

NGUYỄN NGỌC ĐÀO

GIÁO TRÌNH
CAD – CAM
CNC
CĂN BẢN



TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT TP HỒ CHÍ MINH
2004

MỤC LỤC

MỤC LỤC

Chương 1: TỔNG VỀ CÔNG NGHỆ CAD/CAM -CNC	1
I. Tổng quan về CAD/CAM	2
1. Lịch sử phát triển của CAD/CAM	4
2. Định nghĩa công cụ CAD/CAM	4
II. Tổng quan về máy công cụ điều khiển bằng chương trình số (CNC)	10
1. Lịch sử phát triển của máy CNC	11
2. Đặc trưng cơ bản của máy CNC	12
3. Mô hình khái quát của một máy CNC	13
4. Các phương pháp điều khiển	14
5. Hệ trục tọa độ trên máy CNC	16
6. Các bước thực hiện gia công trên máy CNC	17
7. Hình thức tổ chức gia công trên máy CNC	22
Chương 2: LẬP TRÌNH THỦ CÔNG	25
I. Cấu trúc chương trình NC	26
1. Địa chỉ lệnh (Address)	27
2. Lệnh (Word)	28
3. Khối lệnh (Block)	29
II. Phương thức lập trình NC	30
1. Lập trình tuyệt đối (Absolute dimensions)	
2. Lập trình tương đối (Relative or Incremental dimensions)	
III. Công nghệ lập trình phay NC	31
1. Cơ sở lập trình phay NC	31
2. Công nghệ lập trình phay NC	36
3. Lập trình phay NC với phần mềm phay mô phỏng	37
4. Ví dụ lập trình phay NC với phần mềm phay mô phỏng	46
IV. Công nghệ lập trình tiện NC	
1. Cơ sở lập trình tiện NC	48

2. Công nghệ lập trình tiện NC	51
3. Lập trình tiện NC với phần mềm tiện mô phỏng	56
chương 3: LẬP TRÌNH TỰ ĐỘNG	60
I. Công nghệ lập trình tự động	61
1. Hệ thống CAD	62
2. Hệ thống CAM	62
3. Trình hậu xử lý POSTPROCESSOR	65
II. Giới thiệu phần mềm MiilCAM- Designer2	66
1. Khởi động phần mềm	66
2. Thiết kế quỹ đạo cắt và tạo chương trình NC	67
3. Ứng dụng AutoCAD trong thiết kế quỹ đạo cắt	72
4. Các bước thực hiện phần mềm MiilCam-Designer2	73
Chương 4: VẬN HÀNH MÁY CNC	74
I. Vận hành máy phay CNC DENSORD-NOVAMILL	75
1. Giới thiệu chung về máy phay CNC Novamill	75
2. Vận hành máy	76
3. Lập trình NC với hệ điều khiển FANUC-OM	80
II. Vận hành máy tiện CNC MAGNUM	85
1. Giới thiệu chung về máy tiện Magnum	85
2. Vận hành máy	86
3. Lập trình NC với hệ điều khiển FAGOR	88
PHỤ LỤC 1	92
PHỤ LỤC 2	106

CHƯƠNG 1

TỔNG QUAN VỀ CÔNG NGHỆ CAD/CAM - CNC

I. Tổng quan về CAD/CAM

1. Lịch sử phát triển của CAD/CAM
2. Định nghĩa công cụ CAD/CAM

II. Tổng quan về máy công cụ điều khiển bằng chương trình số (CNC)

1. Lịch sử phát triển của máy CNC
2. Đặc trưng cơ bản của máy CNC
3. Mô hình khái quát của một máy CNC
4. Các phương pháp điều khiển
5. Hệ trục tọa độ trên máy CNC
6. Các bước thực hiện gia công trên máy CNC
7. Hình thức tổ chức gia công trên máy CNC

Copyright © Trường ĐH Sư phạm Kỹ thuật TP. Hồ Chí Minh

CHƯƠNG 1

TỔNG QUAN VỀ CÔNG NGHỆ CAD/CAM - CNC

I. Tổng quan về 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.

Ngày nay khoa học kỹ thuật phát triển như vũ bão đòi hỏi người kỹ sư phải không ngừng nâng cao lượng thông tin trong tất cả các khâu của quá trình chuẩn bị sản xuất. Theo các nhà khoa học đã phân tích thì tình hình thiết kế hiện nay cho thấy 90% khối lượng thời gian thiết kế là để tra cứu số liệu cần thiết cho việc tính toán, chỉ có 10% thời gian giành cho lao động sáng tạo và quyết định. Cho nên khoảng 90% khối lượng công việc trên có thể thực hiện bằng máy tính điện tử hoặc máy vẽ tự động. Việc làm này vừa chính xác hơn, vừa chất lượng hơn.

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,

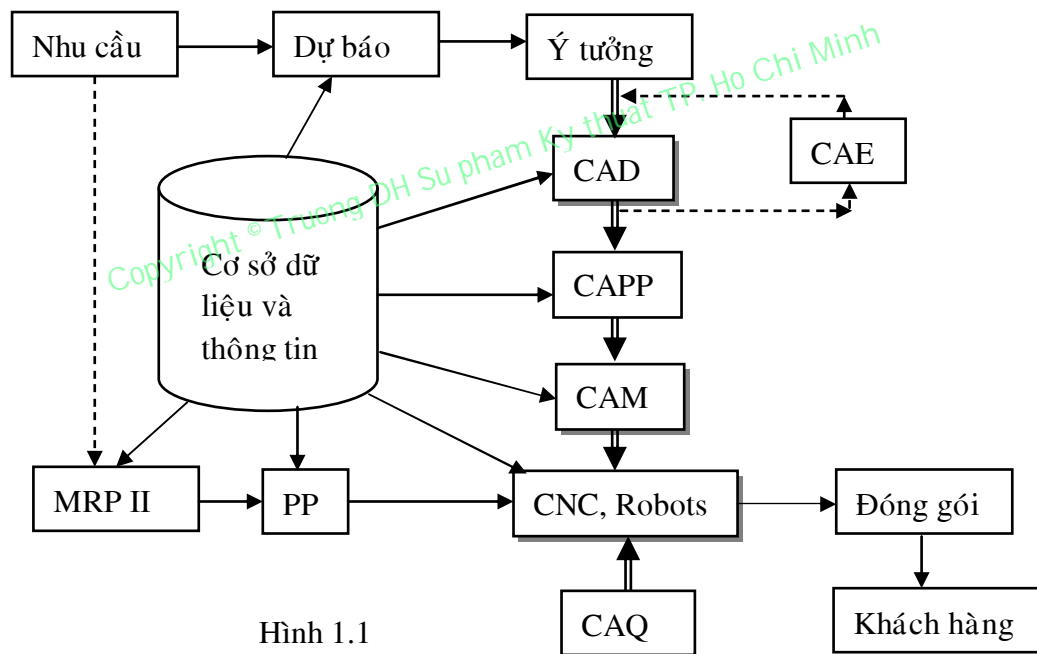
cho phép đảm bảo giao tiếp với máy vẽ và các chương trình ứng dụng để thực hiện chức năng thiết kế.

Ví dụ: Chương trình ứng dụng có thể là chương trình phân tích lực và ứng suất trong kết cấu, chương trình tính toán đặc tính động lực học của máy hoặc chương trình gia công chi tiết trên máy điều khiển theo chương trình số NC hay CNC .

Mỗi một hãng, viện nghiên cứu hoặc cơ sở sản xuất có những tập hợp chương trình ứng dụng khác nhau tùy thuộc vào điều kiện sản xuất ...

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... Mô hình hệ thống như sau:

CIM (COMPUTER INTEGRATED MANUFACTURING)



Hình 1.1

CAD	Computer Aided Design	Thiết kế với sự trợ giúp của MTĐT
CAE	Computer Aided Engineering	Phân tích kỹ thuật với sự trợ giúp của MTĐT
CAPP	Computer Aided Process Planning	Lập phương án chế tạo với sự trợ giúp của MTĐT
CAM	Computer Aided Manufacturing	Chế tạo với sự trợ giúp của MTĐT
CNC	Computer Numerical Control	Máy công cụ điều khiển bằng chương trình số
CAQ	Computer Aided Quality Control	Kiểm tra chất lượng với sự trợ giúp của MTĐT
MRPII	Manufacturing Resources Planning	Hoạch định nguồn lực sản xuất
PP	Production Planning	Lập kế hoạch sản xuất

1. Lịch sử phát triển của CAD/CAM

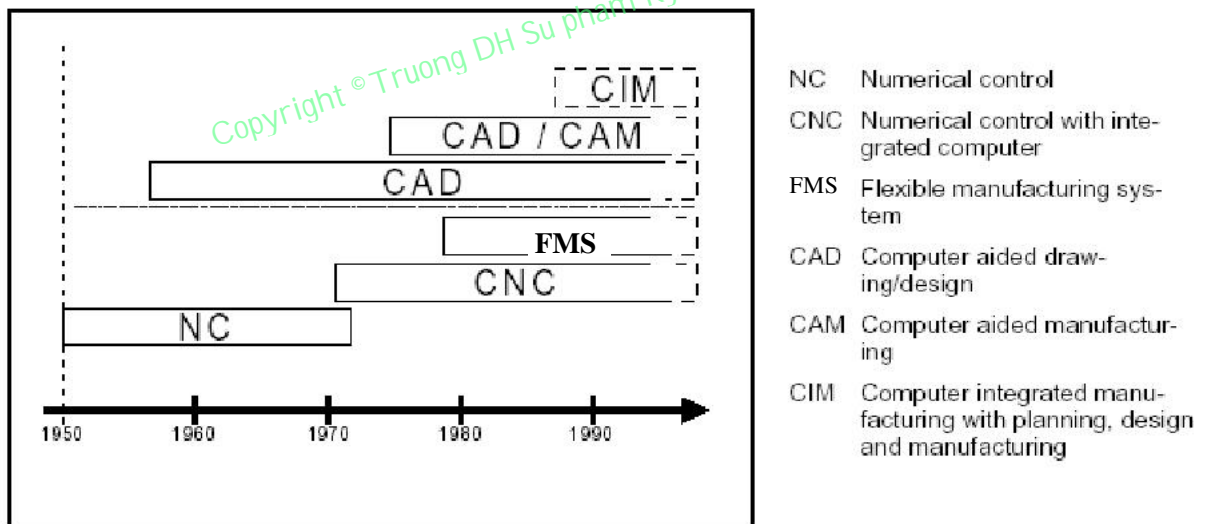
Lúc đầu CAD/CAM là hai ngành phát triển tách biệt nhau, độc lập với nhau trong khoảng 30 năm. Hiện nay chúng được tích hợp thành một hệ, trong đó thiết kế có thể lựa chọn phương án tối ưu và quá trình sản xuất có thể được giám sát và điều khiển từ khâu đầu đến khâu cuối.

Phần mềm CAD đầu tiên là SKETCHPAD xuất hiện vào năm 1962 được viết bởi Ivan Sutherland thuộc trường kỹ thuật Massachusetts (MIT – Massachusetts Institute of Technology). Hiện nay trên thế giới đã có hàng ngàn phần mềm CAD và một trong những phần mềm thiết kế nổi tiếng nhất là AutoCAD. AutoCAD phiên bản đầu tiên (Release 1) được công bố tháng 12 – 1982. Cho đến năm 1997 thì đã có phiên bản thứ 14 (Release 14). Từ năm 2000 đến nay, gần như mỗi năm đều có ra đời phiên bản mới.

Cũng như hệ CAD, hệ CAM được phát triển ứng dụng đầu tiên tại MIT cho các máy gia công điều khiển số CNC (Computer Numerical Control) bằng máy vi tính vào đầu những năm 70.

Hệ tích hợp CAD/CAM ra đời vào giữa những năm 70 và 80.

Dưới đây là sơ đồ phát triển của hệ thống CAD/CAM:



2. Định nghĩa các công cụ CAD/CAM

a) Định nghĩa công cụ CAD

Để tạo thành một sản phẩm hoàn chỉnh cần thực hiện hai công đoạn chính là: thiết kế và chế tạo.

Ở công đoạn thiết kế trên cơ sở thu thập thông tin, xử lý dữ liệu và kết hợp với khả năng sáng tạo người thiết kế phân tích toàn bộ tập hợp các phương án và chọn ra một phương án thiết kế tối ưu.

Đối với sản phẩm có cấu trúc phức tạp, đòi hỏi những chỉ tiêu cao về thông số kỹ thuật cũng như kinh tế, để đạt được giải pháp tối ưu, trong nhiều trường hợp công việc thiết kế và

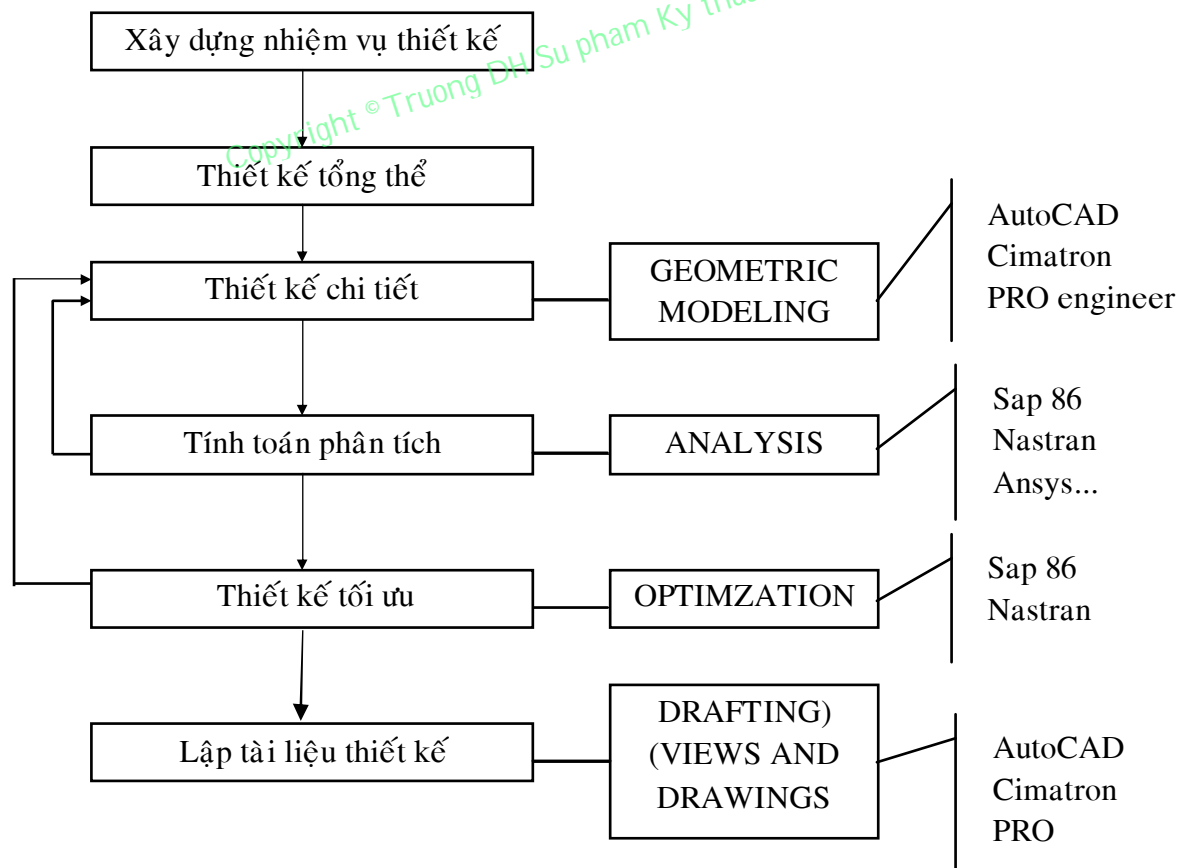
chế tạo không thể thực hiện một cách hoàn chỉnh bởi những phương pháp và công cụ thông thường.

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 nói chung bao gồm việc xác định và mô tả các giải pháp kỹ thuật cụ thể thỏa mãn tất cả các yêu cầu kỹ thuật . chỉ tiêu kinh tế và có thể phân chia làm 6 giai đoạn chính (hình 1- 2).

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 bốn 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



Hình 1- 2

* 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

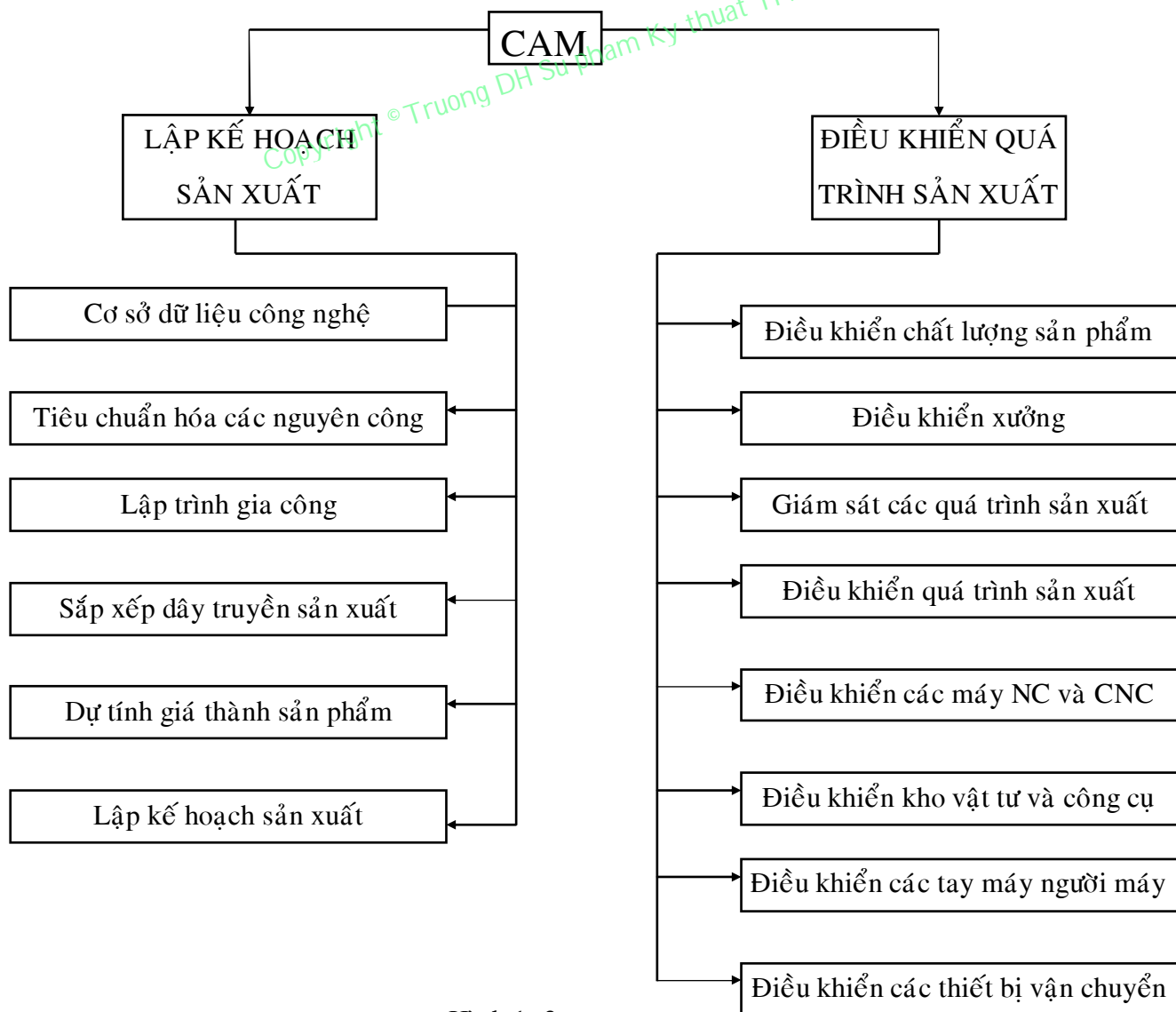
máy tính) cho phép người sử dụng biểu diễn hình ảnh của mô hình trên các thiết bị đồ họa và thực hiện các thao tác dựng hình.

* Tính toán phân tích kỹ thuật: sau giai đoạn thiết kế mô phỏng hình học, vật thể hình học và mô hình hình học của của đối tượng thiết kế cần phải được tính toán phân tích (để đảm bảo các thông số kỹ thuật), ví dụ: kiểm tra độ bền, biế dạng, quá trình trao đổi nhiệt. Quá trình tính toán phân tích kỹ thuật được thực hiện thông qua các phần mềm, ví dụ : phần mềm tính toán phân tích theo phương pháp phần tử hữu hạn; phần mềm thiết kế động học; phần mềm khảo sát các quá trình truyền nhiệt...

* 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.

b) Định nghĩa công cụ CAM

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 các lĩnh vực ứng dụng trong hệ CAM có thể được biểu diễn theo sơ đồ trên hình 1- 3.



Hình 1- 3

Lập kế hoạch sản xuất được thực hiện ở văn phòng cho các công việc cụ thể sau đây:

- Tự động hóa thiết kế quy trình công nghệ, có nghĩa là hình thành các trình tự nguyên công để gia công chi tiết cụ thể. Muốn thực hiện được công việc này, ngoài các dữ liệu về hình học (bên CAD cung cấp), còn cần các dữ liệu về công nghệ như: thông số kỹ thuật của máy, thông số về dao cắt, thông số về gá lắp, thông số chế độ cắt và tiêu chuẩn hoá các nguyên công.

- Tự động lập chương trình gia công cho máy điều khiển theo chương trình số. Ngôn ngữ lập trình của CAM là APT (Auto matically Programed Tool). Với APT người lập trình có thể xác định hình dạng dụng cụ, dung sai, yếu tố hình học chuyển động dụng cụ.

Nhược điểm của APT là thời gian tính toán lớn cho những chi tiết đơn giản. Ưu việt lớn nhất của APT là nó đã trở thành chuẩn cho thế giới rộng lớn của máy NC.

Hệ CAM được sử dụng rộng rãi ở Việt Nam là MILL-CAM, LATHE- CAM

- Tự động hóa lập các định mức kỹ thuật để thực hiện từng nguyên công công nghệ.

- Tự động lên kế hoạch nhu cầu về cơ sở vật chất, mua bán thành phẩm và nguyên vật liệu.

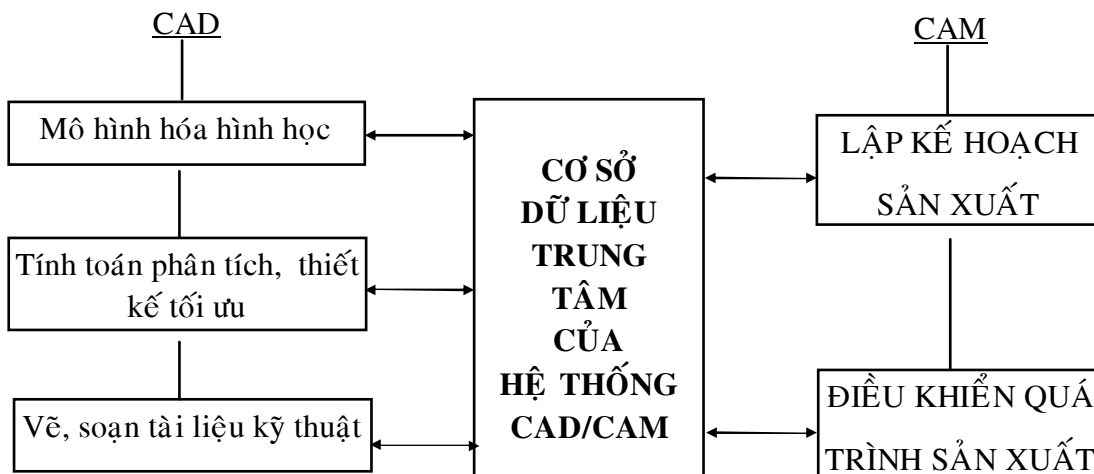
- Tự động lập kế hoạch sản xuất có xét tới yêu cầu và điều kiện cụ thể.

Việc điều khiển quá trình sản xuất được thực hiện dưới mặt bằng phân xưởng của xí nghiệp hay nhà máy. Bao gồm các công việc điều khiển tự động các trang thiết bị như máy công cụ, dây chuyền sản xuất, robot vận chuyển, robot cấp phôi, lấy chi tiết...; điều khiển, giám sát hoạt động của xưởng như: chất lượng sản phẩm, cung cấp vật tư, lưu kho ...

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.

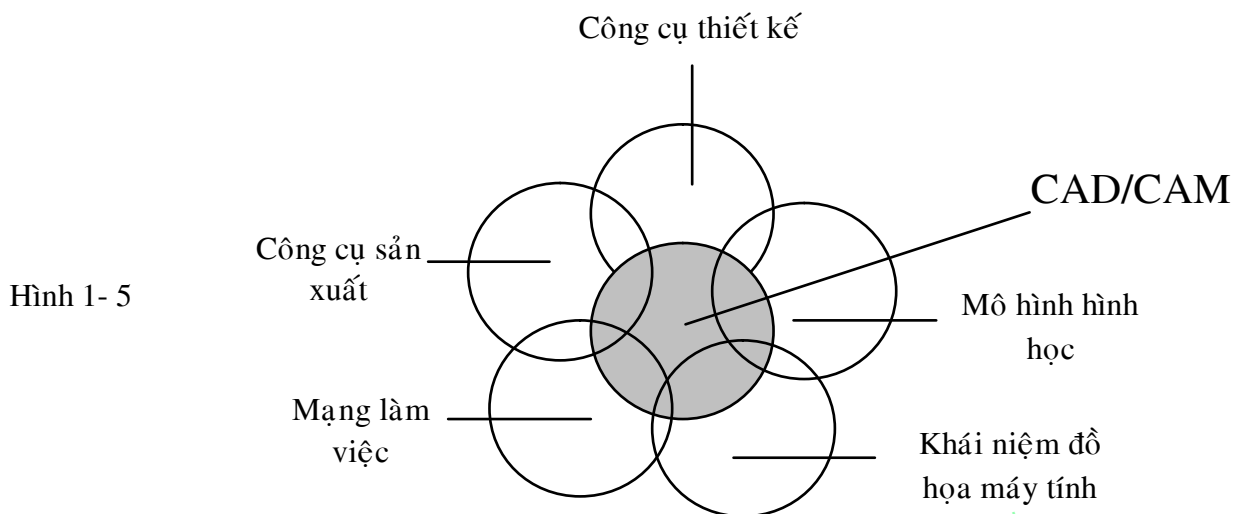
c) Định nghĩa công cụ CAD/CAM

Tổ hợp CAD/CAM là một hệ thống mà ở đó mối liên kết giữa thiết kế và chế tạo được hoàn thiện dựa trên cơ sở sử dụng thông tin và dữ liệu của quá trình CAD trực tiếp trong thủ tục CAM. Như vậy tránh được sự hình thành một cách độc lập các dữ liệu cho chương trình của máy tính trong lĩnh vực sản xuất. Mô hình công cụ CAD/CAM (hình 1 – 4):



Hình 1 - 4

Mối quan hệ CAD/CAM và tự động hóa sản xuất thể hiện trên hình 1- 5 là phần giao giữa 5 phần:



Trong đó :

- Mạng làm việc là các hệ thống tổ chức sản xuất, hệ thống cung cấp vật liệu và những công việc thực hiện trên sàn máy, xí nghiệp.

- Công cụ sản xuất như máy CNC , Robot công nghiệp.

- Công cụ thiết kế như máy tính, máy vẽ và các phần mềm ứng dụng.

- Mô hình hình học là những thực thể hình học cơ sở, được sử dụng trên bản vẽ kỹ thuật hay trên màn hình máy tính như:

Điểm (Point) – được mô tả bởi giá trị tọa độ

Đường cong (Curve), bao gồm cả đoạn thẳng (Line) – được mô tả bằng chuỗi điểm hoặc phương trình.

Mặt cong (Surface), bao gồm cả mặt (Face) – được mô tả bởi tập hợp điểm (hoặc lưới đường cong), hoặc phương trình.

Khối (Solid) – được định nghĩa bởi các mặt cong bao quanh.

Hệ CAD/CAM kỹ thuật đã được ứng dụng cho cơ khí từ một vài năm trước trong một số lĩnh vực trong công nghiệp hàng không. Hệ tích hợp CAD/CAM đã có ở Việt Nam là CIMATRON, MASTERCAM, PROENGINEER, DELCAM, ANPHACAM, VISI.

Để đánh giá được tầm quan trọng của CAD/CAM trong chu kỳ sản xuất chúng ta nên 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 chúng trong chu kỳ sản xuất được thể hiện trên hình 1- 6.

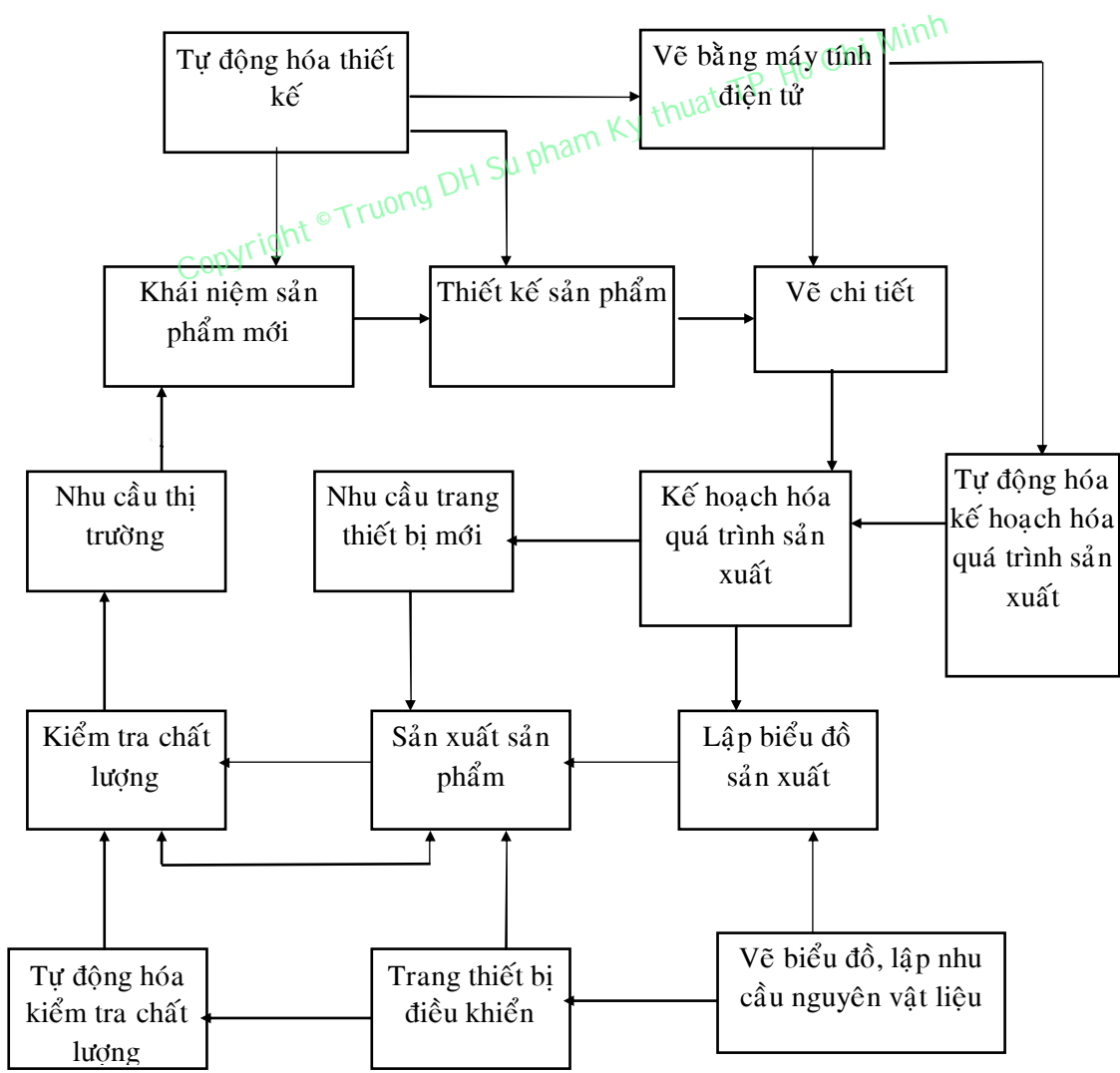
Chu kỳ này hoạt động theo nhu cầu của khách hàng và thị trường tiêu thụ. Chu kỳ sản xuất có thể thay đổi tùy theo yêu cầu của khách hàng.

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.

Trường hợp thứ hai là nhà máy đảm nhận luôn cả công việc thiết kế và chế tạo sản phẩm. Tuy nhiên nếu tổng quát mà nói thì đều xuất phát từ ý đồ tạo ra sản phẩm 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.



Hình 1- 6

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 đây ta thấy hệ thống CAD/CAM đóng vai trò quan trọng trong nền sản xuất hiện đại trong tương lai, và đặc biệt là các lĩnh vực chuyên môn hóa cao, chẳng hạn như việc thiết kế và chế tạo các bản mạch in thì kiểu liên kết này được sử dụng ngày càng mạnh. Từ hình 1-6 rõ ràng CAD/CAM bao trùm hầu hết các dạng hoạt động và chức năng của chu kỳ sản xuất. Trong công đoạn thiết kế và chế tạo ở các nhà máy hiện đại, kỹ thuật tính toán phải phát huy tác dụng và là nhu cầu không thể thiếu được.

II. Tổng quan về máy công cụ điều khiển bằng chương trình số (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 tỷ, 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 *BẢNG ĐỘT LỔ*, *BẢNG TỬ*, 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 1-7a và hình 1-7b), 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 (hình 2.1c), 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.

1. Lịch sử phát triển của máy CNC

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. Đặc trưng cơ bản của máy CNC

a) 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 ...

b) 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 ...

c) 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.

d) 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.

e) 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.

f) 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.

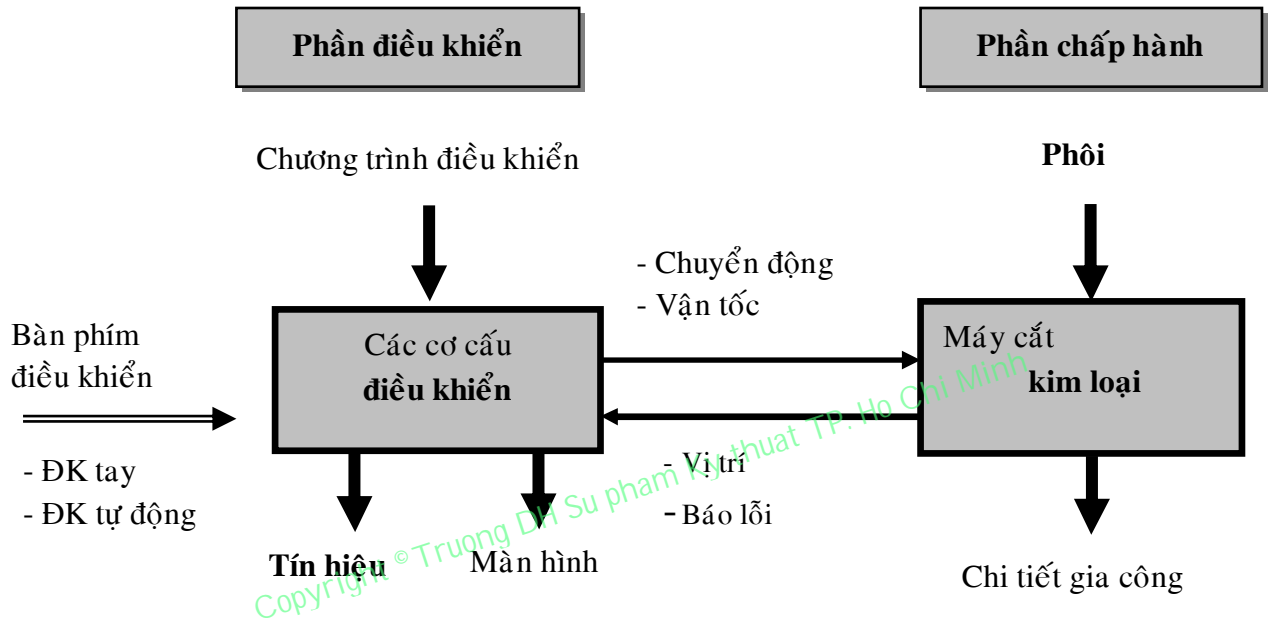
Tuy nhiên máy CNC không phải không có những hạn chế. Dưới đây là một số hạn chế:

- 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.

3. Mô hình khái quát của một máy CNC



Máy gồm hai phần chính:

a) Phần điều khiển: Gồm chương trình điều khiển và các cơ cấu điều khiển.

- Chương trình điều khiển: Là tập hợp các tín hiệu (gọi là lệnh – được trình bày kỹ ở chương II) 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.

b) 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, sống trước, 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.

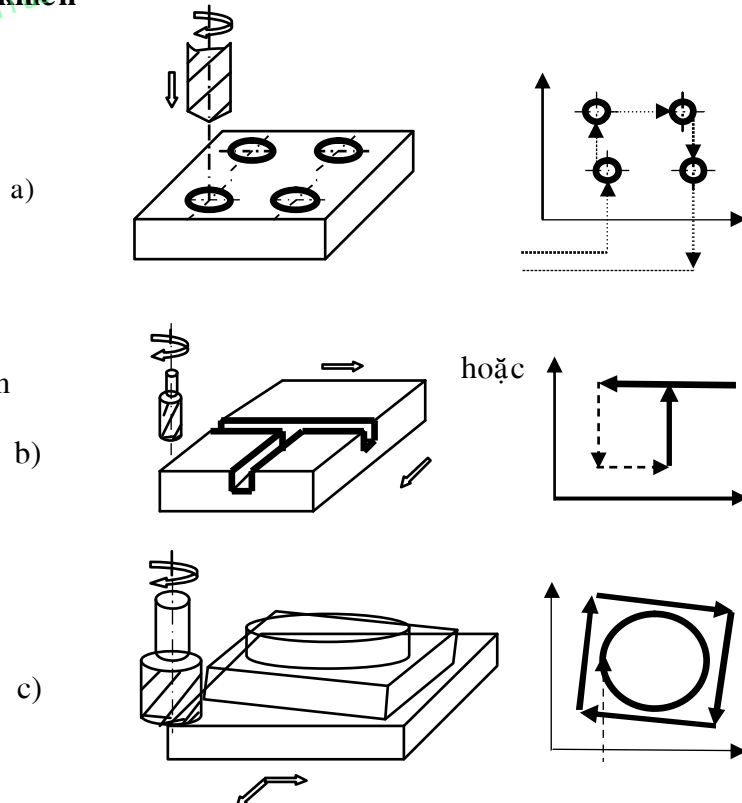
- Hộp tốc độ: Phạm vi điều chỉnh tốc độ lớn, thường là truyền động vô cấp, trong đó sử dụng các ly hợp điện từ để thay đổi tốc độ được dễ dàng.

- 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 bi...

- Thân máy cứng vững, kết cấu hợp lý để dễ tản 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 ...

4. Các phương pháp điều khiển



Hình 1 - 7
Các phương pháp điều khiển

- Điều khiển điểm (hay điều khiển theo vị trí) được dùng để gia công các lỗ bằng các phương pháp khoan, khoét, doa và cắt ren lỗ. 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 (hình 1-7a), 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 đồng thời theo hai trục hoặc điều khiển kế tiếp nhau.

- Điều khiển đường thẳng (hình 1-7b) là dạng điều khiển mà khi gia công dụng cụ cắt thực hiện lượng chạy dao theo một đường thẳng nào đó song song với một trục tọa độ. Dạng điều khiển này được dùng cho các máy phay và máy tiện đơn giản.

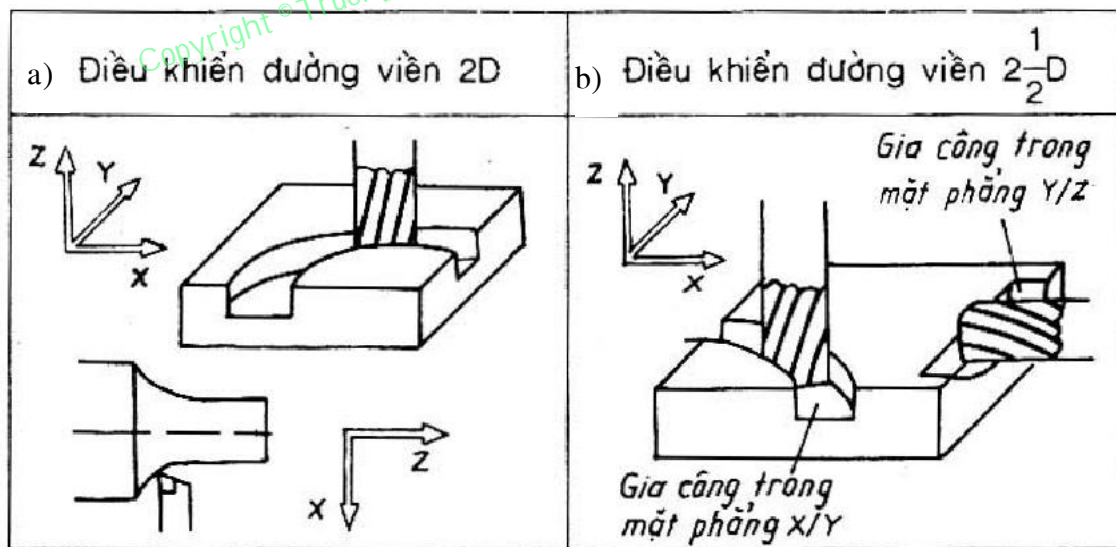
- Điều khiển theo đường viền (theo contour, hình 1-7c) cho phép thực hiện chạy dao trên nhiều trục cùng lúc.

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.

Điều khiển đường viền 2D cho phép thực hiện chạy dao theo hai trục đồng thời trong một mặt phẳng gia công, ví dụ, trong mặt phẳng XZ hoặc XY trên hình 1-8a. Trục thứ ba được điều khiển hoàn toàn độc lập với hai trục kia.

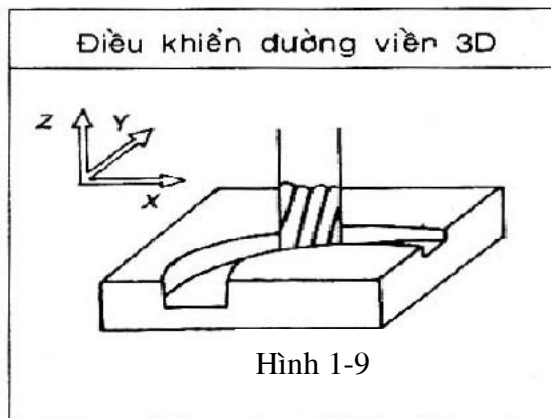
Điều khiển đường viền 2.5D (hình 1-8b) cho phép ăn dao đồng thời theo hai trục nào đó để gia công bề mặt trong một mặt phẳng nhất định. Trên máy CNC có 3 trục X, Y, Z ta sẽ điều khiển được đồng thời X và Y; X và Z hoặc Y và Z.

Hình 1 - 8

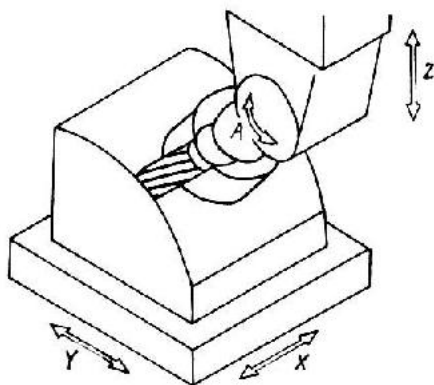


Điều khiển đường viền 3D cho phép đồng thời chạy dao theo cả 3 trục X, Y, Z. Cả ba trục chuyển động hòa hợp với nhau hay có quan hệ ràng buộc hàm số, (hình 1-9).

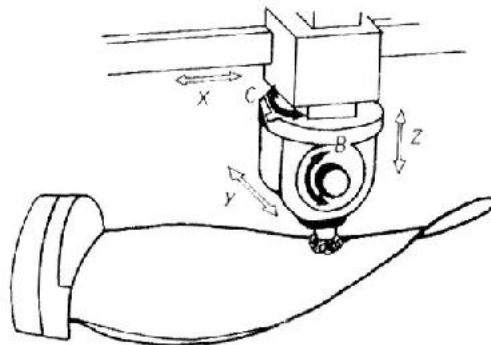
Ta thấy đường viền được gia công do cả 3 lượng chạy dao theo trục X, Y, Z tạo thành. Điều khiển đường viền 3D được ứng dụng để gia công các khuôn mẫu, gia công các chi tiết có bề mặt không phức tạp.



Điều khiển 4D (hình 1-10a) và điều khiển 5D (hình 1-10b): 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.



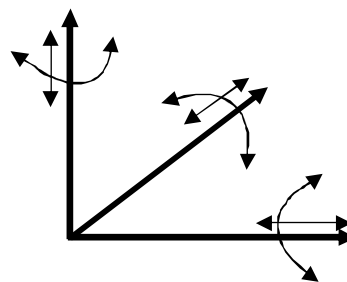
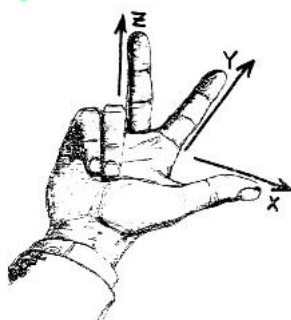
Hình 1-10a Điều khiển đường viền 4D.



Hình 1-10b Điều khiển đường viền 5D.

5. Hệ trục tọa độ 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 Descartes 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.

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

M (Machine Point): Chuẩn máy. Máy sẽ đo lường từ vị trí này đến các vị trí khác khi làm việc. Không thể thay đổi.

R (Reference Point): Chuẩn quy chiếu của máy, dùng để đóng kín không gian làm việc của máy. Không thể thay đổi.

T (Tool Offset): Chuẩn dao. Để xác định vị trí dao cắt sau khi đã lắp dao vào ổ dao. Không thể thay đổi.

W (Work Point): Chuẩn chi tiết. Dùng làm gốc của hệ tọa độ làm việc trong quá trình gia công. Có thể thay đổi theo ý muốn của người công nghệ. Chuẩn này chính là chuẩn công nghệ vì vậy phải được chọn trong không gian làm việc của máy.

P (Program Point): Chuẩn thảo chương. Dùng làm gốc của hệ tọa độ trong quá trình soạn thảo chương trình. Có thể thay đổi theo ý muốn của người lập trình. Chuẩn này nên trùng với chuẩn thiết kế trên bản vẽ chi tiết.

6. Các bước thực hiện gia công trên máy CNC

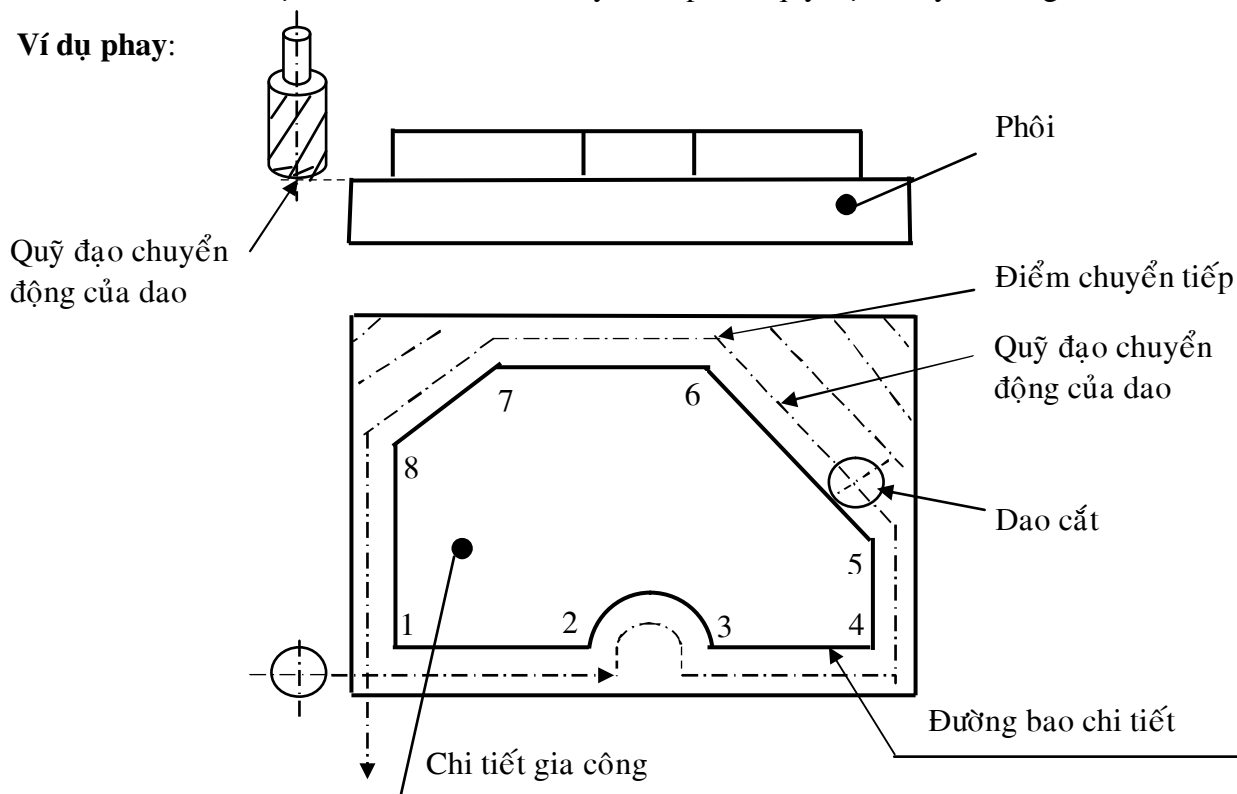
a) Nghiên cứu công nghệ gia công chi tiết

- 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.

b) 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.

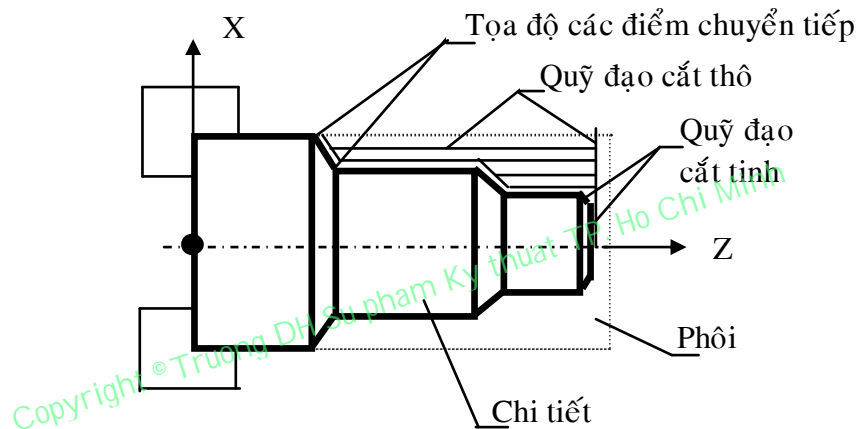
Ví dụ phay:



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.

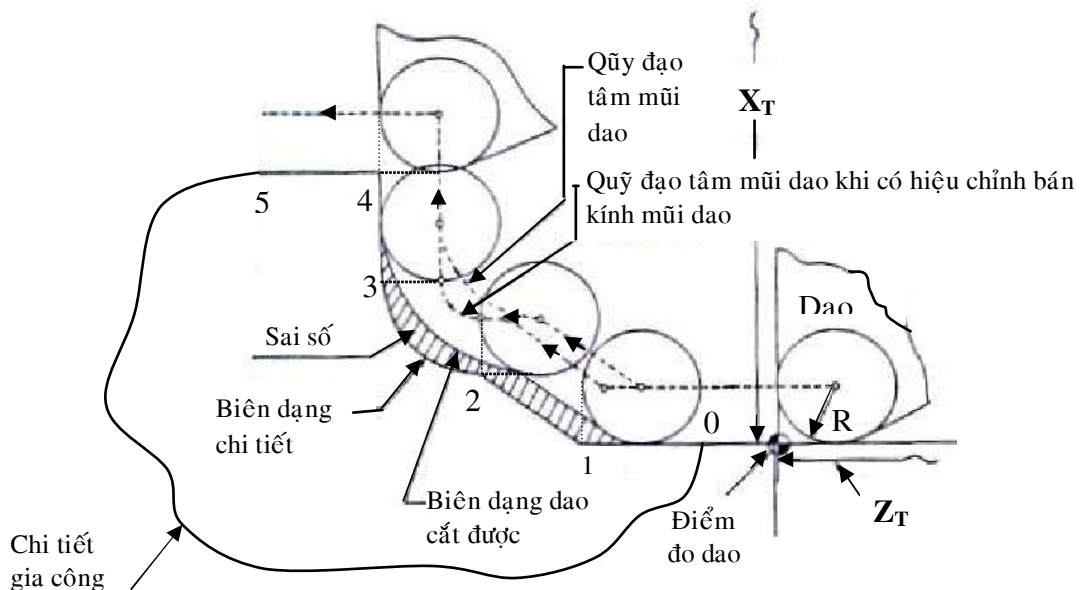
Đối với các bề mặt gia công phức tạp hơn (3D, 4D hoặc 5D) quỹ đạo chuyển động của dao phay phải được xác định nhờ trợ giúp của máy tính và các phần mềm chuyên dụng.

*** Ví dụ tiện:**



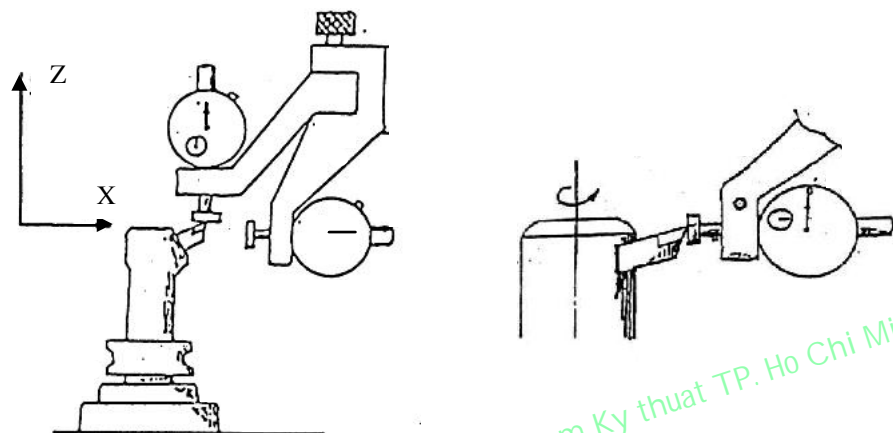
Dao tiện luôn luôn có bán kính cong R ở mũi dao. Để gia công chính xác, ta phải quan tâm đến kích thước này. Khi chương trình chỉ thị dao tiện đến tọa độ các điểm chuyển tiếp thì điểm đo dao sẽ đến các tọa độ đó, vì vậy khi gia công những đường cong hoặc nghiêng (không song song với hai chuyển động chạy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



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. Ví dụ một cơ cấu đo dao:



c) 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 :

- 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.

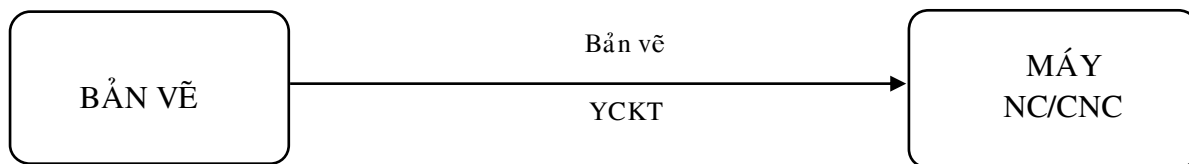
Phần lớn các phần mềm lập trình NC là sản phẩm của chính nhà sản xuất hệ điều khiển, thường cung cấp kèm theo máy CNC. Khả năng lập trình của những phần mềm này nói chung rất hạn chế. Phần lớn chỉ có khả năng lập trình cho những quỹ đạo cắt 2D; 2,5D đơn giản và chu trình gia công cơ bản.

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 ...



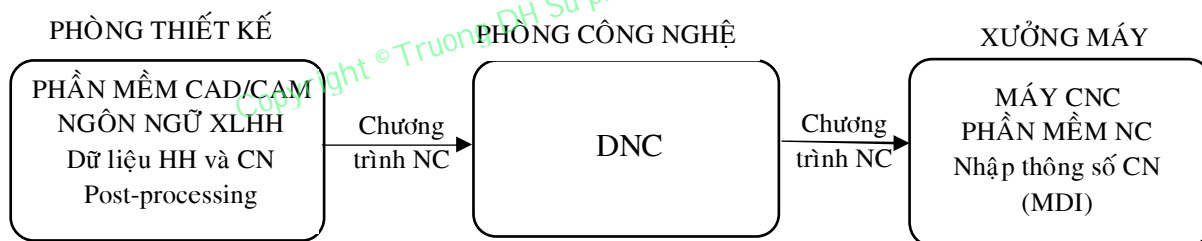
C₂. Nhập từ panel điều khiển theo chế độ MDI (Manual Data Input) trên máy CNC



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.

- 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.



d) 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.

e) 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:

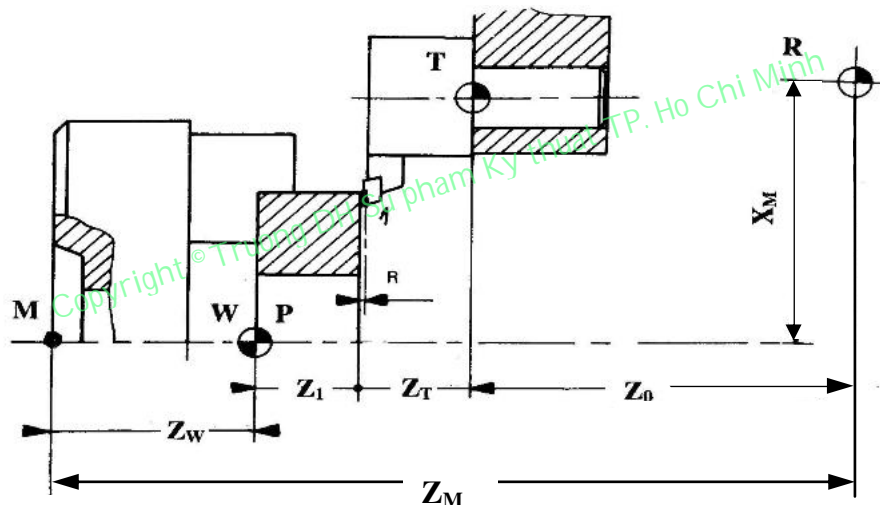
K_i - Các kích thước trong chuỗi kích thước công nghệ

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.

Ví dụ về mối quan hệ giữa các chuẩn trên hệ tọa độ máy tiện CNC:



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 khép 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.

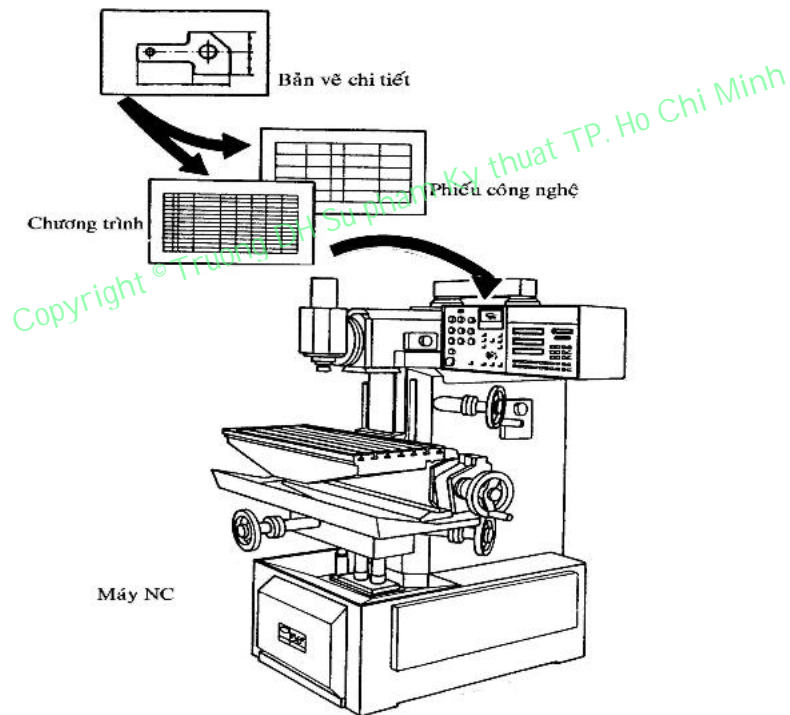
f) Gia công chi tiết trên máy CNC

- 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.

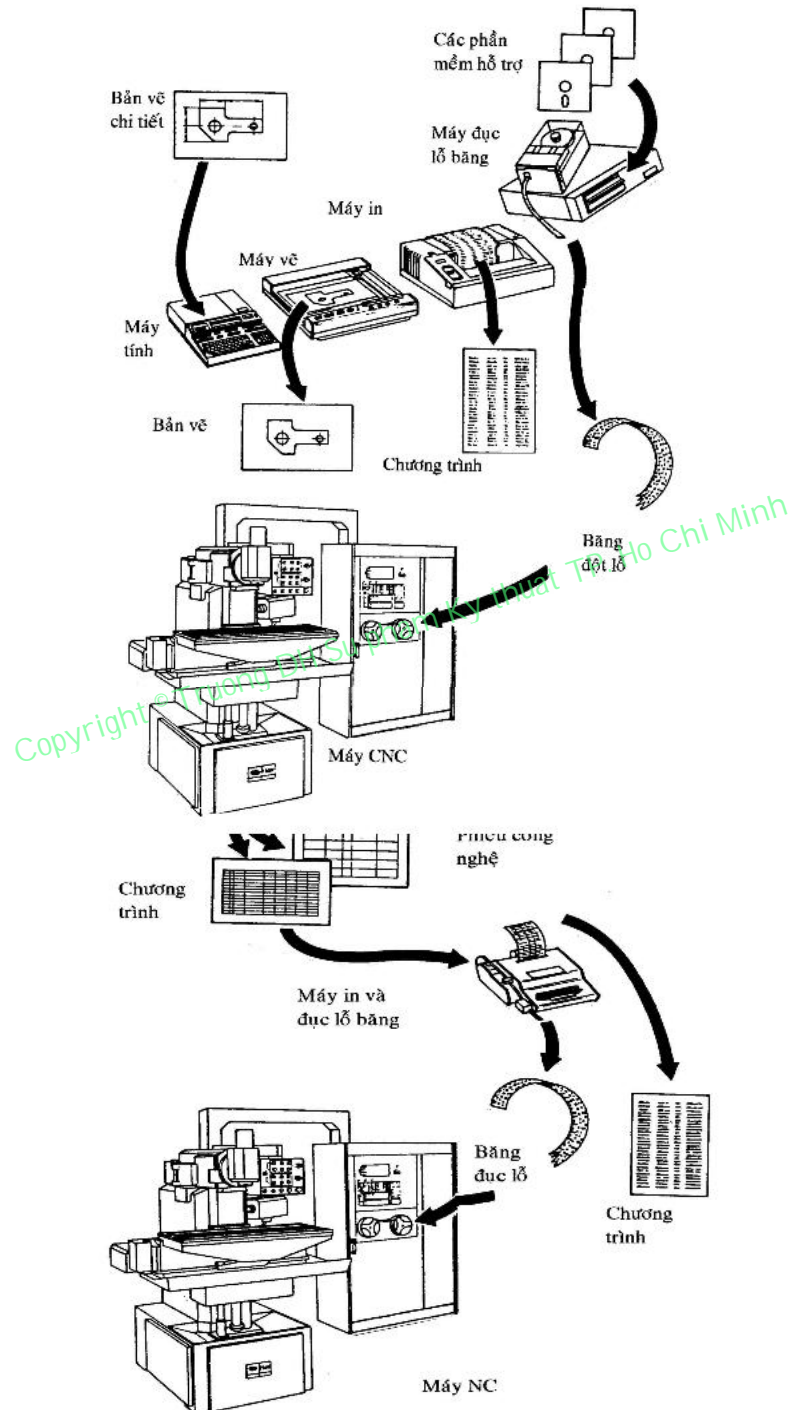
7. Hình thức tổ chức gia công trên máy CNC

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



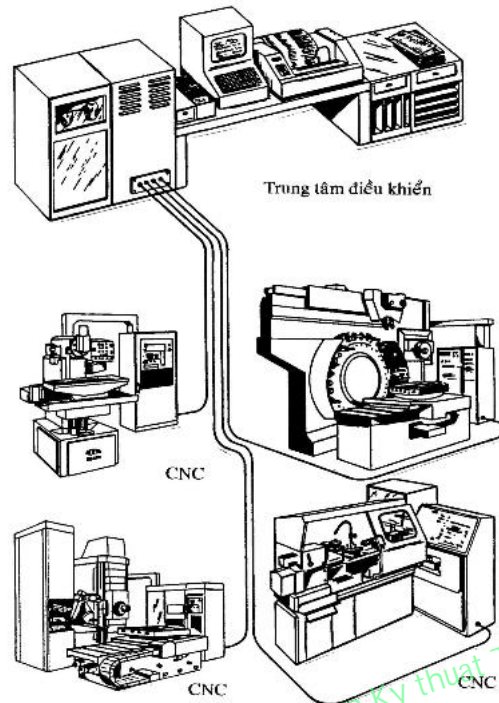
b) Lập trình thủ công, nhập chương trình bằng băng đục lỗ.

c) Lập trình tự động, nhập chương trình bằng băng đục lỗ.



Ba hình thức tổ chức trên thuộc thể hệ các máy NC cũ. Các thể hệ này chỉ có khả năng nhập dữ liệu qua cổng đọc băng.

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



Phương thức truyền thông phổ biến nhất hiện nay giữa máy NC/CNC và máy tính là sử dụng chuẩn truyền dữ liệu RS-232-C. Các thế hệ máy CNC mới đều được trang bị cổng giao tiếp này. Ngoài cổng RS-232-C, một số máy CNC còn được trang bị cả cổng đọc băng cho những trường hợp xử dụng cần thiết.

Giao diện DNC được sử dụng để kết nối máy CNC có cổng RS-232-C. Ngoài việc cho phép tải dữ liệu về máy CNC, giao diện DNC cho phép khả năng gửi thông tin từ máy CNC về máy tính chủ như chương trình gia công đã được kiểm tra và các thông tin liên quan khác như chương trình cài đặt dao, cài đặt chuẩn ...

Có thể kết nối trực tiếp máy CNC có cổng giao tiếp RS-232-C với hệ thống DNC không cần bất kỳ thiết bị giao tiếp ngoại vi nào. Tuy nhiên phương thức kết nối trực tiếp này có những hạn chế là không có khả năng truy xuất các chức năng điều khiển của mạng và không thể thực hiện các chức năng khác trong thời gian truyền dữ liệu với máy CNC kết nối trực tiếp.

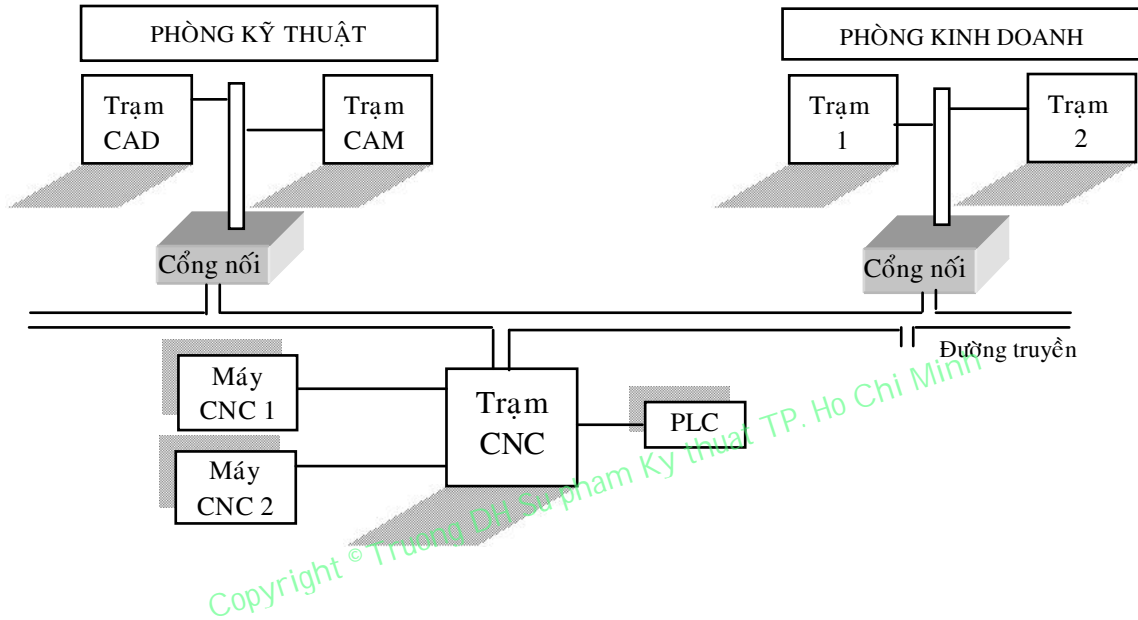
g) Lập trình tự động và điều khiển số phân phối

Để đạt được mạng truyền thông diện rộng, ngoài phương thức điều khiển trực tiếp trên (sử dụng một máy tính chủ), hiện nay người ta còn dùng mạng DNC. Mạng DNC là phương thức điều khiển số phân phối, có nghĩa sử dụng mạng máy tính để đạt được mạng truyền thông diện rộng trong xí nghiệp sản xuất. Hệ thống điều khiển DNC có khả năng điều khiển nhiều máy CNC với các chức năng:

- Quản lý chương trình
- Đảm bảo an toàn đối với việc truy nhập và hiệu chỉnh dữ liệu
- Phân phối dữ liệu hai chiều giữa các máy tính và máy CNC

- Khả năng tương thích với máy CNC của nhiều nhà sản xuất
- Khả năng quản lý dữ liệu về hệ thống dụng cụ, đồ gá
- Thu thập dữ liệu điều hành và quản lý
- Tích hợp với các hệ thống CAD/CAM

Ví dụ một cấu hình mạng DNC:



CHƯƠNG 2

LẬP TRÌNH THỦ CÔNG

(LẬP TRÌNH NC)

I. Cấu trúc chương trình NC

1. Địa chỉ lệnh
2. Lệnh
3. Khối lệnh

II. Phương thức lập trình

- Phương thức lập trình tuyệt đối
- Phương thức lập trình tương đối

III. Công nghệ lập trình phay NC

1. Cơ sở lập trình phay NC
2. Công nghệ lập trình phay NC
3. Lập trình NC với phần mềm phay mô phỏng
4. Ví dụ lập trình mô phỏng

IV. Công nghệ lập trình tiện NC

1. Cơ sở lập trình tiện NC
2. Công nghệ lập trình tiện NC
3. Lập trình NC với phần mềm tiện mô phỏng
4. Ví dụ lập trình mô phỏng

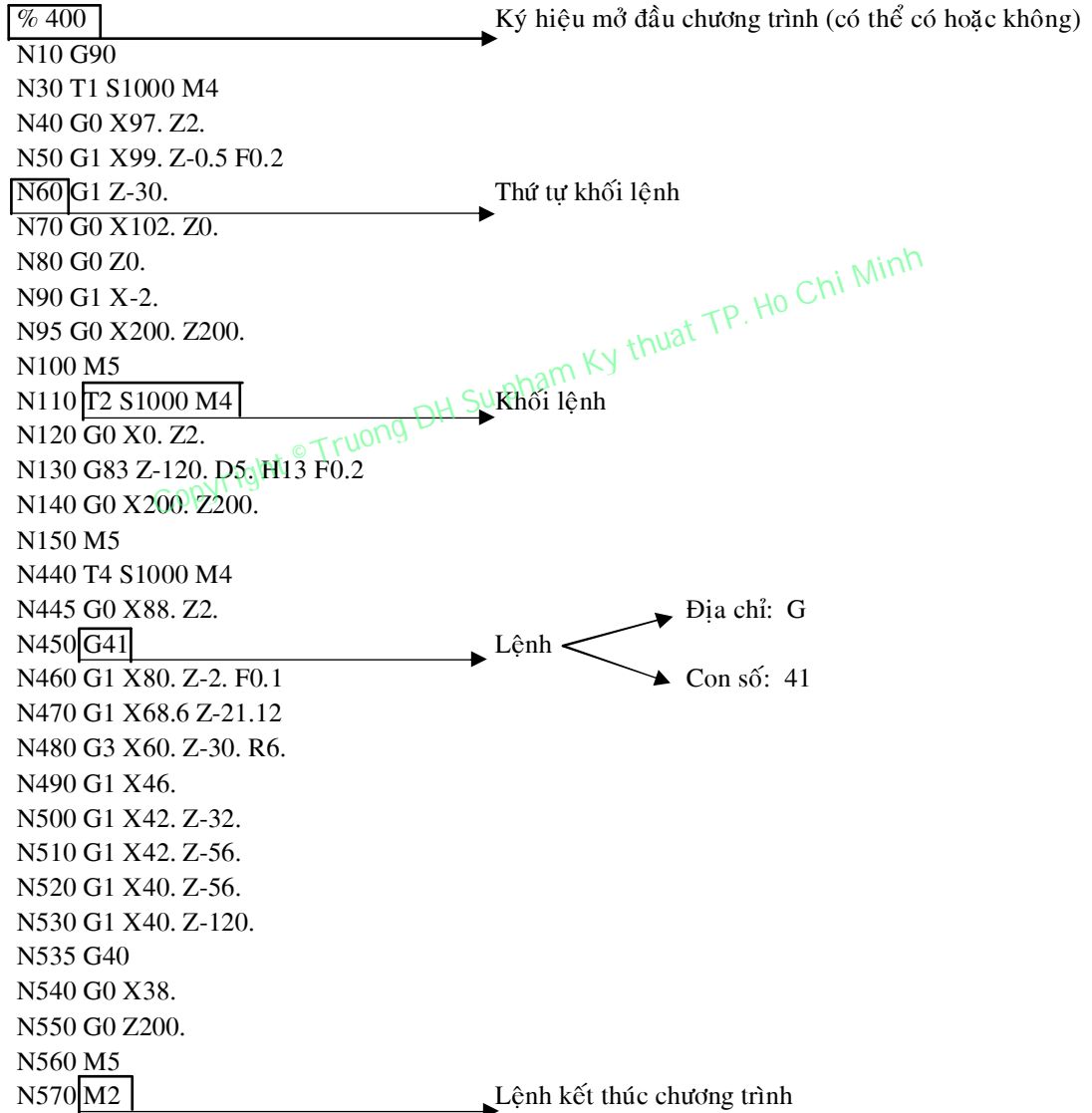
CHƯƠNG 2

LẬP TRÌNH THỦ CÔNG

I. Cấu trúc chương trình NC

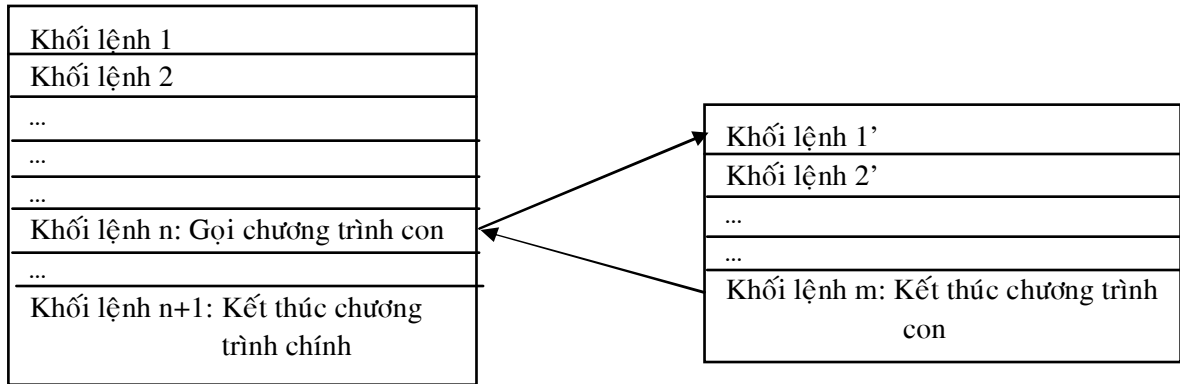
Một chương trình (Program) NC gồm nhiều khối lệnh (Block), một câu lệnh có thể có từ một lệnh đến nhiều lệnh (Word), một lệnh gồm một địa chỉ (Address) và những con số.

Ví dụ một chương trình:



Chương trình có hai loại: 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 tới chương trình con. Đến khi lệnh kết thúc chương trình con được khai báo, tiến trình điều khiển được trả về chương trình chính. Cấu trúc của hai loại chương trình này giống nhau, có nghĩa phải nhận biết được sự bắt đầu và kết thúc của chương trình.

Ví dụ:



1. Địa chỉ lệnh

Địa chỉ lệnh là tất cả các chữ cái, chỉ thị vị trí lưu trữ dữ liệu số theo sau.

Theo tiêu chuẩn ISO, địa chỉ lệnh có ý nghĩa sau:

- A - Định vị trí góc quay quanh trục X.
- B - Định vị trí góc quay quanh trục Y.
- C - Định vị trí góc quay quanh trục Z.
- D - Định vị trí góc quay quanh trục đặc biệt hoặc hiệu chỉnh dao.
- E - Định vị trí góc quay quanh trục đặc biệt.
- F - Tốc độ chạy dao (Feed).
- G - Chức năng chuẩn bị (Preparatory functions)
- H - Dự trữ
- I - Tọa độ X của tâm đường tròn hoặc bước ren trên trục X.
- J - Tọa độ Y của tâm đường tròn hoặc bước ren trên trục Y.
- K - Tọa độ Z của tâm đường tròn hoặc bước ren trên trục Z.
- L - Dự trữ.
- M - Chức năng phụ (Auxiliary Functions)
- N - Thứ tự câu lệnh.
- P, Q, R - Tham số
- U, V, W - Tọa độ phụ tương ứng chuyển động X, Y, Z
- S - Tốc độ vòng trục chính (Speed) hoặc tốc độ cắt.
- T - Dụng cụ cắt (Tool).
- X, Y, Z - Tọa độ theo các trục X, Y, Z.

2. Lệnh

Là tập hợp các ký tự (gồm một địa chỉ và những con số) cung cấp cho máy CNC một thông tin đầy đủ để chỉ thị một đại lượng điều khiển nhất định. Có bốn nhóm lệnh căn bản sau:

Nhóm lệnh thực hiện chức năng định vị trí và hình học

Bao gồm các địa chỉ:

A	B	C	D	E
I	J	K		
P	Q	R		
U	V	W		
X	Y	Z		

Các con số theo sau có khoảng từ 5 đến 7 số tùy theo khả năng và độ chính xác của mỗi máy, có thể là số dương (có hoặc không có dấu +), có thể là số âm (bắt buộc phải có dấu -) và có thể là số thập phân (lưu ý dấu phẩy phải dùng là dấu chấm).

Nhóm lệnh thực hiện chức năng công nghệ:

Đó là những lệnh về tốc độ chạy dao, tốc độ vòng và về dụng cụ cắt. Bao gồm các địa chỉ: F (feed) S (speed) T (tool)

Cách ghi những con số sau những địa chỉ F và S tùy thuộc khả năng công nghệ của mỗi loại máy CNC. Có máy ghi theo quy định, nhưng có máy ghi theo trị số thực. Hiện nay phần lớn các máy thế hệ mới đều ghi theo trị số thực. Đối với địa chỉ S, có thể là tốc độ vòng của trục chính (vòng/phút) nhưng cũng có thể là tốc độ cắt (m/phút). Đối với tốc độ chạy dao, có thể dùng (mm/phút) nhưng cũng có thể (mm/vòng).

Đối với địa chỉ T, những con số là do người lập trình đặt hoặc đã được quy định trên ổ dao, nhưng được phép đặt bao nhiêu con số thì do máy CNC và phần mềm quyết định.

Do đó khi dùng máy CNC nào ta phải tìm hiểu kỹ cách ghi các giá trị số sau các địa chỉ F, S, T.

Nhóm lệnh thực hiện chức năng chuẩn bị

Chuẩn bị thực hiện công việc nào đó, vì vậy thường không đứng một mình trong khối lệnh (trừ một số lệnh mang ý nghĩa kết thúc công việc hoặc bắt đầu một chuỗi công việc). Đó là địa chỉ G và những con số theo sau tùy thuộc khả năng công nghệ của mỗi máy CNC. Nhưng nói chung các lệnh chuẩn bị căn bản là giống nhau, ví dụ:

- Định vị trí với tốc độ nhanh	G0
- Nội suy đường thẳng	G1
- Nội suy đường tròn	G2, G3
- Mặt phẳng nội suy vòng	G17, G18, G19
- Hiệu chỉnh bán kính dao cắt	G41, G42

Thứ tự khối lệnh phải tăng dần, có thể tăng 1 đơn vị hoặc 5, 10 đơn vị.

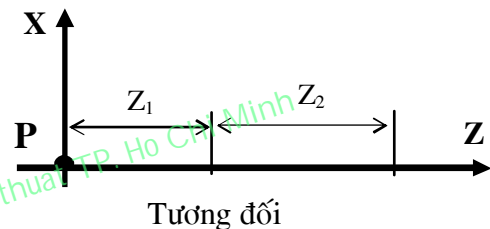
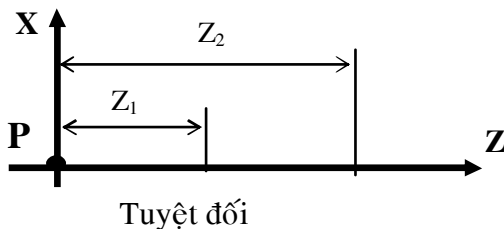
Trong khối lệnh, các lệnh có thể viết liền nhau hoặc giữa chúng có các khoảng trống. Khi đọc khối lệnh, hệ thống điều khiển không đọc khoảng trống. Một khối lệnh tối đa là 128 ký tự (kể cả khoảng trống).

II. Phương thức lập trình

Có hai phương thức lập trình:

- Phương thức lập trình tuyệt đối (Absolute dimensions): Là phương thức mà tất cả các vị trí được xác định từ chuẩn thảo chương.

- Phương thức lập trình tương đối (Relative or incremental dimensions): Là phương thức mà trong đó vị trí đầu tiên được xác định từ chuẩn thảo chương, vị trí tiếp theo được xác định từ vị trí trước đó và cứ tiếp tục như thế cho đến hết.



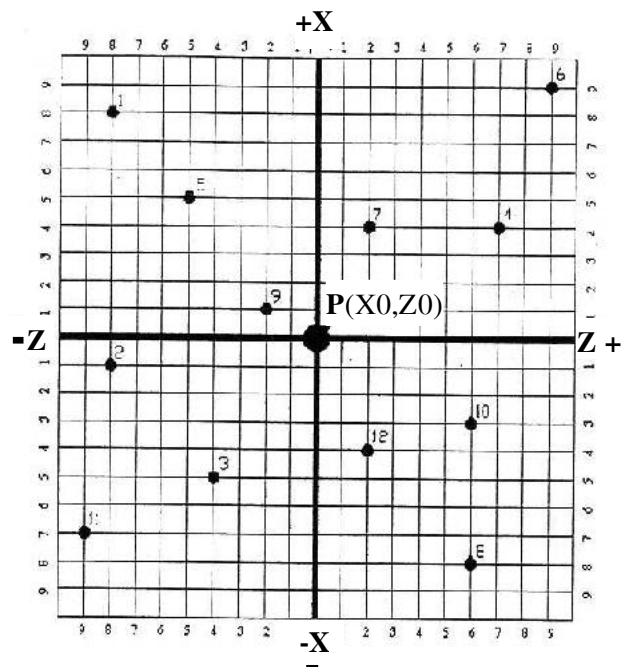
Cách chọn phương thức lập trình tùy thuộc vào độ chính xác và kích thước thiết kế trên bản vẽ chi tiết gia công.

Vị trí-Tọa độ		P → 1	1 → 2	2 → 3	3 → 4	4 → 5	5 → 6	6 → 7	7 → 8	8 → 9	9 → 10	10 → 11
Tọa độ tuyệt đối	Z	-8	-8	-4	7	-5	9	2	6	-2	6	-9
	X	8	-1	-5	4	5	9	4	-8	1	-3	-7
Tọa độ tương đối	Z	-8	0	4	11	-12	14	-7	4	-8	8	-15
	X	8	-9	-4	9	1	4	-5	-12	9	-4	-4

Ví dụ để tạo một biên dạng có 12 vị trí trong hệ tọa độ có hai trục tọa độ X và Z, ta chọn P là chuẩn để soạn thảo chương trình. Giả sử các vị trí được hình thành theo thứ tự từ 1 đến 12 thì bảng trên thể hiện tọa độ của các vị trí theo hai phương thức lập trình.

- Khi lập trình bằng phương thức tuyệt đối, mọi vị trí từ 1 đến 11 đều được xác định với chuẩn P đã chọn ban đầu.

- Khi lập trình bằng phương thức tương đối, mọi vị trí từ 1 đến 11 đều được xác định so với vị trí kế trước nó. Nhưng vị trí đầu tiên vẫn phải được xác định so với chuẩn P.



III. Công nghệ lập trình phay NC

1. Cơ sở lập trình phay NC

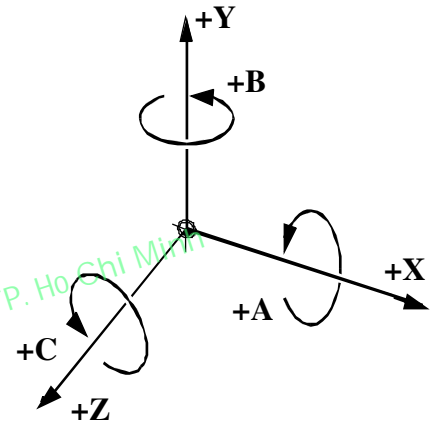
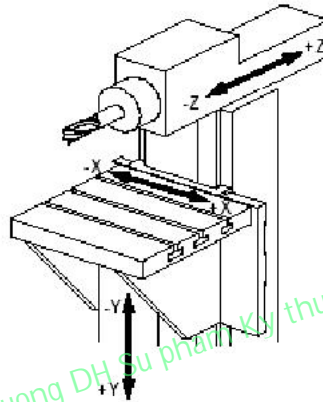
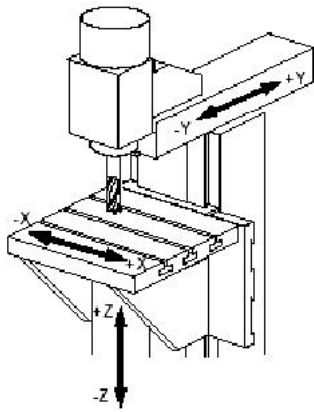
a) Máy phay CNC và các trục điều khiển

Có nhiều loại máy phay CNC khác nhau, từ loại đơn giản với ba trục tọa độ (máy phay CNC trục chính đứng và ngang) đến các trung tâm gia công nhiều trục (> 3 trục). Dưới đây là một số hình ảnh ví dụ về một số loại máy phay CNC (hình 2.1):

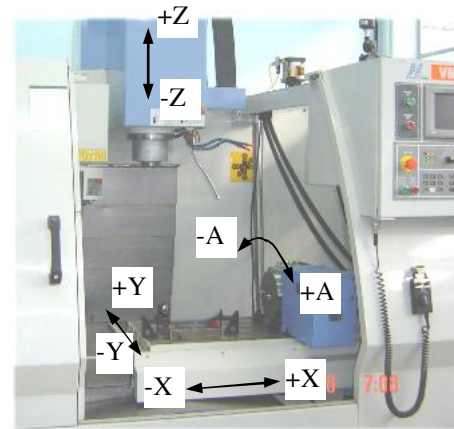
Máy phay CNC đứng

Máy phay CNC ngang

Hệ trục tọa độ trên máy phay



Trung tâm phay CNC 4 trục



Hình 2.1

Vấn đề quan trọng là phải xác định được chuyển động của các trục tọa độ trên máy cũng như mối quan hệ giữa chúng với hệ tọa độ được định nghĩa trên bộ điều khiển. Trong chương 1 đã trình bày hệ thống tọa độ sử dụng cho các loại máy NC/CNC và các phương pháp điều khiển, chương này chủ yếu trình bày kỹ thuật lập trình cho máy phay CNC đứng 3 trục.

b) Dao phay CNC

Về cơ bản dao phay CNC không khác dao phay truyền thống đã được học ở môn Công nghệ chế tạo máy. Máy CNC có một số đặc điểm ưu việt hơn máy công cụ truyền thống như tốc độ cao, độ chính xác cao, mức độ phức tạp của bề mặt gia công, khả năng tự

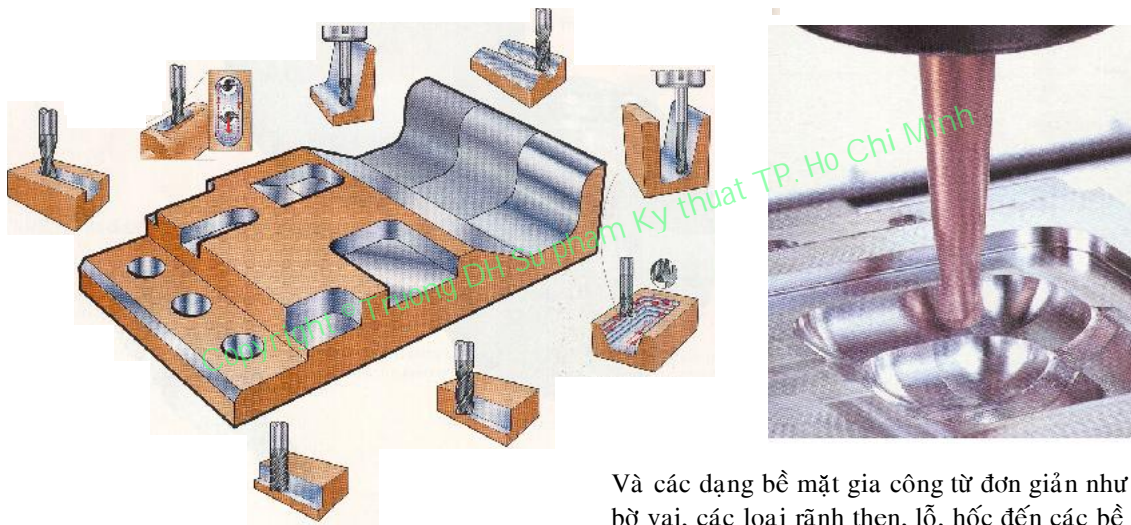
động ... như đã trình bày ở chương 1. Do vậy kết cấu cũng như chất lượng của dao phay CNC phải được nâng cao.

Hiện nay có rất nhiều công ty trên thế giới chuyên sản xuất dao và cho ra những sổ tay tra cứu rất hữu hiệu, thậm chí đã có những phần mềm tra cứu dao và chế độ cắt gọt một cách tự động khi ta thông báo chính xác vật liệu gia công, kích thước, hình dạng bề mặt gia công, cũng như chất lượng yêu cầu ...

Để lập trình phay, người công nghệ ngoài việc biết chọn hình dạng kết cấu, vật liệu dao cho hợp lý mà còn phải nắm chắc các thông số của dao (tooling parameters).

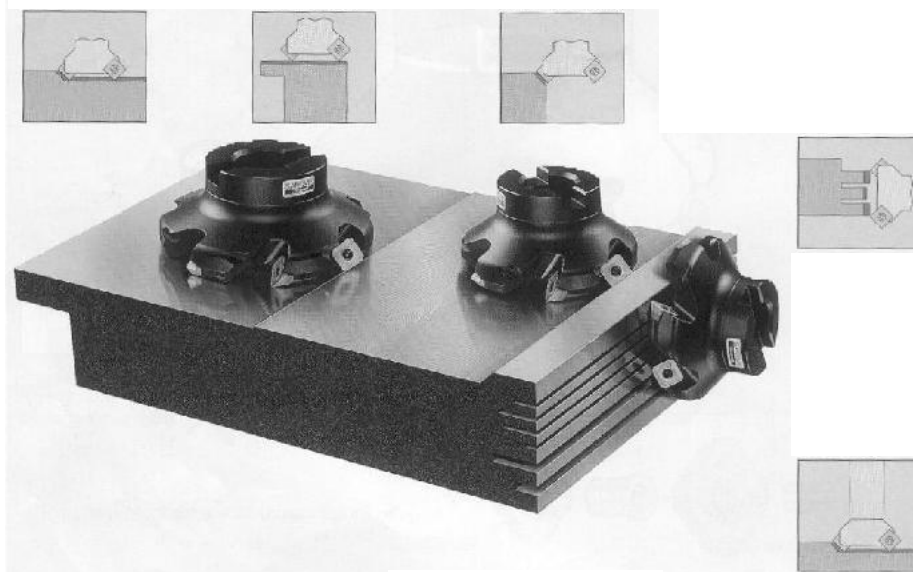
Dưới đây là một số hình ảnh ví dụ về các loại dao và các dạng bề mặt gia công (hình 2.2a và 2.2b):

- Các loại dao phay ngón: đầu bằng, đầu tròn



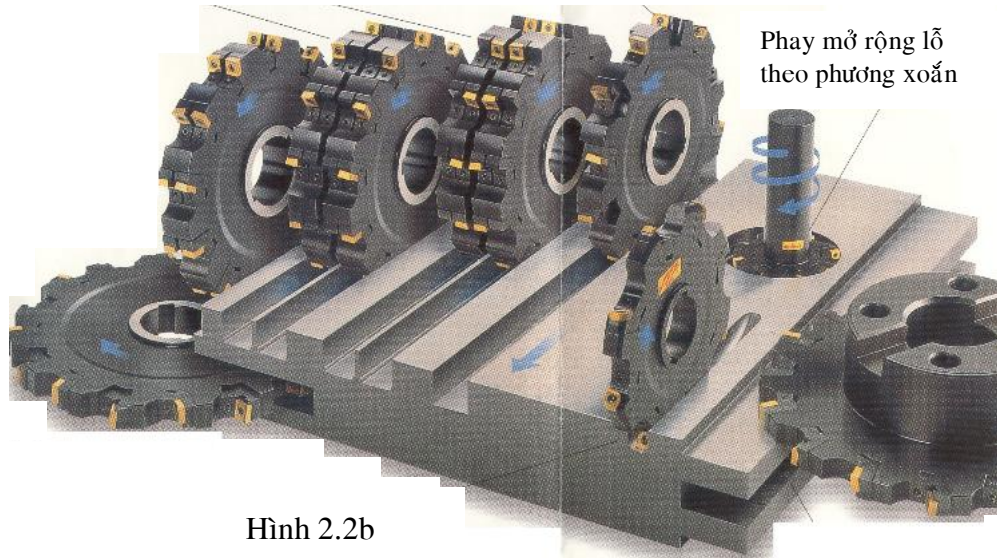
Và các dạng bề mặt gia công từ đơn giản như bờ vai, các loại rãnh then, lỗ, hốc đến các bề mặt định hình phức tạp trong không gian.

- Dao phay mặt đầu gia công mặt phẳng



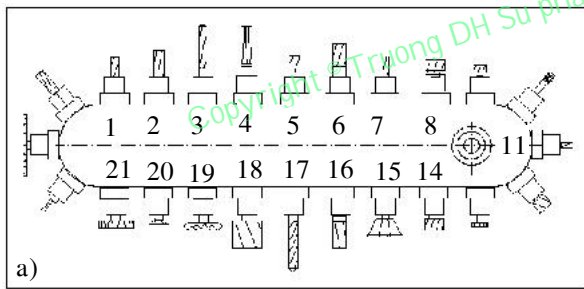
Hình 2.2a

- Các loại dao phay đĩa và dạng bề mặt gia công

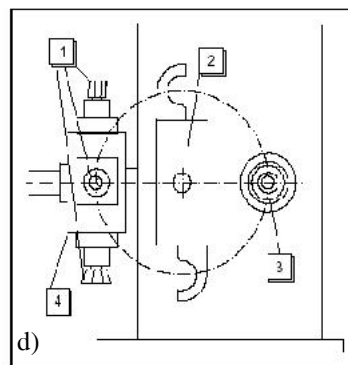
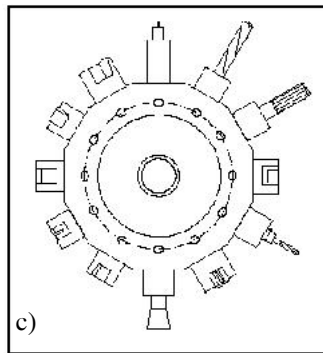


Hình 2.2b

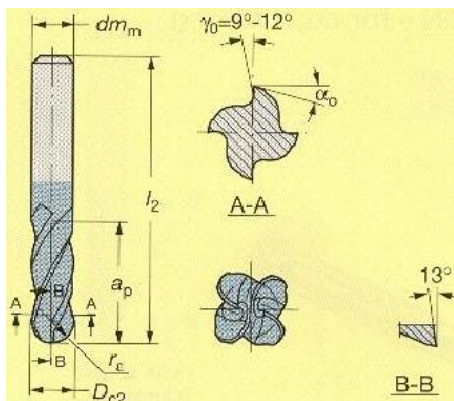
Thông số của dao bao gồm: Số hiệu dao (tương thích với số hiệu trên ổ chứa dao, hình 2.3); Kết cấu và thông số hình học phần cắt của dao (hình 2.4); Chiều dài hiệu chỉnh dao (hình 2.5).



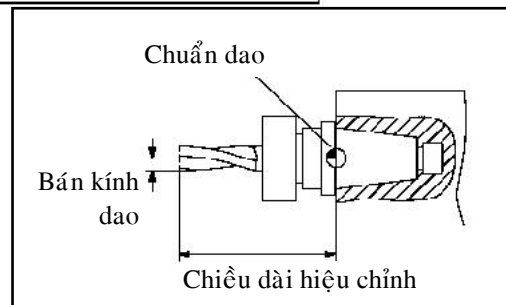
Hình 2.3
Một số loại ổ
chứa dao a, b, c
&
Tay máy thay
dao d.



- 1 Dao
- 2 Tay thay dao
- 3 Trục chính
- 4 Ổ chứa dao



Hình 2.4
Kết cấu và
thông số
hình học
phần cắt
của dao



Hình 2.5
Chiều dài, chiều dài làm việc và
chiều dài hiệu chỉnh dao

Thường để gia công một chi tiết cần sử dụng một vài dao cắt, trong đó mỗi dao có chiều dài hiệu chỉnh và đường kính khác nhau (hình 2.5). Do đó khi gia công, đối với mỗi dao, cần thực hiện hành trình tiến dao theo các phương khác nhau. Nếu lập trình tọa độ di chuyển theo chiều dài và đường kính mỗi dao, sẽ rất khó khăn và thực tế thực hiện không được.

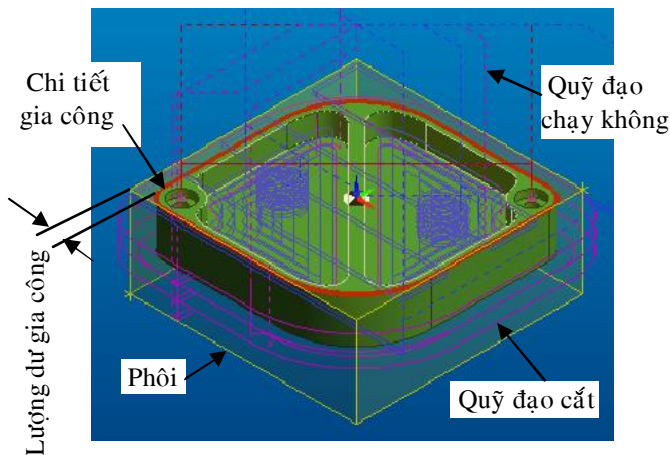
Để thuận tiện cho việc lập trình cũng như hiệu chỉnh chương trình, các hệ điều khiển CNC đều có chức năng lưu trữ giá trị chiều dài và bán kính dao (tool parameters). Điều này cho phép thực hiện việc gia công mà không cần thay đổi chương trình, ngay cả khi có sự thay đổi chiều dài và đường kính dao.

Giá trị chiều dài và đường kính dao được xác lập trên máy trong quá trình rà dao (trong bước điều chỉnh máy ở chương 1) và được lưu trữ trong bộ nhớ. Căn cứ giá trị thiết lập đã được lưu trữ, 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.

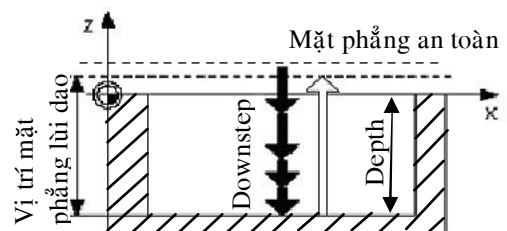
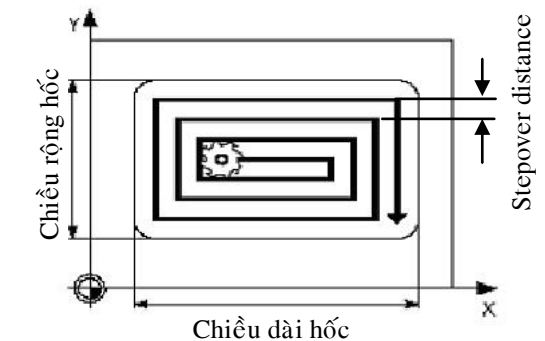
c) Thông số gia công (machining parameters)

Thông số gia công cơ bản cần được xác lập ở bước nghiên cứu chi tiết gia công và tiến trình công nghệ gia công trên máy CNC, bao gồm:

- Tốc độ trục chính (Spindle speed – vòng/phút)
- Tốc độ chạy dao theo phương X và Y (Feedrate – thường dùng mm/phút)
- Tốc độ chạy dao theo phương Z (Plunge feedrate - thường dùng mm/phút)
- Tốc độ cắt (cutting speed – m/phút)
- Chọn phôi (Stock) và lượng dư gia công (Stock allowance - mm) – Hình 2.6
- Thiết kế quỹ đạo cắt và quỹ đạo chạy không của dao (Toolpath) – Hình 2.6



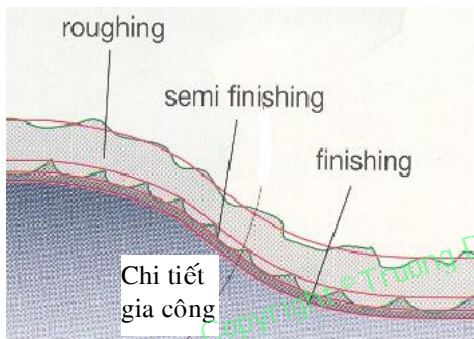
Hình 2.6
Mô tả phôi, chi tiết gia công và quỹ đạo cắt



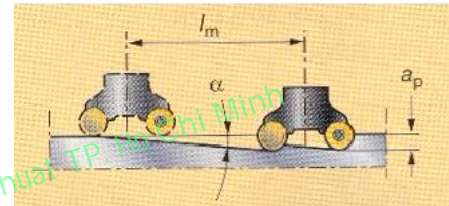
Hình 2.7
Mô tả phay hốc chữ nhật

- Chiều sâu cắt (Depth - mm) – Hình 2.7

- Chiều sâu ăn dao (Down step - mm) – Hình 2.7
- Bước chạy dao ngang (Stepover distance) – Hình 2.7
- Mặt phẳng gia công (Tool plane) – Hình 2.7
- Mặt phẳng an toàn (Clearance plane) – Hình 2.7
- Mặt phẳng lùi dao (Retract plane) – Hình 2.7
- Gia công thô (Roughing); Gia công bán tinh (Semi finishing); Gia công tinh (Finishing); Gia công bóng, trôn láng (Smooth) – Hình 2.8
- Phương pháp phay: Thuận (Conventional); Nghịch (Climb);
- Kiểu phay: Thẳng (Straight); Dốc (Ramping) – hình 2.9; Xoắn (Helical) – hình 2.10; Biên dạng (Profiling) – hình 2.11.

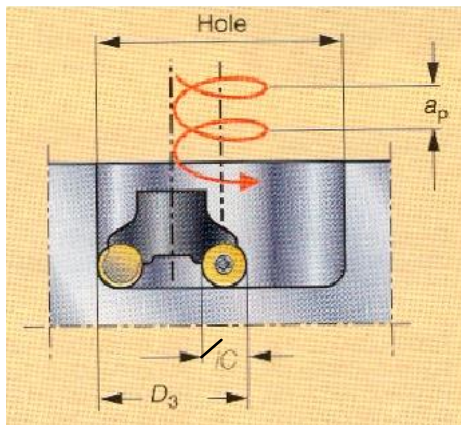


Hình 2.8

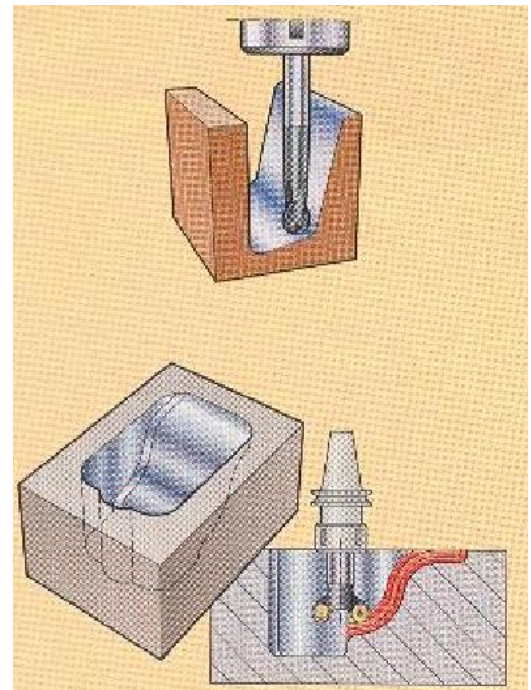


$$l_m = \frac{a_p}{\tan \alpha}$$

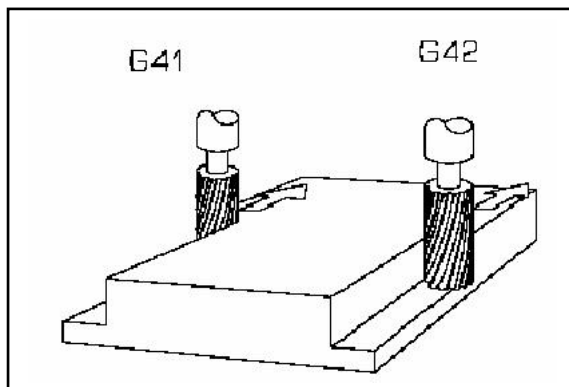
Hình 2.9



Hình 2.10



Hình 2.11



Hình 2.12

- Hiệu chỉnh bán kính dao (cutter compensation) Định nghĩa sự dịch chỉnh tâm dao so với quỹ đạo cắt. Sự dịch chỉnh bán kính dao sang trái, phải, hủy sự dịch chỉnh được xác lập bởi các từ lệnh tương ứng G41, G42 và G40 (hình 2.12).

2. Công nghệ lập trình phay NC

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:

a) Các lệnh lập trình cơ bản

- Lệnh di chuyển dao: G00, G01, G02, G03
- Lệnh về tọa độ và đơn vị kích thước: G90, G91, G20, G21
- Lệnh về hệ tọa độ: G17, G18, G19, G54 – G59, G92
- Lệnh về điểm tham chiếu: G28, G29, G30
- Lệnh về tốc độ chạy dao: F..., G94, G95, G96
- Lệnh về tốc độ trục chính: S..., G97, M03, M04, M05
- Lệnh chọn và thay dao: T..., M06
- Lệnh về các chức năng phụ: M00, M01, M02, M07, M08, M09, M30

b) Các lệnh lập trình bù trừ và dịch chỉnh 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. Trong giáo trình này, ta sử dụng thuật ngữ hiệu chỉnh dao, bao gồm:

- Hiệu chỉnh bán kính dao: G40, G41, G42
- Hiệu chỉnh chiều dài dao: G43, G44, G49

c) Các lệnh về chu trình gia công

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.

Có thể phân loại chu trình gia công thành ba nhóm:

- Chu trình cơ bản (standard cycles): G80, G81, G82, G83, G84, G85, G86, G87, G88, G89;
- Chu trình đặc biệt (special cycles): G71, G72, G73, G75, G76 ...;
- Chu trình ứng dụng (user-defined cycles);

Nhóm thứ nhất và nhóm thứ hai được nhà sản xuất hệ điều khiển cài đặt trực tiếp trên hệ thống, nhóm thứ ba gồm các chương trình macro biên soạn bởi người sử dụng và được lưu giữ trên bộ nhớ hệ điều khiển. Thông thường không có sự khác biệt về chu trình phay cơ bản giữa các hệ điều khiển, nhưng các chu trình gia công đặc biệt có thể rất khác nhau.

d) Các lệnh về lập trình 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.

e) Các chức năng lập trình nâng cao

Các chức năng này trợ giúp như phép lấy tỉ lệ, phép xoay, phép lấy đối xứng ... làm đơn giản công việc lập trình, giảm thời gian lập trình.

3. Lập trình NC với phần mềm phay mô phỏng

a) Giới thiệu tập lệnh của phần mềm

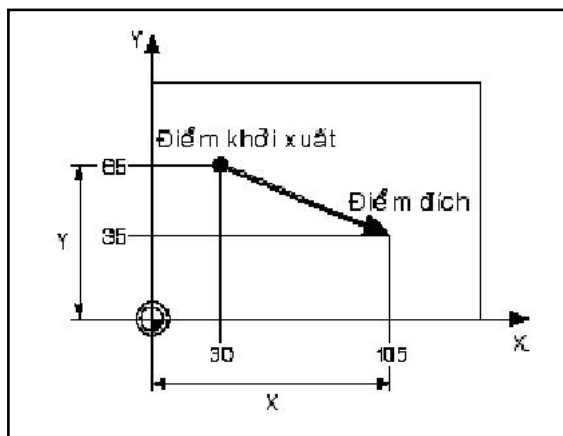
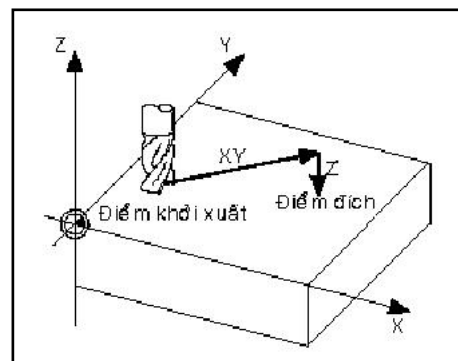
Các lệnh di chuyển dao

G00 Chạy dao nhanh (không cắt gọt)

Cấu trúc: **G00 X.. Y.. Z..**

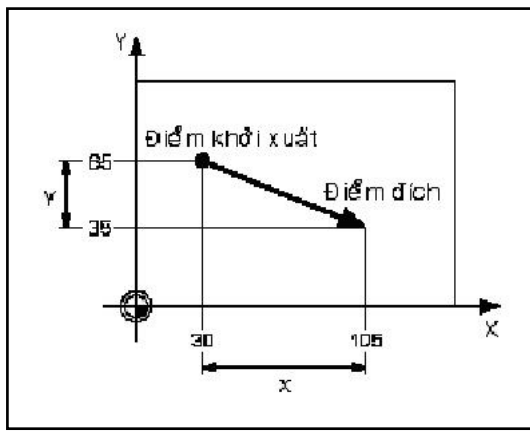
G00 U... V... W...

X/U... Y/V... Z/W... tọa độ điểm đích (U, V, W tọa độ tương đối cục bộ)



Ví dụ lập trình với tọa độ tuyệt đối:

```
N090 G00 X30 Y85  
N100 G00 Z12  
N110 G90  
N120 G00 X105 Y35 Z2
```



Ví dụ lập trình với tọa độ tương đối:

N090 G00 X30 Y85

N100 G0 Z12

N110 G91

N120 G00 X75 Y-50 Z-10

hoặc: N090 G00 X30 Y85

N100 G0 Z12

N110 G00 U75 V-50 W-10

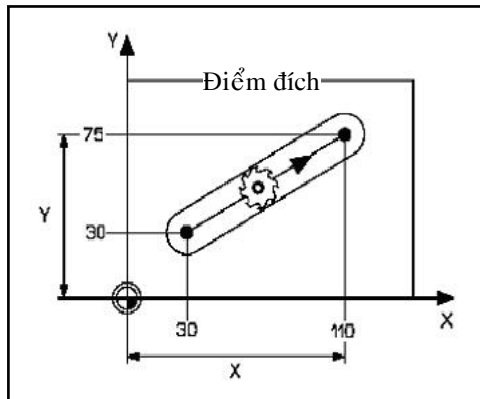
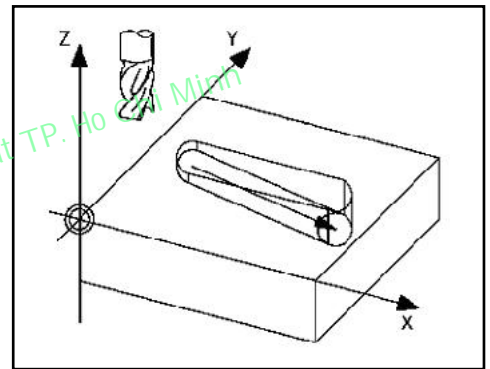
Lưu ý : đối với phay CNC, khi lập trình G00 nên lập trình chạy X và Y riêng trong một khối lệnh trước và sau đó mới đến khối lệnh chạy Z.

G01 Nội suy đường thẳng

Cấu trúc: **G01 X... Y... Z... F...**

G01 U... V... W... F...

X/U... Y/V... Z/W... tọa độ
điểm đích (U, V, W tọa độ
tương đối cục bộ)



Ví dụ lập trình với tọa độ tuyệt đối:

N085 G90

N090 G00 X30 Y30

N095 G00 Z2

N100 G01 Z-6

N105 G01 X110 Y75

Ví dụ lập trình với tọa độ tương đối:

N085 G00 X30 Y30

N090 G00 Z2

N095 G91

N100 G01 Z-8

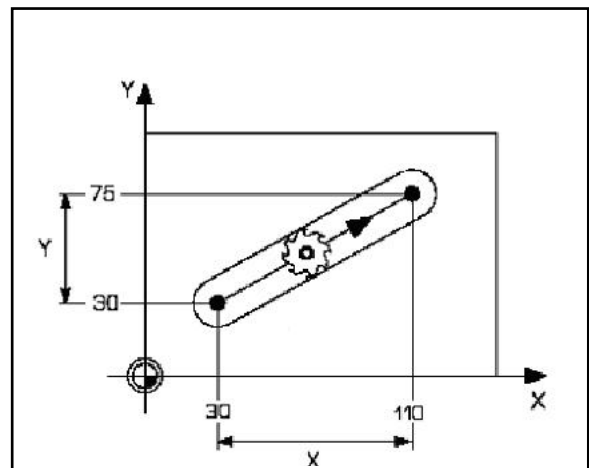
N105 G01 X80 Y45

hoặc: N085 G00 X30 Y30

N090 G00 Z2

N100 G01 W-8

N105 G01 U80 V45



G02 Nội suy cung tròn theo chiều kim đồng hồ

G03 Nội suy cung tròn theo chiều ngược kim đồng hồ

Cấu trúc:

$$\begin{matrix} G2 \\ G3 \end{matrix} \left\{ \begin{matrix} X/U.. Y/V.. \\ Y/V.. Z/W.. \\ Z/W.. X/U.. \end{matrix} \left(\begin{matrix} I.. J.. \\ J.. K.. \\ K.. I.. \end{matrix} \right) \left(R.. \right) F.. \right\}$$

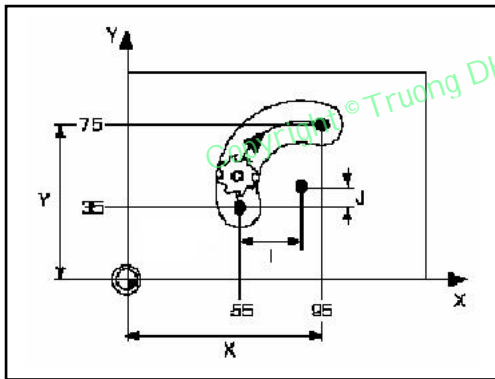
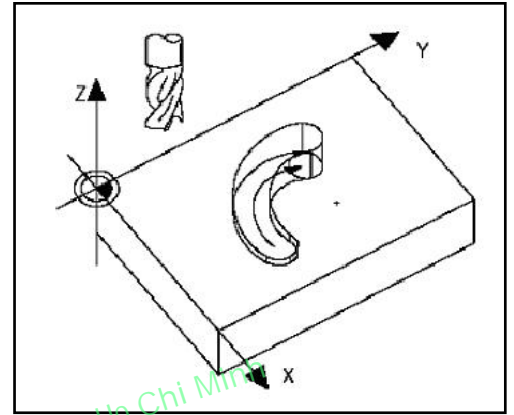
X/U... Y/V... Z/W... : tọa độ điểm đích

I... J...: Tọa độ tâm của cung tròn được tính tương đối so với điểm khởi xuất của cung

R... : bán kính cung tròn

[] : hoặc

Lưu ý: Nội suy cung tròn chỉ thực hiện trong mặt phẳng.



Ví dụ lập trình tọa độ tuyệt đối:

N085 G90
 N090 G00 X55 Y35
 N095 G00 Z2
 N100 G01 Z-5
 N105 G02 X95 Y75 I30 J10

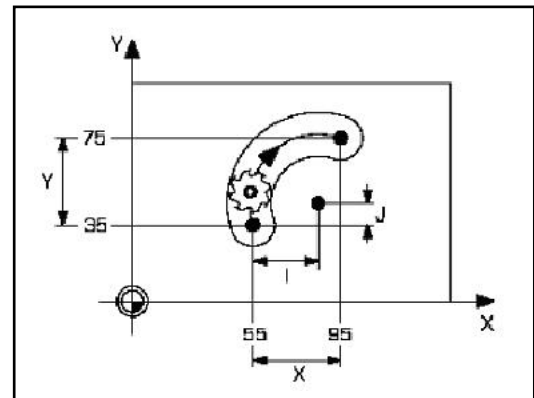
hoặc: N085 G90
 N090 G00 X55 Y35
 N095 G00 Z2
 N100 G01 Z-5
 N105 G02 X95 Y75 R30

Ví dụ lập trình tọa độ tương đối:

N090 G00 X55 Y35
 N095 G00 Z2
 N100 G91
 N105 G01 Z-7
 N110 G02 X40 Y40 I30 J10

hoặc: N090 G00 X55 Y35
 N095 G00 Z2
 N100 G91
 N105 G01 Z-7
 N110 G02 X40 Y40 R30

hoặc: N090 G00 X55 Y35
 N095 G00 Z2
 N105 G01 W-7
 N110 G02 U40 V40 R30



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 như những ví dụ về các lệnh di chuyển dao ở trên.

Định nghĩa mặt phẳng gia công theo lệnh kích thước chỉ có tác dụng trong khối lệnh, nhưng định nghĩa mặt phẳng gia công bằng lệnh có tác dụng cho nhiều khối lệnh hoặc cả chương trình.

Lệnh về chương trình con và vòng lặp

G22 Gọi chương trình con

Cấu trúc: **G22 A.. H..**

A – Số khối lệnh bắt đầu chương trình con.

H – Số lần lặp lại chương trình con

Ví dụ chương trình chính:

N085 G90
N090 G00 X55 Y35
N095 G00 Z2
N100 G22 A5000 H12
N105 G00 Z200
....
N300 M2 (kết thúc chương trình chính)

Ví dụ chương trình con:

N5000 G82 Z-10 F50
N5010 G0 U10
....
N5100 M99 (kết thúc chương trình con)

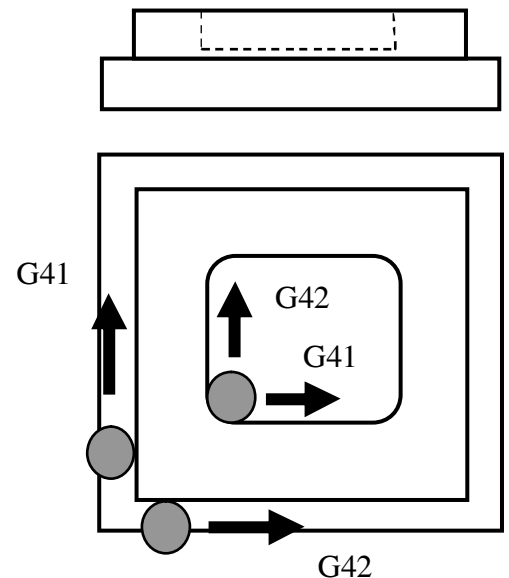
Lệnh về hiệu chỉnh bán kính dao

G40 Kết thúc hiệu chỉnh bán kính dao

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

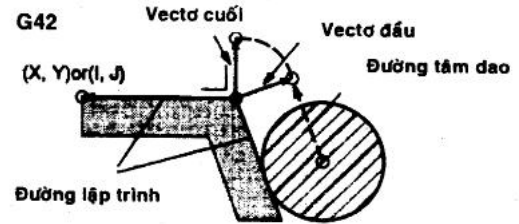
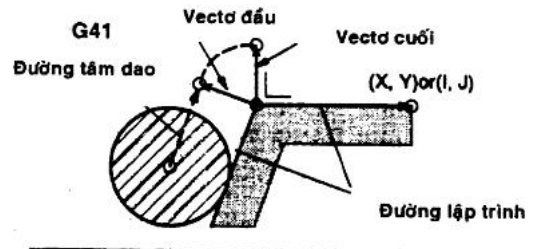
G42 Hiệu chỉnh bán kính dao phải
(dao di chuyển bên phải quỹ đạo cắt)

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.

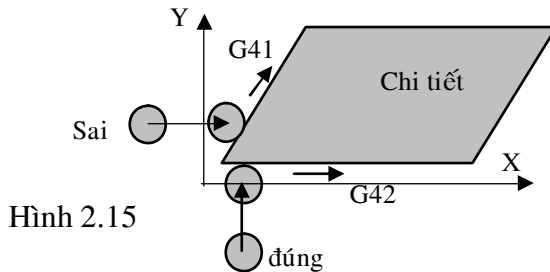


Các lệnh hiệu chỉnh bán kính dao tạo lập vectơ bù trừ vuông góc với quỹ đạo cắt và có độ lớn bằng bán kính dao (hình 2.14).

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 2.15).



Hình 2.14



Hình 2.15

Để trở về quỹ đạo cắt là tâm dao cần hủy bỏ chế độ hiệu chỉnh bán kính dao bằng lệnh G40.

Lệnh về chu trình phay

G72 Chu trình phay hốc chữ nhật

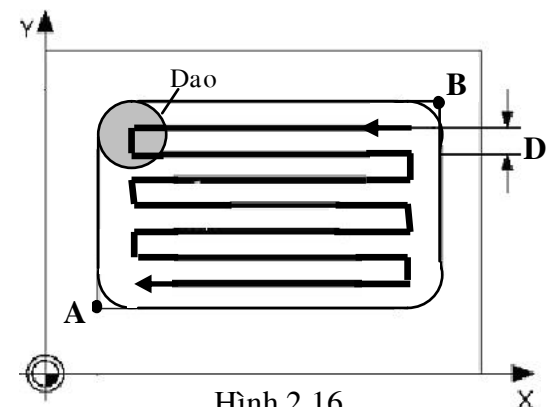
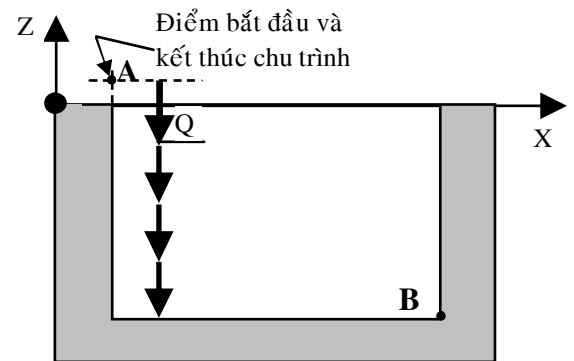
Cấu trúc: G72 X.. Y.. Z.. D.. Q.. F..

X.., Y.., Z..	Tọa độ điểm B
D	Trị số dịch dao ngang
Q	Trị số dịch dao đứng
F	Tốc độ chạy dao dọc

A – Điểm bắt đầu và kết thúc chu trình phay hốc chữ nhật là tâm và mặt đầu dao. Khi thực hiện chu trình phay, tâm dao sẽ tự dịch chỉnh. Trị số dịch dao đứng tự động điều chỉnh giảm dần đến đáy hốc. Hốc chữ nhật yêu cầu phải có cung bo bằng bán kính dao (hình 2.16).

Chỉ thực hiện chu trình phay hốc chữ nhật khi kích thước của hốc phải lớn hơn hoặc bằng hai lần đường kính dao.

Để thực hiện phay hốc phải định vị trí tâm và mặt đầu dao tại vị trí A bằng lệnh di chuyển dao nhanh, sau đó thực hiện chu trình phay hốc.



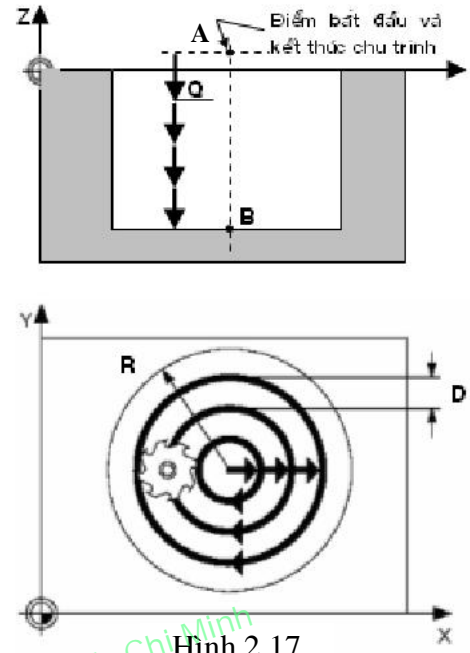
Hình 2.16

G75 Chu trình phay hốc tròn

Cấu trúc: G75 X.. Y.. Z.. R.. D.. Q.. F..

- X.., Y.., Z.. Tọa độ điểm B
- R.. Bán kính hốc
- D.. Trị số dịch dao ngang
- Q.. Trị số dịch dao đứng
- F.. Tốc độ chạy dao

A – Điểm bắt đầu và kết thúc chu trình phay hốc tròn (hình 2.17). Mọi yêu cầu thực hiện chu trình phay hốc tròn cũng giống chu trình phay hốc chữ nhật, chỉ khác bán kính dao phải nhỏ hơn bán kính R của hốc.



Hình 2.17

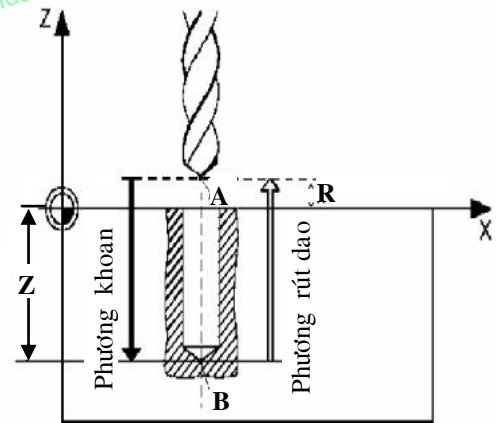
G80 Kết thúc chu trình khoan lỗ

G82 Chu trình khoan lỗ không sâu

Cấu trúc: G82 X.. Y.. Z.. R.. P.. F..

- X.. Y.. Z.. Tọa độ điểm B
- R.. Khoảng cách an toàn
- P.. Thời gian dừng (giây)
- F.. Tốc độ chạy dao

A – Điểm bắt đầu và kết thúc chu trình khoan lỗ. P - Thời gian dừng tịnh tiến khi dao khoan lỗ đến tọa độ điểm B, sau đó tự động rút dao về điểm A (hình 2.18).



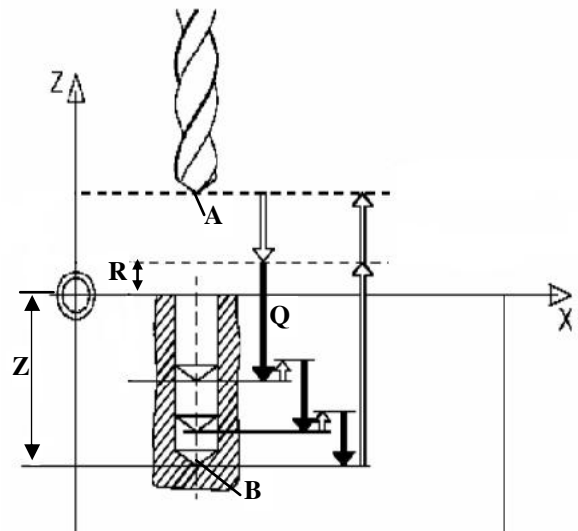
Hình 2.18

G83 Chu trình khoan lỗ sâu

Cấu trúc: G83 X.. Y.. Z.. R.. Q.. P.. F..

- X.. Y.. Z.. Tọa độ điểm B
- R.. Khoảng cách an toàn
- Q.. Trị số dịch dao đứng
- F.. Tốc độ chạy dao

A – Điểm bắt đầu và kết thúc chu trình khoan lỗ sâu. Trị số dịch dao đứng Q tự động điều chỉnh giảm dần đến đáy lỗ (hình 2.19).



Hình 2.19

- G90** Phương thức lập trình tuyệt đối
- G91** Phương thức lập trình tương đối
- G92** Dịch chuyển chuẩn thảo chương

Cấu trúc: **G92 X.. Z..**

X.. Z.. Tọa độ cần dịch chuyển tới

- G94** Tốc độ chạy dao phút (mm/phút).
- G95** Tốc độ chạy dao vòng (mm/vòng).

Các lệnh chức năng công nghệ

F.. Lệnh khai báo tốc độ chạy dao (trị số tùy theo đơn vị khai báo: mm/phút hoặc mm/vòng)

S.. Lệnh khai báo tốc độ vòng trục chính (vòng/phút)

T.. Lệnh gọi dao (trị số quy định từ 1 đến 12)

Lệnh S.. và T.. khai báo chung trong một khối lệnh (trường hợp thay dao bằng tay) cùng với chiều quay trục chính.

Cấu trúc: **T.. S.. M..** (trong đó M... chỉ chiều quay trục chính)

Các lệnh chức năng phụ

- M2** Kết thúc chương trình chính
- M3** Chiều quay trục chính theo kim đồng hồ
- M4** Chiều quay trục chính theo ngược kim đồng hồ
- M5** Dừng trục chính
- M8** Mở tưới trơn
- M9** Tắt tưới trơn
- M99** Kết thúc chương trình con

b) Một số quy định của phần mềm phay mô phỏng

Số thứ tự khối lệnh

- N1 đến N4999 Số thứ tự khối lệnh trong chương trình chính
- N5000 đến N9999 Số thứ tự khối lệnh trong chương trình con.

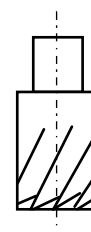
Thư viện dao phay

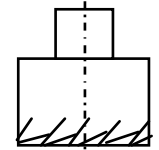
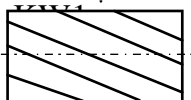
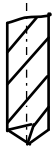

Phần mềm quy định thay dao bằng tay và sử dụng dao trong thư viện phần mềm như sau: - Dao phay ngón: Φ8 Mã khai báo: KN1

Φ10 KN2

Φ12 KN3

Φ20 KN4



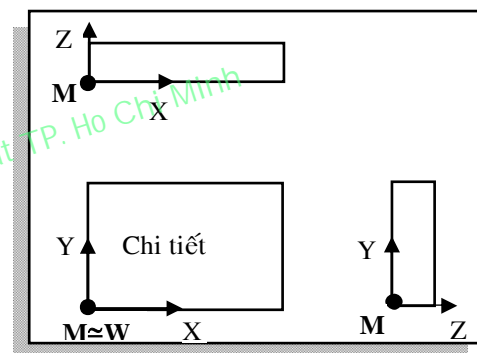
- Dao phay mặt đầu	Φ25	Mã khai báo:	KS1	
	Φ30		KS2	
- Dao phay trụ	Φ30	Mã khai báo:		
	Φ34		KW2	
- Mũi khoan	Φ5	Mã khai báo:	KB1	
	Φ8		KB2	
	Φ12		KB3	
	Φ20		KB4	
- Mũi khoan tâm	Φ4 ÷ Φ8	Mã khai báo:	KB5	

Chuẩn máy M

Trên màn hình mô phỏng của phần mềm thể hiện 3 hình chiếu với chuẩn chi tiết trùng chuẩn máy. Như vậy khi làm việc với phần mềm ta chỉ cần khai báo vị trí chuẩn thảo chương so với chuẩn chi tiết.

Trình tự làm việc với phần mềm phay mô phỏng

- Khởi động phần mềm\ Vào tập tin **Adimill.bat**\ Nhập ngày... **Datum...**; tên người soạn thảo chương trình **Name** và mã số chương trình **Kurs\ F2 Start**: mở ra “Thực đơn chính” (trên lưu đồ là đường nét đậm)



- Chuẩn bị chương trình NC: Nếu chưa có chương trình, nhập chương trình vào phần mềm, theo đường dẫn sau: “Thực đơn chính” \ **F2 Editor** \ **F2 Edit**

Đã có chương trình lưu trong đĩa với tên tập tin “*.mil”, mở chương trình theo đường dẫn sau: “Thực đơn chính” \ **F3 Datei** \ **F3 Laden** \ **F3 Hauprp** (nếu là chương trình chính) \ **F3 Unterp** (nếu là chương trình con). Như vậy chương trình chính và chương trình con phải lưu ở hai tập tin riêng biệt.

- Khai báo các thông số công nghệ như: Từ lệnh dao (**T...**) cho từng bước công nghệ (nhập ký hiệu theo quy định của thư viện dao); Kích thước phôi (**LX** - chiều dài theo phương X, **LY** - chiều rộng theo phương Y, **LZ** - chiều cao theo phương Z) và độ lệch của chuẩn thảo chương P so với chuẩn chi tiết W theo từng phương (**OX** - lệch theo phương X, **OY** - lệch theo phương Y, **OZ** - lệch theo phương Z).

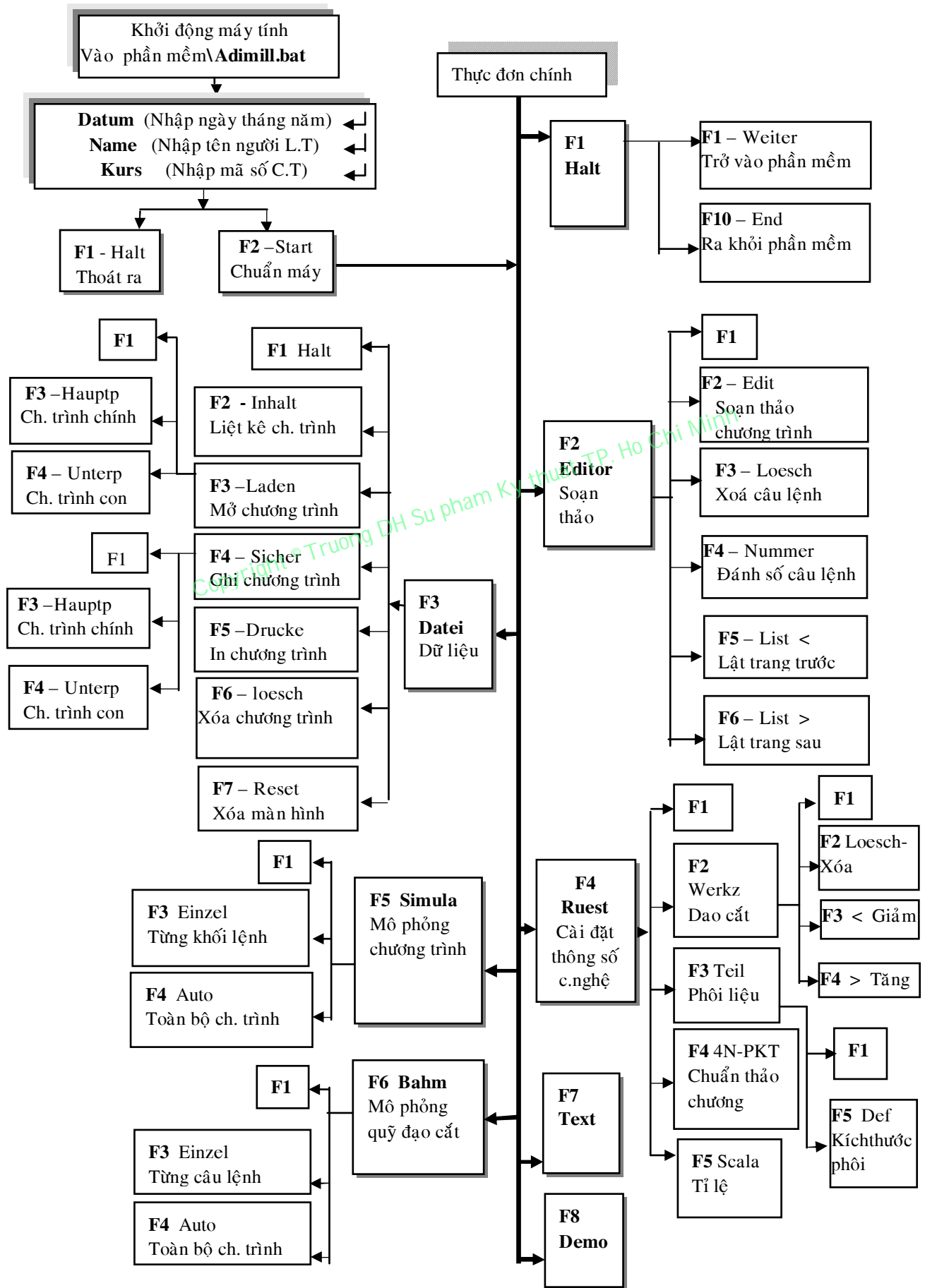
Khai báo từ lệnh dao: “Thực đơn chính” \ **F4 Ruest** \ **F2 Werkz**

Khai báo phôi : “Thực đơn chính” \ **F4 Ruest** \ **F3 Teil** \ **F5 Def**

Khai báo chuẩn thảo chương : “Thực đơn chính” \ **F4 Ruest** \ **F4 4N-PKT**

- Mô phỏng chương trình: “Thực đơn chính” \ **F5 Simula** \ **F4 Auto** hoặc **F3 Einzel** (F4 chạy toàn bộ chương trình; F3 chạy từng khối lệnh của chương trình).

Lưu đồ thực hiện phần mềm phay mô phỏng CNC



4. Ví dụ lập trình NC với phần mềm phay mô phỏng (bản vẽ số 12 - Phụ lục 2)

Bước 1: • Nghiên cứu chi tiết gia công, chọn phôi vật liệu mica với kích thước:

$$L_x = 100 \quad (\text{Chiều dài})$$

$$L_y = 70 \quad (\text{Chiều rộng})$$

$$L_z = 15 \quad (\text{Chiều cao})$$

• Vạch trình tự bước công nghệ, chọn dao, chế độ cắt và lệnh như sau:

- Phay các hốc chữ nhật bằng dao phay ngón N2 : T1, F100, S2000

- Khoan 7 lỗ bằng dao phay ngón N1 : T2, F80, S2200

• Gá đặt và chọn chuẩn thảo chương theo sơ đồ bên. Lệch chuẩn (P-W) theo các phương như sau:

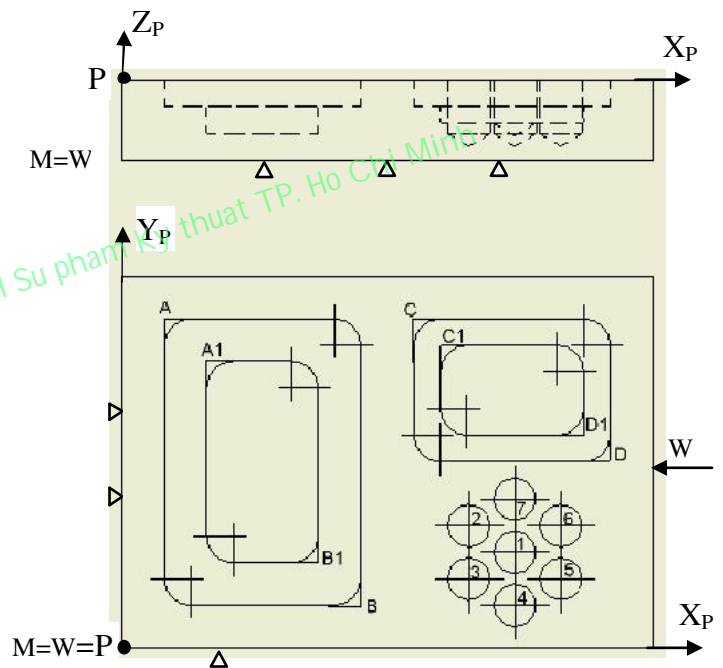
$$0X = 0.000$$

$$0Y = 0.000$$

$$0Z = 15.000$$

• Lập phiếu nguyên công

(xem mẫu phụ lục 2)



Bước 2: Thiết kế quỹ đạo cắt. Quỹ đạo cắt là điểm tâm và mặt đầu dao theo bảng tọa độ sau:

Vị trí Tọa độ	A	B	A ₁	B ₁	C	D	C ₁	D ₁	1	2	3	4	5	6	7
X	8	45	16	37	55	92	60	87	74	65	65	74	83	83	74
Y	62	8	54	16	62	35	57	40	18	23	13	8	13	23	28
Z	2	-5	-3	-10	2	-5	-3	-8	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10

Bước 3: Soạn thảo chương trình NC gia công chi tiết

N10 G90

N20 T1 S2000 M3

N30 G0 X8 Y62

N40 G0 Z2

N50 G72 Q3 X45 Y8 Z-5 D8 F100

N60 G0 X16 Y54
N70 G0 Z-3
N80 G72 Q3 X37 Y16 Z-10 D8 F100
N90 G0 X55 Y62
N100 G72 Q3 X92 Y35 Z-5 D8 F100
N110 G0 X60 Y57
N120 G0 Z-3
N130 G72 Q3 X87 Y40 Z-8 D8 F100
N140 G0 Z200
N150 G0 X-50 Y150
N160 M5
N170 T2 S2200 M3
N180 G0 X74 Y18
N190 G0 Z2
N200 G82 P1 Z-10 R2 F80
N210 G82 P1 X65 Y23 Z-10 R2 F80
N220 G82 P1 X65 Y13 Z-10 R2 F80
N230 G82 P1 X74 Y8 Z-10 R2 F80
N240 G82 P1 X83 Y13 Z-10 R2 F80
N250 G82 P1 X83 Y23 Z-10 R2 F80
N260 G82 P1 X74 Y28 Z-10 R2 F80
N270 G0 Z200
N280 G0 X-50 Y150
N290 M5
N300 M2

Bước 4: Kiểm tra chương trình.

Kiểm tra các thông số công nghệ như chọn từ lệnh mã dao, phôi, chuẩn thảo chương. Đọc và vẽ lại quỹ đạo cắt, quỹ đạo chạy không cắt xem hợp lý và chính xác chưa. Cách kiểm tra này bằng phương pháp thủ công.

Bước 5: Mô phỏng chương trình.

Chạy mô phỏng ở chế độ AUTO (toàn bộ chương trình), nếu chương trình tốt (hình dáng chi tiết gia công đúng) thì xong. Nếu chưa tốt, chạy lại mô phỏng ở chế độ EINZEL (từng khối lệnh), đánh dấu các khối lệnh chưa chính xác, trở về phần soạn thảo chỉnh sửa.

IV. Công nghệ lập trình tiện NC

1. Cơ sở lập trình tiện

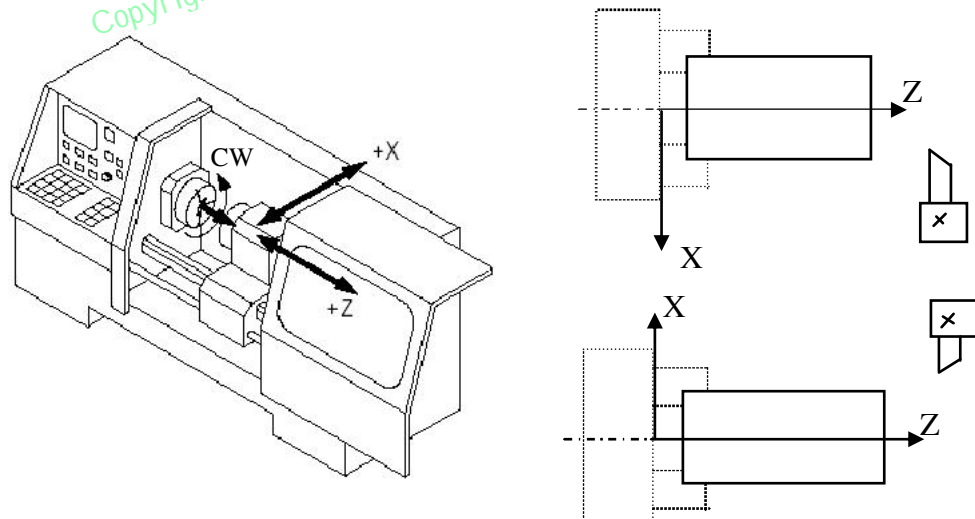
Kỹ thuật lập trình cơ bản cho máy tiện NC/CNC nhìn chung đơn giản hơn so với các loại máy phay NC/CNC.

Nhiều hệ điều khiển khác nhau được sử dụng cho máy tiện NC/CNC như FANUC, FAGOR ... Tuy nhiên, phần lớn các bộ điều khiển đều có chung một số chức năng điều khiển cơ bản, kỹ thuật lập trình cũng như việc khai báo thông số là tương tự như nhau.

a) Máy tiện và hệ trục tọa độ máy tiện CNC

Có nhiều loại máy tiện NC/CNC khác nhau, từ loại đơn giản với hai trục tọa độ đến các trung tâm gia công nhiều trục, nhiều trục chính, trung tâm gia công phối hợp tiện – phay. Hệ thống tọa độ trên máy tiện NC/CNC cũng được sử dụng chung cho các loại máy NC/CNC đã trình bày ở các phần trước.

Phần này chủ yếu trình bày kỹ thuật lập trình cho các máy tiện hai trục tọa độ. Các trục tọa độ và chiều của nó được trình bày trên hình 2.20; Hệ thống tọa độ được xác định từ vị trí phôi và hướng nhìn theo trục chính từ mâm cặp đến ụ động, nếu bàn xe dao ở phía bên nào của trục chính (trục +Z) thì trục +X sẽ hướng về phía đó. Tương tự chiều quay của trục chính (cùng chiều kim đồng hồ – CW hoặc ngược chiều kim đồng hồ - CCW) luôn được xác định theo hướng nhìn từ mâm cặp đến ụ động.



Hình 2.20

Không gian làm việc của máy tiện NC/CNC là một khối trụ vì vậy chuẩn máy M có thể ở tâm và mặt đầu (phía mâm cặp), chuẩn R nằm ở vị trí xa nhất hoặc ngược lại.

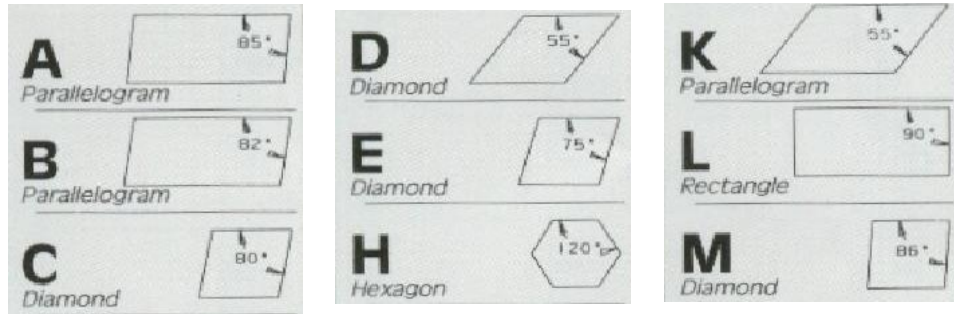
b) Dao tiện CNC

Dao tiện trên máy CNC được chọn lựa theo yêu cầu, đặt điểm của bề mặt chi tiết gia công. Dao có hai phần: phần cắt (phần làm việc) và phần cán (phần thân).

Phần cắt dao tiện CNC thường dùng là các loại mảnh dao (insert) tiêu chuẩn. Có các loại mảnh dao: hình bình hành (ký hiệu A, B, K), hình thoi (ký hiệu C, D, E, M, V), hình chữ

nhật (L), hình tròn (R), hình vuông (S), hình tam giác (T), hình 3 góc (W), hình bát giác (O), ngũ giác (P), lục giác (H). Ví dụ một số loại mảnh dao ở hình 2.21;

Hình 2.21



Phần cán dao tiện CNC được chia thành nhiều loại như:

- Hệ thống dao T-MAX P: Được sử dụng tiện thô, tinh ngoài và trong. Ngoài ra có thể được sử dụng cho việc gia công các lỗ lớn (hình 2.22).



Hình 2.22



Hình 2.23

- Hệ thống dao T-MAX U: Sử dụng tiện lỗ, tiện định hình (hình 2.23).

- Hệ thống dao cắt đứt T-MAX Q: Sử dụng để tiện cắt đứt thép trụ đặc và rỗng, tiện rãnh trong và ngoài, tiện rãnh sâu và rãnh bề mặt, tiện định hình (hình 2.24).

- Hệ thống dao tiện ren T-MAX U: Là một hệ thống dao tiện ren với nhiều kiểu ren và bước ren trái, phải khác nhau; Được sử dụng cho tiện ren trong và ren ngoài (hình 2.25).



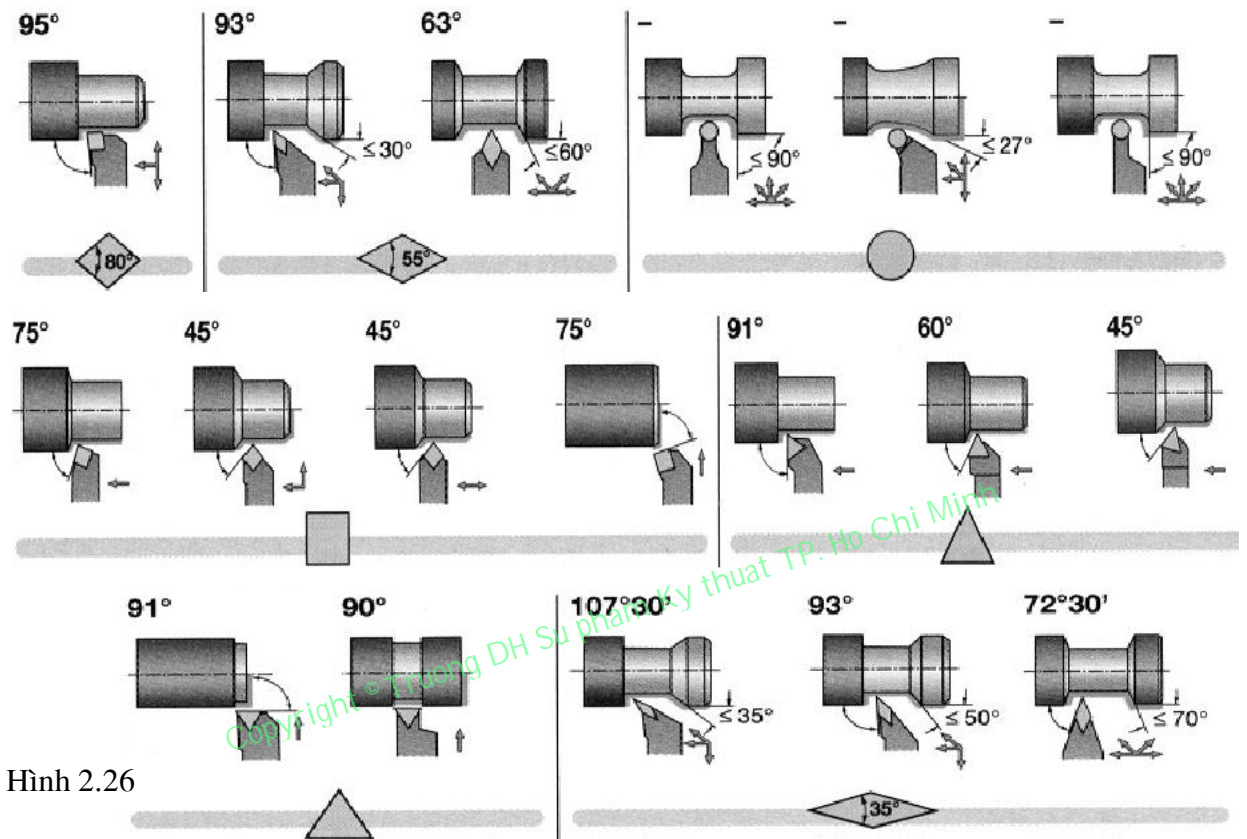
Hình 2.24



Hình 2.25

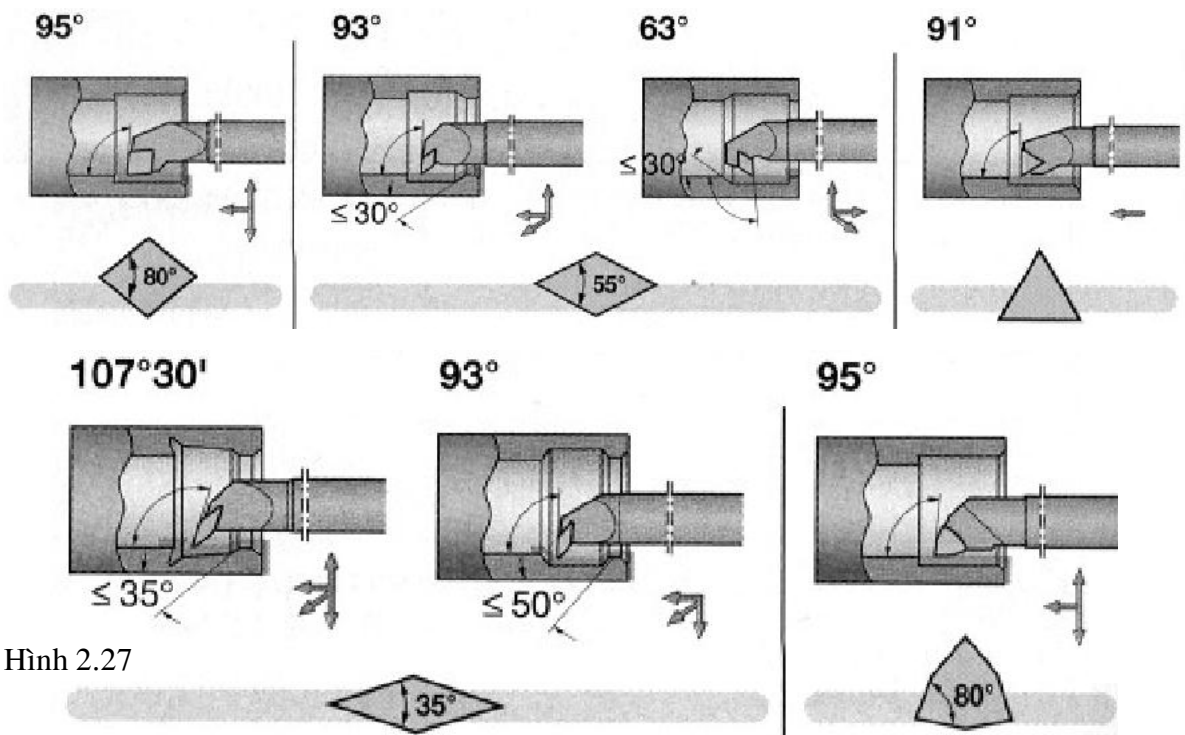
Khi tiện tinh ngoài và trong chú ý chọn góc nghiêng chính và phụ cho phù hợp với đặc điểm bề mặt gia công, loại mảnh dao và phương chạy dao sau. Dưới đây là một số ví dụ:

- Tiện tinh mặt ngoài (Hình 2.26)



Hình 2.26

- Tiện tinh trong (hình 2.27)



Hình 2.27

2. Công nghệ lập trình tiện NC

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.

3. Lập trình NC với phần mềm tiện mô phỏng

a) Giới thiệu tập lệnh của phần mềm

Các lệnh di chuyển dao

G00 Di chuyển dao nhanh (không cắt gọt) từ vị trí điểm 0 đến vị trí điểm A (hình 2.28)

Cấu trúc: **G0 X/U... Z/W...**

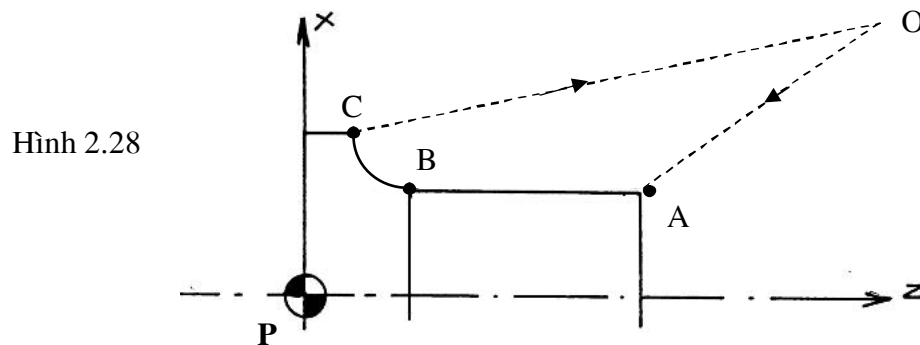
X/U..., Z/W.. Tọa độ điểm A (U,W tọa độ tương đối cục bộ)

G01 Nội suy đường thẳng (cắt từ A đến B) - hình 2.28

Cấu trúc: **G1 X/U... Z/W... F...**

X..., Z.. Tọa độ điểm B

F.. Tốc độ chạy dao



G02 Nội suy cung tròn theo chiều kim đồng hồ (cắt một cong từ B đến C - hình 2.28)

Cấu trúc 1: **G2 X.. Z.. I.. K.. F..**

X.. Z.. Tọa độ của điểm C (điểm đích)

I.. J.. Tọa độ tâm của đường cong (thường dùng tọa độ tương đối, có nghĩa so với điểm xuất phát đường cong, điểm B)

F Tốc độ chạy dao

Cấu trúc 2: **G2 X.. Z.. R.. F..**

X.. Z.. Tọa độ của điểm C

R Bán kính của cung tròn

F.. Tốc độ chạy dao

G03 Nội suy cung tròn theo chiều ngược kim đồng hồ (cắt từ C đến B – hình 2.28)

Cấu trúc 1: **G3 X.. Z.. I.. K.. F..**

Cấu trúc 2: **G3 X.. Z.. R.. F..**

Lệnh về chương trình con và vòng lặp

G22 Gọi chương trình con

Cấu trúc : **G22 A.. H..**

A .. Số khối lệnh bắt đầu chương trình con.

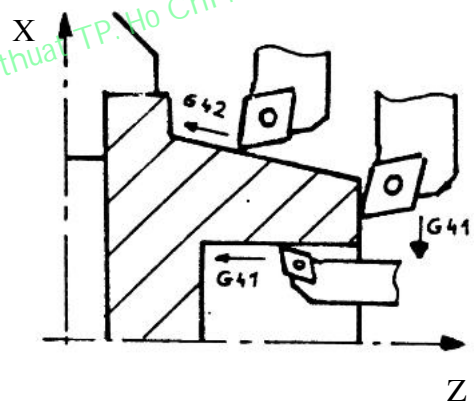
H .. Số lần lặp lại chương trình con

Lệnh về hiệu chỉnh bán kính mũi dao

G41 Hiệu chỉnh bán kính mũi dao trái
(dao cắt gọt bên trái quỹ đạo cắt)

G42 Hiệu chỉnh bán kính mũi dao phải
(dao cắt gọt bên phải quỹ đạo cắt).

G40 Kết thúc hiệu chỉnh bán kính mũi dao.



Lệnh về chu trình tiện

G71 Chu trình tiện thô bóc vỏ từng lớp song song với trục Z

Cấu trúc 1: **G71 A.. I.. K.. D.. F..**

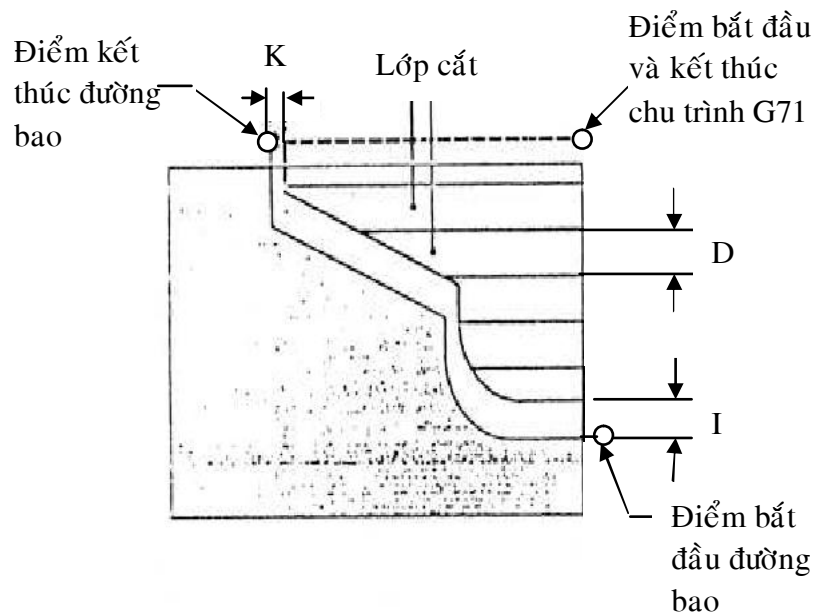
A.. Chương trình con số khối lệnh bắt đầu ...

I.. Lượng dư gia công tính theo phương X

K.. Lượng dư gia công tính theo phương Z

D.. Chiều sâu lát cắt

F Tốc độ chạy dao

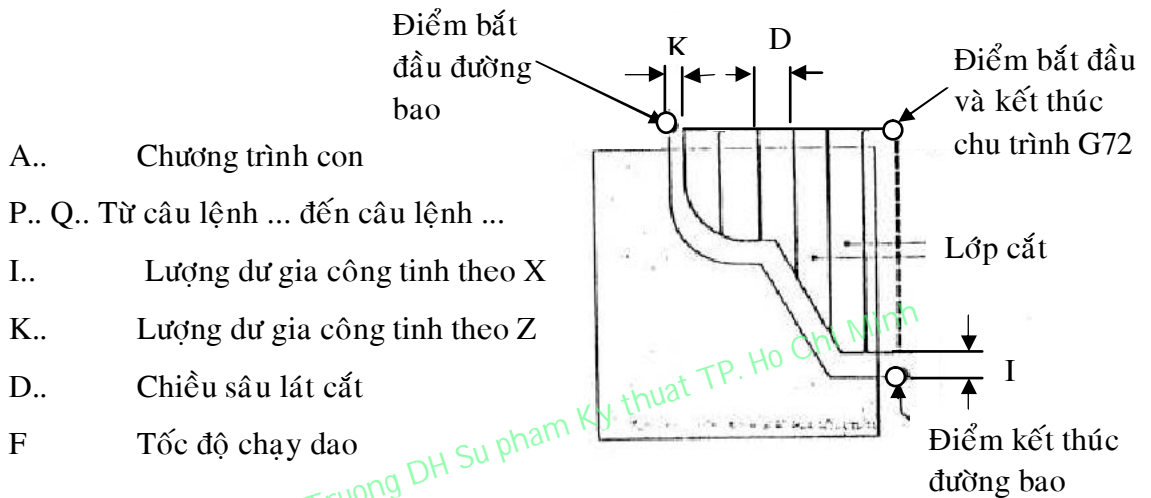


Cấu trúc 2: **G71 P.. Q.. I.. K.. D.. F..**

P.. Q.. Từ câu lệnh ... đến câu lệnh ...

G72 Chu trình tiện thô bóc vỏ từng lớp song song với trục X

Cấu trúc: **G72 A.. (P.. Q..) I.. K.. D.. F..**



G76 Chu trình tiện ren

Cấu trúc: **G76 X.. Z.. K.. D.. H.. F..**

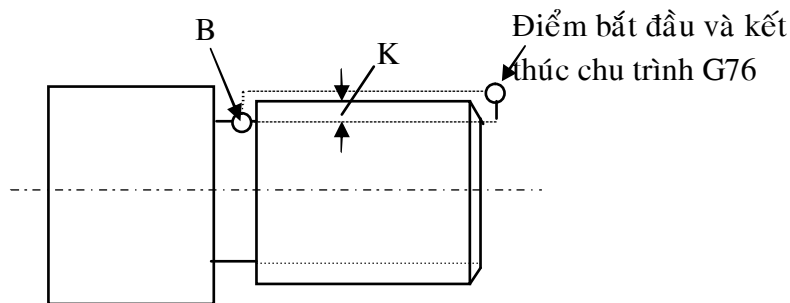
X.. Z.. Tọa độ điểm B

K.. Chiều cao ren

D.. Chiều sâu lớp cắt cuối cùng

H.. Số lát cắt

F.. Bước ren



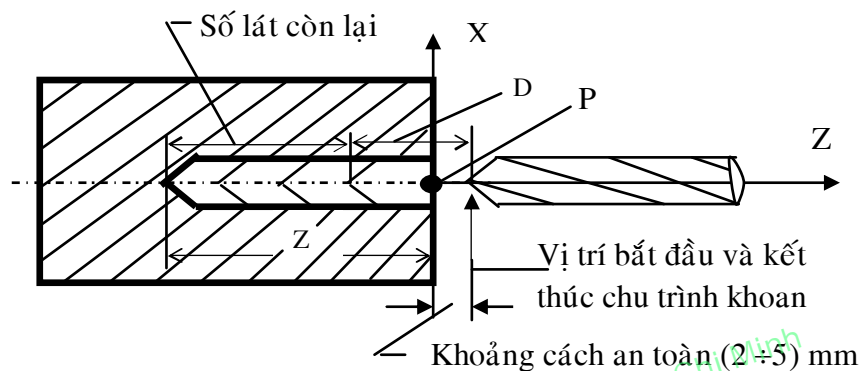
G82 Chu trình khoan lỗ không sâu

Cấu trúc: **G82 X.. Z.. F..**

G83 Chu trình khoan lỗ sâu

Cấu trúc: G83 X.. Z.. D.. H.. F..

X.. Z..	Vị trí đáy lỗ khoan
D..	Chiều sâu một lát khoan đầu tiên
H..	Số lát còn lại
F..	Tốc độ chạy dao



G80 Khi kết thúc chu trình khoan lỗ

G92 Dịch chuyển chuẩn thảo chương

Cấu trúc: G92 X.. Z..

X.. Z..	Tọa độ cần dịch chuyển tới
---------	----------------------------

Lệnh chức năng công nghệ

F.. Lệnh khai báo tốc độ chạy dao (trị số tùy theo đơn vị khai báo: mm/phút hoặc mm/vòng)

S.. Lệnh khai báo tốc độ vòng trục chính (vòng/phút)

T.. Lệnh gọi dao

Lệnh S.. và T.. khai báo chung trong một khối lệnh.

Cấu trúc: T.. S.. M..

M.. Chiều quay trục chính (M3 hoặc M4)

Các lệnh chức năng phụ

M2 Kết thúc chương trình

M3 Chiều quay trục chính theo kim đồng hồ

M4 Chiều quay trục chính theo ngược kim đồng hồ

M5 Dừng trục chính

M8 Mở tưới trơn

M9 Tắt tưới trơn

b) Một số quy định của phần mềm tiện mô phỏng

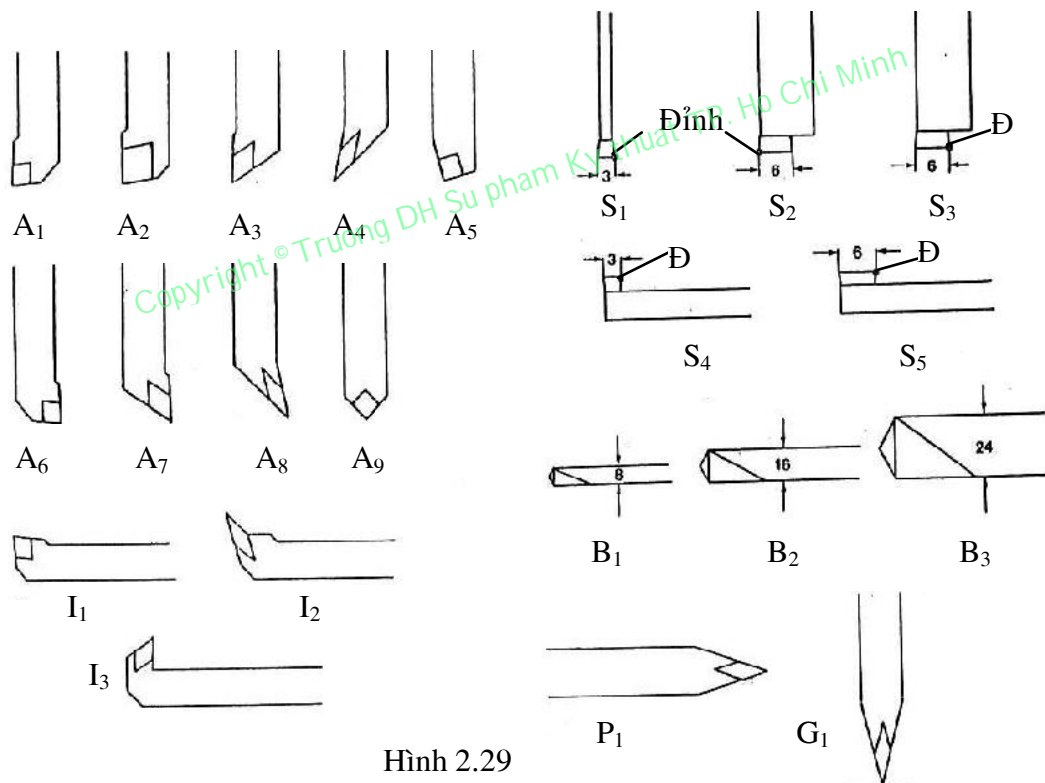
Số thứ tự khối lệnh

N1 đến N4999 Số thứ tự khối lệnh trong chương trình chính

N5000 đến N9999 Số thứ tự khối lệnh trong chương trình con.

Thư viện dao tiện

Phần mềm quy định thay dao bằng tay và sử dụng dao trong thư viện phần mềm. Như vậy khi chọn dao nào, phải nhập đúng ký hiệu của dao đó vào bộ nhớ máy tính. Đối với dao cắt đứt, đỉnh dao quy định là vị trí có ghi chữ “Đ”. Trong chương trình, các lệnh di chuyển dụng cụ và các chu trình cắt, đều có tọa độ của điểm đích. Tọa độ điểm đích đó là tọa độ mà điểm đo dao sẽ tới. Hình 2.29 dưới đây là thư viện dao và ký hiệu quy định của phần mềm:

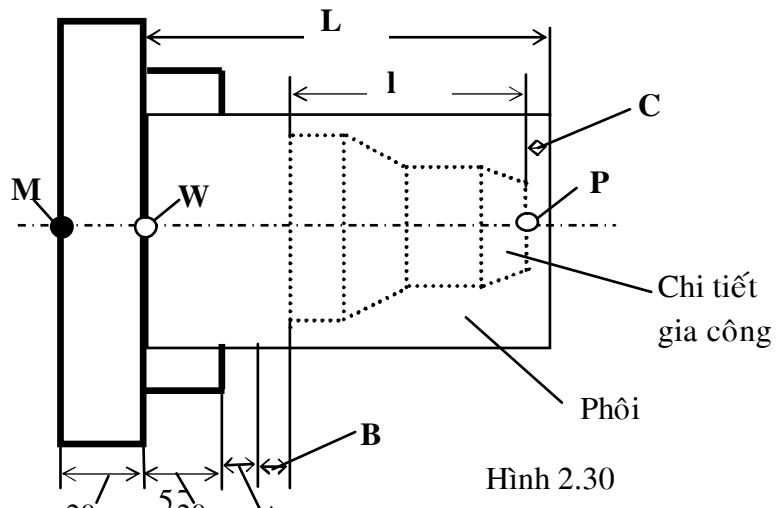


Hình 2.29

Quy định chuẩn M và W

Quy định độ lệch giữa chuẩn M và W theo phương Z là 20mm; kích thước chấu kẹp là 20 mm (hình 2.30).

Giả sử trên hình chọn chuẩn thảo chương tại mặt đầu chi tiết, cần khai báo cho phần mềm độ lệch của chuẩn thảo



Hình 2.30

chương P so với chuẩn máy M theo phương Z như sau:

$$Lệch (P - M)_Z = 1 + 20 + B + A + 20$$

Trong đó: B – miệng cắt đứt (nếu cần cắt đứt)

A – Khoảng cách an toàn

1 - Chiều dài chi tiết cần gia công

Chiều dài phôi L theo phương Z được tính như sau:

$$L = 1 + B + A + 20 + C$$

Trong đó: C – Lượng dư vật mặt đầu (nếu cần có)

Quy định về tọa độ X

Phôi sử dụng cho tiện CNC có dạng khối trụ hoặc khối tròn xoay nhiều bậc đối xứng qua đường tâm. Thông thường trên các bản vẽ kỹ thuật, kích thước tròn xoay thường được cho theo đường kính. Để sử dụng thuận tiện mọi kích thước, hệ điều khiển CNC cung cấp hai phương pháp lập trình kích thước theo phương X:

- Lập trình theo đường kính: Tọa độ X được xác định theo đường kính (gấp đôi khoảng cách thực).

- Lập trình theo bán kính: Tọa độ X được xác định theo bán kính.

Chọn phương pháp lập trình theo đường kính hay bán kính tùy thuộc vào các thông số máy đã được cài đặt. Thông thường, lập trình đường kính được chọn như chế độ mặc định trên các bộ điều khiển tiện CNC.

Phần mềm tiện mô phỏng chọn phương pháp lập trình theo đường kính.

Thứ tự làm việc với phần mềm tiện mô phỏng

- Khởi động phần mềm\ Vào tập tin **Aditurn.bat** \

Các bước còn lại giống như phần mềm phay mô phỏng. Chỉ khác chương trình lưu có phần mở rộng của tập tin “ *.Trn”.

Lưu đồ thực hiện phần mềm tiện mô phỏng

Giống như phần mềm phay mô phỏng.

4. Ví dụ lập trình NC với phần mềm tiện mô phỏng

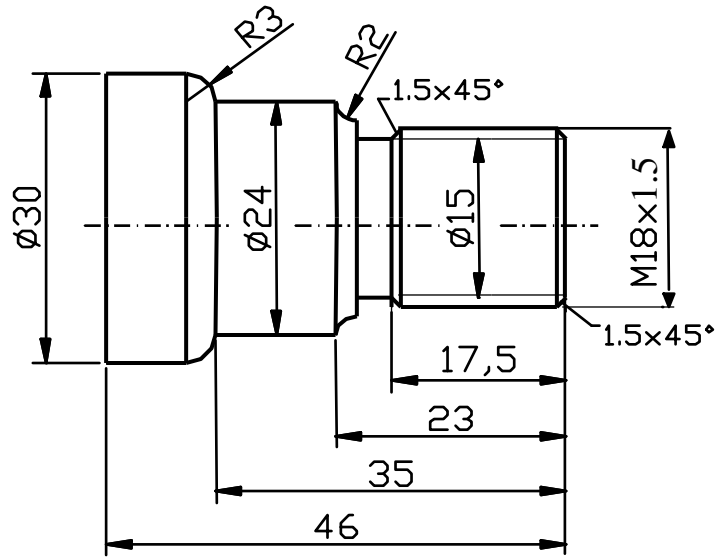
Yêu cầu lập trình NC gia công chi tiết hình 2.31 và kiểm tra quỹ đạo cắt bằng phần mềm tiện mô phỏng.

Bước 1: • Nghiên cứu chi tiết gia công, chọn phôi vật liệu mica với kích thước:

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

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

• Gá đặt :Mâm cặp ba chấu tự định tâm.



Hình 2.31

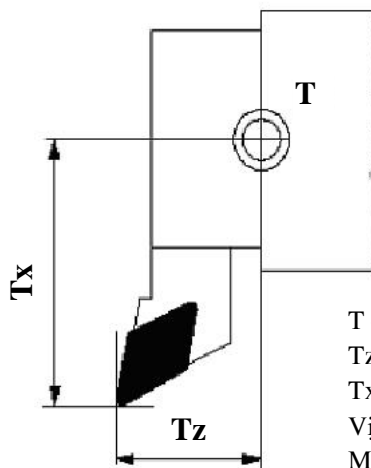
• Trình tự gia công và lập phiếu nguyên công

TT	Bước công nghệ	Mã dao và ký hiệu	Chế độ cắt		
			t (mm)	F (mm/vòng)	S (vòng/phút)
1	Vạt mặt đầu	T1 (A2)	2	0.2	1000
2	Tiện thô bóc vỏ biên ngoài	T1 (A2)		0.2	1000
3	Tiện tinh biên ngoài	T2 (A4)	0.5	0.1	1500
4	Tiện ren	T3 (G1)	0.1	1.5	300
5	Cắt đứt	T4 (S1)	3	0.1	500

Bước 2: Thiết kế quỹ đạo cắt và quỹ đạo chạy không (hình 2.32).

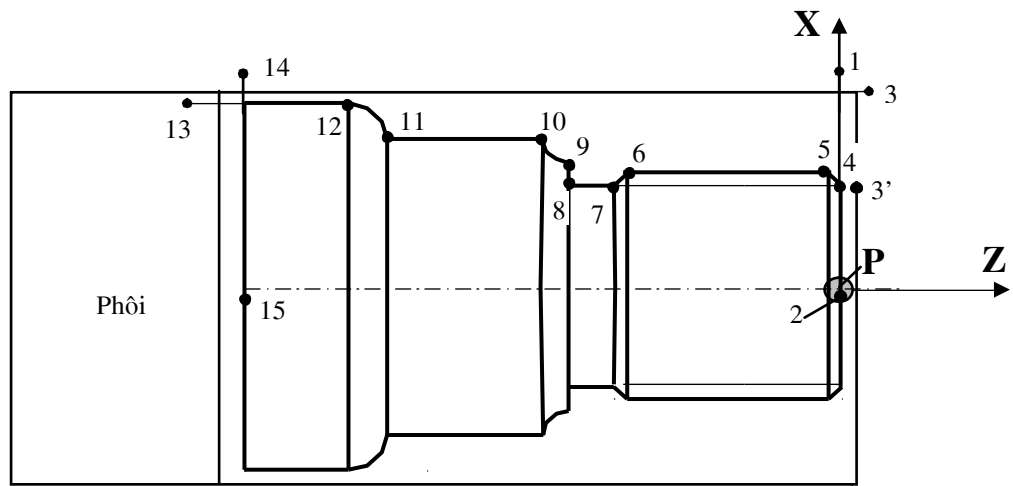
Quỹ đạo cắt là vị trí đo dao (hình 2.31). Mũi dao có bán kính cong r, nên khi tiện tinh ta hiệu chỉnh bán kính mũi dao.

Hình 2.31



T – chuẩn dao
 Tz – giá trị cài đặt thông số dao theo phương Z
 Tx – giá trị cài đặt thông số dao theo phương X
 Vị trí đo dao là điểm nối giữa hai giá trị Tx và Tz
 Mũi dao có bán kính cong r

Hình 2.32



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 1
 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 A5000 I0.5 K0.5 D1.5 F0.2 * 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 G22 A5000 H1 * 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 X15 Z-18.5 K1.5 D0.1 H7 F1.5 * Tiện ren

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

Bước 4: Kiểm tra chương trình.

Kiểm tra các thông số công nghệ như chọn từ lệnh mã dao, phôi, chuẩn thảo chương. Đọc và vẽ lại quỹ đạo cắt, quỹ đạo chạy không cắt xem hợp lý và chính xác chưa. Cách kiểm tra này bằng phương pháp thủ công.

Bước 5: Mô phỏng chương trình.

Chạy mô phỏng ở chế độ AUTO (toàn bộ chương trình), nếu chương trình tốt (hình dáng chi tiết gia công đúng) thì xong. Nếu chưa tốt, chạy lại mô phỏng ở chế độ EINZEL (từng khối lệnh), đánh dấu các khối lệnh chưa chính xác, trở về phần soạn thảo chỉnh sửa.

CHƯƠNG 3

LẬP TRÌNH TỰ ĐỘNG

(LẬP TRÌNH BẰNG PHẦN MỀM CAD/CAM

I. Công nghệ lập trình tự động

1. Hệ thống CAD
2. Hệ thống CAM
3. Trình hậu xử lý POSTPROCESSOR

II. Giới thiệu phần mềm MiilCAM- Designer2

1. Khởi động phần mềm
2. Thiết kế quỹ đạo cắt và tạo chương trình NC
3. Ứng dụng AutoCAD trong thiết kế quỹ đạo cắt
4. Các bước thực hiện phần mềm MiilCam-Designer2

CHƯƠNG 3

LẬP TRÌNH TỰ ĐỘNG

I. Công nghệ lập trình tự động

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

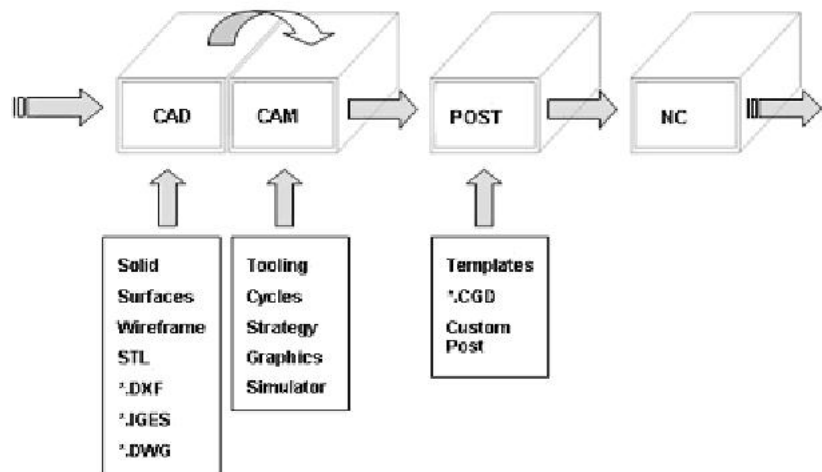
Ngày nay, các ngôn ngữ xử lý hình học dần dần được thay thế bởi các phần mềm CAD/CAM và việc sử dụng phần mềm CAD/CAM để lập trình NC đã trở thành phương pháp phổ biến và hiệu quả, đặc biệt cho các trường hợp gia công mặt cong phức tạp.

Nguyên lý của công nghệ CAD/CAM là sử dụng cơ sở dữ liệu chung cho các chức năng thiết kế và lập kế hoạch sản xuất. Như vậy, theo công nghệ CAD/CAM, có thể truy xuất dữ liệu hình học và công nghệ về sản phẩm, lưu trữ trong cơ sở dữ liệu cho các chức năng quản lý và điều hành sản xuất, bao gồm chức năng lập trình NC.

Trong các ứng dụng điều khiển số, các chức năng CAD cho phép xác lập hình học chi tiết gia công và các chức năng CAM cho phép sử dụng dữ liệu hình học sản phẩm để tạo đường chạy dao (hay quỹ đạo cắt và quỹ đạo chạy không cắt) và thực hiện các chức năng quản lý và điều khiển quá trình sản xuất như lập qui trình chế tạo (process planning), lập kế hoạch sản xuất (production planning) ...

Qui trình lập trình NC theo công nghệ CAD/CAM thông thường gồm các bước cơ bản (hình 3.1) sau:

- Thiết kế mẫu (modeling) -hệ thống CAD.
- Lựa chọn công nghệ gia công NC (phương thức chạy dao); Xác lập thông số NC cho chức năng gia công NC tương ứng: bao gồm các thông số về phôi (stock); về dụng cụ cắt (tooling parameters) và các thông số gia công (machining parameters); Thực thi trình xử lý (processor) đối với chức năng gia công gia công NC để tạo đường chạy dao (toolpath generation) – hệ thống CAM
- Thực thi trình hậu xử lý để biên dịch dữ liệu đường chạy dao thành chương trình NC
- POST-PROCESSOR



Hình 3.1

1. Hệ thống CAD

Có rất nhiều phần mềm trợ giúp cho thiết kế mẫu từ cơ bản như Autocad, SolidEdges, SolidWorks, Autodesk Inventor đến chuyên dụng cơ khí như Mechanical Desktop, các phần mềm tích hợp CAD/CAM như: Pro/Engineer, Cimatron, Catia, EdgeCAM, MasterCam, DelCam, AnphaCam, GibbsCam, VisiCam, TopCAM, SurfCAM, MillCAM, LatherCAM ...

Việc chọn lựa một hệ thống trợ giúp thiết kế CAD tốt nhất còn tùy thuộc vào từng lãnh vực chuyên môn khác nhau, trong cùng chuyên môn cũng phải cân nhắc nhiều vấn đề trong đó có vấn đề kinh tế, độ linh hoạt (giao diện với các thiết bị ngoại vi, khả năng chuyển tải file, tính tương thích với các chương trình khác, khả năng mở rộng ...).

Hiện nay, các phần mềm chuyên dụng ngành cơ khí là các phần mềm tích hợp CAD/CAM đã thực hiện thiết kế mẫu từ đơn giản đến phức tạp với sự hỗ trợ đồ họa mạnh mẽ như:

- Thực hiện các ý tưởng thiết kế ngay trên khối solid (PART FILES)
- Lắp ráp các chi tiết thành một sản phẩm hoàn chỉnh (ASSEMBLY FILES)
- Mô phỏng lắp ráp và hoạt động của các cơ cấu (mô phỏng động)
- Chuyển đổi từ chi tiết, cơ cấu lắp ráp thành bản vẽ 2D (DRAWING FILES)
- Tạo khuôn mẫu từ mẫu solid
- Tạo hệ thống phần tử dữ liệu

2. Hệ thống CAM

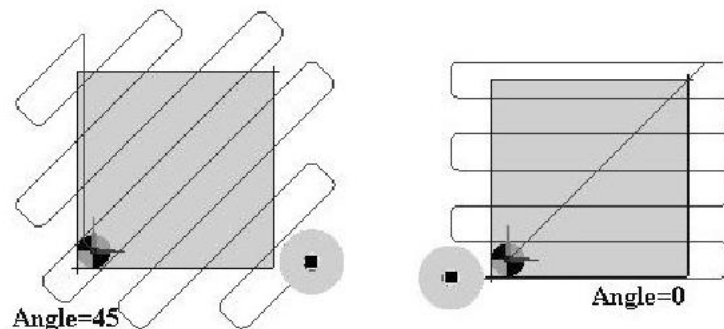
a) Công nghệ gia công NC

Để quản lý được dữ liệu chạy dao cho mục đích biên dịch tự động thành chương trình NC, ngoài yêu cầu về tính công nghệ, phương thức chạy dao phải có quy luật toán học. Thông thường các chức năng gia công NC được thiết kế theo điều khiển 2,5 trục; 3 trục; 4 trục; 5 trục (2.5x; 3x; 4x; 5x) và theo quy luật hình học song song (parallel), xoắn ốc (spiral), tham số (parametric). Tùy thuộc vào yêu cầu gia công (thô, bán tinh, tinh), tùy thuộc vào khả năng công nghệ của máy gia công (2.5x; 3x; 4x; 5x), các phần mềm CAD/CAM cho phép lựa chọn phương thức chạy dao thích hợp cho từng bước gia công.

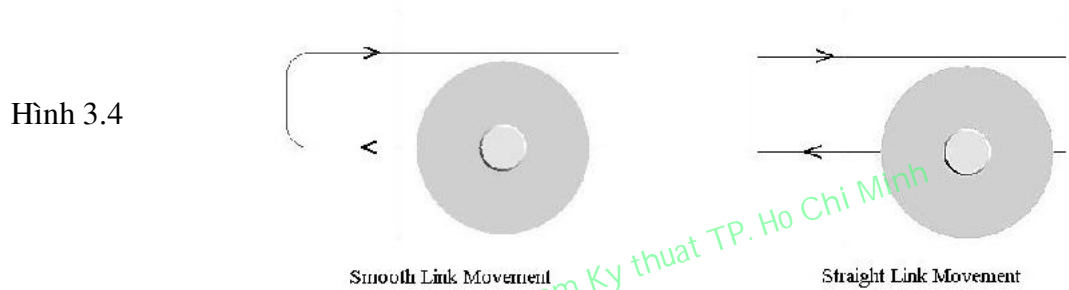
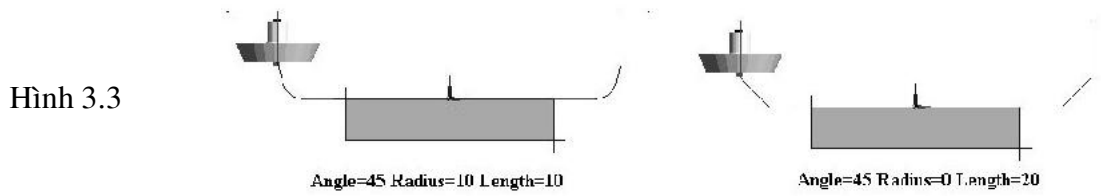
Để tìm hiểu sâu về công nghệ gia công NC phải học thêm một giáo trình chuyên sâu CAD/CAM, giáo trình này chỉ đề cập các kiến thức rất cơ bản. Dưới đây là một số ví dụ:

- Công nghệ gia công mặt phẳng (Facemiling), chọn phương thức chạy dao nào?(hình 3.2)

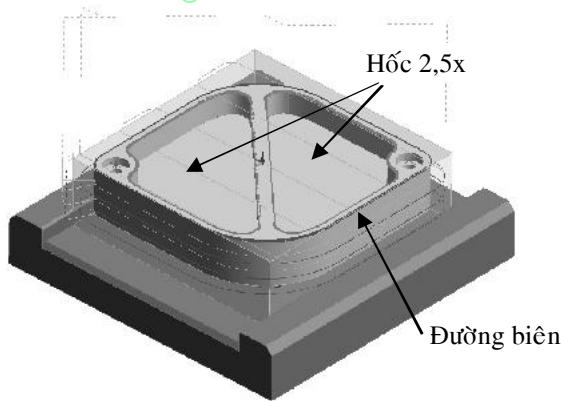
Hình 3.2



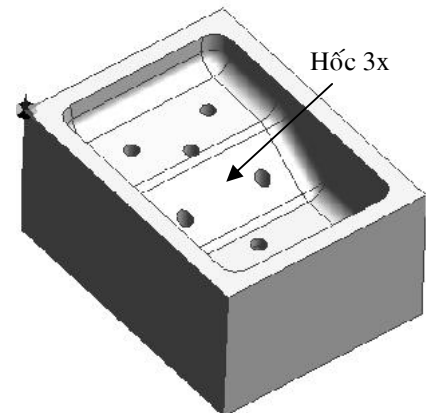
Để vào/ra dao (lead in/out) chuẩn bị phay mặt phẳng, chọn cách nào trên hình 3.3 và hình 3.4:



- Công nghệ gia công hốc (Pocket): hốc chữ nhật (2,5x); hốc tròn (2,5x); hốc định hình có hoặc không có đảo (đáy bằng 2,5x – hình 3.5 hoặc định hình 3x – hình 3.6) ...

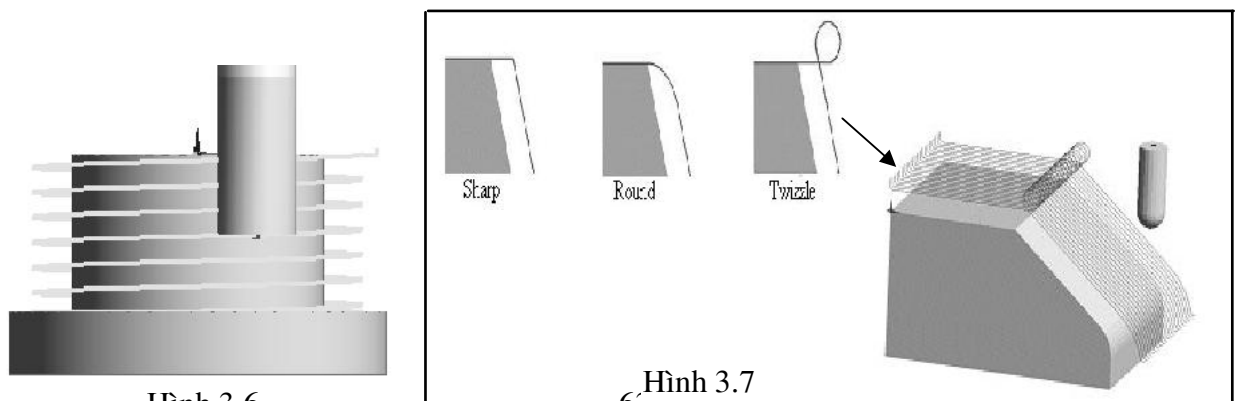


Hình 3.5

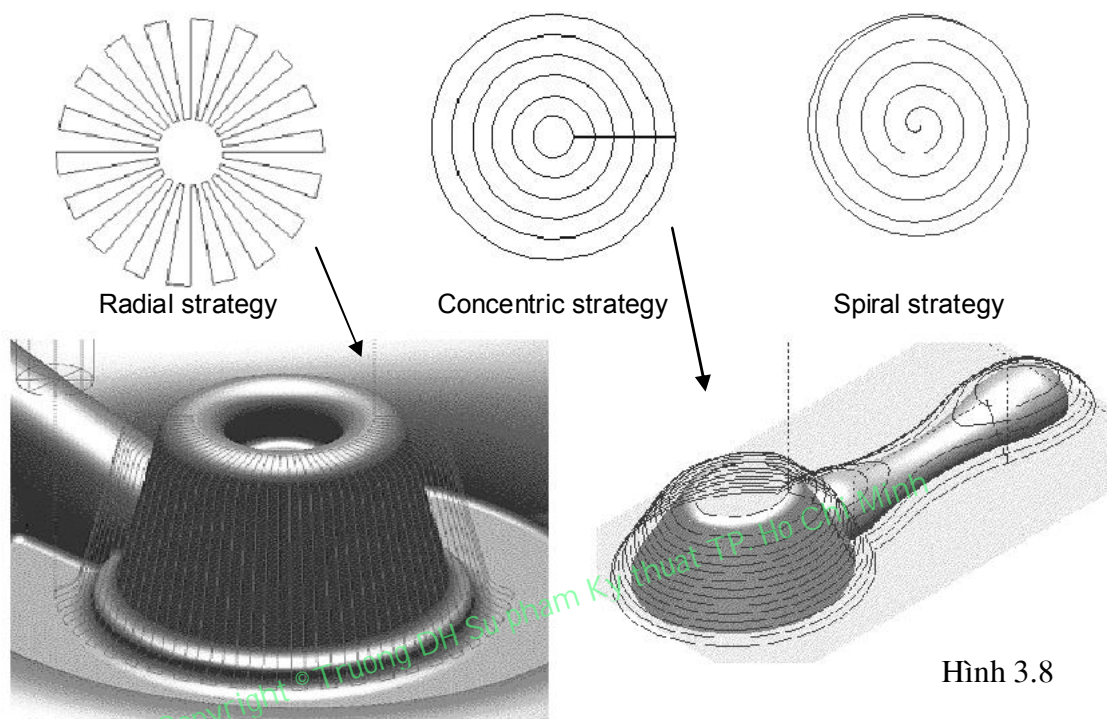


Hình 3.6

- Công nghệ gia công đường biên (Profile): tạo các đường chạy dao 2,5 trục theo đường biên xếp lớp (hình 3.5); đường xoắn (hình 3.6), đường có bo cung (hình 3.7) ...

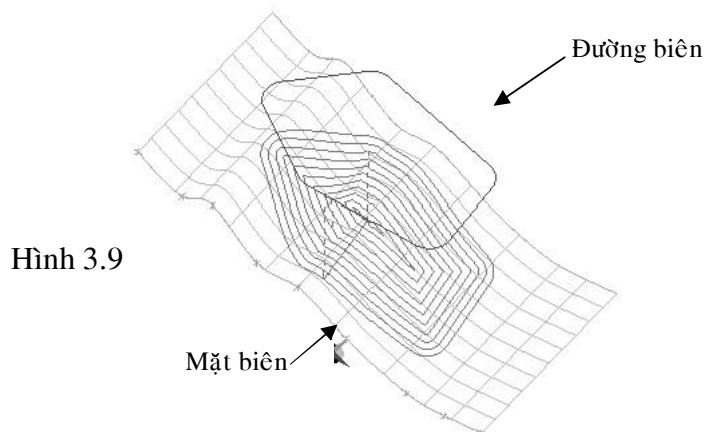


- Công nghệ gia công mặt biên (Surface Profile): tạo các đường chạy dao 3 trục theo mặt biên (hình 3.8)



- Công nghệ gia công công lỗ, tập lỗ.

- Công nghệ gia công mặt biên phức tạp bằng cách phối hợp giữa đường biên và mặt biên (hình 3.9) hoặc các mặt 4x, 5x ...

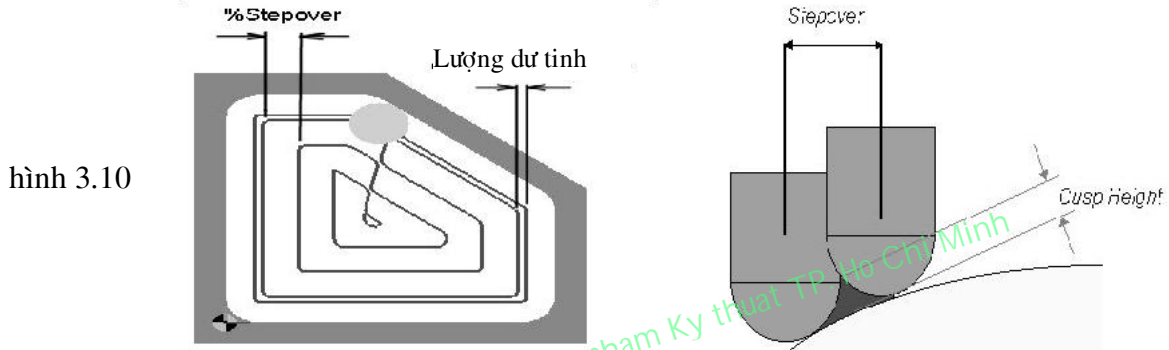


b) Thông số NC bao gồm các thông số về phôi, về dụng cụ cắt (tooling parameters) và các thông số gia công (machining parameters). Nội dung này cũng đã trình bày kỹ ở chương 2, phần công nghệ lập trình phay và tiện NC.

- Thông số về phôi bao gồm kích thước, hình dáng phôi và lượng dư gia công.

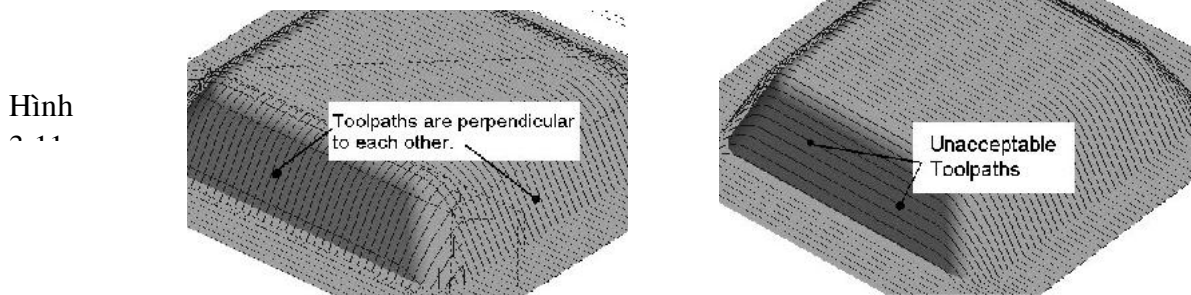
- Thông số về dụng cụ cắt bao gồm: Số hiệu dao (chỉ định vị trí chứa dao trên bộ phận trữ dao); Kết cấu dao (kích thước lưỡi cắt, thông số hình học phần cắt, đường kính, bán kính mũi dao ..) và vật liệu phần cắt của dao.

- Thông số gia công bao gồm: Tốc độ trục chính (spindle speed); Tốc độ chạy dao (feedrate); Tốc độ cắt đứng (plunge Feed); Bước định dao ngang (stepover distance - hình 3.10); Chiều sâu dịch dao: có hai trường hợp, dịch dao nhanh (rapid depth) – di chuyển với tốc độ nhanh, không cắt gọt được và dịch dao cắt (down step) - di chuyển với tốc độ cắt. Thường dùng cho trục Z. Ví dụ: Chiều sâu cắt (depth); Lượng dư gia công (stock allowance) ...



hình 3.10

c) **Đường chạy dao** (quỹ đạo cắt và quỹ đạo chạy không - toolpaths) được xác định một cách tự động từ dữ liệu hình học chi tiết gia công. Thông thường, các phần mềm lập trình CAD/CAM quản lý đường chạy dao dưới dạng tập tin tọa độ chạy dao (Cutter Location – CL), bao gồm các điểm (Point), đoạn thẳng (Line), cung tròn (Arc) cấu thành nên đường chạy dao. Thông qua trình trợ giúp, tập tin CL được cài đặt thêm các thông số NC. Cuối cùng, tập tin CL cùng với mọi dữ liệu NC liên quan được biên dịch bởi trình hậu xử lý (Post-processing) thành chương trình NC tương ứng theo dạng yêu cầu. Hình 3.11 cho thấy một số dạng toolpaths gia công tinh.



Hình 3.11

3. Trình hậu xử lý POSTPROCESSOR

POST PROCESSOR là tập hợp những chỉ dẫn để chuyển đổi đường chạy dao, thông số công nghệ, điều kiện gia công... được tạo ra thành chương trình điều khiển máy CNC.

Đây là một tiện ích quan trọng, muốn làm một NC POST PROCESSOR, người dùng phải hiểu rõ về lập trình NC nói chung, về hệ điều khiển mà máy NC/CNC của mình đang sử dụng. Mỗi hãng sản xuất hệ điều khiển máy CNC, ngoài việc sử dụng các mã lệnh bắt buộc thông thường của tiêu chuẩn ISO, còn sử dụng các mã lệnh cơ bản theo ý riêng của họ.

Thí dụ cùng công việc khai báo hệ thống đo kích thước là mm, hệ FANUC và MTS chọn lệnh G21, hệ FAGOR và SINUMERIK chọn lệnh G71.

Chương trình POSTPROCESSOR có thể do các hãng sản xuất cài đặt sẵn trong hệ điều khiển máy CNC nhưng cũng có thể do khách hàng tự cài đặt.

Copyright © Trường ĐH Sư phạm Kỹ thuật TP. Hồ Chí Minh

II. Giới thiệu phần mềm Millcam - designer 2

1. Khởi động phần mềm

MILL-CAM Designer 2 là 1 hệ thống thiết kế và lập trình tự động 2D, cho phép người sử dụng vẽ được trong môi trường đồ thị. Sau đó bản vẽ được chuyển đổi tự động sang 1 tập tin G-Code, tập tin này chính là chương trình điều khiển gia công trên máy phay CNC.

Khi dùng màn hình thiết kế, đường dẫn thanh công cụ được thể hiện bằng màu sắc. Độ dày nét vẽ khác nhau cho ta biết đường kính dao cắt khác nhau, độ sâu nét vẽ cũng thể hiện màu sắc khác nhau đại diện cho chiều sâu cắt khác nhau. Bản vẽ được tạo ra bằng cách liên kết các phần tử với nhau và ta có thể bổ sung vào bản vẽ các phần tử mới hoặc di chuyển hoặc copy nó đi bất cứ lúc nào. Mill-cam Designer 2 cho phép định kích thước và vị trí của các phần tử rất chính xác. Bản vẽ có thể được lưu lại hoặc chồng lên nhau vào bất cứ lúc nào, vì vậy những bản vẽ dang dở có thể được vẽ tiếp sau hoặc có thể thay đổi.

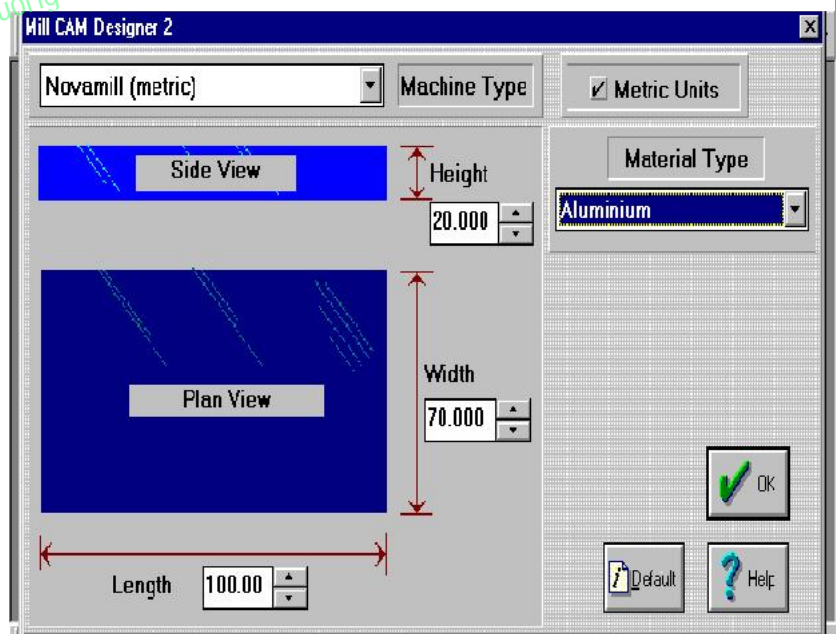
Mill-cam Designer 2 rất đơn giản, dễ sử dụng và làm tăng khả năng sử dụng của máy phay CNC lên rất nhiều. Cho phép máy phay CNC trở thành một “công cụ đa năng” hơn là chỉ sử dụng phương pháp lập trình căn bản (dùng “G-code”). “G-Code” là ngôn ngữ của máy CNC, bao gồm những chuỗi các kí tự và số mà đã được định nghĩa bằng các “Câu lệnh”, “Lệnh”, “Địa chỉ” trong Phần III.

Phần mềm Mill-Cam Designer 2 chỉ hoạt động khi khóa an toàn của Denford được nối với máy tính. Để sử dụng phần mềm này cần 1 đĩa cứng, cài đặt Window 3.1 (hoặc hơn) và tối thiểu 1 MB bộ nhớ trống .

Khởi động Mill-CAM bằng cách nhấp phím trái chuột 2 lần vào biểu tượng Mill CAM designer 2

Màn hình kích thước phôi liệu xuất hiện cho phép cài đặt lại loại máy phay **Machine Type**, kích thước phôi (chiều dài - **Length**, chiều rộng – **Width**, chiều cao – **Height**), loại vật liệu gia công **Material Type** và đơn vị đo lường **Metric Units**. Sau cùng nhấp nút trái chuột vào nút **OK** để tiếp tục chuyển qua màn hình soạn thảo.

Màn hình kích thước phôi liệu

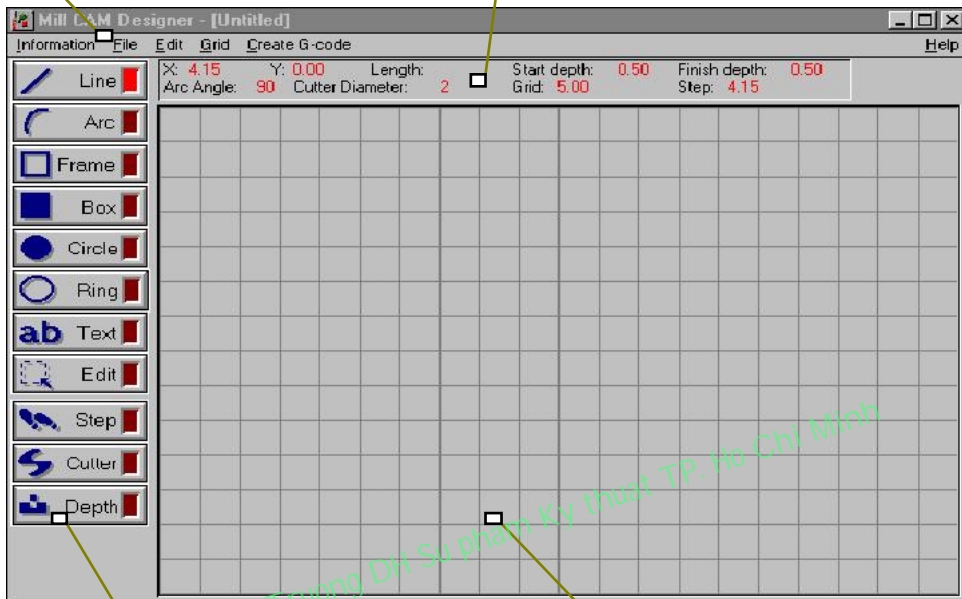


2. Thiết kế quỹ đạo cắt và tạo chương trình NC

Được thực hiện trên màn hình soạn thảo dưới đây. Màn hình này bao gồm: Vùng đồ họa; Phím thành phần; Thanh ngang danh mục; Thanh ngang dữ liệu.

Menu Bar (Thanh ngang danh mục)

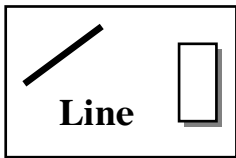
Information Bar (Thanh ngang dữ liệu)



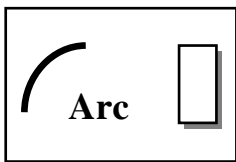
■ Element Buttons
(Phím thành phần)

■ Drawing Area
(Vùng đồ họa)

a) Chức năng các phím thành phần (Element Buttons)



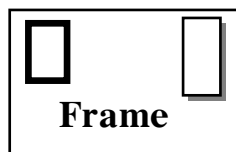
Nhấp mắt trái chuột vào biểu tượng **Line** sao cho xuất hiện vết sáng màu đỏ. Nhấp vào mắt trái chuột vào Vùng đồ họa và giữ chuột tại điểm bắt đầu của đoạn thẳng muốn vẽ, kéo chuột đi, thả chuột ra ở vị trí cuối của đoạn thẳng cần vẽ.



Nhấp mắt trái chuột vào biểu tượng **Arc** sao cho xuất hiện vết sáng màu đỏ. Đưa chuột vào Vùng đồ họa và bấm mắt trái, hộp thoại dưới hiện ra cho phép chọn hướng quay (chiều kim đồng hồ: **Clockwise**, ngược chiều kim đồng hồ: **Anti Clockwise**) và góc quay (**Angle in degrees**)

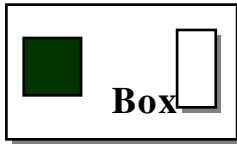


Nhấp chuột vào **OK**. Đưa chuột vào Vùng đồ họa, nhấp mắt trái giữ chuột tại điểm bắt đầu của cung tròn, kéo chuột đến vị trí kết thúc của cung tròn, rồi thả ra.

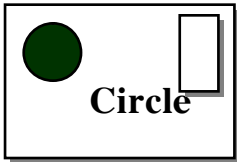


Để vẽ một khung rỗng hình vuông hay chữ nhật. Nhấp chuột vào biểu tượng **Frame** sao cho xuất hiện vết sáng màu đỏ. Đưa

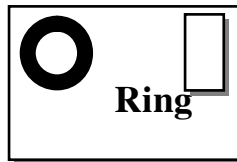
chuột vào Vùng đồ họa, bấm giữ chuột tại điểm bắt đầu vẽ khung, kéo chuột đến vị trí mong muốn. Sau đó thả chuột ra.



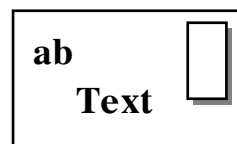
Vẽ một hộp vuông hay chữ nhật đặc. Nhấp chuột vào biểu tượng **Box** sao cho xuất hiện vết sáng màu đỏ. Đưa chuột vào Vùng đồ họa, nhấp và giữ chuột tại điểm bắt đầu vẽ, kéo chuột đến khi đạt kích thước mong muốn. Sau đó thả chuột ra.



Vẽ hình tròn đặc. Nhấp chuột vào biểu tượng **Circle** sao cho xuất hiện vết sáng màu đỏ. Đưa chuột vào Vùng đồ họa, nhấp và giữ tại tâm vòng tròn, kéo đến khi đạt được bán kính theo yêu cầu. Sau đó thả chuột ra.

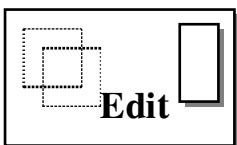
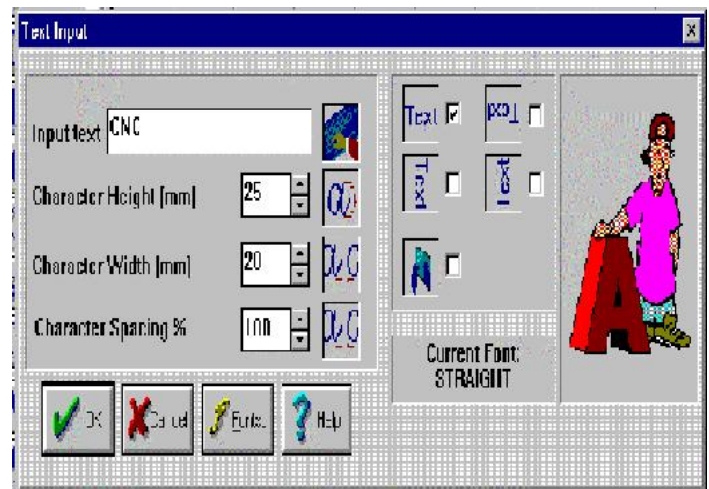


Vẽ hình vành khăn. Nhấp chuột vào biểu tượng **Ring** sao cho xuất hiện vết sáng màu đỏ. Đưa chuột vào Vùng đồ họa, nhấp và giữ tại tâm của vòng tròn, kéo đến khi đạt kích thước. Sau đó thả chuột ra.



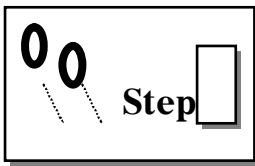
Vẽ chữ. Nhấp chuột vào biểu tượng **ab Text** sao cho xuất hiện vết sáng màu đỏ. Đưa chuột vào Vùng đồ họa, nhấp mắt trái chuột. Một hộp thoại hiện ra cho phép :

- Chọn chữ (**Input text**),
 - Chiều cao chữ (**Character Height**)
 - Chiều rộng chữ (**Character Width**)
 - % khoảng cách giữa các chữ (**Character Spacing %**)
 - Các đặc trưng khác của chữ như phong chữ (**Fonts**), vị trí chữ (nằm ngang hay dọc, ngửa hay úp...)
- Sau cùng nhấp mắt trái chuột vào **OK**.

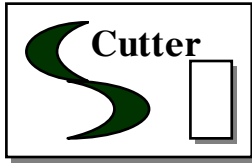


Chọn phần tử vẽ cần thay đổi. Nhấp mắt trái chuột vào **Edit** sao cho xuất hiện vết sáng màu đỏ. Đưa chuột vào Vùng đồ họa, chọn đối tượng bằng cách bấm mắt trái chuột vào vị trí đầu, giữ và kéo chuột đến vị trí cuối, thả chuột ra (đối tượng bị tô đen).

- Di chuyển đối tượng vẽ: Bấm mắt phải chuột vào đối tượng và di chuyển tới vị trí mới, thả chuột ra, bấm mắt trái chuột.
- Xóa đối tượng vẽ : Bấm mắt trái chuột vào **Edit** (thanh ngang danh mục), tiếp tục bấm chuột vào **Cut**, đối tượng bị xóa. Làm sạch màn hình bằng cách bấm **Ctrl + F** trên bàn phím.

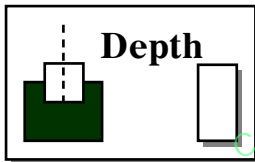
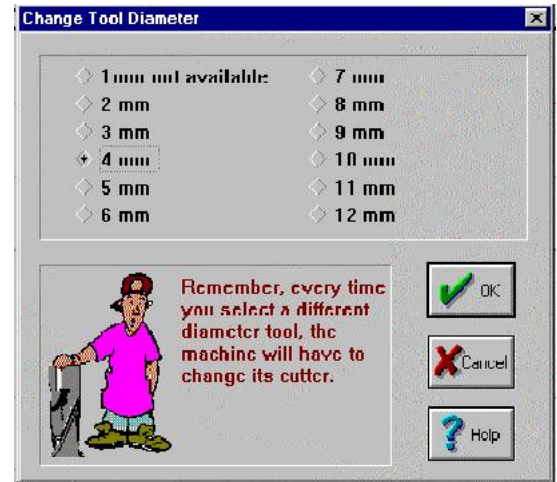


Nhấp mắt trái chuột vào **Step**, một hộp thoại xuất hiện cho phép thay đổi kích thước bước nhảy bằng cách nhấp vào mũi tên lên xuống để tăng giảm. Sau đó nhấp chuột vào **OK**.



Chọn đường kính dụng cụ cắt. Nhấp mắt trái chuột vào **Cutter**.

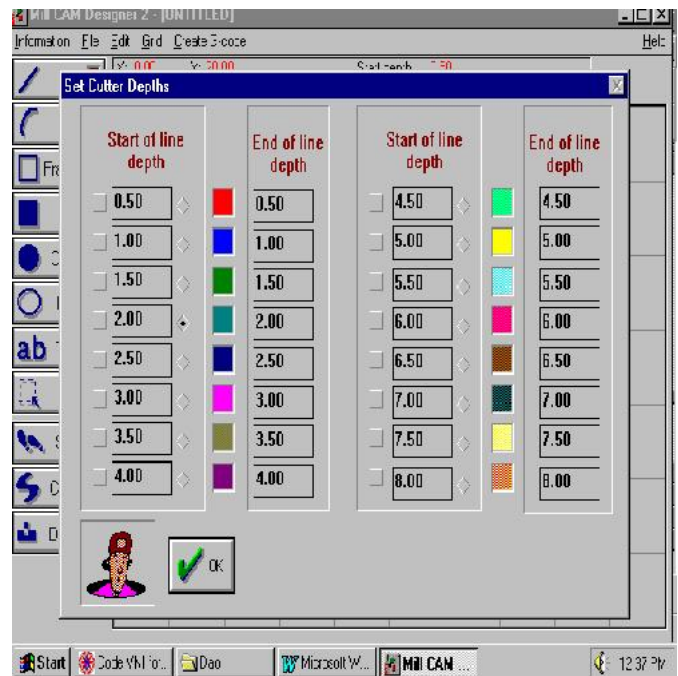
Một hộp thoại hiện ra, nhấp mắt trái chuột vào đường kính mong muốn. Cuối cùng nhấp **OK**.



Chọn chiều sâu cắt. Nhấp mắt trái chuột vào **Depth**, hộp thoại chiều sâu cắt xuất hiện. Chọn chiều sâu cắt mong muốn, rồi nhấp mắt trái chuột vào **OK**.

Mỗi chiều sâu cắt được thể hiện một màu khác nhau. Một thông tin báo lỗi sẽ xuất hiện nếu chiều sâu cắt vượt quá chiều dày phôi hoặc vượt quá chiều dày cắt tối đa cho phép đối với đường kính dụng cụ đã chọn.

Khi cắt đường thẳng, có thể cắt chiều sâu khác nhau, bằng cách nhập hoặc chọn chiều sâu điểm đầu (**Start of line depth**) và điểm cuối (**End of line depth**) của đường thẳng. Khi vẽ trên Vùng đồ họa màu sắc sẽ thay đổi theo chiều sâu của đường thẳng (càng sâu màu càng đậm)



b) Nhập trực tiếp dữ liệu của các đối tượng vẽ (line, Arc, Frame, Box, Circle, Ring)

Nhấp mắt trái chuột vào các đối tượng cần vẽ (phím thành phần trong màn hình soạn thảo), sau đó **Enter**. Một hộp thoại hiện ra, cho phép nhập tọa độ cần vẽ, rồi nhấp chuột vào **OK**. Trở lại màn hình soạn thảo, đối tượng cần vẽ sẽ hiện trên Vùng đồ họa.

c) Chức năng của Thanh Ngang Danh Mục (Menu Bar)

File menu

File	Edit	Grid	Create G-code
<u>N</u> ew			Ctrl+N
<u>O</u> pen...			Ctrl+O
<u>S</u> ave			Ctrl+S
Save <u>A</u> s...			
Save Project...			
Import DXF File			
<u>P</u> rint			Ctrl+P
Printer setup...			
Change <u>F</u> ont			
Alter Material Size...			
<u>E</u> xit			

- **New** : Dọn sạch màn hình đồ họa, sẵn sàng vẽ hình mới.
- **Open** : Cho phép mở các bản vẽ đã lưu trước đó.
- **Save** : Để lưu một bản vẽ đã có tên trước đó.
- **Save As** : Dùng để lưu bản vẽ lần đầu tiên (chưa có tên trước đó)
- **Save Project** : Lưu một mẫu mặc định đã được thiết kế trước đó. Bao gồm đường kính dao cắt, chiều sâu cắt, kích thước phôi ... bằng cách nhấn Alt + S.
- **Import DXF File** : Nhập file có đuôi .DXF, sau đó nhấp chuột vào **OK**.
- **Print** : In kết quả thiết kế. Nhấp chuột vào **Print**. Hộp thoại **Print Options** xuất hiện, cho phép chọn nét in, màu sắc in, tỉ lệ in. Sau đó nhấp **OK**.
- **Change Font** : Chọn phong chữ mong muốn khi thiết kế. Sau đó nhấp **OK**.
- **Alter Material Size** : Màn hình kích thước phôi liệu xuất hiện, cho phép chọn lại máy gia công, vật liệu gia công và kích thước phôi..
- **Exit** : Thoát ra khỏi **File** menu.

Edit menu

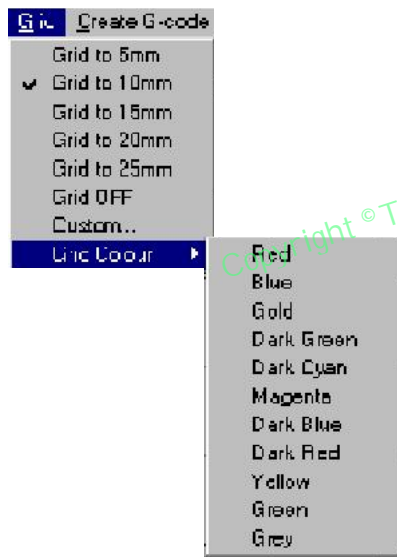
Edit	Grid	Create G-code
<u>C</u> ut		Shift+Del
<u>C</u> opy		Ctrl+Ins
<u>P</u> aste		Shift+Ins
Paste <u>S</u> pecial...		
<u>M</u> irror...		Ctrl+M
<u>R</u> otate...		Ctrl+R
Copy to...		
Paste <u>f</u> rom...		
<u>S</u> elect All		Ctrl+A
Refresh <u>S</u> creen		Ctrl+F

đối tượng ban đầu – **Leave original**. Sau đó nhấp **OK**.

- **Cut**: Xóa đối tượng được chọn trên Vùng đồ họa.
- **Copy**: Sao chép đối tượng được chọn trên Vùng đồ họa.
- **Paste**: Dán các đối tượng đã được **Cut** hoặc **Copy**. Sau khi bấm mắt trái chuột vào **Paste**, hộp thoại **Paste Scale** xuất hiện, chọn tỉ lệ mong muốn, rồi nhấp vào **OK**. Đối tượng xuất hiện nhấp nháy trên Vùng đồ họa, dùng chuột di chuyển đến vị trí mong muốn, rồi nhấp mắt trái chuột. Đối tượng được dán sẽ hiện lên rõ nét.
- **Paste Special**: Thực hiện tương tự như **Paste**, nhưng có thể thay đổi chiều sâu cắt cùng với đường kính dao cắt.
- **Mirror**: Phản chiếu lại đối tượng đã được chọn. Sau khi nhấp chuột vào **Mirror**, hộp thoại **Mirror Object** hiện ra, cho phép chọn kiểu phản chiếu đứng – **Mirror Vertical** hay nằm ngang – **Mirror Horizontal** và có bỏ hay giữ

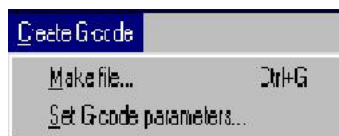
- **Rotate:** Quay đối tượng đã được chọn. Sau khi nhấp chuột vào **Rotate**, hộp thoại **Rotate Object** hiện ra, cho phép chọn trị số góc quay và có bỏ hay giữ đối tượng ban đầu –**Leave original**. Sau đó nhấp **OK**. Hộp thoại **Paste Scale** hiện ra. Cho phép chọn tỉ lệ mong muốn, nhấp **OK**. Hình ảnh nhấp nháy hiện ra trên Vùng đồ họa, di chuyển tới vị trí mong muốn, nhấp mắt trái chuột.
- **Copy to:** Nhấp chuột vào **Copy to**, hộp thoại **File Save As** xuất hiện cho phép ghi chép vào file nào mong muốn. Sau đó nhấp **OK**.
- **Paste from:** Nhấp chuột vào **Paste from**, hộp thoại **File Open** xuất hiện cho phép dán vào file nào mong muốn. Sau đó nhấp **OK**.
- **Select All:** Chọn tất cả đối tượng có trên Vùng đồ họa (đối tượng bị tô đen)
- **Refresh Screen :** Làm sạch lại Vùng đồ họa.

Grid menu



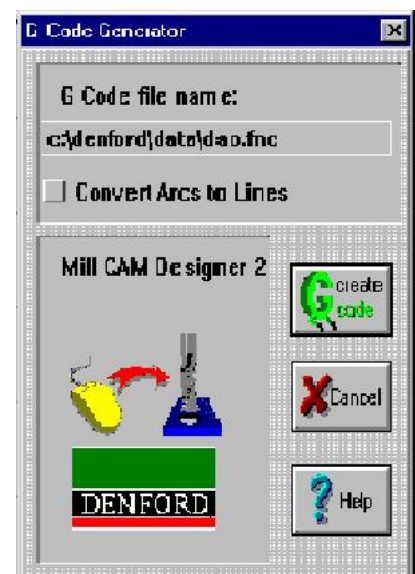
Khi nhấp chuột vào **Grid**, một danh mục kéo xuống, cho phép chọn lựa khoảng cách lưới trên Vùng đồ họa và màu sắc của nó. Nếu không muốn dùng lưới trên Vùng đồ họa thì nhấp chuột vào **OFF**. Nếu trị số mong muốn không có trên Danh mục kéo xuống thì nhấp chuột vào **Custom**, hộp thoại **Custom Grid Size** hiện ra, nhập trị số và nhấp **OK**.

Create G-code menu



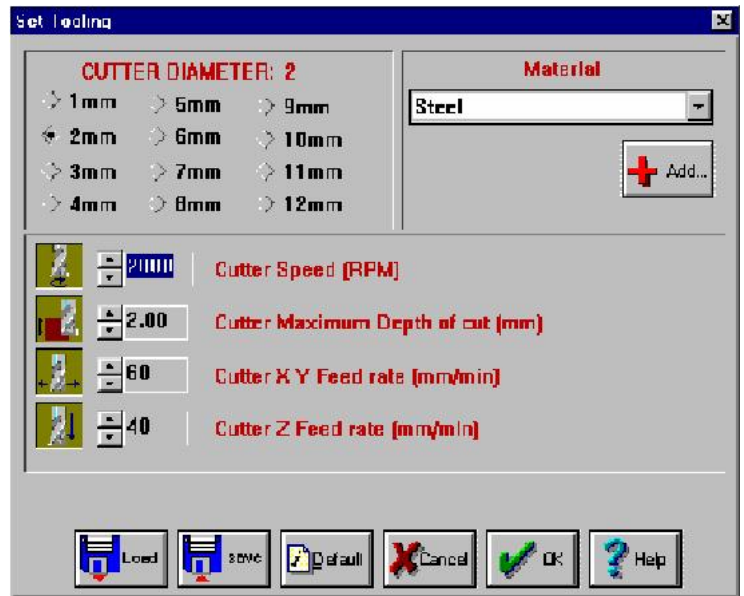
Để tạo chương trình NC điều khiển gia công trên máy phay CNC, phải thực hiện các bước tạo G

– code. Nhấp chuột vào **Create G-code**, một Danh mục kéo xuống Để tạo tập tin, nhấp chuột vào **Make file...** hộp thoại **File Save As** xuất hiện cho phép đặt tên tập tin, tập tin này phải có đuôi **‘. FNC’**. Sau đó nhấp chuột vào **OK**. Hộp thoại **G-code Generator** xuất hiện, nhấp mắt trái chuột vào **Create G-code**.



Hộp thoại **G-code timing** xuất hiện thông báo thời gian gia công chi tiết trên máy phay CNC. Nhấp chuột vào **OK**. Hộp thoại **Post Processor** xuất hiện với một đường màu xanh chạy qua. Nhấp chuột vào **OK**.

Muốn cài đặt thông số công nghệ, nhấp chuột vào **Set G-code Parameters ...** hộp thoại **Set tooling** xuất hiện cho phép thay đổi các thông số công nghệ. Sau khi thay đổi xong, nhấp chuột vào **OK**.



3. Ứng dụng AutoCAD trong thiết kế quỹ đạo cắt

Quỹ đạo cắt trong phần MILL CAM DISIGNER2 là tập hợp các điểm tâm và mặt đầu dao khi cắt, có nghĩa trên mặt phẳng cắt tâm dao cách đường mô phỏng hình học của chi tiết đúng bằng bán kính dao cắt khi gia công (cũng có nghĩa phần mềm không có chức năng hiệu chỉnh bán kính dao cắt).

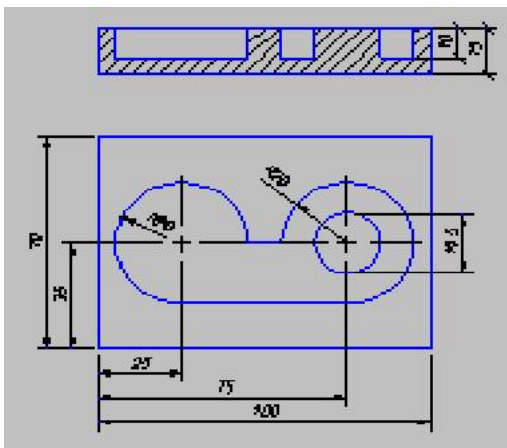
a) Trình tự thiết kế quỹ đạo cắt trong AutoCad

Có thể sử dụng từ Cad-R12 đến Cad 2004

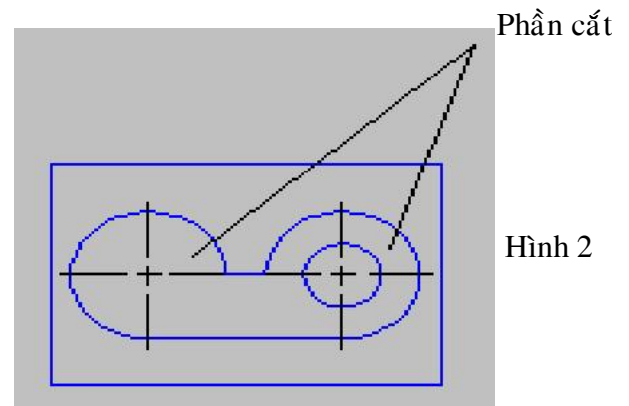
- Bước 1 : Mô phỏng hình học của chi tiết bằng ACAD .
- Bước 2 : Xác định mặt cắt, phần cắt của chi tiết cần gia công.
- Bước 3 : Xác định đường kính dao và vẽ quỹ đạo cắt .
- Bước 4 : Xoá những đường nét mô phỏng hình học của chi tiết .

Ví dụ: gia công chi tiết theo bản vẽ sau:

- *Bước 1:* Mô phỏng hình học của chi tiết bằng ACAD (hình 1) .

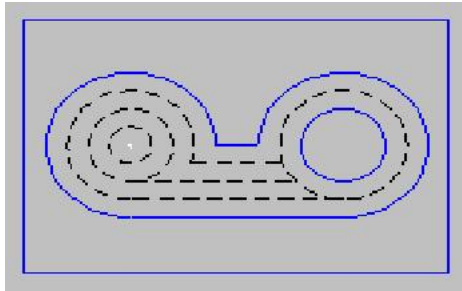


Hình 1

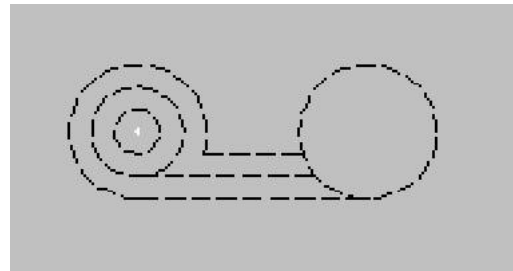


Hình 2

- *Bước 2*: Xác định mặt cắt, phần cắt của chi tiết cần gia công (hình 2) .
- *Bước 3*: Xác định đường kính dao và vẽ quỹ đạo cắt (lấy đường hình học chi tiết trừ hoặc cộng bán kính dao tùy vị trí phần cắt) (hình 3).



Hình 3



Hình 4

- *Bước 4*: Xóa những đường nét mô phỏng hình học của chi tiết (hình 4)

4. Các bước thực hiện Mill-CAM Designer 2

a) Xác định các thông số công nghệ cho từng bước công nghệ

- Khởi động Mill-CAM Designer 2.
- Cài đặt máy phay CNC, vật liệu gia công, đơn vị đo lường, kích thước phôi liệu.
- Xác định lưới (**Grid**) trên Vùng đồ họa.
- Xác định bước nhảy (**Step**) trên Vùng đồ họa.
- Chọn dao cắt (**Cutter**).
- Chọn chiều sâu cắt (**Depth**).

b) Thiết kế quỹ đạo cắt hoặc nhập file “ . DXF “*

- Vào Màn hình soạn thảo, dùng các phím thành phần và Thanh ngang danh mục soạn thảo quỹ đạo cắt theo yêu cầu bản vẽ chi tiết.

- Nếu thiết kế quỹ đạo cắt trong AutoCAD, thì tạo file “* . DXF “. Sau đó vào phần mềm **Mill-CAM Designer 2**, thực hiện bước a, rồi đưa file ra Màn hình soạn thảo:

Thanh ngang danh mục/ **File/ Import DXF file**

Sau khi thực hiện đến bước này cho tất cả các bước công nghệ mới thực hiện bước sau cùng (tạo chương trình NC).

c) Tạo chương trình NC để điều khiển gia công trên máy phay CNC

- Tạo tập tin “* . FNC “.
- Biên dịch tự động sang G-code:

Thanh ngang danh mục/ **Create G-code/Make file/Create G-code.**

CHƯƠNG 4

VẬN HÀNH MÁY CNC

I. Vận hành máy phay CNC DENFORD-NOVAMILL

1. Giới thiệu chung về máy phay CNC Novamill
2. Vận hành máy
3. Lập trình NC với hệ điều khiển FANUC-OM

II. Vận hành máy tiện CNC MAGNUM

1. Giới thiệu chung về máy tiện Magnum
2. Vận hành máy
3. Lập trình NC với hệ điều khiển FAGOR

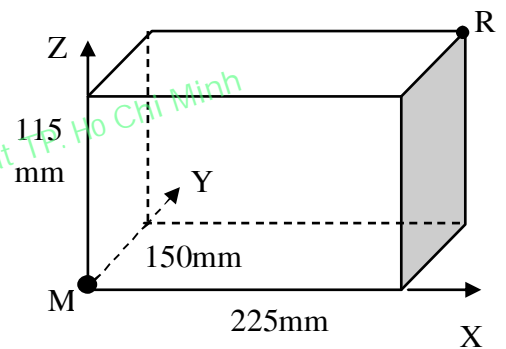
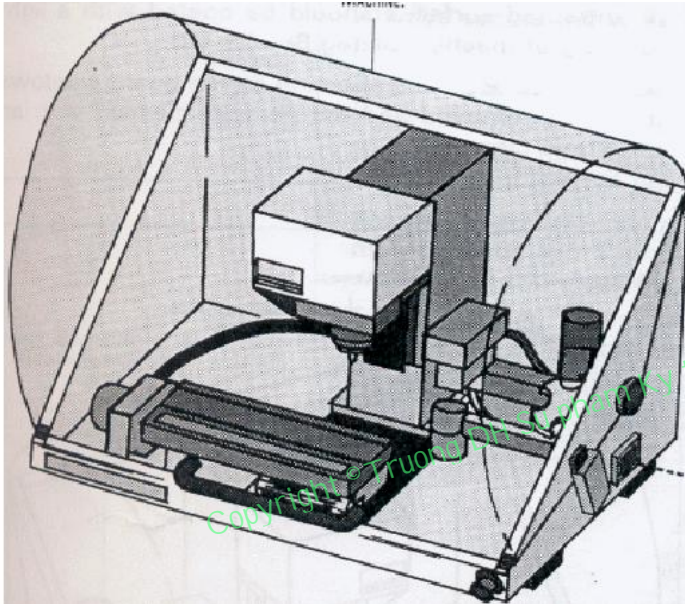
CHƯƠNG 4

VẬN HÀNH MÁY CNC

I. Vận hành máy phay CNC DENFORD - NOVAMILL

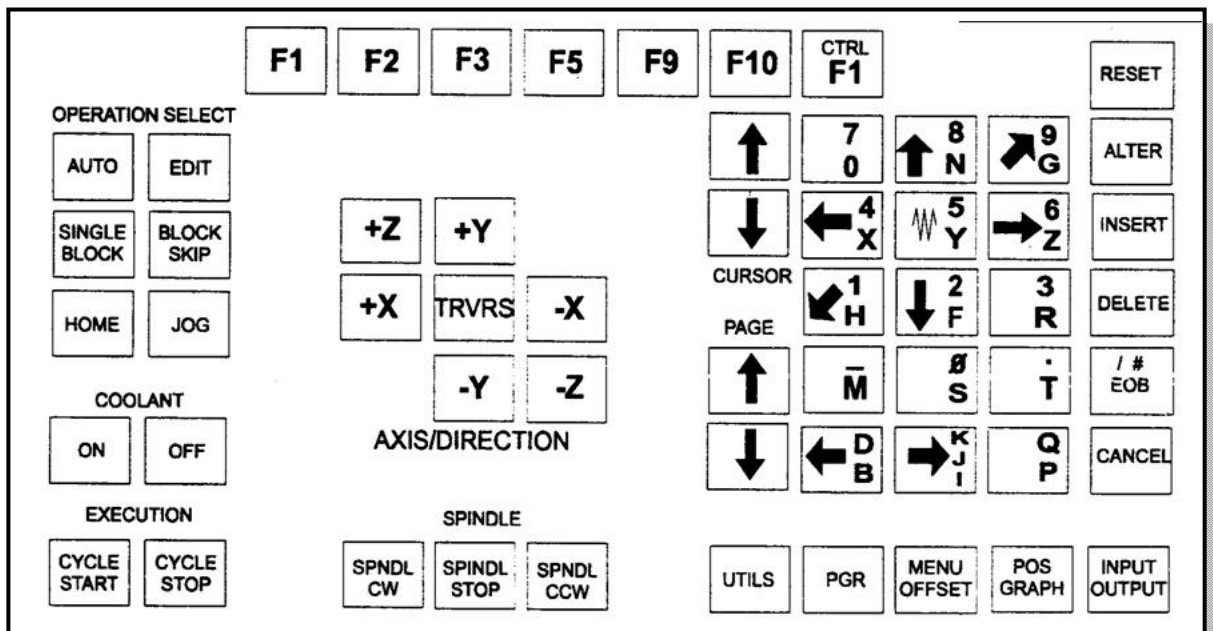
1. Giới thiệu chung về máy phay CNC Novamill

a) Mô hình máy phay CNC Novamill với chuẩn và hệ trục tọa độ máy



b) Bàn phím điều khiển

Để điều khiển máy, sử dụng bàn phím Denford Desktop Tutor như sau:



c) Thông số kỹ thuật của máy

- Có ổ chứa được 6 dao mã từ số 1 đến 6. Thay dao tự động bằng khí nén và vị trí thay dao tại chuẩn R (nên phải mở hệ thống cung cấp khí nén với áp suất khoảng 6,8-7,2 bar)
- Hệ thống kẹp dao bằng khí nén.
- Không gian làm việc của máy: 225 x 150 x 115
- Lượng dịch chuyển dao theo phương X là 225mm.
- Lượng dịch chuyển dao theo phương Y là 150mm.
- Lượng dịch chuyển dao theo phương Z là 115mm.
- Lượng chạy dao cho phép: $F_{\min} = 10$ mm/phút; $F_{\max} = 1500$ mm/phút; được điều chỉnh vô cấp.
- Tốc độ vòng trục chính cho phép: $S_{\min} = 100$ vòng/phút; $S_{\max} = 3000$ vòng/phút; được điều chỉnh vô cấp.
- Động cơ trục chính: 0,37 KW
- Động cơ bước các trục chạy dao: 200 bước/vòng

2. Vận hành máy

Máy phay CNC Novamill được điều khiển bởi hệ điều khiển Fanuc MO. Hệ điều khiển Fanuc MO chạy trên hệ điều hành MS-Dos. Để vận hành máy, thực hiện các bước như sau:

a) **Khởi động máy tính:** trở về MS-Dos, khởi động phần mềm theo đường dẫn: `C:\Novamill\fanucmd`

b) **Khởi động máy phay CNC Novamill:** Mở công tắc khởi động trên hộp điều khiển ở vị trí I.

c) **Xác định chuẩn máy M:**

Khi giao diện của phần mềm xuất hiện, cho máy về chuẩn bằng cách nhấn hai phím **HOME-TRVRS** đồng thời.

Để thao tác bằng tay nhấn phím **JOG**, khi đó có thể di chuyển bàn máy đến bất kỳ vị trí nào trong không gian làm việc của máy bằng các phím **-X, +X, -Y, +Y, -Z, +Z** (liên tục hoặc từng bước với bốn mức từ 0.005 – 5mm), có thể thay dao bằng khai báo **T...** và vị trí dao cần thay, có thể cho trục chính quay bằng khai báo **S...** và số vòng quay của trục chính, khai báo tốc độ chạy dao bằng khai báo **F...** và giá trị tốc độ.

d) **Xác định chuẩn chuẩn chi tiết W:** bằng phương pháp rà cho hai phương X và Y bằng dụng cụ rà. Còn phương Z dùng dao rà tiếp xúc với bề mặt chi tiết cho mỗi dao.

e) **Cài đặt chuẩn chi tiết W:**

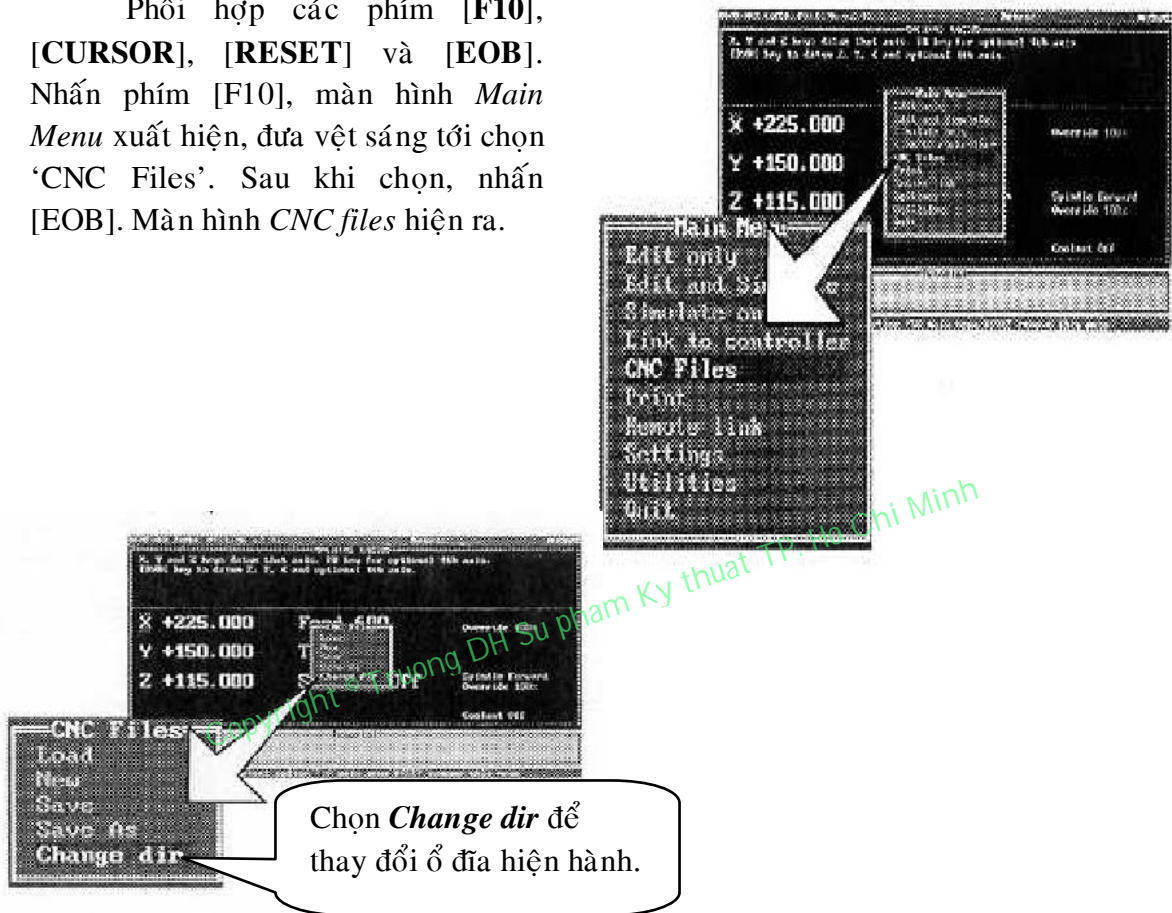
Menu offset\Edit offsetnhập giá trị **X\EOB\Reset.**

Menu offset\Edit offsetnhập giá trị **Y\EOB\Reset.**

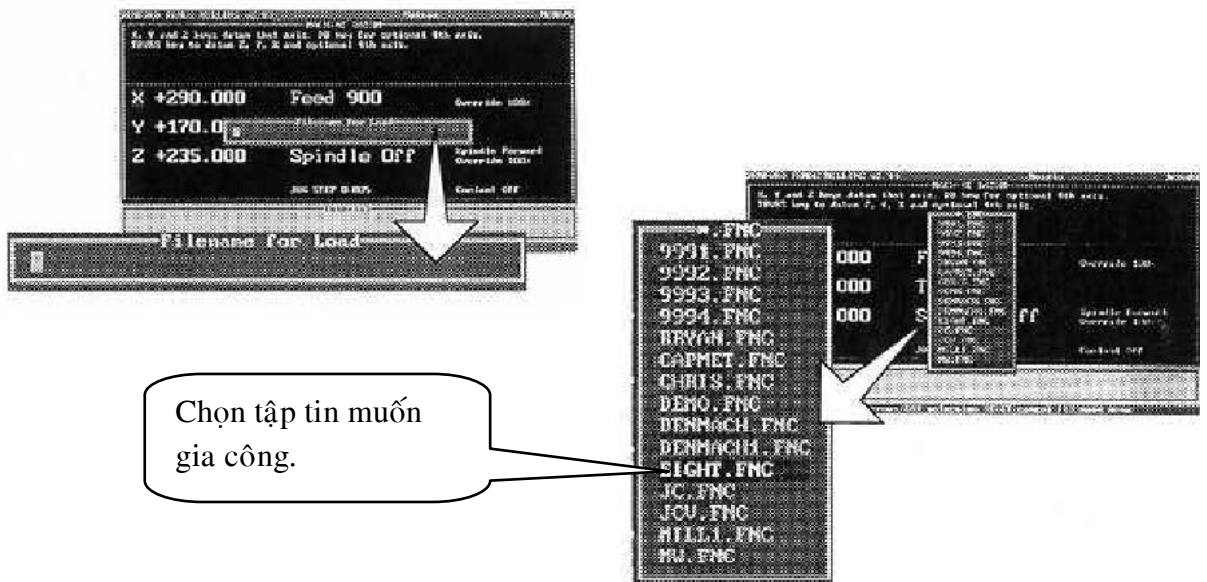
Menu ofset\Edit ofset\nhập giá trị Z cho mỗi loại dao \EOB\Reset

f) Đưa chương trình ra màn hình Soạn thảo

Phối hợp các phím [F10], [CURSOR], [RESET] và [EOB]. Nhấn phím [F10], màn hình *Main Menu* xuất hiện, đưa vệt sáng tới chọn 'CNC Files'. Sau khi chọn, nhấn [EOB]. Màn hình *CNC files* hiện ra.



Sau đó đưa vệt sáng tới chọn 'Load' hoặc nhấn F3, màn hình *Filename for Load* xuất hiện. Nếu vệt sáng có dấu '*' phải nhập tên tập tin. Muốn liệt kê danh mục các tập tin, phải làm mất dấu '*' bằng cách nhấn phím [ALTER]. Sau đó nhấn [EOB], danh sách CNC files hiện ra với tên '*.FNC'



Lúc này chương trình được hiện ra trên màn hình *Soạn thảo và Mô phỏng*. Nếu trên màn hình *Soạn thảo và Mô phỏng* đã có sẵn chương trình, thì sẽ hiện ra câu hỏi sau:

“ Bạn có muốn trộn vào không ? ”

Nếu không muốn, nhấn phím [N].

Nếu muốn, nhấn phím [Y].



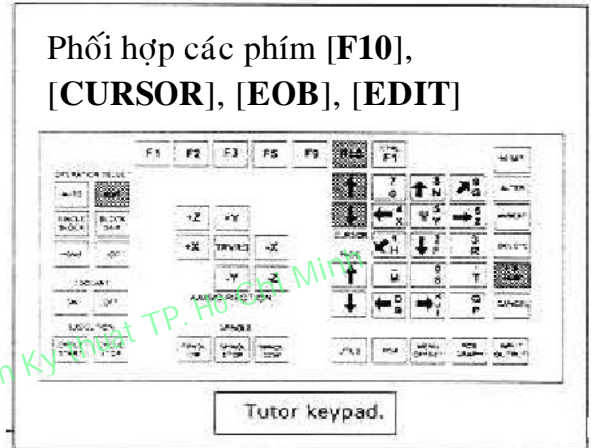
i) Mô phỏng chương trình

Chọn màn hình mô phỏng:

Nhấn phím [F10] hoặc phím [EDIT], màn hình *Main Menu* hiện ra. Có thể chọn một trong hai chế độ mô phỏng:

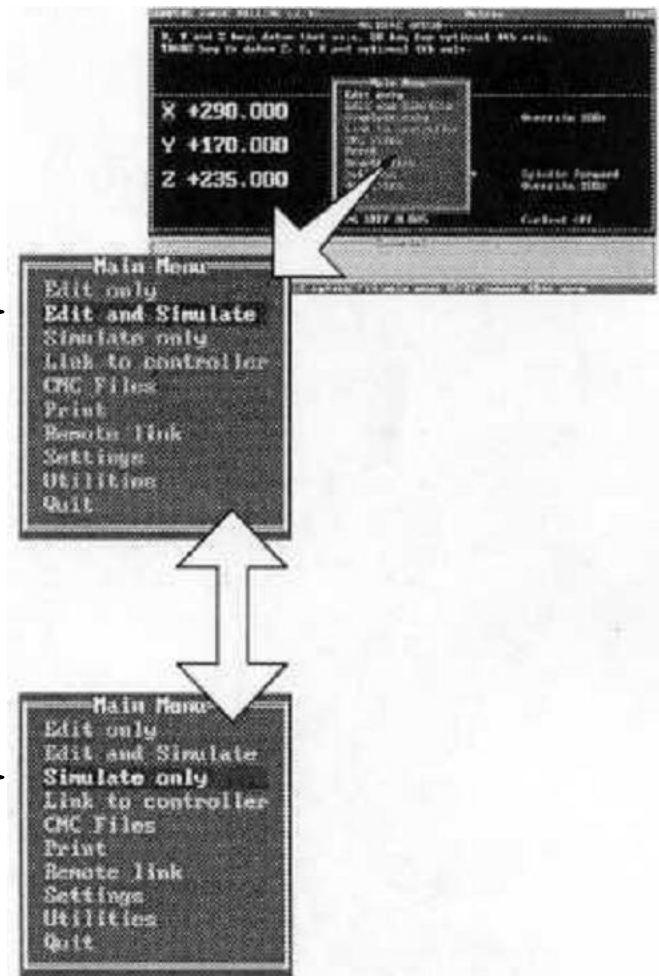
- Edit and Simulate : Dùng soạn thảo cùng với mô phỏng.
- Simulate only : Dùng chỉ để mô phỏng.

Dùng các phím [CURSOR] đưa vật sáng tới chế độ mong muốn, nhấn phím [EOB].



Chế độ vừa soạn thảo vừa mô phỏng

Chế độ chỉ có mô phỏng



Mô phỏng chương trình :

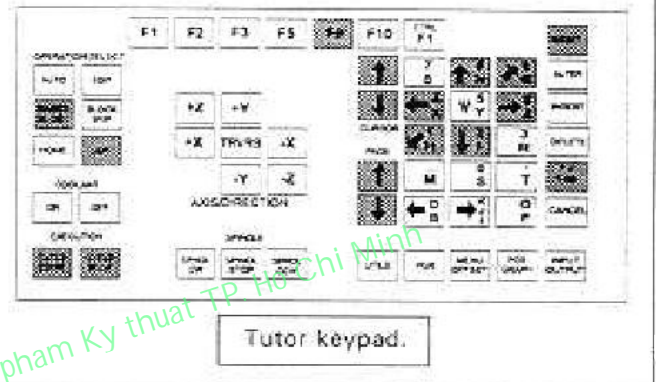
Nhấn phím [F9] màn hình *Simulation* hiện ra.

1) *Check Syntax* : Kiểm tra lỗi chính tả của chương trình (không kiểm tra được quỹ đạo cắt và các thông số công nghệ).

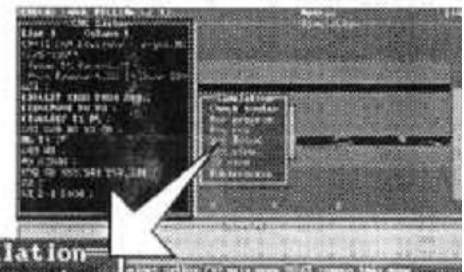
Đưa vệt sáng tới 'Check Syntax' bằng cách sử dụng các phím [CURSOR], rồi nhấn [EOB]. Nếu hiện ra dòng chữ 'Your CNC program is OK' thì coi như chương trình đã được kiểm tra tốt. Nhấn [RESET] để trở lại màn hình *Simulation*.

2) *Run Program*: Chạy mô phỏng chương trình.

Phối hợp các phím [F9], [CURSOR], [EOB], [JOC], [PAGE], [CYCLE START], [CYCLE STOP], [RESET], [8N], [2F], [6Z], [4X], [9G], [1H], [SINGLE BLOCK],

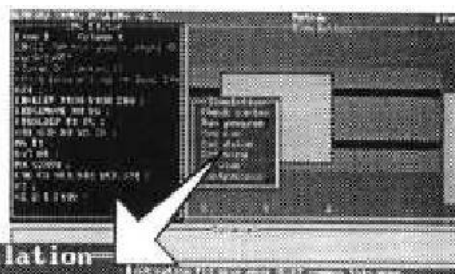


Copyright © Trường ĐH Sư phạm Kỹ thuật TP Hồ Chí Minh



Simulation
Check syntax
Run program
Dry run
Set datum
Set view
3D view
Postprocess

Information
Your CNC program is ok



Simulation
Check syntax
Run program
Dry run
Set datum
Set view
3D view
Postprocess

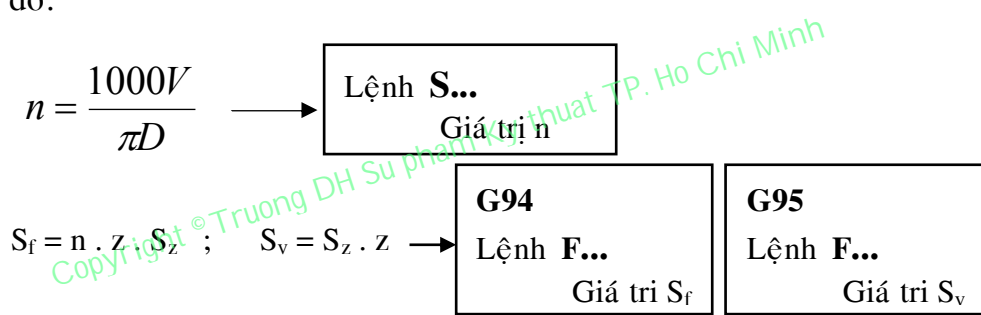
Đưa vệt sáng tới 'Run program' bằng cách sử dụng các phím [CURSOR], rồi nhấn [EOB].

3. Lập trình NC với hệ điều khiển FANUC – OM

a) Thông số công nghệ

Dao phay với đường kính D (mm) và số răng z	Tốc độ cắt V (m/f)	Lượng chạy dao răng S_z (mm/răng)	Tốc độ vòng trục chính n (vòng/f)	Lượng chạy dao phút S_f (mm/f)	Lượng chạy dao vòng S_v (mm/vòng)
Đến $\phi 10$ (2 răng)	90	0,01	2800	56	
Đến $\phi 16$ (4 răng)	90	0,03	1800	210	
Đến $\phi 20$ (4 răng)	90	0,03	1400	160	
Dưới $\phi 63$ (5 răng)	400	0,02	2000	200	

Trong đó:



b) G – codes / Fanuc OM

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	Mặt phẳng XOY
	G18	Mặt phẳng ZOX

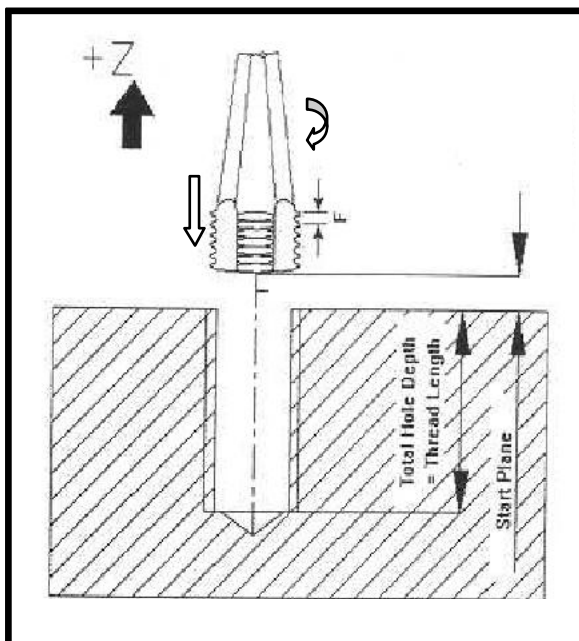
	G19	Mặt phẳng YOZ
3	G90	Tọa độ tuyệt đối
	G91	Tọa độ tương đối
5	G94	Đơn vị chạy dao mm/phút
	G95	Đơn vị chạy dao vòg/phút
6	G20	Đơn vị đo lường là INCHES
	G21	Đơn vị đo lường là MILLIMETERS
7	G40	Kết thúc hiệu chỉnh bán kính dao
	G41	Hiệu chỉnh bán kính dao trái
	G42	Hiệu chỉnh bán kính dao phải
8	G43	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 (vòg/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	Kết thúc tọa độ cực
	G16	Bắt đầu tọa độ cực

c) M – Codes / Fanuc OM

Lệnh	Chức năng
M00	Dừng chương trình
M01	Dừng chương trình
M02	Kết thúc chương trình
M03	Trục chính quay theo chiều kim đồng hồ
M04	Trục chính quay theo chiều ngược kim đồng hồ
M05	Dừng trục chính
M08	Mở tưới trơn
M09	Tắt tưới trơn
M24	Mở kẹp dao (thao tác bằng tay)
M25	Đóng kẹp dao (thao tác bằng tay)
M30	Kết thúc chương trình
M98	Gọi chương trình con
M99	Kết thúc chương trình con

Dưới đây diễn giải một số từ lệnh khác biệt của hệ điều khiển Fanuc –OM:

Chu trình tarô:



Cấu trúc câu lệnh:

G98 (G99) G84 X...Y...Z...P...F...

G98 (G99) – Rút dao về vị trí xuất phát hoặc vị trí an toàn.

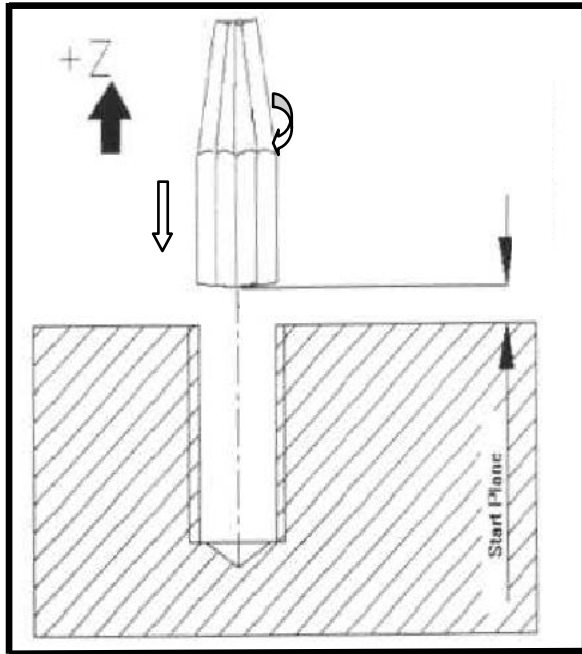
X... Y... – Vị trí của lỗ theo X , Y

Z... – Chiều sâu lỗ theo tọa độ tuyệt đối.

P... – Thời gian dừng ở đáy lỗ

F... – Bước của ren (mm/vòng).

Chu trình doa lỗ:



Cấu trúc câu lệnh:

G98 (G99) G85 X...Y...Z...P...F...

G98 (G99) – Rút dao về vị trí xuất phát hoặc vị trí an toàn.

X... Y... – Vị trí của lỗ theo X , Y

Z... – Chiều sâu lỗ theo tọa độ tuyệt đối.

P... – Thời gian dừng ở đáy lỗ

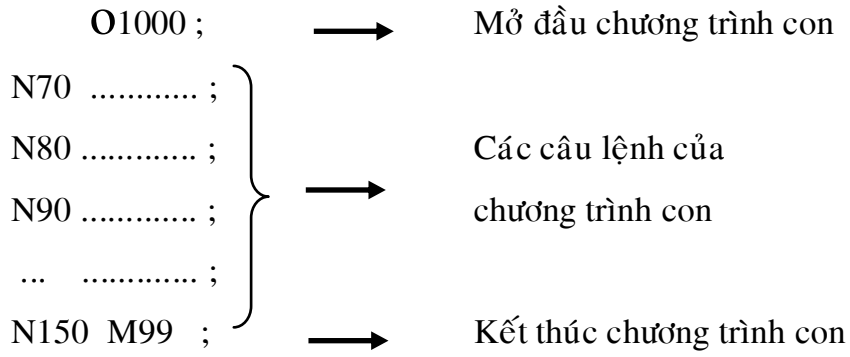
F... – Tốc độ chạy dao.

Gọi và kết thúc một chương trình con: M98 / M99

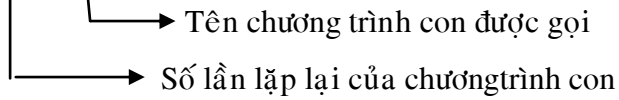
Ví dụ : cấu trúc một chương trình chính như sau:

%0001 G21;	→	Mở đầu chương trình
[BILLET X100 Y70 Z20;	→	Kích thước phôi
[TOOLDEF T1 D10 ;	→	Dao số 1 và đường kính
[EDGEMOVE X20 Y20 Z0;	→	Lệch chuẩn (P – W)
N10	}	Thứ tự câu lệnh cùng các câu lệnh.
N20		
N30		
...		
N200 M30;	→	Kết thúc chương trình

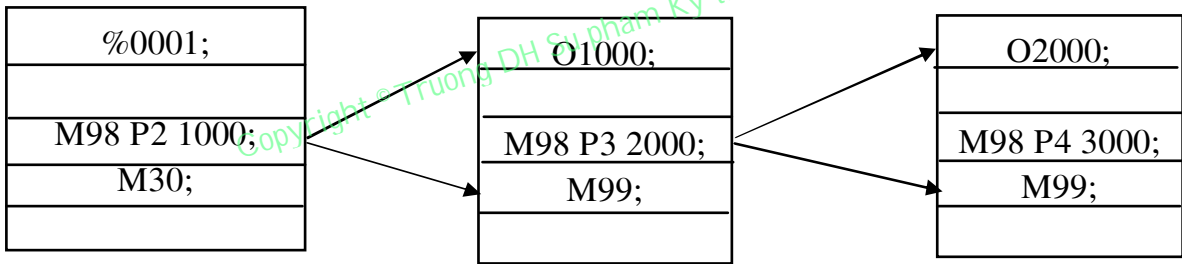
Trong chương trình chính đôi khi có một số công việc được lặp đi lặp lại nhiều lần, nếu những công việc này được viết đi viết lại trong chương trình chính thì chương trình sẽ rất dài. Vì vậy để đơn giản chương trình chính, những công việc được lặp lại đó được viết trong chương trình con, với cấu trúc như sau:



Trong chương trình chính, khi cần gọi một chương trình con dùng lệnh M98 với cấu trúc câu lệnh như sau: **M98 P.. 1000 ;**

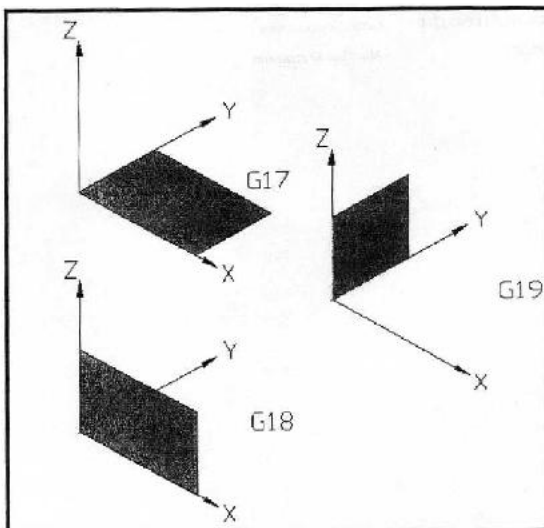


Trong một chương trình con có thể lồng một chương trình con khác. Ví dụ:

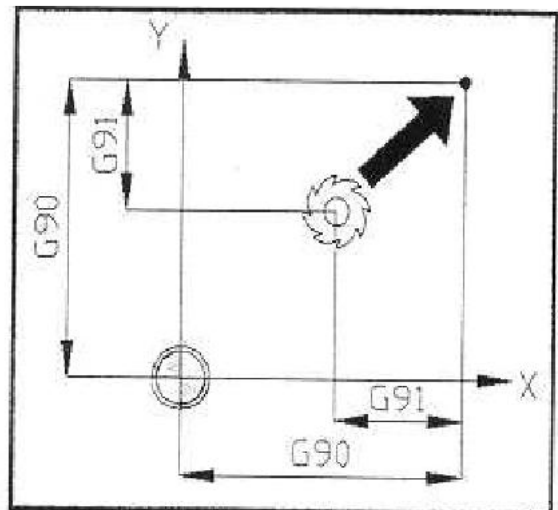


Chú ý: Chương trình chính và chương trình con được lưu trong bộ nhớ máy tính ở hai tập tin khác nhau nhưng phải cùng một thư mục.

Chọn mặt phẳng cắt:



Chọn phương thức lập trình:

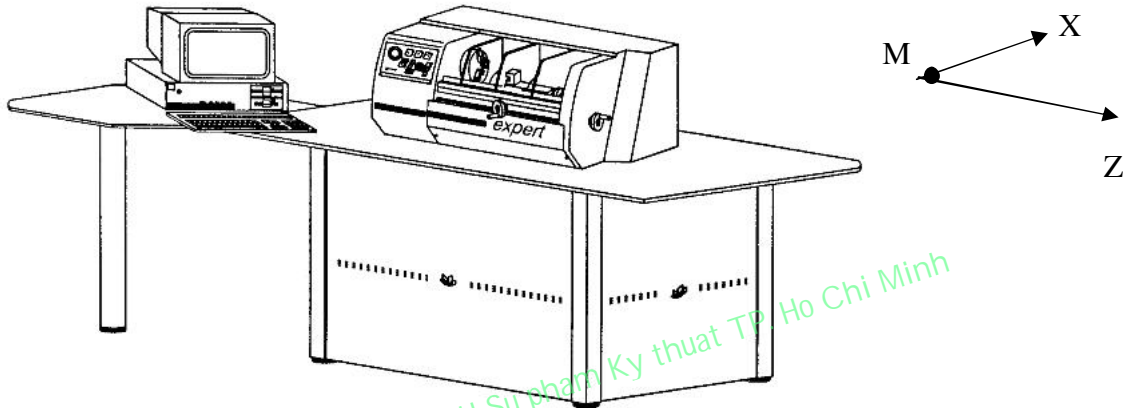


II. Vận hành máy tiện CNC Magnum

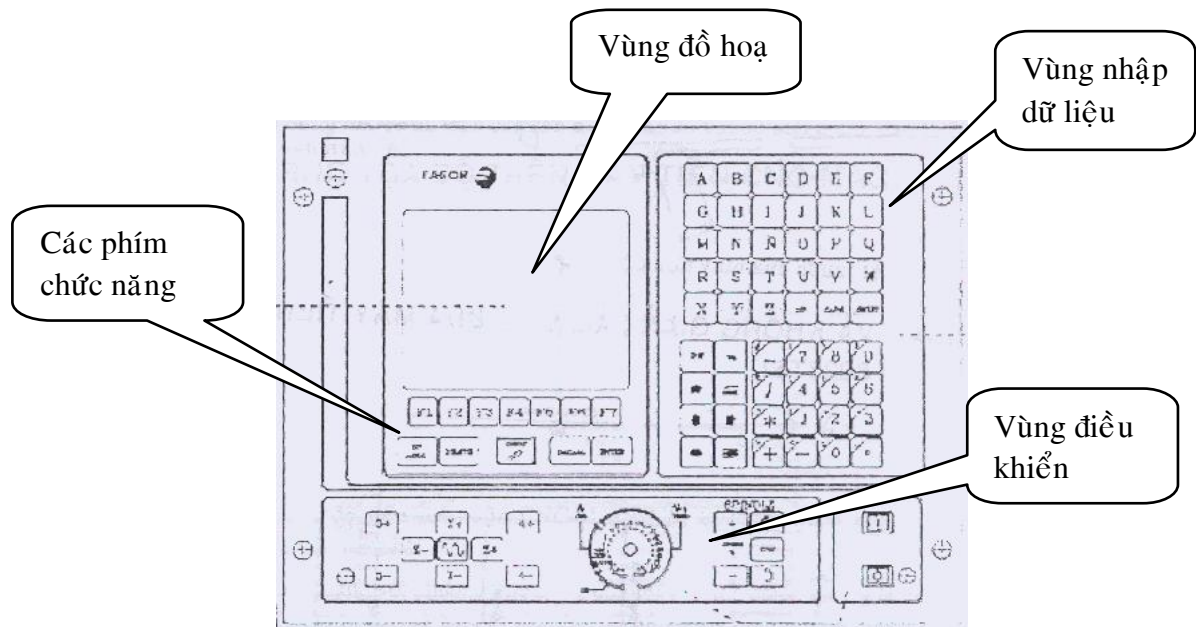
1. Giới thiệu máy tiện CNC Magnum

Máy tiện Magnum được điều khiển bởi hệ điều khiển Fagor 8025 TSI. Tập lệnh của nó tương thích với phần mềm tiện Unisoft. Có thể thay dao, đóng mở cửa tự động, kẹp phôi bằng khí nén và có hệ thống an toàn khi sử dụng.

a) Hệ trục tọa độ trên máy tiện Magnum



b) Giới thiệu bộ điều khiển với hệ điều khiển Fagor



c) Thông số kỹ thuật của máy

- Công suất động cơ trục chính: 1500 W
- Tốc độ quay trục chính: 100vòng/phút – 3000vòng/phút

- Lượng dịch chuyển dao theo phương X: 75mm
- Lượng dịch chuyển dao theo phương Z: 205mm
- Lượng chạy dao tối đa cho phép của X, Z: 3000mm/phút
- Công suất động cơ trục Z, X: 140 W
- Công suất động cơ bơm tưới nguội: 80 W
- Dung tích buồng nước tưới trơn: 16 lít; Tưới trơn tự động.
- Áp suất vòi phun tưới trơn: 0.3 bar
- Áp suất khí nén: 8 bar
- Ổ chứa dao có 08 vị trí (có thể chứa được 08 dao); Thay dao tự động.

2. Vận hành máy tiện CNC Magnum với bộ điều khiển 8025 TSI

- Cấp nguồn cho máy;
- Mở van hệ thống khí nén;
- Gạt cầu dao trên máy CNC sang vị trí I;

Khi đó trên màn hình điều khiển xuất hiện:

Copyright © Trường ĐH Sư phạm Kỹ thuật TP. Hồ Chí Minh

<p>8025 – TIS</p> <p>** GENERAL TEST **</p> <p>PASSED</p>
--

Nhấn phím OP MODE để vào menu chính của bộ điều khiển:

<p>** OPERATION MODE **</p> <p>0 – AUTOMATIC</p> <p>1 – SINGLE BLOCK</p> <p>2 – PLAY BACK</p> <p>3 – TEACH IN</p> <p>4 – DRY RUN</p> <p>5 – JOG\HOME SEACH</p> <p>6 – EDITING</p> <p>7 – PERIFERALS</p> <p>8 – TOOL OFFSETS/G53-G59</p> <p>9 – SPECIAL MODES</p>

Tuy theo chức năng hoạt động của máy, chọn số tương ứng.

Thao tác bằng tay trên máy:

Để thao tác bằng tay, nhấn phím số **5 (JOG/HOME SEARCH)**. Với lựa chọn này, ta có thể thao tác trên tất cả các chức năng của máy tiện CNC Magnum. Ví dụ:

- Muốn cho trục chính quay với tốc độ 500vòng/phút theo chiều kim đồng hồ: nhập S500 M03, sau đó nhấn **CYCLE STAR** (cửa đang ở vị trí đóng) trục chính sẽ chạy đúng với tốc độ, chiều đã khai báo. Có thể tăng hoặc giảm tốc độ bằng cách nhấn phím + hoặc – trên bộ điều khiển.

- Muốn di chuyển bàn xe dao: nhấn phím **X+, X-, Z+, Z-**, bàn máy sẽ di chuyển. Có thể thay đổi tốc độ di chuyển của các bàn máy bằng cách thay đổi vị trí nút vặn **FEED** trên bộ điều khiển. Có thể cho bàn máy chạy ở chế độ Step (từng bước) bằng cách vặn nút **FEED** sang vị trí **JOG**. Bước nhỏ nhất máy có thể thực hiện được là 1 µm và lớn nhất là 10mm.

- Muốn thay dao T02 lên vị trí gia công: nhập vào **T02.00** sau đó nhấn phím **CYCLE START**, khi đó ổ dao sẽ đưa dao số T02.00 vào vị trí gia công.

- Muốn xác định chuẩn máy: nhấn phím **X**, nhấn phím **F1 (HOME)**, nhấn phím **CYCLE START**, trục X sẽ di chuyển về chuẩn. Với trục **Z** làm tương tự.

- Ngoài ra có thể mở, đóng cửa bằng lệnh **M11, M10**. Mở, tắt hệ thống tưới nguội bằng lệnh **M8, M9**.

Soạn thảo một chương trình trên bộ điều khiển 8025 TIS:

- Để trở về Menu chính, nhấn phím **OP MODE**, muốn soạn thảo một chương trình mới nhấn phím **6 (EDITNG)**, nhấn phím **F2 [PR.SEL]**, đặt tên chương trình với 5 ký tự sau đó nhấn phím **ENTER** và nhập chương trình bằng các phím số và chữ có trên bộ điều khiển.

- Muốn xoá một câu lệnh: di chuyển vệt sáng đến câu lệnh đó (bằng các phím mũi tên), nhấn phím **DELETE**.

- Muốn chỉnh sửa một câu lệnh: di chuyển vệt sáng đến câu lệnh đó (bằng các phím mũi tên), nhấn phím **RECALL**, câu lệnh đó sẽ xuất hiện ở vùng soạn thảo. Khi đó có thể sửa bất kỳ thông số nào.

Chú ý: Khi chỉnh sửa hoặc viết xong một câu lệnh phải nhấn phím **ENTER** để bộ điều khiển cập nhật câu lệnh mới và chương trình.

Mô phỏng chương trình:

Nhấn phím **OP MODE**, nhấn phím **4 [DRY RUN]** khi đó màn hình xuất hiện

0 – G FUNCTION
1 – G, S, T, M FUNCTION
2 – GRAPID MOVE
3 – THEORETICAL PATH

Nhấn phím **3 [THEORETICAL PATH]**: có được hình ảnh mô phỏng dạng khung dây trên màn hình bộ điều khiển (nên chọn chế độ mô phỏng này vì sự an toàn cho máy). Khi đó nhập tên chương trình cần mô phỏng, số thứ tự của câu lệnh cuối cùng của chương trình, chọn không gian mô phỏng theo X và Z. Sau đó nhấn phím **CYCLE START**. Quan sát màn hình

thấy được quá trình mô phỏng của chương trình. Nếu chương trình bị lỗi máy sẽ ngừng quá trình mô phỏng. Sửa lại chương trình và cho mô phỏng lại.

Các bước thực hiện gia công trên máy tiện CNC Magnum:

- Khởi động máy tiện CNC Magnum;
- Xác định chuẩn máy M;
- Gá phôi và dao lên máy;
- Xác định chuẩn chi tiết W (trùng chuẩn thảo chương P)
- Gọi chương trình gia công (nếu đã có trong bộ nhớ) hoặc soạn thảo chương trình;
- Mô phỏng để kiểm tra, chỉnh sửa chương trình;
- Tiến hành gia công (bằng cách nhấn phím 0 -[AUTOMATIC], nhấn phím CYCLE STSRT);
- Kết thúc, thoát khỏi hệ điều khiển, tắt máy.

3. Lập trình NC với hệ điều khiển FAGOR

a) G – codes / Fagor

G00	Dịch chuyển nhanh đến vị trí xác định (không cắt gọt)
G01	Nội suy đường thẳng
G02	Nội suy vòng theo chiều kim đồng hồ
G03	Nội suy vòng theo chiều ngược chiều kim đồng hồ
G08	Nội suy dạng tiếp tuyến đường thẳng và đường tròn
G09	Nội suy đường cong qua ba điểm
G33	Tiện ren
G36	Bo giữa hai đường tròn giao nhau
G39	Vạt cạnh
G40	Kết thúc hiệu chỉnh bán kính dao
G41	Hiệu chỉnh bán kính dao trái
G42	Hiệu chỉnh bán kính dao phải
G50	Nhập các thông số của dao khi sử dụng lệnh hiệu chỉnh
G53-G59	Hiệu chỉnh giá trị offset dao
G64	Chu trình gia công nhiều đoạn cung tròn
G68	Chu trình gia công thô song song trục Z
G69	Chu trình gia công thô song song trục X
G70	Hệ inches

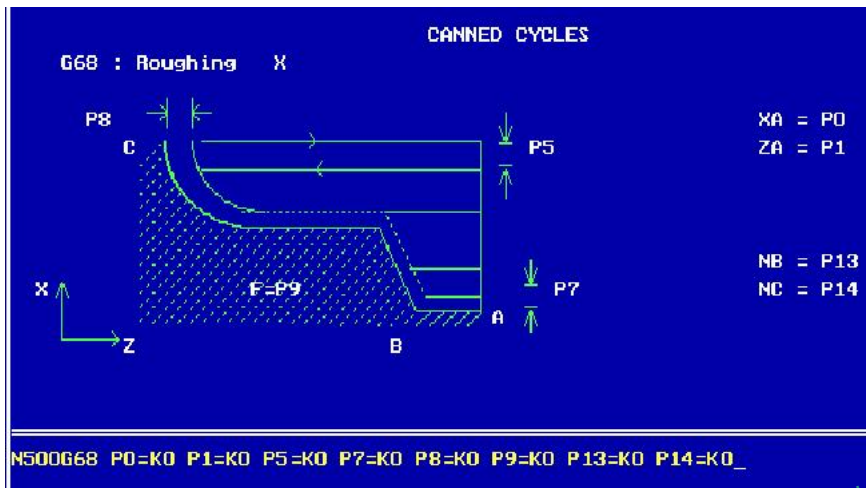
G71	Hệ mét
G74	Đưa bàn máy về chuẩn
G81	Chu trình tiện thô // trục Z với đường giới hạn thẳng
G82	Chu trình tiện thô // trục X với đường giới hạn thẳng
G83	Chu trình khoan lỗ sâu
G84	Chu trình tiện thô // trục Z với đường giới hạn cong
G85	Chu trình tiện thô // trục X với đường giới hạn cong
G86	Chu trình tiện ren trụ
G87	Chu trình tiện ren mặt
G88	Chu trình tiện rãnh // trục X
G89	Chu trình tiện rãnh // trục Z
G90	Toạ độ tuyệt đối
G91	Toạ độ tương đối
G94	Giá trị F có đơn vị mm/phút(inches/phút)
G95	Giá trị F có đơn vị mm/vòng(inches/vòng)
G96	Giới hạn tốc độ trục chính
G97	Tốc độ trục chính theo vòng/phút

b) M - codes / Fagor

M00	Dừng chương trình
M01	Dừng chương trình có điều kiện
M02	Kết thúc chương trình
M03	Trục chính quay cùng chiều kim đồng hồ
M04	Trục chính quay ngược chiều kim đồng hồ
M05	Dừng trục chính
M08	Mở tưới nguội
M09	Tắt tưới nguội
M10	Mở cửa
M11	Đóng cửa
M30	Kết thúc chương trình và trở lại đầu chương trình

c) Diễn giải một số chu trình cắt khác biệt của hệ điều khiển Fagor

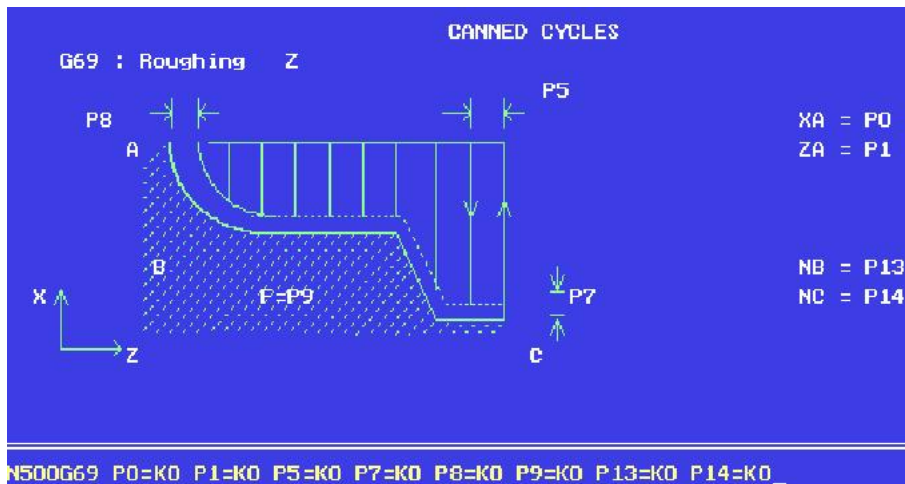
- Chu trình tiện thô song song trục Z theo một quỹ đạo cho trước – G68:



Ý nghĩa của các tham số :

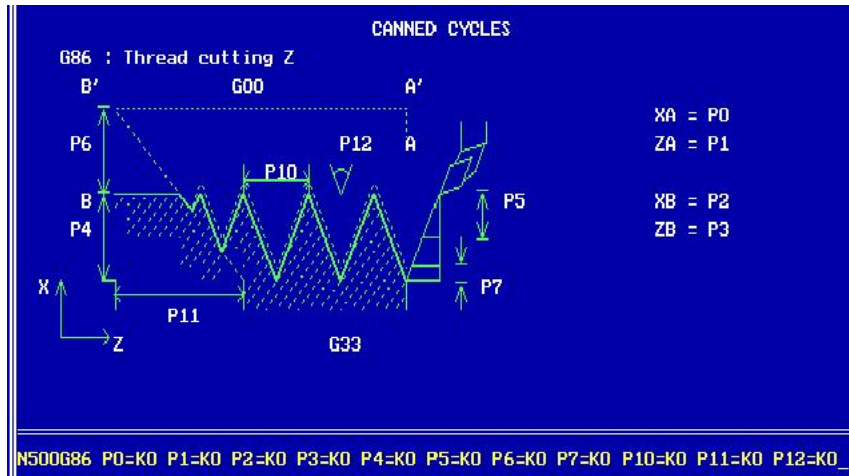
- P0 – tạo độ X điểm bắt đầu biên dạng chi tiết (X_A);
- P1 - tạo độ Z điểm bắt đầu biên dạng chi tiết (Z_A);
- P5 – chiều sâu lớp cắt thô;
- P7 – chiều sâu lớp cắt tinh theo X;
- P8 – chiều sâu lớp cắt tinh theo Z;
- P9 – tốc độ F cắt tinh;
- P13 – số thứ tự câu lệnh bắt đầu cắt biên dạng chi tiết;
- P14 – số thứ tự câu lệnh cắt cuối cùng biên dạng chi tiết;

- Chu trình tiện thô song song trục X theo một quỹ đạo cho trước – G69



Ý nghĩa của các tham số cũng tương tự như chu trình G68

- Chu trình tiện ren trụ - G86



Ý nghĩa của các tham số:

P0 – tọa độ X của điểm A;

P1 - tọa độ Z của điểm A;

P2 – tọa độ X của điểm B;

P3 – tọa độ Z của điểm B;

P4 – chiều cao ren;

P5 – chiều sâu lớp cắt thô;

P6 – khoảng lùi dao sau mỗi lần cắt;

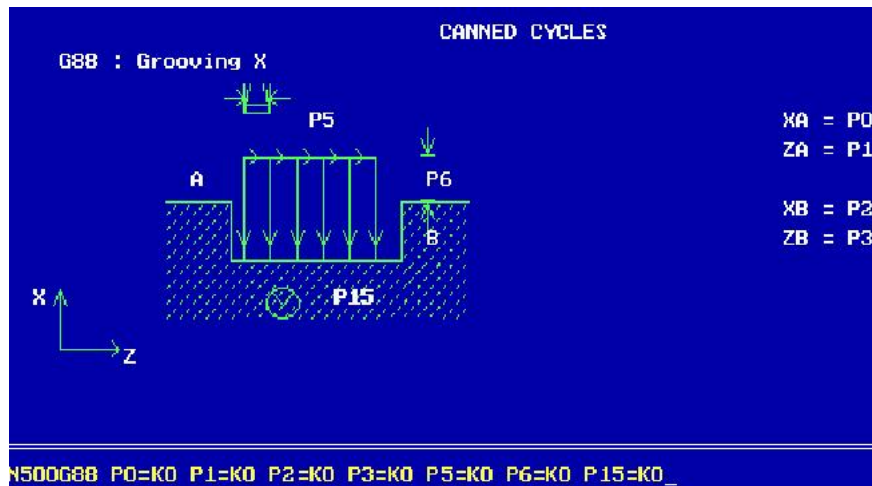
P7 – chiều sâu lớp cắt tinh;

P10 – bước ren;

P11 – khoảng vượt chân ren;

P12 – góc ren.

- Chu trình cắt rãnh // trục X – G88:



Ý nghĩa của các tham số như sau:

P0 – tọa độ X của điểm A;

P1 - tọa độ Z của điểm A;

P2 – tọa độ X của điểm B;

P3 – tọa độ Z của điểm B;

P5 – bề rộng dao cắt rãnh;

P6 – khoảng lùi dao sau mỗi lần cắt;

P15 – thời gian dừng sau mỗi lần cắt.