

Bài giảng môn

Điều khiển máy CNC

cuu duong than cong . com

TS. Nguyễn Quang Địch

cuu duong than cong . com

Nội dung môn học

1. Tổng quan về hệ điều khiển máy CNC
2. Các thiết bị chính trong hệ điều khiển máy CNC
3. Cấu trúc chương trình điều khiển CNC
4. Hệ thống CNC có cấu trúc phần mềm mở
5. Thiết kế cấu trúc cho hệ điều khiển máy CNC

cuu duong than cong . com

Tài liệu tham khảo

1. Tạ Duy Liêm; Hệ thống điều khiển số cho máy công cụ, nhà xuất bản khoa học kỹ thuật, Hà Nội, 2001.
2. Suk-Hwan Suh, Seong-Kyoon Kang, Dae-Hyuk Chung, Ian Stroud; Theory and Design of CNC System; Springer-Verlag, London, 2008.
3. Alan Overby; CNC Machining Handbook, Mc Graw Hill, 2011
4. Patrick Hood-Daniel, James Floyd Kelly; Build Your Own CNC Machine, Springer-verlag, New York, 2009

TỔNG QUAN VỀ MÁY CNC

1. CNC là gì?
2. Lịch sử phát triển của CNC
3. Các thành phần của hệ thống CNC
4. Đặc điểm của máy công cụ CNC
5. Hệ tọa độ trên máy công cụ CNC
6. Các điểm 0 và điểm chuẩn trên máy CNC
7. Điều khiển số trên máy công cụ CNC
8. Hiệu chỉnh dụng cụ cắt trong gia công CNC

1. Máy CNC là gì?

- NC = Numerical Control
- CNC = Computerized Numerical Control
- Các hoạt động được điều khiển bằng cách nhập trực tiếp dữ liệu số
- Một dạng tự động hoá lập trình vạn năng
- Máy công cụ được điều khiển bằng hàng loạt các lệnh được mã hoá

2. Lịch sử phát triển máy CNC

~1950	~1980	~1990	~2000
NC	CNC	OAC	Soft-NC
Hard-wired	Soft-wired Closed system	PC-based Open H/W	Network-based Open H/W and S/W

cuu duong than cong . com

Step-based

**OAC - Open
Architecture
Controller**



2. Lịch sử phát triển:

- Máy điều khiển số cổ điển chủ yếu dựa trên công trình của một người có tên là **John Parsons**.
- Từ những năm 1940 Parsons đã sáng chế ra phương pháp dùng **phiếu đục lỗ** để ghi các dữ liệu về vị trí tọa độ để điều khiển máy công cụ . Máy được điều khiển để chuyển động theo từng tọa độ, nhờ đó tạo ra được bề mặt cần thiết của cánh máy bay.

2. Lịch sử phát triển

- Năm **1948** J. Parson giới thiệu hiểu biết của mình cho **không lực Hoa Kỳ**. Cơ quan này sau đó đã tài trợ cho một loạt các đề tài nghiên cứu ở phòng thí nghiệm **Servomechanism** của trường Đại học kỹ thuật Massachusetts (MIT).
- Công trình đầu tiên tại MIT là phát triển một mẫu máy phay NC bằng cách điều khiển chuyển động của đầu dao theo 3 trục tọa độ. **Mẫu máy NC đầu tiên được triển lãm vào năm 1952**. Từ 1953 khả năng của máy NC đã được chứng minh.

2. Lịch sử phát triển

Một thời gian ngắn sau, các nhà chế tạo máy bắt đầu chế tạo các máy NC để bán, và các nhà công nghiệp, đặc biệt là các nhà chế tạo máy bay đã dùng máy NC để chế tạo các chi tiết cần thiết cho họ.

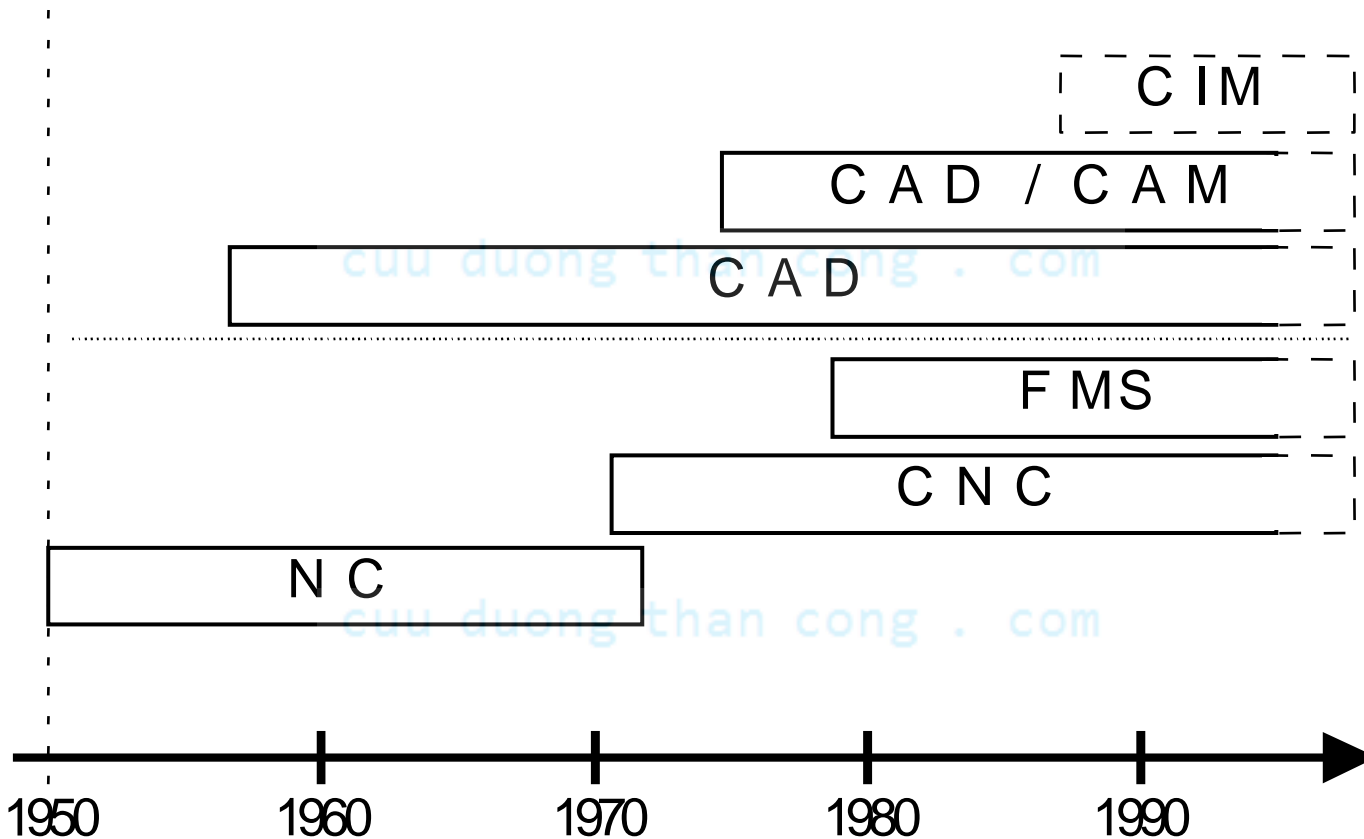
Hoa kỳ tiếp tục cố gắng phát triển NC bằng cách tiếp tục tài trợ cho MIT nghiên cứu *ngôn ngữ lập trình* để điều khiển máy NC. Kết quả của việc này là sự ra đời của *ngôn ngữ APT: Automatically Programmed Tools vào năm 1959*

2. Lịch sử phát triển:

Mục tiêu của việc nghiên cứu APT là đảm bảo một phương tiện để người lập trình gia công có thể nhập các câu lệnh vào máy NC. Mặc dù APT bị chỉ trích là thứ ngôn ngữ quá đồ sộ đối với nhiều máy tính, nó vẫn là công cụ chính yếu và vẫn được dùng rộng rãi trong công nghiệp ngày nay và nhiều ngôn ngữ lập trình mới là dựa trên APT.

cuu duong than cong . com

2. Lịch sử phát triển



So sánh Cấu trúc máy công cụ thông thường và máy CNC

Máy công cụ CNC được thiết kế cơ bản giống như máy công cụ vạn năng. Sự khác nhau thật sự là ở chỗ các bộ phận liên quan đến tiến trình gia công của máy công cụ CNC được điều khiển bởi máy tính.

Các hướng chuyển động của các bộ phận máy công cụ CNC được xác định bởi một hệ trục tọa độ.

Mỗi chuyển động của các bộ phận máy có một hệ thống đo riêng để tính toán các vị trí tương ứng và phản hồi thông tin này về hệ điều khiển.

So sánh chức năng

Nhập dữ liệu: Dùng chương trình NC

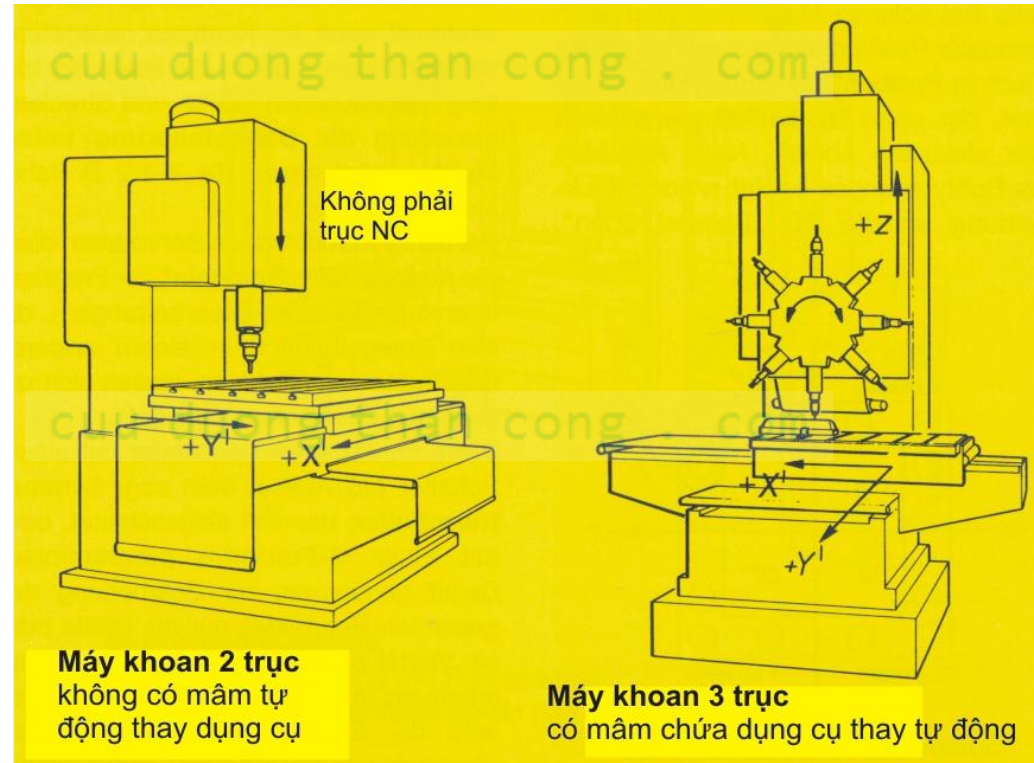
Điều khiển: Máy tính được tích hợp trong hệ điều khiển CNC và phần mềm tương ứng kiểm soát toàn bộ các chức năng điều khiển của máy công cụ.

Kiểm tra: Trên máy công cụ CNC, kích thước của chi tiết gia công được đảm bảo trong suốt quá trình gia công với sự phản hồi liên tục của hệ thống đo.

Các ứng dụng của CNC

1. Máy gia công cắt gọt kim loại: Đây là lĩnh vực sử dụng nhiều nhất thiết bị điều khiển CNC. Chúng ta đã rất quen với các loại máy phay, máy tiện, hay máy khoan điều khiển CNC.

- Máy khoan

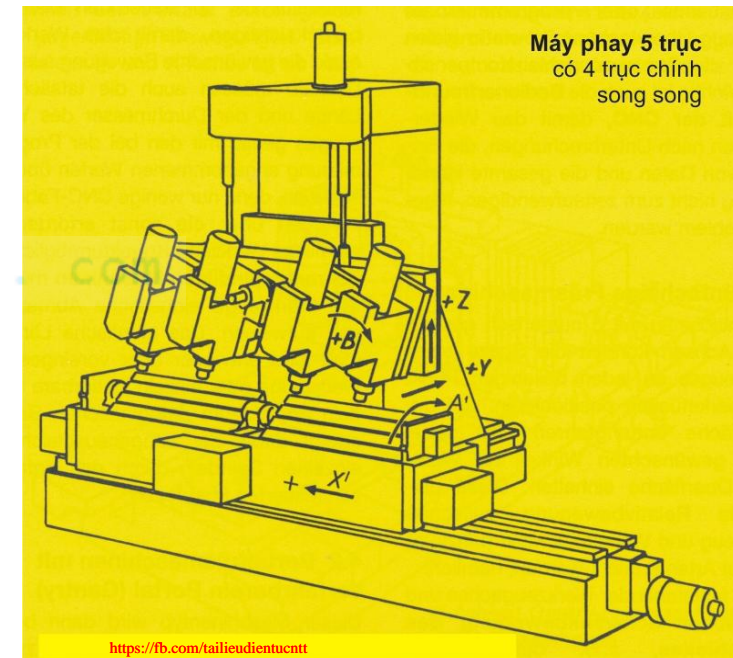
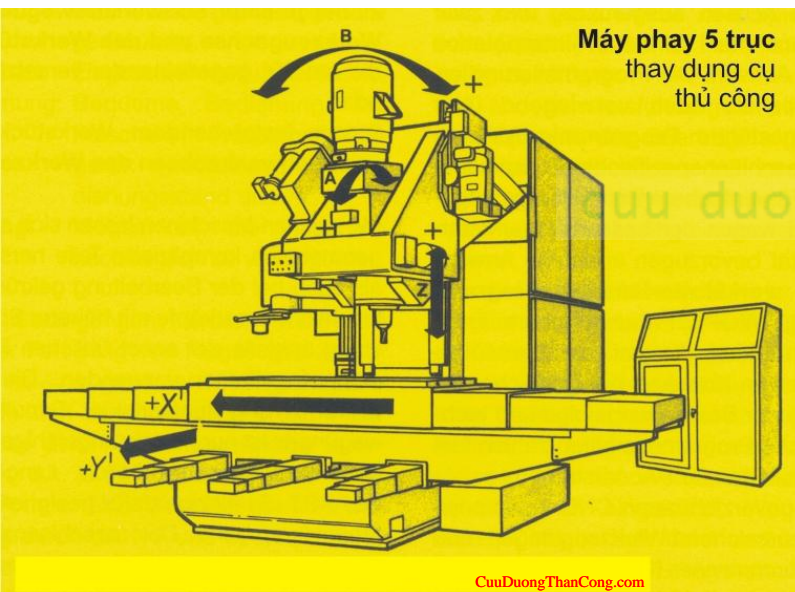


Các ứng dụng của CNC

- Máy phay

Một máy phay có 5 trục điều khiển CNC có thể đưa mũi của dụng cụ gia công tới một điểm bất kỳ và chuyển động trên bề mặt phôi, đồng thời duy trì một góc nghiêng định trước so với bề mặt. Có thể thực hiện linh hoạt chuyển động tương đối đó giữa dụng cụ và phôi theo một trong 3 cách.

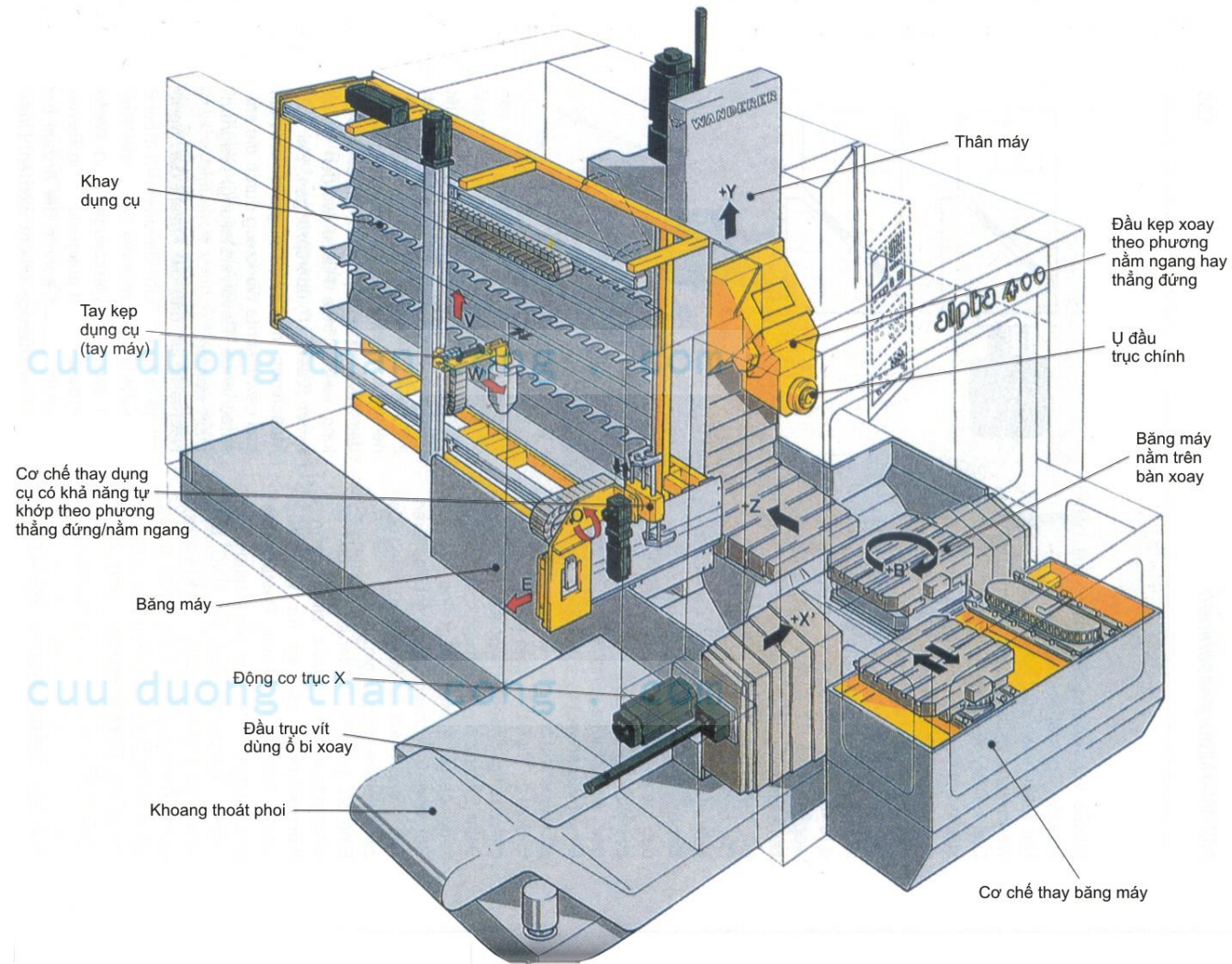
- Giữ cố định trục của dụng cụ, thực hiện xoay bàn gá phôi theo 2 trục.
- Thực hiện xoay trục của dụng cụ và một trục của bàn gá phôi.
- Giữ cố định phôi và xoay 2 trục của dụng cụ



Các ứng dụng của CNC

- Trung tâm gia công

Có thể thực hiện mọi nguyên công cắt gọt kim loại như phay thẳng, khoan, tiện, vẽ bóng bề mặt, khoan cắt ren trong. Nếu được trang bị đủ còn thêm cả phay theo quỹ đạo, khoan nghiêng, cắt ren ngoài. Mỗi dụng cụ đều phải có khả năng lập trình tốc độ quay và chuyển động tịnh tiến.

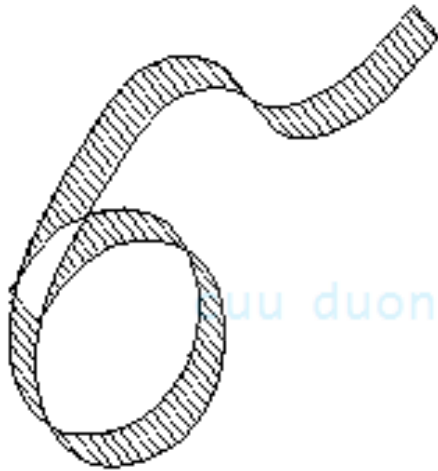


Trung tâm gia công 4 trục

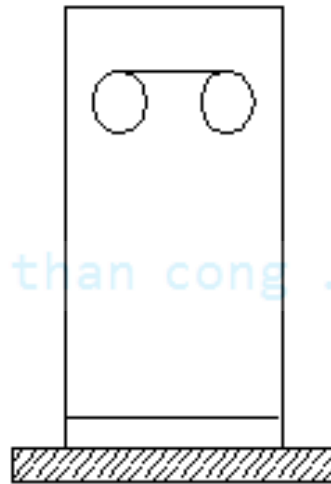
có đầu kẹp chuẩn xoay được theo 2 phương nằm ngang / thẳng đứng và khay dụng cụ bố trí theo chuỗi phục vụ gia công từ 5 phía

3. *Các thành phần cơ bản của hệ thống NC*

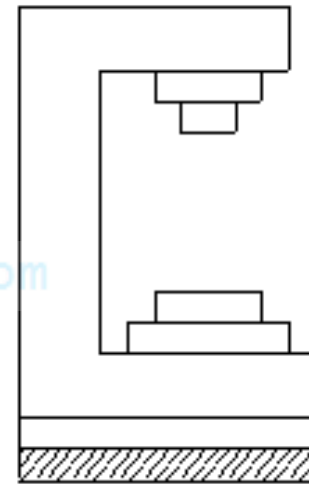
Chương trình



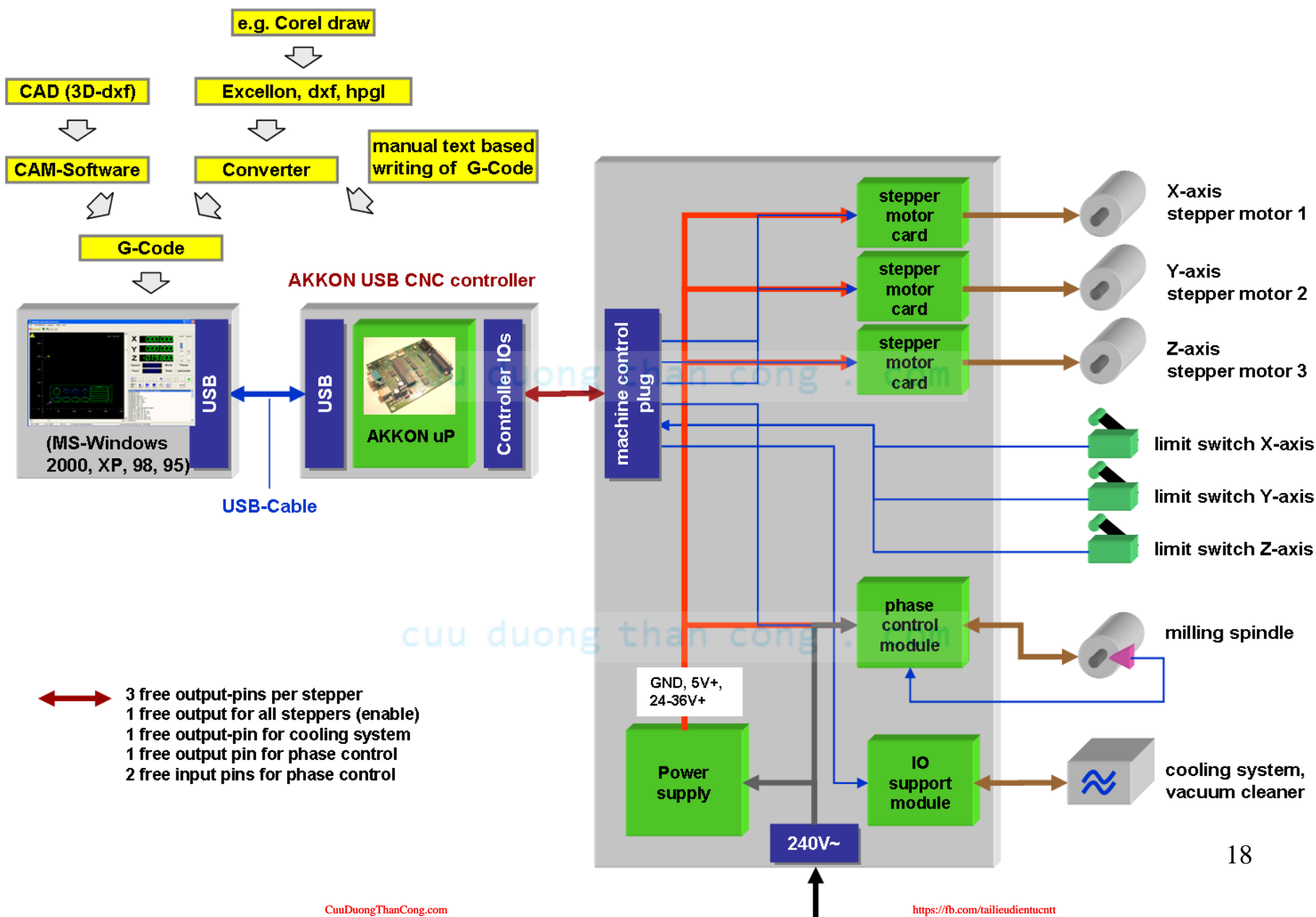
Hệ thống điều khiển



Máy công cụ

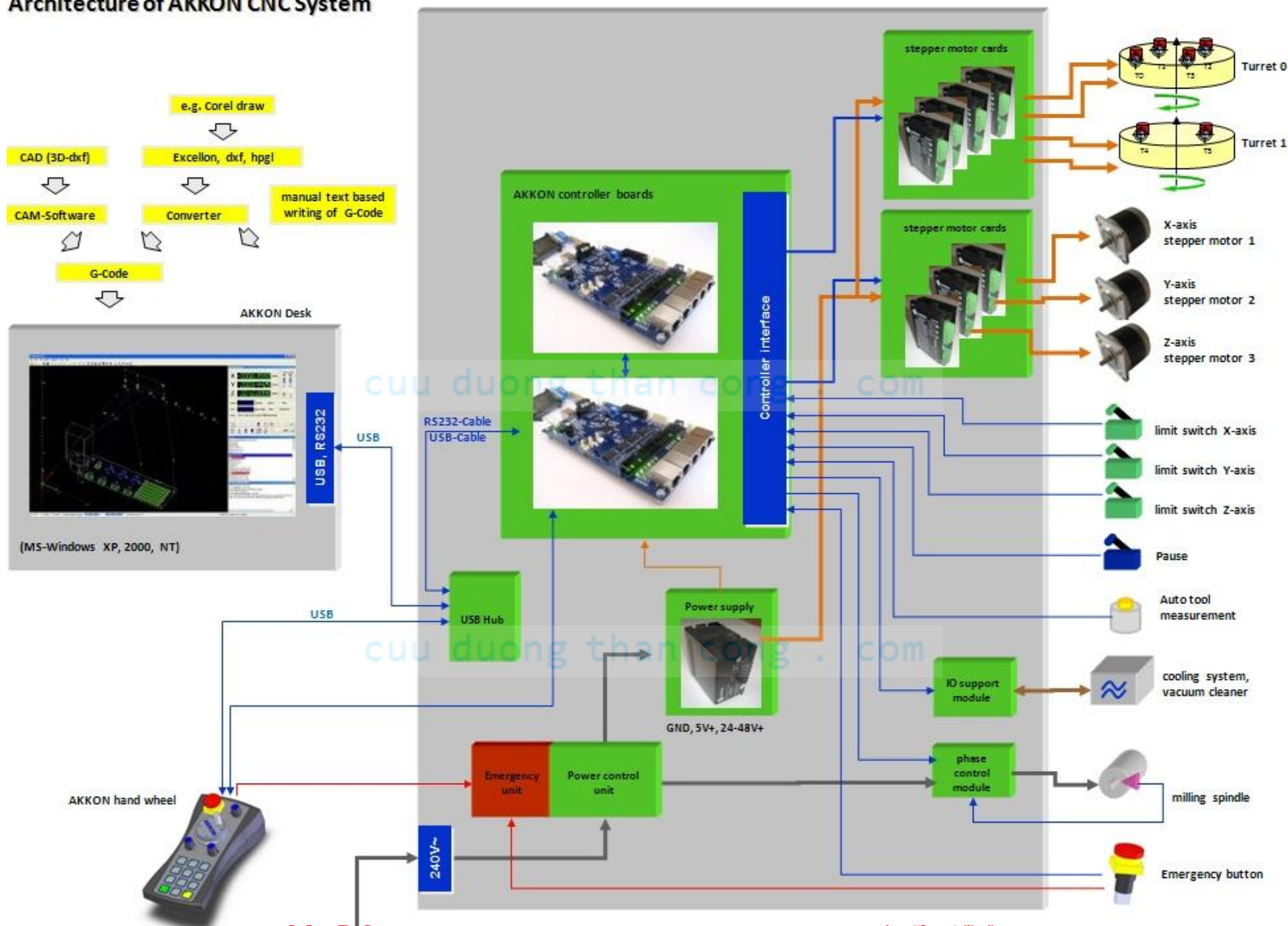


3. Các thành phần cơ bản của hệ thống NC



3. Các thành phần cơ bản của hệ thống NC

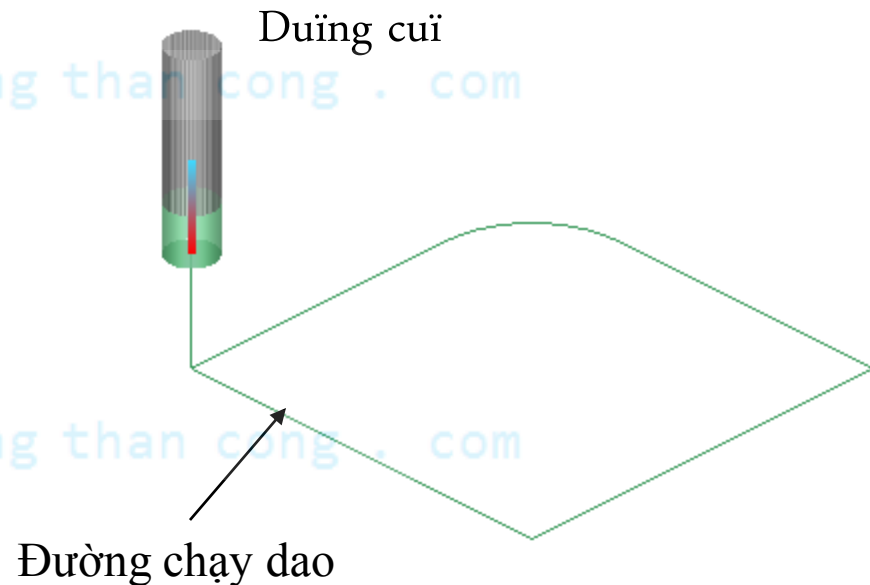
Architecture of AKKON CNC System



Chương trình điều khiển.

Là những tập hợp những câu lệnh điều khiển máy phải làm gì. Các lệnh này được mã hóa ở dạng số và ký hiệu mà thiết bị điều khiển có thể nhận dạng được. Chương trình điều khiển có thể được lưu trữ trên phiếu đục lỗ băng đục lỗ, băng từ. Thí dụ chương trình gia công:

```
%  
G90 G40 G80  
T2M06S3000  
G0 Z1.  
X2. Y2.  
Z.1  
G1 Z-1. F10.  
X6.  
Y6.  
G1 X3.  
G3X2.Y5.R1.  
G1 Y2.  
G0 Z1.  
X0. Y0.  
%
```



Phiếu đọc lỗi



Băng lỗ

```

  / / / / / / /
  |         |
  |         |
  | 0 0 .000 | W
  | 00 0. 0  | i
  | 00 0. 00 | k
  | 00 0. 0  | i
  | 000 .    | p
  | 00 .0 0  | e
  | 00 .0    | d
  | 00 0. 0  | i
  | 00 . 0   | a
  |   0.0 0  | Carriage Return
  |   0. 0   | Line Feed
  |         |
  |         |
  | / / / / / / /
  
```

From Computer Desktop Encyclopedia
© 1998 The Computer Language Co. Inc.



9-Track Reel



IBM 3480



60Mb Tape



150Mb Tape



1.35Gb Tape



G2000 Tape



8mmD-eight



DG90M Tape



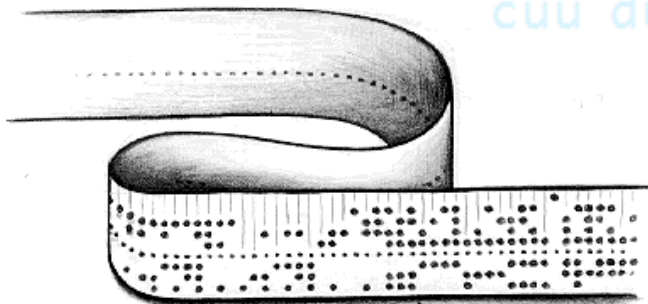
DC4 120



DLT Tape



4mm Tape



Đĩa từ



8" Floppy



5.25" Floppy



3.5" Floppy



12" Optical
Disk



5.25" Optical
Disk



Zip Disk



CD-ROM

Các phương pháp lập trình:

- *Bằng tay*
- *Bằng máy tính*
 - Chương trình được chuẩn bị bởi lập trình viên, trong đó người lập trình chỉ ra từng bước theo trình tự công nghệ. Đối với máy công cụ, các bước công nghệ là các chuyển động tương đối giữa dụng cụ cắt và phôi.

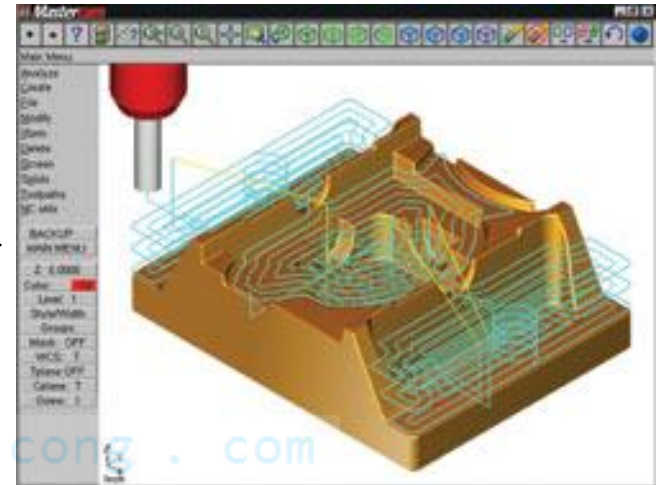
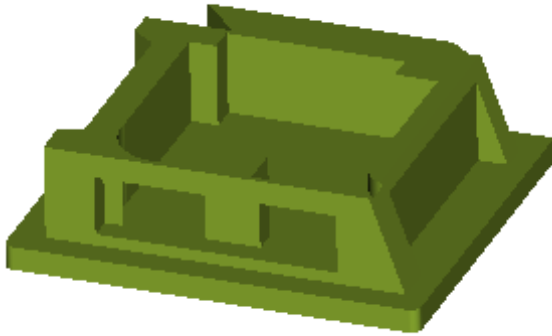
Lập trình bằng tay

Người lập trình nhập từng lệnh trên máy CNC



Lập trình nhờ hệ thống CAD/CAM

CAD



CAM

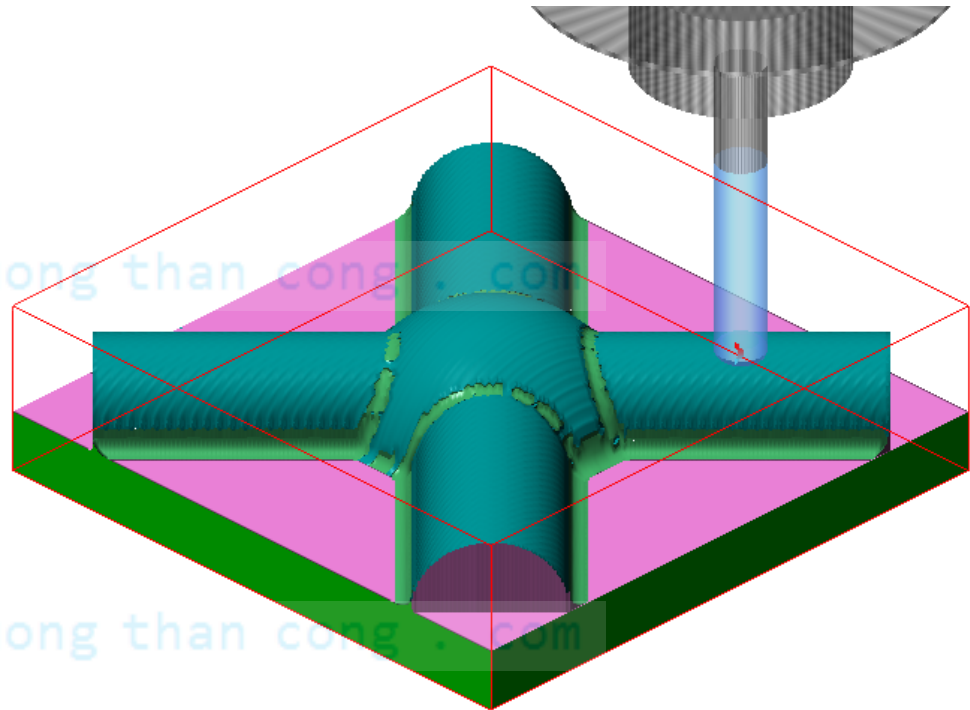
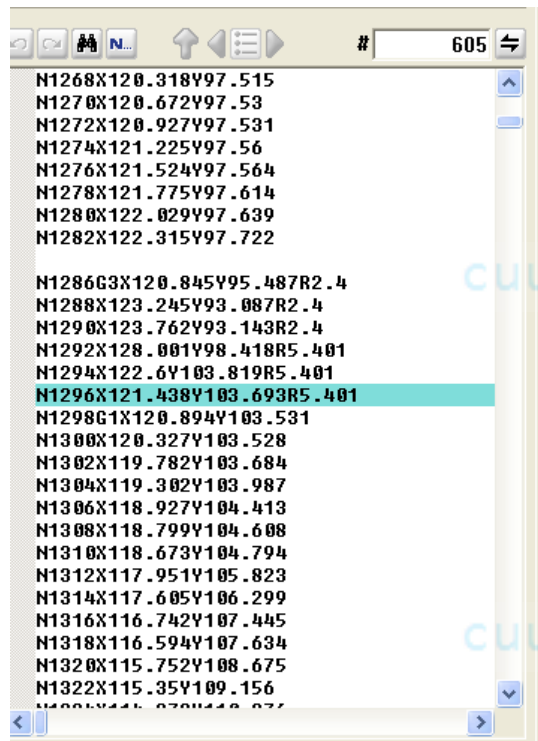


CNC



```
N010 G71 G90 G94  
N020 M03 F200 S1000  
N030 G00 X10.00Y10.00  
N040 G00 Z2.00  
N050 G01 Z-10.00  
N060 G00 Z2.00  
N070 G00 X50.00  
N080 G01 Z-10.00  
N090 G00 Z2.00  
N100 G00 Y30.00  
N120 G00 Z20.00  
N130 G00 X00 Y00  
N140 M02
```

Chạy kiểm tra chương trình trên máy tính



Bộ điều khiển

Là thành phần thứ 2 của hệ thống điều khiển số.

Nó bao gồm các bo mạch điện tử và phần cứng có thể đọc và biên dịch chương trình điều khiển và truyền đến máy công cụ.

cuu duong than cong . com

Các phần tử cơ bản của bộ phận điều khiển là:

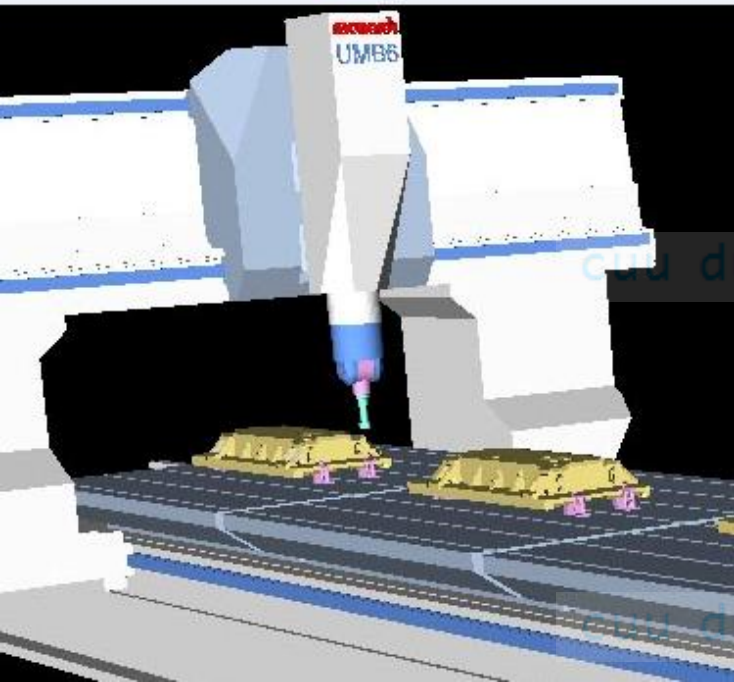
- Bộ lưu dữ liệu
- Bộ phân phối dữ liệu
- Bộ liên hệ ngược
- Bộ điều khiển tuần tự để phối hợp hoạt động của các phần tử trên.

Cần phải lưu ý là gần như tất cả các máy NC hiện đại được bán là có trang bị bộ điều khiển gọi là ***Microcomputer***. Vì vậy mà chúng được gọi là máy CNC.

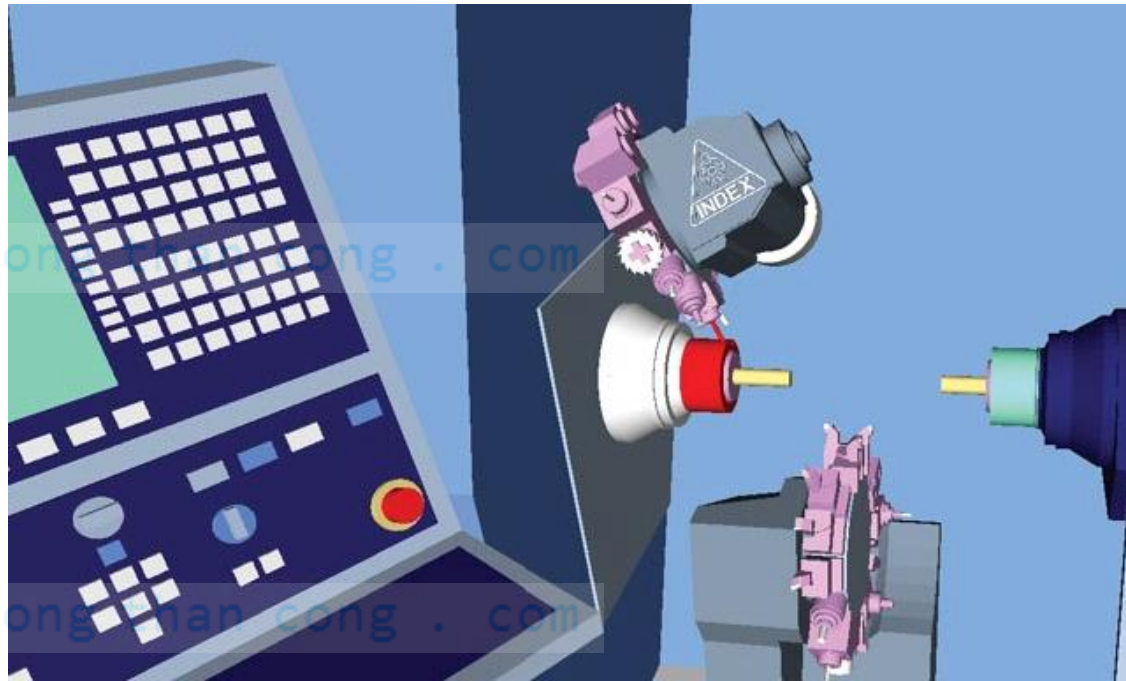
Máy công cụ hoặc quá trình được điều khiển khác

- Máy công cụ bao gồm bàn máy và trục chính cũng như các mô tơ và các bộ điều khiển cần thiết để máy hoạt động. Nó cũng bao gồm những dụng cụ cắt, đồ gá và các thiết bị phụ khác cần cho việc gia công
- Các máy NC rất đa dạng: từ những máy khoan lỗ, đục lỗ đơn giản đến các trung tâm gia công thông minh kỳ diệu.

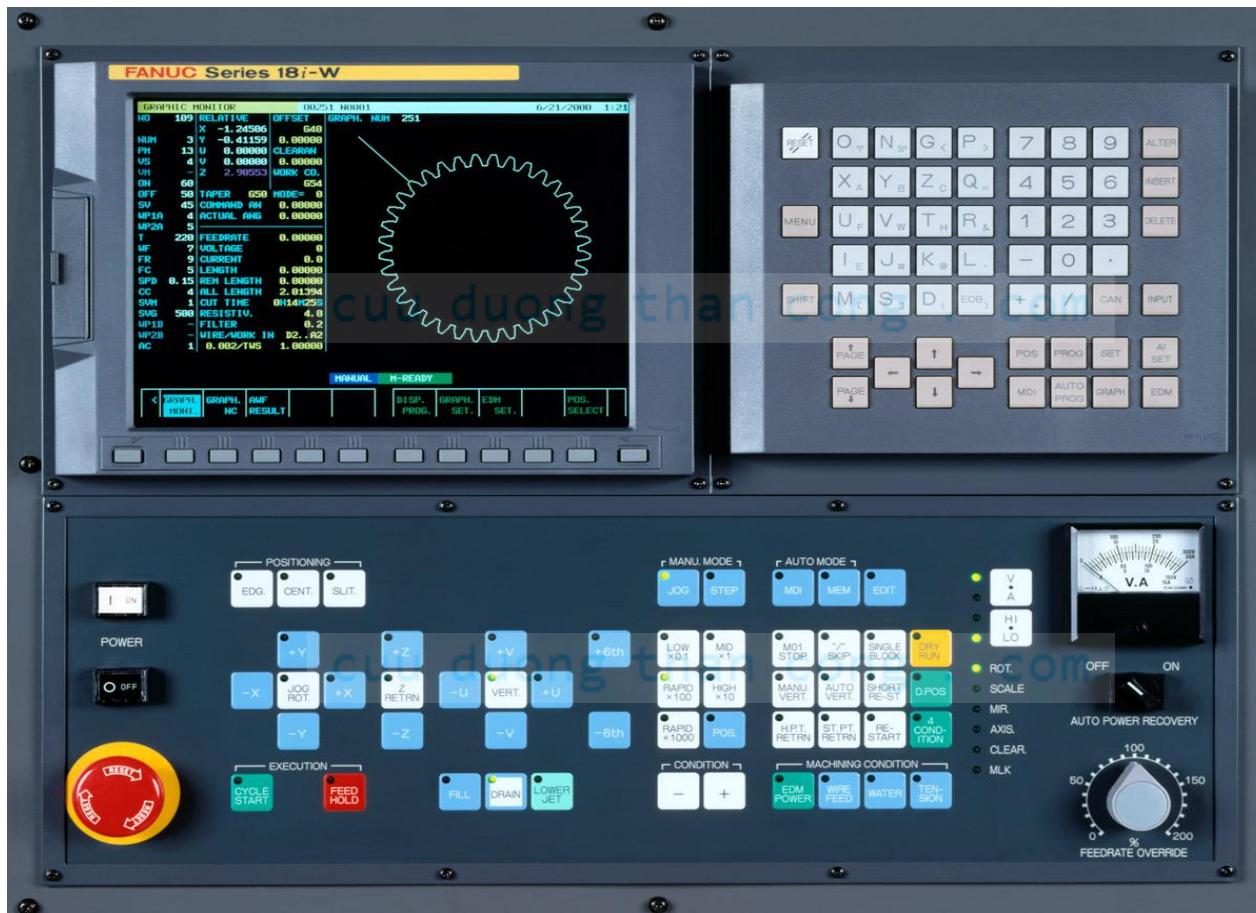
Máy phay CNC



Máy tiện CNC



Máy cắt dây WEDM



Các ứng dụng của điều khiển số

Được ứng dụng rộng rãi hiện nay đặc biệt là trong gia công kim loại:

- Phay [cuu duong than cong . com](http://cuuduongthancong.com)
- Khoan và các nguyên công tương tự
- Tiện trong (boring)
- Tiện
- Mài [cuu duong than cong . com](http://cuuduongthancong.com)
- Cắt dây

Hệ thống điều khiển NC cũng được dùng trong các lĩnh khác

- Máy dập
- Máy hàn
- In bản vẽ tự động
- Máy lắp ráp
- Máy uốn ống
- Máy cắt gió đá
- Máy cắt bằng Plasme
- Các công nghệ Laser
- Máy đan tự động (thêu)
- Máy cắt quần áo
- Máy tán định tự động
- Máy buộc dây

Đặc điểm chung của các loại sản phẩm làm trên máy NC

- 1/ Các chi tiết thường được gia công với số lượng nhỏ.
- 2/ Hình dạng phức tạp
- 3/ Có nhiều nguyên công phải được thực hiện
- 4/ Nhiều kim loại phải loại bỏ
- 5/ Thiết kế kỹ thuật giống nhau
- 6/ Chi tiết phải có yêu cầu chính xác cao
- 7/ Là loại sản phẩm đắt tiền nên một sai lầm nhỏ có thể trả giá lớn
- 8/ Các sản phẩm yêu cầu phải kiểm tra 100%.
- 9/ Thường loạt sản xuất khoảng 50 cái hoặc nhỏ hơn. Sản xuất loạt nhỏ và loạt vừa là lý tưởng để dùng máy NC.

Ưu nhược điểm của điều khiển số

- Ưu điểm của NC

- Giảm thời gian chạy không
- Giảm thời gian gá đặt
- Giảm thời gian gia công
- Sản xuất mềm dẻo hơn
- Nâng cao chất lượng sản phẩm
- Giảm tồn kho
- Giảm diện tích mặt bằng

Nhược điểm của NC

- Giá thành đầu tư cao
- Giá thành bảo trì cao
- Phải chọn và huấn luyện đội ngũ NC

Thủ tục điều khiển số (NC)

1. Lập kế hoạch gia công (Process Planning)
2. Lập trình gia công NC (Part programming)
4. Kiểm tra chương trình
5. Thực hiện việc gia công trên máy CNC

cuu duong than cong . com

Những công việc trong CNC

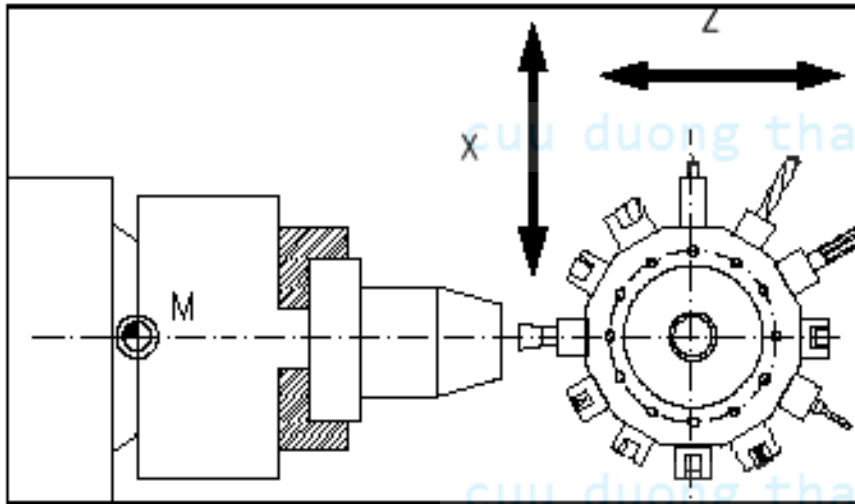
1. Quản lý CNC
2. Lập trình CNC
3. Thiết kế đồ gá và dụng cụ
4. Bảo trì máy CNC
5. Vận hành máy CNC

Cơ hội việc làm nhờ CNC

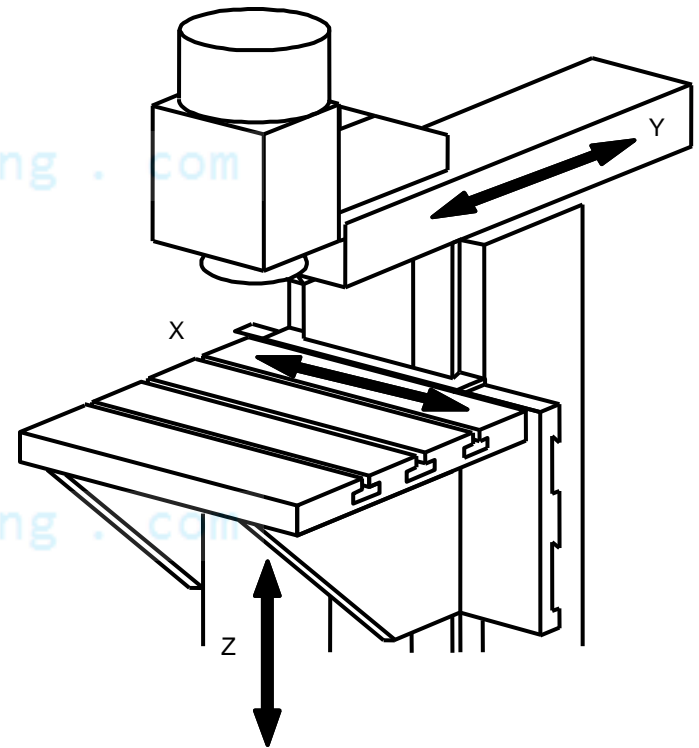
1. Cán bộ quản lý CNC
2. Chuyên viên lập quy trình công nghệ
3. Chuyên viên lập trình CNC
4. Chuyên viên thiết kế dụng cụ cắt
5. Nhân viên điều chỉnh máy CNC
6. Nhân viên vận hành máy CNC

4. Đặc điểm của máy công cụ CNC

Máy tiện CNC có hai trục điều khiển được

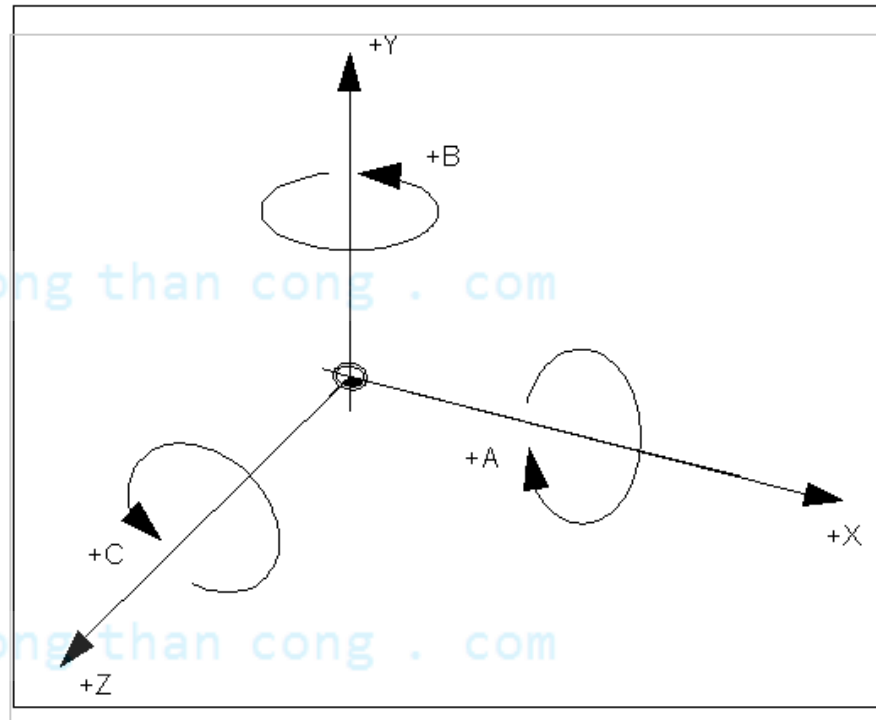


Máy phay CNC thường có ba trục điều khiển được

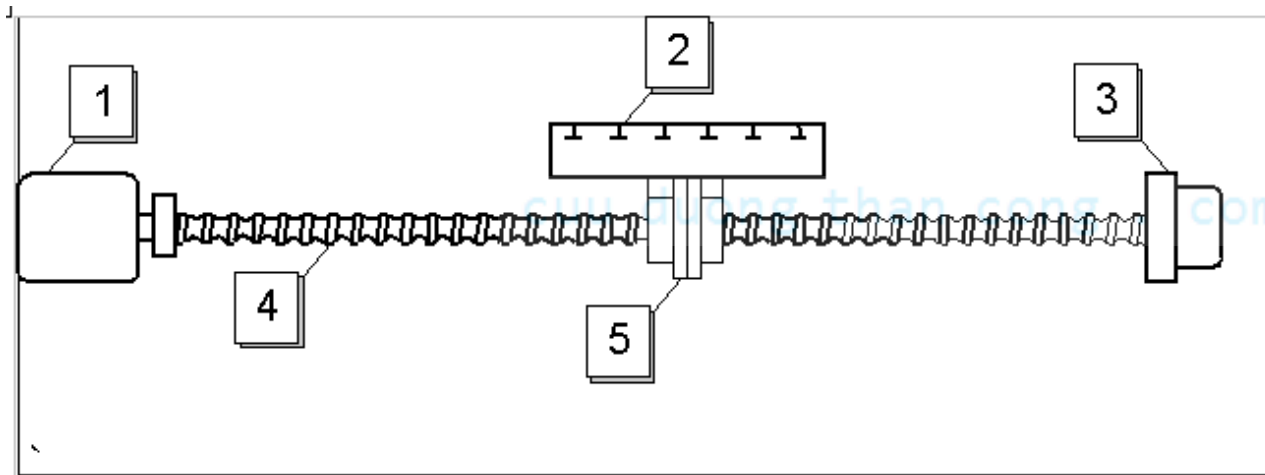


4. Đặc điểm của máy công cụ CNC

Ngoài chuyển động dọc theo các trục X, Y và Z còn có thể điều khiển các chuyển động quay quanh mỗi trục. Các chuyển động quay này có thể được điều khiển và được đánh dấu bằng A, B, C



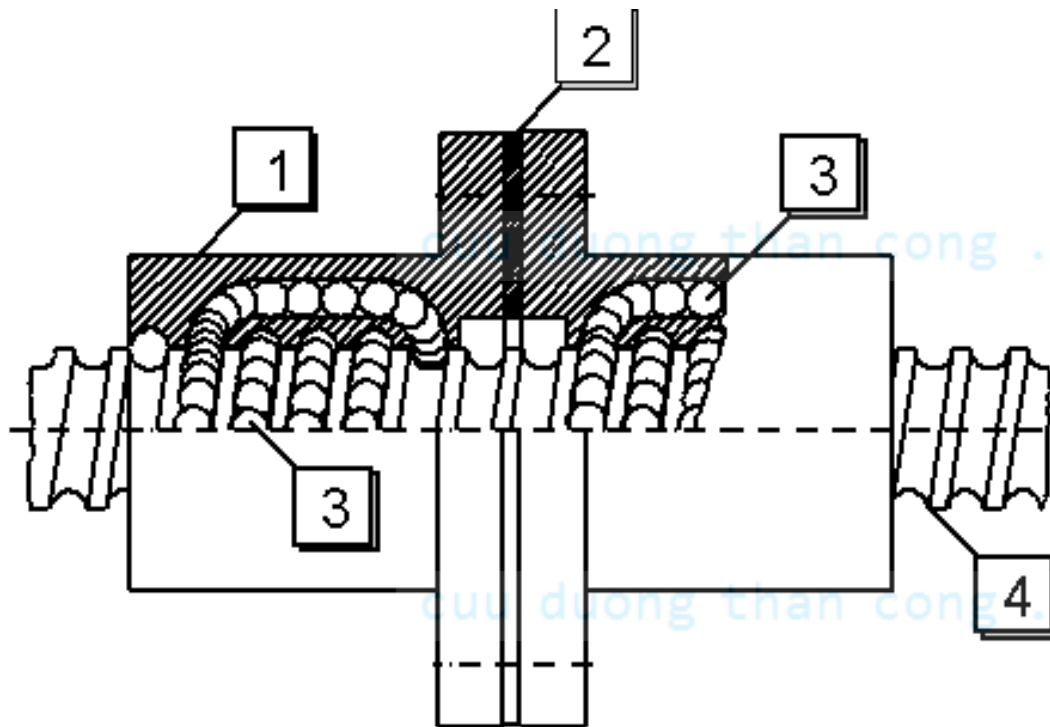
4. Đặc điểm của máy công cụ CNC



- 1** Động cơ bước tiến
- 2** Bàn máy
- 3** Hệ thống đo
- 4** Vít me bi
- 5** Đai ốc bi

cuu duong than cong . com

4. Đặc điểm của máy công cụ CNC



1- Đai ốc bi

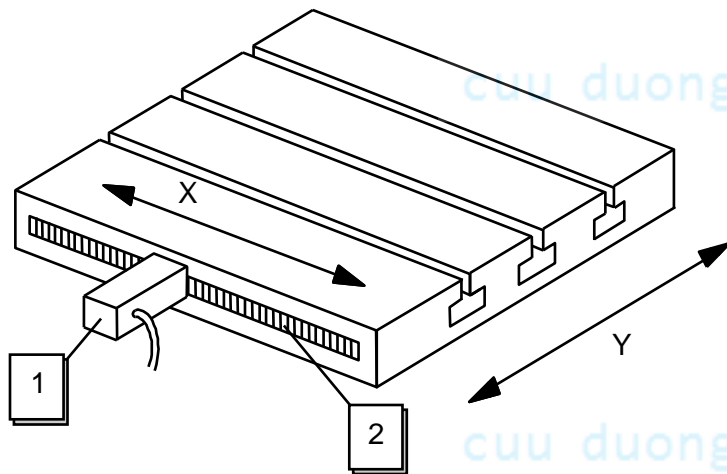
2- Vòng cách để
điều chỉnh khe
hở

3- Bi

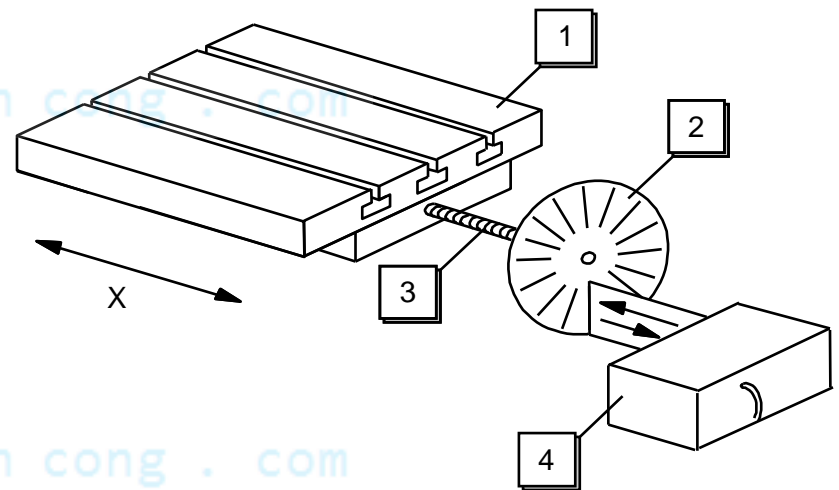
4- Trục vít

4. Đặc điểm của máy công cụ CNC

Hệ thống đo hành
trình trực tiếp



Hệ thống đo hành
trình gián tiếp



4. Đặc điểm của máy công cụ CNC

Truyền động chính và các trục công tác

1. Mô tơ bước: dùng trong các hệ thống không có yêu cầu cao về độ chính xác và công suất lớn.
2. Mô tơ một chiều servo: phải luôn bảo trì chổi than, bụi.
3. Mô tơ ba pha đồng bộ và không đồng bộ: không phải bảo trì chổi than như động cơ một chiều, bền lâu nên được dùng rộng rãi trong các máy CNC hiện đại

4. Đặc điểm của máy công cụ CNC

Thiết bị kẹp chi tiết

- Trên máy phay: chủ yếu dùng đồ gá vạn năng như ê tô, vấu kẹp. Trong sản xuất lớn dùng đồ gá chuyên dùng
- Trên máy tiện chủ yếu dùng mâm cặp ba chấu tự định tâm, mũi chống tâm, luy nét. Trong sản xuất hàng khộ dùng đồ gá chuyên dùng
- Các cơ cấu kẹp có thể được tự động hoá bằng xi lanh thuỷ lực hay khí nén.

Thiết bị kẹp chi tiết

Ê tô dùng trên máy phay



Dụng cụ cắt dùng trên máy CNC

Dụng cụ cắt dùng trên máy Phay CNC

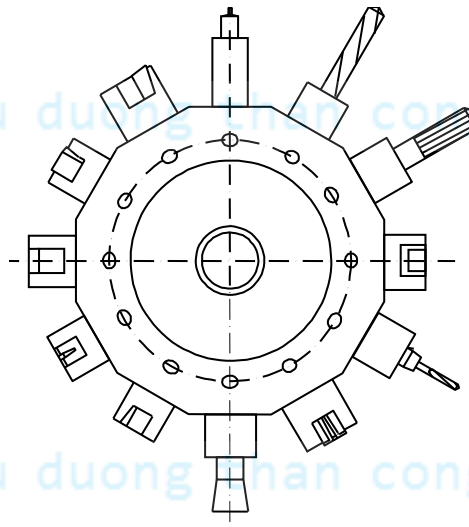


Các dụng cụ kẹp dao trên máy phay



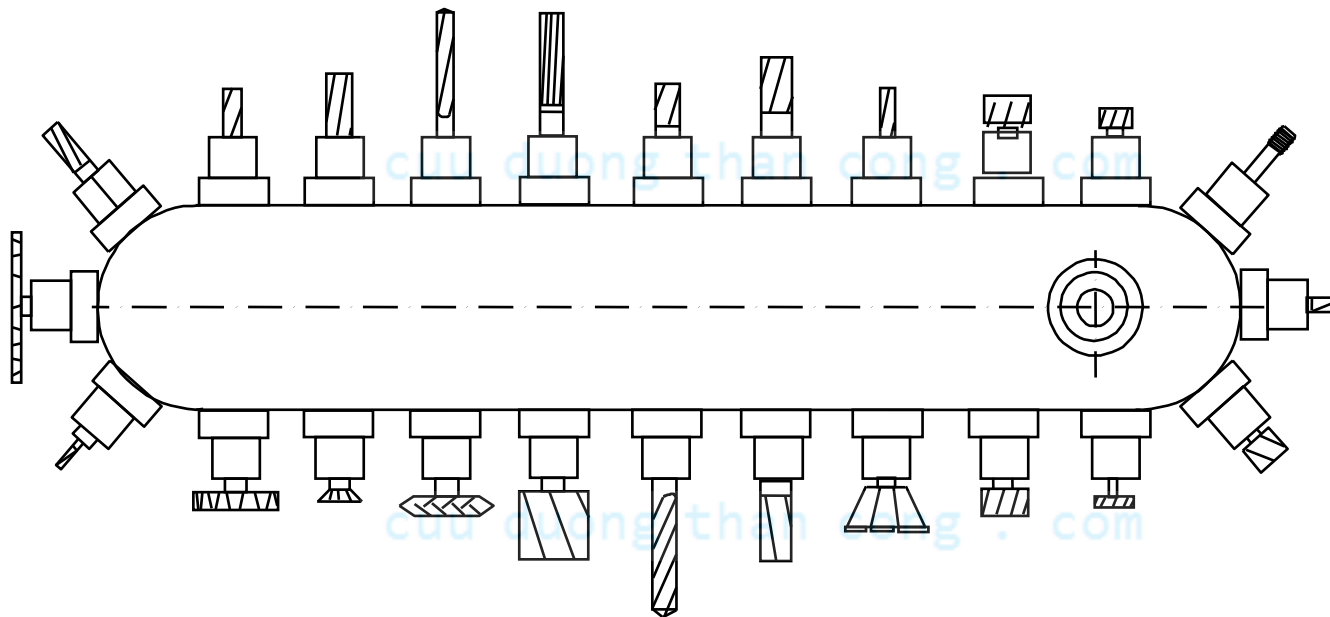
4. Đặc điểm của máy công cụ CNC

Mâm dao trên trung tâm tiện



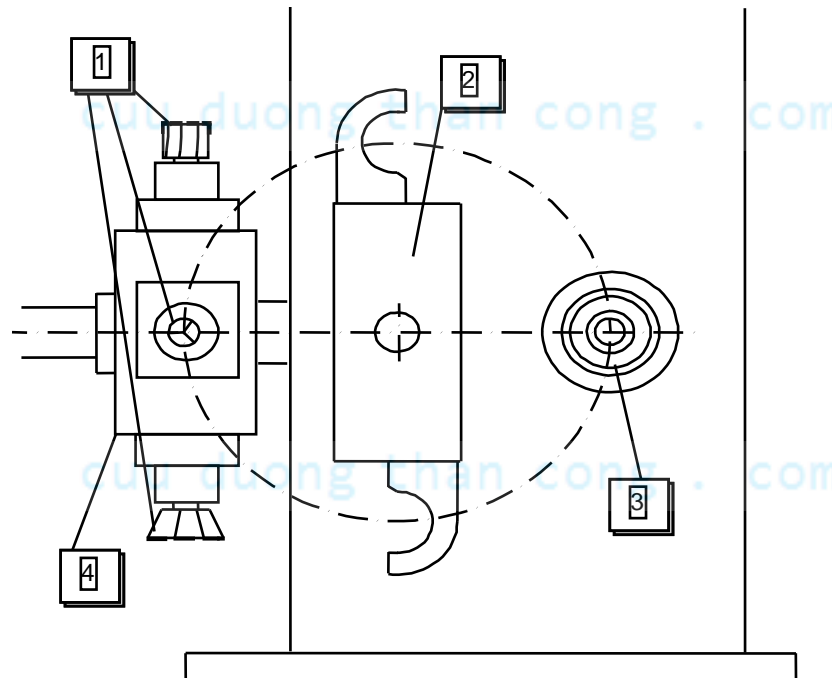
4. Đặc điểm của máy công cụ CNC

Băng tải dao trên máy phay



4. Đặc điểm của máy công cụ CNC

Thiết bị thay dao trên trung tâm phay



5. Hệ tọa độ trong NC

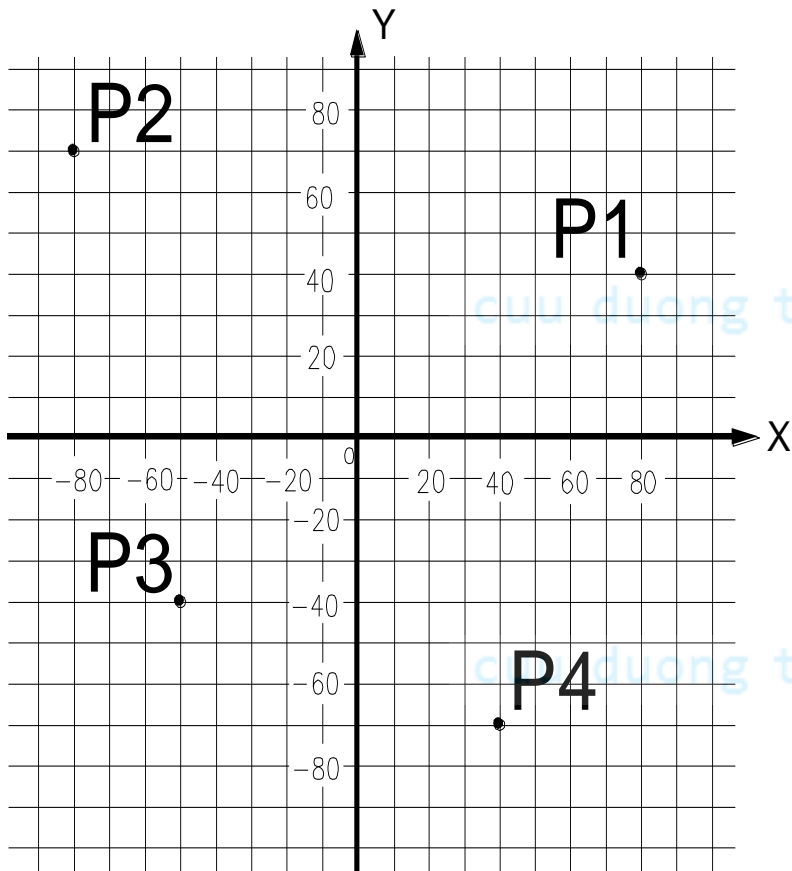
Cần thiết để người lập trình lên kế hoạch chuyển động cho dụng cụ so với chi tiết gia công.

Khi lập trình chi tiết coi như đứng yên còn dụng cụ thì di chuyển so với chi tiết gia công.

Có hai hệ tọa độ cơ bản:

- - Hệ tọa độ Đề-các
- - Hệ tọa độ cực

Heä toïa ñoä Ñeà-cac 2D



Ví dụ:

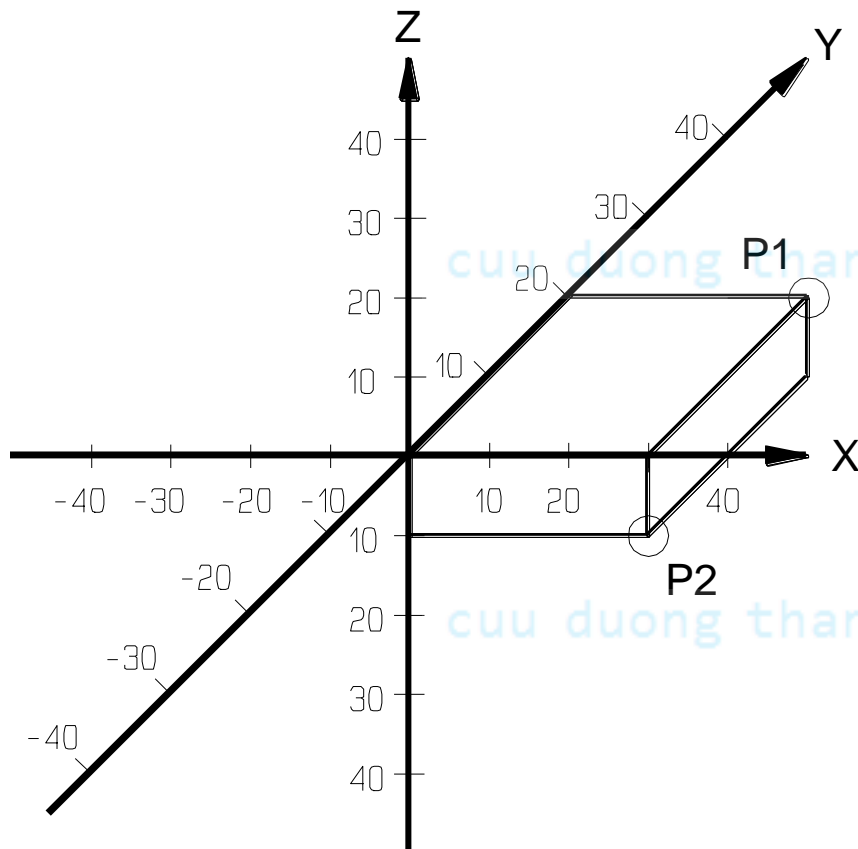
P1 $X = 80$ $Y = 40$

P2 $X = -80$ $Y = 70$

P3 $X = -50$ $Y = -40$

P4 $X = 40$ $Y = -70$

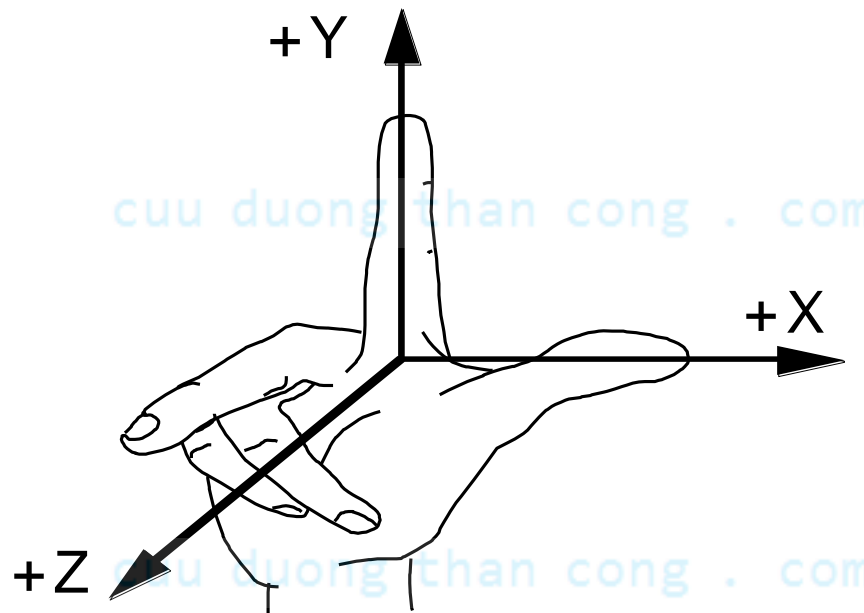
Heä toäia ñoä Ñeà-cac 3D



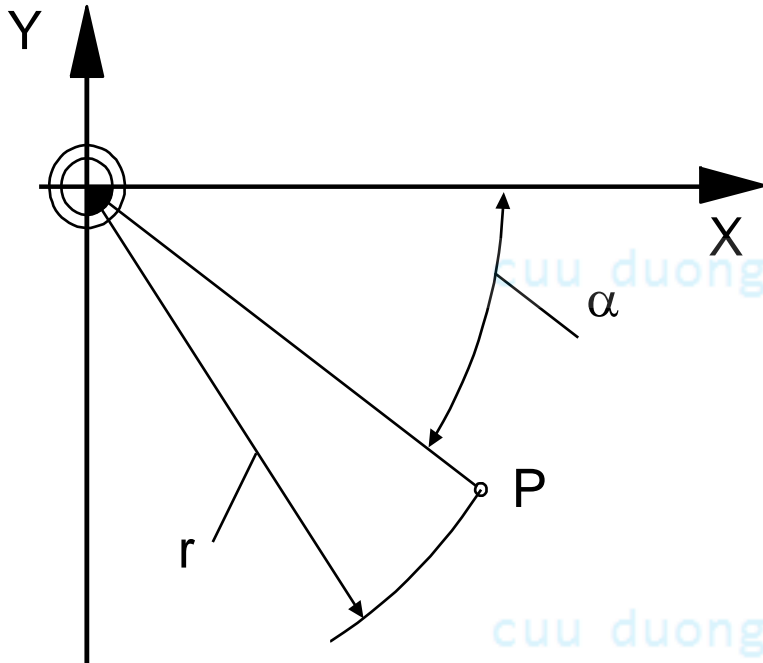
Ví dụ:

P1	$X = 30$	$Y = 2$	$Z = 0$
P2	$X = 30$	$Y = 0$	$Z = -10$

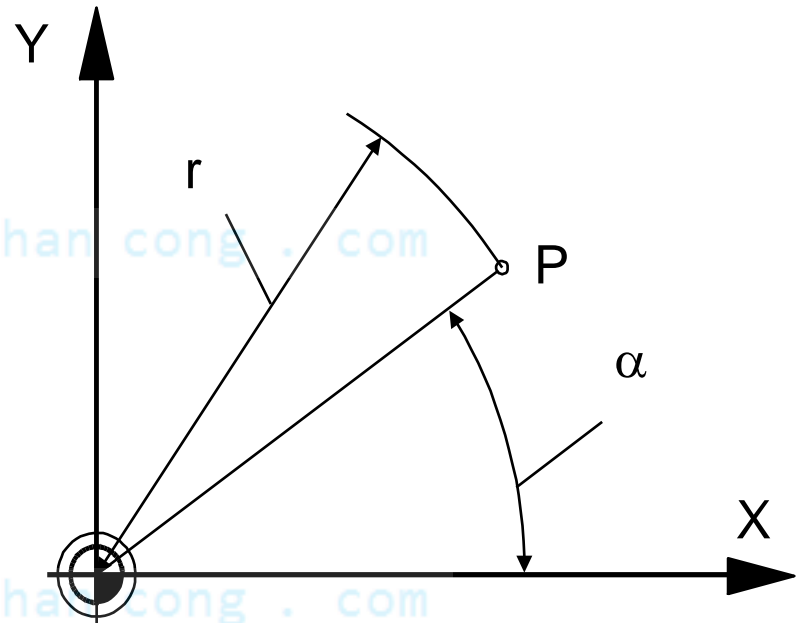
Quy tắc bàn tay phải



Hệ tọa độ cực

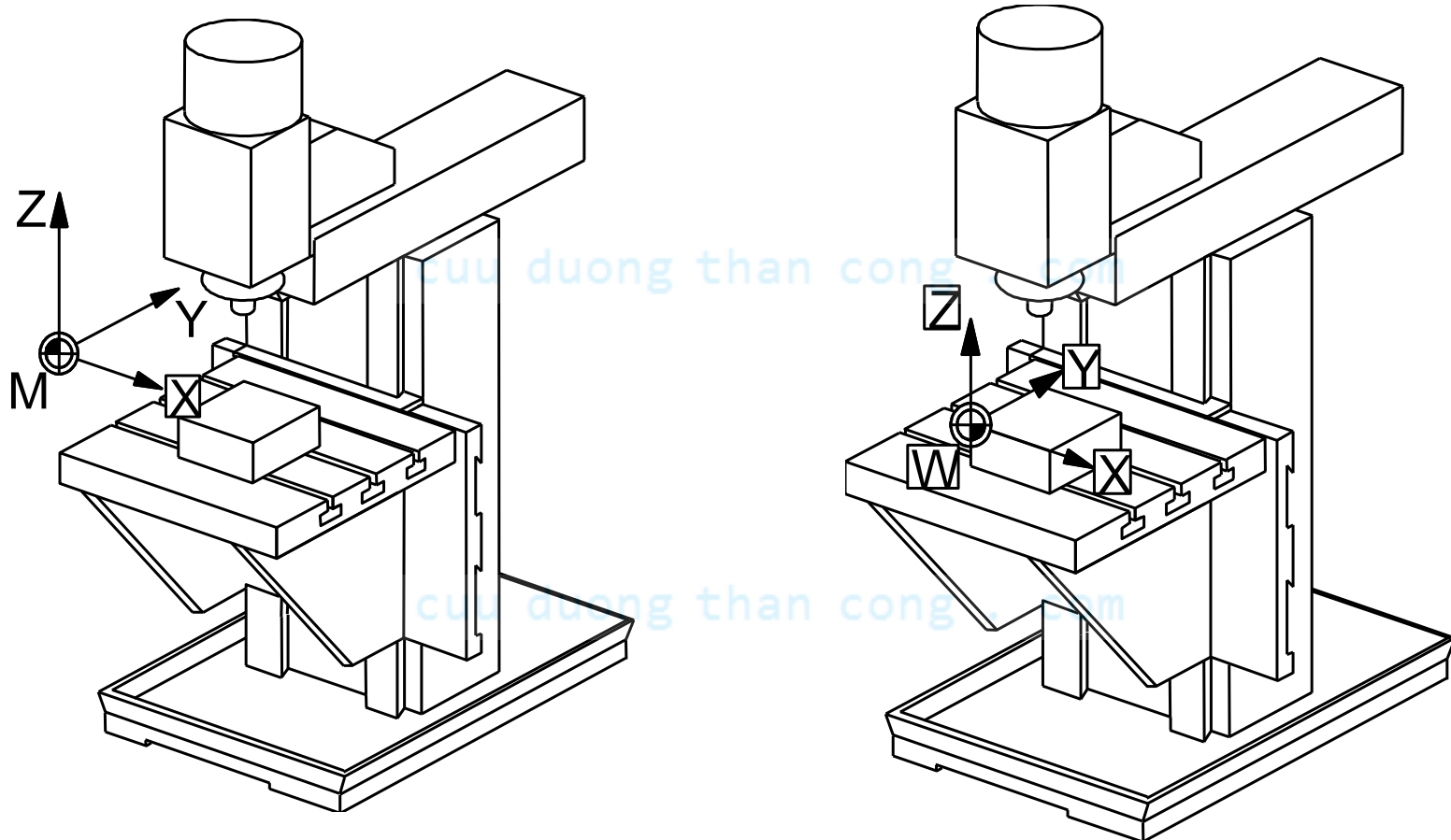


Hệ tọa độ cực (góc α âm)

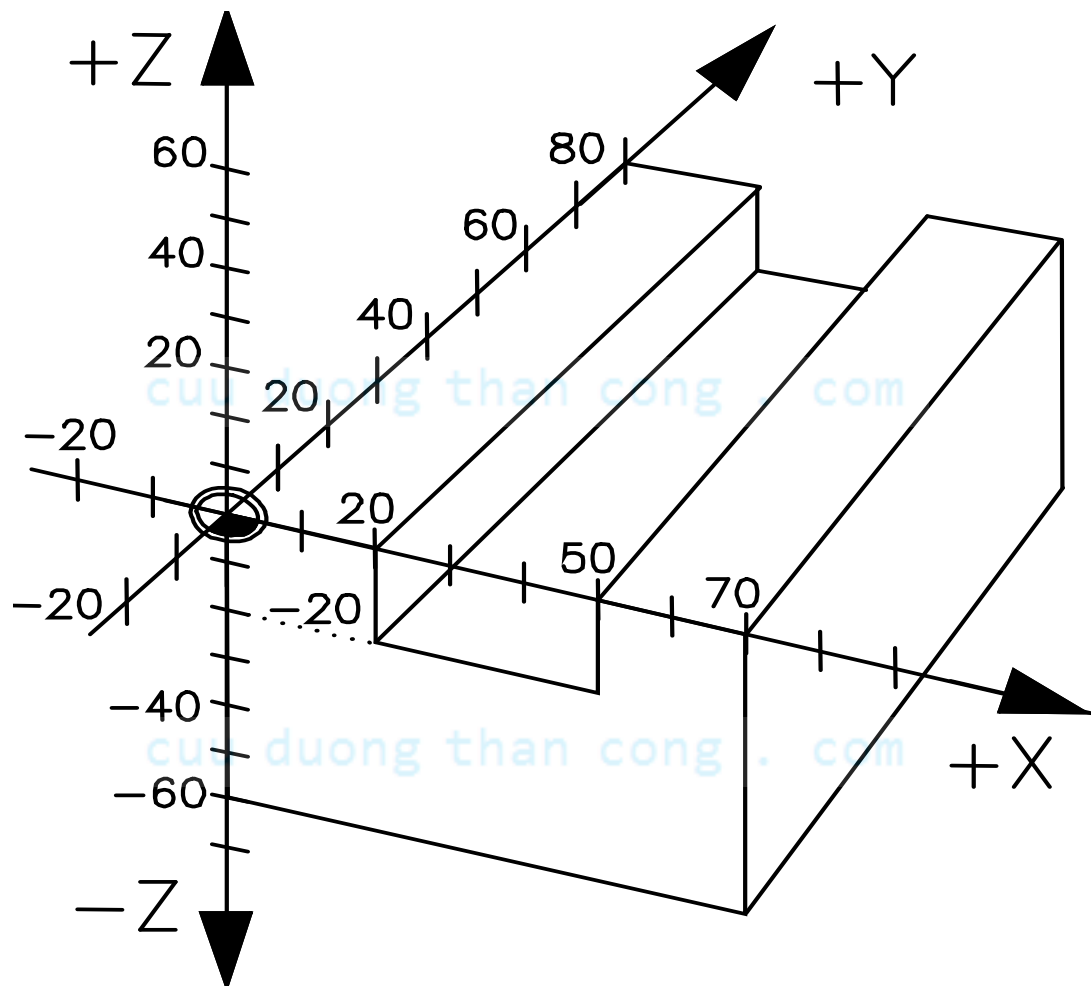


Hệ tọa độ cực (góc α dương)

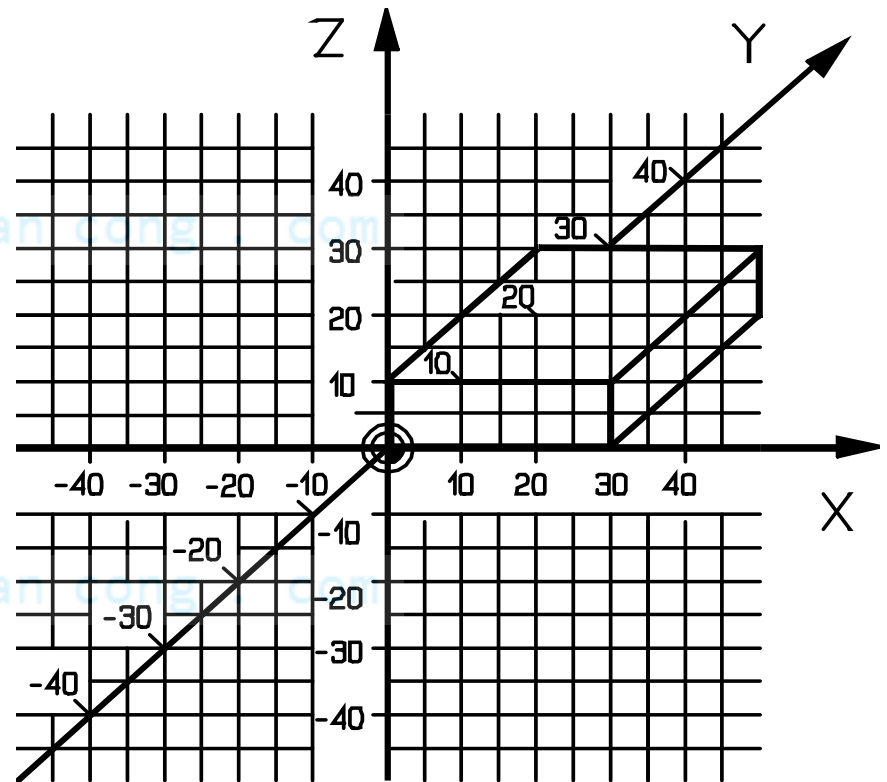
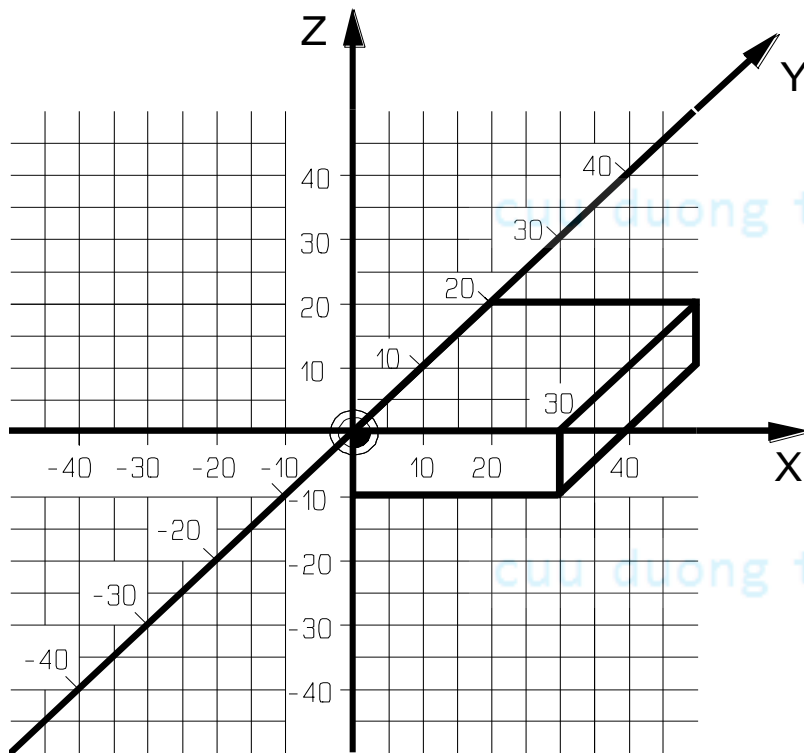
Hệ tọa độ máy và phôi trên máy phay CNC



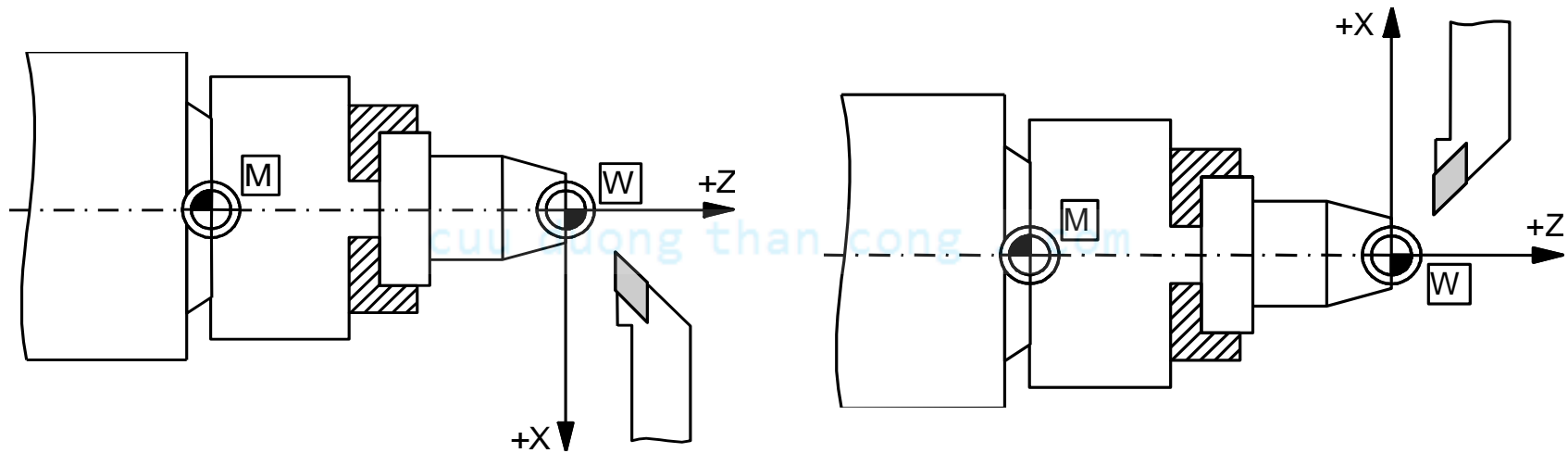
Hệ tọa độ phôi và các trục X, Y, Z



Góc tọa độ phôi ở mặt trên và mặt đáy phôi



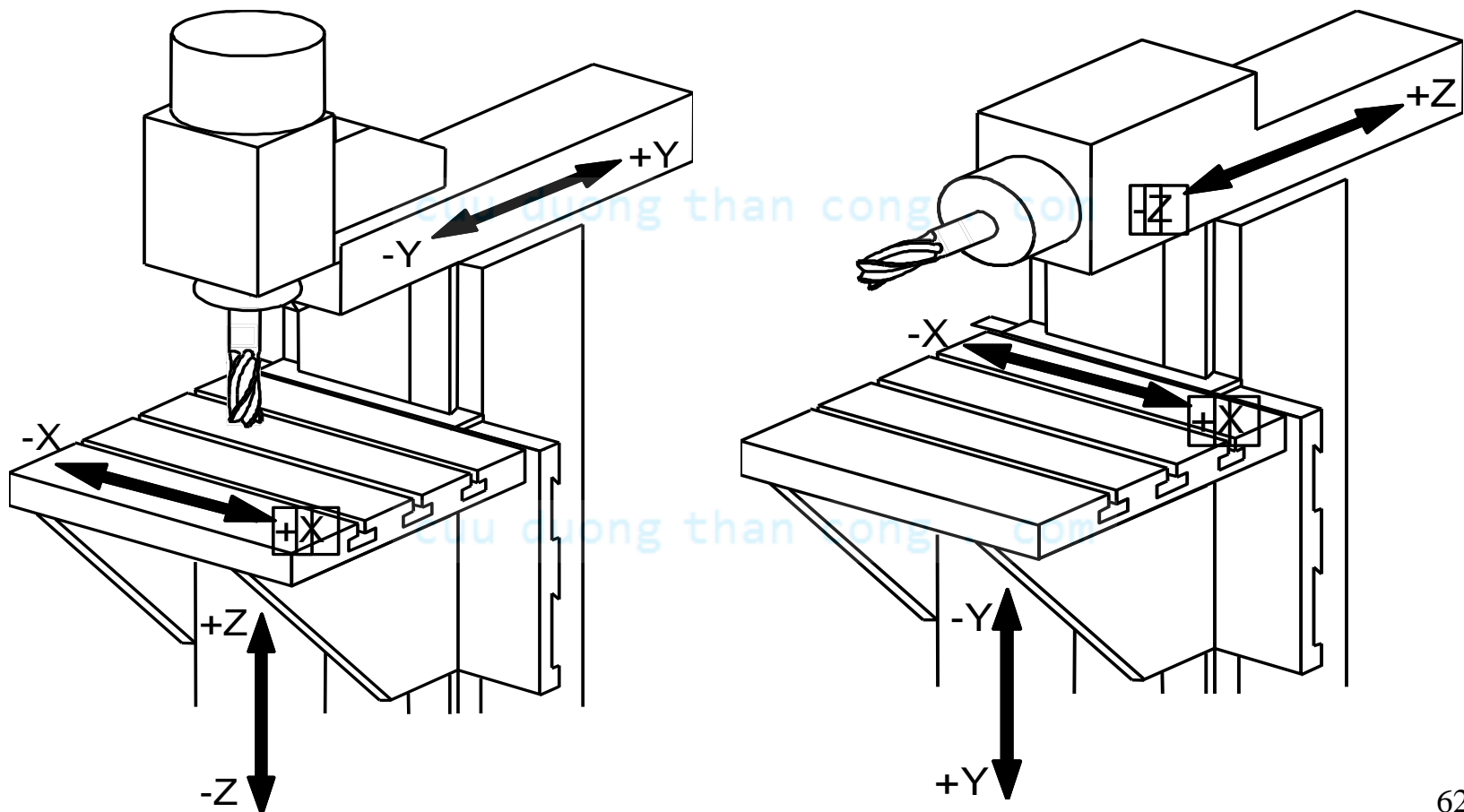
Hệ tọa độ máy và phôi trên máy tiện



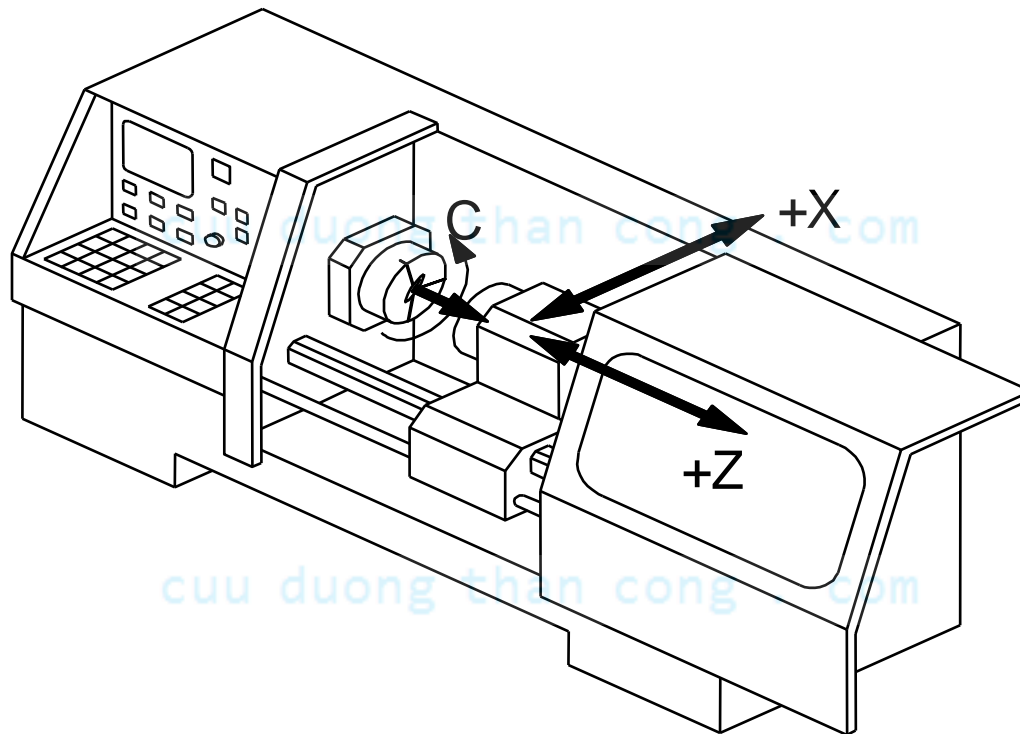
Chi tiết gia công tiện, đặt trong hệ tọa độ Đề-các 2 trục với dụng cụ cắt nằm phía trước tâm quay

Chi tiết gia công tiện, đặt trong hệ tọa độ Đề-các 2 trục với dụng cụ cắt nằm phía sau tâm quay

Các trục quay và trục bước tiến trên máy CNC

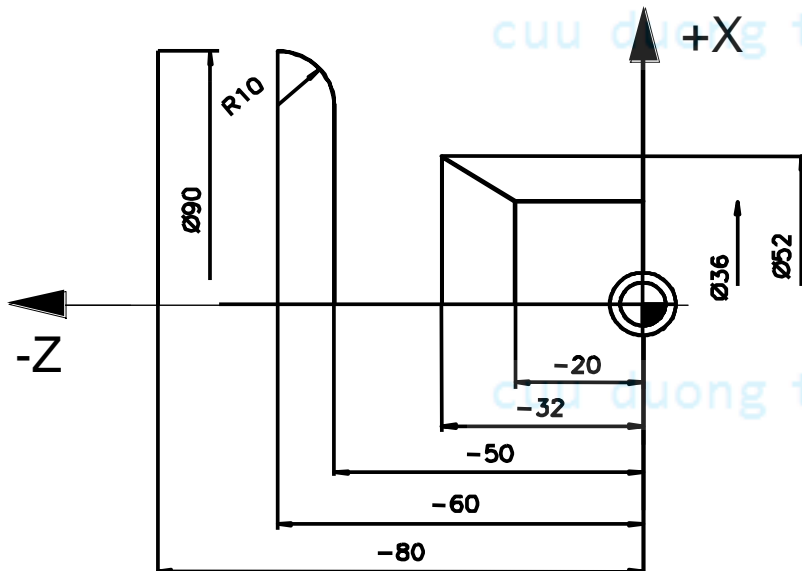


Các trục trên máy tiện CNC

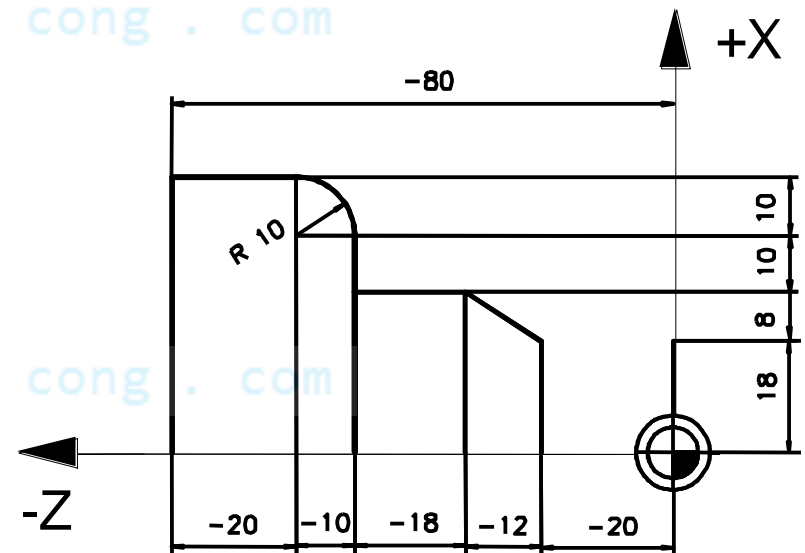


Ghi kích thước thích hợp theo NC

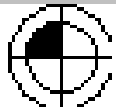

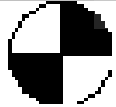
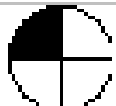
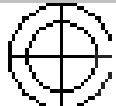
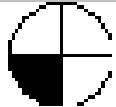
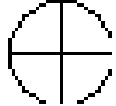
Ghi tuyệt đối



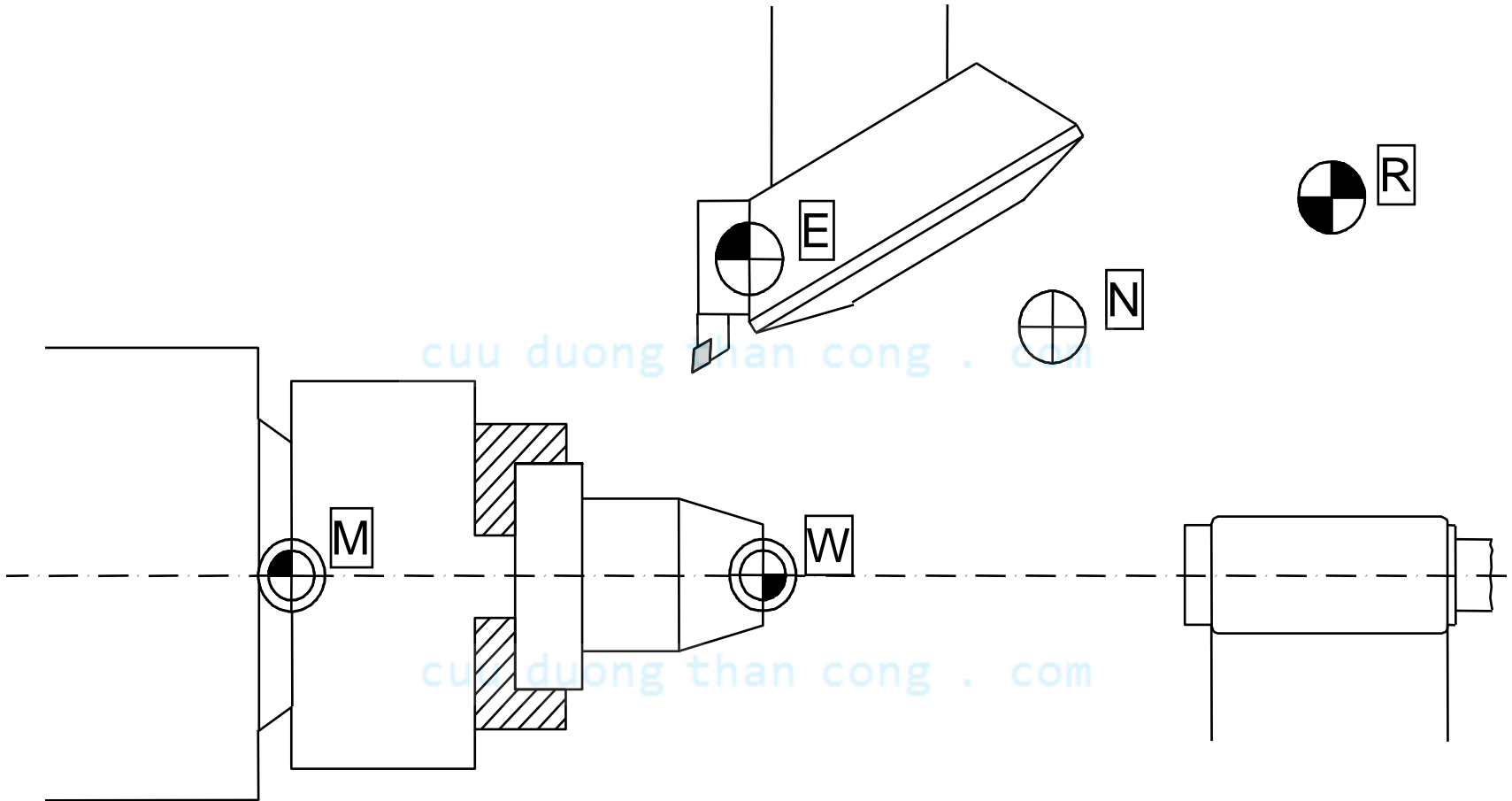
Ghi tương đối



6. Các điểm không “0” và điểm chuẩn trên máy CNC

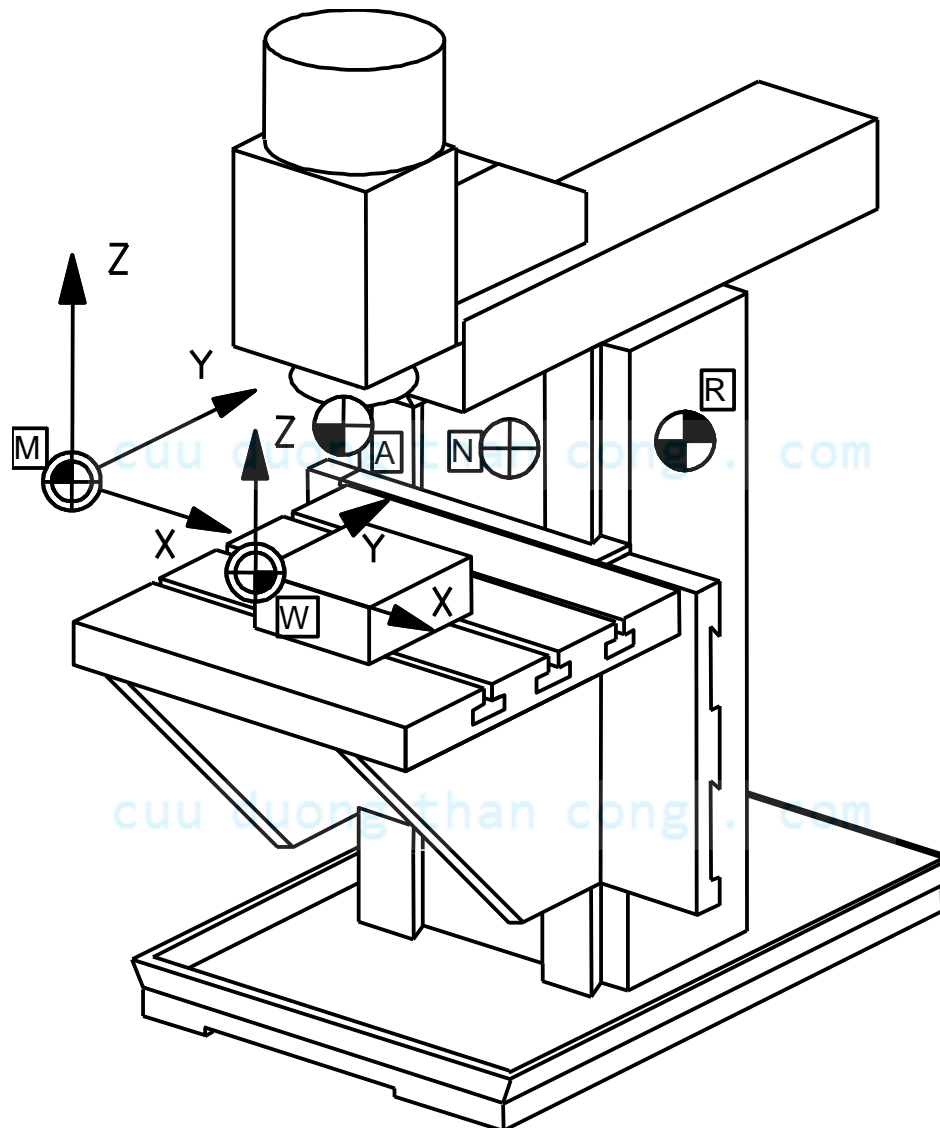
	M	Điểm không “0” của máy
	W	Điểm không “0” của chi tiết
	R	Điểm tham chiếu
	E	Điểm chuẩn của dụng cụ cắt
	B	Điểm hiệu chỉnh dụng cụ cắt
	A	Điểm cán dao
	N	Điểm thay dao

Các điểm chuẩn của máy tiện



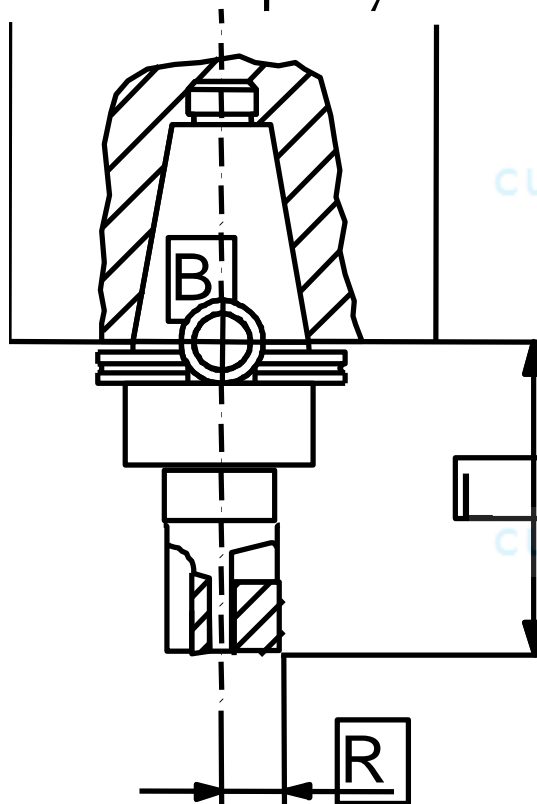
Vị trí của các điểm không “0” và điểm chuẩn trong tiện

Các điểm chuẩn trên máy phay

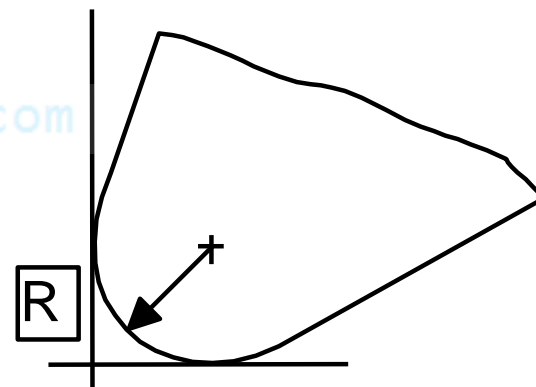
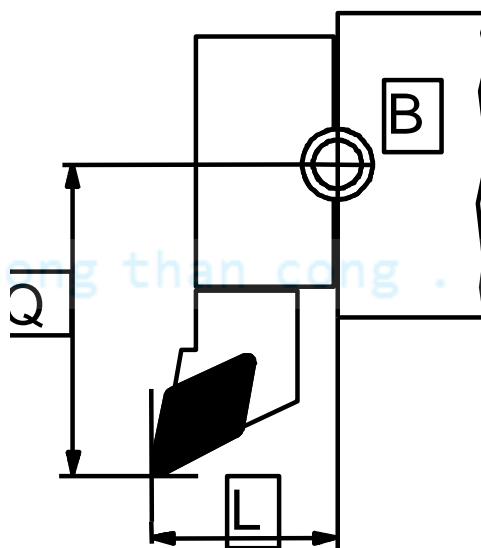


Điểm chuẩn của dụng cụ cắt E

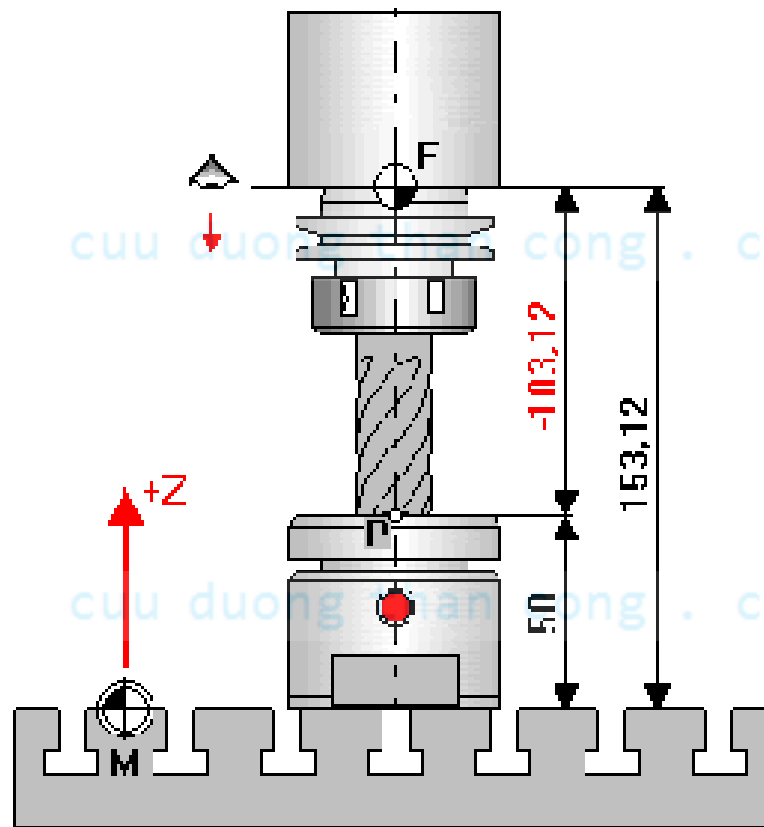
Vị trí của điểm hiệu
chỉnh dụng cụ cắt B
trên dao phay



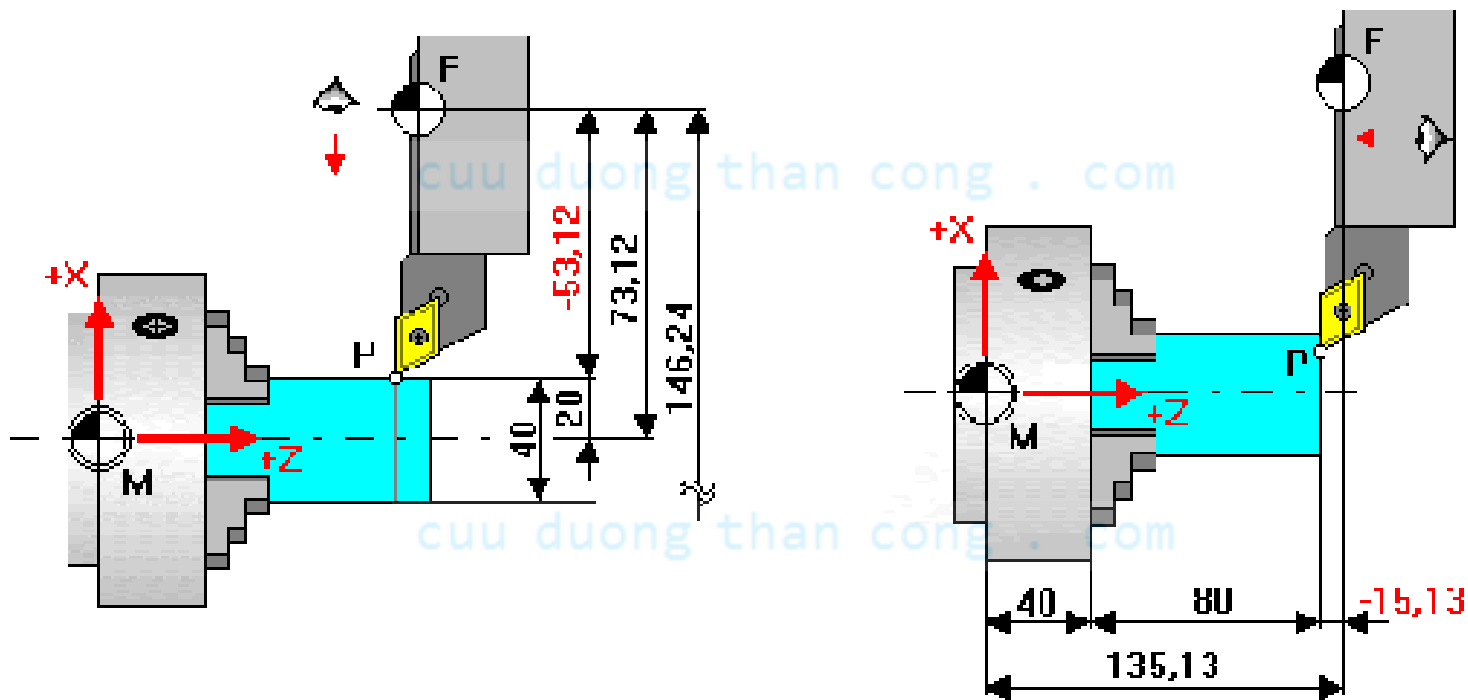
Vị trí của điểm hiệu
chỉnh dụng cụ cắt B
trên dao tiện



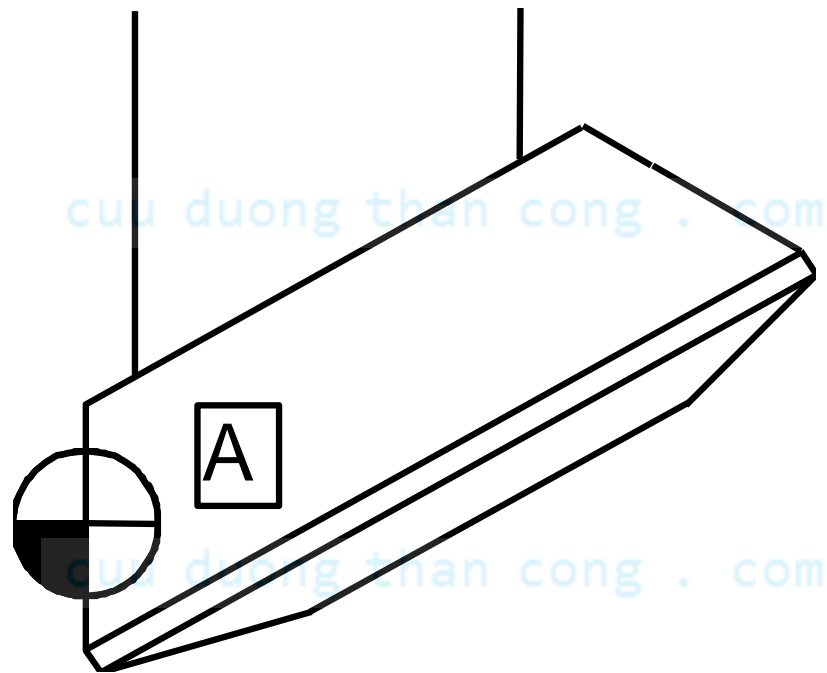
Đo chiều dài dao phay



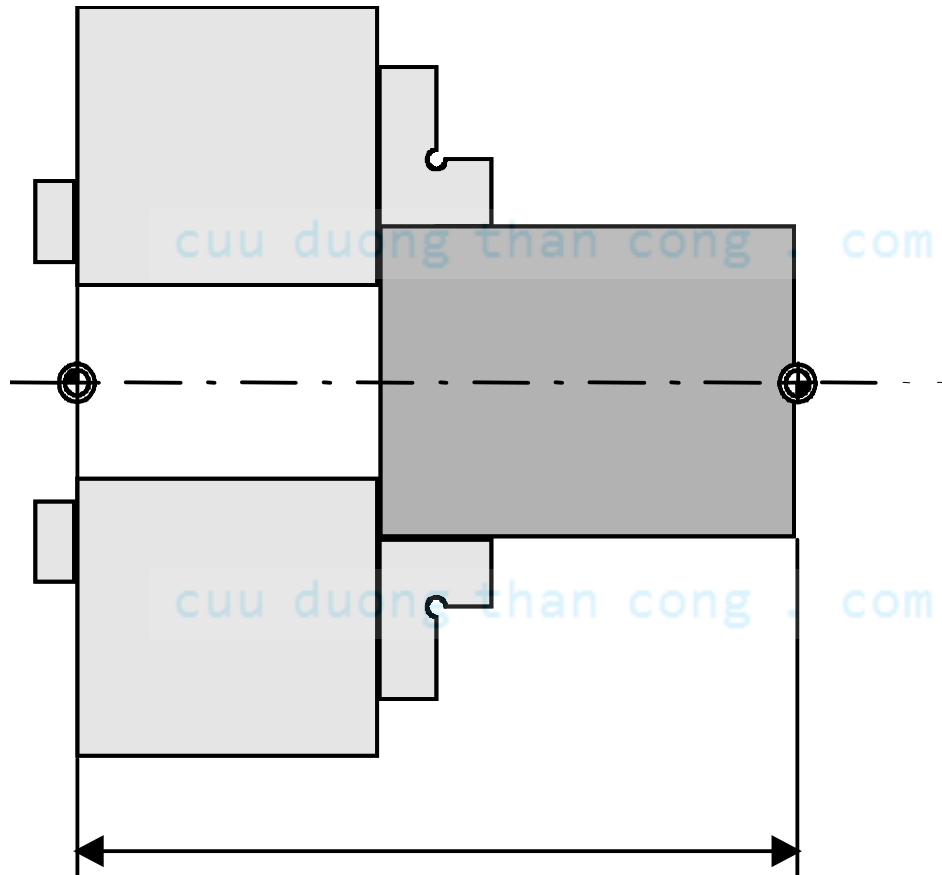
Đo chiều dài dao tiện



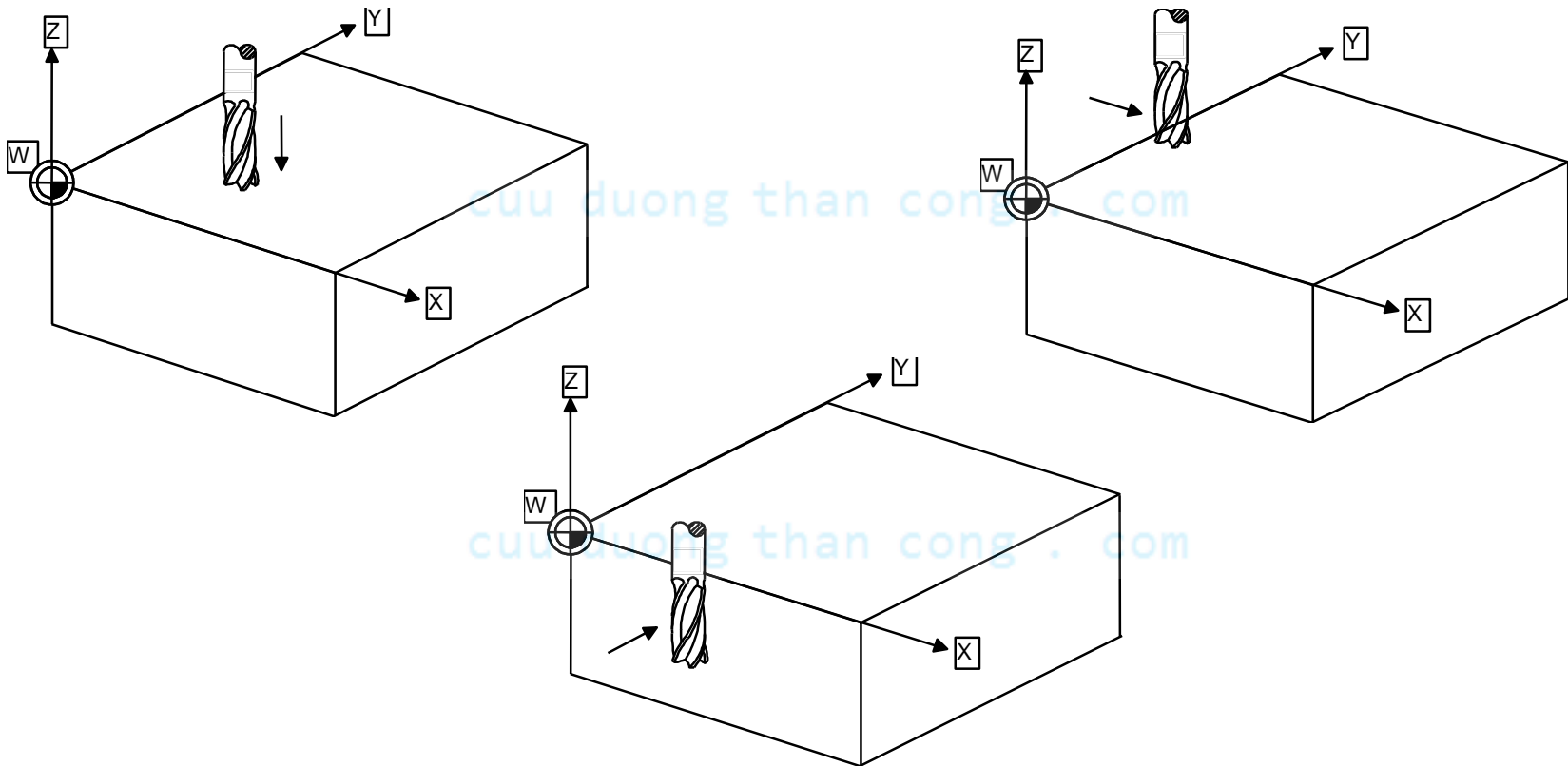
Điểm cân dao



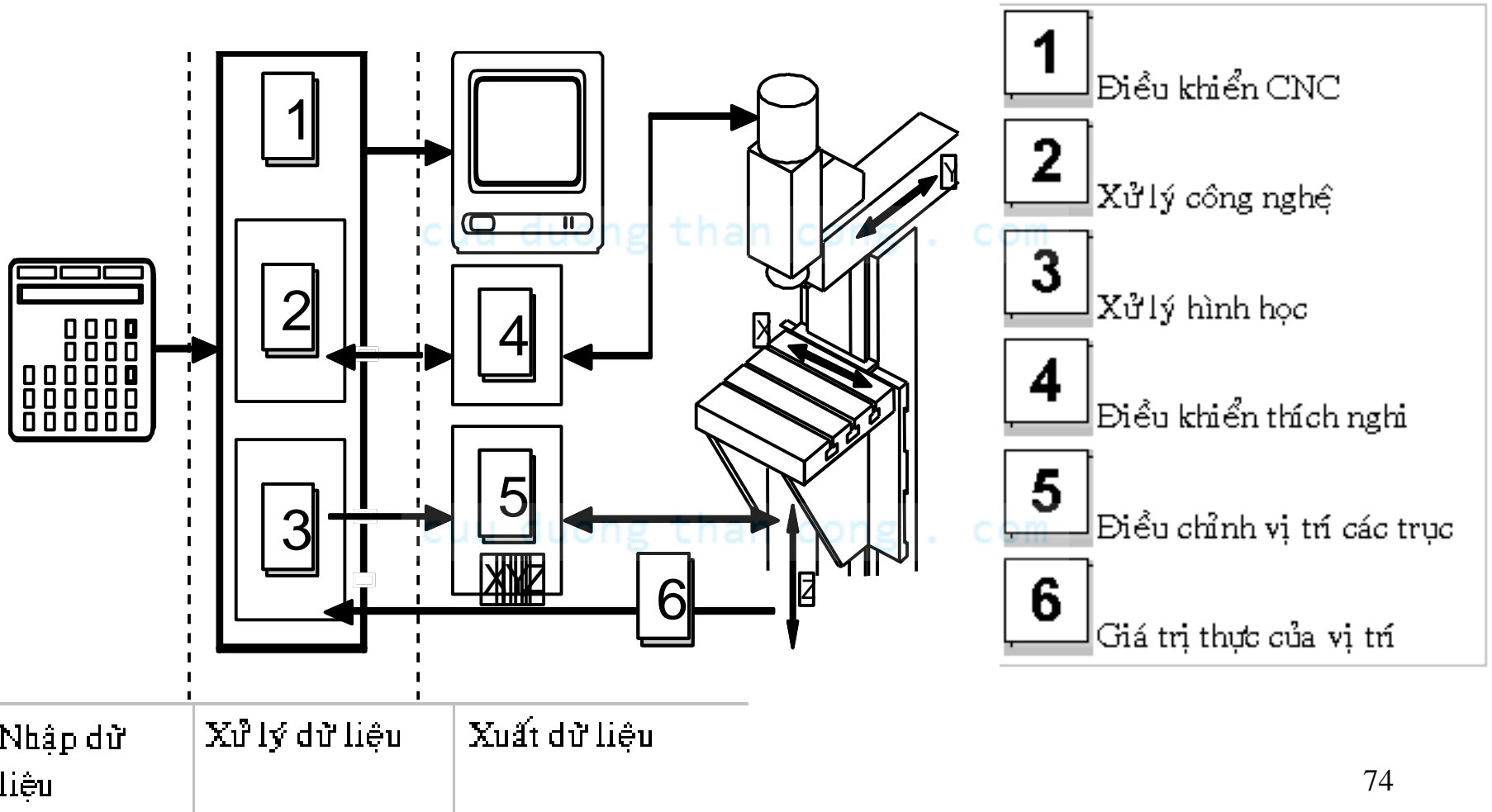
Cài đặt điểm không “0” của chi tiết W trên máy tiện CNC



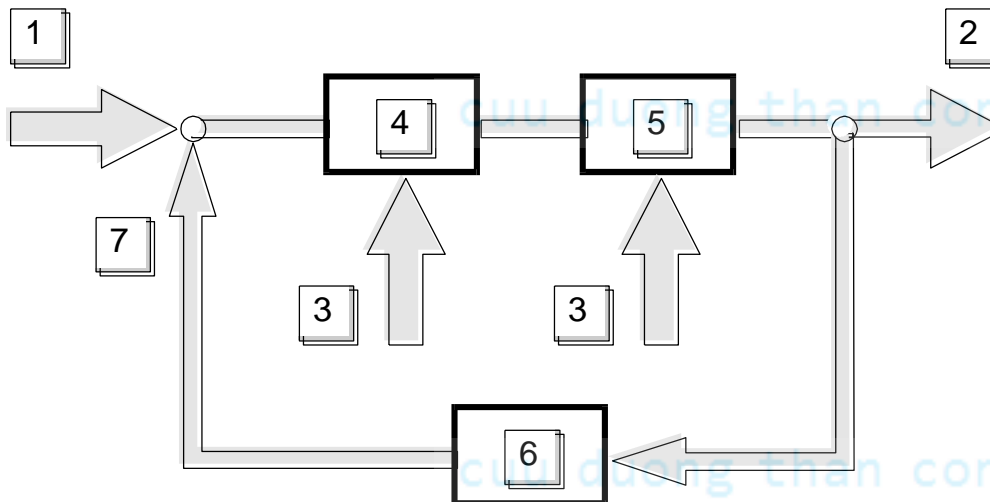
Cài đặt điểm không “0” của chi tiết W trên máy phay CNC



7. Điều khiển số trên máy công cụ CNC

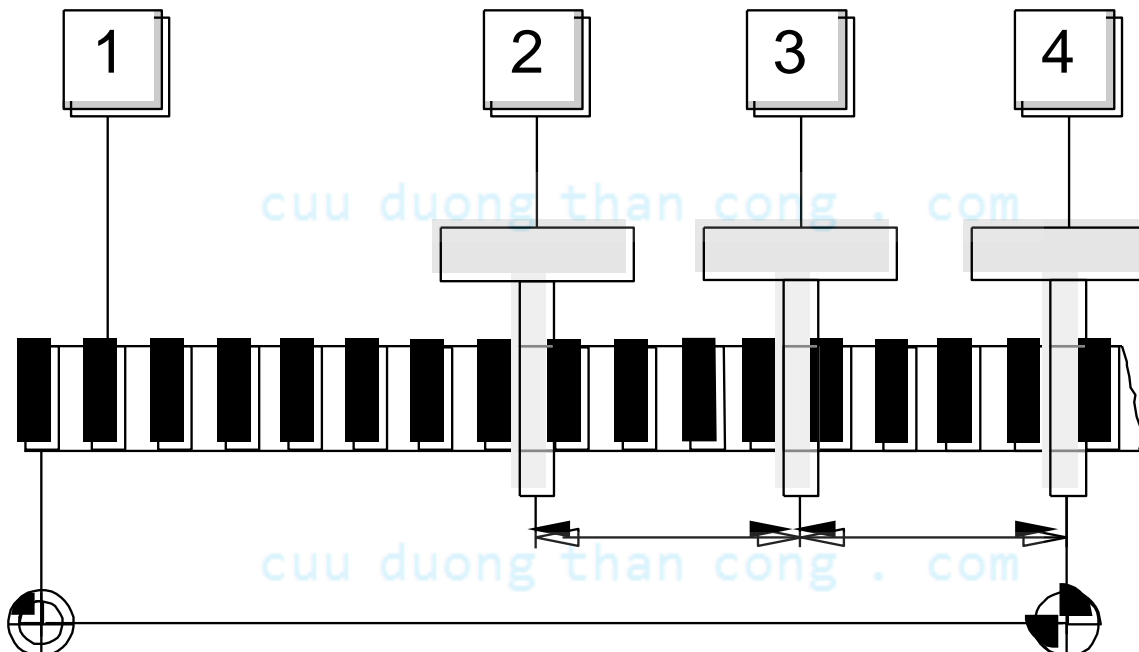


Đo hành trình

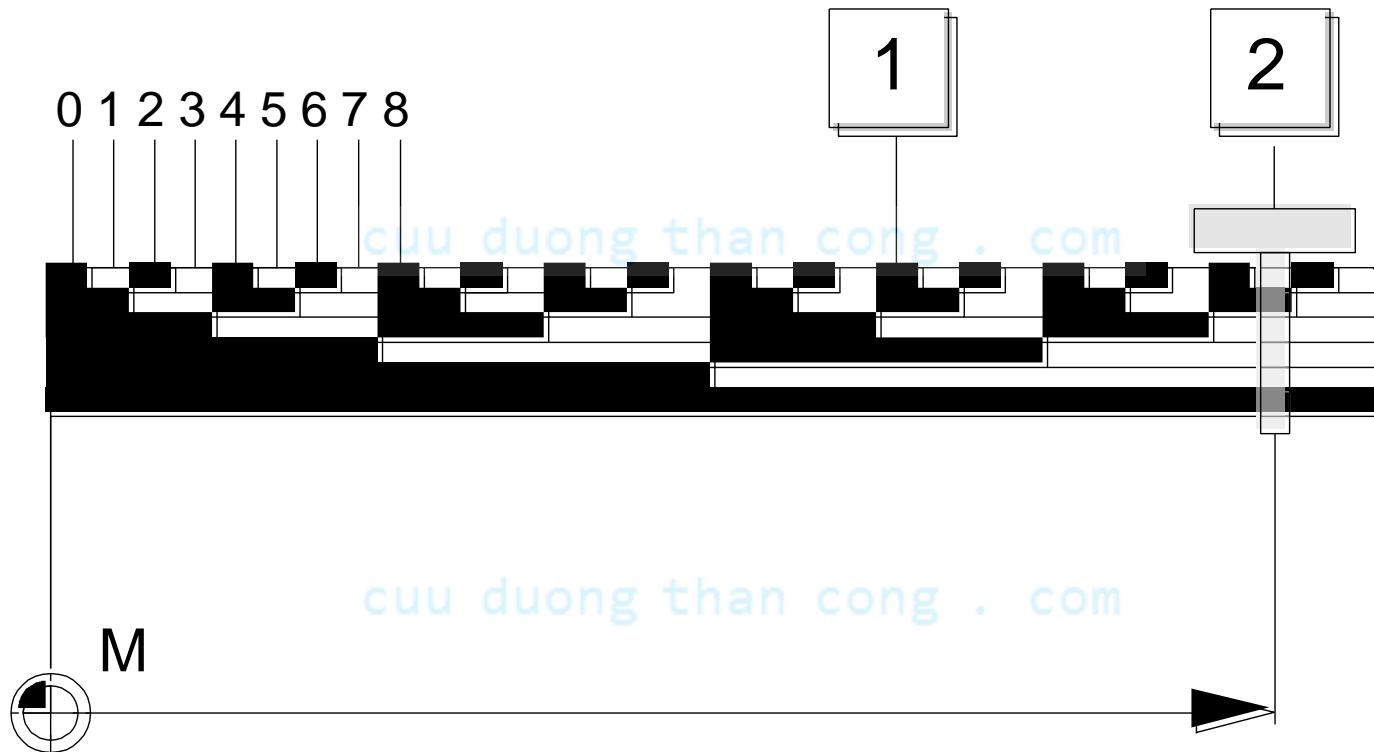


- 1- Đại lượng đầu vào
- 2- Đại lượng đầu ra
- 3- Đại lượng nhiễu
- 4- Động cơ
- 5- Vít me bi
- 6- Thiết bị đo
- 7- Đại lượng đầu ra (giá trị vị trí thực)

Đo hành trình tương đối



Đo hành trình tuyệt đối

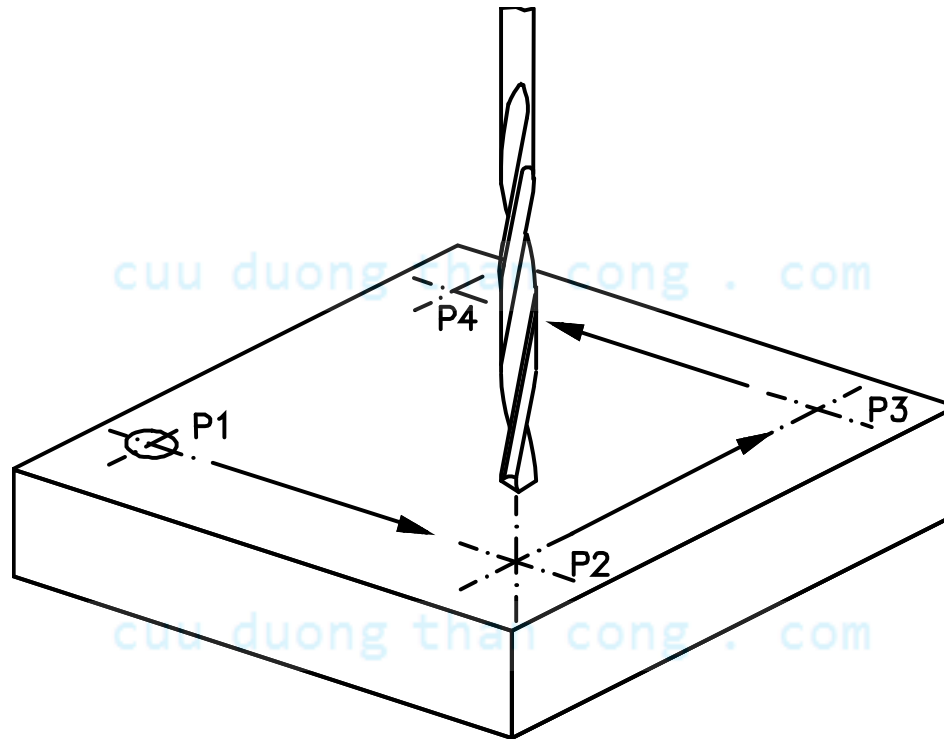


Các dạng điều khiển CNC

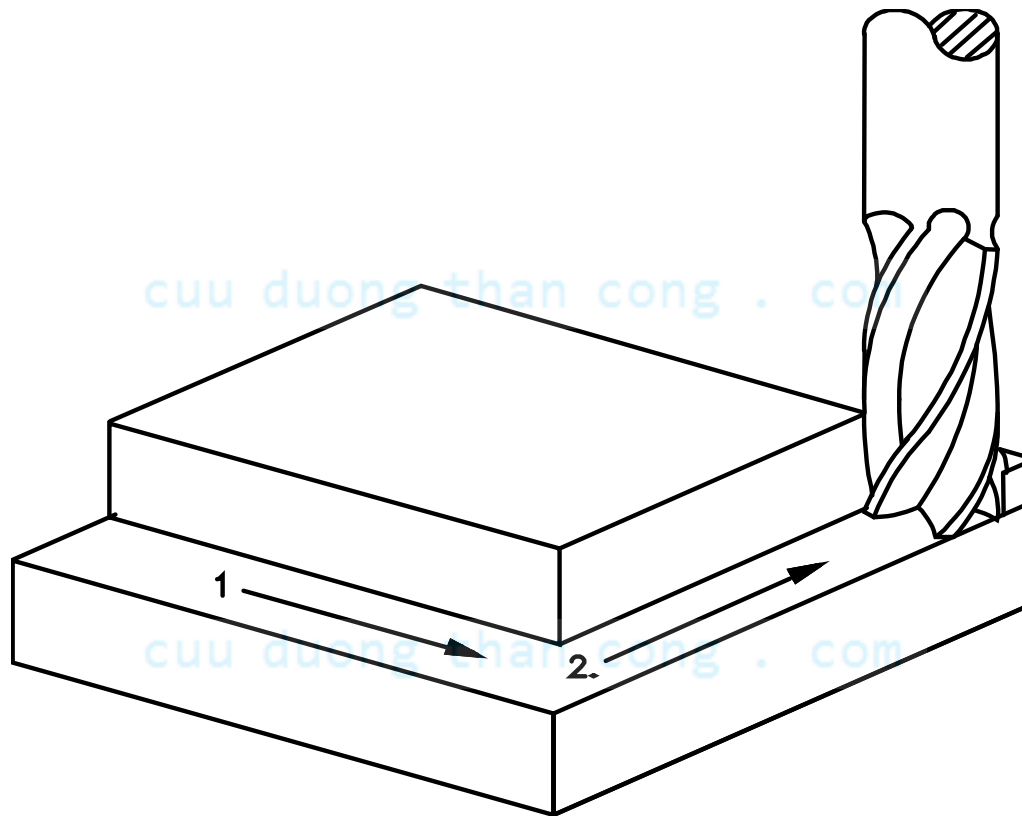
- Điều khiển điểm.
- Điều khiển đoạn.
- Điều khiển đường
 - Điều khiển 2D.
 - Điều khiển 2½D.
 - Điều khiển 3D.

cuu duong than cong . com

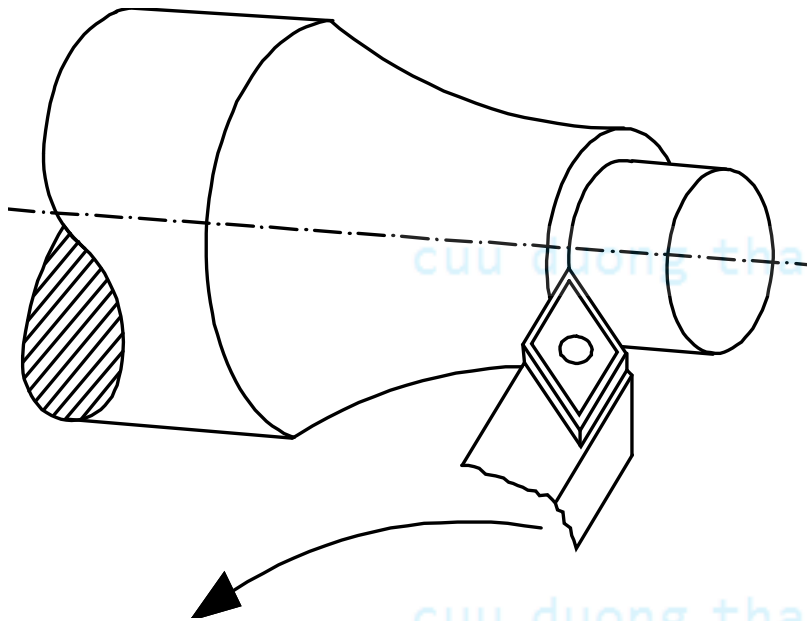
Điều khiển điểm



Điều khiển đoạn



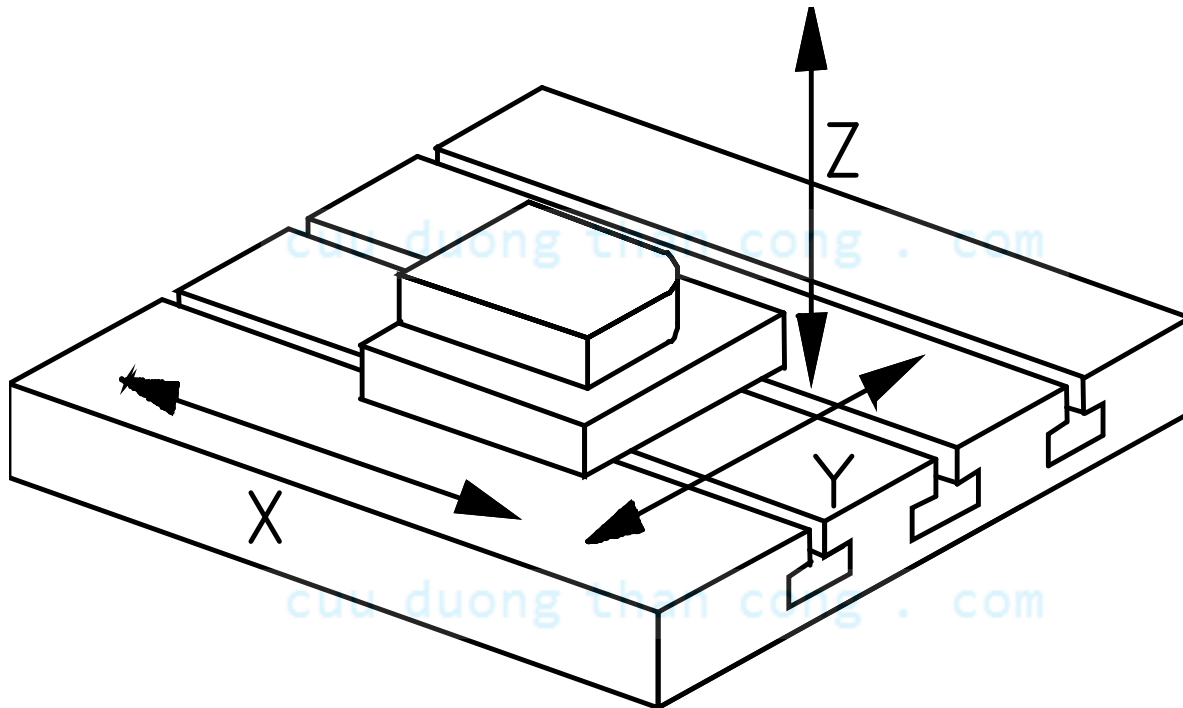
Điều khiển đường



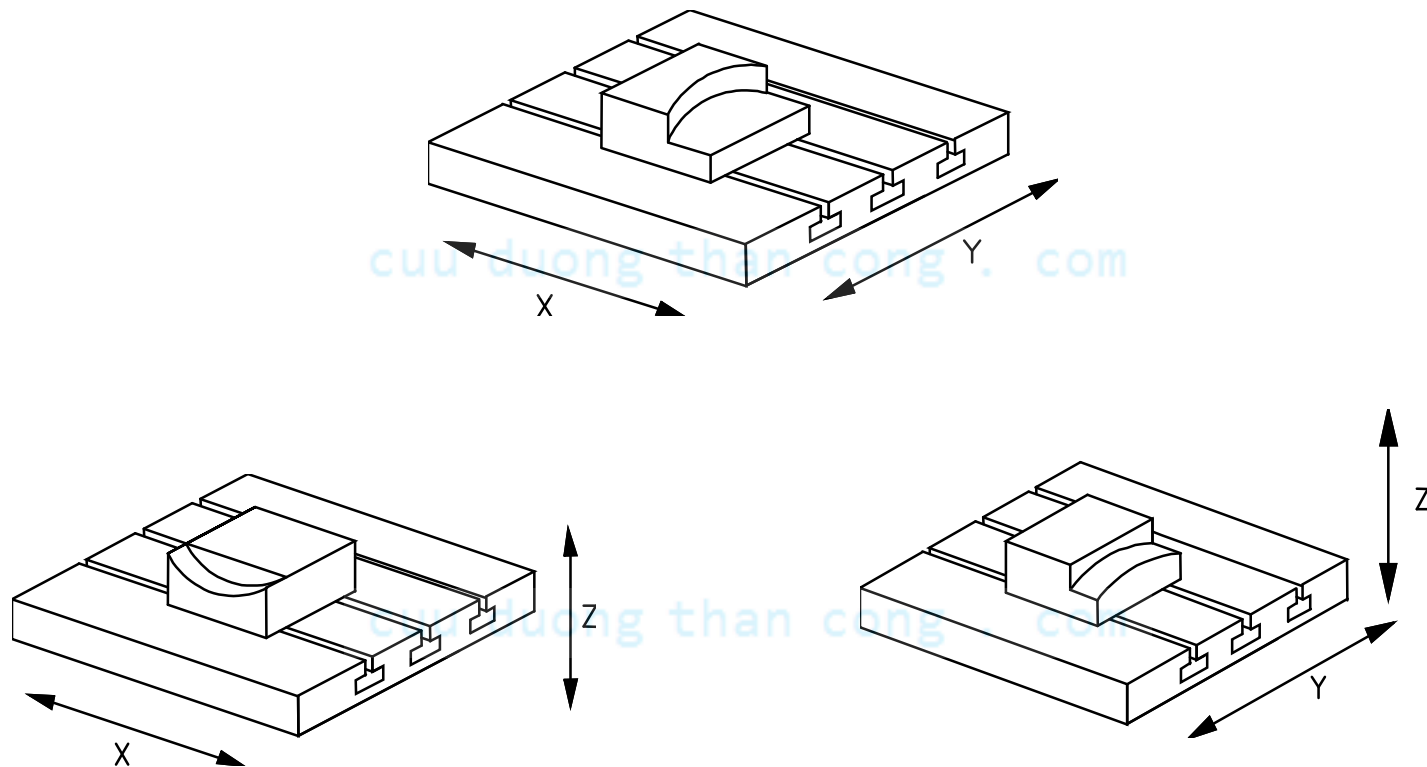
Tùy theo số lượng các trục được điều khiển đồng thời mà ta chia ra:

- Điều khiển 2D.
- Điều khiển 2½D.
- Điều khiển 3D.

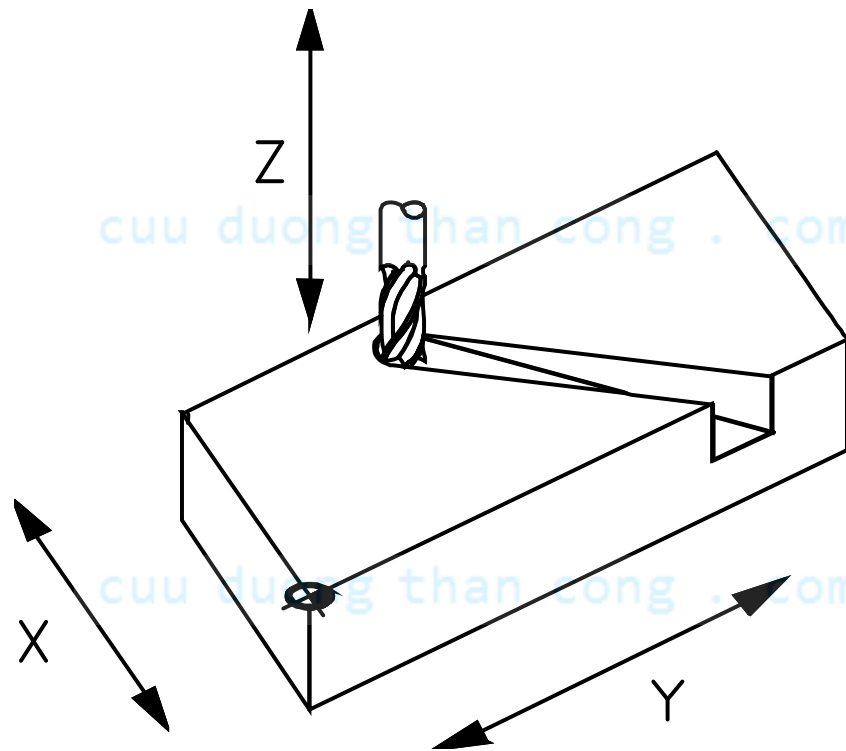
Điều khiển 2D.



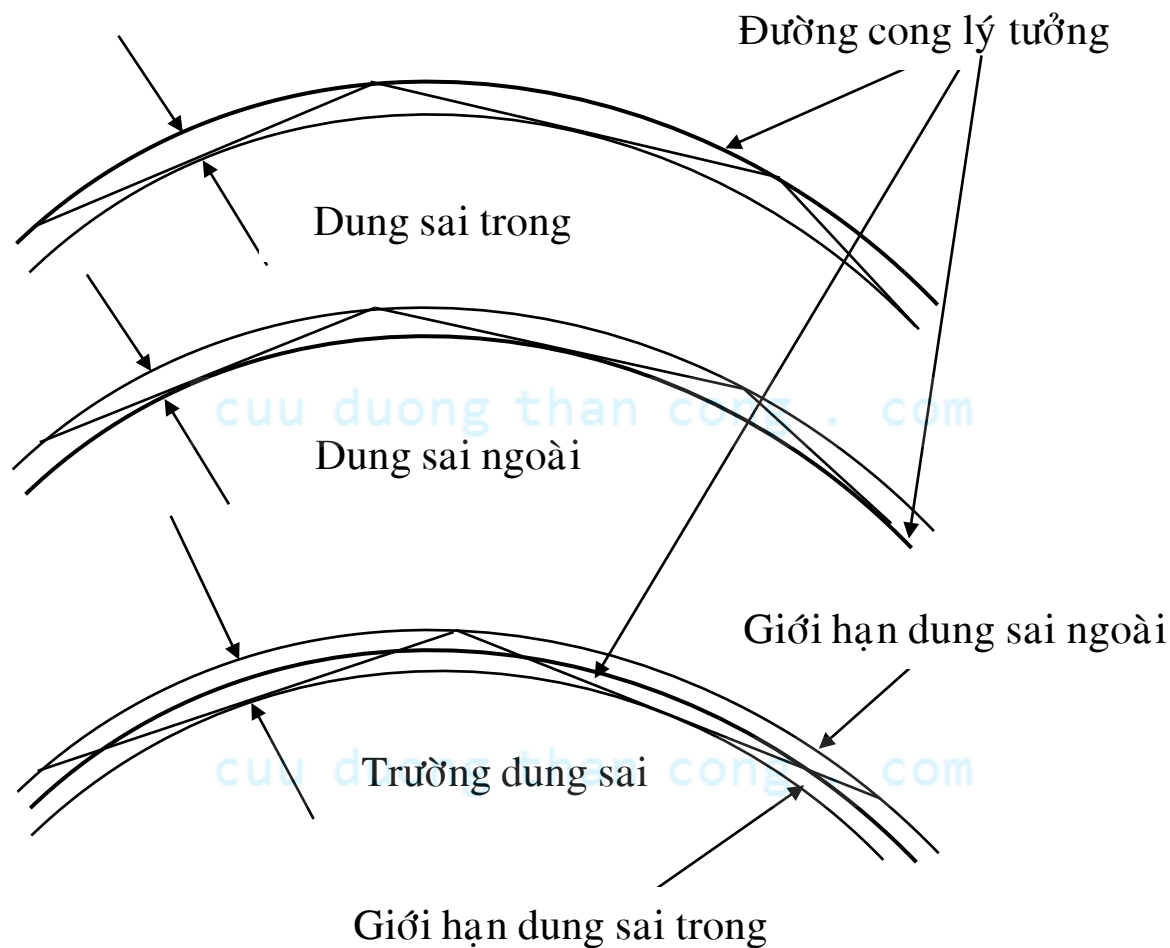
Điều khiển $2\frac{1}{2}D$



Điều khiển 3D



Độ chính xác của đường cong



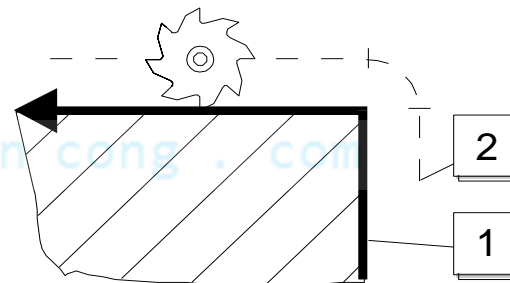
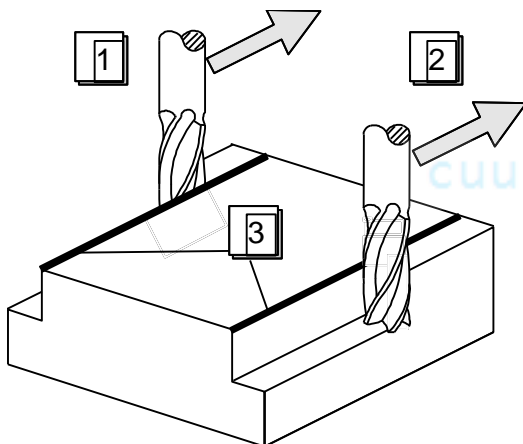
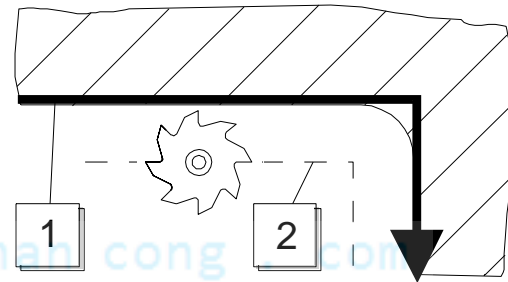
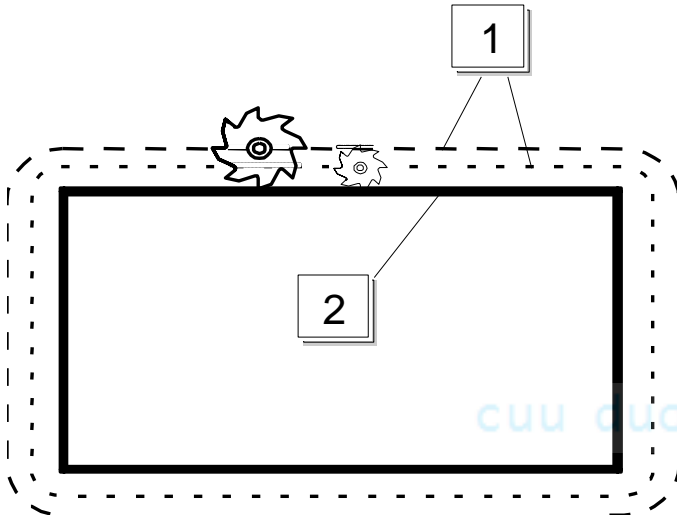
8. Hiệu chỉnh dụng cụ cắt trong gia công CNC

Ý nghĩa và mục đích của các giá trị hiệu chỉnh dụng cụ cắt

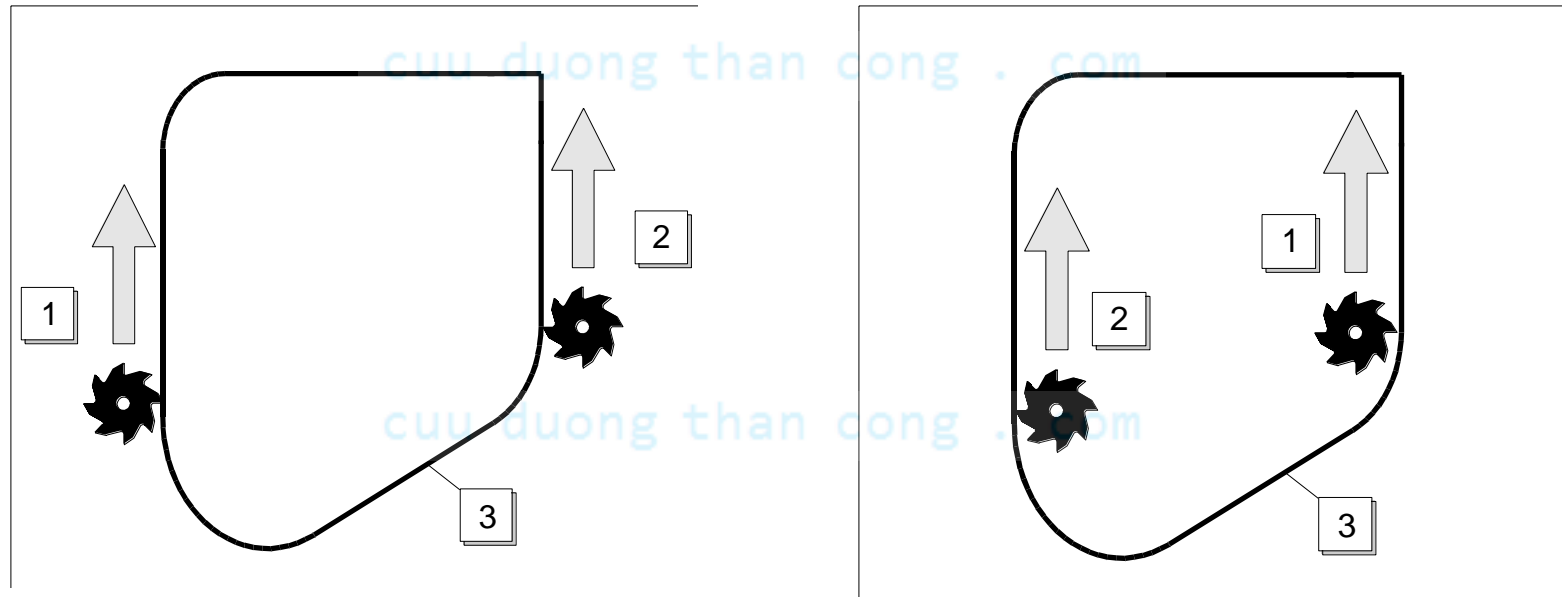
Có thể sử dụng trực tiếp các thông số của bản vẽ chi tiết gia công để lập trình mà không cần quan tâm đến chiều dài hay bán kính thực sự của dụng cụ cắt.

Các thông số về chiều dài cũng như bán kính dao phay, mảnh hợp kim của dao tiện được đo, lưu trong bộ nhớ, được xem xét, quản lý bởi hệ điều khiển CNC khi vận hành máy CNC.

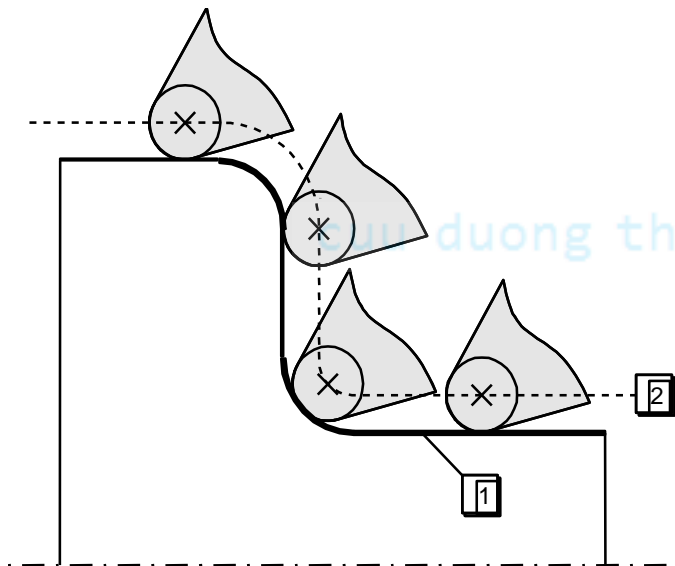
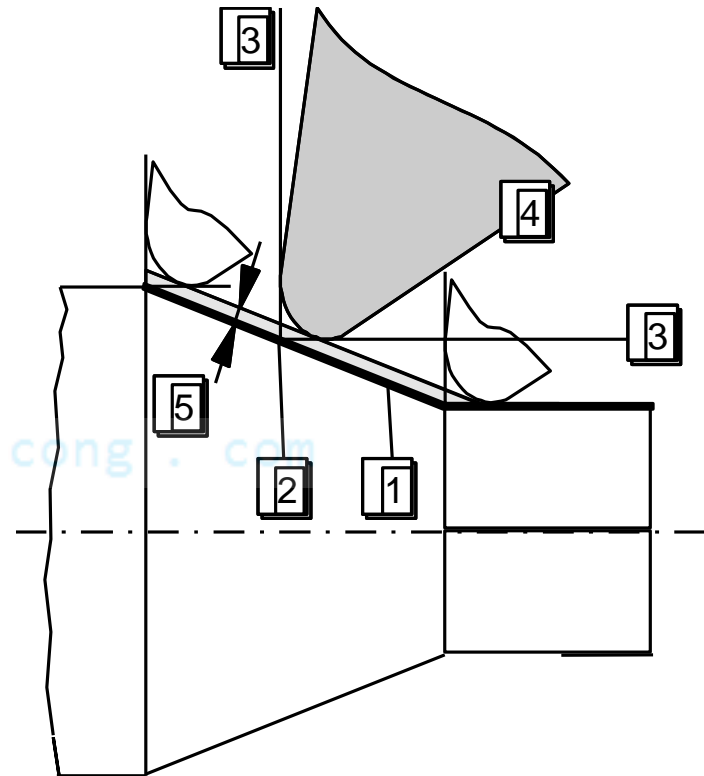
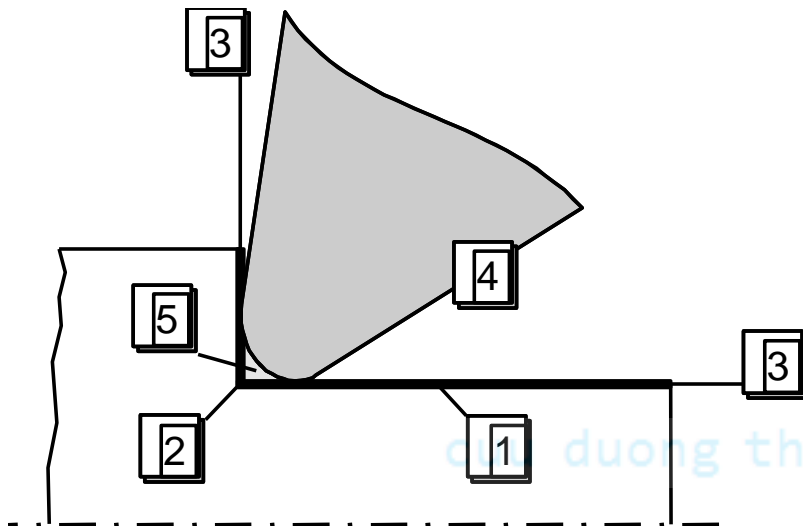
Hiệu chỉnh bán kính dao phay



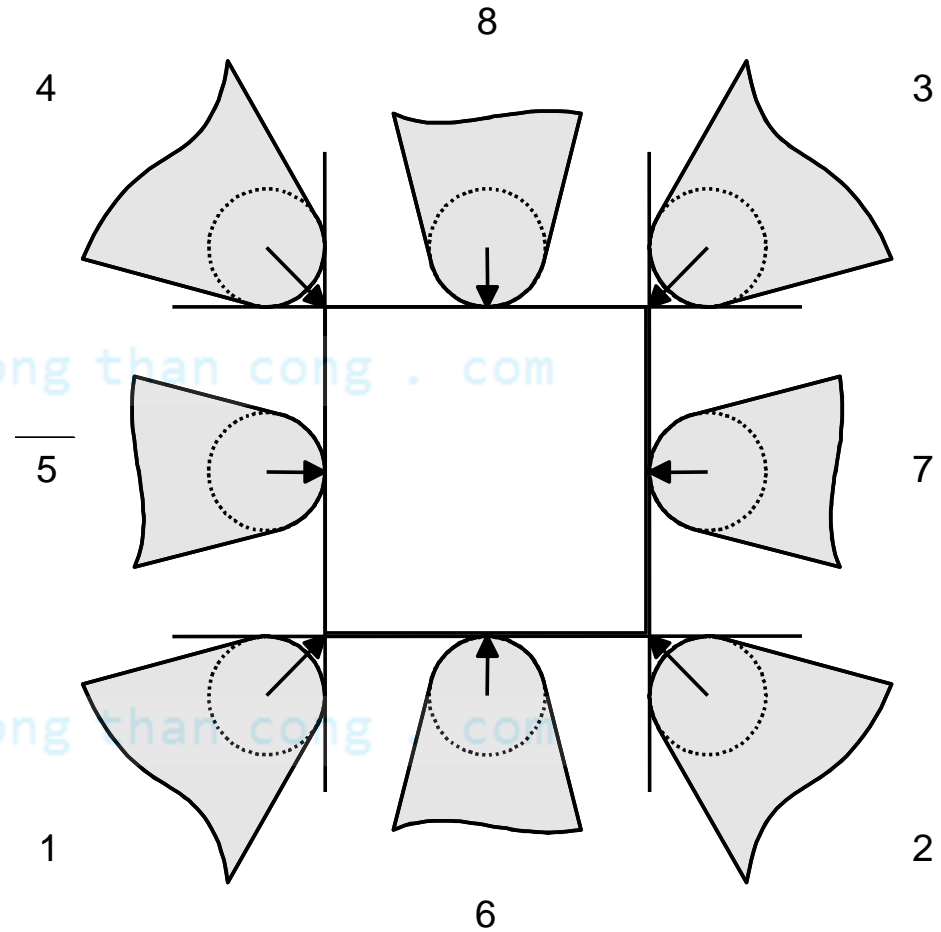
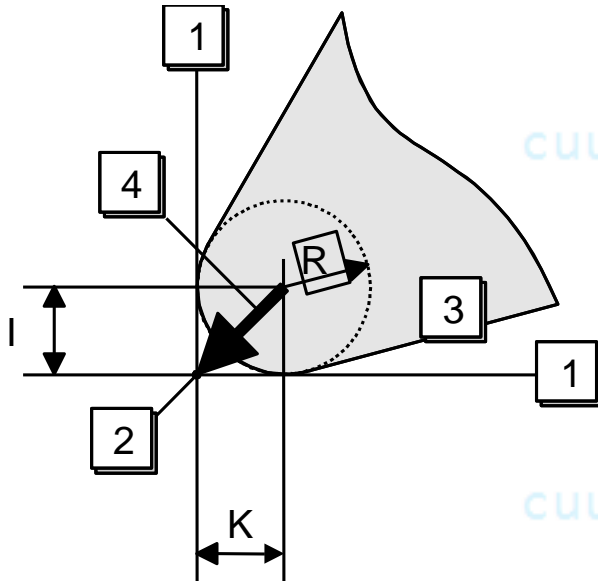
Hiệu chỉnh bán kính dao bên trái và bên phải



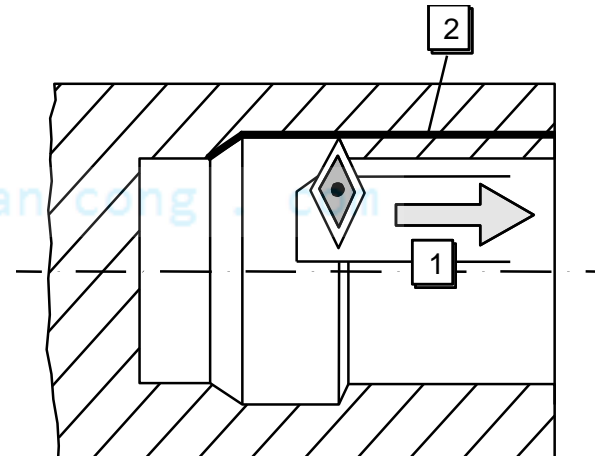
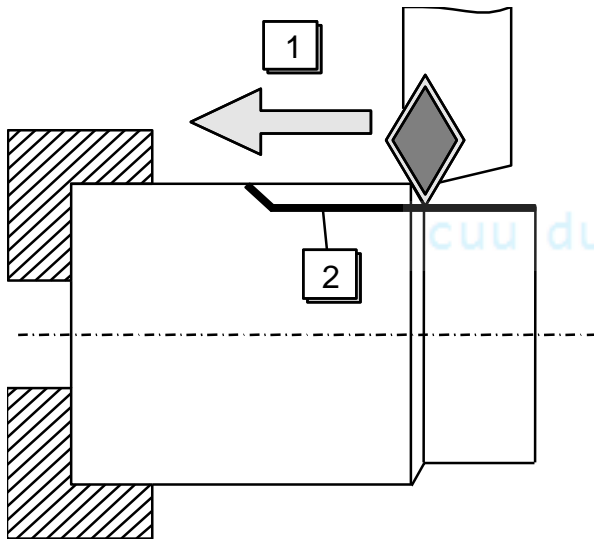
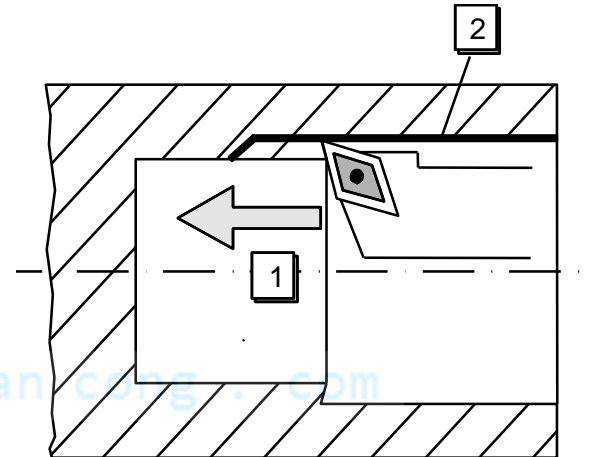
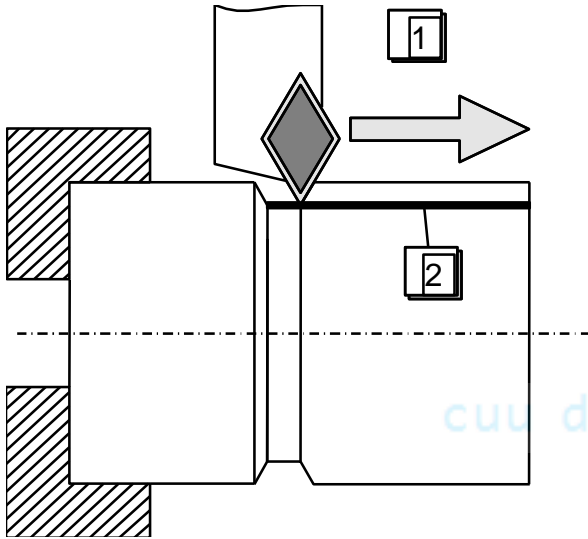
Hiệu chỉnh bán kính mũi dao (tiện).



Vector hiệu chỉnh bán kính mũi dao



Các dạng offset dao tiện



Tóm lược

Trong chương này chúng ta đã nghiên cứu các vấn đề sau đây:

1. CNC là gì?
 2. Lịch sử phát triển của CNC
 3. Các thành phần của hệ thống CNC
 4. Đặc điểm của máy công cụ CNC
 5. Hệ tọa độ trên máy công cụ CNC
 6. Các điểm 0 và điểm chuẩn trên máy CNC
 7. Điều khiển số trên máy công cụ CNC
 8. Hiệu chỉnh dụng cụ cắt trong gia công CNC
- Nắm vững những tri thức trên, sẽ giúp cho việc lập trình và vận hành máy CNC một cách hiệu quả.