المملكة العربية السعودية
المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني
الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

ميكانيكا إنتاج

ورشة التحكم الرقمي بالحاسب (٢)

٢٢١ ميك

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

الحمد لله وحده، والصلاة والسلام على من لا نبي بعده، محمد وعلى آله وصحبه، وبعد:

تسعى المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني لتأهيل الكوادر الوطنية المدربة القادرة على شغل الوظائف التقنية والفنية والمهنية المتوفرة في سوق العمل، ويأتي هذا الاهتمام نتيجة للتوجهات السديدة من لدن قادة هذا الوطن التي تصب في مجملها نحو إيجاد وطن متكامل يعتمد ذاتياً على موارده وعلى قوة شبابه المسلح بالعلم والإيمان من أجل الاستمرار قدماً في دفع عجلة التقدم التنموي: لتصل بعون الله تعالى لمصاف الدول المتقدمة صناعياً.

وقد خطت الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج خطوة إيجابية تتفق مع التجارب الدولية المتقدمة في بناء البرامج التدريبية، وفق أساليب علمية حديثة تحاكي متطلبات سوق العمل بكافة تخصصاته لتلبي متطلباته ، وقد تمثلت هذه الخطوة في مشروع إعداد المعايير المهنية الوطنية الذي يمثل الركيزة الأساسية في بناء البرامج التدريبية، إذ تعتمد المعايير في بنائها على تشكيل لجان تخصصية تمثل سوق العمل والمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني بحيث تتوافق الرؤية العلمية مع الواقع العملي الذي تفرضه متطلبات سوق العمل، لتخرج هذه اللجان في النهاية بنظرة متكاملة لبرنامج تدريبي أكثر التصاقاً بسوق العمل، وأكثر واقعية في تحقيق متطلباته الأساسية.

وتتناول هذه الحقيبة التدريبية " ورشة التحكم الرقمي بالحاسب (٢) " لمتدربي قسم" ميكانيكا إنتاج " للكليات التقنية موضوعات حيوية تتناول كيفية اكتساب المهارات اللازمة لهذا التخصص.

والإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج وهي تضع بين يديك هذه الحقيبة التدريبية تأمل من الله عز وجل أن تسهم بشكل مباشر في تأصيل المهارات الضرورية اللازمة، بأسلوب مبسط يخلو من التعقيد، وبالاستعانة بالتطبيقات والأشكال التي تدعم عملية اكتساب هذه المهارات.

والله نسأل أن يوفق القائمين على إعدادها والمستفيدين منها لما يحبه ويرضاه؛ إنه سميع مجيب الدعاء.

الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

ورشة التحكم الرقمي بالحاسب (٢)

مقدمة

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

١ -١ مقدمة:

التحكم الرقمي هو التحكم في ماكينات العدد بواسطة الأرقام، حيث تستقبل الماكينة الأوامر من وحدة تحكم خاصة و تقوم بتنفيذها. تقبل الماكينة معلومات في صورة شفرات coded information من وحدة التحكم و تقوم بالتنفيذ طبقا للأوامر المرسلة، و يتم تخزين هذه المعلومات بطريقة يمكن بها قراءتها و استرجاعها من لوحة البرنامج. و برنامج التحكم الرقمي عبارة عن مجموعة من الأوامر يقوم بكتابتها المبرمج حيث يتم تحويل المعلومات الخاصة بالشغلة إلى قائمة مرتبة منطقيا لتوجيه الماكينة لتنفيذ جزء معين من تشغيل القطعة المطلوبة. و تحتوي قائمة البرنامج على معلومات خاصة بأبعاد الشغلة، و معلومات خاصة بضبط محاور الماكينة و كذلك المعلومات الخاصة بالتشغيل مثل نوع العدة المستخدمة و سرعات القطع...الخ.

و قد بدأ هذا النظام من الفترة بين عام ١٩٤٧ - ١٩٥٢ و تطور سريعا نتيجة لحاجة إنتاج الأجزاء الدقيقة الخاصة بالطائرات و بالتحديد معدات الفضاء. و نظرا لطبيعة هذه الأجزاء المعقدة فإنها تحتاج إلى وقت طويل لضبط العلاقة بين العدة و الشغلة قبل بدء الإنتاج و هذا يؤدي إلى زيادة زمن الإنتاج و بالتالي زيادة التكلفة. و لتقليل زمن الإنتاج فإن المحاولات بدأت في ضبط العلاقة بين العدة و الشغلة أوتوماتيكيا حيث ظهر في هذه الفترة ما يسمى بالتحكم الموضعي باستخدام المبادئ الرقمية Positional Control.

لقد مرت ماكينات التحكم الرقمي بثلاث مراحل أو أجيال منذ بداية ظهورها و حتى الآن. و يعرض فيما يلي لهذا التطور.

الجيل الأول:

كانت تحتوي الماكينات على وحدة تحكم خاصة ولكنها كانت تستخدم فقط للتحكم الرقمي في ضبط موضع الشغلة بالنسبة لعدة قطع، وبهذه الطريقة أمكن توفير بعض الوقت، ولكن كان على المشغل أن يقوم باختيار نوع العدة المستخدمة، السرعات، معدلات التغذية، وباقي المعلومات الهندسية.

الجيل الثاني:

و يشتمل هذا الجيل على الماكينات التي يتم فيها عملية القطع في نفس الوقت الذي يتم فيه التحكم في العلاقة بين الشغلة وعدة القطع، وتم تطوير العديد من الأجزاء الميكانيكية التي تساعد على ذلك مثل

Hydrodynamic Sliding Bearing. وهذه الماكينات يطلق عليها ماكينات التحكم الرقمي NC. وفيها يتم تخزين المعلومات الهندسية والمعلومات الفنية على بطاقات مخرمة.

وفي ماكينات التحكم الرقمي NC يتم إدخال المعلومات للتحكم في عملية واحدة إلى الماكينة وبعد الانتهاء من التنفيذ يتم إدخال المعلومات الخاصة بالعملية التالية.. و هكذا.. ومن جهة أخرى، وحيث أن الماكينة تستخدم نظام البطاقات المخرمة فإنه لا يمكن عمل أي تعديل في البرنامج وإجراء أي تعديل يحتاج إلى برنامج جديد.

ومن عيوب هذه الماكينات أيضاً أن سعة ذاكرة التخزين محدودة جداً والتطور الوحيد الذي تم في هذا الصدد هو أنه أمكن قراءة تجميعه جديدة من المعلومات في نفس الوقت الذي تقوم فيه الماكينة بتنفيذ تجميعة سابقة.

الجيل الثالث: ماكينات التحكم الرقمي بالحاسب والتحكم الرقمي المباشر CNC / DNC

أدى التطور الكبير في الحاسبات إلى ظهور الجيل الثالث من ماكينات التحكم الرقمي. وهذه الماكينات تقوم بعدد كبير من عمليات التشغيل. وأصبح من المألوف أن نسمع عن ماكينات تقوم بعمليات التفريز، الثقب، التجاويف، السلب.

وتستطيع كذلك التشغيل على سطحين للشغلة وهذه تسمى مراكز التشغيل .Machining Centers والماكينات التي تقوم بعدد كبير من عمليات الخراطة أكثر من المخارط العادية وتسمى مراكز الخراطة Turning Centers ، وهناك نوعان من التحكم بالحاسب في ماكينات العدد وهما:

- التحكم الرقمي بالحاسب.
- التحكم الرقمي المباشر.

وفيما يلي شرح لهذين النظامين:

١ - التحكم الرقمي بالحاسب Computer Numerical Control CNC

ماكينات CNC لا تنتج بالضرورة منتجات أكثر دقة من ماكينات التحكم الرقمي NC، ولكنها فقط أسرع في التشغيل نتيجة لسرعة انتقال تجميعة البرنامج إلى وحدة التحكم. في ماكينات CNC تحتوي وحدة التحكم على كمبيوتر حيث يتم إدخال البرنامج الخاص بالشغلة وتخزينه في ذاكرة الكمبيوتر .. ويتم تغذية المعلومات الخاصة بكل عملية إلى محركات الإدارة وغيرها عندما يتم التقاط إشارة تفيد بتنفيذ العملية السابقة من وحدة التحكم.

يتم في هذه الماكينات تنفيذ الدورات أو الحركات المتكررة من خلال تجميعة أو جملة واحدة. ويعتبر تقليل حجم المعلومات الداخلة من أهم مميزات ماكينات CNC، وعلى سبيل المثال يمكن تشغيل ٣٠ ثقب موزعة بالتساوي على دائرة قطرها 400mm باستخدام خط واحد من المعلومات الداخلة.. بينما يتم تنفيذ هذه العملية باستخدام ٣٠ خط على ماكينات NC.. كذلك يمكن تخزين عدد من البرامج ويتم استدعاء البرنامج المطلوب من خلال المشغل.. ويمكن أيضاً تعديل أو تغيير جزء من البرنامج على لوحة التحكم.

حيث إن التشغيل يتطلب التدخل القليل من المشغل في ماكينات CNC، وأنه يمكن لشخص غير متمرس القيام بتشغيلها، ولكنه يفضل أن يكون المشغل ذا مهارة عالية حتى يمكن الحصول على إنتاج جيد، ومعدل فائدة أكبر. وتتميز هذه الماكينات أيضاً بإمكانية التعديل اليدوي للتغذية وهذا يكون مهماً لتحريك الشغلة أو العدة عند أقصى تغذية بهدف التشغيل الجاف dry run. وتعتبر هذه ميزة كبيرة، خاصة إذا كانت الشغلة صعبة التشغيل أكثر مما هو متوقع.

يمكن في بعض ماكينات CNC، وبعد إدخال البرنامج، اختيار الحركات التي سوف تحدث بعد إدخال كل تجميعة عن طريق رسومات بيانية تظهر على الشاشة، وعند التأكد من صحة البرنامج يتم تخزينه على شرائط خاصة بذلك. وفي حالة حدوث كسر للعدة فإنه من الممكن، وبعد إحلال عدة جديدة، التحرك إلى جزء البرنامج الذي حدث عنده كسر حيث يبدأ تشغيل العمليات التالية.. وبذلك يمكن استكمال تنفيذ الشغلة بدلاً من إعادة العمليات كلها من البداية.

٢ - التحكم الرقمي المباشر Direct Numerical Control DNC

هو النظام الذي يشتمل على عدد من ماكينات التحكم الرقمي وليس ماكينة واحدة وتتصل جميع هذه الماكينات بجهاز كمبيوتر رئيسي يقوم بإرسال المعلومات إلى كل ماكينة على حدة حسب الطلب. وهنا يمكن توصيل عدد من الماكينات المختلفة ويتم برمجة الكمبيوتر بحيث يصبح قادراً على اختيار ترتيب الإنتاج للقطع المطلوبة. و هذا النظام له القدرة على أن يصبح متكاملاً للتشغيل في مصنع كامل بشرط أن يتم إدخال ترتيب الأجزاء أو المعدات إلى ذاكرة الكمبيوتر، وكذلك كتابة برامج الأجزاء المطلوب تنفيذها.

وهناك نوعان من التحكم الرقمي المباشر وهما:

أ - تكلفة أقل: Minimum Cost

في هذا النظام تكون الإمكانيات المزودة بها كل ماكينة هي أقل المتطلبات منها بحيث يمكن تنفيذ كل عملية تشغيل. وهناك مشكلة مع هذا النظام وهي أنه يمكن حدوث تأخير في توصيل الكمبيوتر للتفاصيل إلى الماكينة بينما هي تقوم بتنفيذ شغلة سابقة. ومن مميزاته أن هناك نقطة واحدة للتحكم.

ب - أقصى مرونة: Maximum Flexibility

في هذا النظام يكون لكل ماكينة الكمبيوتر الخاص بها ويقوم الكمبيوتر الرئيسي بتوصيل البرنامج الكامل للشغلة، ولا يتدخل الكمبيوتر الرئيسي مباشرة عند تشغيل القطعة على الماكينة. والميزة الكبيرة لهذا النظام أنه يمكن بسهولة نسبية توصيل ماكينات العدد والمصانع الأخرى، ويمكن استخدام كل ماكينة على حدة بعيداً عن الكمبيوتر الرئيسي.

ويعتبر هذا النظام المسمى بـ Molins System 24 من النظم الأولى في هذا الاتجاه، ولكن أنظمة الكمبيوتر التي كانت متاحة في هذا الوقت جعلت هذا النظام مكلف جداً ولكنه كان يعتبر النواة الأولى لما يسمى الآن بـ " نظام الإنتاج المرن" "FMS" Flexible Manufacturing System والذي يتكون من عدة ماكينات خاصة مزودة بجميع الوظائف أو دوال التشغيل اللازمة لإنتاج كميات قليلة أو متوسطة من أجزاء معينة ، ويتم ربط الأجزاء المطلوبة على بالتات دقيقة حيث يمكن تحميلها بعد ذلك على الماكينات بواسطة ربوت. ويقوم الكمبيوتر بالتحكم في التتابع الذي يتم فيه تنفيذ التشغيل. وسمي هذا النظام بنظام الـ ٢٤ ساعة يومياً، ويتم تحميل البيانات يدوياً في ورديات ٨ ساعات.

ويعتبر نظام الإنتاج المرن FMS مكلفا جداً والتطبيق الأكبر فائدة من الناحية الاقتصادية هو خلية الإنتاج المرن والتي تتكون من:

- كمبيوتر يتحكم في الخلية.
- مركز تشغيل مزود بسلسلة العدة ومغير أوتوماتيكي للعدة.
- إمكانيات تحميل الشغلة بحامل أوتوماتيكي متنقل.
- مصنع غسيل.
- أجهزة فحص وضبط الجودة.
- إزالة أوتوماتيكية للريش.

١ -٢ مكونات ماكينات التحكم الرقمي للحاسب

تشتمل ماكينات CNC وعلى العكس من الماكينات العادية، على عدد من الوحدات الخاصة وهي :

- وحدة إدخال بيانات التشغيل " مجال التشغيل ".
- وحدة تحكم إلكترونية لتشغيل البيانات.
- إدارة رئيسية ذات تحكم إلكتروني.
- محركات تغذية ذات تحكم إلكتروني لكل محور تشغيل.
- نظم قياس إلكترونية لكل محور.
- أعمدة إدارة خاصة للأدلة.

ويعتبر الكمبيوتر بمثابة القلب لماكينة CNC حيث يكون مزوداً بوحدة لتخزين برامج التشغيل واستدعائها عند الضرورة. وعلى سبيل المثال فإن ماكينة التفريز والثقب العامة " **ماهو** MAHO " مزودة بجهاز للتحكم الرقمي CNC 432.

وهذا الجهاز عبارة عن وحدة تحكم لثلاث إلى خمس محاور ومشغل للبيانات الفنية والهندسية مع إمكانيات للرسم التوضيحي على الشاشة.

وتعني كلمة CNC432 ما يلي:

CNC: التحكم الرقمي بالحاسب وطبقاً لنظام DIN 66257 فإنه يعرف بأنه نظام تحكم رقمي يحتوي على برنامج كمبيوتر أو عدة برامج مخزنة ، والسمة الوظيفية لهذا النظام أن التحكم يتم عن طريق الحاسب.

٤٣٢: تعني أنه يمكن التحكم في أربعة محاور. ويتم التحكم في ثلاث منها بالتوالي.

والعدد ٢ يعني أن التحكم الرقمي والتحكم الموائم Adaptive يكونا متوافقين.

ورشة التحكم الرقمي بالحاسب (٢)

الدورات الجاهزة

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

الأهـــــداف

بإكمال هذه الوحدة يكون المتدرب قادرا على:

- يقوم بإنجاز قطع شغل تطبق فيها دورات جاهزة للفرايز.
- يقوم باستخدام الدوال التحضيرية المتعلقة بكل من التكرار، التدوير، العكس المرائي، نقل نقطة الصفر، التكبير و التصغير.
- يقوم بإنتاج قطع شغل تطبق فيها دورات جاهزة للمخارط.

الفصل الثاني

دورات الفرايز

الأهـــــداف:

بإكمال هذه الفصل يكون المتدرب قادرا على:

- ❖ أن يعرف الدورة ونداءها
- ❖ أن يقوم بإنتاج قطع شغل تطبق فيها الدورات الجاهزة التالية للفرايز

- أدورات الثقب G81 و G83.
- البرغلة G85
- قطع اللولب G84.
- تفريز الجيب المربع والمستطيل G87.
- تفريز المجاري G88.
- تفريز الجيب الدائري G89.
- نداء الدورة G79.
- تعريف النقطة G78.
- تعريف دائرة الثقوب G77 بدورات الثقب.
- تعريف دائرة الثقوب G77 بدورات التفريز.
- برمجة الدورات في المستوى G17.

٢ -١ تعريف الدورة وندائها :

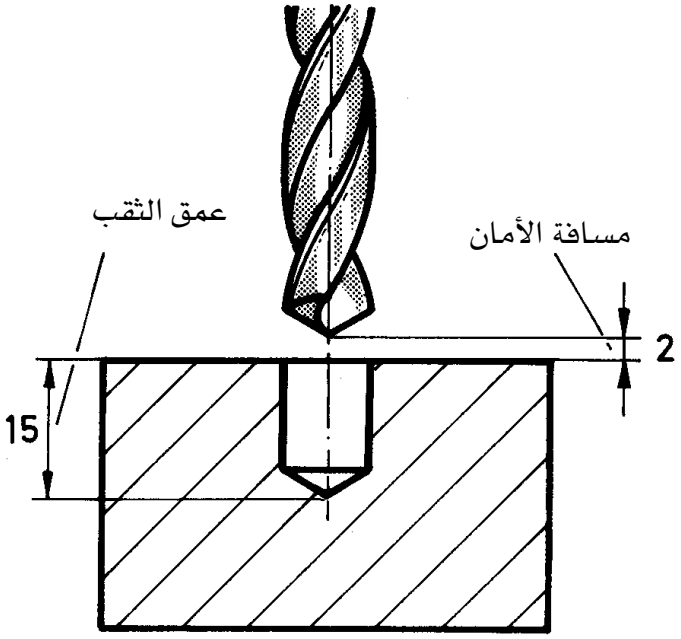
الدورة عبارة عن تتابع خطوات مفردة محددة في نظام التحكم، ولا يلزم إلا وضع الأبعاد المطلوبة فقط.

تعريف الدورة:

يتم تحديد مسار التشغيل الضروري بواسطة تعريف الدورة، مثل العمق ومسافة الأمان و زمن التوقف.

مثال: دورة الثقب **G81**

N…..G81 Y2 Z-15….



دورات أخرى:

دورة ثقب عميق..... **G83**

دورة القلاووظ..... **G84**

دورة برغلة..... **G85**

دورة تجويف..... **G86**

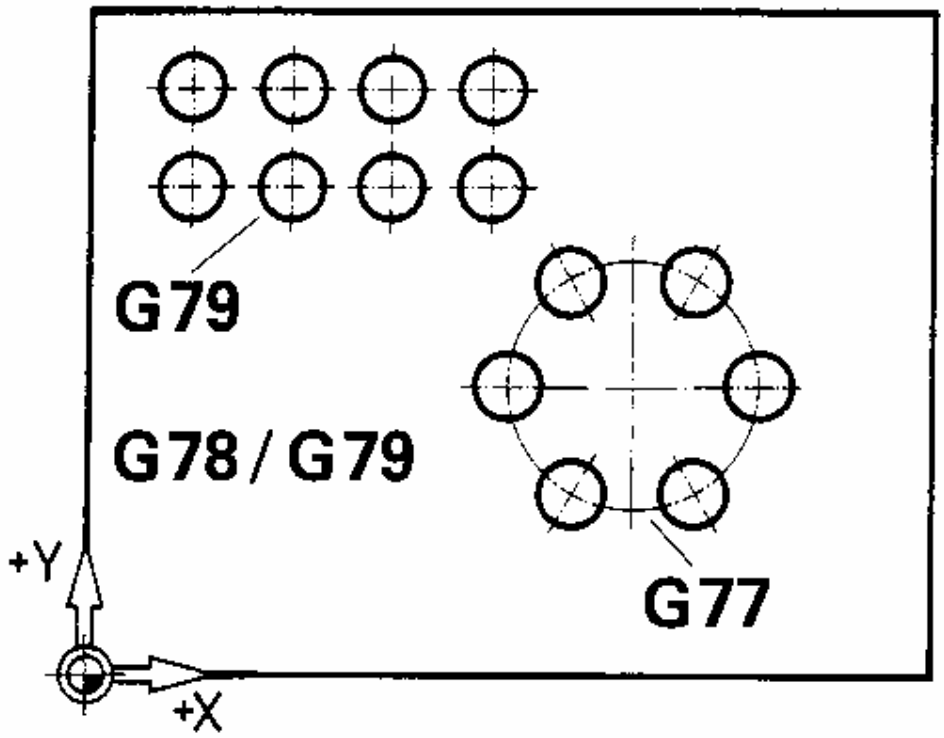
دورة الجيب المربع والمستطيل..... **G87**

دورة تفريز مجاري..... **G88**

دورة تفريز تجويف دائري..... **G89**

نداء الدورة:

يتم تحديد موضع تشغيل الدورة من خلال العمليات **G79, G78, G77**



وهذه العمليات تعنى:

G77: تعريف دائرة الثقوب

G78: تعريف النقطة

G79: نداء الدورة

٢ -٢ دورات الثقب

٢ -٢ -١ دورة الثقب G81:

دورات الثقب عبارة عن سلسلة حركات تقنية محددة لعمليات تشغيل كثيرة التكرار عند الثقب، وعادة ما تستخدم دورة الثقب (G81) للأغراض التالية:

- المركزة (ضبط التمركز)
- لثقب المواد ذات الرايش قصير الطول.
- لثقب الأعماق الصغيرة.

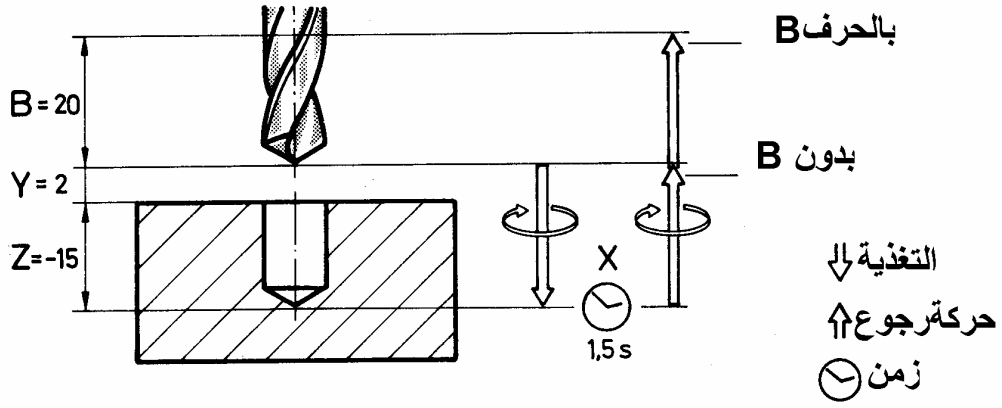
وتحمل العناوين المستخدمة في دورة الثقب (G81) نفس المعنى بالنسبة لدورات الثقب كلها:

(G86, G85, G84, G83)

G81 (X1.5) Y2 Z-15 B20 F... S... M...

زمن التوقف | عمق الثقب

مسافة الأمان | مسافة الارتداد

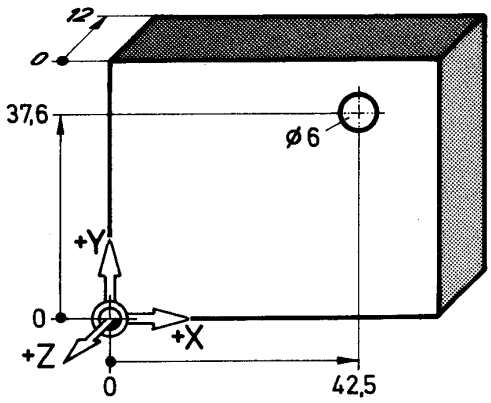


X..... زمن التوقف: فترة دوران العدة بدون قطع بعد أن تصل إلى العمق Z.

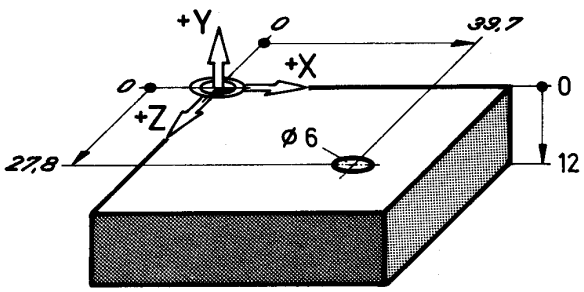
Y .....مسافة الأمان: بعد طرف العدة عن السطح العلوي للشغلة.

Z.....عمق الثقب: يقاس من سطح الشغلة إلى "مدبب" الثقب (القياس بالتحكم الرقمي بالحاسب)

B.....مسافة الارتداد: بعد طرف العدة عن السطح العلوي للشغلة بالإضافة إلى مسافة الأمان Y عند انتهاء الدورة.



G17



G18

G81 (X1.5) Y2 Z-14 B...
G79 X42.5 Y37.6 Z0

G81 (X1.5) Y2 Z-14 B...
G79 X39.7 Y0 Z27.8

لاحظ أن:

- Z في المستوى G18 تعني أيضا عمق الثقب
- تستخدم إحداثيات كل مستوى (هنا G79) لنداء الدورة

٢ -٢ -٢ دورة الثقب العميق G83

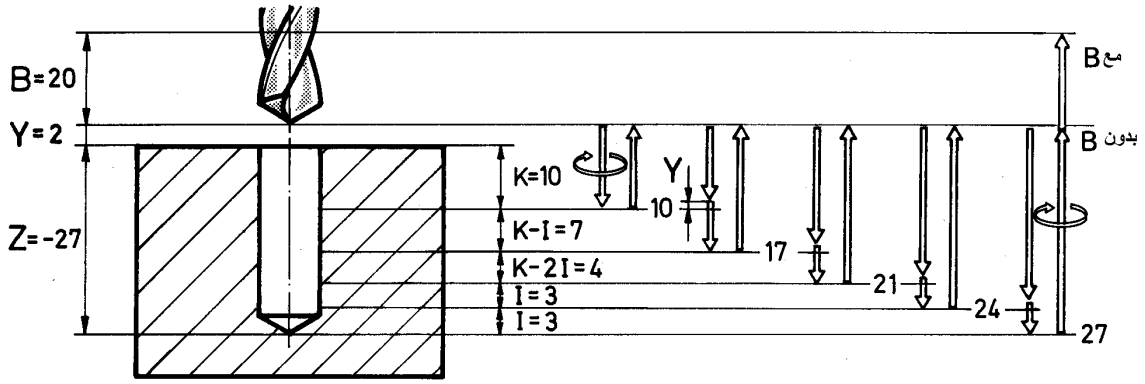
تم إعداد دورة الثقب العميق (**G83**) خصيصا للثقوب ذات الأعماق الكبير، وبذلك لا يتم الثقب بشوط واحد و إنما يتم على مراحل. .وهناك طريقتان لعمل الثقب العميق:

١ - الرجوع الكامل من الثقب (لإزالة الرايش) بدون برمجة الحرف(J).

تعريف الدورة:

G83 (X...) Y2 Z-27 B20 I3 K10 F... S... M...

G79... انظر G81 قيمة التخفيض عمق الحركة الابتدائية

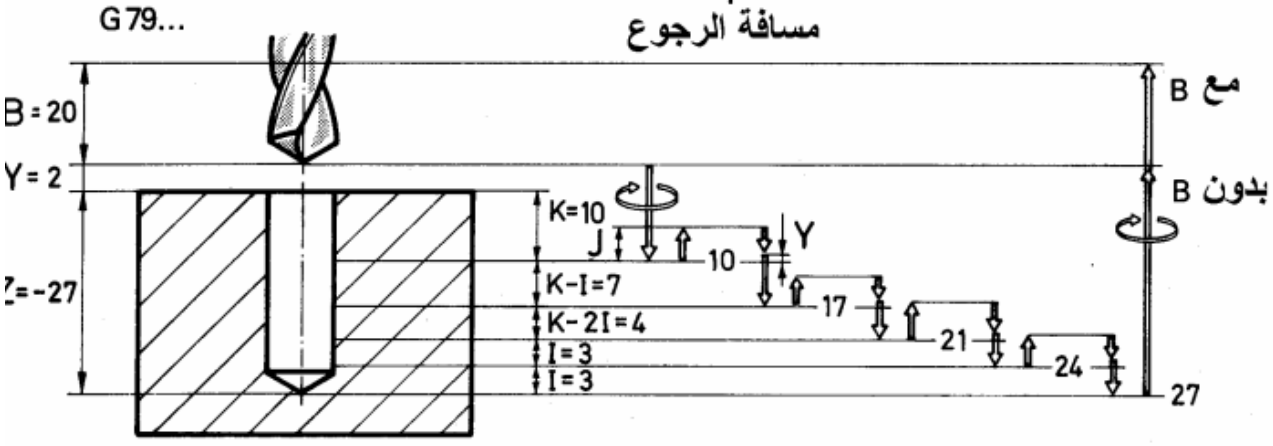


٢ - الرجوع بمقدار مسافة معينة مبرمجة(برمجة الحرف J).

G83 (X...) Y2 Z-27 B20 I3 J5 K10 F... S... M...

مسافة الرجوع

G79...

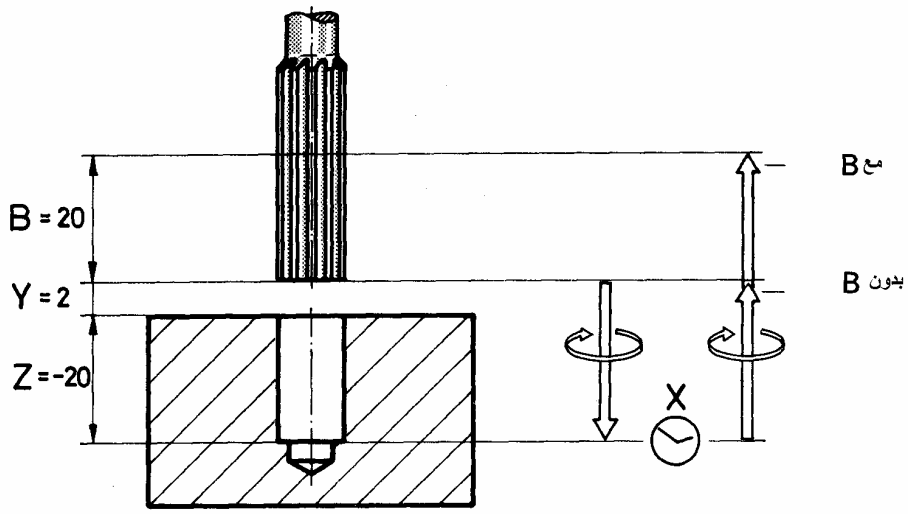


٢ -٣ دورة البرغلة G85:

تكون العناوين المراد برمجتها لدورة البرغلة مماثلة لدورة الثقب وتستخدم لتحسين دقة شكل الثقب وجودة أسطحه.

G85 (X...) Y2 Z-20 B20 F... S... M...

G79... **انظر G81**



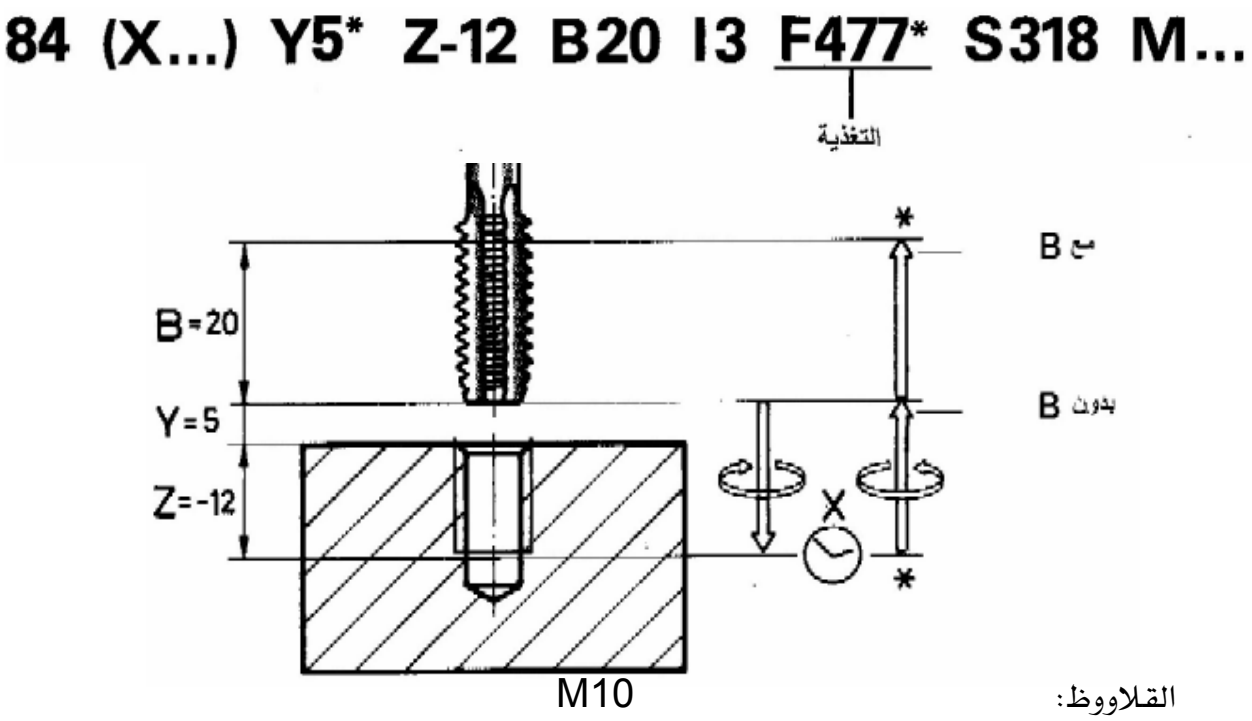
٢ -٤ دورة قطع اللولب G84:

هناك طريقتان لبرمجة دورة قطع القلاووظ:

١ - البرمجة بخطوة القلاووظ

برمجة الحرف (J) حيث يمثل خطوة أسنان القلاووظ

٢ - برمجة التغذية (الحرف F)



القلاووظ: M10

خطوة اللولب: P = 1.5mm

سرعة القطع: $Vc = 10\frac{m}{min}$

عدد اللفات: $n = 318\ min^{-1}$

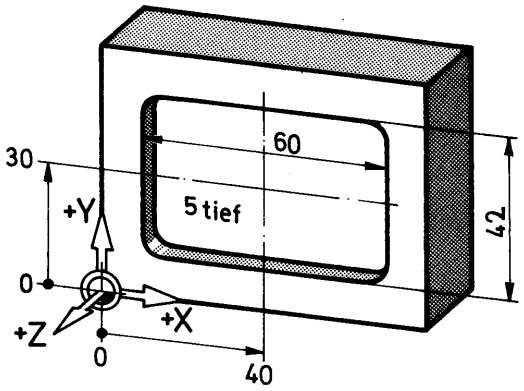
❖سرعة التغذية(F) = خطوة اللولب × عدد اللفات: $F = 1.5mm \times 318min^{-1} = 477\frac{mm}{min}$

مسافة الأمان (Y) أكبر من مسافة الأمان في كل من G83/G81

٢ -٥ القواعد الأساسية لدورات التفريز G87, G88, G89

بالنسبة للدورات **G87** ,**G88** و**G89** يجب التفريق بين تعريف الدورة ونداء الدورة في كل من المستويين **G17** ,**G18**.

G17



تعريف الدورة

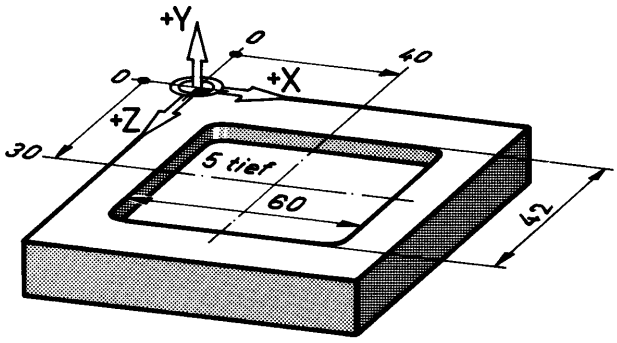
G87 X60 Y42 Z-5...

نداء الدورة

G79 X40 Y30 Z0

المستوى

G18



G87 X60 Y42 Z-5...

G79 X40 Y0 Z30

لاحظ أنه:

- في كل من الدورات **G87, G88, G89** تكون:
  - قيمة X (أول مقاس في الدورة) دائما موازي لمحور X
  - قيمة Y دائما ثاني مقاس في الدورة
  - قيمة Z دائما العمق الإجمالي في الدورة
- تستخدم إحداثيات كل من المستويين **G17, G18** لنداء الدورة بواسطة العمليات **G79, G78, G77**

G87 X60 Y50 Z-10 B2 R8 (I70) (J-1) K5 F... S...

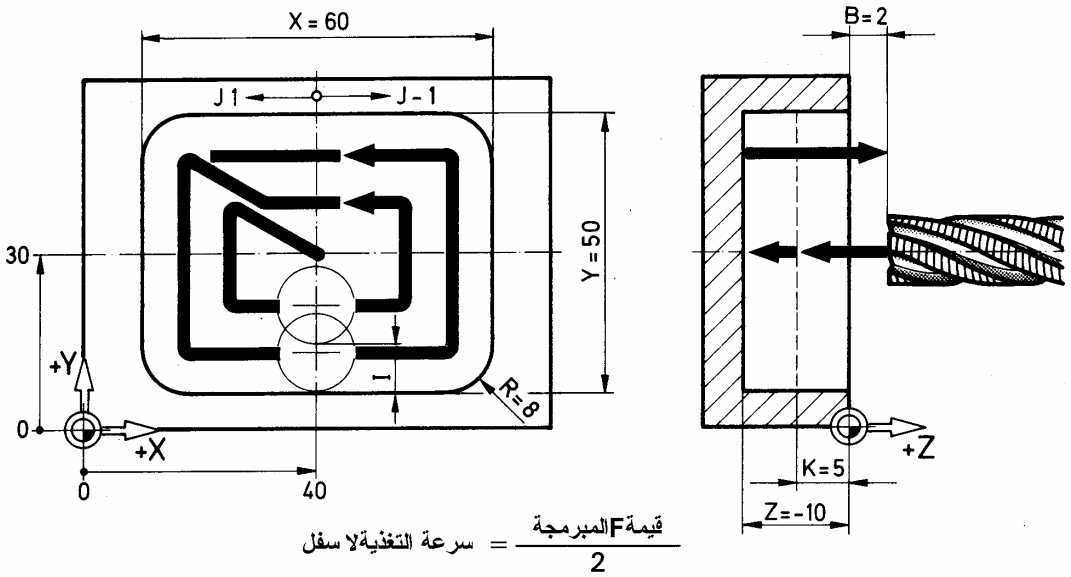
المقاس الأول

- G87 — العمق الكلى
- X60 — المقاس الثاني للتجويف (موازيا للمحور Y)
- Y50 — نصف قطر
- Z-10 — مسافة الأمان بالنسبة المئوية من القطر الكامل
- B2 — التفريز لأعلى — عرض القطع لمقاطع التفريز
- R8
- (I70)
- (J-1) — عمق لكل قطع على حده
- K5
- F...
- S...

٢ -٦ دورة تفريز الجيب المربع والمستطيل G87

تعريف الدورة:

نداء الدورة: برمجة مركز التجويف



G79 X40 Y30 Z0 (B1 = ...)*

*يمكن برمجة الوضع الزاوي للتجويف بواسطة (B1 = ...°)

٢ -٧ دورة تفريز المجاري G88

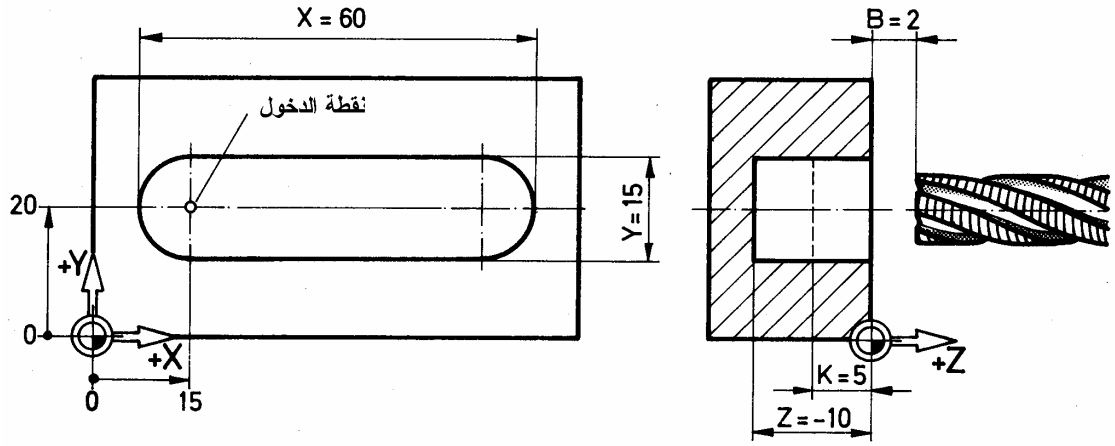
١ - تعريف الدورة:

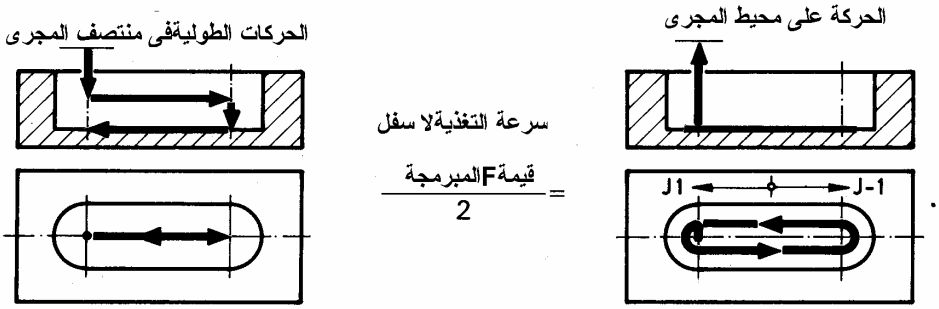
G88 X60 Y15 Z10 B2 (I70) (J-1) K5 F... S... M...

- X60: المقاس الأول للمجر (موازيا لمحور X)
- Y15: المقاس الثاني للمجرى
- Z10: العمق الكلي
- B2: مسافة الأمان
- (I70) (J-1): انظر G87
- K5: عمق لكل عملية قطع على حدة

G17 موازيا للمحور Y

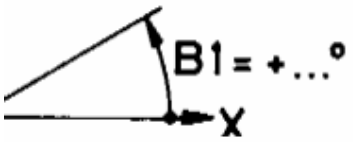
G18 موازيا للمحور X





٢ - نداء الدورة: برمجة نقطة الدخول

G79 X15 Y20 Z0 (B1 = ...)*



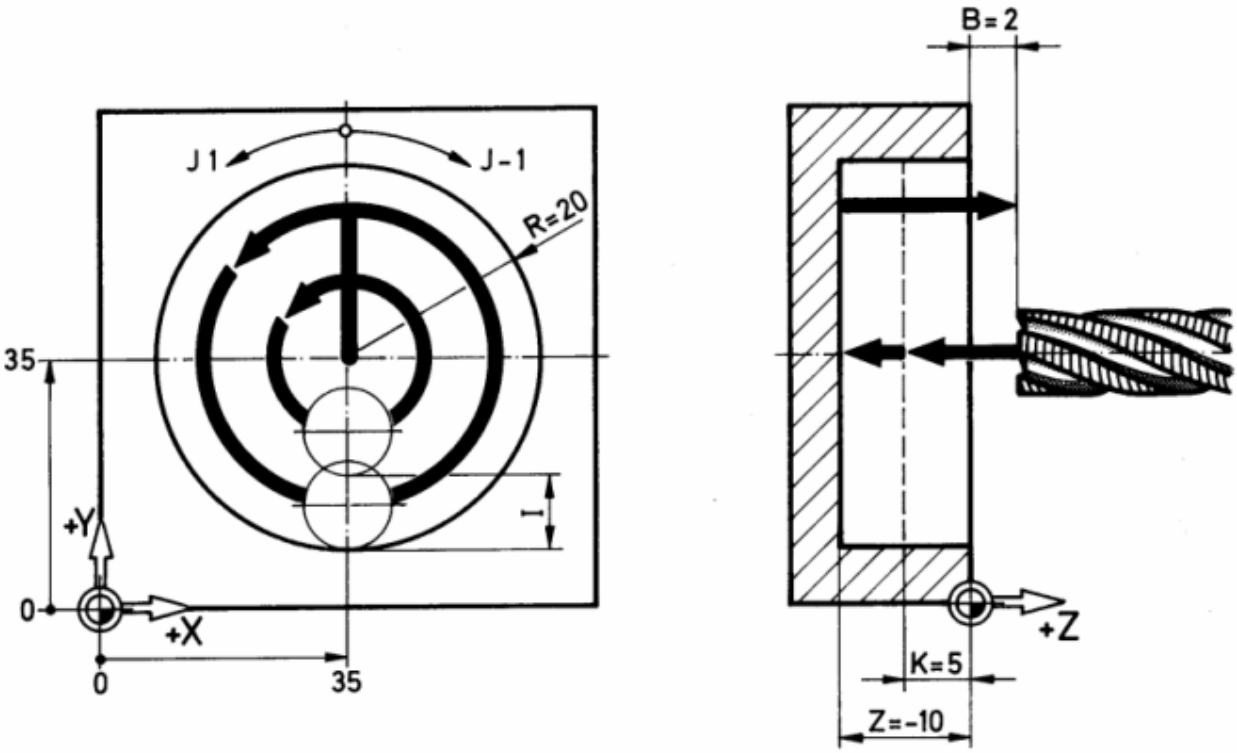
*يمكن برمجة الوضع الزاوي للمجرى بواسطة (B1=...)

٢ -٨ دورة تفريز الجيب الدائري G89

١ - تعريف الدورة:

G89 Z-10 B2 R20 (I70) J-1) K5 F... S... M...

التعمق لكل عملية قطع على حدة	انظر G87	نصف قطر التجويف	مسافة الأمان	التعمق الكلي للتجويف



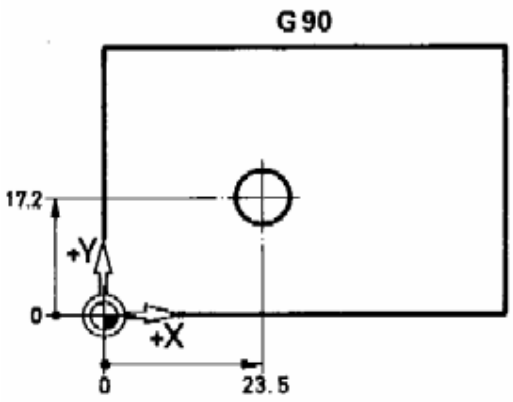
- **نداء الدورة**: برمجة مركز التجويف:

G79 X35 Y35 Z0

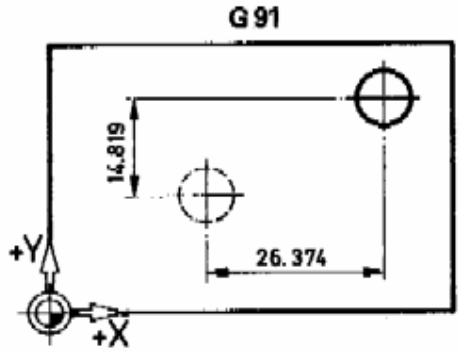
٢ -٩ نداء الدورة G79

تتم برمجة نقطة الهدف التي يجب أن تبدأ من عندها عملية القطع مع **G79** التي تؤدي إلى نداء (استدعاء). ويمكن برمجة نقطة الهدف بالإحداثيات الديكارتية (X, Y, Z) كما يمكن برمجتها بالإحداثيات القطبية(L1, L2, B1, B2) في مستوى التشغيل.
تتم البرمجة الإحداثيات إما برمجة مطلقة (**G90**) أو برمجة تزايدية (**G91**).

١ - بالإحداثيات الديكارتية:

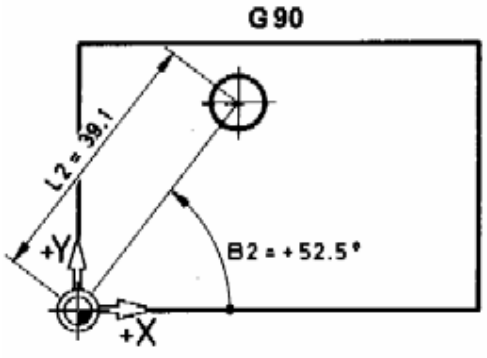


N... G81
N... G79 X23.5 Y17.2 Z0

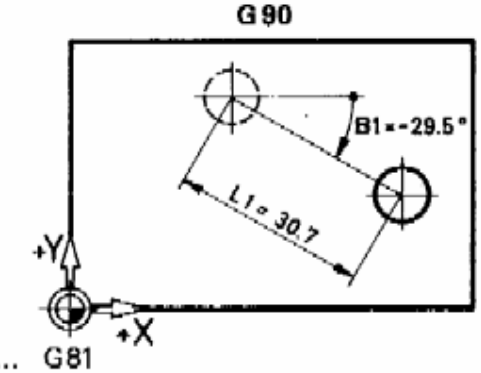


N... G81...
N... G79... X... Y... Z...*
N... G91...
N... G79 X26.374 Y14.819 (Z...)*
N... G90

٢ - بالإحداثيات القطبية:



N... G81
N... G79 B2=52.5 L2=39.1 Z0



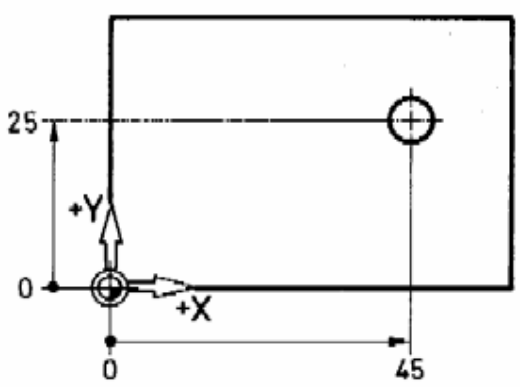
N... G81
N... G79 B2=... L2=... Z...*
N... G79 B1=-29.5 L1=30.7 (Z...)*

٢ -١٠ تعريف النقطة G78

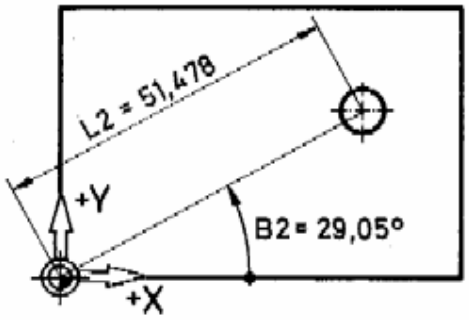
يتم في كل مرة تعريف موضع النقطة في **G78**

الإحداثيات القطبية

الإحداثيات الديكارتية

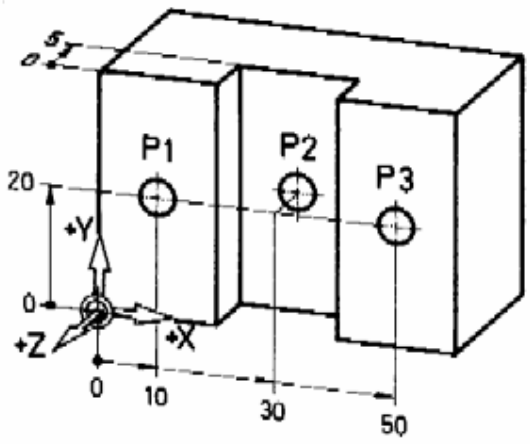


G78 P1 X45 Y25 Z0



G78 P1 B2=29.05 L2=51.478 Z0

ويمكن أن تقع النقط أيضا في مستويات مختلفة.



G78 P1 X10 Y20 Z0
G78 P2 X30 Y20 Z-5
G78 P3 X50 Y20 Z0

ويمكن استخدام النقاط المعرفة عن طريق **G79** في نداء الدورات:

N... G81...
N... G79 P1 P2 P3*

*لا توضع أكثر من أربع نقاط في كل بيان.

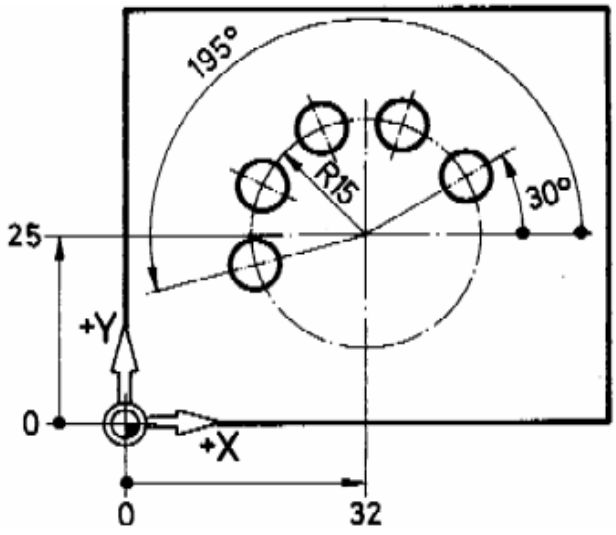
٢ -١١ تعريف دائرة الثقوب G77 بدورات الثقب

يتم تعريف النقاط الموجودة على أبعاد متساوية من بعضها على محيط دائرة الثقوب في G77.

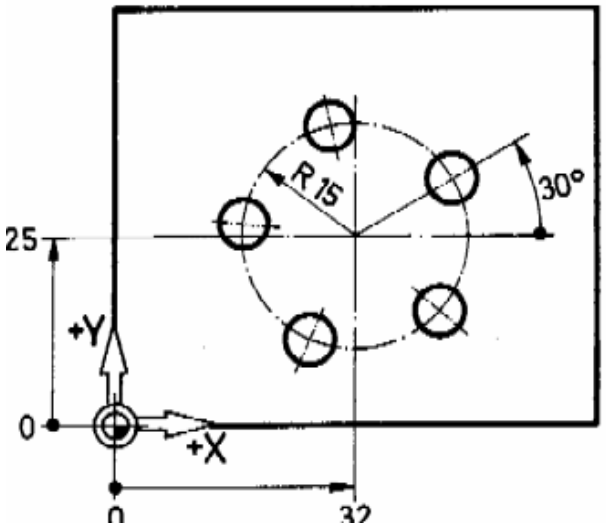
G77 X32 Y25 Z0 R15 I30 J5 K195

- G77: إحداثيات مركز الدائرة
- X32 Y25: مستوى الشغلة
- Z0: زاوية البداية
- R15: عدد النقاط على محيط دائرة الثقوب
- I30: نصف قطر دائرة الثقوب
- J5: زاوية النهاية
- K195

باستخدام بيان زاوية النهاية



بدون استخدام بيان زاوية النهاية



يمكن أيضا برمجة إحداثيات مركز الدائرة بالإحداثيات القطبية أو بتعريف النقطة:

```
G77 L2=... B2=... Z... R... I... J... (K...)
G77 L1=... B1=... Z... R... I... J... (K...)

G78 P1 X... Y... Z...
G77 P1          R... I... J... (K...)
```

٢ -١٢ تعريف دائرة الثقوب G77 بدورات التفريز

يمكن أيضا نداء دورات التفريز **G89** ,**G87** بتعريف دائرة الثقوب **G77.**

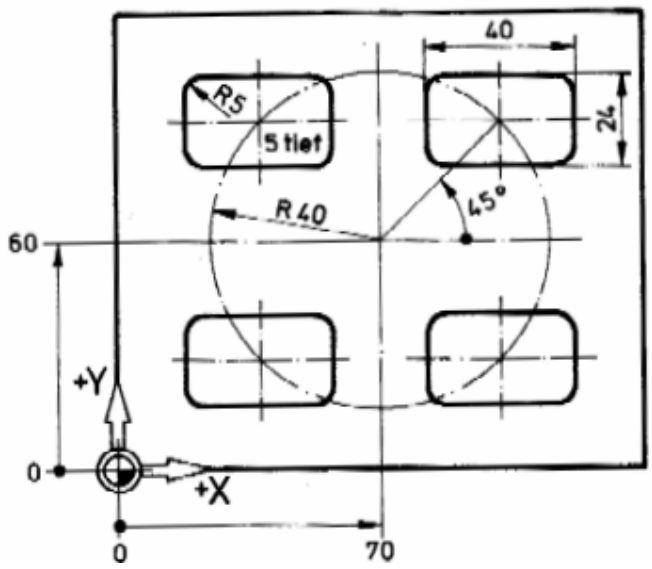
١ - تعريف الدورة (**G87**):

G87 X40 Y24 Z-5 B2 R5

٢ - تعريف دائرة الثقوب:

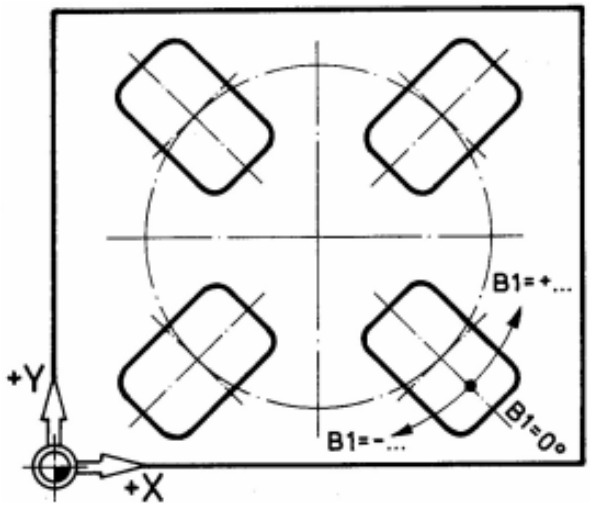
G77 X70 Y60 Z0 R40 I45 J4

انظر الدورة السابقة



بالإضافة إلى ذلك يمكن برمجة الوضع الزاوي بواسطة (... = **B1**) في دورتي التفريز **G88**, **G87**

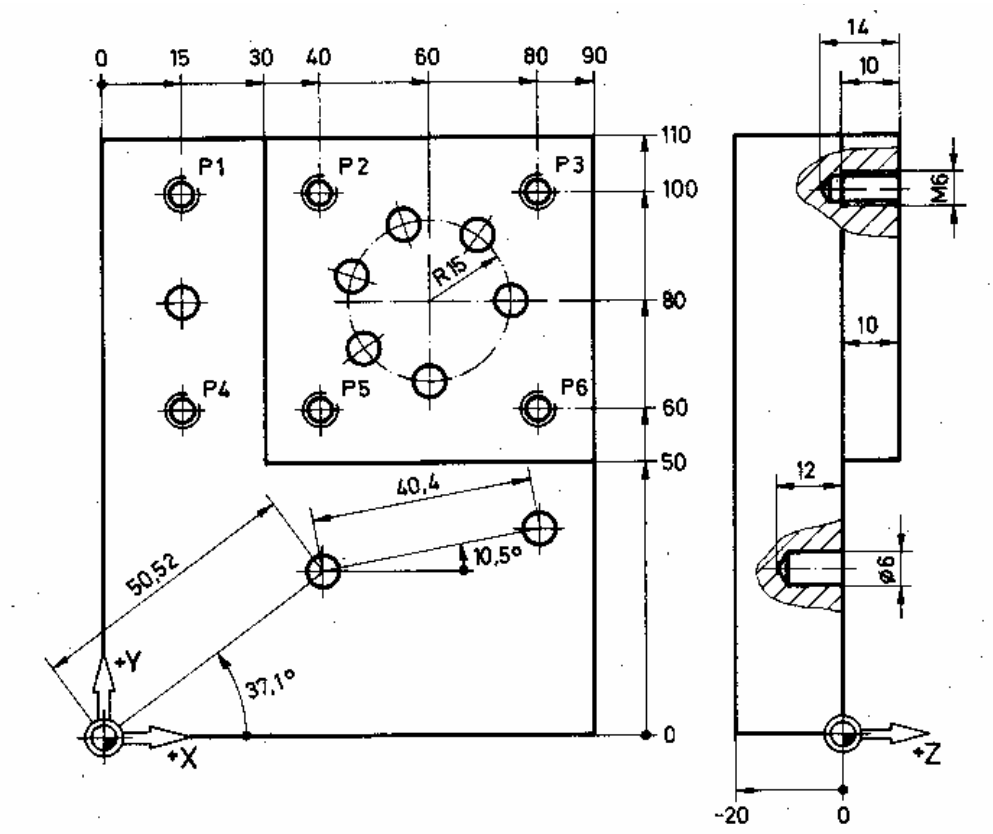
G77 X70 Y60 Z0 R40 I45 J4 B1 = 0



٢ -١٣ مثال أول على برمجة الدورات في المستوى G17

يجب تشغيل الشغلة الموضحة بالرسم بالثقوب التالية :

- T1 : مثقاب قطره 6mm
- T2 : مثقاب قطره 6mm
- T3 : قلاووظ M6

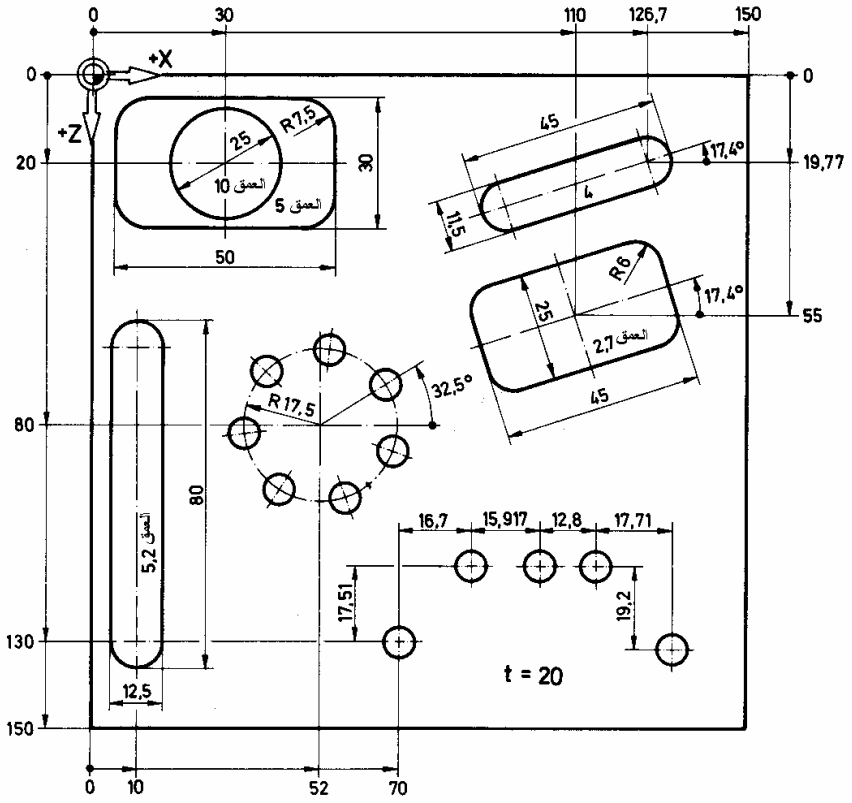


الحل:

% PM N 9005					
N 1	G 17				S 950 T 1 M 66
N 2	G 54				
N 3	G 98	X-10	Y-10	Z-20	I 110 J 130 K 40
N 4	G 99	X 0	Y 0	Z-20	I 90 J 110 K 20
N 5	G 99	X 30	Y 50	Z 0	I 60 J 60 K 10
N 6	G 81		Y2	Z-12	B 10 F 50 M 3
N 7	G 79				B 2=37.1 L 2=50.52
N 8	G 79				B 1=10.5 L 1=40.4
N 9	G 79	X 15	Y80		
N 10	G 77	X 60	Y80	Z 10	R 15 I 0 J 6 K 270
N 11	G 0			Z 50	
N 12					S 1200 T 2 M 66
N 13	G 78	X15	Y 100	Z 0	P 1
N 14	G 78	X40	Y 100	Z 10	P 2
N 15	G 78	X80	Y 100	Z 10	P 3
N 16	G 78	X15	Y 60	Z 0	P 4
N 17	G 78	X40	Y 60	Z 10	P 5
N 18	G 78	X80	Y 60	Z 10	P 6
N 19	G 83		Y 2	Z-14	I 0 J 0.3 K3
N 20	G 79				P 1 P 2 P 3 P 6
N 21	G79				P 5 P 4
N 22	G 0			Z 50	
N 23					S 530 T 3 M 66
N 24	G 84		Y 5	Z-10	J 1
N 25	G 79				P 4 P 5 P 6 P 3
N 26	G 79				P 2 P 1
N 27	G 0			Z 50	
N 28	G 53				M 30

٢ -١٤ مثال ثاني على برمجة الدورات في المستوى G17

يجب تشغيل الشغلة الموضحة بالرسم بمقطع (سكين) تفريز قطرها d = 8 mm (T1) و مثقاب قطره d = 6 mm (T2)وعمق 12mm.



الحل:

% PM N 9006					
N 1	G 18				S 800 T 1 M 66
N 2	G 54				
N 3	G 98	X-10	Y-20	Z 0	I 170 J 30 K 170
N 4	G 99	X 0	Y-20	Z 0	I 150 J20 K 150
N 5	G 87	X 50	Y 30	Z-5	B 2 R 7.5 F 100 M 3
N 6	G 79	X 30	Y 0	Z 20	
N 7	G 89			Z-5	B 2 R 12.5
N 8	G 79		Y-5		
N 9	G 88	X-45	Y 11.5	Z-4	B 2
N 10	G 79	X 126.7	Y 0	Z 19.77	B 1 = 17.4
N 11	G 87	X 45	Y 25	Z-2.7	B 2 R 6
N 12	G 79	X 110		Z 55	B 1 = 17.4
N 13	G 88	X 12.5	Y-80	Z-5.2	B 2 K 4.2
N 14	G 79	X 10		Z 130	
N 15	G 0		Y 50		
N 16					S 1000 T 2 M 66
N 17	G 81		Y 2	Z-12	F 50
N 18	G 77	X 52	Y 0	Z 80	R 17.5 I 32.5 J 7
N 19	G 79	X 70	Y 0	Z 130	
N 20	G 91				
N 21	G 79	X 16.7		Z-17.51	
N 22	G 79	X 15.917			
N 23	G 79	X 12.8			
N 24	G 79	X 17.71		Z 19.2	
N 25	G 90				
N 26	G 0	X 0	Y 50	Z 0	
N 27	G 53				M 30

الفصل الثالث

دورات الخراطة الجاهزة

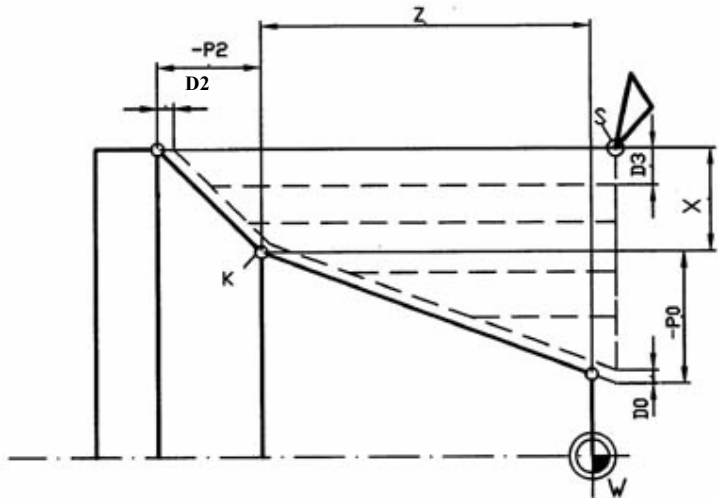
الأهـــــداف:

بإكمال هذه الفصل يكون المتدرب قادرا على:

- ❖ أن يقوم بإنتاج قطع شغل تطبق فيها الدورات الجاهزة التالية للمخارط:
  - الخراطة الطولية G84.
  - الخراطة الجبهية G84.
  - الخلخلة G86.
  - الثقب G87.
  - القلاووظ G85.

٣ -١ دورة الخراطة الطولية G84

G84	X..	Z..	P0..	P2..	D0..	D2..	D3..	F..
	mm	mm	mm	mm	µm	µm	µm	mm/min



G84 دورة الخراطة الطولية

X,Z قيم إحداثيات مطلقة لنقطة الكنتور K

P0 مقاس المخروط لمحور X

P2 مقاس المخروط لمحور Z

D0 مقاس تشطيبي لمحور X

D2 مقاس تشطيبي لمحور Z

D3 تقسيم القطع

F... التغذية

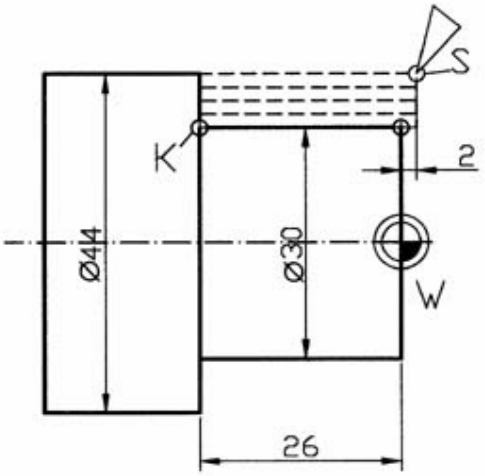
ملحوظة:

- في دورة الخراطة الطولية يجب برمجة X قبل Z، و إلا سيفهم نظام التحكم هذه الدورة على أنها دورة خراطة جبهية.
- تميز البارامترات P0, P2, D0, D2, D3 بالاختياري.

٣ -٢ أمثلة على دورة الخراطة الطولية G84

مثال ١:

دورة الخراطة الطولية ذات تقسيم لعدد أوجه للقطع ويتم إدخال D3 بوحدة الميكرون (1/1000mm).



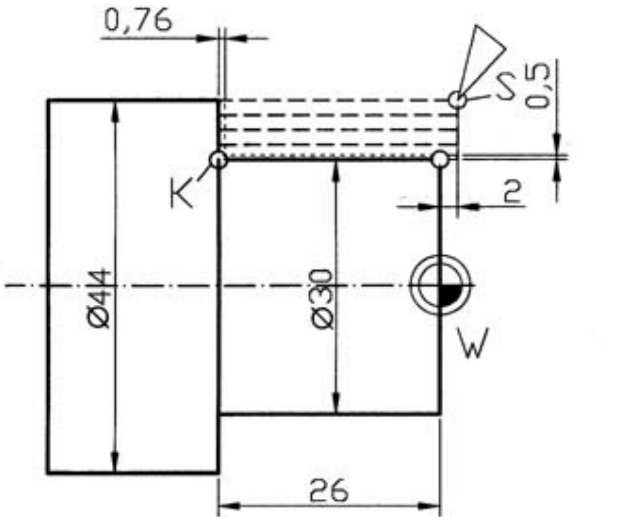
N...	G 00	X 44	Z 2	
N...	G 84	X 30	Z-26	D 3 = 2000

ملحوظة:

يتم تقسيم قيمةD3 (تقسيم أوجه القطع) إلى عمليات قطع متساوية أقل من أو تساوىD3 بواسطة نظام التحكم.

مثال ٢: دورة خراطة طولية ذات تقسيم لعدد أوجه للقطع D3 ومقاس تشطيب في اتجاه D0 و D2.

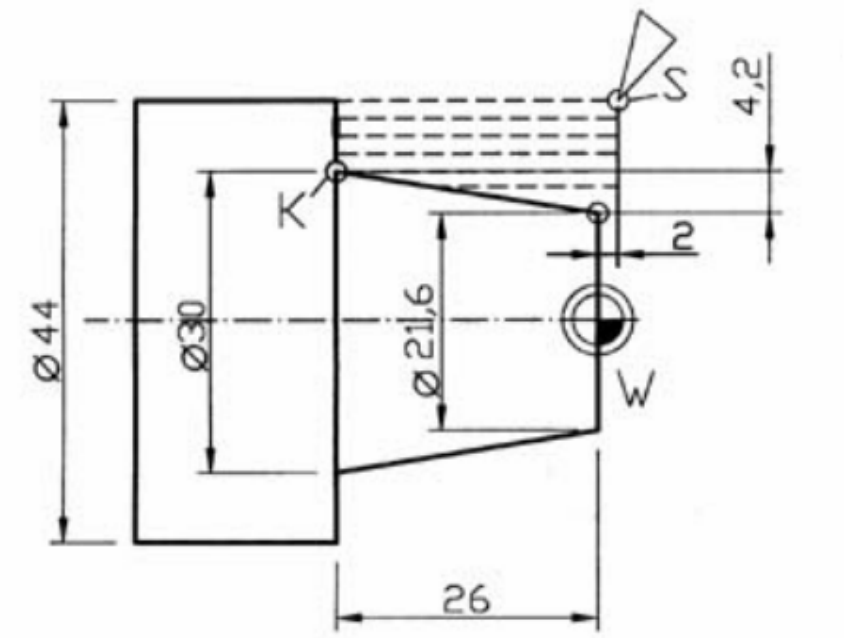
DO: مقاس تشطيب في اتجاه X
D2: مقاس تشطيب في اتجاه Z



N...	G 00	X 44	Z 2			
N...	G 84	X 30	Z-26	D0 = 500	D2 = 760	D3 = 2000

مثال ٣: دورة خراطة طولية ذات تقسيم لأوجه القطع D3 ومقاس للمخروط PO.

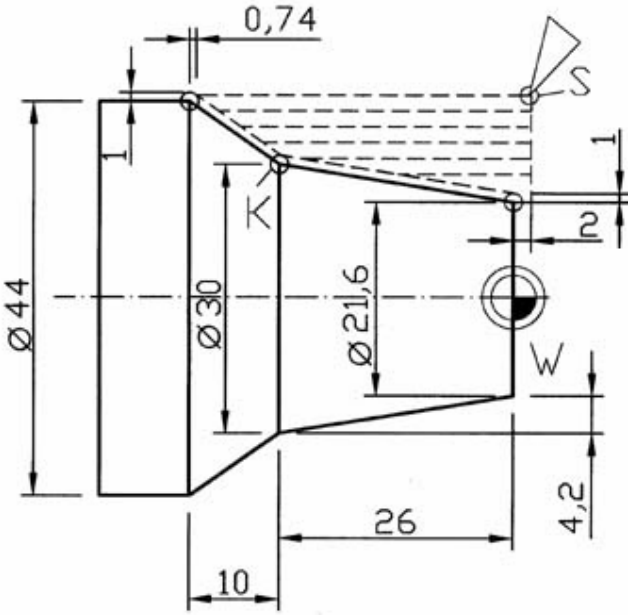
PO: مقاس للمخروط في اتجاهX



N...	G 00	X 44	Z 2		
N...	G 84	X 30	Z-26	P0-4.200	D3 = 2000

مثال ٤ :

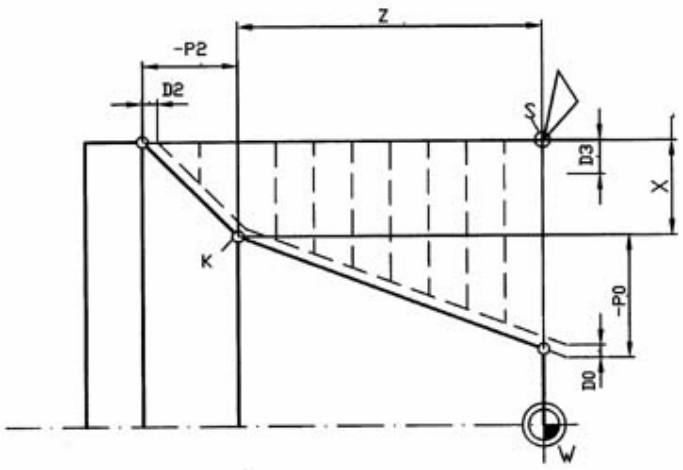
دورة خراطة طولية ذات تقسيم لأوجه القطع D3 ومقاس للمخروط P0 و P2 ومقاسات تشطيب D0 و D2.



N…	G 00	X 46	Z 2					
N…	G 84	X 30	Z- 26	P0- 4.2	P2- 10	D0 = 1000	D2 = 740	D3 = 2000

٣ -٣ دورة خراطة جبهية G84

G84	Z..	X..	P0..	P2..	D0..	D2..	D3..	F..
	mm	mm	mm	mm	µm	µm	µm	mm/min



G84 دورة الخراطة الجبهية

X,Z قيم إحداثيات مطلقة لنقطة الكنتور K

P0 مقاس المخروط لمحور X

P2 مقاس المخروط لمحور Z

D0 مقاس تشطيبي لمحور X

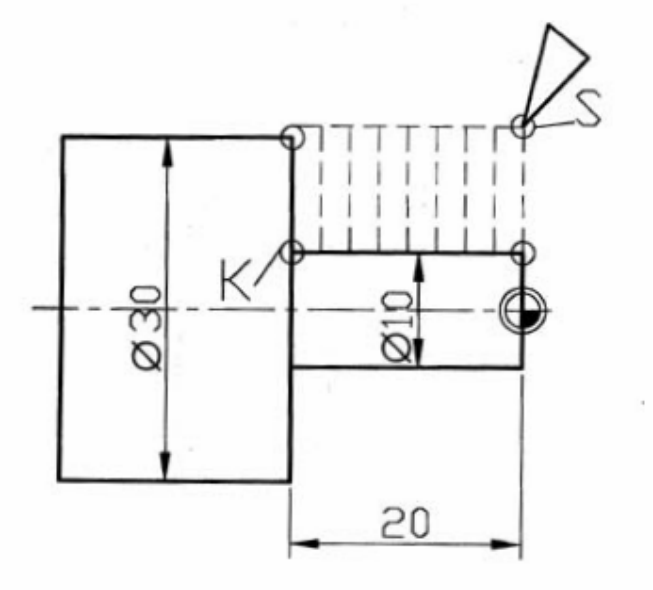
D2 مقاس تشطيبي لمحور Z

D3 تقسيم القطع

F... التغذية

إذا تمت برمجة الاحداثي Z قبل X في G84 عندئذ سيقوم نظام التحكم بتنفيذ دورة الخراطة الجبهية. ومن الناحية الهندسية تكون دورة الخراطة الطولية ودورة الخراطة الجبهية متساويتين، ولكنهما تختلفان من حيث مسار الحركة.

مثال١ : دورة خراطة جبهيه ذات تقسيم لعدد أوجه القطع D3.



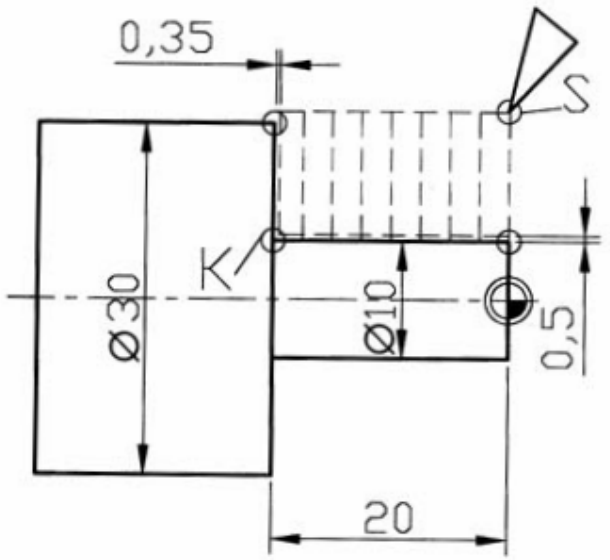
N...	G 00	X 32	Z 0	
N...	G 84	Z-20	X 10	D3 = 2500

مثال ٢ :

دورة خراطة جبهيه ذات تقسيم لعدد أوجه القطع ومقاس تشطيب في اتجاه D0 و D2.

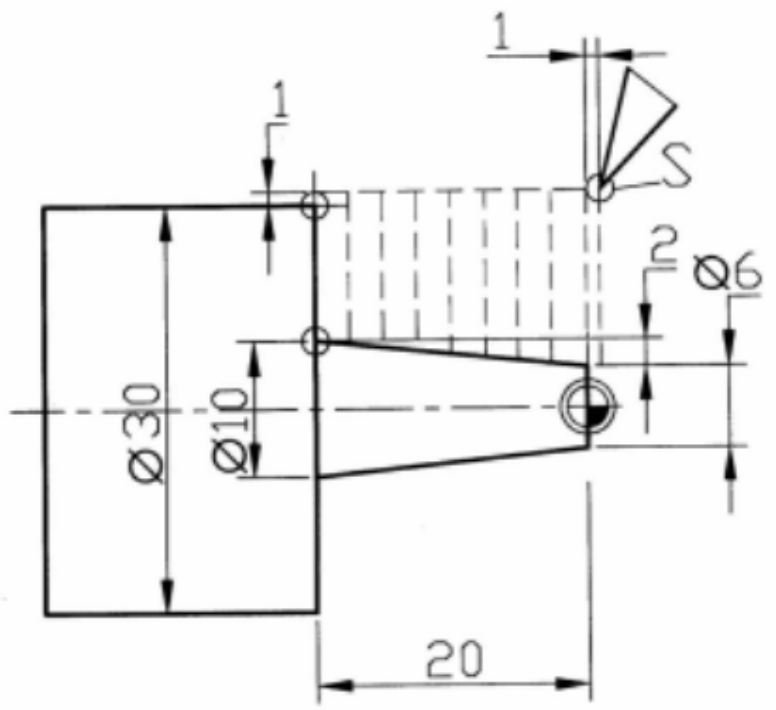
D0 : مقاس تشطيب في اتجاه X

D2 : مقاس تشطيب في اتجاه Z.



N...	G 00	X 32	Z 0			
N...	G 84	Z-20	X 10	D0 = 500	D2 = 350	D3 = 2500

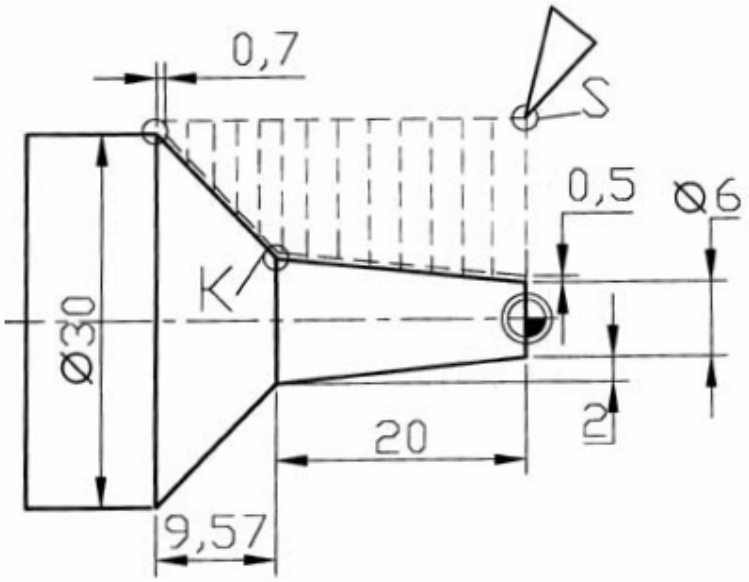
مثال٣: دورة خراطة جبهيه ذات تقسيم لأوجه القطع D3 ومقاس للمخروط P0.



N…	G00	X 32	Z 1		
N…	G84	Z-20	X10	P0 = -2	D3 = 2500

مثال ٤ :

دورة خراطة جبهيه ذات تقسيم لأوجه القطع D3 ومقاس للمخروط P0 وP2 ومقاسات تشطيب D0 و D2.



P0	مقاس المخروط لمحور X
P2	مقاس المخروط لمحور Z
D0	مقاس تشطيبي لمحور X
D2	مقاس تشطيبي لمحور Z
D3	تقسيم القطع

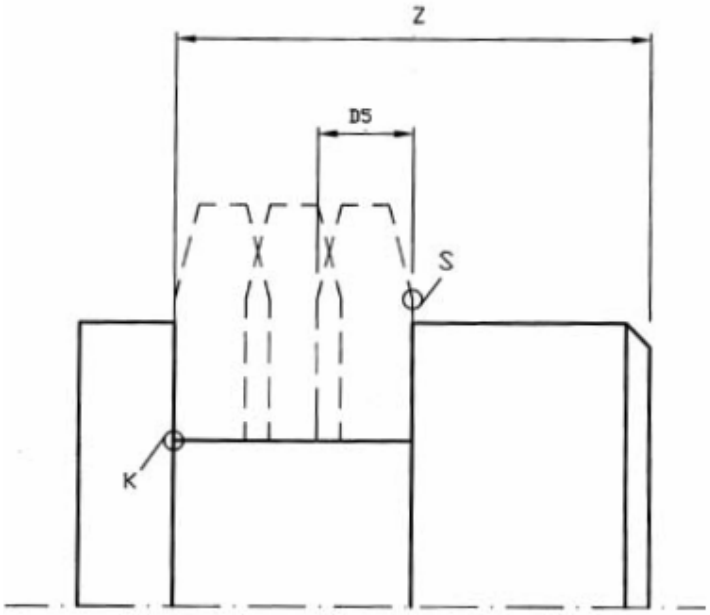
N…	**G00**	**X32**	**Z 0**					
N…	**G84**	**Z-20**	**X10**	**P0-2**	**P2-9.57**	**D0=500**	**D2=700**	**D3=2500**

٣ -٤ دورة الخلخلة G86

G86	X..	Z..	D3..	D4..	D5..	F..
	mm	mm	µm	1/10 s	µm	mm/min

D4 فترة توقف

D5 عرض العدة

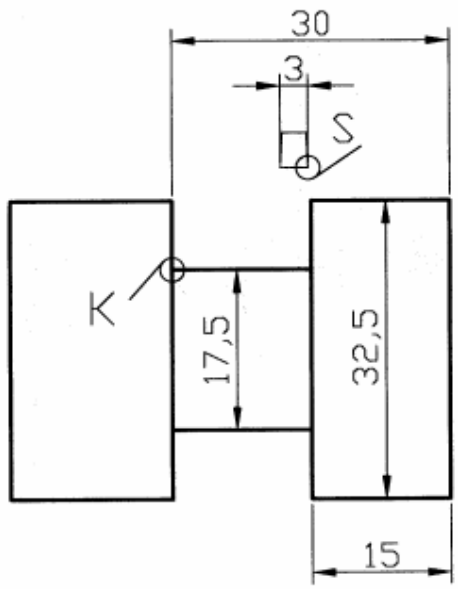


٣ -٥ إرشادات هامة لعمل الخلخلة:

١ - **قياس عدة عمل الخلخلة:** انتبه إلى حافة العدة التي تم قياسها، وذلك لان نظام التحكم يفرض أن الحافة اليمنى للعدة هي التي يتم قياسها.

قياس الحافة اليمنى للعدة:

```
N... G00   X 34    Z-15
N... G86   X17.5   Z-30   D 5 = 3000
```



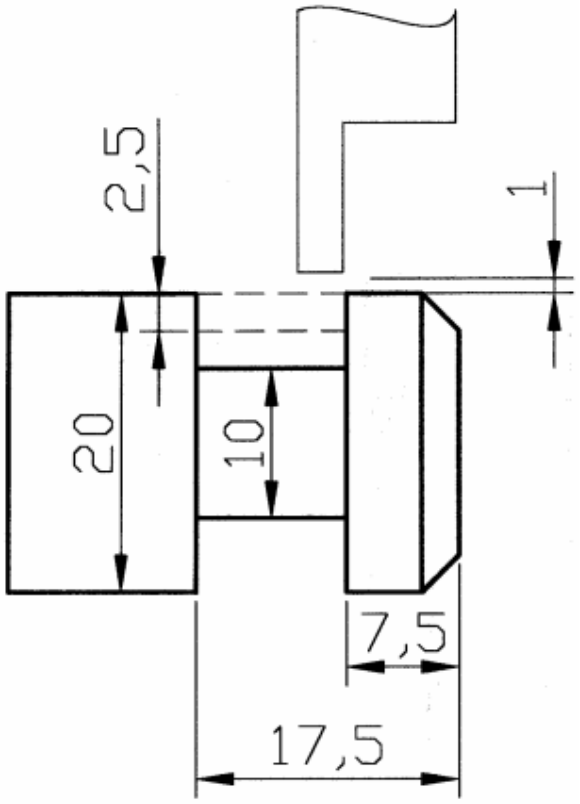
٢ - **عرض الخلخلة:** يقوم نظام التحكم بتقسيم عرض الخلخلة إلى أجزاء متساوية وبتداخل جزئي مقداره ٠,١ من المليمتر على الأقل.

٣ - **برمجة فترة التوقف:** للحصول على جودة أفضل لسطح التشغيل يمكن برمجة فترة توقف بواسطة D4.

٤ - **التغذية لكل خطوة قطع:** إذا لم تتم برمجة D3 عندئذ ستنفذ حركة التغذية على خطوة واحدة بدون تقسيم عدد أوجه القطع.

مثال ١:

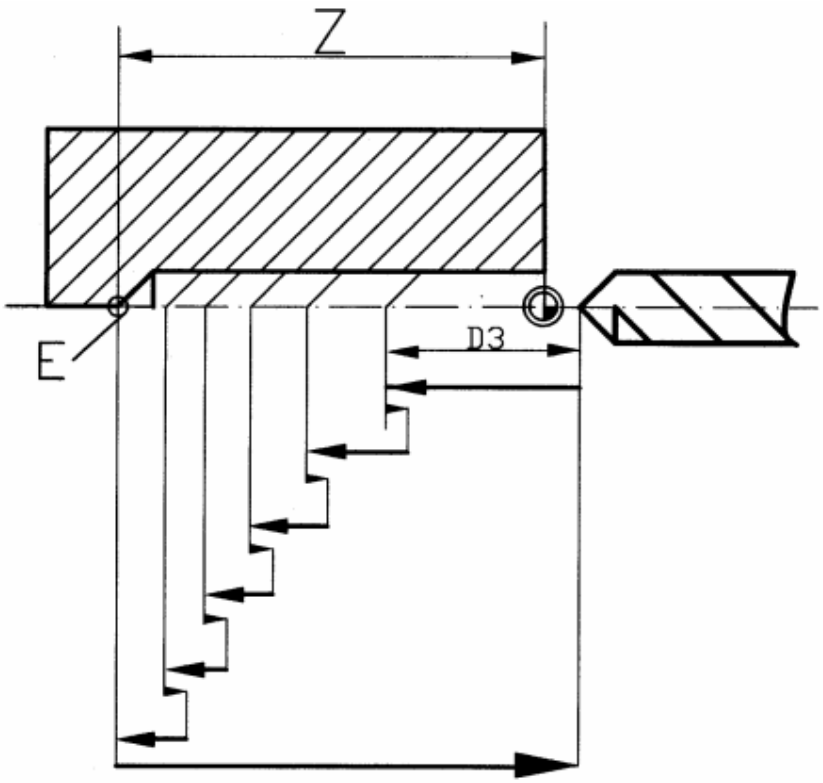
دورة عمل الخلخلة طوليا ذات تقسيم أوجه القطع D3 إلى 2.5 mm مع ضرورة برمجة عرض العدة D5، وهناك فترة توقف، D4، مقدارها 4 ثواني.



N...	G00	X 22	Z-7.5			
N...	G86	X 10	Z-17.5	D3 = 2500	D4 = 40	D5 = 3000

٣ -٦ دورة الثقب

G87	Z..	D3..	D4..	D5..	D6	F..
	mm	µm	1/10 s	[%]	µm	mm/min



G87 دورة الثقب

Z إحداثي لنقطة الهدف

D3 عمق الثقب في خطوة القطع الأولى

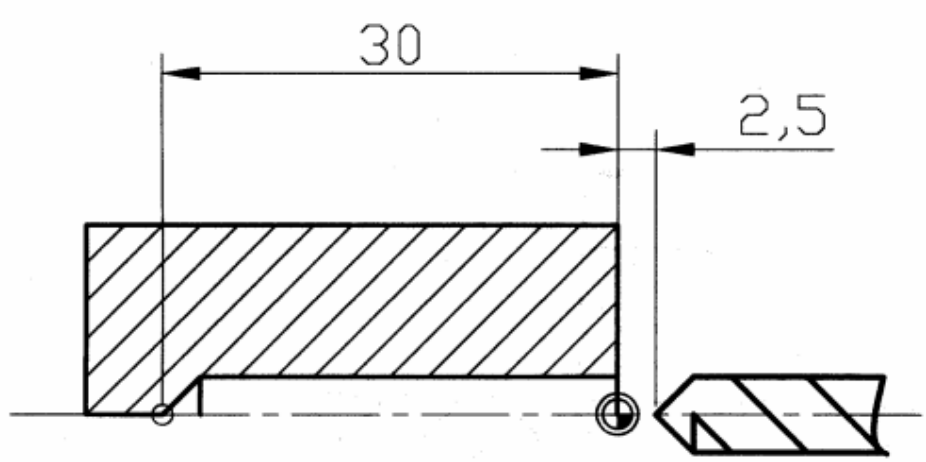
D4 فترة توقف

D5 النسبة المئوية لخفض عمق القطع

D6 أدنى عمق للثقب

٣ -٧ أمثلة على دورة الثقب

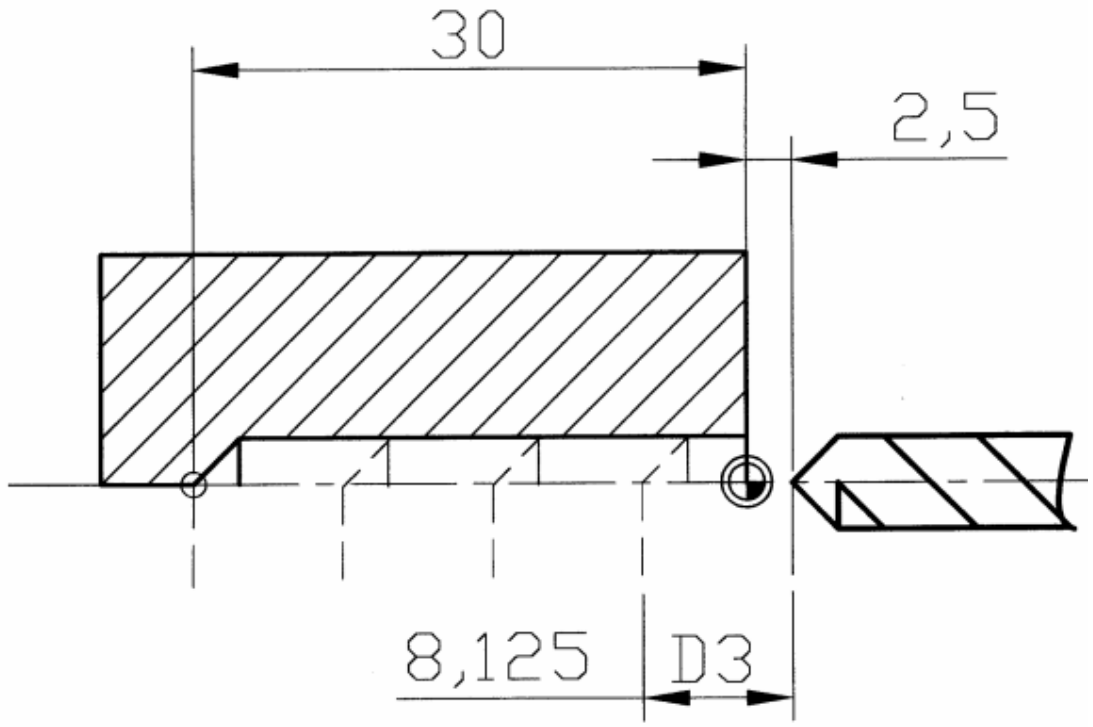
مثال ١: دورة ثقب يتم الثقب فيها على مرحلة واحدة.



N…	G00	X 0	Z 2.5
N…	G87	Z-30	

مثال ٢: دورة ثقب تشتمل على D3 (عمق ثقب القطع الأول).

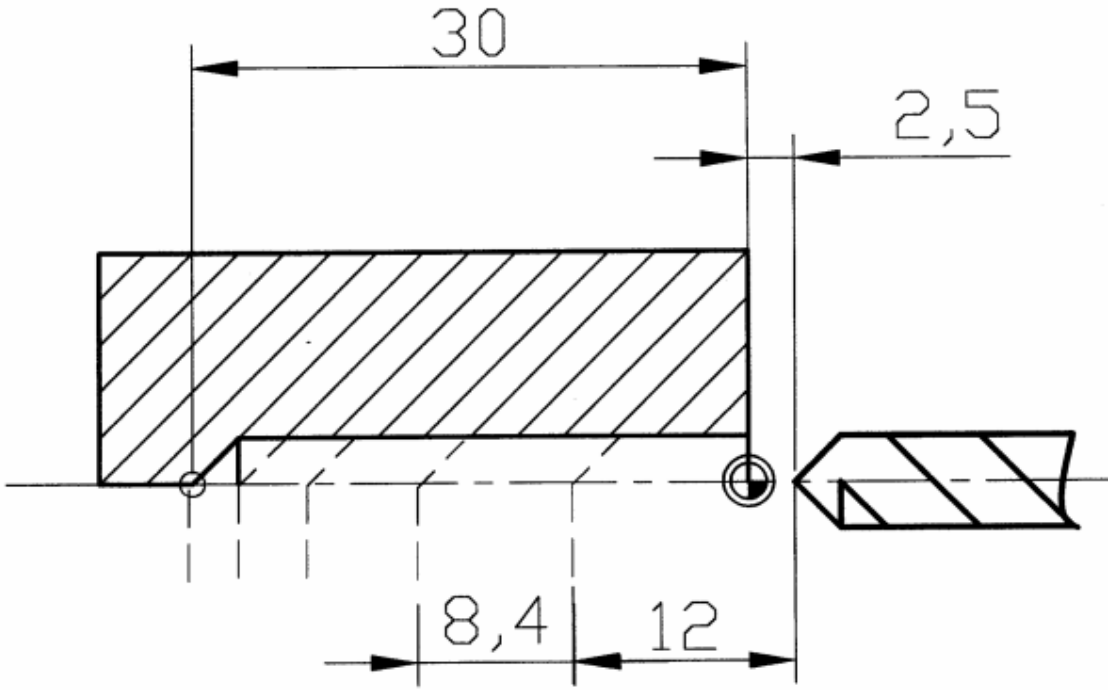
عند برمجة D3 بدون D5 أو D6 تكون عمليات التقسيم أصغر أو تساوي D3.



لاحظ: أن التغذية الفعالة هي أربع عمليات تبلغ كل منها ٨,١٢٥ مم أي ٣٢,٥ مم.

N...	G00	X 0	Z 2.5
N...	G87	Z-30	D3 = 9000

مثال ٣: دورة ثقب ذات عمق ثقب **D3** لخطوة القطع الأولى وفترة توقف **D4** (خمس ثواني)، وخفض عمق القطع **D5** (٧٠٪) وأدنى عمق للثقب **D6** (٣ مم).



N...	G00	X 0	Z 2.5			
N...	G87	Z-30	D 3 = 12000	D4 = 50	D 5 = 70	D 6 = 4000

ملحوظة: يتم خفض التغذية بمقدار النسبة المئوية المحددة D5 إلى أن يتم تجاوز الحد الأدنى المحدد بأقل عمق ثقب D6.

العمق الأول =D3= 12mm

العمق الثاني =D3 × (D5/100)= 12× (70/100) = 8.4mm

العمق الثالث = D3× (D5/100) = 8.4 × (70/100)= 5.88mm

العمق الرابع = D3 × (D5/100)= 5.88× (70/100) = 4.11mm

العمق الخامس = أدنى عمق للثقب D6 (4 مم).

٣ -٨ دورات القلاووظ

يوجد نوعان من تنفيذ عمليات القلاووظ:

٣ -٨ -١ القلاووظ على مرحلة مفردة G33

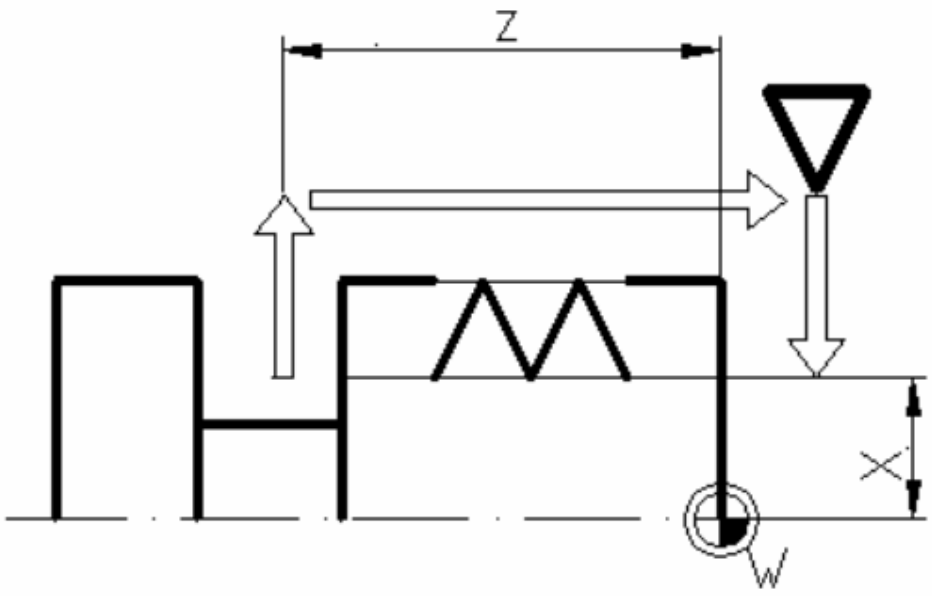
و هو الذي تتم عملية القطع على مرحلة واحدة و يمكن إنجاز القلاووظ على خطوات مفردة بواسطة G33، ويجب هنا برمجة حركات التغذية إلى الداخل و إرجاع العدة في جمل مفردة.

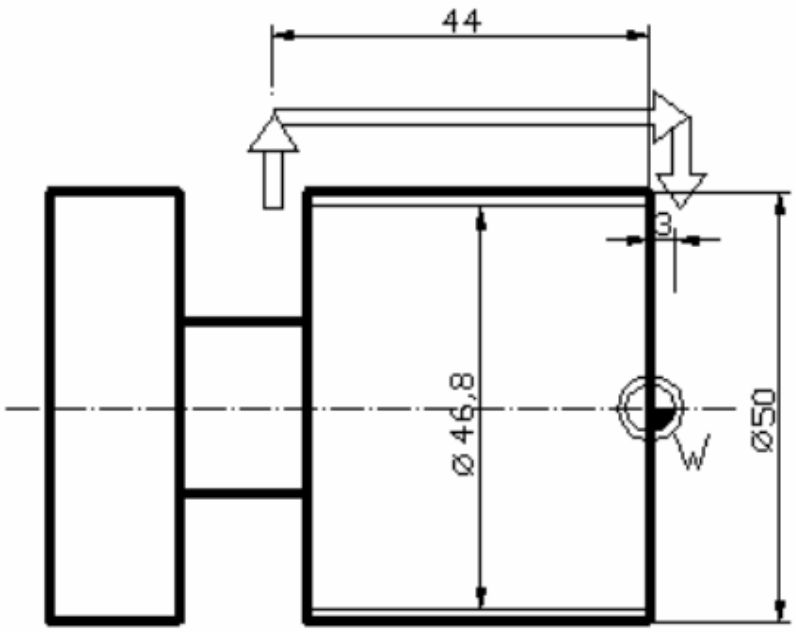
G33	X...	Z...	F...
	mm	mm	µm

G33: قلاووظ مفرد

X و Z: الإحداثيات المطلقة لنقطة الهدف

F...: خطوة القلاووظ



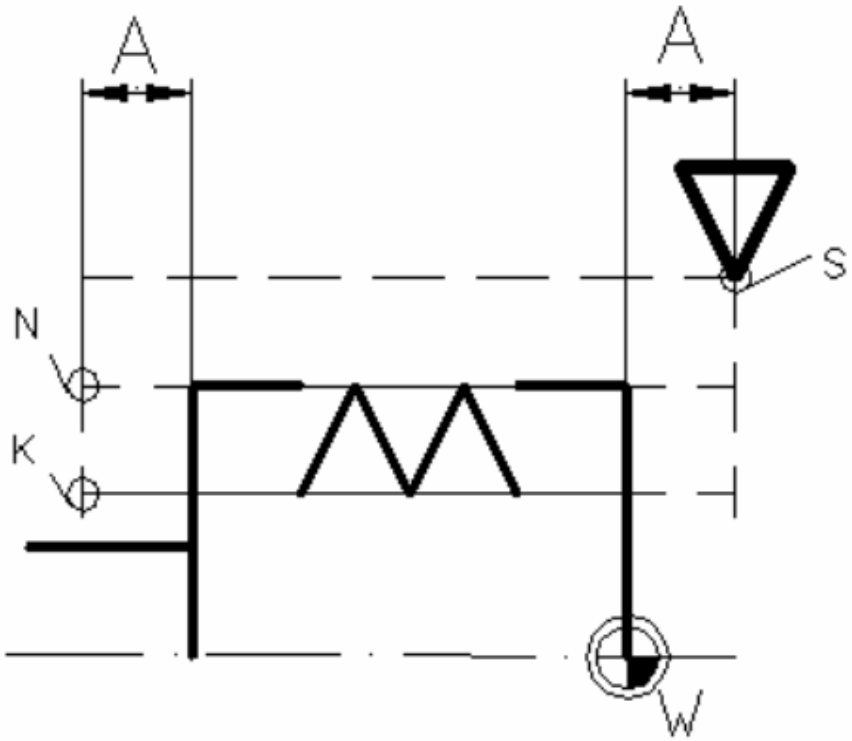


N 110	G 00	X 52	Z 3
N 120	G 00	X 46.8	
N 130	G 33	Z-44	F...
N 140	G 00	X 52	
N 150	G 00	Z 3	

٣ -٨ -٢ القلاووظ على مراحل (دورة قلاووظ طولية)

٣ -٨ -٢ -١ شرح المواصفات الهندسية

١ - **تحديد نقطة البداية**: يتم تحريك العدة إلى نقطة البداية (S) قبل الجملة G85، ويجب الالتزام بالمسافة A(في الاتجاه Z)، وترك مسافة أمان (في الاتجاه X) حتى لا تلامس السطح أثناء عودة العدة.

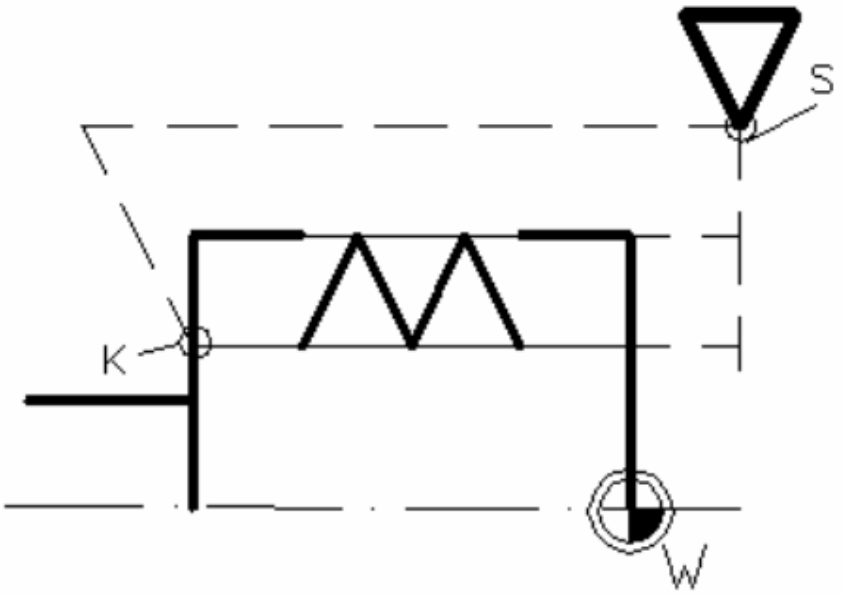


٢ - **تحديد نقطة نهاية القلاووظ:** تتم برمجة نقطة نهاية القلاووظ K (القطر الأصغر) أو N (القطر الاسمى) بواسطة X ,Z.

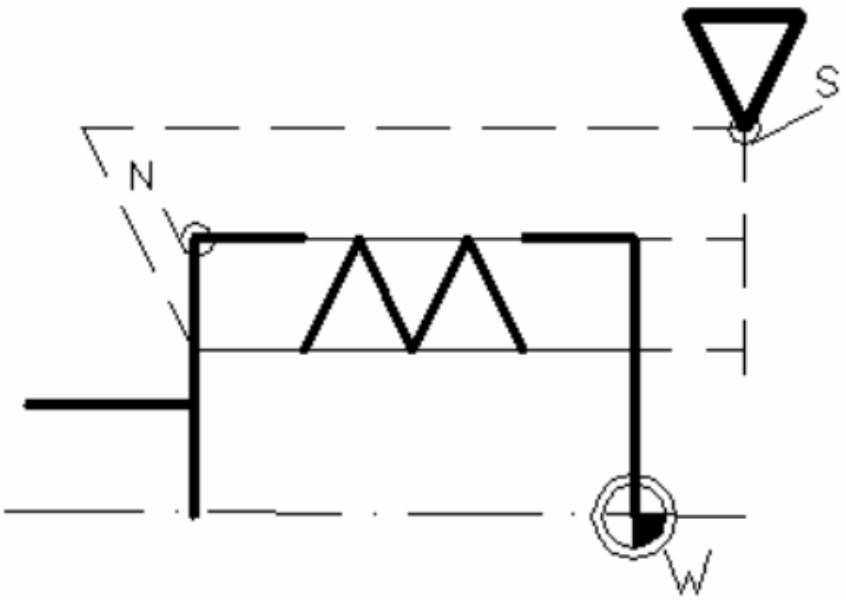
٣ - برمجة القطر الأصغر K أو القطر الاسمي N– البارامتر D7.

يمكن برمجة بشكل اختياري كل من الأتي:

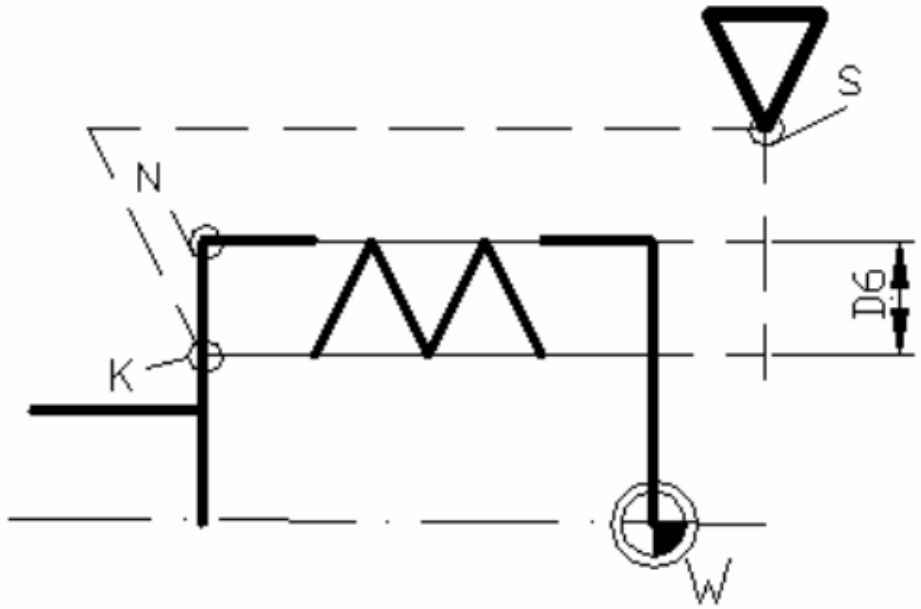
- K (نقطة نهاية القلاووظ في القطر الأصغر) أو
- N (نقطة نهاية القلاووظ في القطر الاسمي)



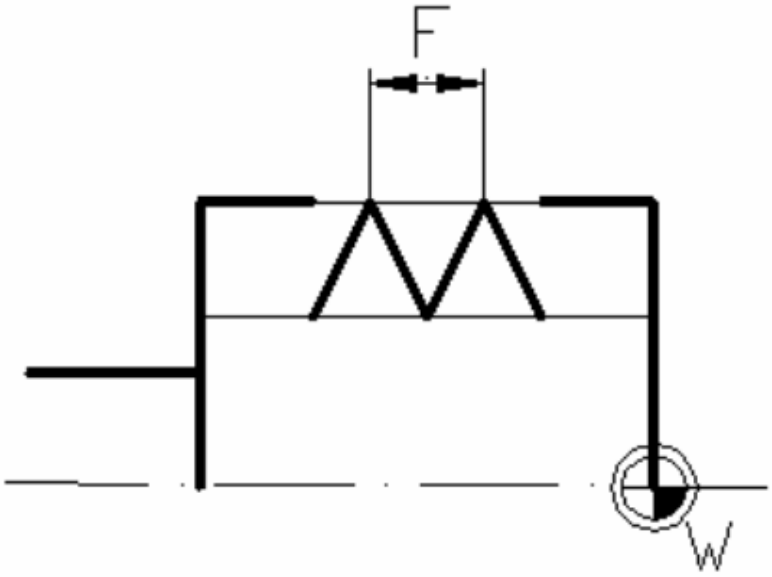
ويتم أخبار نظام التحكم بذلك بواسطة البارامترD7. حيث إن Kتأخذ القيم D7 = 0, 1, 4, 5 وعند برمجةN تأخذ القيم D7 = 2, 3, 6, 7.



٤ - **برمجة عمق اللولب D6**: تتم برمجة عمق القلاووظ بواسطة البارامتر D6 بوحدة الميكرون (µm).



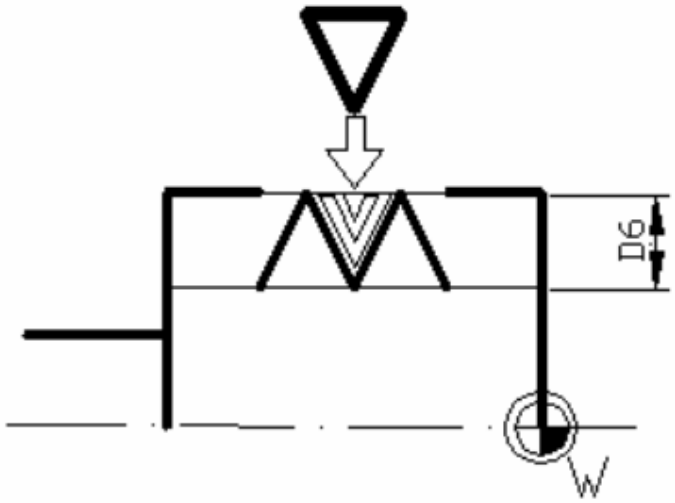
٥ - **برمجة خطوة اللولب F**: تتم برمجة خطوة اللولب بواسطة F بوحدة الميكرون (µm).



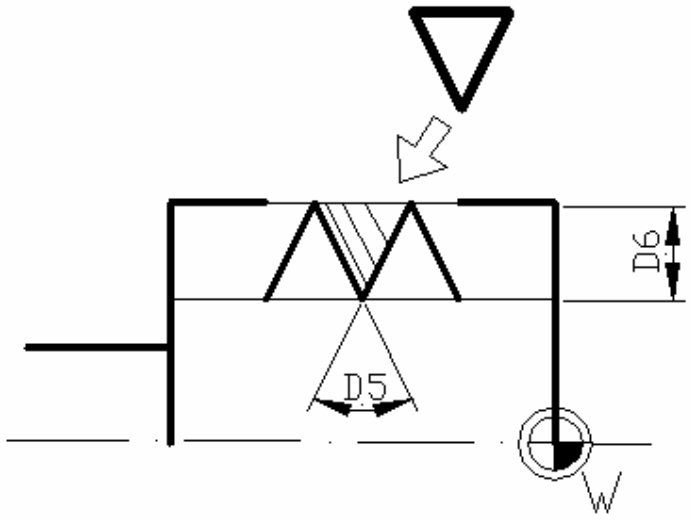
٣ -٨ -٢ -٢ المواصفات التقنية

١ - **زاوية التغذية D5**: يمكن برمجة تغذية قلم خراطة القلاووظ كتغذية إلى الداخل أو كتغذية جانبية بواسطة D5.

أ - **التغذية إلى الداخل**: تكون التغذية إلى الداخل فعالة عند اختيار D5=0.



ب - **التغذية الجانبية**: تكون التغذية الجانبية فعالة عند اختيار زاوية (أنظر الجدول) لقيمة D5 .



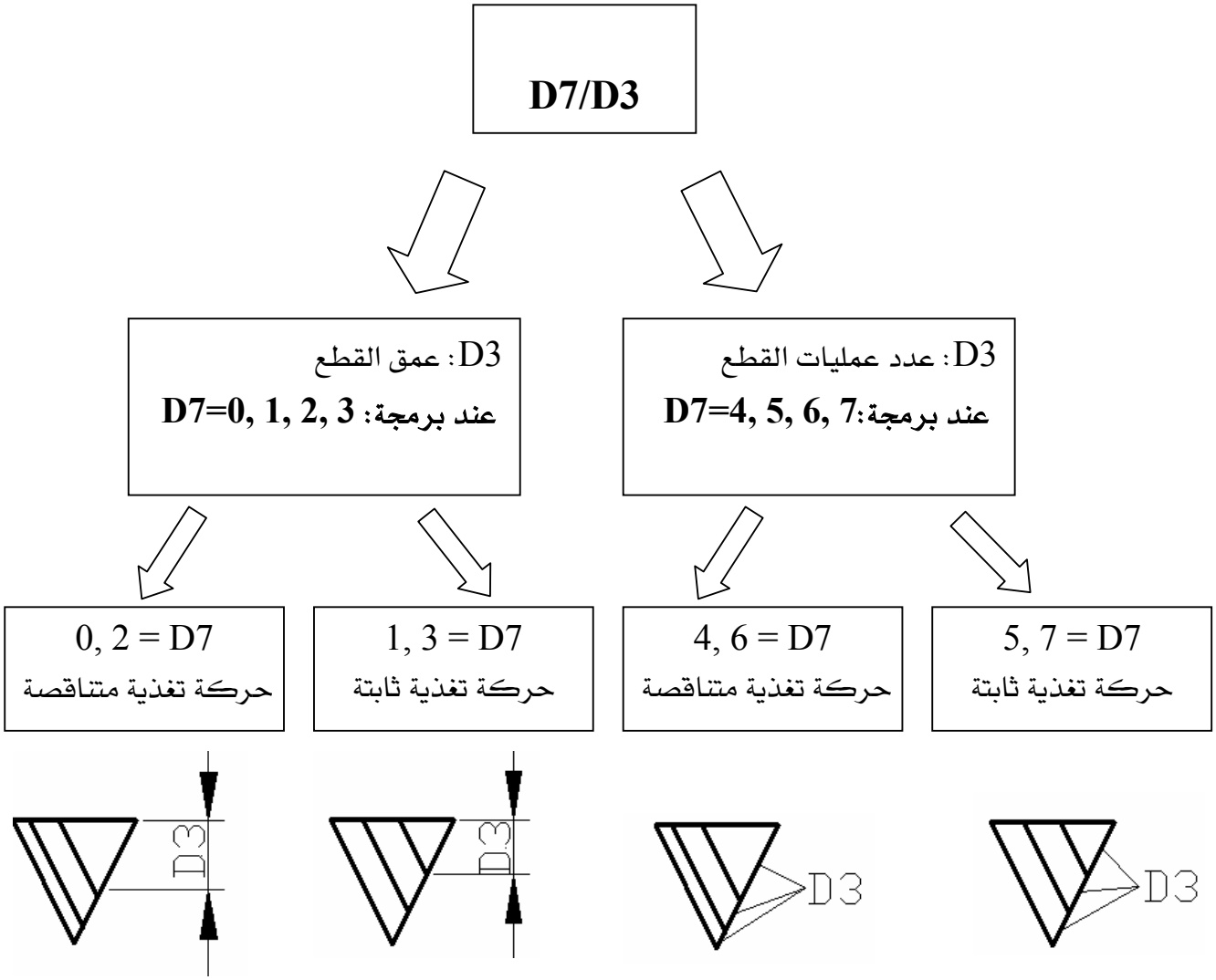
زاوية التغذية	زاوية D5
19°	40°
26°	55°
29°	60°
39°	80°

إذا تمت برمجة قيما عددية أخرى غير 0 ,40 ,55 ,60 ,80 تحت D5 عندئذ سيصدر الإنذار 200.

٢ - **تحديد حركات العدة بدون قطع D4**: يستخدم D4 لإزالة الرايش وتنظيف القلاووظ. مجال الدخل يتراوح من 0 إلى 20 و إذا لم تتم برمجة D4 سيتم تنفيذ عدد عمليات القطع الحر المحددة في ثابت المكينة.

٣ - **تقسيم عدد أوجه القطع (المتناقص، الثابت) عمق القطع أو عدد عمليات القطع D7/D3**.
فبواسطة D7 يحدد:

- إذا كانت D3 عبارة عن عدد عمليات قطع أو عمق القطع.
- وإذا كانت التغذية ثابتة أو متزايدة.

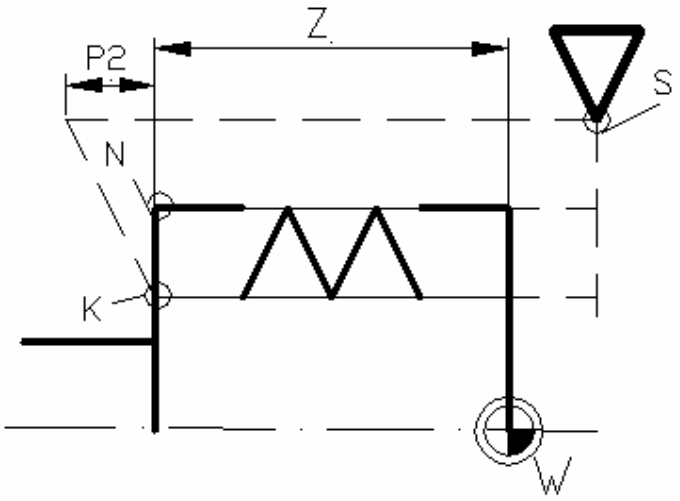


الشكل A

٣ -٩ دورة قلاووظ طولية G85

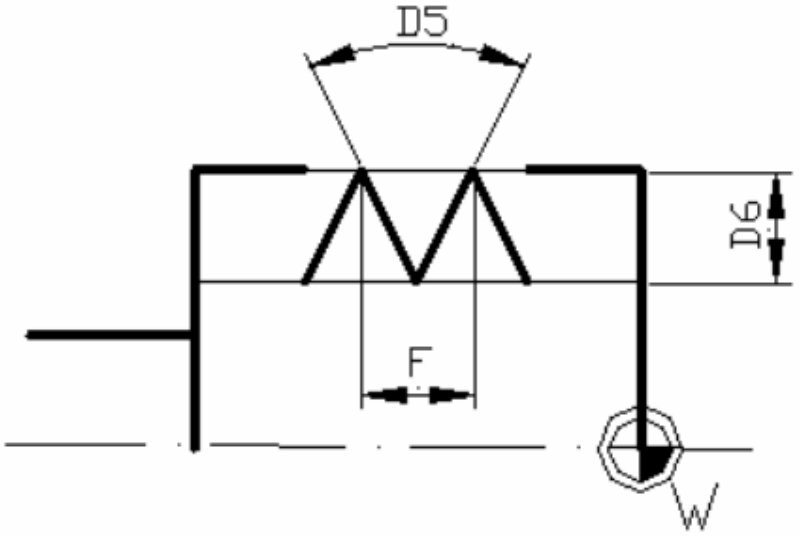
G85	X..	Z..	P2..	D3..	D4..	D5..	D6..	D7..	F..
	mm	mm	mm	µm			µm		µm

تحدد قيم D3 و D7 من الجدول حسب عمق القطع و عدد عمليات القطع و تقرأ من الجدول B أدناه.



G85	دورة قلاووظ
Z, X	إحداثيات مطلقة لنقطة نهاية القلاووظ N أو K
P2	الخروج من القلاووظ
D3	انظر الشكل A و الجدول B
D4	عدد عمليات القطع الحر
D5	زاوية السن
D6	عمق القلاووظ
D7	انظر الشكل A و الجدول B
F.	خطوة القلاووظ

تحدد قيمة الزاوية D5 حسب قيمة زاوية التغذية و الجدول A يعطي العلاقة بينهما.



زاوية التغذية	زاوية D5
19°	40°
26°	55°
29°	60°
39°	80°

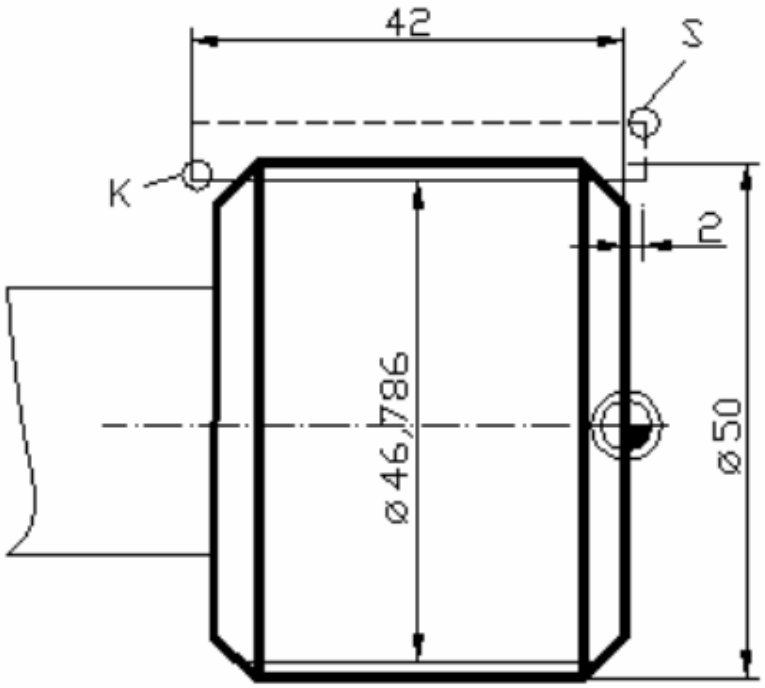
الجدول A

D3	K/N	التغذية	D7
عمق القطع	K	متناقصة	0
		ثابتة	1
	N	متناقصة	2
		ثابتة	3
عدد عمليات القطع	K	متناقصة	4
		ثابتة	5
	N	متناقصة	6
		ثابتة	7

الجدول B

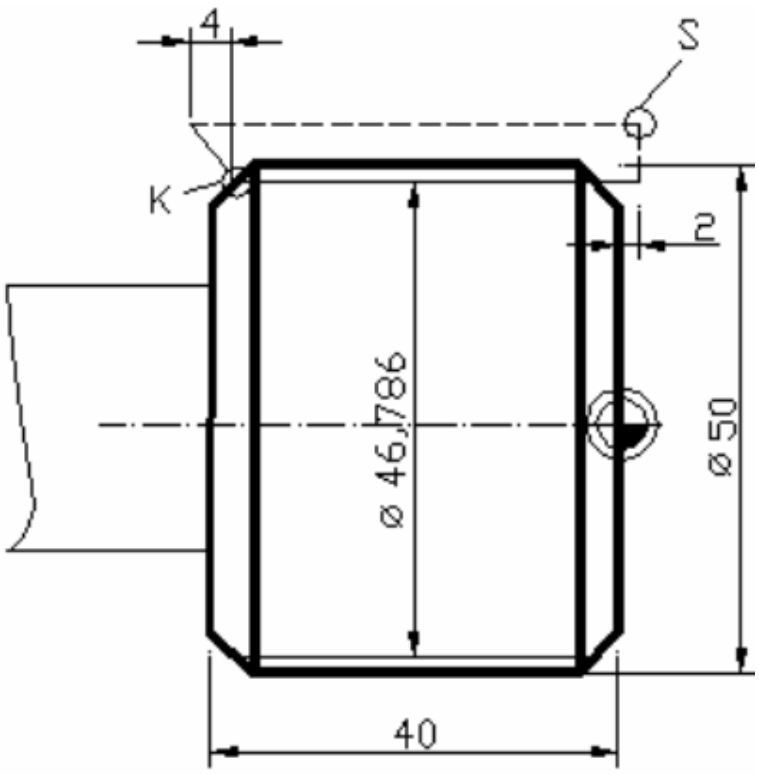
٣ -١٠ أمثلة على دورة القلاووظ G85

مثال١ : دورة قلاووظ طولية تتم فيها برمجة القطر الأصغر (قطر القلب) للقلاووظ k والتغذية D3 وعمق قلاووظ D6 وخطوة القلاووظ F.



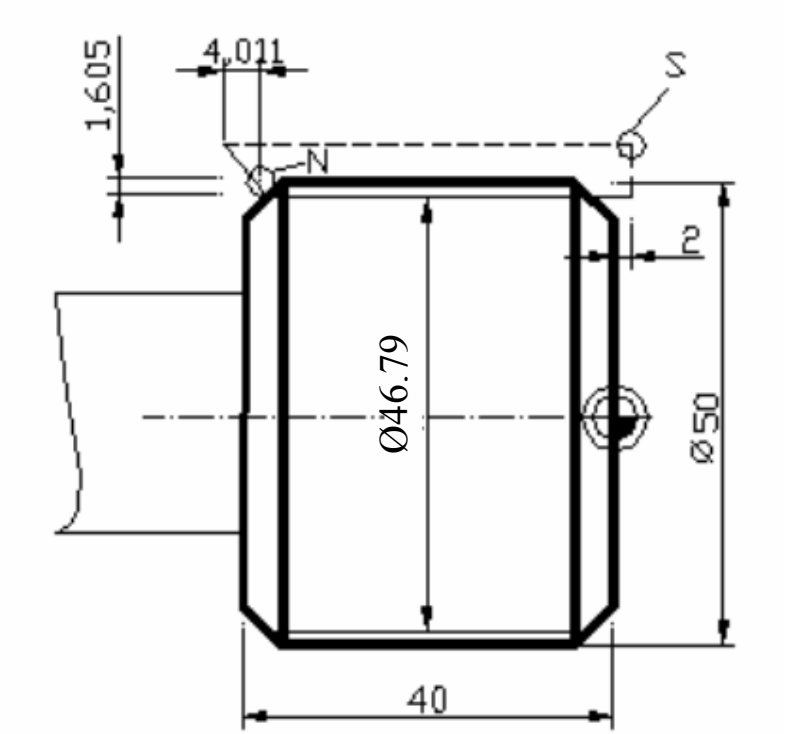
N...	G 00	X 51	Z 2			
N...	G 85	X 46.786	Z-42	D 3 = 600	D 6 = 1607	F = 2000

مثال٢: دورة قلاووظ طولية تتم فيها برمجة القطر الأصغر (قطر القلب) للقلاووظ K و الخروج من القلاووظ P2 والتغذية D5 والتغذية الجانبية D3 وعمق القلاووظ D6 وخطوة القلاووظ F.



N.	G 00	X 51	Z 2					
N.	G 85	X 46.786	Z-40	P2 = -4	D 3 = 600	D 5 = 60	D 6 = 1607	F = 2000

مثال٣: دورة قلاووظ طولية تتم فيها برمجة القطر الاسمى N والخروج من القلاووظ P2 وعدد عمليات القطع D3 وعدد عمليات القطع الحر D4 والتغذية الجانبية D5 وعمق القلاووظ D6 و بارامتر النمط D7 وخطوة القلاووظ F.



N.	G00	X51	Z2							
N.	G85	X50	Z-40	P2=-4	D3=600	D4=3	D5=60	D6=1605	D7=7	F=2000

ورشة التحكم الرقمي بالحاسب (٢)

الدوال التحضيرية الخاصة

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

الفصل الرابع

الدوال التحضيرية الخاصة

الأهـــــداف:

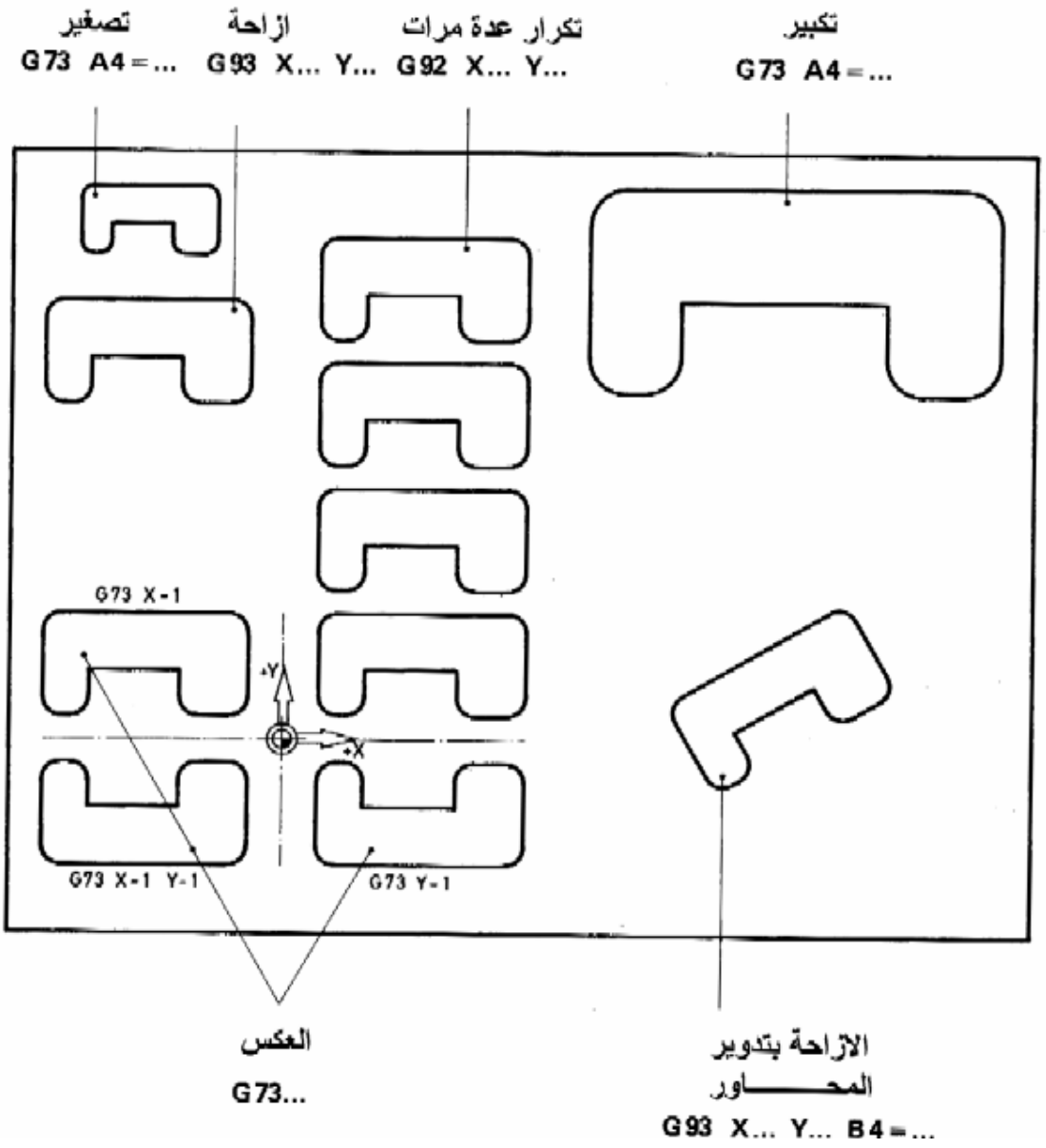
بإكمال هذه الفصل يكون المتدرب قادرا على أن يقوم باستخدام الدوال التحضيرية المتعلقة بكل من:

- التكرار G14.
- القفز والتكرار G14.
- إزاحة نقطة الصفرG93/G92.
- إزاحة نقطة الصفر G93/G92 بتدوير المحاور
- العكسG72/G73.
- التكبير والتصغير بواسطة ...= A4 G73.

❖ يقوم باستخدام البرامج الفرعية.

٤ -١ عملية التكرار G14

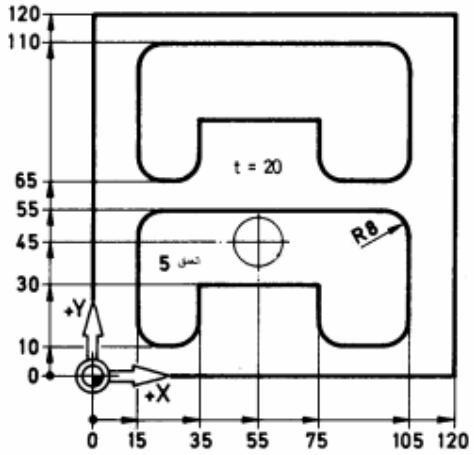
يمكن إجراء تعديلات مختلفة في أجزاء من البرنامج بواسطة عملية التكرار **G14** بالإضافة إلى عملية (**G**)خاصة أخرى.



٤ -٢ عملية القفز والتكرار G14

G14 J1 N1 = 7 N2 = 18*

J1: عدد مرات التكرار
N1 = 7: بداية التكرار
N2 = 18*: نهاية التكرار



% PM N 9007					
N 1	G 17		S 400	T1	M66
N 2	G 54				
N 3 N 4	G 98 G 99	X-10 X 0	Y-10 Y 0	Z-20 Z-20	I 140 J 140 K 30 I 120 J 120 K 20
N 5	G 0	X55	Y 45	Z 2	M 3
N 6	G 91				
N 7 N 8 N 9 N 10 N 11 N 12 N 13 N 14 N 15 N 16 N 17 N 18	G 1 G 43 G 42 G40	 X 50 X-30 X-40 X-20 X 40 	 Y 10 Y-45 Y20 Y-20 Y 45 	Z-7	F50 F100
N 19 N 20	G0 G14		Y 45	Z 7	 (J1) N1 = 7 N 2 = 18
N 21 N 22	G90 G0	X 0	Y 0	Z 50	
N 23	G53				M 30

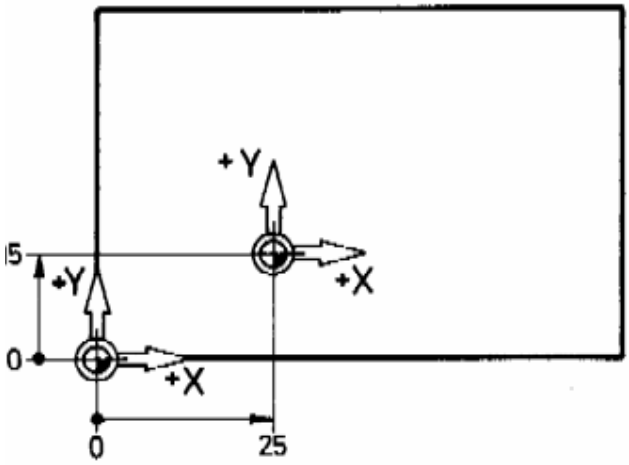
٤ -٣ إزاحة نقطة الصفر G93/G92

هناك طريقتان لإزاحة نقطة الصفر:

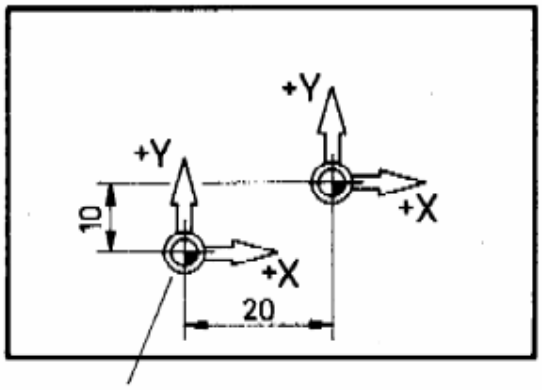
إزاحة تزايدية لنقطة الصفر — إزاحة مطلقة لنقطة الصفر

G93

١ - بالإحداثيات الديكارتية:

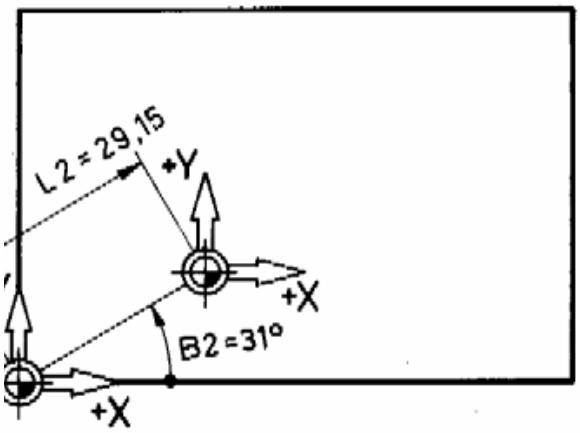


G93 X25 Y15 (Z...)

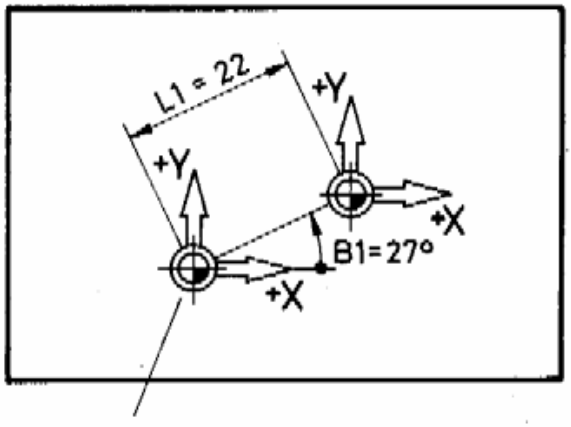


G92 X20 Y10 (Z...)

٢ - الإحداثيات القطبية:



93 B2=31 L2=29.15 (Z...)

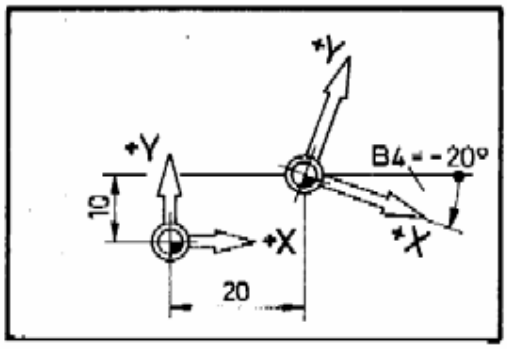


G92 B1=27 L1=22 (Z...)

٤ -٤ إزاحة نقطة الصفر G93/G92 بتدوير المحاور

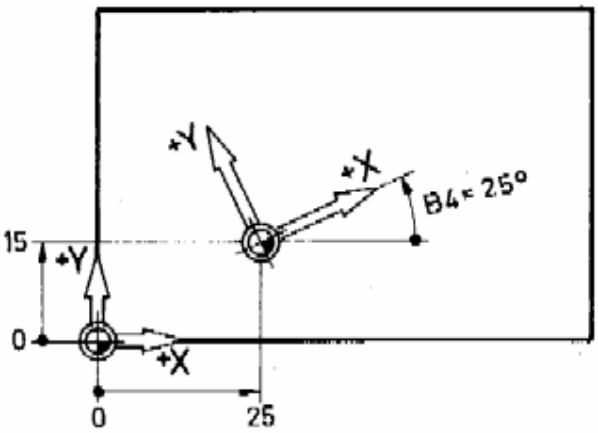
يمكن تدوير نظام الإحداثيات حول نقطة الصفر من خلال تدوير المحاور

الإزاحة التزايدية لنقطة الصفر G92 بتدوير المحاور



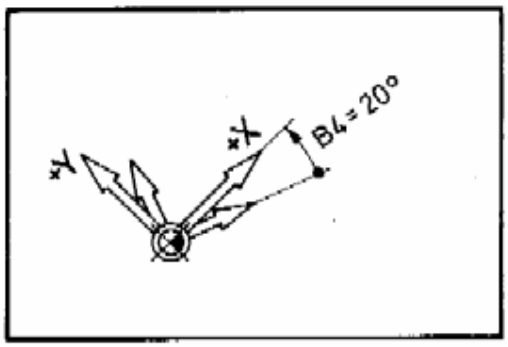
G92 X20 Y10 Z... B4=-20

الإزاحة التزايدية لنقطة الصفر G93 بتدوير المحاور

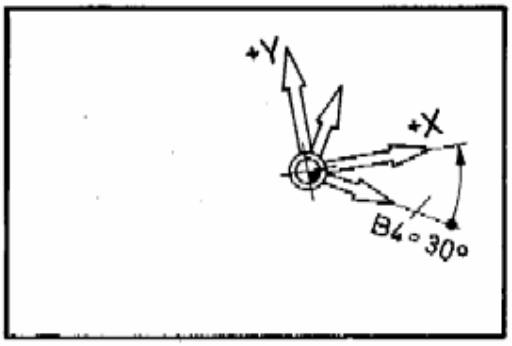


G93 X25 Y15 Z... B4=25

يمكن مواصلة تدوير نظام الإحداثيات ... = G92 B4:



G92 B4=20

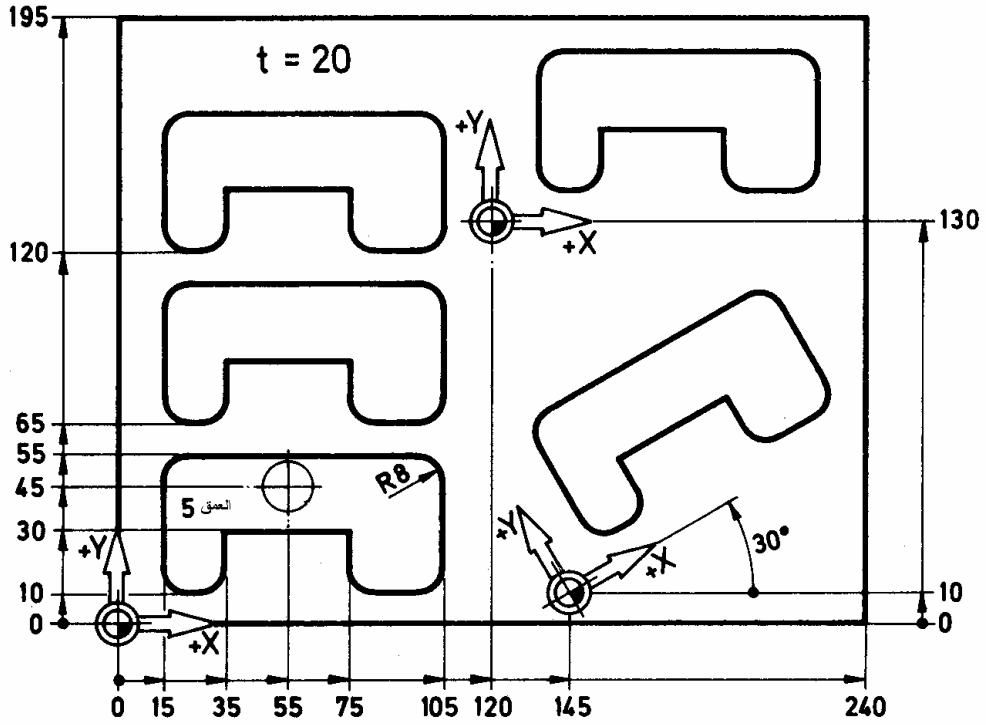


G92 B4=30

يمكن أيضا برمجة إزاحة نقطة الصفر بتدوير المحاور في الإحداثيات القطبية:

G93 B2=... L2 =... Z =... B4=25 **G92 B1=... L1=... Z=... B4=-20**

٤ -٥ مثال للبرمجة خاص بموضوع إزاحة نقطة الصفر



تتم برمجة كل من:

- الإزاحة التزايدية لنقطة الصفر **G92**
- الإزاحة المطلقة لنقطة الصفر **G93**
- إزاحة نقطة الصفر بتدوير المحاور = **G93 B4**

الحل:

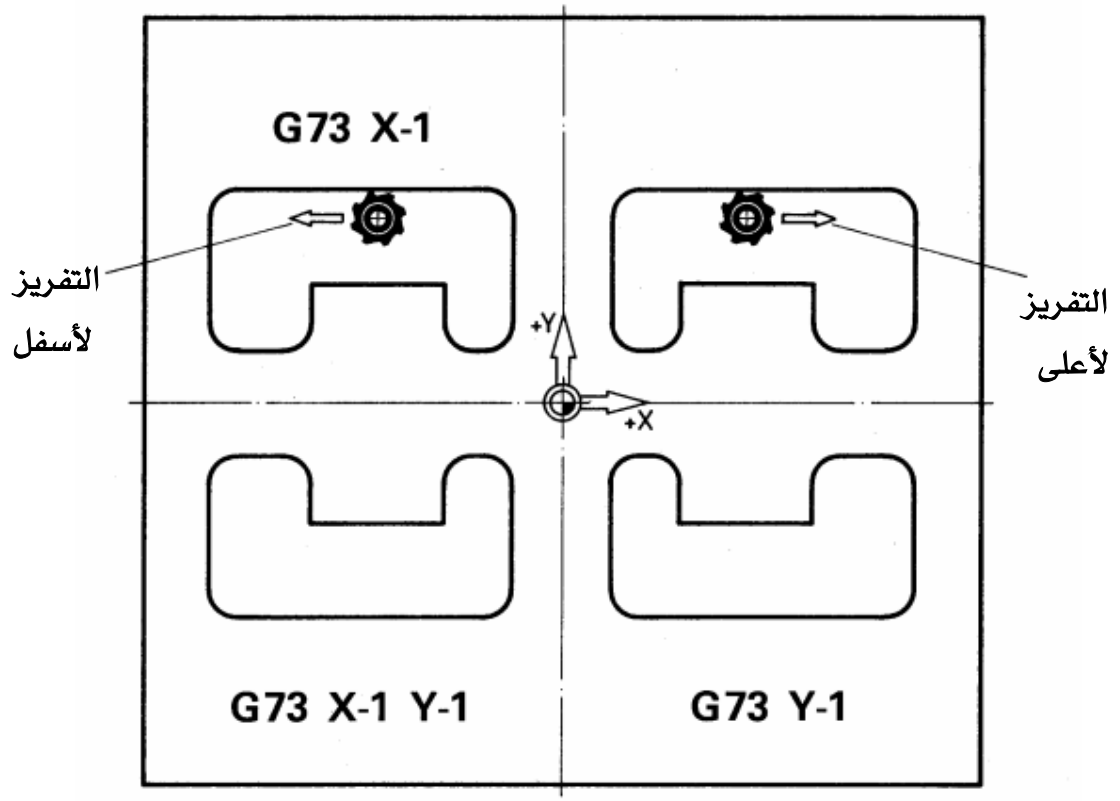
%PM					
N 9008					
N 1	G 17				S 400 T 1 M 66
N 2	G 54				
N 3	G 98	X-10	Y-10	Z-20	I 260 J 215 K 30
N 4	G 99	X 0	Y 0	Z-20	I 240 J 195 K 20
N 5	G 0	X 55	Y 45	Z 2	M 3
N 6	G 1			Z-5	F 50
N 7	G 43		Y 55		F 100
N 8	G 42	X 105			
N 9			Y 10		
N 10		X 75			
N 11			Y 30		
N 12		X 35			
N 13			Y 10		
N 14		X 15			
N 15			Y 55		
N 16		X 55			
N 17	G 40				
N 18	G 92		Y 55		
N 19	G 14				J 2 N 1= 5 N 2 = 18
N 20	G 93	X 120	Y 130		
N 21	G 14				(J1) N 1 = 5 N2=17
N 22	G 93	X 145	Y 10		B 4 = 30
N 23	G 14				(J1) N 1 = 5 N 2 = 17
N 24	G 0	X 0	Y 0	Z 50	
N 25	G 53				M 30

٤ -٦ العكس G72/G73

يمكن عكس قيم الإحداثيات

- في محور واحد (x أو y)
- أو في محورين (x وy)

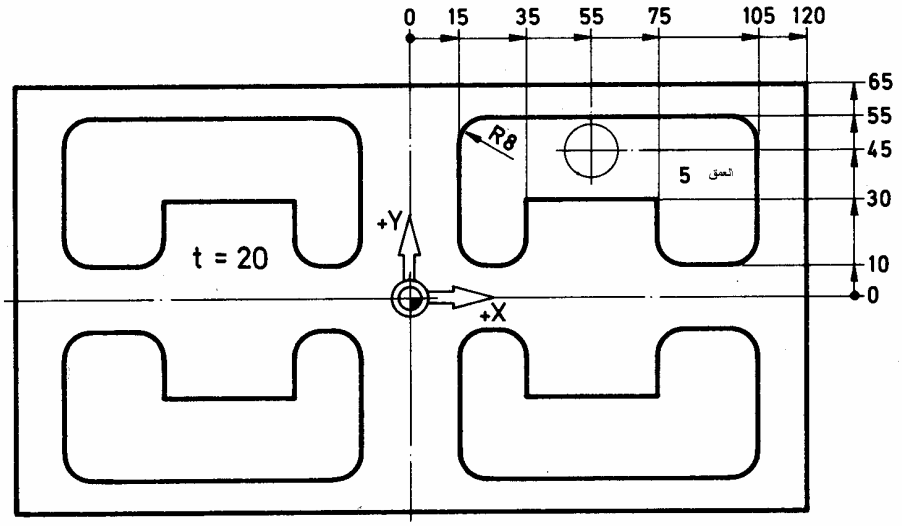
من خلال عكس الإشارة بواسطة العملية **G73**



يمكن محو العكس:

- بواسطة **G73** والمحور المناسب والإشارة الموجبة (**G73 X1**)
- بواسطة **G72** لكل المحاور في آن واحد

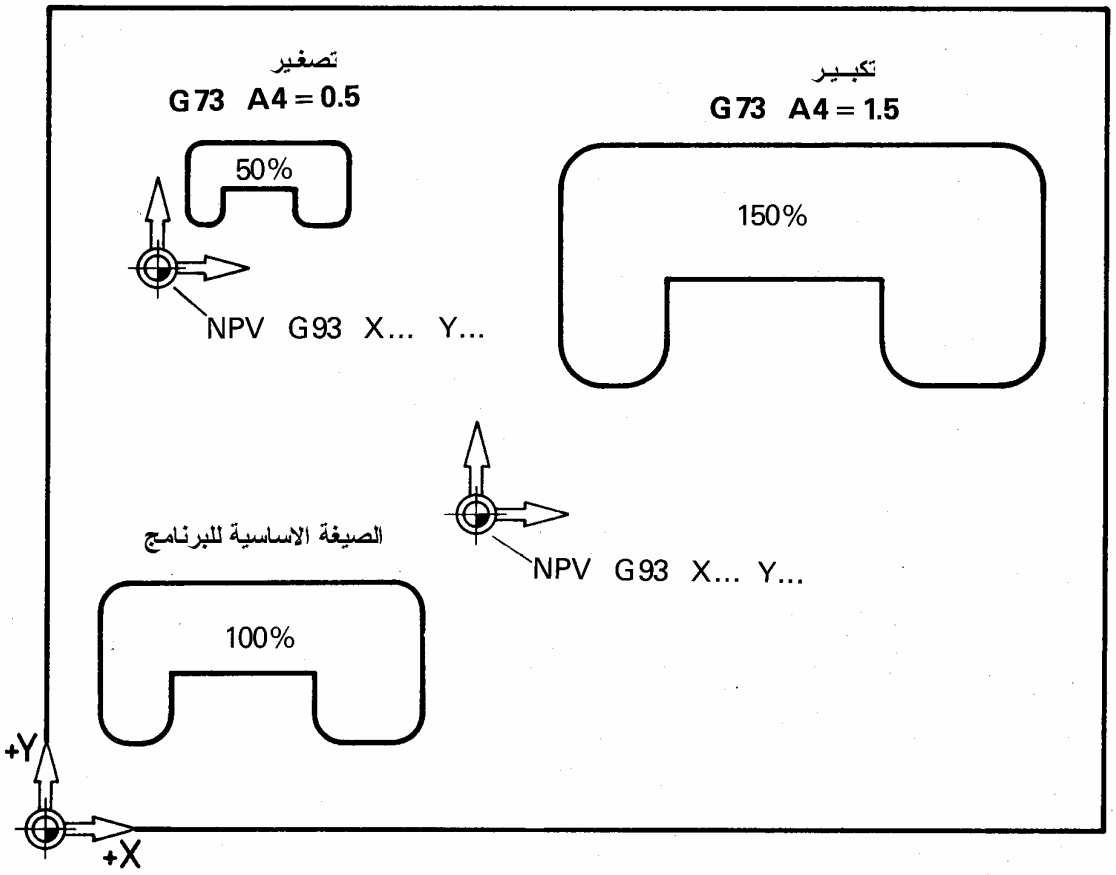
٤ -٧ مثال للبرمجة الخاصة بموضوع العكس G73



% PM							
N 9009							
N 1	G 17				S 400	T 1	M 66
N 2	G 54						
N 3	G 98	X-130	Y-75	Z-20	I 260	J 150	K 30
N 4	G 99	X120	Y-65	Z-20	I 240	J130	K 20
N 5	G 0	X 55	Y 45	Z 2	M 3		
N 6	G 1			Z-5	F 50		
N 7	G 43		Y 55		F 100		
N 8	G 42	X 105					
N 9			Y 10				
N 10		X 75					
N 11			Y 30				
N 12		X 35					
N 13			Y 10				
N 14		X 15					
N 15			Y 55				
N 16		X 55					
N 17	G 40						
N 18	G 73	X-1					
N 19	G 14				(J1)	N 1 = 5	N 2 = 17
N 20	G 73	(X-1)	Y-1				
N 21	G 14				(J1)	N 1 = 5	N 2 = 17
N 22	G 73	X+1	(Y-1)				
N 23	G 14				(J1)	N 1 = 5	N 2 = 17
N 24	G 72						
N 25	G 0	X 0	Y 0	Z 50			
N 25	G 53				M 30		

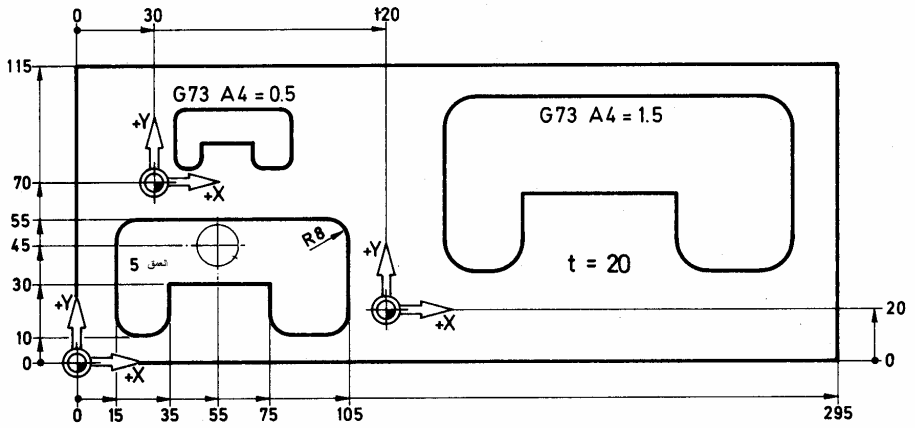
٤ -٨ التكبير والتصغير بواسطة G73 A4 =...

يمكن تكبير أو تصغير مقاسات الشغلة بواسطة **G73 A4=...** . ويمكن إدخال التعديل كمعامل (A4 = 2*) أو في صورة نسبة مئوية(A4 =200*).



- يتم إلغاء عملية التكبير أو التصغير بواسطة G72.

٤ -٩ مثال للبرمجة الخاصة بموضوع التكبير والتصغير



% PM N 9010					
N 1	G 17		S 400		S 400 T 1 M 66
N 2	G 54				
N 3	G 98	X-10	Y-10	Z-20	I 315 J 135 K 30
N 4	G 99	X 0	Y 0	Z-20	I 295 J 115 K 20
N 5	G 0	X 55	Y 45	Z 2	M 3
N 6	G 1			Z-5	F 50
N 7	G 43		Y 55		F 100
N 8	G 42	X 105			
N 9			Y 10		
N 10		X 75			
N 11			Y 30		
N 12		X 35			
N 13			Y 10		
N 14		X 15			
N 15			Y 55		
N 16		X 55			
N 17	G 40				
N 18	G 0			Z 50	
N 19					S 250 T 2 M 66
N 20	G 93	X 120	Y 20		
N 21	G 73				A 4 = 1.5
N 22	G 14				(J1) N 1 = 5 N 2 = 18
N 23	G 72				
N 24					S 800 T 3 M 66
N 2 5	G 93	X 30	Y 70		
N 26	G 73				A 4 = 0.5
N 27	G 14				(J1) N 1 = 5 N 2 = 18
N 28	G 72				
N 29	G 93	X 0	Y 0		
N 30	G 0	X 0	Y 0	Z 50	
N 31	G 53				M 30

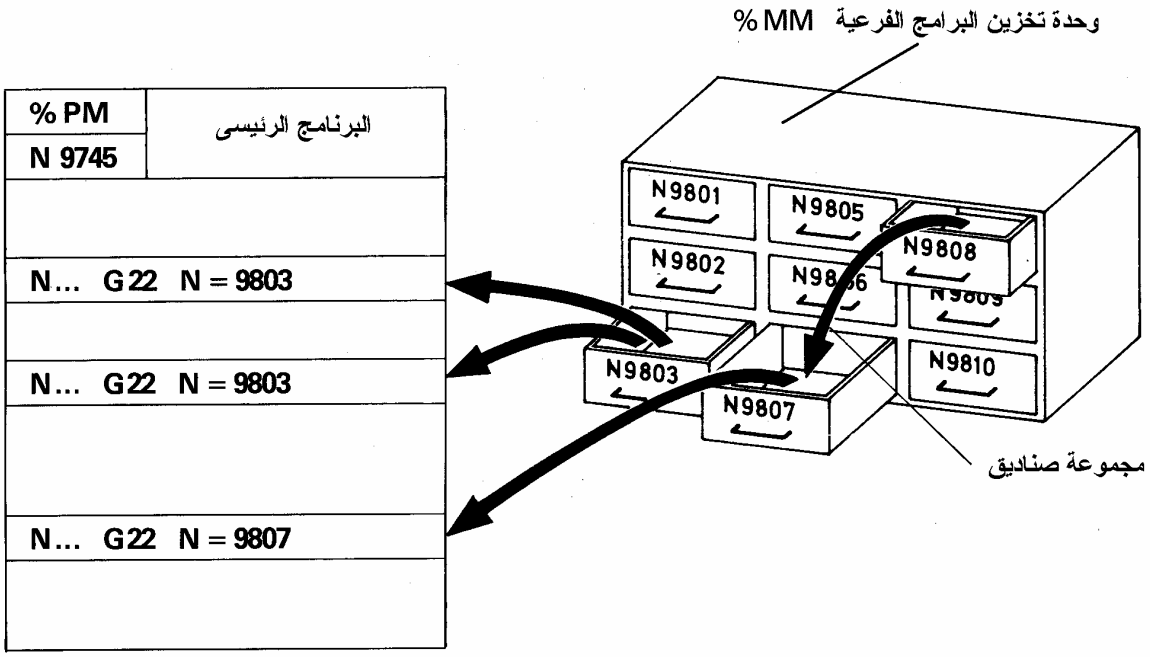
٤ -١٠ القواعد الأساسية لتقنية البرامج الفرعية G22

يهدف تصنيف البرامج إلى برنامج رئيسي PM وبرنامج فرعي MM أساسا إلى تيسير البرمجة. والهدف من هذا التصنيف هو فصل تتابع الحركة و الأداء المتكرر عن بقية البرنامج وبرمجتها في برنامج فرعى MM.

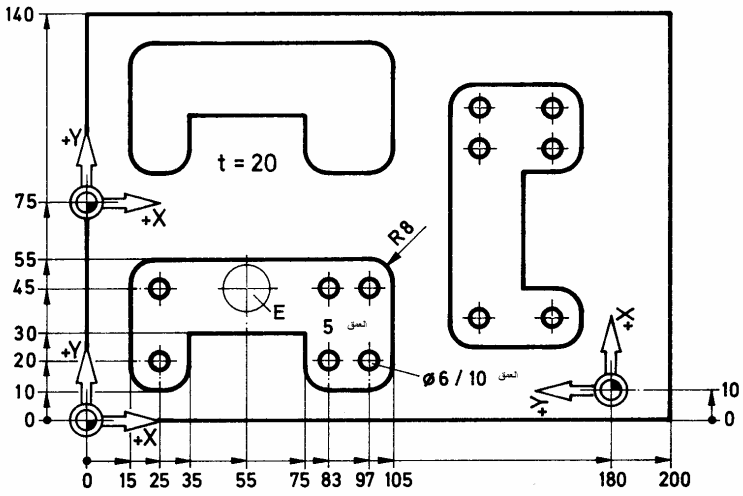
ولا يلزم إلا نداء البرنامج الفرعي MM في البرنامج الرئيسي PM.

ومن مميزات استخدام البرامج الفرعية:

- يصبح البرنامج الرئيسي PMأقصر وأكثر وضوحا.
- لا يلزم برمجة تتابع الحركة المتكرر إلا مرة واحدة في برنامج فرعى MM.
- يمكن ربط البرنامج الفرعي MM (المعد مرة واحدة) مع برامج رئيسيةPM أخرى.



٤ -١١ مثال للبرمجة الخاصة بموضوع تقنية البرامج الفرعية



عدد القطع

T1 d = 16mm مقطع تفريز

T2 d = 6mm مثقاب

% PM N 9013		البرنامج الرئيسي			
N 1	G 17				
N 2	G 54				
N 3	G 98	X-10	Y-10	Z-20	I 220 J 160 K 30
N 4	G 99	X 0	Y 0	Z-20	I 200 J 140 K 20
N 5	G 22				N = 9801
N 6	G 22				N = 9802
N 7	G 93		Y 75		
N 8	G 22				N = 9801
N 9	G 93	X 180	Y 10		B4 = 90
N 10	G 22				N = 9801
N 11	G 22				N = 9802
N 12	G 93				B4 = 0
N 13	G 93	X 0	Y 0		
N 14	G 0	X 0	Y 0		
N 15	G 53				M 30

% MM N 9801		البرنامج الفرعي الخاص بالكنتور			
N 1		S 400	T 1	M 66	
N 2 N 3 N 4	G 0 G 1 G 43	X 55	Y 45	Z 2 Z-5	M 3 F 50 F 100
N 5 N 6 N 7 N 8 N 9 N 10 N 11 N 12 N 13 N 14	G 42 G 40	X 105 X 75 X 35 X 15 X 55	 Y 10 Y 30 Y 10 Y 55		
N 15	G 0			Z 50	

% MM N 9802		البرنامج الفرعي الخاص بالثقوب			
N 1		S 800	T 1	M 66	
N 2	G 81		Y 2	Z-10	F 50 M 3
N 3 N 4 N 5 N 6 N 7 N 8	G 79 G 79 G 79 G 79 G 79 G79	X 25 X 83 X 97 X 83	Y 20 Y 45 Y 20 	Z-5	
N 9	G 0			Z 50	

ورشة التحكم الرقمي بالحاسب (٢)

مقدمة في برمجة مكائن CNC في نظام CAD/CAM

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

الفصل الخامس

مقدمة في برمجة مكائن CNC في نظام CAD/CAM

الأهـــــداف

بإكمال هذه الوحدة يكون المتدرب قادرا على:

- تعريف CAD/CAM.
- ذكر اسم برنامج يستخدم في CAD/CAM.
- شرح الخطوات الأساسية لكيفية برمجة مكائن CNC في نظام CAD/CAM.

٥ -١ ما هو CAD/CAM؟

يستخدم الحاسب في نظامي CAD (Computer Aided Design) و CAM (Computer Aided Manufacturing) لتصميم رسومات قطع ذات أشكال معينة و ذلك من أجل تحديد مسلك أداة القطع وكذلك لإنشاء برامج التحكم الرقمي بالحاسب للتشغيل.

يستخدم CAM لتحديد أداة القطع و طرق استخدامها و كذلك لإدخال البيانات الخاصة بها. يستخدم CAD لإنشاء رسومات مكونة من خطوط و أقواس و دوائر و نقاط و وضعها على شاشة الحاسب بطريقة معينة.

إن أهم ميزات CAD/CAM هو كسب الوقت كما أنه أكثر فعالية من كتابة برامج CNC كأوامر متتالية.

يعتبر CAD/CAM حاليا الطريقة الاصطلاحية لإنشاء رسومات لقطع ميكانيكية و كذلك لإنشاء برامج CNC تستخدم في مكائن القطع.

يمثل CAD الطريقة المعيارية المستخدمة حاليا لإنشاء الرسومات الهندسية. لقد أصبح الحاسب أداة قوية تستخدم في التصنيع حيث إن المهندسين يستخدمونه لتصميم مشاريعهم بدلا من لوحة الرسم التقليدية مما يسمح لهم بتبادل رسوماتهم الكترونيا مع قسم التصنيع. تحول الرسومات إلى ملف ذا فورمت عادي مثل Initial Graphics Exchange Format (IGES) أو Drawing Exchange Format (DXF) ثم يقوم مهندس التصنيع بإنشاء مسار أداة القطع و تحديد المعلومات الخاصة للحصول على النتائج المطلوبة.

يقتصر CAD على عمليات إنشاء الرسومات الهندسية فقط، أما CAD/CAM يضم عمليتي التصميم و التصنيع.

عند استخدام CAD/CAM، يمكن إنشاء الرسم من البداية أو جلبه من برنامج CAD آخر. ليس من الضروري أن يحمل الرسم الأبعاد و لكن يجب توفر المقياس الكامل للقطعة. يقوم CAD/CAM بتحديد أدوات القطع و تسلسل استخدامها خلال تقدمها.

هناك برامج CAD/CAM عديدة تستخدم في الصناعة و الشائعة منها هي تلك التي تتميز بسهولة الاستخدام و حسن الاعتمادية.

من أجل الاستفادة الجيدة من القدرة الحسابية لـ CAD/CAM يجب الاستيعاب الكامل لعمليات القطع المطلوب تنفيذها. يجب التذكر بأن CAD/CAM يولد مسار أداة القطع لمكينة CNC في شكل برنامج CNC.كما أنه من الضروري إدراك نظم الإحداثيات و طرق اختيار أداة القطع و سرعاتها و معدلات تغذيتها.

إن معظم برامج CAD/CAM تعطي بيانات السرعة و التغذية أوتوماتكيا لكن أحيانا يجب إدخال بعض التعديلات لهذه البيانات.

٥ -٢ مثال في CAD/CAM

الهدف من هذه الوحدة هو عرض مقدمة فقط في CAD/CAM حيث إن التدريب الكامل عليه يتطلب دراسته كمقرر خاص به و يشترط توفر برنامج محمل على الحاسب.

في هذه الوحدة، نعطي مثال استخدام برنامج CAD/CAM يسمى **Mastercam** و نشرح بصفة موجزة طريقة أنشاء الرسم الهندسي و الحصول على مسار أداة القطع و البرنامج الخاص بمكينة CNC.

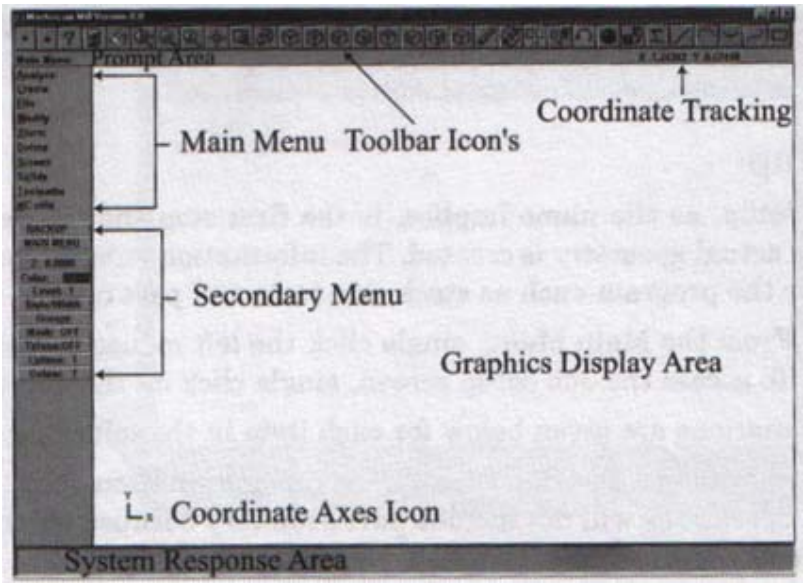
يحمل برنامج Mastercam على جهاز حاسب ذي خصوصيات معينة تساعد في تشغيله بصفة جيدة:

- شاشة كبيرة لسهولة رؤية الرسم
- قرص صلب ذا قدرة تخزين عالية
- ذاكرة RAM كبيرة.
- سرعة حاسب عالية.

تشغل معظم برامج CAD/CAM الحديثة تحت نظام ويندوز Windows مما يتطلب من مشغل البرنامج أن يحسن استخدام هذا النظام و أن تكون له بعض الخبرة في استخدام جهاز الحاسب.

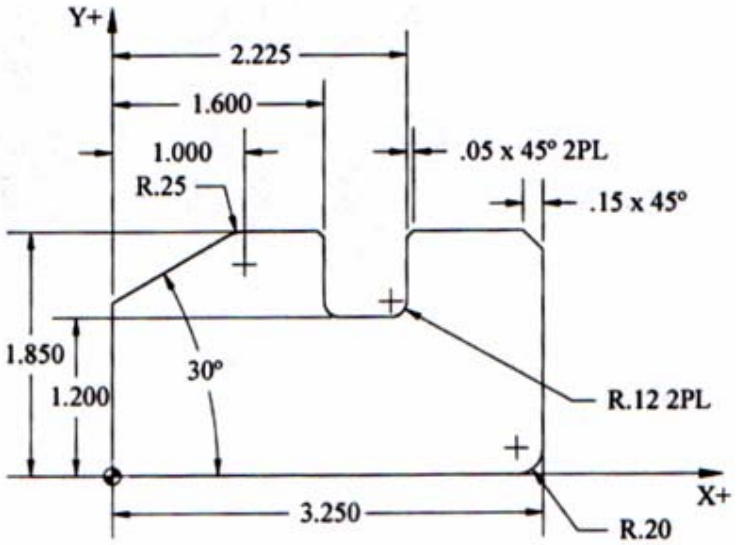
بداية تشغيل البرنامج

بعد تحميل برنامج Mastercam على الجهاز، أنقر على أيكون Mastercam Mill 8 لتظهر لك الشاشة المبينة في الشكل ٥ -١.



الشكل ٥ -١

يبين الشكل ٥ -٢ مثالا للرسم الهندسي المطلوب إنشاؤه. تحدد نقطة الصفر في الركن الأيسر و الأسفل من الرسم.

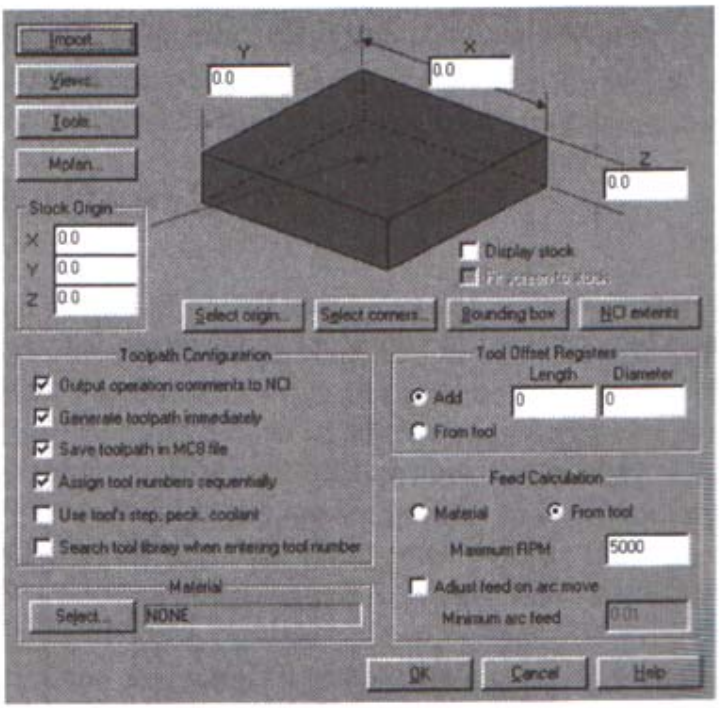


الشكل ٥ -٢

للحصول على الرسم الموضح بالشكل ٥ -٢ يجب إتباع الخطوات الملخصة في الخطوات التالية:

١ - تنظيم العمل Job Setup

قبل البداية في الرسم يجب تحضير البرنامج من خلال قائمة Job setup المبينة في الشكل ٥ -٣ و التي يتم اختيارها من القائمة الرئيسية. هنا تحدد مساحة الرسم و نقطة الصفر و نظام الإحداثيات. كما تحدد نوع مادة الخامة المستخدمة و مقاييس أداة القطع وسرعتها و معدل التغذية.



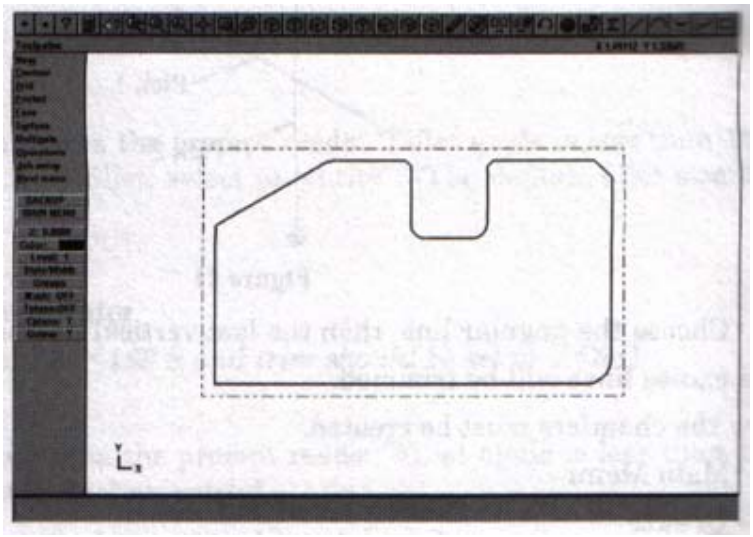
الشكل ٥ -٣

٢ - إنشاء الرسم الهندسي

تستخدم أوامر مختلفة للحصول على الرسم الهندسي، نذكر منها:

Horizontal, **V**ertical, **L**ast, **P**olar, **A**rc, **L**ine, **T**angent, **A**ngle, **F**illet, **R**adius, **C**hamfer, **T**rim, **D**istances, **C**ontour**...**

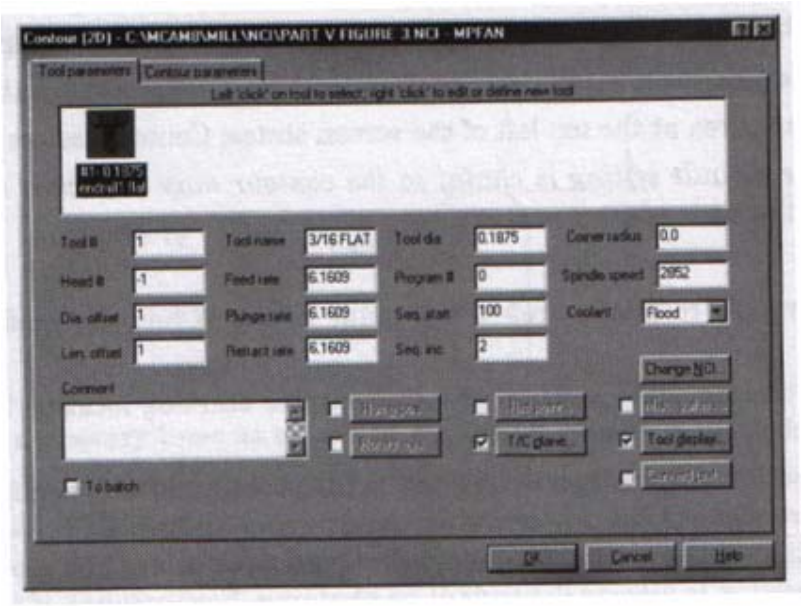
ترسم الخطوط و الأقواس و الدوائر تدريجيا حسب التسلسل المفضل للرسام حيث ليس هناك طريقة واحدة لإنشاء الرسم و الشكل ٥ -٤ يبين نتيجة الرسم الهندسي.



الشكل ٥ -٤

٤ - بارامترات أداة القطع Tool parameters

تستخدم نافذة Contour (2D) المبينة في الشكل ٥ -٥ لتحديد بارامترات أداة القطع و بارامترات الكنتور: اسم أداة القطع و رقمها و سرعتها، معدل التغذية نصف قطر زوايا الكنتور، نقطة الإسناد، نوع التبريد...

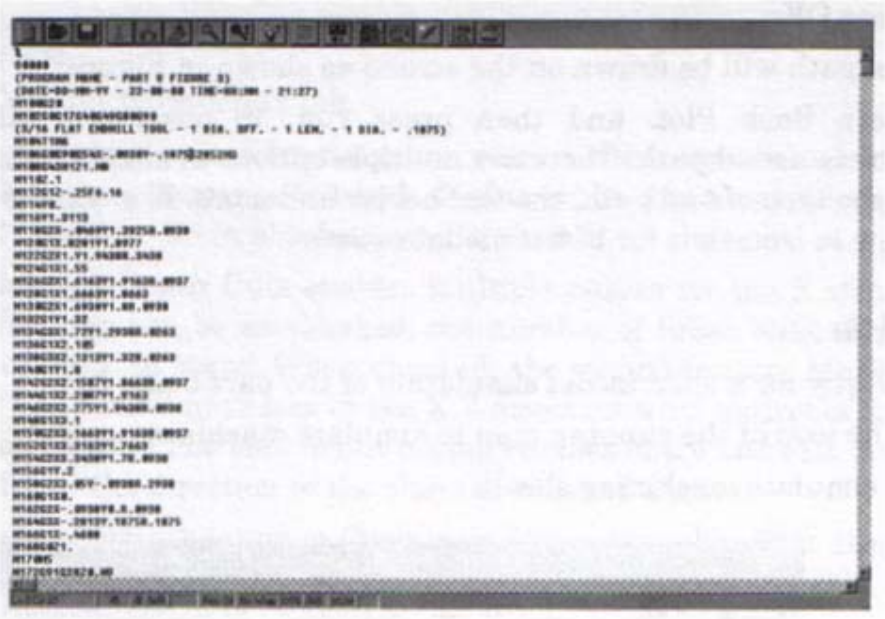


الشكل ٥ -٥

٥ - **الفحص** Verification: يعطي البرنامج محاكاة لعملية القطع بسرعات مختلفة من خلال استخدام الأوامر Verify و Play ليحصل على المنظور الأيزوميتري المبين في الشكل ٥ -٦.

الشكل ٥ -٦

٦ - **الإعداد النهائي** Post processing: هي آخر مرحلة في CAD/CAM و هي تكمن في إعداد برنامج CNC للكنتور من خلال تحويل مسار أداة القطع إلى برنامج تقرأه مكينة CNC. و الشكل ٥ -٧ يبين نص البرنامج على الشاشة بعد تنفيذ الأمر Post.



الشكل ٥ -٧

ورشة التحكم الرقمي بالحاسب (٢)

مشاريع تطبيقية

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

الفصل السادس
مشاريع تطبيقية

الأهـــــداف

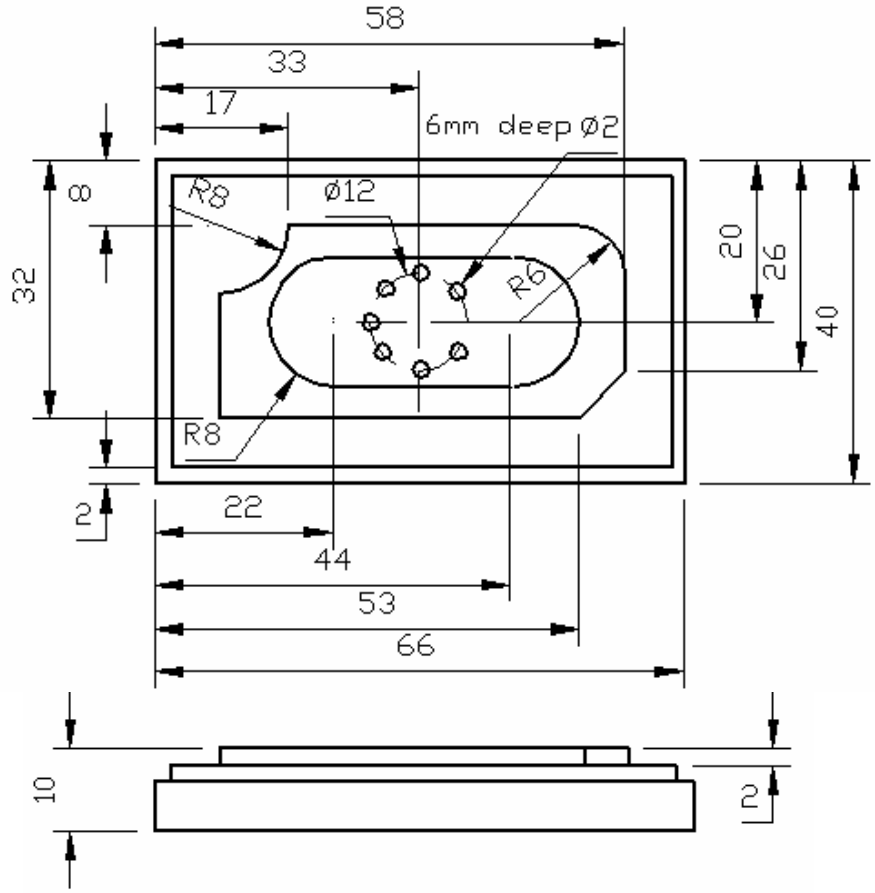
بإكمال هذه الوحدة يكون المتدرب قادرا على:

- ❖ أن ينفذ مشاريع تطبيقية متكاملة على فرايز التحكم الرقمي تستخدم الدورات الجاهزة و الدوال التحضيرية.
- ❖ أن ينفذ مشاريع تطبيقية متكاملة على مخارط التحكم الرقمي تستخدم الدورات الجاهزة و الدوال التحضيرية.

المشروع الأول: مثال على التفريز

لتشغيل الشكل الموضح بالرسم نتبع الخطوات أدناه:

١. التحضير Initialization
٢. تسوية السطح
٣. تفريز الكنتور الأول الخارجي
٤. تفريز الكنتور الثاني الخارجي
٥. تفريز المجرى الداخلي
٦. التثقيب

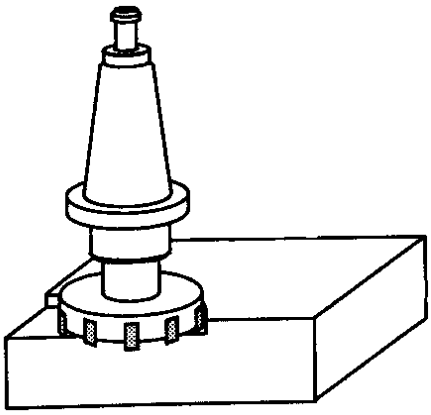


الحل:

١ - التحضير Initialization

N9050								
N 1	G18	S 500					T 1	M 66
N 2	G54							
N 3	G98	X-10	Y-10	Z-10	I 86	J 20	K 60	
N 4	G99	0 X	Y-10	Z 0	I 66	J 10	K 40	

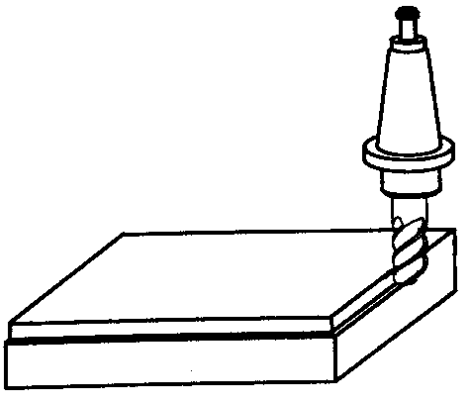
٢ - **تسوية السطح:** لضمان الدقة بالأبعاد يجب تسوية السطح وقد استخدمنا سكين تفريز قطرها 30mm



5 N	G0	X-17	5 Y	57 Z	3 M
6 N	G1		0 Y		100 F
7 N	G43			18 Z	
8 N	G42				
9 N		83 X			
10 N				22 Z	
11 N		X-17			
12 N	G0		150 Y		

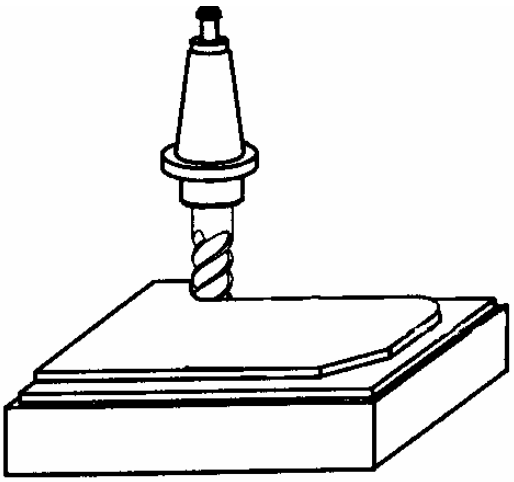
٣ - **تفريز الكنتور الأول الخارجي**

قطر العدة: T2 = 8mm



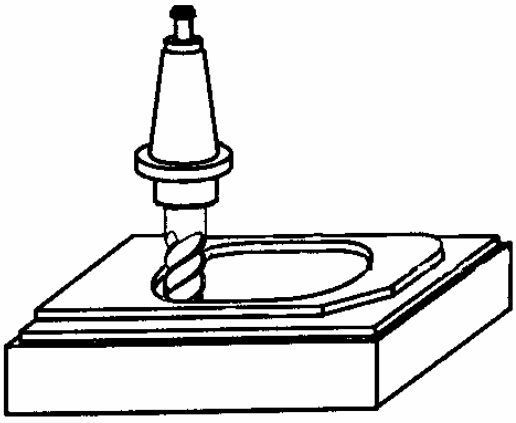
13 N			2 T	66 M
14 N	GO	X-10	5 Y	50 Z
15 N	G1		Y-4	
16 N				38 Z
17 N		64 X		
18 N				2 Z
19 N		2 X		
20 N				60 Z

٤ - تفريز الكنتور الثاني الخارجي



21 N			Y-2		
22 N				32 Z	
23 N		53 X			
24 N		58 X		26 Z	
25 N				14 Z	
26 N	G3	52 X		8 Z	6 R
27 N	G1	17 X			
28 N	G2	9 X		16 Z	8 R
29 N	G1			42 Z	
N 30	G0		Y100		

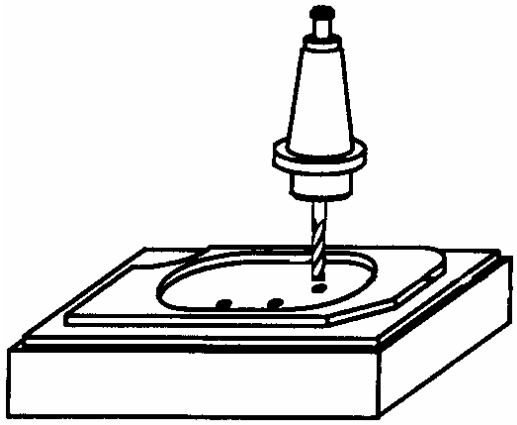
٥ - تفريز المجرى الداخلي



31 N	G88	38 X	16 Y	Z-5	2 B
32 N	G79	22 X	0 Y	20 Z	
33 N	G0		150 Y		

٦ - التثقيب:

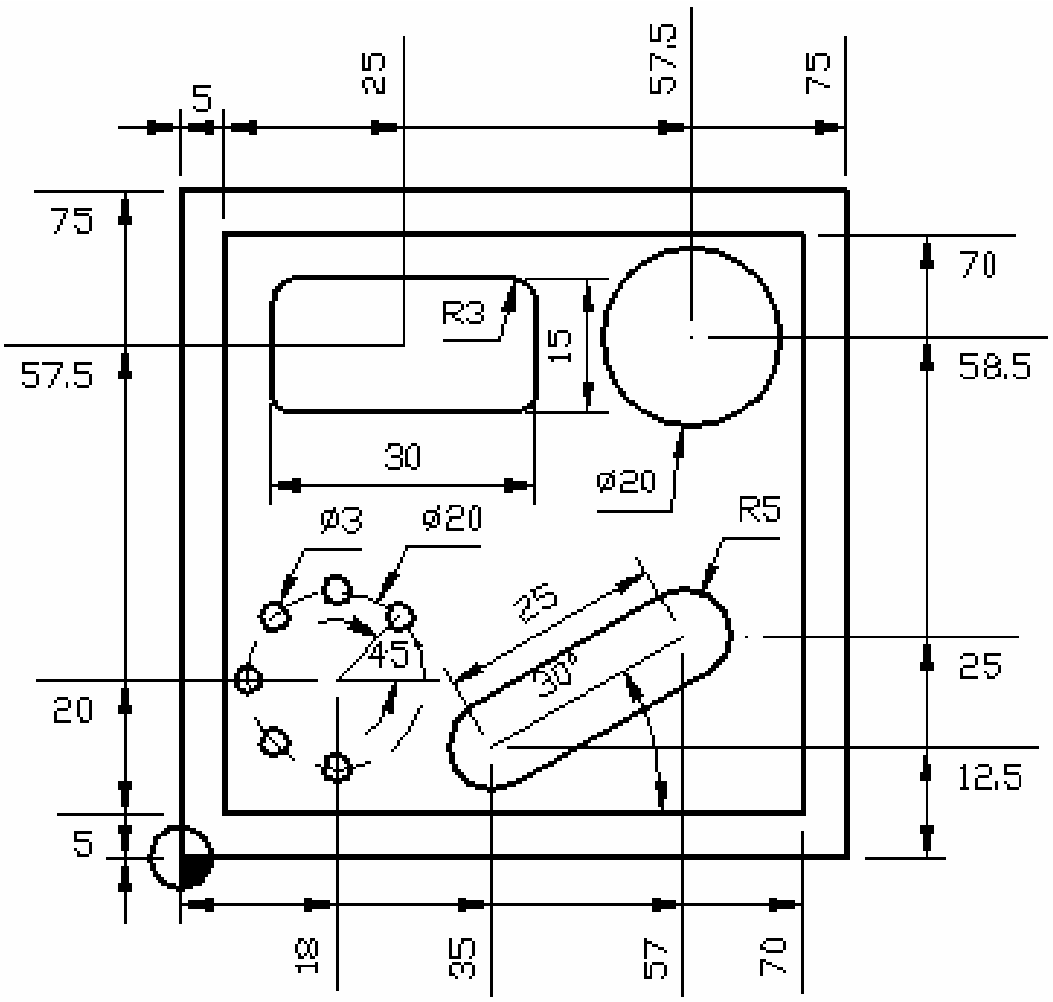
قطر العدة: T3 = 2mm



34 N					900 S	3 T	66 M	
35 N	G81		2 Y	Z-7	20 B	50 F		
36 N	G77	33 X	0 Y	20 Z	6 R	45 I	7 J	315 K
37 N	GO		150 Y					
38 N	G53							30 M

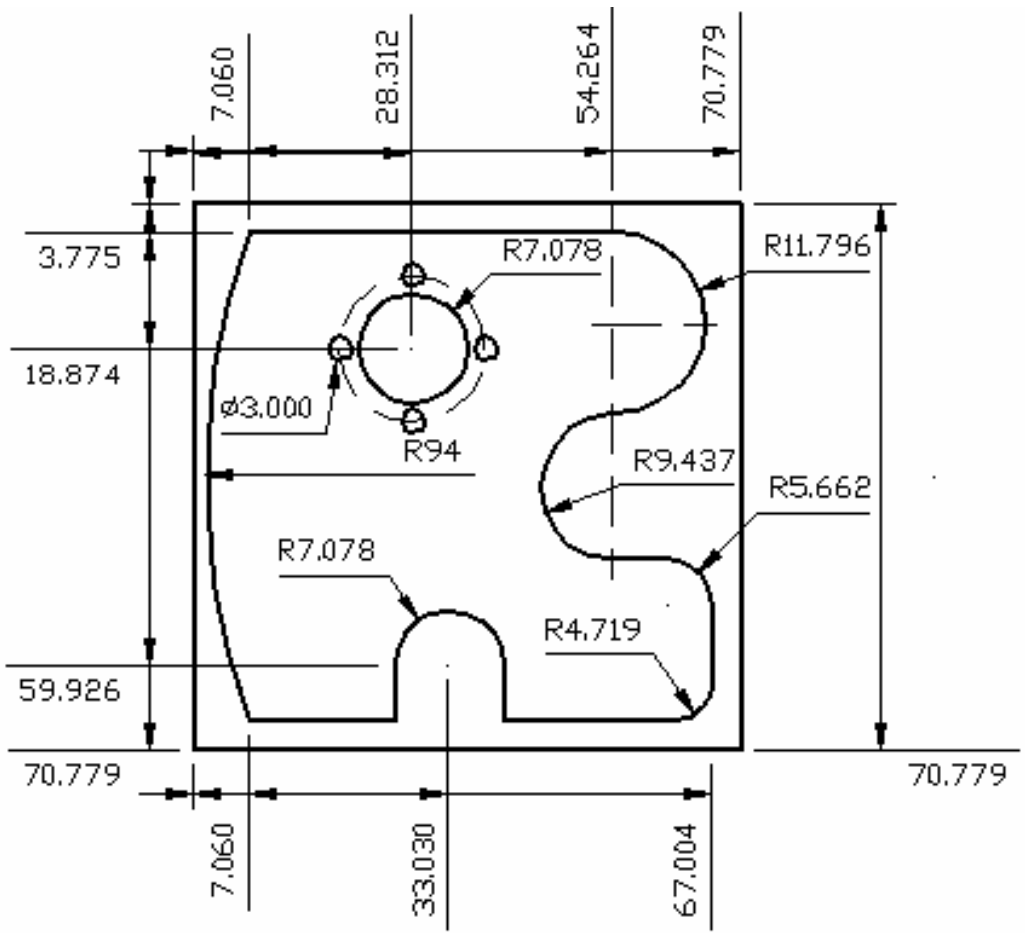
المشروع الثاني:

المطلوب كتابة برنامج لتفريز الشكل الموضح بالرسم على ماكينة التفريز والثقب التي تعمل بنظام CNC432 علماً بأن معدن القطعة هو سبيكة ألمنيوم سمكها 20mm وعمق تفريز الكنتور 3mm وعمق الجيب المستطيل 6mm أما الجيب الدائري فهو 8mm وعمق الثقوب 7mm استنتج قطر السكين المستخدم وقطر البنطة من الرسم.



المشروع الثالث:

المطلوب كتابة برنامج لتفريز الشكل الموضح بالرسم على ماكينة التفريز والثقب التي تعمل بنظام CNC432 علماً بأن معدن القطعة هو صلب طري والسمك 20mm وعمق تفريز الكنتور 3mm و الجيب الدائري فهو 6mm وعمق الثقوب 7mm استنتج قطر السكين المستخدم وقطر البنطة من الرسم.

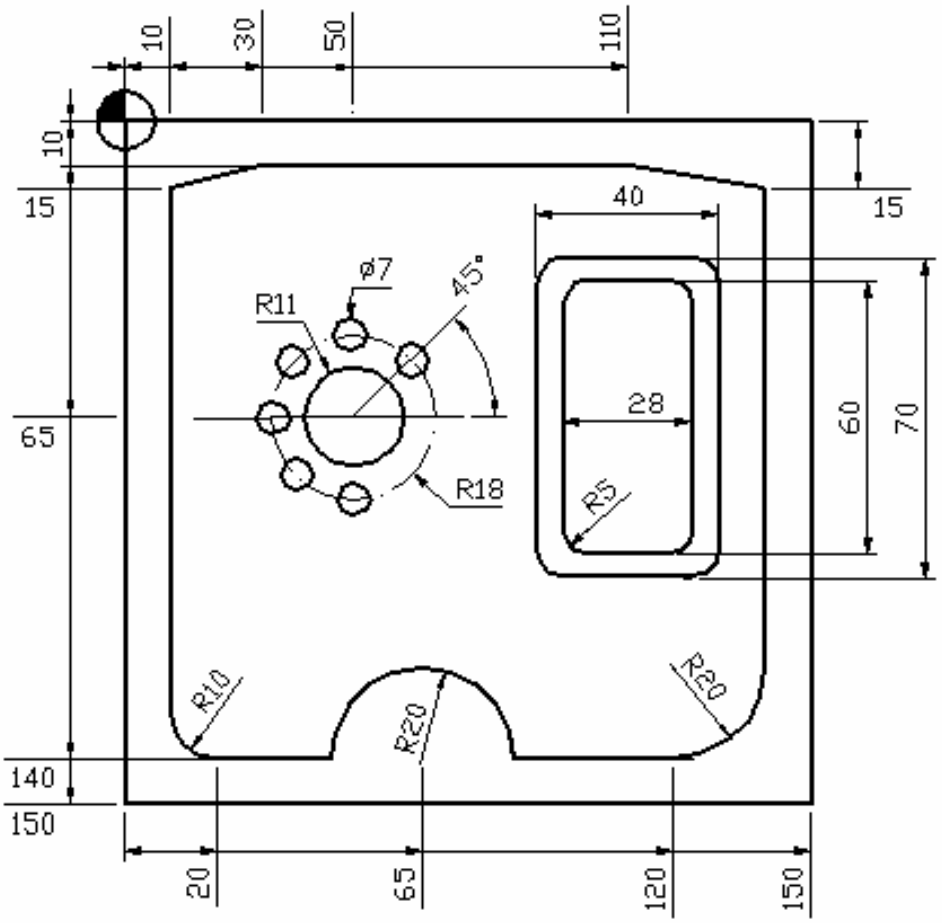


المشروع الرابع:

المطلوب كتابة برنامج لتفريز الشكل الموضح بالرسم على ماكينة التفريز والثقب التي تعمل بنظام CNC432 علما بأن:

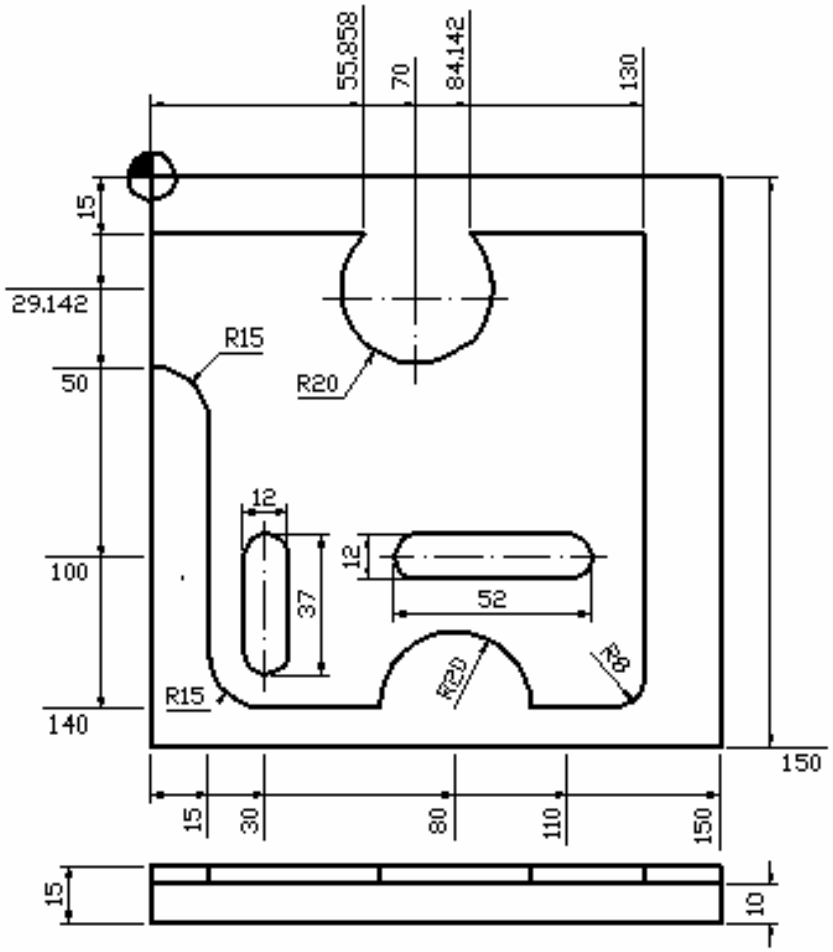
- معدن القطعة هو سبيكة ألمنيوم سمكها 20mm
- عمق تفريز الكنتور 5mm
- عمق الجيب المستطيل الأول 6mm
- الجيب المستطيل الثاني 8mm
- الجيب الدائري فهو4mm
- عمق الثقوب 7mm

استنتج قطر السكين المستخدم وقطر البنطة من الرسم.



المشروع الخامس:

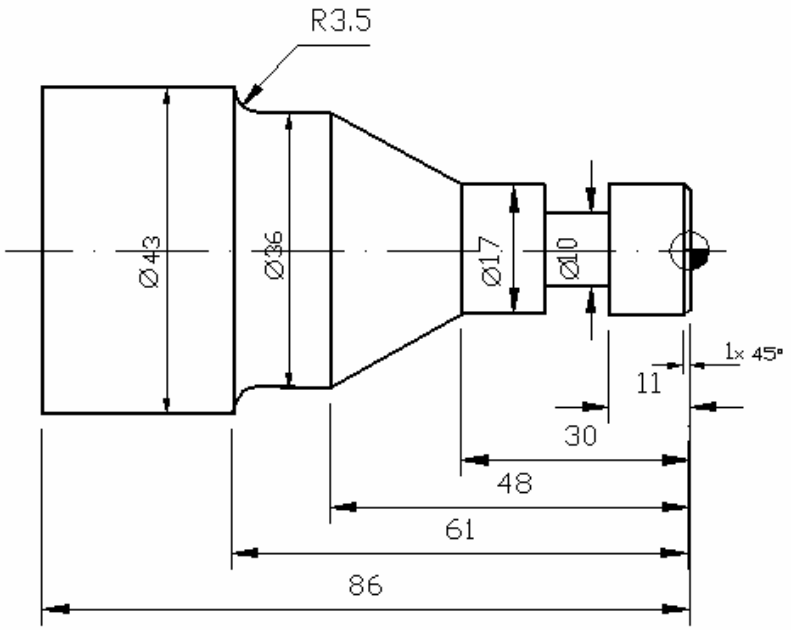
المطلوب كتابة برنامج لتفريز الشكل الموضح بالرسم على ماكينة التفريز والثقب التي تعمل بنظام CNC432 علما بأن معدن القطعة هو سبيكة ألمنيوم سمكها 20mm وعمق تفريز الكنتور 2mm وعمق المجرى 6mm. استنتج قطر السكين المستخدم وقطر البنطة من الرسم.



المشروع السادس: مثال على المخارط.

لتشغيل الشكل الموضح بالرسم نتبع الخطوات أدناه:

١. التحضير
٢. تسوية السطح
٣. خراطة القطر35mm باستخدام G84مع السلبة P2=-3.5mm
٤. خراطة القطر17mm باستخدام G84مع السلبة P2=-18mm
٥. **خراطة السلبة 45×1**
٦. خراطة القوس R=3.5mm
٧. خراطة الخلخلة

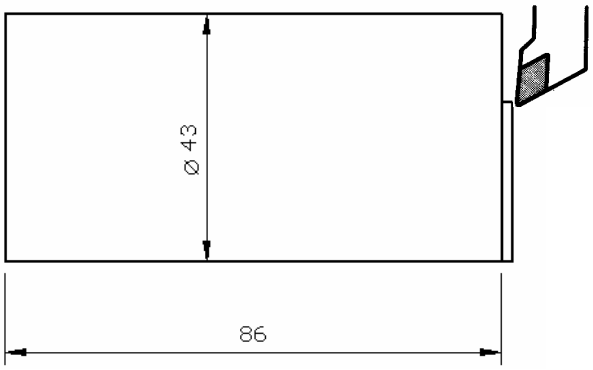


الحل:

١ -التحضير

O100					
N0000	G54	G92	X0.000	Z86.000	S2000
N0010	G59				
N0020	G96	S200	F100	T0001	M04

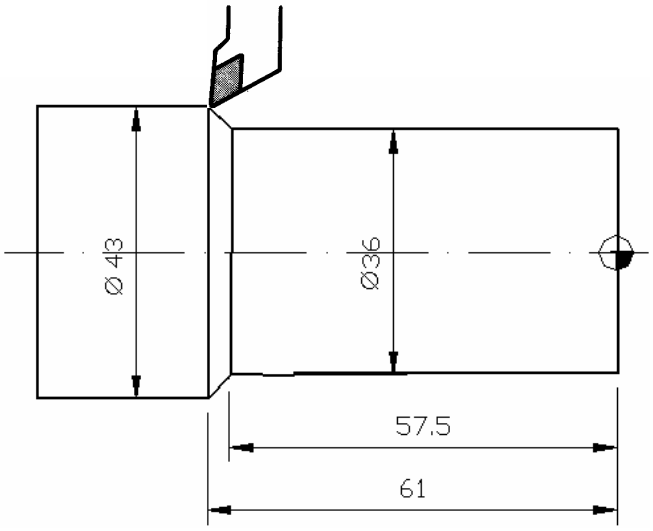
٢ -تسوية السطح



N0030	G00	X45.000	Z0.000
N0040	G01	X-2.000	

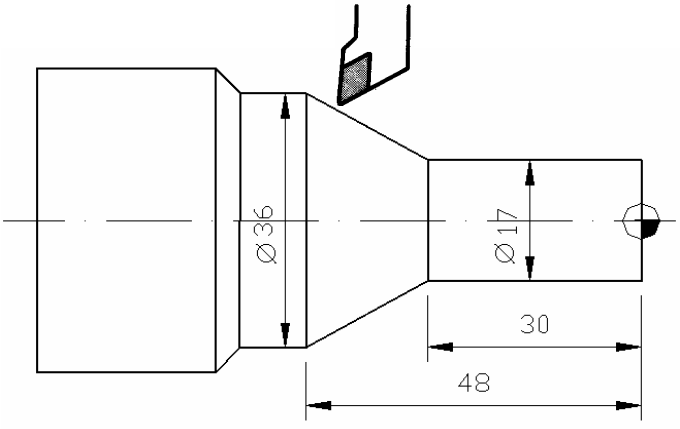
٣ -خراطة القطر35mm باستخدام **G84** مع السلبة **P2=-3.5mm**.

N0050	G00	X43.000	Z2.000		
N0060	G84	X36.000	Z=-57.5	D3=500	P2=-3.5



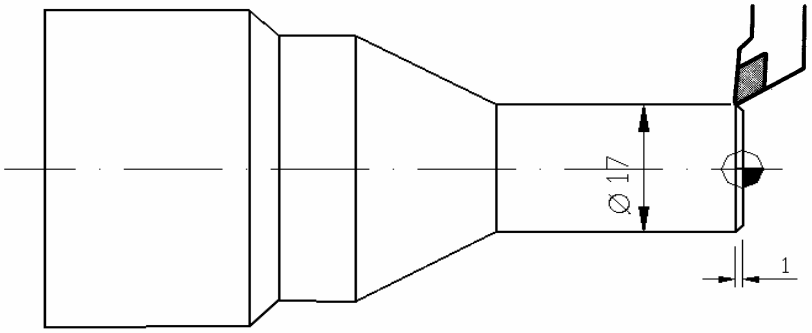
٤ -خراطة القطر17mm باستخدام **G84** مع السلبة **P2=-18mm**.

N0070	**G00**	**X36.000**	**Z2.000**		
N0080	**G84**	**X17.000**	**Z-30.000**	**D3=500**	**P2=-18.000**



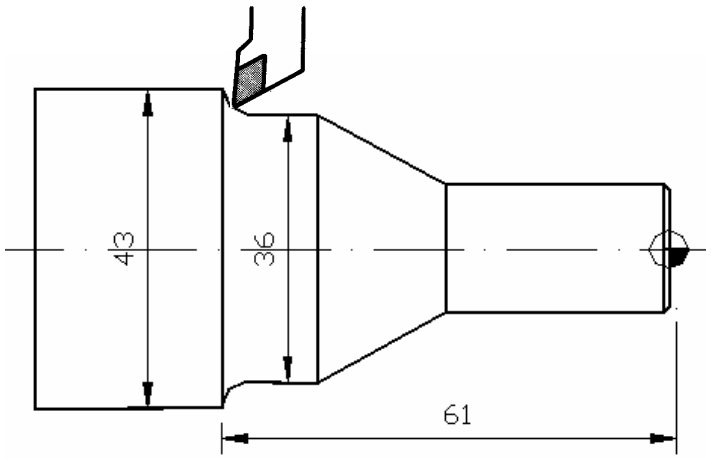
٥ -خراطة السلبة 1×45°

N0090	**G00**	**X15.000**	**Z2.000**
N0100	**G01**		**Z0.000**
N0110		**X17.000**	**Z-1.000**



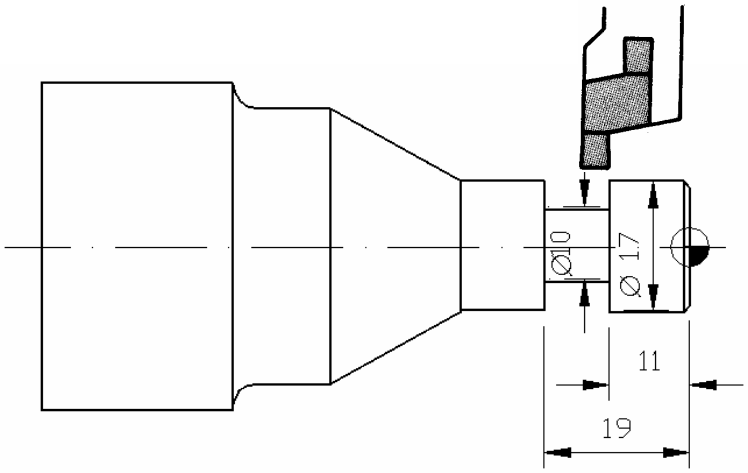
٦ -خراطة القوس R=3.5mm

N0120	G00	X38.000			
N0130			Z-57.500		
N0140	G01	X36.000			
N0150	G02	X43.000	Z61.000	I3.500	K0.000

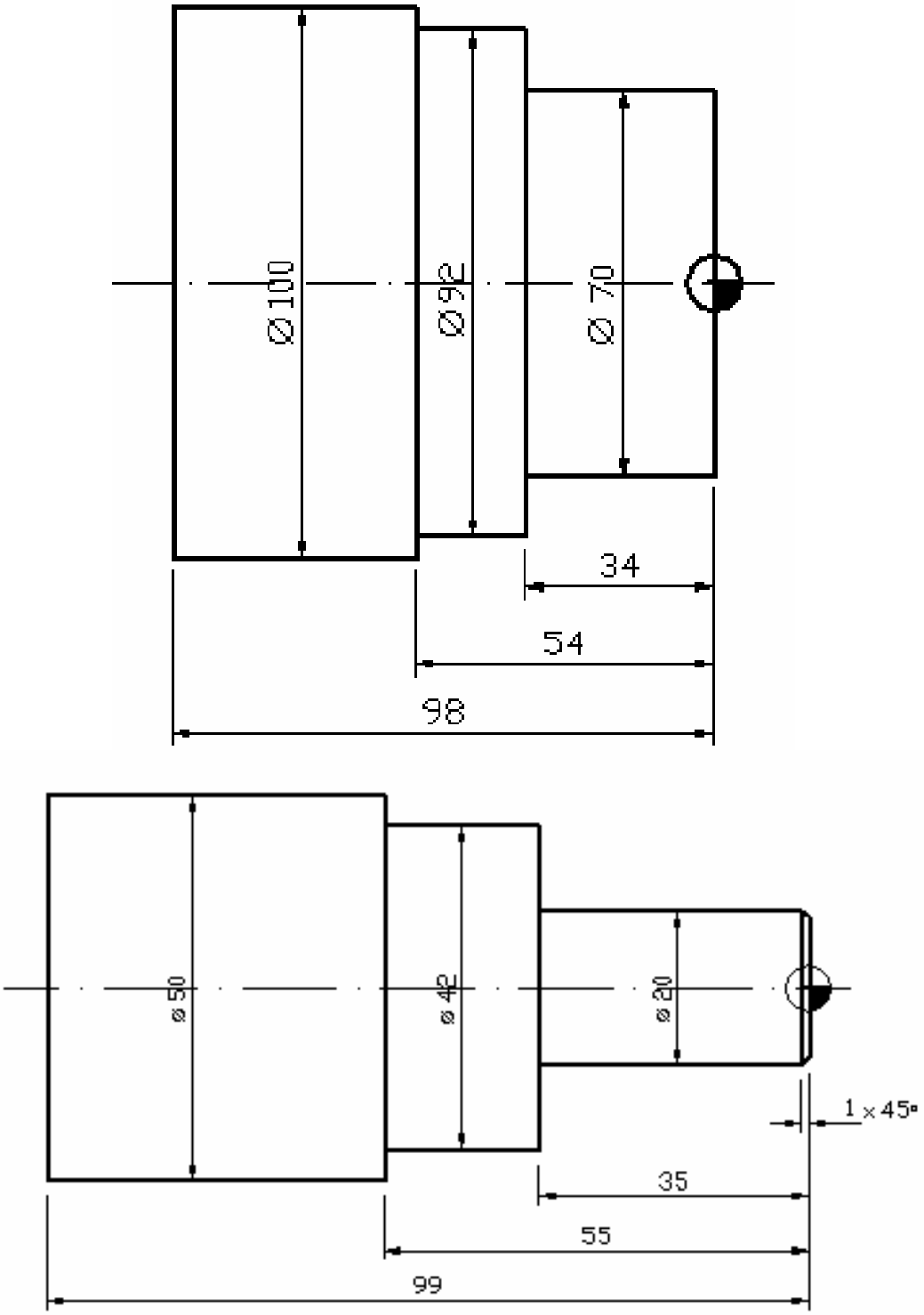


٧ -خراطة الخلخلة

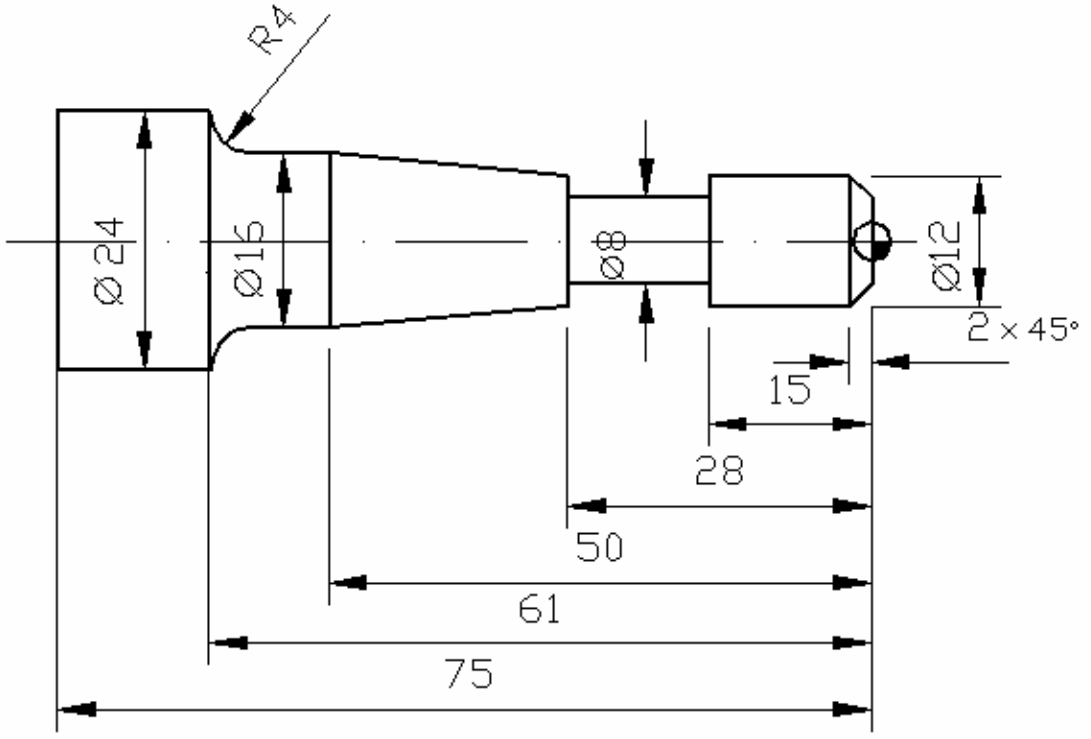
N0160	G00	X100.000	Z100.000			
N0170		T0003		F50		
N0180	G00	X19.000	Z-11.000			
N0190	G86	X10.000	Z-19.000	D3=500	D4=20	D5=3000
N0200	G00	X100.000	Z100.000			
M30	T0000	G56	G53	N0210		

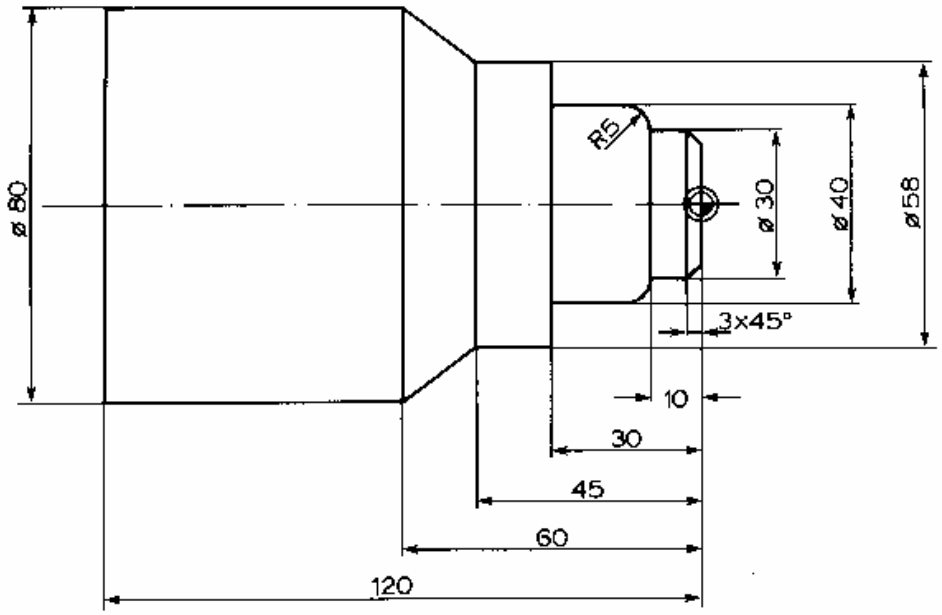


المشروع السابع: المطلوب كتابة برنامج لخراطة الشكل الموضح بالرسم على مخرطة EMCO مستخدما الدورة G84 علماً بأن معدن القطعة هو سبيكة ألمنيوم.

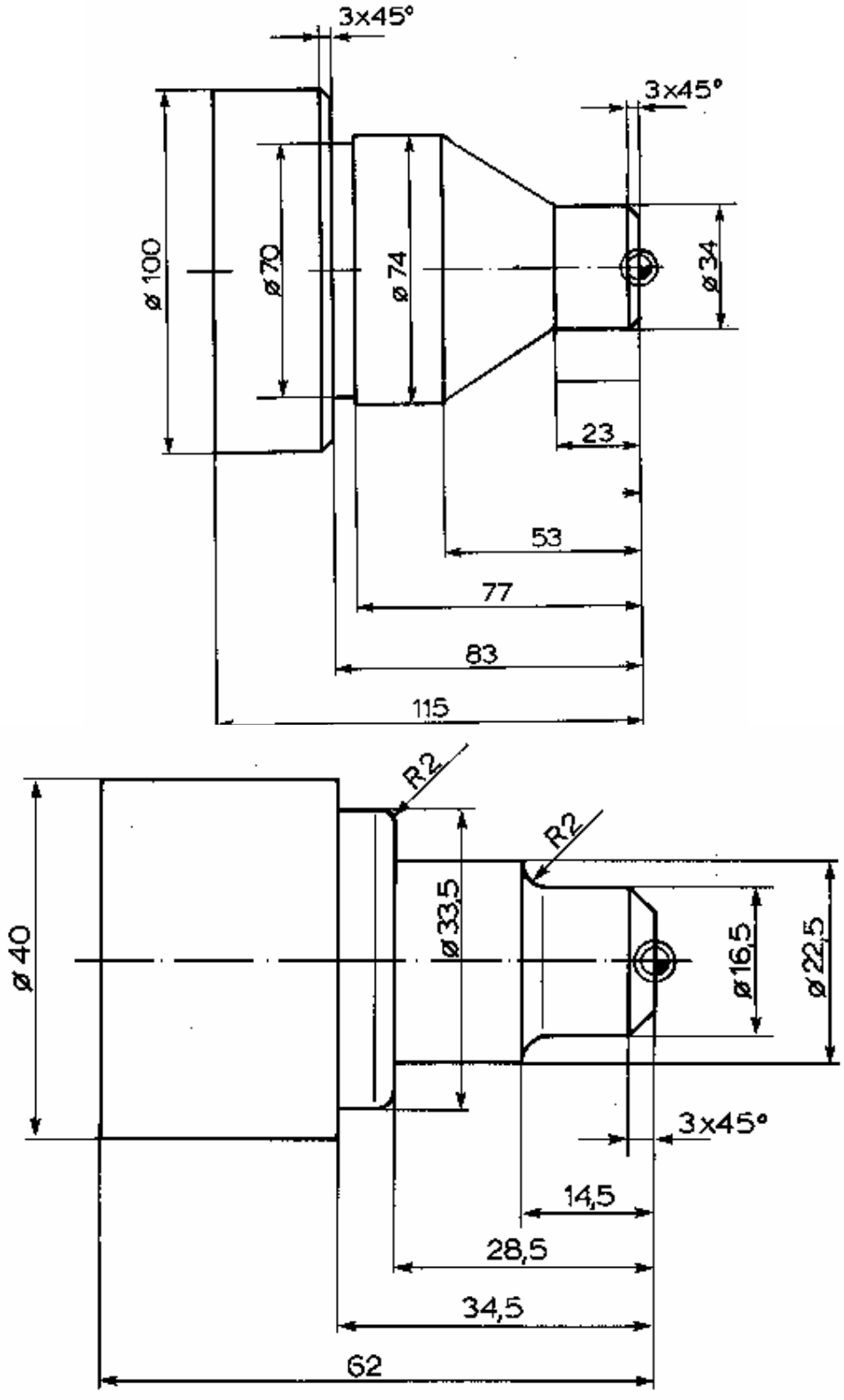


المشروع الثامن: المطلوب كتابة برنامج لخراطة الشكل الموضح بالرسم على مخرطة EMCO مستخدما جميع الدورات لما بان معدن القطعة هو سبيكة ألمنيوم.



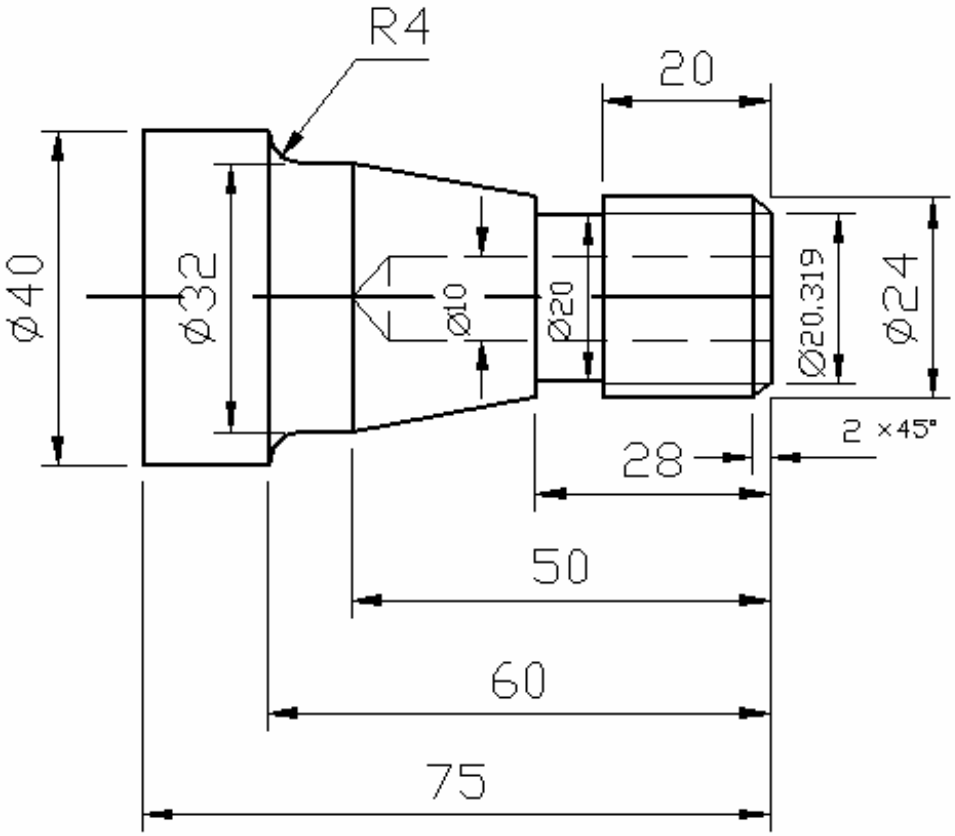


المشروع التاسع: المطلوب كتابة برنامج لخراطة الشكل الموضح بالرسم التالي على مخرطة EMCO مستخدما جميع الدورات علماً بأن معدن القطعة هو سبيكة ألمنيوم.



المشروع العاشر:

المطلوب كتابة برنامج لخراطة الشكل التالي الموضح بالرسم على مخرطة EMCO مستخدما جميع الدورات علماً بأن معدن القطعة هو سبيكة ألمنيوم.



1. John Polywka and Stanley Gabrel, "Programming of CNC Machines", Second Edition, Industrial Press Inc, 2001.

2. James Madison, "CNC Machining Handbook", Industrial Press Inc, 1996.

3. Emco Technics, "Instruction Book - Training System EMCOTRONICS TM02", EMCO, Austria, 1992.

4. G. W. Vickers, M.H.Ly and R.G.Oetter, "Numerically Controlled Machine Tools", Ellis Horwood Series, 1990.

5. G. E. Thyer, "Computer Numerical Control of Machine Tools", Industrial Press, 1988.

6. Manfred Berg and Siegfried, "MAHO-Training Literature for CNC 432", MAHO AG, Pfronten, 1987.

7. A .J. Medland and Piers Burnett, "CAD/CAM in Practice", British Library Cataloguing in Publication Data, 1986.

8. Joseph Pusztai and Michael Sava, "Computer Numerical Control", Reston Publishing Company Inc., 1983.

	الصفحة
الوحدة الأولى : مقدمة.....	١
١ -١ مقدمة.....	١
١ -٢ مكونات ماكينات التحكم الرقمي للحاسب.....	٦
الوحدة الثانية : الدورات الجاهزة.....	٧
الأهداف.....	٨
الفصل الثاني: دورات فرايز.....	٩
الأهداف.....	٩
٢ -١ تعريف الدورة ونداءها.....	١٠
٢ -٢ دورات الثقب.....	١٢
٢ -٢ -١ دورة الثقب G81.....	١٢
٢ -٢ -٢ دورة الثقب العميق G83.....	١٤
٢ -٣ دورة البرغلة G85.....	١٥
٢ -٤ دورة قطع اللولب G84.....	١٦
٢ -٥ القواعد الأساسية لدورات التفريز G87, G88, G89.....	١٧
٢ -٦ دورة تفريز الجيب المربع والمستطيل G87.....	١٨
٢ -٧ دورة تفريز المجاري G88.....	١٩
٢ -٨ دورة تفريز الجيب الدائري G89.....	٢٠
٢ -٩ نداء الدورة G79.....	٢١
٢ -١٠ تعريف النقطة G78.....	٢٢
٢ -١١ تعريف دائرة الثقوب G77 بدورات الثقب.....	٢٣
٢ -١٢ تعريف دائرة الثقوب G77 بدورات التفريز.....	٢٤
	الصفحة

٢ -١٣ مثال على برمجة الدورات في المستوى G17	٢٥
٢ -١٤ مثال على برمجة الدورات في المستوى G17	٢٧
الفصل الثالث: دورات الخراطة الجاهزة	٢٩
الأهداف	٢٩
٣ -١ دورة الخراطة الطولية G84	٣٠
٣ -٢ أمثلة على دورة الخراطة الطولية G84	٣١
٣ -٣ دورة خراطة جبهية G84	٣٥
٣ -٤ دورة الخلخلة G86	٤٠
٣ -٥ إرشادات هامة لعمل الخلخلة	٤١
٣ -٦ دورة الثقب	٤٣
٣ -٧ أمثلة على دورة ثقب	٤٤
٣ -٨ دورات القلاووظ	٤٧
٣ -٨ -١ القلاووظ على مرحلة مفردة G33	٤٧
٣ -٨ -٢ القلاووظ على مراحل (دورة قلاووظ طولية)	٤٩
٣ -٨ -٢ -١ شرح المواصفات الهندسية	٤٩
٣ -٨ -٢ -٢ المواصفات التقنية	٥٢
٣ -٩ دورة قلاووظ طولية G85	٥٤
٣ -١٠ أمثلة على دورة القلاووظ G85	٥٦
الوحدة الثالثة: الدوال التحضيرية الخاصة	٥٩
الفصل الرابع: الدوال التحضيرية الخاصة	٦٠
الأهداف	٦٠
٤ -١ عملية التكرار G14	٦١
٤ -٢ عملية القفز والتكرار G14	٦٢

	الصفحة
٤ -٣ إزاحة نقطة الصفرG93/G92.....	٦٣
٤ -٤ إزاحة نقطة الصفر G93/G92 بتدوير المحاور.....	٦٤
٤ -٥ مثال للبرمجة خاص بموضوع إزاحة نقطة الصفر.....	٦٥
٤ -٦ العكسG72/G73.....	٦٧
٤ -٧ مثال للبرمجة الخاصة بموضوع العكسG73.....	٦٨
٤ -٨ التكبير والتصغير بواسطة ...= A4 G73.....	٦٩
٤ -٩ مثال للبرمجة الخاصة بموضوع التكبير والتصغير.....	٧٠
٤ -١٠ القواعد الأساسية لتقنية البرامج الفرعية G22.....	٧١
٤ -١١ مثال للبرمجة الخاصة بموضوع تقنية البرامج الفرعية.....	٧٢
الوحدة الرابعة : برمجة مكائن CNC في نظام CAD/CAM.....	٧٤
الفصل الخامس: مقدمة في برمجة مكائن CNC في نظام CAD/CAM.....	٧٥
الأهداف.....	٧٥
٥ -١ ما هو CAD/CAM؟.....	٧٦
٥ -٢ مثال في CAD/CAM.....	٧٧
الوحدة الخامسة : مشاريع تطبيقية	٨٤
الفصل السادس: مشاريع تطبيقية.....	٨٥
الأهداف.....	٨٥
المشروع الأول: مثال على التفريز.....	٨٦
المشروع الثاني.....	٩٠
المشروع الثالث.....	٩١
المشروع الرابع.....	٩٢
المشروع الخامس.....	٩٣
المشروع السادس: مثال على المخارط.....	٩٤

	الصفحة
المشروع السابع.....	٩٨
المشروع الثامن.....	٩٩
المشروع التاسع.....	١٠٠
المشروع العاشر.....	١٠١
المراجع.....	١٠٢

تقدر المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني الدعم

المالي المقدم من شركة بي آيه إي سيستمز (العمليات) المحدودة

GOTEVOT appreciates the financial support provided by BAE SYSTEMS