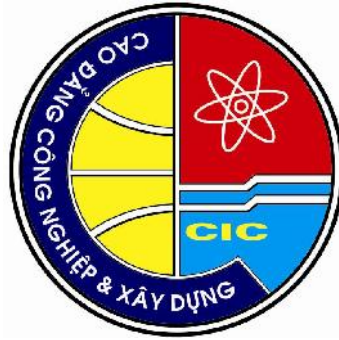


BỘ CÔNG THƯƠNG  
TRƯỜNG CAO ĐẲNG CÔNG NGHIỆP VÀ XÂY DỰNG



**BÀI GIẢNG HỌC PHẦN**  
**CAD – CAM - CNC**

*(Lưu hành nội bộ)*

*Người biên soạn:*      **Lê Chí Thanh**  
                                 **Phạm Văn Tuấn**

**Uông Bí, năm 2010**

# MỤC LỤC

Trang

## Phần I

### MÁY CNC VÀ LẬP TRÌNH CNC

#### Chương I

#### **KHÁI NIỆM VỀ ĐIỀU KHIỂN SỐ**

1.1. Khái niệm về điều khiển số.....	4
1.2. Các đặc điểm đặc trưng của máy NC và máy CNC.....	10
1.3. Các điểm chuẩn.....	11
1.4. Các dạng điều khiển.....	15

#### Chương II

#### **LẬP TRÌNH GIA CÔNG TRÊN MÁY CNC**

2.1. Các chương trình và việc lập trình.....	17
2.2. Các hình thức tổ chức lập trình.....	18
2.3. Ghi kích thước trên bản vẽ.....	23
2.4. Cấu trúc của một chương trình NC.....	24

#### Chương III

#### **CÁC MÁY NC DÙNG TRONG CÔNG NGHIỆP**

3.1. Khái quát chung.....	29
3.2. Các máy công cụ NC thông dụng.....	19

#### Chương IV

#### **CÁC HỆ THỐNG DỤNG CỤ CẮT VÀ ĐIỀU KHIỂN THÍCH NGHI TRÊN MÁY CNC**

4.1. Các hệ thống dụng cụ cắt dùng trên máy CNC .....	31
4.2. Điều khiển thích nghi trên máy CNC .....	32

#### Phần II

### **GIỚI THIỆU ỨNG DỤNG PHẦN MỀM LẬP TRÌNH, MÔ PHỎNG CAM**

#### Chương V

#### **ỨNG DỤNG CHO THIẾT KẾ (Ví dụ MASTERCAM DESIGN)**

5.1. Giới thiệu.....	37
5.2. MasterCAM design. ....	41
5.3. Xoá và khôi phục các thực thể. ....	59
5.4. Tính toán.....	63
5.5. Lập bản vẽ chi tiết.....	64
5.6. Dịch chương trình NC.....	68

#### Chương VI

#### **ỨNG DỤNG CHO MÁY TIỆN (MASTERCAM LATHE)**

6.1. Lựa chọn dụng cụ cắt.....	71
6.2. Thiết lập các tham số.....	72
6.3. Lựa chọn vật liệu.....	73
6.4. Xác lập các tham số đường dịch chuyển của dụng cụ. ....	73

6.5. Xác lập đường dịch chuyển dao tiện .....	74
6.6. Kiểm tra.....	74
6.7. Quản lí các thao tác (Operations manager).....	75

#### Chương VII

### ỨNG DỤNG CHO MÁY PHAY (MASTERCAM MILL)

7.1. Lựa chọn dụng cụ cắt.....	76
7.2. Thiết lập các tham số.....	77
7.3. Lựa chọn vật liệu.....	79

#### Chương VIII

### ỨNG DỤNG CHO MÁY CẮT DÂY (MASTERCAM WIRE)

8.1. Sử dụng “Wirepaths” .....	80
8.2. Cài đặt các tham số cho máy cắt dây.....	80
8.3. Cài đặt chế độ cắt.....	80
8.4. Xác định tọa độ. ....	81
8.5. Tổ chức các công việc.....	82
Tài liệu tham khảo.....	83

## LỜI NÓI ĐẦU

Ngày nay, trong thời buổi cạnh tranh khốc liệt mang tính toàn cầu, các nhà sản xuất luôn luôn tìm cách giới thiệu các sản phẩm mới với tính năng đa dạng, chất lượng cao, giá thành hạ và thời gian giao hàng ngắn. Để làm được điều này các nhà sản xuất phải cân nhắc kỹ từng giai đoạn trong quá trình sản xuất với những tính toán tối ưu.

Họ đã cố gắng sử dụng những máy tính có bộ nhớ khổng lồ, tốc độ xử lý nhanh và có khả năng tương tác đồ họa thân thiện với con người trong nhiều giai đoạn của quá trình sản xuất.

Để khai thác và sử dụng các máy CNC để gia công chi tiết có hình dạng phức tạp, đem lại hiệu quả cao trong sản xuất, cần phải tập trung nghiên cứu khai thác hệ thống CAD/CAM/CNC hiện đại, ứng dụng các công nghệ tiên tiến như công nghệ quét mẫu 3D laser, sử dụng phần mềm chuyên biệt như Catia, Mastercam, Inventor, Pro/,... Với định hướng như vậy, chúng tôi biên soạn bài giảng CAD/CAM/CNC để phục vụ công tác giảng dạy, đáp ứng với nhu cầu phát triển của xã hội. Khi biên soạn giáo trình tôi đã cố gắng cập nhập những kiến thức mới có liên quan đến môn học và phù hợp với đối tượng sử dụng cũng như cố gắng gắn những nội dung lý thuyết với những vấn đề thực tế thường gặp trong sản xuất, để giáo trình có tính thực tế cao.

Tuy nhiên tôi đã có nhiều cố gắng khi biên soạn, nhưng giáo trình chắc chắn không tránh khỏi những khiếm khuyết. Bởi vậy rất mong nhận được nhiều sự góp ý của bạn đọc, để khi tái bản lần sau có chất lượng tốt hơn. Mọi ý kiến đóng góp xin gửi về địa chỉ:

***Bộ môn: Công nghệ chế tạo máy***

***Khoa: Cơ Khí***

***Trường: Cao Đẳng Công Nghiệp Và Xây Dựng***

***Địa chỉ: Phương Đông - Ưông Bí – Quảng Ninh***

**Nhóm tác giả**

Phần I  
**MÁY CNC VÀ LẬP TRÌNH CNC**  
Chương I  
**KHÁI NIỆM VỀ ĐIỀU KHIỂN SỐ**

### **1.1. Khái niệm về điều khiển số**

Ngày nay, trong thời buổi cạnh tranh khốc liệt mang tính toàn cầu, các nhà sản xuất luôn luôn tìm cách giới thiệu các sản phẩm mới với tính năng đa dạng, chất lượng cao, giá thành hạ và thời gian giao hàng ngắn. Để làm được điều này các nhà sản xuất phải cân nhắc kỹ từng giai đoạn trong quá trình sản xuất với những tính toán tối ưu.

Họ đã cố gắng sử dụng nhưng máy tính có bộ nhớ khổng lồ, tốc độ xử lý nhanh và có khả năng tương tác đồ họa thân thiện với con người trong nhiều giai đoạn của quá trình sản xuất. Với sự hỗ trợ của máy tính, nhiều phần công việc đã được hoàn thành một cách tự động hóa và chính xác, giúp giảm thời gian và chi phí trong phát triển sản phẩm và trong chế tạo. Thiết kế có sự hỗ trợ của máy tính (Computer-Aided Design- CAD), chế tạo có sự hỗ trợ của máy tính (Computer-Aided Manufacturing- CAM) và phân tích, tính toán kỹ thuật có sự hỗ trợ của máy tính (Computer-Aided Engineering- CAE) là những công nghệ được sử dụng cho mục đích này trong suốt chu kỳ sản xuất sản phẩm. CAD và CAE được ứng dụng vào giai đoạn thiết kế sản phẩm còn CAM được ứng dụng vào giai đoạn chế tạo, bắt đầu từ việc lập quy trình chế tạo và kết thúc bằng các sản phẩm thực.

#### **1.1.1 CAD (Computer-Aided Design)**

CAD là công nghệ liên quan đến việc sử dụng hệ thống máy tính để giúp đỡ việc tạo, sửa đổi, phân tích và tối ưu hóa thiết kế.

Theo đó, bất cứ chương trình máy tính nào có tính năng đồ họa và một chương trình ứng dụng với các chức năng kỹ thuật thuận tiện đều được phân loại như là phần mềm CAD. Nói cách khác, các công cụ CAD có nhiều cấp độ khác nhau tùy theo ứng dụng. Có thể chúng chỉ có những công cụ để vẽ hình học nhằm tạo ra hình dạng vật thể, hoặc có thêm các công cụ phân tích dung sai, tính toán một số đại lượng vật lý và mô hình hóa phần tử hữu hạn... Ở mức độ cao là các phần mềm CAD với các chương trình ứng dụng nâng cao cho phân tích và tối ưu hóa.

Vai trò cơ bản nhất của CAD là để xác định hình học của thiết kế như hình dáng hình học của các chi tiết cơ khí, các kết cấu kiến trúc, mạch điện tử, mặt bằng nhà cửa trong xây dựng... Các ứng dụng điển hình của CAD là tạo bản vẽ kỹ thuật với đầy đủ các thông tin kỹ thuật của sản phẩm và mô hình hình học 3D của sản phẩm. Hơn nữa, mô hình CAD này sẽ được dùng cho các ứng dụng CAE và CAM sau này. Đây là lợi ích lớn nhất của CAD vì có thể tiết kiệm thời

gian một cách đáng kể và giảm được các sai số gây ra do phải xây dựng lại hình học của thiết kế mỗi khi cần đến nó.

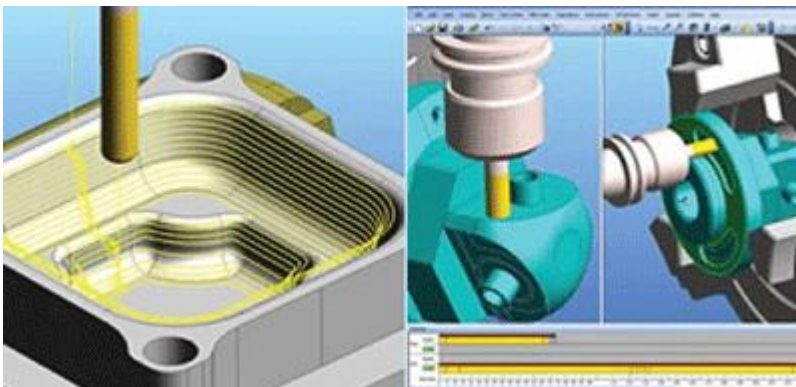
Một quá trình CAD tiêu biểu được thực hiện theo các bước sau:

- Xây dựng mô hình hình học sản phẩm.
- Phân tích kỹ thuật sản phẩm.
- Kiểm tra và đánh giá kỹ thuật.
- Xây dựng bản vẽ kỹ thuật.

Các công cụ CAD cần có để hỗ trợ quá trình thiết kế tùy thuộc vào pha thiết kế:

- Đối với pha khái niệm hóa thiết kế các công cụ CAD cần có là các kỹ thuật mô hình hóa hình học, các hỗ trợ đồ họa và các thao tác đồ họa.
- Pha mô hình hóa và mô phỏng thiết kế cần các công cụ kể trên, công cụ mô phỏng chuyển động, lắp ráp và một số gói mô hình hóa khác.
- Pha phân tích thiết kế cần các gói về phân tích, các gói và các chương trình tùy biến.
- Pha thiết kế tối ưu cần các ứng dụng tùy biến và tối ưu hóa kết cấu.
- Pha đánh giá thiết kế cần các công cụ về dung sai, kích thước và bảng các vật liệu.
- Pha tạo tài liệu và truyền đạt thông tin thiết kế cần công cụ tạo bản vẽ kỹ thuật và công cụ tạo ảnh tô bóng.

Ngày nay CAD được ứng dụng rộng rãi trong nhiều ngành khác nhau. Có thể kể tên ra sau đây một số ngành như sau: cơ khí, xây dựng, kiến trúc, điện, điện tử, y học, dệt may, thiết kế sản phẩm, thiết kế công nghiệp, thiết kế nhạc cụ, thiết kế vườn tược, chiếu sáng... Trên thị trường hiện nay có rất nhiều phần mềm CAD với những cấp độ khác nhau. Có những phần mềm giá chỉ vài trăm đô la với tính năng hạn chế nhưng cũng có những gói phần mềm giá hàng chục ngàn đến hàng trăm ngàn đô la. Cũng có phần mềm CAD riêng lẻ và có những phần mềm CAD tích hợp tổng phần mềm CAD/CAM. Ở Việt Nam, trong lĩnh vực cơ khí, các phần mềm CAD phổ biến hiện nay là AutoCAD, Mechanical Desktop, Inventor, Solidworks, Catia, Pro/Engineer, Unigraphics, Solid Edge...



Hình 1.1. Mô phỏng gia công với phần mềm EdgeCAM

### 1.1.2. CAM (Computer-Aided Manufacturing)

CAM là công nghệ liên quan với việc sử dụng hệ thống máy tính để lập kế hoạch, quản lý và điều khiển các quá trình chế tạo.

Một trong những lĩnh vực hoàn thiện nhất của CAM là điều khiển chương trình số (Numerical Control - NC). Đây là kỹ thuật sử dụng các chỉ dẫn đã được lập trình để điều khiển các máy công cụ như máy mài, máy tiện, máy phay, máy dập... Máy tính có thể sản sinh ra một lượng đáng kể các chỉ dẫn NC dựa trên các dữ liệu hình học từ cơ sở dữ liệu CAD cộng với những thông tin bổ sung được cung cấp bởi người vận hành.

Một chức năng quan trọng khác của CAM là lập trình robot. Các robot này có thể vận hành trong một tế bào gia công, chọn và định vị dao và chi tiết gia công cho các máy NC. Những robot này cũng có thể thực hiện các nhiệm vụ đơn lẻ như hàn, lắp ráp hoặc vận chuyển thiết bị hoặc chi tiết trong phân xưởng.

Lập quy trình chế tạo cũng là một mục đích của CAM. Quy trình chế tạo bao gồm các nguyên công chi tiết của các bước sản xuất từ ban đầu đến kết thúc, từ máy này đến máy khác trong phân xưởng.

Mặc dù việc lập quy trình chế tạo hoàn toàn tự động là điều gần như không thể nhưng quy trình công nghệ chế tạo cho một chi tiết có thể được tạo ra nếu tồn tại một quy trình chế tạo của một chi tiết tương tự. Cho mục đích này, công nghệ nhóm đã được phát triển để tổ chức các chi tiết tương tự nhau thành một họ. Các chi tiết được phân thành cùng một họ nếu chúng có những đối tượng gia công giống nhau như các rãnh, các túi rỗng, các mép vát, các lỗ,... Vì thế để dò tự động sự giống nhau giữa các chi tiết, cơ sở dữ liệu CAD phải chứa các thông tin về những đối tượng như thế. Nhiệm vụ này được thực hiện nhờ công nghệ nhận dạng đối tượng. Thêm vào đó, máy tính có thể được sử dụng để xác định khi nào đặt hàng nguyên liệu và mua sắm chi tiết và số lượng hàng hóa cần phải đặt để đáp ứng kế hoạch sản xuất.

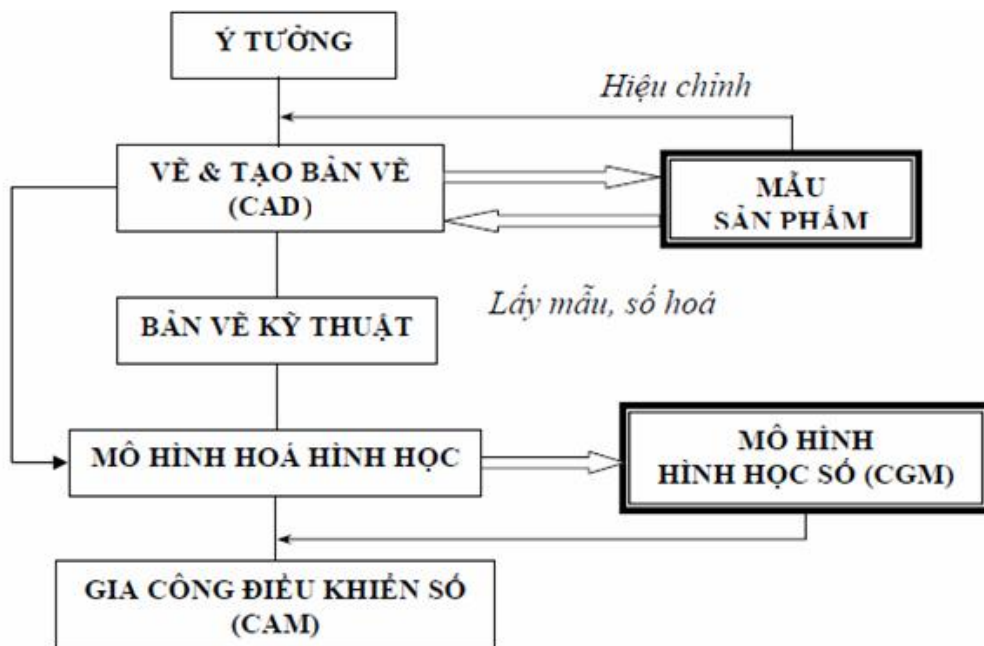
Các công cụ CAM cần có để hỗ trợ cho quá trình sản xuất tùy thuộc vào pha sản xuất, cụ thể như sau:

- Đối với pha lập quy trình sản xuất, các công cụ CAM sau đây cần phải có: kỹ thuật lập quy trình chế tạo, phân tích chi phí, các đặc điểm kỹ thuật của công cụ và vật liệu.
- Pha lập trình gia công chi tiết cần có công cụ lập trình NC.
- Pha kiểm tra cần phần mềm kiểm tra.
- Pha lắp ráp cần công cụ về lập trình và mô phỏng robot.

Trên thế giới hiện có rất nhiều phần mềm CAM đơn lẻ hoặc dạng tích hợp CAD/CAM. Giá thành của các gói phần mềm này cũng khác biệt nhiều tùy thuộc tính năng của chúng. Các phần mềm CAM, CAD/CAM phổ biến ở Việt

Nam hiện nay là MasterCAM, DelCAM SolidCAM, Pro/Engineer, Catia, Unigraphics, Cimatron, VISI-Series,...

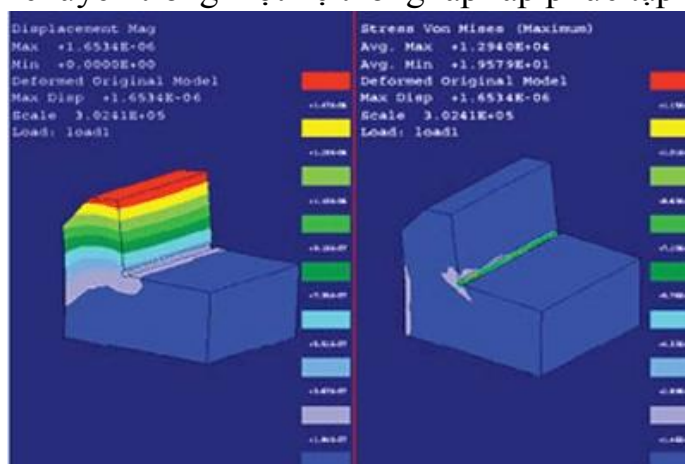
### Quy trình thiết kế và gia công theo công nghệ CAD/CAM



Hình 1.2. Quy trình thiết kế và gia công theo công nghệ CAD/CAM

#### 1.1.3. CAE (Computer-Aided Engineering)

CAE là công nghệ liên quan đến việc sử dụng hệ thống máy tính để phân tích đối tượng hình học CAD, cho phép người thiết kế mô phỏng và nghiên cứu cách ứng xử của sản phẩm từ đó có thể tinh chỉnh và tối ưu hóa sản phẩm. Các công cụ CAE tương đối đa dạng, đáp ứng được cho nhiều nhu cầu phân tích sản phẩm. Ví dụ, các chương trình chuyển động học có thể được sử dụng để xác định các hành trình chuyển động và tốc độ các khâu trong cơ cấu máy. Các chương trình phân tích động học dịch chuyển lớn có thể được dùng để xác định các tải và các dịch chuyển trong một hệ thống lắp ráp phức tạp như trong ô tô...



Hình 1.3. Mô phỏng ứng suất và chuyển vị với Pro/Mechanica



Trong CAE người ta sử dụng 3 công cụ giải tích chính là phương pháp phần tử hữu hạn (Finite Element Method - FEM), phương pháp sai phân hữu hạn (Finite Difference Method - FDM) và phương pháp phần tử biên (Boundary Element Method- BEM).

Trong đó có lẽ phương pháp phần tử hữu hạn được sử dụng rộng rãi nhất.

CAE được áp dụng trong các lĩnh vực sau:

- Phân tích ứng suất trên các chi tiết và trên các lắp ráp bằng cách sử dụng FEM.
- Phân tích dòng chảy và truyền nhiệt (CFD).
- Phân tích động học các cơ cấu.
- Mô phỏng các trường hợp cơ khí (MES).
- Mô phỏng các quá trình công nghệ như đúc, dập...
- Tối ưu hóa sản phẩm hoặc quá trình công nghệ.

Một quá trình thiết kế tổng hợp với sự có mặt CAD và CAE cho một đối tượng sản phẩm cụ thể bao gồm các bước sau:

*Thu thập và xử lý thông tin:* Thu thập các thông tin liên quan đến điều kiện thiết kế sản phẩm rồi xử lý, sàng lọc các thông tin, điều kiện ràng liên quan đến sản phẩm thiết kế để tìm ra hướng giải pháp và mục tiêu thiết kế.

*Đưa ra ý tưởng thiết kế:* Đưa ra ý tưởng gần với cấu tạo của sản phẩm nhất. Thời điểm này người thiết kế chỉ cần vẽ khái quát ý tưởng trên giấy.

*Chỉnh lý ý tưởng thiết kế:* Lập bảng phân tích và cho điểm về các yếu tố cấu thành sản phẩm thiết kế trong các ý tưởng thiết kế như tính năng, phẩm chất, giá thành, tính công nghệ trong kết cấu... Sau đó lọc ra ý tưởng nào điểm cao nhất thì xử lý trước, cái nào điểm ít hơn thì xử lý sau.

Từ đó có thể dự đoán tìm ra các khuyết điểm của sản phẩm dự định thiết kế.

*Dùng CAD để thiết kế sản phẩm.*

*Phân tích, tính toán kỹ thuật với CAE với 3 pha như sau:*

- Tiền xử lý: Dùng bộ tiền xử lý để soạn những thông số cần thiết để giải tích, định nghĩa các phần tử hữu hạn trong model và các thông số vùng biên, các thông số môi trường.
- Tiến hành thực hiện các giải pháp để mô phỏng.
- Hậu xử lý: Phân tích hình ảnh hoặc các trị số do kết quả đưa ra từ bộ hậu xử lý. Các lĩnh vực ứng dụng của CAE là cơ khí, điện, điện tử, kiến trúc, hóa học... Tùy theo mỗi ngành mà ứng dụng của CAE và phần mềm chuyên dụng khác nhau.

Sau đây một số phần mềm CAE chuyên dụng cho một số ứng dụng:

- Tính toán phân tích kết cấu: MSC.Nastran, ANSYS, ABAQUS, Amps, Mpact, CATIA Analysis, MSC.SIMDESIGNER, NX, ADVC.
- Tính toán phân tích ứng lực: MSC.SIMDESIGNER, MSC.Fatigue, ANSYS, CATIA Analysis, Amps, Abaqus.
- Tính toán phân tích dao động, chấn động: Abaqus, ANSYS, MSC.Nastran, CATIA Analysis, NX.
- Tính toán phân tích xung kích, va đập: Pam-Crash, LS-DYNA, ABAQUS, RADIOSS, Amps.
- Tính toán phân tích dòng chảy: FLUENT, FLOW-3D, FloWizard, STRAEM, PHOENICS, Pam-Flow, DYNAFLOW, ANSYS CFX, NX.
- Tính toán phân tích điện từ trường: PHOTO-Series, MagNet6, JMAG-Studio, Pam-Cem, ANSYS.
- Tính toán phân tích động học cơ cấu: MSC.ADAMS, LMS Virtual.Lab Motion, LMS DADS, FunctionBay RecurDyn, NX.

Đối với lĩnh vực chế tạo khuôn mẫu, người ta thường sử dụng các phần mềm sau đây: 3DTIMON, PLANETS, Moldflow, SimpoeMold (cho khuôn nhựa); Pam-Stamp, JSTAMP-Works, Autoform (cho khuôn dập); MAGMASOFT, Procast, ConiferCast, JSCAST, ADSTEFAN, CAPCAST, Pam-Cast, AnyCAST ; (cho khuôn đúc), ArenaFlow (cho khuôn gỗ tạo hình khuôn cát); MSC.SuperForge, DEFORM, FORGE3 (cho khuôn rèn). Trong các phần mềm kể trên thì có lẽ các cái tên như ANSYS, CATIA, MAGMASOFT, Moldflow, Procast tương đối khá quen thuộc với các kỹ sư Việt Nam.

#### 1.1.4. CNC (Computerized Numerical Control)

Hiện nay ngành khuôn mẫu và ngành nhựa của Việt Nam đang phát triển rất mạnh. Những khuôn mẫu đơn giản thì có thể gia công bằng máy tay hoặc máy vạn năng, song để tạo ra các khuôn mẫu, chi tiết máy phức tạp thì bắt buộc phải gia công trên các máy công cụ điều khiển số CNC (gọi tắt là máy CNC). CNC là bước phát triển kế tiếp của máy công cụ trong thời đại công nghệ thông tin. Khác biệt cơ bản giữa công nghệ gia công cổ điển và công nghệ CNC là hệ thống điều khiển. Công nghệ cổ điển thường áp dụng điều khiển bằng cơ cấu cam, các relay và một số mạch điều khiển cơ bản, còn công nghệ CNC áp dụng điều khiển bằng chương trình máy tính. Để điều khiển hiệu quả trên máy CNC cần phải viết chương trình gia công. Đối với chi tiết đơn giản thì viết chương trình gia công bằng tay, còn đối với chi tiết phức tạp viết chương trình gia công trên máy tính sử dụng phần mềm CAD/CAM.

Với máy CNC, việc tạo ra các khuôn đúc, chi tiết máy phức tạp không còn là vấn đề “đau đầu” nữa. “Chỉ cần thiết kế bằng phần mềm CAD, thông qua chức năng CAM sẽ có thể sinh ra được các mã lệnh phù hợp với bộ điều khiển CNC. Truyền các mã này vào máy rồi ra lệnh chạy máy là sẽ có được sản phẩm

theo đúng thiết kế”. Sự xuất hiện của các máy CNC đã nhanh chóng thay đổi việc sản xuất công nghiệp. Các đường cong được thực hiện dễ dàng như đường thẳng, các cấu trúc phức tạp 3 chiều cũng dễ dàng thực hiện, và một lượng lớn các thao tác do con người thực hiện được giảm thiểu.

Việc gia tăng tự động hóa trong quá trình sản xuất với máy CNC tạo nên sự phát triển đáng kể về chính xác và chất lượng. Kỹ thuật tự động của CNC giảm thiểu các sai sót và giúp người thao tác có thời gian cho các công việc khác. Ngoài ra còn cho phép linh hoạt trong thao tác các sản phẩm và thời gian cần thiết cho thay đổi máy móc để sản xuất các linh kiện khác.

Trong môi trường sản xuất, một loạt các máy CNC kết hợp thành một tổ hợp, để có thể làm nhiều thao tác trên một bộ phận. Máy CNC ngày nay được điều khiển trực tiếp từ các bản vẽ do phần mềm CAM, vì thế một bộ phận hay lắp ráp có thể trực tiếp từ thiết kế sang sản xuất mà không cần các bản vẽ in của từng chi tiết. Có thể nói CNC là các phân đoạn của các hệ thống robot công nghiệp, tức là chúng được thiết kế để thực hiện nhiều thao tác sản xuất (trong tầm giới hạn).

## **1.2. Các đặc điểm đặc trưng của máy NC và máy CNC**

- Máy công cụ thông thường: khi thực hiện gia công chi tiết trên các máy công cụ thông thường công nhân thường dùng tay để điều khiển máy, đương nhiên những chuyển động cắt và chuyển động chạy dao đều do máy thực hiện. Người công nhân căn cứ vào phiếu công nghệ để cắt gọt chi tiết nhằm đảm bảo các yêu cầu kỹ thuật đặt ra. Trong trường hợp như vậy năng suất và chất lượng sản phẩm phụ thuộc rất nhiều vào tay nghề của người công nhân.

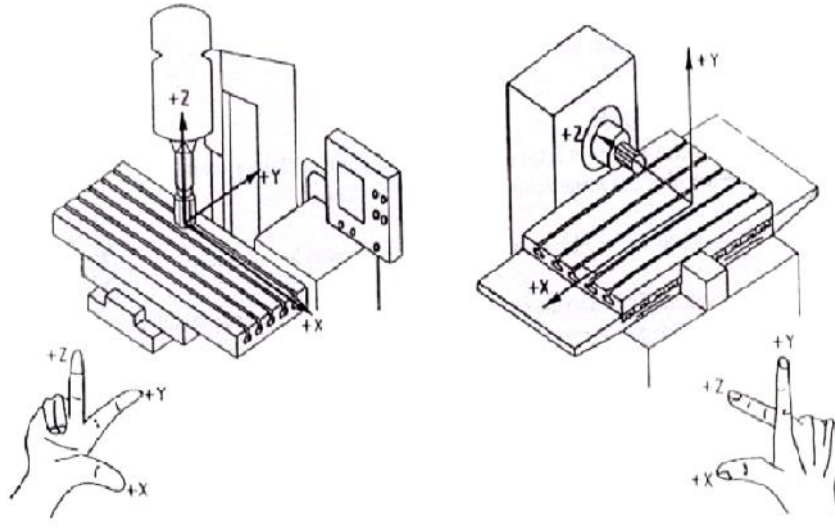
- Máy công cụ NC: đối với các máy công cụ NC thì việc điều khiển các chức năng của máy được quyết định bằng các chương trình đã lập sẵn. Hệ thống điều khiển của máy NC là mạch điện tử. Thông tin vào chứa trên băng từ hoặc băng đục lỗ, thực hiện chức năng theo từng khối, khi khối trước kết thúc, máy đọc tiếp các khối lệnh tiếp theo để thực hiện các dịch chuyển cần thiết. Các máy NC chỉ thực hiện được chức năng như: Nội suy đường thẳng, nội suy cung tròn, chức năng đọc theo băng. Các máy NC không có chức năng lưu trữ chương trình.

- Máy công cụ CNC: máy công cụ CNC là bước phát triển cao từ máy NC. Các máy CNC có một máy tính để thiết lập phần mềm dùng để điều khiển các chức năng dịch chuyển của máy. Các chương trình gia công được đọc cùng một lúc và được lưu trữ vào bộ nhớ. Khi gia công, máy tính đưa ra các lệnh điều khiển máy. Máy công cụ CNC có khả năng thực hiện các chức năng như: Nội suy đường thẳng, nội suy cung tròn, mặt xoắn, mặt parabol và bất kỳ mặt bậc ba nào. Máy CNC có khả năng bù chiều dài và đường kính dụng cụ. Tất cả các chức năng trên đều được thực hiện nhờ một phần mềm của máy tính. Các chương trình lập ra có thể được lưu trữ trên đĩa cứng hoặc đĩa mềm.

- Máy phay CNC: cấu trúc của máy phay CNC được thiết kế trên cơ sở hệ tọa độ Đề các theo nguyên tắc bàn tay phải với ba trục tọa độ vuông góc với

nhau. Máy phay có thể có nhiều trục máy (trục chuyển động). Máy phay CNC được trang bị hệ thống lưu trữ dụng cụ, thiết bị thay dụng cụ, cơ cấu kẹp tháo phôi và thay phôi tự động.

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



Hình 1.4. Máy phay CNC đứng và Máy phay CNC ngang

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

- Lựa chọn thiết bị gia công

Chi tiết cán chảo là một trong những chi tiết tương đối phức tạp, nếu chỉ dùng các máy phay thông thường như máy phay đa năng, thì việc sửa nguội các cung tròn tốn rất nhiều thời gian và độ chính xác không cao.

Do vậy tôi lựa chọn chi tiết cán chảo là chi tiết tiêu biểu để thiết kế lòng khuôn 3D và xuất các chương trình NC, gia công trên máy phay CNC 3 trục.

### 1.3. Các điểm chuẩn

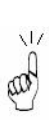
#### 1.3.1. Điểm gốc phôi

Khi đưa ra lệnh "di chuyển dụng cụ cắt tới điểm A", ví dụ ,nếu không có điểm tham chiếu, máy sẽ không thể tìm được tọa độ điểm A.

Điểm tham chiếu được thiết lập cho chương trình được gọi là điểm gốc phôi.

Trong chương trình, giá trị tọa độ (X,Y,Z) được tham chiếu với điểm gốc phôi. Theo đó, gốc phôi phải được xác định rõ ràng.

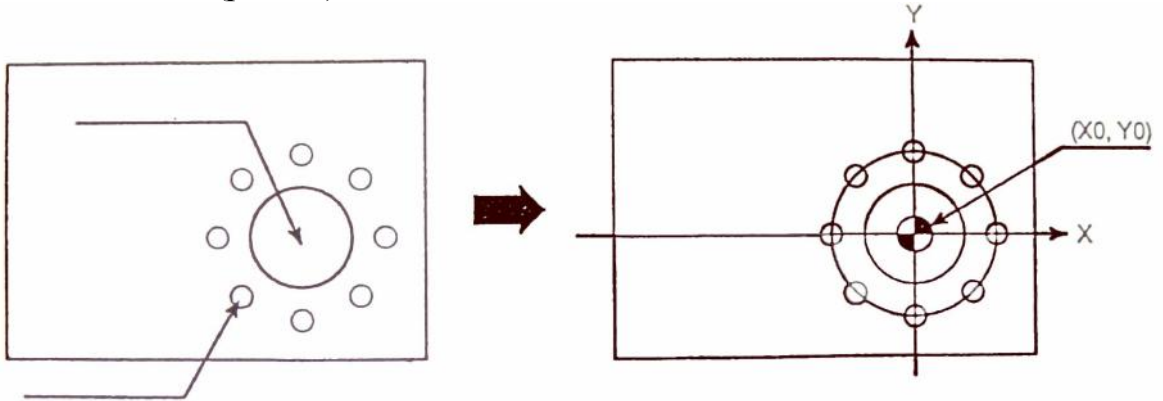
Điểm gốc phôi nên được xác định tại điểm mà có thể xác định một cách thuận tiện. Việc xác định gốc phôi làm cho cho việc lập trình trở lên dễ dàng cũng như là đảm bảo độ chính xác.



Trên bản vẽ, gốc phôi được ký hiệu như sau:



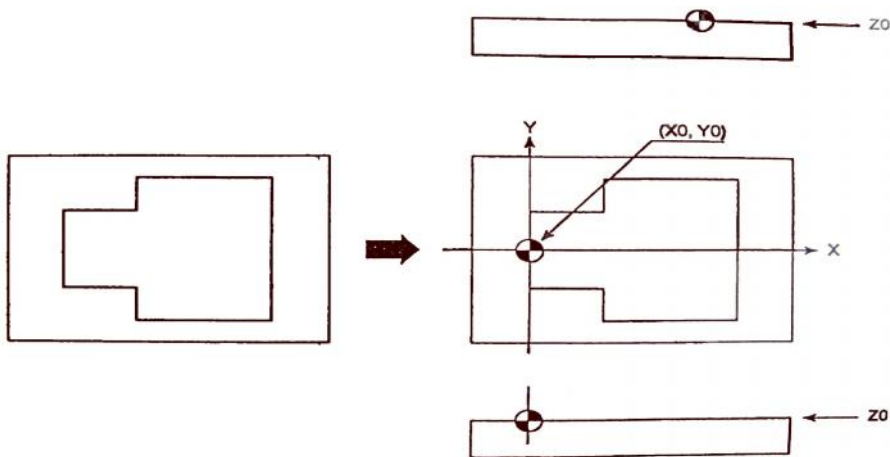
Thông thường đặt gốc phôi tại tâm để dễ dàng tính toán tọa độ tâm lỗ, hoặc các hốc tròn. (pocket)



Hình 1.5. Đặt điểm gốc phôi

Khi dạng hình học của chi tiết gia công có tính đối xứng, chọn gốc phôi như hình vẽ để tính toán tọa độ dễ dàng.

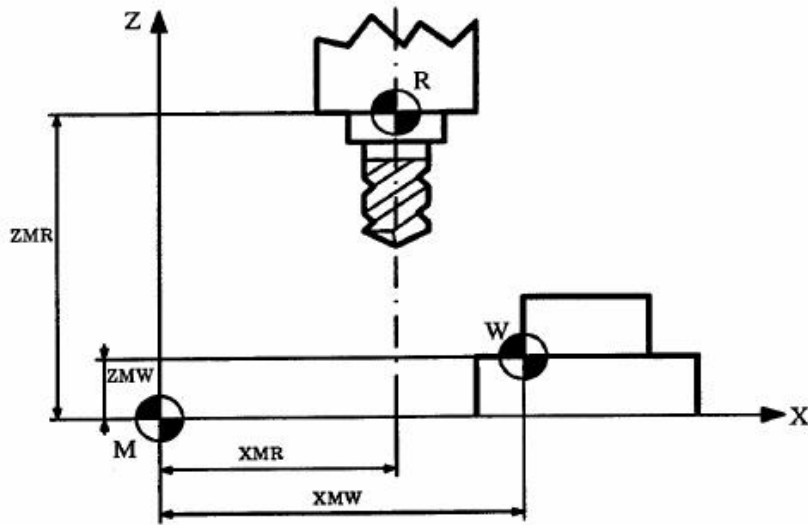
Trước khi lập trình, người lập trình phải chọn điểm gốc tọa độ “điểm O của chi tiết, để xuất phát từ điểm gốc này mà xác định vị trí của các điểm trên đường bao của chi tiết; Tuy nhiên cần phải xác định sao cho các kích thước trên bản vẽ gia công cũng đồng thời là các giá trị tọa độ. Hình (1.5 và 1.6) là một số ví dụ về việc chọn điểm (W).



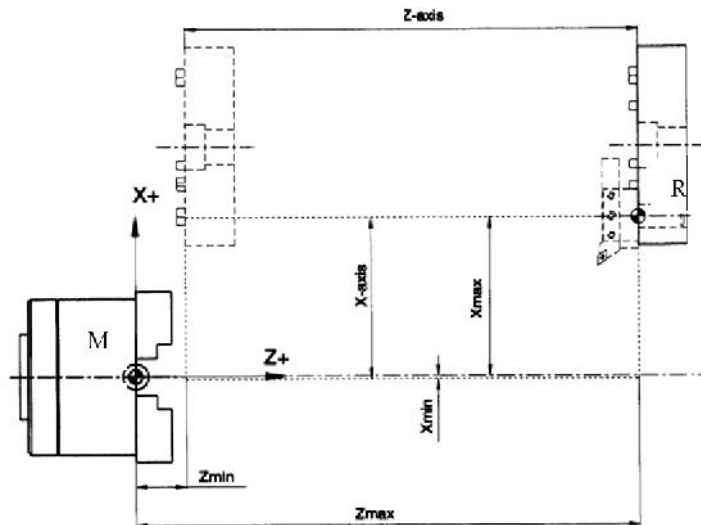
Hình 1.6. Đặt điểm gốc phôi

### 1.3.2. Điểm chuẩn của máy

Để giám sát và điều chỉnh kịp thời quỹ đạo chuyển động của dụng cụ, cần thiết phải bố trí một hệ thống đo lường để xác định quãng đường thực tế (tọa độ thực) so với tọa độ lập trình. Trên các máy CNC người ta đặt các mốc để theo dõi các tọa độ thực của dụng cụ trong quá trình dịch chuyển, vị trí của dụng cụ luôn luôn được so sánh với gốc đo lường của máy M. Khi bắt đầu đóng mạch điều khiển của máy thì tất cả các trục phải được chạy về một điểm chuẩn mà giá trị tọa độ của nó so với điểm gốc M phải luôn luôn không đổi và do các nhà chế tạo máy quy định. Điểm đó gọi là điểm chuẩn của máy R (ký hiệu *Machine reference point* ⊕). Vị trí của điểm chuẩn này được tính toán chính xác từ trước bởi 1 cá (cữ chặn) lắp trên bàn trượt và các công tắc giới hạn hành trình. Do độ chính xác vị trí của của các máy CNC là rất cao (thường với hệ thống đo là hệ *Metre* thì giá trị của nó là  $0,001mm$  và hệ *Inch* là  $0,0001inch$ ) nên khi dịch chuyển trở về điểm chuẩn của các trục thì ban đầu nó chạy nhanh cho đến khi gần đến vị trí thì chuyển sang chế độ chạy chậm để định vị một cách chính xác.



Hình1.7 . Các điểm gốc và điểm chuẩn trên máy phay thẳng đứng



Hình1.8. Các điểm gốc và điểm chuẩn trên máy tiện

Để điều khiển chuyển động tiến dao ta phải xác định được chính xác vị trí của từng điểm trên quỹ đạo chuyển động của nó. Như vậy, sau khi đã xác lập các hệ trục tọa độ vấn đề tiếp theo là phải gắn các trục tọa độ vào các vị trí thuận lợi trong phạm vi không gian làm việc của máy. Đó chính là công việc chọn gốc tọa độ.

Điểm gốc tọa độ của máy là điểm cố định do nhà chế tạo đã xác lập ngay từ khi thiết kế máy. Nó là điểm chuẩn để xác định vị trí các điểm khác như gốc tọa độ của chi tiết (W); chuẩn đo (R) ...

Đối với máy tiện, điểm M thường chọn là giao điểm của trục Z với mặt phẳng đầu của trục chính.

### 1.3.3. Điểm tọa độ của chương trình (ký hiệu Po)

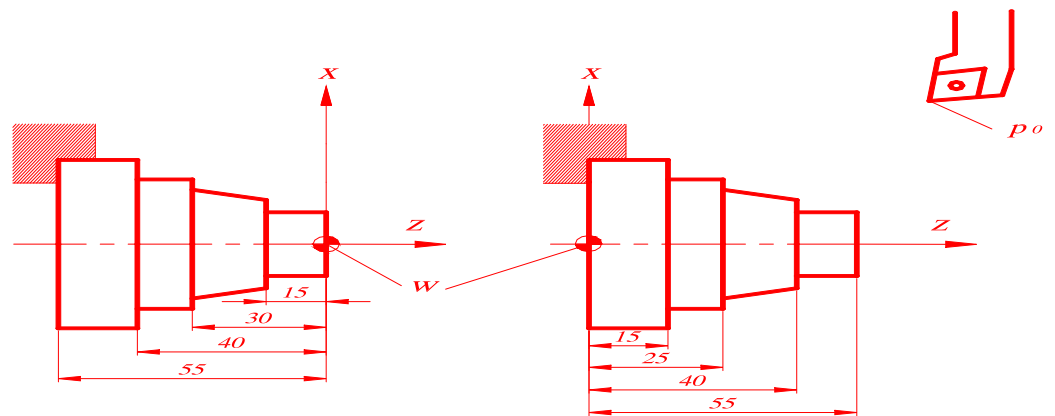
Là điểm mà dụng cụ cắt sẽ ở đó trước khi bắt đầu gia công. Để hợp lý nên chọn điểm Po sao cho chi tiết gia công hoặc dụng cụ cắt có thể gá lắp hay thay đổi một cách dễ dàng. Điểm này được viết ngay ở đầu chương trình, căn cứ vào đó để đặt dụng cụ cắt trước khi chạy chương trình gia công (Hình 2-3).

### 1.3.4. Điểm thay dụng cụ cắt (ký hiệu Ww)

Là điểm mà dụng cụ cắt sẽ ở đó trước khi thay đổi dụng cụ khác, để tránh va chạm dụng cụ cắt vào chi tiết.

### 1.3.5. Điểm điều chỉnh dụng cụ cắt (ký hiệu E)

Khi sử dụng nhiều dụng cụ cắt, các kích thước của dụng cụ cắt phải được xác định trên thiết bị điều chỉnh để có thông tin đưa vào trong hệ thống điều khiển nhằm hiệu chỉnh tự động kích thước dụng cụ cắt.



Hình 1.9. Điểm (W) của một số chi tiết và điểm (Po)

### 1.3.5. Điểm cắt dao (ký hiệu P)

Điểm này là điểm đỉnh dao thực hay lý thuyết. Nó chính là mũi dao.

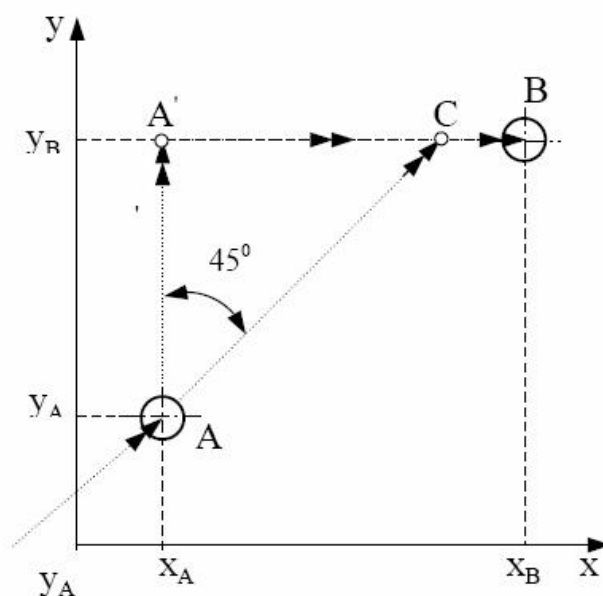
## BẢNG KÝ HIỆU CÁC ĐIỂM

Tên điểm	Ký hiệu bằng chữ
Điểm O của máy	M
Điểm O của chi tiết	W
Điểm O của chương trình	Po
Điểm chuẩn của máy	R
Điểm thay dụng cụ cắt	W <sub>w</sub>
Điểm điều chỉnh dụng cụ cắt	E
Điểm cắt của dụng cụ	P

### 1.4. Các dạng điều khiển

#### a. Điều khiển điểm – điểm

Với các loại máy này, trong quá trình gia công, người ta cho định vị nhanh dụng cụ đến tọa độ yêu cầu và trong quá trình dịch chuyển nhanh dụng cụ, máy không thực hiện việc cắt gọt. Chỉ đến khi đạt được tọa độ theo yêu cầu nó mới thực hiện các chuyển động cắt gọt, ví dụ như khoan lỗ, khoét, doa hoặc có thể làm những công việc khác ví dụ như ở trên các máy hàn điểm thì nó thực hiện quá trình hàn và trên các máy đột, dập thì nó thực hiện việc đột, dập lỗ...

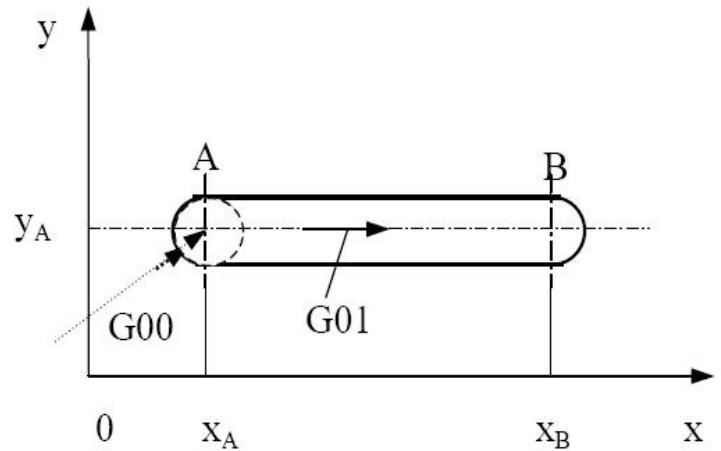


Hình 1.10. Điều khiển điểm



## b. Điều khiển đoạn thẳng

Ngoài chức năng dịch chuyển nhanh theo các trục tọa độ như ở điều khiển điểm, còn có thể thực hiện việc gia công trong quá trình dịch chuyển theo các trục này. Điều đó có nghĩa là dụng cụ sẽ thực hiện các chuyển động cắt gọt trong quá trình dịch chuyển song song theo các trục tọa độ. Ví dụ khi phay các bề mặt song song với các trục tọa độ hoặc khi tiện các chi tiết mà dụng cụ cắt thực hiện các chuyển động cắt gọt theo phương trục Z và trục X.

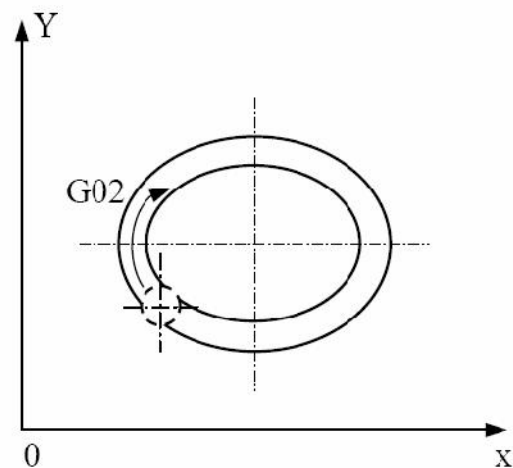


Hình 1.11. Điều khiển đoạn thẳng

## c. Điều khiển đường

Ngoài các chức năng như điều khiển điểm và điều khiển đoạn thẳng, người ta còn có thể điều khiển được dụng cụ chuyển động theo các đường bất kỳ trong mặt phẳng hoặc trong không gian có thực hiện gia công cắt gọt. Tùy thuộc vào đường được điều khiển là phẳng hay không gian mà người ta có thể bố trí số trục được điều khiển đồng thời là khác nhau. Từ đó cũng xuất hiện thuật ngữ máy 2 trục, máy 3, 4, 5 trục ( tức có số trục được điều khiển đồng thời theo quan hệ ràng buộc).

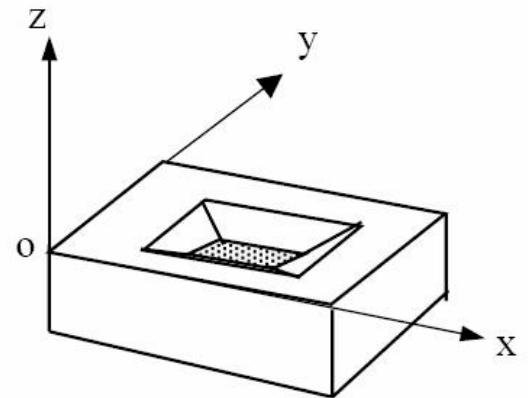
Để chuẩn hóa việc sử dụng thuật ngữ, người ta thường sử dụng thuật ngữ máy điều khiển  $2D$ ,  $2D\frac{1}{2}$ ,  $3D$ ,  $4D$  và  $5D$  (*Dimension*).



Hình 1.12. Điều khiển đường

#### d. Điều khiển 3 D

Cho phép dịch chuyển dụng cụ trong 3 mặt phẳng đồng thời để tạo nên một đường cong hay một mặt cong không gian bất kỳ. Điều này cũng tương ứng với quá trình điều khiển đồng thời cả 3 trục của máy theo một quan hệ ràng buộc nào đó tại từng thời điểm để tạo nên vết quỹ đạo của dụng cụ theo yêu cầu.



Hình 1.13. Điều khiển 3D

## Chương II

### LẬP TRÌNH GIA CÔNG TRÊN MÁY CNC

#### 2.1. Các chương trình và việc lập trình.



Hình 2.1. Gia công CNC

##### 2.1.1. Chương trình là gì ?

Bạn nghĩ gì khi bạn nghe thấy thuật ngữ gọi là “lập trình”.

Bạn nghĩ chương trình là một sự kiện thể thao, một bài tập mang tính giáo dục, hay một thao tác máy tính ? Nói chung chương trình là một tập hợp các khối lệnh chỉ dẫn chứa đựng nội dung kế hoạch hoặc là được viết ra nhằm thực hiện một công việc, tuân theo một quy luật nhất định

```
O0001
G91 G28 Z0 T9001
M06

N1
G90 G00 G54 X90.0
Y105.0;
G43 Z30.0 H01 S440
.....
```

Để điều khiển máy NC cần phải có một chương trình tốt. Tất các hoạt động của máy gồm có :chuyển động quay của trục chính, chuyển động của dụng cụ, điều khiển chất làm nguội đều có thể được điều khiển bằng chương trình.

Chương trình được lập bằng các ký tự và chữ số. Hình ảnh bên trái minh họa một đoạn chương trình.

Nội dung được đưa ra sau đây trình bày những bước cần thiết để viết một chương trình. Xin hãy đọc cẩn thận trước khi tiến hành lập chương trình.

### 2.1.2. Việc lập trình

Lập trình viên phải có kiến thức về gia công để viết chương trình trên cơ sở những kiến thức này và nên đọc kỹ những điều sau đây để đảm bảo các hoạt động chính xác, hiệu quả và an toàn

Lập trình viên phải :

1. Có hiểu biết về lý thuyết cắt gọt.
2. Có kiến thức về đồ gá, phôi để quyết định được phương pháp gia công và đảm bảo được quá trình hoạt động an toàn và chính xác.
3. Chọn được dụng cụ thích hợp trên cơ sở phân tích các điều kiện gia công :”hình dáng, vật liệu phôi ,tốc độ quay, lượng chạy dao,chiều sâu cắt,chiều rộng cắt” để tránh các sự cố có thể phát sinh trong quá trình gia công.
4. Hiểu rõ khả năng gia công của máy đang sử dụng.
5. Biết các thiết bị an toàn và chức năng khoá li ên động của máy đang sử dụng.
6. Hiểu các chức năng của máy liên quan tới việc lập trình.

### 2.2. Các hình thức tổ chức lập trình

Phần này sẽ miêu tả trình tự thực hiện gia công sản phẩm hoàn chỉnh, bao gồm cả việc lập chương trình. Nên hiểu và tiến hành theo các bước sau, công việc sẽ được thực hiện một cách nhẹ nhàng:

- Lập kế hoạch sản xuất và lập trình
- Thiết lập
- Sản xuất hàng loạt
-

Lập kế hoạch  
sản xuất và  
lập trình

1.Nghiên cứu bản vẽ để xác định yêu cầu gia công

2.Xác định dụng cụ sử dụng

3.Phân tích phương pháp định vị và kẹp

4.Lập chương trình

Thiết lập

5.Bật nguồn cho máy công cụ

6.Nhập chương trình vào máy

7.Lưu chương trình vào bộ

8.Lắp dụng cụ và phôi lên

9.Đo và nhập vào giá trị bù chiều cao và bán kính

10. Rà gá phôi trên bàn máy để xác định điểm O

11.Đặt điểm O

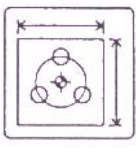
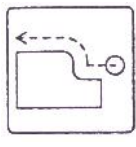
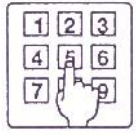
12.Kiểm tra chương trình bằng cách chạy không cắt


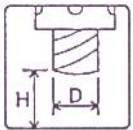
13.Kiểm tra điều kiện gia công bằng cách tiến hành cắt thử. (sửa chương trình nếu thấy cần thiết, chỉnh sửa giá trị bù dao nếu cần thiết)

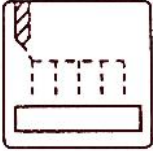

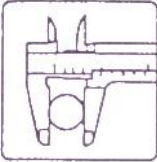
Sản xuất  
hàng loạt

14.Gia công trong chế độ tự động


15.Hoàn thành sản phẩm

Đọc bản vẽ 	Các mục kiểm tra	
	1	Dung sai trên bản vẽ?
	2	Hiểu được các ký hiệu thể hiện độ chính xác chưa ?
	3	Biết rõ vật liệu và hình dáng phôi chưa?
	4	Hiểu rõ các quá trình thực hiện trước và sau trên trung tâm gia công chưa?
	5	Hiểu đ ược mẫu chốt khi gia công chưa?
	6	Xác định chính xác góc phôi chưa?
	7	Hiểu rõ về phôi chưa?
	8	Đọc kỹ tất cả các kích thước và ghi chú trên bản vẽ chưa?
9	Có giữ sạch sẽ bản vẽ và chắc chắn rằng không còn thông tin nào không hiểu.	
Các điều kiện gia công 	Các mục kiểm tra	
	1	Các điều kiện gia công phù hợp với hình dáng và vật liệu phôi không.?
	2	Phương pháp định vị đã chuẩn chưa ?
	3	Lựa chọn đúng dụng cụ cắt chưa?
	4	Thứ tự các bước gia công có phù hợp với hình dáng và vật liệu phôi không ?
	5	Liệu có khả năng va đập trong quá trình gia công?
6	Chuẩn bị phiếu công nghệ chưa?	
Nhập chương trình 	Các mục kiểm tra	
	1	Liệu chương trình đang được viết có phù hợp với hình dáng và vật liệu phôi không?
	2	Chương trình có được lập theo các bước gia công hay không
	3	Dấu chấm thập phân có được nhập đầy đủ vào các giá trị số hay không?
	4	Dấu (+,-) được nhập trước các giá trị số đúng chưa?
	5	Chế độ chạy dao sử dụng (chạy dao nhanh, chạy dao gia công) sử dụng đúng chưa?
	6	Lượng chạy dao tiếp cận và lượng chạy dao cắt đã xác định chưa?
	7	Đã kiểm tra tất cả dữ liệu nhập vào chính xác chưa?
8	Liệu có những lỗi ngẫu nhiên trong chương trình do mất tập trung hay không?	
Kẹp dụng	Các mục kiểm tra	
	1	Đài dao và phần chuôi dao được làm sạch trước khi kẹp chưa?
	2	Dụng cụ có thể bị mòn hoặc mẻ không ?
3	Hình dáng và vật liệu dụng cụ phù hợp với phôi không?	

cù (Mouting Tool)  	4	Dụng cụ đã được kẹp lên đài dao đúng chưa?
	5	Chiều dài dụng cụ có phù hợp không?
	6	Khi kẹp trục dao khoét lên trục chính, đầu dụng cụ có hướng ngược với hướng di chuyển của dụng cụ không?
	7	Tất cả dụng cụ đã được đăng ký chưa?
	8	Mã dụng cụ có được nhập chính xác không?
	9	Mã số dụng cụ được phân phối phù hợp với kích thước dụng cụ không?
	10	Đã lưu ý đến khoảng cách liên kề với dụng cụ có đường kính lớn chưa?
	11	Trong kho dao có bố trí hợp lý các khoảng trống giữa lỗ đặt dao to và dao nhỏ chưa?
Bù dao (Tool Offset)  	Các mục kiểm tra	
	1	Công tắc Door Interlock đã được đặt ở vị trí Nomal chưa?
	2	Cửa đã đóng chưa?
	3	Trong quá trình thao tác bù dao, cần cân nhắc xem có thể gây va đập dụng cụ hay không?
	4	Tốc độ dụng cụ bắt toạ độ đã đúng chưa?
	5	Giá trị hệ tọa độ phiê đã được đặt đúng chưa ?
	6	Góc phiê đã được tính toán trừ( hoặc cộng) với bán kính dụng cụ bắt toạ độ chưa ?
	7	Khi tiến hành đo dữ liệu bù chiều dài dụng cụ, giá trị Z của hệ tọa độ sử dụng đã đặt về không chưa?
	8	Hướng bù dao đã đúng chưa ?
	9	Kiểm tra mã số dụng cụ được bù chưa?
	10	Kiểm tra dữ liệu bù hình học, bù mòn và hệ tọa độ hệ thống được sử dụng cho việc bù dao chưa ?
11	Kiểm tra dữ liệu bù bán kính và chiều cao dụng cụ đã đúng chưa?	
Chạy thử không cắt (Dry run)	Các mục kiểm tra	
	1	Khoá DOOR INTERLOCK đã được đặt vào vị trí Nomal chưa ?
	2	Cửa đã đóng chưa?
	3	Đã bật chế độ chạy từng khối lệnh hay chưa?
	4	Bước tiến dao và tốc độ cắt đã phù hợp chưa?
	5	Chế độ chạy dao( chạy dao nhanh hay chạy cắt gọt) đã đúng chưa?
	6	Hướng rút dao sau khi cắt đã chính xác chưa?
	7	Chuyển động của dụng cụ trong vùng đã tính toán không đảm bảo không va đập chưa?

	8	Kiểm tra khả năng va đập của dụng cụ với phôi và đồ gá chưa?
	9	Có thể dừng khẩn cấp trong quá trình gia công hay không?
	10	Sau khi kết thúc chạy thử không cắt gọt (Dry run), đã chuyển lại công tắc, trên bảng điều khiển(Dry run, Feedrate...) về vị trí đúng chưa ?
<p>Chạy cắt thử (Test cutting)</p> 	Các mục kiểm tra	
	1	Khoá DOOR INTERLOCK đã được đặt vào vị trí Nomal chưa?
	2	Cửa đã đóng chưa?
	3	Chức năng chạy chương trình theo khối lệnh đơn được bật chưa?
	4	Điều kiện gia công ( chiều sâu cắt, chiều rộng cắt, lượng chạy dao, tốc độ trục chính) đã hợp lý chưa ?
	5	Trình tự nguyên công và bước gia công có phù hợp với hình dáng và vật liệu phôi hay không?
	6	Lựa chọn dụng cụ cắt đã hợp lý chưa?
	7	Lựa chọn đồ gá phù hợp không?
	8	Phương pháp kẹp phôi đúng đúng chưa?
	9	Quá trình cắt có thể được quan sát không ?
	10	Lưu lượng và hướng phun dung dịch làm nguội có đúng không?
	11	Dụng cụ cắt có thể va đập với phôi và đồ gá không?
	12	Kích thước có được đo sau cắt thô chưa ?
	13	Công tắc Override trên bảng điều khiển có được đặt tại % phù hợp với lượng chạy dao nhanh và chạy dao cắt gọt không?
14	Có thể dừng máy khẩn cấp trong quá trình gia công không?	
<p>Đo lường (Measuring)</p> 	Các mục kiểm tra	
	1	Độ chính xác dụng cụ đo có phù hợp không?
	2	Lựa chọn dụng cụ đo đúng không?
	3	Trình tự đo đúng không?
	4	Phương pháp đo phù hợp chưa?
	5	Vùng được đo có được xác định rõ ràng không?
	6	Vùng được đo có thể bị lẫn phoi và dung dịch làm mát không?
	7	Kích thước có được đo sau quá trình cắt thô hay không?
8	Khi đo, phôi có được làm mát không ?	
<p>sản xuất hàng loạt (Mass)</p>	Các mục kiểm tra	
	1	Khoá DOOR INTERLOCK đã được đặt vào vị trí Nomal chưa?



production) 	2	Cửa đã đóng chưa?
	3	Tất cả các chức năng NC như SingleBlock để kiểm tra chương trình đã được tắt chưa?
	4	Mục tiêu thời gian gia công cho một phôi là bao nhiêu?
	5	Độ mòn dao có được kiểm soát không ?
	6	Kích thước có được đo sau quá trình cắt thô hay không?

### 2.3. Ghi kích thước trên bản vẽ

- Nguyên tắc chung:

- ♦ Kích thước ghi trên bản vẽ là kích thước thực của vật thể, không phụ thuộc vào tỷ lệ bản vẽ.

- ♦ Mỗi kích thước chỉ ghi một lần, không ghi lặp.

- ♦ Đơn vị đo kích thước dài là mm, nhưng không cần ghi mm. Trường hợp dùng các đơn vị khác phải có ghi chú rõ ràng.

- ♦ Đơn vị đo kích thước góc là độ, phút, giây và phải ghi rõ . Ví dụ :  $30^{\circ}45'30''$

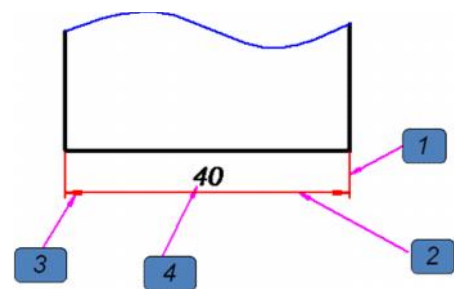
- Các thành phần của một kích thước: gồm 4 thành phần

1- Đường gióng kích thước

2- Đường kích thước

3- Mũi tên

4- Con số kích thước



Hình 2.2. Thành phần kích thước

- Đường gióng và đường kích thước

- ♦ Vẽ bằng nét liền mảnh; đường gióng dọc vẽ vọt quá đường kích thước một đoạn từ 3 đến 5 mm.

- ♦ Không dùng đường trục, đường bao làm đường kích thước, nhưng cho phép dùng chúng làm đường gióng.

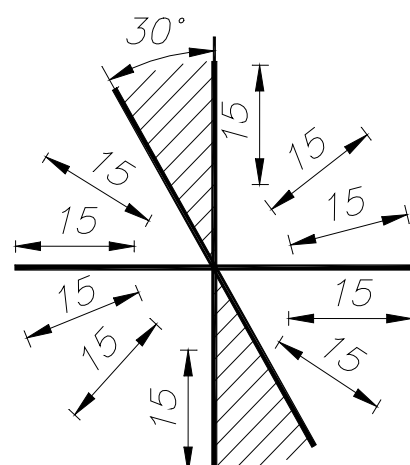
- ♦ Đường gióng kẻ vuông góc với đoạn cần ghi kích thước . Khi cần cho phép kẻ xiên góc.

- ♦ Đường kích thước được vẽ “song song” với đoạn cần ghi kích thước.

- Con số kích thước:

- ♦ Hướng của con số kích thước độ dài phụ thuộc vào hướng nghiêng của đường kích thước (xem hình vẽ ).

- ♦ Hướng con số kích thước góc phụ thuộc vào hướng nghiêng của đường vuông góc với đường phân giác của góc đó.



Hình 2.3. Ghi con số



## 2.4. Cấu trúc của một chương trình NC

Trong phần này sẽ trình bày một số thuật ngữ cơ bản được dùng khi lập một chương trình

### 2.4.1. Số chương trình (Program number)

Có thể lưu trữ nhiều chương trình trong bộ nhớ NC. Số chương trình dùng để lưu trữ chương trình, phân biệt với các chương trình khác trong bộ nhớ và được sắp xếp theo một trật tự nhất định. Số chương trình (dạng số) phải được đặt tại dòng đầu tiên của chương trình. Số chương trình được xác định bằng bốn số hoặc ít hơn, sau ký tự Alphabet “O”, từ 1 to 9999.

**VÍ DỤ**

```
O0001;----- Số chương trình
G91G28Z0T9001;
M06;s
N1;
G90G00G54X90.0Y105.0;
:
M01;
M06;
N2;
G90G00G54X0Y0;
.....
M30;
```



Nếu số chương trình đưa vào đã có trong bộ nhớ, chương trình không thể được nhập vào. Để nhập chương trình, phải đổi lại tên chương trình.



Số chương trình có thể có ít hơn 4 chữ số.  
Ví dụ nếu bạn nhập tên chương trình là O1, màn hình sẽ tự động hiển thị O0001.

### 2.4.2. Số thứ tự (Sequence number)

Số thứ tự sử dụng để tìm kiếm hoặc gọi tới vị trí một dòng lệnh đang sử dụng, hoặc để tìm một vị trí mà bạn muốn sửa chữa chương trình dễ dàng.

Số thứ tự được thể hiện bằng một số gồm 5 chữ số theo sau ký tự “N”. Thông thường, số thứ tự dùng để chỉ định một phần chương trình, sử dụng cho một dụng cụ cắt xác định theo thứ tự.

**VÍ DỤ**

```
O0001
G91G28Z0T9001
M06;
N1;----- Số thứ tự
G90G00G54X90.0Y105.0;
G91G28Z0M05;
M01;
```

M06;  
 N2;----- Số thứ tự  
 G90G00G54X0Y0;  
 M30;



1. Nếu một số thứ tự có số kí tự lớn hơn 5, thì 5 ký tự từ vị trí có giá trị nhỏ nhất được nhận là số thứ tự
2. Không nhất thiết phải sử dụng số thứ tự.  
 Nếu một dung lượng chương trình quá dài và vượt quá sức chứa của bộ nhớ thì đặt số thứ tự vào vị trí bắt đầu của mỗi nguyên công (hay bước), hoặc không sử dụng số thứ tự, điều này sẽ giúp tiết kiệm bộ nhớ.

#### 2.4.3. Đoạn chương trình (Part Program)

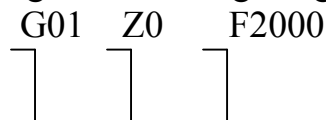
Đoạn chương trình chứa các thông tin cần thiết cho việc thực hiện từng nguyên công (hay bước) được tiến hành bởi một dụng cụ.

**VÍ DỤ**

O0001;		
G91G28Z0T9001;		
M06;		
N1;		
G90G00G54X90.0Y105.0;		(phần chương trình dành cho dụng cụ số 9001)
G43Z30.0H1S440T502;		
M01;		
M06;		
N2;		
G90G00G54X0Y0;		(phần chương trình dành cho dụng cụ số 5002)
G43Z30.0H2S800T503;		
G91G28Z0M05;		
M01;		
M06		

#### 2.4.4. Địa chỉ (Address)

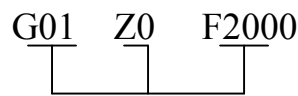
Sử dụng chữ cái trong bảng Alphabet để định nghĩa một địa chỉ.



Địa chỉ

#### 2.4.5. Dữ liệu (Data)

Những số (bao gồm kí hiệu và dấu chấm thập phân) theo sau địa chỉ được gọi là “Dữ liệu”.



Dữ liệu.



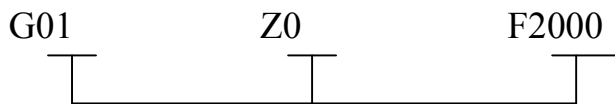
Noài ra, các thông tin khác đưa vào hệ thống NC cho việc gia công phôi

cũng được gọi là dữ liệu.

Xác định rõ kiểu của dữ liệu từ việc giải thích khối lệnh

#### 2.4.6. Từ (Word)

Từ là đơn vị nhỏ nhất cho một chức năng xác định. Một từ bao gồm địa chỉ và dữ liệu.



Từ

#### 2.4.7. Khối lệnh (Block)

Khối là đơn vị lệnh nhỏ nhất cần thiết để điều khiển máy, đồng thời cũng là đơn vị nhỏ nhất tạo nên chương trình. Một khối lệnh bao gồm nhiều từ lệnh.

Trong chương trình, mỗi dòng lệnh tương ứng với một khối lệnh.

O0001;..... Khối thứ nhất.

G91G28Z0T9001;..... Khối thứ hai.

M06;..... Khối thứ ba.



Khối lệnh được kết thúc bằng ký tự [;].

#### 2.4.8. Tóm tắt

Một chương trình bao gồm các từ lệnh, sự kết hợp của địa chỉ và dữ liệu, một khối lệnh bao gồm nhiều từ lệnh, như được minh họa sau đây:

O0001;-----số chương trình.

G91G28Z0T9001;-----khối lệnh

N1;-----số thứ tự

G90G00G54X90.0Y105.0;

G91G28Z0M05;-----khối lệnh.

M01;

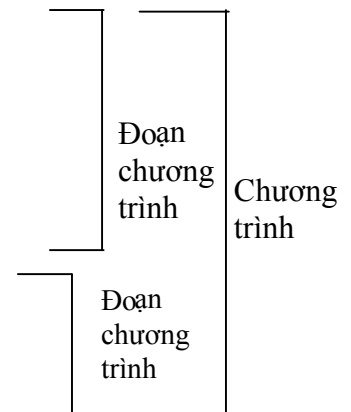
M06;

N2;----- số thứ tự.

G90G00G54X0Y0;----- khối lệnh

:


G91G28Z0M05;



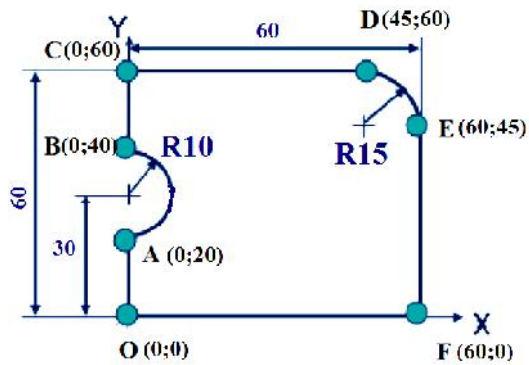
M30;----- khối lệnh

Mẫu cơ bản của một chương trình

Đây là mẫu đoạn chương trình khi lập chương trình cho các dụng cụ (phay bề mặt, phay ngón vv....):

O0001;.....	Tên chương trình (Dòng lệnh này chỉ được đưa ra một lần vào thời điểm bắt đầu chương trình).
N1;.....	Số thứ tự ( dòng lệnh này chỉ được đưa ra một lần Bắt đầu nguyên công hay bước mới).
G90G00G54X_Y_; .....	Chạy dao nhanh đến X_Y theo toạ độ tuyệt đối Điểm gốc phải được xác định bởi G54 đến G59.
G43Z_H_S_T_(M08);	Di chuyển dao đến toạ độ Z gọi giá trị bù dao H theo chiều
dao.	Z của dao đó và gọi dụng cụ tiếp theo (T) tới vị thay
dụng	Đặt tốc độ trục chính quay với vận tốc S và lệnh bật
ngươi	dịch tười nguội (M08)
M03;	 M08 có thể được bỏ đi nếu không cần tười
G00 Z_(M09);	Quay trục chính theo chiều thuận
G91G28Z0M05;	Rút dụng cụ trở về, tắt dịch làm nguội.
M01;	Trở về điểm gốc máy, dừng trục chính
M06	Dừng tạm thời
	Đổi dụng cụ.
N2.....	
.....	
M6.....	
M30;	Kết thúc chương trình ,quay về dòng đầu chương trình

Ví dụ 1: lập trình quỹ đạo chạy dao theo hình vẽ sau (phay CNC):

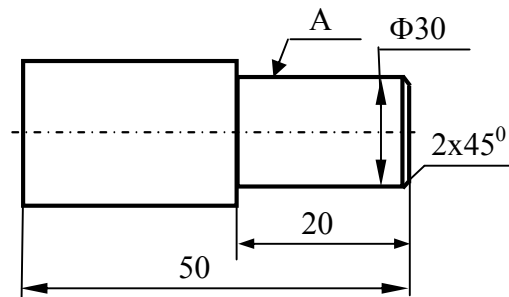


Hình 2.4.

Chương trình NC

```
O0001;
G90 G21 T01 M03 S1000;
G00 X0.0 Y0.0 Z20.0;
G01 Z-0.5 F500;
      Y20.0;
G03 Y40.0 R10.0;
G01 X0.0 Y60.0 ;
      X45.0;
G02 X60.0 Y45.0 R15.0;
G01 Y0.0;
      X0.0 ;
G00 Z20.0;
M30;
```

Ví dụ 2: hãy lập chương trình gia công (tiện CNC) bề mặt A theo hình vẽ sau. Biết đường kính phôi là 35mm, chiều dài phôi L=50mm.



Hình 2.5.

Chương trình gia công bề mặt A với các kích thước như hình vẽ trên:

```
O0020;
G21 T0101G97S500M03M08;
G00X200.0Z2.0;
G1X40.0F2.0;
G92X33.0Z-20.0F0.3;
      X32.0;
      X31.0;
      X30.1;
S1500;
      X30.0F0.05;
G01X24.0F1.0;
X34.0Z-2.0F0.05;
G00X200.0Z200.0;
M05 M09;
M30;
```

## Chương III

### CÁC MÁY NC DÙNG TRONG CÔNG NGHIỆP

#### 3.1. Khái quát chung

- Máy công cụ NC: đối với các máy công cụ NC thì việc điều khiển các chức năng của máy được quyết định bằng các chương trình đã lập sẵn. Hệ thống điều khiển của máy NC là mạch điện tử. Thông tin vào chứa trên băng từ hoặc băng đục lỗ, thực hiện chức năng theo từng khối, khi khối trước kết thúc, máy đọc tiếp các khối lệnh tiếp theo để thực hiện các dịch chuyển cần thiết. Các máy NC chỉ thực hiện được chức năng như: Nội suy đường thẳng, nội suy cung tròn, chức năng đọc theo băng. Các máy NC không có chức năng lưu trữ chương trình.

#### 3.2. Các máy công cụ NC thông dụng

Cũng như các kỹ thuật tiên tiến khác, NC ra đời vào đầu thập niên 50 tại phòng thí nghiệm của học viện Massachusetts. Khi mới ra đời, máy NC chỉ có thể cắt được những đường thẳng chính xác và hiệu quả. Điều này gây ra rất nhiều khó khăn vì máy phải thực hiện vô số các đường thẳng ngang, dọc (hình 3.1)



Hình 3.1. Các đường thẳng dọc ngang

Vấn đề này dẫn đến sự ra đời của APT (Automatically Programme Tools). Đây là loại ngôn ngữ lập trình đầu tiên cho NC, dùng các câu lệnh tiếng Anh để định nghĩa đường di chuyển hình học, dụng cụ và các chỉ thị cần thiết khác. Đây cũng là tiền đề cơ bản cho sự phát triển của NC. Ban đầu chương trình NC được mã hóa trên các băng đục lỗ, sau đó dùng các băng từ. Sau khi máy tính ra đời, các băng đục lỗ, băng từ được thay thế bởi thiết bị xử lý dữ liệu của máy tính. Máy NC bao gồm 2 bộ phận chính.

##### a. Bộ điều khiển máy (Machine Control Unit : MCU)

Là bộ phận thực hiện các chức năng sau:

- Đọc và giải mã chương trình
- Đưa ra các lệnh điều khiển
- Nhận các tín hiệu phản hồi và xử lý.

MCU bao gồm 2 bộ phận sau.

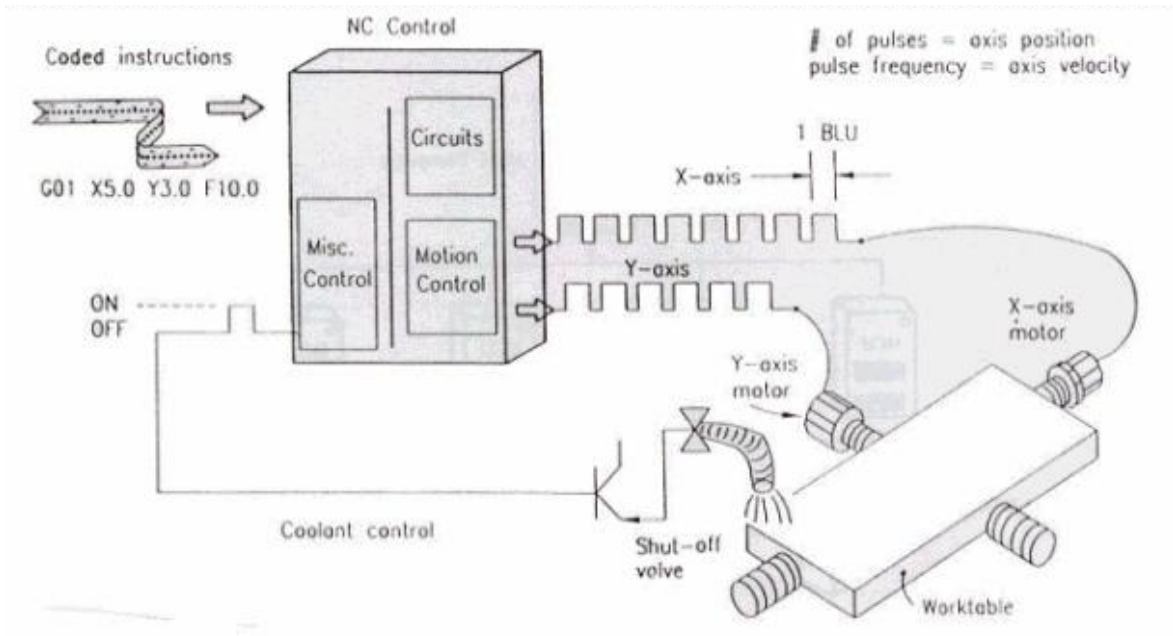
DPU ( Data processing Unit): Bộ xử lý dữ liệu

CLU ( Control Loop Unit) : Bộ thực hiện điều khiển

DPU: Đọc các dữ liệu từ chương trình trên băng đục lỗ, đĩa từ,...và giải mã các tín hiệu này thành các dữ liệu số. Sau đó gửi tín hiệu đến CLU.

CLU: nhận các dữ liệu được giải mã từ DPU, đưa ra các lệnh điều khiển máy, nhận các tín hiệu phản hồi so sánh và xử lý cho đến khi đạt độ chính xác yêu cầu. DPU sau đó sẽ đọc khối lệnh tiếp theo.

b. Máy công cụ (Machine Tool): Tương tự như các máy công cụ thông thường, nhưng các chuyển động của các trục được thực hiện bởi động cơ servo hoặc động cơ bước thông qua truyền động vitme đai ốc bi (sẽ trình bày ở chương sau).



Hình 3.2. Thành phần của máy NC

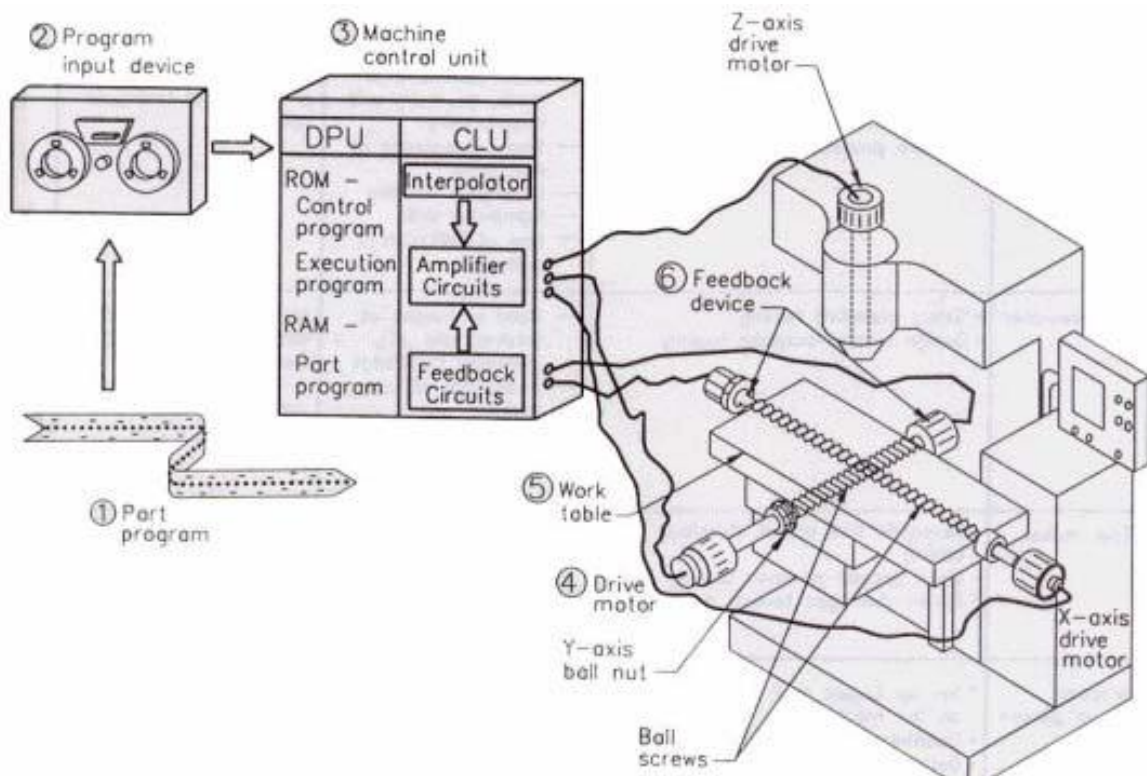
Chương IV  
**CÁC HỆ THỐNG DỤNG CỤ CẮT VÀ ĐIỀU KHIỂN THÍCH NGHI  
 TRÊN MÁY CNC**

#### 4.1. Các hệ thống dụng cụ cắt dùng trên máy CNC

Vào cuối thập niên 60, sự ra đời của công nghệ vi xử lý đã đưa đến sự xuất hiện của PLC, Microcomputer. Các thiết bị này ngay sau khi ra đời đã được ứng dụng trên các máy NC. và thế hệ máy CNC đã ra đời. Với CNC, mỗi máy NC được phục vụ bởi 1 PLC hoặc Computer riêng. Điều này cho phép chương trình có thể nhập và lưu trữ riêng trên mỗi máy CNC. Nhưng lại xuất hiện các vấn đề mới đó là quản lý dữ liệu (giữa các máy không có sự liên hệ chặt chẽ với nhau).

Một máy CNC bao gồm các bộ phận sau.Hình 1.4

- Chương trình gia công (Part program )
- Thiết bị đọc chương trình(Program input device )
- Machine control unit (MCU)
- Hệ thống truyền động (Drive system )
- Máy công cụ (Machine tool)
- Hệ thống phản hồi (Feedback system)



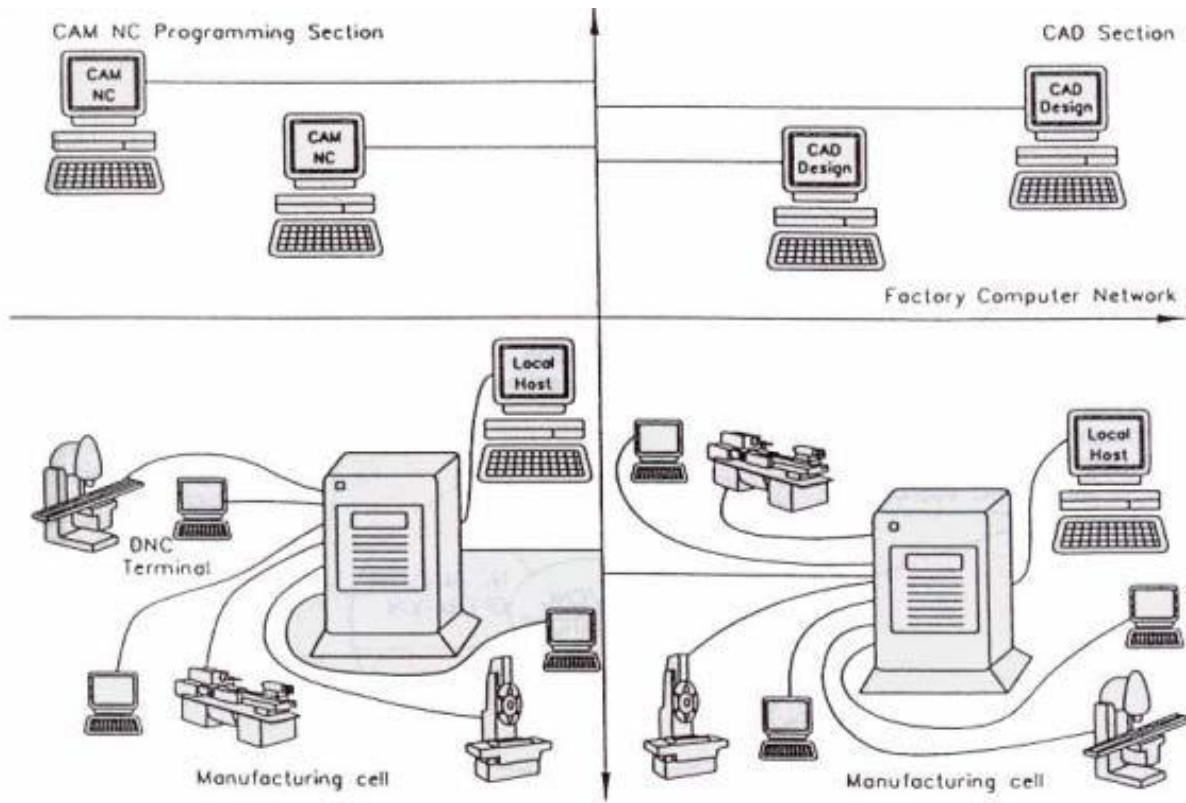
Hình 4.1. Cấu trúc của máy CNC

#### 4.2. Điều khiển thích nghi trên máy CNC

Để việc quản lý dữ liệu giữa các CNC tốt hơn, hệ thống DNCII đã được đưa vào ứng dụng trong sản xuất, là sự kết hợp giữa DNC và CNC. Hệ thống



DNC II bao gồm các máy tính chủ (Host Computer) và các máy tính cục bộ (Local computer) kết nối với nhau. Nó cho phép các chương trình gia công được lưu trên máy chủ nên việc quản lý tốt hơn. Các chương trình này có thể được download xuống các local computer hoặc PLC. Và ta cũng có nhập chương trình và dao diện trực tiếp từ các máy cục bộ (local). Và nếu máy chủ bị ngưng thì các máy CNC vẫn có thể hoạt động bình thường. Đây là ưu điểm cơ bản của DNC II so với DNC.



Hình 4.2. Hệ thống DNCII

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

Vào giữa thập niên 60, công ty Molins Ltd (anh) đã phát triển hệ thống 24, là tiền thân của hệ thống FMS. Tuy nhiên do hạn chế về kỹ thuật nên hệ thống sản xuất linh hoạt vẫn chỉ dừng lại ở mức độ lý thuyết, ý tưởng trong suốt những năm 60s, 70s. vào cuối thập niên 1970, đầu thập niên 1980s, với sự phát triển mạnh của công nghệ điều khiển phức tạp nhờ máy tính, hệ thống FMS đã được ứng dụng

thành công. Hệ thống FMS được ứng dụng chủ yếu ở US trong các lĩnh vực chế tạo ô tô, xe cơ giới, máy bay... Hệ thống FMS điển hình bao gồm:

- Thiết bị xử lý: Máy công cụ, hệ thống lắp ráp, Robot.
- Thiết bị xử lý phôi: Robot, băng tải, Hệ thống vận chuyển tự động

(AGV :

Automated guided vehicles).

- Hệ thống trao đổi thông tin.
- Hệ thống điều khiển bằng máy tính

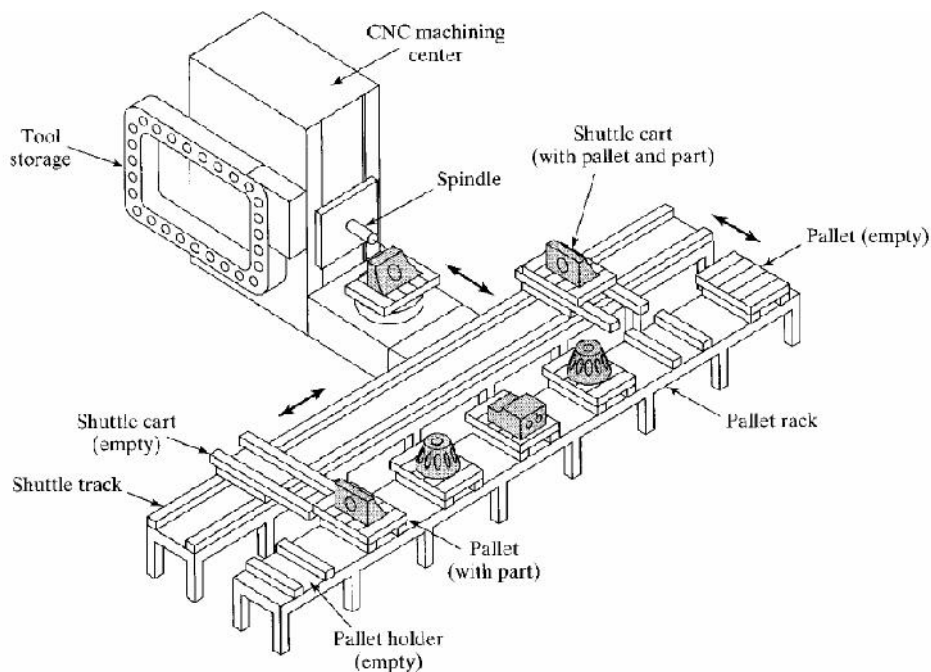
FMS tạo nên một bước tiến mới hướng đến việc tích hợp hoàn toàn quá trình sx, dựa trên các hệ thống, quan điểm tự động hóa sau.

- CNC
- DNC II
- Hệ thống xử lý phôi liệu tự động (Automated material handling system.)
- Công nghệ nhóm (Group Technology)

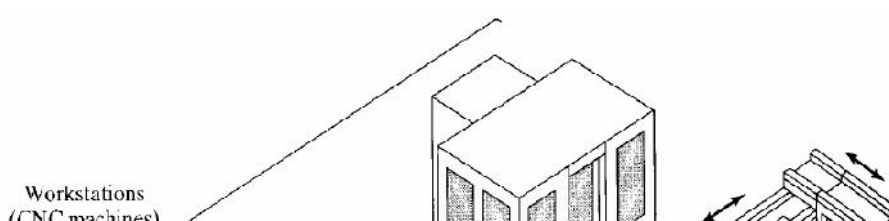
Về cơ bản FMS bao gồm các thành phần sau.

- Máy gia công tự động (Automated NC machining operations)
- Hệ thống xử lý phôi tự động ( robots, AGVS và hệ thống lưu kho tự động (AS:Automated storage)/ Hệ thống truy xuất (RS: Retrieval System)
- Hệ thống thay dao tự động (automated tool changers)
- Hệ thống điều khiển bằng máy tính (Computer controlled system)
- Con người ( Human operator)
- Công nghệ nhóm (Group technology)

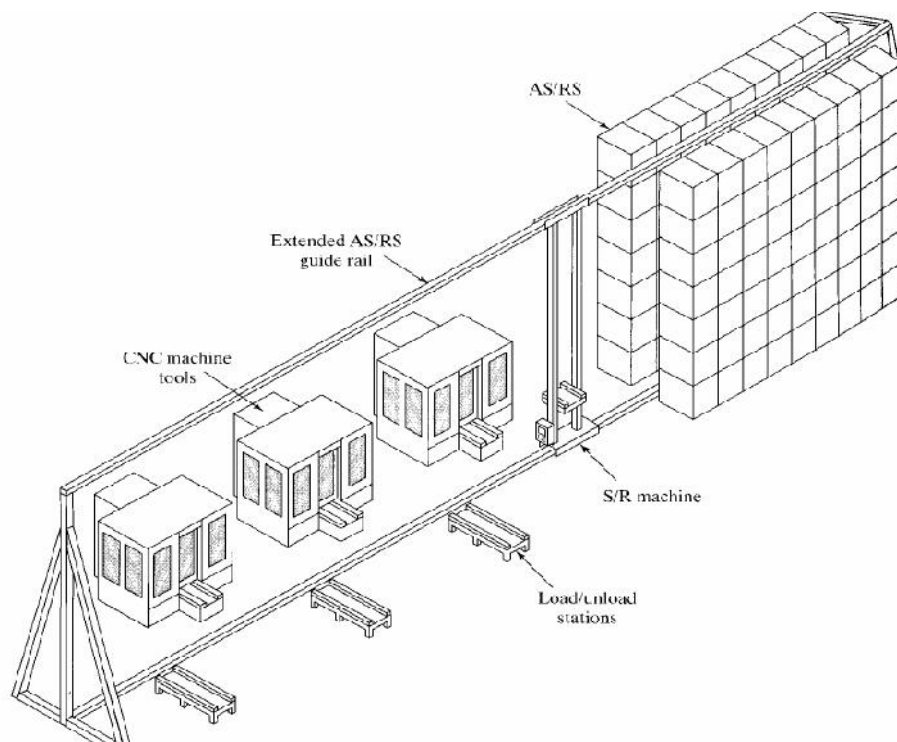
Một số mô hình FMS điển hình như sau.



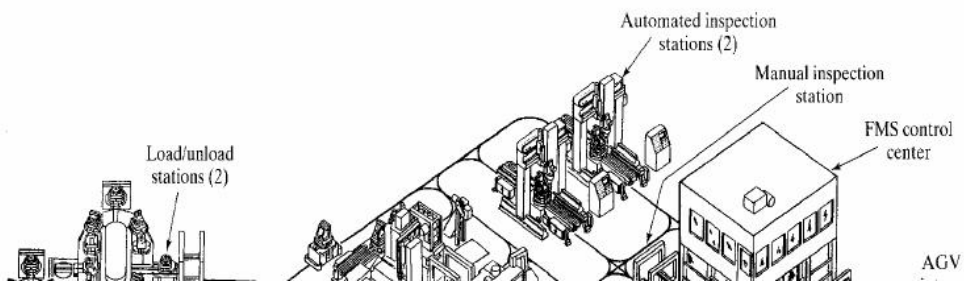
Hình 4.3. Mô hình FMS



Hình 4.4. Mô hình sản xuất nhiều trạm



Hình 4.5. Hệ thống FMS xuất kho tự động



Hình 4.6. Hệ thống FMS ở hãng sản xuất Vought Aircraft

#### 4.2.2. Hệ thống sản xuất tích hợp – CIM (Computer Integrated Manufacturing)

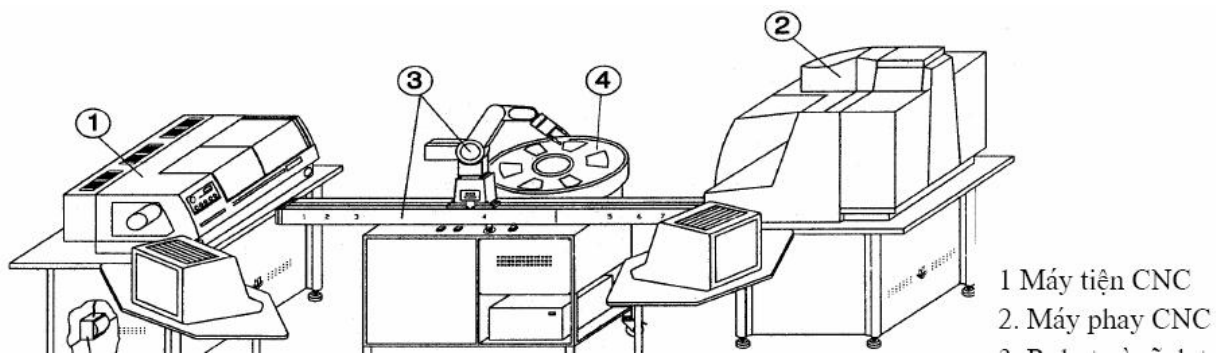
Ý tưởng về hệ thống sx tích hợp được Joseph Harrington đề cập đến vào năm 1974, nhưng phải qua hàng chục năm đến đầu thập niên 1990s, hệ thống này mới được ứng dụng thành công ở Mỹ. CIM là hệ thống tích hợp toàn bộ các thành phần của quá trình sx, được xử lý và điều khiển bởi máy tính. Từ việc phân tích thị trường, thiết kế, chuẩn bị phôi liệu, chuẩn bị và tổ chức sx, kiểm tra chất lượng sản phẩm cho đến cả việc phân phối ra thị trường.

Tóm lại:

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

- Sản xuất thủ công
- Cơ khí hóa, chuyên môn hóa
- Tự động hóa.
- Tích hợp.

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



Hình 4.7. Mô hình điều khiển sản xuất tổ hợp CIM

Phần II  
**GIỚI THIỆU ỨNG DỤNG PHẦN MỀM LẬP TRÌNH, MÔ PHỎNG CAM**  
Chương V  
**ỨNG DỤNG CHO THIẾT KẾ (Ví dụ MASTERCAM DESIGN)**

## 5.1. Giới thiệu.

### 5.1.1. Khởi động MasterCAM

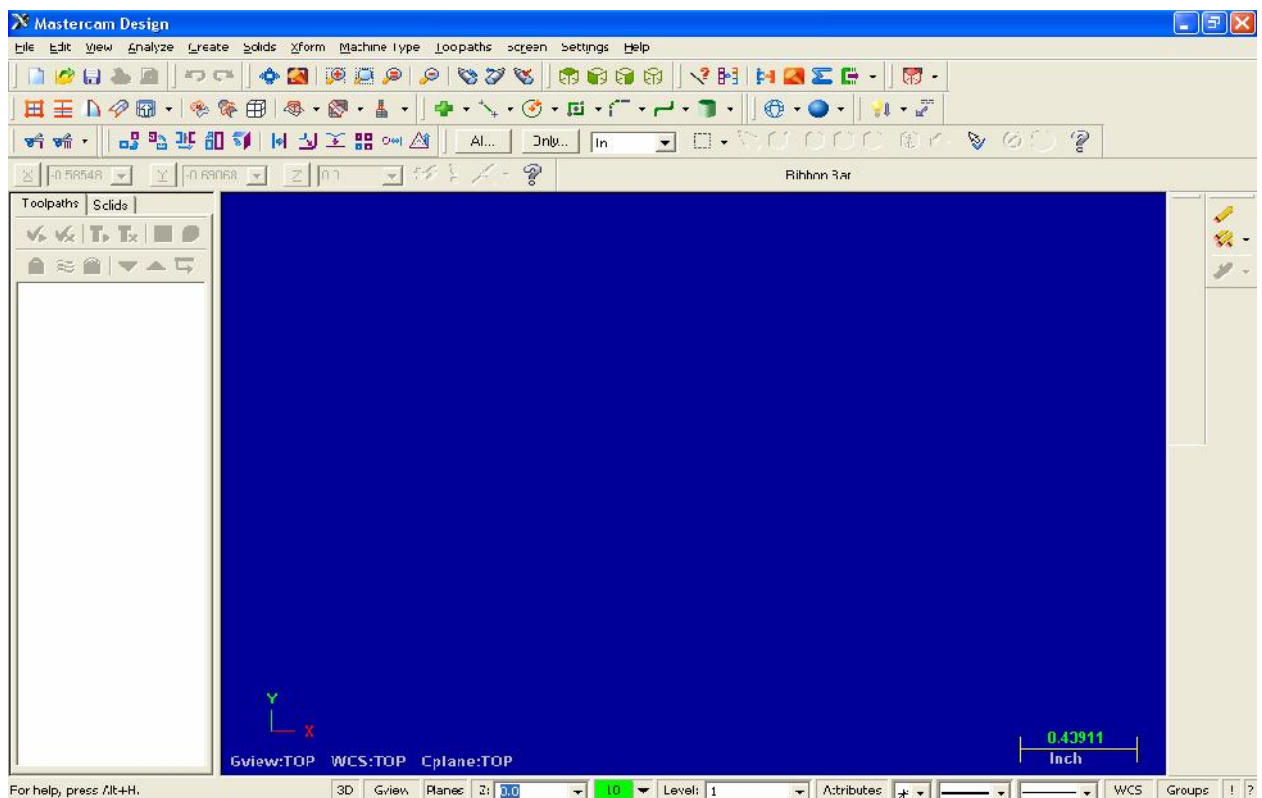


Hình 1.20

Có hai cách khởi động một chương trình MasterCAM X trong môi trường Window 9x và NT, XP:

**Cách 1:** Nếu bạn đã tạo một biểu tượng - **shortcut trên màn hình**, Double Click vào đó, xem hình 1.20.

**Cách 2:** Trên thanh taskbar, Click vào nút **Start\ All Programs\ MasterCAM X \ MasterCAM X**



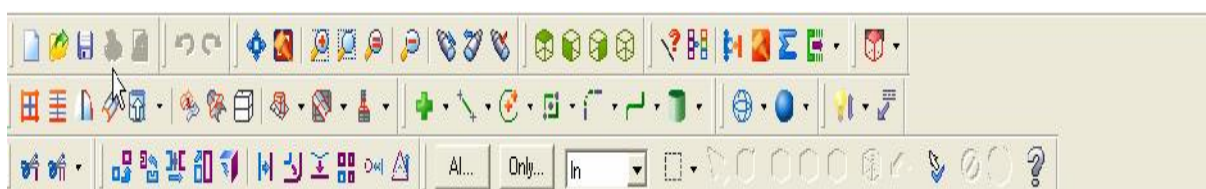
Hình 5.1. Màn hình MasterCAM X

### 5.1.2. Màn hình MasterCAM

Sau khi vào MasterCAM, hệ thống sẽ hiển thị màn hình làm việc của MasterCAM với 4 phân vùng chính sau: vùng màn hình đồ họa, vùng thanh công cụ, vùng menu màn hình và vùng hỏi đáp của chương trình (System response area)



Vùng Menu bar



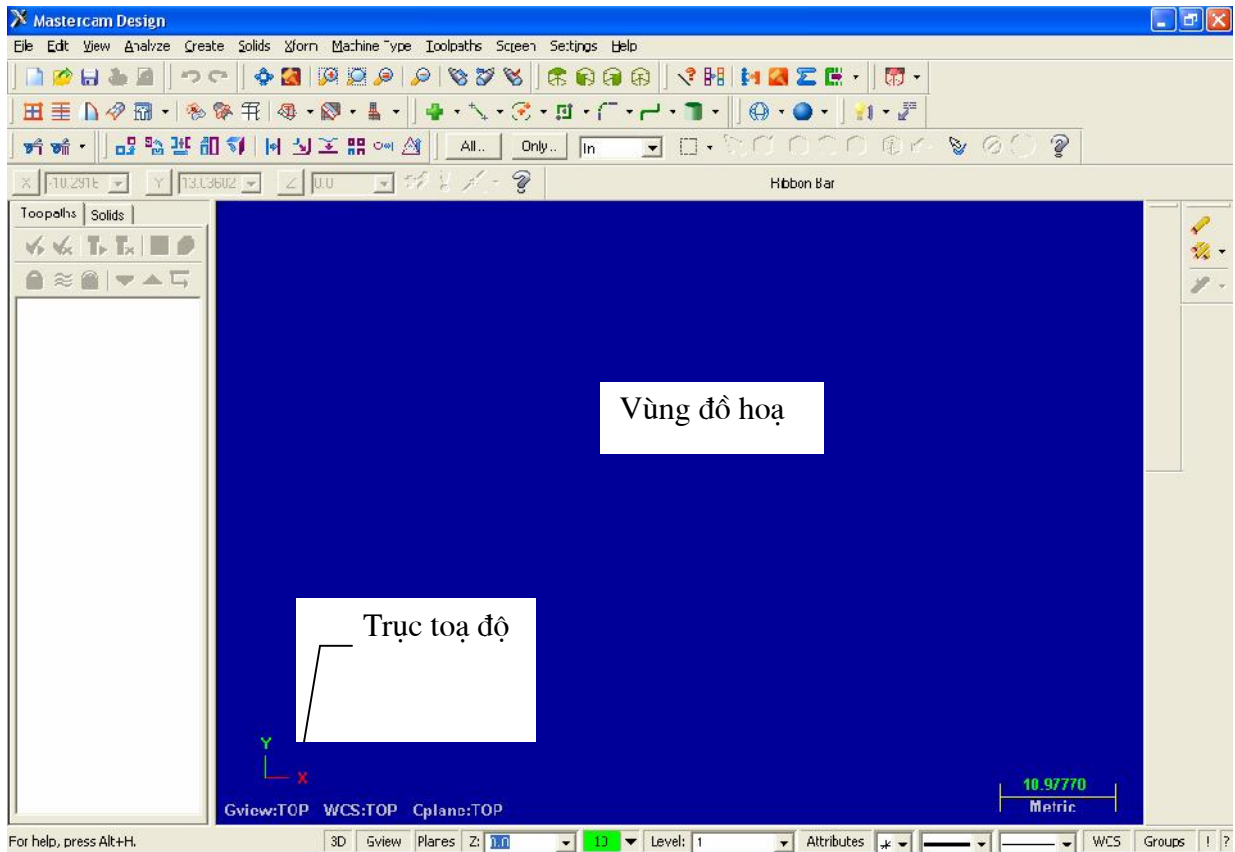
Vùng thanh công cụ (toolbar)



Vùng Menu phụ



Vùng tọa độ



Hình 5.2. Màn hình MasterCAM

### Vùng đồ họa:

Đây là vùng làm việc, nơi các mô hình hình học số của đối tượng được thiết lập hoặc được gọi ra và chỉnh sửa.

### Vùng các thanh công cụ (Toolbar):

Thanh công cụ là một hàng các nút nằm ngang phía trên cùng của màn hình. Mỗi nút này có một icon hoặc con số để nhận biết. Ngoài ra nếu cần một mô tả rõ hơn về một nút nào đó, chỉ cần di chuột đến nút đó, bạn sẽ được cung cấp một menu đổ xuống mô tả rõ hơn về nút đó. Muốn thực hiện lệnh tương ứng với nút nào đó (Icon Command), chỉ cần click vào nút đó là yêu cầu được thực hiện.

### Vùng Menu:

Vùng này nằm ở bên trên của màn hình, chứa menu bar. Menu bar được sử dụng để chọn các chức năng của MasterCAM, ví dụ : Creat, modify, toolpaths... Còn menu phụ nằm ở phía dưới của màn hình được sử dụng để thay đổi các thông số hệ thống của chương trình, ví dụ: Độ sâu Z, màu sắc... là những chức năng thường xuyên được người sử dụng thay đổi. Tất cả các lệnh dùng trong MasterCAM đều có thể chọn từ vùng Menu .

### Vùng hỏi đáp:

Tại đây, một hoặc hai dòng văn bản ở dưới cùng của màn hình sẽ mô tả hoạt động của các lệnh. Đây là nơi bạn nhận được các lời nhắc của chương trình. Phải quan sát vùng này cẩn thận, có thể nó sẽ yêu cầu bạn phải nhập các thông số từ bàn phím.

#### 5.1.3. Chọn một Menu lệnh:

Trong MasterCAM có hai cách chọn một menu lệnh từ vùng Menu :

1. Di chuyển chuột vào vùng menu , khi hộp menu cần chọn sáng lên thì nhấp chuột để kích hoạt lệnh.

2. Bấm phím tương ứng với kí tự được gạch chân của dòng lệnh trên menu màn hình.

Menu đầu tiên xuất hiện trên MasterCAM là Menu bar như trên hình 1.5. Một vài menu lệnh có các menu phụ đổ xuống khi các menu này được kích hoạt. Bảng dưới mô tả chi tiết các lệnh của menu chính và menu phụ xem bảng 1.1 và 2.2.







**Bảng 1.1 Menu bar**

STT	Thành phần của menu bar	Mô tả
1	Analyze	Hiện thị toạ độ và thông tin cơ sở dữ liệu của đối tượng được lựa chọn ví dụ như điểm, đoạn thẳng, cung tròn, bề mặt hoặc kích thước lên màn hình. Điều này thuận tiện cho việc nhận dạng các đối tượng đã được tạo ra trước đó, ví dụ: xác định góc của một đoạn thẳng đang tồn tại, hay là bán kính của một vòng tròn xác định.
2	Create	Tạo ra một đối tượng hình học (trong cơ sở dữ liệu và trên vùng màn hình đồ hoạ). Các đối tượng hình học bao gồm: đoạn thẳng, cung, vòng tròn, hình chữ nhật ...v.v
3	File	Các thao tác xử lý với file: save, open (mở file), save as (chuyển đổi định dạng tệp tin), Export directory (truyền dữ liệu đi), hoặc Import directory (nhận dữ liệu đến).
4	Edit	Chỉnh sửa đối tượng hình học trên màn hình, gồm các lệnh: fillet, trim, break và join
5	Xform	Thay đổi những đối tượng hình học đã tạo bằng các lệnh: Mirror, rotate, scale và offset



6	Screen	Vẽ hoặc in bản vẽ, quan sát các hình vẽ, chỉ ra số lượng các đối tượng hình vẽ, phóng to, thu nhỏ, thay đổi khung nhìn và định dạng cấu hình hệ thống.
7	Solids	Thiết lập mô hình hình học số của đối tượng theo phương pháp dựng hình của môi trường Solid Modeling
8	Toolpaths	Tạo ra các đường chạy dao sử dụng theo các chức năng khoan (drill), đường contour và pocket.
9	View	Lệnh phóng to thu nhỏ theo các kiểu... (Zoom window, Zoom target, Zoom in/out.....)
10	Machine type	Chọn các kiểu dạng chạy dao (Mill, Lathe, Router, Design)
11	Settings	Thiết lập cấu hình của MasterCAM
12	Help	Chức năng hỗ trợ hướng dẫn


**Bảng 1.2 Menu phụ**

STT	Thành phần của menu phụ	Mô tả
1		Hiển thị và thay đổi độ sâu làm việc hiện tại
2		Đặt màu mặc định
3		Đặt level làm việc
4		Đặt thuộc tính cho độ dày của nét vẽ và kiểu nét vẽ layer làm việc, và dạng hiển thị của điểm, màu của đối tượng
5		Đặt mặt phẳng ban đầu cho quá trình dựng hình
6		Thay đổi hướng nhìn trên màn hình đồ họa. Chú ý rằng, hướng nhìn của màn hình đồ họa có thể không phụ thuộc vào mặt phẳng dựng hình

#### 5.1.4. Thoát khỏi MasterCAM

Muốn thoát khỏi MasterCAM, chỉ cần thực hiện các bước sau:

- Di con trỏ chuột tới menu bar
- Chọn **File\ Exit**
- Xác nhận thoát khỏi MasterCAM: chọn **Yes** khi được hỏi.

Hoặc di trỏ chuột tới nút close  ở góc trên bên phải, kích chuột và xác nhận thoát khỏi MasterCAM.

Hoặc dùng phím tắt : **Alt+F4**

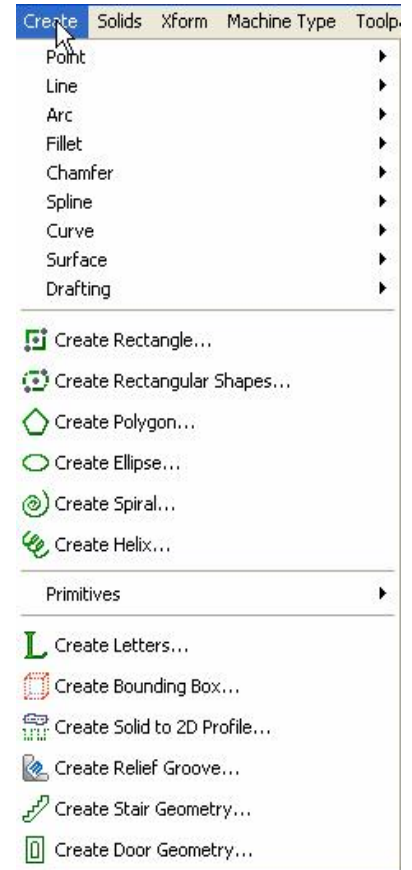
## 5.2. MasterCAM design

### 5.2.1. Thiết kế 2D

#### Tổng quan

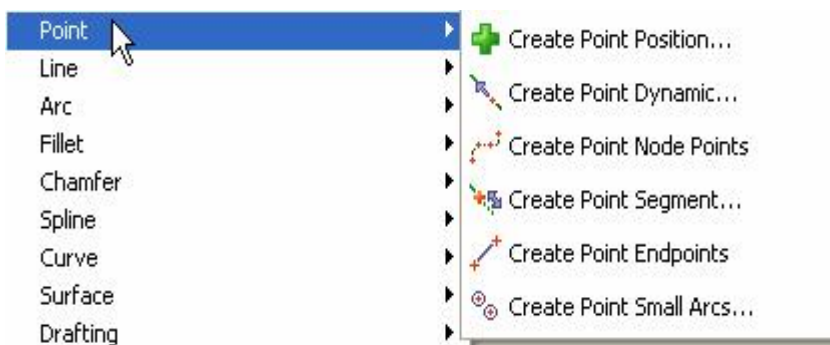
Các phần hình học và dạng vật liệu của đối tượng gia công cần phải được nhận dạng trong chương trình CAD/CAM. Những file hình học sau đó được dùng trong chương trình CAM để tạo ra các đường dẫn dao thực hiện quá trình gia công. Một mô hình hình học hoàn chỉnh và chính xác rất cần thiết cho bất cứ một phần mềm CAM/CAM nào trong quá trình tạo ra các chương trình ứng dụng. Điểm chủ yếu của chương này là chỉ ra cho người kỹ sư biết cách sử dụng các lệnh của MasterCAM để tạo ra các mô hình hình học 2D. Các lệnh đó sẽ được lần lượt trình diễn trong chương này bao gồm: POINT, LINE, ARC, CIRCLE, RECTANGLE, CHAMFER, SPLINE, ELLIPSE, POLYGON và LETTERS. Những lệnh để hiệu chỉnh các mô hình hình học sẽ được nêu ra trong chương 5 và lệnh xây dựng mô hình hình học 3D sẽ được trình bày trong chương 10.

MasterCAMX quản lý các lệnh để xây dựng mô hình hình học số trong menu Create. Để tạo ra các thực thể hình học chúng ta phải tuân theo các quy tắc tuần tự trên thanh menu bar. Trong thanh menu create là những thanh công cụ cụ thể cần thiết. Phần này sẽ chỉ cho bạn



Hình 5.3

biết công dụng của từng lệnh có trên menu create hoặc các biểu tượng trên thanh Sketcher.

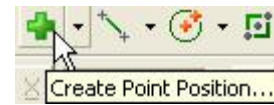


Hình 5.4

#### Point và thanh công cụ của point:

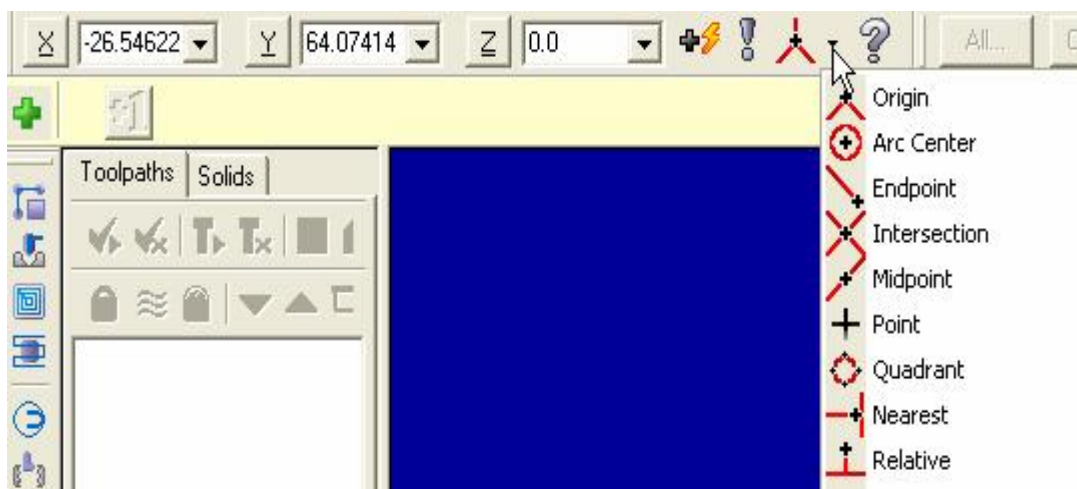
Lệnh **Point** cho phép đánh dấu một điểm trên bản vẽ (dấu '+'), Các điểm đó có thể là điểm tham khảo cho các mô hình khác khi cần

**Chọn Create > Point.** Từ đó bạn có thể nhìn thấy bảng chọn lựa tiếp theo cho menu lệnh của Point.



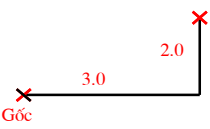

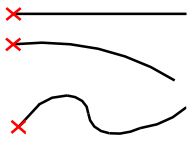
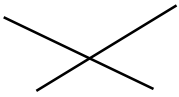
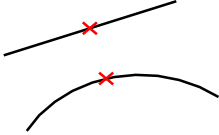


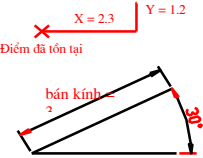


**Create > Point > Position hoặc nhấp chọn biểu tượng**

Dùng lệnh **position** để tạo ra các điểm trên màn hình, có 10 tùy chọn sau đó để bạn chọn lựa



Hình 5.5

Value (ZYZ)	Nhập tọa độ
Origin	Chọn điểm gốc
Arc Center	Chọn điểm là tâm của đường tròn, cung tròn
Endpoint	Chọn điểm cuối của đối tượng vẽ đơn giản
Intersec	Chọn điểm giao của 2 đối tượng
Midpoint	Chọn điểm giữa của đối tượng
Point	Chọn điểm đã tồn tại
Quadrant	Chọn điểm tại góc phần tư của đường tròn
Nearest	Chọn điểm nằm trên đối tượng được chọn
Relative	Chọn điểm có vị trí tương đối so với điểm khác

<p>Nhập tọa độ X=3.0;Y=3.0</p>  <p>Điểm được tạo</p> <p>①</p>	<p>Center</p>  <p>Điểm được tạo</p> <p>②</p>	<p>Endpoint</p>  <p>③</p>
<p>Intersec</p> 	<p>Midpoint</p> 	<p>Point</p> <p>Chọn 1 điểm đã tồn tại trước</p> 
<p>Last</p>  <p>Chọn tự động điểm cuối cùng được tạo</p>	<p>Relative</p>  <p>X = 2.3 Y = 1.2</p> <p>Điểm đã tồn tại</p> <p>bán kính = r</p>	<p>Quadrant</p> <p>Tạo 1 điểm tại điểm phần tư cung tròn</p>  <p>Origin</p> <p>điểm gốc(0,0)</p> 

Hình 5.6. Menu MasterCAM position



**Create > Point > Dynamic hoặc nhấp chọn biểu tượng**

Tạo ra các điểm trên đối tượng bằng cách sử dụng chuột hoặc điểm chia thủ tục:

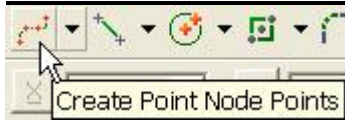
**Chọn đối tượng như line, circle hoặc spline**

Dịch chuyển trên đối tượng và chọn bằng cách nhấn phím trái chuột (kết thúc nhấn Esc) hoặc chọn đối tượng và sau đó khi biết hướng dịch chuyển thì ta nhập khoảng cách và lượng offset từ điểm đầu

đến điểm cần xác định 

Chú ý: Bạn có thể dùng lệnh này để tạo ra các điểm trên đối tượng tại bất kỳ vị trí nào

**Create > Point > Node Points hoặc nhấp chọn biểu tượng**

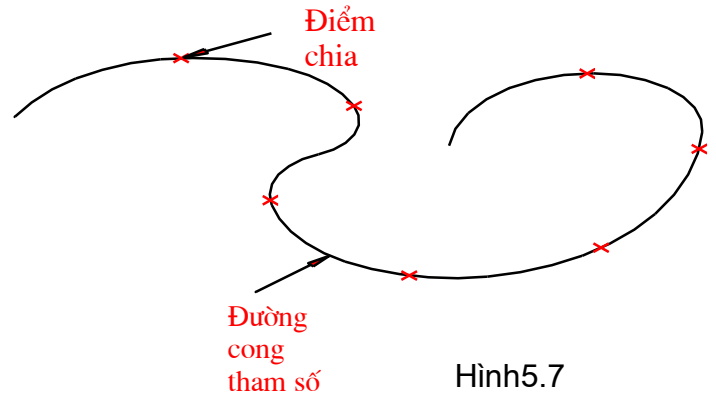


**Gọi lại những điểm được dùng để tạo ra đường cong tham số**

Thủ tục :

Tạo ra 1 đường cong tham số (sẽ được trình bày trong chương sau)

Chọn 1 đường cong tham số



Hình5.7

Chú ý:

1. Các điểm đó là các điểm dùng để xác định đường cong tham số
2. Nếu đối tượng được chọn sai quy cách thì hệ thống sẽ báo “try again”. Sử dụng phím Esc để thoát việc chọn



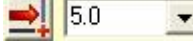
**Create > Point > Segment hoặc nhấp chọn biểu tượng**

**Tạo loạt điểm dọc theo đối tượng với khoảng cách bằng nhau**

**Thủ tục:** - Tạo ra 1 đối tượng như line, arc, circle, fillet, hoặc spline

- Sử dụng chuột chọn một đối tượng đã tồn tại ở trên

- Nhập vào số điểm cần tạo  hoặc có thể nhập vào

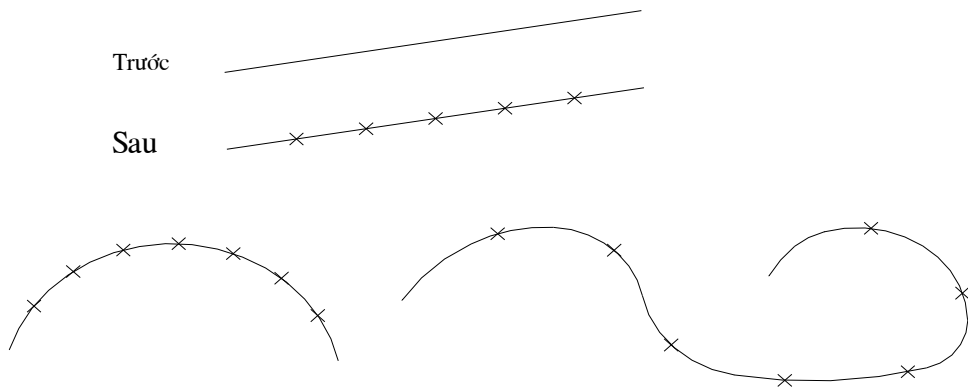
khoảng cách giữa các điểm 

**Chú**

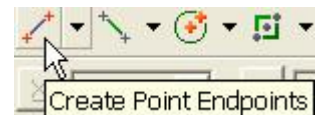
**ý:** Nếu bạn muốn chia đối tượng làm 3 đoạn thì bạn có thể dùng lệnh này nhưng số điểm cần chọn là 4

Trước

Sau



Hình 5.8



**Create > Point > Endpoints hoặc nhấp chọn biểu tượng**

**Tạo ra 2 điểm đầu của đối tượng được chọn**

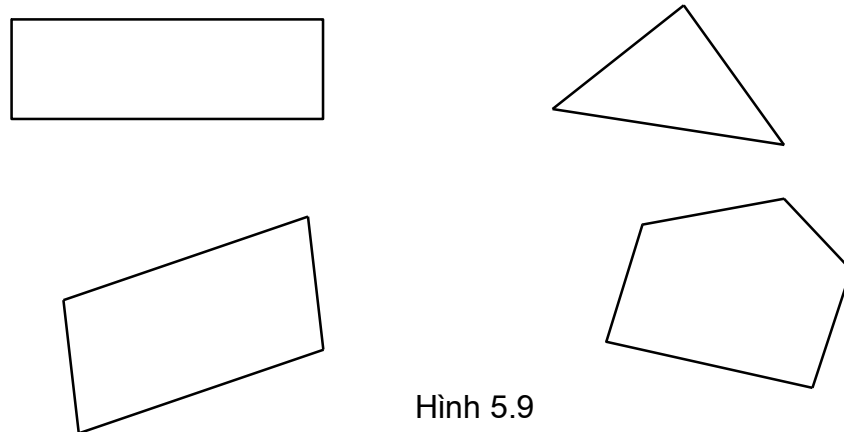
**Thủ tục:** - Tạo ra 1 đối tượng như line, arc, spline

- Sử dụng chuột chọn một đối tượng đã tồn tại ở trên

- Chọn Create Point Endpoints hoặc kích chọn 

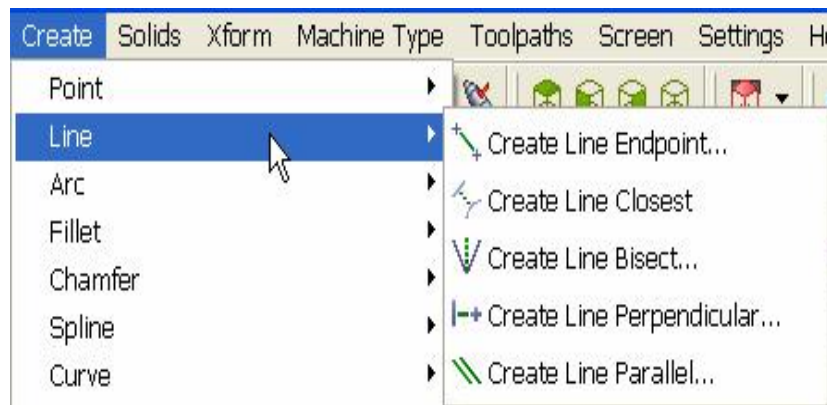
**Line và thanh công cụ của line:**

Lệnh **Line** là lệnh vẽ 1 đường thẳng trên màn hình. Những Line đó có thể là đường thẳng đứng, nằm ngang hoặc bất kỳ một sự định hướng nào. Nó có thể dùng để xây dựng mô hình hình học thể hiện trong hình dưới đây



Hình 5.9

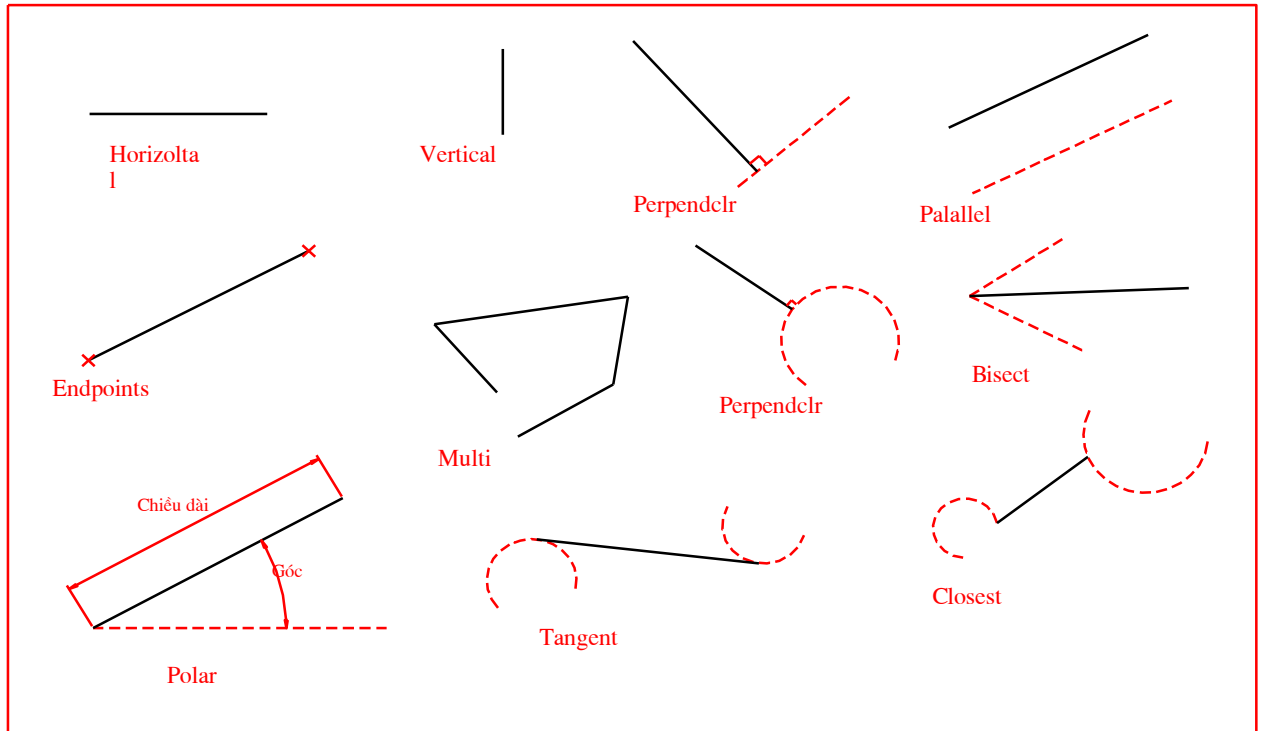
**Chọn Create > Line** từ thanh menu bar bạn sẽ thấy menu tiếp theo



Hình 5.10. Menu của Line

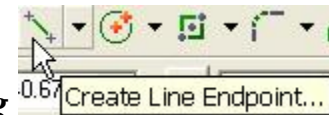
Trong menu này có 5 lựa chọn. Chúng được mô tả ngắn gọn trong các mục sau đây

Mô tả lựa chọn tiếp theo trong Endpoints	
Endpoint	Tạo ra 1 line bằng cách chỉ ra 2 điểm
Closest	Tạo ra 1 line nó đóng các đối tượng kế tiếp
Bisect	Tạo ra 1 line chia đôi góc tạo bởi 2 đường thẳng giao nhau
Perpendicular	Tạo ra 1 line tiếp xúc với các cung hoặc đường thẳng
Parallel	Tạo ra 1 line song song với 1 đường cho trước



Hình 5.11






Chú ý : Kiểu line và bề rộng của nó được mặc định hoặc thay đổi bằng cách pick vào thanh  Các kiểu có thể là Solid, hidden, center, phantom và break



**Create > Line > Endpoints hoặc nhấp chọn biểu tượng**

Tạo một đường thẳng bằng các lựa chọn tiếp theo ( đường thẳng theo tọa độ, đường thẳng theo độ dài và góc, đường liên kết, đường thẳng đứng, đường nằm ngang, đường tiếp xúc với các đối tượng ).

Trong menu này còn có các lựa chọn tiếp theo . Chúng được mô tả ngắn gọn trong các mục sau đây.

Mô tả lựa chọn của line	
Value (XYZ) hoặc pick chuột	Tạo ra 1 line bằng cách nhập tọa độ
Multi Line 	Tạo ra 1 đường thẳng liên tiếp
Polar 	Tạo ra 1 line bằng cách nhập độ dài và góc
Vertical 	Tạo ra 1 line thẳng đứng
Horizontal 	Tạo ra 1 line nằm ngang
Tangent 	Tạo ra 1 line tiếp xúc với 2 cung tròn

## Thủ tục:

### ➤ Create > Line > Endpoints > Value

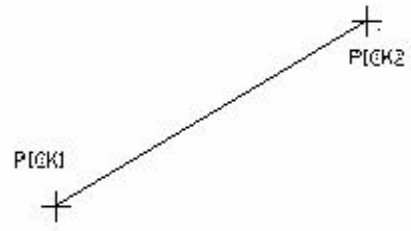


Chỉ ra điểm đầu tiên < sử dụng menu vị trí > :

Pick **P1**

Chỉ ra điểm cuối < sử dụng menu vị trí > : Pick

**P2**

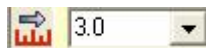


Hình 7.10

### ➤ Create > Line > Endpoints > Vertical

Xác định điểm đầu tiên < Sử dụng menu vị trí > :  
pick **P1**

Nhập độ dài : **3.0**

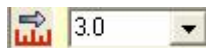


Hình 5.12

### ➤ Create > Line > Endpoints > Horizontal

Xác định điểm đầu tiên < Sử dụng  
menu vị trí > : pick **P1**

Nhập độ dài : **3.0**



Hình 5.13

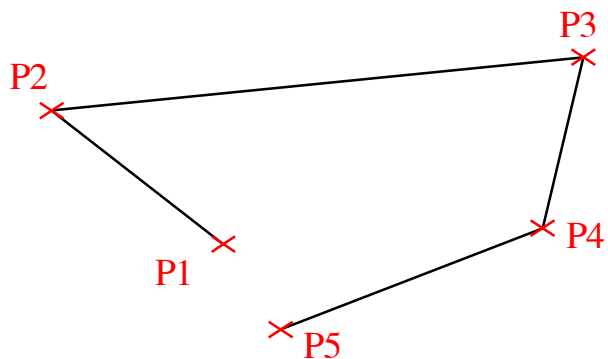
### ➤ Create > Line > Endpoints > Multi\_Line

Xác định điểm đầu tiên : pick **P1**

Xác định điểm thứ hai : pick **P2**

Xác định điểm thứ ba : pick **P3**



Tiếp tục ta xác định các điểm tiếp  
theo **P4, P5, P6 ...**

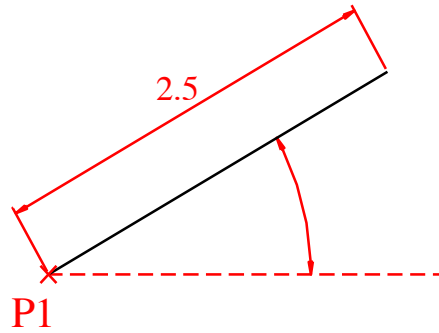


Hình 5.14

*Chú ý:* Với MasterCAM X, Lệnh **UNDO** phục  
hồi được tất cả các đối tượng đã thực hiện trước đó.

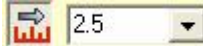


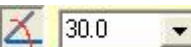
➤ **Create > Line > Endpoints > Polar**  0.0  0.0



Hình 5.15

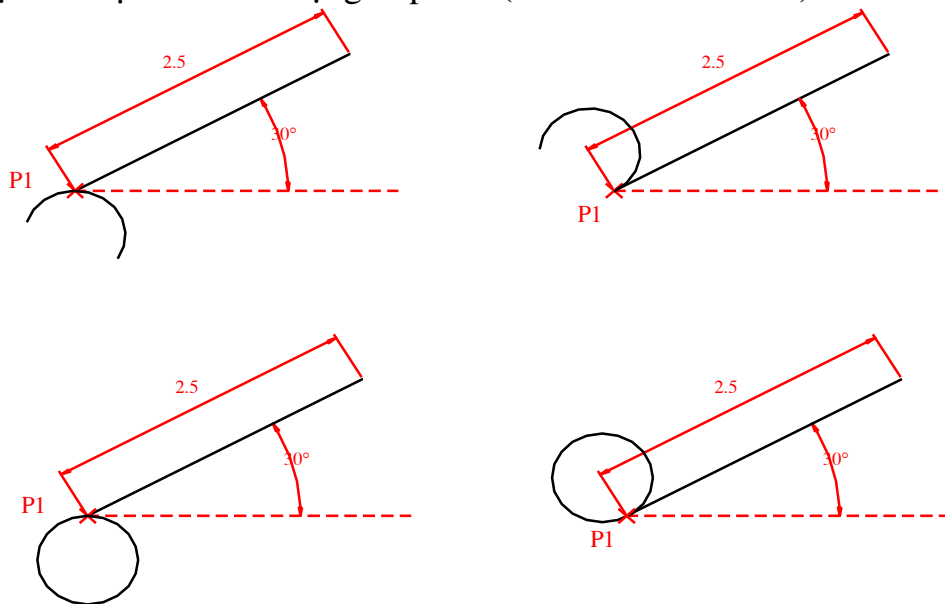
Xác định điểm đầu tiên < Sử dụng menu vị trí >: pick **P1**

Nhập chiều dài đoạn thẳng (length) : 2.5 

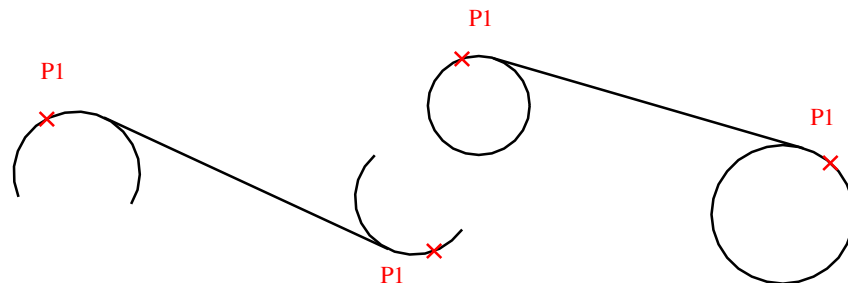
Nhập tọa độ góc (angle) : 30  30°

➤ **Create > Line > Endpoints > Tangent** 

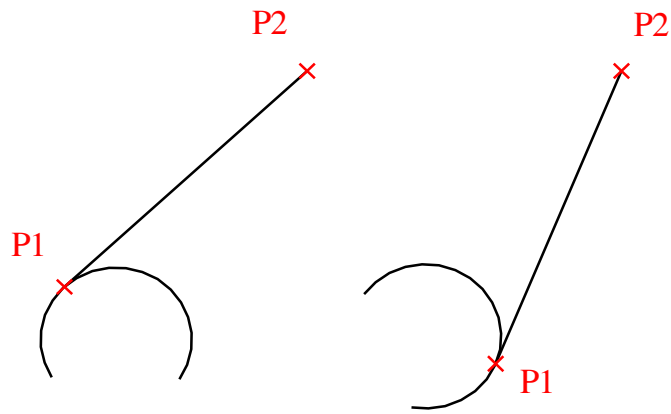
Lần lượt chọn các vị trí và đối tượng tiếp xúc ( mô tả như hình vẽ )



Hình 5.16. Tạo 1 line với các thông số :góc, chiều dài, cung cần tiếp xúc



Hình 5.17 . Tạo 1 line tiếp xúc với 2 cung tròn



Hình 5.18. Tạo 1 line tiếp xúc với 1 cung tròn và đi qua điểm đặc biệt




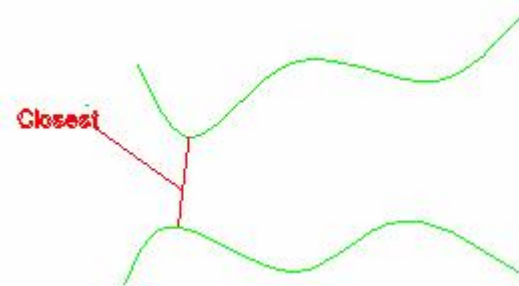
**Create > Line > Closest hoặc nhấp chọn biểu tượng**

Tạo ra 1 line nó đóng các đối tượng kế tiếp ( ở các vị trí để đóng kín 2 đối tượng gần nhau nhất).

**Thủ tục:**

Tạo ra 2 đối tượng cần đóng kín

kích chọn  tiếp sau đó chọn 2 đối tượng vừa tạo ra



Hình 5.19

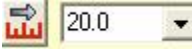


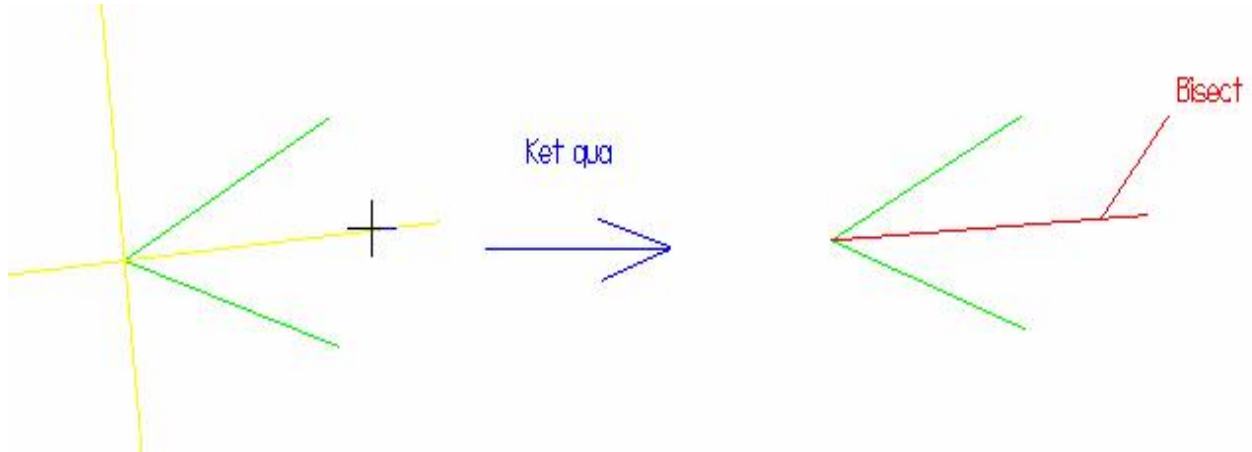
**Create > Line > Bisect** hoặc nhấp chọn biểu tượng

Tạo ra 1 line chia đôi góc tạo bởi 2 đường thẳng giao nhau

**Thủ tục:**

Tạo ra 2 đường thẳng, kích chọn  tiếp sau đó chọn 2 đối tượng vừa tạo ra và nhập độ

dài đường thẳng cần tạo ra  20.0, từ đó sẽ xuất hiện 4 đoạn thẳng được tạo ra từ 4 góc khác nhau của 2 đường thẳng, ta kích chọn đường thẳng cần giữ lại



Hình 5.20



### **Create > Line > Perpendicular hoặc chọn biểu tượng**

Tạo ra 1 line vuông góc với 1 line, cung tròn, spline và đi qua 1 điểm. Ta có 2 sự lựa chọn L

- **Point:** Tạo ra 1 line vuông góc với 1 line, cung tròn, spline và đi qua 1 điểm.
- **Arc:** Tạo ra 1 line vuông góc với 1 line tiếp xúc với 1 cung tròn đã tồn tại.

#### ➤ **Create > Line > Perpendicular > Point**

Tạo ra 1 line vuông góc với 1 line, cung tròn, spline và đi qua 1 điểm.

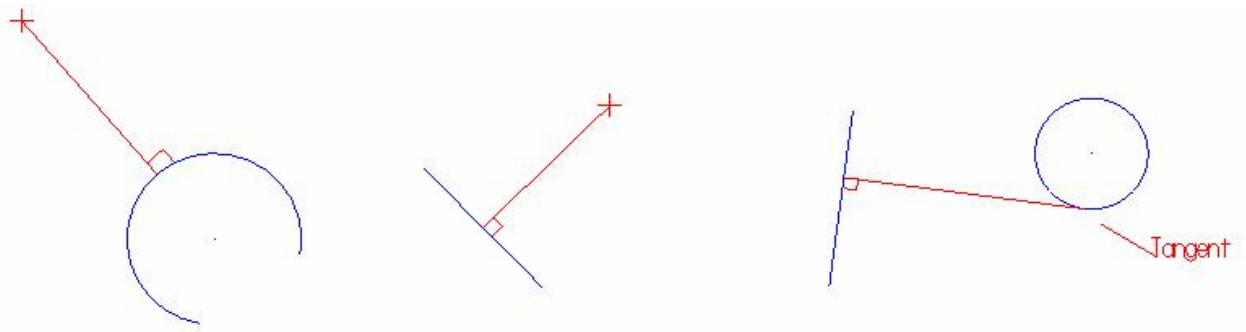
#### **Thủ tục:**

Tạo ra 1 cung tròn

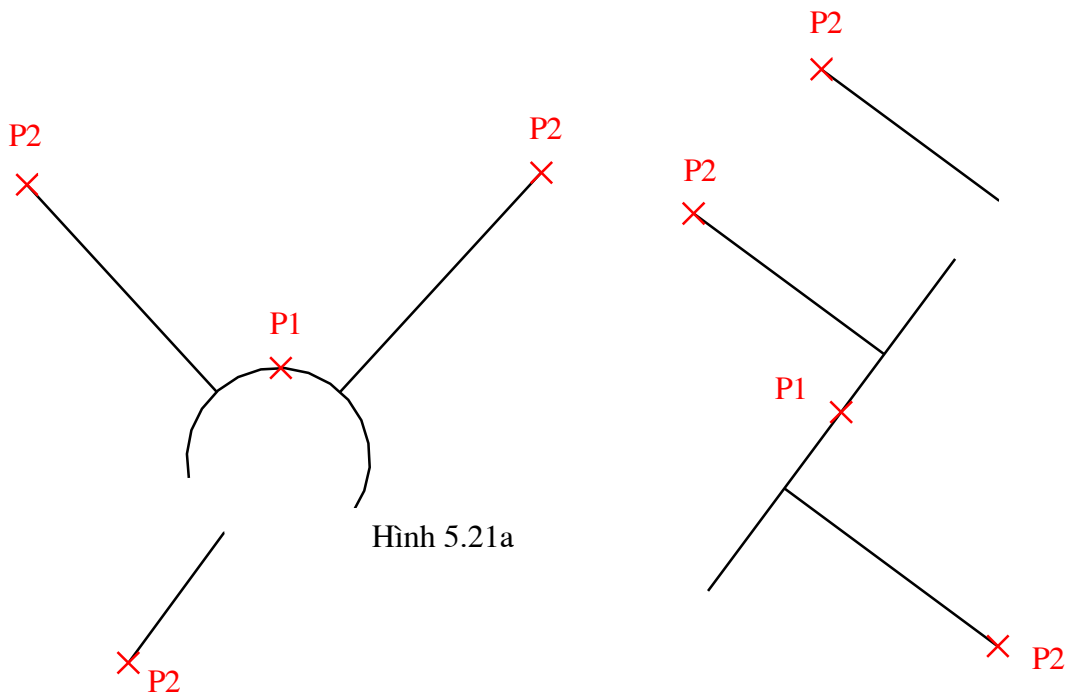
Chọn cung :pick **P1**

Xác định điểm cuối <Sử dụng menu vị trí>: Pick **P2**

Nhập độ dài của line (nhấn enter) :  25.0



Hình 5.21



Hình 5.21a

**Chú ý:** Như trên hình 2.21a, có 1 vài trường hợp line được tạo ra không cắt nhau dứt khoát với 1 line hoặc cung tròn được chọn lựa. Khi đó MasterCAM sẽ tự động khoảng kép dài của line hoặc cung tròn tới điểm cắt nhau

➤ **Create > Line > Perpendclr > Arc**

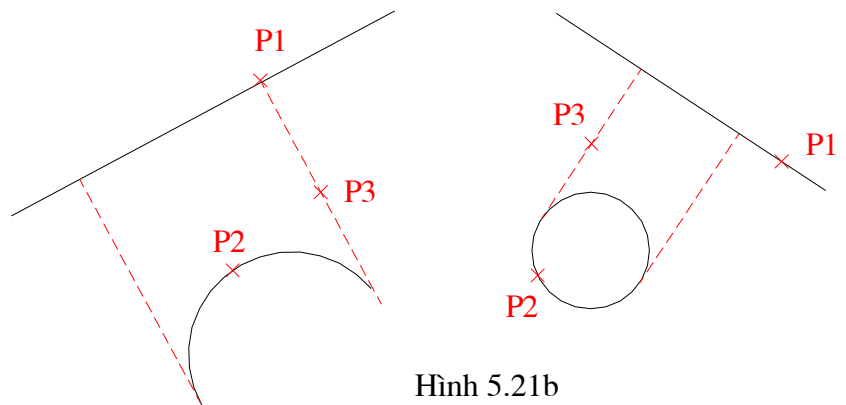
Tạo ra 1 line vuông góc với 1 line tiếp xúc với 1 cung tròn đã tồn tại. (hình 2.21b)

**Thủ tục:**

Tạo ra 1 cung tròn và 1 line

Chọn 1 line : pick **P1**

kích chọn biểu tượng



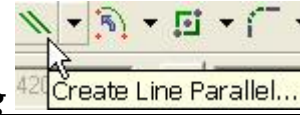
Hình 5.21b

Xác định cung tròn để có 1 line tiếp xúc tới: Pick **P2**

Nhập độ dài của line vuông góc (nhấn enter) :  25.0

Chọn line để giữ : Pick **P3**

*Chú ý:* tương tự như trên ta chọn line để giữ lại



**Create > Line > Parallel hoặc kích chọn biểu tượng**

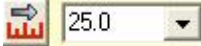

Tạo ra 1 line song song với 1 đường cho trước ( có độ dài bằng độ dài đường cho trước). Ta có 3 lựa chọn : tạo khoảng cách giữa 2 đường bằng cách kích chuột, bằng cách nhập khoảng cách xác định, tạo 1 đường song song với 1 đường thẳng và tiếp tuyến với 1 cung tròn.

**Thủ tục:**

- Tạo 1 line song song với 1 đường thẳng cho trước khi biết khoảng cách giữa chúng

Tạo ra 1 đường thẳng

kích chuột chọn đường thẳng đó : pick **P1**

nhập khoảng cách vào  25.0 và chọn hướng  (hoặc kích chuột chọn điểm **P2** mà đường line cần tạo đi qua ). Sau đó nhấn Enter hoặc Esc

- Tạo 1 line song song với 1 đường thẳng cho trước và tiếp xúc tới 1 cung tròn

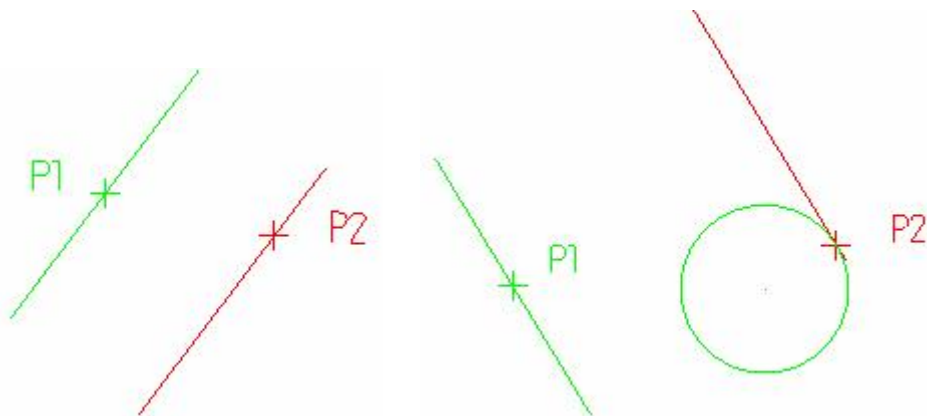
Tạo ra 1 cung tròn và 1 line

Chọn 1 line : pick **P1**

kích chọn biểu tượng 

Xác định cung tròn để có 1 line tiếp xúc tới: Pick **P2**

Nhấn Enter hoặc Esc.

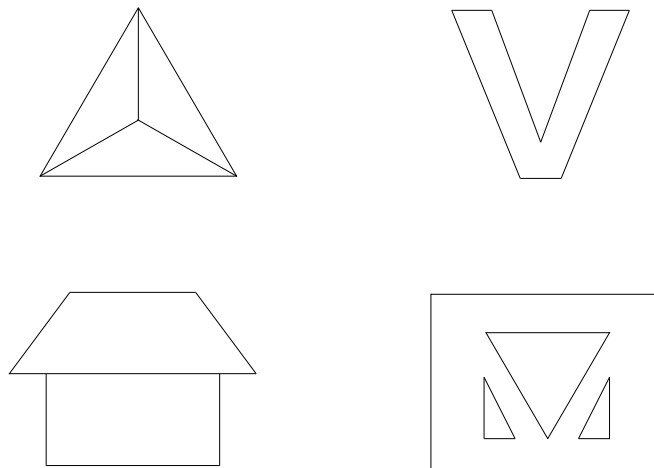




Hình 5.22

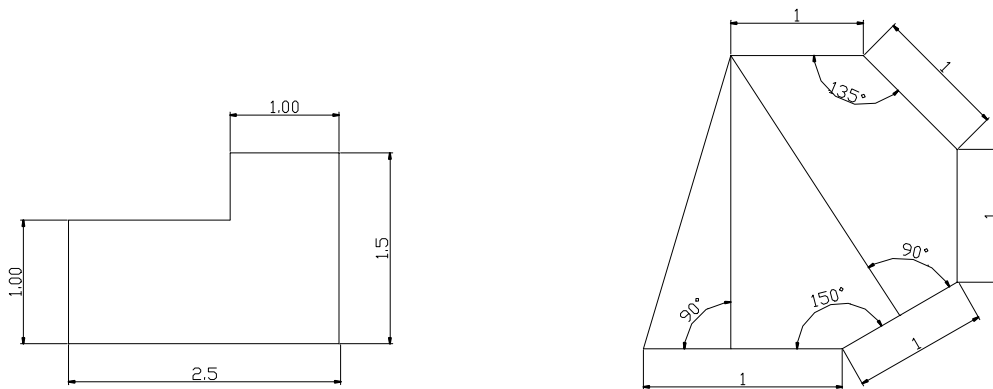
**Bài tập về line**

Sử dụng lệnh line và con chuột của bạn vẽ từng hình dưới đây. Đừng quan tâm đến kích thước chính xác nhưng hãy cố gắng làm cho nó giống với hình dưới đây. Nhớ luyện tập bằng cách sử dụng hết tùy chọn của phần này



Hình 5.23

Sử dụng lệnh line để vẽ chính xác hình dưới đây

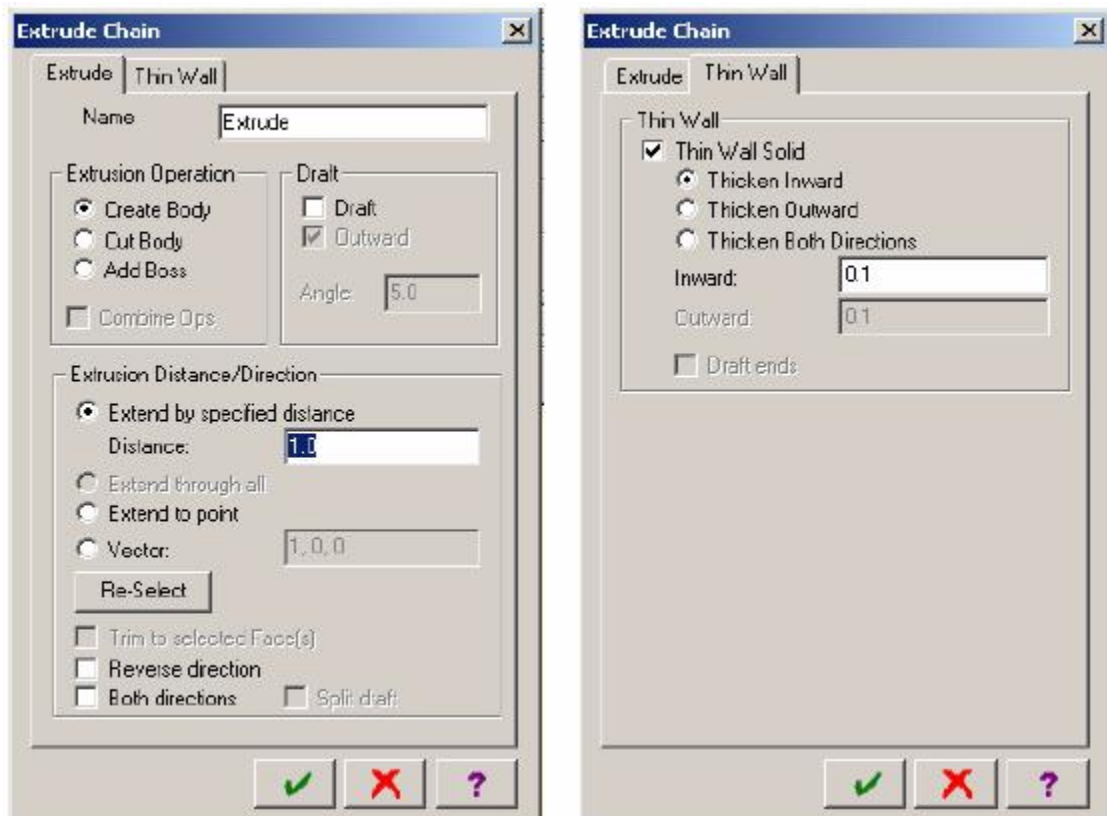


Hình 5.24

## 5.2.2. Thiết kế 3D

**Lệnh Extrude khối.** Lệnh này cho phép bạn phóng một biên dạng kín để tạo.

- + tạo một khối mới hoặc nhiều hơn.
- + Cắt một khối đã tồn tại
- + Tạo thêm khối cho khối đã tồn tại.
- Menu trạng thái lệnh Extrude được hiển thị như ở dưới đây.

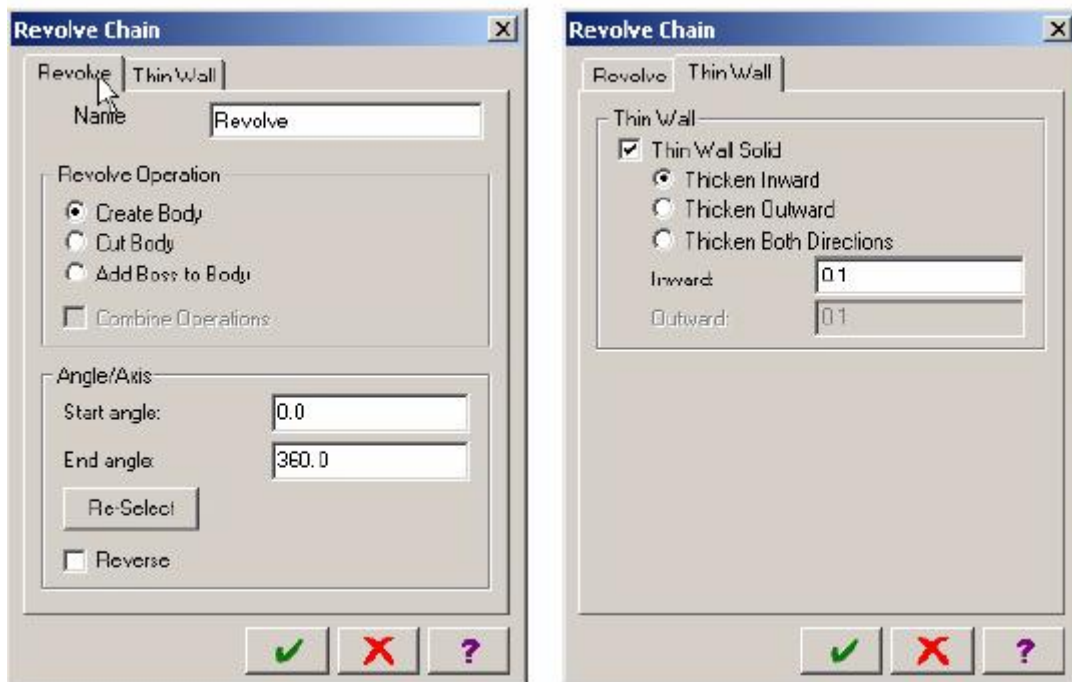


Hình 5.25

- Mục lựa chọn Extrude:
  - + Create Body: Tạo một khối mới
  - + Cut Body: Cắt khối
  - + Add Boss : Cộng khối
  - + Draft: tạo góc chóp.
  - + Extend by specified distance: Phóng khối bằng một khoảng cách xác định.
  - + Extend to point : Phóng khối tới điểm lựa chọn.
  - + Vector: phóng khối theo tọa độ vector.
  - + Extend though all: cắt toàn bộ khối theo chiều phóng khối cắt.
  - + Reverse drection: Đổi hướng phóng.
  - + Both drection: phóng theo cả hai hướng.
- Mục lựa chọn Thin wall: Tạo khối có thành mỏng.
  - + Lựa chọn thicken inward: tạo thành hướng vào trong.
  - + Thicken outward: Tạo thành hướng ra ngoài
  - + Thick both drection: tạo thành hướng ra cả hai hướng trong và ngoài.

**Lệnh Revolve.** Lệnh này cho phép bạn tạo một khối xoay bằng cách quay một biên dạng kín theo một trục.

- Menu trạng thái lệnh được hiển thị như dưới đây.



Hình 5.26

+ Lựa chọn Angle/Axis: cho phép bạn định góc quay.

**Lệnh Sweep.** Lệnh này cho phép bạn trượt một biên dạng kín theo một đường dẫn để hình thành một khối.

- Menu trạng thái lệnh được hiển thị như dưới đây.





Hình 5.27

**Lệnh loft.** Lệnh này cho phép ta tạo khối bằng cách phóng giữa các biên dạng kín với nhau.

+ Menu lệnh được hiển thị như dưới đây.

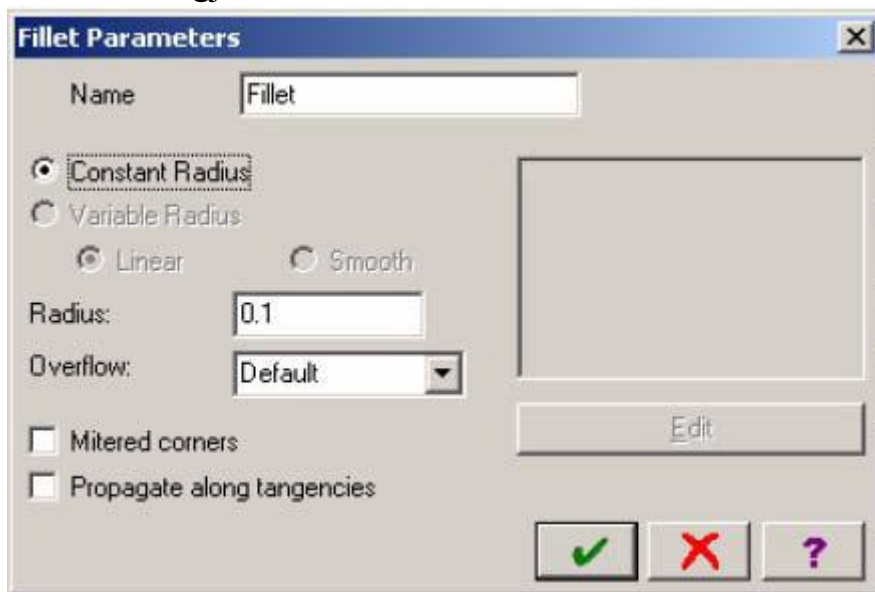


Hình 5.27

+ Khi lựa chọn Create as Ruled: Thì khối được tạo sẽ không được làm tròn.

**Lệnh Fillet:** Lệnh này cho phép bạn vẽ mép các cạnh bằng các giá trị bán kính xác định.

+ Menu trạng thái lệnh được hiển thị như dưới đây.



Hình 5.28

+ Tùy chọn Constant Radius: cho phép ta vẽ góc với một bán kính xác định.

+ Tùy chọn Variable Radius: Cho phép ta vẽ mép cạnh với các bán kính khác nhau.

+ Linear: tùy chọn tuyến tính.

+ Smooth: làm tròn.

- + Tùy chọn Mitered corners: Khi lựa chọn tùy chọn này thì tại đầu múp tại vị trí gặp nhau của các cạnh sẽ không được vẽ tròn.
- + Tùy chọn Propagate along tangencies: Khi lựa chọn tùy chọn này thì tại đầu múp tại vị trí gặp nhau của các cạnh sẽ được làm tròn bằng góc vẽ.

**Lệnh Chamfer.**

Lệnh này cho phép ta vát góc các cạnh của khối.

Lệnh này có 3 tùy chọn vát góc:

+ Vát góc bằng một khoảng cách.

+ Vát góc bằng 2 khoảng cách.



Hình 5.29

**Lệnh Solid Shell.** Lệnh này có tác dụng tạo phần rỗng bên trong cho khối (tạo vỏ).

Menu trạng thái lệnh được hiển thị như dưới đây.



Hình 5.30

**Lệnh Solid trim.** Sử dụng lệnh này để cắt khối được lựa chọn bằng một mặt phẳng hoặc một bề mặt. Bạn cũng có thể lựa chọn cắt bỏ khối hay giữ lại phần phôi cắt bỏ.

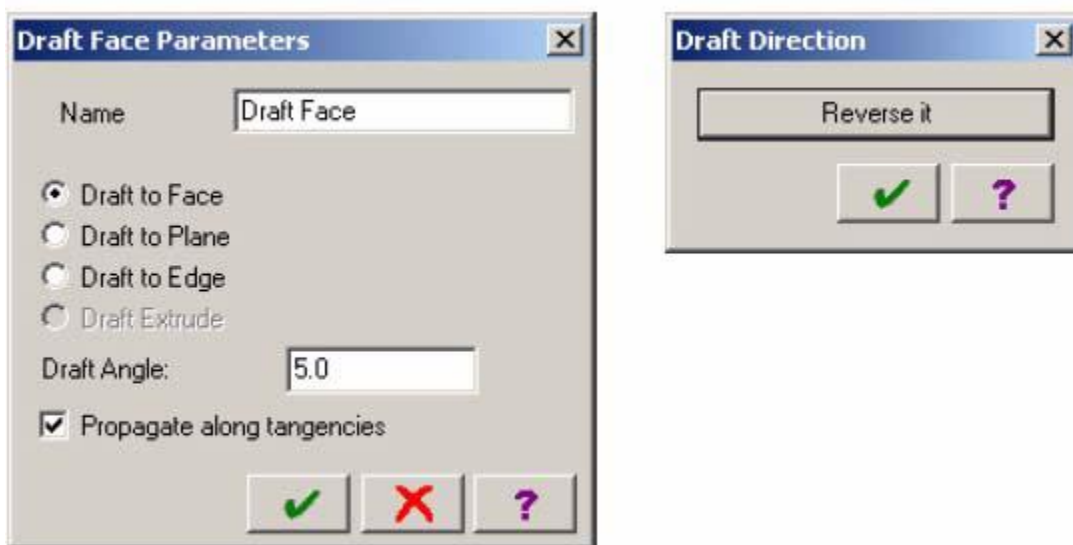
Menu trạng thái lệnh được hiển thị như dưới đây.



Hình 5.31

**Lệnh Draft solid faces.** Lệnh này có tác dụng kéo nghiêng bề mặt được lựa chọn bằng định nghĩa 1 góc và hướng.

Menu trạng thái lệnh được hiển thị như dưới đây.




Hình 5.32


- + Tùy chọn Draft Face: Kéo nghiêng bề mặt theo phương pháp chọn bề mặt.
- + Tùy chọn Draft Plane: Kéo nghiêng bề mặt theo phương pháp mặt phẳng.
- + Tùy chọn Draft Edge: Kéo nghiêng bề mặt theo phương pháp cạnh.
- + Tùy chọn Draft Extrude: Kéo nghiêng bề mặt theo phương pháp phóng.
- + Draft Angle: Góc kéo.

**Các lệnh logic.**

Các lệnh logic này cung cấp cho bạn công cụ lệnh tiện ích để bạn thực hiện việc công các khối solid với nhau, trừ các khối, và lấy phần giao của các khối.

Bạn có thể lựa chọn công cụ lệnh từ menu solid.

+ Công khối: 

+ Trừ khối: 

+ Lấy phần giao nhau: 

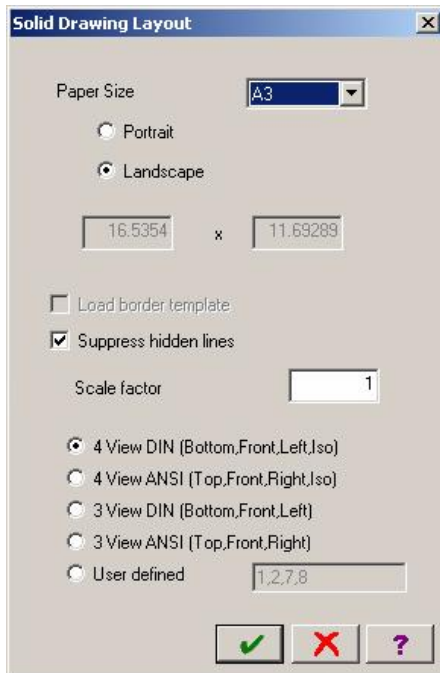
**Lệnh Solid layout.**

Lệnh này cho phép bạn hình thành bản vẽ 2D trong tệp hiện hành với các khung nhìn chiếu khác nhau.

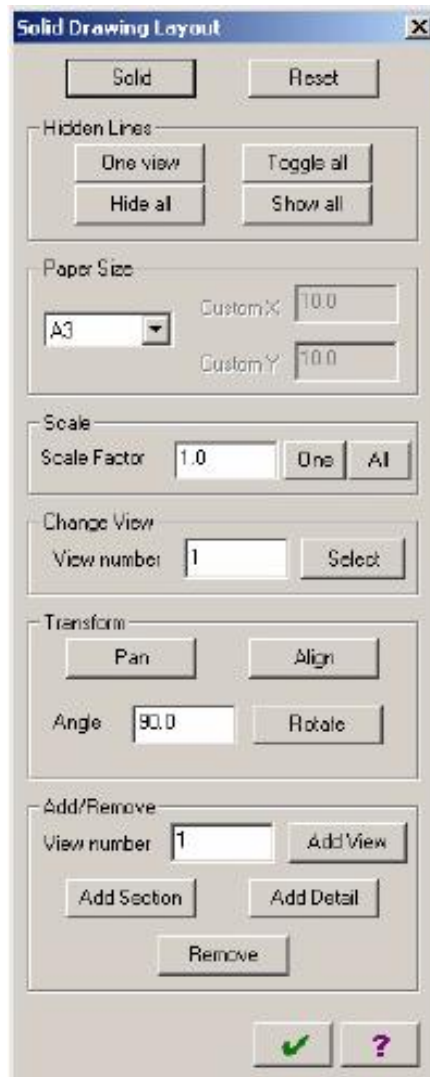
Bạn có thể lựa chọn các khung vẽ tiêu chuẩn: 4 View và 3 View DIN, 4 View và 2 View ANSI.

Menu lựa chọn khung bản vẽ như hình 5.33.

Sau khi bạn lựa chọn một khung tiêu chuẩn bạn có thể sử dụng hộp thoại Edit solid DrawingLayout để biên tập thêm vào bản vẽ bản vẽ (hình 5.34).



Hình 5.33

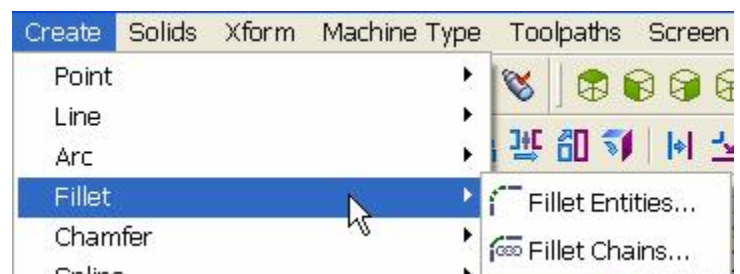


Hình 5.34

### 5.3. Xoá, khôi phục các thực thể, biến đổi các thực thể

#### Fillet và thanh công cụ của Fillet

Menu kế tiếp cho lệnh Fillet là **Create > Fillet**



Hình 5.35: Thanh công cụ cho Fillet

Tạo ra 1 hoặc nhiều đường lượn cho 2 hay nhiều đối tượng bằng cách đưa ra các tham số:

### **2.5.1 Create > Fillet > Fillet Entities hoặc chọn biểu tượng**




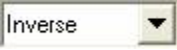




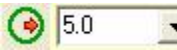
Tạo ra 1 đường lượn giữa 2 đối tượng: đường thẳng, đường tròn.

**Thủ tục:**

#### **Tạo ra 2 đường thẳng**

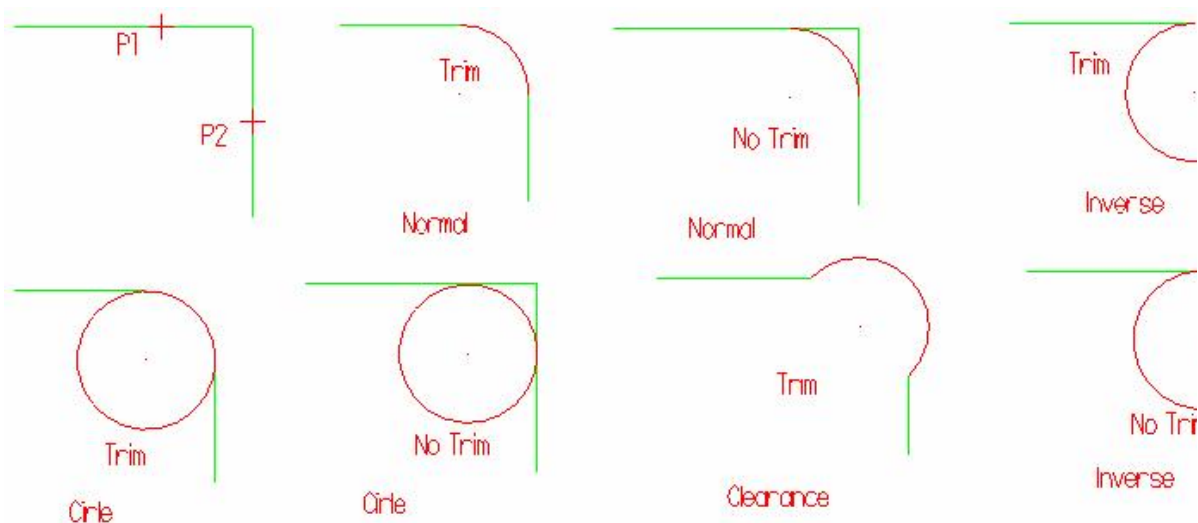
Chọn và thay đổi tham số đường lượn (bán kính, góc và tùy chọn cắt xén) nếu cần thiết.

Trong đó bao gồm:

-  : Tạo ra 1 góc lượn nhỏ hơn  $180^{\circ}$
-  : Tạo ra góc lượn phía trong lớn hơn  $180^{\circ}$
-  : Tạo ra góc lượn là đường tròn
-  : Tạo ra góc lượn phía ngoài lớn hơn  $180^{\circ}$
-  Trim : Cắt bỏ phần thừa ở góc lượn của 2 đối tượng
-  No Trim : Giữ lại phần thừa ở góc lượn của 2 đối tượng
-  5.0 : Nhập bán kính góc lượn

Chọn đối tượng đầu tiên: Pick **P1**

Chọn đối tượng thứ hai: Pick **P2**



Hình 5.36 : một vài ví dụ về công cụ Fillet Entities

**Crearte > Fillet > Fillet Chains hoặc chọn biểu tượng**



Tạo nhiều đường lượn trên các đối tượng phụ thuộc lẫn nhau trên 1 lần dùng lệnh

**Thủ tục:**

Tạo ra các line bằng cách sử dụng lệnh **Create > Line > Multi**

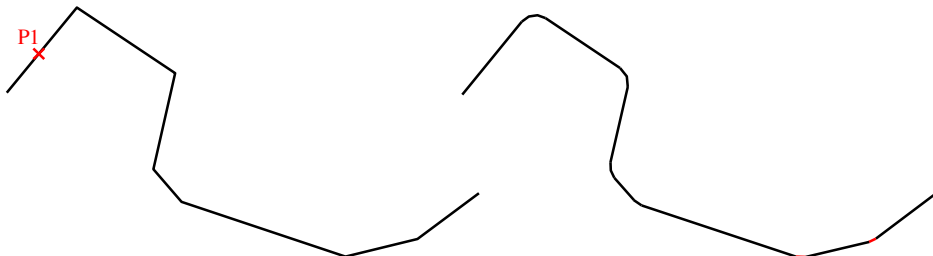
Chọn và thay đổi tham số đường lượn (bán kính, góc và tùy chọn cắt xén) như đã nêu ở trên, nếu cần thiết.

Chọn **Chain**

Chọn đối tượng đầu tiên : Pick

**P1**

Chọn **OK**

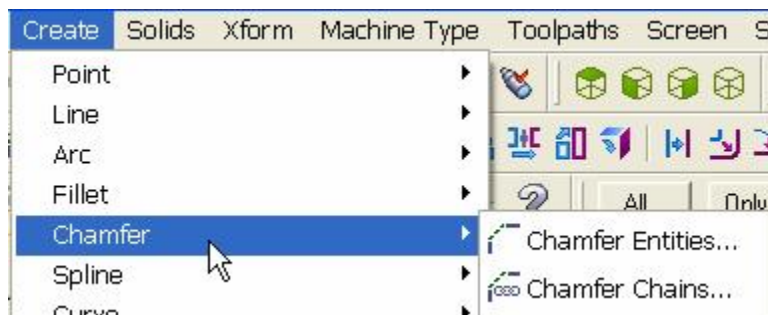


Hình 5.37

*Chú ý : hãy chú ý đến chiều dịch chuyển của đối tượng được chọn sau khi kích chọn nhiều đối tượng vì nó có thể ảnh hưởng đến chiều lượn của góc lượn*

**Chamfer và thanh công cụ của chamfer:**

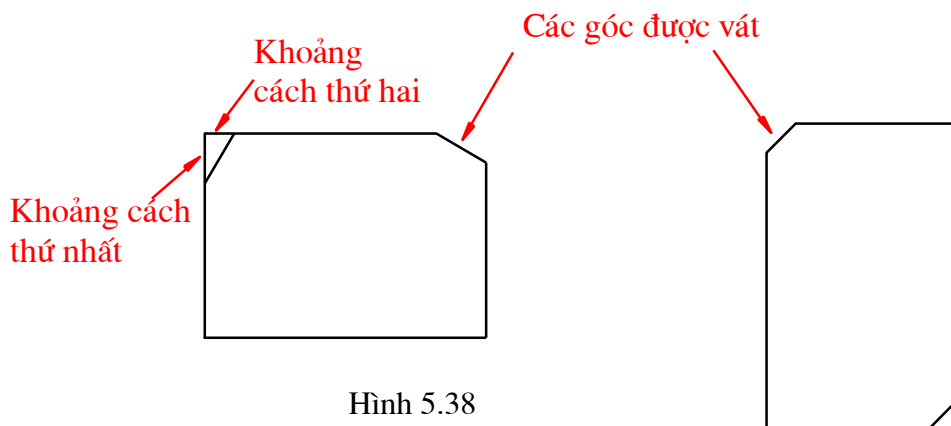
Menu rectangle tiếp theo là **Create > Chamfer.**



Lệnh này được dùng khi tạo ra góc vát giữa hai đường thẳng không trùng nhau với các khoảng vát đã được đưa ra. Có một tùy chọn trong lệnh này đó là lệnh thay đổi độ dài vát

Khoảng cách: Để thay đổi giá trị khoảng cách vát của góc vát.

Khi tạo góc vát, có hai khoảng cách cần được thay đổi. Khoảng cách có liên quan đến điểm chọn thứ nhất (**P1**), và khoảng cách có liên quan đến điểm chọn thứ hai (**P2**)



Hình 5.38



**Chú ý:** Lệnh chamfer được thể hiện tương tự như lệnh Fillet. Để thay đổi khoảng cách, chọn Distances, và chỉ rõ khoảng cách vát thứ nhất và thứ hai

Có các tùy chọn sau riêng cho lệnh Chamfer : **Create > Chamfer > Chamfer**

**Entities hoặc chọn biểu tượng**



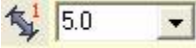
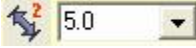
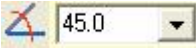
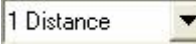



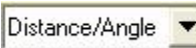



Tạo ra 1 góc vát giữa 2 đối tượng: đường thẳng

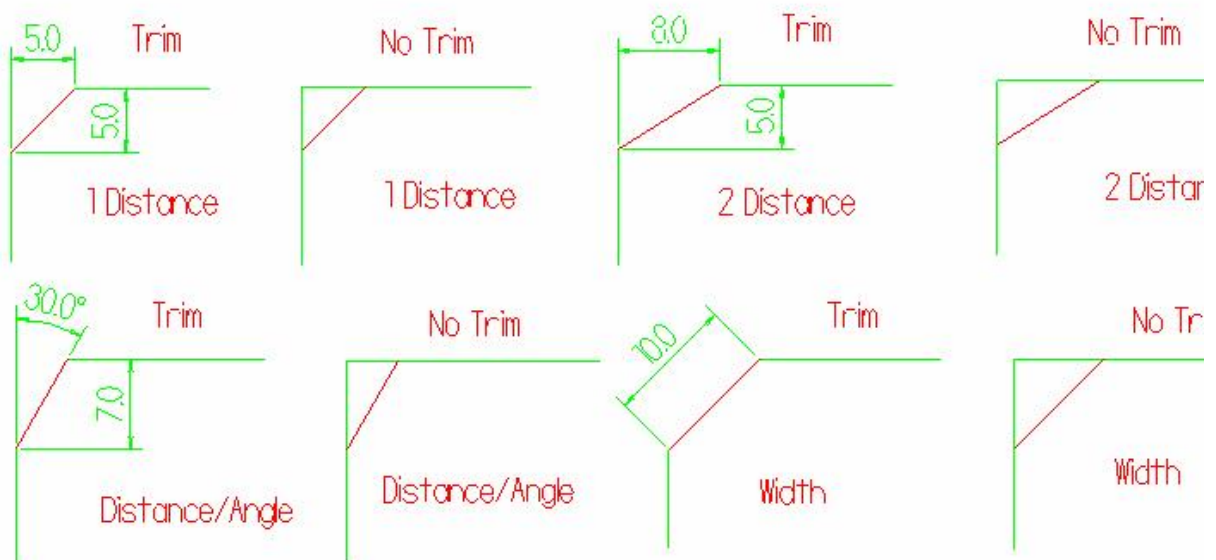
**Thủ tục:**

Tạo ra một hình chữ nhật

Chọn và thay đổi tham số góc vát (độ dài, góc và tùy chọn cắt vát) nếu cần thiết.

Trong đó bao gồm :

-  5.0 : khoảng cách vát thứ nhất (khi sử dụng 1 Distance)
-  5.0 : khoảng cách vát thứ 2 (khi sử dụng 2 distance và Width)
-  45.0 : góc của đường vát (khi sử dụng distance/Angle)
-  1 Distance  : đường vát tạo bởi 2 khoảng cách vát có độ dài bằng nhau
-  2 Distances  : đường vát tạo bởi 2 khoảng cách vát có độ dài khác nhau
-  Distance/Angle  : đường vát tạo bởi khoảng cách vát thứ nhất và góc vát
-  Width  : đường vát được xác định khi biết độ dài của đường vát



Hình 5.39 . Một vài ví dụ của công cụ Chamfer



**Create > Chamfer > Chamfer Chains** hoặc chọn biểu tượng

Tạo nhiều góc vát trên các đối tượng phụ thuộc lẫn nhau trên 1 lần dùng lệnh

**Thủ tục:**

Tạo ra các line bằng cách sử dụng lệnh **Create > Line > Multi**

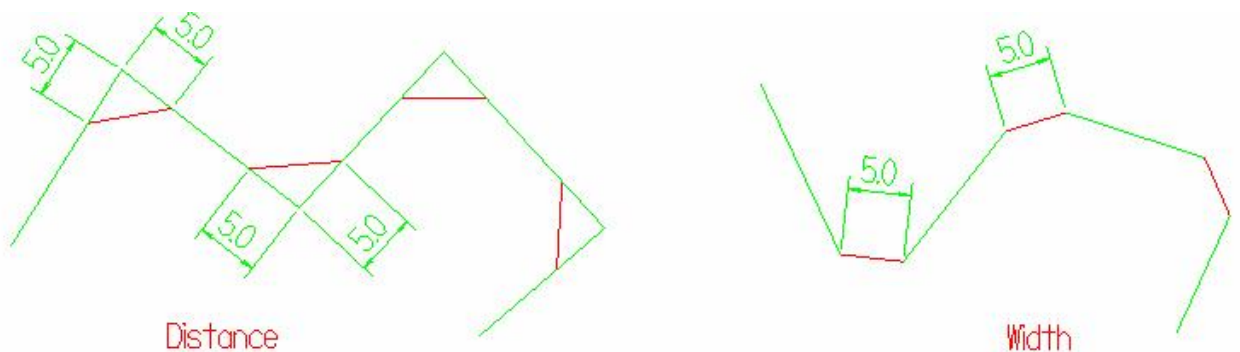
Chọn và thay đổi tham số góc vát (độ dài, góc và tùy chọn cắt vát) nếu cần thiết.

**Chọn Chain**

Chọn đối tượng đầu tiên : **Pick P1**

Chọn **OK**

Nhập giá trị và các thông số liên quan đến góc vát



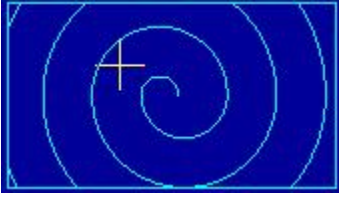
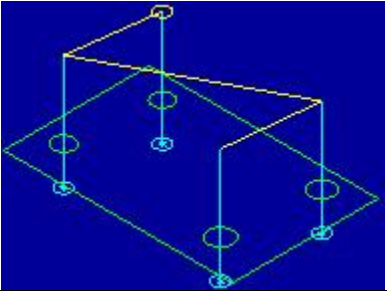
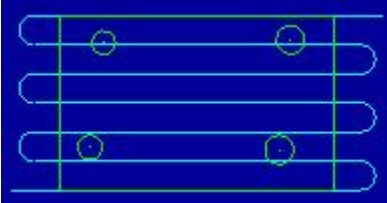
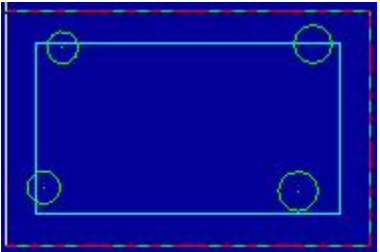
Hình 5.40

**5.4. Tính toán**

MasterCAM cung cấp 3 nhóm của môđun đường chạy dao để tạo ra đường chạy dao: môđun 2D, môđun 3D, và môđun nhiều trục. Ta sử dụng môđun 2D để tạo ra đường chạy dao 2D cho gia công phôi có mặt phẳng dạng 2D. Ta sử dụng môđun 3D để tạo ra đường chạy dao 3D cho nhiều loại mặt 3D khác nhau và cho môđun nhiều trục cho gia công các phần phức tạp. Trong chương này giới thiệu môđun chạy dao 2D. MasterCAM sẽ cung cấp cho bạn 4 đường chạy dao của môđun này: contour, pocket, drill, face và engraving. Bảng dưới đây sẽ tổng kết nét đặc trưng và ứng dụng của các môđun đường ch y dao 2D tr<sup>a</sup>n.

Các loại môĐun	Mô tả môđun	ứng dụng	Hình minh Họa
<b>Contour</b>	Tạo ra đường chạy dao dọc theo c <sub>c</sub> đối tượng li <sup>a</sup> n kết như một đường contour. Bao gồm c <sub>c</sub> nhãm	Gia c <sub>c</sub> ng trong b <sup>a</sup> n hoặc ngo <sup>i</sup> b <sup>a</sup> n dạng	



	hình học: Line, arc hoặc spline		
<b>Pocket</b>	Tạo đường chạy dao để cắt các phần kim loại trong đường contour ngoài. Bao gồm các nhám hình học: biên giới đăng	Gia công các loại hộp. Gia công nhiều bề mặt lớn	
<b>Drill</b>	Tạo các đường chạy dao thực hiện khoan, tiện trong, taro. Bao gồm các nhám hình học: point	Khoan Tiện trong Taro	
<b>Face</b>	Tạo các đường chạy dao thực hiện cắt các phần kim loại theo bề mặt	Gia công bên trên bề mặt chi tiết	
<b>Engraving</b>	Tạo các đường chạy dao thực hiện cắt khắc, trổ, chạm trên bề mặt	Gia công bề mặt chi tiết	

## 5.5. Lập bản vẽ chi tiết

### Project 1.

Tạo ra phần mềm hình học hác nh- trong hình 2.67. Ghi file d-íi c, l t^n contour1. File sử dụng số đồng trong chương 7

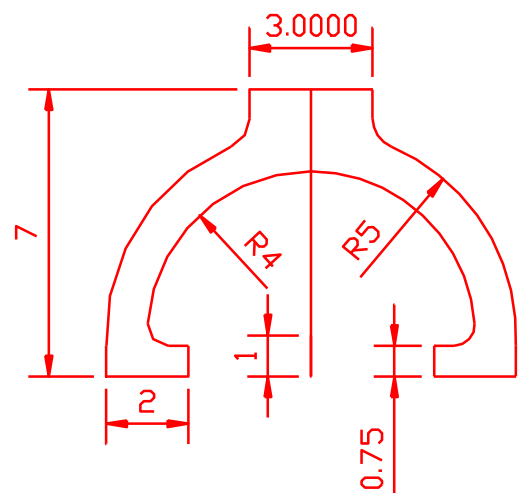
Chú ý:

1. M« hình học hác trên trục Y.
2. C- sẽ cho m« hình nẹp chỉ yếu ề hai hình ch÷ nhét, hai cung, hai góc bo.

Step 1. Tạo -êng th¼ng d-íi cì ng

Chấn **Create > Line > Create Line Endpoint**

Chấn -êng n»m ngang Horizontal , kích chấn



Hình 5.41

Nhấp vào điểm P1

Nhập chiều dài của đường (Enter)




Hình 5.42

Step 2. Tạo đường offset với đường trên 0.75

Kích chọn đường offset : P1

Chọn **Xform > Xform Offset**

Nhập giá trị offset vào «  0.75 »



Hình 5.43

Chọn Copy và hướng offset (Direction) , OK

Step 3: Tạo ra 2 cung tròn R4 và R5

Chọn **Create > Arc > Create Arc Polar**

Chọn chế độ bắt điểm Midpoint trong config



Chọn điểm tâm ở trung điểm của đường vừa tạo ra: P1

Nhập bán kính  5.0 , góc ban đầu  0.0 , góc kết thúc  180.0

Nhập xong nhấn Enter hoặc Esc

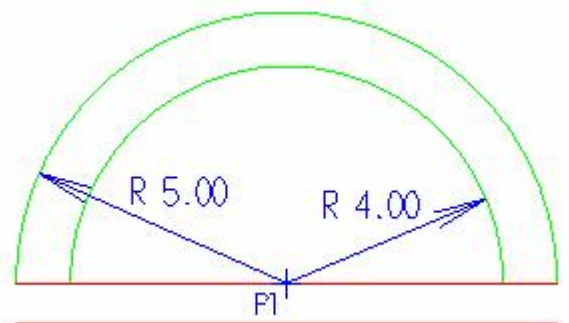
Tạo từ điểm tâm : P1

Nhập bán kính  4.0 , góc ban đầu:

 0.0 , góc kết thúc  180.0

Nhập xong nhấn Enter hoặc Esc

Step 4 : Tạo ra các đường nội tiếp giữa cung tròn ngoài và đường thẳng đã vẽ



Hình 5.44

## Chän **Create > Line > Endpoint**

Kých chän 2 ®iôm nòi ®Ó t'ò th¼nh 2 ®o¹n th¼ng nh- h¼nh vñ

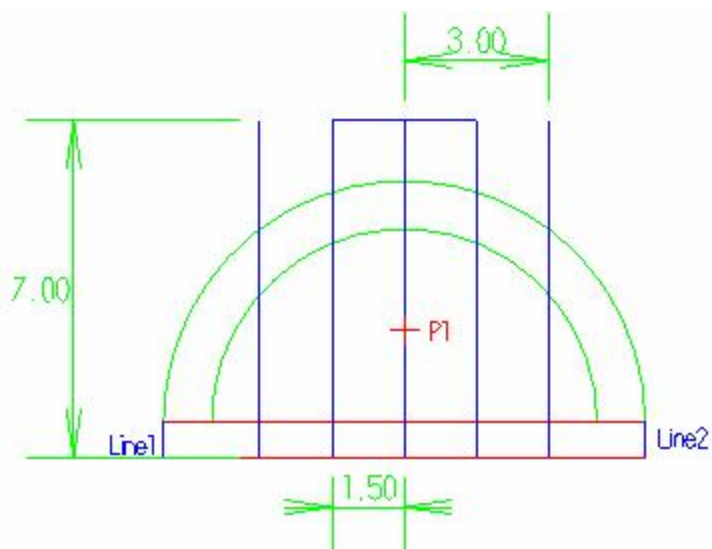


H¼nh 5.45

Step 5 : T'ò ra c¼c ®-êng th¼ng cßn l'i


➤ Tr-íc ti¼n ta t'ò 1 ®-êng th¼ng vu¼ng gãc ví i ®-êng th¼ng d-í i c¼ng vµ c¼ ®é d¼i 7.0, b¼ng c¼ch :

- Chän **Create > Line > Create Line Endpoint**
- Chän ®-êng th¼ng ®øng , kých chän
- NhËp t¼a ®é ®iôm ®Çu (l¼ t¼m c¼a ®-êng th¼ng d-í i c¼ng): P1
- NhËp chiÒu d¼i c¼a ®o¹n th¼ng , (Enter)
- Offset sang 2 b¼n c¼a ®-êng th¼ng vòa t'ò 1 l-í ng l¼ 1.5 vµ 3.0
  - Kých chän ®-êng th¼ng c¼n offset : P1
  - Chän **Xform > Xform Offset**
  - NhËp gi¼ tr¼ offset vµo «
  - Chän Coppy vµ h-í ng offset (Direction) , OK
  - T-¼ng tù Offset 1 l-í ng 3.0

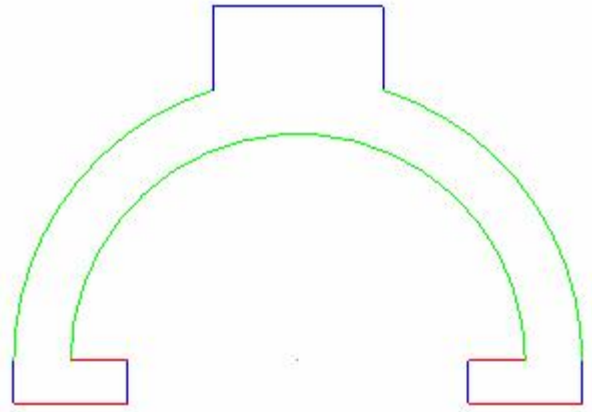


H¼nh 3.46

- Nòi 2 ®iôm ®Çu c¼a 2 ®-êng th¼ng (Offset 1.5)
- Step 6 : C¼t bá vµ x¼a nh¼ng ®-êng th¼ng kh¼ng c¼n thiÕt

Chän **Create > Edit > Trim/Break > Divide** 

Chän c<sub>3</sub>c ®èi t-î ng ®ó c¾t : P1, P2, P3, ... ®ó ®-î c nh- h×nh vï



H×nh 3.47

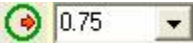
**Step 7 : Create > Fillet > Fillet Entities**

NhËp b<sub>3</sub>n kÝnh gãc bo 

*Chú ý:* H· y ch¾c ch¾n r»ng hai tuú chän kia ph¶i ®óng. NÕu nõu gãc bo ná h-n 180°

Chän mét ®èi t-î ng thø nhËt : Pick **P1**

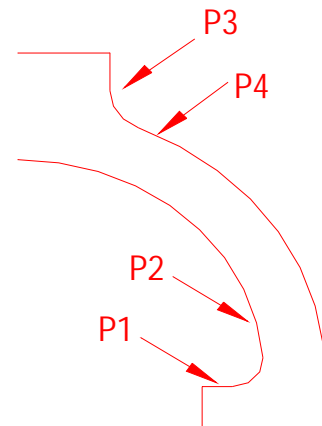
Chän mét ®èi t-î ng thø 2 : Pick **P2**

NhËp b<sub>3</sub>n kÝnh kh<sub>3</sub>c 

Chän mét ®èi t-î ng thø nhËt : Pick **P3**

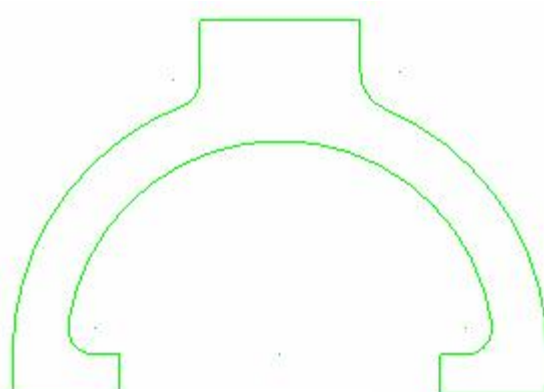
Chän mét ®èi t-î ng thø 2 : Pick **P4**

2 fillet ®-î c t¹o ra nh- trªn h×nh 2.74



H×nh 5.48

M« h×nh h×nh hãc ®· ®ùî c hõm thõnh nh- h×nh 2.75



H×nh 5.49

## Step 8: Ghi lại file đã làm

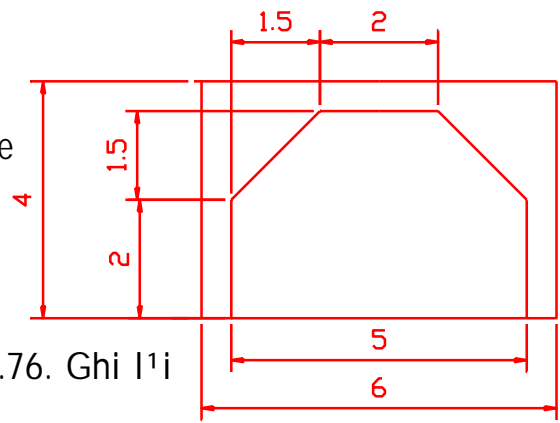
Chấn **File > Save**

Chấn ®-êng dẾN tí i th- môt cẶn l-u file trong **Save in**

NhỄp t^n file (file name): **contour1**

### Project 2.

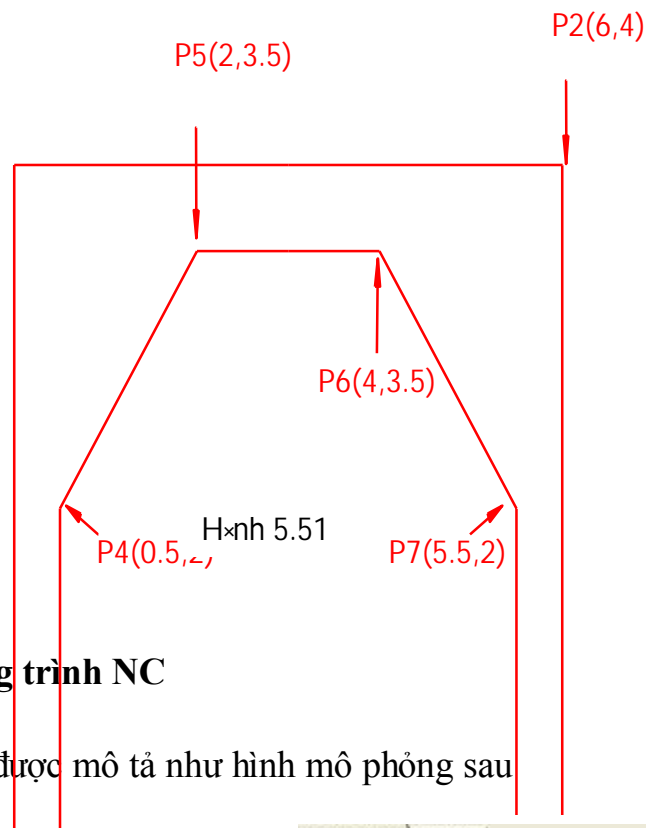
Ví ra phẶn h\_xnh hác nh- tr^n h\_xnh ví 2.76. Ghi l'i file tr^n ví i t^n **contour3**.



H\_xnh 5.50

*Chú ý:*

1. M« h\_xnh nỳ cã thố t'ỏ ra b»ng c, ch sỏ dông 1 h\_xnh ch÷ nhỄt vự lờnh line
2. HoẶc mét sè to¹ ®é ®iỏm nh- tr^n h\_xnh d-í i ®©y



## 5.6. Dịch chương trình NC

Ta chọn lần lượt được mô tả như hình mô phỏng sau

P1(0,0)



```
%  
O0003(BAITAP_1)  
( T19 | 18. DRILL | H19 )  
( T21 | 10. FLAT ENDMILL | H21 )  
N1 G21
```

N2 G0 G17 G40 G49 G80 G90  
N3 T19 M6  
N4 G0 G90 G54 X-28.286 Y10.798 S450 M3  
N5 G43 H19 Z10. M8  
N6 G99 G81 Z-20.908 R10. F120.  
N7 X4.296 Y25.628  
N8 X46.714 Y10.798  
N9 G80  
N10 M5  
N11 G91 G28 Z0. M9  
N12 M01  
N13 T21 M6  
N14 G0 G90 G54 X46.714 Y10.798 S573 M3  
N15 G43 H21 Z20. M8  
N16 Z10.  
N17 G1 Z-10.5 F50.  
N18 X59.714 F53.  
N19 G3 X33.715 Y10.865 R13.  
N20 X59.713 Y10.731 R13.  
N21 G0 Z20.  
N22 X4.296 Y25.628  
N23 Z10.  
N24 G1 Z-10.5 F50.  
N25 X2.355 Y36.954 F53.  
N26 G2 X22.831 Y37.902 R64.  
N27 X24.297 Y33.634 R2.5  
N28 G3 X14.914 Y14.373 R32.  
N29 G2 X11.913 Y12.207 R2.5  
N30 G3 X-2.937 Y12.942 R47.  
N31 G2 X-5.668 Y14.973 R2.5  
N32 G3 X-12.868 Y27.865 R23.  
N33 G2 X-12.278 Y31.972 R2.5  
N34 X2.295 Y36.941 R64.  
N35 G0 Z20.  
N36 X-5.286 Y10.798  
N37 Z10.  
N38 G1 Z-5. F50.  
N39 G2 X-51.286 R23. F53.  
N40 X-5.286 R23.  
N41 G0 Z20.  
N42 X78.714  
N43 Z10.  
N44 G1 Z-5. F50.  
N45 G2 X14.714 R32. F53.

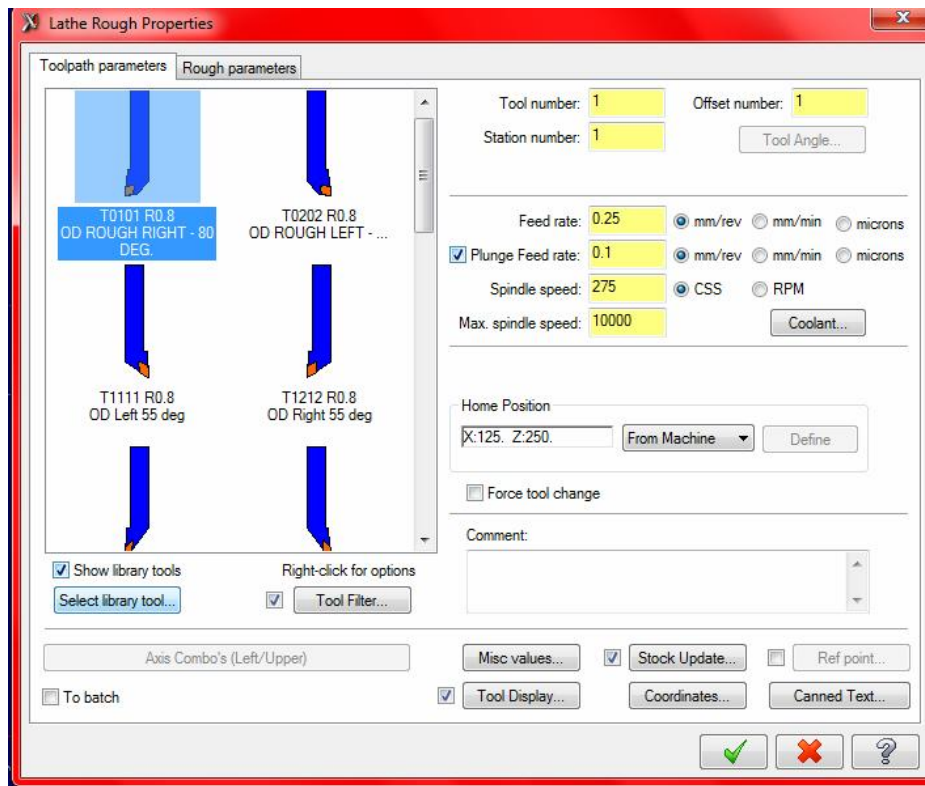
N46 X78.714 R32.  
N47 G0 Z20.  
N48 X7.045 Y28.397  
N49 Z10.  
N50 G1 Z-5. F50.  
N51 G3 X1.42 R2.812 F53.  
N52 X14.545 R6.563  
N53 X-6.08 R10.312  
N54 X12.479 Y15.073 R14.063  
N55 G2 X21.152 Y33.968 R34.501  
N56 G3 X15.942 Y41.82 R17.813  
N57 G1 X-11.867 Y36.019  
N58 G3 X-13.318 Y31.442 R17.813  
N59 G2 X-2.809 Y9.729 R25.499  
N60 G3 X-2.371 Y9.483 R21.563  
N61 G1 X18.169 Y30.175  
N62 G2 X27.125 Y39.198 R34.501  
N63 G3 X26.202 Y40.97 R25.312  
N64 X-16.819 Y33.574 R67.501  
N65 G2 X-2.823 Y9.432 R25.5  
N66 X12.288 Y8.535 R43.499  
N67 X29.071 Y40.446 R34.5  
N68 G3 X26.202 Y40.97 R67.5  
N69 G0 Z20.  
N70 X36.465 Y41.112  
N71 Z10.  
N72 G1 Z-5. F50.  
N73 G3 X-22.546 Y33.07 R70. F53.  
N74 G2 X-5.7 Y6.456 R23.  
N75 X15.226 Y5.096 R41.  
N76 X36.465 Y41.112 R32.  
N77 G0 Z20.  
N78 X-45.96 Y25.517  
N79 Z10.  
N80 G1 Z-10.5 F50.  
N81 G2 X67.514 Y35.116 R80.001 F53.  
N82 X69.328 Y33.439 R32.  
N83 G28 X0. Y0.  
N84 M30  
%

## Chương VI

# ỨNG DỤNG CHO MÁY TIỆN (MASTERCAM LATHE)

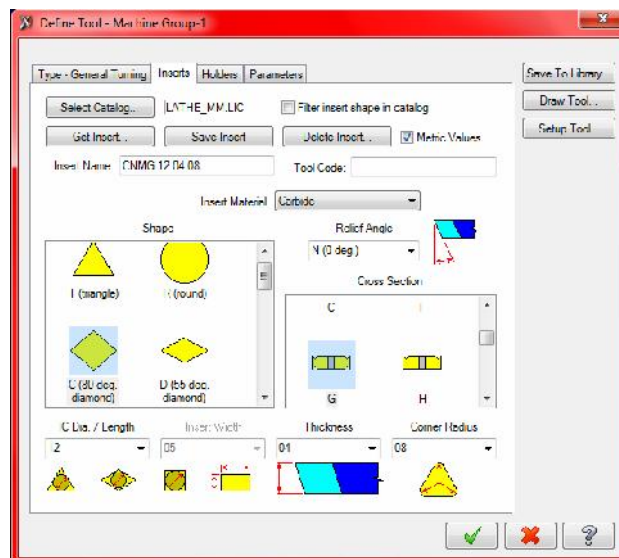
### 6.1. Lựa chọn dụng cụ cắt

- Chọn loại dụng cụ cắt:



Hình 6.1. Dụng cụ cắt

- Chọn đầu cắt:

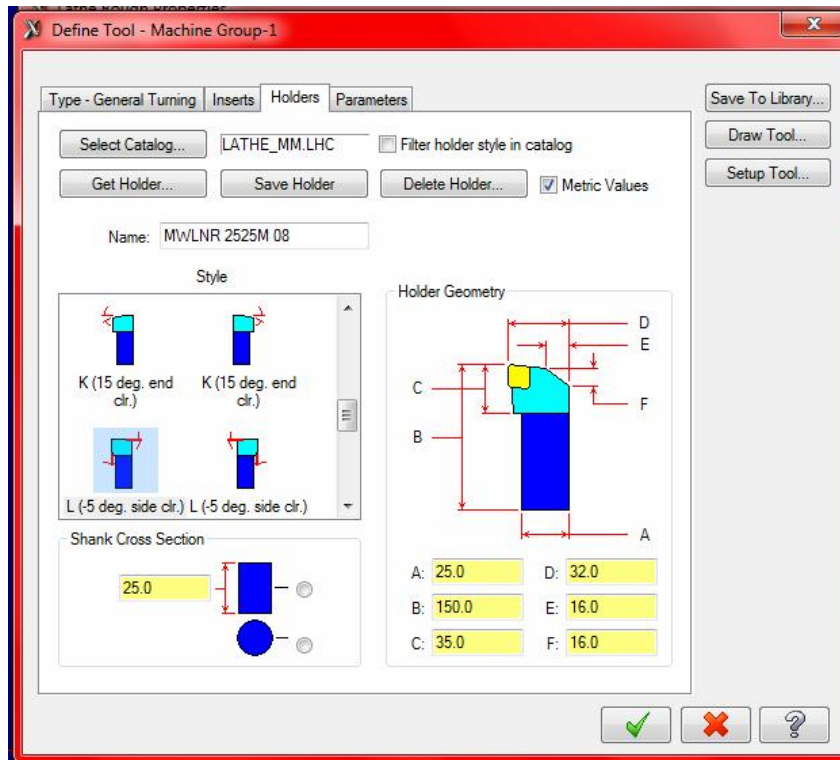


Hình 6.2. Chọn lưỡi cắt



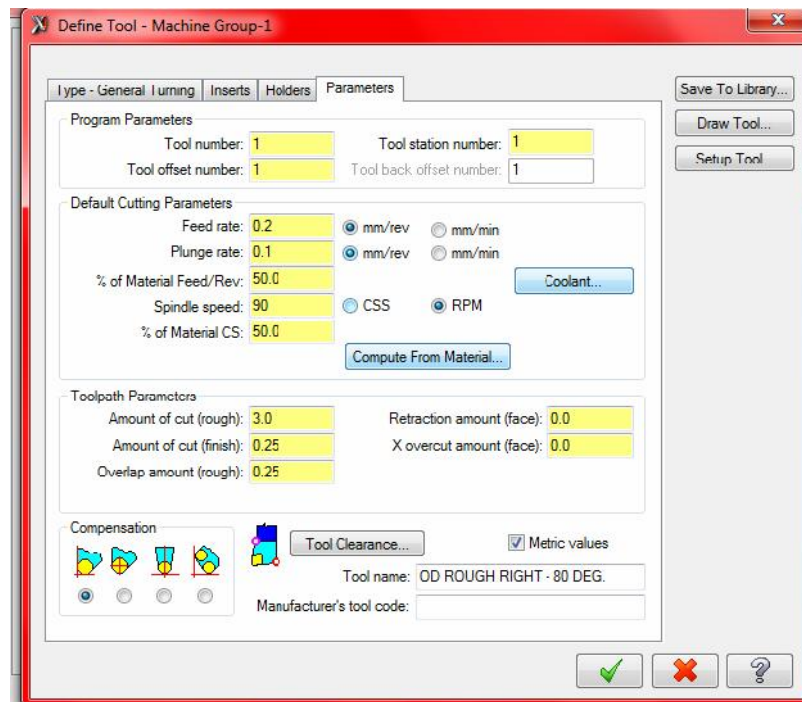
## 6.2. Thiết lập các tham số

- Thiết lập tham số của dụng cụ cắt



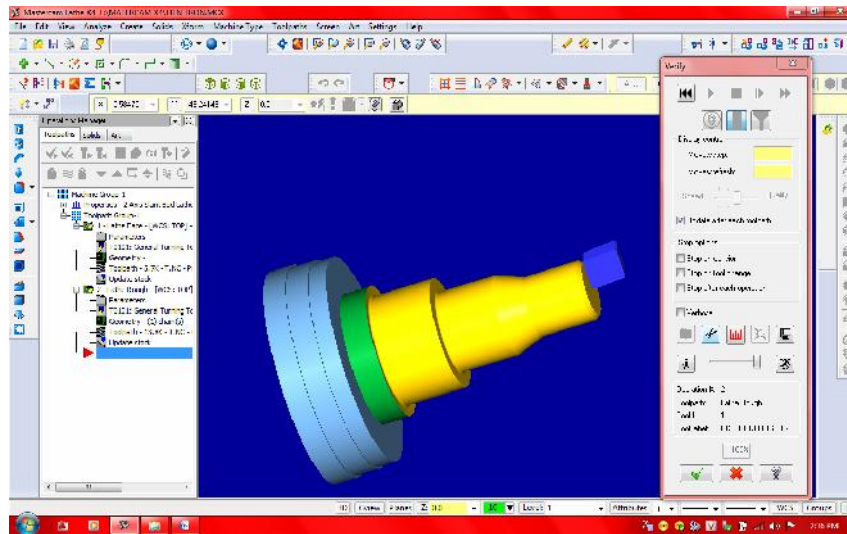
Hình 6.3. Tham số dụng cụ cắt

- Thiết lập tham số của chế độ cắt



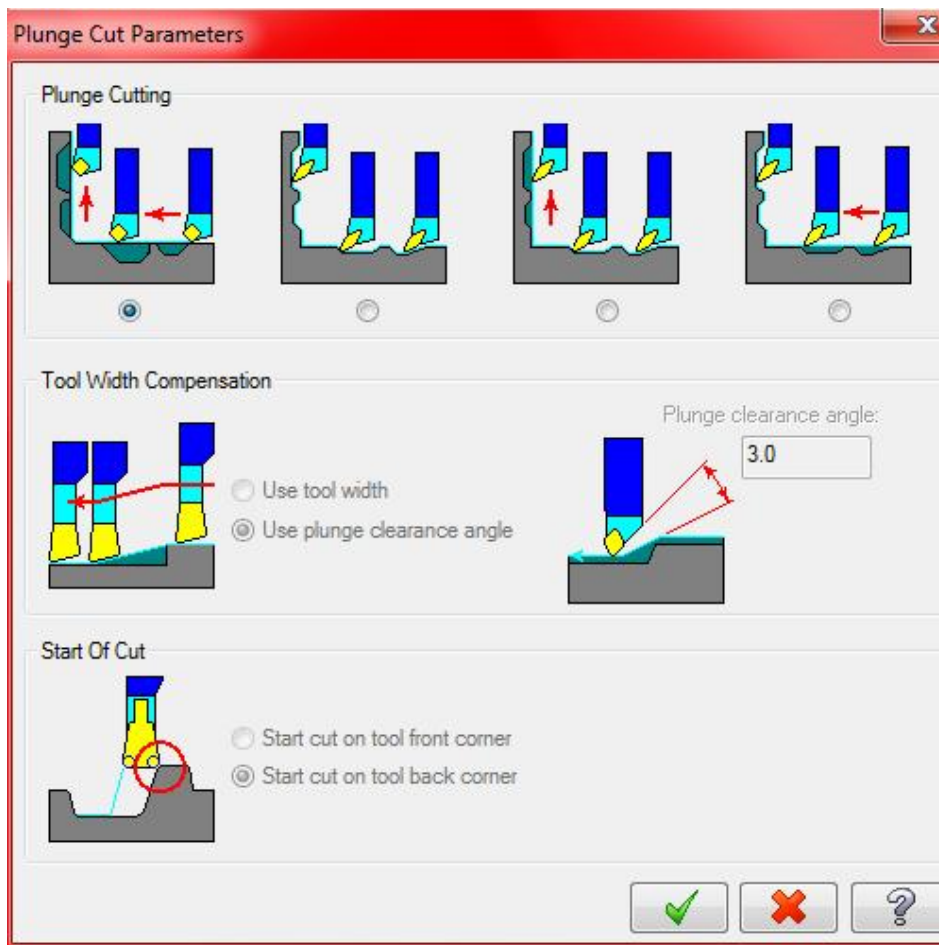
Hình 6.4. Thiết lập chế độ cắt

### 6.3. Lựa chọn vật liệu



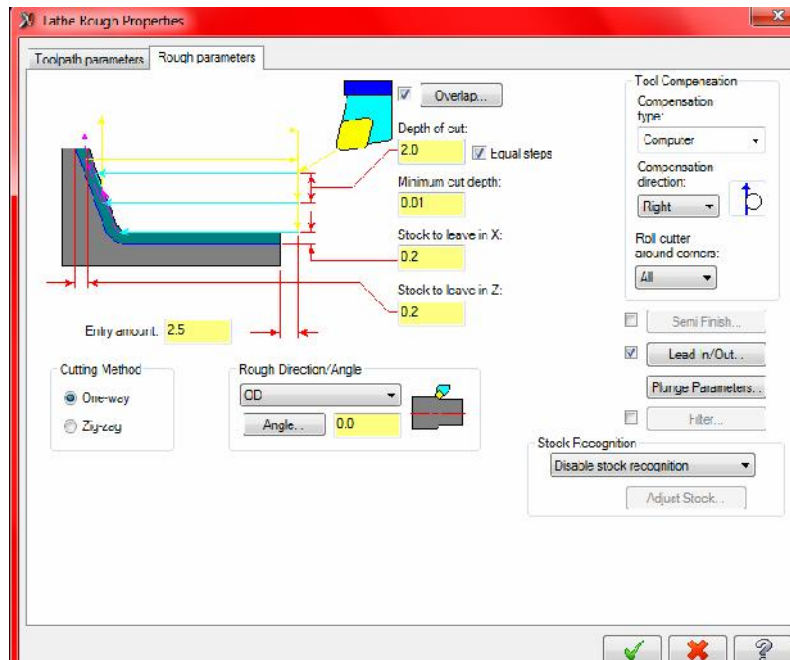
Hình 6.5. Lựa chọn vật liệu

### 6.4. Xác lập các tham số đường dịch chuyển của dụng cụ



Hình 6.6. Tham số đường dịch chuyển của dụng cụ

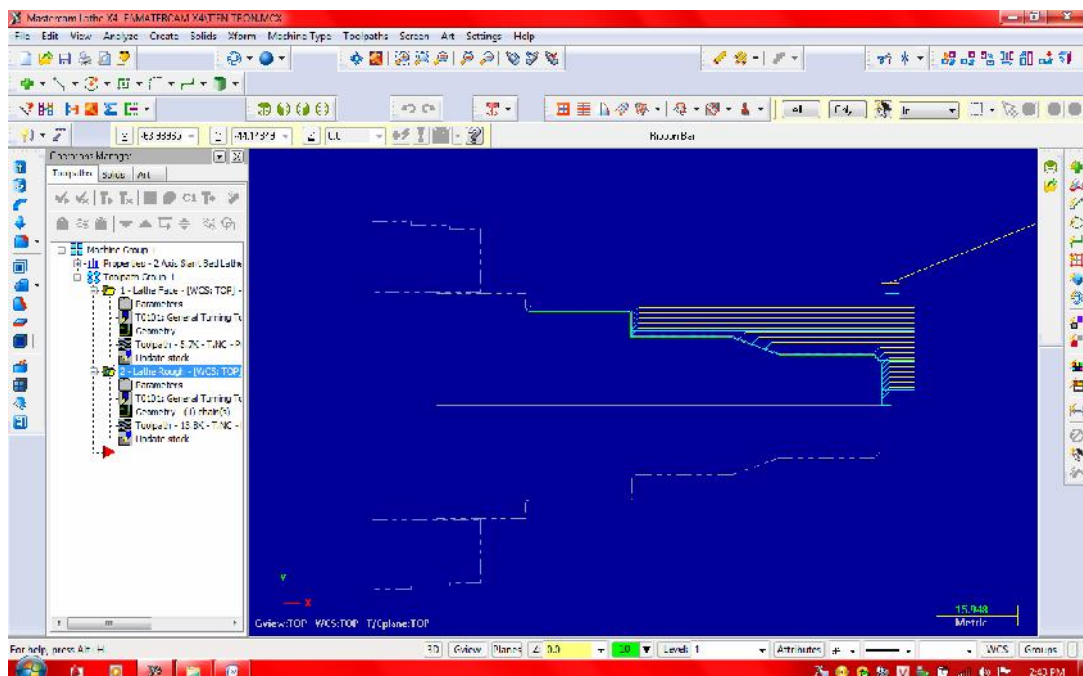
## 6.5. Xác lập đường dịch chuyển dao tiện



Hình 6.7. Xác lập đường dịch chuyển dao tiện

## 6.6. Kiểm tra

- Kiểm tra đường chạy dao



Hình 6.8. Kiểm tra đường chạy dao

## 6.7. Quản lí các thao tác (Operations manager).



Hình 6.9. Quản lí các thao tác

## Chương VII

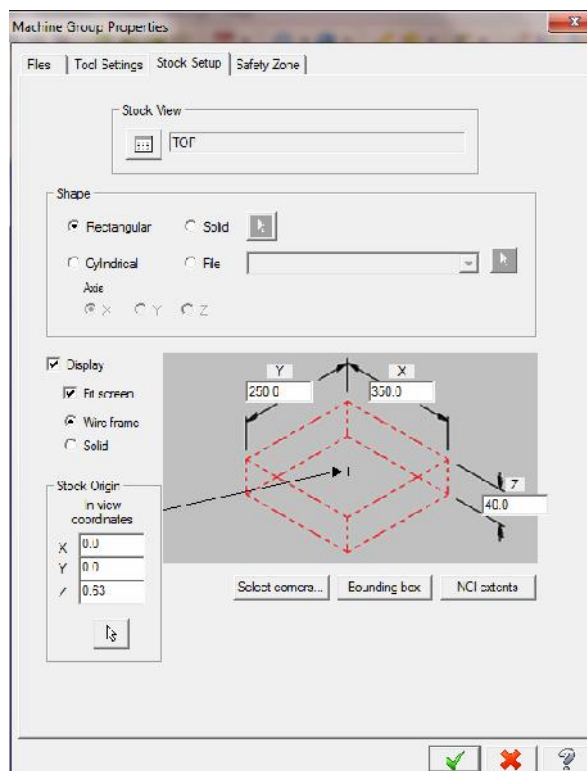
### ỨNG DỤNG CHO MÁY PHAY (MASTERCAM MILL)

#### 7.1. Lựa chọn dụng cụ cắt.

+ Chọn máy: Vào **Machine Type > Mill > ... 3 – AXIS HMC .MMD**  
(máy phay CNC đứng 3 trục)

+ Tạo phôi gia công: Vào **Tool paths > Machine Group 1 > Properties > Generic Mill > Stock setup**.

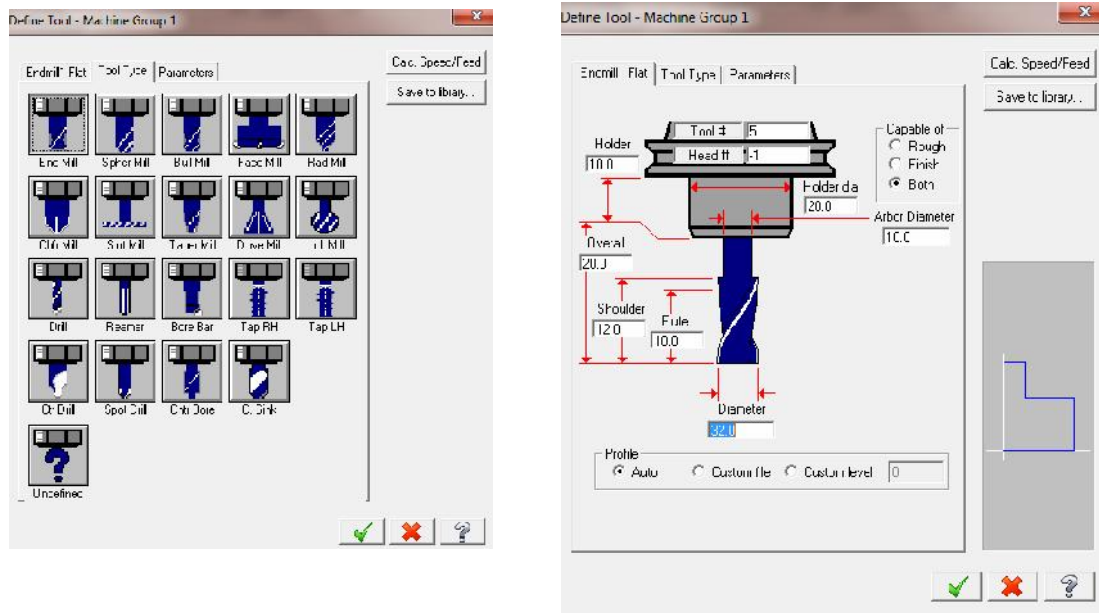
Xuất hiện bảng Machine Group Properties



Hình 7.1. Tạo phôi gia công

+ Chọn bề mặt gia công: vào **Toolpaths > Surface Rough > Rough Pocket toolpaths**, chọn toàn bộ bề mặt gia công.

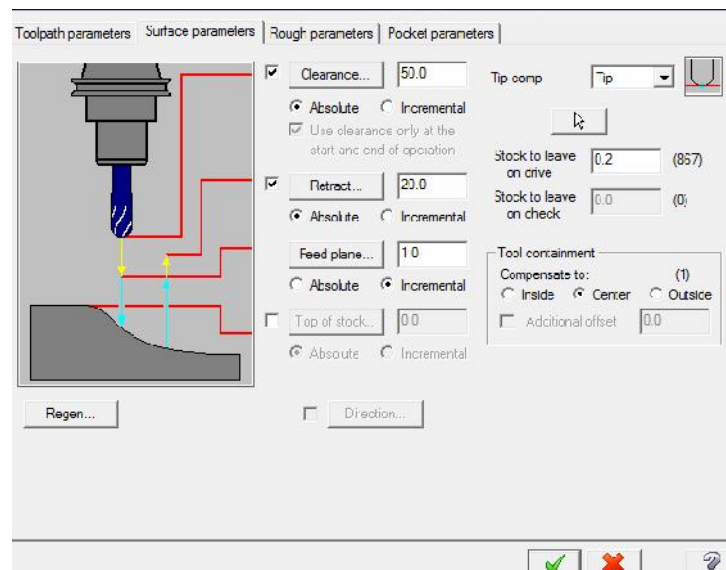
+ Chọn dụng cụ gia công: Dao **End Mill** (dao phay ngón)



Hình 7.2. Định nghĩa dao phay thô

## 7.2. Thiết lập các tham số

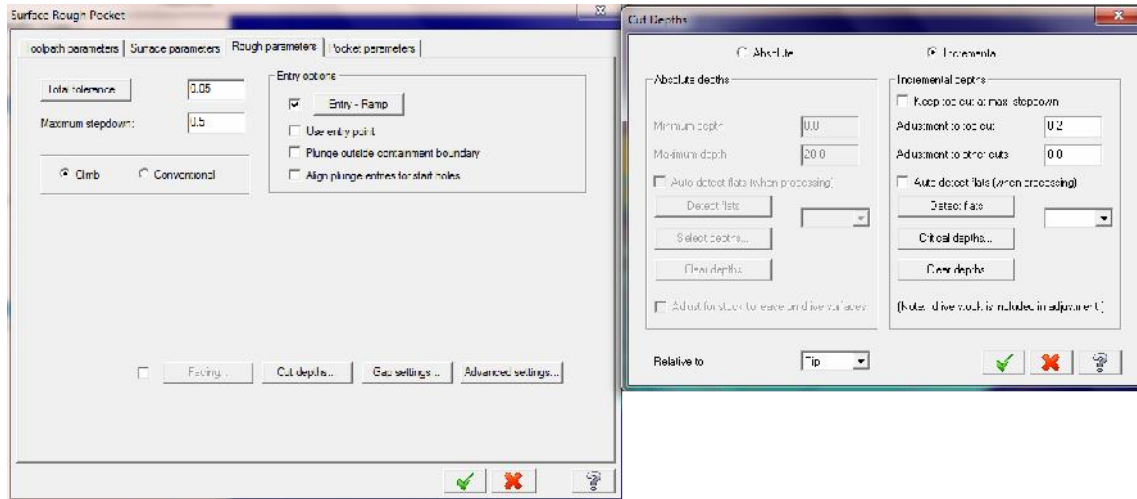
Vào phần Surface parameters đặt khoảng cách dao với bề mặt chi tiết



Hình 7.3. Đặt khoảng cách giữa đầu dao và bề mặt vật phay

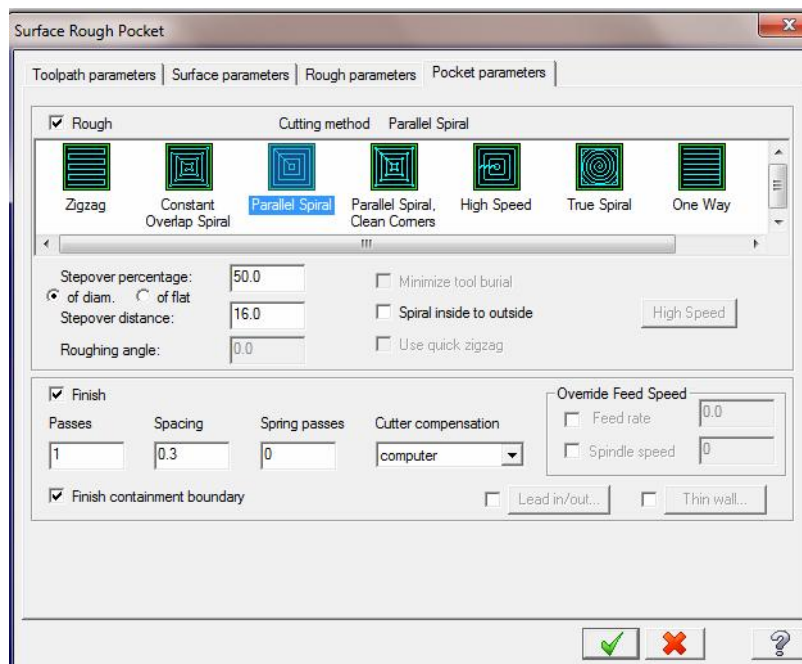
Vào phần Rough parameters đặt các giá trị: Total tolerance: 0.05 và Maximum stepdown: 0.5. Mục Cut depths đặt giá trị Adjustment to top cut: 0.2 và Adjustment to other cut: 0.0





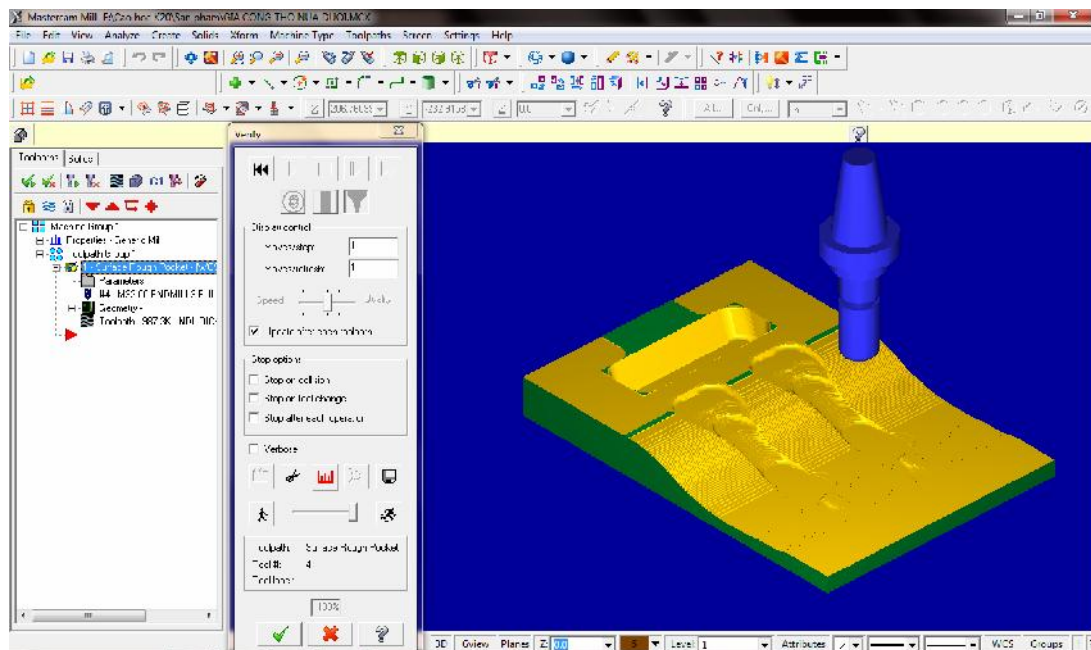
Hình 7.4. Đặt giá trị chiều sâu lớp cắt

Vào phần Pocket parameters chọn kiểu chuyển động của dao là Parallel Spiral và đặt các giá trị: Stepover percentage: 50 và Stepover distance: 16



Hình 7.5. Kiểu chuyển động của dao

### 7.3. Lựa chọn vật liệu. vào Tool paths > vorify selected operations



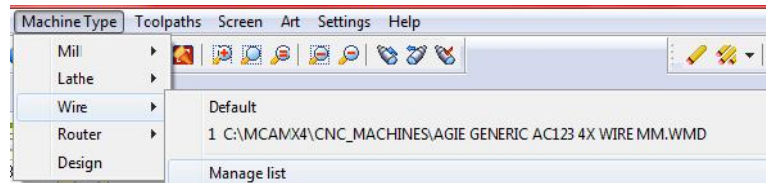
Hình 7.6. Mô phỏng quá trình phay



## Chương VIII ỨNG DỤNG CHO MÁY CẮT DÂY ( MASTERCAM WIRE)

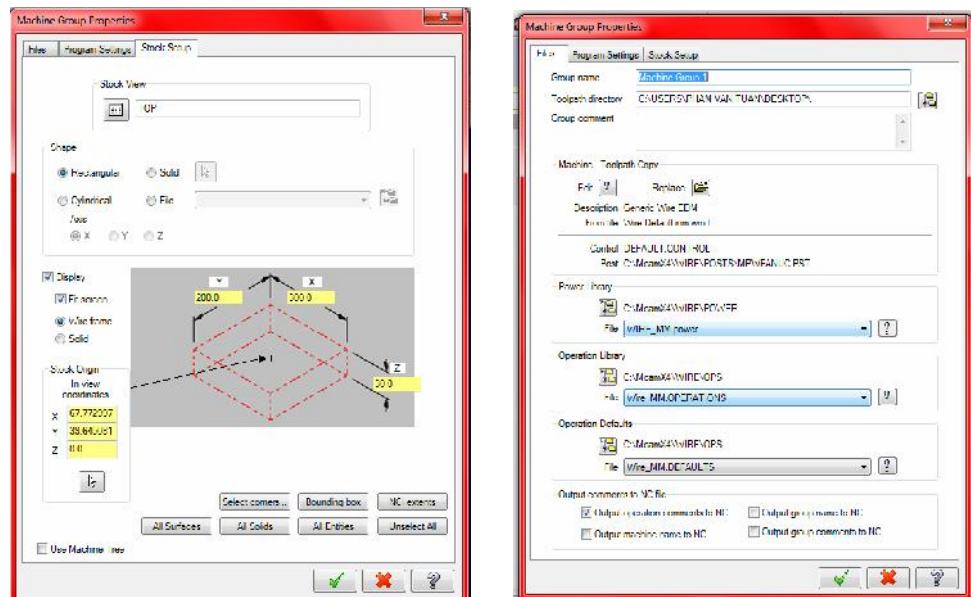
### 8.1. Sử dụng “Wirepaths”

- Chọn máy cắt dây: Vào Machine type > Wire > Chọn loại máy cắt dây



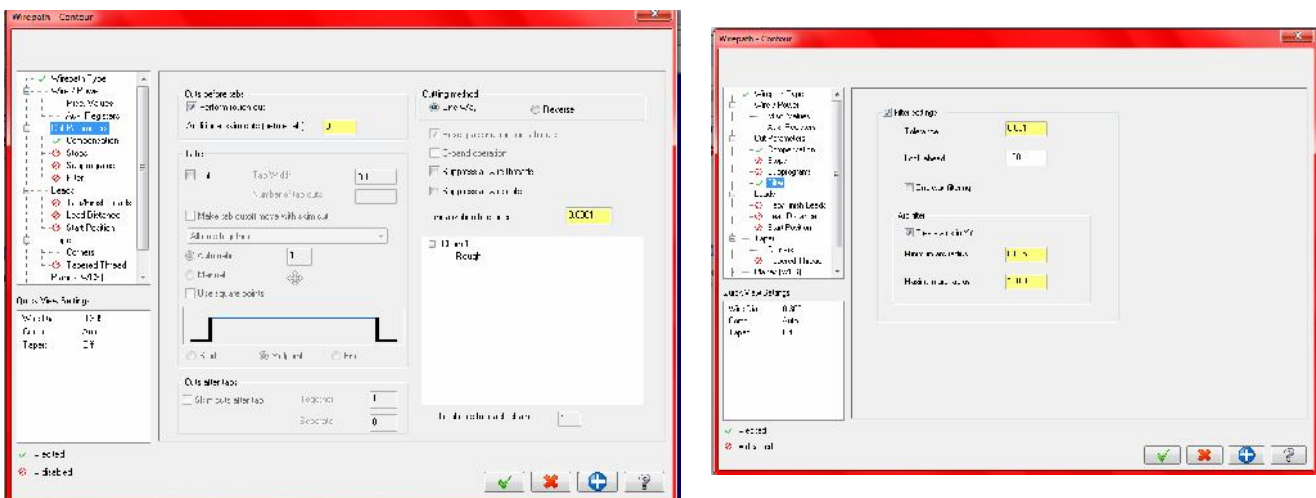
Hình 8.1. Chọn máy cắt dây

### 8.2. Cài đặt các tham số cho máy cắt dây



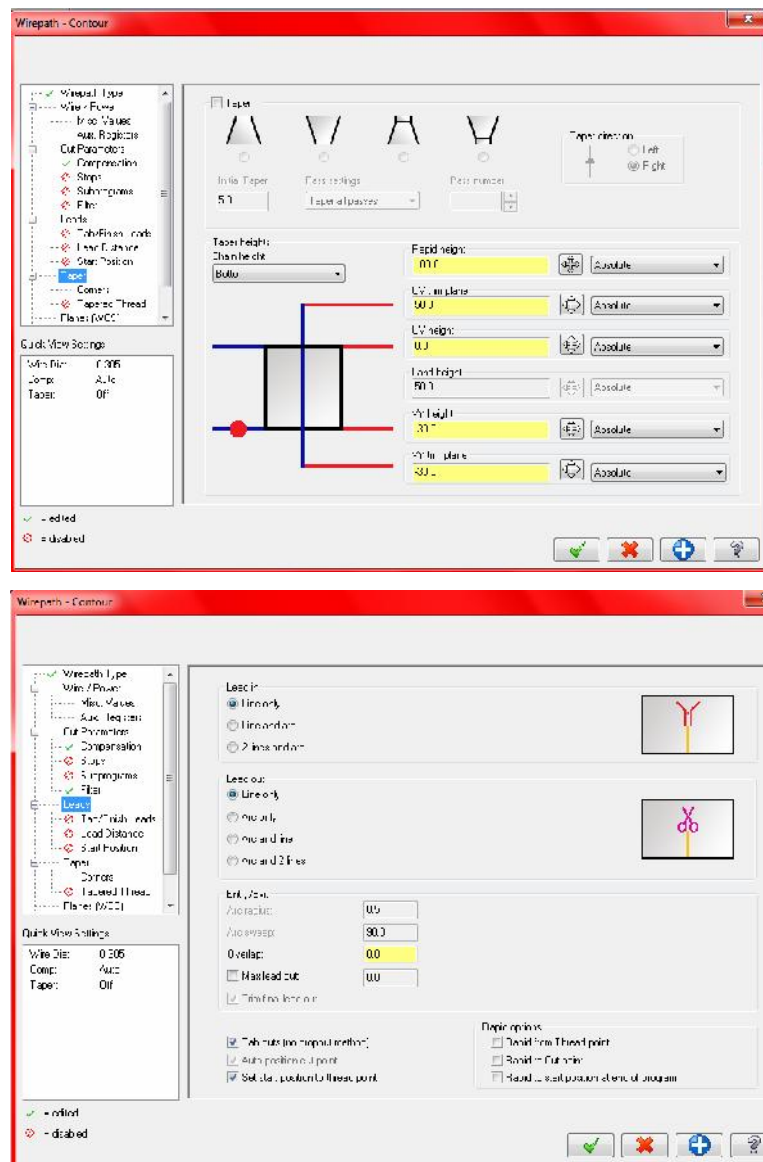
Hình 8.2. Đặt thông số máy

### 8.3. Cài đặt chế độ cắt



Hình 8.2. Cài đặt chế độ cắt

## 8.4. Xác định tọa độ



Hình 8.3. Xác định tọa độ

## 8.5. Tổ chức các công việc

### Các hình thức tổ chức công việc:

Tổ chức thực hiện gia công sản phẩm hoàn chỉnh, bao gồm cả việc lập chương trình. Nên hiểu và tiến hành theo các bước sau:

#### **Bước 1:** lập kế hoạch sản xuất và lập trình

Lập kế hoạch  
sản xuất và  
lập trình

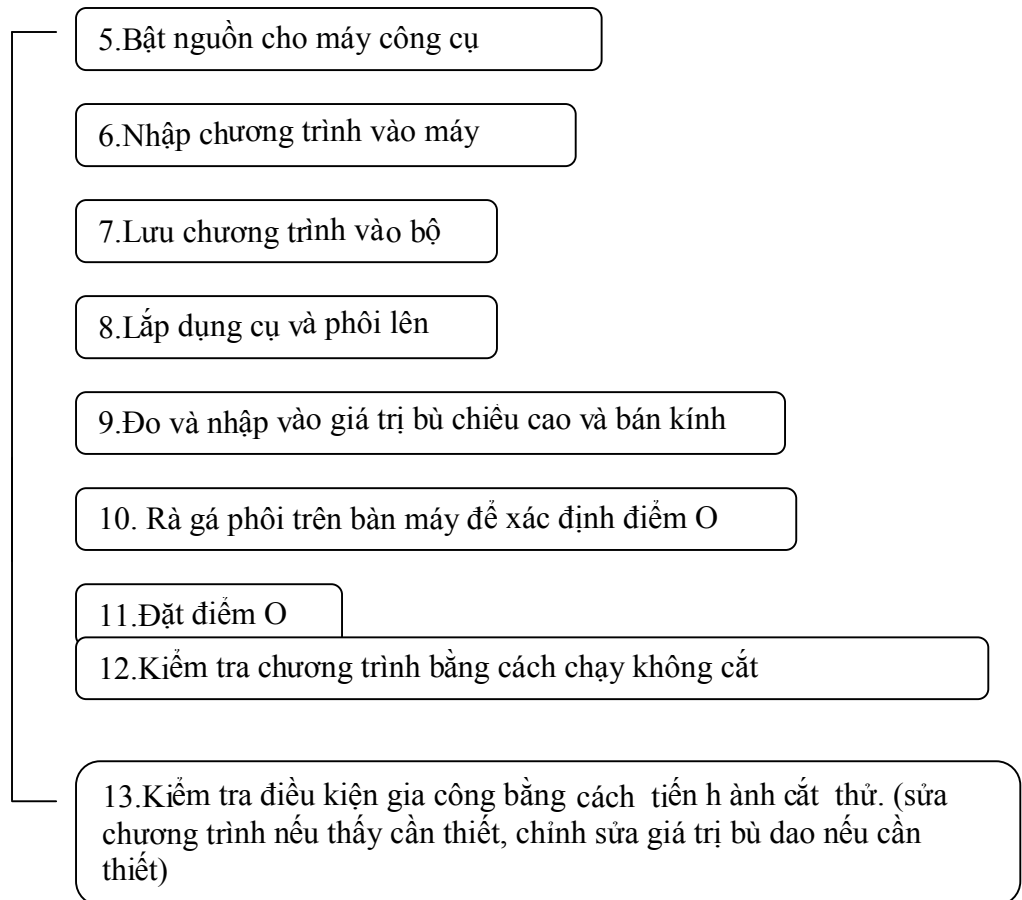
1. Nghiên cứu bản vẽ để xác định yêu cầu gia công

2. Xác định dụng cụ sử dụng

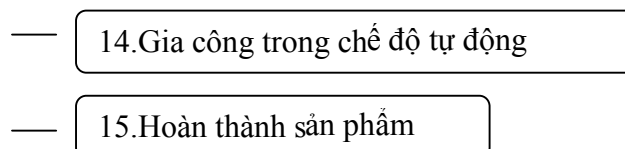
3. Phân tích phương pháp định vị và kẹp

4. Lập chương trình

## **Bước 2:** thiết lập



## **Bước 3:** sản xuất hàng loạt:



## TÀI LIỆU THAM KHẢO

TT	TÊN TÁC GIẢ	NĂM XUẤT BẢN	TÊN SÁCH	NHÀ SUẤT BẢN
1	Trần Văn Địch	2009	Công nghệ CNC	Khoa học và kỹ thuật
2	Bùi Thanh Trúc Phạm Minh Đạo	2010	Giáo Trình Gia Công Trên Máy CNC	Lao động