المملكة العربية السعودية
المؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني
الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

تخصص ميكانيكا إنتاج

الرسم الفني

173 ميك

طبعة ١٤٢٩ هـ

مقدمـــــــــة

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

تسعى المؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني 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 للتدريب التقني والمهني 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 " **الرسم الفني**" 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

تمهيد

الحمد لله والصلاة والسلام على رسول الله؛ وبعد:

لقد تطورت الحاجة إلى أدوات الرسم الفني وتنوعت حسب حاجة المهندسين ومجالات عملهم. فإن كان الرسم الهندسي يهدف إلى منظومات الرسم والطرق التعبيرية لنقل و تبادل البيانات الفنية بين المختصين مع مرعاة المعايير ومنظومات المواصفات المنظمة لهكذا مهمة فإن الرسم الفني يعبر عن امتداد في الرؤيا من جهة توصيف الأجزاء والتجميعات الميكانيكية ولكن يزيد عليه بـ:

- التطرق للخصائص الفنية للمعادن حيث يتم تحليل الأحمال و الإجهادات الخارجية بغية حساب حدود تحمل المعادن للإجهادات في المقاطع والناتجة عن الأحمال الخارجية من عزوم وقوى مركزة أو مبعثرة.
- اختيار القطع القياسية والمعيارية على غرار المسامير و الجلب و المحامل و التروس وغيرهم كثير.
- التطرق لموضوع الأزواجات وحساب/اختيار نطاقات التفاوت.

لقد قسمنا هذه الحقيبة إلى خمس وحدات رئيسية:

- تناولنا في الوحدة الأولى و الثانية مدخل مبسط إلى الرسم الفني عبر تذكير المتدرب بأهم الأسس والأدوات والتي وردت مفصلة في حقيبة الرسم الهندسي
- في الوحدة الثالثة تم التفصيل في القطع شائعة الاستخدام في التجهيزات الفنية فقمنا باستعراض بشيء من التحليل أنظمة الربط والمحامل و حسابات التروس للذكر لا الحصر.
- الوحدة الرابعة تناولت موضوع هام وهو كيفية ضبط واختيار الأبعاد والتفاوتات بشقيها "التفاوتات البعدية" و"التفاوتات الهندسية والتصنيعية". أيضاً، تطرقنا إلى موضوع الأزواجات وكيفية حساب واختيار التوافق الملائم لحاجة وظيفية محددة في تجميعة أو نظام ميكانيكي.
- أخيراً، تناولت الوحدة الخامسة موضوع الرسومات التنفيذية التفصيلي منها والتجميعي على حد سواء. وتم تفصيل هذه الوحدة على شكل مشاريع تنفيذية يقوم المتدرب من خلالها بتطبيق وتفعيل ما تلقاه من معلومات ومهارات طوال الوحدات الفائتة.

يجدر التنبيه إلى أن الوحدات التدريبية الخمسة يخدم بعضها البعض تصاعدياً.

الرسم الفني

مدخل إلى الرسم الفني

مدخل إلى الرسم الفـــــني

الجدارة: مراجعة أساسيات الرسم الهندسي (متطلب سابق لمقرر الرسم الفني) و بالخصوص عمليات احضار لوحة الرسم والأدوات المساعدة.

الأهداف: عند الانتهاء من هذه الوحدة التدريبية يكون المتدرب قد:

1. نشط/راجع ما يلزم من أساسيات لغة الرسم الهندسي.
2. الأنظمة المعيارية المنظمة لعمليات الرسم الهندسي والفني.
3. أنواع خطوط الرسم.

مستوى الأداء المطلوب: يطلب من المتدرب إتقان المهارة بنسبة 100٪

الوقت المتوقع للتدريب: أربع ساعات.

الوسائل المساعدة:

1. جهاز عرض Data Show
2. سبورة

متطلبات الجدارة:

اجتياز مقرر الرسم الهندسي (111ميك)

1.1 مقدمة

لغة الرسم لغة عالميه تخطيطية كغيرها من لغات العالم تزخر بالعديد من القواعد والمصطلحات والمواصفات والرموز ،وتستخدم كوسيلة اتصال بين المهندسين وكذلك الفنيين. ونظراً لتعدد المواصفات المستخدمة في العديد من الدول فقد تم توحيد المواصفات عن طريق منظمة المواصفات القياسية العالمية (I.S.O.) وجعلها لغة موحدة ومتداولة تستخدم اليوم على نطاق العالم بأسره.

و الرسم الهندسي هو التصميم أو التمثيل أو الوصف المرئي للأجزاء المراد تشغيلها أو إنتاجها إضافة إلى جميع المواصفات الهندسية والتقنية المناطة بكل جزء من الأجزاء إضافة إلى المعلومات الضرورية اللازمة لتنفيذ الرسم بدقة ووثوقية عالية.

في هذا الجزء من المقرر سنستعرض بشكل مبسط أساسيات ومبادئ الرسم الهندسي.

2.1 الأدوات الأساسية واستخداماتها

لما لأدوات الرسم من أهمية في جودة الرسومات و دقتها ، نستعرض فيما يلي بشكل مبسط أهم الأدوات الهندسية والتي سبق للمتدرب التعامل معها في مقرر الرسم.

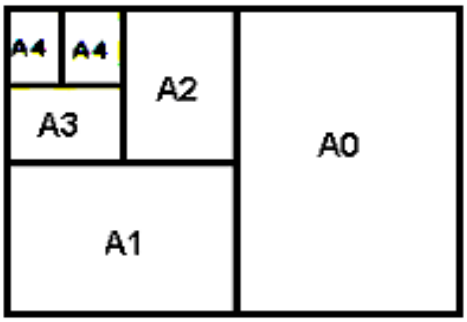
أ- أوراق الرسم DRAWING SHEETS

توجد أوراق رسم بمقاسات مختلفة ولكن الشائع استخدامها في الرسم هي تلك المعتمدة من قبل منظمة المواصفات القياسية العالمية (DIN6771) وتحمل الرمز A وتنقسم إلى مقاسات معيارية A0، A1، A2، A3 و A4.

الجدول الموضح أدناه على الشكل (1.1) يوضح تلك المقاسات كما توجد مقاسات أخرى A5 و A6 و لكنها أقل استعمالاً وشيوعاً.

أخيراً، يمكن استعمال لوحات الرسم في الأتجاه الطولي أو المستعرض حسب الحاجة أما مقاييس الرسم فتبقى نظريا بدون حدود سواءاً كان ذلك في التصغير أو التكبير غير أن الأكثر شيوعاً 1:2.5_1:5_1:10_1:20_1:50_1:100_1:200_1:500_1:1000فيما يخص التصغير 2:1_5:1_10:1 وفيما يخص التكبير.

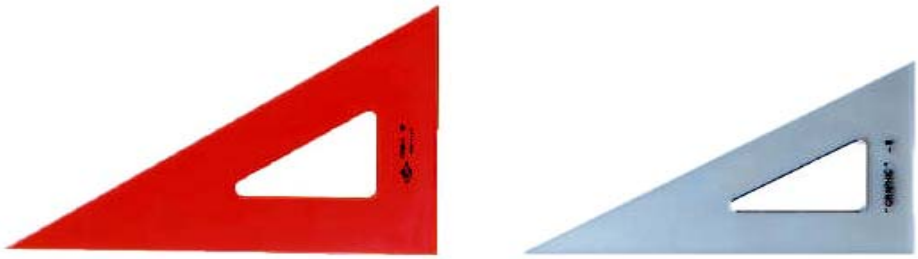
م	رمز الورقة	الأبعاد (mm)
1	A0	1189x841
2	A1	841x594
3	A2	594x420
4	A3	420x297
5	A4	297x210



شكـــــل (1.1)

ب- المثلثات TRIANGLES

يفضل عند الرسم الهندسي استخدام مثلثين أحدهما بزاوية 45 والآخر بزاوية 60 ويفضل أن يكونا مصنوعين من مادة البلاستيك الصلدة والشفافة في نفس الوقت وذلك لتسهيل رؤية الخطوط تحت المثلث أثناء عملية الرسم، ويستعمل المثلثان عادة مع المسطرة حرف T لذلك يفضل أن يكون طول الوتر للمثلث يتراوح ما بين 200mm إلى 300mm ليتناسب وطول المسطرة. يبين الشكل(2.1) بعض أنواع المثلثات

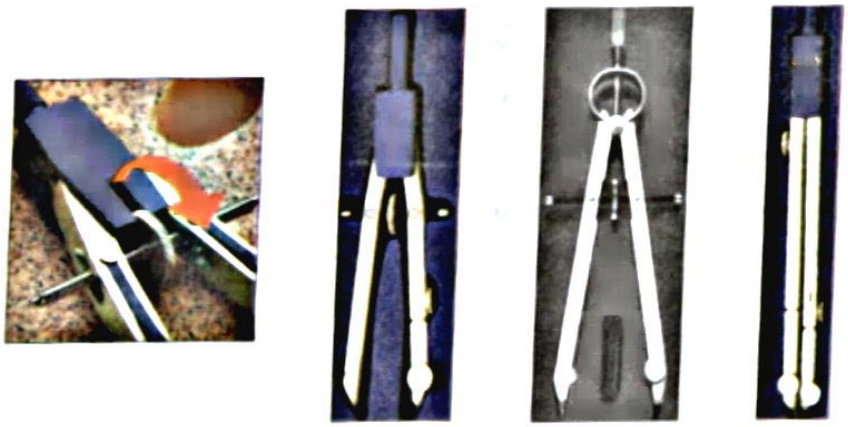


شكـــــل (2.1)

ج- الفرجار COMPASS

يوجدالعديدمن أنواع الفرجارات المستخدمة لرسم الدوائرو الأقواس وهي تختلف من ناحية الحجم والتصميم والاستخدامات. يوصى عادة، باستخدام فرجار متين ذي مسمار ضبط في الوسط كما يظهر على الشكل (3.1).

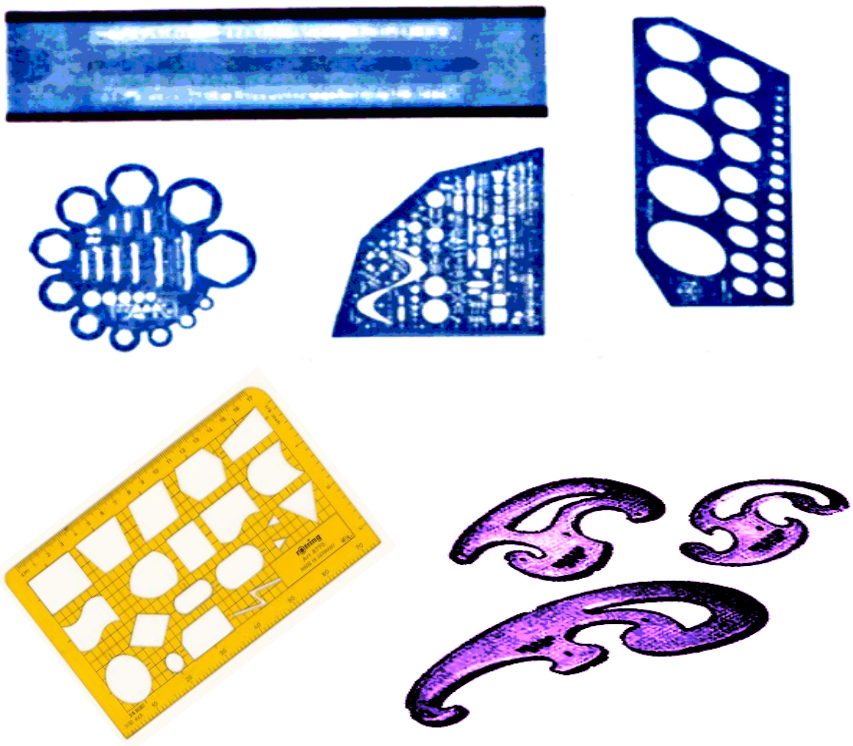
توجد استخدامات هندسية متقدمة للفرجار تدخل تحت مسمى الهندسة الوصفية (DESCRIPTIVE GEOMERY) لرسم الأشكال الثلاثية الأبعاد المعقدة مثل الأشكال البيضاوية وتلك المحصلة من تقاطع المجسمات ذات الأسطح المنحنية (FREE FORM SURCACES)



شكـــل (3.1)

د- الطبعات (الشبلونات) TEMPLATES

يوجد العديد من أشكال الطبعات والتي تسهل عملية الرسم وتوفر الوقت والجهد لذلك. لعل من أهمها طبعات الدوائر (CIRCLE TEMPLATE). الشكل (4.1) يظهر بعض النماذج .



شكـــل (4.1)

ه- أقلام الرصاص المستخدمة PENCILS

تستخدم أقلام الرصاص(PENCILS) في عمليات الرسم ويمكن حصر أنواع أقلام الرصاص المستخدمة في نوعين أساسيين هما :

- **أقلام الرصاص الخشبية** (WOOD PENCILS)

يوضح الشكل 5.1 صورة منها و تحتاج أقلام الرصاص الخشبية إلى عملية البري (SHARPENING) بشكل متواصل أثناء عملية الرسم لإبقاء سن القلم جاهزاً للاستخدام.

- **أقلام الرصاص الميكانيكية** (MECHANICAL PENCILS) و تمتاز هذه النوعية من الأقلام بإمكانية تغيير خشونتها ومحافظتها على ثخانة (سمك) ثابت للخط أثناء عملية الرسم كذلك فهي لا تحتاج إلى عملية بري بالمطلق.

تتكون هذه النوعية من الأقلام من حشوة رصاصية وحامل ومكبس في رأس القلم كما هو مبين على الشكل 6.1

شكـــل (5.1)

شكـــل (6.1)

درجات صلادة الرصاص المستخدم في أقلام الرسم تنقسم إلى ثمان عشرة درجة، أما التكوينة الكيميائية للرصاص فهي مزيج من مادتين يرمز لإحداهما بالرمز (H_Hardness) وهي المادة المقسية بحيث كلما زادت هذه المادة في الرصاص زادت الصلادة و يرمز H9 لأعلى درجة صلادة للرصاص، أما المادة الأخرى فيرمز لها بـ (B) وهي المادة التي تتحكم بمقدار ليونة واسوداد الرصاص. يمثل B7 أعلى درجة ليونة للرصاص.

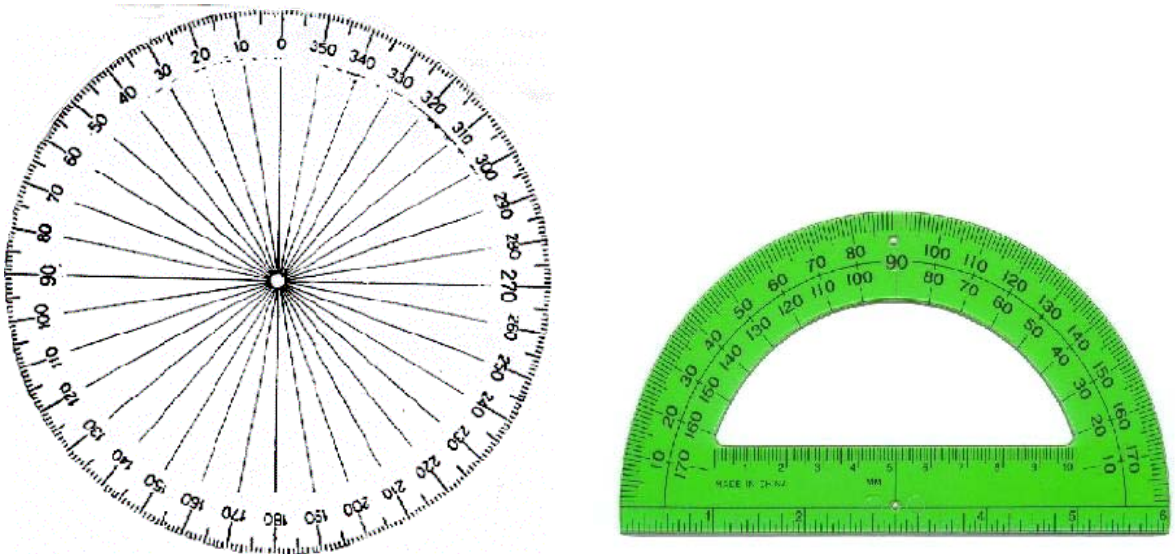
و- المحاة RUBBER/ERASERS

يوجد العديد من أنواع وأشكال المحايات ولكن ينصح باستخدام ممحاة من نوع جيد الصنع وذلك لمنع تلف ورق الرسم أو تشويه منطقة المحي أو غيره من الأضرار والتي يسببها استخدام بعض الأنواع الرديئة. كذلك يفضل استخدام فرشاة لتنظيف ورقة الرسم من الآثار التي سببها المحو. انظر الشكل (7.1).

شكـــل (7.1)

ز- المنقلة PROTRACTOR

توجد على شكل نصف دائري أو دائري كامل وتصنع عادة من مادة بلاستيكية صلدة وشفافة. يستعملها المصمم لقياس الزوايا ورسم الخطوط بزوايا معينة كما هو مبين على الشكل (8.1).

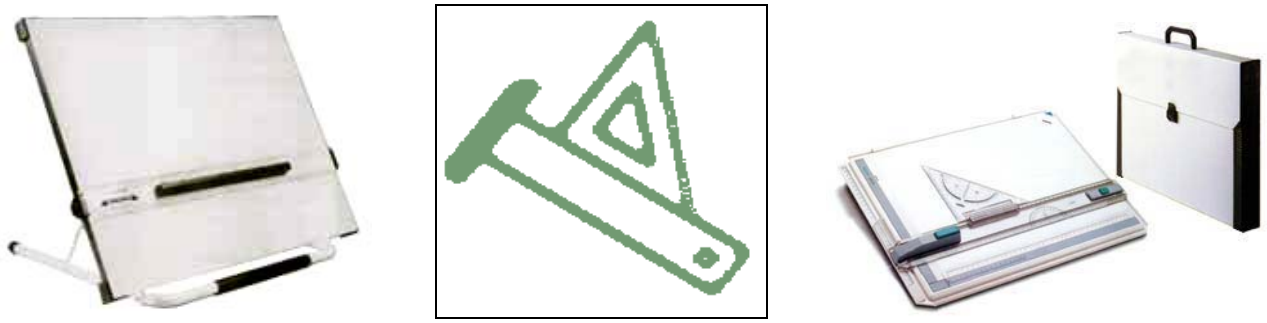


شكـــل (8.1)

ح- لوحة الرسم ومسطرة حرف(T) DRAWING BOARD AND T-SQUARE

للوحات الرسم مقاسات مختلفة وأحجام شتى على غرار أوراق الرسم و هي تصنع من مواد جيدة كالخشب أو المواد البلاستيكية ويرفق مع اللوحة مسطرة أفقية ورأسية الحركة تنزلق بواسطة مجارٍ محفورة في أطراف اللوحة. تعد لوحة الرسم والمسطرة حرف T من أقدم الأدوات التي استخدمت ومازالت تستخدم في الرسم إلى يومنا هذا في بعض المراكز الصناعية و الهيئات التعليمية و التدريبية في العالم.

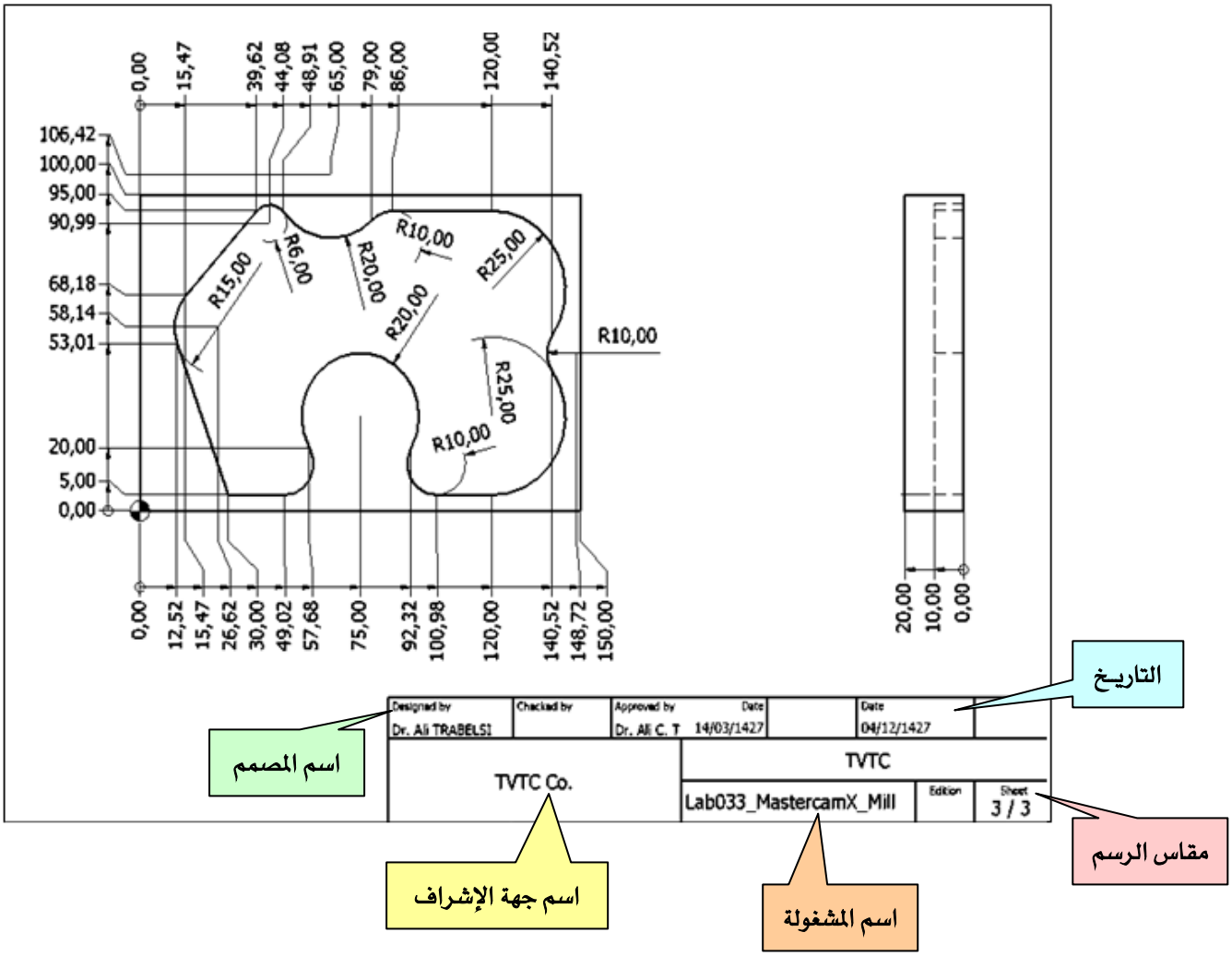
فيما يخص المقاسات الأكثر استخداماً في المجالات التعليمية/التدريبية فهي المقاس **A3** والمقاس **A4**. يظهر على الشكل التالي (9.1) صنفان للوحات الرسم والمسطرة حرف T المرافقة لها.



شكـــل (9.1)

ط- جدول المعلومات BILL of MATERIAL

وهو جدول يرسم في الركن الأسفل الأيمن من لوحة الرسم حسب مواصفات نظام الـ DIN 6771. يحتوي الجدول على معلومات إيضاحية مثل: اسم المصمم/المراجع ، رقم المشغولة ورمز القسم المسؤول عن المشروع ، تاريخ التصميم و المراجعة، مقياس الرسم ، والتعديلات وغيرها من البيانات الضرورية لحسن فهم وتوثيق وتحديد المسؤوليات بين الأشخاص المشرفين على حلقات حياة وتطور المنتج (PRODUCT LIFE CYCLE). يمثل الشكل 10.1 عينة لهكذا جدول معلومات و يمكن الرجوع إلى مقرر الرسم الهندسي فيما يخص مقاسات حقول البيانات اللازم تعبئتها حسب مواصفات DIN 6771.



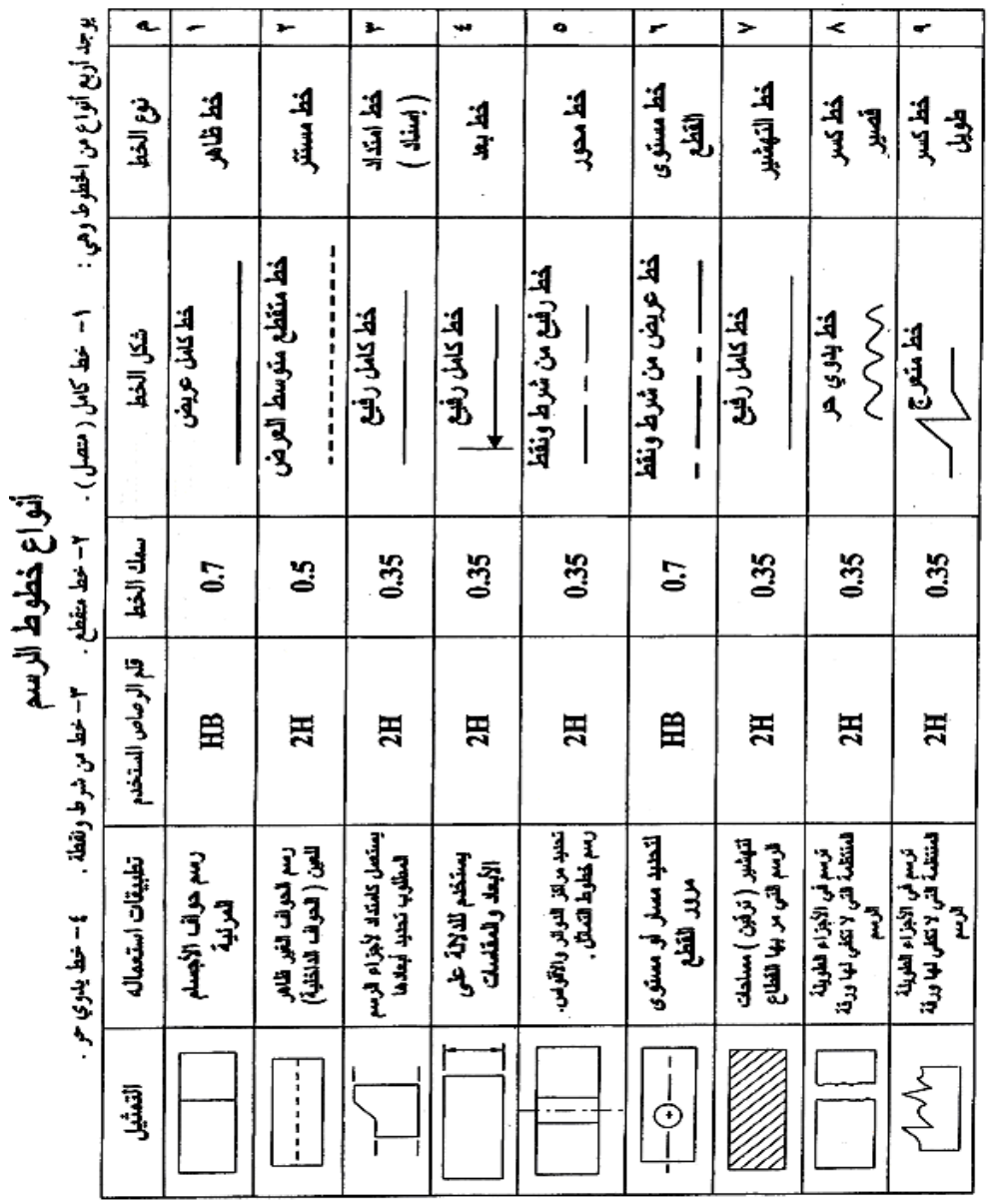
شكـــل (10.1)

3.1 أنواع الخطـــوط LINES TYPES

أي رسم هندسي يتكون من مجموعة من الخطوط تحدد شكل الجسم المرسوم بكامل تفصيلاته وهو ما يرمز له عادة بالنموذج السلكي (WIREFRAME MODELING) للشغلة. يوجد لكل خط من هذه الخطوط دلالة اصطلاحية معينة في الرسم، كما هو موضح في الجدول على الشكل (11.1). ومهما كان نوع الخط المستخدم فإن له واحد من ثخانتين وهما الخط السميك والخط الرفيع. وفيما يلي سوف نستعرض الخطوط واستخداماتها .

4.1 الأبعـــــــاد DIMENSIONING

تعتبر كتابة الأبعاد من أهم وسائل إيصال وتبادل المعلومات الهندسية والتقنية عبر الرسومات. فعلاوة عن وصف الشكل الهندسي فهي تحدد الانحرافات المسموح بها عند تشغيل القطع حتى تستجيب للمواصفات الوظيفية المحددة لها سلفاً. تخضع كتابة الأبعاد و الأزواجات إلى منظومة الـــــI.S.O (ASME Y14.5.1) و (ANSIY14.5M_94) و (ISO 1101) (ASME Y14.41-2003) وسوف نستعرض طريقه كتابة الأبعاد و الانحرافات لاحقاً في الباب الرابع.



شكـــل (11.1)

الرسم الفني

الإسقاط الأيزومتـــــــــــري

الإسقاط الايزومتري

الجدارة: مراجعة طرق استخراج الإسقاط الأيزمتري و ما يتبعه من مساقط تعامدية (Orthogonal Projectional Views)

الأهداف: عند الانتهاء من هذه الوحدة التدريبية يكون المتدرب قد:

1. تعرف إلى طرق رسم المنظور والمساقط التعامدية.
2. على دراية بنظام الزاوية الأولى والثالثة فيما يخص استخراج المساقط والفرق بينهما.
3. أنواع القطع وأهميته في الرسومات التفصيلية والتجميعية.

مستوى الأداء المطلوب: يطلب من المتدرب إتقان المهارة بنسبة 100٪

الوقت المتوقع للتدريب: 12 ساعة

الوسائل المساعدة:

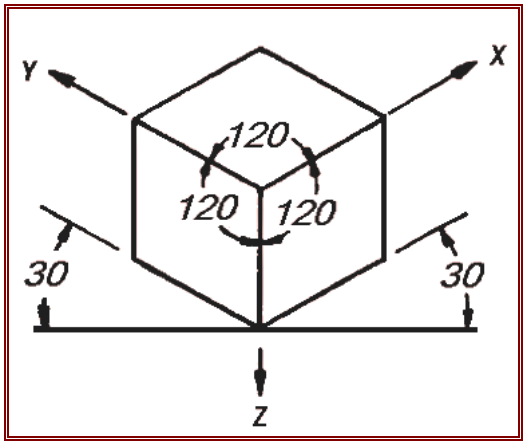
1. جهاز عرض Data Show
2. سبورة

متطلبات الجدارة:

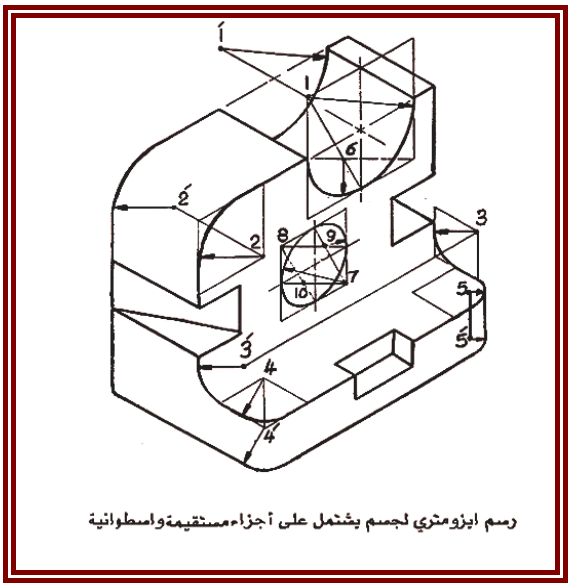
اجتياز مقرر الرسم الهندسي (111ميك) زائد الوحدة الأولى

1.2 الإسقاط الأيزومتري

يعرف الإسقاط الأيزمتري طبقاً للمواصفات القياسية (DIN5) بأنه إسقاط متعامد لجسم ما في مستوى معامد لاتجاه خطوط الإسقاط المتوازية التي تمر بالجسم وترسم له مجسماً ثلاثي الأبعاد تتضح فيه أوجه الجسم الأساسية الثلاثة ويتم فيه رسم الارتفاع رأسياً أما العرض والعمق فيرسمان بميل 30 على الخط الأفقي وتتساوى في هذا النوع من التمثيل مقاييس الرسم بالنسبة للارتفاع والعرض والعمق. غالباً مايفضل استخدام المنظور الأيزمتري إذا أريد إيضاح أشياء هامة على المساقط الثلاثة. يوضح الشكل (1.2) نظرية الإسقاط الأيزمتري ومقدار زوايا الإسقاط. أما الشكل التالي (2.2) فيوضح منظور أيزومتري عليه الأبعاد.



شكـــل (1.2)



شكـــل (2.2)

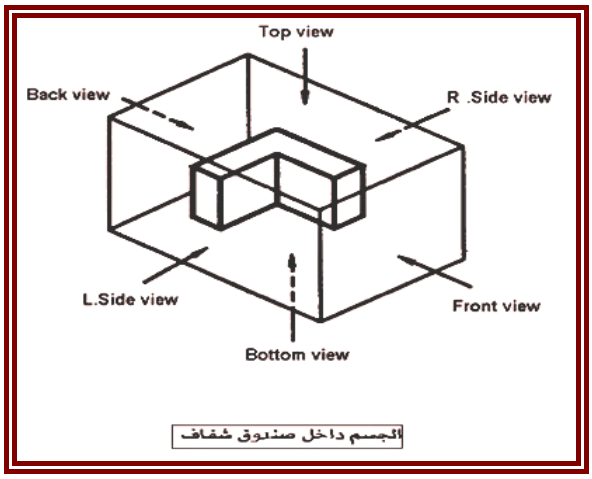
لقد تم التفصيل في طرق استخراج المناظير في مقرر الرسم الهندسي، لذى نكتفي بهذه المقدمة المقتضبة عن الموضوع أيضاً، يمكن الرجوع إلى المراجع المختصة في موضوع المناظير والعلاقة الهندسية الرياضية التي تحكم عدد المناظير رجوعاً إلى مرفولوجيا المشغولات وإلى مراجع مختصة لمزيد من التفصيل والأستدلال.

2.2 المساقط

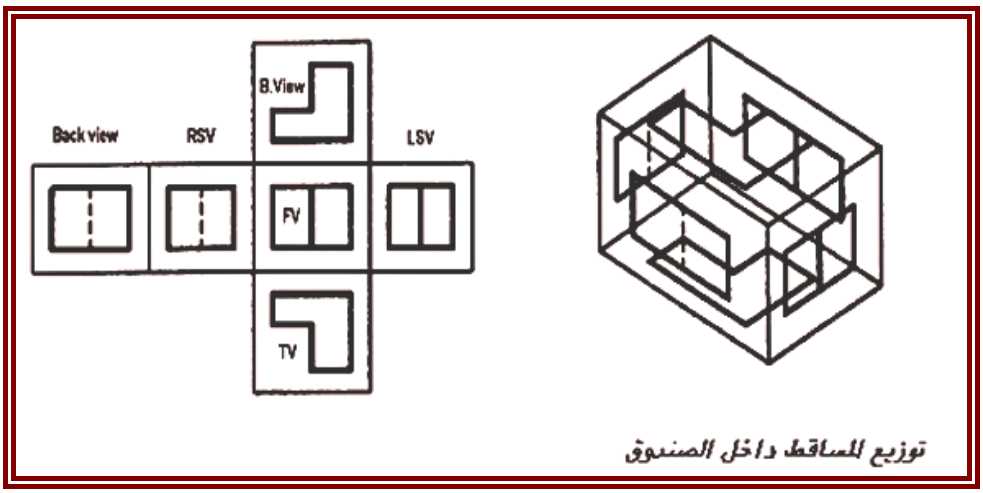
غالباً ما يتم أخذ ستة مساقط أو مناظرللمتوازي المستطيلات حيث يظهر في كل مسقط سطح واحد فقط مع مقاساته الحقيقية ويمكن رسم المساقط الستة بمقاساتها الحقيقية كل في اتجاه معين على مستوى لوحة الرسم . ويتم ترتيب المساقط الستة كما هو موضح في الشكلين (3.2) و (4.2).

لاحظ الشكل (4.2) حيث تتبين لنا المساقط الستة وهي تباعاً:

- المسقط الرأسي
- المسقط الجانبي من جهة اليسار
- المسقط الأفقي
- المسقط الجانبي من جهة اليمين
- المسقط الخلفي
- المسقط الأفقي من الأسفل



شكـــل (3.2)



شكـــل (4.2)

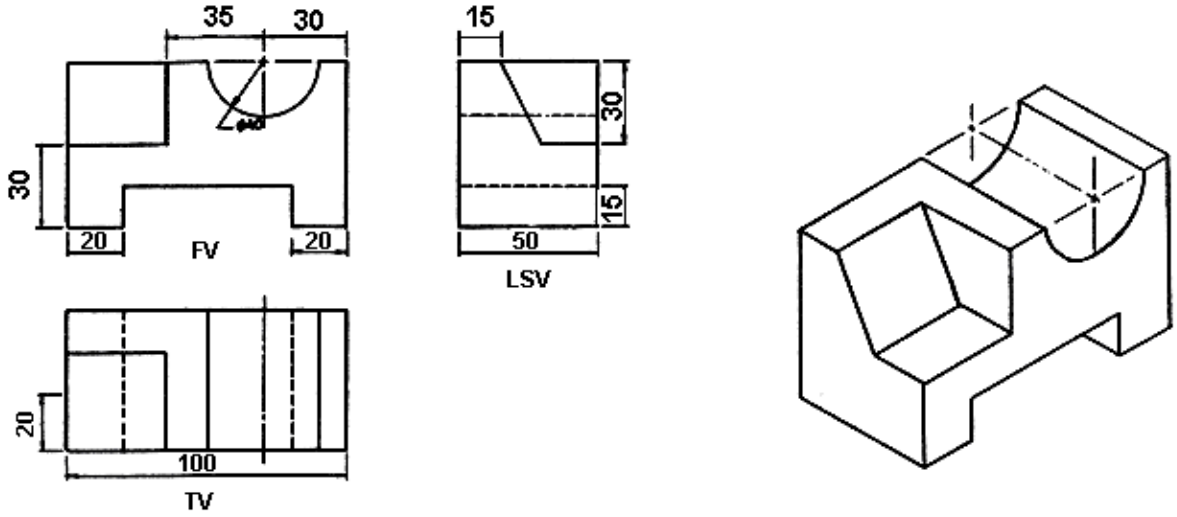
نظراً لعامل التناظرية فإنه يكتفى غالباً برسم ثلاثة مساقط فقط عند رسم القطع الميكانيكية وهي: المسقط الرأسي، المسقط الجانبي و المسقط الأفقي. في حالة الأشكال الاسطوانية فتظهر تناظرية خطية و لا نحتاج في هكذا حالة، سوى مسقطين لا غير.

3.2 طريقه توزيع المساقط

عند رسم المساقط الثلاثة للمنظور الهندسي يمكن اعتماد أحد أنظمة الأسقط التالية:

- **نظام الزاوية الثالثة** و هو منتشر الاستعمال في دول أمريكا الشمالية و المملكة المتحدة. سطح المسقط يكون بين الشغلة أو المجسم و نقطة الأبصار
- **نظام الزاوية الأولى** و هو الأكثر أنتشاراً و خاصة في دول أوروبا. سطح المسقط يكون وراء الشغلة أو المجسم رجوعاً إلى نقطة الأبصار.

يظهر الشكل (5.2) منظور هندسي مع المساقط الثلاثة. أذكر أي نظام أسقاط تم اعتماده ؟



شكـــل (5.2)

4.2 القطعSECTIONING

القطع عملية مهمة نقوم من خلالها بإظهار التفاصيل الهندسية المخفية والتي يصعب تخيلها بلا قطع أو رسمها بتفاصيلها على المساقط. حسب مواصفات الأيزو لا تقطع الأجسام الملأى كالمسامير مثلاً، ولكن تقطع الأجسام الجوفة عموماً.

يوجد عدة أنواع للقطع كما يظهر على الشكل (6.2):

أ- قطع كامل وفيه يمتد القطع من أول العضو المقطوع إلى نهايته.

ب- قطع نصفي وفيه يتم قطع نصف العضو ويستخدم هذا النوع في حالة كون العضو متماثل مع مراعاة عدم رسم الخطوط المخفية بالنصف غير المقطوع.

ج- قطع جزئي ويقطع هنا جزء فقط من العضو.

د- قطع مدور حيث يتم إدارة المستوى المقطوع بزاوية 90 ويرسم داخل المسقط.

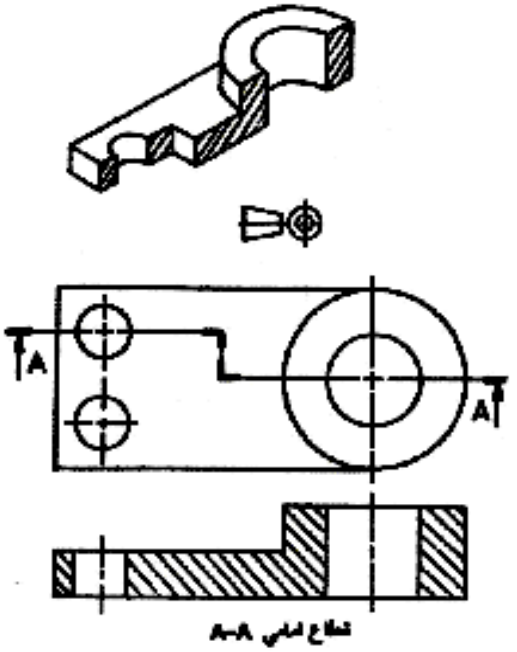
ه- قطع معزول ويرسم المستوى المقطوع خارج المسقط.

و- قطع دائري ويدار مستوى القطع ليصبح على مستوى محور التماثل.

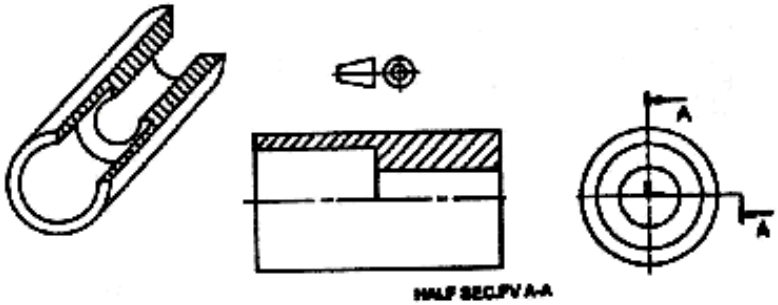
ز- قطوعات تجميعية.

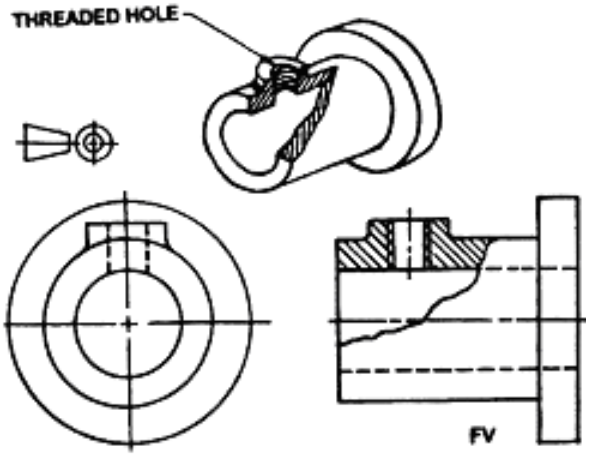
ح- الكسر الاصطلاحي ويستخدم في حالة الأجزاء الطويلة والتي لايمكن رسمها بكامل أطوالها.

(أ)

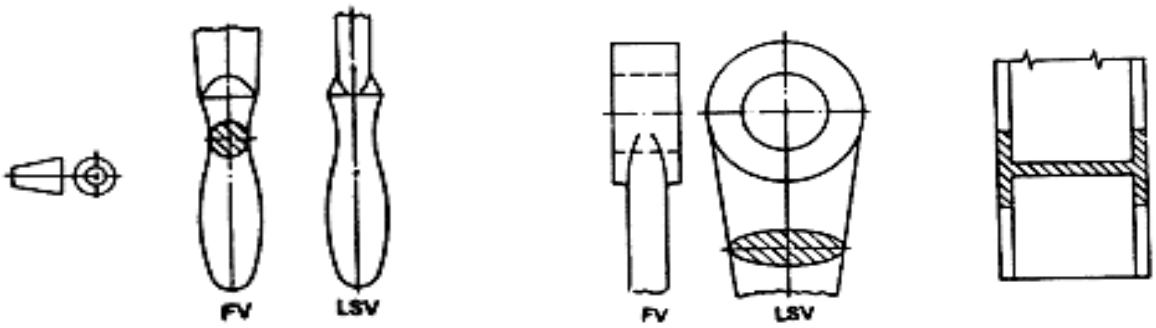


(ب)

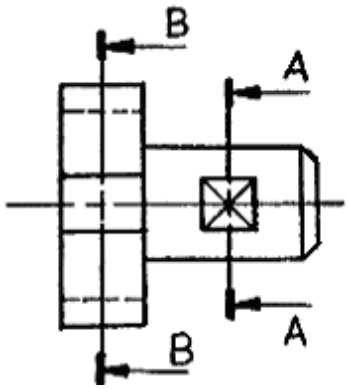




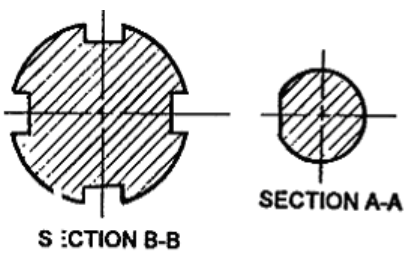
(ت)



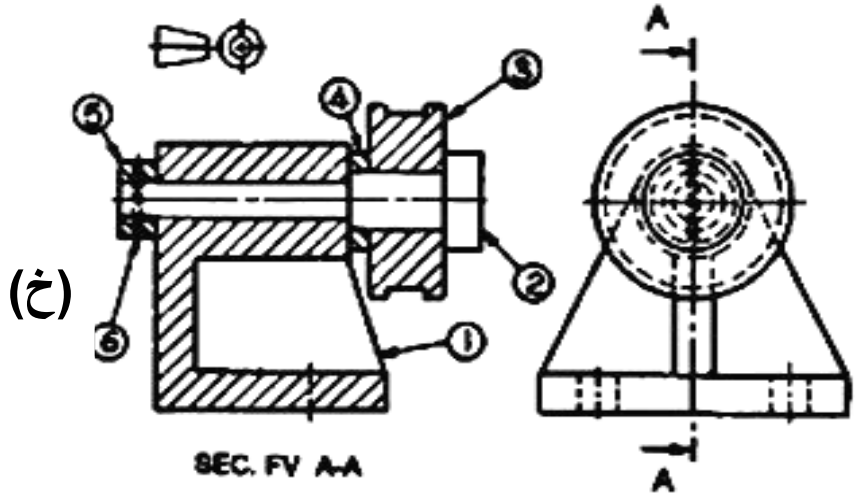
(ث)



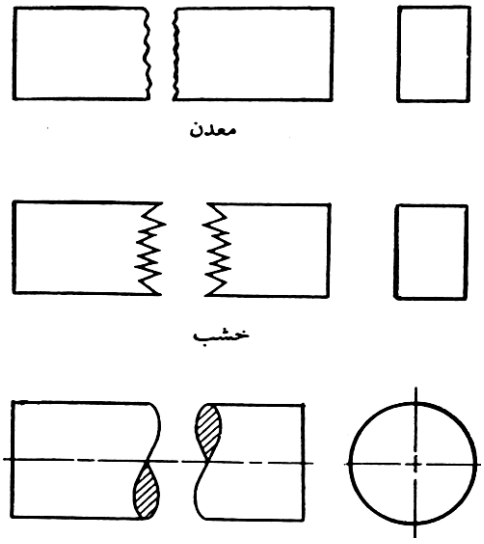
(ج)



(خ)



(د)

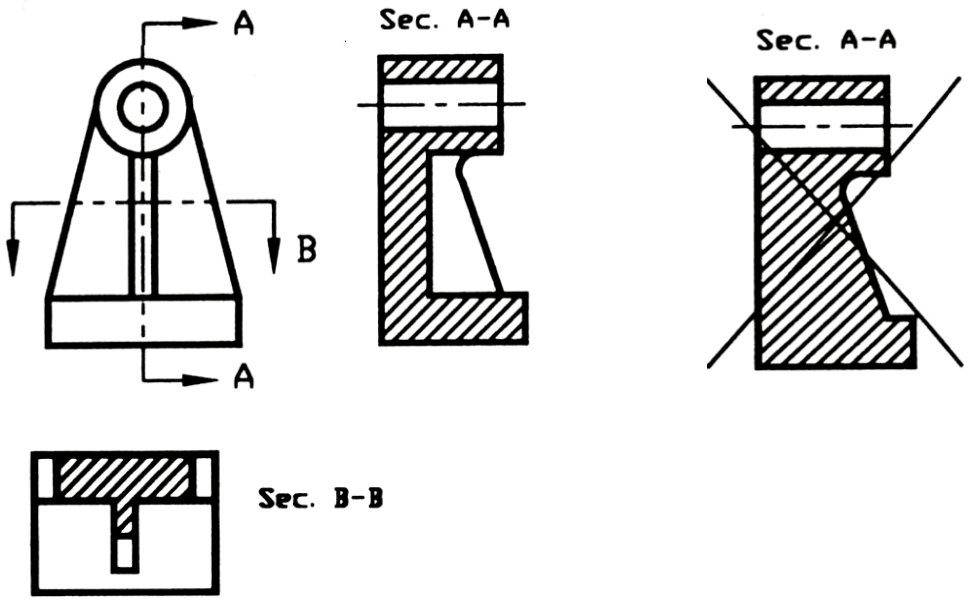


شكـــل (6.2)

1.4.2 الأجزاء الميكانيكية التي لا تقطع ولا تهشر

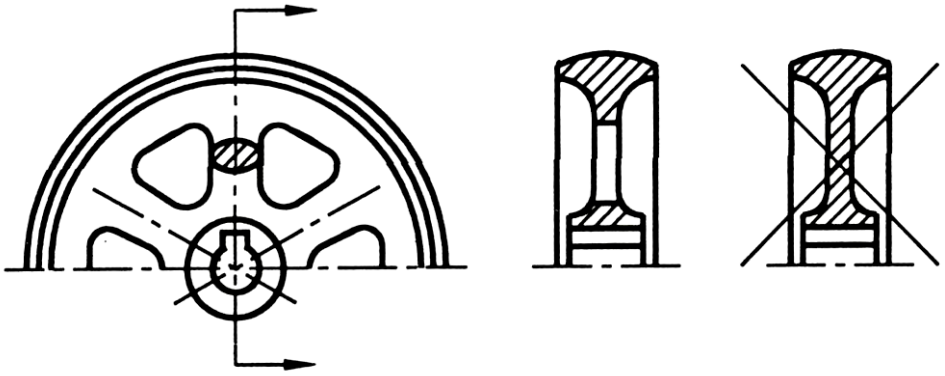
سبق أن أشرنا أن القطع الميكانيكية الملأى لاتقطع بالطول لأنه لا إضافة فنية أو تقنية من قطعها على كامل أطول بعديها ويمكن قطعها وتهشيرها بالعرض. ومن هذه القطع العصب، العمدان، الخوابير، البنوز، المسامير، الصواميل والبراشيم. الشكل (7.2) يظهر الطريقة الصحيحة التي يقطع فيها العصب على سبيل التدليل.

لاحظ فيما يخص العناصر الميكانيكية القياسية كالخوابير والمسامير فإنه من البديهي أن لا تهشر لعدم وجود إضافات فنية مقارنة مع تلك المحصلة من بقية الأجزاء المكونة للتجميعة.



الشكـــــل (7.2)

الشكل (8.2) يظهر الطريقة الصحيحة لقطع الأذرع.

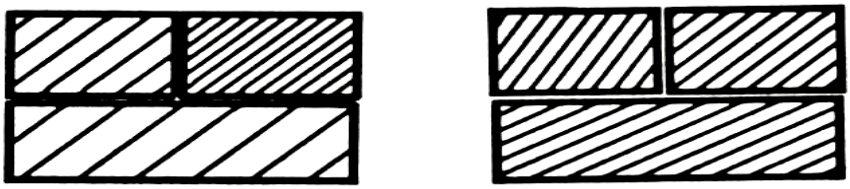


شكـــل (8.2)

كما يبين الجدول بالشكل 9.2 بعض العناصر الميكانيكية في القطاعات.

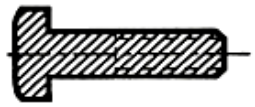
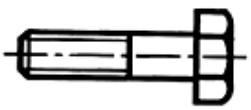
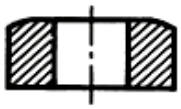
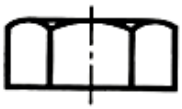
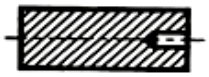
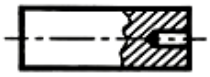
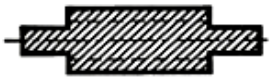
ملحوظات هامة عند القطع:

- المساقط النصفية تستخدم عندما يكون المسقط متماثلاً حول محور موازٍ للمسقط الآخر.
- خطوط التهشير ترسم عادة بزاوية 45^5 وإذا كانت خطوط العضو الأساسية على زاوية 45^5 ترسم الخطوط بزاوية 30^5 آو 60^5 كما يظهر على الشكل (10.2).



اختلاف زوايا الميل　　اختلاف المسافة بين الخطوط

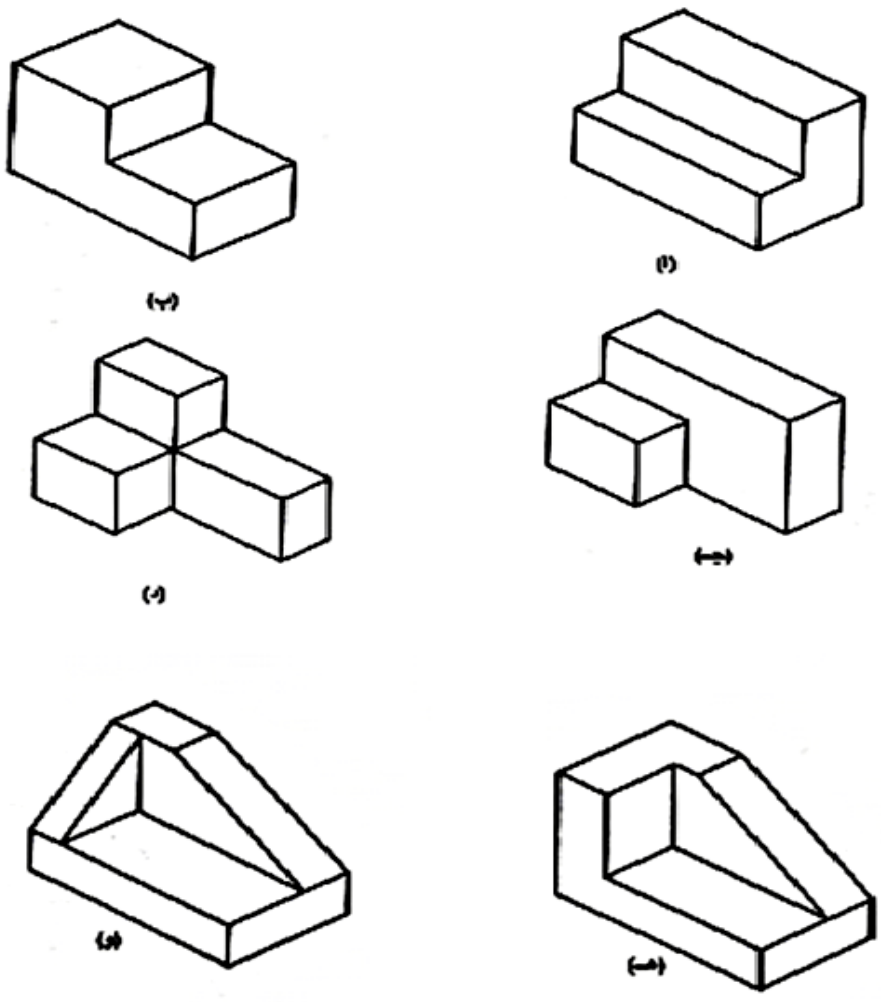
شكـــل (10.2)

INCORRECT غير صحيح	CORRECT صحيح	PART NAME اسم العنصر
		SCREW مسمار ملولب
		NUT صامولة
		PIN محور صغير
		HANDLE مقبض
		WORM GEAR مسنن دودي

شكـــل (9.2)

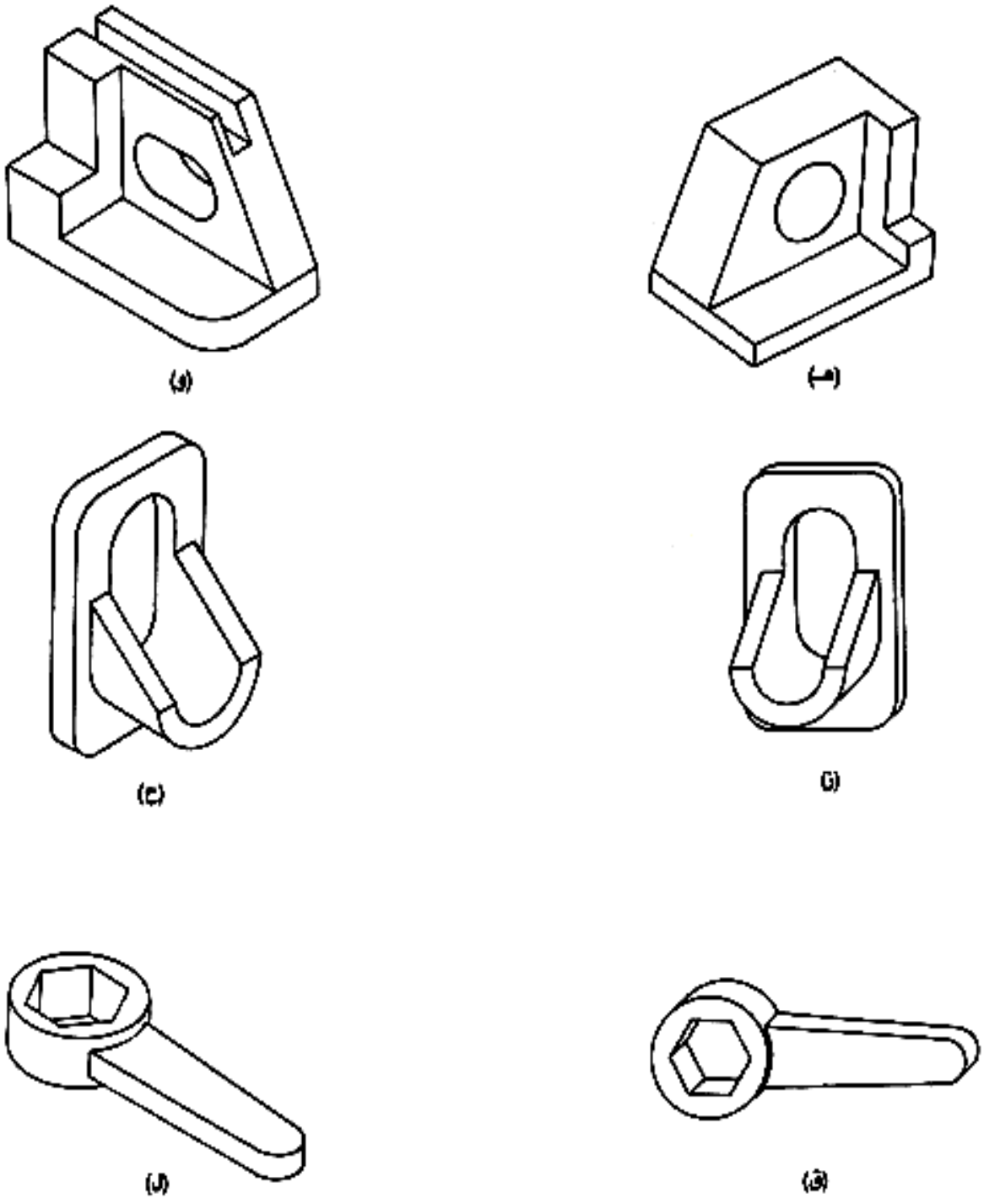
تمـــــــــــارين

1. أعد رسم المناظير التالية بمقياس رسم مناسب. تأخذ جميع الأبعاد من الرسم مباشرة من الشكل 10.2



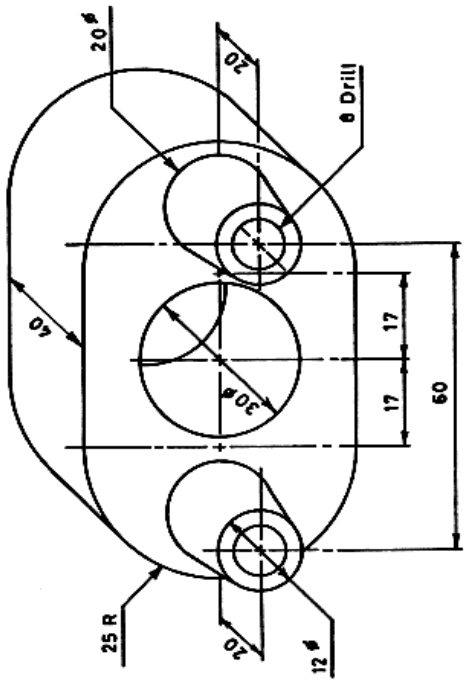
شكـــل (10.2)

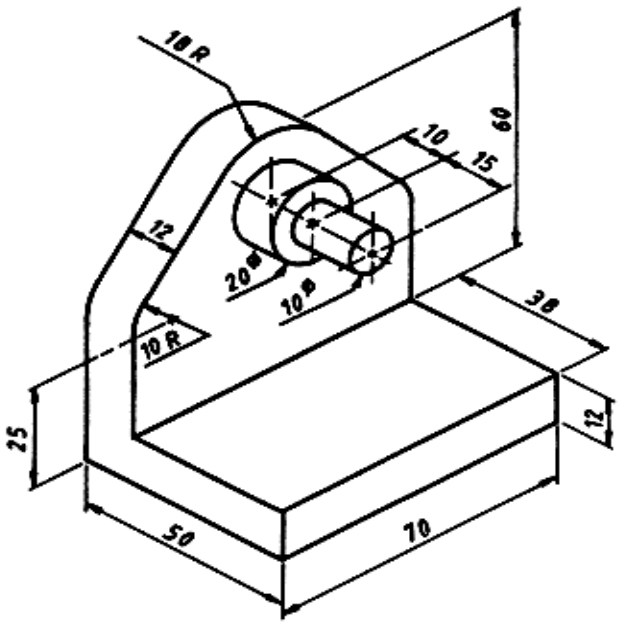
2. أعد رسم المناظير التالية بمقياس رسم مناسب. تأخذ جميع الأبعاد من الرسم مباشرة من الشكل 11.2

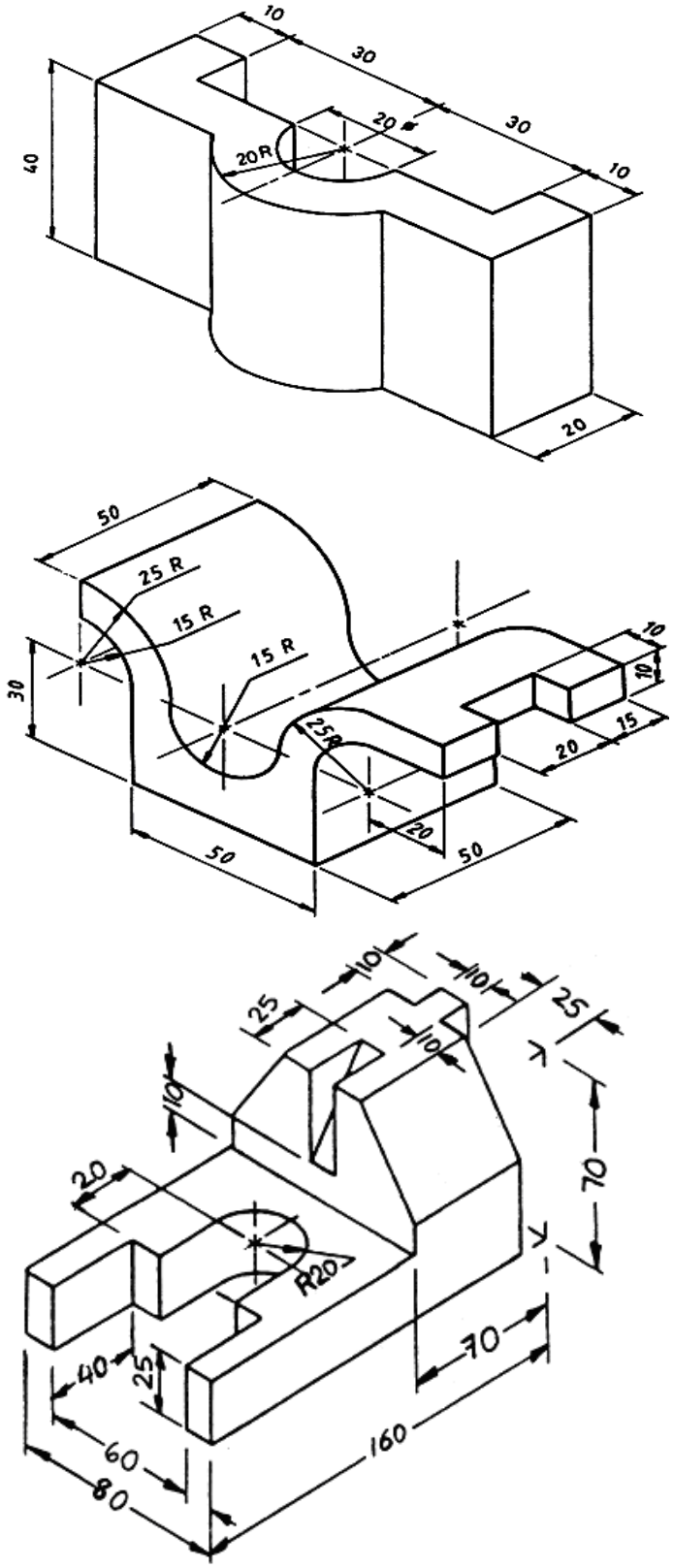


شكـــل (11.2)

3. أعد رسم المناظير التالية بمقياس رسم مناسب مع كتابة الأبعاد على الرسم (شكل 12.2)

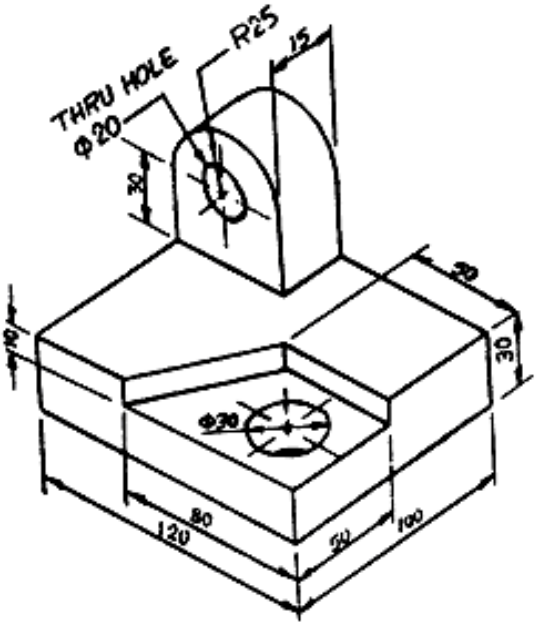


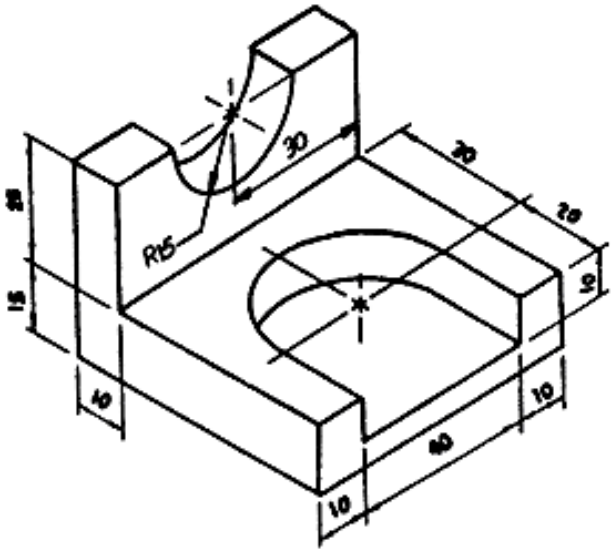


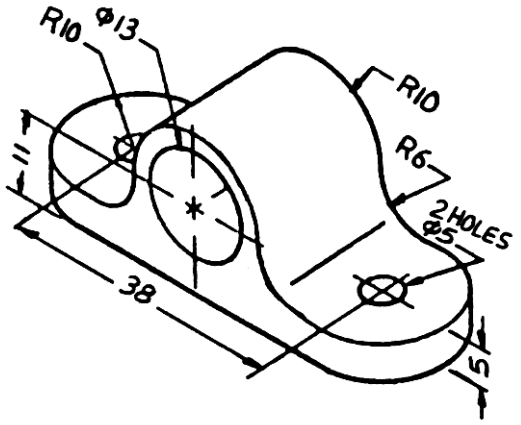

10
30
20
30
10
40
20R
20
50
25 R
15 R
15 R
30
10
10
15
20
25R
20
50
50
10
10
25
25
10
10
70
20
R20
70
40
25
60
80
160

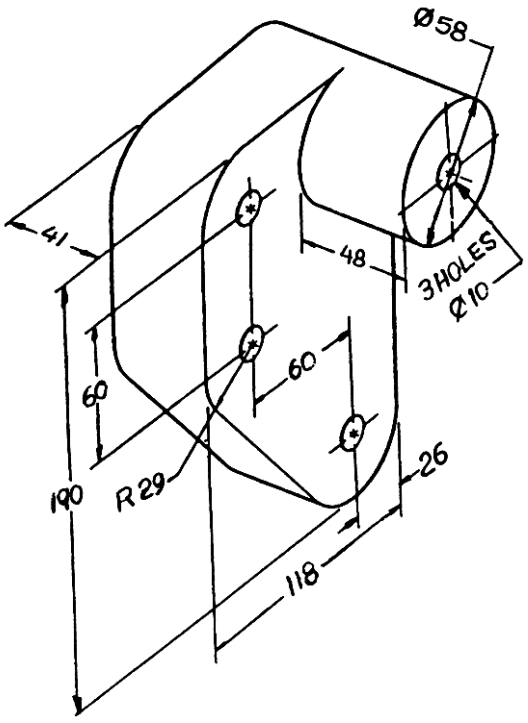
شكـــل (12.2)

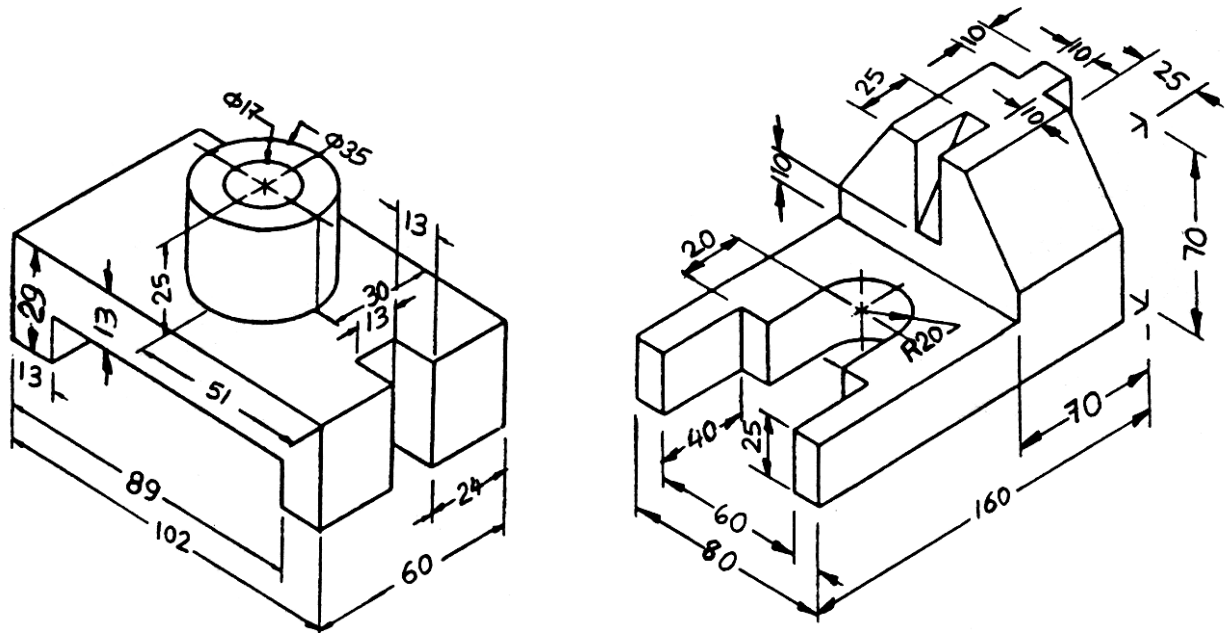
4. استنتج المساقط الثلاثة لكل من المناظير الهندسية المبينة على الشكل (13.2) **باستعمال نظام الزاوية الأولى** ؟ اذكر في كل حالة هل المنظور أيزومتري ؟





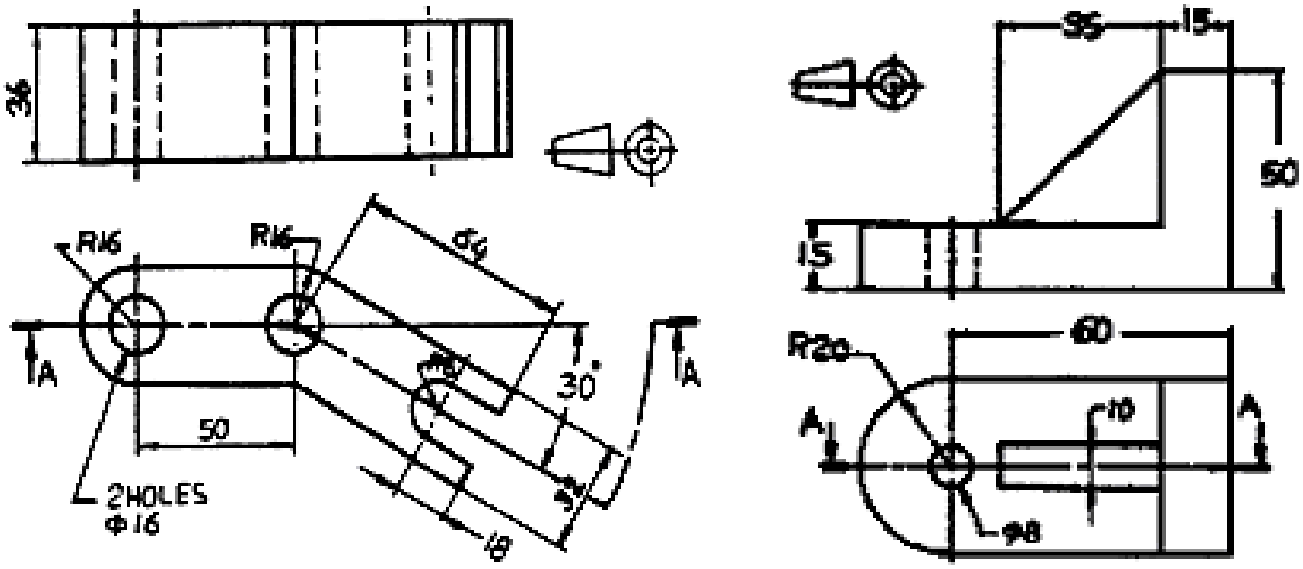


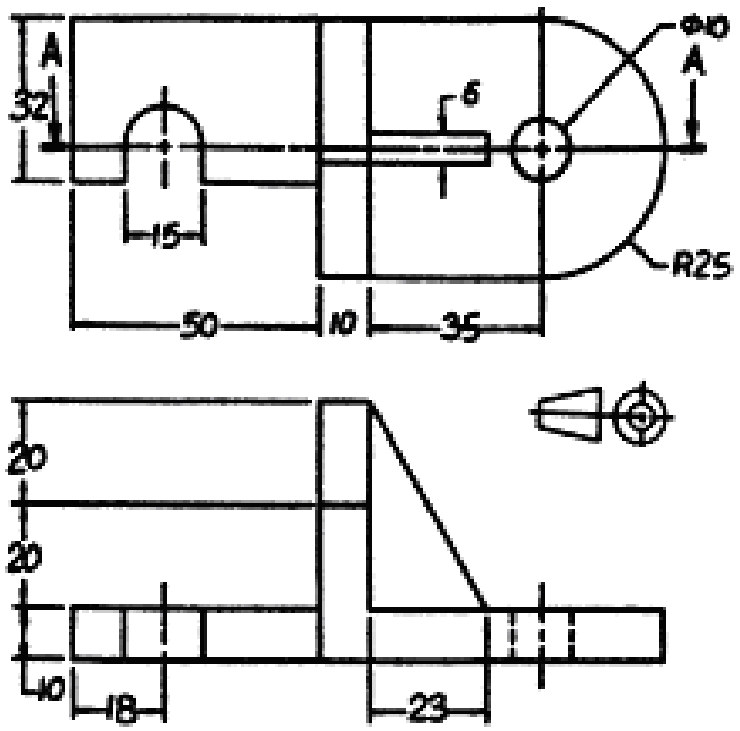


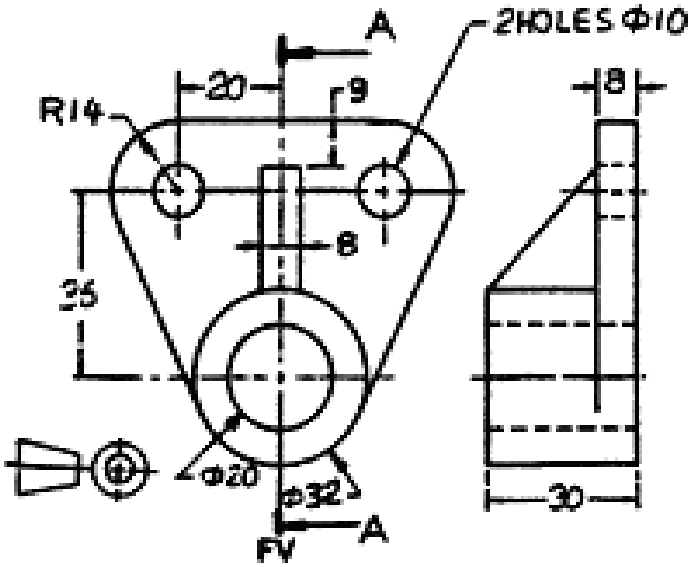


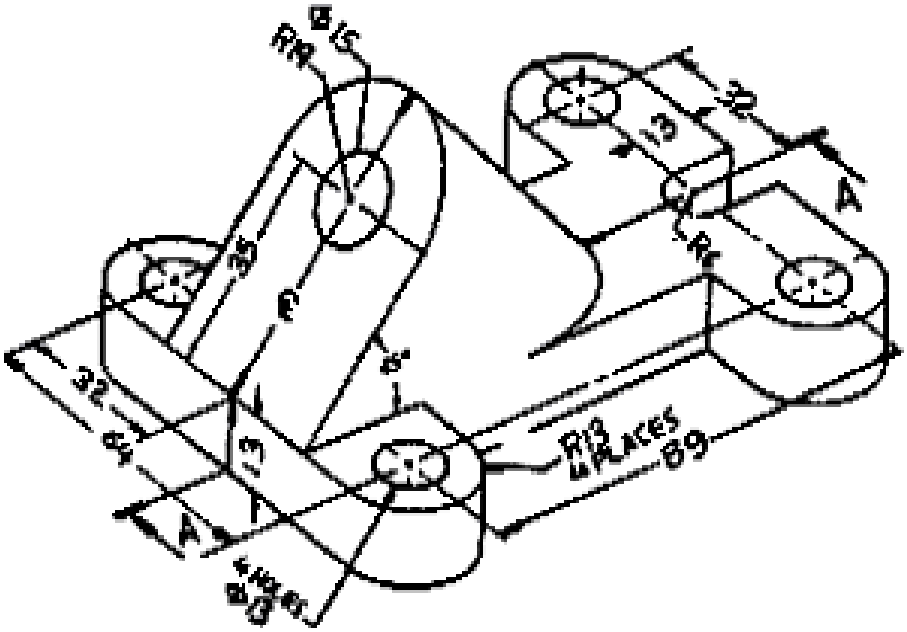
شكـــل (13.2)

5. ارسم بمقياس رسم مناسب المنظر المعلوم والقطاع A-A في كل حالة من الحالات التالية كما هو مبين على الشكل (14.2).



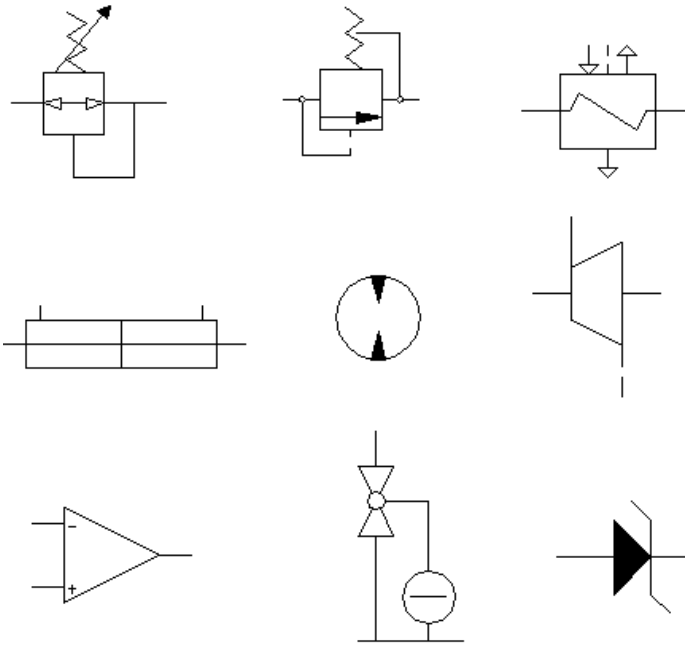

A
32
15
6
Φ10
A
R25
50
10
35
20
20
40
18
23


A
2HOLES Φ10
R14
20
9
8
8
35
Φ20
Φ32
30
FV
A

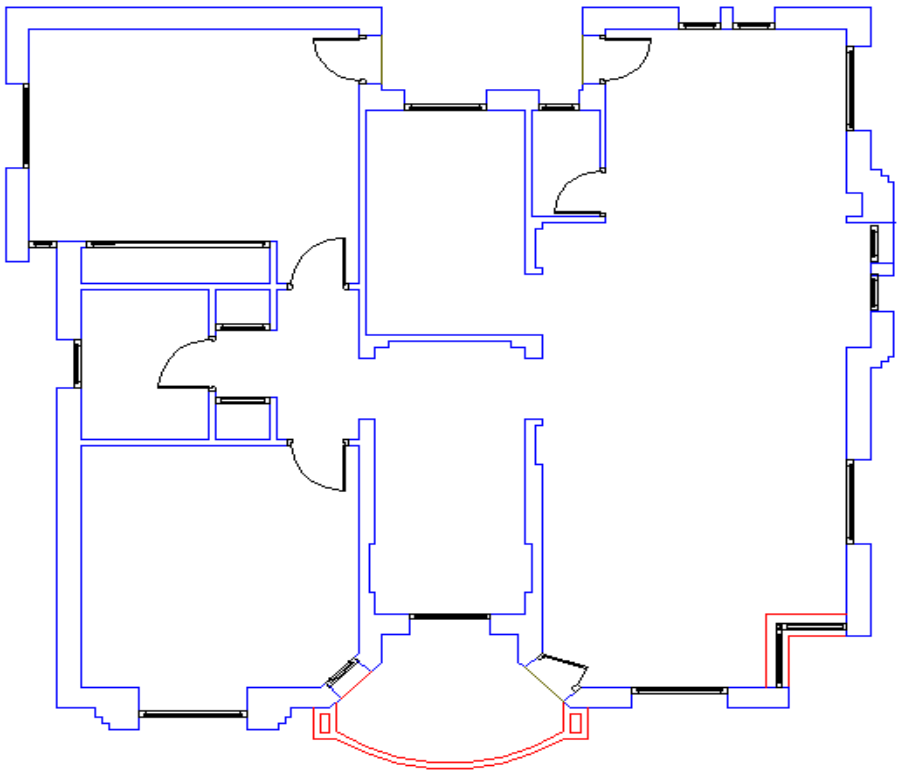


شكـــل (14.2)

6. ارسم بمقاس تكبير 1:2 كل من الرموز الهيدروليكية والكهربائية والحرارية التالية.



7. ارسم المخطط المعماري بمقاس تكبير 1:2.



إدارة الإنتاج

القطع الميكانيكيـــة ذات المواصفات القياسية

القطع الميكانيكيـــــة ذات المواصفات القياسية

الجدارة: التعرف إلى القطع والأنظمة ذات المواصفات القياسية على غرار أنظمة الربط والنوابض والمحامل والتروس و بعض طرق حساباتها ورسمها.

الأهداف: عند الانتهاء من هذه الوحدة التدريبية يكون المتدرب قد:

1. تعرف إلى وظائف ومجالات استخدام أنظمة الربط والنوابض والنوابض والمحامل والتروس وغيرها من القطع والأنظمة ذات المواصفات القياسية
2. تدرب على الرسومات الاصطلاحية والمبسطة والفنية لهكذا انظمة.
3. تعرف إلى طريقة رسم و تحليل منحنى الأنفوليوت
4. صار قادراً على اختيار وحساب التروس

مستوى الأداء المطلوب: يطلب من المتدرب إتقان المهارة بنسبة 100٪

الوقت المتوقع للتدريب: ست عشرة ساعة

الوسائل المساعدة:

1. جهاز عرض Data Show
2. سبورة

متطلبات الجدارة:

اجتياز مقرر الرسم الهندسي (111ميك) زائد الوحدة الأولى والثانية

1.3 أنظمة الربط FASTENERS

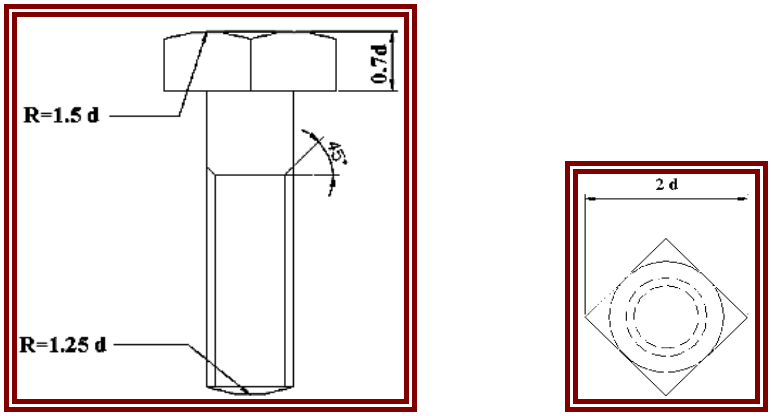
تعتبر أنظمة الربط الأكثر تنوعاً وثراءاً إذ تزخر بها العديد من المكتبات الورقية والرقمية في مجال الهندسة الميكانيكية ومنها:

ب. البراغي BOLTED JOINTS

تعرف البراغي بأنها روابط ملولبة خارجياً تمتاز كونها وصلات مؤقتة بالإمكان فكها وتجميعها مرة أخرى لذلك فهي تستعمل بكثرة في التركيبات والآلات وغيرها من التطبيقات الميكانيكية. من أهم أنواع البراغي المسامير ذات الرأس المسدس والمسامير ذات الرأس المربع ويتم اختيار مواصفاتها باستعمال جداول فنية توفرها الشركات المصنعة أو هيئات المعايرة المعتمدة عالمياً.

- **المسامير المربعة** (الشكل (1.3)).

عند رسم المسامير المربعة يكتفى برسم مسقطين هما المسقط الرأسي والأفقي نظراً للتناظرية المحورية التي أشرنا إليها في الوحدة الأولى. يكون المسقط الأفقي على شكل مربع ويؤخذ قطر المسمار من مواصفات الأيزو المبوبة في جداول خاصة مثل M20x2.5. يرمز هنا إلى قطر متري (M20) ومقدارخطوة قلووظ متري (2.5).

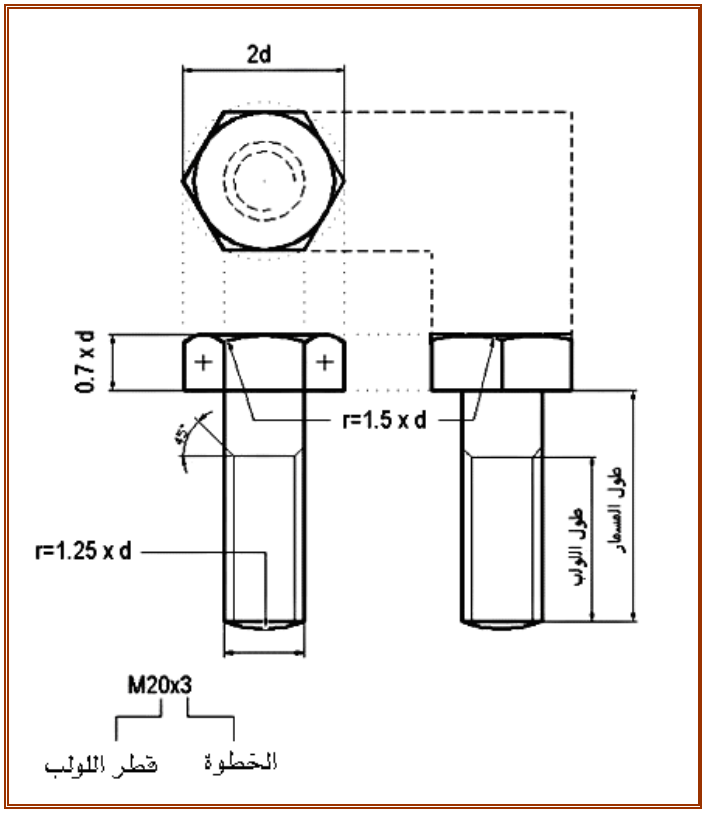


شكـــل (1.3)

▪ المسامير المسدسة

يتم رسم المسامير المسدسة عادة على ثلاثة مساقط الشكل (2.3).

- ✓ المسقط الأفقي ويكون على شكل سداسي يرسم على شكل دائرة قطرها ضعف قطر اللولب (2d) ويتم تقسيمها إلى ستة نقاط، توصل النقاط مع بعضها فنحصل على الشكل السداسي.
- ✓ المسقط الرأسي و الجانبي يتم رسمهما بإسقاط جميع النقاط التي في المسقط الأفقي على الرأسي والجانبي مباشرة، ويحدد ارتفاع رأس المسمار من العلاقة التقريبية (0.7 x d)، كما ترسم الأقواس الموجودة في رأس المسمار باعتماد العلاقة التقريبية (r = 1.5 x d) للقوس الكبير الموجود في الرأسي وأيضاً لأقواس المسقط الجانبي، وأما التي في أطراف رأس المسمار في المسقط الرأسي فترسم بالارتكاز في وسط المستطيل. أخيراً، القوس الموجود في أسفل المسمار فيرسم عن طريق العلاقة (r = 1.25 x d).



شكل (2.3)

▪ الصواميل (NUTS)

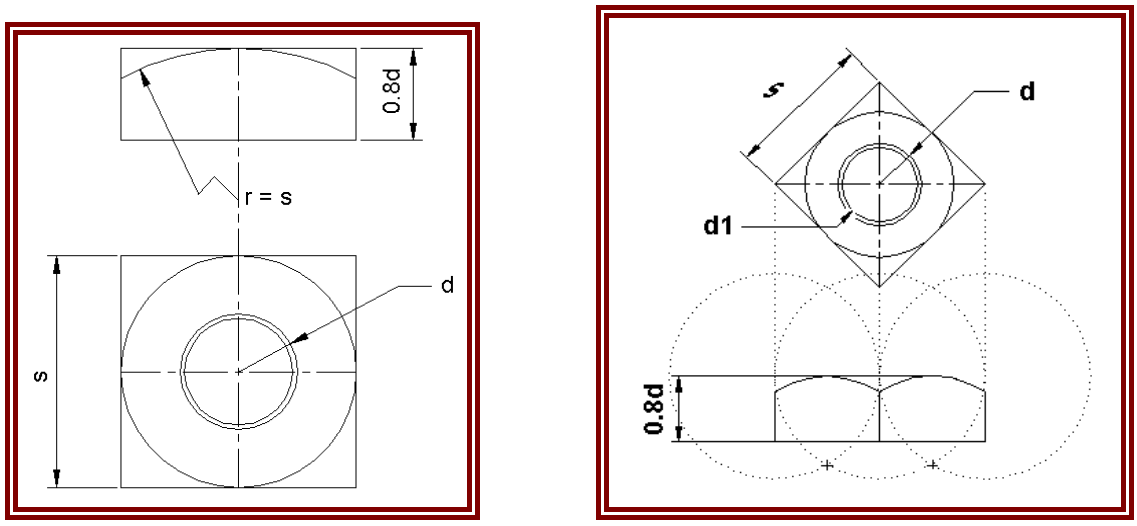
تستخدم الصواميل عادة لربط المسامير الملولبة لمنعها من الحركة والاهتزازات و تستخدم الصامولة المناسبة مع المسمار المناسب لها. فالمسامير السداسية تثبت بصامولة سداسية وكذلك المسامير المربعة فهي تثبت بصواميل مربعة ولهذين النوعين من الصواميل ارتفاع أكبر قليلاً من ارتفاع رأس المسمار الذي يستعمل مع الصامولة وتكون عادة مشطوفة من جهة واحدة وأحياناً من جهتين. يتم اختيار مواصفات الصواميل باستعمال جداول فنية تو فرها الشركات المصنعة أو هيئات المعايرة المعتمدة عالمياً. نستعرض فيما يلي طرق رسم الصواميل المربعة والمسدسة.

✓ الصواميل المربعة :

الشكل (3.3) يبين مسقطين لصامولة مربعة حيث يتم رسم المسقط الرأسي على شكل مستطيل ارتفاعه يساوي (0.8 d) ويرسم القوس الناتج من عملية شطف الأركان بنصف قطر يساوي

(r = s).

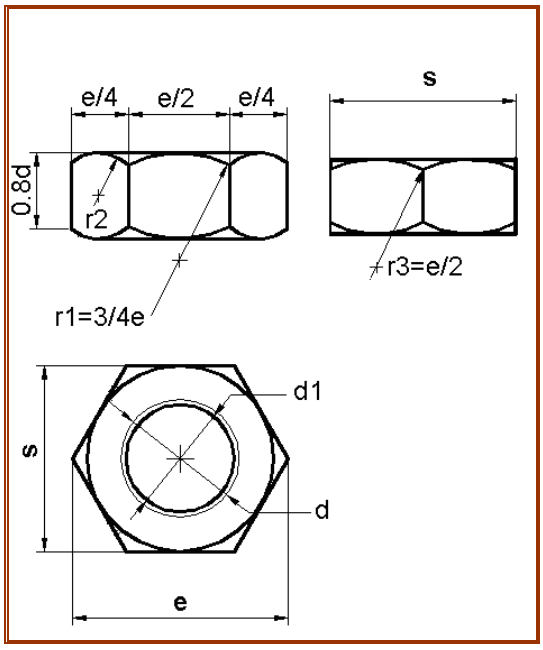
على يمين الشكل (3.3) يظهر مسقطين لصامولة مربعة على شكل معين. يبرز في المسقط الرأسي سطحين وليس سطح واحد كما في الطريقة على يسار الشكل (3.3). يتم رسم الأقواس عن طريق ثلاث دوائر تتقاطع فيما بينها .



شكـــــل (3.3): صامولة مربعة

✓ **الصموااميل المسدسة :**

يبين الشكل (4.3) ثلاثة مساقط لصامولة مسدسة مرفقة بالأبعاد الخاصة بها.



شكـــــل (4.3): صامولة مسدسة

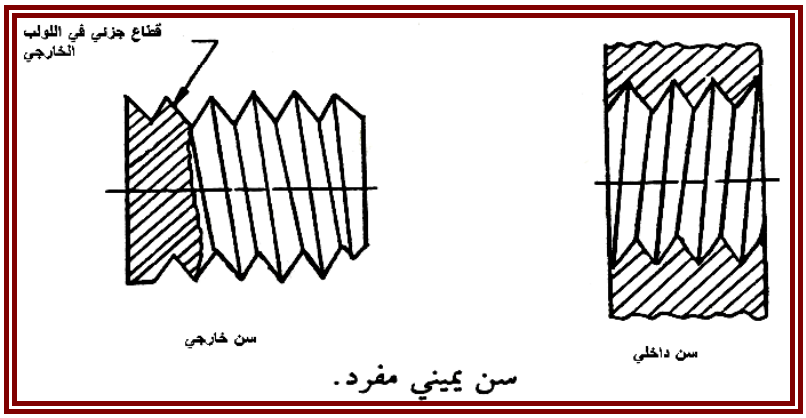
ب. اللولب (القلاووظ) THREADED FASTENER

اللوالب عبارة عن أعضاء مسننة ذات قيعان وقمم (من الخارج كالمسامير و من الداخل كالصواميل)، وتستخدم لتثبيت عضوين أو أكثر تثبيتاً مؤقتاً بحيث يمكن فك الأعضاء المثبتة بدون إتلافها وذلك عن طريق فك اللولب. نستعمل مع اللولب وردات (WASHERS) لزيادة قوة الضغط ولمنع تآكل الأجزاء المثبتة. يتم اختيار مواصفات اللولب والوردات باستعمال جداول فنية توفرها الشركات المصنعة أو هيئات المعايرة المعتمدة عالميا.

أهم المصطلحات المستخدمة في موضوع اللولب :

- **سن اللولب (THREAD):** مجرى لولبي مقطوع من السطح الخارجي أو الداخلي لجزء اسطواني أو مخروطي.
- **القطر الأكبر (MAJOR DIAMETER) :** أكبر قطر لأسنان اللولب ويساوي ضعف المسافة بين حرف السن والمحور.

- **القطر الأصغر (MINOR DIAMETER):** أصغر قطر لأسنان اللولب ويساوي ضعف المسافة بين قطاع السن والمحور.
- **الخطوة (PITCH):** المسافة بين سنين متتابعين وتقاس المسافة باتجاه مواز للمحور.
- **قطر الخطوة (PITCH DIMETER):** قطر اسطوانة وهمية يقاطع سطحها أسنان اللولب عند تساوي عرض السن مع عمق المجرى.
- **حرف السن (CREST):** السطح الذي يصل بين حرف الأسنان الأكثر بعداً عن محور الاسطوانة أو المخروط.
- **قاع السن (ROOT):** السطح الذي يصل بين أطراف الأسنان الأقرب من محور الاسطوانة أو المخروط.
- **عمق السن (DEPTH):** المسافة المعامدة للمحور بين قاع السن والحرف.
- **التقدم (LEAD):** المسافة التي يتحركها اللولب باتجاه المحور في دورة كاملة.
- **نظام السن اليميني (RIGHT-HAND THREAD):** تدخل السن في الصامولة عند إدارة اللولب باتجاه عقارب الساعة عكس نظام السن الأيسر (LEFT-HAND THREAD).
- **السن المفرد (SINGLE THREAD):** السن الذي يتطلب تشكيله للولب واحد على سطح الاسطوانة وتكون الخطوة مساوية للتقدم وهو الأكثر شيوعاً عند الاستعمال كما يظهر على الشكل (5.3).

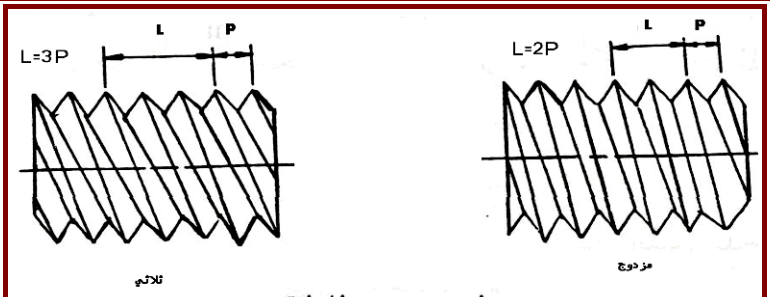


سن يميني مفرد.

شكـــل (5.3)

- **السن متعدد اللولبة (MULTIPLE THREAD):** سن مركب مكون من أكثر من لولب واحد على سطح الاسطوانة ويستعمل عادة في تسريع حركة المسمار رجوعاً إلى الصامولة.

مسافة التقدم تساوي في هكذا حالة **الخطوة ظارب عدد اللولب** كما يظهر على الشكل (6.3)حيث هناك سناً مزدوجاً وآخر ثلاثياً.

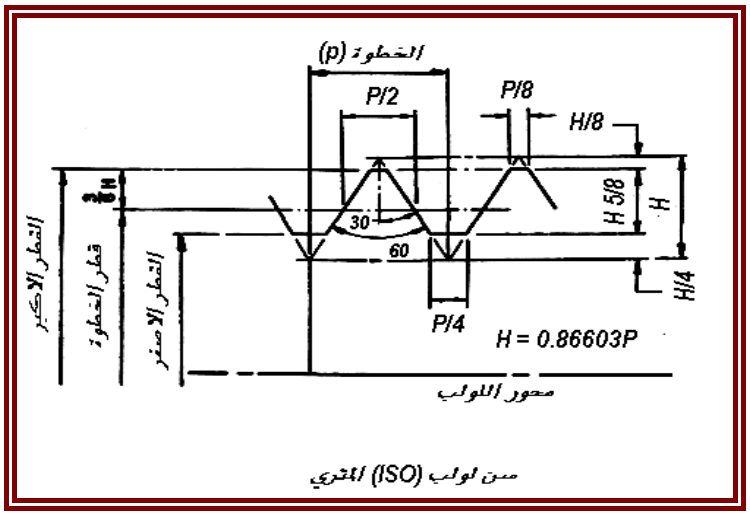


شكـــل (6.3)

من جهة أخرى يجدر بنا التأكيد على أشكال أسنان اللولب وفيما يلي بعض أهم أشكال اللولب وطريقة رسمها وكتابة الأبعاد عليها.

- **السن المتري (ISO METRIC THREAD)**:

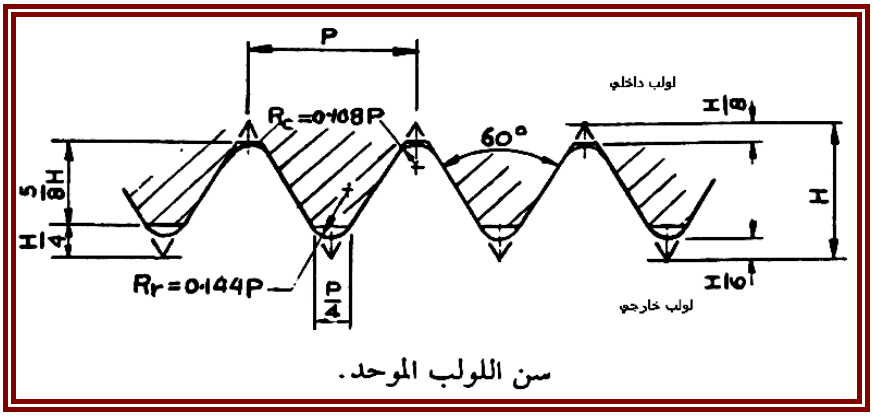
يعتبر الأكثر استخداماً على النطاق العالمي وخصوصاً في حالة اللولب المعدة للربط والتثبيت كالمسامير الملولبة وفيما يلي رسم توضيحي لهذا النوع كما يظهر على الشكل (7.3).



شكـــل (7.3)

o السن الموحد (UNIFIED THREAD)

يستخدم بكثرة في الولايات المتحدة وكندا وبريطانيا ويلاحظ اختلاف شكل قمة السن والقاع بين المسمار الملولب من الخارج والصامولة الملولبة من الداخل انظر الشكل (8.3).

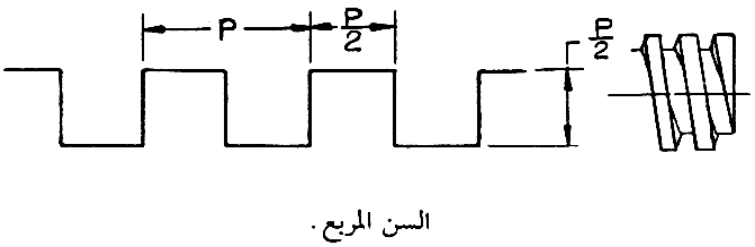


سن اللولب الموحد.

شكـــل (8.3)

o السن المربع (SQUARE THREAD)

ويستعمل عند نقل القوى باتجاه محور اللولب كالروافع والمخارط. انظر الشكل (9.3)

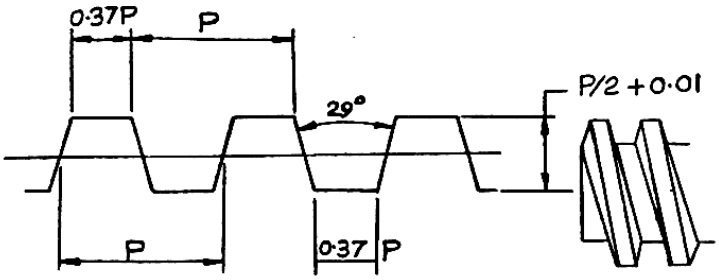


السن المربع.

شكـــل (9.3)

o السن المنحرف (TRAPEZOIDAL THREAD)

وهو شبيه بالسن المربع من ناحية الشكل والاستخدام. انظر الشكل (10.3).

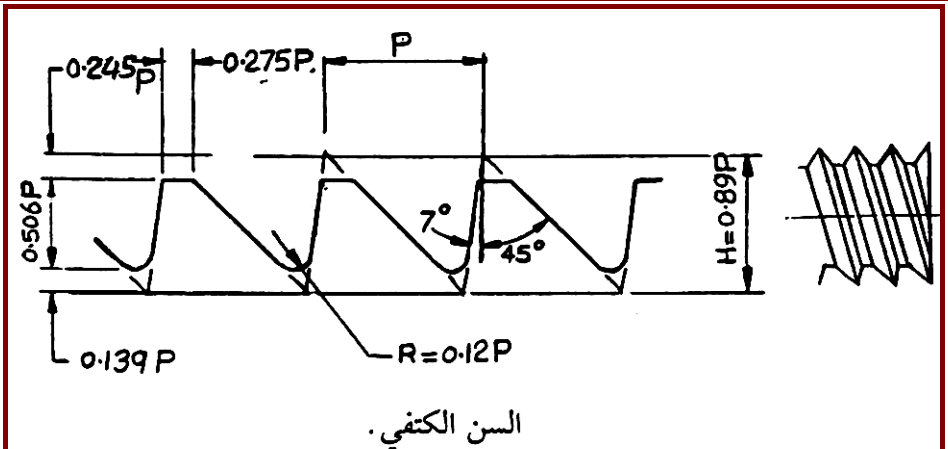


سن أكم أو شبه المنحرف (في النظام المتري).

شكـــل (10.3)

- **السن الكتفي (BUTTRESS THREAD)**

يركز استخدامه عند نقل القوى في اتجاه واحد فقط مثل عمود دوران الملزمة كما هو موضح على الشكل (11.3).



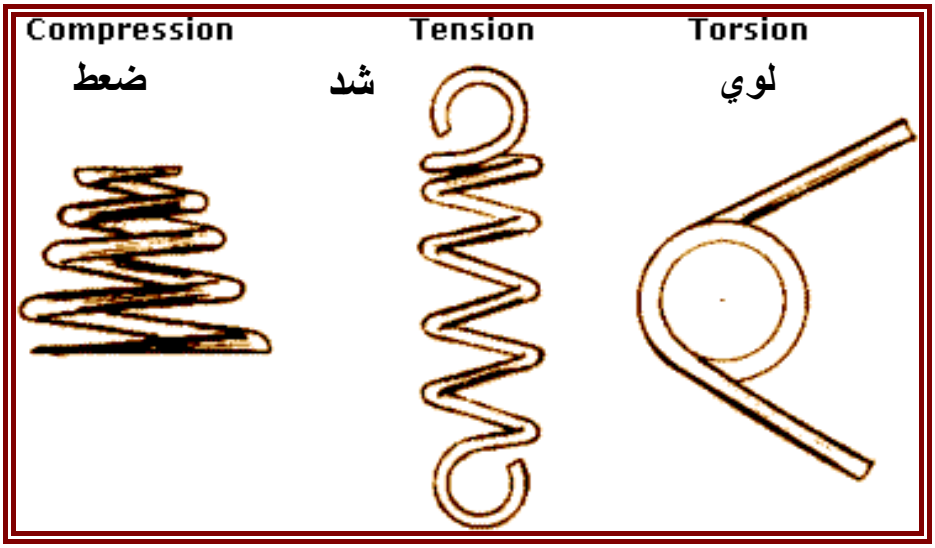
السن الكتفي.

شكـــل (11.3)

2.3 النوابض SPRINGS

يعرف النابض بأنه جسم مرن يمتص الطاقة (ELASTIC ENERGY) فيخزنها في حالة تعرضه إلى أحمال خارجية_ من قوى مركزة، قوى مبعثرة أو عزوم ليعيدها ثانية للنظام الميكانيكي عند زوالها فيعود النظام إلى وضعه الأساس. تستعمل في العديد من الأستخدامات ومنها المعدات، العدد

اليدوية و الآلات، حيث يقوم بربط الأجزاء بعضها مع البعض بمرونة . يظهر الشكل (3 .12).بعض أنواع النوابض.



شكـــــل (12.3): بعض أنواع النوابض

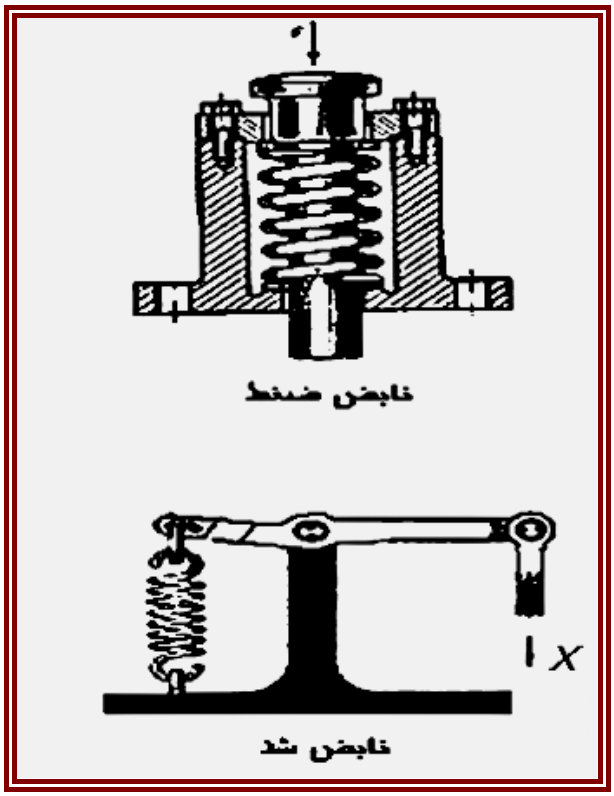
من أهم أنواع النوابض المستعملة في التجميعات و الأنظمة الميكانيكية نوابض الضغط ونوابض الشد ذات الشكل اللولبي، وسنتناول فيما يأتي كل منها بشيء من التفصيل.

أ. نوابض الضغط SPRINGS COMPRESSION

وهي إحدى أنواع النوابض اللولبية المصممة بالأساس لمقاومة القوى الضاغطة على مستوى المحور. تعرف هذه النوابض بتباعد المسافات بين لياتها ويتم اختيار المواصفات الهندسية والفنية لنوابظ الضغط والشد باستعمال جداول فنية توفرها الشركات المصنعة أو هيئات المعايرة المعتمدة عالمياً.

ب. نوابض الشد SPRING EXTENSION

وهي كما تقدم سابقاً تندرج ضمن أنواع النوابض اللولبية وصممت بصورة أساسية لمقاومة قوى الشد على مستوى المحور. تكون المسافة بين الليات صغيرة وأقرب إلى الالتصاق. يبين الشكل(3 .13) تطبيقين لاستعمال نوابض الشد و الضغط.



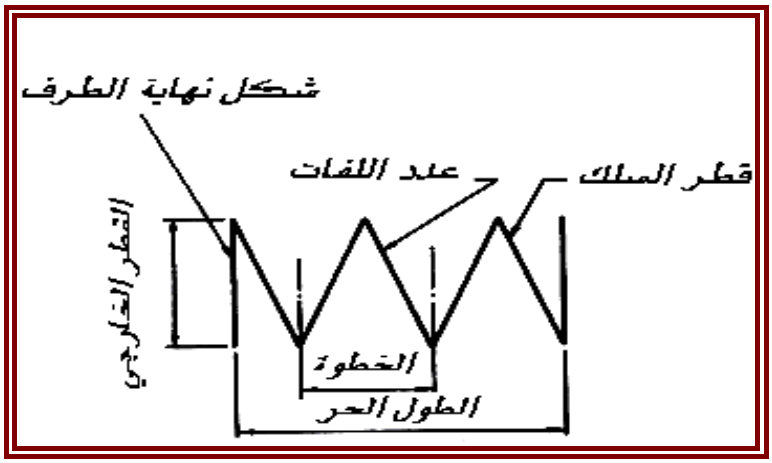
شكـــــل (13.3): تطبيقات النوابض

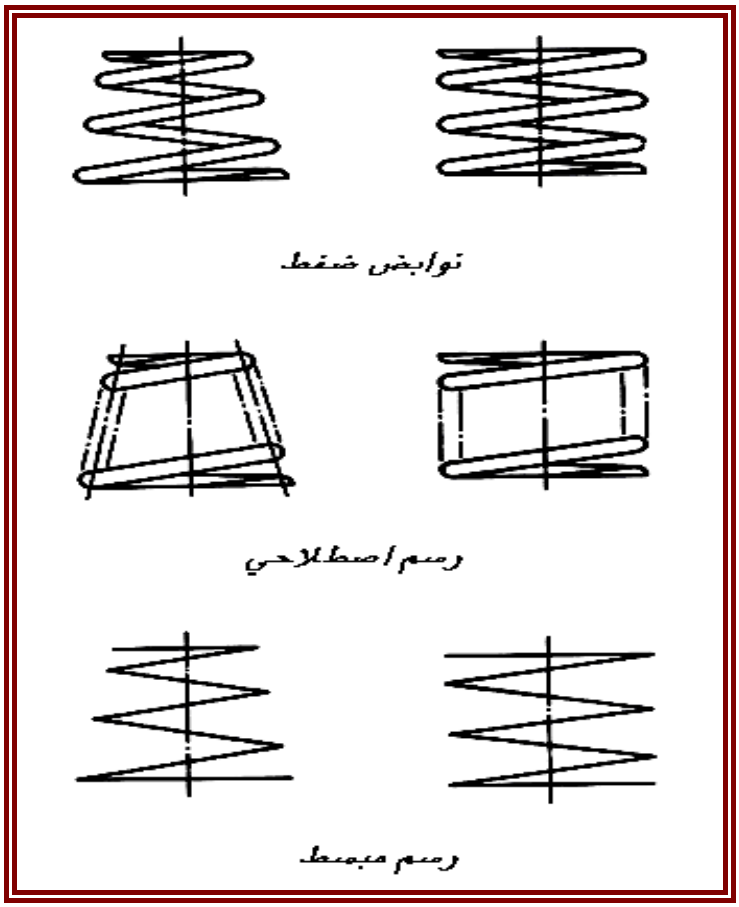
1.2.3 طريقة رسم النوابض SPRINGS

يخضع رسم النوابض إلى مجموعة من القواعد تحكم كل من طريقة الرسم الاصطلاحي والرسم المبسط للنوابض.

أ- نوابض الضغط

يعتبر نابض الضغط حلاً تقنياً لعدة تطبيقات هندسية بحيث يكون جزءاً أو مجموعة من الأجزاء في أكثر من وضع بحسب الحاجة الوظيفية للنظام. ونستعمل نوابض الضغط في مجالات التحكم مثلاً وتمديدات القوة. أما فيما يخص الرسم فيراعى استخدام طريقة معينة لكتابة الأبعاد وكذلك البيانات الهندسية اللازمة للرسم كما سنرى في الأمثلة والتمارين القادمة. يبين الشكل (14.3) المصطلحات وطريقة رسم نابض الضغط.

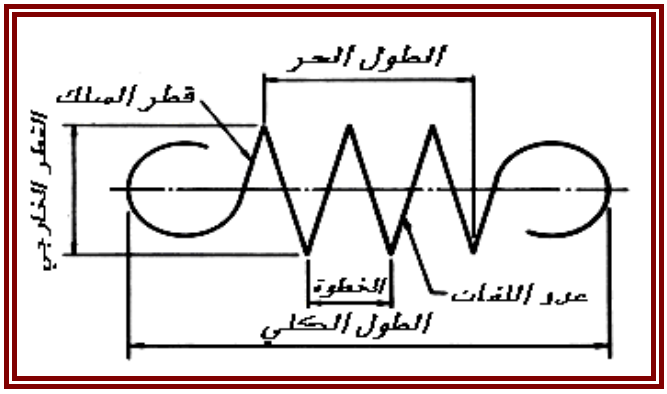


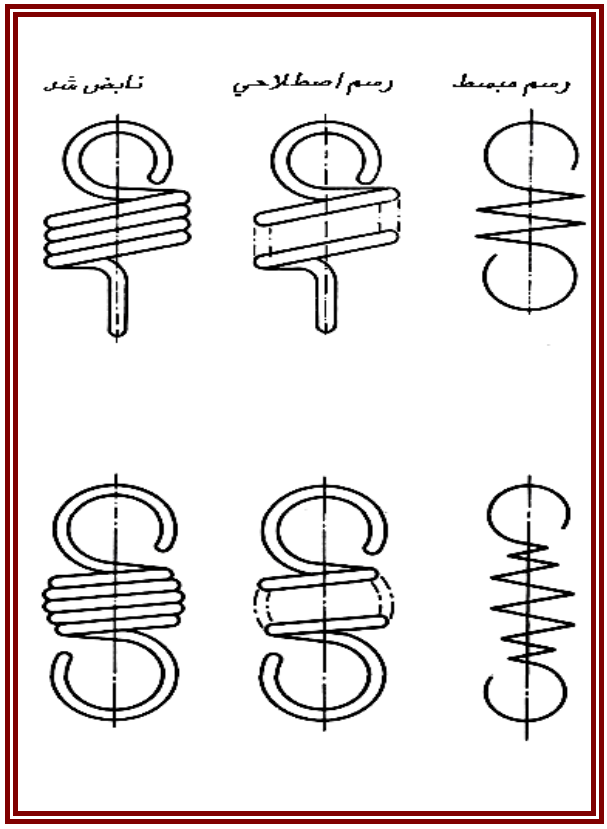


شكـــــل (14.3): رسم نوابض الضغط

ب. نوابض الشد

عند رسم نوابض الشد يراعى استخدام طريقة خاصة على غرار ما ورد فيما يخص رسم نوابض الضغط (فقرة أ 1.2.3§). يبين الشكل (15.3) المصطلحات وطريقة الرسم لنابض الشد.





شكـــل (15.3): رسم نوابض الشد

3.3 المحامل BEARINGS

تستعمل المحامل لتأمين الحركات الدورانية عالية السرعة على غرار حركة الكرنكات و أعمدة التحكم و القوة في السيارات. فالمحامل تتكون من جزئين (خارجي و داخلي) يحويان عناصر تدحرجية ذات أشكال كروية أو الاسطوانية/مخروطية تقوم بتحويل الحركة الدورانية و تحمل الإجهادات الناتجة عن الأحمال الخارجية للنظام الميكانيكي. الشكل (16.3) يظهر عينات محامل ذات استعمالات مختلفة.

نعومة الأسطح زائد نوعية معدن التصنيع و عامل التبريد و الأحمال الخارجية كلها تأخذ في الاعتبار عند حساب واختيار المحامل. تحدد المواصفات الهندسية والفنية للمحامل باستعمال جداول فنية توفرها الشركات المصنعة أو هيئات المعايرة المعتمدة عالمياً.

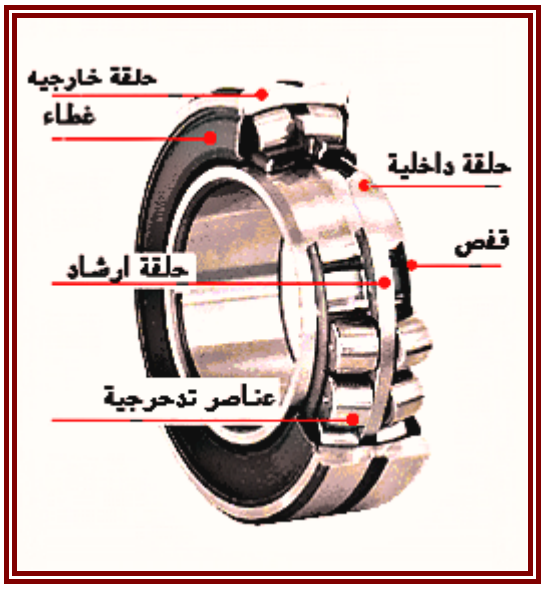
شكـــل (16.3): عينات محامل

1.3.3 أنواع المحامل وتصنيفاتها BEARINGS CLASSES

تصنف المحامل بالأساس رجوعاً إلى نوعية و اتجاهات و قيم الأحمال الخارجية المطبقة على النظام الميكانيكي. و هى تتكون من العناصر التالية كما هو مبين على الشكل (17.3):

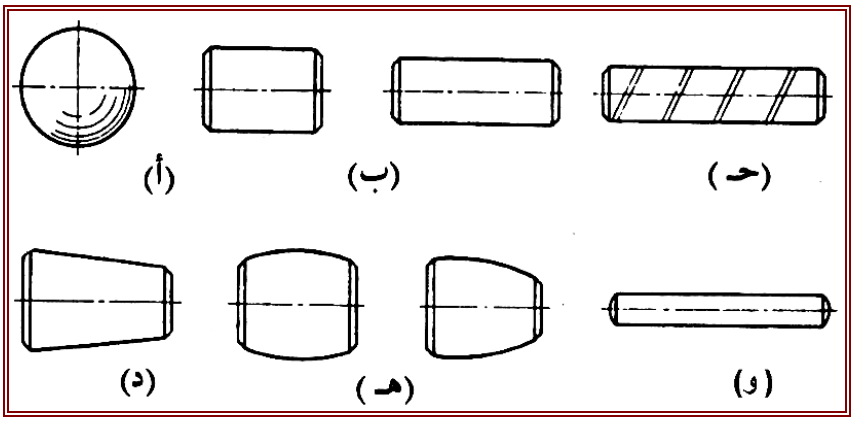
- الحلقتان الداخلية والخارجية ويوجد بهما مجرى عناصر التدحرج (كرات أو اسطوانات)

- العناصر التدحرجية
- الماسكات وهي تستخدم كفاصل بين عناصر التدحرج وكمرشد لها .



شكـــل (17.3)

في مجال التطبيقات الصناعية (شكل 18.3) يغلب استعمال المحامل الكروية والمحامل الاسطوانية أو المخروطية ولكن يوجد أصناف أخرى ذات عناصر تدحرجية مختلفة. ومنها الاسطوانية القصيرة أو الطويلة (شكل ب) و الاسطوانات المرنة والملفوفة حلزونياً (شكل ج) و المخروطية (شكل د) و البرميلية (الشكل هـ) و الأبرية (الشكل و) كما يظهر على الشكل (19.3).

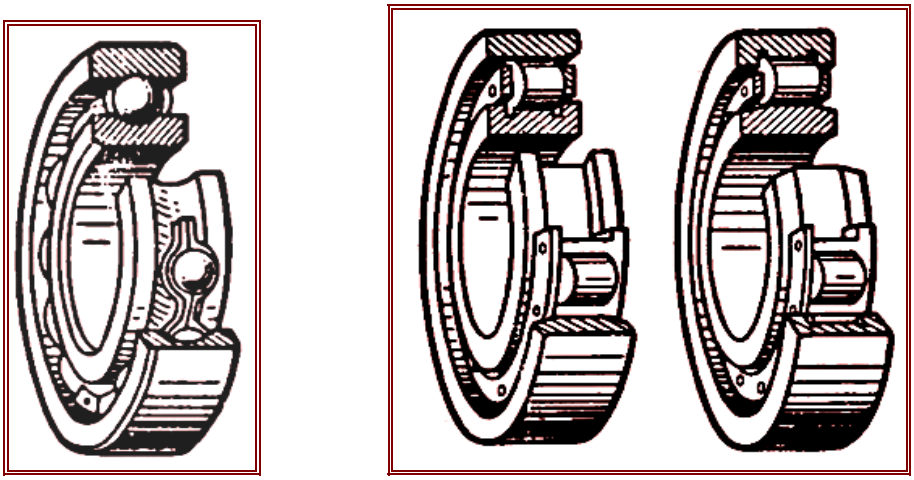


شكـــل (19.3)

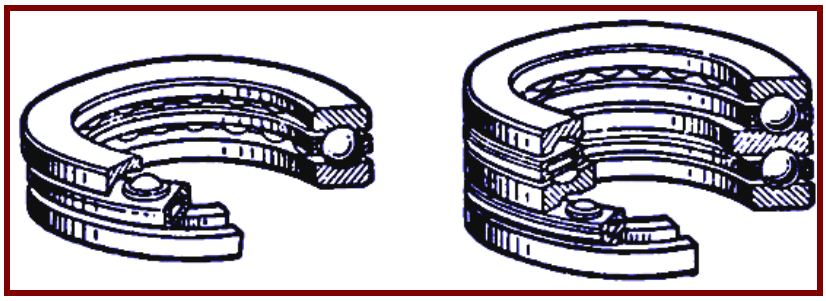
شكـــل (18.3)

بالعودة إلى طبيعة الأحمال الخارجية المطبقة على المحامل يمكن تصنيفها إلى:

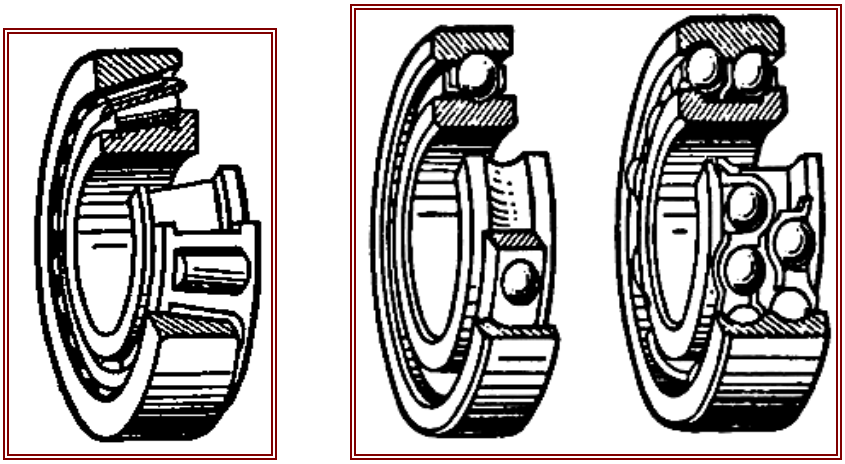
1) **محامل قطرية** وتكون في اتجاه القطر أو محور العامود (شكل 20.3)
2) **محامل محورية** و تتحمل أساساً قوى محورية متوازية مع محور العامود (شكل 21.3)
3) **محامل زاوية** وتتحمل كلاً من القوى القطرية والمحورية (شكل 22.3)



شكـــل (20.3)

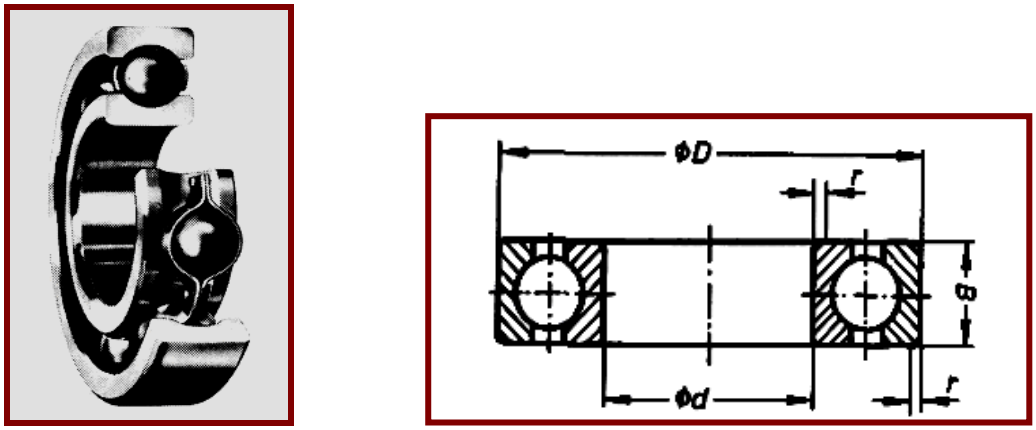


شكـــل (21.3)

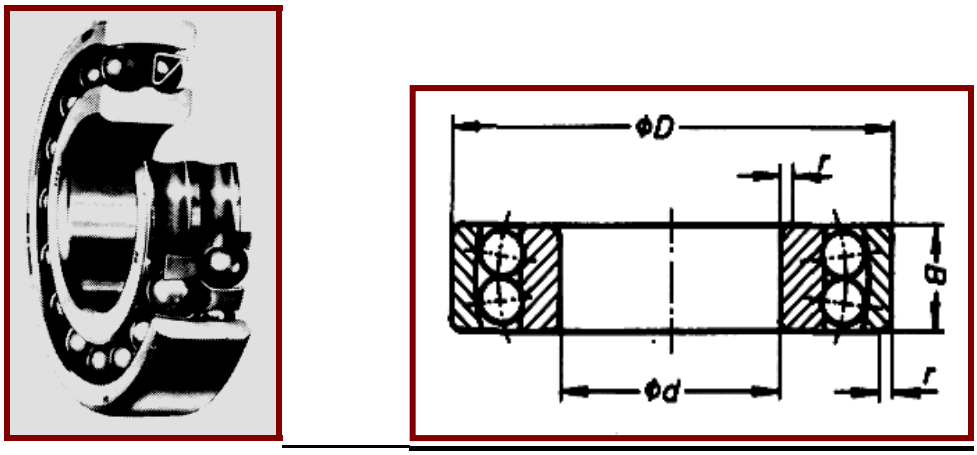


شكـــل (22.3)

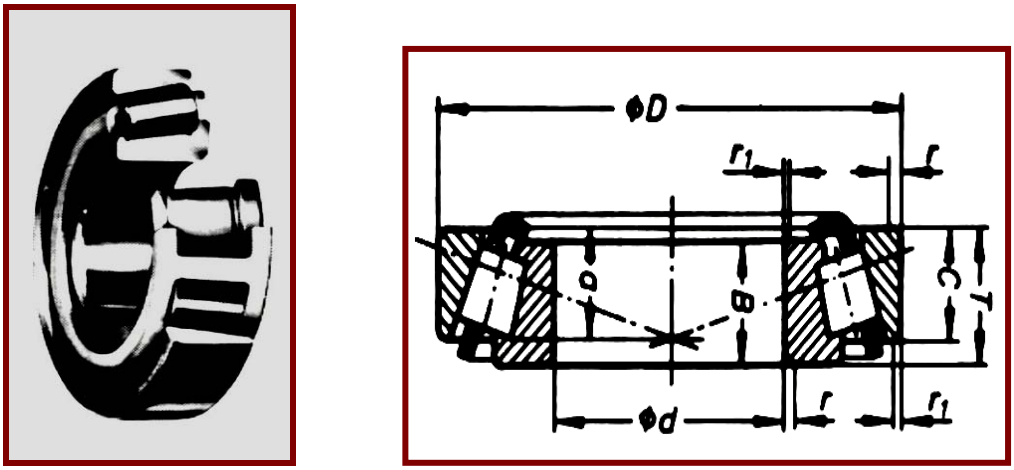
يجدر التنبيه إلى توفر أنواع فرعية من المحامل المذكورة آنفاً وهي محامل للاستخدامات الخاصة مثل المحامل القابلة للانضباط ذاتياً. وفيما يلي نستعرض بعض المحامل وطريقة تمثيلها في الرسم:



شكـــل (23.3): رسم محمل كروي



شكـــــل (24.3): رسم محمل كروي زاوية



شكـــــل (25.3): رسم محمل اسطواني قطري

4.3 التروس GEARS

تعتبر التروس من أكثر عناصر الآلات استعمالاً لنقل الطاقة والحركة (دائرية و خطية) بين محاور متوازية وغير متوازية. أيضاً ،فإن قيم الاحتكاك بين أسنان التروس ضعيفة لوجود التزييت والتشحيم علاوة على التصميم حيث أن الأسنان تتطابق في حركتها دون انزلاقات بينية(SLIPPING).

من الخصائص ومجالات استعمال التروس نذكر ما يأتي:

- العمر الافتراضي للتروس عالٍ مقارنة بغيرها من الوصلات المستخدمة لذات الغرض.

- إمكانية استخدام التروس بسرعات متغيرة وعزوم متغيرة .
- صيانة التروس سهلة الصيانة ولا تحتاج في الغالب إلا لبعض العمليات كالتزييت أو التشحيم.

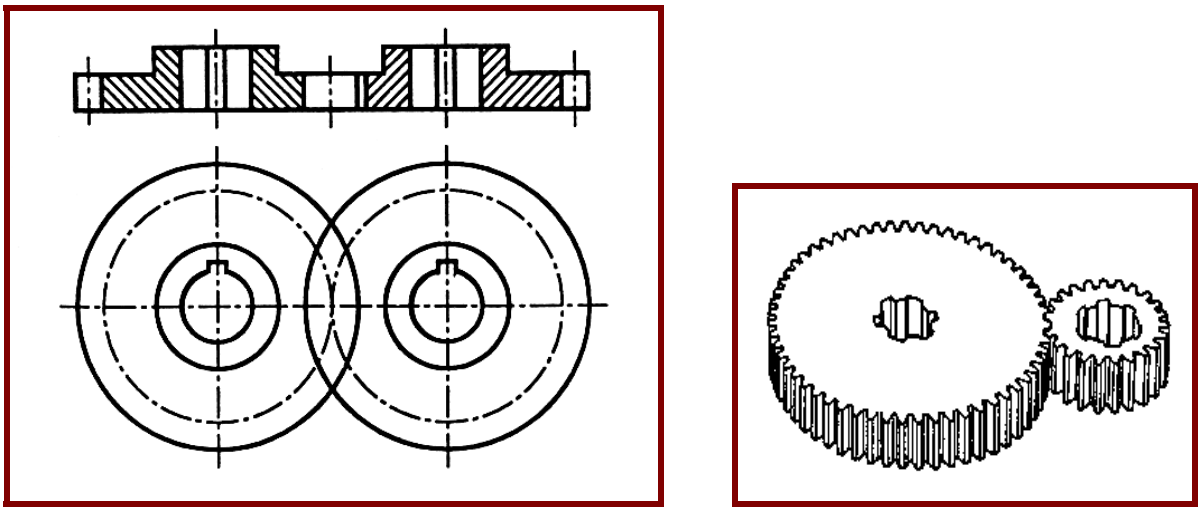
1.4.3 أنواع التروس وتصنيفاتها NOMENCLTURE

تصنف التروس أساساً بالرجوع إلى المهام الوظيفية المرتقبة من استعمالها. أما من جهة الأشكال فيمكن تقسيمها إلى:

أ- التروس الاسطوانية العدلة SPUR GEARS

وهي تروس اسطوانية ذات أسنان عدلة مقطوعة عبر المحيط الخارجي وموازية لمحور الترس/الدوران. تنتقل الحركة من ترس عدل مربوط على عمود إلى ترس عدل آخر مربوط على عمود موازٍ للعمود الأول. في حالة كون الترسان بقطرين مختلفين يسمى الصغير الترس الصغير أو البنيون (PINION) ويسمى الآخر الترس الأكبر (GEAR) كما يظهر على الشكل 26.3. نستعمل أنظمة التروس لعدة تطبيقات ميكانيكية ومنها على سبيل الذكر لا الحصر:

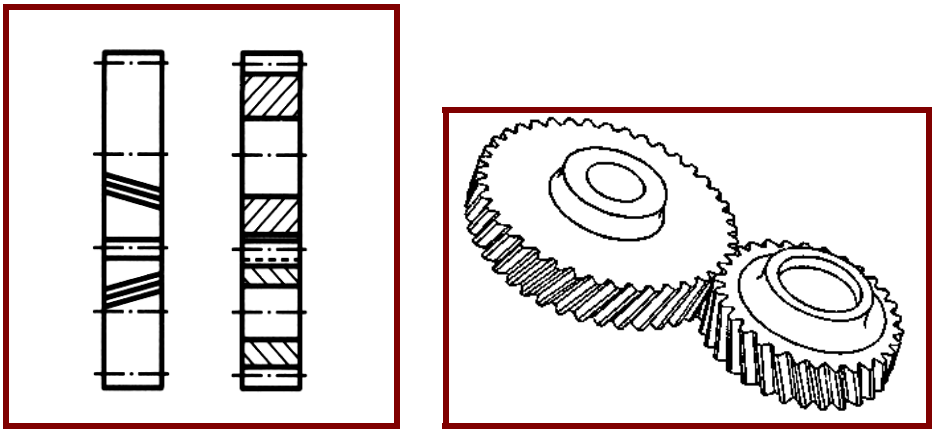
- تغيير السرعات
- تغيير العزوم أثناء عمليات نقل القوة



شكـــل (26.3): تمثيل مبسط لتروس اسطوانية عدلة

ب. تروس عدلة بأسنان مائلة HELICAL GEARS

تحليل متجهات الأحمال في التروس العدلة يفضي إلى توزيع سطحي أي ثنائي الأبعاد لإحداثيات الأحمال. أما في التروس المائلة فإن إحداثيات متجهات الأحمال تكون ثلاثية الأبعاد لكون الأسنان غير متوازية مع محور الدوران. يكون شكل السن مائلاً حلزونياً (INVOLUTE HELICOID) كما يظهر على الشكل 27.3. يكون المماس الأول في تروس الأسنان المائلة نقطة تتحول تدريجياً إلى خط بزاوية ضغط على وجه/سطح السن. أما في حالة التروس الاسطوانية العدلة فإن المماس الأولي يكون عبر خط موازٍ لمحور الدوران. الأحمال الموجهة إلى المحامل تكون مركبة قطرية محورية فيما يخص التروس ذات الأسنان المائلة.

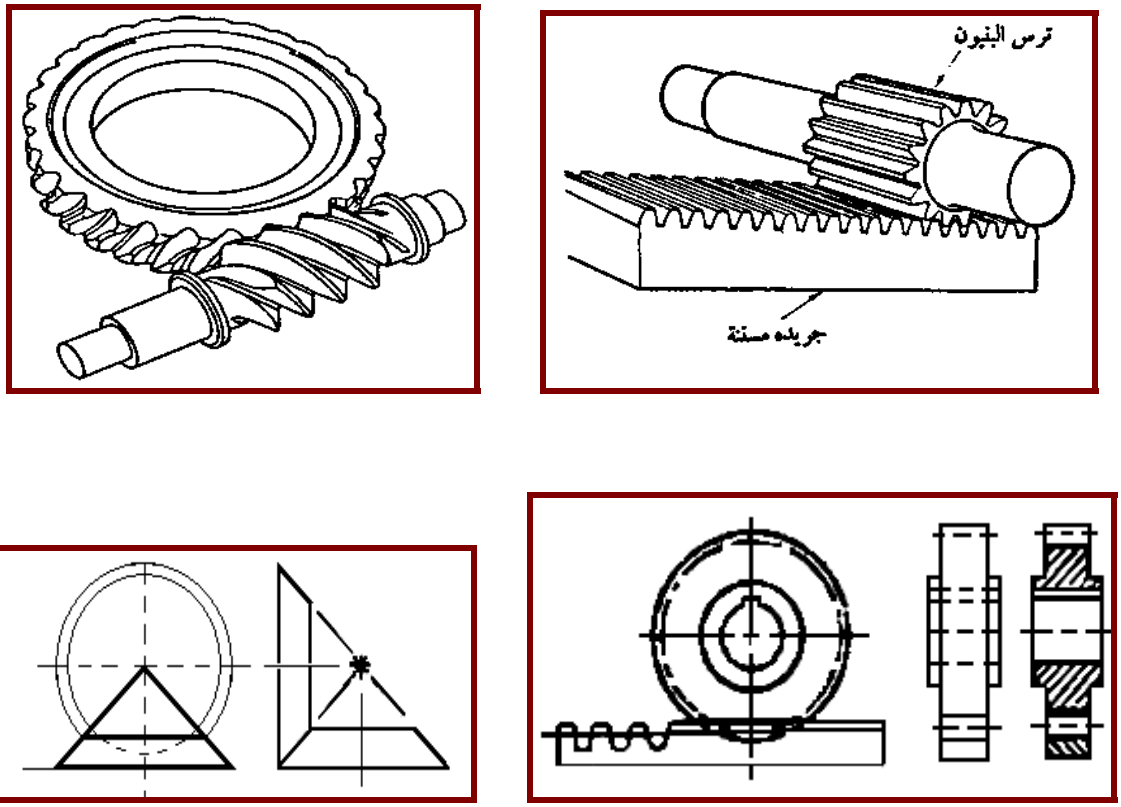


شكل (27.3): تمثيل مبسط لتروس اسطوانية مائلة

ج. ترس اسطواني عدل مع جريدة مسننة INVOLUTE PINION AND RACK

تكون الجريدة المسننة على هيئة سطح مستو له أسنان مطابقة لأسنان الترس العدل، وبذلك يمكن اعتبارها كترس بقطر خطوة لانهائي، لاحظ عدم تقاطع المحاور ووجود محور الترس على زاوية 90 درجة. أما مجال استخدام الترس الاسطواني مع جريدة مسننة فهو عند الحاجة لتحويل الحركة الدائرية إلى حركة خطية أو دائرية بزاوية محددة رجوعاً إلى محور الترس. إذا أستبدلنا الجريدة المسننة بترس فإن التروس تحافظ على نفس الوظيفة و نطلق عليها في هكذا حالة مسمى التـــــــروس الدودية.

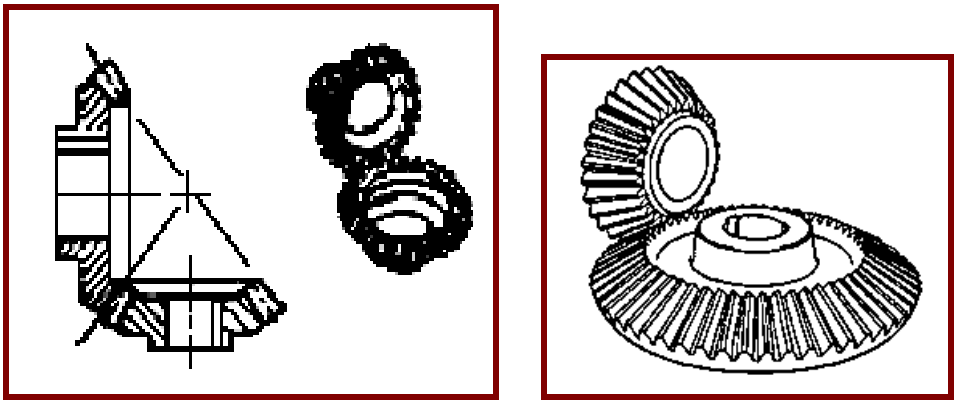
(WORM GEARING). تعشيقة التروس الدودية تتكون من عمود له أسنان حلزونية على شكل لولب يطلق عليه اسم الدودة معشق مع ترس اسطواني بأسنان حلزونية أيضاً ويطلق عليه اسم الترس الفلكي، ويؤدي دوران الدودة إلى تدوير الترس ومن ثم تنتقل الحركة من عمود الدودة إلى عمود الترس المعامد. يبين الشكل 28.3 طريقة التمثيل الاصطلاحية لتعشيقة الترس العدل مع الجريدة والتروس الدودية إضافة إلى التمثيل المبسط.



شكـــل (28.3): تمثيل مبسط لتروس عدل مع جريدة مسننة

د- التروس المخروطية BEVEL GEARS

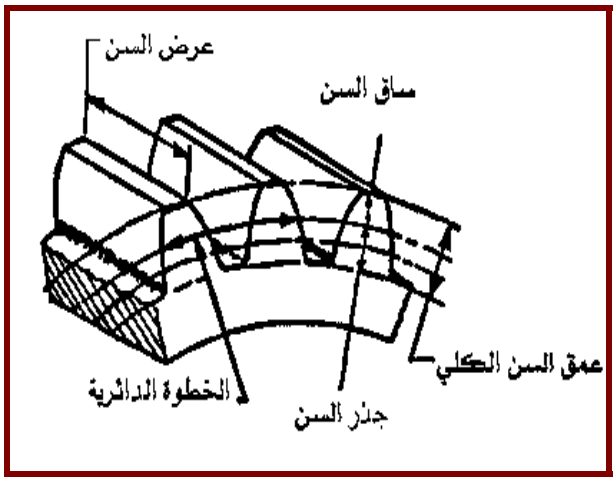
تستخدم التروس المخروطية عادة لنقل الحركة بين عمودين متعامدين وهو الغالب في التطبيق العملي أو بزاوية محددة وهو الاستثناء. تصنع الأسنان باستعمال التشغيل على الفرائز(MILLED) أو عبر الصب (CAST) أو التشكيل الصناعي (GENERATED) وهو الأكثر دقة. يسمى أصغر ترس الترس الصغير (البنيون) كما في التروس العدلة . يبين الشكل 29.3 طريقة التمثيل الاصطلاحية لتعشيقة التروس المخروطية إضافة إلى التمثيل المبسط.



شكـــــل (29.3): تمثيل مبسط لتروس مخروطية

2.4.3 مصطلحات و حسابات التروس العدلة

الشكل (30.3) يظهر ترس عدل تظهر فيه المتغيرات الأساسية المستخدمة في توصيف الترس.



شكـــــل (30.3)

وفيمايلي نورد بعض التعاريف الهامة:

- **دائرة الخطوة (PITCH CIRCLE_r)** : دائرة وهمية يقاطع محيطها نقطة المماس مع دائرة الخطوة للترس المعشق الآخر.
- **الخطوة (CIRCULAR PITCH_p)**: المسافة المقاسة على دائرة الخطوة من نقطة على السن إلى ما يقابلها على السن الذي يليه. وهو يساوي عرض السن (**t**_TOOL THICKNESS) زائد عرض الفراغ (WIDTH OF SPACE)

- **الموديول (MODULE_m)**: قسمة قطر دائرة الخطوة (**d**) على عدد الأسنان (**Z**). أي زوج من التروس يتساويان في قيمة الموديول.
- **طول القمة (ADDENDUM_a)**: المسافة القطرية من قمة السن إلى دائرة الخطوة
- **طول القاع (DEDUNDUM_b)**: المسافة القطرية من قاع السن إلى دائرة الخطوة. يكون الارتفاع الجملي(h_t) للسن يساوي طول القمة مضافة إليه طول القاع.
- **دائرة جذر السن (DEDUNDUM IRCLE)** : وهي الدائرة التي يمر محيطها بجذور الأسنان.
- **دائرة الرأس(ADDENDUM CIRCLE)** : وهي الدائرة التي يمر محيطها برؤوس الأسنان وهي أكبر دائرة.
- **دائرة الخلوص (CLEARANCE CIRCLE)**: وهي الدائرة الملامسة لدائرة الرأس للتروس.
- **قيمة الخلوص (CLEARANCE_c)**: وهي الفرق بين طول القاع والقمة
- **دائرة الأساس (r_b BASE CIRCLE_)**: وهي دائرة وهمية تستخدم لرسم الأسنان
- **خط الضغط (PRESSURE LINE_Φ)**: متجه محصلة الأحمال/القوى الناتجة على مستوى الأسنان (**Φ=20**) عادة.

فيما يأتي تلخيص لأهم قوانين حساب التروس:

$p = \frac{\pi.d}{Z} = \pi.m$	$m = \frac{d}{Z}$
$r_b = r.\cos\Phi$	$\frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{r_2}{r_1} = \frac{Z_2}{Z_1}$
$c = b - a$	$t = \frac{p}{2}$

جـــــدول:**(1.3) قوانين عامة لحساب التروس العدلة**

إذا كانت زاوية الضغط (Φ=20, Φ=25) يمكن استعمال القوانين المعيارية الموضحة على الجدول 2.3.

القيمـــــــــة	القـــــــــــــانون
a	a=m
b	b=1.25m
h_t (الأرتفاع الأدنى)	2.25m
t	m/2
c (الخلوص الأدنى)	0.25m
العدد الأدنى لأسنان الترس الأصغر(N_{pinion})	N_{pinion}=18 for Φ=20 N_{pinion}=12 for Φ=25
العدد الأدنى لأسنان زوج التروس	$N_{pinion} + N_{gear} = 36$ for Φ=20 $N_{pinion} + N_{gear} = 24$ for Φ=25

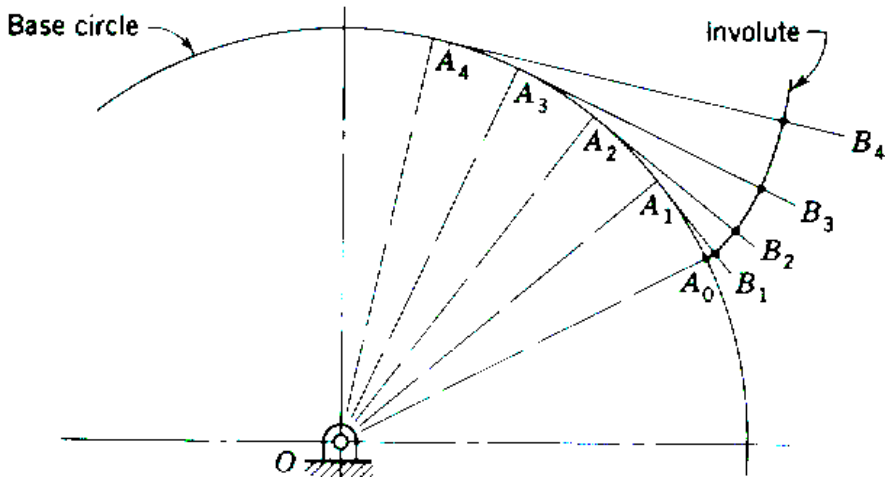
جـــــدول **(2.3)** : قوانين حساب التروس العدلة بزاوية ضغط (Φ=20, Φ=25)

نخلص الآن لتوصيف طريقة رسم زوج أسنان التروس باستعمال طريقة رسم منحنى الأنفوليوت لفهم التفاصيل التقنية لعملية تعشيق الأسنان. الشكل 31.3 و 32.3 يظهران تتابعاً رسم منحنى الأنفوليوت والأسس الهندسية لرسم سنين لزوج تروس.

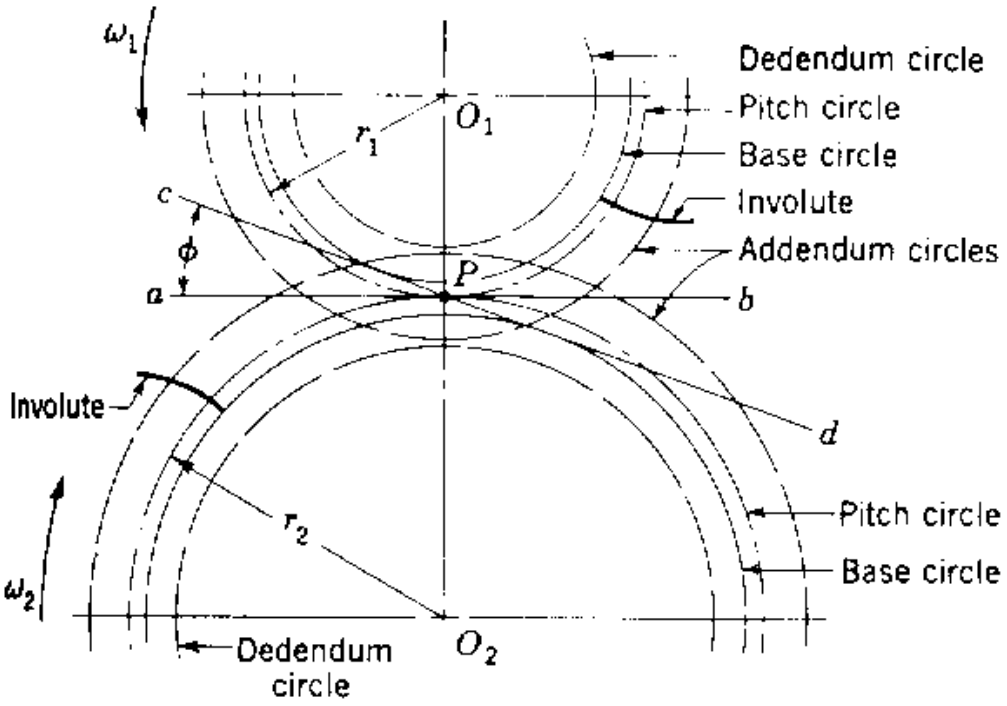
لاحظ التالي:

- معرفة كيفية رسم منحنى الأنفوليوت أساسي لفهم التفاصيل الهندسية والرياضية لعملية التعشيق بين الأسنان والاحتكاكات و خاصيات الحركة بين مكونات النظام.

- يوجد برامج حاسوب مختصة للمساعدة على حساب البارامترات الهندسية للتروس وكذلك لرسم منحنى الأنفوليوت وتندرج هذه البرامج تحت المسمى العام COMPUTER AIDED ENGINEERING



شـكـــــل (31.3) : رسم منحنى الأنفوليوت



شـكـــــل (32.3) : الأسس الهندسية لرسم سنين لزوج تروس

خطوات رسم منحنى الأنفوليوت:

1. اقسم الدائرة الأساس إلى عدد متساو من الأطراف ثم ارسم الخطوط القطرية OA_0, OA_1 OA_2, etc
2. ابدأ من A_1 وارسم خطوط المماس A_1B_1 , A_2B_2 , A_3B_3 etc.
3. حدد المسافة A_1A_0 على A_1B_1 ثم ضعف المسافة A_1A_0 على A_2B_2 ثم ثلاثة أضعاف المسافة A_1A_0 على A_3B_3 وهكذا...
4. اربط النقاط من B_1 إلى B_4 لتتحصل على مقطع لمنحنى الأنفوليوت

خطوات رسم زوج تروس عدلة:

المطلوب رسم سناً لزوج تروس مخفض سرعات ($1800rev.mn^{-1}/1200rev.mn^{-1}$).

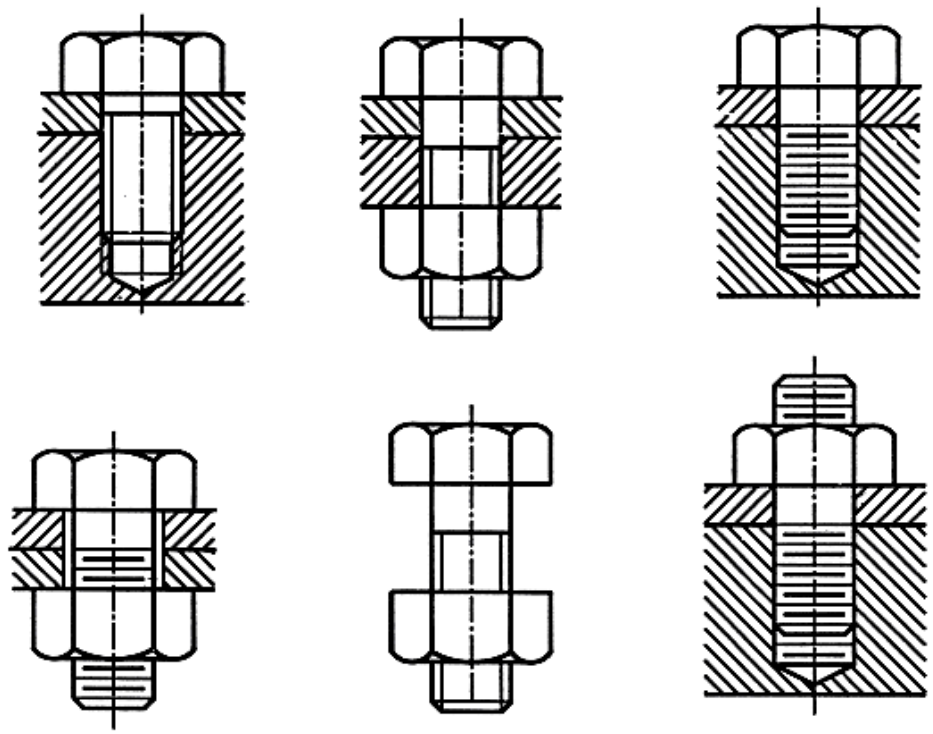
1. $\frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{r_2}{r_1} = 1.5$ نختار مثلاً 100مم كقطر دائرة الخطوة للترس الأصغر و 150مم كقطر دائرة الخطوة للترس الأكبر
2. عملياً، نختار ترس أصغر (Z=18) و ترس أكبر (Z=30) و موديول (m=12mm). لاحظ المحافظة على النسبة التقريبية 3:2 فيما يخص عامل قسمة الأسنان.

$$d_1 = mZ_1 = 12(18) = 216mm$$
$$d_2 = mZ_2 = 12(30) = 360mm$$

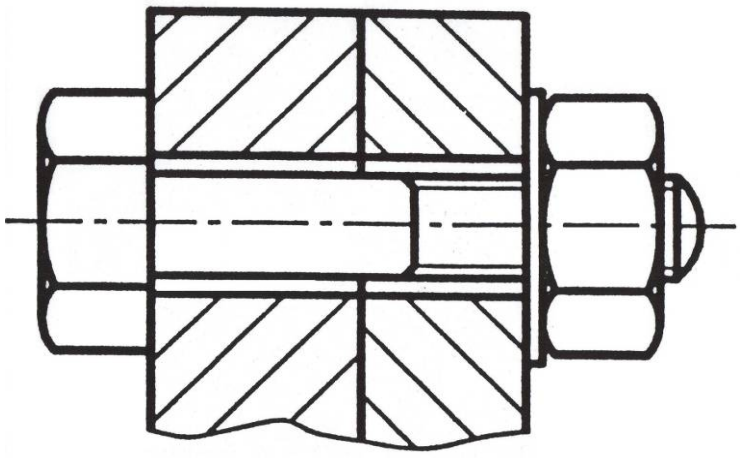
3. حدد مركزي الترسين و هما على مسافة بينية 288 مم =$((d_1+d_2)/2)$
4. ارسم كل من دائرة الخطوة للترسين بقطري d_1 و d_2 حول المركز O_1 و O_2. يكون المماس على مستوى نقطة الخطوة (PICH POINT)
5. على أعتبار الترس الأصغر هو الترس الحامل (DRIVER) في اتجاه عكس عقارب الساعة. نقوم برسم الخط cd بزاوية ضغط $\Phi=20$. يتم التقاطع مع خط المماس الأفقي على مستوى النقطة P
6. ارسم دائرتي الأساس المماستين لخط الضغط ومركزهما O_1 و O_2
7. أخيراً، ارسم منحنى الأنفوليوت لكل دائرة أساس لكلا الترسين.

تمـــاريـــــن

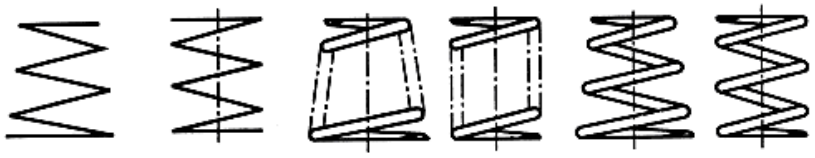
1. بمقياس رسم مناسب ارسم التجميعات الهندسية الموضحة في الشكل التالي. تؤخذ الأبعاد من الرسم مباشرة ؟

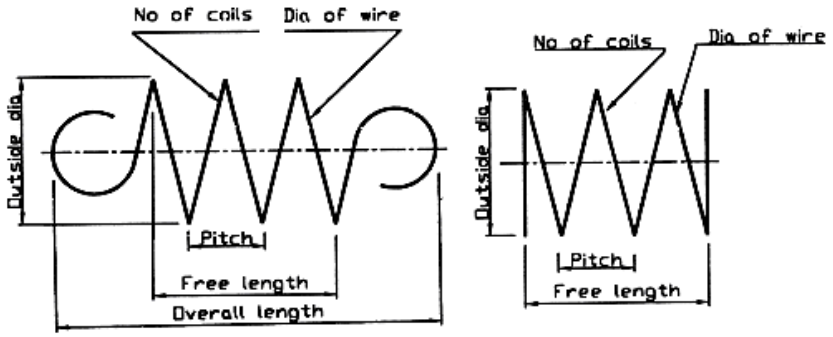


2. ارسم التجميع التالي مع العلم بأن أبعاد المسمار والصامولة M20x3



3 . ارسم بمقياس رسم مناسب نوابض الشد والضغط التالية. تؤخذ الأبعاد من الرسم ؟



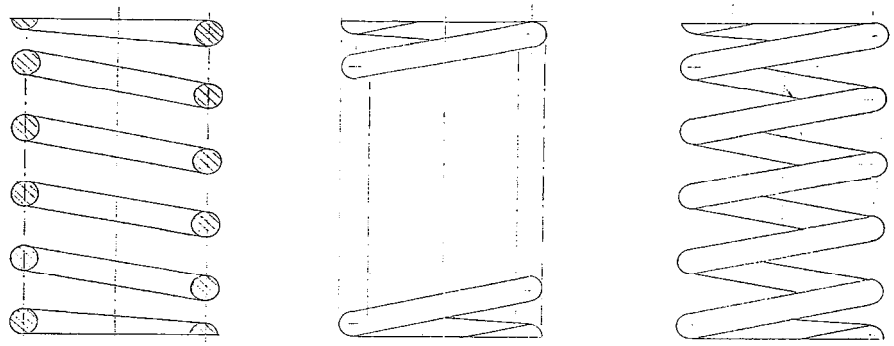


4. نابض ضغط اسطواني مقاساته كالتالي :

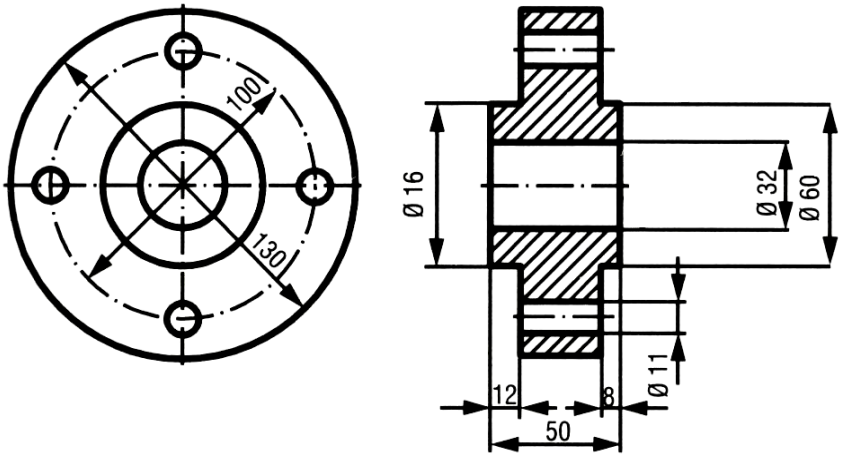
الطول الحر L_o=12.5mm القطر الخارجي D=7.5mm الخطوة P =2.6 mm
قطر السلك d =1mm

المطلوب:

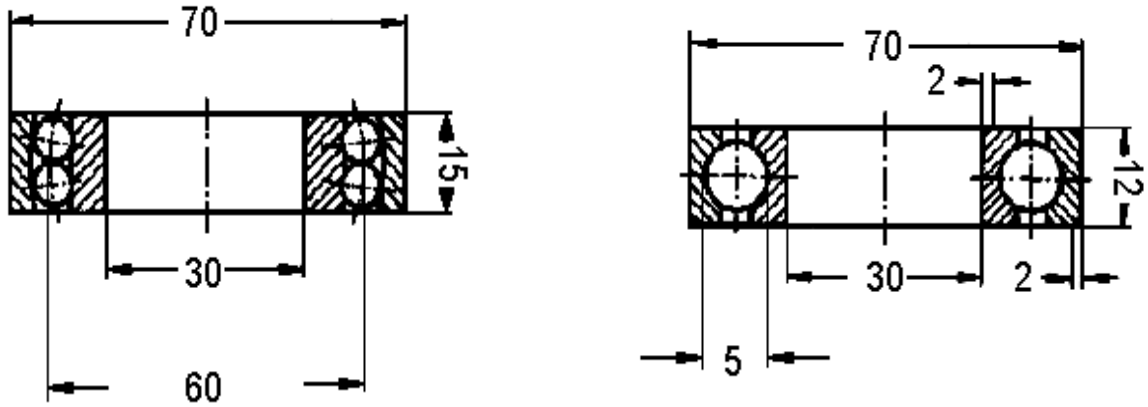
- الرسم التمثيلي
- الرسم الاصطلاحي
- رسم قطاع للنابض



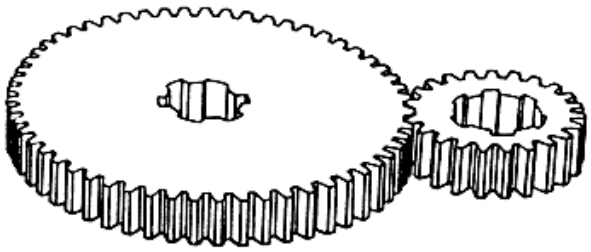
5. الشكل التالي يبين مسقطين لقارنة والمطلوب رسم المساقط الموضحة في الشكل بمقياس رسم 1:1



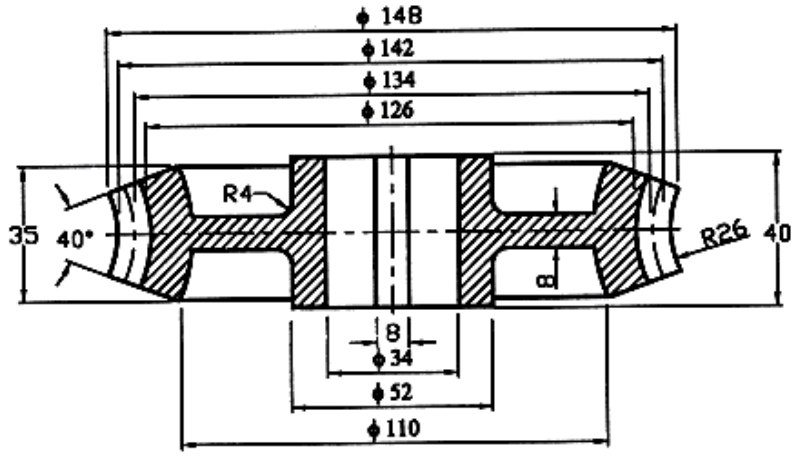
6. الشكل التالي هو قطاع لنوعين من المحامل التدحرجية. المطلوب هو رسم الشكلين علماً بأن أقطار الدوائر في الشكل الأول هو 3mm والشكل الأول هو 5mm ؟



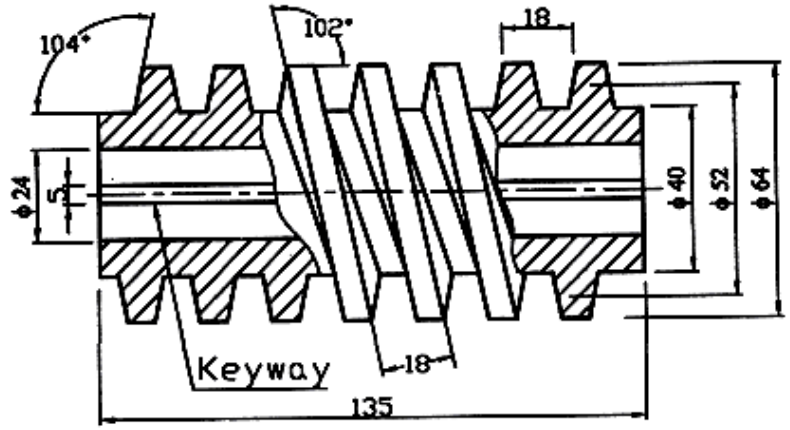
7. احسب عدد أسنان الترس الأكبر (الترس المحمول) إذا علمت أن الترس الأصغر (الترس الحامل) عدد أسنانه (Z_1=21) بموديول (m=3.5mm)، سرعة دورانه (ω_1=1150 rev/mn) و سرعة دوران الترس المحمول (ω_2 =690 rev/mn)



8. ارسم مقطع المسنن الدودي المبين في الشكل بمقياس مناسب



9. ارسم مقطع المسنن اللولب (الدودة) المبين في الشكل بمقياس مناسب



10. ارسم بمقياس رسم مناسب رسماً دقيقاً بقدر الإمكان منظوراً لستة أسنان متتالية من ترس عدد أسنانه Z= 24 بزاوية ضغط Φ=20 وموديول m=5mm ؟

إدارة الإنتاج

الأبعاد و التفاوتات الهندسيـــــــة

الأبعاد و التفاوتات الهندسيـــــــة

الجدارة: التعرف إلى طرق كتابة الأبعاد والتفاوتات على الرسومات التفصيلية والتجميعية والتمييز بينها فيما يخص الوظيفة ومجال الاستعمال لهما.

الأهداف: عند الانتهاء من هذه الوحدة التدريبية يكون المتدرب قد:

1. تعرف إلى مصطلحات و طرق تشفير الأبعاد والتفاوتات (انحرافات بعدية)
2. تعرف إلى نظامي التوافق أساس العمود و أساس الثقب ومجالات استعمالهما
3. تدرب على طريقة قراءة رتب التفاوتات الأكثر استعمالاً من الجداول الفنية
4. اختيار وحساب التوافق المستجيب لوظيفة ميكانيكية محددة
5. تعرف إلى الانحرافات الهندسية و تلك المتصلة بخشونة السطح

مستوى الأداء المطلوب: يطلب من المتدرب إتقان المهارة بنسبة 100٪

الوقت المتوقع للتدريب: أربع عشرة ساعة.

الوسائل المساعدة:

1. جهاز عرض Data Show
2. سبورة

متطلبات الجدارة:

اجتياز مقرر الرسم الهندسي (111ميك) زائد الوحدة الأولى والثانية والثالثة

1.4 مقـــــدمة

تعتبر الأبعاد و الانحرافات الهندسية عنصراً أساسياً لتصنيع القطع و التجميعات الميكانيكية ولغة تخاطب وتبادل البيانات بين المختصين. يشمل هذا ، المواصفات الوظيفية للشـــكل (SHAPE GEOMETRY) والمواصفات الوظيفية للانحرافات (GEOMETRIC TOLERANCING) ويتعارف عليه بين المختصين بمصطلح الأبعاد والتفاوتات الهندسية (G.D&T:GEOMETRIC DIMENSIONING & TOLERANCING)

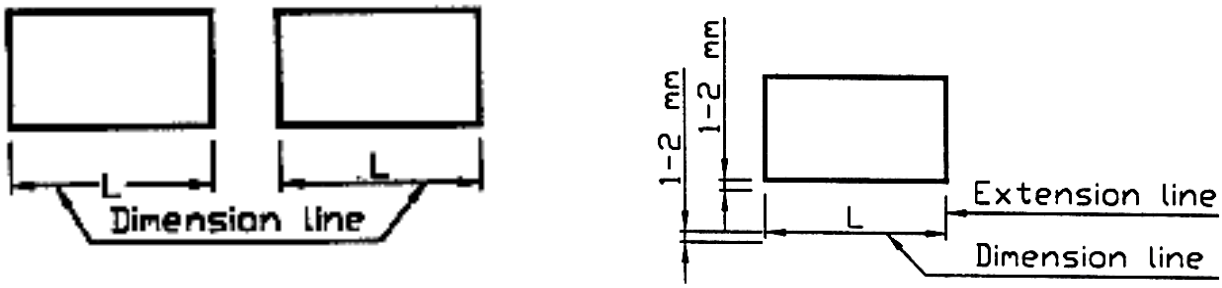
2.4 الأبـــعاد

1.2.4 تعاريف ومصطلحات

نستعرض فيما يأتي بعض المصطلحات الهامة في موضوع الأبعاد:

- **خطوط تحديد البعد(الامتداد) EXTENSION LINES**

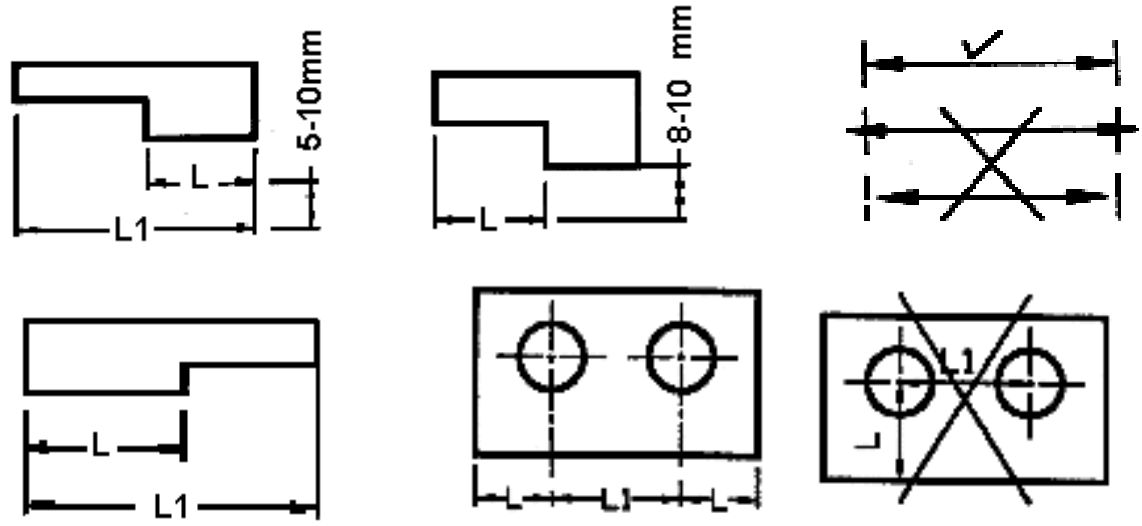
هما خطان يرسمان لتحديد بداية ونهاية بعد معين، فيرسم الأول عند بداية البعد ويرسم الثاني عند نهايته. يوضح الشكل1.4 مواصفات خط تحديد البعد بحيث لا يتجاوز عرضه ثلث (1/3) عرض خط الرسم لذا يرسم بقلم رصاص قاس قليلاً من نوع (2H) وأن يكون مستمراً غير متقطع وغير ملتصق بالجسم بل يبعد عنه مسافة (1-2mm) كما يجب أن يتجاوز خط البعد بمسافة لا تقل عن (2mm).



شـكـــل (1.4): خطوط تحديد البعد

- **خط البعد DIMENSION LINE**

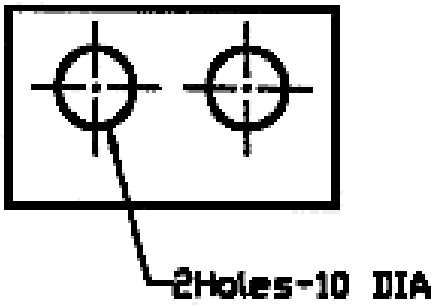
وهو خط مستمراً أو مقطوع نرسمه بين خطي التحديد ونكتب فوقه البعد وما يتبعه من تفاوتات بعدية (±) وانحرافات هندسية. يرسم خط البعد بنفس القلم الذي ترسم به خطوط التحديد (2H). بعض الوضعيات و التوصيات فيما يخص خطوط البعد و الامتدادات مبينة على الشكل 2.4.



شكـــل (2.4)

- **الدليل LEADER**

هو عبارة عن خط ينتهي طرفه الأول بسهم يشير إلى موقع أو منطقة في الجسم/الرسم ونهاية طرفه الآخر إلى ملاحظة تخص الجزء موضع التوضيح (شكل 3.4).



شكـــل (3.4)

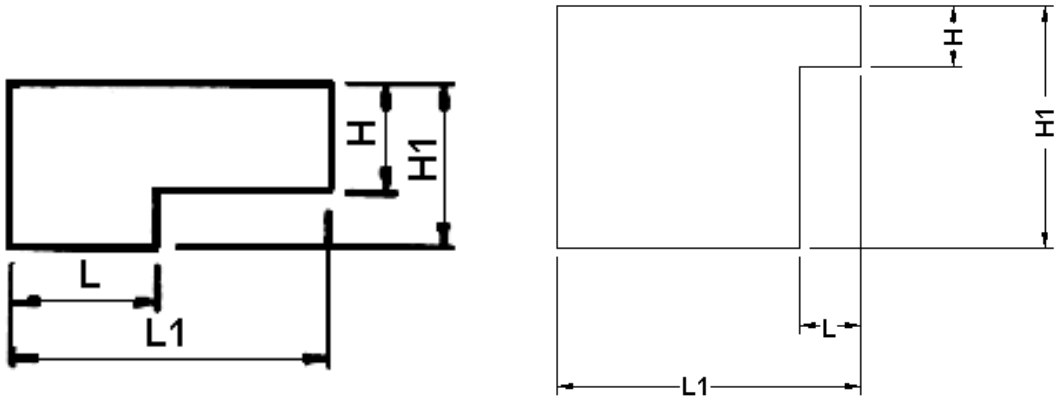
- **الأسهم ARROWHEADS**

تشبه إلى حد بعيد المثلث متساوي الضلعين وارتفاعه يساوي ثلاثة أضعاف قاعدته..تختلف مقاسات الأسهم بحسب مقاسات الرسومات و ترسم الأسهم بنهايات الأبعاد متجهة نحو الخارج وفي حالة كون الفراغات المعدة لكتابة البعد غير كافية ترسم خارج خطوط التحديد متجهة نحو الداخل على أن يكون هناك سهم في طرف الدليل يشير للمعلم. يظهر الشكل 4.4 رسومات مع وضعيات مختلفة للأسهم.

شكـــل (4.4)

2.2.4 طرق كتابة الأبعاد

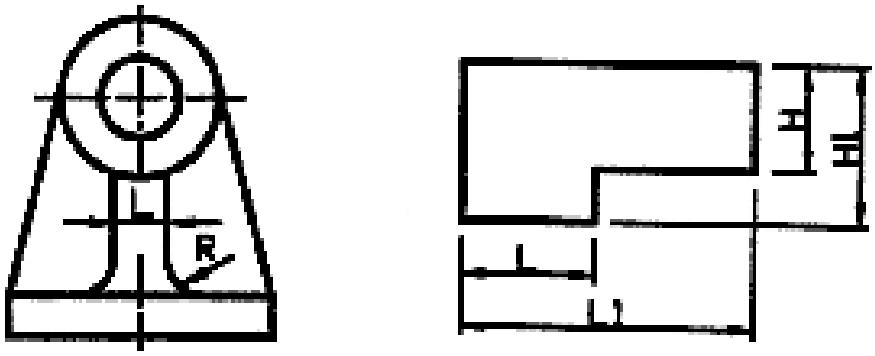
تكتب قيم الأبعاد الأفقية فوق/وسط الخطوط الموازية لها وفي المنتصف إن أمكن. أما بالنسبة للأبعاد العمودية فتكتب وسط أو على يسار خطوط الأبعاد كما يظهر على الشكل 5.4.



شكـــل (5.4)

لاحظ القواعد التالية عند كتابة الأبعاد:

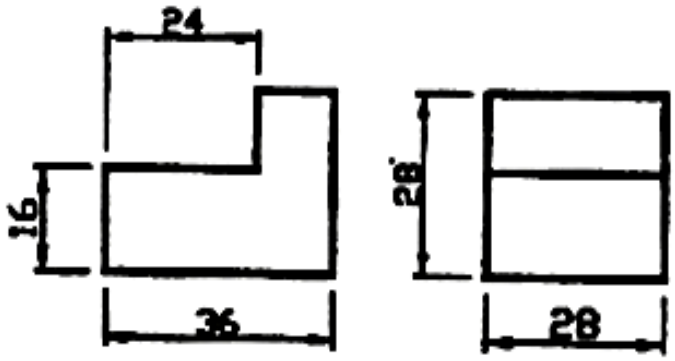
- حدد الطريقة المثلى لكتابة الأبعادخارج حدود الرسم ما أمكن ذلك (شكل 6.4)



أ- جميع الأبعاد خارج الرسم ب- بعض الأبعاد داخل الرسم.

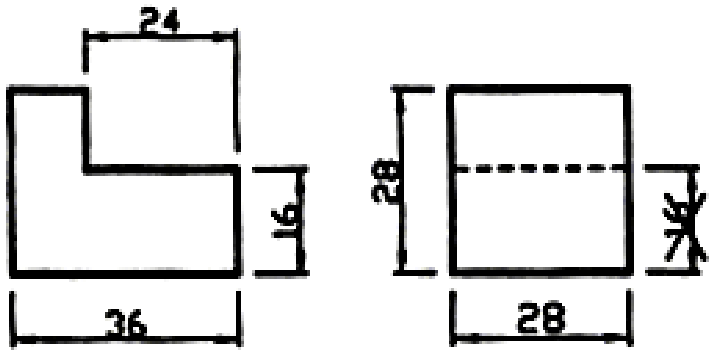
شكـــل (6.4)

- يكتب اللازم من الأبعاد دون تكرار على مساقط الجسم الواحد.
- توزع الأبعاد على جميع المساقط ما أمكن (شكل 7.4)



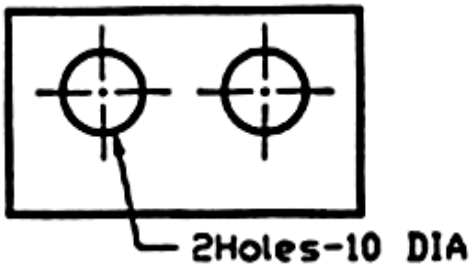
شكـــل (7.4)

- يفضل أن تكتب الأبعاد على خطوط الجسم المتصلة ما أمكن وليس على الخطوط المتقطعة (شكل 8.4)



شكـــل (8.4)

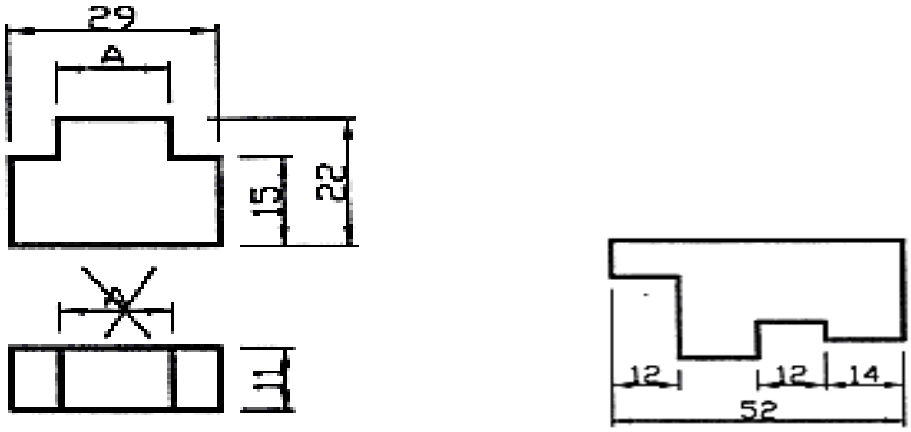
- تكتب جميع الملحوظات المتعلقة بالرسومات بشكل أفقي (شكل 9.4).

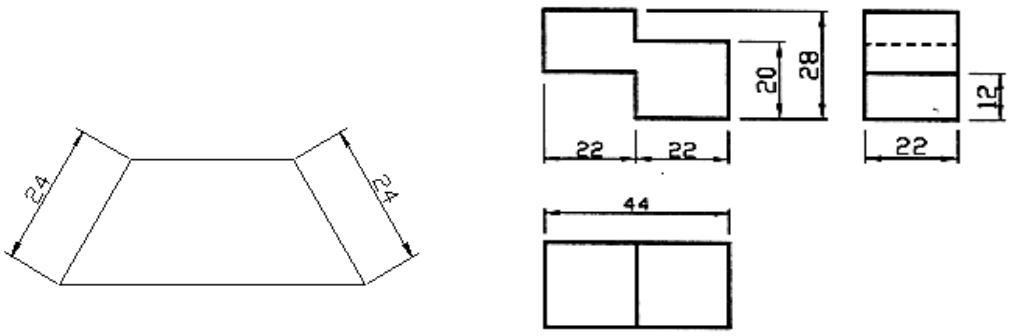


شكـــل (9.4)

فيما يلي بعض الأمثلة لأشكال مع أبعادها.

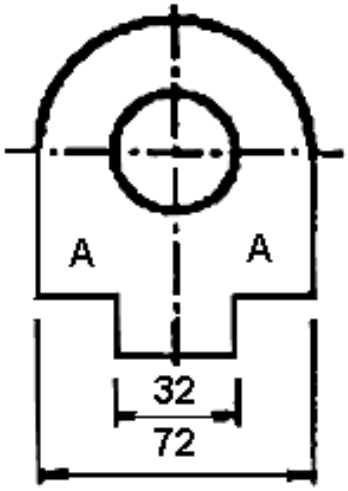
- **أبعاد الأضلاع DIMENSIONING OF PRISMS** (شكل 10.4)





شكـــل (10.4)

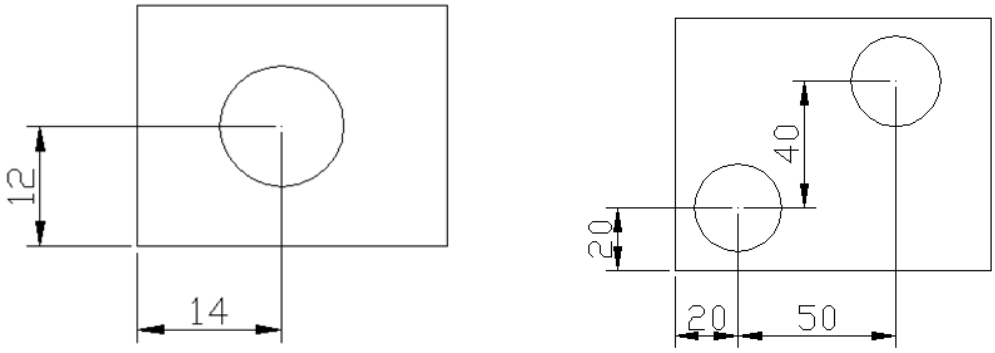
- **أبعاد الأجسام التاظرية SYMMETRICAL OBJECT** (شكل 11.4)



شكـــل (11.4)

- **أبعاد المواضع LOCATION DIMENSIONING** (شكل 12.4)

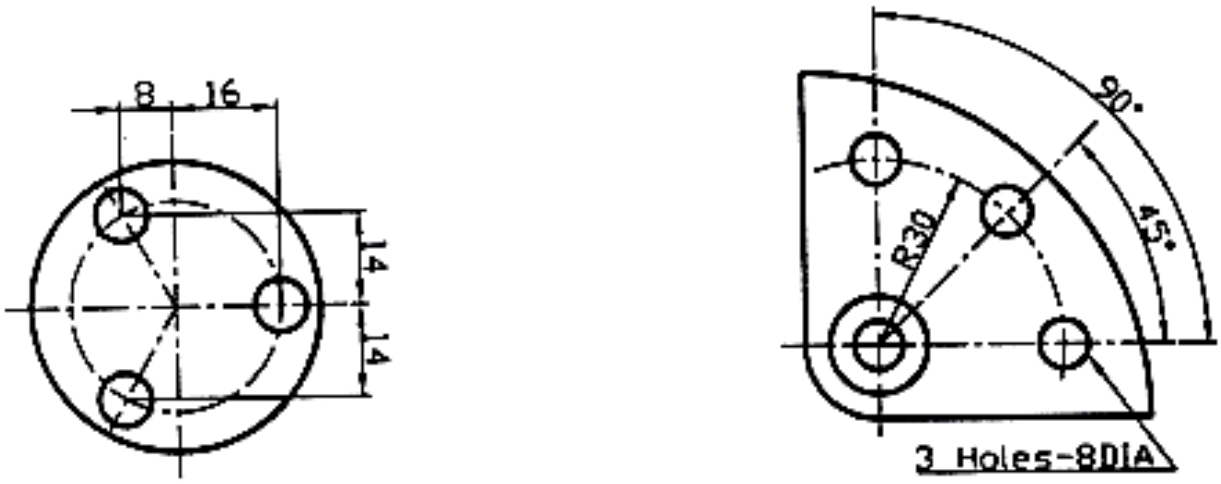
تستخدم عند تحديد شكل جسم مثل مركز دائرة أو المسافة بين مركزي دائرتين أو غيره.



شكـــل (12.4)

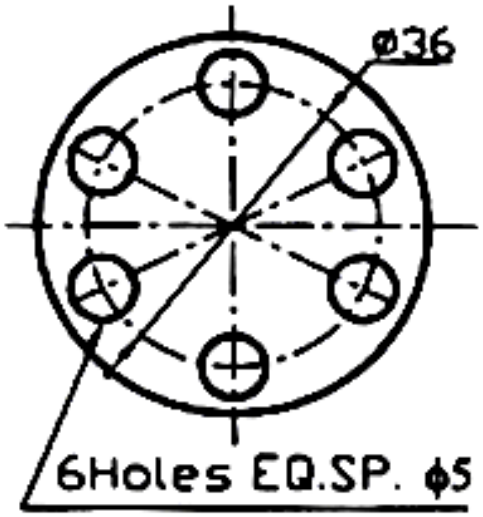
عند وجود أكثر من ثقب في الجسم، يحدد مركز أحدها بالنسبة لأطراف الجسم وتحدد المراكز الأخرى رجوعاً إلى الأول إما بالأبعاد أو بالزوايا أو رجوعاً لخط تناظر الجسم كما في الشكل 13.4.

يعتبر تحديد الأبعاد والانحراف البعدي والهندسي للمحاور ومراكز الثقوب من أشكل المسائل التي تعترض أخصائيي التصميم والتصنيع خاصة إذا كانت تعبر عن حاجة وظيفية دقيقة لجزء أو مجموعة أجزاء لتجميعه.



شكـــل (13.4)

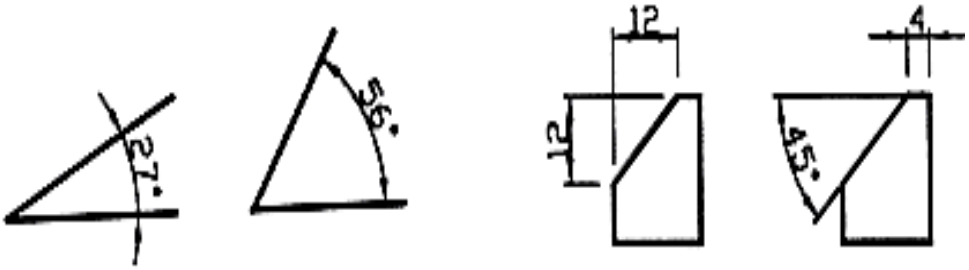
أما إذا انتظم توزيع مراكز الثقوب فتحدد المواضع بكتابة العبارة **(Holes EQ.SP.Ø5)** كما في الشكل 14.4



شكـــل (14.4)

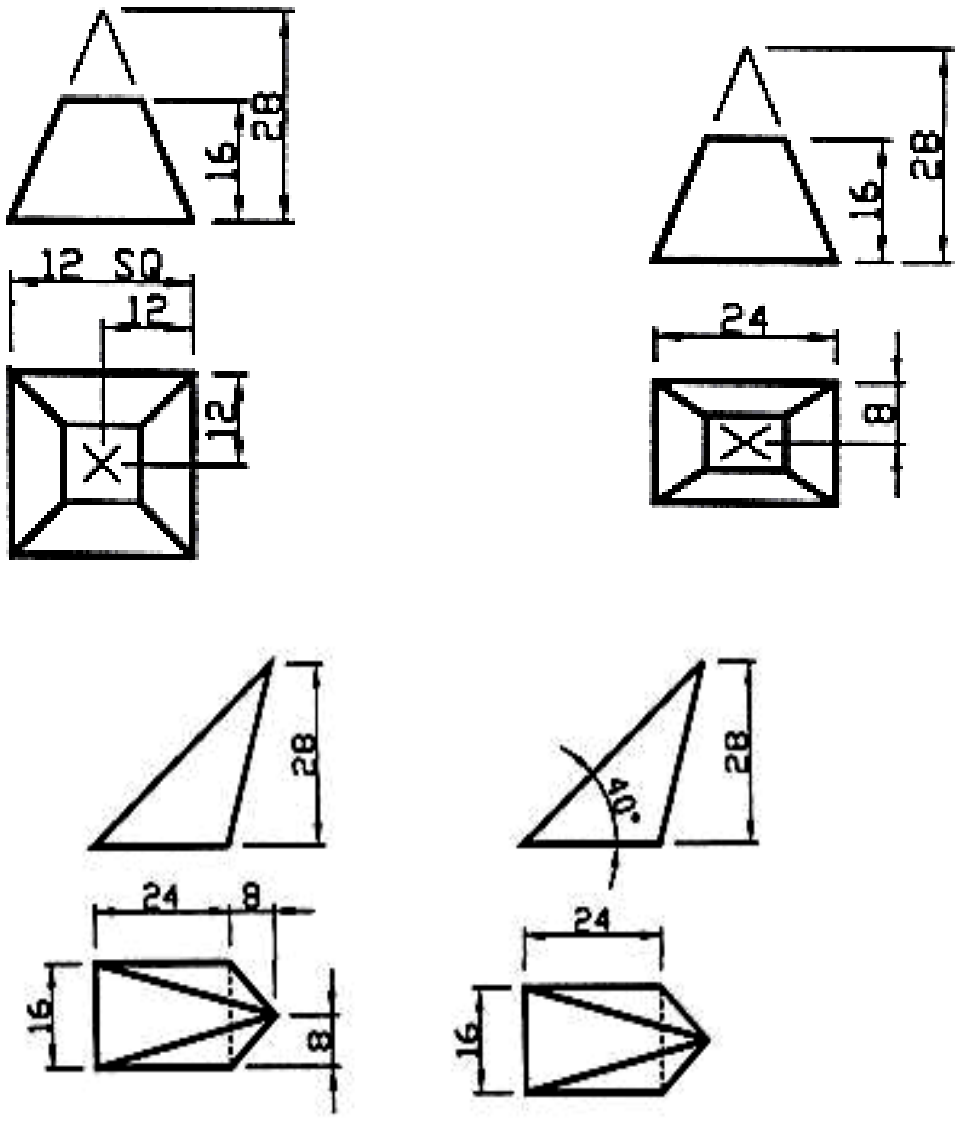
- **أبعاد الزوايا ANGLE DIMENSIONING**

عند كتابة قيمة زاوية نرسم لها خطي تحديد ونرسم بينهما خط البعد (قوس). نكتب على خط القوس قيمة الزاوية بوحدة القياس (DEGREE, RADIAN, GRAD) كما هو مبين أدناه على الشكل 15.4

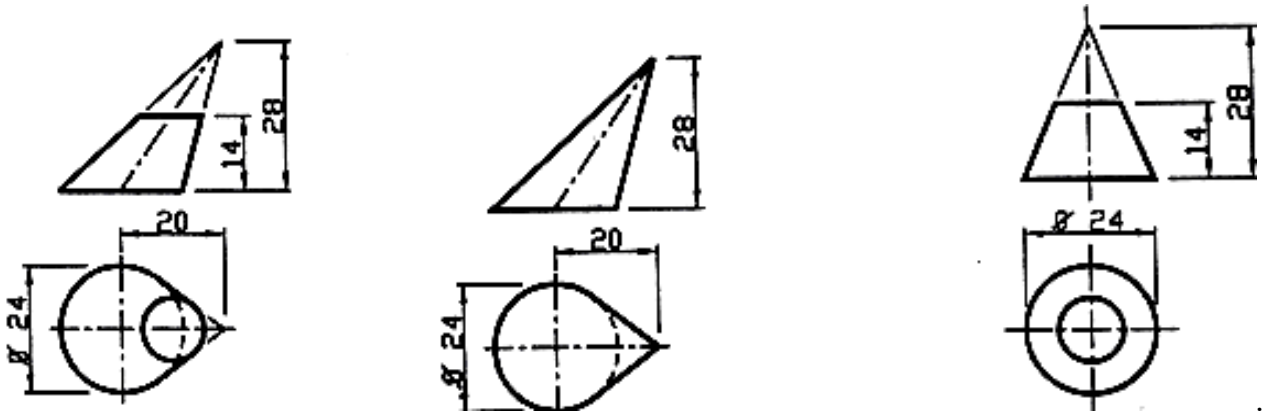


شكـــل (15.4)

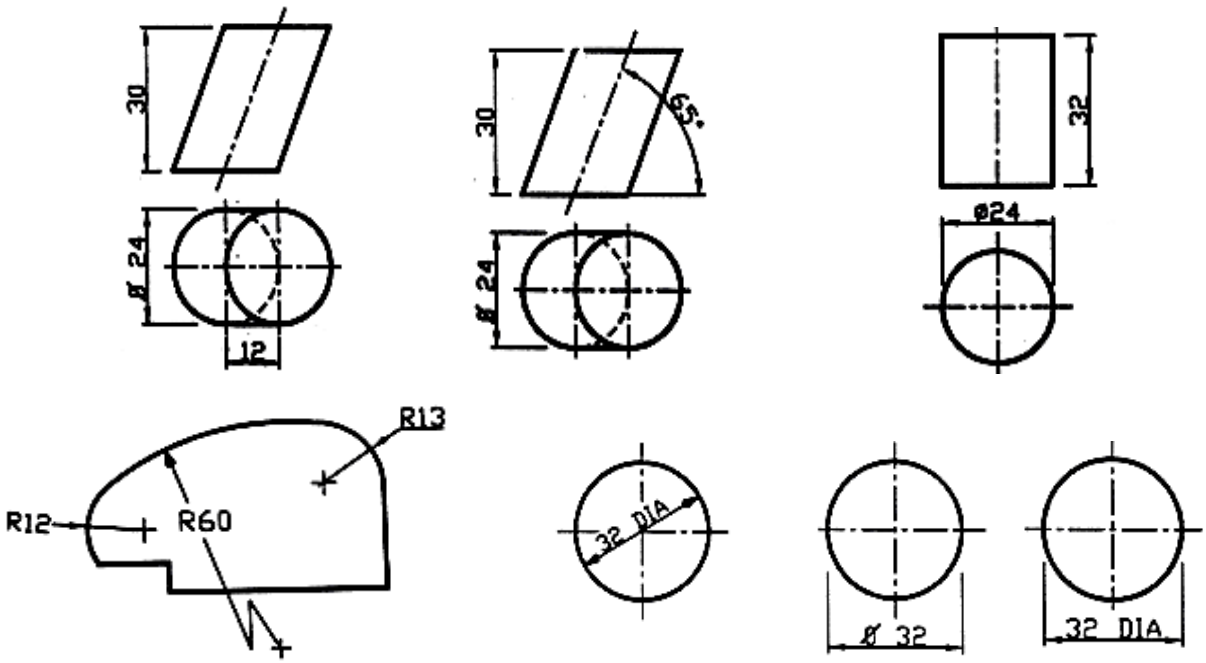
وفيما يأتي بعض الأمثلة المكملة لأبعاد بعض المجسمات الهندسية (هرم قائم/مائل_مخروط قائم/مائل _اسطوانة). انظر الشكل 16.4.


28
16
12 SQ
12
12
24
8
28
16
40°
24
16
24
8
16
8

(أ)


28
14
20
ø 24
28
20
ø 24
28
14
ø 24

(ب)

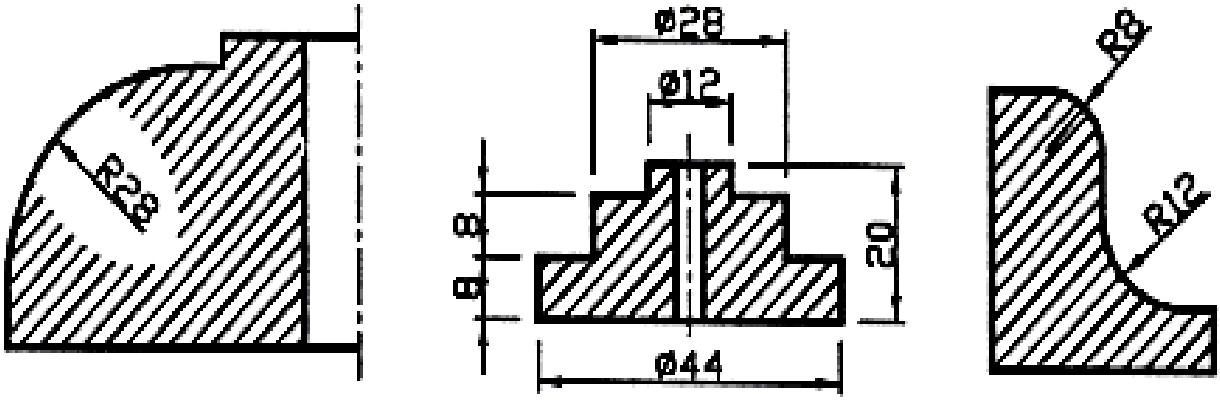


(ت)

شكـــل (16.4): (أ) هرم قائم/مائل، (ب) مخروط قائم/مائل، (ت) اسطوانة

- **أبعاد المقطع SECTION DIMENSIONING**

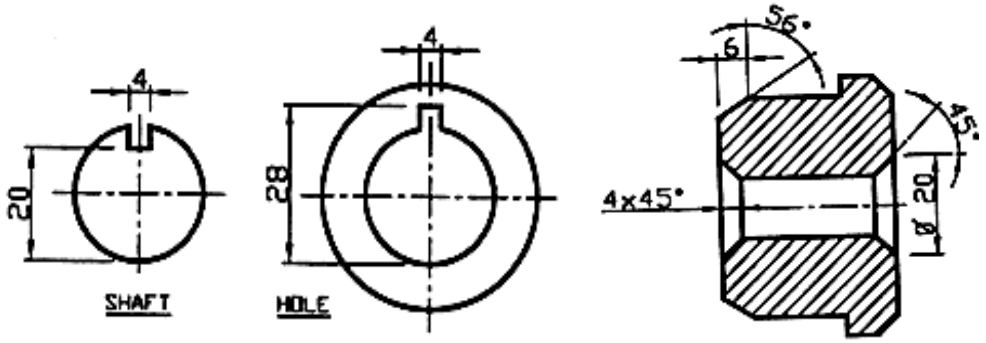
تحدد أبعاد المقاطع بنفس الطرق السابق ذكرها لكن يجب الانتباه إلى كتابة جميع الأبعاد خارج المقطع. عندما يتعذر ذلك، نقوم بكتابة الأبعاد أولاً ثم نرسم خطوط التهشير حولها كما يظهر على الشكل 17.4.



شكـــل (17.4)

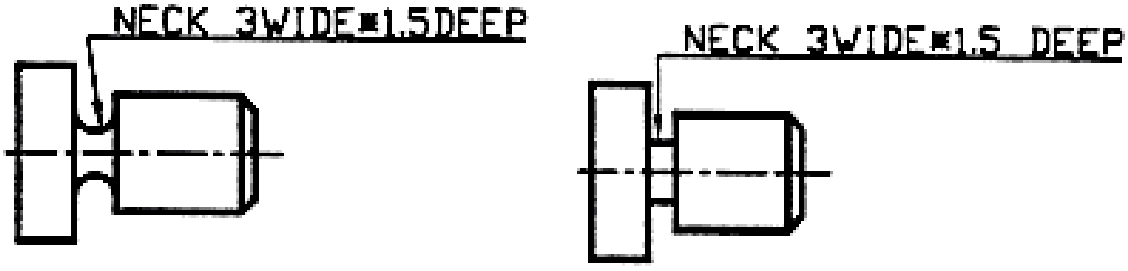
- **أشكال أخرى مختلفة OTHERS FEATURES**

✓ الشنفرة (CHAMFER): وهي عملية إخراج وتهذيب النهايات ذات الأطراف الحادة كالأعمدة والثقوب و اللولب وغيرها منعاً لكسرها وحماية العمال عند المناولة (شكل 18.4) .



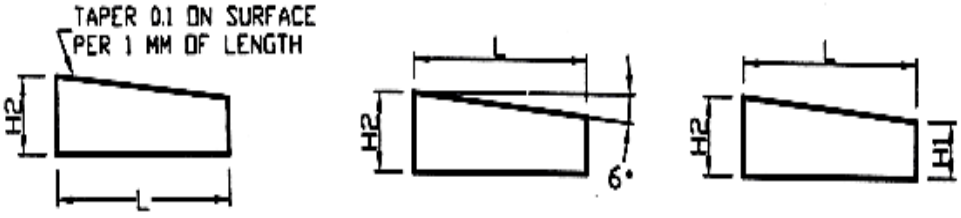
شكـــل (18.4)

✓ العنق (NECK) : وهو عبارة عن قطع يستخدم لتسهيل عملية التشغيل (شكل19.4)

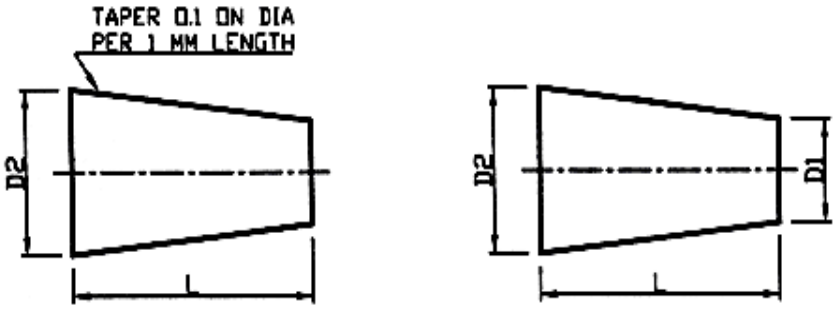


شكـــل (19.4)

✓ الاستدقاق أو السلبة (TAPER): وهي تغير في مستوى سماكة القطعة بطريقة منتظمة كما في الشكل 20.4 للقطع المستوية و الدائرية.



(أ)

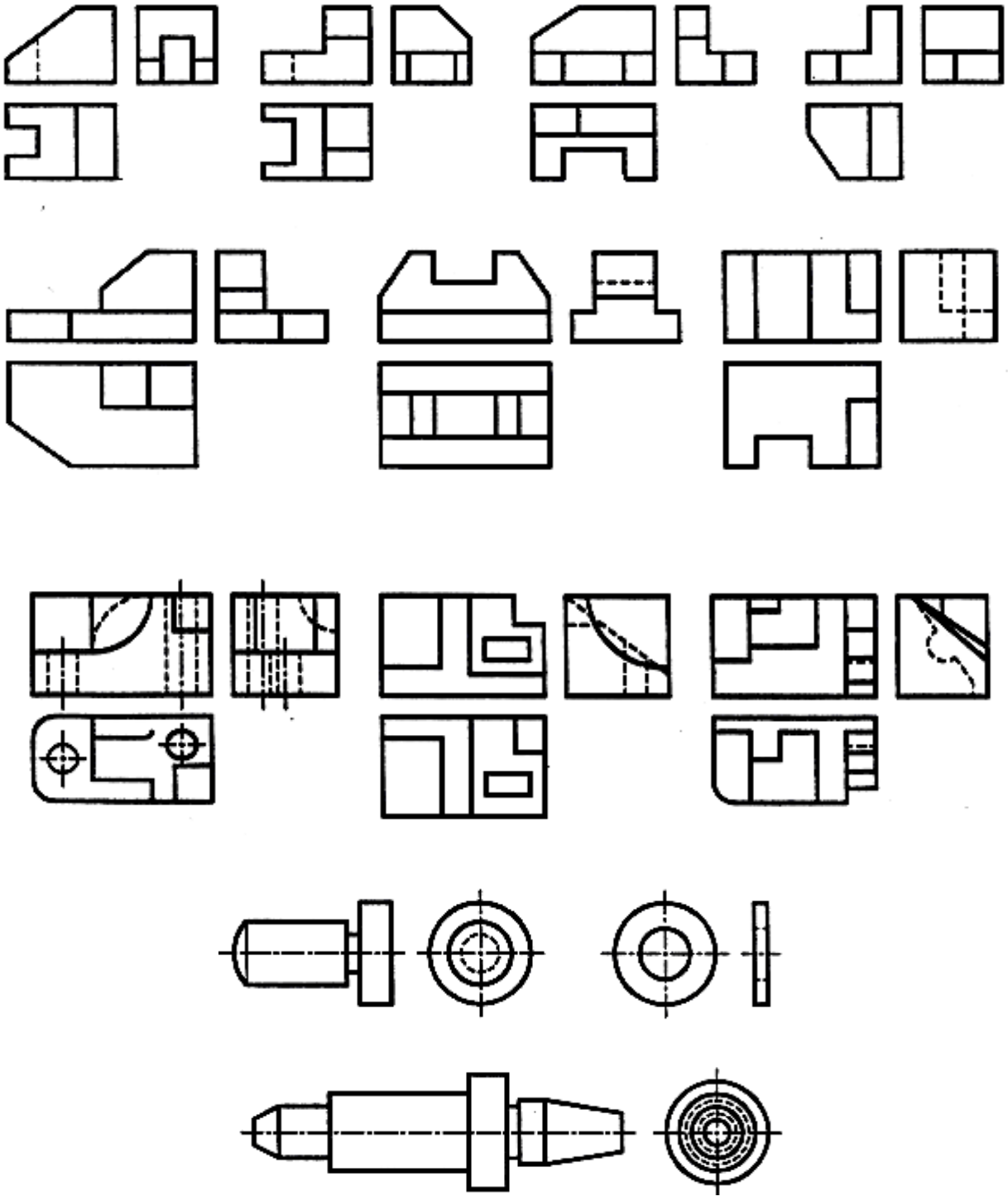


(ب)

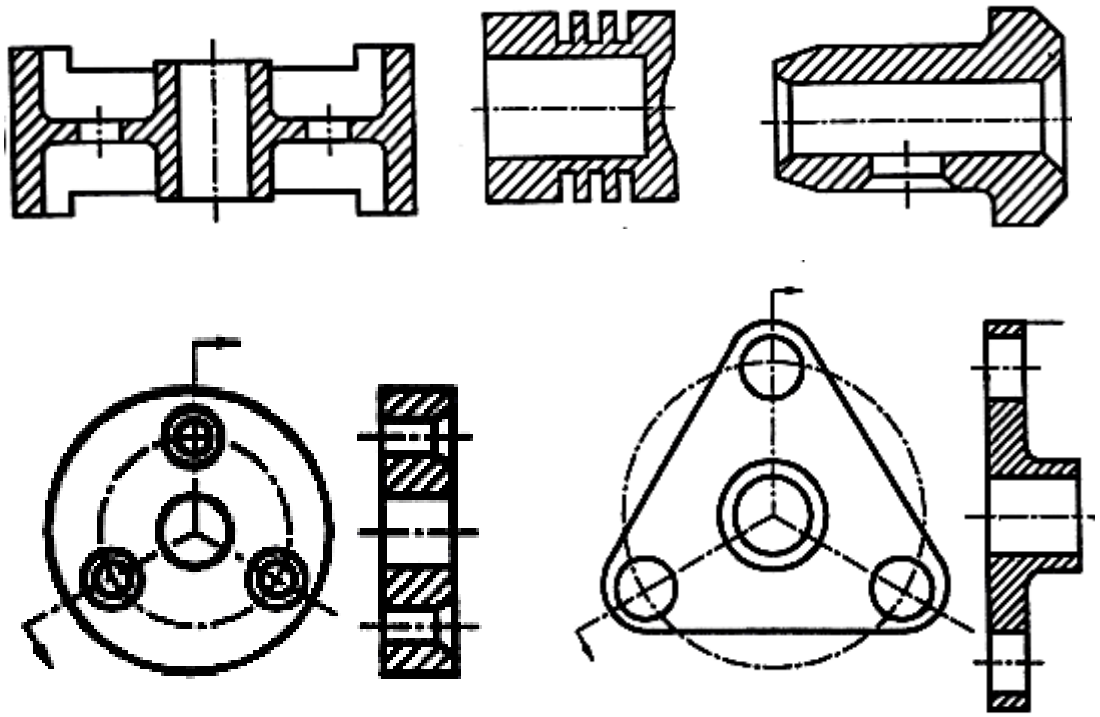
شـكـــــل (20.4): الاستدقاق أو السلبة (أ) مستوية السلبة (ب) دائرية

تمـــــــارين

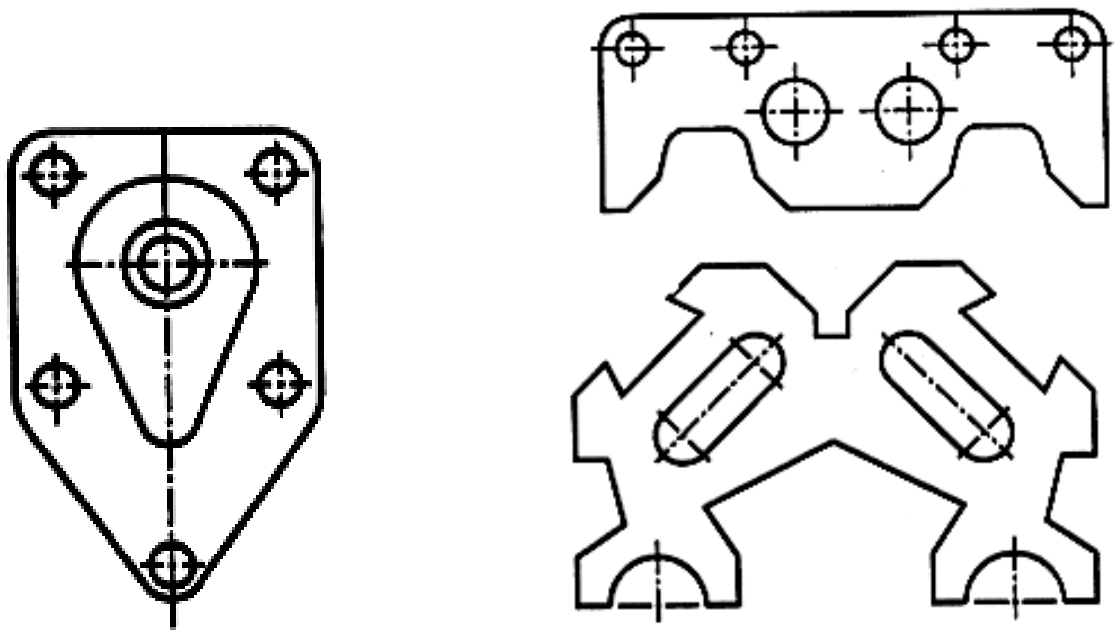
1. في الأشكال التالية مساقط لعدد من الأشكال الهندسية والمطلوب هو إعادة رسمها بمقياس رسم مناسب مع كتابة الأبعاد عليها (تأخذ الأبعاد من الرسم).

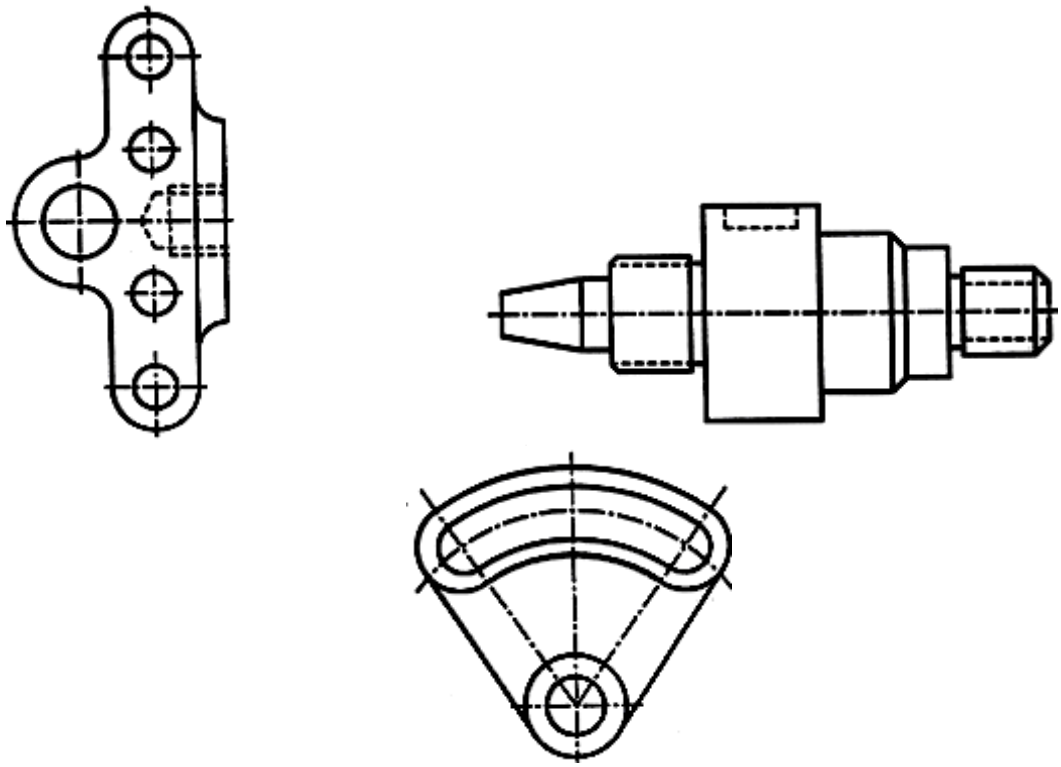


2. في الأشكال التالية مقاطع لعدد من الأشكال الهندسية والمطلوب هو إعادة رسمها بمقياس رسم مناسب مع كتابة الأبعاد عليها (تاخذ الأبعاد من الرسم)

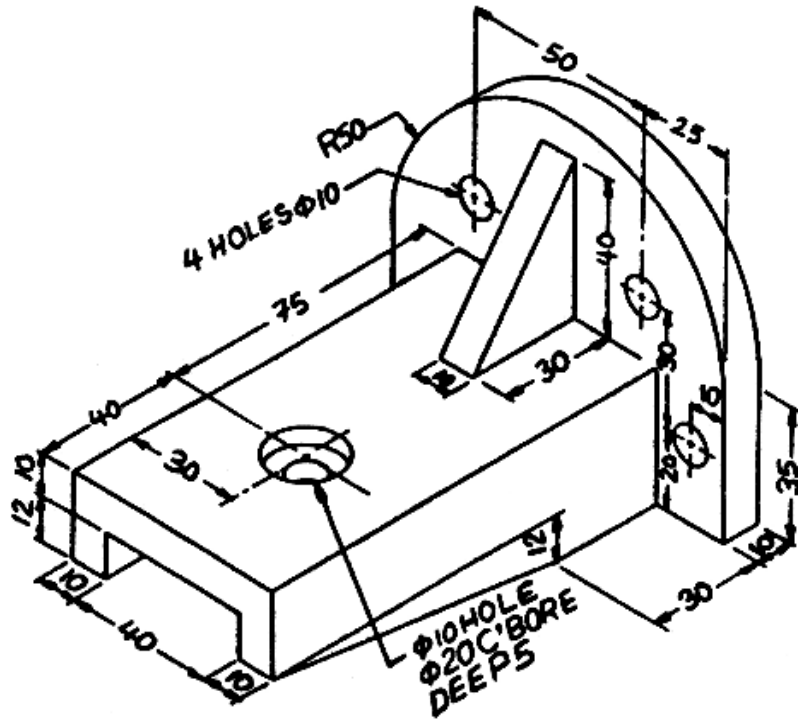


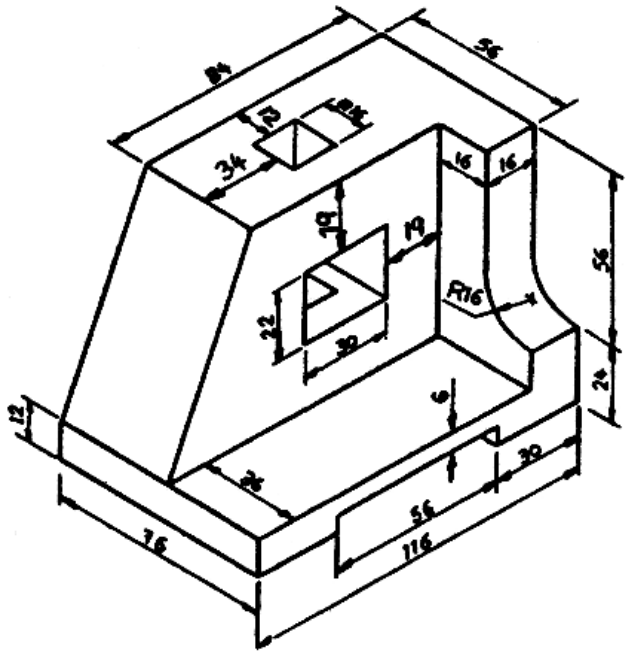
3. في الأشكال التالية مساقط منفردة لعدد من الأشكال الهندسية والمطلوب هو إعادة رسمها بمقياس رسم مناسب مع كتابة الأبعاد عليها (تأخذ الأبعاد من الرسم).

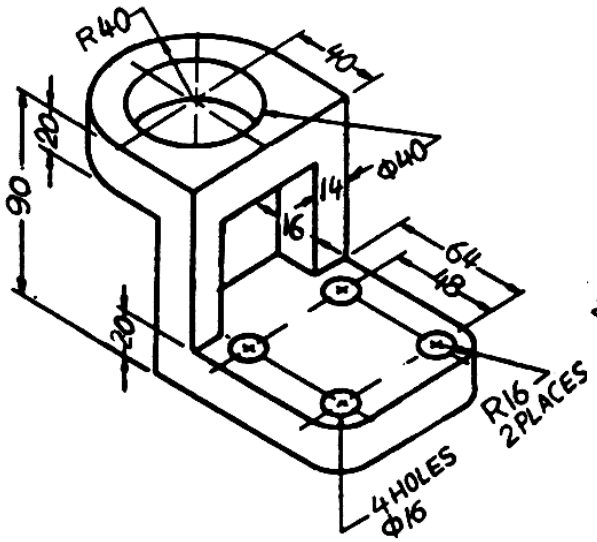


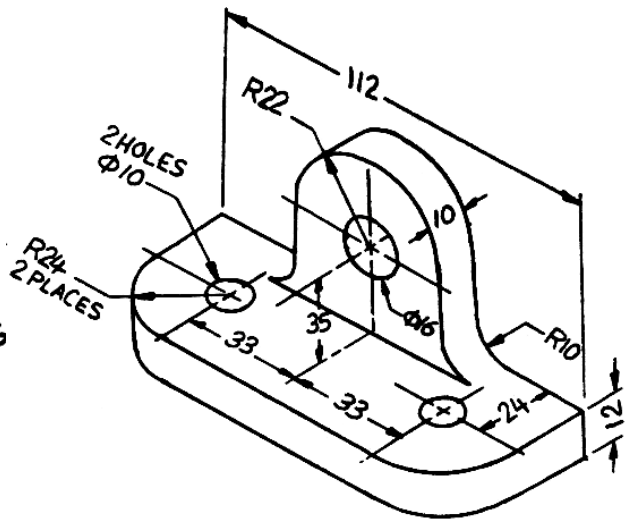


4. الأشكال التالية عبارة عن مناظير هندسية والمطلوب إعادة رسمها بمقياس رسم مناسب مع كتابة الأبعاد عليها ؟




56
34
16
16
19
19
R16
56
22
30
24
6
12
30
36
56
116


R40
40
Φ40
14
16
64
48
90
20
20
R16
2PLACES
4 HOLES
Φ16


112
R22
2HOLES
Φ10
10
R24
2 PLACES
35
33
33
Φ16
R10
24
12

3.4 التفاوتـــات البعدية DIMENSIONAL TOLERANCES

توضع التفاوتات على القطع المصنعة لاستحالة التحصل على نفس المواصفات في كل مرة (REPRODUCIBILITY). تشمل التفاوتات الثلاثة أقسام التالية و سنركز في هذه الفقرة على التفاوتات البعدية على وجه الخصوص :

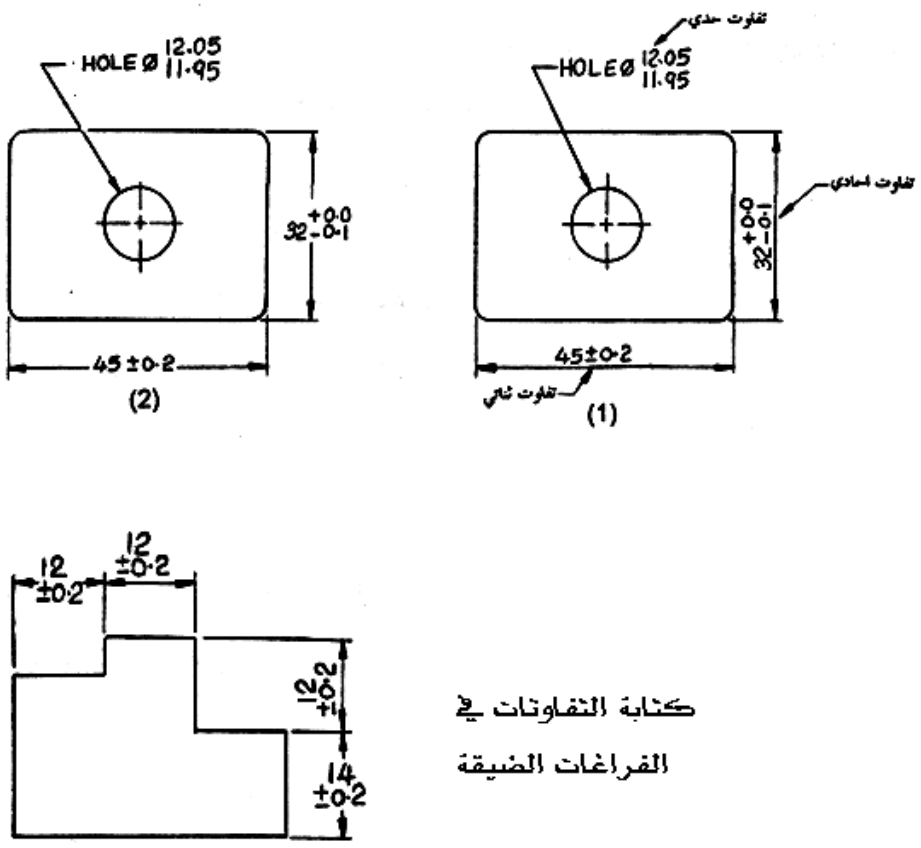
- التفاوتات البعدية (±) والهندسية DIMENSIONAL AND GEOMETRIC TOLERANCES/DEVIATIONS)
- خشونة الأسطح (SURFACE ROUGHNESS)
- تفاوتات العمليات التصنيعية من معالحات حراريةوغيرها (MECHANICAL PROPERTIES)

كلما كانت الدقة (التفاوتات) عالية احتجنا لوقت عمل أكثر ولجهد مضاعف وبالتالي ازدياد تكاليف الإنتاج. لذلك، كانت الحاجة ماسة لوجود انحراف مسموح به ضمن مجال محدد يسمى نطاق السماحة (TOLERANCE RANGE) وهو مقدار الخطأ المسموح به في مقاس قطعة أو شكلها أو أحد معالمها.

تبرز أهمية التفاوتات في الأجزاء التي يتطلب إنتاجها دقه عالية، حيث أن وجود التفاوتات يصبح مطلباً ضرورياً كما في الأجزاء التي تتداخل مع بعضها البعض مثل أعمدة الدوران والمحامل وفي مثل هذا الوضع تصبح الدقة هامة لضمان توافق الأجزاء مع بعضها البعض. وعموماً، نحدد مقدار التفاوت المسموح به بالرجوع إلى طبيعة الجزء وعمره الافتراضي وعلاقته بالعناصر المجاورة له وظروف التشغيل التي سيتعرض لها وغيرها من الاعتبارات التي يجب الأخذ بها.

نستخدم واحدة من الصيغ الثلاث التالية عند كتابة التفاوت (الشكل 21.4) :

- **التفاوت الأحادي UNILATERAL** ويسمح بتحديد نطاق السماحة بالرجوع إلى القيمة الأساسية في اتجاه واحد سواء بالزيادة أو النقصان
- **التفاوت الثنائي BILATERAL** ويسمح للبعد بالانحراف عن قيمته الأساسية في الاتجاهين زيادة ونقصاناً.
- **التفاوت الحدي LIMIT FORM** وهنا تكتب قيمة البعد العليا والدنيا ويكون البعد الأساسي مجهولاً، ويطلق على هاتين القيمتين اسم حدي المقاس.



شكـــل (21.4):صيغ كتابة التفاوتات

1.3.4 تعاريف ومصطلحات خاصة

في ما يأتي بعض التعريفات الهامة للمقاسات و الانحرافات (شكـــل 22.4)

[1] المقاس الأساس BASIC SIZE: مقاس نظري يسند إليه الانحراف و هو نفسه لقطعتي الأزواج.

[2] الانحراف DEVIATION: الفرق الجبري بين المقاس الفعلي والمقاس الأساس الراجع له.

[3] الانحراف الأعلى UPPER DEVIATION: وهو الفرق الجبري بين الحد الأعلى للقياس و المقاس الأساس الراجع له

[4] الانحراف الأدنى LOWER DEVIATION: وهو الفرق الجبري بين الحد الأدنى للقياس و المقاس الأساس الراجع له

[5] ألانحراف الأساس FUNDAMENTAL DEVIATION: وهو يساوي الانحراف الأدنى أو الانحراف الأعلى حسب الأقرب منها إلى المقاس الأساس. نستعمل الانحراف الأساس لتموقع نطاق التفاوت (TOLERACE ZONE) رجوعاً إلى المقاس الأساس.

[6] نطاق التفاوت TOLERANCE: وهو الفرق الجبري بين القيمة الدنيا والعليا لمقاس القطعة المقاسة

[7] رتبة التفاوت (.I.T) INTERNATIONAL TOLERANCE GRADE: مجموعة تفاوتات لها نفس مستوى الدقة و لكن تختلف حسب نظام الأساس_دائرة/ثقب

[8] نظام أساس الثقب HOLE BASIS SYSTEM: يمثل نظام توافق (FIT) يرتكز على المقاس الأساس للثقب

[9] نظام أساس العمود SHAFT BASIS SYSTEM: يمثل نظام توافق (FIT) يرتكز على المقاس الأساس للعمود

[10] المقاس الأسمى NOMONAL SIZE: وهو المقاس المقصود عند الكلام (مثالاً قياس أسمى لعمود 25مم)

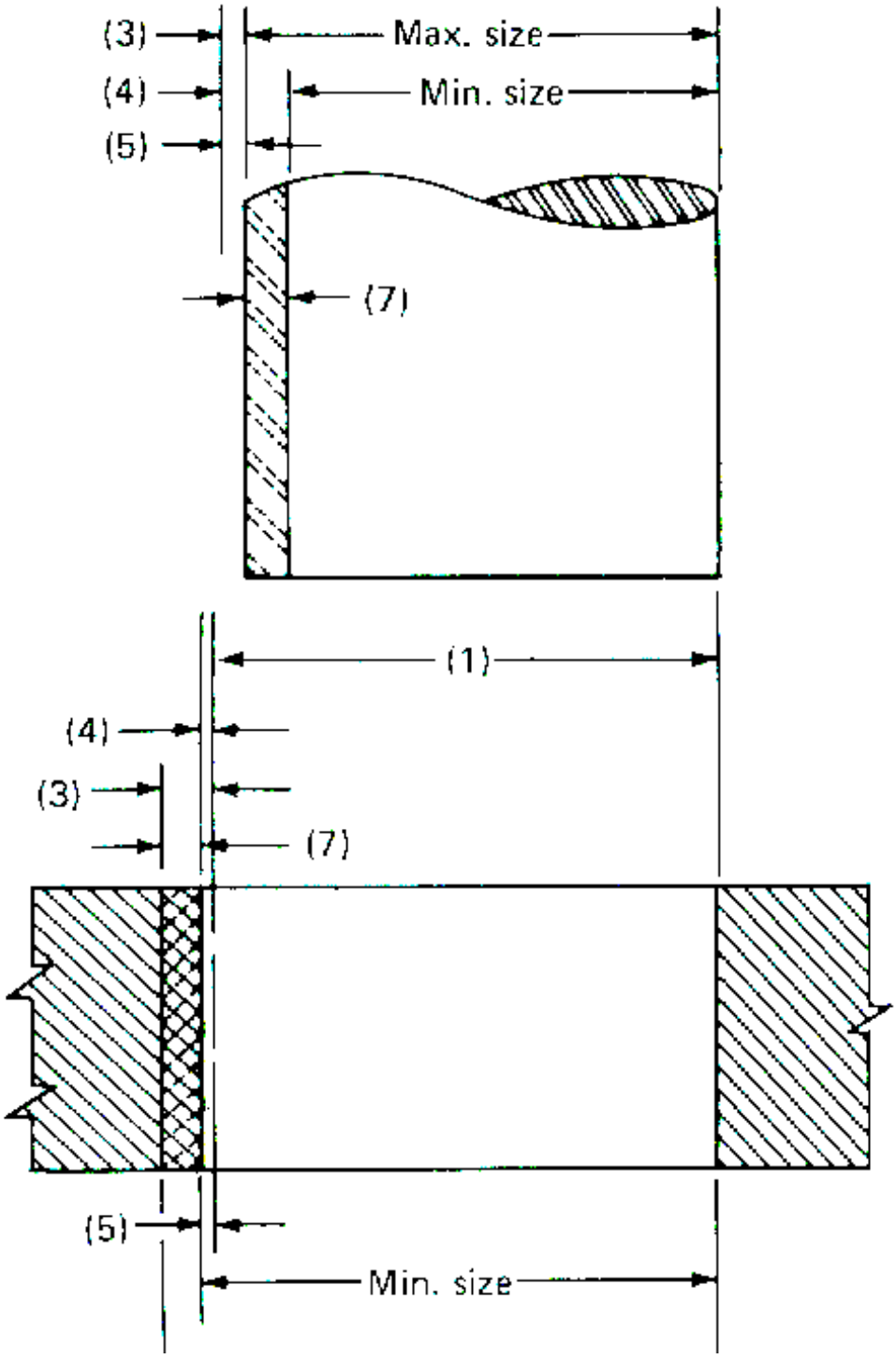
[11] المقاس الفعلي ACTUAL SIZE: وهو مقاس الجزء بعد الانتهاء من عملية التصنيع.

[12] الخط الصفري ZERO LINE: وهو خط وهمي للمقاس الأساس

[13] السماحية ALLOWANCE: وهي الفرق بين أكبر مقاس وهو الحد الأعلى لقطر العمود وأصغر مقاس وهو الحد الأدنى لقطر الثقب ويمكن أن يكون بالسالب أو الموجب.

أما الانحرافات في مقاسات المشغولات الميكانيكية و يطلق عليها كذلك مسمى نطاق التفاوت فتصنف إلى رتب تفاوتات (I.Tnumbers). تمتد هذه الرتب من IT0 إلى IT16 و نستعمل لأغلب الأزواجات الدرجات IT6 إلى IT11 الموضحة في الجدول 1.4

وأما الانحرافات الأساس (FUNDAMENTAL DEVIATONS) فيرمز أليها بأحرف لاتينية: كبيرة فيما يخص الثقوب و بأحرف صغيرة فيما يخص الأعمدة. كذلك، فإن العنصر (5) المبين على الشكل 22.4 يظهر أن الانحراف الأساس يستعمل لتموقع/تمركز نطاق التفاوت (TOLERANCE ZONE) بالنسبة إلى المقاس الأساس/خط الصفر المشار إليه بالرمز (1) في نفس الشكل 22.4.



شـكـــــل (22.4):صيغ كتابة التفاوتات

Table A-14 A SELECTION OF INTERNATIONAL TOLERANCE GRADES
Size ranges are for *over* the lower limit and *including* the upper limit. All values are in mm.

Basic sizes	Tolerance grades					
	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11
0–3	0.006	0.010	0.014	0.025	0.040	0.060
3–6	0.008	0.012	0.018	0.030	0.048	0.075
6–10	0.009	0.015	0.022	0.036	0.058	0.090
10–18	0.011	0.018	0.027	0.043	0.070	0.110
18–30	0.013	0.021	0.033	0.052	0.084	0.130
30–50	0.016	0.025	0.039	0.062	0.100	0.160
50–80	0.019	0.030	0.046	0.074	0.120	0.190
80–120	0.022	0.035	0.054	0.087	0.140	0.220
120–180	0.025	0.040	0.063	0.100	0.160	0.250
180–250	0.029	0.046	0.072	0.115	0.185	0.290
250–315	0.032	0.052	0.081	0.130	0.210	0.320
315–400	0.036	0.057	0.089	0.140	0.230	0.360

Source: *Preferred Metric Limits and Fits*, ANSI B4.2-1978. See also BSI 4500.

Table A-15 FUNDAMENTAL DEVIATIONS FOR SHAFTS
Size ranges are for *over* the lower limit and *including* the upper limit. All values are in mm.

Letter sizes	Upper deviation					Lower deviation				
	c	d	f	g	h	k	n	p	s	u
0–3	−0.060	−0.020	−0.006	−0.002	0	0	+0.004	+0.006	+0.014	+0.018
3–6	−0.070	−0.030	−0.010	−0.004	0	+0.001	+0.008	+0.012	+0.019	+0.023
6–10	−0.080	−0.040	−0.013	−0.005	0	+0.001	+0.010	+0.015	+0.023	+0.028
10–14	−0.095	−0.050	−0.016	−0.006	0	+0.001	+0.012	+0.018	+0.028	+0.033
14–18	−0.095	−0.050	−0.016	−0.006	0	+0.001	+0.012	+0.018	+0.028	+0.033
18–24	−0.110	−0,065	−0.020	−0.007	0	+0.002	+0.015	+0.022	+0.035	+0.041
24–30	−0.110	−0.065	−0.020	−0.007	0	+0.002	+0.015	+0.022	+0.035	+0.048
30–40	−0.120	−0.080	−0.025	−0.009	0	+0.002	+0.017	+0.026	+0.043	+0.060
40–50	−0.130	−0.080	−0.025	−0.009	0	+0.002	+0.017	+0.026	+0.043	+0.070
50–65	−0.140	−0.100	−0.030	−0.010	0	+0.002	+0.020	+0.032	+0.053	+0.087
65–80	−0.150	−0.100	−0.030	−0.010	0	+0.002	+0.020	+0.032	+0.059	+0.102
80–100	−0.170	−0.120	−0.036	−0.012	0	+0.003	+0.023	+0.037	+0.071	+0.124
100–120	−0.180	−0.120	−0.036	−0.012	0	+0.003	+0.023	+0.037	+0.079	+0.144
120–140	−0.200	−0.145	−0.043	−0.014	0	+0.003	+0.027	+0.043	+0.092	+0.170
140–160	−0.210	−0.145	−0.043	−0.014	0	+0.003	+0.027	+0.043	+0.100	+0.190
160–180	−0.230	−0.145	−0.043	−0.014	0	+0.003	+0.027	+0.043	+0.108	+0.210
180–200	−0.240	−0.170	−0.050	−0.015	0	+0.004	+0.031	+0.050	+0.122	+0.236
200–225	−0.260	−0.170	−0.050	−0.015	0	+0.004	+0.031	+0.050	+0.130	+0.258
225–250	−0.280	−0.170	−0.050	−0.015	0	+0.004	+0.031	+0.050	+0.140	+0.284
250–280	−0.300	−0.190	−0.056	−0.017	0	+0.004	+0.034	+0.056	+0.158	+0.315
280–315	−0.330	−0.190	−0.056	−0.017	0	+0.004	+0.034	+0.056	+0.170	+0.350
315–355	−0.360	−0.210	−0.062	−0.018	0	+0.004	+0.037	+0.062	+0.190	+0.390
355–400	−0.400	−0.210	−0.062	−0.018	0	+0.004	+0.037	+0.062	+0.208	+0.435

Source: *Preferred Metric Limits and Fits*. ANSI B4.2-1978. See also BSI 4500.

جـــــدول (1.4) : بعض رتب التفاوتات الأكثر استعمالاً

لقد تم وضع مواصفات سبع وعشرين منطقة تفاوت تختلف في مقدار بعدها عن خط الصفر أو المقاس الأساسي، ويرمز لها بالحروف اللاتينية الكبيرة للثقوب والصغيرة للأعمدة وهي (انظر شكل 23.4).

- **المناطق المحددة لتفاوت الثقوب:**

A_B_C_CD_D_E_EF_F_G_H_JS_J_K_M_N_P_R_S
T_U_V_X_Y_Z_ZA_ZB_ZC

- **المناطق المحددة لتفاوت العمود:**

a_b_c_cd_d_e_ef_f_g_h_js_j_k_m_n_p_r_s
t_u_v_x_y_z_za_zb_zc

الحرف (A) يرمز لأكبر قطر رجوعاً إلى المقاس الأساس ومن ثم تتناقص الأقطار نزولا لتصل إلى أصغر قيمة عند الرمز (ZC). نفس الملحوظة السابقة تنطبق على الأعمدة من a إلى zc.

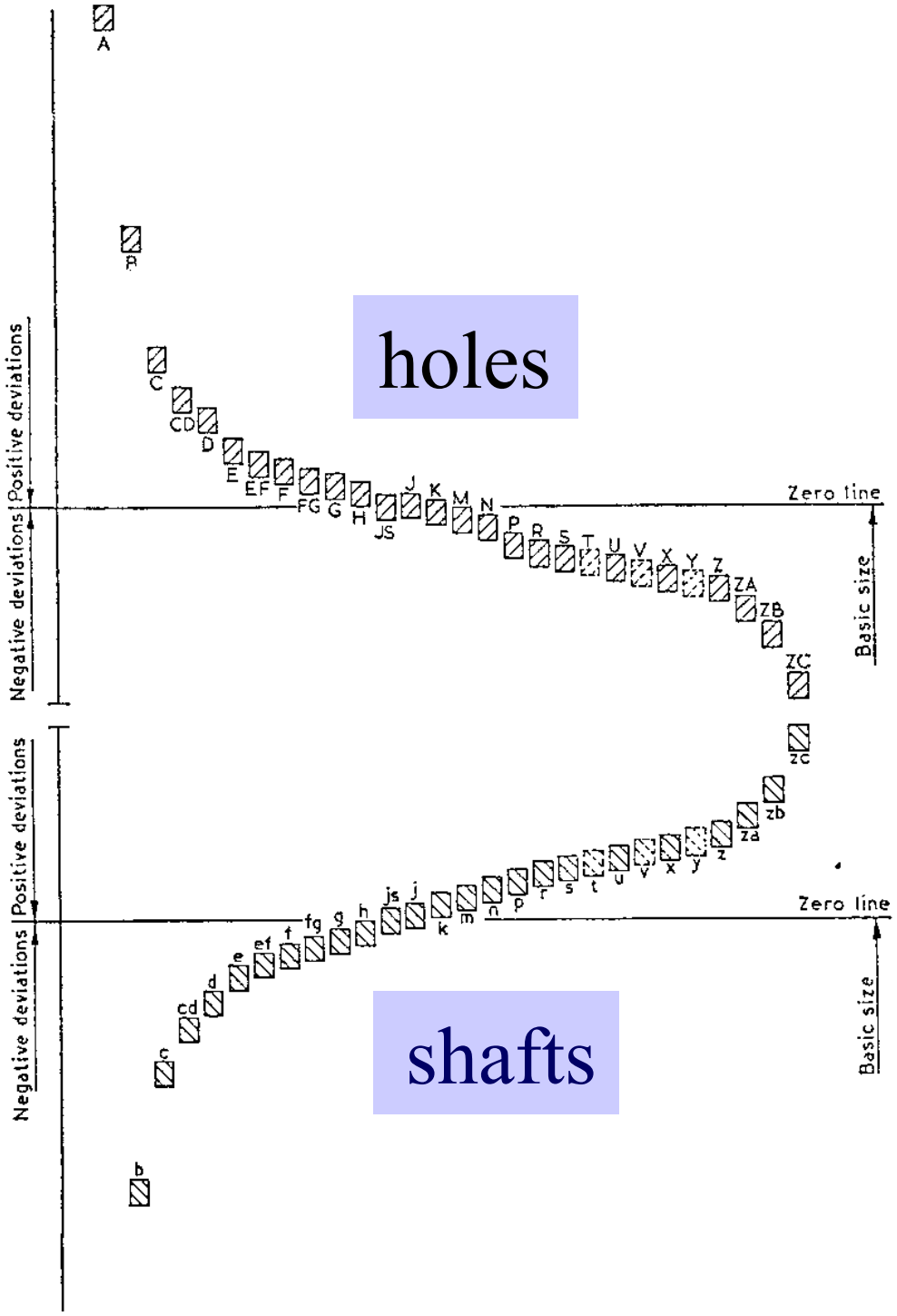
2.3.4 الأجزاء المتوافقة أوالمزاوجة MATING PARTS and FITS

التوافق (FIT) هو علاقة هندسية تنشأ بين محور وثقب (كرسي) عند تجميعهما على غرار العمود والبكرة (SHAFT AND PULLY) أو العمود والمحمل (SHAFT AND BEARING).، بالرغم من أن الأجزاء الاسطوانية المتزاوجه هي الأكثر شيوعاً فإنه ليس من الضروري أن تكون كذلك الأجزاء المتوافقة اسطوانية وقد تتخذ أشكالاً أخرى (مخروطية مثلاً). ويمكن حصر حالات التوافق القياسية في النظام الدولي بثلاث حالات وهي: (1) خلوصي_CLEARANCE، (2) تداخلي_NTERFERENCE، (3) وانتقالي_TRANSITION. فيما يلي سنستعرض كل صنف بشيء من التفصيل.

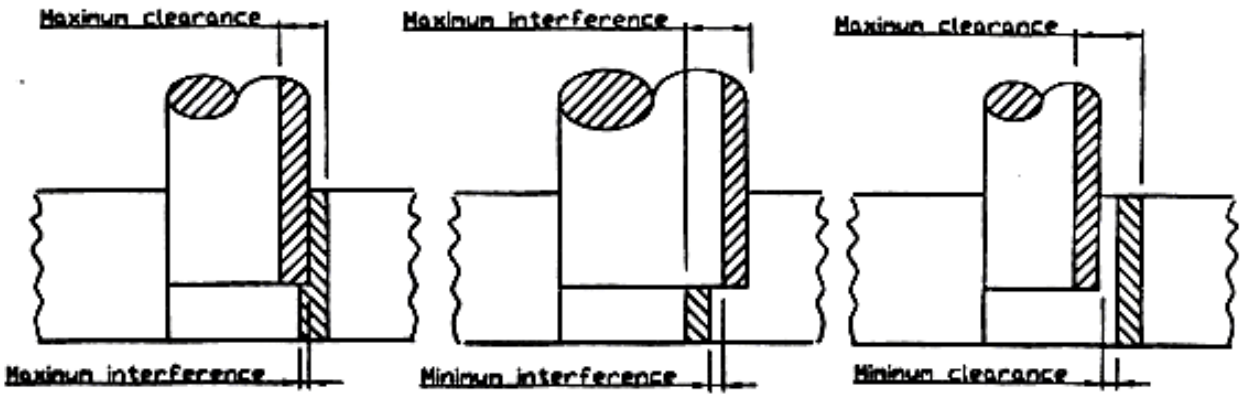
لاحظ التالي:

- لا توجد قوانين ثابتة فيما يخص اختيار الأزواج المناسب في كل مرة
- باستثناء بعض المهام الوظيفية العامة فإن للمصمم أن يختار بين مجموعة من الأزواجات شريطة أن تفي بالغرض الوظيفي للتجميعة أو الجزء موضع الدرس.

- أن عملية اختيار الأزواج تتطلب تراكماً في الخبرة وتعاوناً لصيقاً بين مهندسي التصميم والتصنيع والقياسات والتجميع.



شكـــــل 23.4: توزيع مناطق التفاوت رجوعاً إلى خط الصفر للأعمدة والثقوب



أ- توافق تخالصي. ب- توافق تداخلي. ج- توافق انتقالي.

شـكـــــل (24.4): أصناف التوافق

- **التوافق الخلوصي** (CLEARANCE FIT):

يكون التوافق توافقاً خلوصياً إذا كان قطر العمود أصغر من قطر ثقبه أو كرسيه وبالتالي يؤدي إلى حدوث خلوص بين الجزأين المتزاوجين أي وبمعنى آخر أن يكون قطر الفتحة أكبر من قطر العمود دائماً. و يستعمل هذا التوافق في تجميعات الأجزاء التي تتطلب سهولة في تركيبها مع بعض أو تفكيكها وفي العناصر التي تدور بالنسبة لبعضها مثل الأعمدة التي تدور في ثقوبها أو كراسيها (BEARINGS). انظر الشكل 24.4أ.

- **التوافق التداخلي** (INTERFERENCE FIT):

وهو عندما يكون قطر العمود أكبر من قطر ثقبه وبالتالي تداخل بين سطحي الجزأين المتزاوجين، وهذا يعني تداخل مادتي العنصرين ببعضهما. هنا نحتاج لقوة وأدوات خاصة لإدخال العمود في الثقب وبالتالي فإن العمود لا يدور في ثقبه بل هو ثابت فيه. انظر الشكل 24.4

- **التوافق الانتقالي** (TRANSITION FIT):

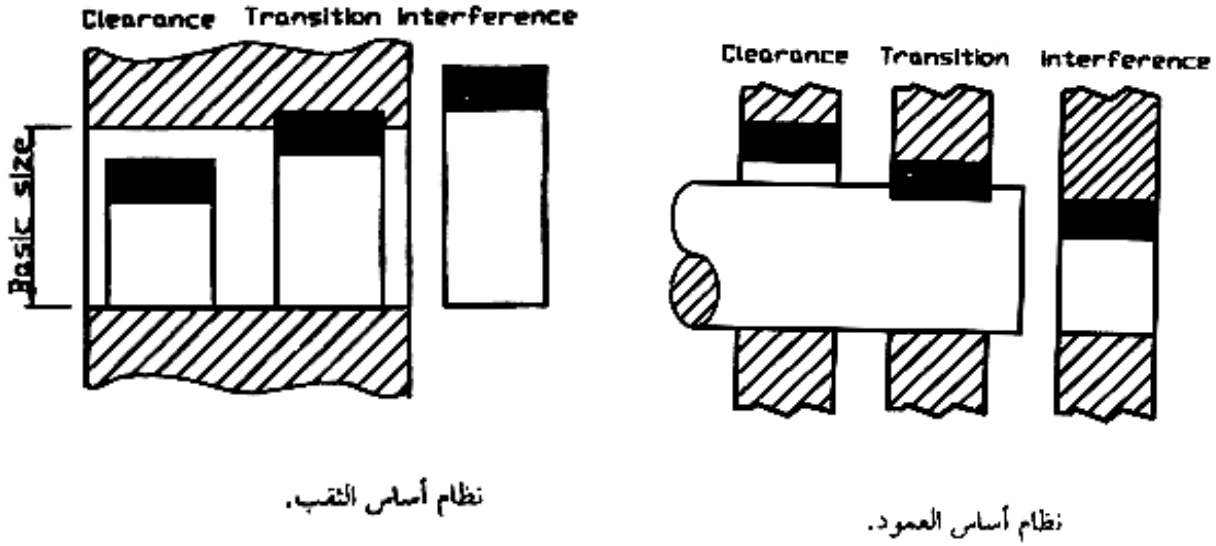
وهو وسط بين التوافق الخلوصي والتداخلي. هنا يكون قطر العمود أكبر أو أصغر من قطر ثقبه (وقد يتطابقان مصادفة)، لذلك عند تجميع الأعمدة والثقوب المصنوعة حسب هذا التوافق يمكن أن ينتج أزواج متداخلة وأخرى متخالصة. انظر الشكل ج.24.4

3.3.4 أنظمة التوافق BASIC HOLE/SHAFT SYSTEMS

يوجد نظامان للتوافق كما يوضح الشكل 25.4: 1) نظام أساس الثقب (BASIC HOLE SYSTEM) حيث يثبت مقاس الثقب ويغير مقاس العمود ليلائم التوافق المطلوب، 2) نظام أساس العمود (BASIC SHAFT SYSTEM) حيث يثبت مقاس العمود ويغير مقاس الثقب ليلائم التوافق المطلوب.

يعتبر نظام أساس الثقب نظاماً سهلاً عند التصنيع والتجميع وأرخص في تكلفة الإنتاج وهو يعني استخدام بنطة (DRILL) مناسبة لفتح الثقوب ثم تصنيع أعمدة تناسبها ومن ثم فإن إنتاج عمود بمقاس معين ليلائم الثقب أسهل وأقل تكلفة من إنتاج الثقوب. لذلك فهو الأكثر استخداماً بشكل عام.

وعن تثبيت مقاس العمود (BASIC SHAFT SYSTEM) ليلائم التوافق المطلوب فإن تصنيع ثقوب دقيقة يتطلب استعمال ريش ثقب (DRILLS) متعددة وموسعات الثقوب (REAMERS) متنوعة مما يؤدي إلى ارتفاع تكلفة الإنتاج، لذلك فهو الأقل استخداماً وانتشاراً. يستعمل هذا النظام عند أزواج مشغولات (ثقب) بنفس العمود القياسى.



نظام أساس الثقب.

نظام أساس العمود.

شكـــل (25.4): نظام أساس الثقب أصناف التوافق

4..43 اختيار التوافقات المناسبة FIT SELECTION

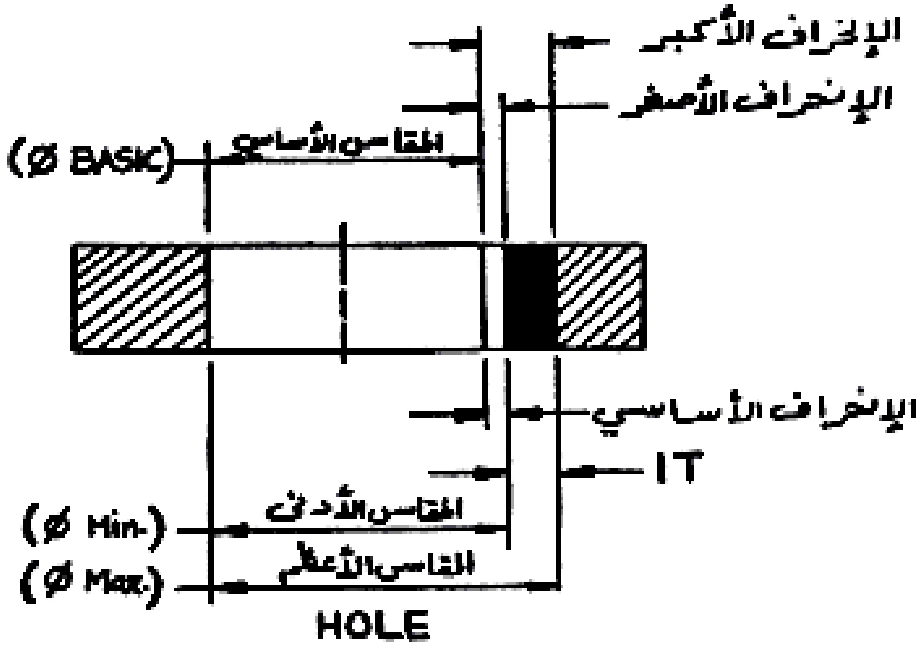
يعتمد اختيار التوافق المناسب لمجموعة الأعمدة والثقوب (الكراسي) على عدة عوامل أهمها طبيعة عمل العنصر و تكلفة إنتاجه التي يجب تقليلها بقدر الإمكان. فالتوافق المناسب لعمود يدور في كرسيه هو توافق خلوصي، وإذا كان العمود ثابتاً في الكرسي فالتوافق المناسب هو توافق تداخلي. أما إذا رغبنا في توافق مقبول بين الخلوصي والتداخلي فنعتمد التوافق الانتقالي..

كما تقدم ذكره فإن لهذه التوافقات رتباً مختلفة ولكل رتبة قيمتها الخاصة، فكيف نختار الرتبة المناسبة للتوافق..هنا أيضاً يتم الاختيار حسب طبيعة عمل الجزء وتكلفة إنتاجه. وفي ما يأتي ملخص لأهم الأزواجات و مجالات استعمالها بالجدول 2.4

التوافق	الأستعمال	الأزواج
خلوصي	▪ خلوص كبير(Loose Running Fit) للقطع التجارية العامة ▪ حركة خطية أو دائرية حرة (Free Running Fit)بدون حاجة لدقة عالية ولكن تذبذب كبير في الحرارة أو سرعة عالية أو أحمال عالية ▪ خلوص صغير(Clause Running Fit) لتطبيقات المكائن عالية الدقة مع سرعات وأحمال معتدلة ▪ حركة خطية/دائرية حرة (Sliding Fit) بدون ضبط/تموقع صارم ودقيق	H11/c11 H9/d9 H8/f7 H7/h6
انتقالي	▪ ضبط دقيق (Locational Transition) ▪ ضبط عالي الدقة (Locational Transition) مع سماحة أكثر للتداخل	H7/k6 H7/n6
تداخلي	▪ قطع تتطلب توافق هندسي (Locational Interference) بين المحاور مع دقة وضع عالية ▪ قطع محولة(Medium Drive) لطاقة (قوة/عزم) معتدلتين من سبائك الحديد ▪ قطع كبس (Force Fit)	H7/p6 H7/s6 H7/u6

جـــــدول (2.4) : أهم الأزواجات و مجالات استعمالها

تمـــــــرين تطبيقي



استخرج لكل من التوافقات الثلاثة التالية

- ✓ خلوصي **Ø30H11c11**
- ✓ انتقالي **Ø30H7k6**
- ✓ تداخلي **Ø30H7p6**

- مقاس الثقب/العمود (Hole/Shaft Dimensions)
- أكبر ثقب/أصغر عمود (Large Hole/Small Shaft)
- أصغرثقب/أكبر عمود (Small Hole/Large Shaft)
- أكبر وأصغر خلوص/تداخل (Min./Max. Clearance/Interference)

تواافق خلوصي

Clearance fit, ϕ30 H11/c11

Hole dimension ϕ30 $H11\left(^{+0.13}_{0}\right)$

Shaft dimension ϕ30 $c11\left(^{-0.11}_{-0.24}\right)$

Largest hole	= 30.13	
Small shaft	= 29.76	
Max clearance		+0.37
Smallest hole	= 30.00	
Largest shaft	= 29.89	
Min clearance		+0.11

توافق انتقالي

Transition fit, ϕ 30 H7/k6

Hole dimension ϕ 30 $H7(^{+0.021}_{0})$

Shaft dimension ϕ 30 $k6(^{+0.015}_{+0.002})$

Largest hole	= 30.021	
Smallest shaft	= 30.002	
Max. clearance		+0.019
Smallest hole	= 30.000	
Largest shaft	= 30.015	
Max. interference		-0.015

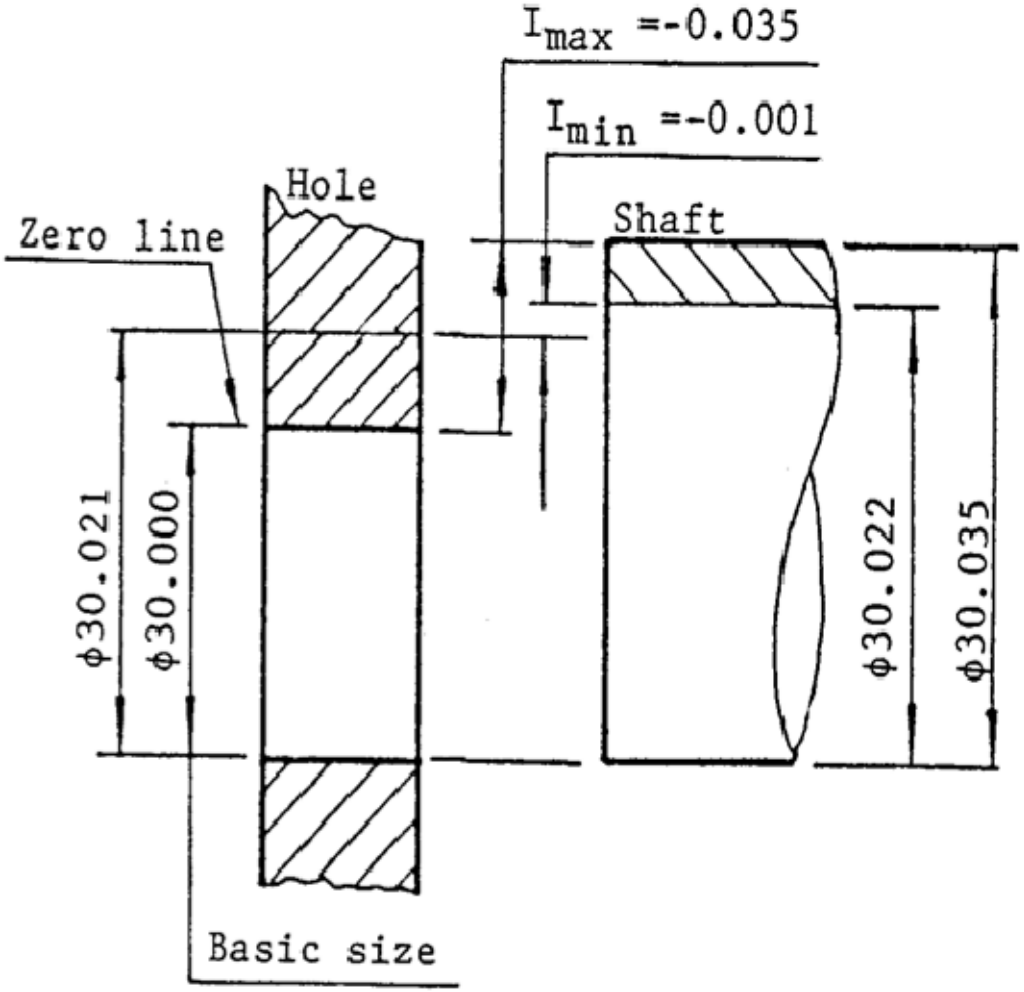
توافق تداخلي

Interference fit, ϕ 30 H7/p6

Hole dimension $\phi 30\ H7\left(^{+0.021}_{0}\right)$

Shaft dimension $\phi 30\ p6\left(^{+0.035}_{+0.022}\right)$

Largest hole	=	30.021
Smallest shaft	=	30.022
Min. interference		-0.001
Smallest hole	=	30.000
Largest shaft	=	30.035
Max. inteference		-0.035



4.4 التفاوتـــات/الانحرافات الهندسية GEOMETRIC TOLERANCES

نعني بالتفاوتات الهندسية تلك الانحرافات في الشكل (PROFILE) أو الوضع (LOCATION) الهندسي لسطح أو حد أو ملمح لمشغلة حتى تأمن وظيفتها في تجميع ميكانيكي أو عند استعمالها معزولة على غرار انحراف الاستواء أو الاستدارة مثلا. أما عملياً، فيتم تحديد مقدار خطأ لا يمكن تجاوزه وبذلك تكون الانحرافات الهندسية رديفاً ومكملاً للتفاوتات البعدية (±I.T.) السابق ذكرها في الفقرة § 3.4.

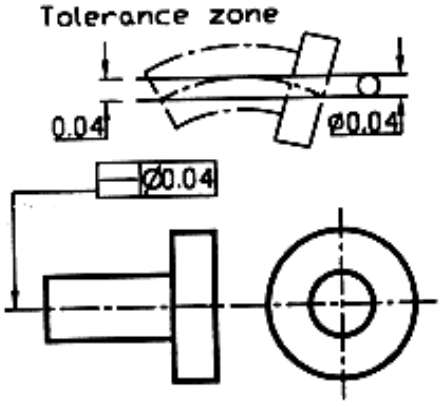
نرمز إلى التفاوتات الهندسية بمصطلح عـــــام:

G:**G**EOMETRIC **D**:**D**IMENSIONING &**T** :**T**OLERANCING

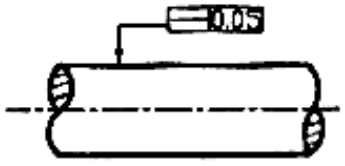
فيما يأتي نستعرض حزمة من الرموز و أنواع من التفاوتات الهندسية الأكثر شيوعاً في مجالي التصميم والتصنيع الميكانيكي :

انحراف الشكل FORM DEVIATION

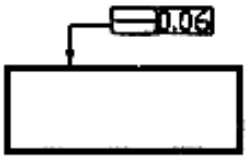
- **انحراف الاستقامة** على السطح **STRAIGHTNESS**: ويستخدم لتحديد التفاوت المسموح به في استقامة الأسطح أو حد خطي على سطح أومحور



أ– تفاوت استقامة محور تناظر.

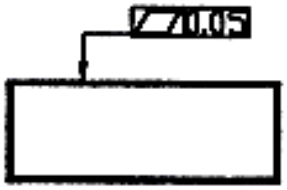


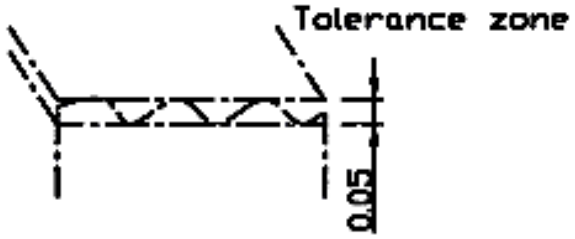
ب– تفاوت استقامة راسم اسطوانة.



ت– تفاوت استقامة سطح.

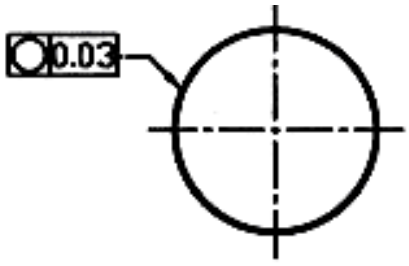
- **انحراف الاستواء FLATNESS**: يستخدم لتحديد تفاوت استواء سطح ضمن نسبه خطأ معينة بين سطحين مرجعيين نظريين

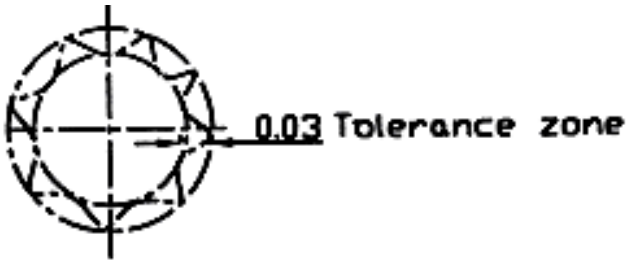




ب– كتابة التفاوت. أ– منطقة التفاوت.

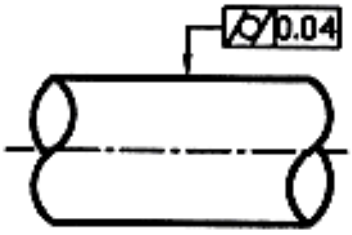
- **انحراف الاستدارة CIRCULARITY** : يستخدم لتحديد تفاوت استدارة دائرة أو سطح دائري أو مقطع من جسم اسطواني ضمن حدود مسموح بها

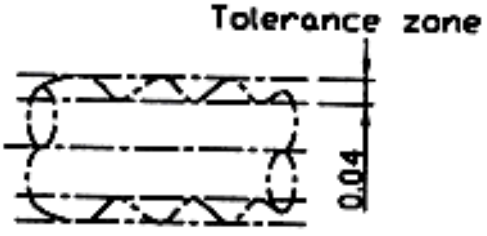




ب– كتابة التفاوت. أ– منطقة التفاوت.

- **انحراف الاسطوانية CYLINDRICITY**: يستخدم لتحديد تفاوت اسطوانية السطوح ضمن نسبة خطأ معينة

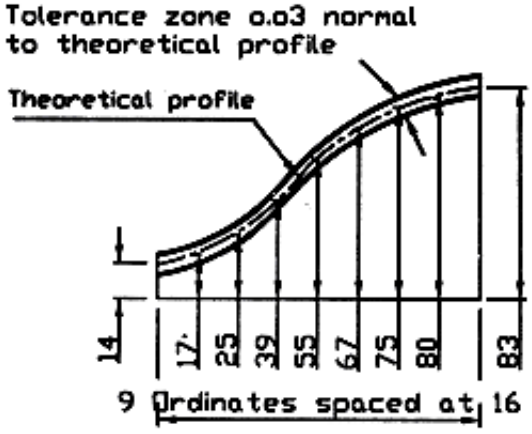




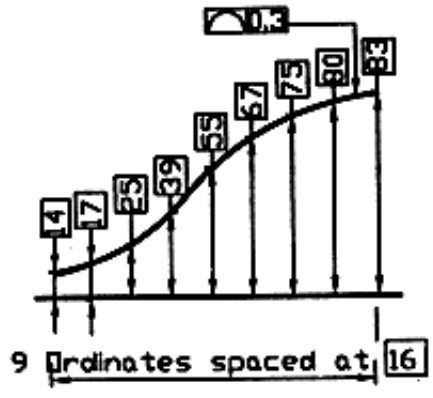
ب– كتابة التفاوت. أ– منطقة التفاوت.

انحراف الملمح PROFILE DEVIATION

- انحراف الملمح **PROFILE**: يستخدم لتحديد مجال انحراف لملمح خط أو منحنى.



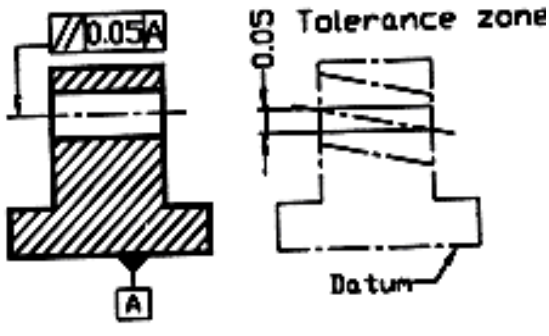
تفاوت المظهر.



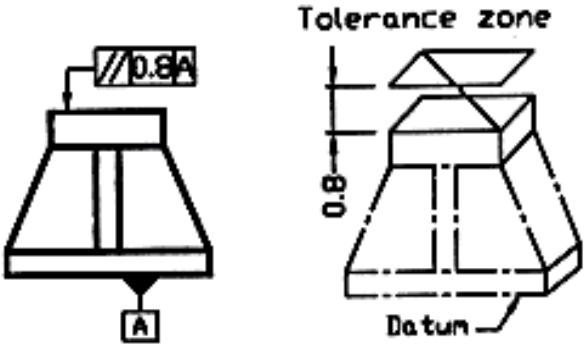
تفاوت المظهر – طريقة ثانية.

انحراف توجيه ORIENTATION

- انحراف توازي **PARALLELISM** : يستخدم لتحديد تفاوت توازي حد (محور) أو سطح رجوعاً إلى سطح/حد خطي مرجعي

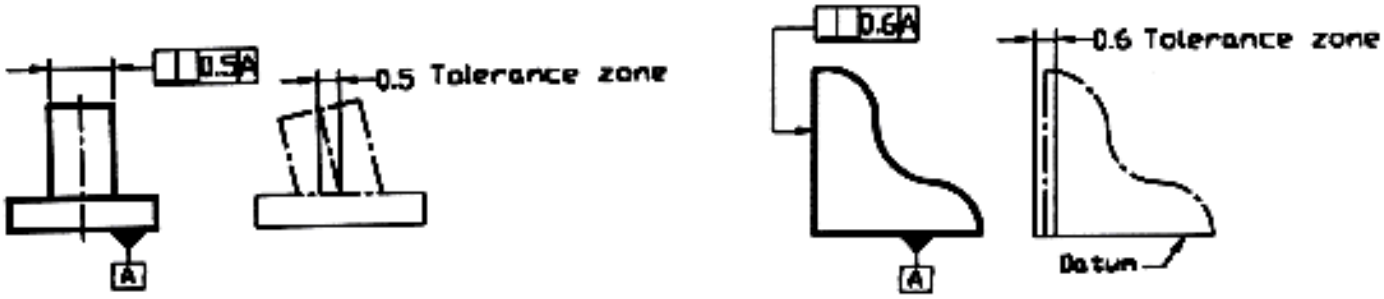


أ– تفاوت محور بالنسبة لمرجع.



ب– تفاوت سطح بالنسبة لسطح مرجع.

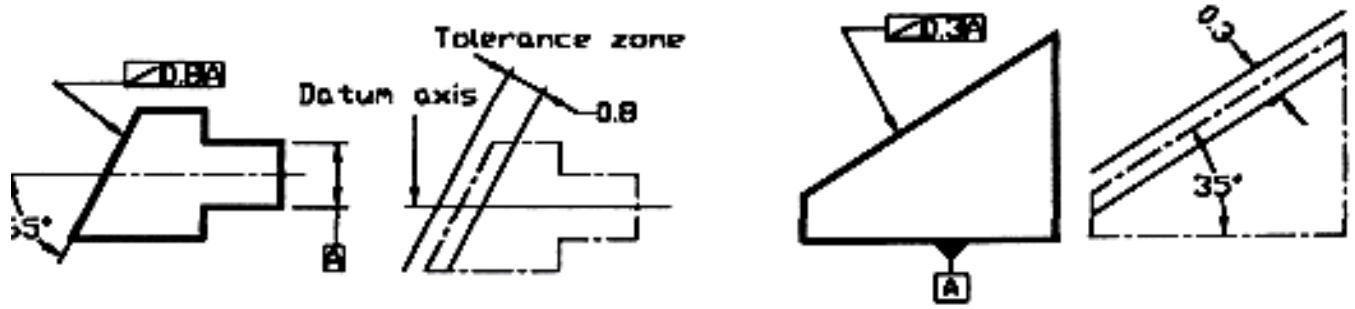
- **انحراف التعامدPERPENDICULARITY** : يستخدم لتحديد تفاوت التعامد للأسطح بالنسبة لخط الأساس أو المرجع ضمن حدود سماحة



أ- تفاوت سطحين مستويين متعامدين.

ب- تفاوت محور اسطوانة بالنسبة لسطح مرجع.

- **انحراف الزاوي ANGULARITY** : يستخدم لتحديد التفاوت الزاوي بين الأسطح بالنسبة لبعضها أو بالنسبة لخط الأساس أو المرجع ضمن حدود مسموح بها

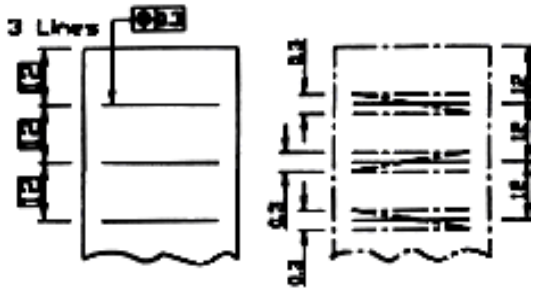


أ- تفاوت سطح مائل بالنسبة لسطح مرجع.

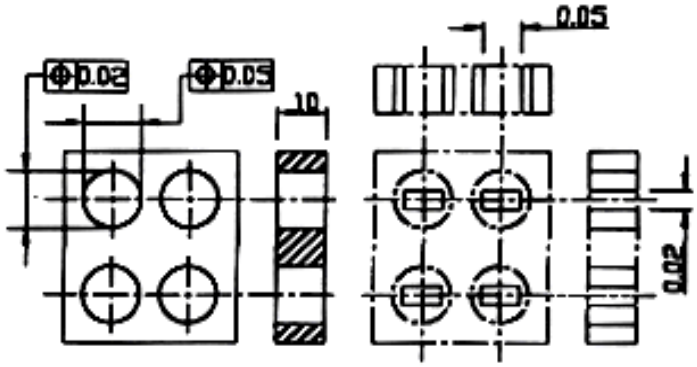
ب- تفاوت سطح مائل بالنسبة لمحور.

انحراف التموضع LOCATION

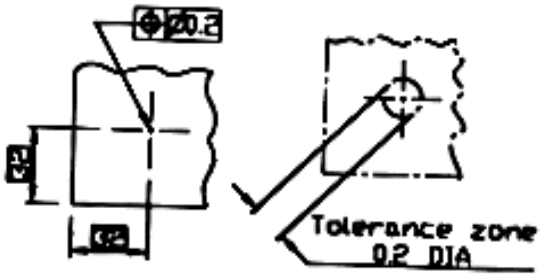
- **انحراف الموضع POSITION** : يستخدم لتحديد التفاوت في موضع سطح أو محور رجوعاً لخطوط مرجع ضمن حدود مسموح بها



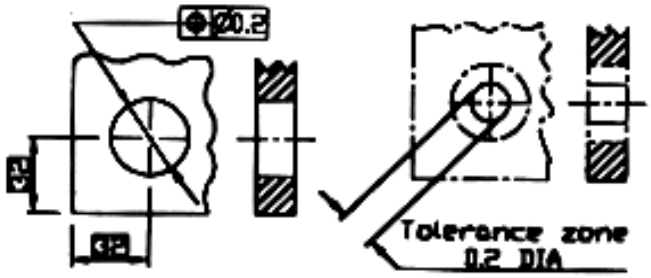
أ- منطقة التفاوت بين خطين متوازيين.



ب- منطقة التفاوت بين مستويين متوازيين.

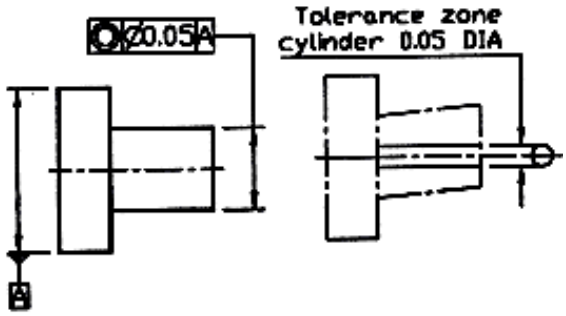


ت- منطقة التفاوت داخل دائرة.

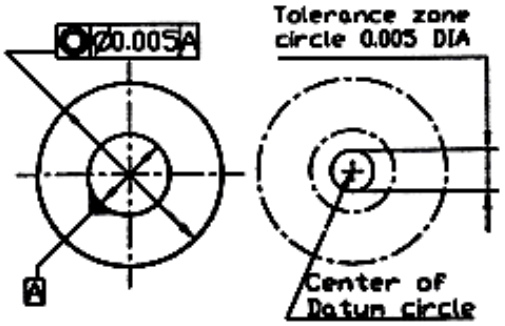


ث- منطقة التفاوت داخل اسطوانة.

- **انحراف المركز/المحور CONCENTRICITY, COAXIALITY**: يستخدم لتحديد التفاوت في مركز أو محور دائرة أو اسطوانة بالنسبة للمركز أو المحور المرجع في حدود مسموح بها.



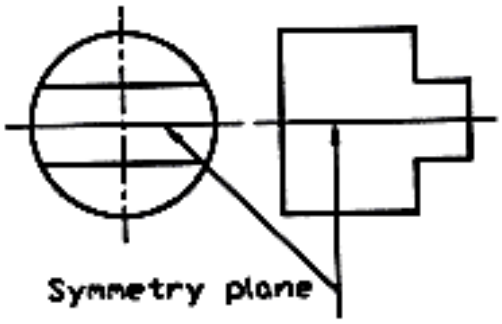
أ- منطقة تفاوت مركز دائرة.



ب- منطقة تفاوت محور اسطوانة.

انحراف التناظر SYMMETRY

- انحراف التناظر/التماثل **SYMMETRY** : يستخدم لتحديد التفاوت في تماثل سطح أو حد خطي/منحنى رجوعاً إلى الخط الأساس أو المرجع ضمن حدود مسموح بها.



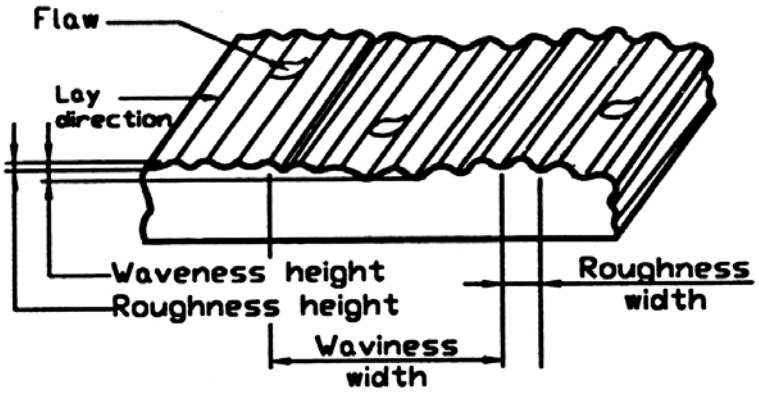
انحراف الانتظام RUNOUT

- انحراف الانتظام القطري/قطري + محوري **Runout/Total Runout**: يستخدم لتحديد الانحراف القطري/ قطري + محوري لجسم اسطواني تحت حركة دائرية بحيث يبقى ضمن حدود مسموح بها.

5.4 عمليات التشغيل وخشونة الأسطح SURFACE ROUGHNESS

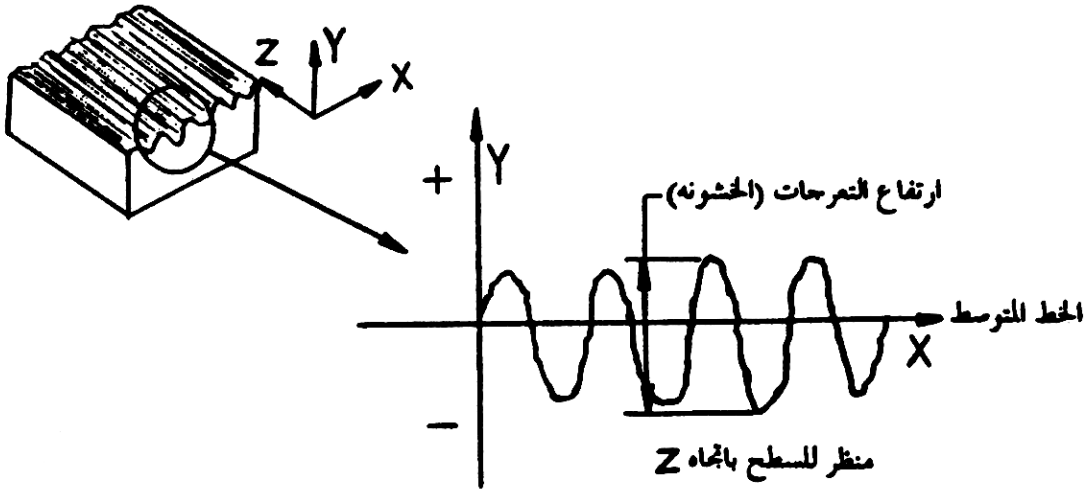
كما هو متعارف عليه فإن للسطوح المشغلة بنية غاية في التعقيد من ناحية احتوائها على العديد من الأخاديد والتموجات وغيرها من التضاريس(شكل 26.4). توجد عدة عناصر مؤثرة في هكذا تضاريس:

- طرق التصنيع
- الاهتزازات
- تركيبة المعدن
- بارامترات القطع (سرعة تغذية_سرعة قطع_...)
- وسائل التبريد ....



شكـــل (26.4): بنية السطوح

نستعمل قيم معيارية عديدة لتخصيص أسطح التشغيل نطلق عليها قيم "الخشونة" (ROUGHNESS) ومن أهمها عامل متوسط الخشونة (Ra) حيث تقاس المسافات الرأسية بين قمم (PEAKS) وقيعان (VALLEYS) الجزء المفحوص (شكل 27.4) ومن ثم نحسب معدل الانحراف للسطح عن الخط المتوســـــــط (MEAN LINE). الوحده المستخدمة هنا هي الميكرومتر



شكـــل (27.4): قياس خشونة السطح

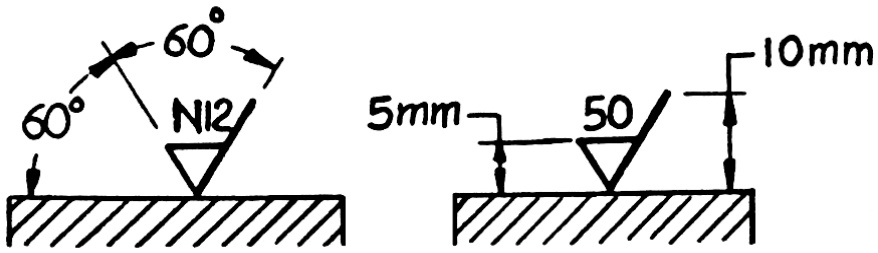
وتختلف درجة خشونة الأسطح حسب الوظيفة الفنية المطلوبة منها. ففي بعض التطبيقات تكون الحاجة في إنجاز أسطح فائقة النعومة كما في المحامل BEARINGS للحد من الاحتكاك ومن ثم التخفيض من درجة الحرارة وعلى النقيض،في بعض التطبيقات نحتاج لأسطح خشنة لزيادة القوى والعزوم المنقولة بواسطة الاحتكاك.

الجدول 3.4 يعطي درجات الخشونة التقريبية المتحصل عليها بواسطة عمليات التشغيل وكذلك أرقام الخشونة المناظرة لها والتي يرمز لها بحرف (N) ويتبعه رقم من (1) إلى (12) يزداد تصاعدياً مع عامل الخشونة. لاحظ هنا:

- كلما زادت نعومة وجودة إنجاز الأسطح زادت تكاليف الإنتاج، لذلك يراعى عند إنجاز سطح ما أن يكون إنتاجه وفق أعلى خشونة ممكنة (مقبولة) بحيث يمكن للجزء المنتج أن يقوم بالمهمة المناطة به على أكمل وجه مع خفض تكاليف إنتاجه.

PRODUCTION PROCESS عملية الإنتاج		SURFACE ROUGNESS خشونة السطح µm	SURFACE NUMBER رقم الخشونة N *
FLAME CUTTING	قطع باللهب	6.3 - 50	N9 - N12
SAND CASTING	سبك بالرمل	6.3 - 50	N9 - N12
HOT ROLLING	دلفنة على الحار	6.3 - 50	N9 - N12
ROUGH TURNING	خراطة خشنة	6.3 - 50	N9 - N12
ROUGH GRINDING	تجليخ خشن	1.6 - 50	N7 - N12
FORGING	تطريق	1.6 - 25	N7 - N11
SHAPING	تشكيل	0.8 - 50	N6 - N12
PLANING	قشط	0.8 - 50	N6 - N12
MILLING	تفريز	0.4 - 50	N5 - N12
BORING	حفر	0.4 - 25	N5 - N11
DRILLING	ثقب	0.4 - 12.5	N5 - N10
EXTRUSION	بثق	0.4 - 12.5	N5 - N10
REAMING	تقوير (برغلة)	0.4 - 3.2	N5 - N8
DRAWING	سحب	0.2 - 6.3	N4 - N9
PRECISION GRINDING	تجليخ دقيق	0.05 - 0.4	N2 - N5
LAPPING	تحضين	0.025 - 1.6	N1 - N7
SUPERFINISHING	إنجاز فائق (متناهي الدقة)	0.05 - 0.2	N2 - N4
HONING	صقل	0.025 - 1.6	N1 - N7

جـــــدول **(3.4)** : عامل الخشونة مع الطرق التصنيعية



شكـــل (28.4): شكل ومواصفات رمز إنجاز السطح

حذف الضلع الأفقي يعني أنه يمكن إنتاج السطح بأي طريقة. ليس بالضرورة بالتشغيل (MACHINING).	
يمكن إنتاج السطح بأي طريقة بحيث لا تتعدى خشونته ما هو محدد.	50 أو N12
يمكن إنتاج السطح بأي طريقة بحيث تكون خشونته ضمن المدى المحدد (القيمتان العليا والدنيا).	0.4 0.05 أو N5 N2
يُنتج السطح بالتشغيل (إزالة أو قطع المادة) بحيث تكون خشونته ضمن المدى المحدد.	0.4 0.05 أو N5 N2
يعني وجود الحرف O أنه يُمنع تشغيل السطح وأنه يجب إنتاجه بواحدة من الطرق التي لا تقطع أو تزال فيها المادة.	50 أو N12
المطلوب هو إنتاج كافة السطوح في الرسم بالتشغيل بنفس الخشونة. يوضع الرمز مرة واحدة كملاحظة عامة.	ALL OVER
المطلوب إنتاج السطح بعملية التشغيل أو إنهاء العملية المطلوبة المكتوبة على الخط الأفقي المضاف للرمز.	MILLING 50 BORING N11

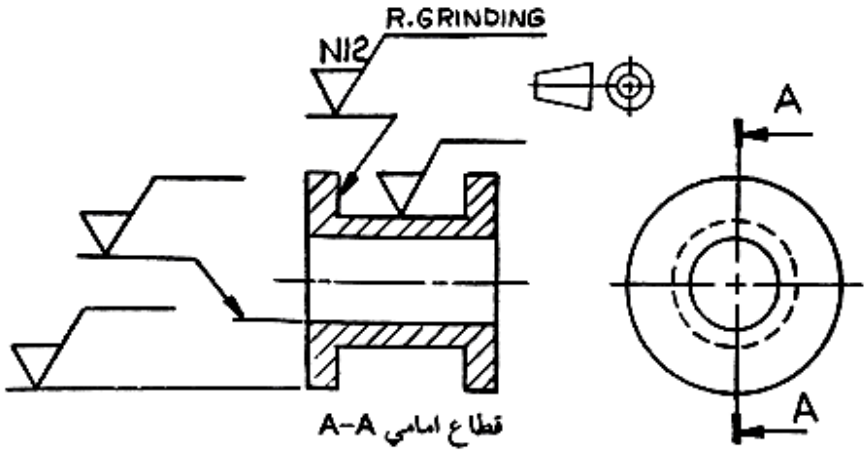
جـــدول (4.4) : طرق استخدام رمز إنجاز السطح

عند القيام بتصميم أو رسم أجزاء مطلوب إنتاجها وفق خشونة معينة فإننا نستخدم رمزاً خاصاً بهذه المهمة يكون دوره الأساسي تحديد خشونة الأسطح واختيار عملية الإنتاج الملائمة لكل سطح، وهذا الرمز عبارة عن مثلث متساوي الأضلاع بارتفاع (5mm) ويرتكز رأسه على السطح المطلوب إنجازه وتحديد خشونته. يبين الشكل 28.4 طريقة وضع رمز الإنتاج على الرسم المطلوب إنجازه حيث تمثل القيمة المكتوبة فوق المثلث أعلى حد خشونة متوقعة من هذه العملية الإنتاجية. انظر المثال بالشكل 29.4.

1.5.4 طرق ترميز خشونة الأسطح

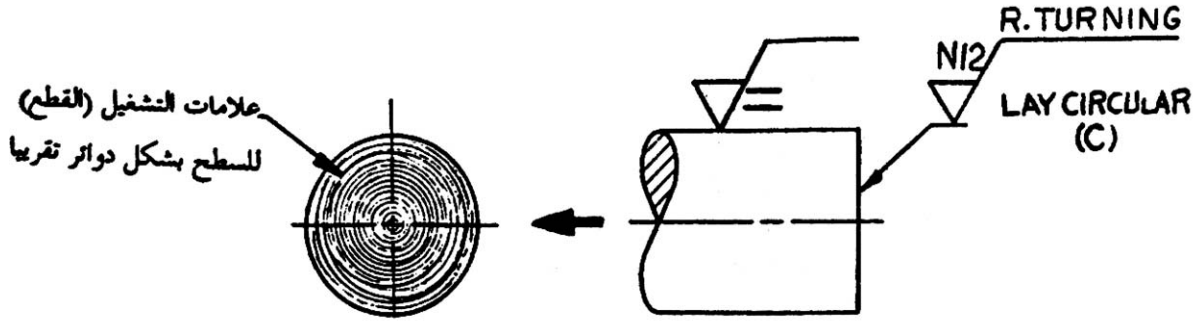
بناء على ما تقدم فقد تم وضع قواعد تحدد رمز إنجاز الأسطح والطريقة الواجب اتباعها لإنجاز الأسطح لكل رمز كما يشرح الجدول 4.4. فكما هو معلوم فإن عمليات التشغيل تترك خلفها حزوزاً وعلامات على السطوح التي تم إنجازها بواسطة القطع حيث لايمكن تلافي هذه الآثار والحزوز ولكن بالإمكان التحكم باتجاهاتها وأشكالها الخارجية إذا رغبنا بذلك عن طريق تحديد عملية الإنتاج المستخدمة عند القطع واتجاه حركة أدوات القطع بالنسبة للجزء المراد قطعه وغيرها من العوامل المؤثرة على اتجاه القطع. ولتنفيذ ذلك تم تحديد رمز لكل اتجاه أو شكل قطع مطلوب تنفيذه (شكل 30.4) ويكتب في الجهة اليمنى للمثلث المستخدم لرمز الإنجاز كما هو مبين في الشكل 31.4.

مثـــــال 1.



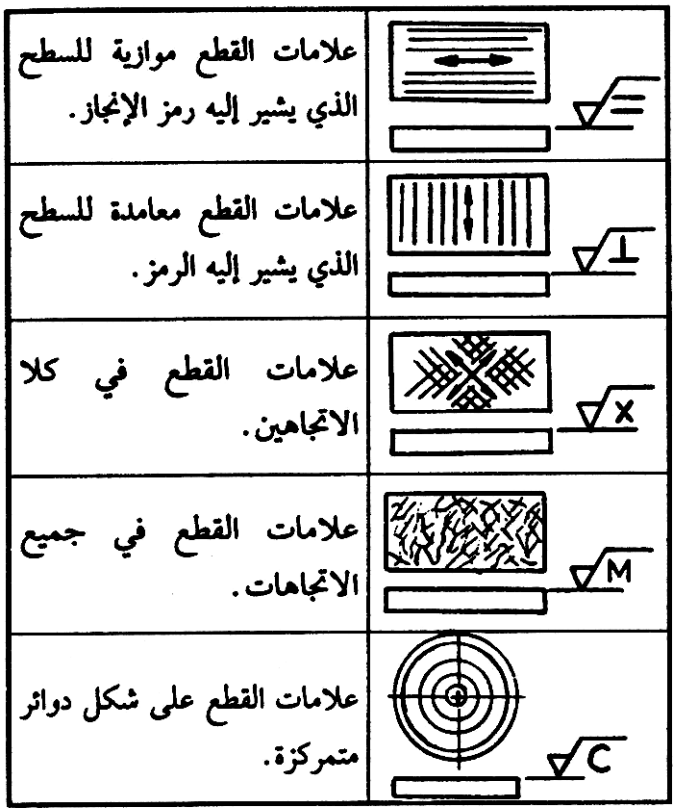
شـكـــــل (29.4): طريقة وضع رمز الإنجاز في الرسم التفصيلي

مثـــــال 2.



شـكـــــل (30.4): طريقة رمز إنجاز السطح مع إتجاه القطع

رمـوز اتجـاهات علامات القطع (الحزوز) للسطوح المطلوب إنجازها.



شكـــل (31.4)

6.4 عمليات تصنيعية غير تقليدية NON CONVENTIONAL METHODS

تعرضنا في الفقرة §6.4 إلى طرق التشغيل بقطع الرائش و علاقتها بخشونة الأسطح كما تم ذكر طرق تصنيعية أخرى كما في الجدول 3.4 وفي ماياتي سنفصل في طرق اللحام (WELDING) واستعمال البراشيم (RIVETING) لتجميع المشغولات، وفيما يأتي:

نعرف عملية اللحام (WELDING) بأنها عملية توصيل دائمة لقطعتين من المعادن ومن ثم رفع درجة حرارتيهما إلى درجة الانصهار واندماجهما مع بعضهما تحت ضغط معين أو بدون ضغط. يمكن إضافة مادة وسيطة (FILLER) بين القطعتين الملحومتين إذا دعت الحاجة لذلك.

أما طرق/تقنيات اللحام فهي متعددة ومنها:

- **لحام بواسطة الضغط (PRESSURE WELDING)** ومنه اللحام النقطي (WELDING (SPOT

- **لحام بدون استخدام الضغط (NO PRESSURE WELDING)** ومنه لحام الغاز (GAS WELDING)، لحام القوس (ARC WELDING)، لحام المقاومة (RESISTANCE WELDING) واللحام الومضي (FLASH WELDING).

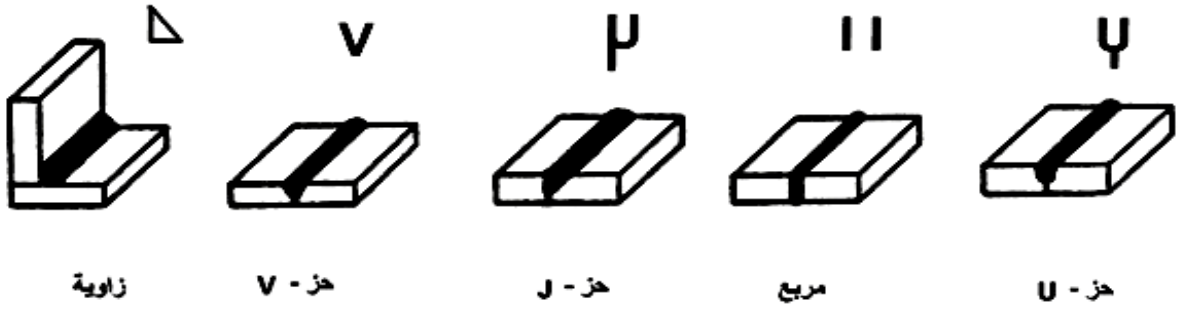
توجد عدة أشكال لوصلات اللحام (WEIDING JOINTS) التي تختلف حسب طريقة وضع الأجزاء المراد لحامها مع بعضها ويمكن حصرها في خمسة أصناف كما في الشكل :

أ- وصلات تناكبية (BUTT JOINTS)
ب- وصلات زاوية (CORNER JOINTS)
ج- وصلات حرف T (TEE JOINTS)
د- وصلات طرفية (EDGE JOINTS)
ه- وصلات تراكبية (LAP JOINTS)

أ- تناكبية (BUTT).ب- زاوية (CORNER). ت- حرف (T). ث- تراكبية (LAP). ج- طرفية (EDGE)

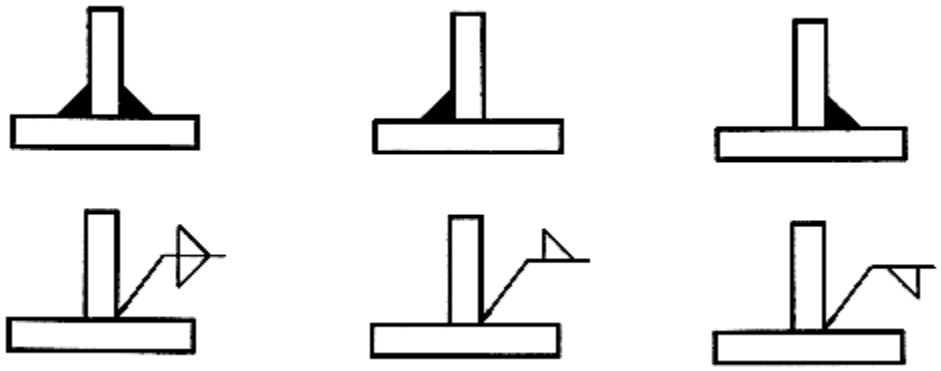
شكـــل (32.4)

لكل وصلة لحام يوجد لها عدة أشكال حسب حاجة التطبيق كما يظهر في الشكل 33.4 فيما يخص الوصلات التناكبية على سبيل المثال.



شكـــل (33.4)

ولبيان تمثيل اللحام في الرسومات الهندسية نستعمل رمز خاص للحام (WELDING SYMBOL) تكون مهمته تحديد شكل اللحام المطلوب والموقع المخصص للحام (انظر الشكل 34.4) ويكون رمز شكل اللحام على الخط الأفقي سواء فوق أو أسفل من الخط الأفقي للدليل.



شكـــل (34.4)

نفصل الآن في طريقة ثانية لتوصيل دائم للمشغولات أومكونات التجميعات الميكانيكية وهي التوصيل بالبراشيم (RIVETS). يأخذ البرشام شكل قضيب اسطواني بأشكال متنوعة بحسب رأس البرشام ومنها(شكـــل 35.4):

أ. البرشام ذو الرأس المدور (ROUND HEAD)

ب. البرشام ذو الرأس الغاطس (COUNTER SINK)

ت. البرشام ذو الرأس الغاطس المدور (TOP CSK ROUND)

ث. البرشام ذو الرأس المحدب (CROWNED)

ج. البرشام بالرأس المسطح (FLAT)

شكـــل (35.4)

وكما في الرسومات الإنشائية فإنه يصعب إظهار شكل رأس البرشام في المساحات الكبيرة، فأننا نستخدم رموز خاصة بالبراشيم تعتمد أشكالها على قطر البرشام وشكل رأسه كما يبين الشكل.36.4.

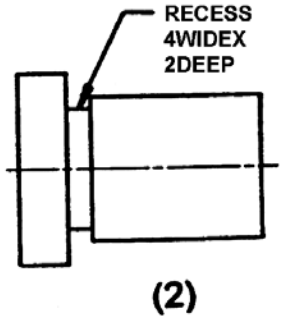
قطر البرشام أقل من 12 ملمتر	رأس مدور للطرفين	رأس غاطس للطرفين	برشمة في الموقع
الرمز (ـلـ لمحور البرشام)			

شـكـــل 36.4: رموز بعض البراشيم

7.4 أشكال فنية أخرى MANUFACTURING FEATURES

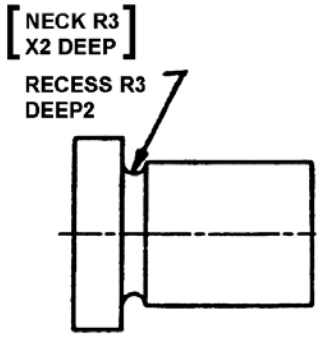
نستعرض في نهاية هذا الباب بعض التفاصيل الفنية لرسم وترميز بعض الأشكال و العناصر المستعملة في التجميعات الميكانيكية.

- **الانحسار RECESS OR NECK**: وهو الحز/التجويف (GROOVE) المقطوع في محيط أسطوانة، حيث أن المحيط في هذه النوعية من القطع يأخذ شكل العنق (NECK) ويكون بشكل دائري.



(2)

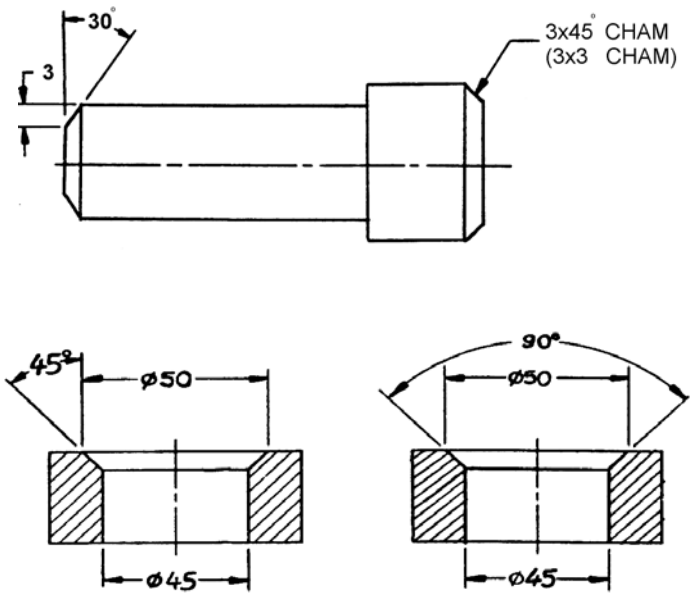
انحسار مربع أو حاد



(1)

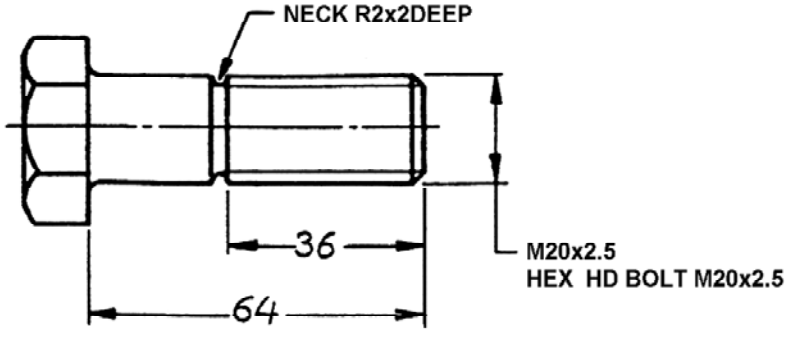
انحسار دائري أو قوسي

- **الشطف (CHAMFER):** وهو الحد المشطوف بزاوية و عمق محددين. والهدف من هذه الإزالة تسهيل عملية تجميع الأجزاء بعد عملية التشغيل وجعلها أكثر سلاسة ومرونة. الحواف المشطوفة تكون داخلياً أو خارجياً.



- **اللوالب (THREADS)**: لقد تم التفصيل في موضوع اللولب في الباب الثالث من جهة الوضيفة والأشكال ونتعرض الآن للطريقة المتبعة عند رسم اللوالب. نقوم بكتابة البعد الأساسي للولب المتري وهو أكبر قطر ويرمز له بالحرف (M) متبوعاً بقيمته متبوعة بإشارة ضرب يأتي خلفها مقدار الخطوة. تكون جميع الأبعاد بالمليمتر (mm).

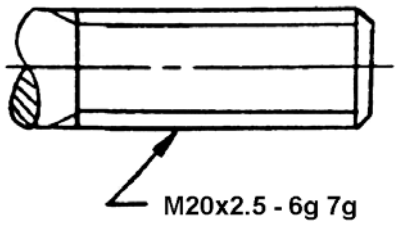
مثـــــــال: M20×2.5: هذا الرمز يعني أن اللولب متري قطره الأساسي أو الأكبر يساوي (ν20mm)، بخطوة مقدارها (2.5mm). الشكل 37.4 تمثل مسمار ملولب M20×2.5 (المواصفات الأخرى المتعلقة بالمسمار الملولب مأخوذة من الجداول الفنية الخاصة باللوالب).



كتابة أبعاد مسمار ملولب

شكـــــل 37.4: رمز مسمار ملولب

وفي حالة إضافة تفاوت نكتب الرموز كالآتي (M20×2.5-6H7g) انظر الشكل 38.4



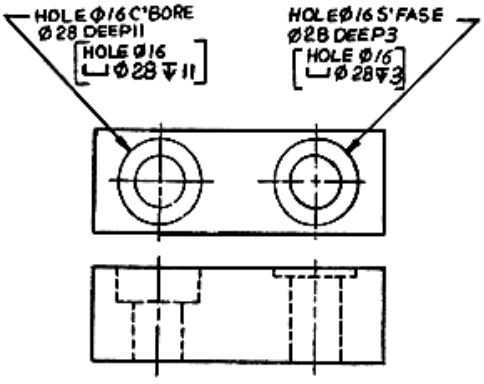
وصف لولب خارجي
باستخدام الرمز الكامل.

شكـــل 38.4: رمز مسمار ملولب مع درجة التوافق

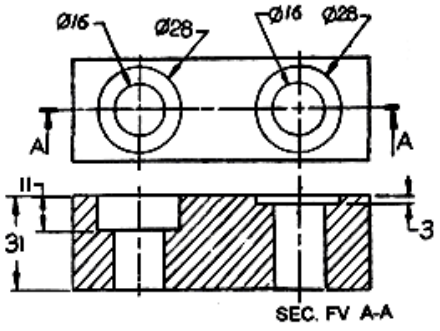
- **التخاويش (MACHINED HOLES)**: وتقسم إلى مسدودة (BLIND) ونافذة (THROUGH). ويستخدم المثقاب عادة لإنجاز الثقوب المسدودة بحيث يكون لها عمق محدد لا تتجاوزه. أما الثقوب النافذة فيكتفى عادة بتحديد مقاس قطر الثقب فحسب لأن ارتفاع أو عمق الثقب هو نفسه ارتفاع الجزء المثقوب.

وفيما يأتي نستعرض بعض أصناف الثقوب المستعملة صناعياً مرفقة مع طريقة وضع الأبعاد.

أ- **الفتحة المخوشة اسطوانياً** (COUNTERBORED HOLE): والهدف من هذه الفتحة هو توسيع قطر الثقب الأساسي بشكل اسطواني مع تحديد العمق بهدف إدخال مسمار ربط بين الأجزاء.

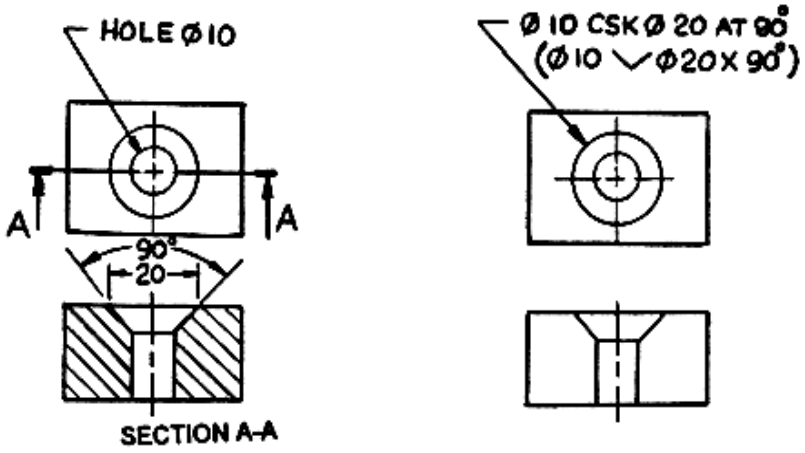


استخدام الملاحظات والرموز لوضع
أبعاد الثقوب المخوشة اسطوانياً وموضعياً



وضع أبعاد الثقوب المخوشة اسطوانياً
وموضعياً بطريقة عادية.

ب- **الفتحة المخوشة مخروطياً** (COUNTERSUNK HOLE): والهدف من هذه الفتحة هو توسيع قطر الثقب الأساسي بشكل مخروطي وذلك لإدخال مسمار ربط ذي رأس غاطس.

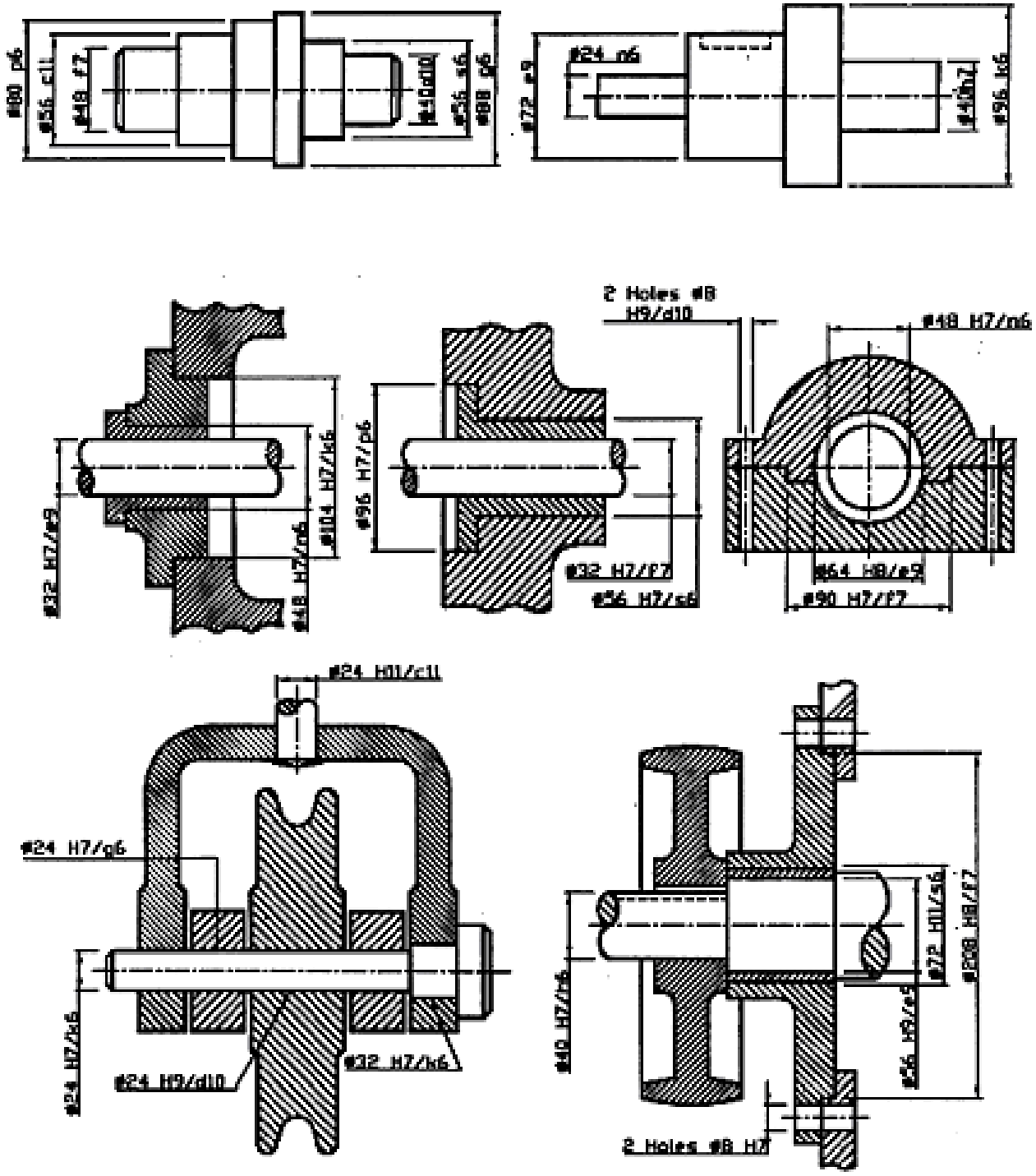


وضع أبعاد الثقوب المخوشة مخروطياً.

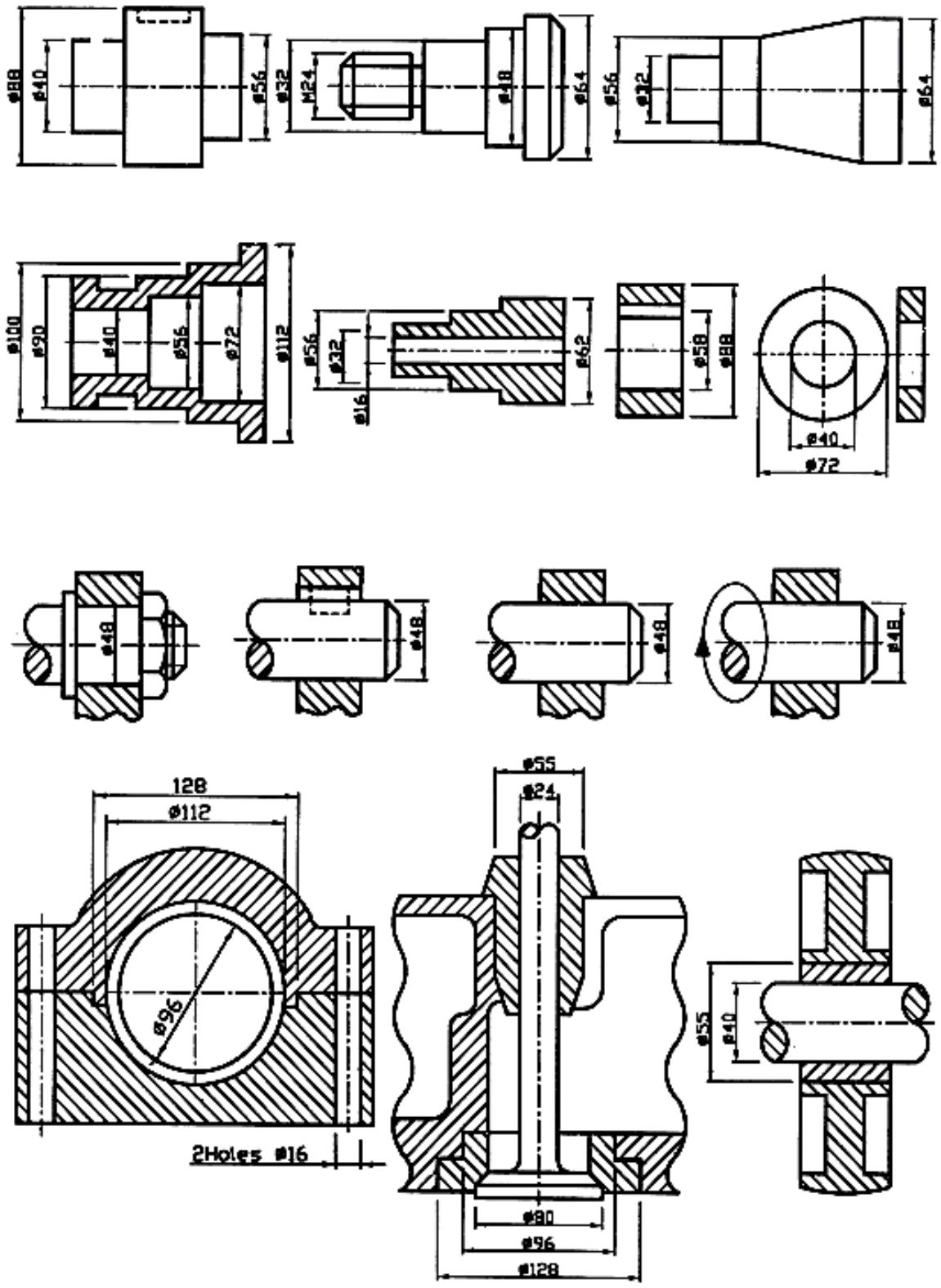
ج- **الفتحة المخوشة موضعياً** (SPOTFACED HOLE): والهدف من هذه الفتحة هو تسوية السطح المحيط بالثقب الأساسي بقطر محدد وعمق صغير وذلك لإدخال رأس المسمار ومساواته بموضع السطح.

تمـــــــــارين

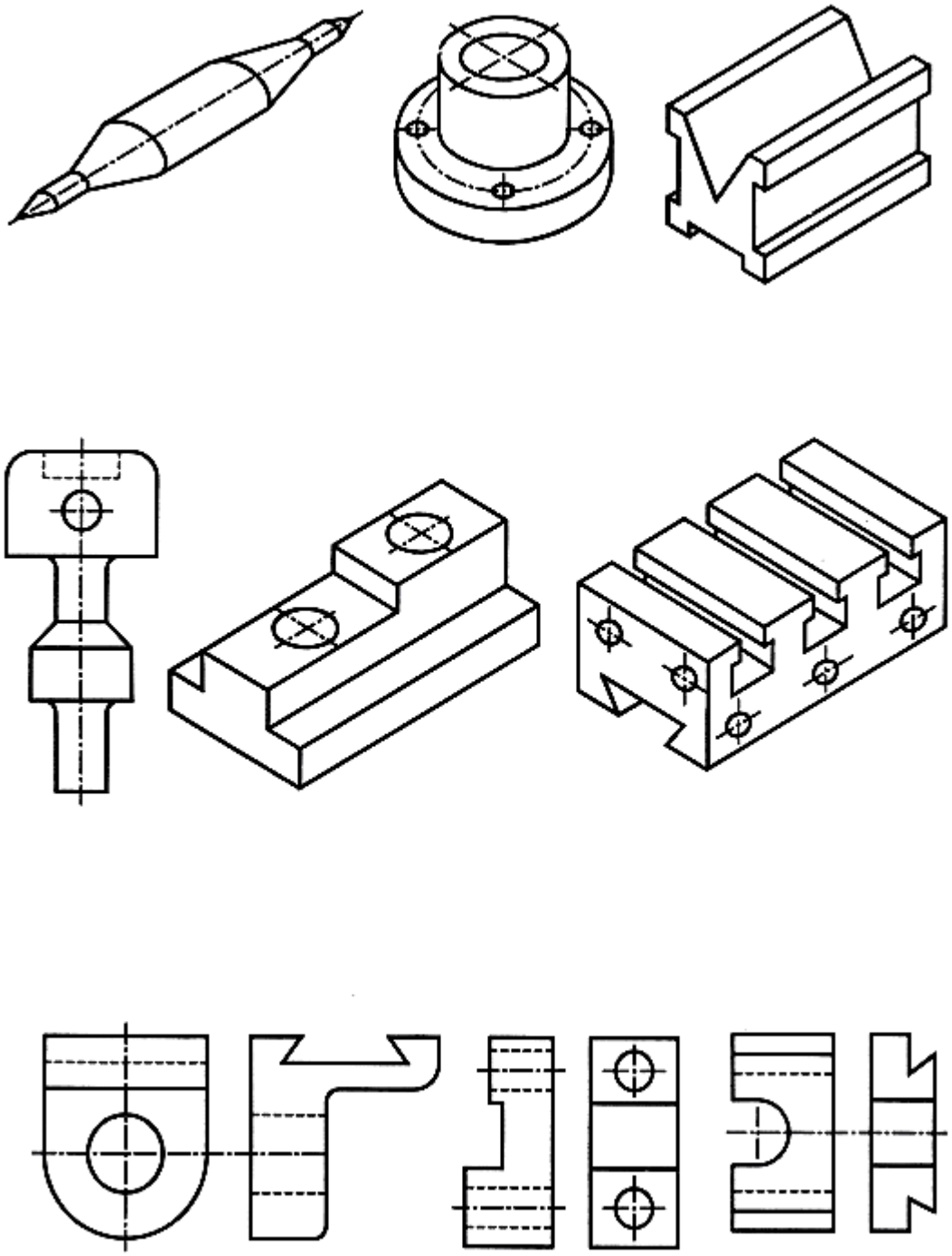
1. استخرج قيم التفاوتات المبينة رموزها في الرسومات التالية. برر سبب اختيارك كل نوع ؟



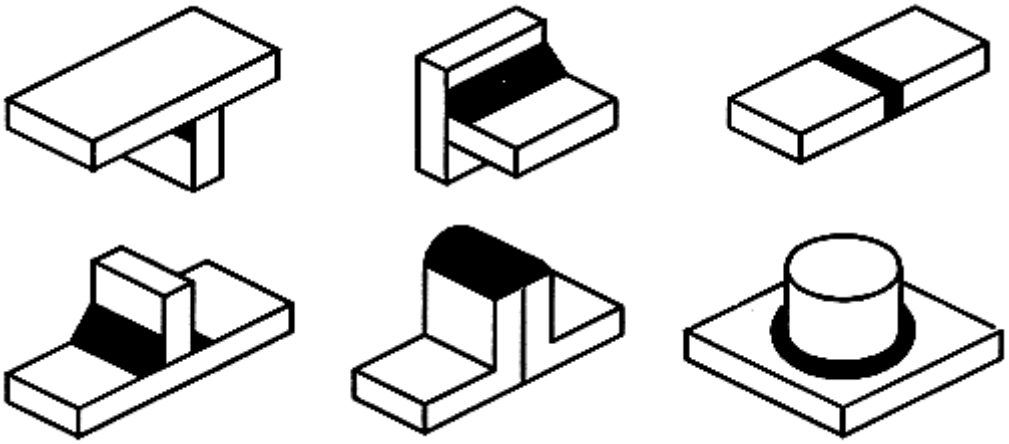
2. اختر التوافقات المناسبة للتجميعات الهندسية المعطاة في الشكل التالي واذكر الأسباب ؟



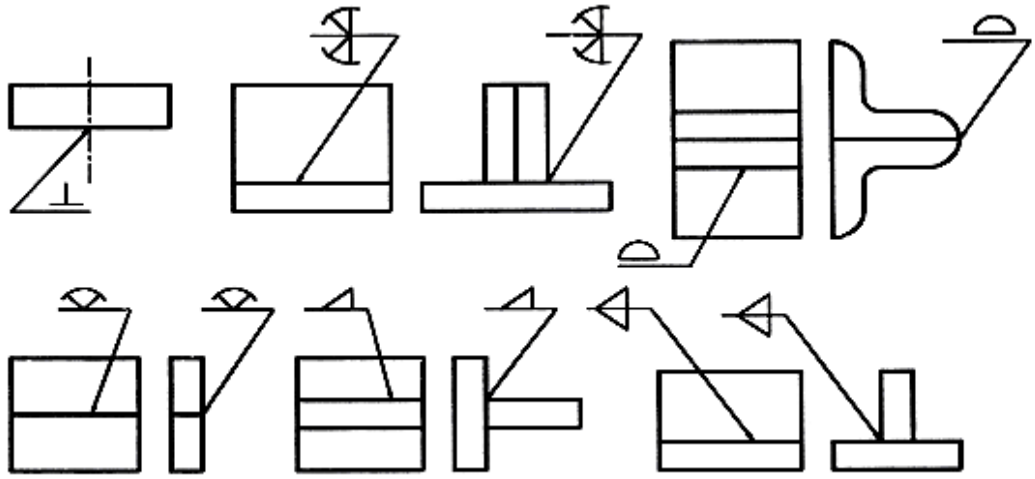
3. حدد تفاوتات المعالم وعلامات التشغيل ودرجات خشونة سطوح العناصر المرسومة في الشكل الآتي وعمليات التصنيع المناسبة ؟



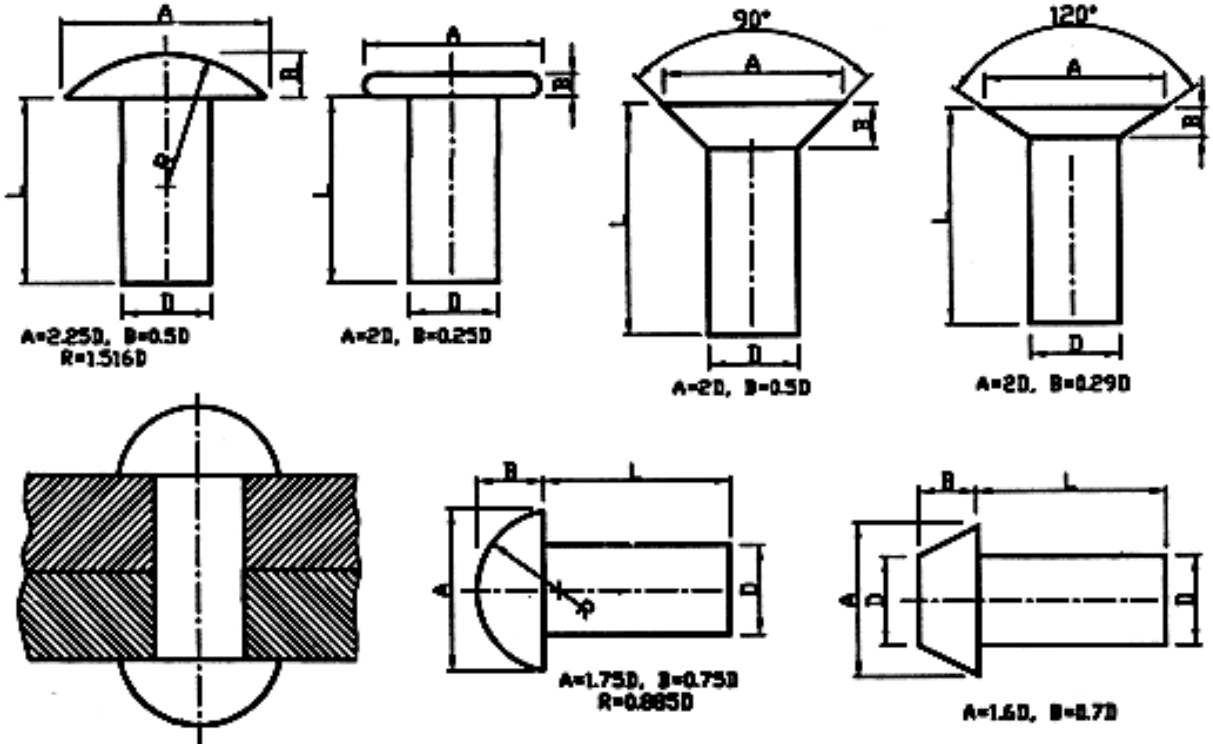
4. ارسم مساقط وصلات اللحام المبينة في الشكل بقياس مناسب ؟



5. ارسم مجسمات وصلات اللحام المبينة مساقطها في الشكل التالي بمقياس مناسب ؟



6. ارسم العناصر العناصر(البراشيم) المبينة في الشكل بمقياس رسم **3:1.** تؤخذ الأبعاد من الشكل مباشرة؟



إدارة الإنتاج

الرسومات التنفيذية

الرسومات التنفيذية

الجدارة: يقوم المتدرب بتطبيق المهارات المحصل عليها خلال الوحدات الأولى إلى الرابعة على مشاريع رسومات تنفيذية تدريبية منتقاة بعناية. يشمل هذا الرسومات التفصيلية والتجميعية.

الأهداف: عند الانتهاء من هذه الوحدة التدريبية يكون المتدرب قد:

1. تعرف إلى وظيفة كل من الرسم التفصيلي و التجميعي وخطوات تنفيذ/تحليل كل واحد منهما
2. تعرف إلى طريقة كتابة وتوزيع الأبعاد و التفاوتات البعدية والهندسية والتصنيعية على الرسم التفصيلي و التجميعي
3. التحليل الوظيفي للأسطح و أجزاء التجميعات
4. التطبيق على مجموعة من الرسومات التفصيلية والتجميعية

مستوى الأداء المطلوب: يطلب من المتدرب إتقان المهارة بنسبة 100٪

الوقت المتوقع للتدريب: ست عشرة ساعة

الوسائل المساعدة:

1. جهاز عرض Data Show
2. سبورة

متطلبات الجدارة:

اجتياز مقرر الرسم الهندسي (111ميك) زائد الوحدة الأولى والثانية والثالثة والرابعة

1.5 مقـــــــدمة عن الرسومات التنفيذية

الرسم التنفيذي ويسمى أيضاً بالرسم التشغيلي (EXECUTIVE DRAWING) هو مخطط شامل للجزء أو النظام المراد تصنيعه إذ يحوي قدر من البيانات الهندسية والفنية كالأبعاد والرموز الخاصة والملحوظات بأنواعها توضع على مجموعة لوحات تفصيلية حيث تحتوي كل لوحة على رسم لعنصر أو أكثر من عناصر النظام.

وقد يكون هذا النظام عبارة عن آلة كما في الرسومات الميكانيكية، أو منظر مجسم لمبنى كما في الرسم المعماري أو بيان هندسي للتوصيلات الكهربائية لبيت كما في الرسم الكهربائي أو مخطط لدائرة مطبوعة كما في الرسم الإلكتروني.

ولأن هذه اللوحات هي التي ترسل إلى المصانع لتنفيذها، فإن من المهم مراعاة الوضوح والدقة في البيانات الموضحة على الرسومات بحيث لا تحتمل أكثر من تأويل لكونها عقد الشراكة بين مجموعة من المتخصصين الذين يتدخلون في العملية الإنتاجية فتجدهم يتخاطبون بنفس اللغة الفنية ويخضعون إلى نفس الهيئات والمواصفات المعيارية.

نستطيع بشكل عام تقسيم الرسومات التنفيذية إلى رسم تفصيلي و رسم تجميعي

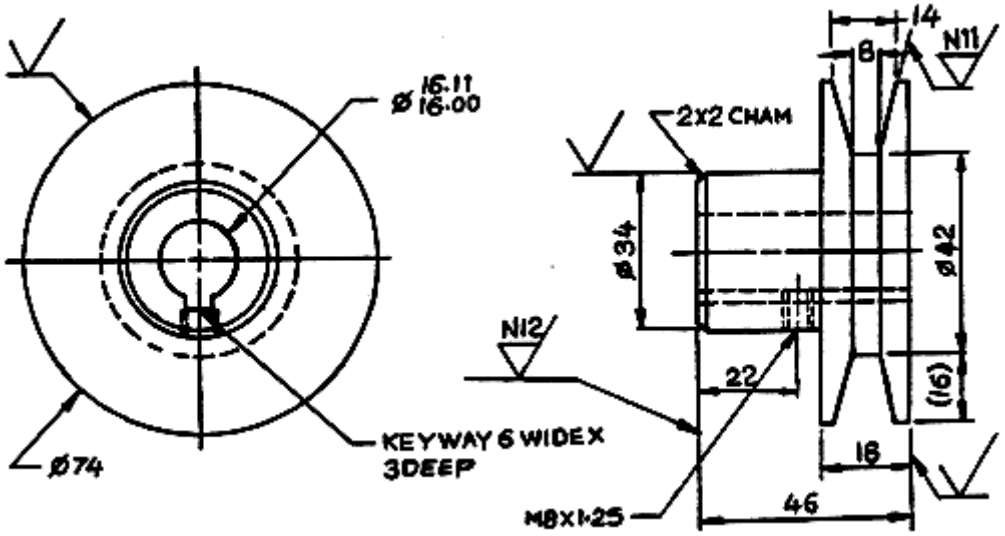
2.5 الرسومات التفصيلية

يعرف الرسم التفصيلي بأنه رسم تنفيذي لجزء واحد من نظام/تجميع ميكانيك. توضع على لوحة الرسم البيانات الفنية والهندسية للجزء بكل التفاصيل و الشرح البياني اللازمين لإنتاج الجزء. وعند تنفيذ الرسومات التفصيلية فإننا نتبع واحدة من طريقتين:

- إعداد رسم تفصيلي واحد عليه كافة المعلومات اللازمة لتصنيع الجزء كالأبعاد والتفاوتات ونوع المادة والرموز الخاصة بطريقة الإنتاج ودرجة الخشونة للأسطح وغيرها من الخصائص الفنية. وفي هذه الحالة يتم تجهيز عدد من النسخ لكل مرحلة إنتاجية لإنجاز المطلوب.
- تجهيز عدد من الرسومات التفصيلية على كل واحد منها المعلومات الخاصة بمرحله إنتاجية فقط، وتمتاز هذه الطريقة بسهولة وضع الأبعاد وغيرها من المعلومات بصورة واضحة على الرسم نتيجة لتوزع المعلومات على عدد من الرسومات.

الجدير بالذكر أن الأجزاء القياسية كالمسامير الملولبة والصواميل لا يتم إظهارها في الرسومات التفصيلية لكونها عناصر معيارية لا تمثل إضافة فنية في حد ذاتها مقارنة بالبيانات الهندسية والفنية الملحقة بالجزء. نقوم برسم المسامير والصواميل والخوابير و غيرهم من العناصر المعيارية في الرسومات التجميعية فقط.

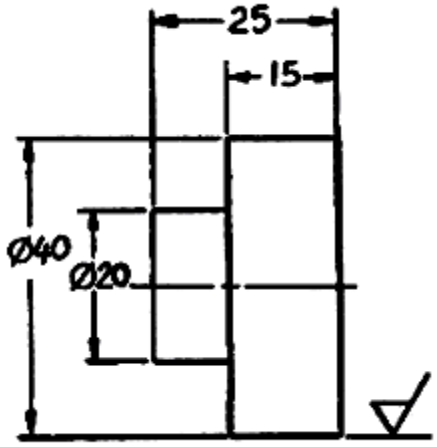
وتتكون الرسوم التفصيلية عادة من مسقطين متعامدين كما في الشكل 1.5.



شكل 1.5 : شكل تفصيلي لعمود بكرة

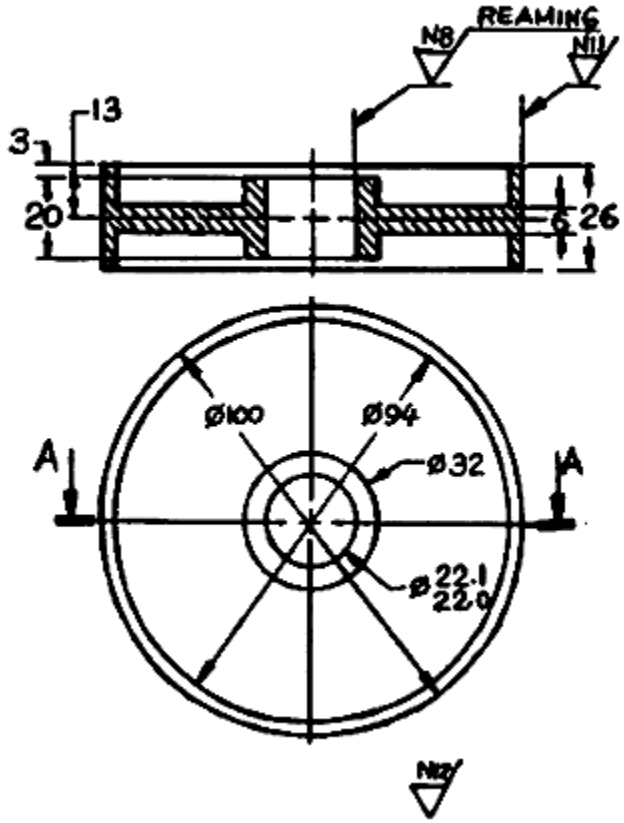
أحياناً تقتضي الحاجة لمسقط واحد أو قطاع كما في الأجزاء ذات السماكة المنتظمة أو الأجزاء الاسطوانية المبسطة (الشكل 2.5) وأحيانا أخرى، لزم أكثر من مسقط وأكثر من قطاع بحسب طبيعة الجزء المرسوم كما هو الحال في الأشكال المعقدة ذات التفاصيل المتعددة.

أيضاً، يجدر التأكيد على أهمية اختيار المسقط الرئيس والذي ينحدر منه بقية المساقط والذي يعبر عادة عن المسقط المحتوى على أكثر تفاصيل المشغولة أو التجميعة إضافة على كونه يعطي أكبر عدد ممكن من المعلومات فيما يخص الوظيفة الفنية للجزء أو التجميعة.



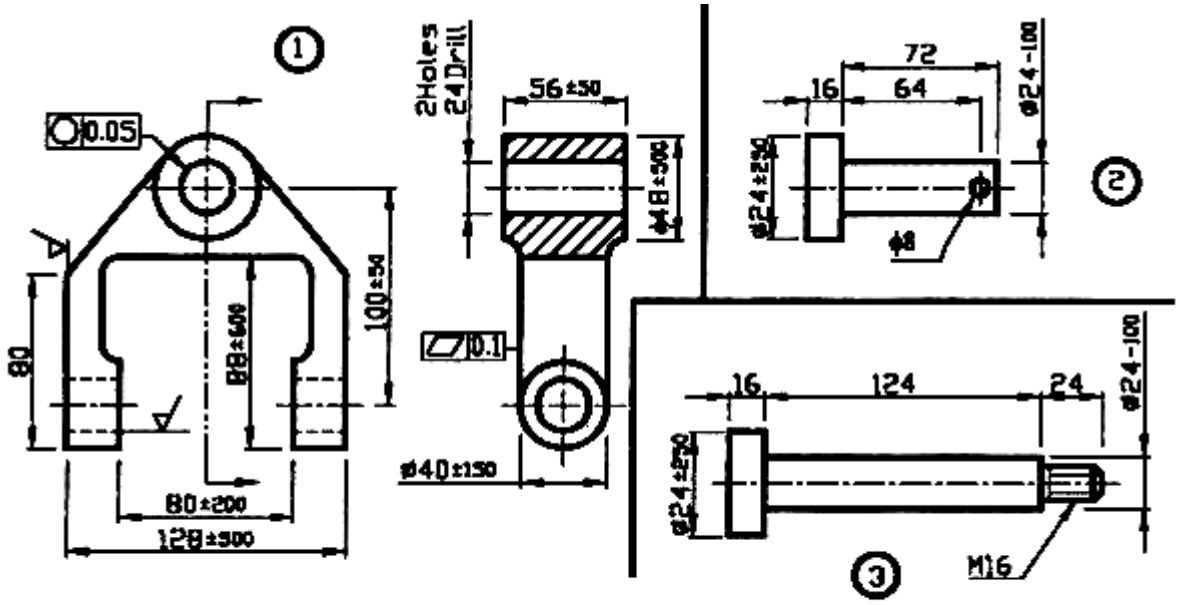
شكل 2.5

أما في الشكل 3.5 فنظهر رسماً تفصيلياً لعجلة حيث لزم الاستعانة بمنظر قطاعي لإظهار المعالم والتفاصيل الداخلية لها.



شكـــــــل 3.5

يمكن في بعض الحالات رسم عدة أجزاء في ورقة الرسم التفصيلي وإن كان غير منصوح بهكذا طريقة كما يظهر على شكل 4.5 لتكدس البيانات. في هذه الحالة يتم ترقيم كل جزء بواسطة دائرة يوضع داخلها رقم تسلسلي وتسمية كل جزء باسمه وذكر المادة التي صنع منها وأي ملحوظة توضيحية مكملة لوصف طريقة التصنيع.



*جميع الاركان الدائرية R8

شكـــــل 4.5: عدة رسومات تفصيلية على نفس اللوحة

لاحظ أن الأرقام التي توضح على كل جزء من الرسم التفصيلي هي نفس الأرقام التي توضع في قائمة الأجزاء عند الرسم التجميعي لنفس الأجزاء في ورقة رسم لاحقة ضمن نفس المجموعة.

1.2.5 خطوات إنجاز رسم تفصيلي

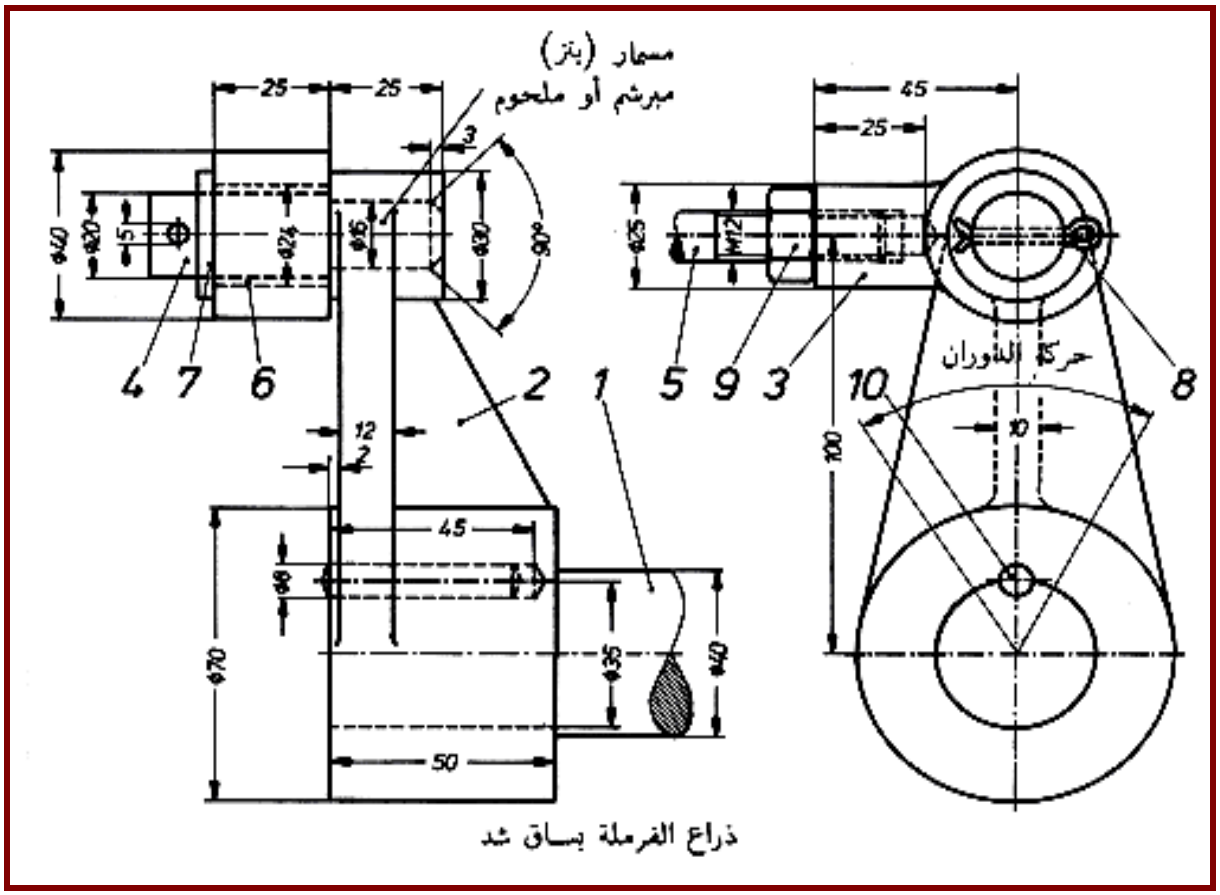
عند قيامنا بإنجاز رسم تفصيلي (جزء منفرد) ننصح باتباع الخطوات التالية :

1. تحديد المسقط الرأسي (المسقط الرئيس) ثم إكمال/تحديد بقية المساقط الضرورية بحيث تكون جميع التفاصيل الفنية والهندسية واضحة وموزعة قدر الإمكان
2. تحديد رسمات القطاعات سواء كانت كاملة أو نصفية أو جزئية.

3. تحديد مقياس رسم مناسب للرسم.

4. رسم الجزء المطلوب.

الشكل 5.5 يوضح مسقطين لذراع فرملة بساق شد موضح عليها جميع الأبعاد مع ترقيم الأجزاء المكونة لها. وسوف نتطرق في الأمثلة القادمة إلى رسم كل جزء بمسقطه.



الشكـــــل 5.5

2.2.5 كتابة الأبعاد

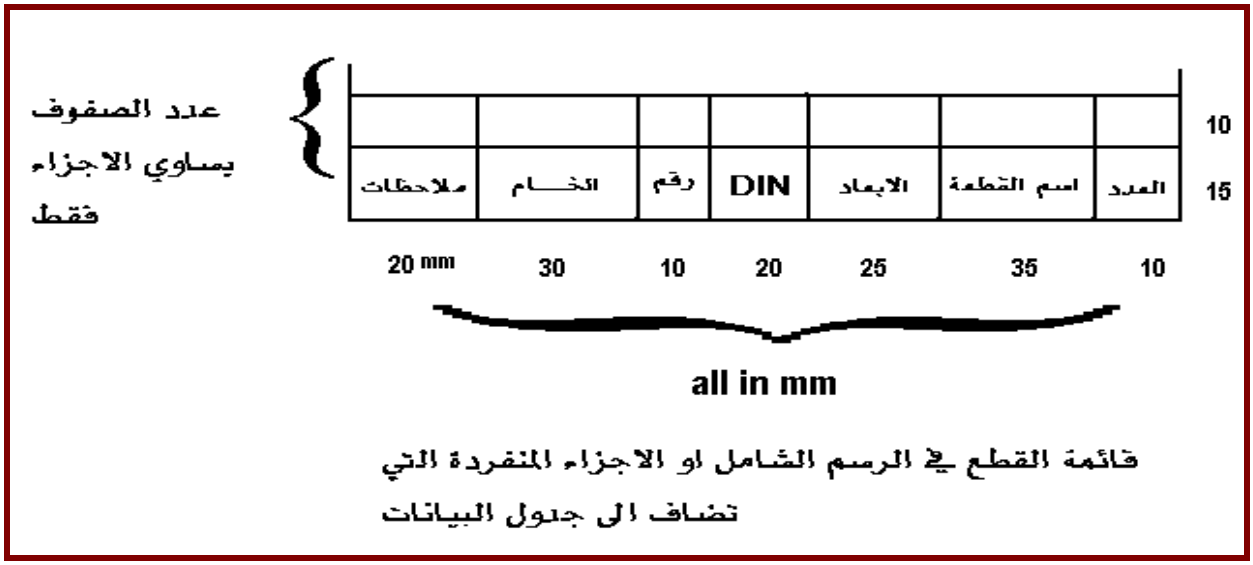
كتابة الأبعاد للأجزاء تعتمد على طبيعة عمل الجزء والوظيفة التي سيؤديها (FUNCTIONAL REQUIREMENTS) بالإضافة إلى الطريقة التي ستتبع عند التصنيع والتجميع. وفيما يأتي نستعرض بعض القوانين العامة في كتابة الأبعاد والتفاوتات البعدية، الهندسية والتشغيلية.

- توزيع الأبعاد الخارجية على مساقط الجزء.
- وضع أكثر عدد ممكن من الأبعاد على المسقط الرئيس بحيث يتم مراعاة الوضوح، عدم التكرار و عدم الالتباس في الفهم (NON AMBIGUITY).
- تحديد بنية التفاوتات العامة للجزء المنفرد.
- كتابة أبعاد الازواجات.
- معرفة الأداء الوظيفي للسطوح الخاصة.
- وضع رموز إنجاز الأسطح حسب وظيفة كل جزء.
- اختيار رموز إنجاز السطوح العامة (ثانوية الوظيفة) بعد الإنتاج.
- إكمال الرموز المتبقية لجميع أسطح الجزء المنجز
- إعداد قائمة القطع (BILL of MATERIAL) للأجزاء حيث تحتوي على الرقم والاسم والعدد والوصف القياسي والخام وخانة للملحوظات انظر الشكل 6.5

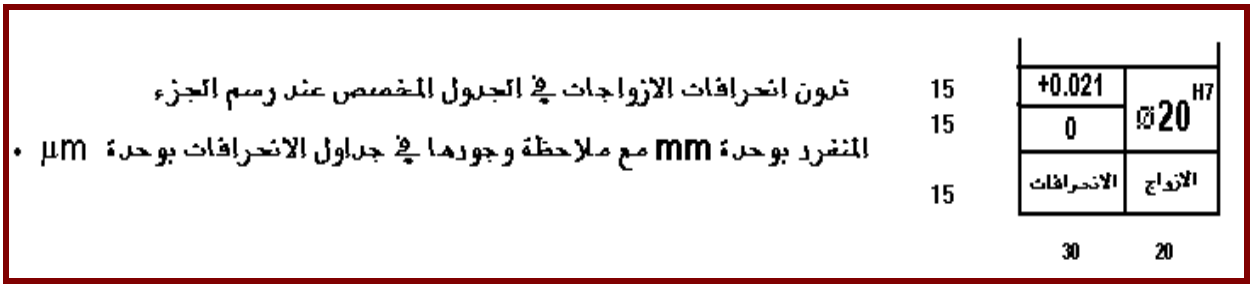
10						
9						
8						
7						
6						
5						
4						
3						
2						
1						
العدد	اسم القطعة	الأبعاد	DIN	الرقم	الخام	محلوظات
القسم:		الصنف		رسمة:		
المقياس:		الموضوع:			رقم اللوحة:	التاريخ:
الازواج	الانحرافات					

الشكـــــل 6.5: نموذج لقائمة قطع B.O.M_BILL of MATERIAL

فيما يلي توضيح لابعاد الجدول الموضح بالشكل 6.5 مرفقة ببعض الملحوظات الهامة (شكل 7.5)



أبعاد الجزء السفلي من الجدول



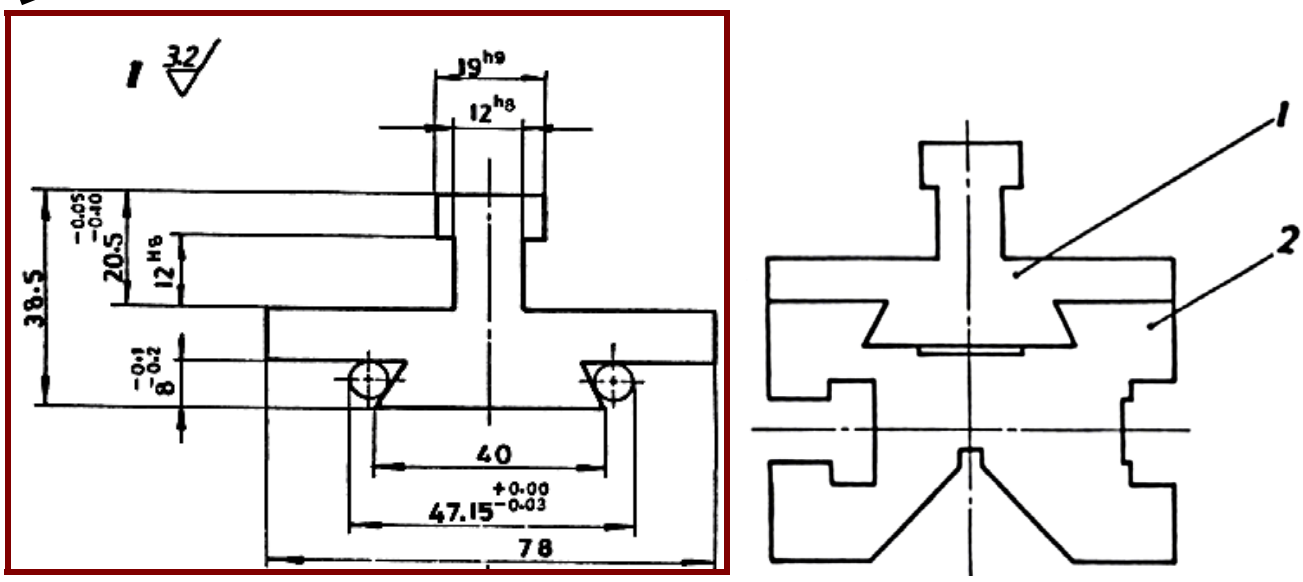
أبعاد الجزء الخاص بالأزواجات والتفاوتات

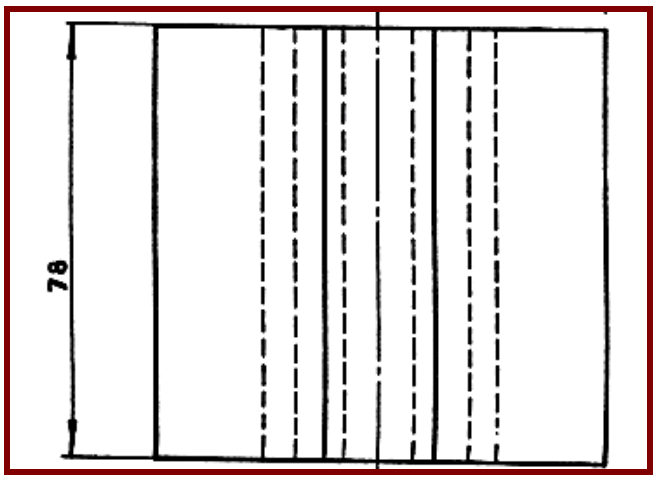
الشكـــــل 7.5: بيانات تفصيلية لقائمة القطع BILL of MATERIAL

3.2.5 أمثلة تطبيقية للرسومات التفصيلية

أ- **المجاري الغنفارية:** الشكل 8.5 يظهر تجميع لنظام مجاري غنفارية V_TAIL SLIDE ورسم تفصيلي للجزء 1 (مسقط رأسي ومسقط أفقي).

لاحظ اختيار المسقط الرأسي كمسقط رئيس ومن ثم استخراج بقية المساقط (هنا. المسقط الأفقي) انطلاقاً من المسقط الرأسي. كذلك فإن وضع الأبعاد والتفاوتات على المسقط الرأسي أسهل وأوفق من وضعها في أي من المساقط الأخرى لسهولة القراءة وأجدر لتفادي اللبس في القراءة والتحليل وهما أمران من الأهمية بمكان كما ذكرنا آنفاً في هذا الباب.





BAR CONTROL ⌀ 6 mm

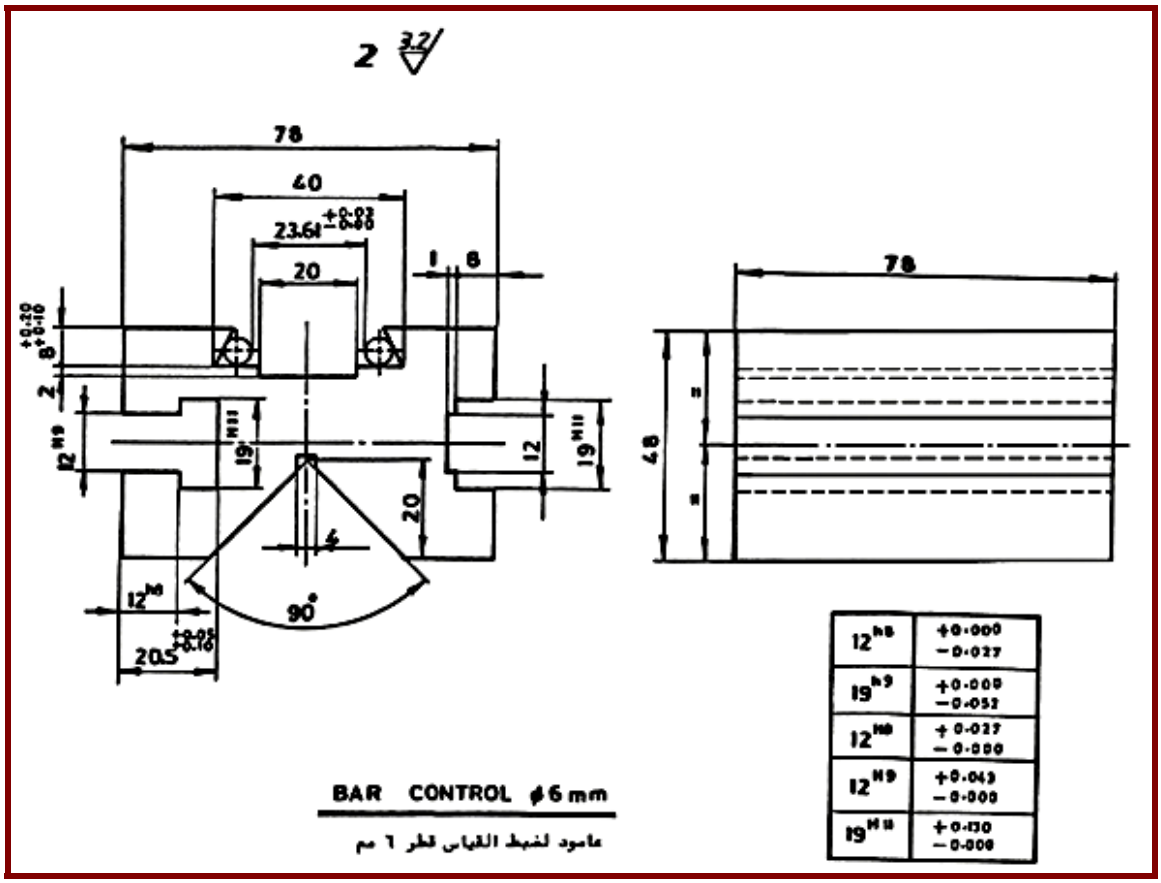
عامود لضبط المقاس قطر ٦ مم

الشكـــــل 8.5

أما الشكل 9.5 فيظهر تجميع لنظام مجاري غنفارية V_TAIL SLIDE . ورسم تفصيلي للجزء 2 (مسقط رأسي ومسقط أفقي)

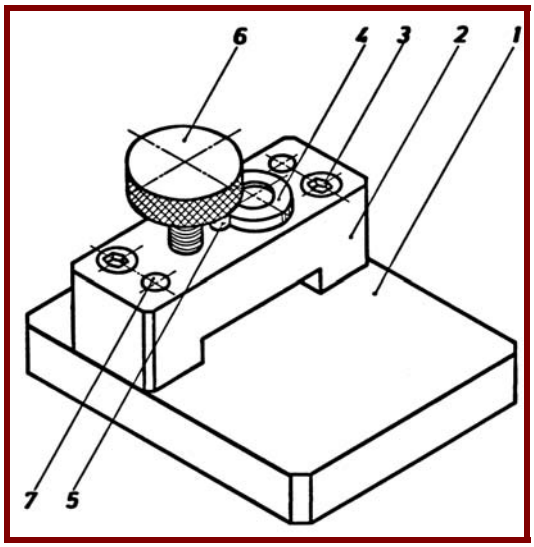
لاحظ التالي:

- كتابة الأبعاد و الانحرافات البعدية والهندسية ومجموع التفاصيل اللازمة على الرسومات التفصيلية
- توزيع الأبعاد وبقية المواصفات على كامل المساقط قدر الأمكان



الشكـــــل 9.5

ب- **مجسم لمثبت ودليل تثقيب :** الشكل 10.5 يظهر نظام مثبت ودليل التثقيب



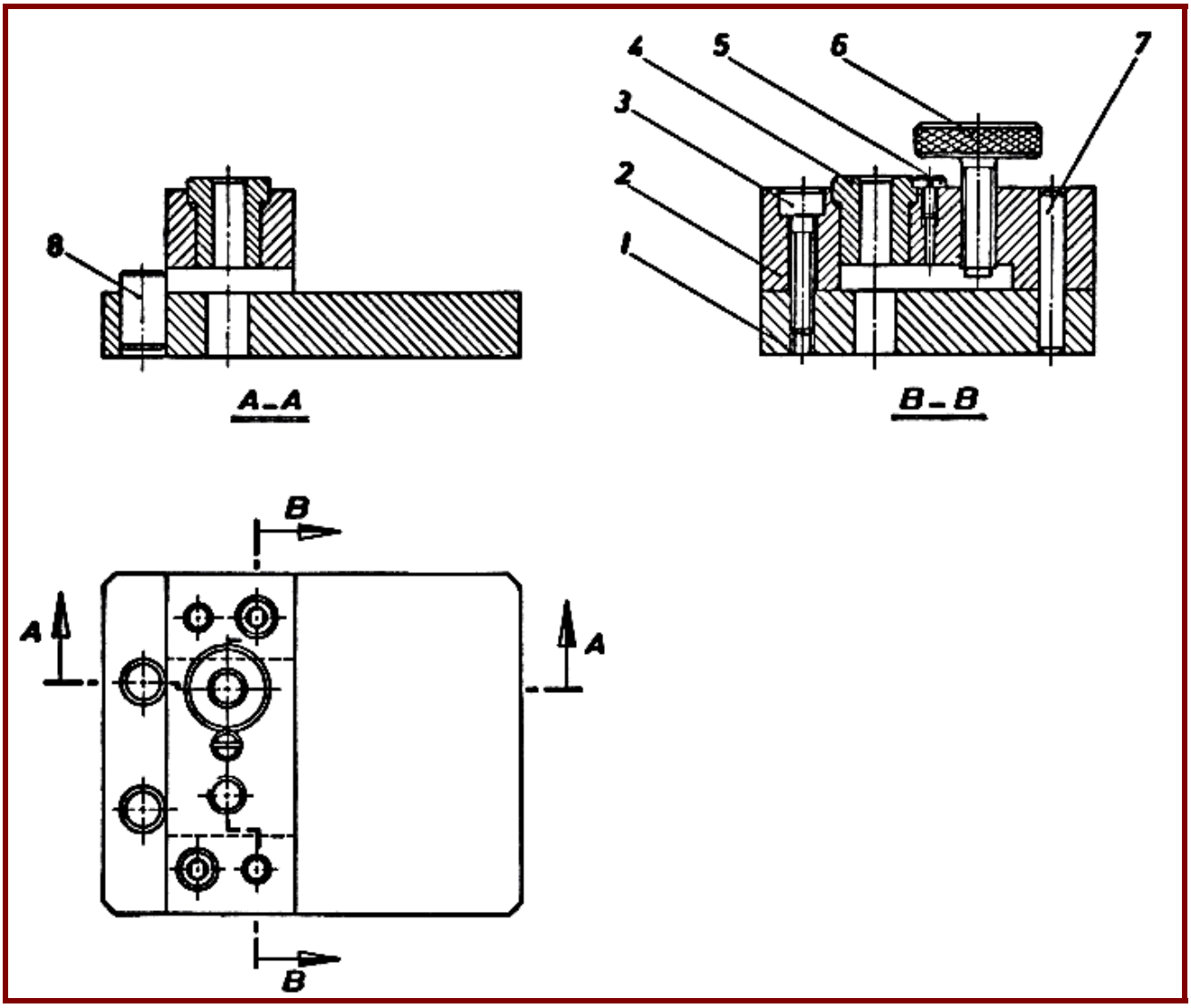
الشكـــــل 10.5

قائمة الأجزاء للمجسم بالشكل 10.5

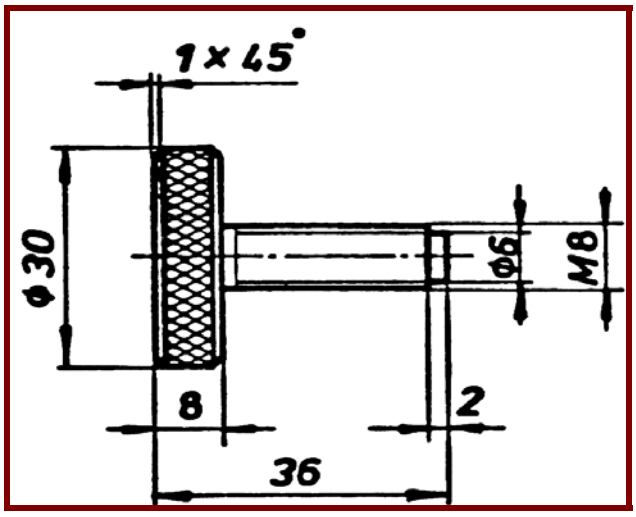
... ...						
8	بنز دليل	قطر 20,12		2	صلب37	
7	بنز	قطر45، 8		2	صلب37	
6	مسمار ماسك	قطر 40,35		1	صلب43	
5	مسار قلاووظ	قلاووظ4مم		1		
4	جلبة	قطر 25,25		1	صلب43	
3	مسمار الن	قلاووظ6مم		2		
2	الدليل	30,35,85		1	صلب37	
1	القاعدة	20,85,105		1	صلب37	
الرقم	اسم القطعة	الأبعاد	DIN	العدد	الخام	ملحوظات
القسم:		الصنف		رسمة:		
المقياس:		الموضوع:			رقم اللوحة:	التاريخ:
الأزواج	الانحرافات					

وفيما يأتي نستعرض مثال جامع لما سبق التفصيل فيه (الشكل 11.5):

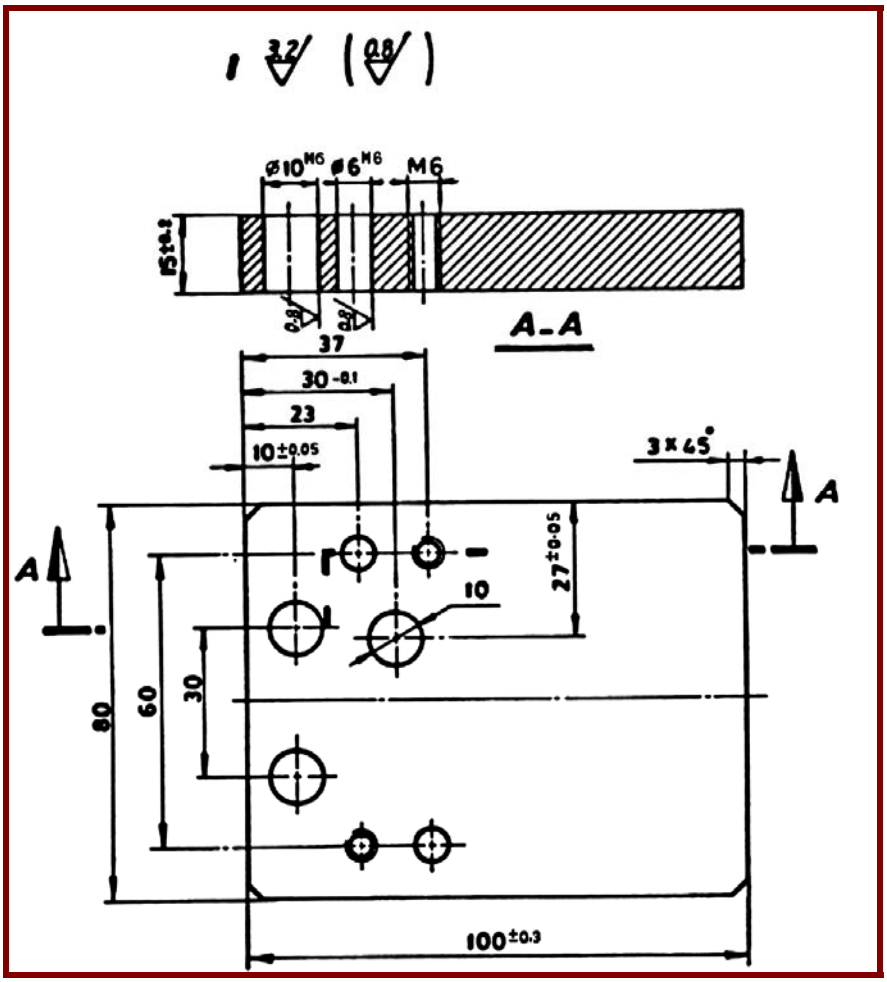
- مسقط مقطعي للرسم التجميعي (سنستطرد حول الرسومات التجميعية بشيء من التفصيل في الفقرة المقبلة)
- مجموعة من الرسومات التفصيلية للأجزاء 1,2,4,6
- المواصفات الفنية على الرسومات التفصيلية للأجزاء 1,2,4,6
- مايلزم لفهم الأجزاء المخفية باستعمال المقاطع



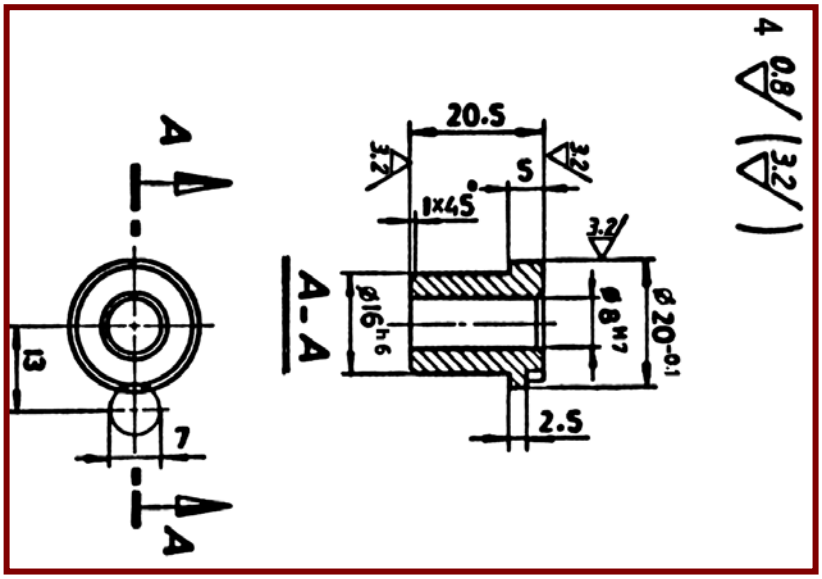
قطاع **A-A** و **B-B** للتجميعة.



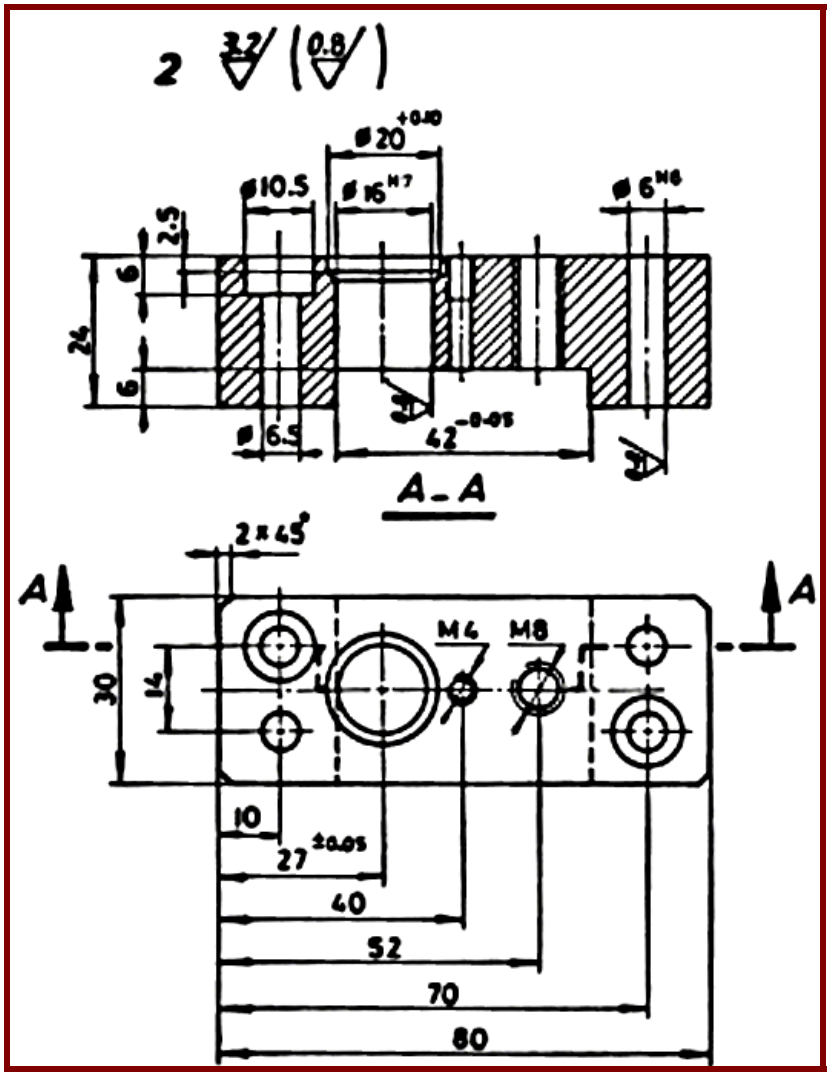
الجزء رقم **(6)**



يوضح الجزء رقم (1) في مسقط وقطاع



الجزء رقم (4) قطاع ومسقط .



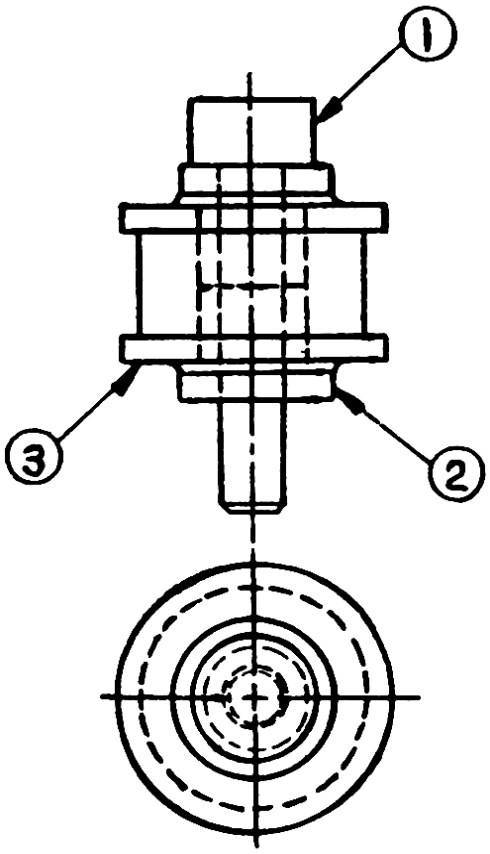
الجزاء رقم (2) قطاع ومسقط

الشكـــــل 11.5: رسم تجميعي مرفق لمجموعة من الرسومات التفصيلية

3.5 الرسم التجميعي

الرسـم التجميعـي يحـدد المهـام الوظيفيـة للمنـتج (FUNCTIONAL REQUIREMENTS) ويشمل هذابالأساس، مواضع الأجـزاء المكونـة للمنـتج في الفضاء الثلاثي الأبعـاد وتوافقاتهـا، المسارات والحركات النسبية، ديناميكا الأجـزاء والتجميـع، خطوات التجميـع ASSEMBLY PROCESS). (PLANNING إذا كان المنتج النهائي يتكون من عدد كبير من الأجزاء، يقسم الرسم التجميعي إلى سلسلة متوافقة من الرسومات الفرعية (SUB-ASSEMBLIES) ويسمى الرسم الخاص بكل جزء مجمع في هذه الحالة بالرسم التجميعي الأولي أو الرسم شبه التجميعي.

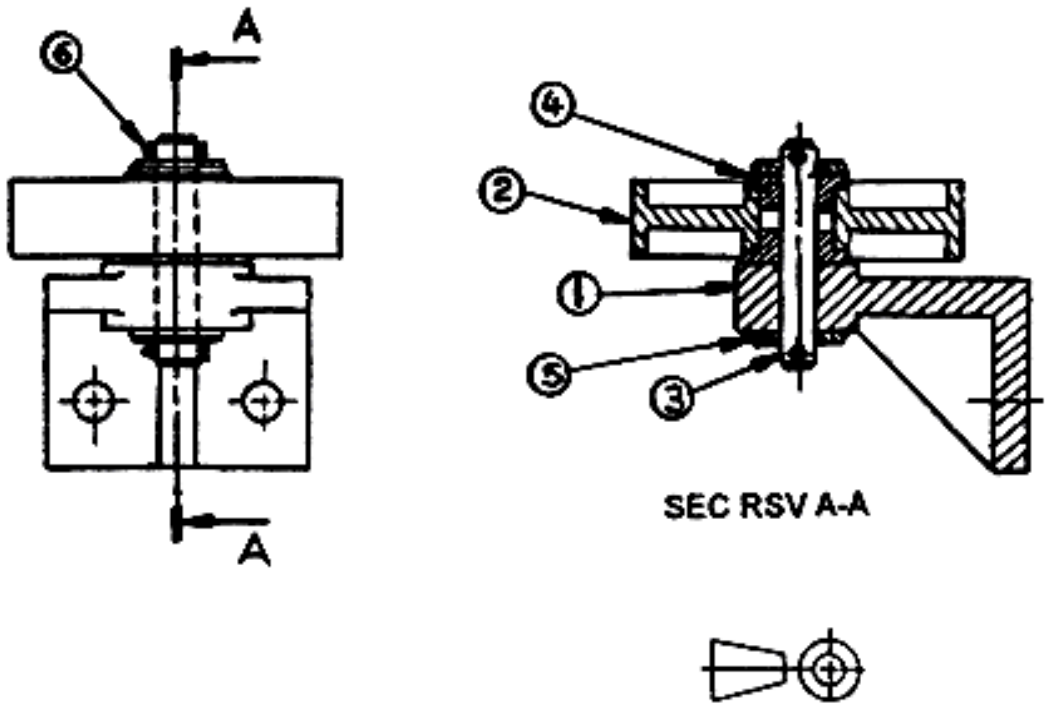
عملياً، نحتاج عند تنفيذ الرسم التجميعي بالإضافة إلى الجدول الأساسي وهو الخاص بالرسم التفصيلي للأجزاء_والذي استعرضناه في الفقرة §2.5_ نحتاج إلى قائمة بالأجزاء المكونة للرسم بأرقامها المتسلسلة والعدد المطلوب إنتاجه من كل جزء والمادة التي يصنع منها كل جزء، ويمكننا عدم ذكر اسم المادة في حالة كون ورقة الرسم التجميعي غير مرتبطة بأوراق الرسم الأخرى كما يظهر على المثال بالشكل 12.5.



الشكـــــل 12.5: رسم تجميعي

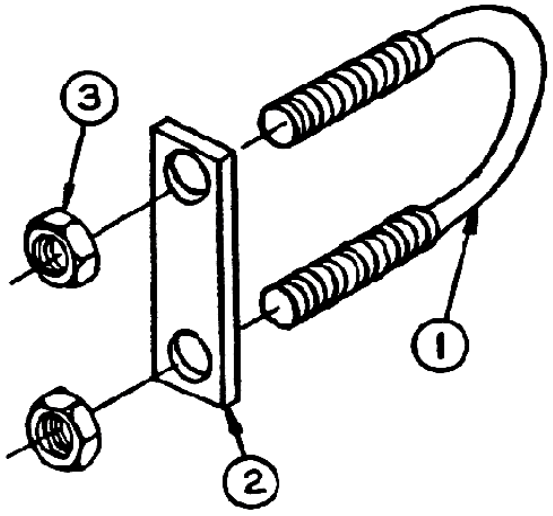
لاحظ غياب التفاصيل وعلى وجه الخصوص المعالم المخفية والتي ينصح بتناولها مع ما تستحق من توصيف هندسي وفني باستخدام المناظر القطاعية. كذلك لا تحدد الأبعاد على الرسومات التجميعية على وجه العموم ولكن يمكن استثناء بعض الأبعاد الأساسية مثل البعد الكلي أو البعد بين المراكز أو البعد بين الأجزاء المجمعة.

في المثال الموضح على الشكل 13.5 وهو لدليل دوار مكون من ستة أجزاء تم استخدام منظر قطاعي لزيادة التوضيح وهو ما مكننا من الاستغناء عن رسم الكثير من المعالم المخفية.



الشكـــــل 13.5: رسم تجميعي لدليل دوار

في بعض الحالات الخاصة و لأغراض تسويقية أو لتوضيح بعض التفاصيل الوظيفية للزبون من غير المتخصصين نستحدم الرسومات التجميعية الممتدة (EXPLODED ASSEMBLIES) كبديل مرحلي عن الرسم التجميعي. أيضاً، تجدون الرسومات التجميعية الممتدة على شكل رسومات توضيحية في الكتيبات والكتالوجات والتي تقوم بعرض وشرح طرق تجميع المنتجات المباعة على شكل أجزاء مفككة ومن ثم يتم تركيبها بالاستعانة بهذه الكتيبات كما في الشكل 14.5.



الشكـــــل 14.5: مثال لرسم تجميعي ممتد

نخلص إلى مجموعة من القواعد الفنية عند تنفيذ الرسومات التجميعية وهي:

أ- تطبق على الرسومات التجميعية جميع قواعد الرسم الهندسي باستثناء ما أشرنا آنفاً.

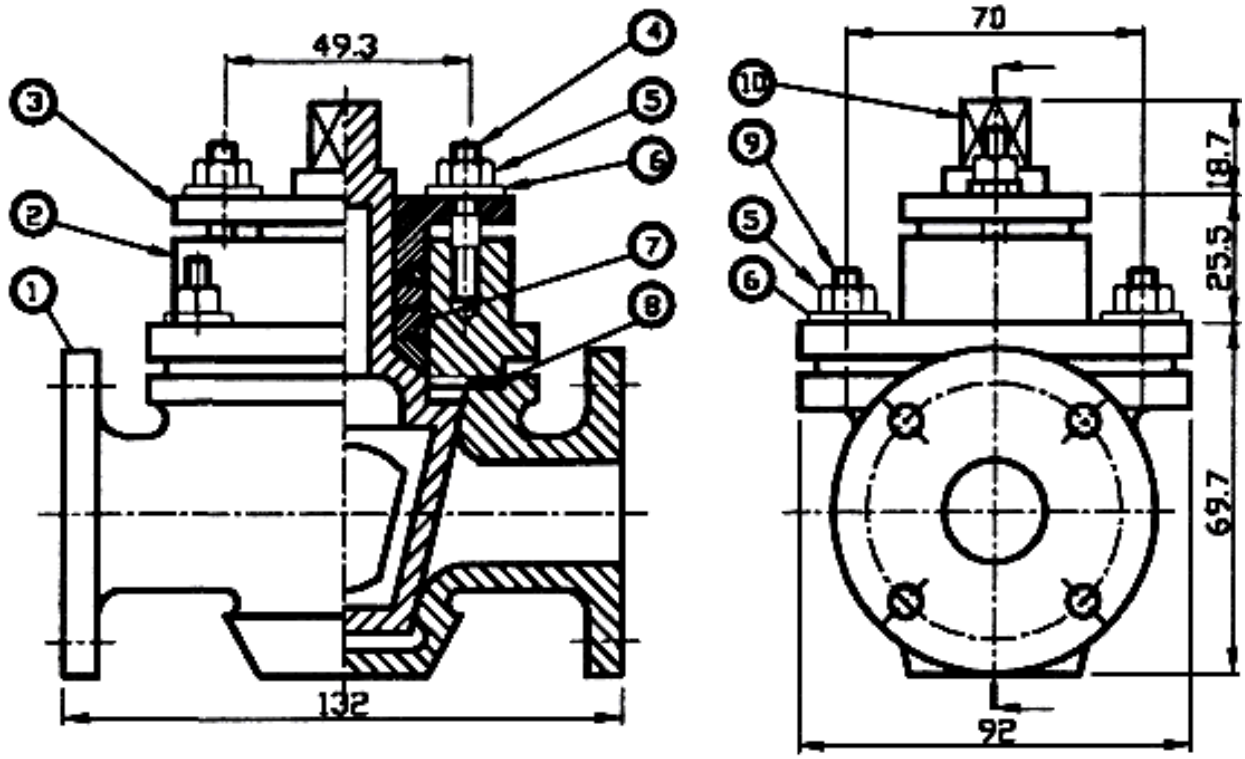
ب- تطبق على مقاطع الرسم التجميعي جميع قواعد القطع والتي سبق التطرق لها.

ج- لا نرسم الخطوط المتقطعة للمعالم المختفية.

د- تقطع الرسوم التجميعية في الأماكن التي توضح أكبر عدد من العناصر أو الأجزاء المخفية من الجسم المجمع.

ه- توضع على الرسومات التجميعية الأبعاد العامة والتي توضح المواضع البينية لأجزاء الجسم المجمع.

و- ترقم عناصر الجسم المجمع ويكتب في جدول المعلومات الخاصة (ASSEMBLY BILL of MATERIAL) رقم العنصر واسمه ومادته والعدد المطلوب منه. الشكل 15.5يعطي رسم تجميعي لنظام محبس.



الشكـــــل 15.5: مثال لرسم تجميعي لنفية

1.3.5 خطوات تنفيذ الرسومات التجميعية

يمكننا تناول عملية تنفيذ الرسم التجميعي بأكثر من طريقة ولعلنا نستعرض فيما يأتي عرضاً مختصراً للمراحل الهامة لهكذا عملية (انظر الشكل 16.5):

1. محاولة معرفة وظيفة المجمع وتسميته.
2. تحديد الأجزاء بناءً على ما هو معطى مسبقاً مثل صورة مائلة أو رسم الأجزاء التفصيلي أو قائمة القطع.
3. محاولة تجميع الأجزاء في المخيلة قبل البدء بالرسم بناءً على المعطى من الأجزاء ومحاولة ربط الأبعاد والثقوب والأعمدة ببعضها بمجرد معرفة أبعادها أو في حالة وجود إشارات تحدد كيفية الإنتاج.
4. محاولة رسم مخطط مبدئي توضيحي للمجمع.
5. تحديد مقياس الرسم ومن ثم حجم وتقسيم لوحة الرسم.
6. رسم وإنجاز المجمع.

تجدر الإشارة إلى الملحوظات والتوصيات المكملة التالية:

أ- كل رقم من الأجزاء التي يتم تجميعها يحصل على رقم خاص به والبيانات التي لا تتضح من الرسم التجميعي يتم تدوينها في قائمة القطع.

ب- ترقم الأجزاء تسلسلياً حسب أهمية الجزء وتكتب عمودياً فوق بعضها البعض أو أفقياً إلى جانب بعضها.

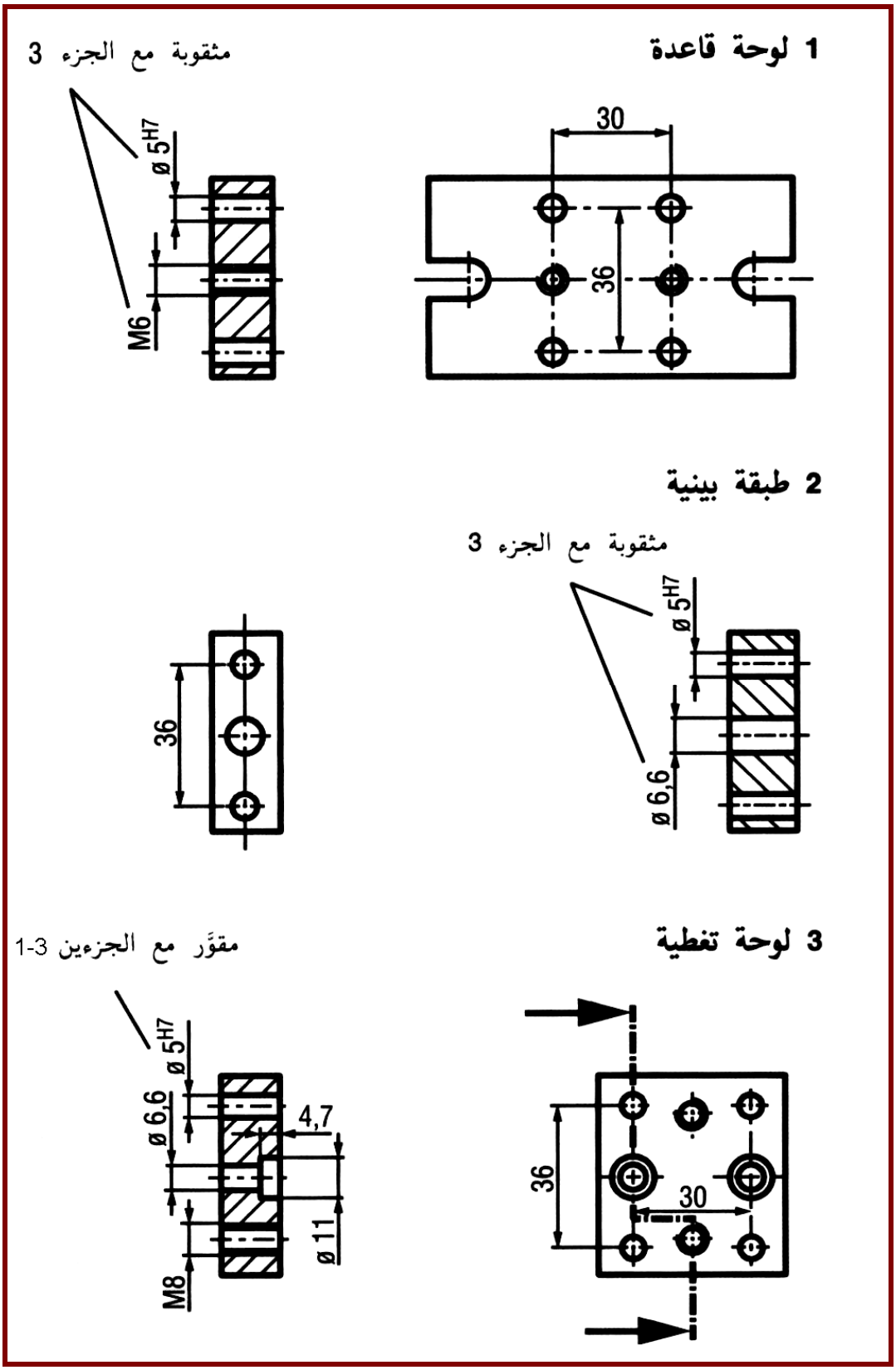
ت- عند تكرار أكثر من جزء فإنه لا يؤخذ إلا رقماً واحداً.

ث- يوصل الرقم مع الجزء بواسطة خط كامل رفيع مع مراعاة أن يكون الخط مستقيماً وفي اتجاه مغاير لاتجاه الخطوط الأخرى بحيث يمكن تمييزه عن بقية الخطوط

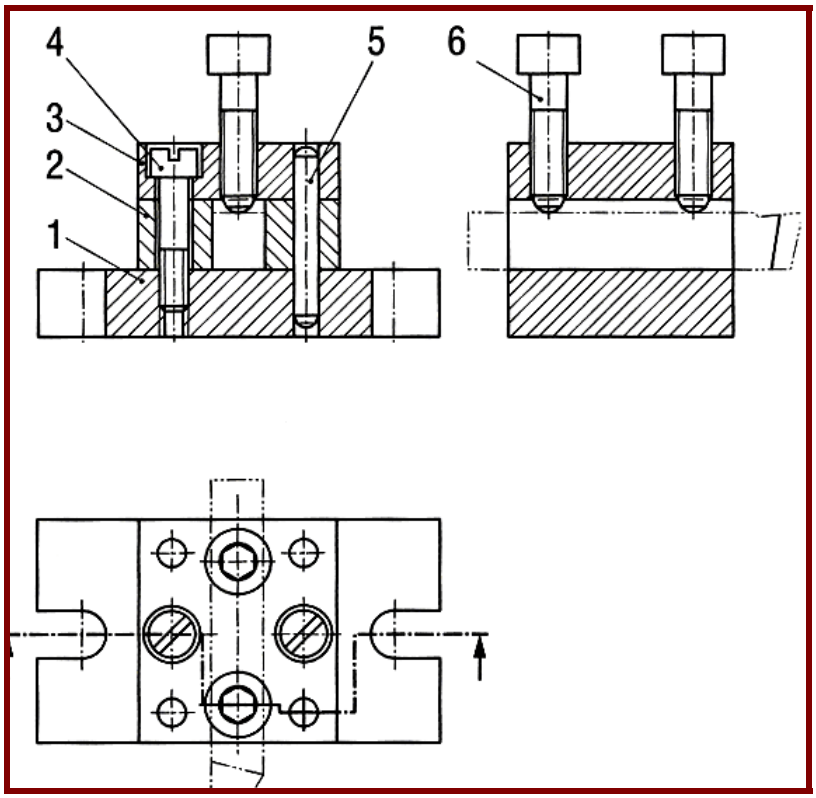
ج- فيما يخص قوائم القطع تدون الأجزاء من أسفل إلى أعلى. أما في حالة كتابة قوائم القطع على لوحة منفصلة عن الرسم فإنه يتم التدوين من أعلى إلى أسفل.

ح- تسمى الأجزاء في قوائم القطع حسب شكلها ووظائفها.

الشكل 17.5 يبين صورة لتجميعة تم تفصيلها وتسميتها.



الشكل **16.5**: المراحل التنفيذية لرسم تجميعي

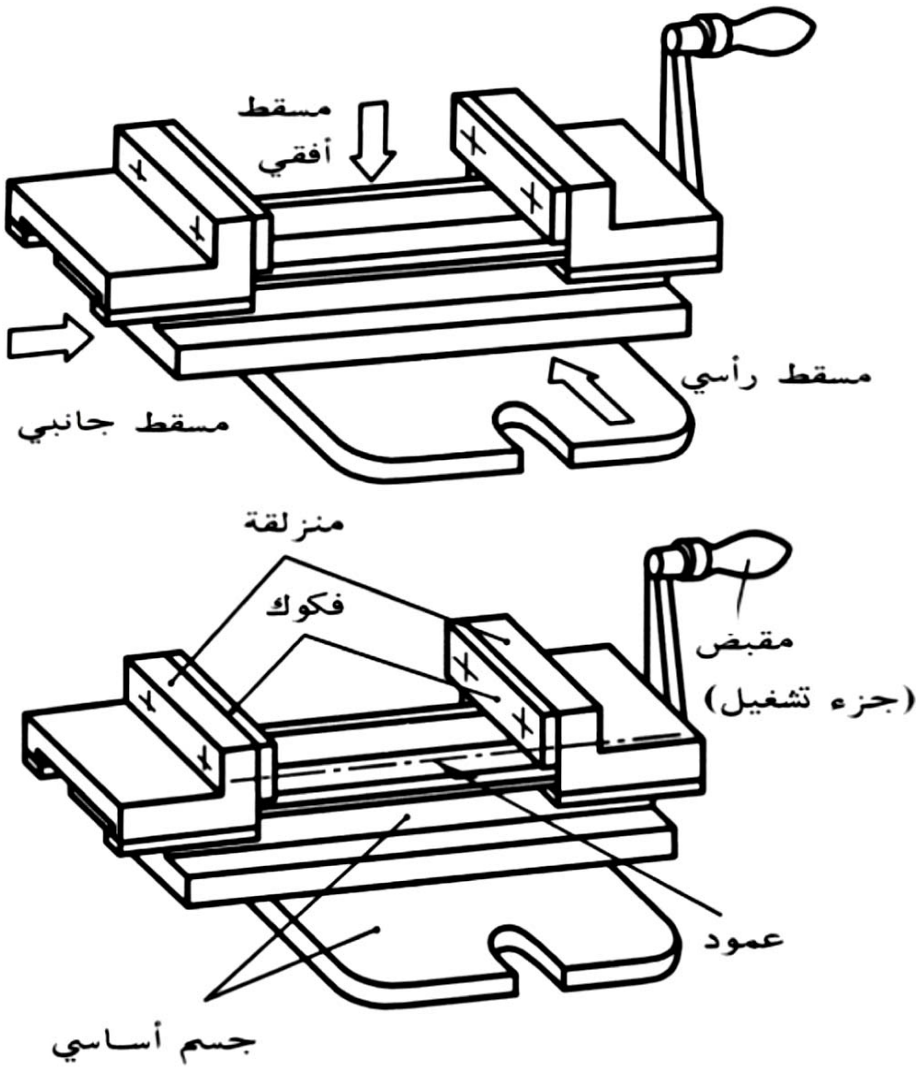


6	برغي اسطواني			2	8.8	
5	بنز			4	St 60-2 K	
4	برغي			2	8.8	
3	لوحة تغطية			1	St 50-2	
2	طبقة بينية			2	USt 37-2	
1	لوحة قاعدة			1	USt 37-2	
الرقم	اسم القطعة	الأبعاد	DIN	العدد	الخام	ملحوظات
القسم:		الصنف		رسمة:		
المقياس:		الموضوع:			رقم اللوحة:	التاريخ:
الأزواج	الانحرافات					

الشكل **17.5** : مثال لرسم تجميعي مرفق له قائمة القطع.

2.3.5 تحليل الرسومات التجميعية

كما ذكرنا آنفاً، تتكون التجهيزات/التجميعات من أجزاء/عناصرميكانيكية تصمم ثم تصنع مع الأخذ بالاعتبار حزمة من الشروط والمهام الوظيفية والفنية والاقتصادية. فلو أخذنا المثال (ملزمة) بالشكل 18.5 كتطبيق لما تقدم يمكن تحليل أدائه الوظيفي حسب التسلسل الآتي:



الشكـــــل 18.5 : مثال لرسم تجميعي لملزمة.

1. الحصول على المعلومات عن طريق حقول الكتابة حيث أن:

أ ـ تسمية التجهيزة يعطي معلومات عن بنيتها الهندسية والوظيفية.

ب ـ الحجم الطبيعي للتجهيزة والذي يمكن تقديره بناءاً على مقياس الرسم.

2. الحصول على المعلومات عن طريق قائمة القطع حيث أن:

أ ـ غالباً ما تسمى الأجزاء تبعاً لوظيفتها في التجميعة.

ب ـ الأجزاء الموصفة قياسياً تؤدي في الغالب وظائف ثابتة.

ج ـ عدد القطع الزوجي يشير إلى التماثل.

د ـ بالرجوع إلى أرقام الموضع وخطوط الإشارة نستطيع تحديد الأجزاء في الرسم.

هـ ـ من جدول قائمة القطع وبناءً على مادة الشغل نستطيع معرفة المعالجات الحرارية والإجهاد وغيرها من العمليات التي تعرض لها المعدن. ومثال ذلك (H) أي مصلد ويعني ذلك أن هناك خطراً من تآكل الأجزاء المتحركة.

3. لفهم التجهيزة يستعان بتجهيزات مشابهة سبق أن تم التعامل معها ومن ثم يتم طرح عدة أسئلة مساعدة مثل:

أ ـ ماهي وظيفة التجهيزات المشابهة والتي سبق لنا التعامل معها؟

ب ـ ماهي الأجزاء الرئيسية التي توجد في التجهيزة التي سبق لنا التعامل معها وفي نفس الوقت توجد في التجهيزة محل الدراسة والتحليل؟

ج ـ ماهي طريقة عمل التجهيزات المشابهة؟

4. القيام بتتبع مسار الحركة في التجهيزات وطرح الأسئلة التالية:

أ ـ أي من الأجزاء يقوم بتشغيل التجهيزة؟

ب ـ كيف يُحرك الجزء الذي يقوم بالتشغيل؟

ج ـ أي الأجزاء التي تتحرك حركة دورانية وأيها الذي يتحرك حركة خطية؟

د ـ في حالة حدوث تحويل في الحركة، كيف يحصل ذلك؟

هـ ـ كيف توَجّه الأجزاء المتحركة أو تحمّل؟

و ـ كيف تأخذ قطعة الشغل شكلها الموضعي (في الاتجاهات الثلاثة)؟

ز ـ كيفية سريان وتدفق القوة عند العمل؟

5. تحديد عملية تركيب الأجزاء ونقوم بطرح الأسئلة التالية:

أ ـ كيف تتسلسل عملية تركيب الجزء من البداية إلى النهاية؟

ب ـ ماهي الأجزاء التي تربط بمسامير فقط ولماذا؟

نخلص الآن إلى ما يلزم من الأدوات لتحليل الأداء الوظيفي لأي تجهيزة، فلو أخذنا التجهيزة السابقة (شكل الملزمة) كمثال وأردنا تحليل الأداء الوظيفي لها لزم علينا المرور بالأربع خطوات الرئيسية التالية:

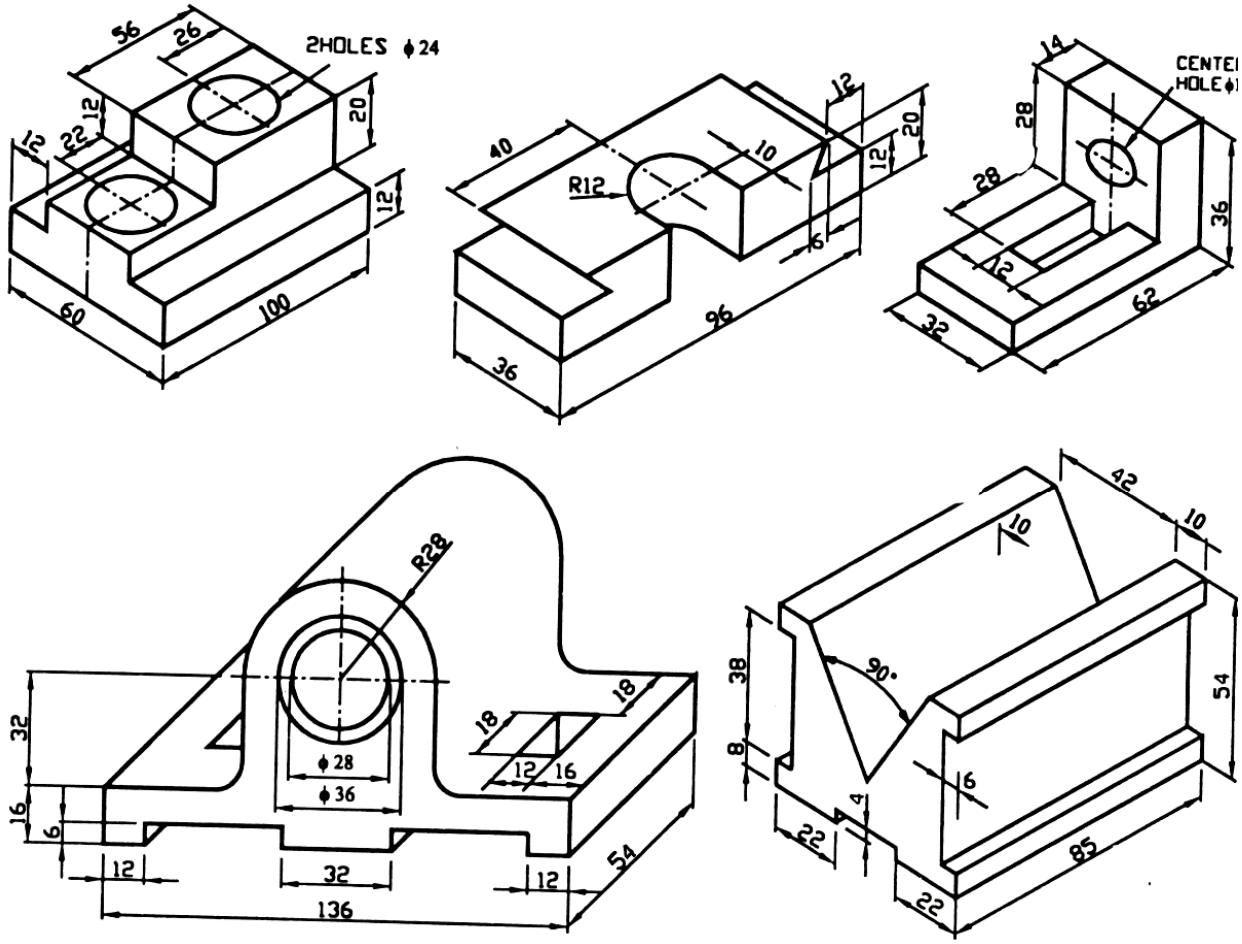
- **الخطوة الأولى:** نقوم بذكر الوظيفة والاستخدام (بناءً على التسمية وإلى الأجزاء المشار إليها).
- **الخطوة الثانية:** نقوم بوضع الأبعاد المميزة (بناءً على مقياس الرسم الموجود).
- **الخطوة الثالثة:** نبدأ بوصف وتحليل الأداء الوظيفي للتجميعة حيث تكون البداية عادة من جزء التشغيل ثم تتبع مسار الحركة بدقة ومن ثم وصف جميع الأجزاء خاصة الرئيسية منها (يتم التطرق عند الوصف إلى الشد وتحديد الموضع والتوجيه) وبعد الانتهاء من ذلك نقوم بشرح الغرض من الأشكال الخاصة (شرح الشكل المقابل والتوجيه).
- **الخطوة الرابعة:** أخيراً يتم تحديد نوع الإجهاد والتحميل الحاصل وخلافه.

تطبيقاً للخطوات الأربع يمكن اقتراح الوصف الوظيفي الآتي للملزمة:

الملزمة بالشكل 18.5 تُستعمل للتثبيت السريع لقطع شغل تكون في الغالب على شكل متوازي مستطيلات ولها فكين بعرض 55mm وفتحة التثبيت فيها 20mm.
التشغيل يتم بواسطة مقبض مترتر (الجزء 6) حيث ينقل الحركة الدورانية إلى العمود (الجزء 4) ويقوم العمود بدفع المنزلقة (الجزء 3) على سطح دليلي إلى أن تُشدّ قطعة الشغل وتصبح محكمة المسك ضد الجسم الأساسي (الجزء 1)، والعمود هنا يمكن تدويره فقط ولا يمكن تحريكه حركة طولية ويثبت على الخد (الجزء 5) بواسطة الطوق والمقبض المترتر. طوق العمود يوضع في تخويش موجود في المنزلقة وبذلك يمكن تكبير مسافة التثبيت. ومن خلال الفكوك (الجزء 2) والمصنوعة من C 60 H لا ينتج عن التثبيت تآكل أو بلى والحواف الناتئة تحدد مكان قطعة الشغل في اتجاه الارتفاع .

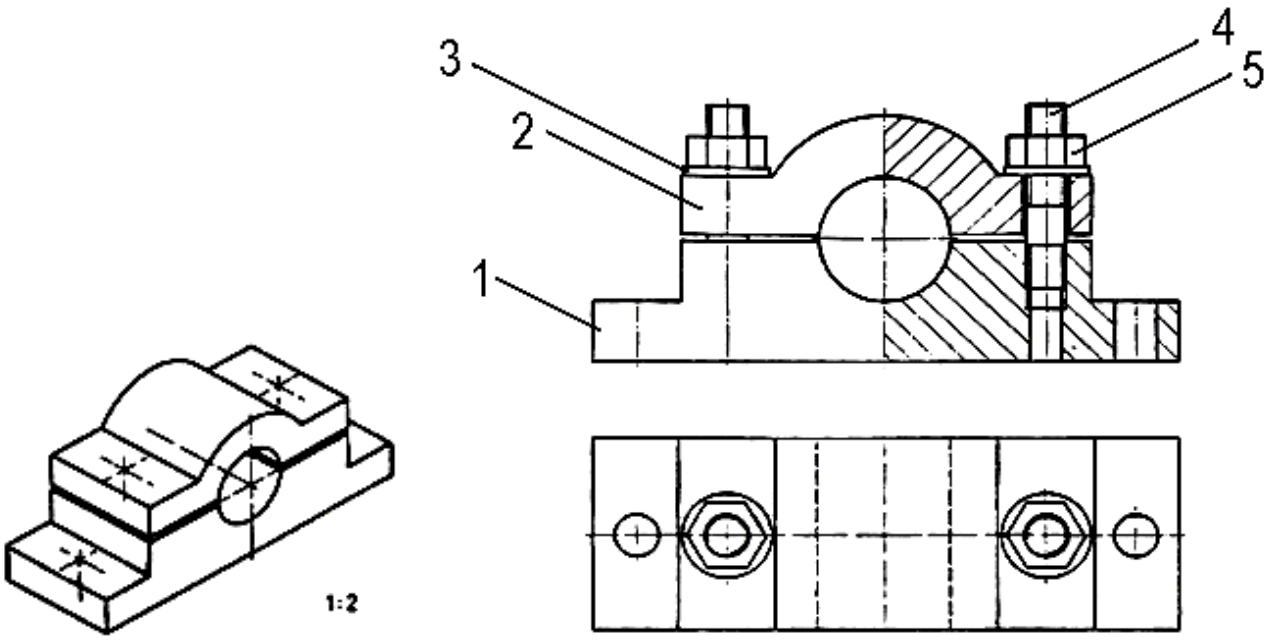
تماريـــــــــن

1. ارسم رسماً تفصيلياً بقياس مناسب المساقط الضرورية لكل من العناصر الهندسية الآتية:



2. الشكل التالي يبين رسم تجميعي (لحامل محور) والمطلوب إعداد الرسومات الآتية بمقياس رسم مناسب (مرفق قائمة القطع) .

- ✓ الجزء رقم 1 يرسم في مسقطين كالآتي :
  - أ- مسقط رأسي نصف قطاع أيمن.
  - ب- مسقط أفقي .
- ✓ الجزء رقم 2 يرسم في مسقطين كالآتي :
  - أ- مسقط رأسي نصف قطاع أيمن .
  - ب- مسقط أفقي .

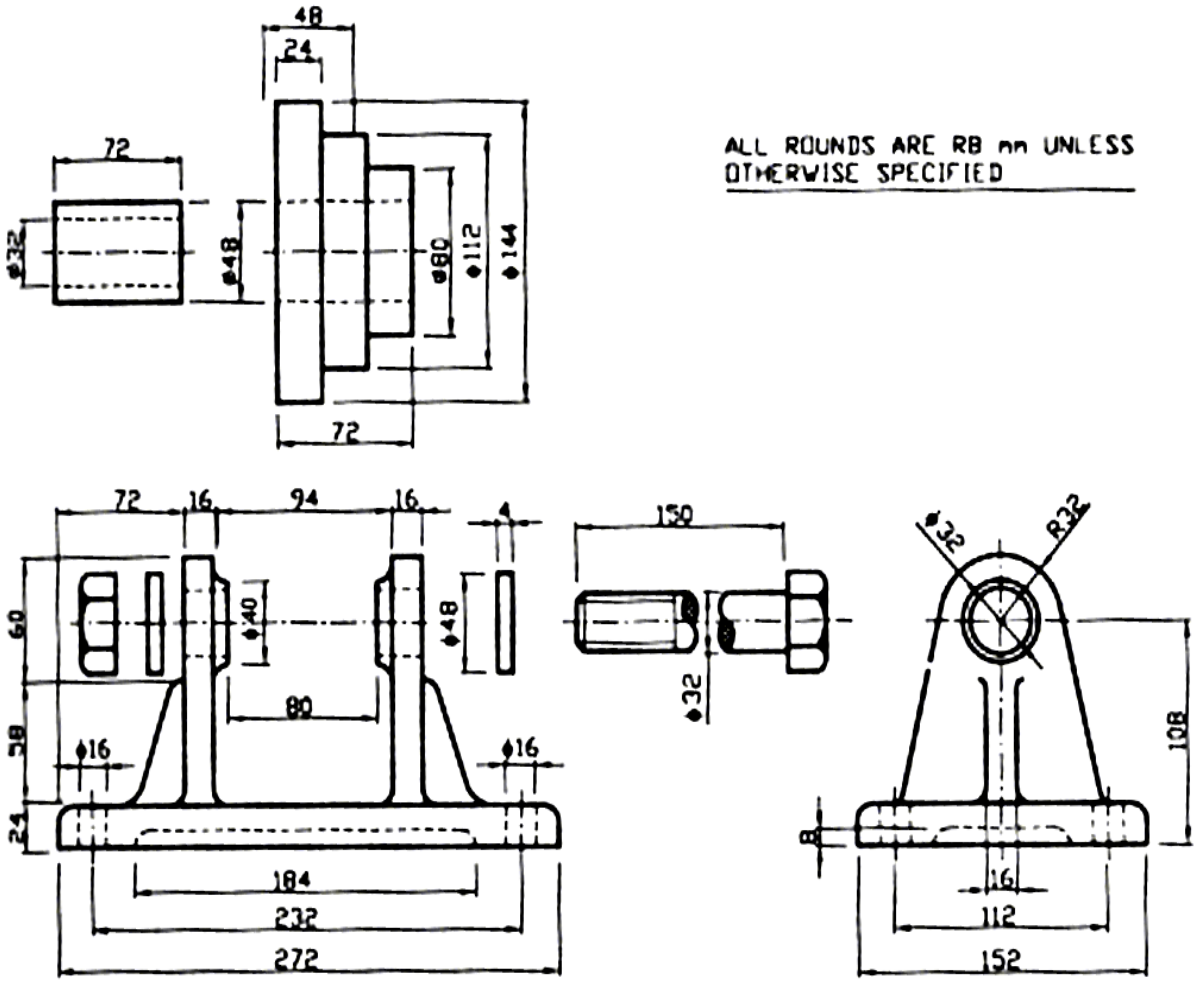


5	صمولة	M6x16	934	1		
4	جاويط	M8x35	939	1		
3	حلقة	A10.5	125	1	St 37	
2	غطاء	F1.95x47x30	147	1	GG30	
1	القاعدة	F1.135x47x30	147	1	GG30	
الرقم	اسم القطعة	الأبعاد	DIN	العدد	الخام	ملحوظات

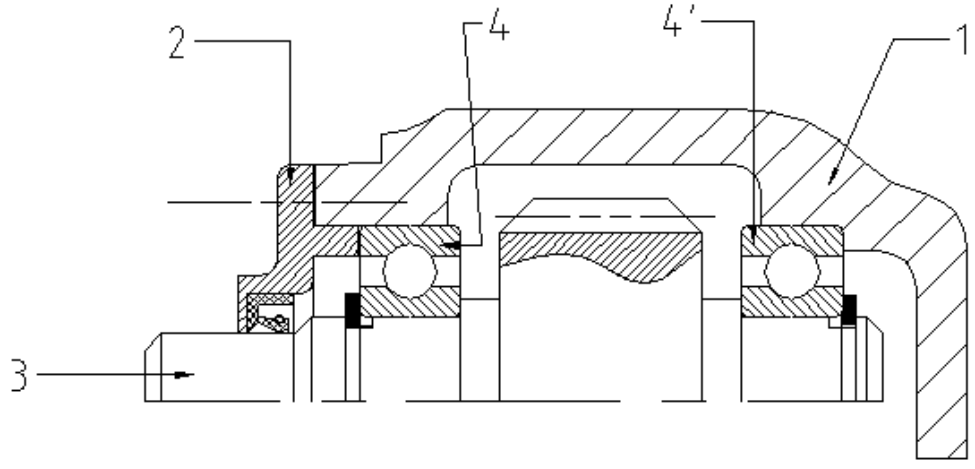
القسم:	الصنف	رسمة:
المقياس:	الموضوع:	رقم اللوحة: / التاريخ:

الإزواج	الانحرافات

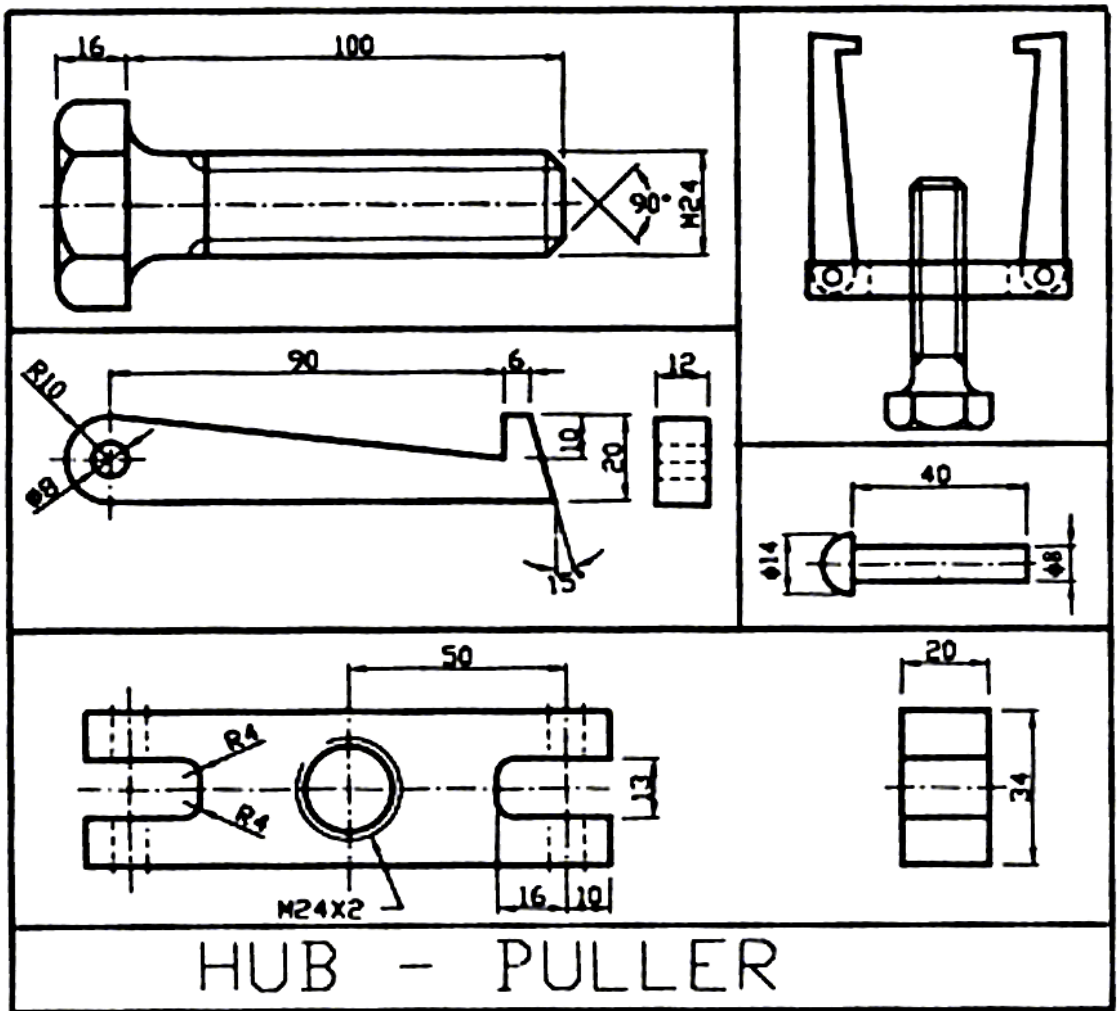
3. الشكل التالي يبين رسماً تفصيلياً لحامل طارة والمطلوب رسم المقطع الأمامي والمسقطين الجانبي والأفقي لحامل الطارة مجمعة مع كتابة قائمة القطع كاملة



4. الشكل التالي يبين رسم تجميعي مقطعي والمطلوب رسمه بمقاس 1:3.



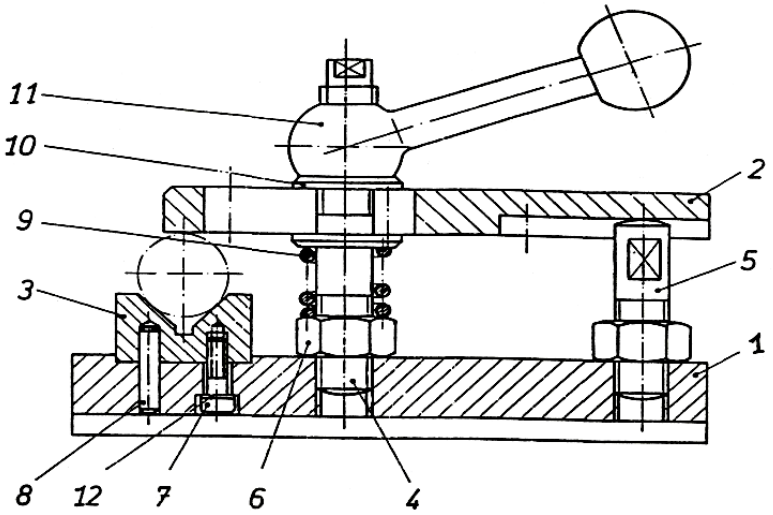
5. الشكل التالي يبين مساقط عناصر ملزمة غطاء الفرامل والمطلوب رسم المساقط الثلاثة لملزمة غطاء الفرامل مع كتابة قائمة القطع للأجزاء ؟

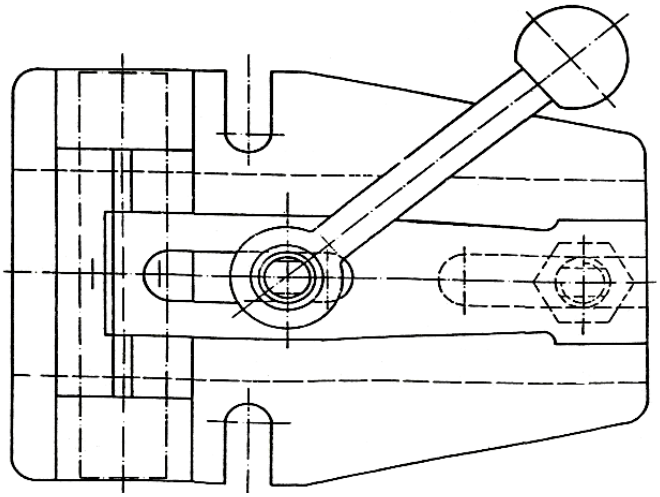


6. الشكل التالي يظهر رسم تجميعي لملزمة ذات مجرى دليلي والمطلوب إعداد الرسومات الآتية بمقياس رسم مناسب (مرفق قائمة القطع) .

أ- الجزء رقم 1 في قطاع رأسي كامل ومسقط أفقي مع شرح وظيفته وكتابة رموز الإنجاز.

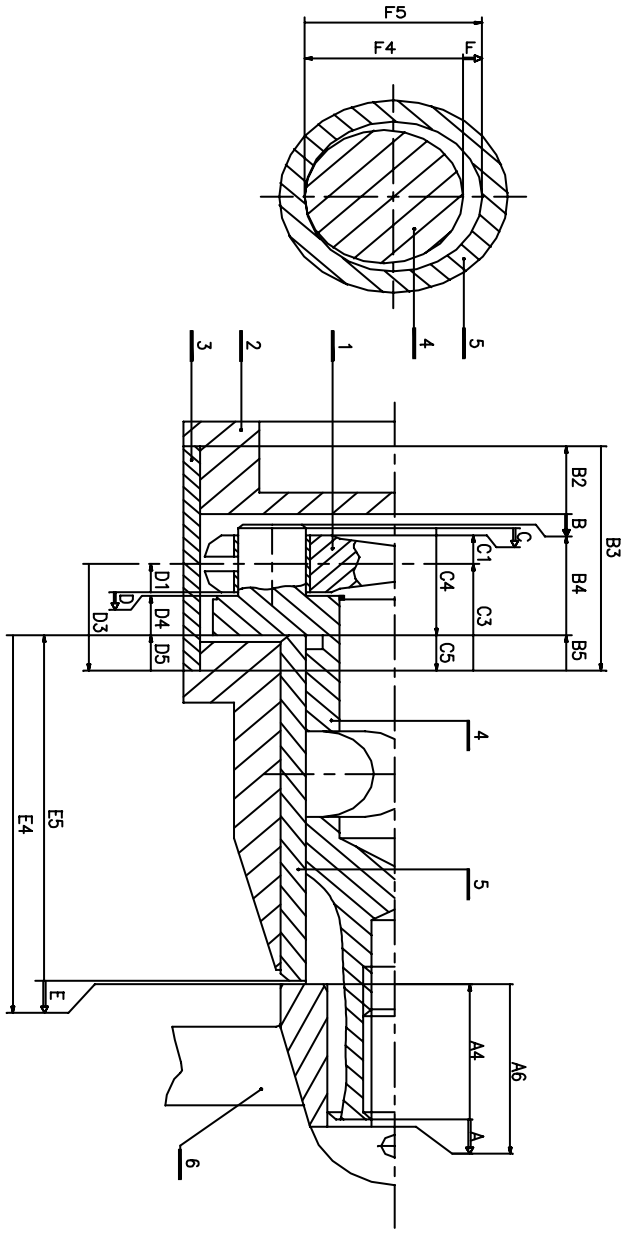
ب- الجزء رقم 2 في قطاع رأسي كامل ومسقط أفقي مع شرح وظيفته وكتابة رموز الإنجاز.





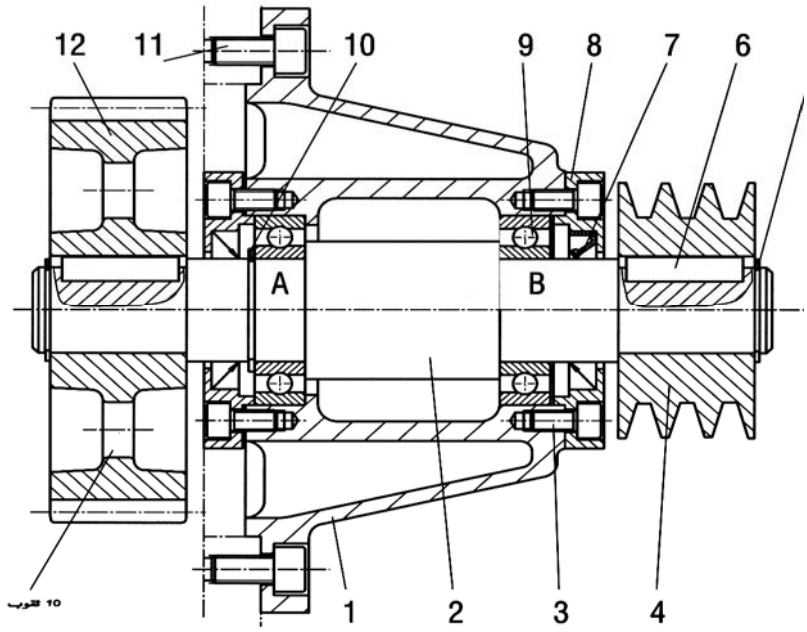
الرقم	اسم القطعة	الأبعاد	DIN	العدد	الخام	محلوظات
12	وردة	A5.3	125	1	St	
11	ذراع بنهاية كروية	B100	6337	1		
10	وردة	B13	125	2	St	
9	نابض ضغط	2x16x30	2098	1	فولاذ نوابض	
8	أصبع اسطواني	M6x20	7	1	St 50 k	
7	مسمار برأس مجوف	M5x15	912	1	12.9	
6	صامولة مسدسة	M12	934	2	8	
5	مسمار تباعد			1	St 44-2	
4	عمود ملولب			1	St 44-2	
3	قاعدة موشورية			1	St 44-2	
2	الفك الضاغط			1	St 44-2	
1	القاعدة			1	St 44-2	

7. الشكل التالي يبين رسم تجميعي مقطعي والمطلوب رسمه بمقاس 1:2.



8. الشكل التالي يبين تجميعة عمود إدارة ومرفق له قائمة بالقطع. المطلوب:

- ماهي وظائف الجزء رقم **10, 8** ؟
- أي الأجزاء تدور مع العمود ؟
- اذكر تسلسل عملية التجميع؟
- مثل الأجزاء **12 , 4 , 2 , 1** (تأخذ الأبعاد من الرسم).
- صف خطوات إنتاج الجزء **2.**



الرقم	اسم القطعة	الأبعاد	DIN	العدد	الخام	ملحوظات
12	ترس			2	GGG-50	Z=39, m=3
11	برغي اسطواني			5	8.8	
10	حلقة إحكام			4		
9	محمل كريات تجاويف			1		
8	غطاء		1013	2	St 37	Ø 85x15
7	حلقة منع تسرب			1		
6	خابور انزلاق			1	St 60 K	
5	حلقة إحكام			1		
4	بكرة سير مخروطي		1013	1	St50	80x37 Ø
3	برغي اسطواني			1	8.8	
2	عمود		1013	1	St 60	45x196 Ø
1	مبيت			1	GG-30	

القسم:	الصنف	رسمة:	
المقياس:	الموضوع:	رقم اللوحة:	التاريخ:

9. الشكل التالي يمثل تجميعة جهاز ذي غشاء (مرفق له قائمة القطع):

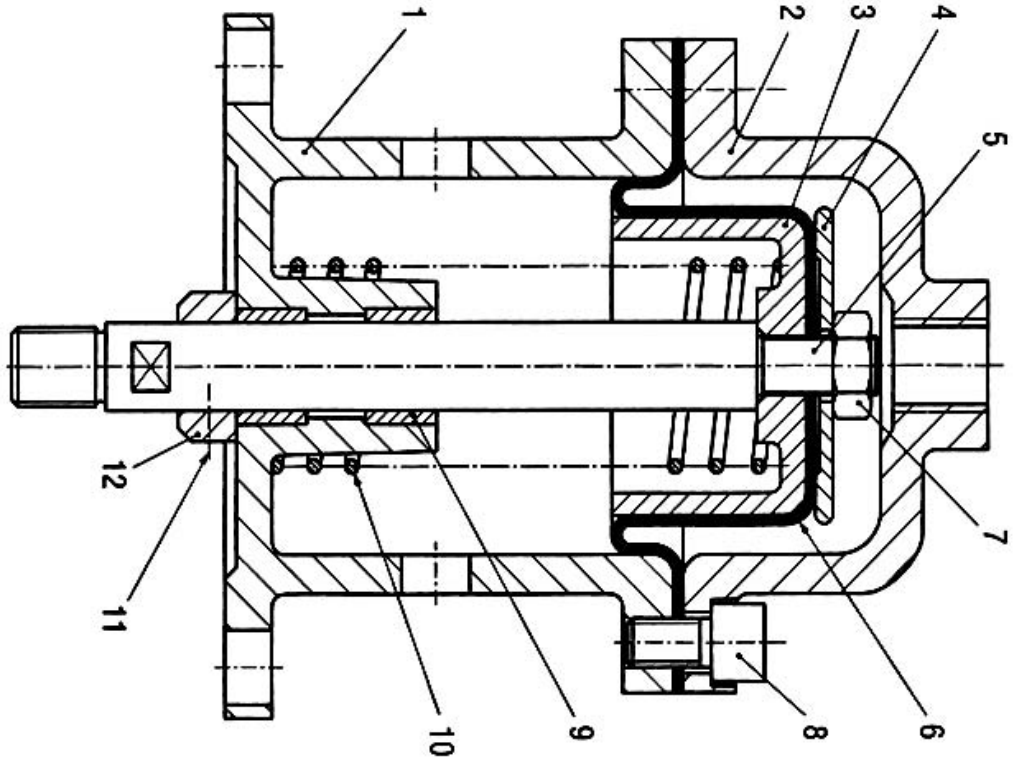
أ- معرفة الوظيفة.

ب- ماهي وظيفة واستخدامات الجهاز؟

ت- كيف توجه الأجزاء المتحركة؟

ث- ماهي وظيفة الجزء 4؟

ج- صف تسلسل عملية التجميع.



12	حلقة ضبط		705	1	St	
11	أصبع ملولب	M 6x8		1	5.8	
10	نابض ضغط	3.2x40x120	2098	1	65 Si 7	
9	جلبة	6x15	1850	2	G-CuSn 12	
8	برغي اسطواني	M10x18		8	8.8	
7	صامولة مسدسة	M8		1	8	
6	غشاء حلزوني			1	74 Ba /250	
5	قضيب دفع		5936	1	CK 45 KV	
4	طبق			1	G-AlSi 12	
3	قدر			1	G-AlSi 12	
2	غطاء			1	G-AlSi 12	
1	مبيت			1	G-AlSi 12	
الرقم	اسم القطعة	الأبعاد	DIN	العدد	الخام	ملحوظات

القسم:	الصنف	رسمه:
المقياس:	الموضوع:	رقم اللوحة: / التاريخ:

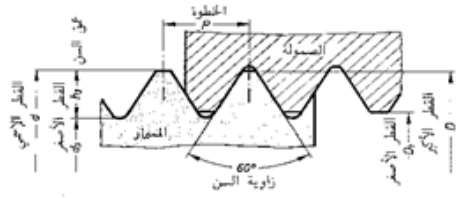
الأزواج	الانحرافات

الجداول الفنيـــــــــــــة

الوصل هو عملية لربط أجسام صلبة متعددة مع بعضها أو لربط جسم مع مادة أخرى غير محدودة الشكل .

المسامير (البراغي) وأسنان اللوالب

اللولب المتري طبقاً للنظام الدولي ISO [1] (السن العادي)



المسمار						الصمولة		الحلقة (الوردة)	
القطر الأكبر لسن اللولب		القطر الأصغر (قطر القلب)	مساحة مقطع القلب	الخطوة	إرتفاع الرأس	إرتفاع الصمولة	إتساع فتحة المفتاح	البعد بين الركنين	القطر الخارجي	السمك
المتوالية 1 d	المتوالية 2 d	d_3	mm^2	P	h_a	m	SW	e_1	d_2	s
1		0,693	0,37	0,25	–	0,8	2,5	2,72	–	–
1,2		0,893	0,62	0,25	–	1,0	3	3,29	–	–
	1,4	1,032	0,83	0,3	–	1,2	3	3,29	–	–
1,6		1,170	1,07	0,35	1,1	1,3	3,2	3,48	4,5	0,3
2		1,509	1,77	0,4	1,4	1,6	4	4,38	5	0,3
2,5		1,948	2,96	0,45	1,7	2	5	5,51	6,5	0,5
3		2,387	4,45	0,5	2	2,4	5,5	6,08	7	0,5
	3,5	2,764	5,98	0,6	2,4	2,8	6	6,64	8	0,5
4		3,141	7,74	0,7	2,8	3,2	7	7,74	9	0,8
5		4,019	12,6	0,8	3,5	4	8	8,87	10	1
6		4,773	17,9	1	4	5	10	11,05	12,5	1,6
8		6,466	32,8	1,25	5,5	6,5	13	14,38	17	1,6
10		8,160	52,4	1,5	7	8	17	18,09	21	2
12		9,853	76,2	1,75	8	10	19	21,10	24	2,5
	14	11,546	104	2	9	11	22	24,49	28	2,5
16		13,546	143	2	10	13	24	26,75	30	3
	18	14,933	174	2,5	12	15	27	30,14	34	3
20		16,933	224	2,5	13	16	30	33,53	37	3
	22	18,933	280	2,5	14	18	32	35,72	39	3
24		20,319	324	3	15	19	36	39,98	44	4
	27	23,319	426	3	17	22	41	45,63		
30		25,706	519	3,5	19	24	46	51,28	56	4
	33	28,706	647	3,5	21	26	50	55,80	60	5
36		31,093	760	4	23	29	55	61,31	66	5
	39	34,093	913	4	25	31	60	66,96	72	6
42		36,479	1046	4,5	26	34	65	72,61	78	7
	45	39,479	1225	4,5	28	36	70	78,26	85	7
48		41,866	1373	5	30	38	75	83,91	92	8
	52	45,866	1655	5	33	42	80	89,56	98	8

[1] السن المتري العادي حسب النظام الدولي ISO وطبقاً للمواصفة القياسيّة DIN 13 — لوحة رقم 1 (مارس ٧٣)
الصواميل المسدّسة طبقاً للمواصفة القياسيّة DIN 934 (أبريل ٦٨) البعد e_1 للصواميل من نوع m (متوسّط) .
المسامير المللولبة المسدّسة طبقاً للمواصفة القياسيّة DIN 931 (نوفمبر ٧٠) الحلقات (الورد) طبقاً للمواصفة القياسيّة DIN 125 (مارس ٦٨) رمز اللّولب المتري بقطر 20 mm هو M 20 .

سن اللولب المتري طبقا للنظام الدولي ISO

متواليات الإختيار لسن اللولب الدقيق — طبقا للمواصفات DIN 13 (سبتمبر ٦٩) لوحة رقم 12

المتوالية 1 (الأولى)		المتوالية 2 (الثانية)		المتوالية 3 (الثالثة)	
الرمز	القطر الأصغر (قطر القلب) المسمار d_3	الرمز	القطر الأصغر (قطر القلب) الصمولة D_1	الرمز	القطر الأصغر (قطر القلب) المسمار d_3 / الصمولة D_1
M 8x1	6,773	M 14x1,5	12,376	M 15x1	13,773 / 13,917
M 10x1,25	8,466	M 14x1	12,917	M 17x1	15,773 / 15,917
M 10x0,75	9,080	M 18x1,5	16,376	M 25x1,5	23,160 / 23,376
M 12x1,25	10,466	M 18x1	16,917	M 35x1,5	33,160 / 33,376
M 12x1	10,773	M 22x1,5	20,376	M 40x1,5	38,160 / 38,376
M 16x1,5	14,160	M 22x1	20,773	M 50x1,5	48,160 / 48,376
M 16x1	14,773	M 27x2	24,546	M 55x2	52,546 / 52,835
M 20x1,5	18,160	M 27x1,5	25,160	M 65x2	62,546 / 62,835
M 20x1	18,773	M 33x2	30,546	M 70x2	67,546 / 67,835
M 24x2	21,546	M 33x1,5	31,160	M 75x2	72,546 / 72,835
M 24x1,5	22,160	M 39x3	35,319	M 135x6	127,639 / 128,505
M 30x2	27,546	M 39x1,5	37,160	M 135x2	132,546 / 132,835
M 30x1,5	28,160	M 45x3	41,319	M 145x2	142,546 / 142,835
M 36x3	32,319	M 45x1,5	43,160	M 155x3	151,319 / 151,752
M 36x1,5	34,160	M 52x3	48,319	M 165x3	161,319 / 161,752
M 42x3	38,319	M 52x2	49,546	M 230x6	222,639 / 223,505
M 42x1,5	40,160	M 60x4	55,093	M 230x4	225,093 / 225,670
M 48x3	44,319	M 60x2	57,546	M 270x6	262,639 / 263,505
M 48x1,5	46,160	M 68x4	63,402	M 270x4	265,093 / 265,670
M 56x4	51,093	M 68x2	65,546	M 290x6	282,639 / 283,505
M 56x2	53,546	M 76x6	68,639	M 290x4	285,093 / 285,670
M 64x4	59,093	M 76x4	71,093		
M 64x2	61,546	M 76x2	73,546		
M 72x6	64,639	M 85x6	77,639		
M 72x4	67,093	M 85x4	80,093		
M 72x2	69,546	M 85x2	82,546		
M 80x6	72,639	M 95x6	87,639		
M 80x4	75,093	M 95x4	90,093		
M 80x2	77,546	M 95x2	92,546		
M 90x6	82,639	M 105x6	97,639		
M 90x4	85,093	M 105x4	100,093		
M 90x2	87,546	M 105x2	102,546		
M 100x6	92,639	M 115x6	107,639		
M 100x4	95,093	M 115x4	110,093		
M 100x2	97,546	M 115x2	112,546		
M 110x6	102,639	M 120x6	112,639		
M 110x4	105,093	M 120x4	115,093		
M 110x2	107,546	M 120x2	117,546		
M 125x6	117,639	M 130x6	122,639		
M 125x4	120,093	M 130x4	125,093		
M 125x2	122,546	M 130x2	127,546		
M 140x6	132,639	M 150x6	142,639		
M 140x4	135,093	M 150x4	145,093		
M 140x2	137,546	M 150x2	147,546		
M 160x6	152,639	M 170x6	162,639		
M 160x3	156,319	M 170x3	166,319		
M 180x6	172,639	M 190x6	182,639		
M 180x3	176,319	M 190x3	186,319		
M 200x6	192,639	M 210x6	202,639		
M 200x3	196,319	M 210x4	205,093		
M 220x6	212,639	M 240x6	232,639		
M 220x4	215,093	M 240x4	235,093		
M 250x6	242,639	M 260x6	252,639		
M 250x4	245,093	M 260x4	255,093		
M 280x6	272,639	M 300x6	292,539		
M 280x4	275,093	M 300x4	295,093		

ملاحظات :

١) يفضل استخدام اللولب العادي طبقا لمواصفات DIN 13 لوحة رقم 1

٢) مثال لرمز اللولب العادي : M 10

٣) مثال لرمز اللولب الدقيق : M 10×0,75 (القطر الاسمي × الخطوة)

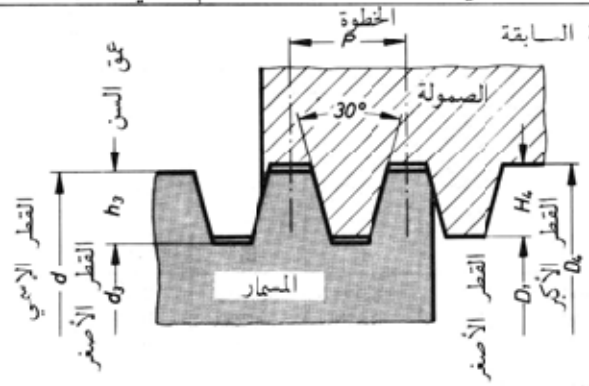
٤) تفضل المتوالية 1 على المتوالية 2، والمتوالية 2 على المتوالية 3.

٥) القطر الأصغر (قطر القلب) للولب الدقيق حسب المواصفات القياسية :

DIN 13 لوحة رقم ١ (أبريل ٧٠)
DIN 13 لوحة رقم 5 (أبريل ٧٠)
DIN 13 لوحة رقم 6 (سبتمبر ٧٠)
DIN 13 لوحة رقم 7 (سبتمبر ٠)
DIN 13 لوحة رقم 8 (سبتمبر ٧٠)
DIN 13 لوحة رقم 9 (سبتمبر ٧٠)
DIN 13 لوحة رقم 10 (سبتمبر ٧٠)

اللولب المتري شبه المنحرف طبقا للنظام الدولي ISO

تابع الجدول المبيّن بالصفحة الـسـابقة



ملاحظات على الجدول الـسـابق :

١) مثال لرمز اللولب ذي الباب الواحد : Tr 40 × 7 (القطر الاسمي × الخطوة) متواليات الاختيار : تفضّل المتوالية 1 الخاصة بالقطر الإسمي للولب على المتوالية 2 .

فبالنسبة للمتواليات لثلاث الخاصة بخطوات اللولب يوصى باستعمال التوالية المفضلة ما أمكن ذلك (مثلا يفضّل اللولب Tr 10 × 2 على اللولب Tr 10 × 1,5)

مثال لرمز اللولب متعدد الأبواب : Tr 40 × 14 P7 (القطر الإسمي × التقدم P_h للولب متعدد الأبواب ، الحرف الأنجدي P للتقسيم (الخطوة) بوحدة mm) .

عدد الأبواب $= \frac{\text{التقدم } P_h}{\text{التقسيم } P} = \frac{14}{7}$ (لولب ذو بابين)

المواصفة القياسية لخطوات اللولب المفضلة : DIN 103 (أغسطس ٧٠) لوحة رقم 2 . المواصفة القياسية لقيم عمق السن : DIN 103 (أغسطس ٧٠) لوحة رقم 1 .

٢) المواصفة القياسية للإزواج 4h (الحد الأكبر لقطر المسيار = القطر الاسمي) : والحد الأصغر لمقاس المسيار : DIN 103 (أكتوبر ٧٣) لوحة رقم 7 .

٣) خصُّ الإزواج 5e .

٤) المواصفة القياسية للإزواج 4H (الحد الأكبر والحد الأصغر لمقاس الصمولة) . المواصفة القياسية : DIN 103 (أكتوبر ٧٣) لوحة رقم 5 .

لولب ويتوورث للمواسير

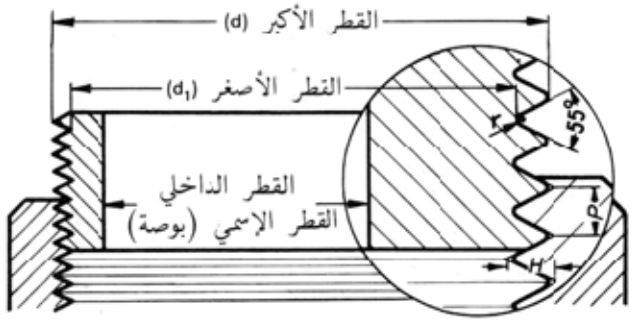
DIN 259 (يونيو ٦١)

رمز اللولب
مثلاً R $\frac{1}{2}$

$P = \frac{25,4}{z}$

$r = 0,137 \cdot P$

$H = 0,960 \cdot P$



القطر الإسمي (القطر الداخلي) بوصة	المسورة الملولبة والجلبة: القطر الأكبر d	المسورة الملولبة والجلبة: القطر الأصغر d_1	الخطوة P	عدد الخطوات في البوصة z	القطر الإسمي (القطر الداخلي) بوصة	القطر الأكبر d	القطر الأصغر d_1	الخطوة P	عدد الخطوات في البوصة z
R 1/8	9,73	8,57	0,91	28	R 2	59,62	56,66	2,31	11
R 1/4	13,16	11,45	1,34	19	(R 2 1/4)	65,71	62,76	2,31	11
R 3/8	16,66	14,95	1,34	19	R 2 1/2	75,19	72,23	2,31	11
R 1/2	20,96	18,63	1,81	14	(R 2 3/4)	81,54	78,58	2,31	11
(R 5/8)	22,91	20,59	1,81	14	R 3	87,89	84,93	2,31	11
R 3/4	26,44	24,12	1,81	14	(R 3 1/4)	93,98	91,03	2,31	11
(R 7/8)	30,20	27,83	1,81	14	R 3 1/2	100,33	97,37	2,31	11
R 1	33,25	30,29	2,31	11	(R 3 3/4)	106,68	103,73	2,31	11
R 1 1/4	41,91	38,95	2,31	11	R 4	113,03	110,08	2,31	11
R 1 1/2	47,81	44,85	2,31	11	(R 4 1/2)	125,74	122,78	2,31	11
(R 1 3/4)	53,75	50,79	2,31	11	R 5	138,44	135,48	2,31	11

سن اللولب المتري شبه المنحرف طبقا للنظام الدولي ISO ١)

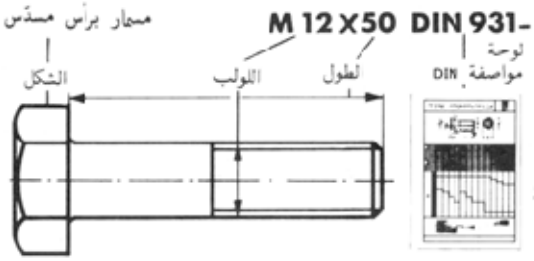
طبقا لمواصفات DIN 103
(أغسطس ٧٠، ديسمبر ٧١)

القطر الإسمي للولب		الخطوة P (باب واحد)			المسمار			الصمولة			المسمار والصمولة
					القطر الأصغر ٣)		القطر الأكبر	القطر الأصغر ٤)			
المتوالية 1	المتوالية 2	المتوالية المفضلة			الحد الأدنى K_W	الحد الأعلى G_W	القطر الأكبر ٢) الحد الأدنى K_W	الحد الأدنى K_B	الحد الأدنى K_B	الحد الأعلى G_B	عمق السن
d	d				d_3	d_3	d	D_4	D_1	D_1	$h_3 = H_4$
8		1,5			5,921	6,200	7,850	8,300	6,500	6,690	0,9
	9		1,5		6,921	7,200	8,850	9,300	7,500	7,690	0,9
	9	2			6,191	6,500	8,820	9,500	7,000	7,236	1,25
10			1,5		7,921	8,200	9,850	10,300	8,500	8,690	0,9
10		2			7,191	7,500	9,820	10,500	8,000	8,236	1,25
	11	2			8,191	8,500	10,820	11,500	9,000	9,236	1,25
	11		3		7,150	7,500	10,764	11,500	8,000	8,315	1,75
12			2		9,179	9,500	11,820	12,500	10,000	10,236	1,25
12		3			8,135	8,500	11,764	12,500	9,000	9,315	1,75
	14		2		11,179	11,500	13,820	14,500	12,000	12,236	1,25
	14	3			10,135	10,500	13,764	14,500	11,000	11,315	1,75
16			2		13,179	13,500	15,820	16,500	14,000	14,236	1,25
16		4			11,074	11,500	15,700	16,500	12,000	12,375	2,25
	18		2		15,179	15,500	17,820	18,500	16,000	16,236	1,25
	18	4			13,074	13,500	17,700	18,500	14,000	14,375	2,25
20			2		17,179	17,500	19,820	20,500	18,000	18,236	1,25
20		4			15,074	15,500	19,700	20,500	16,000	16,375	2,25
	22		3		18,135	18,500	21,764	22,500	19,000	19,315	1,75
	22	5			16,044	16,500	21,665	22,500	17,000	17,450	2,75
	22		8		12,424	13,000	21,550	23,000	14,000	14,630	4,5
24			3		20,103	20,500	23,764	24,500	21,000	21,315	1,75
24		5			18,019	18,500	23,665	24,500	19,000	19,450	2,75
24			8		14,399	15,000	23,550	25,000	16,000	16,630	4,5
	26		3		22,103	22,500	25,764	26,500	23,000	23,315	1,75
	26	5			20,019	20,500	25,655	26,500	21,000	21,450	2,75
	26		8		16,399	17,000	25,550	27,000	18,000	18,630	4,5
28			3		24,103	24,500	27,764	28,500	25,000	25,315	1,75
28		5			22,019	22,500	27,665	28,500	23,000	23,450	2,75
28			10		18,399	19,000	27,550	29,000	20,000	20,630	4,5
	30		3		26,103	26,500	29,764	30,500	27,000	27,315	1,75
	30	6			22,463	23,000	29,625	31,000	24,000	24,500	3,5
	30		10		18,350	19,000	29,470	31,000	20,000	20,710	5,5
32			3		28,103	28,500	31,764	32,500	29,000	29,315	1,75
32		6			24,463	25,000	31,625	33,000	26,000	26,500	3,5
32			10		20,350	21,000	31,470	33,000	22,000	22,710	5,5
	34	6			26,463	27,000	33,625	35,000	31,000	31,315	3,5
36		6			28,463	29,000	35,625	37,000	30,000	30,500	3,5
	38	7			29,431	30,000	37,575	39,000	31,000	31,560	4
40		7			31,431	32,000	39,575	41,000	33,000	33,560	4
	42	7			33,431	34,000	41,575	43,000	35,000	35,560	4
44		7			35,431	36,000	43,575	45,000	37,000	37,560	4
	46	8			36,368	37,000	45,550	47,000	38,000	38,630	4,5
48		8			38,368	39,000	47,550	49,000	40,000	40,630	4,5
	50	8			40,368	41,000	49,550	51,000	42,000	42,630	4,5

من ١) إلى ٤) الشكل والملاحظات في الصفحة التالية.

المسـامير الملولبة

التسمية — خواص مقاومة الإجهادات (المتانة) — النوع . طبقا للمواصفات DIN 267 (أكتوبر ٦٧ ومايو ٧٨ وأبريل ٧٨)



مثال :
مسمار برأس مسدس M12
بطول 50 mm ، طبقا لمواصفات DIN 931
النوع m (أنظر الجزء التالي) ، من
فولاذ ذي خواص مقاومة 5,6
(أنظر أدناه) .

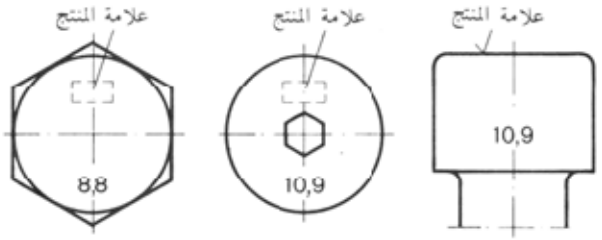
رُتب المقاومة للمسامير الملولبة

تسمية رتب المقاومة		مقاومة الشد	حد الخضوع	الانفعال عند الكسر
قديم	حديث [1]	σ_B N/mm²	σ_y N/mm²	δ_5 %
4 A	3,6	290	195	25
4 D	4,6	390	235	25
4 S	4,8	390	315	14
5 D	5,6	490	295	20
5 S	5,8	490	390	10
6 D	6,6	590	355	16
6 S	6,8	590	470	8
6 G	6,9	590	530	12
8 G	8,8	780	630	12
10 K	10,9	980	885	9
12 K	12,9	1180	1060	8
–	14,9	1370	1235	7

[1]) يمثّل العدد الأول 1/100 من الحد الأدنى لمقاومة إجهاد الشد (N/mm²) .
ويمثّل العدد الثاني عشرة أمثال النسبة بين الحد الأدنى لحد الخضوع والحد الأدنى لمقاومة الشد (أي حد الخضوع النسبي) . وينتج عن حاصل ضرب العددين (عُشر) $\frac{1}{10}$ الحد الأدنى لحد الخضوع بوحدة (N/mm²) .

تسمية رتب المقاومة

ترتّب المسامير ذات الرؤوس المسدسة من الخارج والرؤوس المسدسة من الداخل (آلن) من مقاس Ø 5 mm برتب مقاومة الإجهادات إبتداءً من 6,6 .
يجب تسمية الأصابع (التيل) من مقاس Ø 5 mm ذات رتب المقاومة من 8,8 برتبة مقاومة الإجهادات وعلامة المنتج .



يمكن استعمال الأشكال الرمزية التالية عندما يضيق المكان برموز المسامير .

رتبة مقاومة الإجهادات	5,6	8,8	10,9	12,9	14,9
الشكل الرمزي	◺	⊠	□	▭	⊞
لون بطاقة تغليف المسامير	حتى 5,6 يوصى باللون الأخضر	أحمر	أزرق	بني	أصفر

مواصفات السطوح (متوسّط m ، متوسّط الخشونة mg ، خشن g)

السطح	m (متوسط)	mg (متوسط الخشونة)	g (خشن)
	عمق الخشونة R_z بوحدة µm (حد أقصى)		
أسطح جوانب لولب المسامير والصواميل . قلب اللولب للمسامير وأسطح الارتكاز والساق	25[1]	25[1]	40
أسطح الرؤوس الكروية وأسطح المفتاح للصواميل والمسامير الملولبة	100	إختياري	إختياري
القطر الأصغر للولب الصواميل القطر الأكبر للولب المسامير	إختياري		
الأسطح الأخرى	25		

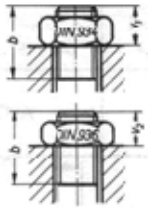
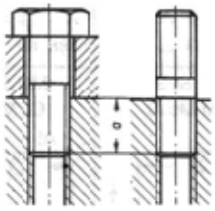
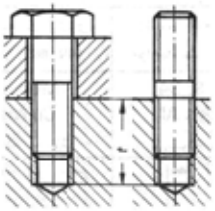
[1]) يكون عمق الخشونة 40 µm للولب المقطوع بمقاس أكبر من M 5 .

يجب الرمز للمسامير ذات اللولب اليساري ابتداءً من M 5 بالحرف L .

تسميات المسامير الملولبة

مسمار ملولب برأس مسدس لامع	مسمار ملولب برأس مسدس خام	مسمار ملولب برأس مسدس	مسمار ملولب برأس مسدس بساق إزواج	مسمار ملولب برأس عدسي	مسمار ملولب برأس اسطواني مجوّف (ألن)	A إصبع (تيلة) ملولب B مسمار ملولب بساق
DIN 931,960	DIN 601	DIN 564	DIN 609	DIN 479 478	DIN 912 6912	DIN 913
933 961	558	561	610	ذو مقدّمة ذو كتف		M 6 . . . M 24
مسمار ملولب برأس اسطواني	مسمار ملولب برأس نصف كروي	مسمار ملولب برأس مخروطي (غاطس)	مسمار ملولب برأس عدسي	مسمار ملولب برأس عدسي مخروطي	A إصبع ملولب B مسمار ملولب بساق	A اصبع ملولب B مسمار ملولب بساق
DIN 84	DIN 86 7986	DIN 87 7987	DIN 85 7985	DIN 88 7988	DIN 914	DIN 915
					M 6 – M 24	M 6 – M 24
مسمار ملولب برأس مسدس بحدود قاطعة (ذاتي اللّولبة)	مسمار ملولب بحدود قاطعة B : ذو رأس أسطواني C : ذو رأس نصف كروي	D : مسمار ملولب بحدود قاطعة مخروطي E : مسمار ملولب بحدود قاطعة مخروطي ذو رأس عدسي	مسمار ملولب برأس مسدس للألواح (للصاج) DIN 7976	مسمار ملولب برأس اسطواني للألواح مسمار للألواح برأس نصف كروي	مسمار ملولب للألواح مسمار ملولب للألواح ذو رأس مخروطي عدسي	مسمار ملولب ذو ثقوب متصالبة مسمار ملولب ذو عروة
DIN 7513 شكل A	DIN 7513 شكل B شكل C	DIN 7513 شكل D شكل E	ذو طرف مدبب ذو نتوء	DIN 7971, 7974 7981	DIN 7972, 7973 7983 7982	DIN 444 DIN 404
M 5 – M 8	M 2,6 – M 8	M 2,6 – M 8	4,2 – 9,6 mm	2,2 – 6,3 mm		
برغي لخشب ذو رأس مخروطي عدسي	برغي لخشب ذو رأس نصف كروي	برغي لخشب ذو رأس مخروطي	برغي لخشب ذو رأس مربع مسمار (برغي) لخشب ذو رأس مسدس	إصبع (تيلة) ملولب	جاويط	جاويط ذو مجرى
DIN 95 7995	DIN 96 7996	DIN 97 7997	DIN 571 DIN 570	DIN 551 417 553 438 ذو حد حلقي	DIN 938 للفولاذ 833, 939 لحديد الزهر الرمادي 836, 835 لسبائك الألومنيوم	DIN 834 لحديد الزهر الرمادي 835 لسبائك الألومنيوم
صمولة مسدسة	صمولة تاجية	صمولة مثقوبة	مسمار ملولب مخرّش عالي الرأس	صمولة مخرّشة عالية	مسمار ملولب غاطس ذو جذع مربّع	مسمار ملولب بجناحين
DIN 934 h = 0,8 d	DIN 935 s = 7 – 19	DIN 546 صمولة بثقبين DIN 547 صمولة بثقوب متصالبة DIN 548	DIN 464 465 مسمار ملولب مخرّش مسطّح الرأس 653	DIN 466 صمولة مخرّشة مسطّحة DIN 467	DIN 605 مسمار ملولب برأس طاسة ومسطّح ذو جذع مربّع DIN 603	DIN 316 صمولة بجناحين DIN 315
936 h = 0,5 d	935 s = 22 – 145					
555 خام	937					

أطوال اللوالب وأطوال الأطراف المربوطة من اللوالب وأعماق ثقوب اللوالب

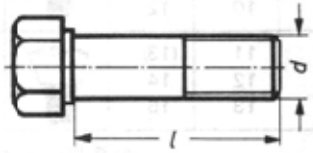




اللولب	طول اللولب b		طول الطرف المربوط (a) من اللولب للمعادن				عمق الثقب الملولب (t) للمعادن			
	بروزات المسمار		فولاذ، برونز	حديد زهر رمادي	معدن طري	ألومنيوم	فولاذ، برونز	حديد زهر رمادي	معدن طري	ألومنيوم
	مواصفات DIN 78 (أغسطس ٥٢)		مواصفات DIN 938 (مارس ٥٢)	مواصفات DIN 939 (نوفمبر ٥٢)	مواصفات DIN 940 (ديسمبر ٥٥)	مواصفات DIN 835 (مارس ٥٢)	مواصفات DIN 938 (مارس ٥٢)	مواصفات DIN 939 (نوفمبر ٥٢)	مواصفات DIN 940 (فبراير ٥٤)	مواصفات DIN 835 (مارس ٥٢)
d	b	v_1	$\approx 1 \cdot d$ a	$\approx 1{,}25 \cdot d$ a	$\approx 2{,}5 \cdot d$ a	$\approx 2 \cdot d$ a	t	t	t	t
M 3	9	3,2	3	4	8	6	6	7		9
M 4	10	4,2	4	5	10	8	7,5	8		12
M 5	12	5,2	5	6,5	13	10	9	10	16	15
M 6	15	5,5	6	7,5	15	12	10,5	12	19	18
M 8	18	8,5	8	10	20	16	13	15	25	24
M 10	20	10	10	12	25	20	15	19	32	28
M 12	22	12	12	15	32	24	18	25	40	32
M 14	25	14	14	18	35	28	20	28	42	38
M 16	28	16	16	20	40	32	22	30	50	40
M 18	30	18	18	22	45	36	27	32	55	45
M 20	32	20	20	25	50	40	28	35	60	50
M 22	35	21	22	28	55	44	30	38	65	54
M 24	38	22,5	24	30	60	48	32	42	70	58
M 27	40	24,5	25	35	65	55	33	45	75	65
M 30	45	27	30	38	75	60	38	50	88	70
M 33	50	30	32	42	80	65	40	55	92	75
M 36	55	34	35	45	90	70	45	60	105	82
M 39	60	36	38	50	95	78	50	65	110	92
M 42	65	39	42	52	105	85	52	70	120	100

المسامير الملولبة ذات الرؤوس المسدسة — الجوايط

الرموز والأشكال والأنواع مع تعليمات إضافية للطلبيات الخاصة طبقا لمواصفات DIN 962 (مارس ٥٢)

المواصفات القياسية DIN للمسامير الملولبة ذات الرؤوس المسدسة : 931 و 933 و 960 و 961 DIN المواصفات القياسية للأصابع الملولبة : 833 و 834 و 835 و 836 و 938، 939 DIN



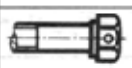
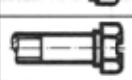
رمز مسمار ملولب برأس مسدس بلولب قطره M 12 وطوله l = 50 mm وقطر الساق = قطر سن اللولب

ذو نهاية مخروطية / أو عديمة — نوع / الإنجاز m أو mg } حسب إختيار المنتج

خاصية مقاومة الإجهادات 4,6 (طبقا للمواصفات DIN 267)

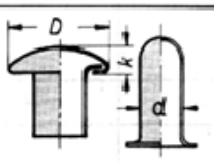
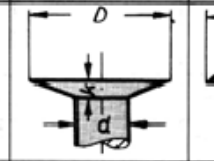
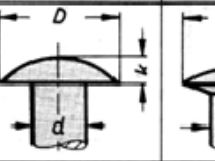
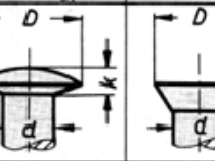
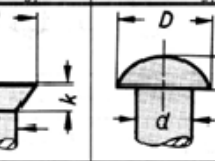
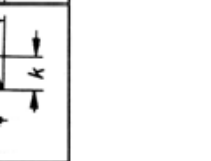
ويكون رمز المسمار الملولب برأس مسدس بالمواصفات السابقة هو :

M 12×50 DIN 931 – 4,6

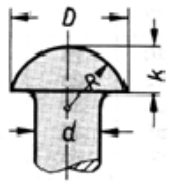
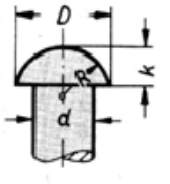
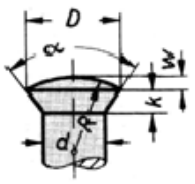
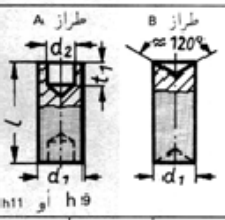
الطراز (النمط)	الرسم	أمثلة للرموز
B قطر الساق = قطر دائرة خطوة السن		مسمار ملولب برأس مسدس B M 12x50 DIN 931 m 4,6
K ذو نهاية مخروطية		مسمار ملولب برأس مسدس M 12x50 K DIN 931 – 4,6
L ذو نهاية عدسية		مسمار ملولب برأس مسدس M 12x50 L DIN 931 – 4,6
S ذو ثقب لتيلة مشقوقة		جاويط M 12x50 S DIN 835 – 4,6
SK ذو ثقب إحكام بالرأس		مسمار ملولب برأس مسدس M 12x50 SK DIN 931 – 4,6
Sz ذو شق (حز)		مسمار ملولب برأس مسدس M 12x50 Sz DIN 931 – 4,6
To بدون شفة درجية		M 12x50 To DIN 931 – 4,6

مسامير البرشام والأصابع (التيل)

مسامير برشام أقل من 10 mm (برشمة الألواح المعدنية)

برشام نصف كروي مواصفات DIN 660	برشام غاطس مواصفات DIN 661	برشام عدسي مواصفات DIN 662	برشام ذو رأس طاسة مواصفات DIN 674	برشام للسيور مواصفات DIN 675	برشام أنبوبي (مجوف) مواصفات DIN 7331
MU St 34 Cu Ms Al سبيكة – Al	MU St 34 Cu Ms Al سبيكة – Al	MU St 34 Cu Ms Al سبيكة – Al	MU St 34 Cu Ms Al	Al Cu	St VII 23
					
$D \approx 1{,}75 \cdot d$ $k \approx 0{,}6 \cdot d$	$D \approx 1{,}75 \cdot d$ $k \approx 0{,}5 \cdot d$	$D \approx 2 \cdot d$ $k \approx 0{,}5 \cdot d$	$D \approx 2{,}3 \cdot d$ $k \approx 0{,}5 \cdot d$	$D \approx 2{,}8 \cdot d$ $k \approx 0{,}3 \cdot d$	$D \approx 2 \cdot d$ $k \approx 0{,}4 \cdot d$
d = 1 1,4 1,7 2 2,6 3 3,5 4 5 6 7 8 9	d = 1,7 2 2,6 3 3,5 4,5 6 7 8	d = 1 1,4 2 2,6 3 3,5 4 5 6 7 8	d = 3 4 5 6	d = 3 3,5 4 5	d = 3 4 5 6

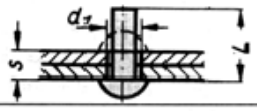
مسامير البرشام بمقاسات من 10 mm إلى 36 mm (تستعمل في الإنشاءات الفولاذية وصناعة المراجل)

قطر البرشام الخام ∅	برشام نصف كروي لصناعة المراجل مواصفات DIN 123 (يونيو ٥٦)	برشام نصف كروي للإنشاءات الفولاذية طبقا لمواصفات DIN 124	برشام مخروطي عدسي مواصفات DIN 302 (يونيو ٥١)	إصبع برشام مواصفات DIN 7341 (مايو ٥٣)
	MU St 34	MU St 34	MU St 34	St 50, Ms 58, Al Mg 3
				

d	D	k	R	D	k	R	w	α	لقطر لاحمي d_1	d_2	t_1
10	18	7	9,5	16	6,5	8	1	75°	2	–	–
12	22	9	11	19	7,5	9,5	1		2,5	–	–
14	25	10	13	22	9	11	1		3	2	1,5
16	28	11,5	14,5	25	10	13	1		4	2,5	2
18	32	13	16,5	28	11,5	14,5	1		5	3,5	2,5
20	36	14	18,5	32	13	16,5	1	60°	6	4,5	3
22	40	16	20,5	36	14	18,5	2		8	6,5	4
24	43	17	22	40	16	20,5	2		10	8	5
27	48	19	24,5	43	17	22	2		12	10	6
30	53	21	27	48	19	24,5	2	45°	(13)	11	6
33	58	23	30	53	21	27	2		14	12	7
36	64	25	33	58	23	30	2		16	13	8

رمز معيار برشام نصف كروي ذي قطر برشام خام 16 mm وطول 38 mm هو : برشام نصف كروي DIN 124 – 16 × 38 .
قطر ثقب البرشام عند البرشمة لمقاس أكبر من 10 mm = قطر البرشام الخام + 1 mm .

طول البرشام (L)



الطول التقريبي للبرشام لرأس برشمة نصف كروي:
s = طول التثبيت ، d_1 = قطر ثقب البرشام ، L = طول البرشام

في الإنشاءات الفولاذية :	في صناعة المراجل : لطول تثبيت s حتى 54 mm :	في صناعة المراجل : لطول تثبيت s أكبر من 54 mm :
$L \approx 1{,}2 \cdot s + d_1$	$L \approx 1{,}5 \cdot s + d_1$	$L \approx 1{,}4 \cdot s + d_1$

تبيّن المواصفات القياسية DIN 124 لوحات رقم 2 و 3 و 4 أطوال البرشام بالنسبة لطول التثبيت .

المراجـــع العلميـــــــــــة

1. الرسـم الفـني للهندسـة الميكانيكيـة، المؤسـسة العامـة للتـدريب الـتقني والمهـني، دار نـشر "هاندقيرك أوند تشنيك"، هامبورج (ألمانيا الاتحادية)، **1985**
2. الجداول الفنية للمعادن، المؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني، دار نشر "جيورج فيسترمان"، براون شفايج (ألمانيا الاتحادية)، **1985**
3. الحساب الفني لميكانيكا الآلات، المؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني، دار نشر "هادقيرك أوند تشنيك"، هامبورج (ألمانيا الاتحادية)، **1985**

4. Mechanical Engineering Design (Seventh Edition), Joseph Shigley, Charles Mischke and Richard Budynas, McGraw Hill Co., 2004
5. Mechanical Engineering Reference Manual (12 Edition), Michael R. Linderburg, Professional Publicationd, Inc., 2006

6. http://drawsketch.about.com/od/technicaldrawing/
7. http://machinedesign.com/channel/basics-of-design-engineering
8. http://www.tec-ease.com/gdt-tips.htm
9. http://www.google.com/Top/Science/Technology/Mechanical_Engineering/Design
10. http://www.efunda.com

محتويات حقيبة الرسم الفنـــي

مقدمـــــة .....

الوحدة الأولى : أساسيات الرسم الفنـــــــي

1.1 مقدمة 2
2.1 الأدوات الأساسية واستخداماتها..... 2
3.1 أنواع الخطوط LINES TYPES 8
4.1 الأبعاد DIMENSIONS 8

الوحدة الثانية : الإسقاط الأيزومتـــــري

1.2 الإسقاط الايزومتري 11
2.2 المساقط 12
3.2 طريقة توزيع المساقط 13
4.2 القطع SECTIONING..... 13
1.4.2 الأجزاء الميكانيكية التي لا تقطع ولا تهشر..... 16
تمـــــــارين 19

الوحدة الثالثة : القطع الميكانيكية ذات المواصفات القياسيـــــة

1.4 أنظمة الربط FASTENERS..... 27
2.3 النوابض SPRINGS..... 35
1.2.3 طريقة رسم النوابض SPRINGS..... 37
3.3 المحامل BEARINGS..... 40

1.3.3 أنواع المحامل وتصنيفاتها BEARINGS CLASSES.....40
4.4 التروس GEARS.....44
1.4.3 أنواع التروس وتصنيفاتها NOMENCLTURE.....45
2.4.3 مصطلحات و حسابات التروس العدلة 48
تمـــاريـــــن.....53.

الوحدة الرابعة : الأبعاد والتفاوتات الهندسيـــــة

1.4 مقـــــدمة 59
2.4 الأبـــعاد 59
1.2.4 تعار يف ومصطلحات 59
2.2.4 طرق كتابة الأبعاد 61
تمـــــارين.....70

3.4 التفاوتـات البعدية DIMENSIONAL TOLERANCES 74
1.3.4 تعار يف ومصطلحات خاصة.....75
2.3.4 الأجزاء المتوافقة أو المزاوجة
MATING PARTS and FITS 79
3.3.4 أنظمة التوافق
BASIC HOLE/SHAFT SYSTEMS.....82
4.3.4 اختيار التوافقات المناسبة FIT SELECTION.....83

4.4 التفاوتــات/الانحرافات الهندسية
GEOMETRIC TOLERANCES.....88
5.4 عمليات التشغيل وخشونة الأسطح
SURFACE ROUGHNESS.....98
1.5.4 طرق ترميز خشونة الأسطح 97
6.4 عمليات تصنيعية غير تقليدية
NON CONVENTIONAL METHODS.....98
7.4 أشكال فنية أخرى
MANUFACTURING FEATURES.....101
تمـــــــارين.....105

الوحدة الخامسة : الرسومات التنفيذيـــــة

1.5 مقـــــدمة عن الرسومات التنفيذية.....111
2.5 الرسومات التفصيلية.....111
1.2.6 خطوات إنجاز رسم تفصيلي.....114
2.2.5 كتابة الأبعاد.....115
3.2.5 أمثلة تطبيقية للرسومات التفصيلية.....117
3.5 الرسم التجميعي.....123
1.3.5 خطوات تنفيذ الرسومات التجميعية.....127
2.3.5 تحليل الرسومات التجميعية.....132
تماريـــن.....133

الملحقات : الجداول الفنية و المراجع العلميـــــــــــة

الجداول الفنية 142
المراجع 150