



الترتيب الذي يجب أخذه بعين الاعتبار أثناء كتابة برنامج CNC

• الترتيب الاصطلاحي طبقاً لصيغة عنوان الكلمة هو كالآتي :

١. رقم الأمر (N - Word) .
 ٢. الأمر التحضيرى (G - Word) .
 ٣. أمر تحديد المحاور (X, Y, Z - Words) .
 ٤. أمر تحديد التغذية (F - Word) .
 ٥. أمر تحديد السرعة (S - Word)
 ٦. أمر تحديد أداة القطع (T - Word)
 ٧. الأمر المساعد (M - Word)
- الأوامر التقنية.

- يمكن تقسيم الأوامر التحضيرية الأساسية للمجموعات التالية :
 1. الأوامر التحضيرية الخاصة باختيار نوع التحكم في الحركة :
للفرايز : (G0 , G1 , G2 , G3) للمخارط : (G00, G01,G02,G03) .
 2. الأوامر التحضيرية لتحديد سطح التشغيل : (G17,G18) .
 3. الأوامر التحضيرية لأخذ قطر أداة القطع في الاعتبار : (G40,G41,G42,G43,G44) .
 4. الأوامر التحضيرية لتحديد صفر البرمجة :
للفرايز : (G51 , G52) .
للمخارط : (G53 → G59) .
 5. الأوامر التحضيرية الخاصة باختيار نظام الأبعاد : (G 90 , G91) .

- المجموعات الأساسية للأوامر المساعدة يمكن تصنيفها كما يلي :
 ١. الأوامر المساعدة للتحكم في عامود دوران الماكينة : للفرايز (M3,M4,M5) .
للمخارط (M03,M04,M05)
 ٢. الأوامر المساعدة للتحكم في استخدام سائل التبريد :
للفرايز (M8 , M9) ، للمخارط : (M08,M09)
 ٣. الأوامر المساعدة للتحكم في تغيير أداة القطع : للفرايز : (M6 , M66) .
 ٤. الأمر المساعد لإنهاء البرنامج : M 30 .
 ٥. الأوامر التقنية هي الأوامر الخاصة باختيار أداة القطع وسرعة تشغيلها ومقدار التغذية
(F,S,T).

إنشاء و تنفيذ برامج ال CNC

توجد ثلاث مراحل أساسية لتصنيع قطعة شغل على ماكينة (CNC) :

١. تحويل الشكل الهندسي للقطعة إلى برنامج تحكم رقمي بالحاسب (CNC) طبقاً لترتيب عمليات التشغيل اللازمة لتصنيع القطعة .
٢. إدخال البرنامج وحفظه في الذاكرة الخاصة ببرامج ال (CNC) في الماكينة .
٣. تصنيع قطعة الشغل بالتحكم في الحركات المطلوبة على الماكينة لتصنيع القطعة حسب البرنامج الذي تم تجهيزه .

إن برنامج ال (CNC) هو في الأساس سجل للحركة النسبية بين أداة القطع وقطعة الشغل ، ويمكننا أن نصنف نوعية المعلومات المطلوبة لنظام التحكم من خلال برنامج ال (CNC) إلى ثلاثة أنواع كما يلي :

١. معلومات خاصة بعلاقة (أداة القطع / قطعة الشغل) من حيث الموقع والاتجاه ومقدار الإزاحة .
٢. معلومات خاصة بمقدار تغير علاقة (أداة القطع / قطعة الشغل) وتحدد بالتغذية والسرعة .
٣. معلومات متنوعة ضرورية لتوفير بيانات متكاملة وشاملة ، وهي تشمل كل ما لا يقع ضمن النوعين الأول والثاني من المعلومات ، وذلك مثل اختيار أداة القطع ، ونوعية وحدات القياس المستخدمة (مم أو بوصة) ، واستخدام سوائل التبريد .

مواصفات عدة القطع :

أكثر الخامات المستخدمة لأدوات القطع في التطبيقات المختلفة للتصنيع على ماكينات الـ (CNC) هي الصلب عالي السرعات (HSS) ، وكربيد التنجستون (WC) ، والسيراميك (الخزفيات) (Ceramics) . وتؤثر نوعية عملية التشغيل على اختيار الخامة المناسبة لأداة القطع ، حيث نجد أنه في حالة الخراطة تتعرض أقلام الخراطة إلى قوى تحميل مستمرة ومستقرة ، ونجد أن هندسة شكل حامل أقلام الخراطة يتوفر لها من الأبعاد الهندسية مما يمكنها من مقاومة وامتصاص قوى الدفع الجانبي من النوع الثقيل .

وهذه الظروف تشجع على استعمال التنجستون الكريبيدي لصناعة الحد القاطع لأقلام الخراطة وذلك في شكل لقم قياسية قابلة للتغيير ، حيث تثبت على جسم قلم خراطة مصنوع من الصلب السبائك ، وفي مقابل هذا نجد أن سكاكين ماكينات التفريز تتعرض لتحميل اهتزازي وهذا يشجع استخدام الحديد الصلب العالي السرعات (HSS) الذي يقاوم هذه الصدمات التي تحدث أثناء التشغيل بدلاً عن التنجستون الكريبيدي . والصلب عالي السرعات أقل تكلفة ولكنه يوفر سرعات قطع أقل مدى من التنجستون الكريبيدي .

أما أدوات القطع المصنوعة من السيراميك فيمكن استخدامها في سرعات قطع أعلى مما هو متاح في حالة التنجستون الكريبيدي ، حيث يتمتع السيراميك بمقاومة أعلى للتآكل ، ولا يوصى باستخدام السيراميك في حالة التشغيل المتقطع سواءً كان ذلك في حالة الخراطة أو التفريز .
كما يعتمد اختيار أداة القطع المناسبة على نوعية خامة قطعة الشغل كما هي محددة في الرسم التنفيذي للقطعة .

ظروف التشغيل (معدل التغذية وسرعة القطع) :

يشكل تحديد ظروف التشغيل من تغذية وسرعة قطع ، واحداً من القرارات المبكرة التي يجب على المبرمج اتخاذها ، عند قيامه بالتخطيط لترتيب عمليات التشغيل اللازمة لتصنيع قطعة الشغل المعينة .
سرعة القطع لعملية تشغيل معينة تعني السرعة التي يتحرك بها الحد القاطع في أداة القطع بالنسبة لسطح قطعة الشغل التي يجري تشغيلها وعادة ما تحدد بالمتر / الدقيقة (m/min) . وتوجد عدة عوامل تحدد اختيار سرعة القطع المناسبة ، وهذه العوامل هي كما يلي :

١. خامة قطعة الشغل :
الخامات الصلدة تحتاج إلى سرعات قطع أقل من الخامات الطرية (Soft) .
٢. خامة أداة القطع :
وهذا ما بيناه أعلاه عند حديثنا عن مواصفات عدة القطع .
٣. سائل التبريد :
استخدام سوائل التبريد المناسبة يحسن من ظروف التشغيل التي تعطي الفرصة لاستخدام سرعات قطع ومعدلات تغذية قياسية .
٤. حالة ماكينة العدد :
ماكينات العدد القديمة التي تعاني من وجود تآكل في بعض أجزائها أو عدم تثبيت كافي سواءً بالنسبة لأداة القطع أو قطعة الشغل ، لا تتحمل سرعات قطع عالية .
٥. حجم الرأش المزال :
عموماً ، يمكن استخدام سرعات قطع عالية في عمليات التشطيب أكثر مما هو ممكن في حالة عمليات التخشين ، حيث تحدد متطلبات نعومة السطح وسرعة الإنتاج مقدار عمق القطع (depth of cut) والتغذيات التي يمكن السماح بها .

حسابات سرعة القطع وسرعة دوران عمود دوران الماكينة :

تحدد سرعة القطع عادة لتركيبية معينة من خامة أداة القطع وخامة قطعة الشغل وذلك بوحدات

متر/الدقيقة ، ثم يتم تحويل هذه السرعة ، إلى سرعة دورانية عند عمود دوران الماكينة .

ولا يهم هنا إذا كان الذي يدور هو أداة القطع (كما في حالة التفريز وأيضاً التقيب) أو هو قطعة

الشغل (كما في حالة الخراطة).

العلاقة بين سرعة القطع وسرعة الدوران تعطي بالمعادلة التالية :

سرعة الدوران (دورة / الدقيقة) =

$1000 \times \text{سرعة القطع (متر/الدقيقة)} \div (3.14 \times \text{قطر قطعة الشغل (أو قطر أداة القطع) (مم)})$.

حيث الآتي :

١. الثابت الذي مقداره (1000) يتم به تحويل المتر إلى مم .

٢. الثابت الذي مقداره (3.14) عند ضربه في قيمة القطر يعطي محيط قطعة الشغل (أو محيط

أداة القطع) .

فإذا رمزنا لسرعة القطع بـ (Vc) وسرعة الدوران بـ (N) والقطر بـ (d) ، فإنه يمكننا إعادة

كتابة المعادلة كما يلي :

$$N = \frac{1000 \times Vc}{3.14 \times d}$$

كموجه عام فإن السرعات التالية تكون مناسبة للقطع عند ظروف تشغيل متوسطة وذلك كما يلي :

سرعة القطع (متر / الدقيقة)				خامة أداة القطع
خامة قطعة الشغل				
صلب طري	حديد زهر	نحاس أصفر	سبائك الألمونيوم	
30	18	75	120	صلب عالي السرعات (HSS)
200	120	180	500	كربيد التنجستون (WC)

ملحوظة :

N في المعادلة تمثل S في برمجة الفرايز و \square ك برمجة المخارط (في حالة البرمجة المباشرة لسرعة

الدوران) .

حسابات التغذية :

يحكم معدل التغذية مدى السرعة التي تنتقل بها أداة القطع عبر سطح قطعة الشغل ، حيث أن حجم الرأش المزال يحدد بمعدل التغذية وعمق القطع . وعموماً فإنه من الأفضل إزالة الرأش باستخدام عمق قطع كبير مع سرعة تغذية منخفضة وليس العكس (عمق قطع قليل ومعدل تغذية عالية) . وعندما يكون الاختيار بين زيادة سرعة دوران العمود وزيادة معدل التغذية ، فإنه من الأفضل في هذه الحالة زيادة معدل التغذية . وعند استخدام أدوات قطع من نوع كربيد التنجستون فإن أقل معدل للتغذية هو 0.1 مم/دورة (mm/rev). الوحدات المستخدمة للتغذية هي مم/دورة (لعمود الدوران) أو (مم/الدقيقة) ، حيث تكون العلاقة بين هذين النوعين من وحدات التغذية كما يلي :

معدل التغذية (مم/الدقيقة) = معدل التغذية (مم/دورة) × السرعة الدورانية للعمود (دورة / الدقيقة)

ويلاحظ أن معدل التغذية عند كتابة برامج الـ (CNC) يرافق الكلمة التقنية (F) .

عندما تكون عمليات الخراطة باستخدام سرعة قطع ثابتة (أي باستخدام G96) فإنه من المناسب

برمجة الـ F بوحدة ميكرومتر/دورة (أي يرافقها G95) وذلك لضمان استخدام معدل تغذية ثابت لا

يتغير بتغير سرعة دوران العمود . تعتمد قيمة معدل التغذية على التركيبة المستخدمة لأداة القطع وقطعة الشغل، ويمكن استخدام الجداول العامة كموجهات للاختيار وذلك كما هو موضح هنا كمثال :

معدل التغذية (مم/سن)		عمليات التفريز
كربيد التنجستون (WC)	الصلب عالي السرعات (HSS)	خامة قطعة الشغل
مقطع تفريز واجهي (Face Mill)	مقطع تفريز طرفي (جبهى) (End Mill)	
0.25	0.13	صلب طري
0.40	0.20	حديد زهر
0.36	0.18	نحاس أصفر
0.56	0.28	سبائك الألمنيوم

معدل التغذية (مم/دورة)		عمليات الخراطة
كربيد التنجستون (WC)	الصلب عالي السرعات (HSS)	خامة قطعة الشغل
0.8	0.20	صلب طري
1.00	0.40	حديد زهر
1.50	0.80	فاس أصفر
1.00	0.30	سبائك الألمنيوم

معدل التغذية (مم/دورة)		عمليات التثقيب
كربيد التنجستون (WC)	الصلب عالي السرعات (HSS)	قطر المثقاب (مم)
0.15	0.05	2
0.15	0.10	4
0.15	0.12	6
0.15	0.15	8
0.25	0.18	10
0.25	0.20	12

ويلاحظ أن مقادير معدل التغذية المعطاة في صيغة (مم/سن) تحتاج للتحويل إلى (مم/دورة) أو (مم/دقيقة) لتكون صالحة للاستخدام في برامج الـ (CNC) ، حيث يمكن استخدام المعادلة التالية لإجراء هذه التحويل المطلوب :

معدل التغذية (مم/دورة) = معدل التغذية (مم/سن) × عدد أسنان أداة القطع .

هذا بالإضافة للعلاقة التي تربط بين معدل التغذية بوحدات (مم/دورة) ووحدات (مم/دقيقة) .

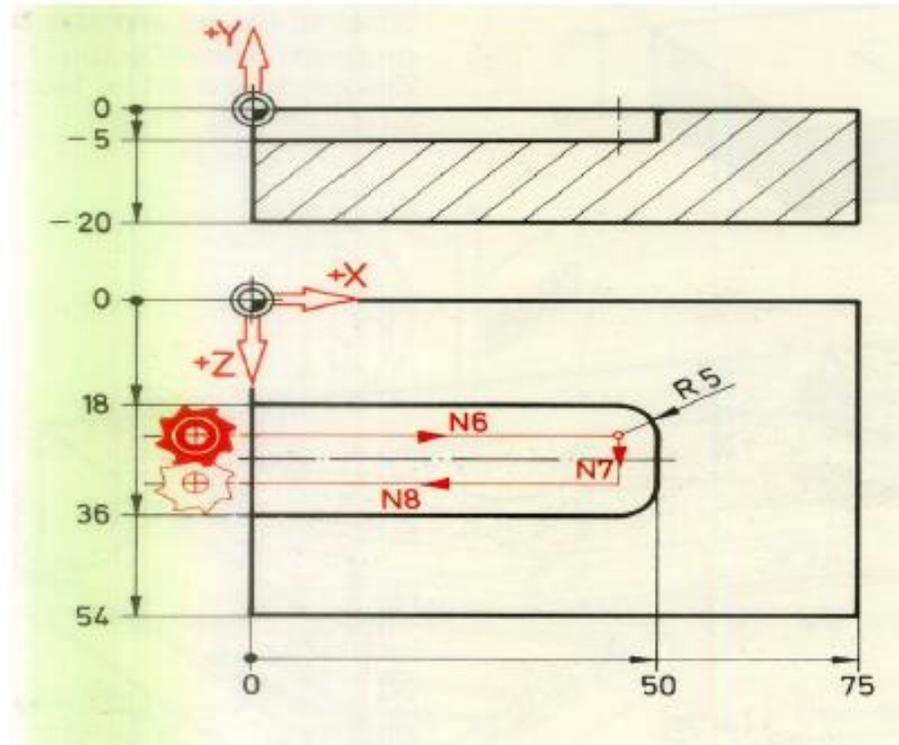
إنشاء برنامج التشغيل وتمثيله على شاشة الحاسب : برمجة الفرايز (CNC) :

يجب في عملية البرمجة تحديد السطح الذي سيتم فيه التشغيل بواسطة الفريزة لتحديد سطح أو مستوى التشغيل تحديداً كاملاً يجب تعريف هذا المستوى بمحورين وذلك كالآتي :

إذا كان مستوى التشغيل في قطعة الشغل هو المستوى الذي يحدده المحورين X و Z نستعمل الأمر التحضيري $G18$.

أما إذا كان المستوى محدد بالمحورين X و Y نستعمل الأمر التحضيري $G17$ ، وذلك كما ذكرنا في الوحدة الثالثة , انظر الشكل (٣ - ١) .

أ. اكتب برنامج التفريز للمجرى الموضح في قطعة الشغل في الشكل (٤- ٢) وذلك بكتابة البرنامج لمسار مركز أداة القطع وهي أداة تفريز قطرها 10 mm (١٠مم).



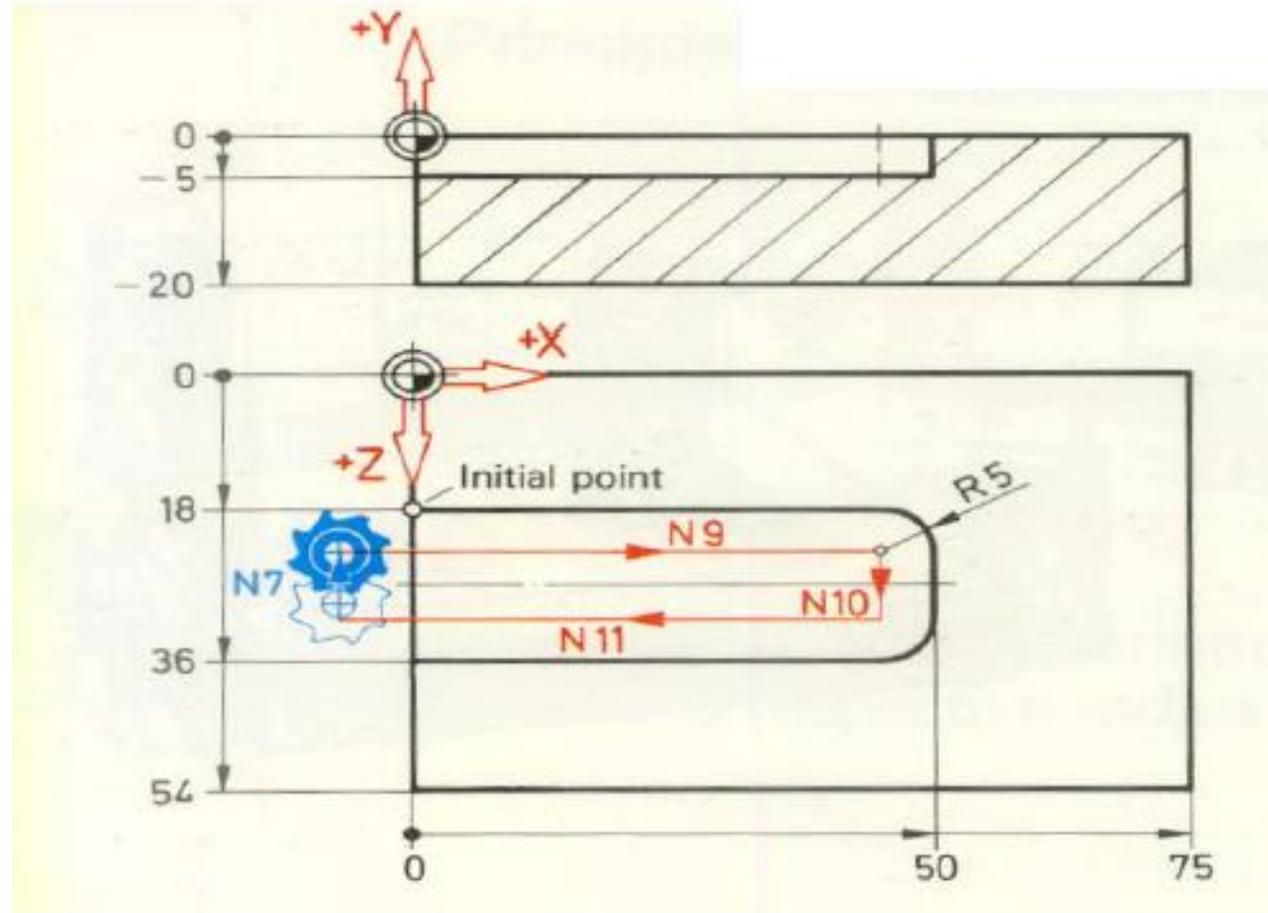
(أ) برمجة مسار مركز أداة القطع لتفريز المجرى

د. تمام سلوم هندسة التصنيع

%MP					
N 9001					
N1	G18		S630 T1 M66		
N2	G52				
N3	G0	X-7	Y-5	Z23	M3
N4	G1	X45		F100	
N5			Z31		
N6		X-7			
N7	G0	X0	Y50	Z0	
N8	G51				M30

من عيوب هذا النوع من البرمجة أن تغيير أداة القطع " ذات قطر مختلف " يعني كتابة برنامج جديد

ب. أعد كتابة البرنامج أعلاه مستخدماً أبعاد قطعة الشغل نفسها .



N 9002						
N1	G18					S630 T1 M66
N2	G52					
N3	G0	X-7	Y-5	Z25		M3
N4	G1				F100	
N5	G43			Z18		
N6	G42					
N7		X50				
N8				Z36		
N9		X-7				
N10	G40					
N11	G0	X0	Y50	Z0		
N12	G51					M30

يلاحظ أن G43 لا بد أن تسبقها G1 أي أنها لا تحتوي على معنى القطع في خط مستقيم وهذا ينطبق أيضاً على G41 , G42 , G44 .

مما تقدم يتضح أن خطوات كتابة البرنامج هي كالآتي :

١. السطر الأول : يكتب فيه رقم البرنامج (< 9000) .
٢. السطر الثاني : يحدد فيه السطح الذي سيتم فيه التفريز (سواءً كان G18 أو G17) .
٣. السطر الثالث : جعل صفر البرنامج هو صفر قطعة الشغل وليس صفر الماكينة (G52) واختيار سرعة التفريز وأداة القطع المستخدمة (S,T) .
٤. ثم يتلو برنامج تفريز قطعة الشغل .

أما إذا أردنا عمل رسم بياني تجريبي للبرنامج يظهر على شاشة حاسب الماكينة فنحتاج في هذه الحالة إلى استخدام مهمتين تحضيريتين هما : G99 , G98 وذلك طبقاً لمعانيها التي بينها في الوحدة الثالثة حيث أن G99 تستخدم لتعريف قطعة الشغل ، أما G98 فتستخدم لتحديد النافذة أو الإطار الذي ستوضع بداخله قطعة الشغل لعمل الاختبار البياني للتأكد من صحة البرنامج وعدم حدوث مشاكل أثناء التصنيع الفعلي للقطعة .

وفي حالة استخدام هذين الأمرين (G98،G99) فإن السطر الرابع تذكر فيه G98 لتعريف النافذة أو الإطار ثم السطر الخامس تذكر فيه G99 لتعريف قطعة الشغل ثم يكون برنامج تفريز قطعة الشغل بعد ذلك ، وكما هو واضح أن هذين السطرين لا علاقة لهما بعملية تنفيذ البرنامج على الماكينة وذلك بمعنى اكتمال البرنامج بدونهما .

وبذلك يمكن إضافة سطرين في برنامج مثال (٤ - ١) مع إعادة الترقيم لسطور البرنامج كالاتي :

(السطر الرابع) N3 G98 X-10 Y-20 Z-10 I95 J30 K74

(السطر الخامس) N4 G99 X0 Y-20 Z0 I75 J20 K54

ثم تأتي بعد ذلك بقية البرنامج كما ذكرناها سابقاً .