

# محاضرات عمليات تصنيع

المرحلة الثانية.

قسم التقنيات الميكانيكية / الانتاج  
عمار عيسى ناجي  
Mechanical Department / Production

٢٠١٨-٢٠١٩

بسم الله

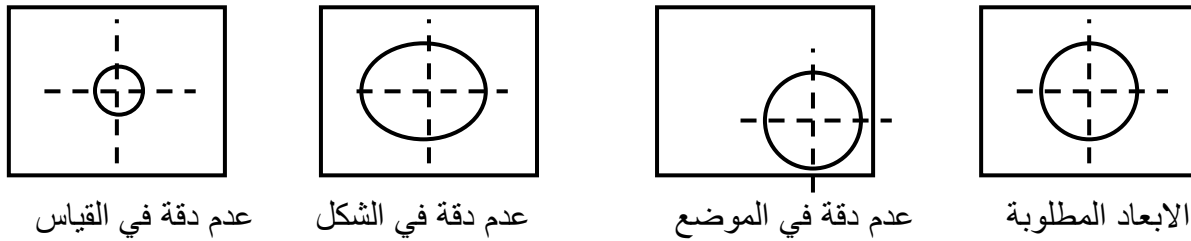
"قال رب اشرح لي صدري ويسر لي امري واحلل عقدة من لساني يفقهوا قولي."

## التسامحات الهندسية Engineering Tolerance

التسامح الهندسي: وهو مقدار عدم الدقة او الانحراف الممكن المتسامح به في البعد او الشكل او في الموضع.

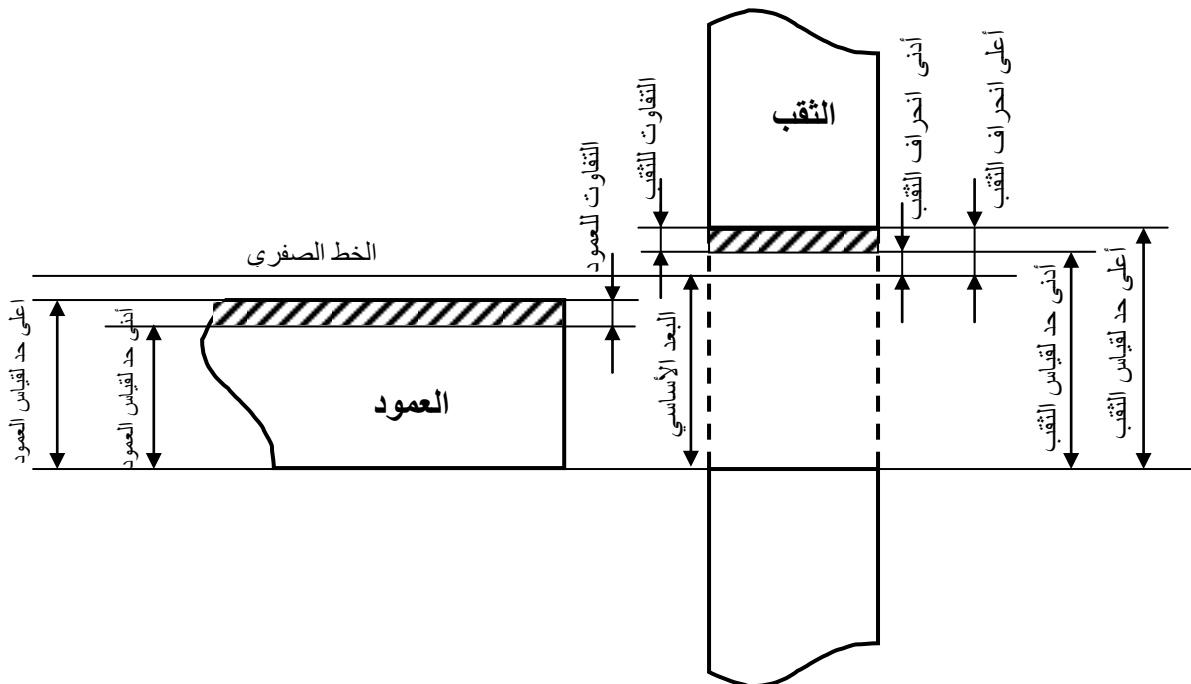
الحدود Limits:

ان لكل بعد او قياس حدان ، حد اعلى وحد ادنى، يعد المنتج مقبولا اذا وقع بينهما او عند احدهما، وكلما كانت درجة الدقة المطلوبة بالانتاج عالية (أي يكون التسامح قليل) ارتفعت تكاليف الانتاج بشكل كبير.



التسامحات والحدود والتوافقات:

البعد الاساسي: ويسمى ايضا البعد الاسمي او البعد التصميمي وهو البعد الذي يحدده المصمم اساسا ويثبت على الرسم التنفيذي للجزء المطلوب انتاجه ويبدأ قياس الحدود منه (الحد الاعلى والحد الادنى لذلك البعد) ويكون البعد الاساسي متساويا بالنسبة لاي جزئين سيتم تجميعهما مع بعض تجميعا توافقيا.



شكل يمثل تسامح الثقب والعمود

البعد الفعلي: وهو البعد الحقيقي للجزء المنتج ( البعد الذي يقاس ) والذي قد يكون اكبر او اصغر من البعد الاساسي وضمن حدود التسامح.  
التسامح (الانحراف) الفعلي: وهو مقدار الفرق الجبري بين البعد الفعلي والبعد الاساس.  
حدود التسامح: هو الفرق الجبري بين اقصى حد للمقاس (البعد الفعلي) والبعد الاساسي.  
ادنى تسامح (انحراف): هو الفرق الجبري بين ادنى حد للمقاس والبعد الاساسي.  
التفاوت (الانحراف): هو مقدار الفرق بين الحد الاعلى والحد الادنى لاي مقياس، أي التفاوت يساوي الفرق بين اعلى تجاوز وادنى تجاوز.  
الخط الصفري: هو الخط الذي يكون مقدار التفاوت عنده مساويا للصفر أي ان الخط الصفري يمثل الخط الاساسي.  
الانحراف الاساسي: ويسمى الانحراف المربطي، وهو الانحراف الاقصى او الادنى الذي يحدد موضع منطقة التفاوت بالنسبة لخط الصفر.

التبادلية Intorchangeability: امكانية تبادل القطع المنتجة للجزء الواحد، وهي امكانية تجميع الاجزاء المكونة للماكينة او الجهاز من اية مجموعة من الاجزاء المكونة لها وبدون القيام بعمليات اضافية.

#### الازدواجات (التوافقات) Fits :

يسمى كل جزئين متقابلين مع بعضهما ترتبط ابعادهما والتجاوزات فيهما ارتباطا حسب طبيعة عملهما بالازدواج Fit ويطلق على الجزئين المكونين للازدواج باستمرار، العمود Shaft والثقب Hole حتى لو كان شكلها او مقطعهما لا يماثل انواع رئيسية وهي:  
١. ازدواج (توافق) خلوصي Clearance Fit:

في هذا النوع من الازدواج يكون دائما قياس العمود اقل من قياس الثقب ضمن التسامحات المحددة، أي ان الحد الاعلى للعمود اقل دائما من الحد الادنى للثقب، بحيث يكون هنالك فراغ (خلوص) بين الجزئين.

#### ٢. ازدواج تداخلي Interference Fit :

في هذا النوع يجب ان تكون الابعاد الفعلية لكل من العمود والثقب منتجة بحيث يوجد تداخل بينهما عند التجميع بما يضمن توثيق الربط بينهما يضمن عدم حركتهما أي يتحركان كقطعة واحدة، يتم ذلك عندما يكون قياس العمود دائما اكبر من قياس الثقب أي ان يكون الحد الادنى لقياس العمود اكبر من الحد الاعلى لقياس الثقب. ويستعمل الضغط على البارد او الساخن عند تجميع الاجزاء.

#### ٣. ازدواج انتقالي Transition Fit :

هذا النوع قد يحصل فيه مقدار صغير من الخلوص Clearance او التداخل Interfreance حسب لتجاوزات الموضوع على كل من العمود والثقب.

أي انه قد يكون الحد الادنى لقياس العمود في بعض الازدواجات اقل من قياس الحد الادنى للثقب (وجود خلوص) او قد يكون الحد الاعلى للعمود في ازدواجات اخرى اكبر من الحد الادنى للثقب (وجود تداخل)، لذلك فهذا الازدواج يمثل مرحلة انتقال بين ازدواج الخلوص وازدواج التداخل.

ويستلزم عند تجميع الاجزاء فيه استخدام ضغط خفيف او طرق.

## نظام الازدواجات:

١. نظام نيوال Newall System:

نظام محدود وقديم ولايستخدم حاليا.

٢. نظام أيزا ISA System:

وهو نظام مترى ، قيم الحدود والتفاوتات بالنسبة للقياسات الاساسية من (٠ - ٣١٥٠) ملم، ويعتمد على ١٨ رتبة تجاوز، و ٢٤ موضعا لمناطق التجاوز لكل من الثقوب والاعمدة.

٣. نظام أيزو ISO System:

يشبه نظام أيزا لكنه اكثر مدى للتجاوزات الاساسية.

## رتب التسامح Tolerance Grades:

يعتمد نظام ايزا للازدواجات على ١٨ رتبة وتسامحا والتي تعبر عن اتساع منطقة التسامح (او القيمة الفعلية للتسامح) ويرمز لهذه الرتب بالارقام اضافة الى الحرفين IT والتي ترمز الى تسامح ايزا وكالاتي:

IT01, IT0, IT1, IT2, IT3

وتزيد كل رتبة تسامح عن سابقتها بمقدار حوالي ٦٠% ، تشير الارقام الصغيرة في هذه الرتب الى التسامحات الدقيقة، وكلما زاد الرقم كانت منطقة التسامح اكبر. الانحرافات الاساسية: ان موضع منطقة التسامح يعبر عن مدى انحراف هذه المنطقة عن خط الصفر. ولما كانت منطقة التسامح هذه تمثل الفرق بين الحدين الاعلى والادنى لبعد معين فان موضع احد هذين الحدين (الاقرب لخط الصفر) هو الذي يحدد موضع منطقة التسامح، ويعرف بالانحراف الاساسي (المربطي)، ويرمز له في الازدواجات بالحرف الكبير بالنسبة للثقب وبالحرف الصغير بالنسبة للعمود، وتوجد ٢٨ فئة انحراف اساسي لكل من الثقوب والاعمدة. أ. بالنسبة للثقب:

A,B,C,CD,D,E,EF,F,FG,G,H,JS,J,K...

ب. بالنسبة للعمود:

a,b,c,cd,ty,h,js,j,m,n,p,r,s,t,u,v,x,y,z,zs,...

وترمز الحروف من (A-G) الى الثقوب التي تكون قياساتها اكبر من البعد الاساسي ويكون الانحراف الاساسي فيها موجب دائما.

اما الحروف من (P-ZC) فترمز الى ذات القياسات الاقل من البعد الاساسي ويكون الانحراف الاساسي فيها سالبا دائما

ويرمز الحرف M الى الثقوب ذات الانحراف الاساسي المساوي الى الصفر أي ان ادنى حد للمقاس يكون مساويا للبعد الاساسي (الحد الادنى منطبقا على خط الصفر).

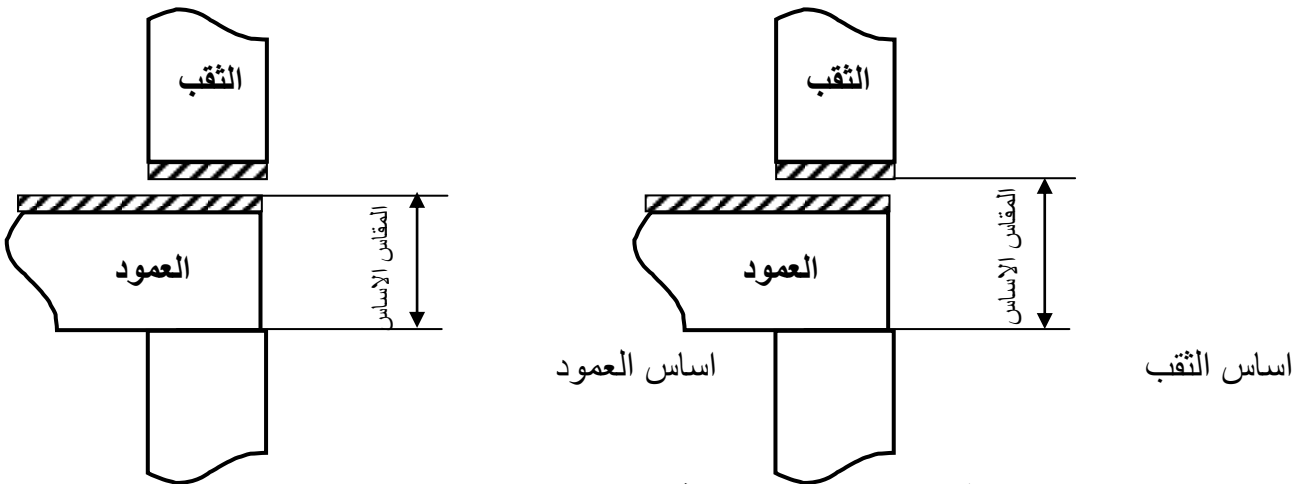


## نظام اساس الثقب Hole Basis :

في هذا النظام يثبت قياس الثقب (ضمن التجاوز المحدد) ويكون التحكم في قياس العمود لغرض الحصول على النوع المطلوب من الازدواج وهذا النظام هو الاكثر استخداما، وذلك كون تغيير قياس العمود (من الخارج) يتطلب جهدا فنيا اقل من تغيير قياسات الثقب، وتستخدم في هذا النظام فئة واحدة من الثقب وهي الفئة H والتي تكون فيها التجاوزات احادية الاتجاه أي ان الحد الأدنى لقياس الثقب ينطبق على القياس الاساس.

## نظام اساس العمود Shaft Basis :

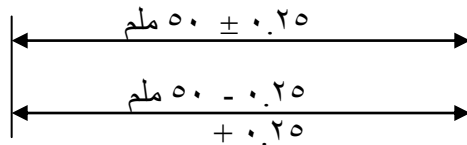
يثبت قياس العمود في هذا النظام (ضمن التجاوز المحدد) ويكون التحكم في قياس الثقب لغرض الحصول على النوع المطلوب من الازدواج. ويستخدم هذا النظام في حالات خاصة كما في الاعمدة الطويلة التي تشغل بقياس واحد ويركب عليها اجزاء مختلفة الازدواج مثل بنز المكبس Piston Pin حيث يكون ازدواجان احدهما مع المكبس والثاني مع جلبة ذراع التوصيل، كذلك يستخدم هذا النظام في حالات توفر خزين من الاعمدة ذات الابعاد القياسية ويستخدم في هذا النظام فئة واحدة من الاعمدة هي الفئة h ونوع الازدواج هو احادي الاتجاه ايضا، أي ان الحد الاعلى لقياس العمود ينطبق دائما على القياس الاساسي



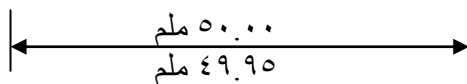
## طرق تمثيل التسامحات والحدود في الرسومات الهندسية:

توجد عدة طرق لتمثيل التسامحات والابعاد في الرسومات الهندسية منها:

١. وضع البعد الاساسي وبجانبه يوضع التسامح الثنائي الاتجاه.



٢. وضع الحد الاعلى للبعد فوق حده الأدنى دائما (للابعاد الخارجية والداخلية على حد سواء).



## رموز الازدواجات:

يتعين الثقب او العمود عند تحديد المعلومات الاتية له:  
 ١. البعد الاساسي ٢. رتبة التسامح ٣. الانحراف الاساسي  
 ويرمز الى هذه المعلومات بالطريقة الاتية:  
 أ. بالنسبة للثقب: مثال 50mm dia. H8 وتعني:

١. القطر (البعد) الاساسي للثقب = ٥٠ ملم
٢. رتبة التسامح للثقب = IT8
٣. الانحراف الاساسي للثقب من فئة H
- ت. بالنسبة للعمود: مثال 50mm dia. f7
٤. القطر (البعد) الاساسي للعمود = ٥٠ ملم
٥. رتبة التسامح للثقب = IT7
٦. الانحراف الاساسي للثقب من فئة f
- ج. بالنسبة للازدواج للجزئين السابقين في (أ،ب):  
 50mm dia. H8/f7

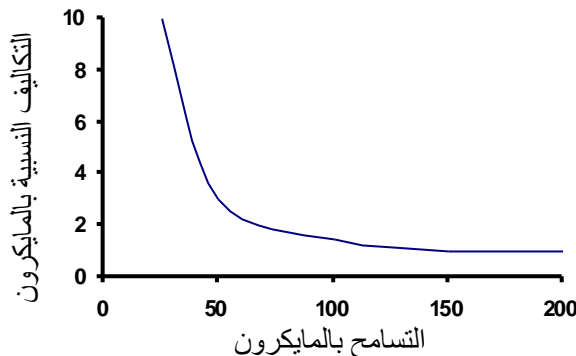
## التسامحات (الانحرافات) للابعاد الطليقة:

وهي التجاوزات المسموح بها في الابعاد الطليقة غير المقيدة فان التسامح محدد لها بسبب كونها ابعادا اضافية او مساعدة او غير ذلك تأثير على وظيفة المنتج ويجب ذكر قيم التسامحات العامة في الرسوم الهندسية.  
 تختلف هذه التسامحات باختلاف دقة تشطيب السطوح اذا كانت عالية او متوسطة او منخفضة وبين الجدول قيمة هذه التسامحات.

البعد الاساسي (الاسمي) ملم					دقة تشطيب السطوح
من ١ - ٦	٣٠ - ٦٠	١٠٠ - ٣٠٠	٣٠٠ - ١٠٠٠	١٠٠٠ - ٣٠٠٠	عالية
٠.٠٥+	٠.١+	٠.١٥+	٠.٢+	٠.٣+	متوسطة
٠.١+	٠.٢+	٠.٣+	٠.٣+	٠.٨+	منخفضة
٠.٢+	٠.٣+	٠.٨+	٠.٨+	٢.٠+	

## الاعتبارات الاقتصادية لاختيار الازدواجات:

يتم اختيار الازدواجات لمنتج معين وفق اعتبارات اهمها، كلفة الانتاج، وامكانية التصنيع. حيث ان كلفة الانتاج تزداد كلما زادت دقة التصنيع، اما امكانية التصنيع فتحدد بما متوفر من العدد والمكائن واجهزة القياس للوصول الى الدقة المطلوبة.



### جداول التفاوتات:

يمكن ايجاد قيمة التسامح (بالميكرون) باستخدام العلاقة التالية:

قيمة التسامح بالميكرون =

$$\text{عدد وحدات التسامح الاساسية من الرتبة المحددة} \times (0.45 \times \sqrt[3]{\text{ق} + 0.001 \text{ ق}^3})$$

حيث ان ق = القطر الاسمي (او الوسط الهندسي لمجال الاقطار) ملم  
الميكرون = 0.001 ملم

وعند استخدام جداول التفاوتات يجب ان يكون القياس الاساسي (القياس الاسمي) ورتبة التفاوت للثقب والعمود معروفة.

مثال: مطلوب انتاج عمود قطره الاساسي 45 ملم ويتزاوج مع ثقب بحيث يوجد خلوص بينهما برمز H8/f7 ، احسب قيم التسامحات للثقب والعمود ومقدار الخلوص الادنى والأعلى.

الجواب:

١. قيم التسامحات (الانحرافات) تستخرج من جدول خاص بازدواجات نظام اساس الثقب H8 فمقابل المقاس الاسمي (40-50) ملم تكون قيمة التسامح للثقب (39+، 0.0) مايكرون = 0.039 ملم أي ان الحد الاعلى للتسامح = 0.039 ملم

الحد الادنى للتسامح = 0.0 ملم

قيمة التسامح للعمود f7 من الجدول نفسه (50-، 25) مايكرون = (0.050-، -0.025) ملم

أي ان الحد الاعلى للتسامح = -0.025 ملم

والحد الادنى للتسامح = -0.050 ملم

٢. لحساب الحد الاعلى والحد الادنى للابعد لكل من الثقب والعمود::

حدود الثقب:

الحد الاعلى لقياس الثقب = القياس الاساسي للثقب + قيمة اعلى تسامح

$$= 45.000 + 0.039 = 45.039 \text{ ملم}$$

الحد الادنى لقياس الثقب = القياس الاساسي للثقب + قيمة ادنى تسامح

$$= 45.000 + 0.000 = 45.000 \text{ ملم}$$

حدود العمود

الحد الاعلى لقياس العمود = القياس الاساسي للعمود + قيمة اعلى تسامح

$$= 45.000 - 0.025 = 44.975 \text{ ملم}$$

الحد الادنى لقياس العمود = القياس الاساسي للعمود + قيمة ادنى تسامح

$$= 45.000 - 0.050 = 44.950 \text{ ملم}$$

أي ان الازدواج الذي رمزه H8/f7 45mm dia. تكون حدود قياسه كما يلي:

اعلى حد للمقاس ملم	ادنى حد للمقاس ملم	
45.039	45.000	الثقب
44.975	44.950	العمود

٣. حدود الخلوص

الحد الاعلى للخلوص = اكبر حد لقياس الثقب - اصغر حد لقياس العمود

$$= 45.039 - 44.950 = 0.089 \text{ ملم}$$



الحد الأدنى للخلوص = اصغر حد لقياس الثقب – اكبر حد لقياس العمود  
 $45.000 - 44.975 = 0.025$  ملم

مثال: احسب قيمة اعلى تداخل يحصل عند انتاج الازدواج الذي رمزه  
 . 20 mm dia. H7/p6

الجواب:

من الجدول نستخرج قيمة التسامحات وهي للثقب والعمود المقابلة للقطر من (١٨ – ٢٤) ملم  
 وللثقب H7 والعمود p6 والتي هي كالآتي:

الحدود	الثقب H7	ازدواج تداخلي العمود p6	القياس الاسمي ملم
الحد الاعلى	٢١+	٣٥+	٢٤ - ١٨
الحد الادنى	٠	٢٢+	

الحد الاعلى لقياس الثقب =  $20 + 0.021 = 20.021$  ملم

الحد الأدنى لقياس الثقب =  $20 + 0.000 = 20.000$  ملم

الحد الاعلى لقياس العمود =  $20 + 0.035 = 20.035$  ملم

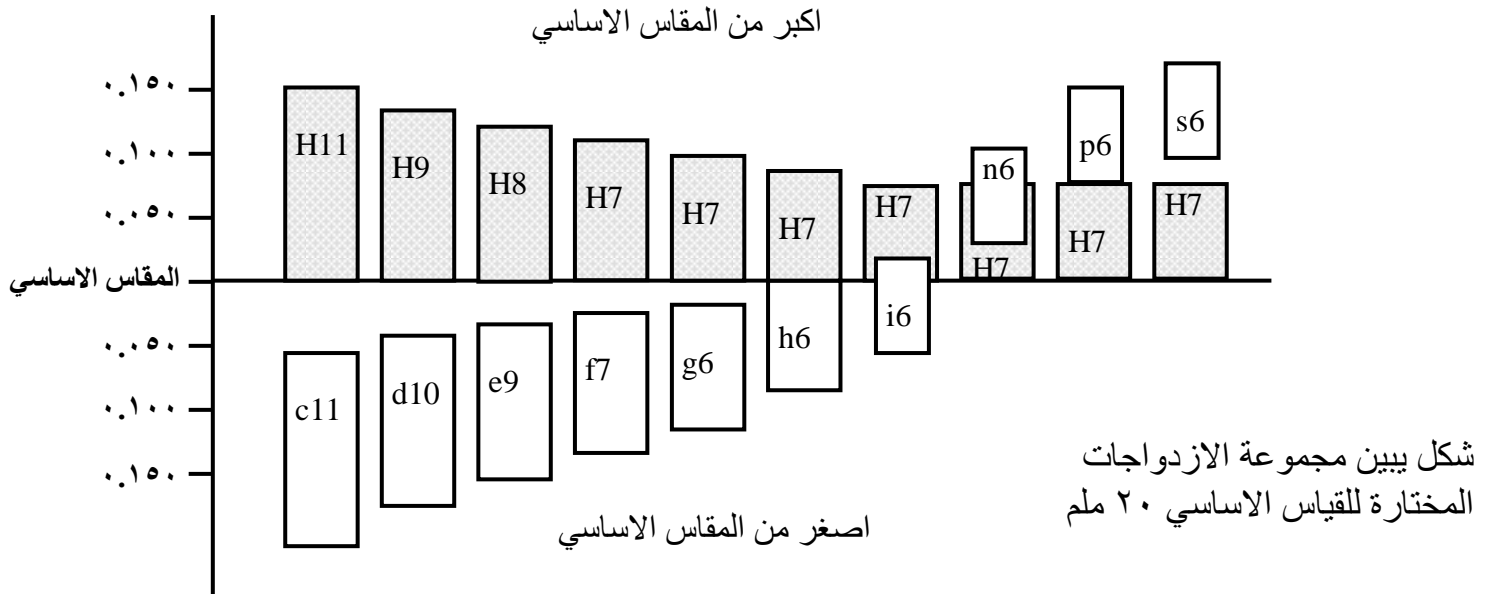
الحد الأدنى لقياس العمود =  $20 + 0.022 = 20.022$  ملم

الحد الاعلى للتداخل = اكبر حد لقياس العمود – اصغر حد لقياس الثقب

=  $20.035 - 20.000 = 0.035$  ملم

الحد الأدنى للتداخل = اصغر حد لقياس العمود – اكبر حد لقياس الثقب

=  $20.022 - 20.021 = 0.001$  ملم



ويمكن ايجاد علاقات بين القياس الاساسي ونوع الازدواج ، والجدول ادناه يمثل الازدواج المقترحة للبعد ٢٠ ملم.

نوع الازدواج	ازدواج العمود	ازدواج الثقب			
		H7	H8	H9	H11
خلوصي	c11				x
	d10			x	
	e9			x	
	f7		x		
	g6	x			
	h6	x			
انتقالي	k6	x			
	n6	x			
تداخلي	p6	x			
	s6	x			

#### محددات القياس : Limit Gauges

وهي ادوات قياس تستعمل عند مراحل التشغيل المختلفة للمنتج او للكشف حول وقوع ابعاد المنتج ضمن الحدود المسموح بها ام لا؟  
وهي ليست ادوات قياس ذات التدريجات لذلك لا يتم بواسطتها قياس البعد وانما تحديد قبول او رفض المنتج.

وغالبا ما تستخدم محددات القياس في حالات الانتاج الواسع ، حيث استخدامها لا يحتاج الى مهارة عالية او وقت طويل.

تصمم محددات القياس بحيث يكون لكل مقاس حدان:  
الاول كبير ويمثل الحد الاقصى للبعد والثاني صغير يمثل الحد الادنى للبعد ويكتب على الحد الذي يمكنه الدخول في الجزء الجاري بكلمة GO دخول وعلى الحد الذي لا يمكنه الدخول بكلمة Not GO (لا دخول) .

#### انواع محددات القياس:

تتباين محددات القياس من حيث الشكل والنوع والغرض من استخدامه، ويمكن تقسيمها الى:

أ. محددات قياس الابعاد الخارجية والمفتوحة:

وهي محددات تستخدم لقياس الابعاد الخارجية للاجزاء المنتجة ذات فتحة تشمل على بعدين احدهما الحد الاعلى للبعد والاخر الحد الادنى ويكتب البعد الاساسي للمنتج الذي يستخدم المحدد بقياسه على المحدد، ويثبت على حديه السماحات المحددة للمنتج فمثلا محدد القياس  
يكتب عليه ١٣٠ +٠.٤٠ ويكتب على احد حديه ٠.٤٠ والاخر +٠.٤٠

وهناك انواع من هذه المحددات منها:

١. محدد قياس ذو فتحة ثابتة: وهي على شكل حلقة مفتوحة من طرف واحد او من الطرفين

ويستخدم هذا النوع مع منتج واحد ولا يستخدم مع غيره

٢. محدد قياس قابل للضبط : وهو مشابه للنوع الاول ويختلف في كونه يمكن ضبط فكيه حسب الابعاد المطلوبة بواسطة مسمار ضبط.

٣. محدد قياس حلقي: يستخدم لاختبار الاقطار الخارجية للاشكال الاسطوانية تكون فتحة هذا المحدد مساوية للحد الاقصى للبعد GO ويستخدم في نفس الاوقات مع محدد قياس اخر ذي فتحة Not GO لنفس البعد.

ب. محددات قياس الابعاد الداخلية:

تستخدم بقياس الابعاد الداخلية للاجزاء المنتجة وتكتب كلمة GO على احد حديها وكلمة Not GO على الحد الاخر وانواعها منها:

١. محدد قياس ثنائي لطرف

٢. محدد قياس متتابع

٣. محدد قياس العمق

٤. محدد قياس سطحي

٥. محدد قياس الاسنان

محددات القياسات الخاصة:

وهي عبارة عن انواع مختلفة من محددات القياس تستعمل لاجزاء الاختبارات لشغلات محددة لاستخدام فيه المحددات الاخرى وقد يتم تصنيفها اعتمادا على نوع وتفاصيل الجزء المنتج. تسامحات محددات القياس:

تصنع محددات القياس بدقة عالية وتجاوز قليل يكون بحدود (٥-١٥) % من قيم التسامحات في مقياس المنتجات التي تستخدم لقياسها.

وتقسم من حيث دقة الانتاج الى ثلاث درجات هي:

متوسطة وجيد و عالية الجودة.

وكلما ارتفعت جودة الانتاج ارتفعت تكاليفها.

تصنيف المواد الهندسية:

تصنف المواد الهندسية الى ما يلي:

١. الفلزات: وتقسم الفلزات الى مواد حديدية وهي المواد التي يدخل الحديد في تركيبها مثل (حديد الزهر، الفولاذ، الحديد المطاوع)

مواد غير حديدية وهي المواد التي لا يدخل الحديد في تركيبها مثل (النحاس، الرصاص، الزنك)

وتسمى المواد التي يدخل في تركيبها اكثر من معدن بالسبائك.

٢. المواد غير الفلزات: تختلف هذه المواد عن الفلزات بخواص الميكانيكية مثل (الزجاج، المطاط، اللدائن، السيراميك)

المواد الحديدية: وتستخدم بصورة واسعة في عمليات الانتاج والصناعة وتقسم المواد الحديدية الى:

أ. حديد الزهر : ويقسم الى انواع اهمها:

١. حديد الزهر الرمادي

٢. حديد الزهر الابيض
٣. حديد الزهر ارقش
٤. حديد الزهر لطري
- ب. الصلب (الفولاذ) : ويقسم على اساس التراكيب الكيميائي الى قسمين:
  ١. الصلب الكربوني
  ٢. الصلب السبائكي

#### عمليات تشكيل المعادن:

وهي العمليات التي تجري على انواع الحديد المختلفة لغرض تشكيل المعدن بتاثير الفرن الميكانيكية كالشد او الضغط دون حصول فقد في حجم او وزن القطعة المشكلة. ويستفاد من عمليات تشكيل المعادن بتحسين الخواص الميكانيكية للمعدن. تكون هذه العمليات في الغالب مصاحبة لتاثير حراري في المادة، ويقسم تشكيل المعادن الى التشكيل اللدن للمعادن على البارد او على الساخن.

##### أ. التشكيل على البارد Cold Forging:

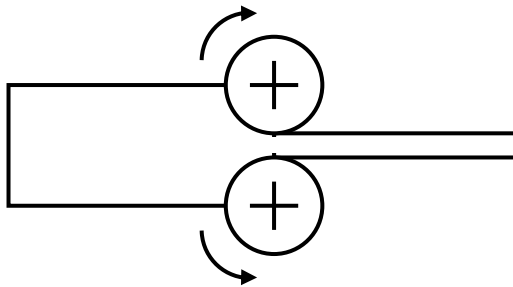
يتم تشكيل المعادن على البارد بعد تسخين المعدن الى درجة حرارة اقل من درجة حرارته الحرجة الصغرى أي دون ان يتمكن المعدن من اعادة ترتيب او تكوين بلورته وان اهم مساوئ هذه العملية هو تشوه البنية الداخلية للمعدن Deformation وزيادة صلادة المعدن، وان تصلده يجعله قليل المقاومة للصدمات

##### ب. التشكيل على الساخن Hot Forging :

يتم تشكيل اللدن للمعدن على الساخن عندما تصل درجة حرارة تسخين المعدن الى اعلى من درجة حرارته الحرجة الصغرى أي عندما يتمكن المعدن من اعادة ترتيب وتكوين بلوراته خلال وبعد عمليات التشكيل مباشرة، وان اهم مساوئه هو عدم الحصول على الدقة المطلوبة في الاجزاء المنتجة بهذه الطريقة.

ان من اهم انواع عمليات التشكيل على الساخن هي:

١. الدرفلة The Rolling : وهي عملية تشكيل المواد بتمريرها بين اسطوانتين (درفيل Roller) يدوران عكس بعضهما بعد تحضير الشكل المراد صناعته وقد يحدث تقليل في سمك المعدن، وزيادة طول وعرض القطعة المشكلة بواسطة هذه العملية وتتم على البارد او الساخن.

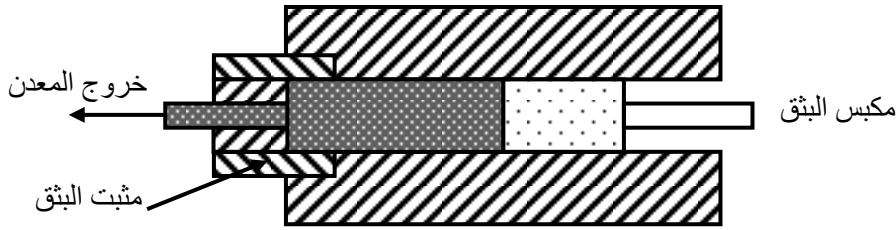


##### ٢. الحدادة Forging

تتم عملية الحدادة بتسخين المعدن الى درجة حرارة معينة بحيث تكفي هذه الدرجة بان تجعله ذا لدونة تكفي لتغيير شكله وتعتبر من عمليات التشكيل على الساخن وتسمى المنتجات المشكلة بالحدادة المطروقات.

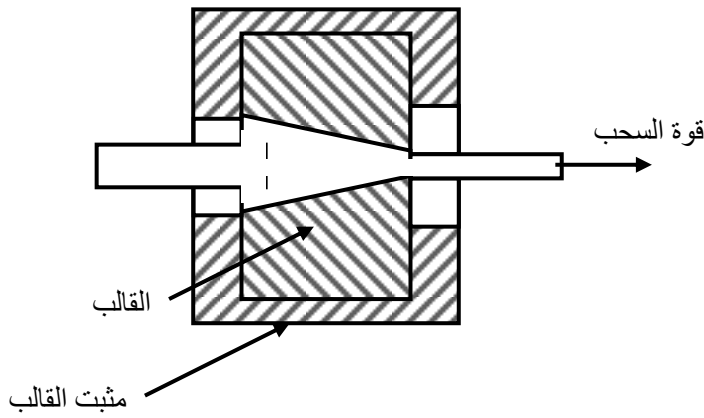
### ٣. البثق Extrusion :

وفيه يجبر المعدن على الخروج خلال فتحة ذات شكل يماثل المحيط الخارجي للجزء المطلوب انتاجه.



### ٤. السحب Drawing :

يتم فيها اختصار مقطع المعدن او سمكه وزيادة في طوله وذلك بواسطة سحبه خلال فتحة السحب الذي يكون قطرها الداخلي اصغر من قطر المعدن المراد سحبه.



### ٥. السباكة The Casting :

هي عملية تشكيل المعادن المنصهرة باستخدام خاصية السيولة حيث يتم انتاج المسبوكات بعملية صب المعدن المنصهر في قوالب او فراغات تعمل حسب الشكل المطلوب وتقسم عمليات السباكة حسب نوع القالب المستعمل الى:

أ. السباكة في القوالب الرملية Sand Casting

ب. السباكة في القوالب الحديدية Die Casting

ج. السباكة بالطرد المركزي

## درجات خشونة السطوح :

تستخدم مع رسومات التشغيل العلاقة  $Ra$  بالميكرون عبارة عن الارتفاع المتوسط عن المحور وقد يكتب رقم الخشونة بدلالة جذر متوسط المربعات  $H_{RMS}$  ويلاحظ ان الفرق بين القيمتين قليل لا يتعدى ١٠ % .

وتتضمن المواصفات الخاصة بدرجات الخشونة ارقاما محددة لهذه الدرجات تتبع متوالية هندسية اساسها الرقم ٢ ويجب التزامها.

لذلك عند حساب مقدار  $Ra$  يجب الرجوع الى الجداول لاختيار اقرب رقم منها للقيمة المحسوبة لـ  $Ra$  فمثلا اذا كانت القيمة المحسوبة لـ  $Ra$  هي  $0.73$  ميكرون فبالرجوع للجدول تجد ان اقرب رقم هو  $0.8$  ميكرون لذلك يثبت على الرسم التشغيلي واعتمادا على درجة الخشونة المحددة يتم اختيار عملية التصنيع الملائمة او الماكينة الملائمة للحصول على هذه الدرجة. اما علامات الخشونة فهي كالتالي:

العلامة	رقم الخشونة $H_{RMS}$ مايكرون	اوجه الاستعمال
بدون علامة 		السطوح الناتجة من عمليات السباكة والدرفلة و الطرق
	١٠٠ ٥٠	اسطح ناعمة بدون تشغيل تجهيز بالتنظيف
	٢٥ ١٢.٥	اسطح تجري عليها عملية تشغيل او اكثر كالقطع ويمكن مشاهدة اثار عمليات القطع بالعين المجردة او معرفتها باللمس
	٦.٥ ٣.٥ ١.٦	الاسطح التي تجري عليها عمليات تنعيم ويمكن مشاهدة اثار التشغيل بالعين المجردة.
	٠.٨ ٠.٤ ٠.٢ ٠.١ ٠.٠٥ ٠.٠٢٥	السطوح التي تجري عليها عمليات تنعيم ولا يمكن مشاهدتها بالعين المجردة

## طرق قياس درجات خشونة السطوح :

١. طريقة استخدام الميكرومتر المزدوج:

حيث يعمل هذا الجهاز على اساس التقاطع الضوئي باعطاء صورة مكبرة لتمدجات السطح تصل ما بين ٥٠ - ١٦٥ مرة لذلك فهو يستخدم لقياس النتوءات الكبيرة جدا المنتجة بعمليات الخراطة او التفريز وفيه يسقط الضوء بزواوية ٤٥ .

٢. طريقة الاستشعار

تعتمد اجهزة الاستشعار على تحسس الانحراف بالسطح المشغل بواسطة ابرة خاصة تتحرك بتماس مع السطح بحيث ترتفع وتنخفض مع تموجاته لتنتقل تأثير هذه الحركة.

٣. طريقة القطاع المائل : وهي طريقة اتلافية حيث يتم عمل مقطع بزواوية صغيرة مع السطح المطلوب اختباراه فيتم الحصول على تكبير ظاهري للتمدجات الراسية للسطح.

٤. طريقة التداخل الضوئي : وفيها يعتمد مبدأ التداخل الضوئي الذي يحدث عند انعكاس الضوء الساقط على السطح المختبر على بلورة ضوئية تميل عنه بزاوية معينة.
٥. طريقة التحسس المباشر او طريقة العينات القياسية للخشونة :
- تعد من طرق القياس بالمقارنة وتعتمد على درجة التشطيب باسطح قياسية معروفة النعومة وذلك بواسطة طرف الاصبع حيث عند تحريك الاصبع على السطح يمكن تحسس عدم الانتظام فيه حتى ٠.١ ملم .

#### تشغيل المعادن

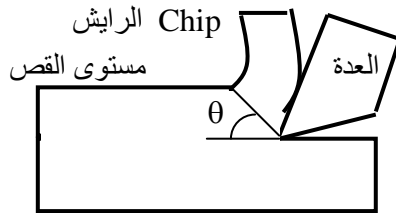
ان طرق التصنيع بزالة الرايش تعني ازالة طبقات من المعدن سواء اكانت من الاسطح الداخلية ام كانت من الخارجية بواسطة الادوات والعدد الخاصة بذلك كاقلام الخراطة والقشط وسكاكين التفريز. اما طرق التصنيع بدون ازالة الرايش بالسباكة على سبيل المثال فلا تنتج الرايش مباشرة ولكن لابد من تشذيب الشغلة وازالة الزوائد من سطحها كالمغذي والمصبب والقشرة الخارجية بواسطة طرق التصنيع بازالة الرايش.

ولكن طريقة السحب مثلا لا تنتج أي رايش اذا يتم تصغير مقطع السلك او الانبوب باستطالة محسوبة مسبقا بدون اية زوائد.

وهناك طرق حديثة في التصنيع كالتفجير والكهرومغناطيسية فتحتاج الى معدات خاصة ومتطورة وهي خطرة الاستعمال كطريقة التفجير ولا بد من معرفة ان الكثير من الاشغال لا يمكن انجازها بطريقة واحدة بل تحتاج الى عدة طرق تكمل احدهما الاخرى حتى يصبح المنتج كاملا وجاهز للاستعمال.

#### نظرية قطع المعادن:

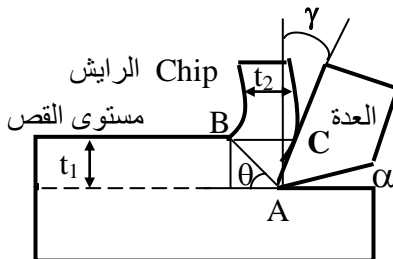
انها عبارة عن ضغط يولده راس العدة Tool Point عند تماسه مع الشغلة مصحوبا بجهد قص في مستوى قص مواز لسطح الشغلة ينتج رايش مزالا من الشغلة. حيث ان تشكيل الرايش يتولد بتكسر المعدن على مستوى القص



$$\theta = \text{زاوية القص}$$

#### نظرية إيرنست وميرشنت

تتحرك العدة من اليمين الى اليسار بعمق قطع  $t_1$  منتجة رايش سمكه  $t_2$  نتيجة قص بمستوى AB يتحرك بزاوية  $\theta$  بمعنى ان أي نقطة بالمعدن لا تتعرض لاي انفصال Shear حتى تصل المستوى AB حيث تتعرض للقص فتتحول الى رايش على وجه العدة.



$$\gamma = \text{زاوية الجرف Rake angle}$$

$$\theta = \text{زاوية القص Shear angle}$$

$$t_1 = \text{عمق القطع في حالة القشط}$$

$$AB = \text{مستوى القص}$$

نسبة سمك الرايش Chip thickness ratio

$$r_c = t_1/t_2 = \sin \theta / (\cos (\theta - \alpha))$$

ويكون ناتج هذه النسبة دائما اقل من واحد ( $r_c > 1$ )

$$\theta = \tan^{-1} ((r_c \cos \alpha) / (1 - r_c \sin \alpha))$$

العناصر الأساسية في عملية قطع المعدن

١. سرعة القطع (Cutting Speed (Vc)

المسافة الخطية التي يقطعها الحد القاطع للعدة بالنسبة الى السطح المشغل في اتجاه الحركة الرئيسية في وحدة الزمن.

وتعتمد سرعة القطع على قطر الشغلة وعدد الدورات فكلما زادت عدد الدورات وكبر قطر الشغلة زادت سرعة القطع

$$V_c = \pi D N / 1000 \quad \text{m/min}$$

Vc = سرعة القطع وتقاس بالمتر / دقيقة

N = عدد الدورات بالدقيقة

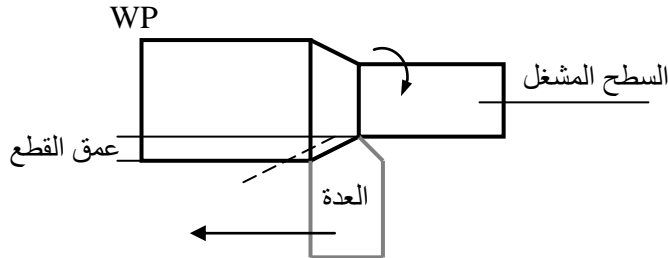
D = قطر الشغلة بالملم او قطر المثقاب او سكين التفريز

٢. عمق القطع (Depth of cut t(mm)

وهي المسافة العمودية أي العمق الذي يدخله الحد القاطع ويمثل عمق الطبقة المقطوعة من سطح الجزء المراد قطعه في كل من تمر بها عدة القطع.

٣. التغذية (Feed f(mm/rev)

وهي حركة العدة لقاطعة بالنسبة للجزء المشغل او بالعكس في اتجاه التغذية في فترة معينة من الزمن وتقاس بالملمتر/دورة في حالة الخراطة او الثقب او ملم/مشوار في حالة القشط، ملم/دقيقة او سن من اسنان سكين التفريز.



٤. زمن القطع

وهو الزمن الذي تستغرقه عملية القطع للشكل المطلوب ويقاس بالدقيقة. وبحسب الزمن الفعلي (بدون حساب ازمة التحميل والرفع والوقت الضائع) بموجب المعادلة الآتية:

$$T = L / (f \cdot N) \cdot I$$

T = زمن القطع بالدقيقة

L = طول مسافة القطع

= طول السطح المقطوع + خلوص بداية + التشغيل + خلوص نهاية التشغيل

N = عدد الدورات بالدقيقة

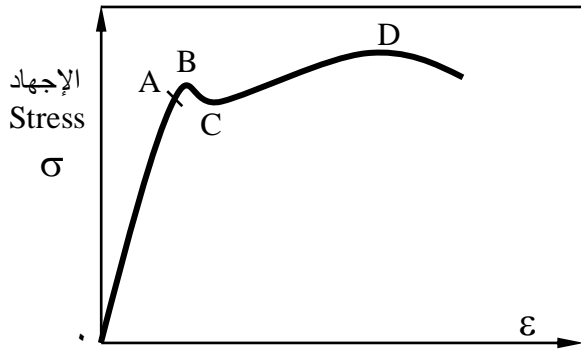
I = عدد المشاوير التي يتم بها القطع

I = عمق القطع بالمرة الواحدة / عمق القطع الكلي المطلوب



## نظرية تكوين الرايش:

عملية تكوين الرايش من العمليات الفيزيائية المعقدة لأنها تحتوي على كل من التشويه اللدن والمرن ويصاحب هذه العملية احتكاك شديد كما تتولد منها حرارة وما يصحب ذلك من التآكل الرايش وانكماشه وتكوين ما يعرف بالحد القاطع الناشئ وتصلد سطح الشغلة ويولي الحد القاطع. تخضع في عملية القطع طبقة المعدن لضغط عدة القطع ويصحب ذلك تشويه مرن ولدن.



من الشكل يبين منحنى الاجهاد - الانفعال فيبدأ التشويه اللدن بعد النقطة A والتي تسمى نقطة الخضوع Yield Point .

ويصاحب الانفعال اللدن حرارة شديدة وتغير في خواص المعدن واهمها الصلادة. في الانفعال تتحرك بعض طبقات المعدن في اتجاه مستويات الانزلاق ويتم هذا الانزلاق بين جزئيات الحبيبات البلورية وبين الحبيبات نفسها ونتيجة لذلك يتغير شكل الحبيبات وحجمها ووضعها النسبي.

انواع الرايش:

هنالك انواع عديدة من الرايش وهذا الاختلاف في نوع الرايش يعود اما الى نوع المعدن او ظروف القطع المختلفة وبصفة عامة فان للرايش اربعة انواع هي :

١. الرايش غير المستمر.
٢. الرايش المستمر.
٣. الرايش غير المتجانس.
٤. الرايش المتكسر.

## العوامل المؤثرة على تكوين الرايش:

١. قوة القطع اللازمة لاتمام عملية القطع تتوقف على قيمة مساحة مقطع الرايش ونوع المعدن المقطوع وان مقطع الرايش يختلف باختلاف عملية القطع.
٢. استعمال سوائل التبريد.
- لتقليل الاحتكاك بين سطح الشغلة ووجه العدة.

مثال: احسب زمن القطع اللازم لخراطة شغلة من معدن الحديد الطري من قطر اولي ٥٠ ملم لقطر ٢٦ ملم اذا كان طول الشغلة ١٠٠ ملم وبسرعة قطع 25 m/min والتغذية 0.2mm/rev وعمق قطع ٢ ملم بالمرّة الواحدة.  
الجواب:

$$L = l + (1.5 - 6) \text{ mm} \\ = 100 + 4 = 104 \text{ mm}$$

$$r_c = \pi D N / 1000$$

$$N = (1000 \times 25) / (\pi \times 50) = 159 \text{ r.p.m}$$

$$\text{عمق القطع الكلي} = (50/2) - (26/2) = 12$$

$$l = 12/2 = 6 \text{ (عمق القطع لكل مرة/ عمق القطع الكلي)}$$

عدد المشاوير

$$T = L / (f \cdot N) \cdot l = 104 / (0.2 \cdot 159) \cdot 6 = 19.6 \text{ min}$$

## زوايا اقلام الخراطة:

لزوايا القلم اهمية كبيرة في اثناء القطع لان تغيير هذه الزوايا يؤثر على قوة القطع وعمر القلم وكفاءة السطح الناتج من التشغيل وللقلم عدة زوايا هي:

### ١. زاوية الخلوص Clearance Angle:

وهي الزاوية المحصورة بين الحد المقاطع للقلم ومستوى القطع العمودي على قاعدة العدة وهذه الزاوية تنشأ من تقاطع السطح الامامي للقلم مع مستوى القطع الراسي وهذه الزاوية هامة لتقليل الاحتكاك بين الحد القاطع وسطح الشغلة وبالتالي تقلل من استهلاك العدة وتطيل عمرها وتزيد من قدرة الماكينة اثناء التشغيل وان زيادة هذه الزاوية عن الحد المقرر يضعف مقطع القلم ويجعله معرضا للكسر وتتراوح قيمة هذه الزاوية من ( $6^{\circ}$  -  $12^{\circ}$ ) وتختلف باختلاف المعدن المقطوع.

### ٢. زاوية الجرف (γ) Rake Angle:

وهي الزاوية المحصورة بين وجه القلم والمستوى الافقي المار بمقدمة القلم وتؤدي هذه الزاوية دورا هاما في عملية تشكيل الرايش اذ بزيادتها يسهل دخول القلم في المعدن وان زيادة هذه الزاوية يؤدي الى اضعاف الحد القاطع والتقليل من متانته وتتراوح قيمة هذه الزاوية بين ( $5^{\circ}$  -  $30^{\circ}$ )

### ٣. زاوية الموشور (β) The Wedge Angle:

وهي الزاوية المحصورة بين السطح الامامي والوجه وتكبر قيمة هذه الزاوية كلما كبر مقطع القلم ويجب ان تكون كبييرة لتحمل الصدمات والقوى المؤثرة على القلم في اثناء التشغيل. وتزداد قيمة هذه الزاوية كلما كان المعدن المقطوع ذا صلابة عالية. ويكون مجموع هذه الزوايا الثلاثة يساوي ( $90^{\circ}$ )

$$\alpha + \beta + \gamma = 90^{\circ}$$

## انواع المخارط:

تعد المخارط من اكبر ماكينات قطع المعادن ويمكن تقسيمها حسب ارتفاع الذنبتين عن الفرش الى:

١. ماكينات صغيرة: لا يزيد ارتفاع الذنبتين فيها عن ٥٠ ملم.
  ٢. ماكينات متوسطة: يتراوح ارتفاع الذنبتين فيهما (١٥٠ - ٣٠٠) ملم.
  ٣. ماكينات كبيرة: يزيد ارتفاع الذنبتين فيها عن ٣٠٠ ملم.
- اما البعد بين الذنبتين في الماكينات الصغيرة لا يتجاوز ٧٥٠ ملم وفي المتوسطة يتراوح بين (٧٥٠ - ٥٠٠) ملم وفي الكبيرة اكثر من ٥٠٠ ملم وتنقسم الماكينات حسب انواعها الى:
١. مخارط اغراض عامة: ويمكن استخدامها في كافة اعمال الخراطة مثل مخرطة الذنبة.
  ٢. مخارط خاصة: وهي مثل مخارط تشغيل عمود المرفق والعجلات وغيرها.

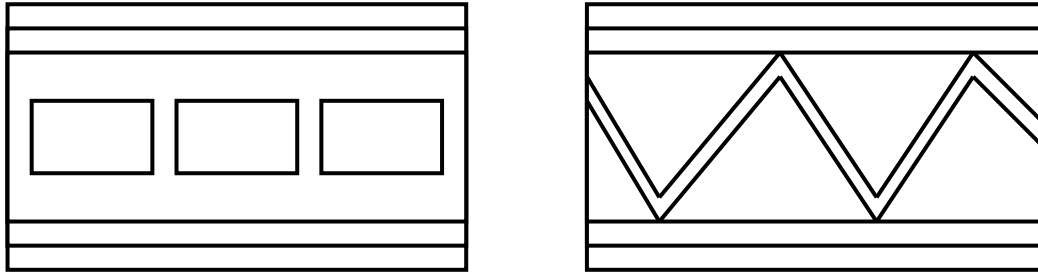
### مخرطة الذنبة Center Lathe:

وتعتبر اهم انواع المخارط حيث انها اعمها استعمالا وتتكون هذه المخرطة من عدة اجزاء رئيسية:

#### ١. فرش المخرطة Bed :

يصنع الفرش من حديد الزهر ويرتكز على قواعد او على هيكل مضلع او صندوقي الشكل يستند على الارض ويصمم الفرش لمقاومة الالتواء وبالرغم من ان الشكل الصندوقي يلائم هذا

الفرش الا انه توجد به فتحات واسعة بفرش المخرطة لازالة الرايش لذا يستخدم الشكل المضلع، ويتعرض الفرش الى ضغوط معينة نتيجة للتشغيل كذلك يتعرض الى اهتزازات التي تؤدي الى انتاج مشغولات غير مقبولة نظرا للتشطيب السيء او الابعاد غير الدقيقة، ولكن التصميم الجيد لهيكل الماكينة يمتص هذه الاهتزازات لذا تصميم الهياكل من مادة حديد الزهر لعدة اسباب منها انه قليل التكلفة نسبيا ويمكن انتاج مقاطع معقدة منه وان حديد الزهر يتحمل قوى الضغط الكبيرة والاحمال الثقيلة بدون تعرضه للالتواء (الاعوجاج) وهما لحركة الغراب المتحرك ولحركة العرببة وفي النهاية اليسرى للفرش يثبت الغراب الثابت.



## ٢. الغراب الثابت Head Stook

يثبت على الجهة اليسرى لفرش المخرطة ويستعمل لتثبيت القطع التي يجري تشغيلها واهم جزء في الغراب الثابت هو عمود الدوران Spindle الذي يكون عبارة عن عمود فولاذي مجوف ويقع في النهاية الامامية للعمود قلاووظ (سن) دقيق يمكن بواسطته تركيب ظرف فكي Jaw Chuck او ظرف مركزي Center Chuck او صينية مخرطة Face Plate ويوجد في نهاية العمود ثقب مخروطي يمكن تركيب ذنبة امامية وتتوقف جودة اعمال المخرطة على دقة صنع وارتكاز عمود الدوران وكلما كان قصيرا وقويا كلما قلت الذبذبة والانتواء وتصنع الاعمدة من اجود انواع الصلب، ويوجد داخل الغراب الثابت اعمدة ومسننات (عمود دوران المخرطة) تتحول عن طريقها سرعة واتجاه دوران عمود المحرك الكهربائي الى السرعة والاتجاه المطلوبين ويسمى بصندوق السرعات Gear Box.

ويوجد جهاز فرملة تلقائية لاييقاف الماكينة بسرعة.

## ٣. صندوق تروس التغذية (Feed Gear Box)

ويستخدم في تغيير سرعة دوران عمود القلاووظ وعمود الجر أي في تغيير مقدار التغذية وكذلك في جعل التغذية ذاتية وتؤخذ الادارة من عمود الدوران لتنتقل الى عمود القلاووظ او عمود الجر عن طريق مجموعة مسننات (تروس) لتعطي قيم التغذية حسب الجداول المرفقة مع كل ماكينة.

## ٤. الراسمة العرضية Cross Slide:

ترتبط بعربة المخرطة وبذلك يمكن تحريكها في اتجاه متعامد على اتجاه حركة العرببة اما يدويا او باستخدام عجلة يدوية وعمود قلاووظ وصامولة او اليا بواسطة مجموعة تروس ويمكن بواسطة قرص مدرج ذي قطر كبير مركب على هذا العمود تحريك قلم خراطة حركة لتعمل بدقة واحكام.

## ٥. الراسمة الطولية Compound Slide

تتحرك فوق قاعدة قابلة للدوران حول بروز اسطواناني في الراسمة العرضية ولتثبيت الراسمة الطولية تستعمل مسامير ربط (النكي) ويمكن بواسطة قرص مدرج مقسم الى درجات تثبيت الوضع عند أي زاوية، وينبت على سطح الراسمة الطولية آلة القطع باستعمال حامل من الصلب

والراسمة الطولية قابلة للحركة أيضا بواسطة عجلة يدوية وعمود قلاووظ وصامولة وليست هناك حركة الية للراسمة الطولية الا في بعض المخارط الخاصة.

#### ٦. عربة المخرطة Carriage :

تنزلق العربة على المجاري الدليلية الموجودة على فرش المخرطة وتوجد في العربة اليات تحريك الراسمتان طويلا وعرضيا ويمكن اجراء هذه التحريكات اليا ويدويا وتتم التغذية الطولية بمساعدة الجريدة المسننة المثبتة على الفرش اجراء كافة اعمال الخراطة، فيما عدا قطع القلاووظ (السن).

#### ٧. الغراب المتحرك Tail Stook :

وهو جزء مهم في المخرطة يتحرك على طول الفرش على موجهات وهذا الغراب يؤدي عدة واجبات:

أ. يستخدم بعد تركيب الذنب كمسند حامل عند الخراطة على الذنبتين.

ب. تركيب مثقاب يمكن استخدامه في عمل الثقوب.

ت. لخراطة المسلوبات الطولية وذلك بتحريك الغراب عموديا على الفرش.

يتكون الغراب المتحرك من جسم يقع على القاعدة التي تتحرك على فرش المخرطة وتقوم العجلة اليدوية بتحريك مركز الغراب عن طريق العمود المسنن وتوجد في النهاية الامامية ثقب مخروطي يدخل فيه ساق الذنب المخروطي او ساق المثقب او اداة التدخيش.

### طرق تثبيت المشغولات :

يتم تثبيت المشغولات على ماكنة الخراطة بطرق عديدة منها:

#### ١. التثبيت بين الذنبتين Between Two Centers

تستخدم في حالة المشغولات الطويلة ويكون عمق القطع والتغذية صغيرين وفي حالة عمل المسلوبات الطويلة. وتصنع ثقوب في طرفي القطع المراد تشغيلها وتدخل نهاية ذنب الغراب الثابت وذنب الغراب المتحرك في هذين الثقبين.

#### ٢. التثبيت باستخدام الظرف Fixing With Chucks :

وتستخدم في حالات العامة وحالات المشغولات القصيرة بصفة خاصة ، وتشمل ظروف بسيطة، وظروف التمرکز الذاتي.

#### ١. الظروف البسيطة :

وتصنع عادة باربعة فكوك (لقم) ويتحرك كل فك من هذه الفكوك الاربعة بواسطة مسمار مغلوط خاص دون الاعتماد على الفكوك الاخرى ويسمح هذا الوضع بتثبيت الاشكال غير المتمثلة ويجب تثبيت المشغولات بشكل صحيح لتفادي الاهتزازات.

#### ٢. ظرف التمرکز الذاتي :

تستعمل ظروف ثلاثية الفكوك وهي سهلة الاستعمال لانها تتحرك في وقت واحد ويساعد على تثبيت القطع ذات السطح الاسطوانى (الداخلى والخارجى) بحيث تتطابق مع محور الدوران بدقة.

#### ٣. التثبيت باستخدام صينية المخرطة Fixing With Face Plate :

ان الصينية عبارة عن قرص حديد الزهر مزود بمجس معد للربط على نهاية عمود الدوران وتوجد في المستوى الامامى من اربعة الى ستة مجاري وعدد من الثقوب النافذة وتثبيت المشغولات على الصينية بواسطة براغي ضاغطة او مسامير مغلوطة ويمكن تثبيت الاشكال غير المنتظمة.

## عملية التفريز:

وهي عملية تشغيل السطح باستخدام عدد قطع تقطع خلال دورانها فتزيل حدودها المتعاقبة قطعاً صغيرة من المعدن (الرايش) ل إعطاء الشكل المطلوب. وتعد عمليات التفريز من اهم عمليات التشغيل بالقطع اذ انه يمكن بواسطتها تشغيل السطوح بسرعة والحصول على جودة عالية للسطح المشغل.

وتقسم عمليات التفريز الى نوعين رئيسيين:

### ١. التفريز المحيطي Peripheral Milling

وهو التفريز الذي يشغل السطح بواسطة اسنان تقع على محيط مقطع التفريز (سكينة التفريز Milling Cutter) ويكون السطح المشغل في هذه الحالة موازياً لمحور عدة التفريز.

ولهذا النوع طريقتان :

#### أ. التفريز المحيطي النازل (الهابط) Down Cut

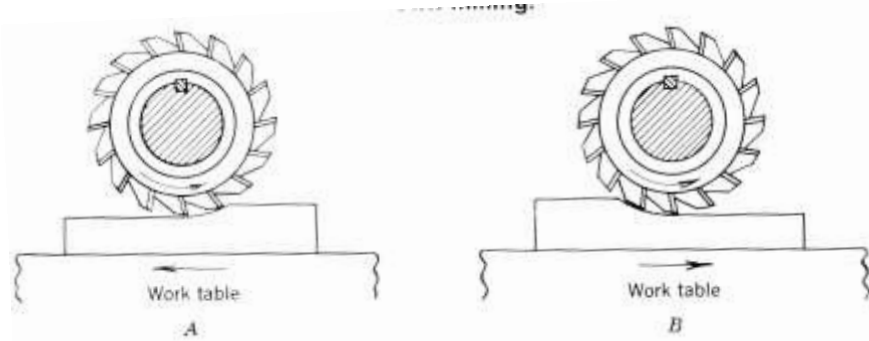
وهي طريقة يتحد اتجاه دوران عدة القطع (سكينة التفريز) مع اتجاه التغذية، حيث يبدأ سن السكينة في قطع المعدن في النقطة الدخول العليا عند اكبر قيمة للرايش وينتهي عند النقطة السفلى التي يكون فيها السمك اصغر ما يمكن ولذا تقل الحرارة المتولدة اثناء عملية القطع بهذه الطريقة.

اسباب تفضيل استعمال هذه الطريقة:

١. انها تعطي انهاء سطحي جيد.
٢. اطالة في عمر سكينة التفريز.
٣. تستهلك طاقة اقل لعملية التفريز.

#### ب. التفريز المحيطي الصاعد Up Cut

وهو التفريز الذي يعاكس اتجاه دوران عدة السطح اتجاه تغذية الشغلة.



### ٢. التفريز الوجهي (الجانبى) Face or Side Milling

وهو التفريز الذي يكون السطح المشغل في وضع عمودي على محور سكينة التفريز وتجري عملية القطع بواسطة اسنان على وجه اداة القطع او جانبها بالاضافة الى محيطها، ويمكن اعتبار الاسنان الواقعة على المحيط المحدود المسؤولة الاولى عن عملية القطع في حين تقوم اسنان الوجه او الجانب بعملية تشطيب للسطح.

## عدد القطع :

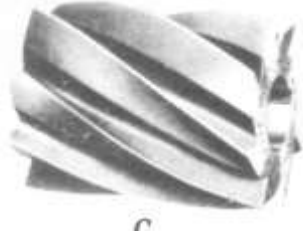
يمكن تصنيف عدد القطع في عملية التفريز حسب شكل الاسنان ووضعها وطريقة تثبيتها ونوع معدنها.

ويمكن تصنيفها حسب طريقة التثبيت في الماكينة الى:

### أ. سكينه تفريز تثبيت على عمود الماكينة Arbor Cutter

#### ١. سكينه تفريز اسطوانية Cylindrical Plain Cutters:

تكون الحدود القاطعة على محيطها وبالتالي فان استعمالها يقتصر على التفريز المحيطي ويستعمل في تشغيل السطوح المستوية وتتخذ الاسنان فيه شكلا مستقيما او حلزونيا بزاوية بين (٢٥، ٤٥) ويفضل استعمال الاسنان الحلزونية نظرا لانها تلاقي الشغلة بطريقة تدريجية الامر الذي يؤدي الى اداء هادى وسطح جيد.



#### ٢. سكينه تفريز بوجه وجانبين Side & Cutter:

يستخدم لتسوية السطوح الجانبية وقطع مجرى في المعدن



#### ٣. سكينه تفريز منشاري :

وهو عدة تتخذ هيئة القرص وتحمل على محيطها اسنان لقطع الثقوب او لفصل جزئين من المعدن.



#### ٤. سكينه مفرد الزاوية Single angle Cutter:

ويحمل اسنانا على السطح المخروطي وتكون زاوية الميل على سطحه المستوي (٤٥، ٦٠)



٥. سكينه ثنائي الزاوية **Double angle Cutter**:  
ويحمل اسنان على هيئة حرف V ويميل كل من السطحين المخروطيين على السطوح الجانبية.



٦. سكينه تشكيل **Form Cutter**:  
حدود القطع فيه منحنية بصفة عامة ومتخذة الشكل المطلوب تشغيله في المنتج ويكون شكل الحد القاطع مقعرا او محدبا او مشتملا على كلا الشكلين

ب. سكينه تفريز ذات ساق **Cutter Shank Milling**:

١. سكينه تفريز طرفي **End Mill Cutter**:  
ويحمل اسنانا على سطحه الدائري وعند احد طرفيه بينما يستقر الطرف الاخر في عمود ماكينة التفريز وتكون اسنان سكينه التفريز هذه اما مستقيمة واما حلزونية .



٢. سكينه تفريز **T-slot Cutter(T)**:  
وهو مقطع على هيئة حرف T يحمل اسنانا على سطحه الدائري والجانبى ويجب فتح مجرى بواسطة تفريز طرفي قبل استخدام هذه العدة.



٣. سكينه تفريز حفر **Engraving Mill Cutter**:  
يستعمل في تشغيل السطوح بالحفر كاعداد قوالب التشكيل والنماذج لذا يتخذ اشكالا متعددة منها الاسطوانى والمخروطى والكروى والبيضوي والمحدب والمقعر، وتصنع هذه المقاطع باسنان خشنة لتشغيل الخشب والمعادن الرخوة وباسنان دقيقة لقطع المعادن الصلبة.



ويمكن تصنيف سكين التفريز حسب نوع المعدن المصنوع منه او نوع المعدن المقطوع الى:

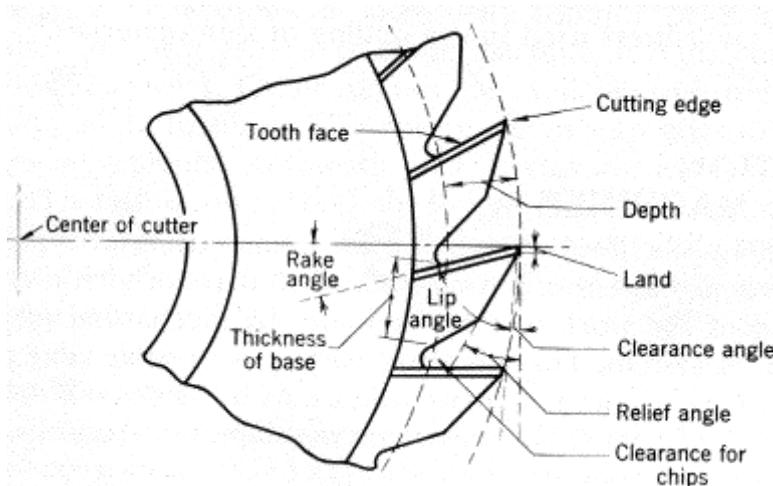
١. الصلب العالي الكربون **High- Carbon Steel**
٢. صلب السرعة العالية **High Speed Steel**
٣. مصبوبة السبائك اللاحديدية **Cast nonferrous alloys**

بالنسبة الى سكين التفريز يستخدم الصلب العالي الكربون للمعادن الهشة (البراص، النحاس) واللامعدنية مثل (الخشب، انواع من البلاستيك)، ويستخدم صلب السرعة العالية في قطع المعادن بـسرعة اعلى من عالي الكربون بحدود (٢-٢.٥) مرة ويتحمل درجة حرارة بحدود (٥٠٠-٦٠٠) درجة، اما معادن الصب اللاحديدية مثل (كوبلت ، الكاربيد) فتملك مقاومة وحرارة وسرعة عالية وقطع كبير وتكون امكانية القطع بمقدار (٢-٥) مرة عن امكانية صلب السرعة العالية.

اما بالنسبة الى المعدن المقطوع فيكون دوما مقاومة المعدن المقطوع اقل من معدن سكين التفريز بحدود النصف، اي نقطة الخضوع اقل.

اسنان سكين التفريز:

يختلف شكل السن في سكين التفريز من نوع الى اخر ، تكون زاوية الجرف **Rake angle** بحدود (١٠-١٥) درجة في معظم انواع سكاكين التفريز لانها تجمع بين مقاومة و قوة قطع جيدة، فقط سكين التفريز الاسطوانية والمنشارية





تكون زاوية الجرف فيها تساوي صفر.  
ان الشيء المهم في اطالة عمر سكينه التفريز هي مقدار جذر السن Lip Angle .

### مكانن التفريز:

وتقسم الى اربعة انواع رئيسية هي:

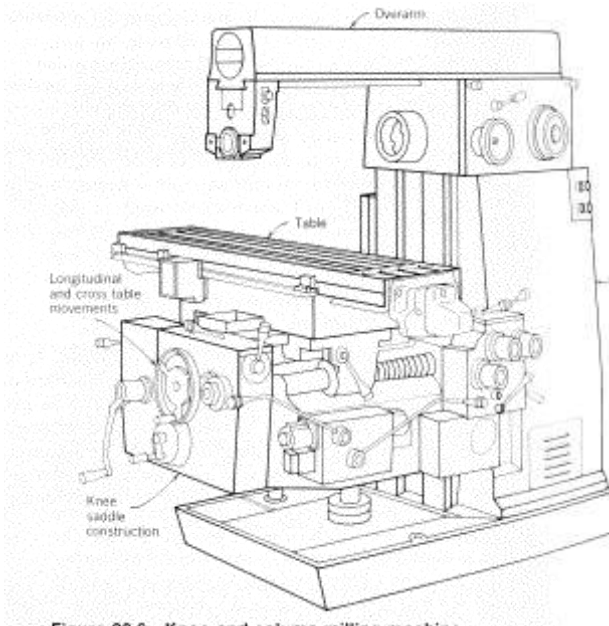
١. مكانن التفريز الافقية .
٢. مكانن التفريز الراسية (العمودية).
٣. مكانن التفريز الجامعة.
٤. مكانن التفريز الخاصة (فتح التروس والاسنان المخروطية)

سناخذ مثالا لاحد انواع المكانن ...

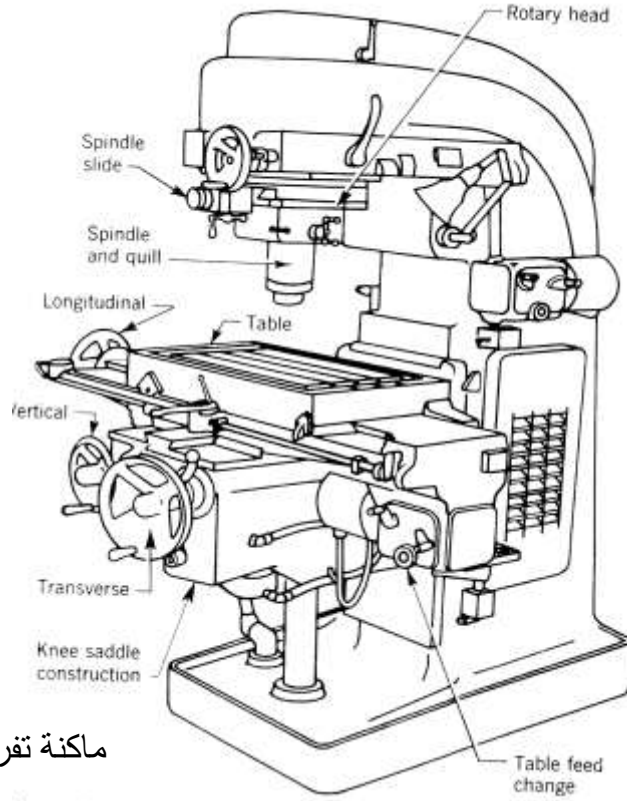
### مكانن التفريز الافقية

وتقسم الى الاجزاء التالية:

١. القاعدة: كتلة من حديد الزهر الرمادي ذات جساءة عالية لها قابلية امتصاص الاهتزازات الناتجة عن عمليات التفريز وهي مفرغة من الداخل لكي تستخدم كخزان لسائل التبريد.
٢. البدن: كتلة مستطيلة مضلعة من الداخل لزيادة جساءة الماكينة .
٣. الركبة: كتلة من حديد الزهر الرمادي تمتاز بالقوة والجساءة العالية ويمكنها الانزلاق الى الاعلى و الاسفل في منزلقين راسين موجودين على الوجه الامامي للبدن.
٤. العرببة: الجزء الوسطي بين فرش الماكينة والركبة.
٥. الفرش: الفرش الذي يستقر على المجاري الغنفرية الخاصة بها والموجودة على السطح العلوي للعرببة وهو مزود بمجاري على شكل حرف T وذلك لتثبيت الشغلة.
٦. الساند: الجزء الامامي من الماكينة والذي يربط بين الركبة والذراع العلوي للماكينة (التمساح) وذلك لمنع الشغلة او السكينة من الانحراف بتاثير قوة القطع المختلفة.
٧. محور الدوران الرئيسي: ويسمى بقلب الفريزة، محور عالي الدقة مجوف يوجد في الجزء العلوي من البدن وياخذ حركته من صندوق السرعات.



## ٨. عمود الدوران (حامل سكين التفريز)



ماكينة تفريز رأسية.

### الفرق بين ماكينة التفريز الأفقية والعمودية:

ماكينة التفريز الأفقية	ماكينة التفريز العمودية
عمود الدوران في وضع أفقي على فرش الماكينة	عمود الدوران في وضع عمودي على فرش الماكينة
وجود التماسح والساند وعدم وجود الرأس الحامل لعمود الدوران	عدم وجود التماسح والساند ووجود الرأس الحامل لعمود الدوران
تستخدم في تسوية السطوح	سهولة استخدامها لعمليات التفريز الطرقي والجبهي

### حركات الماكينة:

هنالك ثلاث حركات للماكينة وهي:

١. الحركة الطولية: يتحرك الفرش حركة طولية في كلا الاتجاهين يدويا او اليا لتحديد مشوار القطع .
٢. الحركة العرضية: تتحرك العربة على الركبة حركة عرغية لتحديد عرض مشوار القطع.
٣. الحركة الرأسية: تتحرك الركبة بأكملها حاملة العربة والفرش حركة رأسية للأعلى والأسفل لتحديد عمق القطع.

الاعمال التي يمكن انجازها على مكائن التفريز:

١. مكائن التفريز الأفقية:  
تمتاز بقدرتها على إزاحة المعدن بصورة كبيرة، ويمكن وضع أكثر من سكين لتعمل في آن واحد، يمكن إزاحة التماسح إلى الخلف وتركيب وحدة تفريز راسي .
٢. مكائن التفريز الراسية (العمودية):  
تفريز مجاري الخابور على الأعمدة الدوارة والقوق على الصفائح المعدنية والمجاري الغنغارية والزوايا المختلفة والثقوب وتشكيل القوالب، وتشطيب فرش المنتج بعد عملية السباكة.
٣. ماكينة التفريز الجامعة:  
تعمل كل ما سلف في النوعين السابقين، إضافة إلى تنفيذ الأشكال الحلزونية والكامات واللوائب، وتقطع أسنان التروس، عمل الأشكال المسلوقة والزوايا المختلفة.

### جهاز راس التقسيم The Index Head:

يعتبر جهاز راس التقسيم من الملحقات المهمة والأساسية لماكينة التفريز، ويستفاد منه في تفريز وقطع التروس والمسننات وتفريز القنوات والمجاري المختلفة وتفريز أوجه الصواميل وروؤس المسامير وأطراف عدد القطع.

الغرض الأساسي من استخدام راس التقسيم:

١. حمل وتثبيت الشغلة بصورة راسية وأفقيسة.
  ٢. يعمل على تدوير الشغلة بصورة متقطعة حول محورها وتقسيم محيطها إلى أي عدد من الأقسام المتساوية.
  ٣. يعمل على تدوير الشغلة بصورة مستمرة في حالة تفريز المجاري الحلزونية.
- أجزاء راس التقسيم:
- يتكون راس التقسيم من حلزونة (الدودة) والترس الدودي وهو قلب جهاز التقسيم الذي ينقل الحركة الدورانية إلى عمود الدوران الذي ينتهي بالظرف حامل الشغلة، يكون عدد أسنان الترس ٤٠ سن ولهذا فدرجة التحويل تساوي  $1/40$  أي كلما تدور الحلزونة دورة واحدة يدور الترس بمقدار  $1/40$  من الدورة، وأما بقياس الزوايا فإن كل دورة للحلزونة تمثل  $360^\circ / 40 = 9^\circ$  أي كل دورة تمثل  $9^\circ$  ، وهناك أنواع من التقاسيم هي:

التقسيم المباشر (التقسيم الأمامي):

يثبت قرص التقسيم المباشر على عمود دوران راس التقسيم مباشرة .

أنواع أقراص التقسيم المباشر :

- نوع براون وشارب له دائرة ثقوب واحدة وعددها ٢٤
- نوع سينسيناتي وباركنسون له ثلاث دوائر ثقوب وعددها ٣٦، ٣٠، ٢٤

مثال: جد مقدار الحركة لرأس تقسيم لتفريز ٢٤؟

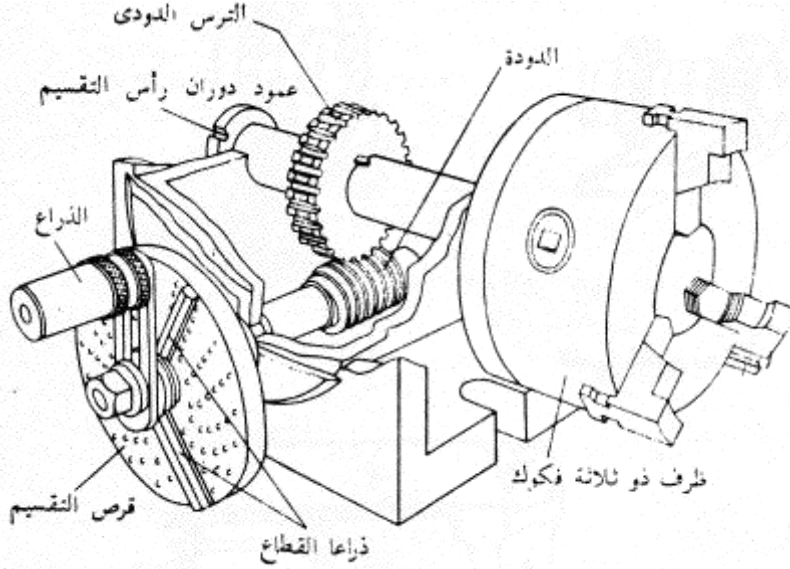
الجواب:

$$\text{عدد دورات رأس التقسيم} = \frac{24}{40} = \frac{2}{3}$$

اذن اذا استخدمنا رأس التقسيم نوع سينسيناتي وباركنسون دائرة الثقوب ٣٠

فندور رأس التقسيم دورة + ٢٠ ثقب من الدائرة ٣٠.

كيف اخترنا دائرة الثقوب ٣٠ نرى المقام بعد التقسيم وهو ٣ فنجد اي قرص يقبل القسمة على ٣ بدون باقي.



التقسيم الجانبي:

يثبت قرص التقسيم الجانبي

على العمود الحامل للحلزونة (الدودة)

ويستعمل هذا القرص في عمليات

التقسيم غير المباشر والتقسيم

المركب.

انواع اقراص التقسيم الجانبي :

- نوع براون وشارب يحوي ٣ اقراص كل قرص ٦ دوائر وهي

القرص الاول ١٥، ١٦، ١٧، ١٨، ١٩، ٢٠

القرص الثاني ٢١، ٢٣، ٢٧، ٢٩، ٣١، ٣٣

القرص الثالث ٣٧، ٣٩، ٤١، ٤٣، ٤٧، ٤٩

- نوع سينسيناتي وباركنسون يحوي قرص واحد يمكن استخدامه في كلا الجهتين لكل جهة ١١

دائرة وهي:

الوجه الاول ٣٠، ٣٤، ٣٧، ٣٨، ٣٩، ٤١، ٤٢، ٤٣، ٤٤، ٤٥، ٤٨

الوجه الثاني ٤٩، ٤٧، ٤٩، ٥١، ٥٣، ٥٤، ٥٧، ٥٨، ٥٩، ٦٢، ٦٦

- نوع التر

لحساب عدد الثقوب المحصورة بين ذراعي مؤشر التقسيم فتكون عدد الثقوب المطلوبة زائدا واحد.

$$X=Y+1$$

X: عدد الثقوب المحصورة بين ذراعي رأس التقسيم

Y: عدد الثقوب المطلوبة

امثلة:

س/ جد الحركة اللازمة لتفريز ترس يحتوي على ٢٠ سن باتباع طريقة التقسيم غير المباشر؟  
الجواب:

$$\text{عدد الدورات اللازمة لذراع التقسيم} = 140 \text{ عدد الاجزاء المطلوبة} \\ 2 = 20/140$$

اذن دورتان من اي دائرة ثقوب او قرص.

س/ جد الحركة اللازمة لتفريز ترس يحتوي على ٦٤ سن باتباع راس التقسيم ؟  
الجواب:

$$\text{عدد الدورات اللازمة لذراع التقسيم} = 140 \text{ عدد الاجزاء المطلوبة} \\ 815 = 64/140$$

وبالرجوع الى الاقراص نوع براون وشارب نجد الدائرة الثانية من القرص الاول ١٦  
اذن عدد الدورات اللازمة للتقسيم =  $815 * 16' = 10$  من دائرة الثقوب الثانية التي تحوي على  
١٦ سن

سرعة القطع **Cutting Speed**:

يمكن ايجاد سرعة القطع في سكاكين التفريز المحيطية حسب المعادلة التالية:

$$\text{Cutting Speed (C.S)} = \pi DN/60000 \text{ m/s}$$

D : قطر سكين التفريز

N : عدد الدورات

العوامل المؤثرة على سرعة القطع:

١. نوع معدن سكين التفريز.
٢. نوع المعدن المشغل.
٣. نوع الانهاء السطحي.
٤. عمر سكين التفريز.
٥. استخدام منظومة تبريد.

نسبة ازالة المعدن **Rate of Metal Removal**:

$$R = dwf$$

d: عمق القطع

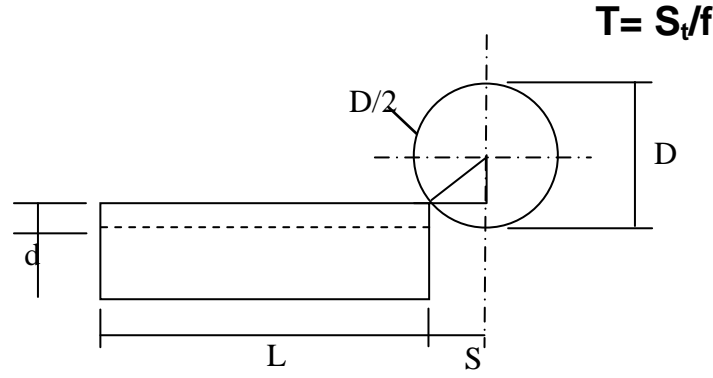
w: عرض القطع

f: التغذية

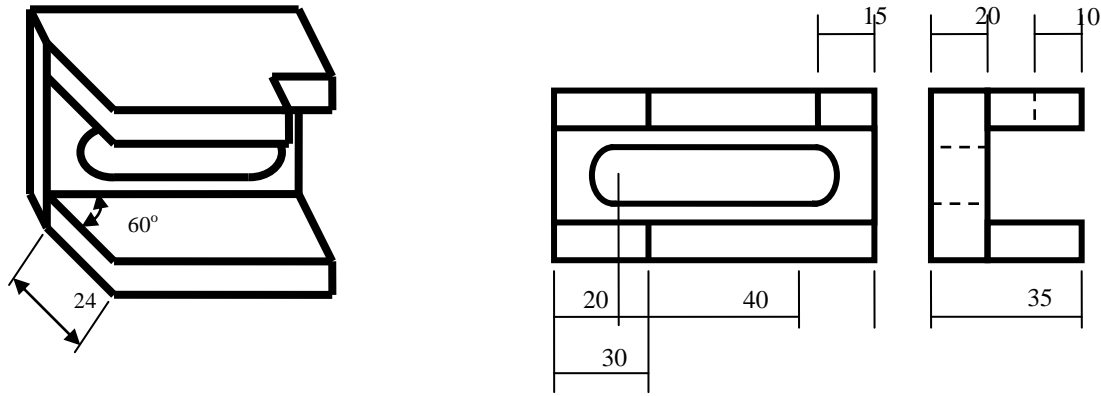
مسافة الاقتراب: وهي اقل مسافة مطلوبة لوقوف سكين التفريز لانجاز عملية التفريز بالنسبة  
للمقاطع المحيطية، اذ المقاطع الطرفية زاوية اقترابها تساوي صفر.  
ويمكن حساب مسافة الاقتراب من المعادلة:

$$S = \sqrt{d(D-d)}$$

طول المسار  $S_t$  = مسافة الاقتراب + مسافة التشغيل في المعدن + ٦ ملم بداية الدخول والخروج  
اما الوقت المستغرق لعملية القطع نجده من المعادلة:



مثال: شغل نموذج بأبعاد ٣٥×٧٠×٨٠ من حديد الزهر الى الشكل المرفق ، يمكنك استخدام السرعة بحدود ١٠٠٠ دورة في الدقيقة ، التغذية = 100m/min.



الجواب:

١. نستخدم ماكينة تفريز جامعة، نوع اقراص التفريز من صلب السرعة العالية.

٢. نثبت الشغلة على ماكينة جامعة الاغراض.

٣. نستخدم سكينه تفريز اسطوانية لتصحيح الابعاد الخارجية وتسوية السطوح.

نفرض القطر الخارجي لسكينه التفريز الاسطوانية = 100mm ، بعرض = 60mm

مسافة الاقتراب ( S ) =  $\sqrt{d(D-d)}$

$$30mm = \sqrt{900} = \sqrt{10 \cdot (100 - 10)} =$$

طول المسار  $S_t$  = مسافة الاقتراب + مسافة التشغيل في المعدن + ٦ ملم بداية الدخول والخروج

$$116mm = 30 + 80 + 6 =$$

الزمن المستغرق = طول المسار \ التغذية

$$1.16 \text{ min} = 100 / 116 =$$

٤. ندور المنكنة بزاوية ٦٠ درجة.

زاوية الاقتراب = صفر

$$30mm = 24 + 0 + 6 =$$

$$0.3 \text{ min} = 100 / 30 =$$

٥. نصف زاوية المنكنة، نغير سكينه التفريز الى سكينه تفريز وجه وجانبين.  
 نفرض القطر الخارجي لسكينه التفريز (وجه وجانبين) = 100mm ، وعرض = 15mm  
 زاوية الاقتراب =  $\sqrt{100^2 - 15^2} = \sqrt{9775} = 98.87$   
 طول المسار =  $30 + 80 + 6 = 116$  mm  
 الزمن المستغرق =  $1.16$  min  
 للحصول على عمق 15mm نحتاج الى شوتين ولتشغيل عرض 40mm نحتاج الى ثلاث حركات لذا فسوف نحرك السكينه (٦) مرات لذا فالزمن الكلي لهذه العملية  
 الزمن الكلي للعملية =  $1.16 \times 6 = 6.96$

٦. ندور المنكنة بزاوية ٩٠ درجة.  
 زاوية الاقتراب =  $\sqrt{100^2 - 30^2} = \sqrt{9100} = 95.39$   
 طول المسار =  $46 + 30 + 6 = 82$  mm  
 الزمن المستغرق =  $0.46$  min  
 الزمن الكلي للعملية (شوتين) =  $0.92$  min

٧. نغير سكينه التفريز الى سكينه تفريز طرفية قطرها = 30mm  
 طول المسار =  $26 + 6 = 32$  mm  
 الزمن المستغرق =  $0.26$  min

٨. طول المسار = 40mm  
 الزمن المستغرق =  $0.4$  min

٩. تقييس الابعاد ، وفك المشغولة ، وتنظيف الماكنة.

الزمن الكلي = مجموع ازمان العمليات السابقة

التقسيم المركب (التقسيم التفاضلي):  
 تستعمل التروس الفرقية في حالة عدم وجود دائرة للتقسيم تناسب عدد التقاسيم المطلوب تفريزها.

### المحاور الاساسية لماكنة التحكم الرقمي

يتحكم في موقع اداة القطع في مكائن التحكم الرقمي عن طريق نظام الاحداثيات المتعامدة (X,Y,Z)، وهي ثلاث محاور تتقاطع فيما بينها بزاوية قائمة عند نقطة الصفر.

### المحاور الاضافية:

توجد حركات اضافية في مكائن التفريز والخراطة المبرمجة، وتكون غالبا موازية في الاتجاه للمحاور الاساسية، كما توجد حركات دورانية.

في مكائن التفريز المبرمجة ذات الطاولة الدوارة تكون تسمية المحاور كالتالي:

١. A اذا كان دوران الطاولة حول محور X.

٢. B اذا كان دوران الطاولة حول محور Y.

٣. C اذا كان دوران الطاولة حول محور Z.

اما مكائن الخراطة فاذا كانت هناك حركات اضافية في اتجاه نفس المحور، فان الحركات الرئيسية هي (X,Y,Z) مقابلها الحركات الاضافية (U,V,W) بالترتيب.

### انواع الحركة في المكنان المبرمجة (CNC)

يمكن ان تقسم الى ثلاث مجموعات وهي:

١. ماكنة التحكم الموضعي.

٢. ماكنة التحكم في مسار خطي (Linear Path).

٣. ماكنة التحكم في مسار مستمر "كنتوري" (Continuous Path).

### التحكم الموضعي:

تحريك اداة القطع الى موقع محدد سلفا، من دون ان تكون هنالك اهمية للسرعة او المسار الذي تتبعه اداة القطع للوصول الى ذلك الموقع، وعند وصوله تبدأ عملية التشغيل، ومثالها ماكنة التنقيب (Drilling) ذات التحكم الرقمي.

### التحكم في مسار خطي:

يتميز هذا النظام بالقدرة على تحريك اداة القطع في اتجاه مواز لاي من المحاور الاساسية بسرعة متحكم فيها تكون مناسبة للتشغيل، مثل مكائن التفريز ذات التحكم الرقمي (NC)، في مثل هذا النظام لا يمكن الحصول على حركة في اكثر من محور.

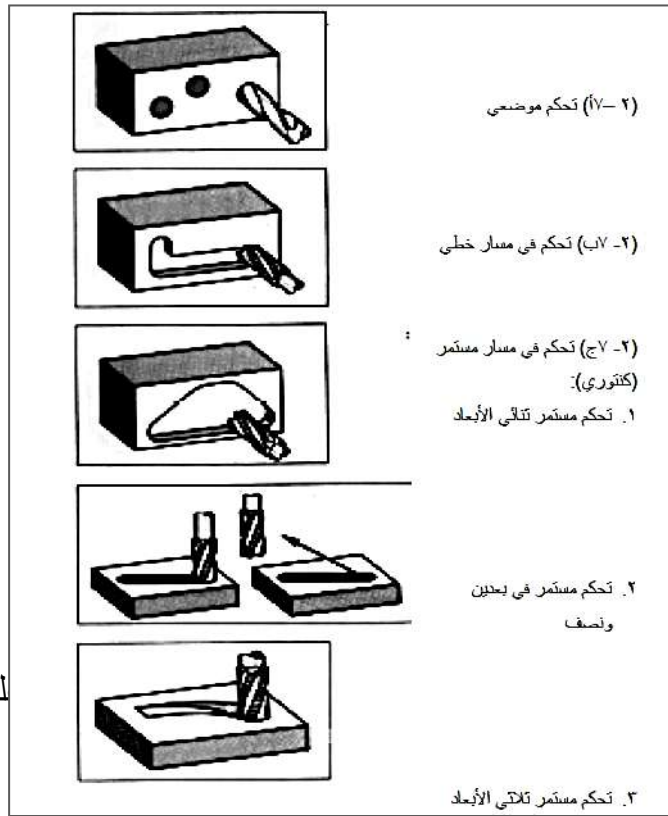
### التحكم في مسار مستمر:

وهو اكثر الانواع تعقيدا واكثرها مرونة واكبرها كلفة، فهو يمكنه العمل حسب نظامي التحكم الموضعي والتحكم في مسار خطي بالاضافة الى صفته المميزة وهي القدرة على التحكم الانبي على حركة الماكينة في اتجاه اكثر من محور، حيث يمكن الحصول على الحركة المائلة والدائرية المخروطية او اي منحنى يمكن تعريفه بعلاقة رياضية محددة.

يستخدم هذا النظام في مكائن التفريز والمخارط ذات التحكم الرقمي المدعوم بالحاسوب

(CNC).





طرق برمجة ماكينة التحكم الرقمية وهي تحويل العمليات المعطيات على شكل حروف ويوجد نوعان من البرمجة:

١. البرمجة اليدوية.
٢. البرمجة الآلية.

ليها، حيث تكون هذه

### لغات البرمجة لمكائن التشغيل الرقمية

وهي تقنية عالمية لا يقتصر انتاجها على شركة معينة، ونظرا لتعدد شركات الانتاج فقد نشأت عدة لغات للبرمجة ومن اهمها:

١. لغة جي كود (G-Code): وهي اوسع اللغات انتشار والتي سوف نعتمدها في دراستنا.
٢. لغة (APT). وقد طورت من معامل الدفاع الامريكية.

### الاوامر الاساسية لماكينة الـ (CNC)

يتركب برنامج الـ (G-Code) لتصنيع قطعة شغل معينة من مجموعة اوامر متتابعة بترتيب محدد، حيث يشكل كل امر سطرا منفصلا يمتد افقيا.

الجدول ادناه يوضح معنى كل حرف حسب ترتيب الاوامر في سطر البرنامج

كلمة M	كلمة T	كلمة S	كلمة F	I,J,K	X,Y,Z	كلمة G	كلمة N
شروط اضافية	عدد القطع	سرعة الدوران للعمود	التغذية	احداثيات مركز الدائرة	الاحداثيات والمحاور	شروط المسار	رقم الجملة

مثال

N20 G01 X20 Z40 F0.15 S800 T0202 M04

بناء البرنامج:

### ١. رقم الجملة (Word-N)

تستخدم لتحديد رقم الامر، لتيسير ايجاد الامر عند البحث عنه ويمكن ان يرقم بأشكال مختلفة حسب الشركة المصنعة ومنها:

N001	N1	N10	N005
N002	N2	N20	N006
N003	N3	N30	N007
N004	N4	N40	N008

### ٢. دوال (G-words):

وقد تسمى بدوال العمليات، تكتب عادة متبوعة برقمين حيث تأخذ الصيغة التالية:

G##

مثل: G04, G92

نأخذ بعض الدوال:

#### أ. دالة الحركة السريعة (G00)

تقوم بحركة انتقالية سريعة في الفراغ، ويلاحظ ما يلي:

١. تستخدم لتحريك العدة من دون قطع، اي ان العمود الرئيسي لا يدور والعدة القاطعة

تتحرك بسرعة كبيرة في الفراغ من دون تلامس.

٢. العدة سوف تتحرك في خط مستقيم باتجاه النقطة الهدف.

تأخذ دالة الحركة السريعة الشكل التالي:

G00 X..... Y.....
الـ (X,Y) هما احداثيات النقطة الهدف.

#### ب. دالة القطع في مسار خط مستقيم (G01)

تحرك العدة القاطعة حركة خطية بطيئة ويقطع في خط مستقيم.

يكون تنسيق الحركة الخطية

G01 X..... Y..... Z..... F .....
X,Y,Z احداثيات نقطة الهدف، F قيمة التغذية.

### ت. دالة القطع في مسار دائري مع عقارب الساعة (G02)

تحرك الدالة العدة القاطعة في مسار دائري مع عقارب الساعة، يتحدد فيها الاتجاه من خلال معرفة نقطة البداية ونقطة الهدف ومركز الدائرة او القوس بحيث تدور العدة باتجاه عقارب الساعة.

تظهر دالة الحركة الدورانية مع عقارب الساعة بالشكل التالي:

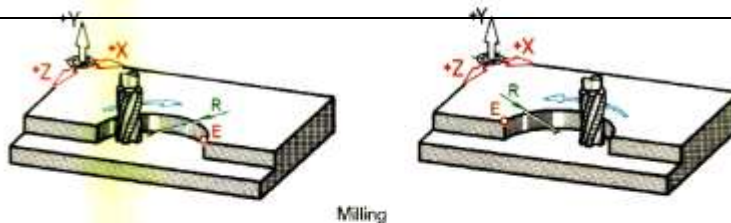
G02 X..... Y..... I..... J..... F.....
X,Y هما احداثيات نقطة الهدف، F قيمة التغذية
I,J الاحداثيات النسبية بين بداية الحركة ونقطة المركز.

### ث. دالة القطع في مسار دائري عكس عقارب الساعة (G03)

تحرك الدالة العدة القاطعة في مسار دائري عكس عقارب الساعة، تدور العدة حول مركز القوس من قطة البداية الى نقطة الهدف عكس عقارب الساعة.

تكتب دالة الحركة الدورانية في عقارب الساعة:

G03 X..... Y..... I..... J..... F.....
X,Y احداثيات نقطة الهدف (نهاية القوس)، F قيمة التغذية
I,J الاحداثيات النسبية بين نقطة بداية الحركة ونقطة المركز.



Clockwise

Counter-clockwise

**G2**

**G3**



Circle arcs up to 180° are programmed with an R word:

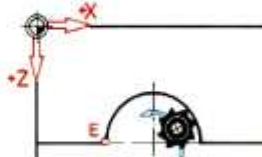
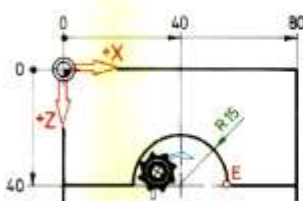
Block size:

N... G... X... Z... R...

Direction of movement

Radius of the circle arc

Coordinates of the final point of the circle arc



N... G42  
N... G1 X25 F100  
N... **G2 X55 Z40 R15**  
N... G1 X87

N... G41  
N... G1 X55 F100  
N... **G3 X25 Z40 R15**  
N... G1 X-7

### ٣. المحاور X,Y,Z

تعطي هذه الكلمات موضع معين يراد تعريفه مثل النقطة الحالية او نقطة يراد الوصول اليها، ويكتب بالشكل (X 14.3) فيمكن استخدام العلامة العشرية وكذلك استخدام الاشارات الموجبة والسالبة.

### ٤. الاوامر التقنية:

#### أ. (F-word):

تحدد من خلالها قيمة تغذية اداة عملية تشغيل معينة وتأخذ وحدات mm/min (Inch/min)، وتكتب بالشكل (F100) والذي يعني ان التغذية قيمتها (100 mm/min).

#### ب. (S-Word):

تحدد سرعة القطع الدورانية المستخدمة في عملية التشغيل او بعبارة اخرة تحدد سرعة دوران عمود الماكينة، وتعطى بوحدات الدورة بالدقيقة (Rev/min) وتكتب بالشكل (S700) تعني دوران عمود الماكينة بسرعة 700 Rev/min.

#### ت. (T- Word):

تحدد اداة القطع المستخدمة في عملية التشغيل مثلا T2 وتدل على اداة قطع من نوع معين وبقطر وطول معين.

#### ث. الاوامر المساعدة:

تستخدم هذه الكلمات لختام امر ما. واهم هذه المهمات المساعدة معطى حسب الجدول:

الامر	المعنى
M3	تشغيل عمود الماكينة الذي يحمل اداة القطع باتجاه عقارب الساعة
M4	تشغيل عمود الماكينة عكس عقارب الساعة
M8	تشغيل سائل تبريد
M9	ايقاف سائل التبريد
M30	نهاية البرنامج
M6	تغيير اداة القطع مع تراجع تلقائي الى اعلى موقع ممكن له.
M66	تغيير اداة القطع في نفس الموقع الفعلي، اي مع الاحتفاظ بنفس قيم المحاور.

## خطوات كتابة برنامج الـ G-Code:

١. السطر الاول: يكتب فيه رقم البرنامج (%9001).
٢. السطر الثاني: يحدد فيه السطح الذي سيتم فيه التفريز (G17,G18).
٣. السطر الثالث: جعل صفر البرنامج هو صفر قطعة العمل وليس صفر الماكينة (G52) واختيار سرعة التفريز (S5000) واداة القطع المستخدمة (T02).
٤. في حال اردنا ظهور الرسم البياني على الشاشة اثناء العمل نستخدم، السطر الرابع: G98 لتعريف النافذة او الاطار.

N04 G98 X-10 Z-10 195 J30 K74

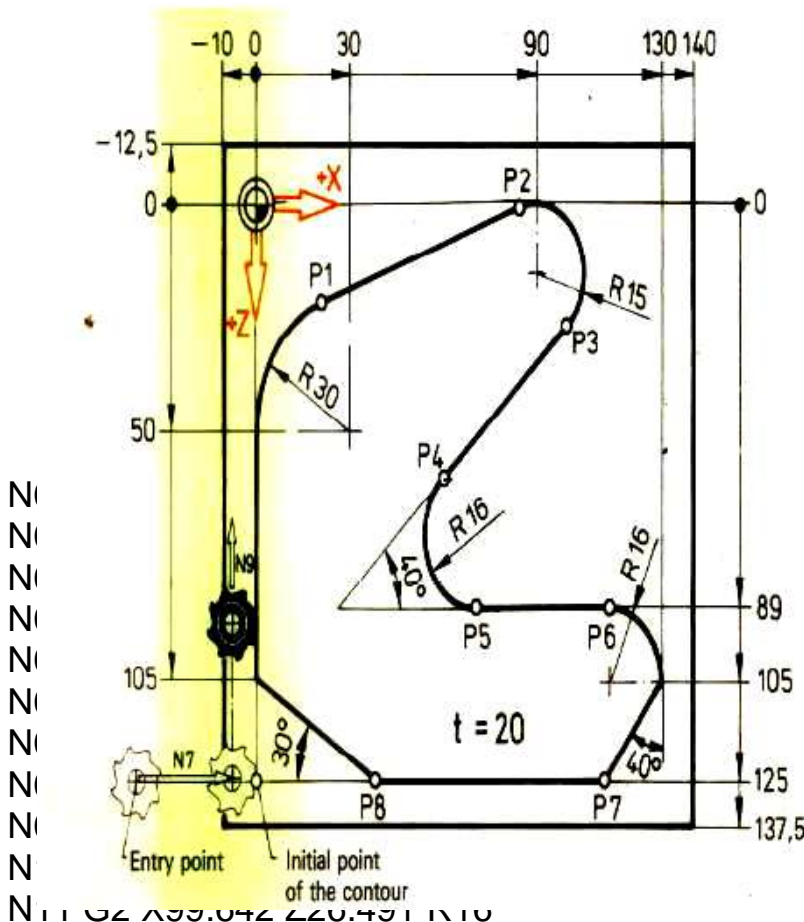
٥. السطر الخامس: في حال كتبنا الـ G98 فيجب ان تتبعها G99 لتعريف قطعة العمل.

N05 G99 X0 Y-20 Z0 175 J20 K54

٦. ثم برنامج تفريز قطعة العمل.

## مثال:

يراد تفريز الكنتور (الشكل) الخارجي لقطعة العمل المبينة في الشكل، وذلك من قطعة من الخام ابعادها 150×150mm<sup>2</sup> وبعمق 5mm، وذلك باستخدام سكينه تفريز قطرها 10mm.



	X	Z
P 1	20,836	21,434
P 2	85,418	0,717
P 3	99,642	26,491
P 4	58,821	60,743
P 5	69,106	89,000
P 6	114,000	89,000
P 7	113,218	125,000
P 8	34,641	125,000

الـ

N12 G1 X58.821 Z60.743 R16  
 N13 G3 X69.106 Z89  
 N14 G1 X114  
 N15 G2 X130 Z105 R16  
 N16 G1 X113.218 Z125  
 N17 X34.641  
 N18 X0 Z105  
 N19 Z100  
 N20 G40  
 N21 G0 X-17 Y100 Z125  
 N22 G51 M30

### التروس Gears:

هو عجلة مسننة، يحتوي محيطها على عدد من الاسنان ذات شكل خارجي.

انواع التروس:

تصنف الى ثلاث انواع هي:

١. التروس الاسطوانية: تروس تستعمل في نقل الحركة بين المحاور المتوازية التي تقع في مستوي واحد.
٢. التروس المخروطية: وتستعمل بصورة رئيسية في نقل الحركة الدورانية بين المحاور المائلة المتقاطعة.
٣. التروس اللولبية (الحلزونية) : تستعمل في نقل الحركة بين المحاور التي لا تتقاطع في الفراغ اي التي لا تقع في مستوي واحد.

### المسّنات العدلة (المستقيمة) Spur Gears:

مسّنات اسطوانية لها اسنان مستقيمة توازي محوري العمودين المترافقين، وتحسب حسب

القوانين التالية:

- قطر دائرة الخطوة (D)

$$D = M * Z$$

M : الموديول

Z : عدد اسنان الترس

- دائرة رأس السن (D1)

$$D1 = D + (2 * H)$$

- العمق الكلي للسن (H)

$$H = \text{ارتفاع السن العلوي} + \text{ارتفاع السن السفلي} + \text{الخلوص}$$

$$H = 2.2 M$$

- دائرة جذر السن (D2)

$$D2 = D - 2.4 M$$

- سمك السن (t)

$$T = \text{الخطوة الدائرية} P/2 = / 2$$

مثال : ترس اسطوانى ذو اسنان مستقيمة، دائرة الخطوة له = 100 mm، وعدد اسنان الترس = ٢٠ سن. جد الخطوة الدائرية، سمك السن، ارتفاع السن.  
الجواب:

$$\begin{aligned} D &= M * Z \\ 100 &= M * 20 \\ M &= 100/20 = 5 \text{ mm} \\ P &= M * TT = 5 * 3.14 = 15.7 \text{ mm} \\ T &= p/2 = 15.7/2 = 7.85 \text{ mm} \\ H &= 2.2M = 2.2 * 5 = 11 \text{ mm} \end{aligned}$$

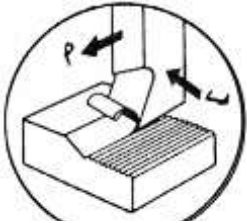
الجريدة المسننة:

ترس اسطوانى مفتوح يبلغ قطر دائرة الخطوة فيه ما لا نهاية وجميع اسنان الجريدة تقع في مستوي واحد.

وتستخدم نفس قوانين التروس الاسطوانية العدلة لايجاد الجريدة المسننة  
الخطوة الخطية للجريدة = الخطوة الدائرية للترس الاسطوانى

$$P = TT * M$$

### عملية القشط



القشط هو عملية تشغيل المعدن عن طريق استخدام سكين خاصة، وتتمثل في صدم السكين لقطعة العمل أثناء حركته باتجاه القطعة، ونتيجة للضغط الواقع على السكين من القطعة فإنه يقشط طبقة من معدن قطعة العمل، وبتحريك السكين بحركة التغذية مع التكرار المستمر لعملية القطع تزال طبقة اخرى من المعدن للوصول الى التشغيل المطلوب.



### أنواع مكائن القشط

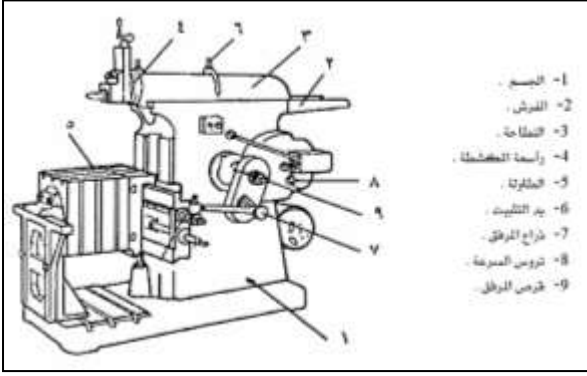
١. مقشطة العربىة (مقشطة الفرش

المتحرك)

تستخدم لقشط السطوح الافقية والراسية والمائلة في قطع العمل (المشغولات) كبيرة الحجم والتي تتراوح اطوالها (١-١٠) م، وتستخدم في مصانع انتاج الآلات لتسوية المسبوكات الكبيرة مثل (فرش الآلات)

٢. المقشطة الراسية (العمودية)

تستخدم في المصانع الكبيرة لقشط السطوح الداخلية المستوية والمفرغة والمشكلة. تتميز بحركة سكين القطع بصورة عمودية ترددية بينما تتحرك قطعة العمل حركة عرضية وطولية.



### ٣. المقشطة الافقية (النطاحة)

تستخدم بكثرة في الورش الصناعية لقشط السطوح السطوية والمتعامدة والمائلة والمقوسة، وكذلك في فتح المجاري الطولية ومجاري الخوابير وقشط اسنان الجريدة المسننة. تتميز بان سكين القشط تتحرك حركة ترددية، بينما تكون قطعة العمل ثابتة على الطاولة والتي تتحرك حركة عرضية.

#### طريقة تحويل الحركة الدائرية الى ترددية

يتم تحويل الحركة الدائرية الى حركة ترددية في المقاشط الافقية بطريقتين:

##### ١. الطريقة الميكانيكية

يقوم المحرك الكهربائي بتدوير قرص المرفق، الذي يوجد بداخله مجرى يحتوي على برغي يحمل ما يسمى بحجر الوصل، حيث ينزلق هذا الحجر فيتحرك ذراع الوصل ذهابا وايابا، يرتكز الذراع على محور مفصلي في اسفل المقشطة، ويقوم المفصل بتوصيل الحركة الى النطاحة، يضبط طول المشوار بواسطة البرغي الموجود على قرص المرفق.

كلما زادت المسافة بين حجر الوصل ومركز قرص المرفق كبر طول الشوط، عندما يدور القرص دورة واحدة يتحرك ذراع المرفق الى الامام والخلف، وهذا يعني ان المشوار المزدوج يحتاج الى وقت معين، لنفرض انه تحتاج الى (٣) ثوان وان الزاوية التي يدورها قرص المرفق حتى ذراع المرفق الى الامام (شوط العمل) هي ٢٤٠ درجة، والزاوية الباقية ١٢٠ درجة (شوط الرجوع)، فشوط العمل نحتاج له وقت اطول من شوط الرجوع.

$$3 \times (24 \setminus 36)$$

وبذلك فان شوط العمل يحتاج الى مدة تبلغ ضعف المدة التي يحتاجها شوط الرجوع.

##### ٢. الطريقة الهيدروليكية

عند تشغيل مضخة الزيت يرتفع الزيت مضغوطا الى صمام التحكم والتوجيه فيحرك المكبس صاحبها معه الذراع الذي بدوره يحرك النطاحة محدثا شوط الرجوع. اما شوط القطع فيتم عندما يصطدم الدليل برافعة عكس الحركة، فيحركها صاحبها معه الذراع الذي يعكس حركة صمام التحكم والاتجاه وبذلك تعكس حركة المكبس.



### ضوابط المقشطة الأفقية

١. ارتفاع طاولة المقشطة.
٢. طول الشوط.
٣. سرعة القطع.
٤. مقدار التغذية.
٥. عمق القطع.
٦. زمن القطع.

الحمد لله رب العالمين.