

Bài 4

LẬP TRÌNH CƠ BẢN TIỆN CNC

I. CHUẨN BỊ LẬP TRÌNH

Lập trình cho máy CNC là thiết lập một chương trình bao gồm toàn bộ sự chỉ dẫn các hoạt động của máy để gia công một chi tiết đã cho. Viết chương trình CNC phải theo một số nguyên tắc đã được chuẩn hoá theo một hệ thống ISO. Để viết một chương trình cần phải có các dữ liệu sau:

1. **Dữ liệu hình học:** bao gồm các tọa độ xác định hình dáng chi tiết gia công
2. **Dữ liệu gia công:** là các dữ liệu để tạo thành các chu kỳ làm việc, các thời điểm kiểm tra, điều chỉnh, thay dao.
3. **Dữ liệu công nghệ:** là những dữ liệu xác định các điều kiện gia công như vận tốc trục chính, lượng chạy dao ...

II. PHƯƠNG PHÁP LẬP TRÌNH

Đối với phần mềm **FANUC (DENFORD)** của trường ta có hai phương pháp để tạo ra một chương trình cắt gọt đó là:

1. Phương pháp lập trình căn bản

- Muốn tạo ra 1 chương trình cắt gọt theo phương pháp này ta phải nắm vững cấu trúc của chương trình, cấu trúc của các câu lệnh. Trên cơ sở các câu lệnh đó ta lập nên 1 chương trình thể hiện thứ tự gia công chi tiết theo 1 quy trình công nghệ do ta lập ra.

- Phương pháp này có những ưu điểm và nhược điểm sau:

* **Ưu điểm:** chương trình ngắn gọn thời gian gia công chi tiết ngắn có thể viết chương trình ở nhà không cần dùng đến máy .

* **Nhược điểm:** Mất nhiều thời gian để lập chương trình, nắm vững cấu trúc chương trình, cấu trúc câu lệnh, quy trình công nghệ gia công chi tiết, dễ xảy ra sai số .

2. Phương pháp lập trình phần mềm (LATHE CAM)

* **Ưu điểm:** Không cần nắm vững cấu trúc chương trình, cấu trúc câu lệnh quy trình công nghệ gia công chi tiết, tốn rất ít thời gian để lập trình vì chương trình được tạo ra 1 cách tự động .

* **Nhược điểm:** Chương trình dài, thời gian công rất lâu và khi lập trình nhất thiết phải dùng đến máy.

3. Cấu trúc của một chương trình CNC

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

Một chương trình CNC gồm :

- Ký hiệu mở đầu chương trình - Để phân biệt với các chương trình khác, dùng lưu trữ chương trình trong bộ nhớ.
- Thứ tự câu lệnh và những câu lệnh.
- Ký hiệu kết thúc chương trình.

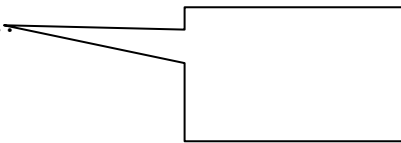
Câu lệnh :

Câu lệnh được viết trên một hàng của chương trình, bao gồm một hoặc một nhóm lệnh thực hiện cùng một lúc. Nó có thể chứa một hoặc nhiều lệnh chức năng và trong mỗi chức năng có thể có một vài lệnh, nhưng những lệnh đó phải thực hiện những hoạt động độc lập nhau. Ngay cả trường hợp khác chức năng nhưng do thứ tự hoạt động cũng không thể đặt vào cùng câu lệnh.

Ví dụ : Trong một câu lệnh không thể thông tin cho máy vừa mở dung dịch trơn nguội lại vừa tắt dung dịch trơn nguội (M08 M09); Vừa quay trục chính lại vừa dừng trục chính (S1800 M03 M05).

Cấu trúc một câu lệnh như sau :

N.... G... X... Y... Z... F... S... T... M...



Thứ tự câu lệnh

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

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

* Cấu trúc một chương trình gồm:

1. Mở đầu chương trình.
 2. Thay dao.
 3. Tiến tới gần chi tiết gia công.
 4. Thực hiện cắt gọt.
 5. Rời khỏi chi tiết gia công.
 6. Thay dao.
 7. Nhắc lại từ 2 đến 7.
 8. Kết thúc chương trình.
- **Mở đầu chương trình** : Được thực hiện ở câu lệnh đầu tiên của chương trình, bằng một ký hiệu số của chương trình và đơn vị dùng trong chương trình (hệ mét hay hệ inch).

- **Thay dao** : được thực hiện tự động. Máy Tiện CNC DENFORD NOVATURN có ổ dao chứa được 8 dao, vì vậy chương trình có thể thực hiện tối đa là 8 dao. Muốn thay dao, ổ dao của máy phải về chuẩn R. Ổ dao có đánh số 8 vị trí, vì vậy việc thay dao trong chương trình phải phù hợp với số vị trí trên ổ dao và các thông số của dao ở vị trí trên ổ dao phải được cài đặt trước khi thực hiện chương trình. Các dao 1,3,5,7 để gia công ngoài, còn các dao 2,4,6,8 để gia công lỗ.
- **Tiến tới gần chi tiết gia công** : Được thực hiện với tốc độ chạy dao nhanh đến gần chi tiết gia công. Tốc độ chạy dao do máy CNC ấn định. Người lập trình không cần lập trình tốc độ này. Hiệu chỉnh dao nếu cần.
- **Thực hiện cắt gọt** : Dao di chuyển theo quỹ đạo với tốc độ cắt do người lập trình thiết kế và lập trình.
- **Rời khỏi chi tiết gia công** : Xóa mọi hiệu chỉnh dao và rời khỏi chi tiết gia công với tốc độ chạy dao do máy CNC ấn định. Khi rời khỏi chi tiết nên trả dao về chuẩn R, để có thể thay dao hoặc cắt dao.
- **Kết thúc chương trình** : Bằng một lệnh kết thúc chương trình.

III. TẬP LỆNH G - M

1. Mã lệnh G - Codes

CHÚ Ý : KHÔNG PHẢI MÃ G NÀO CŨNG CÓ THỂ ÁP DỤNG ĐƯỢC CHO TỪNG LOẠI MÁY.

NHÓM	LỆNH	CHỨC NĂNG
0	G04	Dừng dao
	G10	Cài đặt giá trị offset bằng phần mềm
	G28	Quay trở về điểm tham chiếu
	G27	Kiểm tra việc quay trở về điểm tham chiếu
	G29	Quay trở về điểm tham chiếu
	G30	Quay trở về điểm tham chiếu thứ 2
	G31	Nhảy bỏ không thi hành lệnh
	G36	Bù dao theo trục X
	G37	Bù dao theo trục Z
	G50	Đặt tốc độ quay tối đa ở chế độ tốc độ cắt bề mặt không đổi (CSS)
	G72	Chu trình tiện thô trục theo hướng kính
	G73	Chu trình tiện thô trục theo hướng trục (Song song với biên dạng)
	G74	Chu trình khoan lỗ theo trục Z
	G75	Chu trình khoét rãnh theo trục X

	G76	Chu trình gia công ren
1	G00	Định vị trí (Chạy dao nhanh - Không cắt gọt)
	G01	Gia công cắt gọt theo đường thẳng (Nội suy theo đường thẳng)
	G02	Gia công cắt gọt cung tròn cùng chiều kim đồng hồ
	G03	Gia công cắt gọt cung tròn ngược chiều kim đồng hồ
	G32	Gia công ren
	G34	Gia công ren bước thay đổi
	G90	Chu trình gia công trục có 1 bậc theo hướng trục
	G94	Chu trình gia công trục có 1 bậc theo hướng kính
	G92	Chu trình gia công ren
2	G96	Cắt bề mặt với tốc độ không đổi
	G97	Bỏ chế độ cắt bề mặt với tốc độ không đổi
4	G70	Chu trình gia công tinh dùng cho G71, G72, G73
	G71	Chu trình tiện thô trục theo hướng trục (Dao chạy dọc theo trục Z)
6	G20	Đơn vị đo lường theo hệ INCHES
	G21	Đơn vị đo lường theo hệ MILLIMETERS
7	G40	Kết thúc hiệu chỉnh bán kính dao (Hủy bỏ sự bù dao cắt)
	G41	Hiệu chỉnh bán kính dao trái (Bù dao cắt phía trái)
	G42	Hiệu chỉnh bán kính dao phải (Bù dao cắt phía phải)
11	G98	Đơn vị bước tiến mm / phút
	G99	Đơn vị bước tiến mm / vòng quay

2. Mã lệnh M - Codes

CHÚ Ý : KHÔNG PHẢI MÃ M NÀO CŨNG CÓ THỂ ÁP DỤNG ĐƯỢC CHO TỪNG LOẠI MÁY. TẤT CẢ MÃ M ĐÁNH DẤU SAO (*) SẼ ĐƯỢC THI HÀNH Ở CUỐI MỘT KHỐI (VÍ DỤ NHƯ SAU KHI TRỤC DI CHUYỂN)

LỆNH	CHỨC NĂNG
*M00	Dừng chương trình
*M01	Dừng chương trình tùy chọn
*M02	Kết thúc chương trình
M03	Trục chính quay thuận (cùng chiều kim đồng hồ)
M04	Trục chính quay ngược (ngược chiều kim đồng hồ)

*M05	Dừng trục chính
M06	Tự động thay dao
M07	Mở hệ thống làm nguội "B"
M08	Mở hệ thống làm nguội "A"
*M09	Tắt hệ thống làm nguội
M70	Mở chức năng cắt đối xứng theo trục X
M71	Mở chức năng cắt đối xứng theo trục Z
M80	Tắt chức năng cắt đối xứng theo trục X
M81	Tắt chức năng cắt đối xứng theo trục Z
M30	Kết thúc chương trình có lặp lại
M98	Gọi chương trình con
M99	Kết thúc chương trình con

IV. NHÓM LỆNH KHAI BÁO BAN ĐẦU

1. Nhóm lệnh chọn đơn vị gia công: G20 / G21

* Cấu trúc câu lệnh

N _ G20

N _ G21

* Trong đó: N _ số thứ tự của câu lệnh

G20: Đơn vị đo lường hệ anh

G21: Đơn vị đo lường hệ mét

2. Lệnh gọi dao làm việc và lệnh thay dao: M06

* Cấu trúc câu lệnh

N _ M06 T1

* Trong đó: N _ Số thứ tự của câu lệnh

M06: Thay dao tự động

T₁: dao được thay là dao số 1 trên trạm thay dao

3. Lệnh thông báo tốc độ chạy dao: G98 / G99

* Cấu trúc câu lệnh

N _ G21 G98

N _ G21 G99

* Trong đó: G21: đơn vị đo lường hệ mét

G98: Tốc độ chạy dao mm trên phút (mm/ Phút)

G99: tốc độ chạy dao mm trên vòng (mm/ Vòng)

4. Lệnh gọi trở về điểm thay dao G28

* Cấu trúc câu lệnh

N _ G28 U0 W0

V. NHÓM LỆNH GIA CÔNG CƠ BẢN

1. Lệnh chạy dao nhanh: G00

* Cấu trúc câu lệnh :

G00 X _ Z _

* Trong đó :

G00 (G0) - Di chuyển dao thẳng với tốc độ chạy dao nhanh (Tốc độ chạy không). Tốc độ này do máy CNC ấn định.

X _ Z _ Tọa độ X, Z, của điểm cần tới.

* Ví dụ : N10 G00 X 42 Z2

Giải thích : N10 : Câu lệnh thứ 10

G00 X40 Z2: Chạy dao nhanh đến tọa độ X40 Z2

2. Lệnh nội suy đường thẳng: G01

* Cấu trúc câu lệnh :

G01 X _ Z _ F _

* Trong đó :

G01 (G1) - Dao cắt gọt theo đường thẳng với tốc độ cắt. Tốc độ này do người lập trình ấn định.

X _ Z _ Tọa độ X, Z của điểm cần tới

F _ Lượng chạy dao (mm/vòng) .(Hình vẽ trang 75)

* Ví dụ : N5 G00 X42 Z2

N10 G01 X36 Z-60 F0.15

Giải thích : Cắt gọt từ vị trí hiện hành đến tọa độ X36 (Đường kính = 36mm), Z-60 (chiều dài gia công là 60mm) với lượng chạy dao là 0.15 mm/ vòng (G99), mm/phút (G98).

3. Nhóm lệnh nội suy theo đường tròn: G02 / G03

* Lập trình trực tiếp bằng số đo bán kính :

* Cấu trúc câu lệnh :

G02 (Hoặc G03) X _ Z _ R _ F _

* Trong đó :

G02 (G2) - Di chuyển dao theo cung tròn cùng chiều kim đồng hồ

G03 (G3) - Di chuyển dao theo cung tròn ngược chiều kim đồng hồ

X _ Z_ Tọa độ điểm cuối của cung tròn theo trục X và trục Z

R _ Bán kính của cung tròn (R dương (+) khi cung tròn nhỏ hơn 180^0 , R âm (-) khi cung tròn lớn hơn 180^0 . (hình vẽ trang 44,45 catalog).

F _ Lượng chạy dao (mm/vòng) .

Ví dụ 1: N10 G00 X0 Z0

N20 G03 X40 Z20 R20

Gia công cắt gọt cung tròn ngược chiều kim đồng hồ từ vị trí X0 Z0 đến vị trí X40 Z20 với bán kính là R20

Ví dụ 2: N30 G00 X40 Z-20

N40 G02 X0 Z0 R20

Gia công cắt gọt cung tròn theo chiều kim đồng hồ từ vị trí X40 Z-20 đến vị trí X0 Z0 với bán kính là R20

* Lập trình với tọa độ tâm cung tròn

* Cấu trúc câu lệnh:

G02 (hoặc G03) X _ Z _ I _ K _ F _

* Trong đó :

G02 (G2) - Di chuyển dao theo cung tròn cùng chiều kim đồng hồ

G03 (G3) - Di chuyển dao theo cung tròn ngược chiều kim đồng hồ

X _ Z_ Tọa độ điểm cuối của cung tròn theo trục X và trục Z

I _ k _ Tọa độ tâm cung tròn theo phương X và Z

F _ Lượng chạy dao (mm/vòng) .

4. Lệnh ngừng chạy dao: G04

* Cấu trúc câu lệnh :

G04 X _

Hoặc G04 U _

Hoặc G04 P _

Ví dụ 1 : N10 G01 X10 Y10 F100

N20 G04 X2 → Dừng trong khoảng 2 giây, sau đó thực hiện dòng lệnh kế tiếp

N30 G00 X0 Y0

Câu lệnh N20 có thể được viết lại như sau :

N20 G04 U2

Hoặc N20 G04 P2000

{ Đều có nghĩa là dừng khoảng 2 giây }

Ví dụ 2: N10 G01 Z10 F1.0 ⇒ Cắt đến vị trí này

N20 G04 X1 ⇒ Dừng chạy dao 1 giây (trục chính vẫn quay)

N30 G01 X40 Z-10 ⇒ Tiếp tục cắt gọt đến vị trí X40 Z-10

Câu lệnh N20 ở trên còn có thể viết như sau:

N20 G04 U1

Hoặc N20 G04 P1000

(Lưu ý: 1X = 1000 P)

5. Lệnh hiệu chỉnh bán kính dao

Khi lập chương trình gia công trên máy tiện CNC, đường kính dụng cụ cắt nói chung luôn là vấn đề cần được xử lý, lựa chọn sao cho thích hợp nhất. Nếu chỉ lập đường đi của tâm dao thì luôn phát sinh một việc là phải tính toán sao cho quỹ đạo của tâm dao luôn cách mặt gia công một đoạn bằng bán kính của dụng cụ cắt. Sự tính toán không phức tạp vì chỉ đơn giản là cộng và trừ. Nhưng sự phức tạp cần tránh ở đây là phải tính toán trong khi lập trình. Mọi nguyên do đề cập trên lúc này sẽ được giải quyết bằng các chức năng hiệu chỉnh bán kính dụng cụ cắt đó là G41, G42, G40.

G41 - Hiệu chỉnh (bù) bán kính dao trái (Dao đi bên trái quỹ đạo cắt).

G42 - Hiệu chỉnh (bù) bán kính dao phải (Dao đi bên phải quỹ đạo cắt).

G40 - Xóa bỏ hiệu chỉnh bán kính dao. (Hình vẽ trang 82,83,84,85)

Khi không dùng lệnh G41 và G42 nữa ta phải kết thúc bằng lệnh G40

VD: G00 X40 Z2

G71 U1.5 R0.5

G71 P1 Q2 U1 W0.1 F0.15

N1 G00 X16

G01 Z0

X20 Z-20

Z-35

G03 X30 Z-40 R5

G01 Z-45

X32

X35 Z-46.5

Z-50

N2 X38

G28 U0 W0
 M06 T1
 G42 G00 X40 Z2
 G70 P1 Q2
 G28 G40 U0 W0

VI. NHÓM LỆNH CHU TRÌNH ĐƠN GIẢN

1. Chu trình tiện trục bậc: G90

* Cấu trúc câu lệnh :

N _ G00 X _ Z _ G05I dao đến gần chi tiết gia công và là điểm bắt đầu chu trình

N _ G90 X _ Z _ F _ (Khi tiện trụ)

Hoặc N _ G90 X _ Z _ R _ F _ (Khi tiện côn)

* Trong đó:

N _ : Thứ tự của câu lệnh

X _ Z _ : Tọa độ điểm cuối của dao khi cắt.

$$R = \frac{D-d}{2}$$

F _ : Tốc độ chạy dao mm / vòng

Ở lệnh G90 sau khi tiện đến điểm cuối dao trở lại vị trí trước đó

Ví dụ 1: N10 G00 X44 Z2
 N20 G90 X38 Z-50 F0.09
 X36
 X34
 X32
 X30

Ví dụ 2: N40 G00 X44 Z2
 N50 G90 X36 Z-20 R-2.2 F0.3

2. Chu trình tiện mặt đầu: G94

* Cấu trúc câu lệnh :

N _ G94 X _ Z _ F _ (Khi tiện Trụ)

N _ G94 X _ Z _ R _ F _ (Khi tiện côn)

* Trong đó:

X _ Z _ : là tọa độ điểm đến

F _ : Tốc độ chạy dao mm/vòng

$$R = \frac{D-d}{2}$$

Ví dụ 1: N10 G00 X130 Z2

N20 G94 X20 Z-5 F0.3

Ví dụ 2: N40 G00 X130 Z2

N50 G94 X20 Z-10 R22.5 F0.3

3. Lệnh chu trình tiện ren: G92

* Cấu trúc câu lệnh :

N_ G00 X _ Z _ (điểm đầu của chu trình)

N _ G92 X _ Z _ F _

N _ X _

N _ X _

N _ X (d₁)

* Trong đó:

G00 X _ Z _ : Gọi dao đến vị trí X _ Z _

G92 X _ Z _ F _ : Cắt ren đến vị trí X _ Z _ Với bước ren F _

X _ : Cắt ren tiếp đến...(tăng chiều sâu ren)

X _ : Cắt ren tiếp đến...(tăng chiều sâu ren)

X (d₁) : Cắt đến đường kính chân ren d₁

VD: N10 G00 X50 Z7

N20 G92 X39.35 Z-45 F2

N30 X38.954

N40 X38.65

4. Chu trình khoan lỗ theo trục Z: G74

* Cấu trúc câu lệnh :

N_ G00 X 0 Z 5 (điểm đầu của chu trình)

N _ G74 R _

N _ G74 Z _ Q _ F _

* Trong đó :

Q _ là chiều sâu của mỗi lần khoan (Ví dụ : Q4 mỗi lần khoan vào 4mm rồi dao tự rút ra một đoạn là R)

R _ : Đoạn rút lại của dao (mm) để thoát phoi.

Z _ : Chiều sâu lỗ cần khoan.

Q _ : Khoan một đoạn là Q ngưng, rồi rút dao lại 1 đoạn là R rồi khoan tiếp 1 đoạn Q (micromet).

F _ : Lượng chạy dao khi khoan

Ví dụ : N10 G00 X0 Z2 T2
N20 G74 R15
N30 G74 Z-100 Q45000 F0.15

N10: Gọi mũi khoan đến cách tâm chi tiết một đoạn là 2 mm

N20: Thông báo đoạn dao rút lại = 15 mm

N30: Chiều sâu lỗ khoan là 100mm, khoan một đoạn dài 45 mm rồi rút lại một đoạn là 25 mm, sau đó khoan tiếp 1 đoạn 45 mm rồi rút. Cứ tiếp tục như thế cho đến hết chiều dài lỗ. Đơn vị của Q là (micromet)

VII. NHÓM LỆNH CHU TRÌNH GIA CÔNG THÔ VÀ GIA CÔNG TINH

1. Chu trình tiện thô trục theo hướng trục: G71

* Cấu trúc câu lệnh :

N _ G00 X _ Z _ (điểm đầu của chu trình)

N _ G71 U₁ _ R _

N _ G71 P _ Q _ U₂ _ W _ F _

* Trong đó:

N _ : Thứ tự của câu lệnh

R là lượng rút dao lên khỏi bề mặt chi tiết gia công sau 1 lát cắt

P: Số thứ tự của câu lệnh bắt đầu chu trình

Q: Số thứ tự của câu lệnh kết thúc chu trình

U₁: Chiều sâu cắt cho một lát khi cắt thô

U₂: Chiều sâu cắt cho phép để lại tiện tinh theo trục X

W: Chiều sâu cắt cho phép để lại tiện tinh theo trục Z

F: Tốc độ cắt của dao khi tiện tinh

Lưu ý:

- G71 được ứng dụng khi chiều dài đoạn cắt thô lớn hơn chiều sâu cắt thô

- Khi dùng lệnh G71, sau khi kết thúc chu trình phải dùng lệnh G70 để tiện tinh.

• Lưu ý khi dùng G71 :

- Lệnh G71 không cắt thô các đoạn biên dạng bị hạ thấp.

- Mỗi lát cắt thô đều chạy song song với trục tọa độ Z.

2. Chu trình tiện thô trục theo hướng kính: G72

* Cấu trúc câu lệnh :

N_ G00 X_ Z_ (điểm đầu của chu trình)
 N_ G72 W₁_ R_
 N_ G72 P_ Q_ U_ W₂_ F_

* Trong đó:

N_ : Thứ tự của câu lệnh

R là lượng rút dao lên khỏi bề mặt chi tiết gia công sau 1 lát cắt

P: Số thứ tự của câu lệnh bắt đầu chu trình

Q: Số thứ tự của câu lệnh kết thúc chu trình

W₁: Chiều sâu cắt cho toàn bộ chu trình khi cắt thô

U: Chiều sâu cắt cho phép để tiện tinh theo trục X

W₂: Chiều sâu cắt cho phép để tiện tinh theo trục Z

F: Lượng chạy dao khi tiện tinh

Lưu ý:

- Nếu chi tiết có chiều sâu cắt thô lớn hơn chiều dài cắt thô ta dùng G72 thay G71.
- Khi dùng lệnh G72, sau khi kết thúc chu trình phải dùng lệnh G70 để tiện tinh

- **Lưu ý khi dùng G72 :**

- Lệnh G72 không cắt thô các đoạn biên dạng bị hạ thấp.
- Mỗi lát cắt thô đều chạy song song với trục tọa độ X.

3. Chu trình tiện thô trục theo hướng trục (Cắt theo biên dạng): G73

* Cấu trúc câu lệnh :

N_ G00 X_ Z_ (điểm đầu của chu trình)
 N_ G73 U₁_ W₁_ R_
 N_ G73 P_ Q_ U₂_ W₂_ F_

* Trong đó : U₁ Là chiều sâu 1 lát cắt thô cho X

W₁ Là chiều sâu 1 lát cắt thô cho trục Z

R Là số lát cắt

P: Số thứ tự của câu lệnh bắt đầu chu trình

Q: Số thứ tự của câu lệnh kết thúc chu trình

U₂: Chiều sâu cắt cho phép để lại tiện tinh theo trục X

W: Chiều sâu cắt cho phép để lại tiện tinh theo trục Z

F: Tốc độ cắt của dao khi tiện tinh

4. Chu trình tiện tinh trực: G70 (sau khi dùng các chu trình G71 , G72 và G73)

* Cấu trúc câu lệnh :

N _ G00 X _ Z _ (điểm đầu của chu trình)
N _ G70 P _ Q _

* Trong đó:

N _ : Thứ tự của câu lệnh

P: Số thứ tự của câu lệnh bắt đầu chu trình G71 (hoặc G72 hoặc G73)

Q: Số thứ tự của câu lệnh kết thúc chu trình G71 (hoặc G72 hoặc G73)

5. Chu trình khoét rãnh theo trục X: G75

* Cấu trúc câu lệnh :

N_ G00 X _ Z _ (điểm đầu của chu trình)
N _ G75 R₁ _
N _ G75 X _ Z _ P _ Q _ R₂ _ F _

* Trong đó: R₁ là lượng rút dao lên theo trục X sau 1 lát cắt xuống
 X là đường kính của rãnh cần gia công
 Z là chiều dài rãnh + với khoảng cách từ mặt đầu tới vị trí rãnh cần gia công
 P là lượng tiến dao theo trục X (chiều sâu cắt 1 lát cắt theo trục X) x1000
 Q là lượng tiến dao theo trục Z (chiều sâu cắt 1 lát cắt theo trục Z) x1000
 R₂ là lượng rút dao lại theo trục Z
 F là bước tiến

6. Chu trình tiện ren: G76

* Cấu trúc câu lệnh :

N_ G00 X _ Z _ (điểm đầu của chu trình)
N _ G76 P031560 Q _ R _
N _ G76 X _ Z _ P _ Q _ F _

* Trong đó:

P03 không qua tinh

15 là góc sau của dao

60 là góc trặc diện của ren

Q₁ là chiều sâu lát cắt cuối cùng (chiều sâu cắt nhỏ nhất) x1000 (vd : Q150 = 0.15mm)

R lượng dư cho phép để lại tiện tinh (mm)

X là đường kính chân ren (d₁)

Z là chiều dài ren

P là chiều cao ren (h₁) x 1000 (vd : h₁ = 1.050 → P = 1050)

Q₂ là chiều sâu lát cắt thứ nhất x1000

F là bước ren (mm)