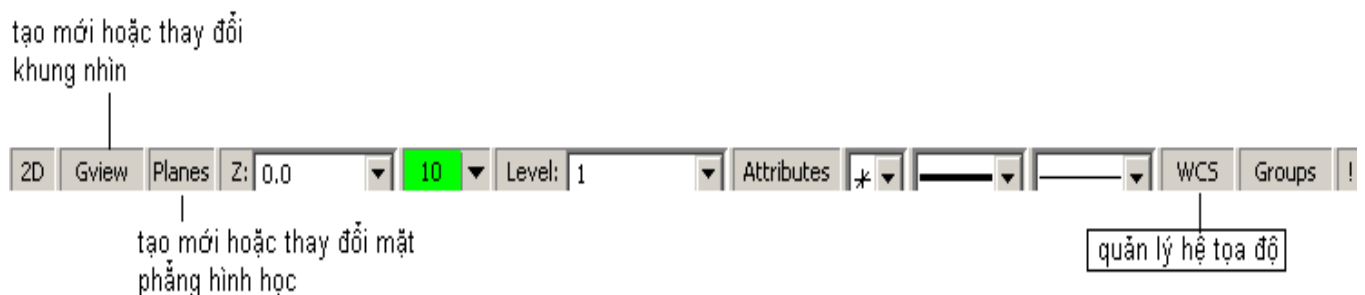
- + Đánh giá trị cao độ Z vào ô giá trị Z trên thanh tình trạng.
- + Kéo vào biểu tượng Z trên thanh thuộc tính và nhập giá trị tọa độ cao độ Z trên thanh autofocus.
- + Kéo vào biểu tượng Z trên thanh thuộc tính và dùng chuột chọn một vị trí chỉ định trên màn hình đồ họa.

f. Làm việc với chế độ 2D và 3D

Khi tạo hình, sử dụng nút chuyển chế độ vẽ 2D và 3D trên thanh trạng thái Attribute để thiết đặt chế độ vẽ.

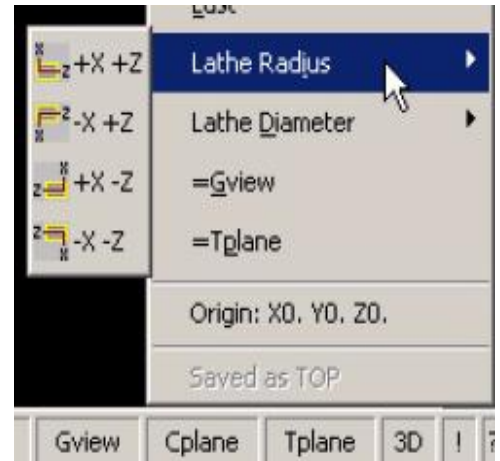
g. Thiết đặt các mặt phẳng (mặt phẳng vẽ/mặt phẳng NC), các khung nhìn quan sát và các hệ tọa độ

Khung nhìn Gviews để quan sát chi tiết, Cplanes để định hướng mặt phẳng vẽ, Tplanes để định hướng mặt phẳng NC cho đường dụng cụ và WCS để quản lý chung.



Hình 5.7: Thanh quản lý hệ tọa độ và các mặt phẳng NC


- Hệ tọa độ cho tiện.
 - Các định nghĩa dao và máy cung cấp thông tin quan trọng cho Mastercam hiểu được tọa độ máy tiện.
 - Mastercam cung cấp các mặt phẳng kết cấu tiện đặc biệt cho phép bạn làm việc trong các hệ tọa độ máy tiện quen thuộc. Sử dụng menu thanh trạng thái Planes để lựa chọn hệ tọa độ, lựa chọn kiểu tọa độ máy tiện Lathe Radius hoặc Lathe Diameter, tiếp theo xác định hướng trục X,Z .

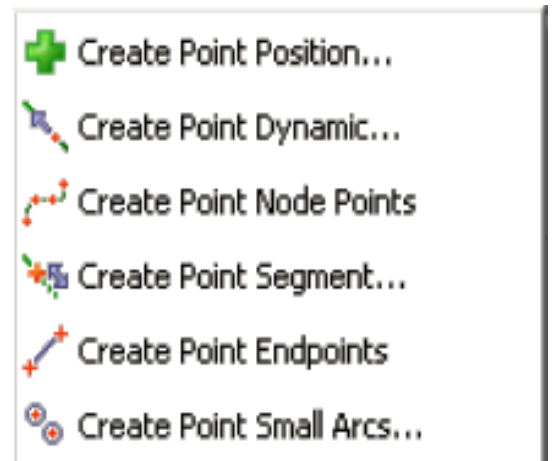


Hình 5.8: Hệ tọa độ trong máy Tiện





5.2.2. Các lệnh vẽ 2D


a. Tạo điểm

- Lựa chọn Create → Point (Hoặc lựa chọn biểu tượng trên thanh công cụ)
- Khi đó menu lựa chọn vẽ điểm kéo xuống cho ta các lựa chọn
- + Lựa chọn : lệnh này cho ta thực hiện vẽ điểm bằng cách tích chuột.




Hình 5.9: Các dạng kiểu điểm

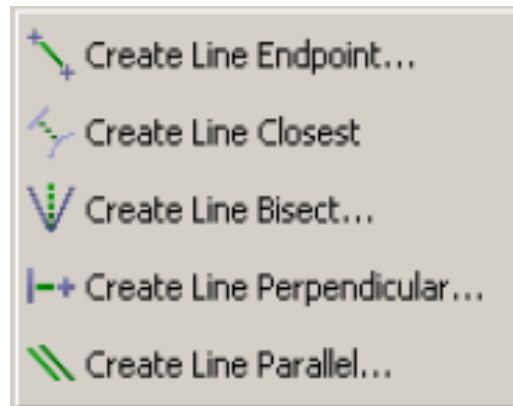
- + Lựa chọn : Lệnh này cho ta thực hiện tạo điểm nằm trên đối tượng hình học như trên các đường và trên bề mặt.
- + Lựa chọn : Lựa chọn này cho phép ta tạo các điểm là các nốt điểm cơ sở của đường spline.
- + Lựa chọn : Lệnh này cho phép ta tạo điểm nằm trên đối tượng bằng cách nhập khoảng cách giữa các điểm hoặc nhập số đoạn chia đối tượng được chọn.
- + Lựa chọn : Lệnh này cho phép ta tạo điểm nằm ở điểm cuối hoặc điểm đầu của đối tượng.

+ Lựa chọn  : Tạo điểm nằm ở tâm của cung tròn hoặc đường tròn.


b. Lệnh Line


Lựa chọn Creat→line. Khi đó menu lệnh tạo đường line kéo xuống cho ta các lựa chọn


+ Lựa chọn  : Vẽ đường thẳng qua 2 điểm lựa chọn.




Hình 5.10: Các kiểu vẽ đường thẳng

+ Lựa chọn  : Vẽ đường thẳng ngắn nhất qua tâm đường tròn tới đường thẳng.


+ Lựa chọn  : Vẽ đường phân giác giữa 2 đường.


+ Lựa chọn  : Vẽ đường thẳng đi qua 1 và điểm vuông góc với đối tượng vẽ là đường thẳng, đường spline ,đường tròn.


+ Lựa chọn  : Tạo đối tượng đường thẳng song song.


c. Tạo cung tròn và đường tròn


Lựa chọn Creat→Arc. Menu lựa chọn lệnh được kéo ra cho ta các lựa chọn lệnh


+ Lựa chọn  : Lệnh này cho phép ta vẽ đường tròn bằng cách chọn tâm và nhập đường kính hoặc bán kính.


+ Lựa chọn  : Lựa chọn này cho phép chúng ta vẽ cung tròn bằng cách nhập bán kính hoặc đường kính cung tròn và nhập góc bắt đầu và góc kết thúc cung trên thanh tabbar.

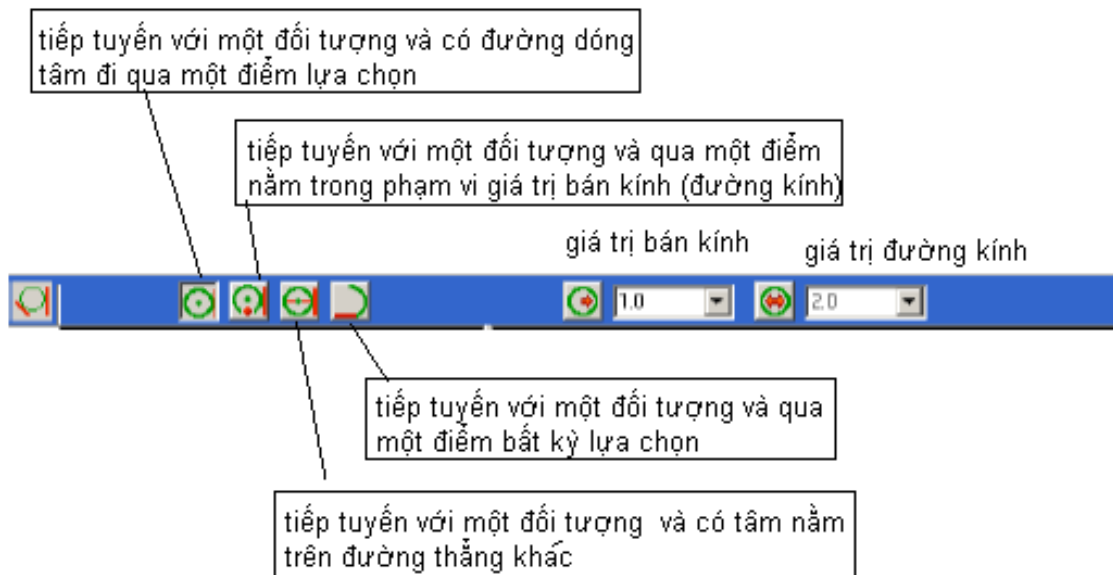
+ Lựa chọn  : Lệnh này cho phép ta tạo đường tròn qua 3 điểm.

+ Lựa chọn  : Lệnh này cho phép ta vẽ cung tròn bằng cách nhập bán kính hoặc đường kính cung tròn và qua 2 điểm đã biết.

+ Lựa chọn  : Vẽ cung tròn đi qua 3 điểm.

+ Lựa chọn : Lệnh này cho phép ta vẽ cung trong bằng cách lựa chọn điểm đầu cung (hoặc điểm cuối của cung), đường kính (hoặc bán kính cung), góc bắt đầu và góc kết thúc cung.

+ Lựa chọn : Lệnh này cho phép ta vẽ cung tròn tiếp tuyến theo 3 phương pháp.



Hình 5.11: Các kiểu vẽ tiếp tuyến

5.3. Các lệnh hiệu chỉnh

MasterCam cung cấp một số chức năng hiệu chỉnh như: Translate, Mirror, Rotate, Scale, Move, Offset, Array,...

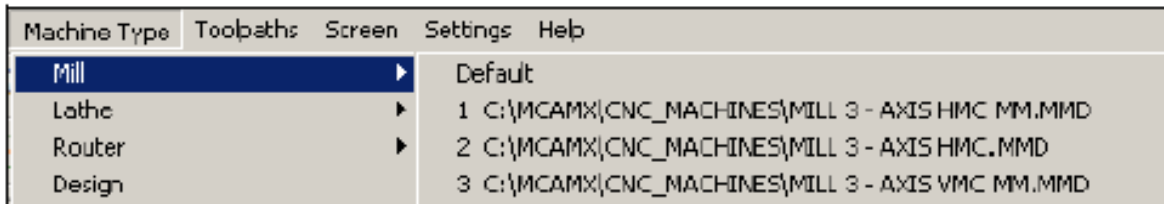
5.4. Lập trình phay

Tổng quan quá trình lập trình gồm các bước:

- Lựa chọn kiểu máy mà bạn sẽ dùng để gia công chi tiết
- Nhập chi tiết gia công để làm việc
- Thiết đặt thuộc tính nhóm máy, bao gồm tệp, dao cắt, phôi, và thiết đặt vùng an toàn
- Tạo đường dụng cụ
- Xác minh và biên tập đường dụng cụ sử dụng toolpath manager, mô phỏng kiểm tra đường dụng cụ
- Xuất mã máy gia công

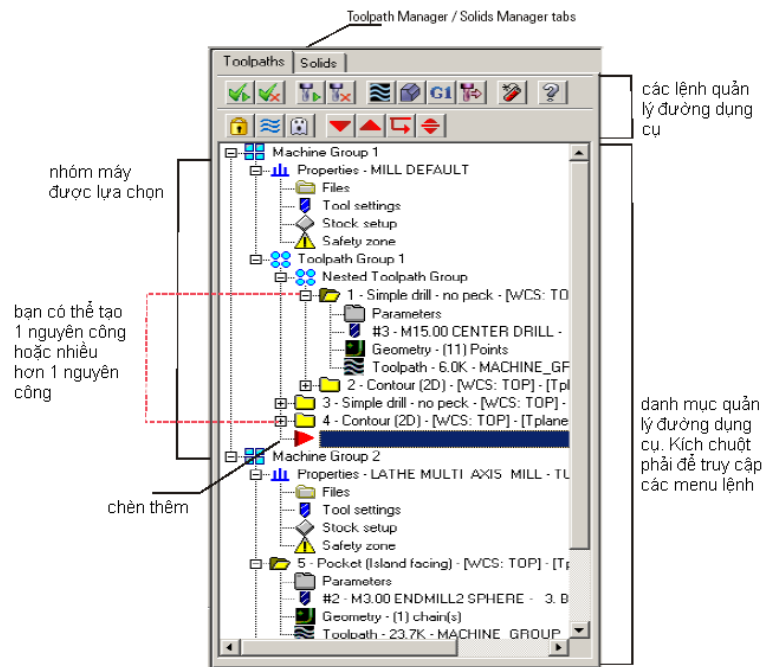
5.4.1. Lựa chọn kiểu máy

- Lựa chọn Machine type → chọn một máy thích hợp cho quá trình Cam của bạn



Hình 5.12: Các kiểu máy CNC

- Sau khi bạn chọn một kiểu máy nào đó, máy đó sẽ được quản lý trên cây quản lý Toolpath Manager như hình 5.13



Hình 5.13: Thanh quản lý đối tượng

5.4.2. Mở và nhập tệp làm việc

- Mở một tệp chuẩn Mastercam.

+ Từ menu Mastercam → file → Open

+ Trong hộp thoại Open, lựa chọn kiểu tệp chuẩn của Mastercam.

- Nhập một tệp Cad khác.

+ Từ menu Mastercam → file → open.

+ Trong hộp thoại Open, chọn dạng file CAD có đôi tệp môn nhập vào.

- Trộn các tệp với nhau.

+ Từ menu Mastercam → file → file Merge/Pattern.

+ Trong hộp thoại được mở, lựa chọn kiểu file, Và chọn tệp cần nhập.

+ Sử dụng tùy chọn trên thanh trạng thái Merge/Pattern để lựa chọn một điểm cơ sở cho vị trí đặt dữ liệu, và định nghĩa tỷ lệ, góc quay, trục đối xứng (x,y hoặc z)



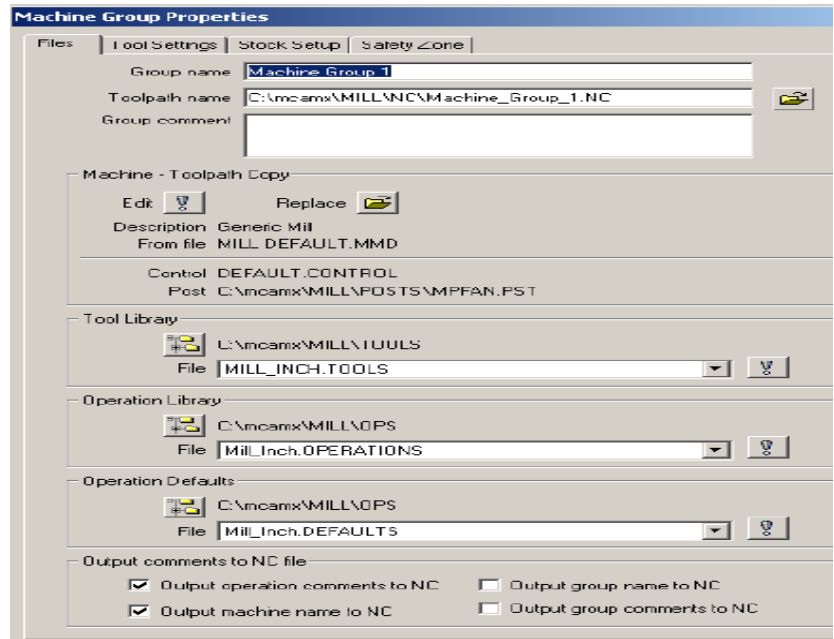
Hình 5.14: Thanh hiệu chỉnh đối tượng

5.4.3.Thiết đặt thuộc tính máy

Trên cây quản lý Toolpath manager bạn có thể hiển thị các kiểu thuộc tính máy bằng cách kéo dẫn các mục thuộc tính

a. Thẻ Files

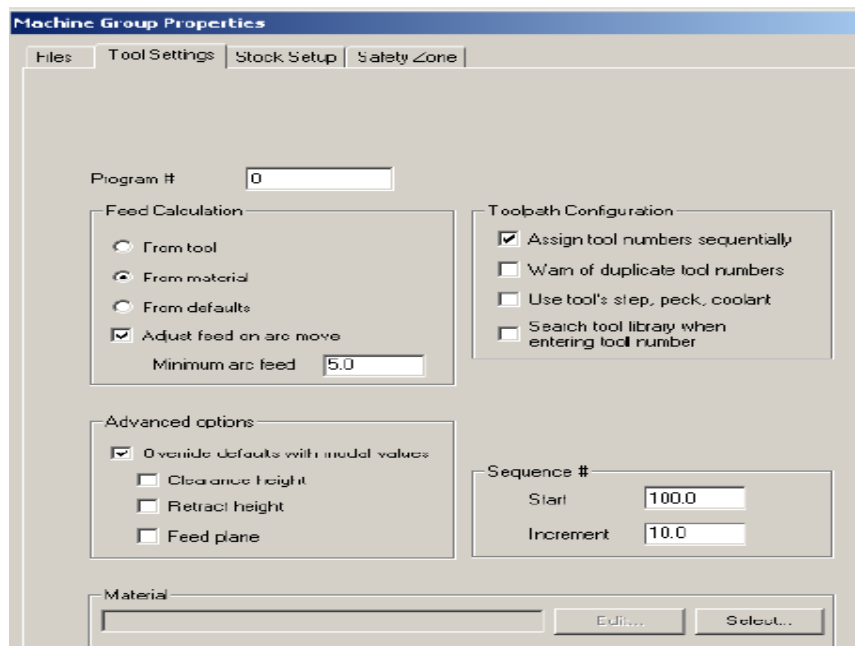
Sử dụng thẻ file này để xem và định nghĩa các tên tệp và các dữ liệu đường dụng cụ dùng cho các thao tác trong nhóm máy lựa chọn



Hình 5.15: Hộp thoại quản lý Tệp lưu trữ

b. Thẻ Tool Setting:

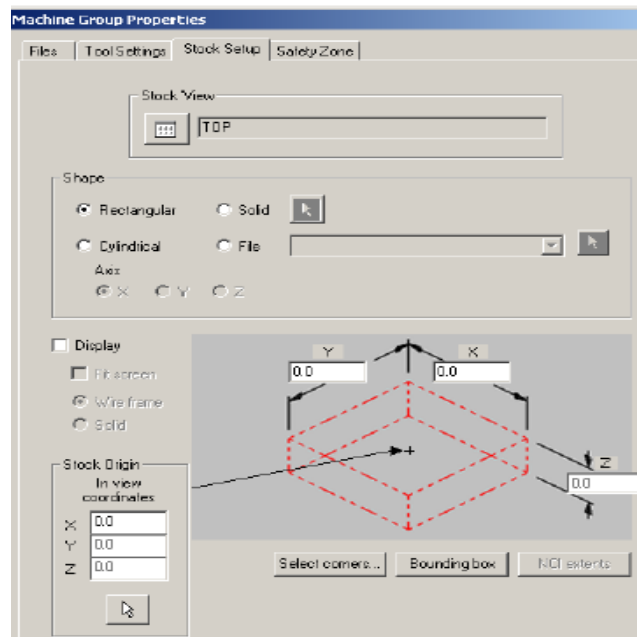
Sử dụng thẻ này để điều khiển file NC, bù dao, tốc độ chạy dao, tốc độ trục chính, làm mát, và các tham số đường dụng cụ khác, bao gồm cả vật liệu lựa chọn



Hình 5.16: Hộp thoại quản lý thông tin dao

c. *Thẻ Stock setup:*

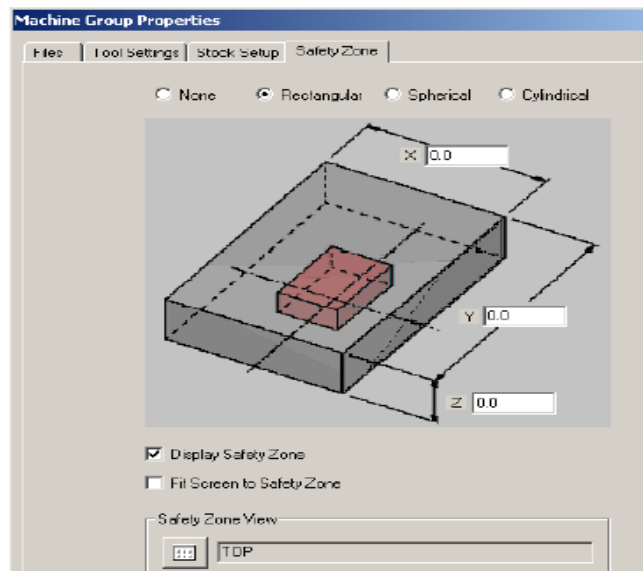
Thẻ này cung cấp cho bạn các phương pháp định nghĩa phôi như hình 5.17



Hình 5.17: Hộp thoại thiết lập Phôi

d. *Thẻ Safety Zone*





Thẻ này cho phép ta thiết lập vùng an toàn của máy như hình 5.18



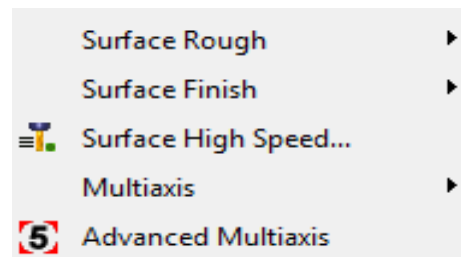
Hình 5.18: Hộp thoại vùng an toàn

5.4.4. Tạo đường dụng cụ cắt

Sau khi đã chuẩn bị về máy, Phôi, thiết lập gốc lập trình,.. xong; ta tiến hành gia công chi tiết với các đường chạy dao như:

	Contour...	gia công biên dạng đường viền
	Drill...	gia công dạng lỗ
	Pocket...	gia công dạng hốc
	Face...	gia công mặt phẳng

Ngoài ra, MasterCam còn có các chức năng Surface gia công bề mặt 3D phức tạp, HSM gia công tốc độ cao, gia công máy nhiều trục như hình bên



Hình 5.19: Các kiểu gia công phức tạp

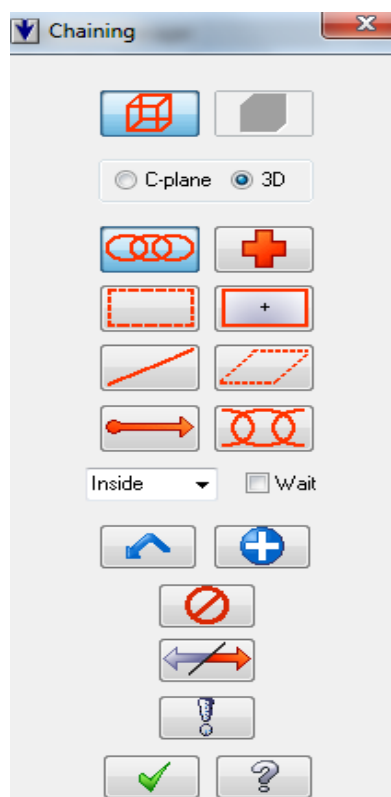
Trình tự xây dựng đường chạy dao:

a. Chọn kiểu gia công theo Toolpaths

Sau khi chọn dạng đường chạy dao kiểu Contour sẽ xuất hiện hộp thoại **Chaining** để chọn quỹ đạo chạy dao

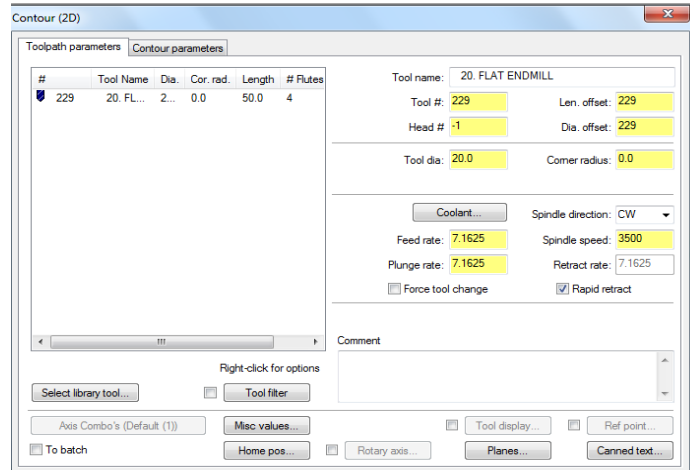
b. Chọn biên dạng chi tiết cần gia công

Ta chọn kiểu Chain / chọn biên dạng chi tiết / xuất hiện hộp thoại Contour 2D mô tả về thông số dao và thông số công nghệ



Hình 5.20: Các lựa chọn đối tượng

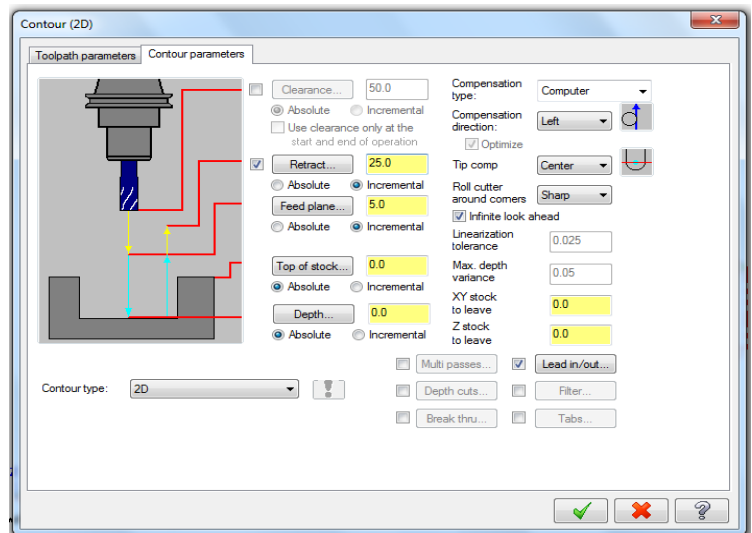
c. Chọn dao trong hộp thoại **Toolpath parameters**



Hình 5.21: Hộp thoại thông tin dao

d. Thiết lập thông số đường chạy dao **parameters**

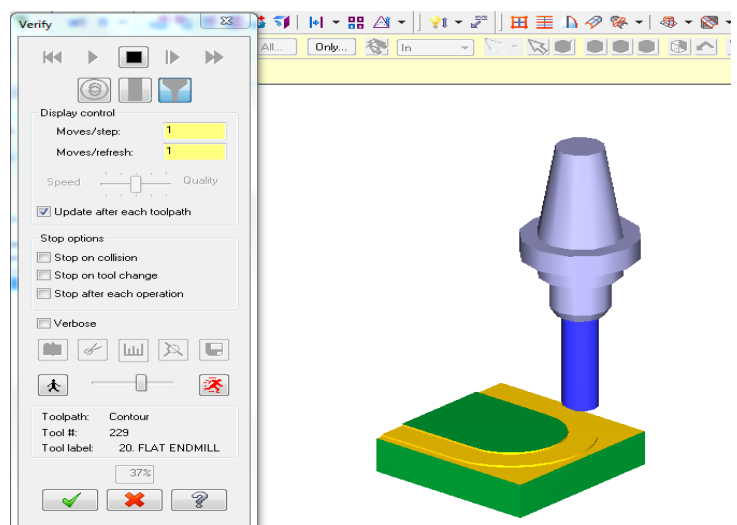
Contour parameters: mô tả về thông tin về đường chạy dao như các mặt phẳng an toàn, ăn dao, chiều sâu cắt, hướng bù, cắt thô, cắt tinh, cách vào dao, hướng bù dao,...



Hình 5.22: Hộp thoại thông số công nghệ gia công

e. Mô phỏng gia công

Sau khi thiết lập các thông số về kiểu gia công xong, ta mô phỏng trong chế độ **Verify** được như hình bên



Hình 5.23: Hộp thoại mô phỏng quá trình

5.4.5. Xuất chương trình điều khiển máy CNC



Dùng chức năng Post selected operations để xuất chương trình sang G Code để điều khiển máy CNC

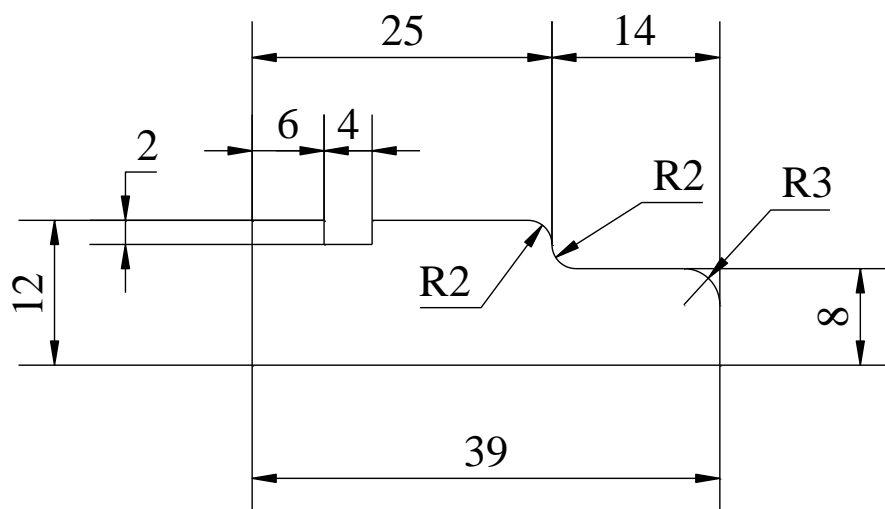
5.5. Lập trình tiện

MasterCam cung cấp 1 số chu trình tiện như:

	Rough...	Chu trình tiện thô
	Finish...	Chu trình tiện tinh
	Thread...	Chu trình tiện ren
	Groove...	Chu trình tiện rãnh
	Face...	Chu trình tiện mặt đầu
	Cutoff...	Chu trình tiện cắt đứt
	Drill...	Chu trình khoan

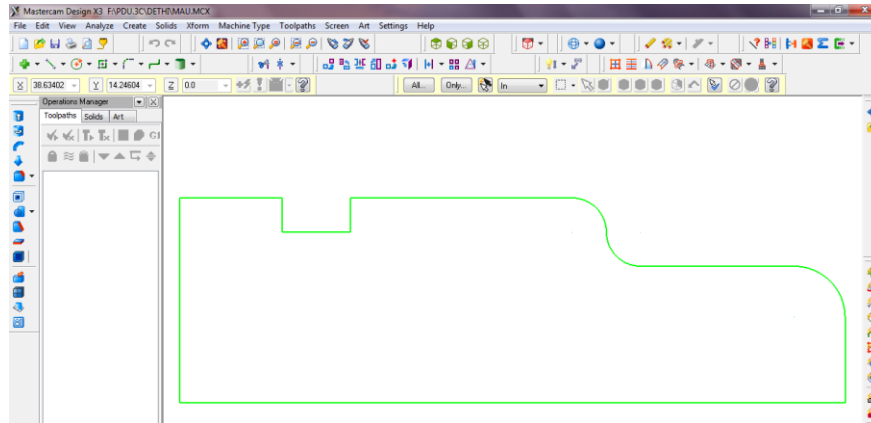
Trình tự lập trình trong tiện cũng như trong lập trình phay

Sau đây, ta sẽ tìm hiểu cụ thể thông qua ví dụ lập trình cho biên dạng chi tiết như hình vẽ sau:



Hình 5.24: Biên dạng chi tiết gia công

Sau khi vẽ chi tiết trên, file CAD sẽ như bên:



Hình 5.25: Giao diện khi vẽ chi tiết

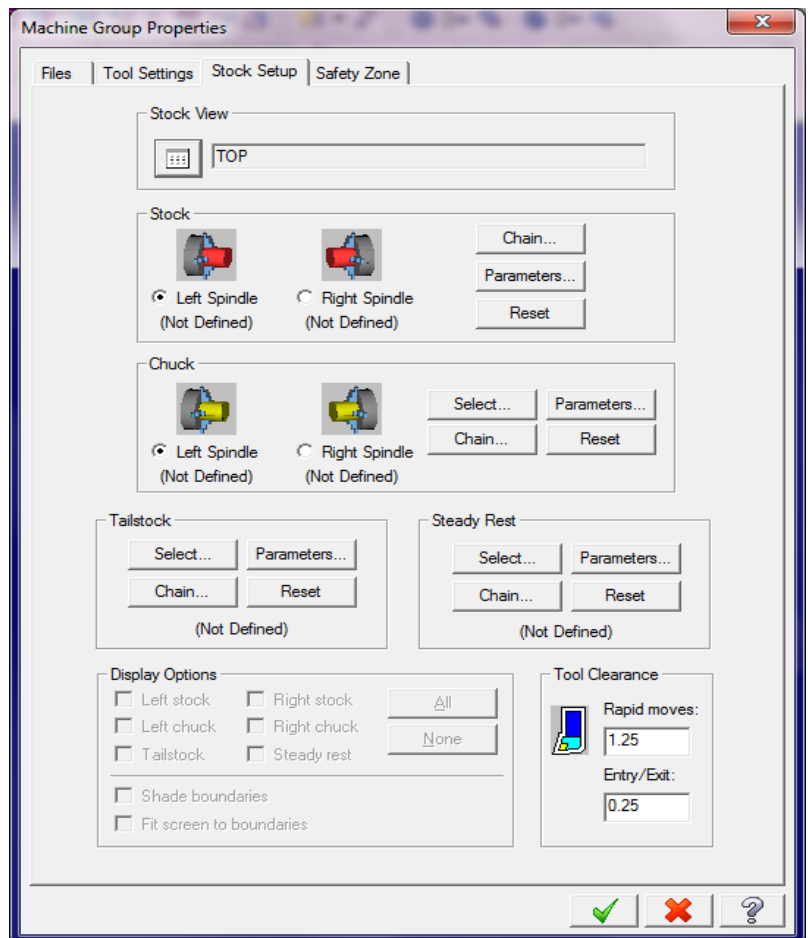
5.5.1. Lựa chọn kiểu máy

Chọn máy theo menu: *Machine Type/Lathe/Default*. Vào đây ta chọn máy theo đúng kiểu máy, hệ điều khiển máy mà ta có và sẽ dùng để gia công.

5.5.2. Thiết lập thuộc tính nhóm máy

Sau khi chọn máy xong, ta sẽ thiết lập các thuộc tính của máy như trong hộp thoại hình 5.26

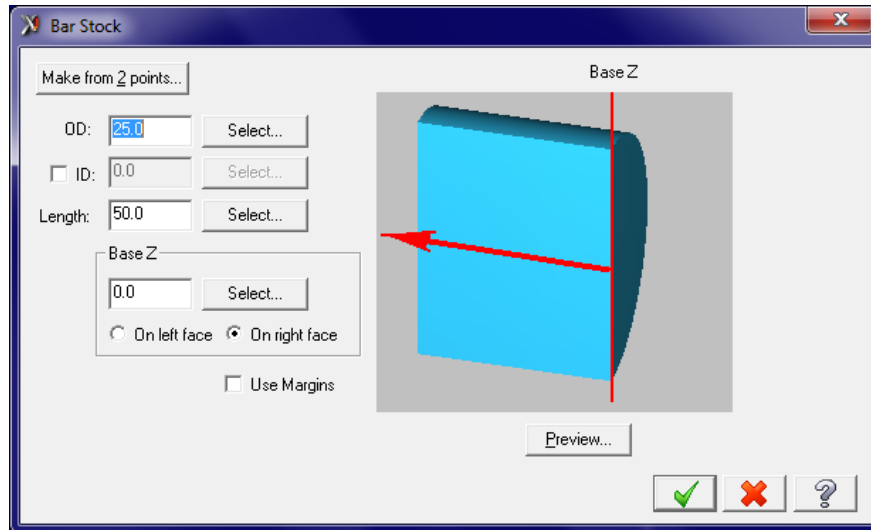
Chúng ta đã chọn máy, và chi tiết xong tiếp theo chúng ta sẽ thiết lập phôi (stock). Để nhanh chúng ta chọn trên luôn trên Properties ở Operations bar. Nếu chúng ta có sẵn thư viện vật liệu chúng ta vào Tool Settings để set phôi, vật liệu ... nhưng nếu không sẵn có thư viện này chúng ta có thể vào luôn Stock Setup, cửa sổ dùng để set phôi sẽ hiện ra như hình bên



Hình 5.26: Hộp thoại thông tin nhóm máy

Stock setup: Set phôi và set mâm cặp.

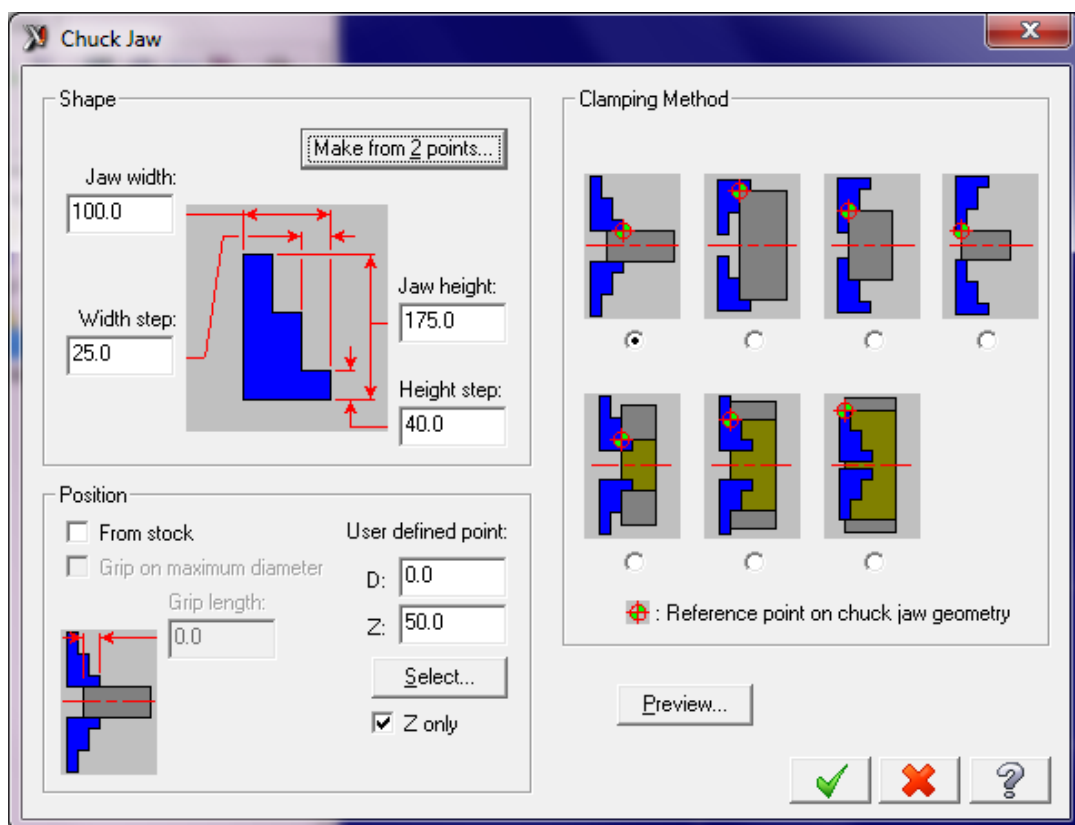
Kích chuột vào Properties của Stock... xuất hiện hộp thoại:



Hình 5.27: Hộp thoại thông số phôi

OD: Set đường kính phôi và ở đây tôi chọn phôi 28 mm, chiều dài phôi (length) chọn 80 (cái này cũng không thực sự quan trọng lắm, vì cấp phôi chúng ta thường thực hiện bằng tay, nên khi set chiều dài phôi các bạn chú ý sao cho phôi lớn hơn thành phẩm là được), xong nhấn Apply (hoặc enter)

Sau đó chúng ta set mâm cặp (Chuck) chúng ta cũng chọn vào Properties... Cửa sổ Properties của chuck hiện ra như sau:



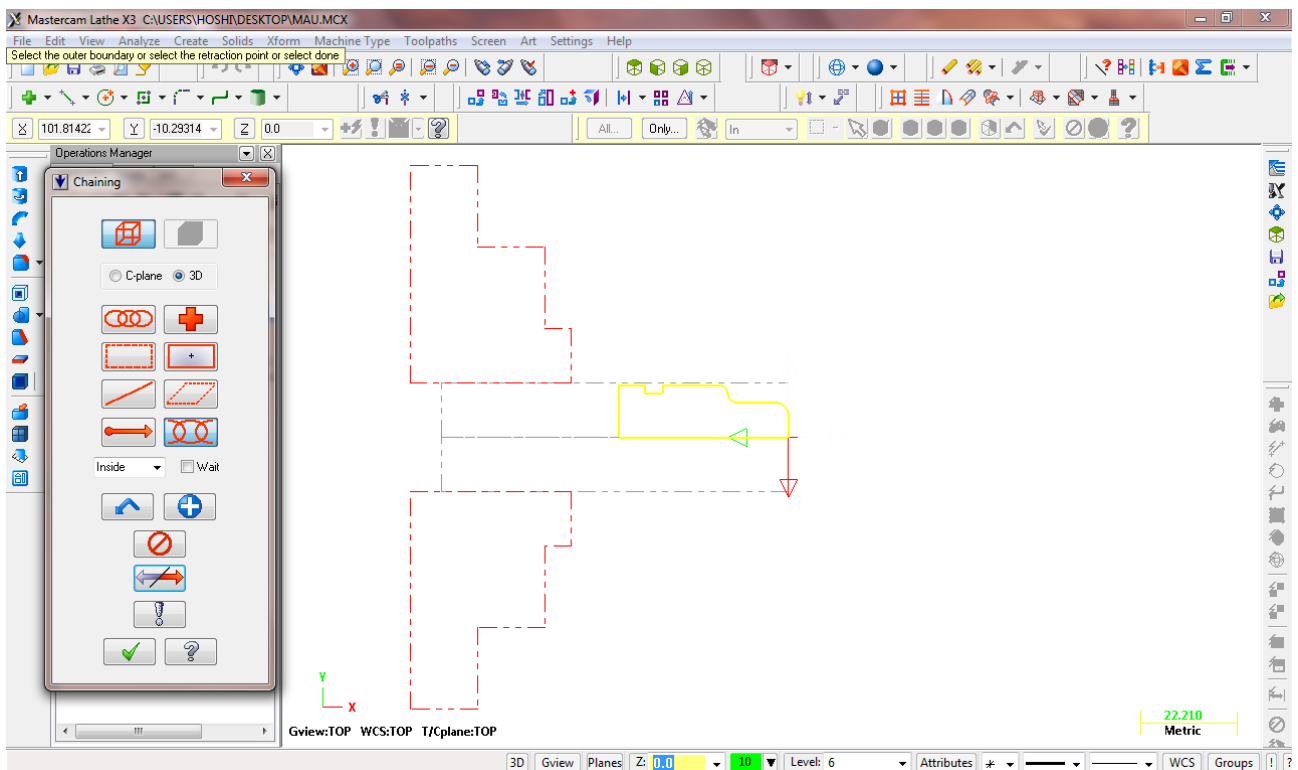
Hình 5.28: Hộp thoại thông số mâm cặp

Có hai cách set: hoặc chúng ta set $D = D_{\text{phoi}}$ được set từ trước đó, và Z là chiều dài đc cặp trên mâm cặp (Z âm). Hoặc chúng ta set nhanh chọn vào From Stock, để chọn luôn và nhập vào giá trị Grip Lengh bằng chiều dài mà chúng ta cặp phôi (Số dương) giả sử ta chọn = 20.

5.5.3. Tạo đường dụng cụ cắt

Chúng ta đã xong phần set phôi, ta thực hiện lập trình gia công cho từng nguyên công. Ở đây ta sẽ tìm hiểu bên phần gia công thô.

Click chuột phải lên Operations Bar or kích chuột toolpaths chọn Lathe Rough Toolpath hiện ra của sổ Chaining. Sau khi chọn biên dạng chi tiết ta được

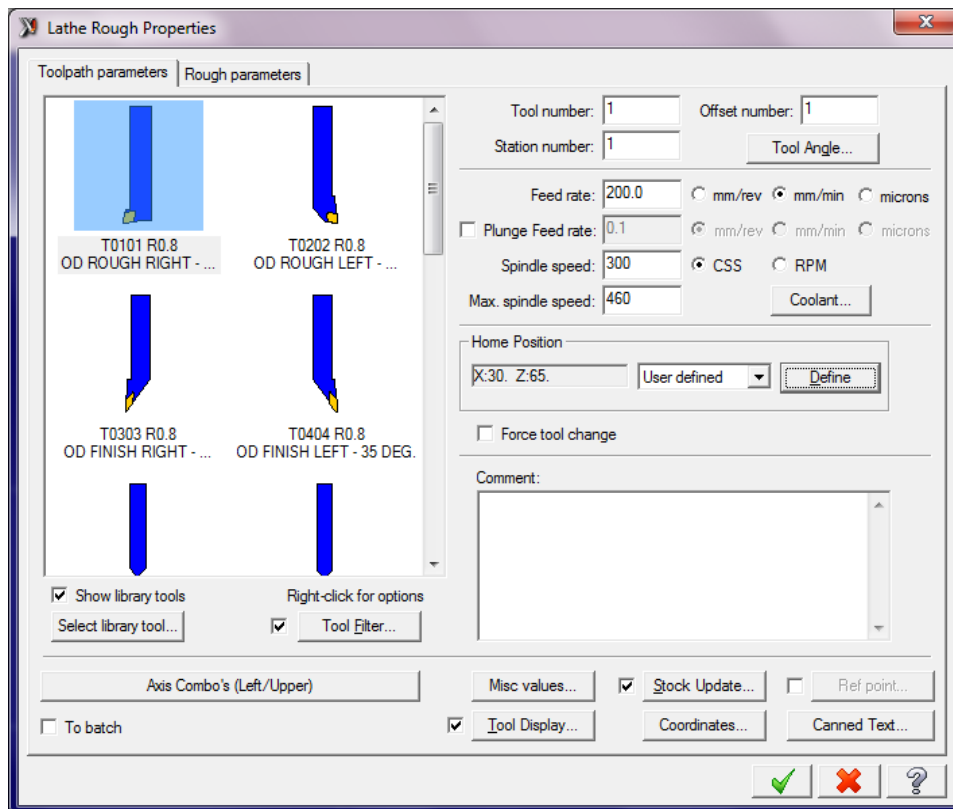


Hình 5.29: Biên dạng đường chạy dao

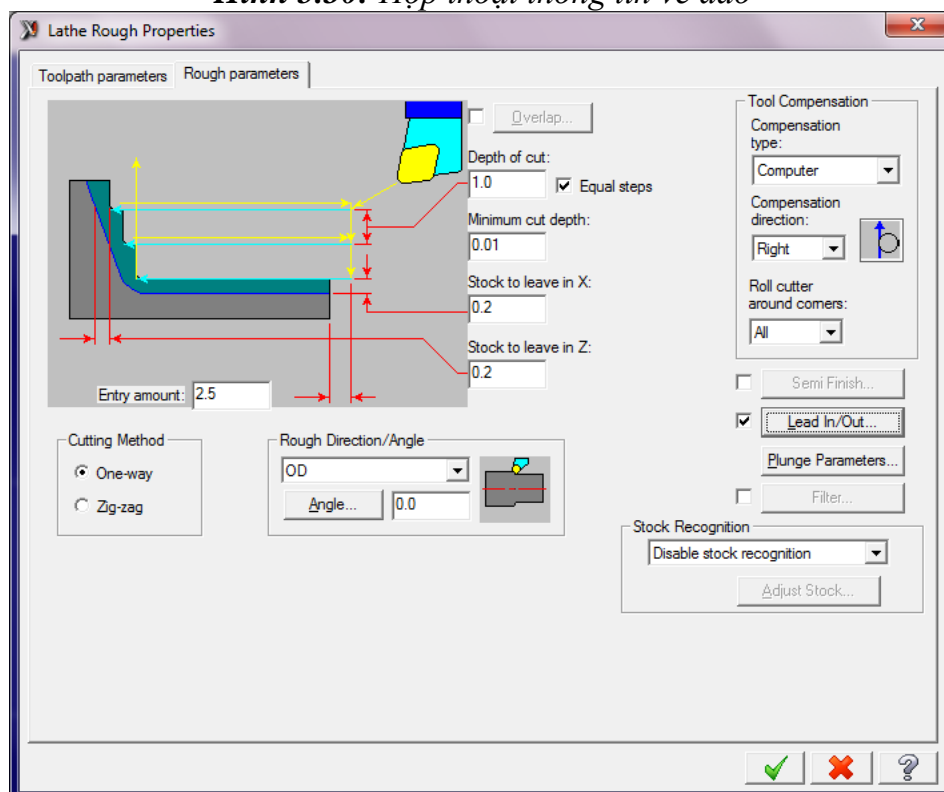
Chiều mũi tên hiển thị như hình trên ngược chiều với chiều dương trục X, Z. Chúng ta kích chuột để đảo chiều ngược lại

Nhấn Apply. Hình 5.30 được hiện ra là bảng Properties điều khiển các thông số như: Số dao - Number tools (T), tốc độ trục chính(S), F Lượng chạy dao, chiều sâu cắt (depth)...

Ở thẻ Toolpaths Parameters: chọn các thông số về quản lý dao, tốc độ cắt của dao



Hình 5.30: Hộp thoại thông tin về dao



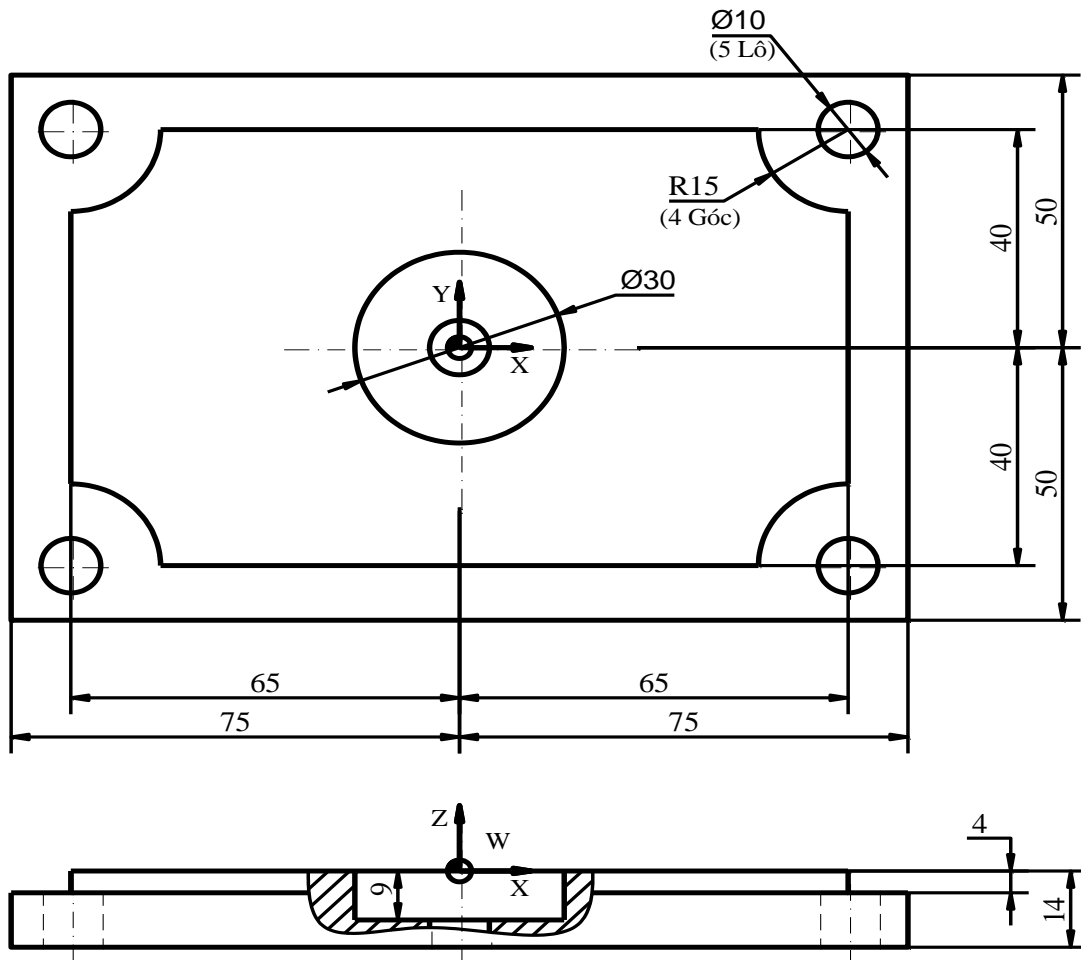
Hình 5.31: Hộp thoại thông số công nghệ gia công

Thẻ Rough Parameters Các bạn hiệu chỉnh các thông số về lượng ăn dao, chiều sâu cắt.

Nhấn apply để chạy mô phỏng gia công

NỘI DUNG ÔN TẬP CHƯƠNG 5

1. Hãy giải thích ý nghĩa của các thông số công nghệ sau: Retract, Feed plane, Top of Stock, Depth.
2. Ứng dụng MasterCam lập trình gia công cho chi tiết sau với kích thước phôi 155x105x17



Hình 5.32: Chi tiết phay

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] PTS. Đoàn thị Minh Trinh, *Công nghệ CAD/CAM*, NXB Khoa học Kỹ thuật, 1998.
- [2] PTS. Đoàn thị Minh Trinh, *Công nghệ - Lập trình gia công điều khiển số*, NXB Khoa học Kỹ thuật, 2004.
- [3] Phan Hữu Phúc, *CAD/CAM Thiết kế và Chế tạo có máy tính trợ giúp*, NXB Giáo dục, 2000.
- [4] Nguyễn Tiến Đào - Nguyễn Tiến Dũng, *Công nghệ cơ khí và ứng dụng CAD - CAM – CNC*, NXB Khoa học và kỹ thuật, 2001.
- [5] Nguyễn Anh Tuấn, *Cơ sở kỹ thuật CNC*, TT Việt - Đức - ĐH Sư Phạm Kỹ Thuật TP.HCM
- [6] Nguyễn Ngọc Đào, *Bài giảng CAD/CAM-CNC căn bản*, ĐH Sư Phạm Kỹ Thuật TP.HCM