جمهورية العراق
وزارة التربية
المديرية العامة للتعليم المهني

الرسم الصناعي

الصناعي / الميكانيك

الثالث

المؤلفون

حيدر موسى الشكري مؤيد محمد علي

عبدالحميد علي

مهدي عبدالرضا سعيد ابراهيم نصيف جاسم

الطبعة الثامنة

1446هـ - 2024 م

المقدمة

إستمراراً للنهج المتبع في تحديث وتطوير مناهج التعليم المهني لغرض مواكبة التطور التكنولوجي الحاصل في المجالات كافة، فقد تم الحرص على اتباع الوتيرة نفسها في تحديث منهج الرسم الصناعي لتخصص الميكانيك، وبالأسلوب ذاته في طريقة عرض المعلومات وتدرجها الذي اعتاد عليه الطالب في المرحلتين السابقتين بهدف اكساب المتعلم كماً مناسباً من المهارات المعرفية واليدوية في الرسم عن طريق توضيح المعلومة بشكل متدرج من السهل إلى المعقد ثم المثال المحلول تليه أسئلة متنوعة بمجملها تغطي جانباً من الموضوع بما يتناسب والمرحلة الدراسية.

وبتوفيق من الله – عز وجل – تمكنا من أن نقدم هذا الكتاب المتخصص في الرسم الصناعي والذي تضمن خمسة فصول، تناول الفصل الأول منها تذكيراً بموضوع الأسقاط المتعامد الذي اعتمدته كتب الرسم في المراحل السابقة وبشيء من التوسع بهدف زيادة المهارة في التخيل والرسم اليدوي، أما الفصل الثاني فيتعرف من خلاله الطالب على أكثر وسائل الربط والتوصيل الميكانيكي والتي غالباً ما يواجهها المتخصص أثناء ممارسة عمله المهني، وقد ركز الفصل الثالث على تركيب القِطع الميكانيكية وتجميعها وطريقة تمثيلها بالرسم، في حين عرض الفصل الرابع طريقة تمثيل انواع مختلفة من محامل الأعمدة الدوارة، أما الفصل الخامس فقد احتوى وصفاً للتروس وأنواعها وكيفية رسمها، وتضمن الفصل في تمارينه رسوماً تجميعية شاملة لمجمل مواضيع الكتاب.

ونحن إذ نضع هذا الكتاب بين أيدي طلبتنا الأعزاء آملين أن يكون خير عون لهم في حياتهم الأكاديمية أو المهنية ووضعهم على طريق التفكير الهندسي السليم، ونأمل من أساتذتنا وزملائنا المدرسين أن يزودونا بملاحظاتهم وآرائهم عن محتويات الكتاب، أثناء تدريسهم للمادة العلمية، والتي ستكون مناراً لنا في تنقيح الطبعات القادمة وتصحيح لما اجتهدنا فيه.

وختاماً نتقدم بالشكر إلى الخبيرين العلميين (د. كاظم نوري عبد، و د.موسى عبد الرحيم خداداد) والخبير اللغوي حسون علي سويد، لجهودهم في مراجعة الكتاب بكل عناية وحرص، ونسأل الله أن يجعل هذا الكتاب من العلم الذي ينتفع به، والله وليّ التوفيق.

المؤلفون 1434 هـ - 2013 م

المحتويات

التسلسل	العنوان	رقم الصفحة
	المقدمة	2
	المحتويات	3
الفصل الأول	الإسقاط المتعامد	4
1-1	وضع الأبعاد	5
2-1	إستنتاج المساقط من المنظور	7
3-1	رسم القطاعات	9
4-1	استنتاج المسقط الثالث	11
5-1	أسئلة وتمارين	14
الفصل الثاني	رسم وسائل الربط والتوصيل الميكانيكية	23
1-2	مسمار الربط (البرشام)	24
2-2	المفاتيح الغاطسة (الخوابير)	27
3-2	مجموعة اللوالب والصواميل	32
4-2	المسامير	41
5-2	النوابض	45
6-2	الربط باللحام	52
7-2	أسئلة وتمارين	55
الفصل الثالث	الرسم المجمع (التركيبي)	63
1-3	الرسم المجمع	64
2-3	جدول الرسم التجميعي	66
3-3	تركيب القطع الميكانيكية	67
4-3	أسئلة وتمارين	72
الفصل الرابع	رسم محامل وبطانات الأعمدة	79
1-4	المحامل الإنزلاقية (البطانات)	80
2-4	المحامل الإنزلاقية المركبة	82
3-4	المحامل المتدحرجة	86
4-4	رسم المحامل المتدحرجة	88
5-4	أسئلة وتمارين	91
الفصل الخامس	رسم التروس	94
1-5	الترس (الدولاب المسنن)	95
2-5	التروس الأسطوانية	96
3-5	الترس المخروطي	101
4-5	الدودة والعجلة الدودية	104
5-5	الرسم المجمع (التروس المعشقة)	106
6-5	أسئلة وتمارين	112
	المراجع	120

الفصل الأول

الإسقاط المتعامد

Orthographic Projection

أهداف الفصل الأول

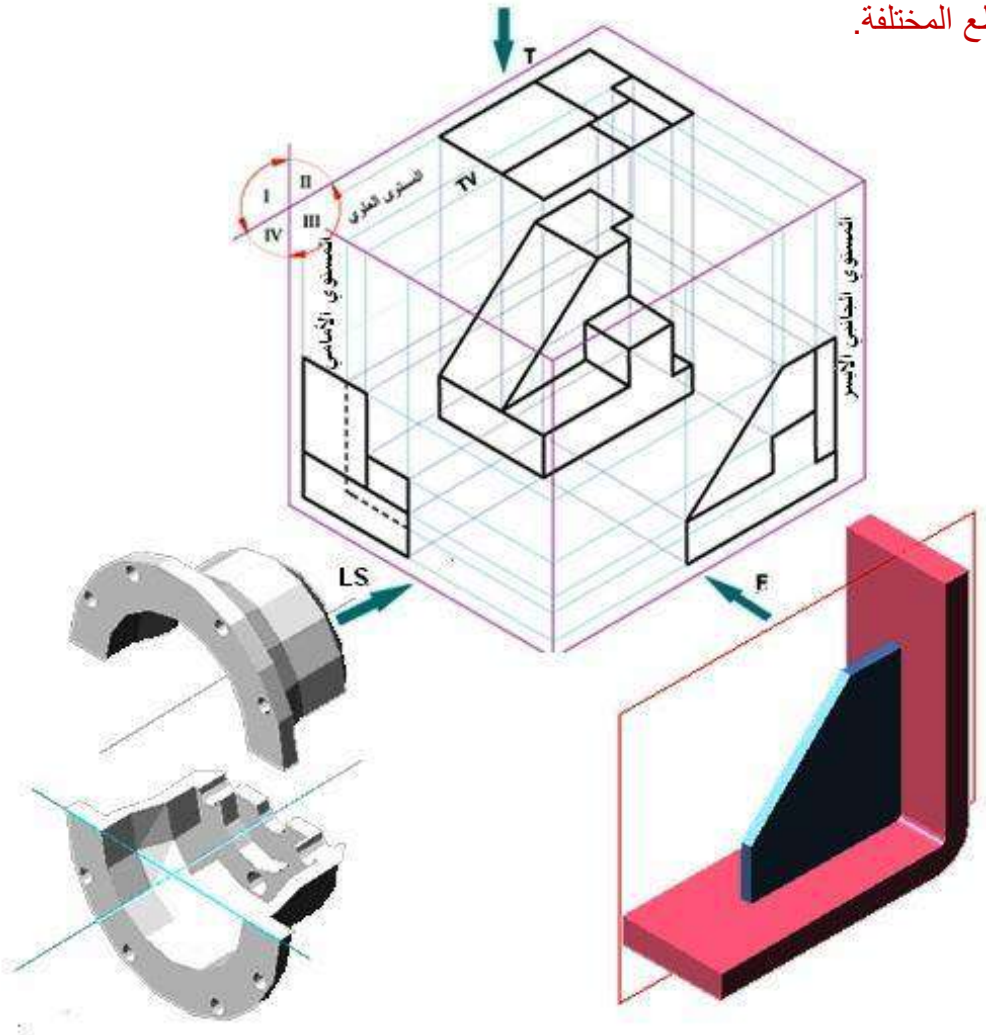
بعد الإنتهاء من دراسة الفصل يكون الطالب قادرا على ان يرسم:

1- المساقط الثلاثة من المنظور الهندسي .

2- المسقط الثالث من مسقطين معلومين .

3- قطاعاً لمنظور.

4- المقاطع المختلفة.

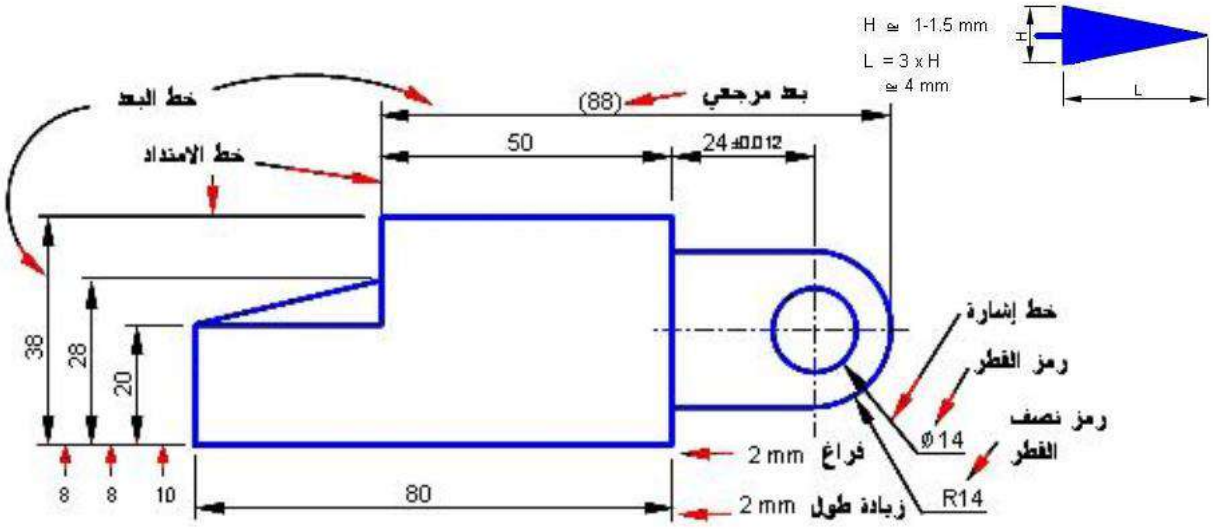


تمهيد

يتضمن الفصل الأول مراجعة سريعة لما تم التدريب عليه في المرحلة الدراسية السابقة ولن تكون هذه المعلومات جديدة على الطالب بقدر ما تحتويه من تطبيقات، بل تكون إنعاشاً للذاكرة فضلاً عن كونها أساساً لما سوف تتناوله الفصول اللاحقة، مع مراعاة وضع الأبعاد والرموز المستعملة في الجانب التشغيلي الذي يكون مهماً لإختصاص الميكانيك لكونه متخصص بالعملية الإنتاجية مما يتطلب أن يُلِم المتعلم بتلك الرموز.

1-1 وضع الأبعاد (Dimensioning)

يهدف الرسم الهندسي إلى إعداد الرسومات اللازمة لغرض الإنتاج في المصانع والورش، ويتم ذلك برسم مساقط القطعة الهندسية أو رسمها مع المنظور المتقايس التصويري (Isometric) لإعطاء تفاصيلها الكاملة بشكلٍ لا يحتمل اللُّبس أو الغموض، وتُعد الأبعاد المضافة والكاملة إلى الرسم الهندسي أهم المتطلبات لغرض الإنتاج، وهي إحدى الخطوات المهمة المطلوبة من الرسام في تحديد وصفٍ كاملٍ للأجسام الهندسية من حيث الشكل والحجم، إذ تكتب كافة المعلومات المطلوبة من الرسام إلى قارئ الرسم حتى يتمكن من تدقيقها إذا كان مسؤولاً عن الإنتاج، أو تنفيذها إذا كان فنياً في الورشة (Workshop)، مع التقيد بقواعد عامة في كتابة الأبعاد على الرسم الهندسي وخطوط الأبعاد وخطوط الإمتداد (Extension) ورؤوس الأسهم (Arrow heads) وخطوط الإشارة والمصطلحات والملاحظات والرموز لتعريف الخصائص الهندسية كالأطوال والأقطار والزوايا فضلاً عن مراعاة سماكة الخطوط لتميزها عن خطوط المسقط، والشكل (1-1) يوضح توصيف ووضع الأبعاد.



الشكل 1-1 : قواعد وضع الأبعاد.

إن وضع الأبعاد على الرسم الهندسي يلغي ضرورة القياس بالمسطرة أو أية أداة أخرى. وفي العادة يلتزم الرسام بوحداتٍ قياسيةٍ واحدة، كأن تكون المتر أو الإنج. ويستعمل في هذا الكتاب النظام المتري كوحدات أساسية من النظام الدولي للوحدات بجزئه الألفي- المليمتر. وعند إضافة الأبعاد إلى الرسم الهندسي فعلى الرسام الإلتزام ببعض القواعد المحددة التي تضفي جمالاً واتساقاً مع الشكل العام للرسم وهي كما يأتي:-

1-ترتيب خطوط الإمتداد أو خطوط الأبعاد بحيث لا يتقاطع بعضها مع بعض.

2-ترتيب الأبعاد في مجموعات متتالية بالنسبة إلى إطار إسناد واحد أو أكثر، البعد الأصغر أقرب إلى الجسم ثم البعد الأكبر.

3-تجنب وضع الأبعاد إستناداً إلى الخطوط المخفية (المتقطعة)، ويستعمل بدلاً عنه الرسم القطاعي ولا تكرر الأبعاد بين المساقط، ويمكن استعمال إمتداد خط المحور كخط امتداد لبعدٍ معين.

4-في الأجسام ذات الأركان الدورانية (Fillets and Rounds) يتم وضع الأبعاد قياساً من نقطة التقاطع المفترضة للشكل كما لو كان بدون تلك الأركان الدورانية.

5- في الحالات التي يكون فيها خط البعد قصيراً، كأن يكون طوله الفعلي (8mm)، فإننا نعكس رأس السهمين للخارج، بمساعدة النقطة كفاصل بدل السهم، أما إذا كان خط البعد أقل طولاً من ذلك مثلاً، (1) أو (2mm)، فيمكن كتابة البعد خارج حيز الكتابة مع سهمين معكوسين، وتكتب الأبعاد دون ذكر وحدة القياس كالمليمتر.

6- تعرف الفتحات والثقوب بواسطة أقطارها، فتمثل إما بالرمز (R) لنصف القطر، أو بالرمز (Ø) للقطر على الدوام، فالأسطوانة تعرف بعدياً إما بالقطر (Ø34) أو بنصف القطر(R17)، والثقوب في المسقط الواحد أو في الرسم المجسم بإضافة كلمة نافذة (Through)أو عمق (Deep)، كما يمكن تمييزهما بإضافة مسقطٍ أو قطاعٍ آخر لهما بدون أي كلمة مضافة، وحينها تكتب الأبعاد على المسقط الإضافي فقط.

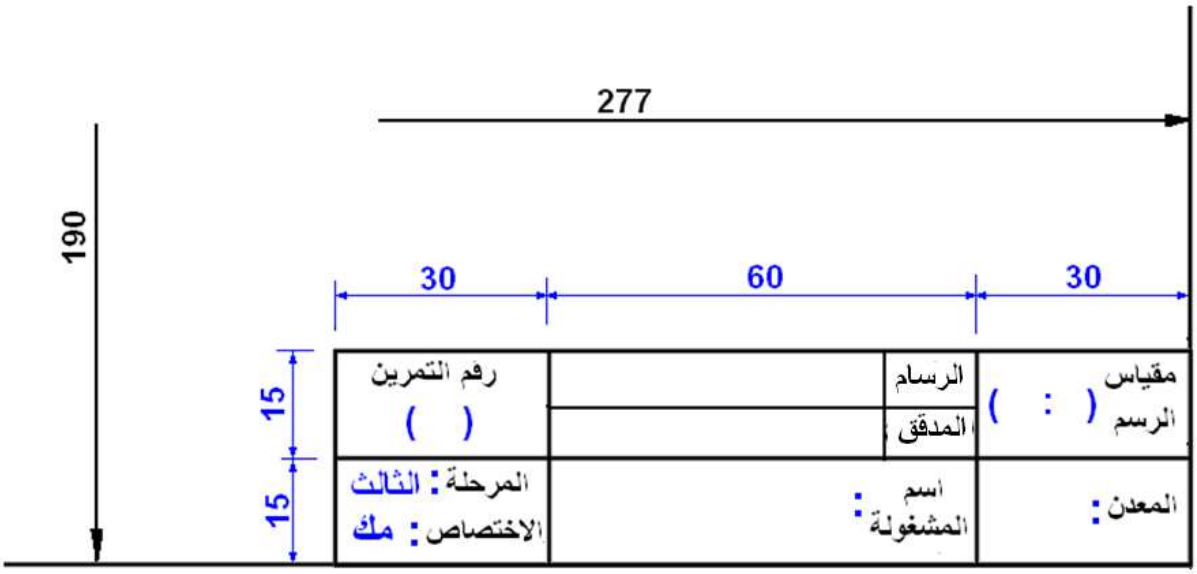
7-تميز مجموعة الفتحات في المسقط الواحد أو حتى في الرسم المجسم بقطر فتحةٍ واحدة مضافاً إليها عدد الفتحات، فالقول (Ø20)، أربع فتحات، يعني أن في الجسم قيد الدراسة أربع فتحاتٍ متشابهةٍ، قطر كلٍ منها (20mm)، ومن المهم تحديد إحداثيات مركز إحدى الفتحات ثم تحديد موضع باقي الفتحات أو أغلبها بالنسبة لهذا المركز.

2-1إستنتاج المساقط من المنظور

يمكن أن يعطي الرسم المجسم تصورا لشكل الجسم ولكنه لا يعطي سماته وأبعاده الحقيقية، ولما كانت ورقة الرسم مستوية ولها بعدان فقط فأنه لا يمكن رسم شكل مجسم لأي جسم على هذه الورقة لأن الجسم له ثلاثة أبعاد، لذلك يستعمل في الرسم الهندسي مبدأ رسم المساقط المتعددة، أي يرسم أكثر من مسقط واحد للجسم بأستعمال طرائق كثيرة أهمها طريقة الإسقاط المتعامد.

ومن الواجب حساب المسافات البينية بين المساقط وبالطريقة نفسها في المرحلة السابقة (لورقة الرسم A4) بعد رسم الجدول بالطريقة نفسها في المراحل السابقة (وكما سيأتي في الفصل الثالث) مع الإطار.

وفي حالة وضع ورقة الرسم بصورة عرضية، فمن الممكن اعتماد صيغة جدول للمعلومات بأبعاد (120mmx 30mm) يكون في الزاوية اليمنى أسفل ورقة الرسم ضمن الإطار ويحتوي على حقول لمقياس الرسم، نوع المعدن، إسم الرسام، اسم المدقق (المصحح)، رقم التمرين، المرحلة الدراسية والتخصص، اسم المشغولة ، وتسلسل اللوحة (ضمن اللوحات المطلوبة)، وكما مبين في الشكل (1-2)، لتصبح مساحة الرسم (277mmx190mm) ، مع مراعاة تقسيم لوحة الرسم لتنظيم المساقط وتوزيعها بشكل يضمن عدم خروج المساقط عن إطار اللوحة فضلاً عن توزيعها بشكل منتظم لتكون أكثر وضوحاً ضمن ورقة الرسم.



الشكل(1-2): جدول المعلومات في لوحة الرسم.

ومن المناسب ان نستذكر الحقائق الآتية في إستنتاج المساقط من الجسم المنظور:-

أ) مسقط السطح الموازي للمستوي الرأسي يظهر سطحاً في المسقط الرأسي ويظهر خطاً في المسقطين الأفقي والجانبي.

ب) مسقط السطح الموازي للمستوي الافقي يظهر سطحا في المسقط الافقي ويظهر خطا في المسقطين الراسي والجانبي.

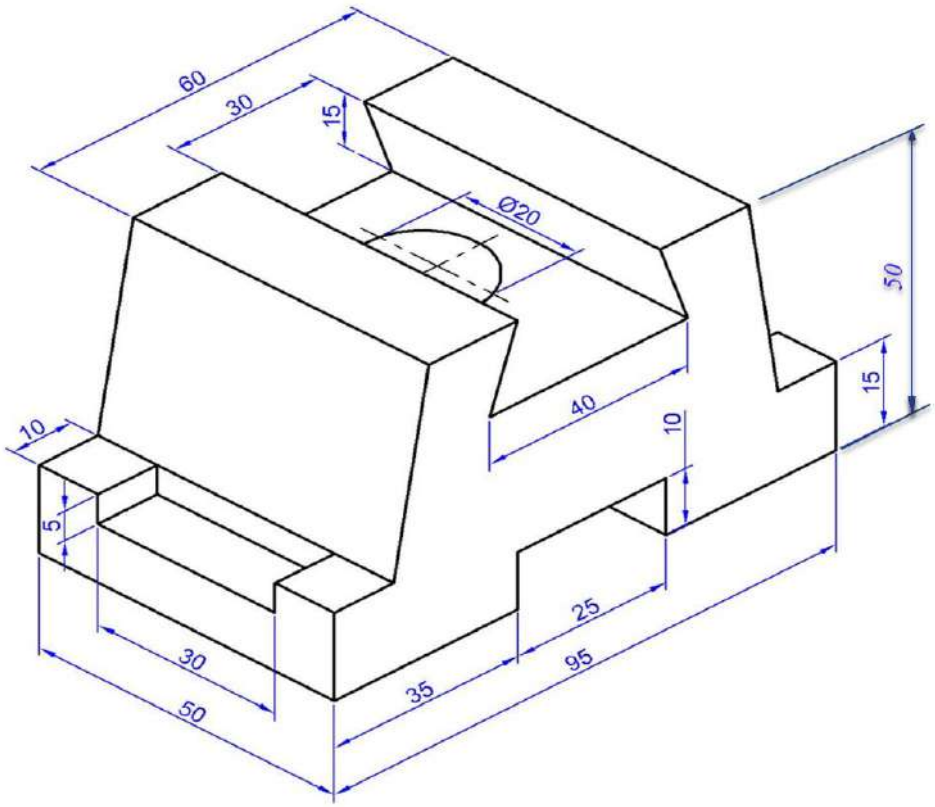
ج) مسقط السطح الموازي للمستوي الجانبي يظهر سطحاً في المسقط الجانبي ويظهر خطاً في المسقطين الأفقي والرأسي.

د) أما السطح المائل فيظهر سطحاً في كل من المسقطين الذين يميل عليهما وخطاً مائلاً في المسقط الثالث.

مثال 1-1

بمقياس رسم1:1، إرسم المساقط الثلاثة للمشغولة المبين منظورها في الشكل (1-3)، مع مراعاة توزيع المساقط على ورقة الرسم، ووضع الأبعاد عليها، وكما يأتي:-

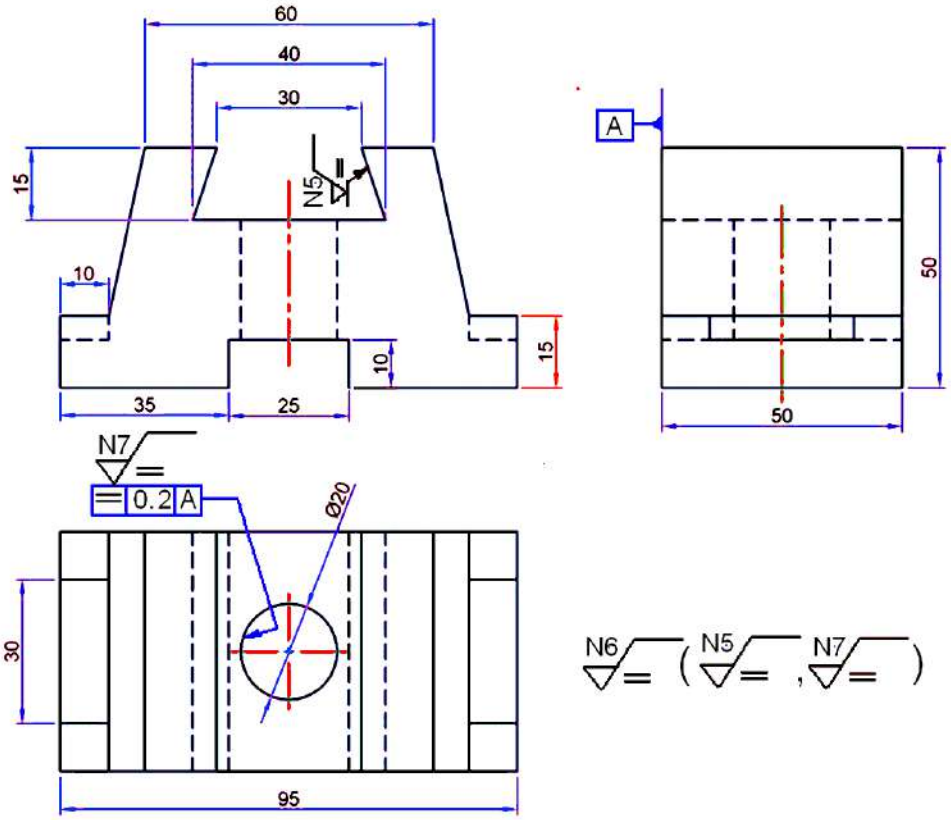
1. السطح الداخلي للثقب النافذ موازياً للسطح الرأسي بمقدار تفاوت قيمته(0.2mm).
2. اتجاه تشغيل الثقب موازياً لمستوي الإسقاط للحصول على خشونة مقدارها 1.6 µm (N7).
3. اتجاه تشغيل المجاري موازياً لمستوي الإسقاط للحصول على خشونة مقدارها 0.4 µm (N5).
4. بقية السطوح مشغولة بالتفريز وموازية لمستوي الإسقاط، بخشونة مقدارها 0.8 µm (N6).



الشكل 1-3: منظور يحتوي على مجارٍ وثقب نافذ.

الحل

يبين الشكل(4-1) المساقط الثلاثة المطلوبة مثبت عليها علامات التفاوت والتشغيل ودرجات الخشونة، لاحظ وضع الأبعاد قد تم بحسب القواعد العامة المذكورة في أعلاه مع ضرورة مراعاة المسافات البينية بين المساقط الثلاثة عند التنفيذ إذ يجب احتسابها بموجب المعادلة التي تعلمها الطالب في المراحل الدراسية السابقة.



الشكل 4-1 : المساقط الثلاثة لمنظور.

3-1 رسم القطاعات (Sections Drawing)

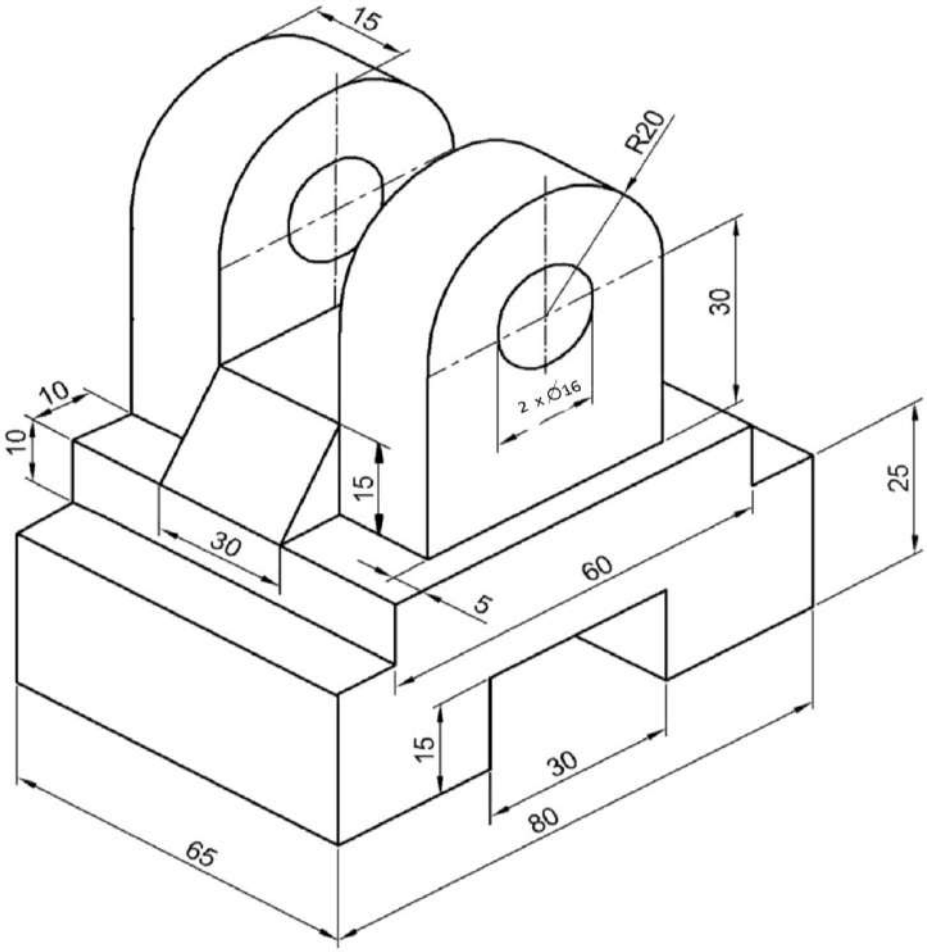
تستعمل القطاعات كأسلوب يوضح من خلاله التفاصيل الداخلية للجسم وذلك بتخيل قطع الأجسام بمستويات قاطعة كطريقة لتمثيل الأجزاء غير الظاهرة عند تنفيذ رسم المسقط ويسمى حينها الرسم بالمسقط المقطوع (Section View)، أو باختصار "المقطع أو القطاع" (Section)، ويتم اللجوء لتلك الطريقة في الرسم عند احتواء المسقط على خطوط مخفية كثيرة ومتشابكة مسببةً الإرباك وصعوبة في التصور، ويتم الإشارة الى القطاعات بخطوط تمثل مستويات القطع وفي حالة عدم وجود المنظور يتم التعبير عنها في أحد المساقط بخط قطع ليتبين أثره في المساقط الأخرى، وقد درسنا في المراحل

الدراسية السابقة القواعد العامة في إستنتاج ورسم القطاعات بأنواعها المختلفة ونورد المثال الآتي ليكون مراجعة للموضوع.

مثال 1-2

المشغولة المبينة في الشكل (1-5) مصنوعة من الصلب الكربوني، تم تشغيلها بالتفريز ومن ثم بالتثقيب لتكون جزءاً من ماكينة، إرسم ما يأتي:- 1- قطاع رأسي (أمامي) كامل. 2- مسقط جانبي.3- مسقط أفقي. 4 –ضع الأبعاد وعلامات التشغيل ورموز التفاوتات، وكما يأتي:-

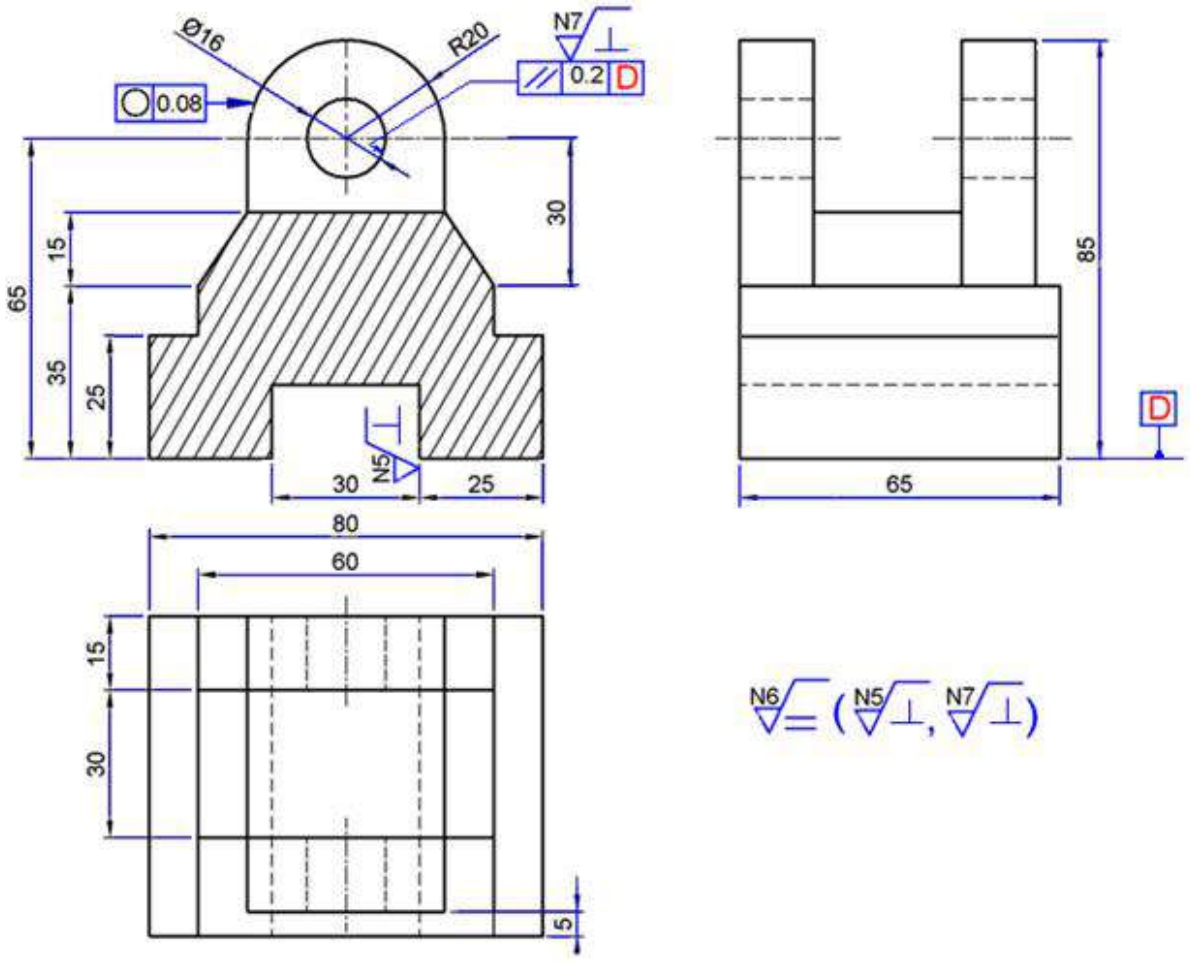
1. السطح الأسطواني الخارجي يصنع بمقدار تفاوت استدارة قيمته (0.08mm).
2. السطح الداخلي للثقب النافذ موازياً للقاعدة بمقدار تفاوت قيمته(0.2mm).
3. إتجاه تشغيل الثقب عمودياً على مستوي الإسقاط للحصول على خشونة مقدارها (N7).
4. إتجاه تشغيل المجاري عمودياً على مستوي الإسقاط للحصول على خشونة مقدارها (N5).
5. بقية السطوح مشغولة بالخراطة وبالتفريز وموازية لمستوي الإسقاط، بخشونة مقدارها (N6).



الشكل 1-5 : منظور لمشغولة من الصلب الكربوني.

الحل :

يبين الشكل (1-6) المساقط الثلاثة للمشغولة إذ يمثل الرأسي (الأمامي) منها قطاعاً كاملاً مع وضع علامات التفاوت والتشغيل ودرجات الخشونة، لاحظ وضع الأبعاد قد تم بحسب القواعد العامة المذكورة في أعلاه مع ضرورة مراعاة المسافات البينية بين المساقط الثلاثة.



الشكل 1-6 : القطاع الرأسي وبقية المساقط للمنظور الموضح في الشكل 1-5.

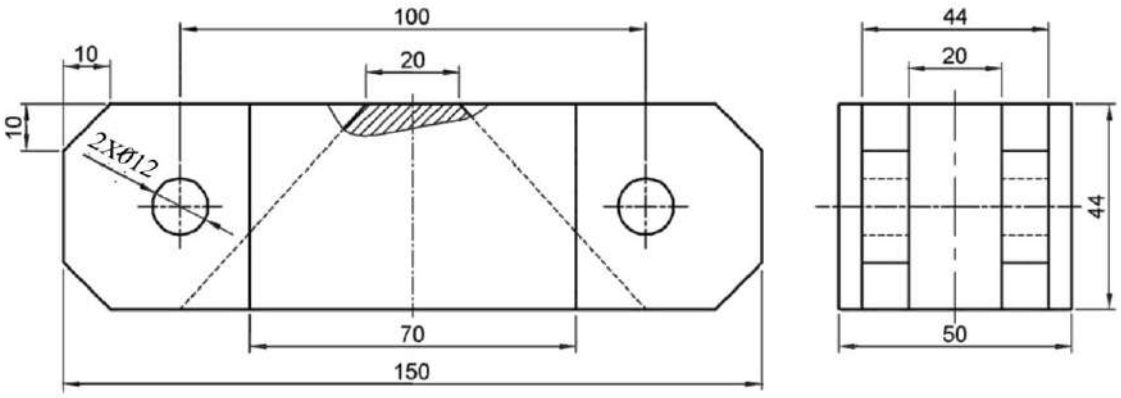
1-4 إستنتاج المسقط الثالث

تُعد طريقة تمثيل الأجسام برسم مساقطها الثلاثة المتعامدة من الطرائق الشائعة في الرسم الصناعي، كما يمكن تمثيل المجسم برسم مسقطين فقط بما يضمن وجود الأبعاد الثلاثة لذلك المجسم، وبذلك يوفر الجهد والوقت في الرسم فضلاً عن استثمار حيز أكبر في ورقة الرسم، لكن، في بعض الحالات تتعذر المعرفة الدقيقة لتفاصيل المجسم بدون وجود المسقط الثالث مما يستوجب إستنتاجه من مسقطين معلومين، وبحسب الطريقة المتبعة (في المرحلة الدراسية السابقة) وهي الإسقاط على خط الـ (45°) وإسقاط

حواف المسقطين (أفقياً وعمودياً) وعند تلاقي تلك الإمتدادات يسهل إستنتاج المسقط الثالث، وقبل ذلك يجب التدقيق في المسقطين المعطيين وملائمة الأبعاد المشتركة بينهما، وفي الوقت نفسه محاولة تصور المنظور عن طريق تحليل المسقطين المعطيين، وكما في المثال الآتي:-

مثال 1- 3

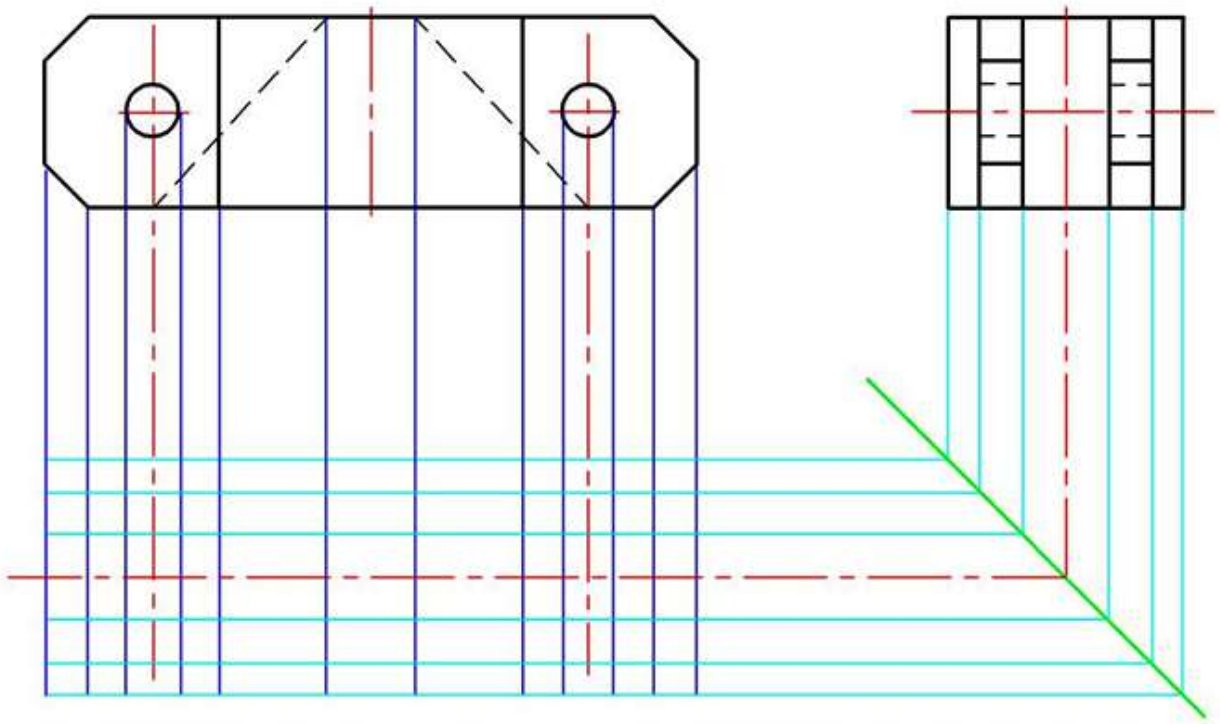
الشكل (1-7) يبين المسقطين الرأسي والجانبي لمجسم، ارسم المساقط الثلاثة بعد إستنتاج المسقط المفقود، مع توزيع الأبعاد على المساقط.



الشكل 1-7 : المسقطين الرأسي والجانبي لمجسم

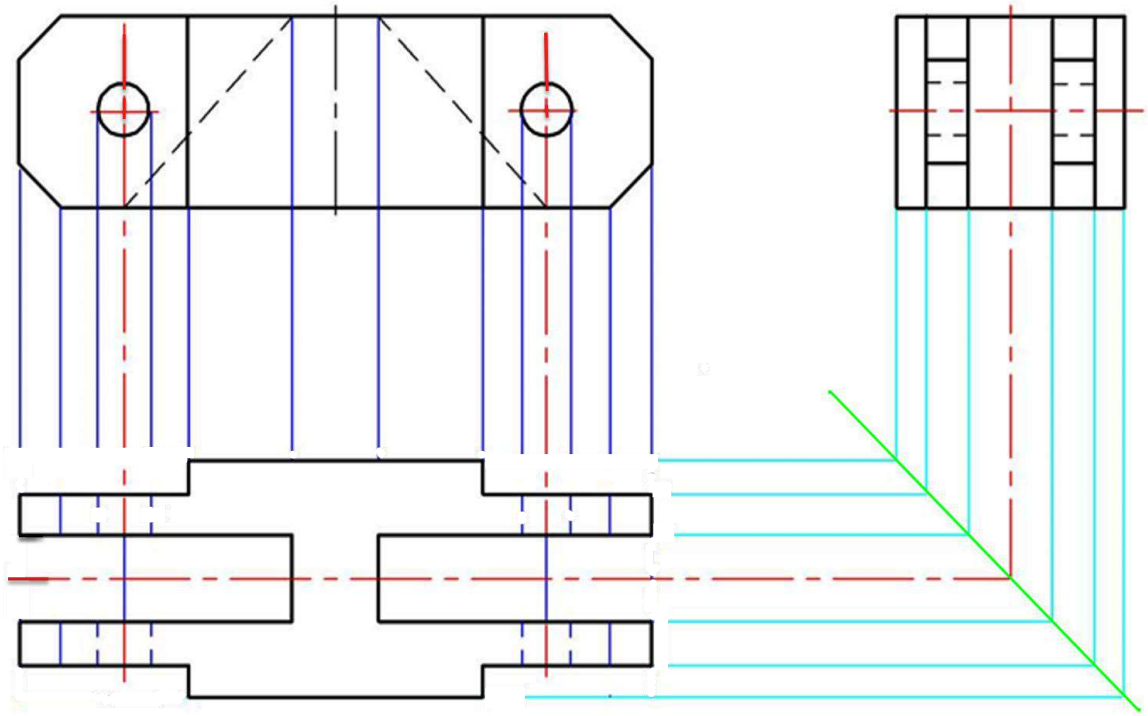
الحل

1. بعد إحتساب المسافات البينية التي سوف تترتب على رسم المساقط على المساحة المتاحة من ورقة الرسم، (سيكون الرسم على ورقة A4 بالاتجاه العرضي)، نرسم المسقطين المعلومين الرأسي والجانبي بدون وضع الأبعاد عليهما.
2. نرسم خطوط الإسقاط من كل نقطة من نقاط المسقطين المعلومين باتجاه المسقط الأفقي مع ضرورة استخدام الخط المائل بزاوية (45) درجة، الشكل (1- 8).



الشكل 1-8 : تحديد موقع المسقط الأفقي بعد تقاطع خطوط الإسقاط.

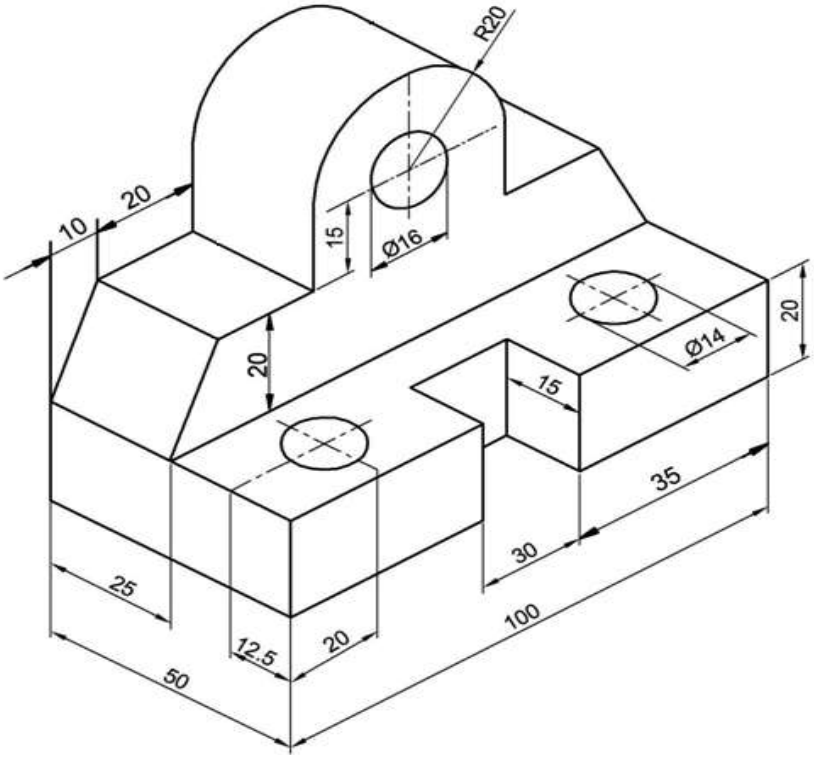
3. نحدد معالم المسقط الأفقي عن طريق تقاطع خطوط الإسقاط **ونمسح الخطوط الزائدة** ونرسم المسقط بخط سميك متصل، الشكل (1-9)، **ثم توزع الابعاد على المساقط.**



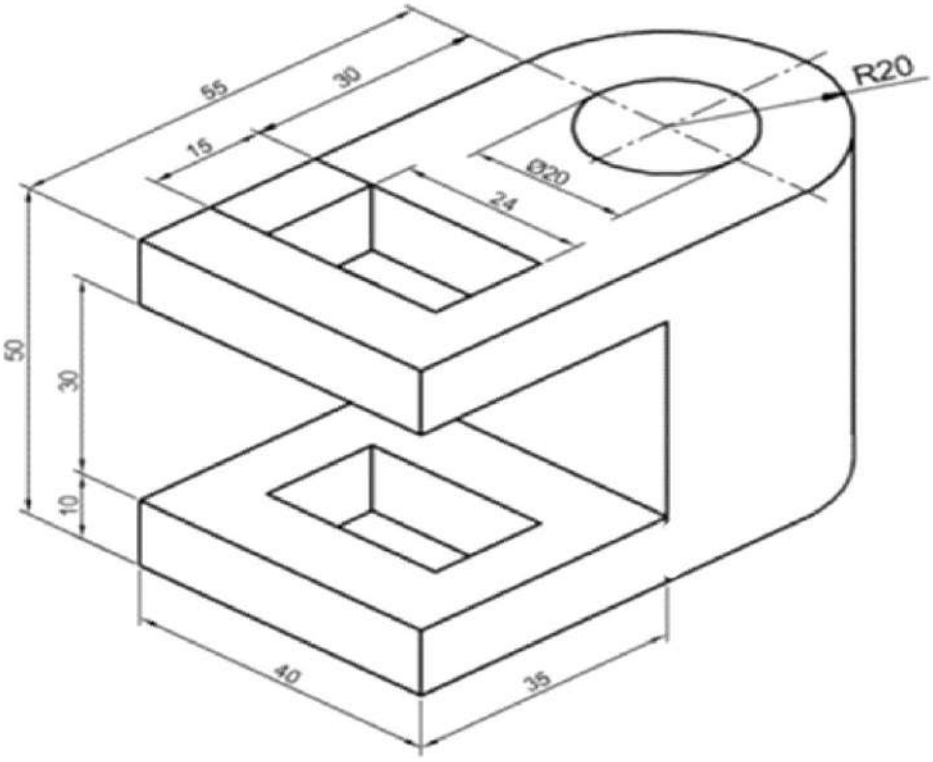
الشكل 1-9 : تحديد معالم المسقط الأفقي.

5-1 أسئلة وتمارين

1-5-1 بمقياس رسم 1:1، ارسم المساقط الثلاثة للمنظورين المبينين في الشكلين (1- 10)، (1- 11).

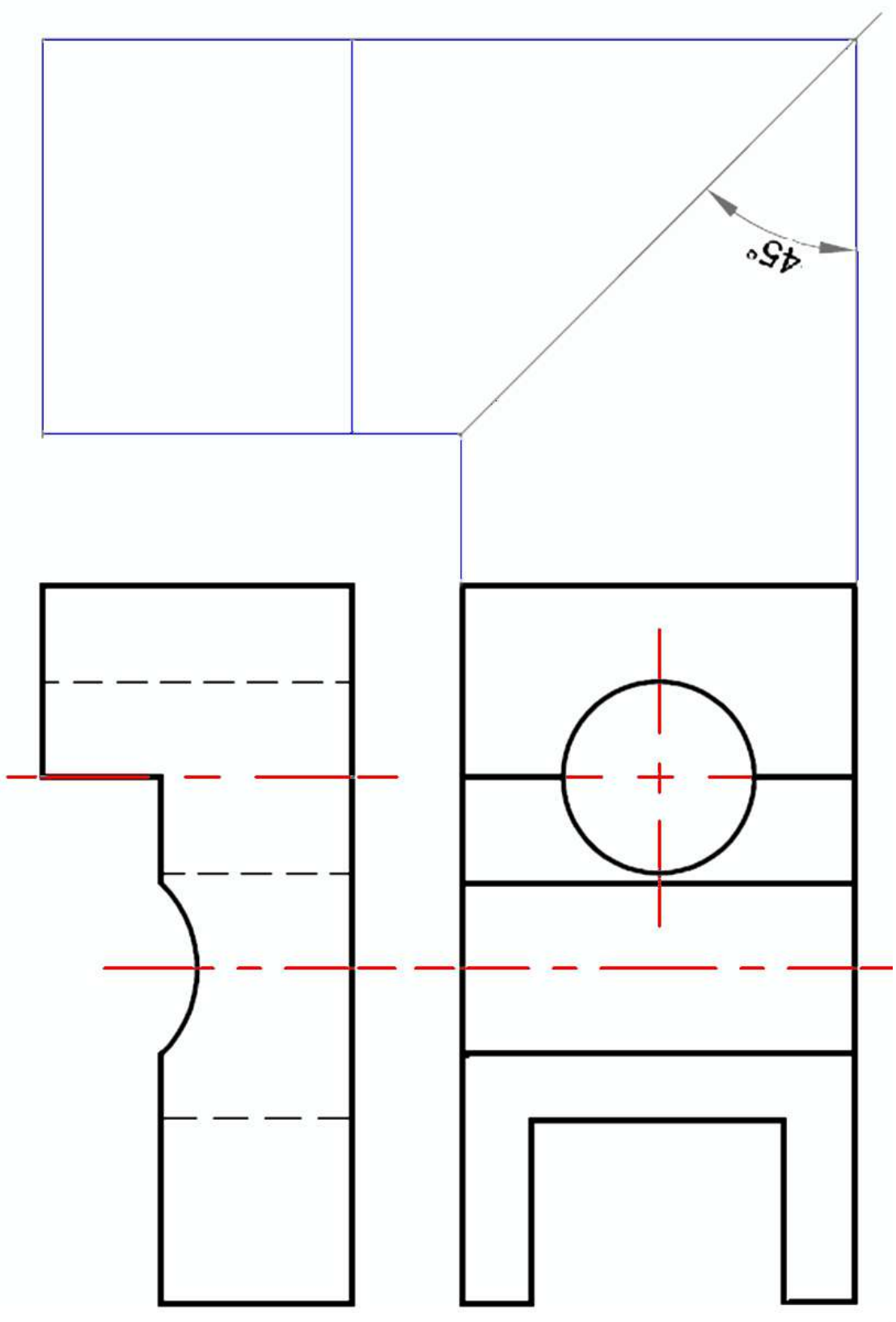


الشكل 1-10.

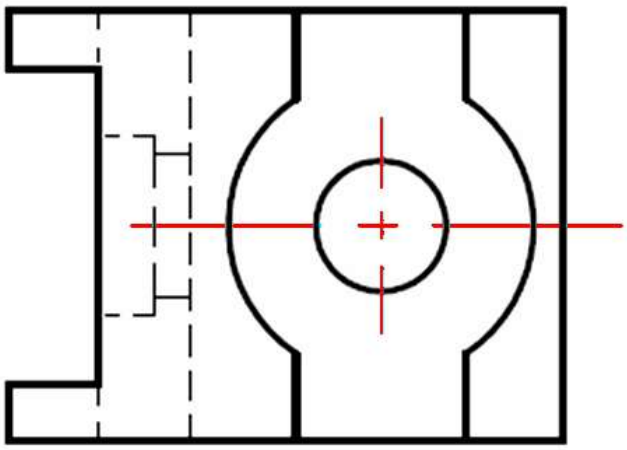


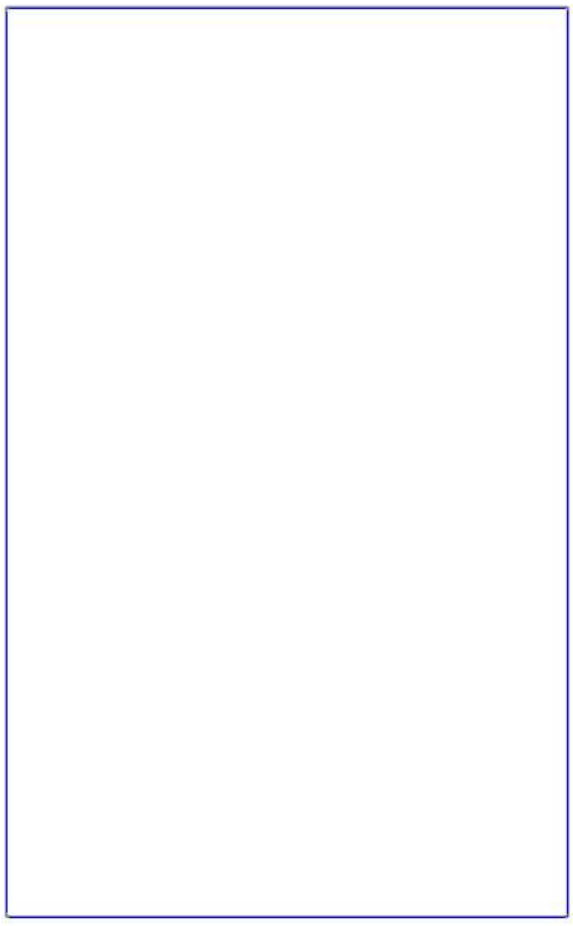
الشكل 1-11.

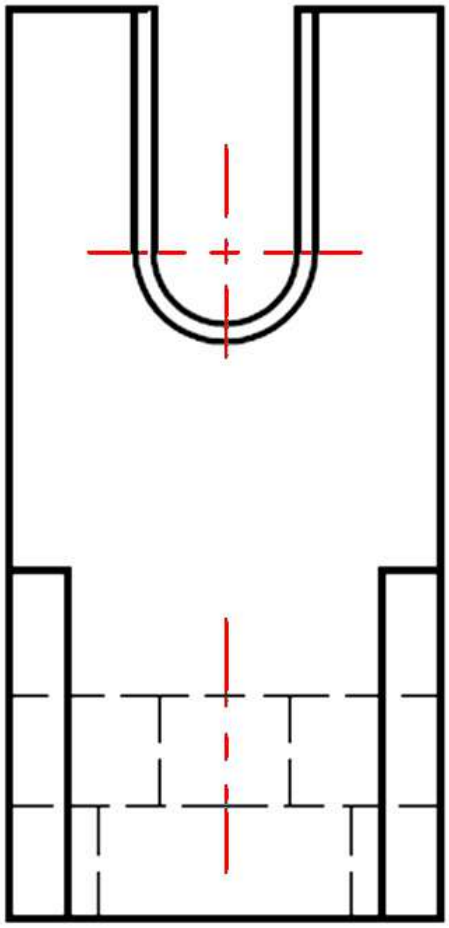
1-5-2 بمقياس رسم1:1، أعد رسم المسقطين مع إستنتاج المسقط الثالث للمجسم المبين مسقطين له في الأشكال (1-12) ، (1-13) ، (1-14) ، مع مراعاة توزيع المساقط على ورقة الرسم، ووضع الأبعاد عليها، (تؤخذ الأبعاد من الرسم).



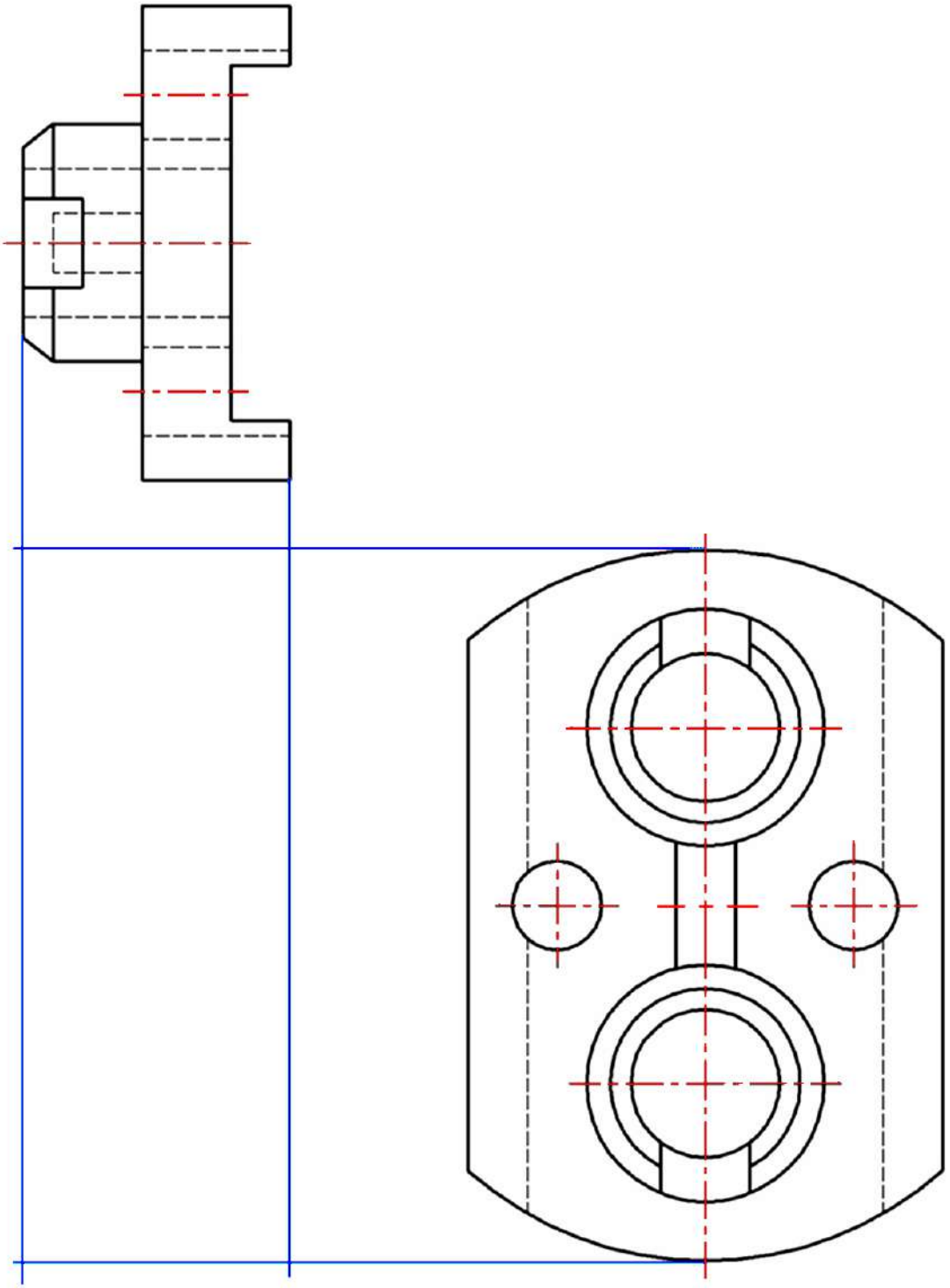
الشكل1- 12.





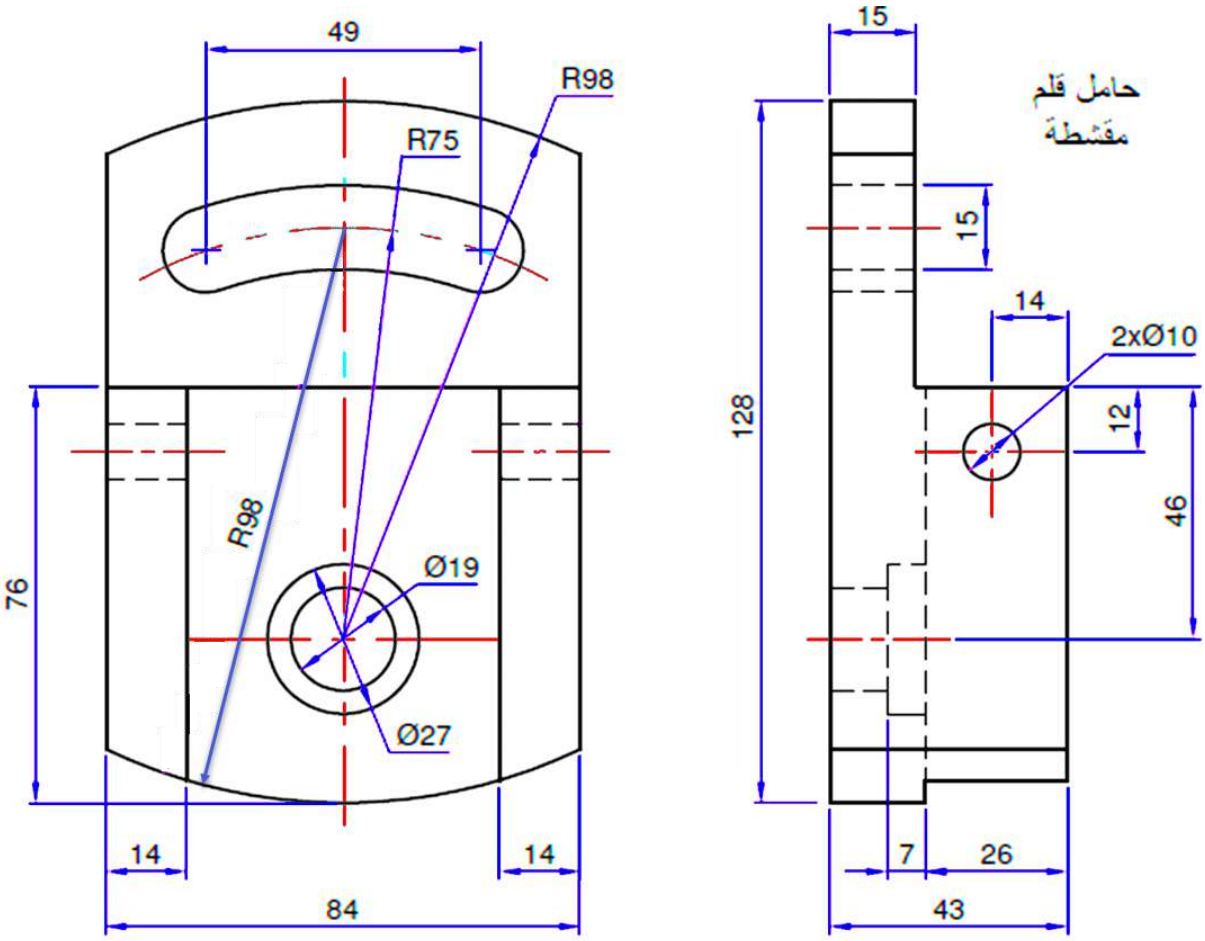


الشكل1- 13.



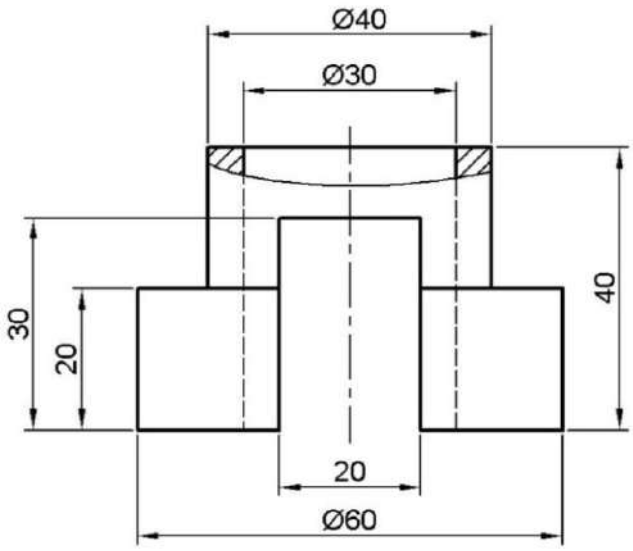
الشكل 1-14

3-5-1 بمقياس رس1:1، أعد رسم المسقطين مع إستنتاج المسقط الثالث للمجسم المبين مسقطين له في الشكل (1-15) ، مع مراعاة توزيع المساقط على ورقة الرسم، ووضع الأبعاد عليها.

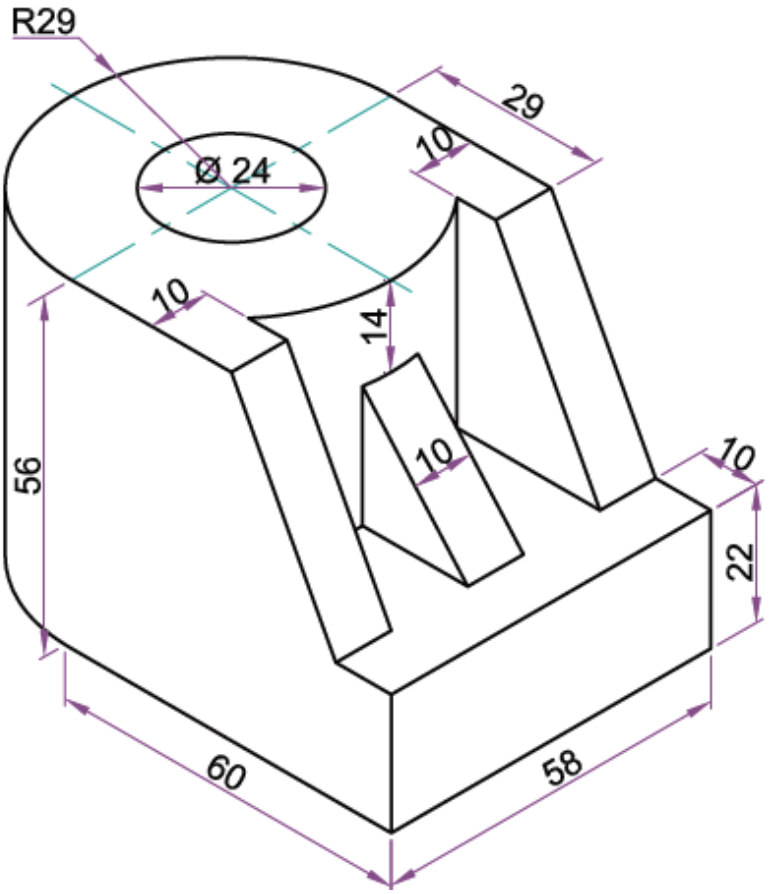


الشكل 1-15.

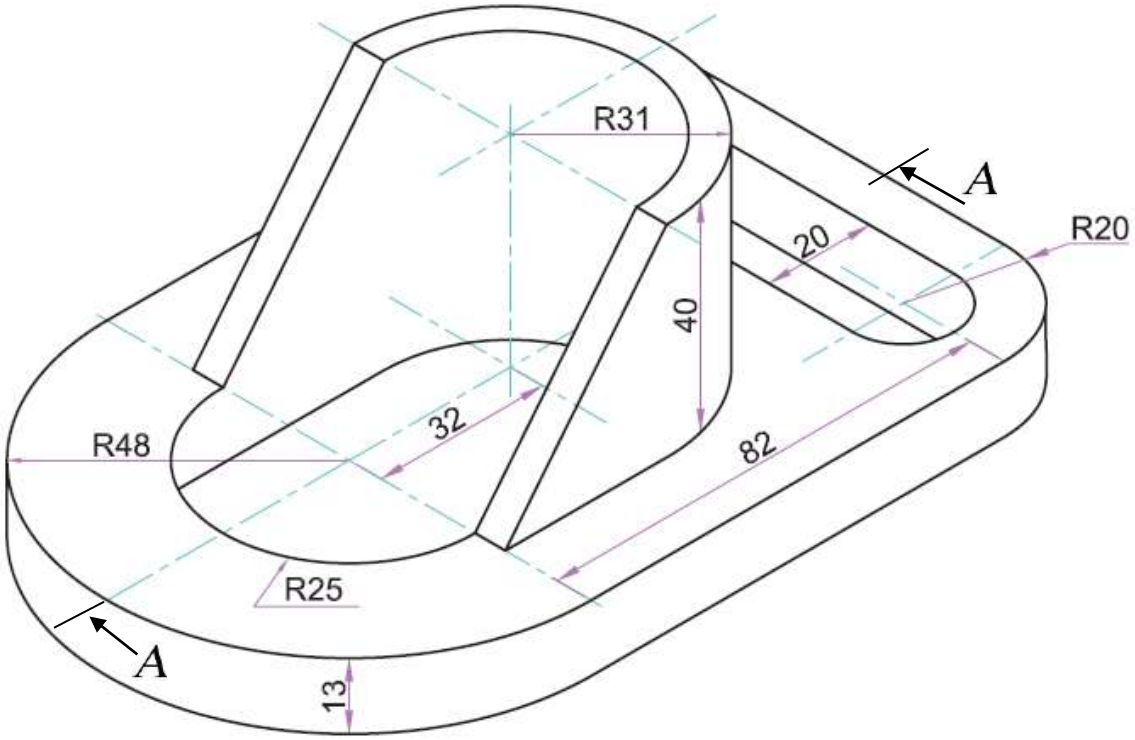
4-5-1 بمقياس رسم1:1، إرسم القطاع الرأسي والمسقطين الجانبي والأفقي للمشغولة الأسطوانية في الشكل (1-16) وللمنظورين المبينين في الشكلين، (1-17) ، (1-18) ، مع مراعاة توزيع المساقط على ورقة الرسم، ووضع الأبعاد عليها.



الشكل 1-16.

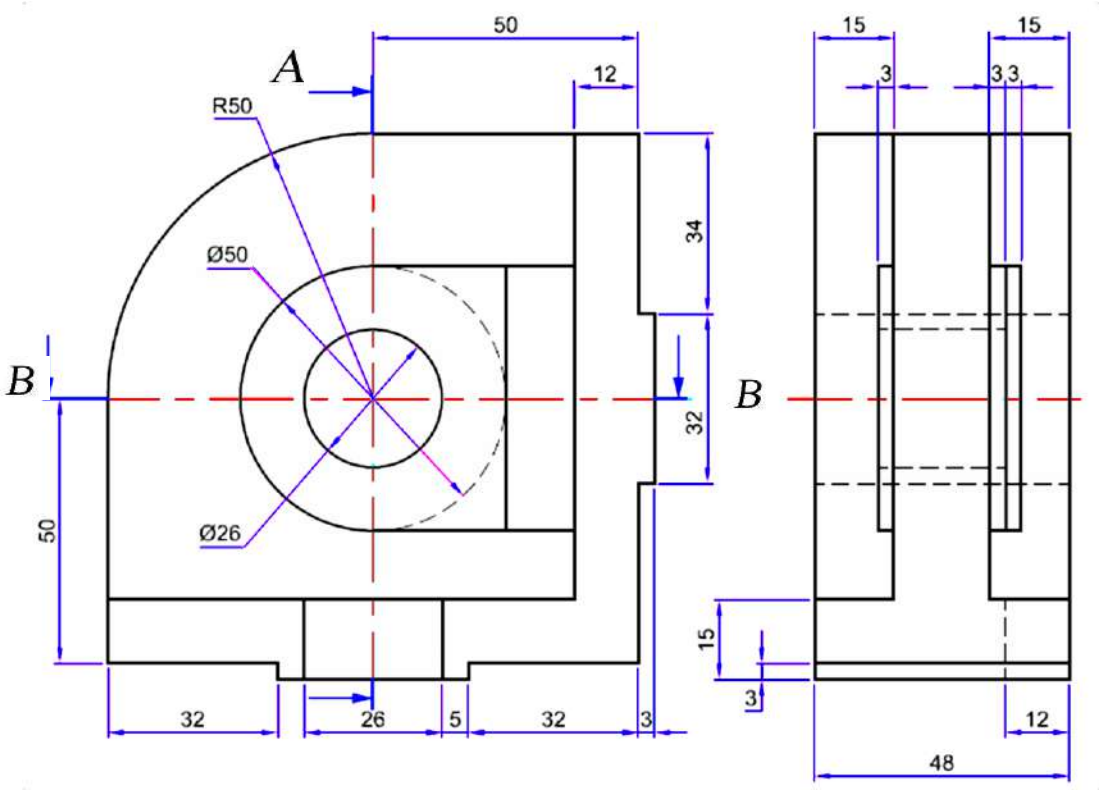


الشكل 1-17.



الشكل 1-18.

5-5-1 الشكل (1-19) ، بمقياس رسم1:1 إرسم ما يأتي: - المسقط الرأسي والقطاع الجانبي مرورا بالخط (AA)، والقطاع الأفقي مرورا بالخط (BB) ، مراعياً توزيع المساقط ووضع الأبعاد .



الشكل 1-19.

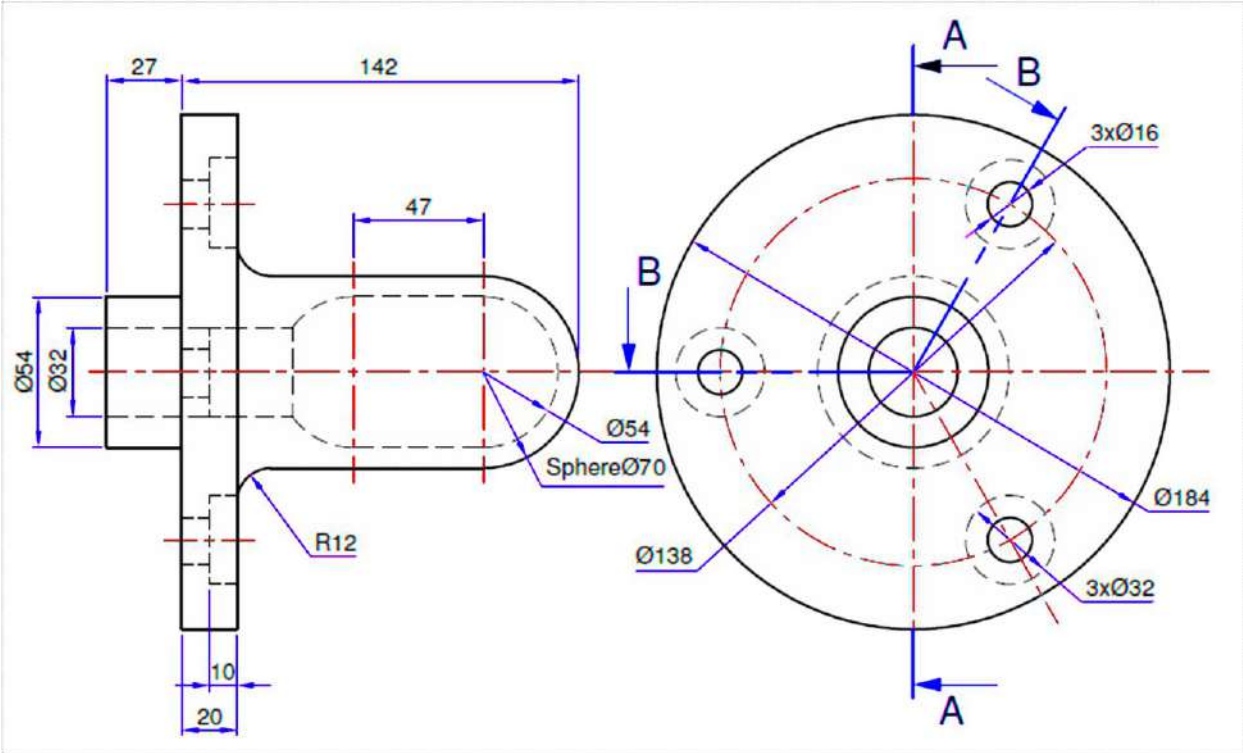
A

6-5-1 الشكل (1-20) ، بمقياس رسم 2:1 إرسم ما يأتي:- القطاع الرأسي مرورا بالخط (AA) والمسقط الجانبي، والقطاع الأفقي مرورا بالخط (BB) مراعياً توزيع المساقط ووضع الأبعاد.

ملاحظة: –

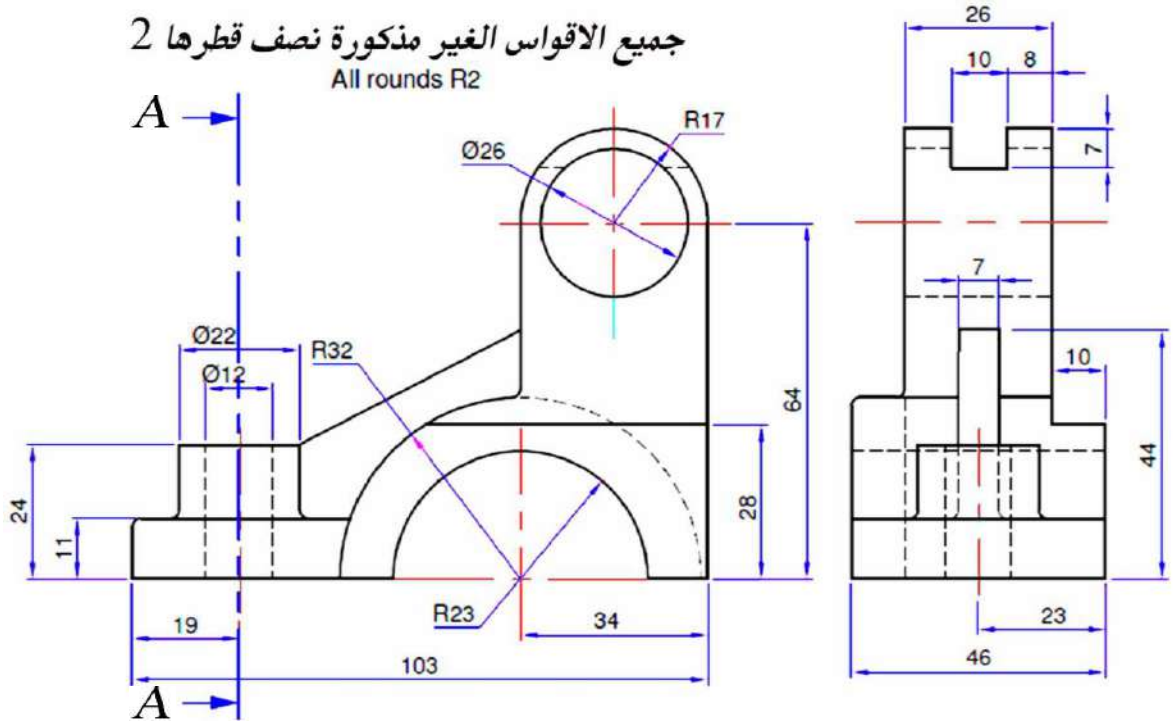
في القطاع الرأسي لا يمر محور القطع (A-A) في الثقوب والتي يكون عددها فرديا (غير متناظرة) لذلك يتم نقل الثقوب عند القطع الى محور القطع بغرض بيانها – كما هو الحال في قطاع الإزاحة Offset Section .

أما في القطاع الافقي فأن المحور القطع (B-B) يميل بزاوية ليمر في الثقوب مما يستدعي محاذاة الجزء المائل وتدويره ليصبح على استقامة واحدة مع بداية خط القطع Alignment Section.



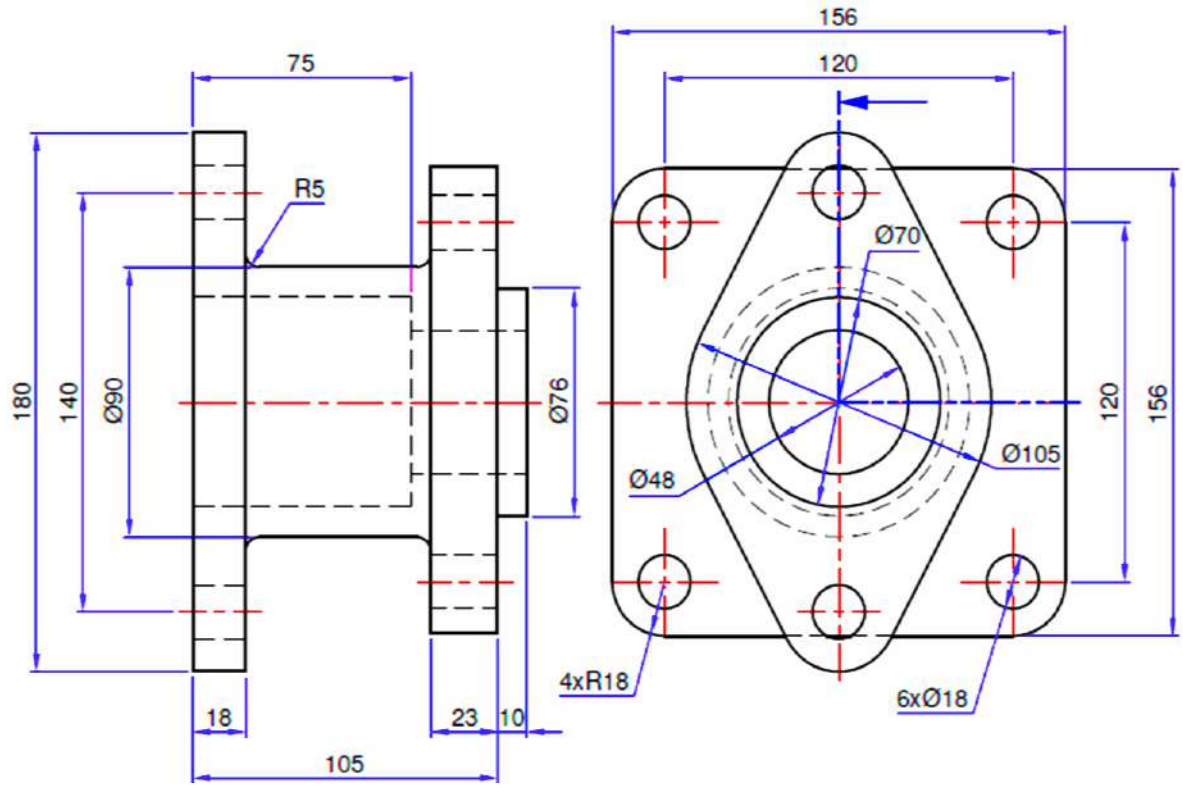
الشكل 1-20.

7-5-1 (تمرين اثرائي) الشكل (1-21) ، بمقياس رسم1:1 إرسم ما يأتي: - المسقط الرأسي، القطاع الجانبي، والمسقط الأفقي مراعياً توزيع المساقط على ورقة الرسم ووضع الأبعاد.



الشكل 1-21.

8-5-1 الشكل (1-22)، بمقياس رسم 2:1 إرسم ما يأتي:- المسقط الرأسي نصف قطاع علوي، المسقط الجانبي، والمسقط الأفقي، مراعياً توزيع المساقط على ورقة الرسم ووضع الأبعاد.



الشكل 1-22.

الفصل الثاني

رسم وسائل الربط والتوصيل الميكانيكية

Mechanical Fastening

أهداف الفصل الثاني

بعد الانتهاء من دراسة الفصل يكون الطالب قادرا على ان :

1-يعرف أنواع وسائل الربط.

2 -يرسم الرموز الخاصة بوسائل الربط.

3- يرسم مساقط وقطاعات الأشكال المجمعة بوسائل الربط.

تمهيد

ربط وتوصيل القطع الميكانيكية في حالات كثيرة مهم في مرحلة من اجراءات التصنيع التي يصعب فيها انتاج اشكال محددة مما يساهم في سهولة الإنتاج والاستعمال بالاستعانة بأنظمة الربط بين تلك القطع والتي تكون معدنية أو غير معدنية، متحركة أو ثابتة، وتلك الطرائق قد تكون تقليدية أو غير تقليدية. وسنتناول طرائق تمثيل تلك الوسائل شائعة الاستعمال في الرسم الصناعي ليتسنى لنا التعبير عنها كرسامين أو قراءتها وتنفيذها كمنتجين في ورش الميكانيك.

وسائل الربط الميكانيكية عناصر تستعمل لربط الأجزاء بعضها مع بعض، وهي مهمة في تركيب المنتجات الصناعية والماكينات وإنشاء هياكل المباني، وتقسم وسائل الربط بين القطع إلى وسائل الربط الثابتة (الدائمة) كالبرشام وطرائق اللحام المختلفة أو عمليات الثني في السمكرة، ووسائل الربط القابلة للفتح (المؤقتة) كاللوالب والخوابير وغيرها والتي تستعمل لربط القطع بعضها مع بعض ثم فكها بدون إتلاف أي منها أو حتى كسرها. تتوفر تلك الوسائل بأبعاد قياسية في الورش وأماكن التصنيع الميكانيكية.

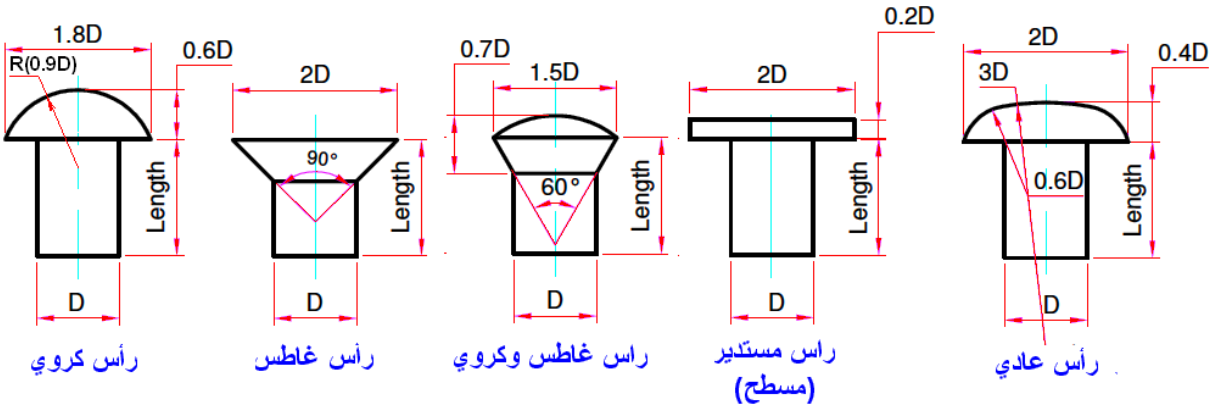
تقسم وسائل الربط المؤقتة إلى مجموعتين مختلفتين هما مجموعة اللوالب المسننة (البراغي) والصواميل ومجموعة الخوابير، وتصنف النوابض عادة في هذا الباب لأن لفات النابض تتبع نفس المسلك اللولبي كما هو الحال في الاسنان اللولبية.

2-1مسمار الربط (البرشام) (Rivet)

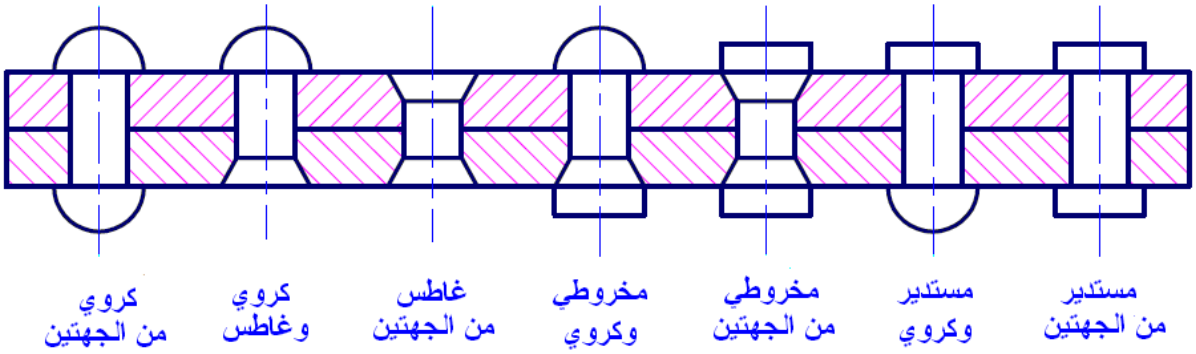
من وسائل الربط الثابت أي غير قابلة للفتح، تستعمل لربط العناصر المعدنية الرقيقة كصفائح الألمنيوم فضلاً عن ذات السمك الكبير بعد إدخالها في ثقوب محددة ثم ضغط طرفيها. يتكون مسمار البرشام من رأس وجسم أسطواني يصنع من مواد يمكن تشكيلها على البارد (للأجزاء الخفيفة) أو على الساخن (للأجزاء السميكة) بحيث يتم قفل الجهة الأخرى على القطعتين المراد تثبيتهما وجمعهما أما بأداة خاصة أو بالتسخين والطَرق للقطع السميكة نسبياً، وتوجد أنواع من البراشيم لها رؤوس ذات أشكال مختلفة.

2-1-1أشكال مسامير الربط

توجد عدة أنواع من مسامير البرشام ترسم بحسب شكل رأسها وقطر المسمار (D) الذي يعرف بالبعد الأساسي أما بقية الأبعاد فترسم كنسبة معينة من القطر الأساسي أما الطول (Length) فيتغير بحسب الحاجة ويبين الشكل (2-1) أنواع مسامير البرشام وأبعادها الهندسية، بينما يمثل الشكل (2-2) الشكل الحقيقي لها ورموزها الاصطلاحية.



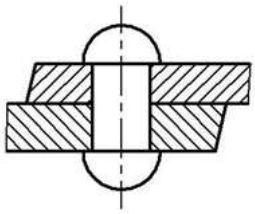
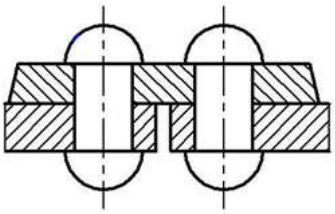
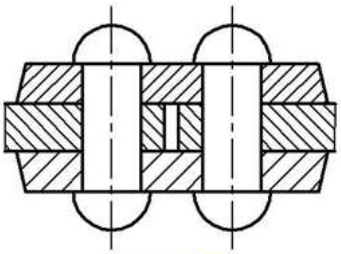
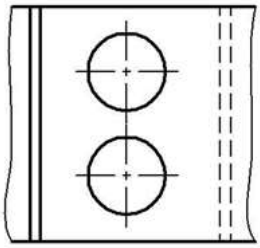
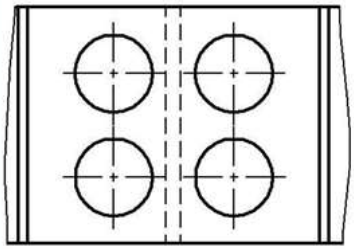
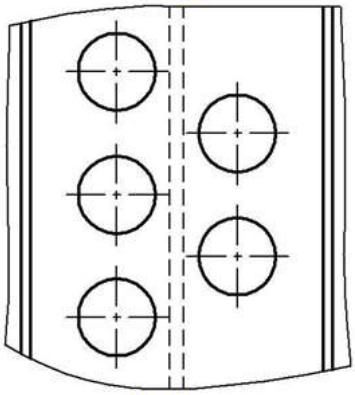
الشكل 2-1 : أبعاد مسامير البرشام.



الشكل 2-2 : الشكل الحقيقي لبعض مسامير البرشام ورموزها الإصطلاحية.

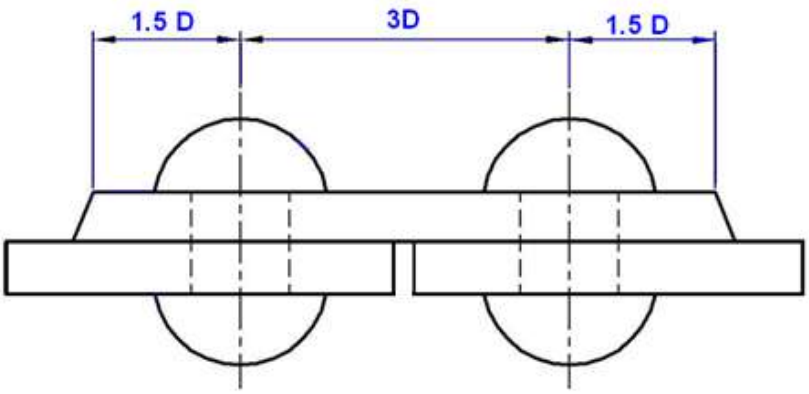
وتمثل وصلات الربط عن طريق مسامير البرشام بالرسم كما في الجدول (2-1).

الجدول 2-1:تمثيل وصلات الربط.

الوصلة الإنطباقية	الوصلة التناكبية	
	الوصلة المفردة	الوصلة المزدوجة
 قطاع أمامي	 قطاع أمامي	 قطاع أمامي
 مسقط أفقي	 مسقط أفقي	 مسقط أفقي

مثال2-1

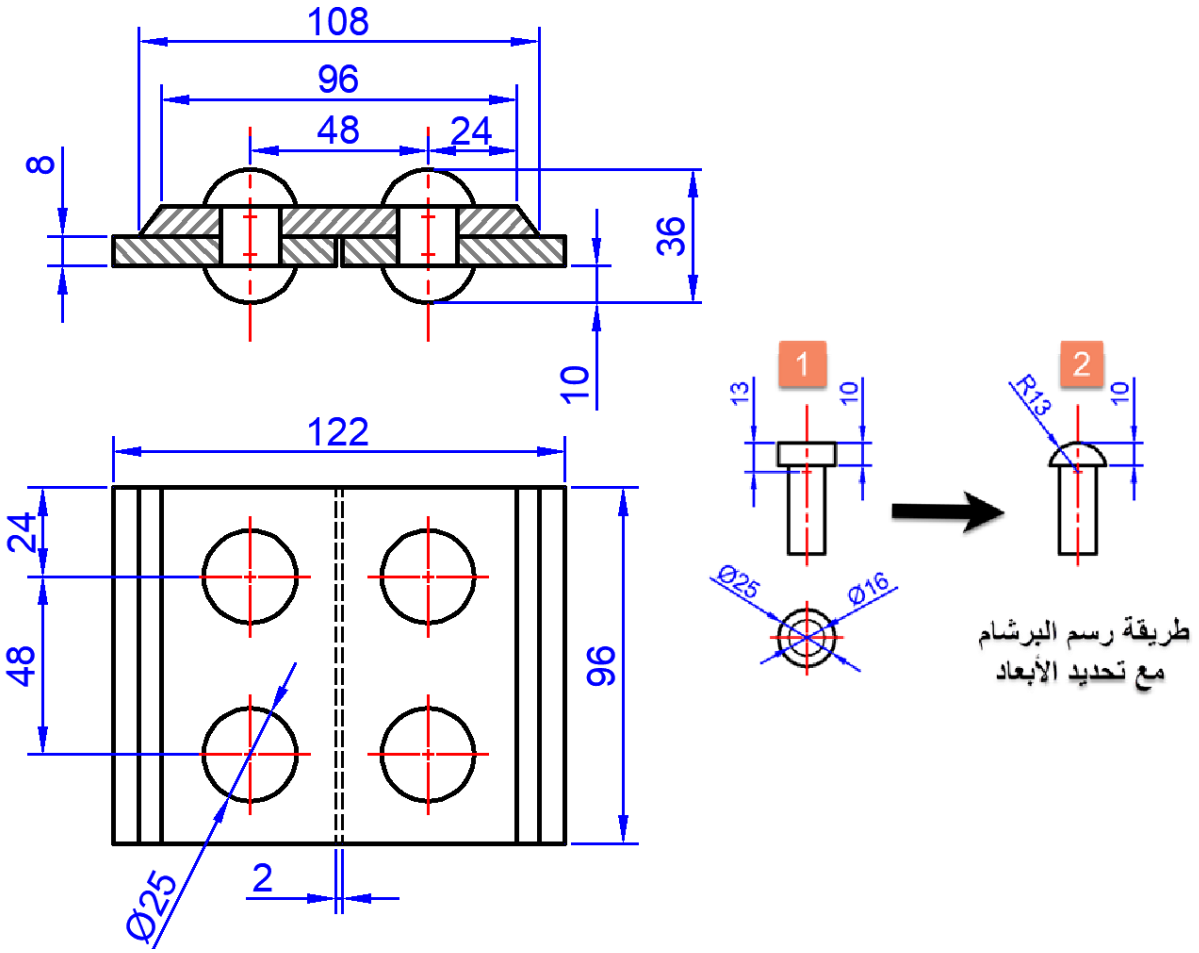
وصلة تناكبية مفردة مكونة من ثلاث قطع معدنية سمك كل منها (8mm) مربوطة عن طريق أربعة مسامير برشام كروية قطرها الاسمي (D) (16mm) مرتبة بصفين متناظرين، والمسافة بين القطعتين في الوسط (2 mm) كما موضح في الشكل (2-3)، بمقياس رسم 1:1ارسم القطاع الرأسي والمسقط الأفقي للوصلة مع وضع الابعاد.



الشكل 2-3: وصلة تناكبية مفردة.

الحل

يبين الشكل (2-4) القطاع الرأسي والمسقط الأفقي للوصلة مع توضيح ابعاد مسمار البرشام وطريقة رسمه، ويعد الرسم كاملاً بعد اتمام وضع الأبعاد عليه.

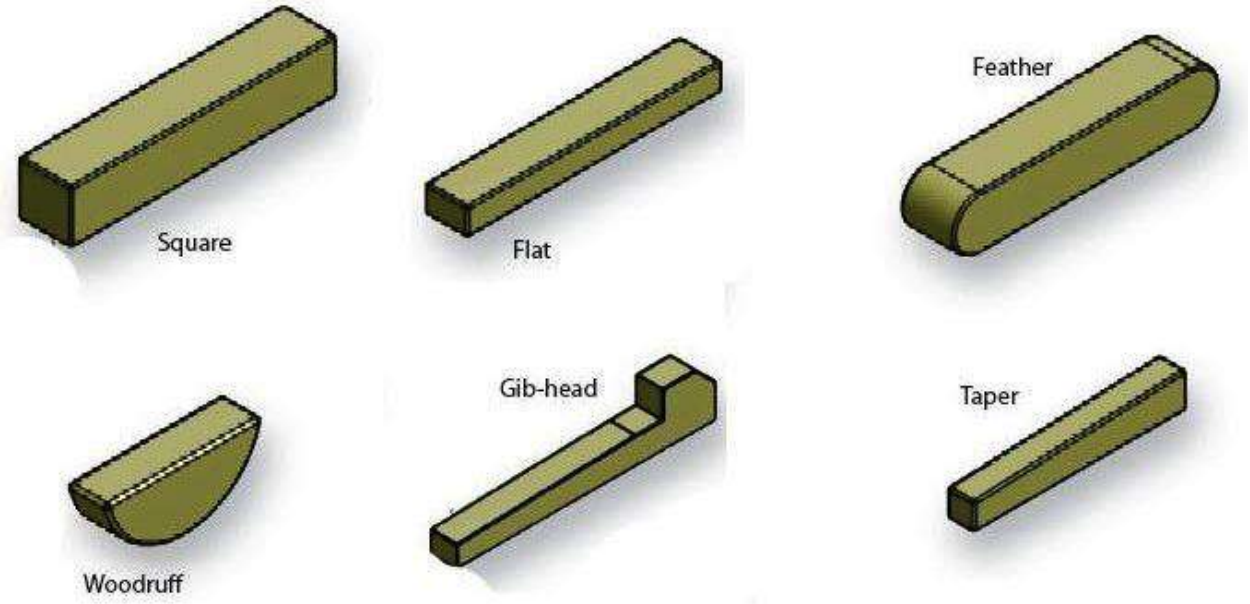


الشكل 2-4 : القطاع الرأسي والمسقط الأفقي لوصلة تناكبية مفردة.

2-2 المفاتيح الغاطسة (الخوابير)(Sunk keys)

الخابور من وسائل الربط القابلة للإنفكاك وهو قطعة من الصلب ذات مقطع معين يتم تركيبها في مجرى محفور داخل السطح الخارجي لعمود ومجرى محورثقب في السطح الداخلي لمنع دوران جزأين متحركين ومنع الحركة النسبية بينهما.تستعمل وصلات الخوابير لربط وإحكام لمحاور (Hubs)التروس (Gears)والبكرات (pulleys) والقطع الميكانيكية الأخرى مع الأعمدة(Shafts)، إذ تنتقل حركة العنصر إلى المحور أو بالعكس بدون تفاوت. تصمم الخوابير بموجب أبعاد قياسية بحسب النظام العالمي(DIN) أو (ISO) معدة بشكل جداول ليسهل التعامل بها صناعياً على مستوى الإنتاج والإستهلاك (لا مجال لدرج تلك الجداول لكونها تخص الجانب التصميمي).

لغرض الربط بالخوابير يتم حفر شق في محور العجلة أو الترس يسمى مجرى الخابور(Key Way) وبشق آخر في العمود يسمى مقعد الخابور (Key Set)، ثم يوضع الخابور بحيث يدخل جزء منه في مجرى الخابور والجزء الآخر في مقعد الخابور، ويبين الشكل (2-5) بعض أنواع الخوابير شائعة الإستعمال.



الشكل 2-5 : بعض أنواع الخوابير شائعة الاستعمال.

توجد أنواع عديدة ومختلفة من الخوابير تبعاً لنوع التطبيق منها:

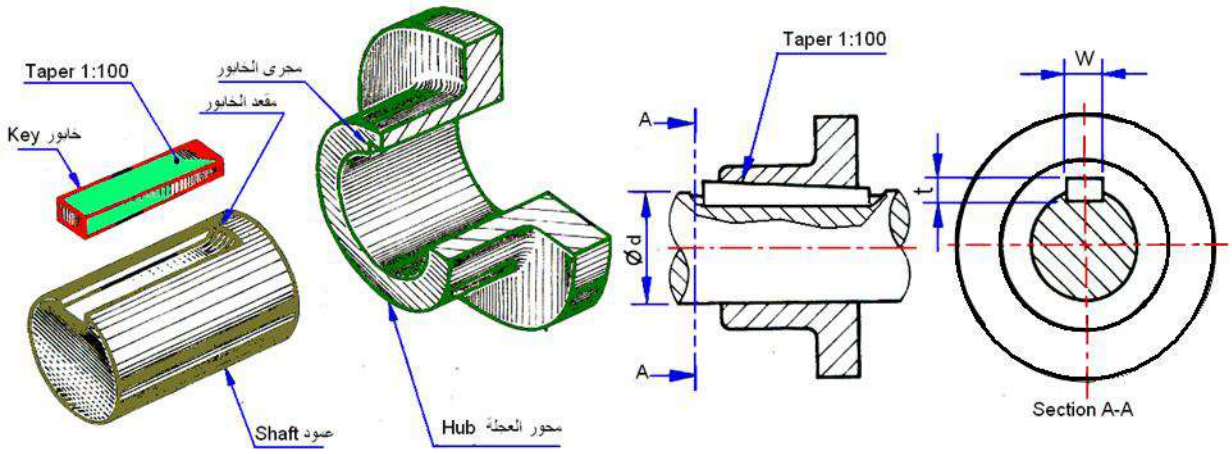
1- الخوابير الموشورية (Prismatic Keys): يمكن أن يكون مقطع الخابور الموشوري مربع (Square Sunk Key)، أو مستطيل (Rectangular Sunk Key) ويمكن أن يكون طرفي الخابور مستديرة (Feather Key) ويوجد فراغ صغير بين السطح العلوي للخابور ومجرى الخابور. يفضل إظهار هذا الفراغ على الرسم. يستعمل هذا النوع من المفاتيح في الحالات التي تتطلب إنزلاق العجلة على العمود عند التجميع والتفكيك، وتكون الإبعاد نسبة إلى قطر العمود كما يأتي:-

$w = d / 4$ (للخابور الموشوري المربع w=t)

$t = 2w / 3 = d / 6$

إذ أن (w) العرض، (t) ألسمك، و(d) قطر العمود.

وفي البعض من تلك الأنواع يمكن أن تثبت عن طريق لوالب غاطسة في مقعد الخابور في العمود. أو يكون من النوع المسلوب (Taper Key) بميل مقداره (1:100)، ويبين الشكل (2-6) مثالاً لطريقة تجميع العمود مع محور العجلة عن طريق خابور موشوري مسلوب.



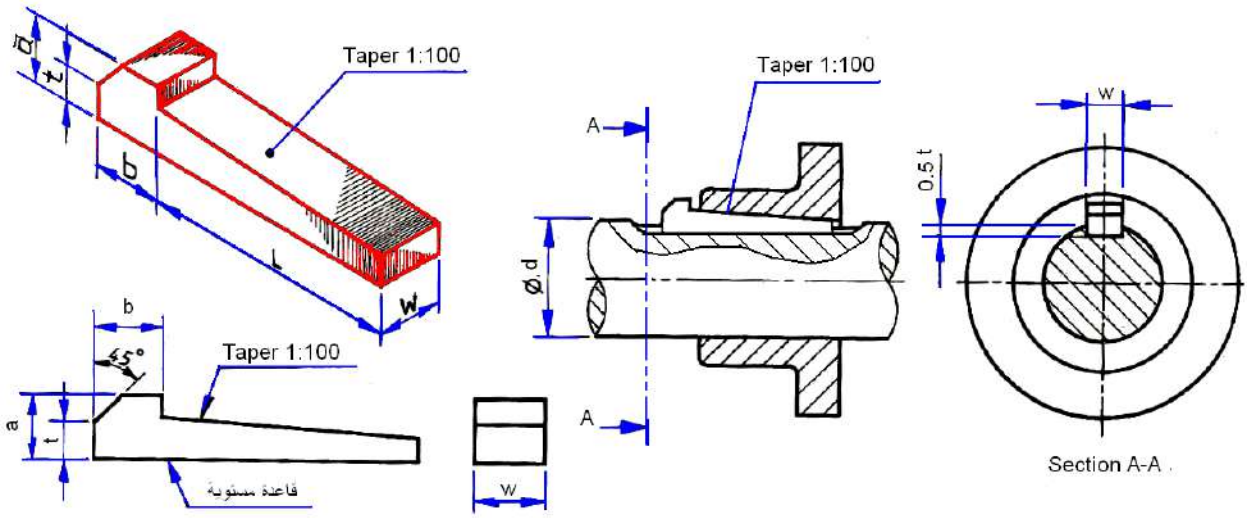
الشكل 2-6 : تمثيل الربط بالخابور بالرسم الصناعي.

2-الخابور ذو الرأس(Gib head Key): يمكن أن يكون مربع أو مستطيل ويكون مسلوباً يزود برأس في نهايته الكبيرة كي يسهل إخراجه عند التفكيك، ويستعمل عندما تكون العجلة في طرف العمود، وتكون الأبعاد نسبة إلى قطر العمود كما يأتي:-

$$w = a = b = d / 4$$

$$t = 2w / 3 = d / 6$$

إذ أن (w) العرض، (t)السمك، و(d) قطر العمود.



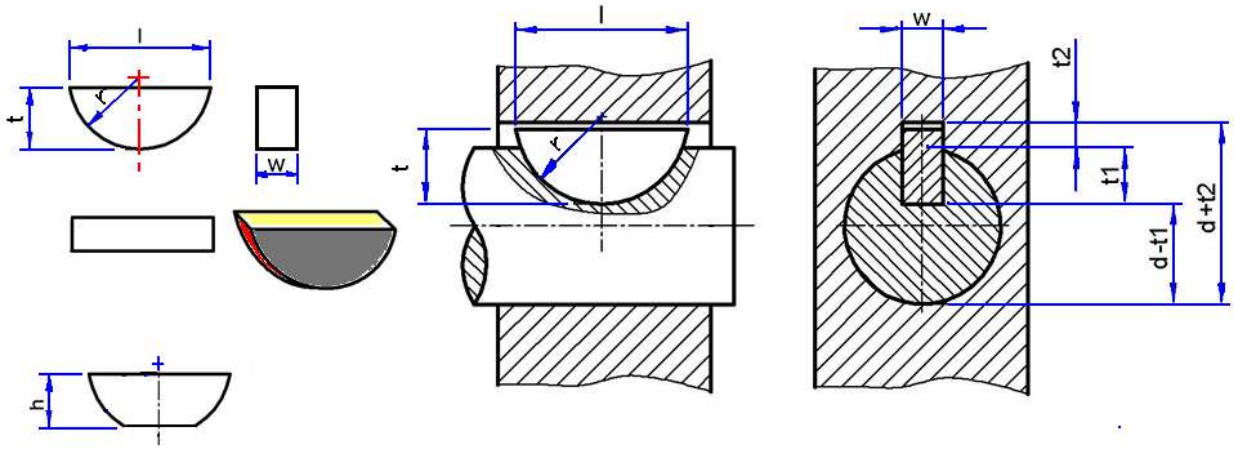
الشكل 2-7: الربط بالخابور ذو الرأس.

3-الخابور المدور (Woodruff Key) : عبارة عن جزء من قرص دائري ويمكن أن تكون قاعدته مسطحة لتلائم المجرى الموجود في العمود، أما سطحه العلوي فهو مستوي ليلائم المجرى الموجود في محور العجلة، ويكون هذا الخابور قابل للضبط بسهولة إذ يتكيف لأي سلبة موجودة في العمود لذا فهو مفيد للأعمدة ذات النهايات المستدقة، وتكون الأبعاد نسبة إلى قطر العمود كما يأتي:-

$w = d / 4,\ r = d / 2$

$t = 0.4\ d\ ,\quad h = 0.3\ d\ ,\ l = 0.9\ d$

إذ أن (w) العرض،(R) نصف قطر دائرة القرص،(t) ألسمك،(h) ارتفاع الخابور ذو التسطيح،(l)طول الخابور، و(d) قطر العمود.



الشكل 2-8 : طريقة الربط عن طريق الخابور المدور.

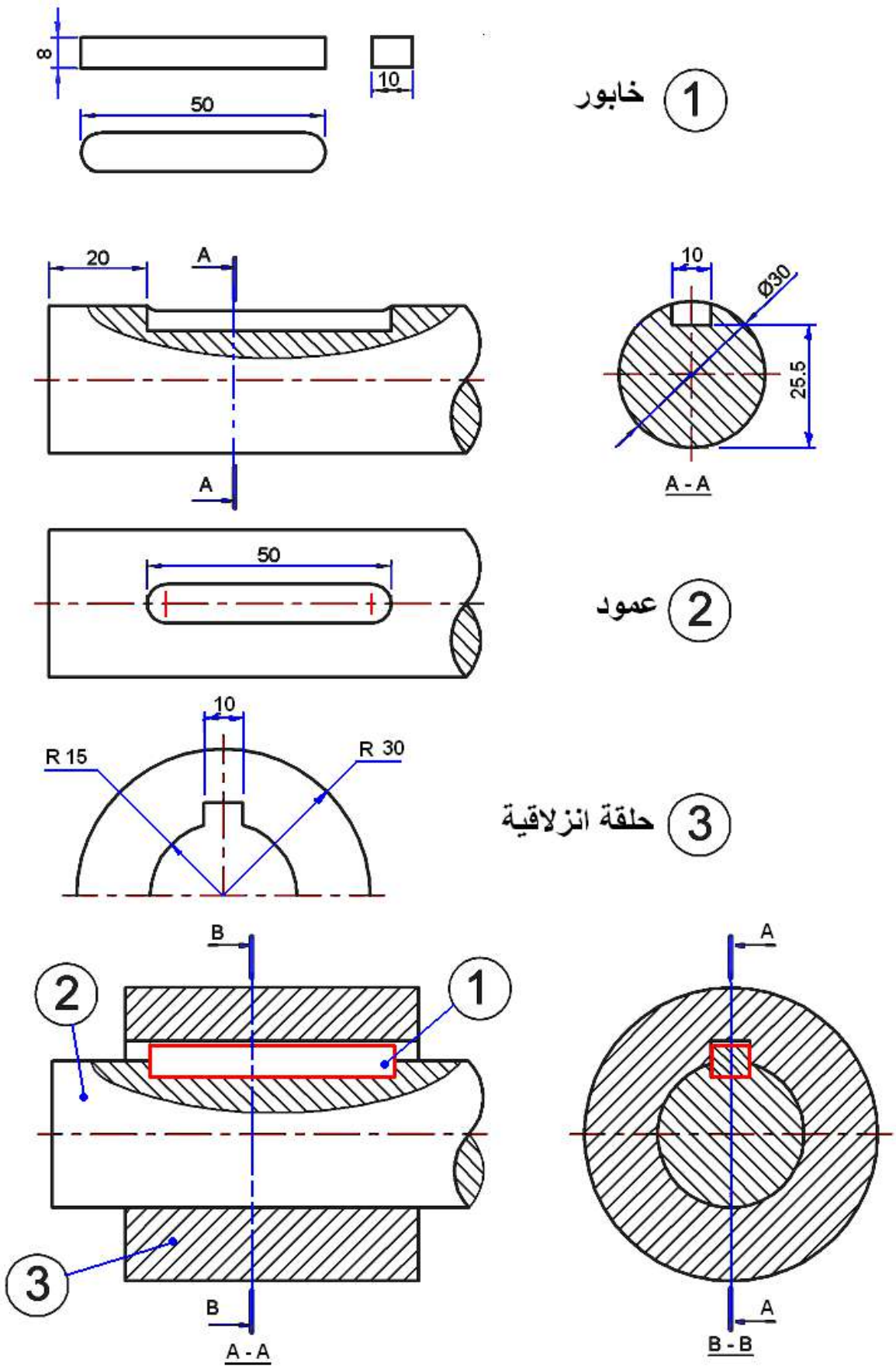
مثال2-2

خابور موشوري بمقطع مستطيل ذو أطراف مستديرة أبعاده(10x8x50 mm) يربط عمود ذو قطر (30mm) مع حلقة إنزلاقية (جلبة) بقطر داخلي (30 mm) وقطر خارجي وطول(60mm)، إرسم بمقياس رسم1:1 مع وضع الأبعاد ما يأتي:-

- المساقط الثلاثة للخابور.
- مسقط رأسي يحتوي على قطاع جزئي لمقعد الخابور مع مسقط أفقي وقطاع جانبي.
- نصف مسقط جانبي للحلقة الإنزلاقية (الجلبة).
- قطاع رأسي وقطاع جانبي للوصلة مجمعة.

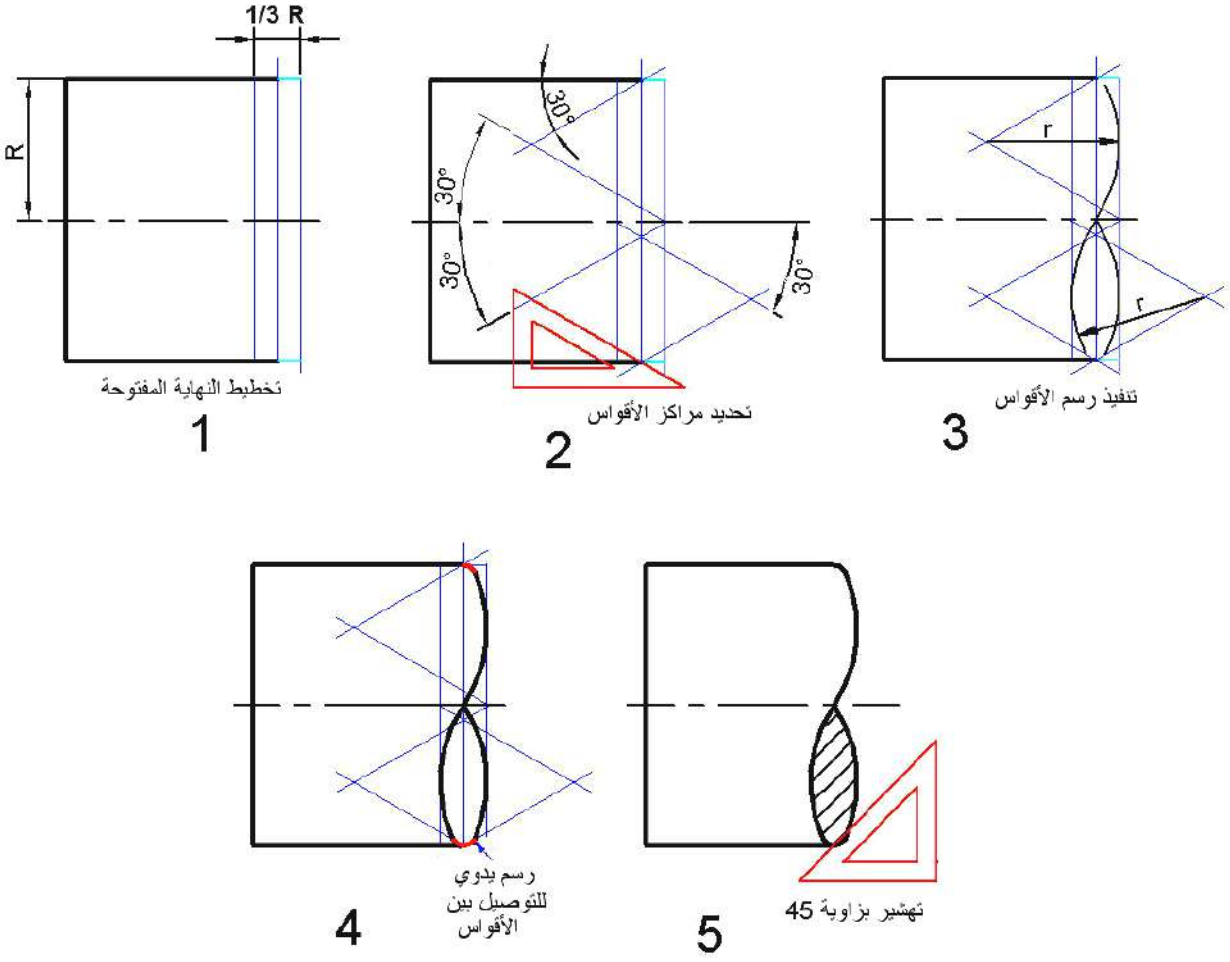
الحل

يوضح الشكل (2- 9) مساقط الأجزاء الثلاثة مع القطاعات المطلوبة (1)، (2)، و (3)، فضلاً عن قطاعين يوضحان عملية الربط بالخابور الموشوري.



الشكل 2- 9 : تجميع الحلقة الانزلاقية (الجلبة) مع العمود عن طريق خابور.

ومن المناسب في هذا المقام توضيح فكرة تمثيل اطراف الأعمدة الطويلة (Shafts)في الرسم عندما لا نحتاج إلى تحديد نهاياتها، ويوضح الشكل (2- 10) خطوات تنفيذ رسم نهاية العمود.



الشكل 2- 10 : خطوات رسم نهاية عمود غير محدد الطول.

3-2 مجموعة اللوالب والصواميل (Bolts and Nuts Set)

تتكون المجموعة الواحدة من برغي وصامولة لهما نفس المواصفات الهندسية والإنتاجية. يمكن للمسمار المسنن أو اللولب أن يكون مسنناً بنسبة كبيرة من طوله بينما الأغلب أن يكون تسنينه لمدى أكبر من إرتفاع الصامولة وتختلف هذه اللوالب من حيث الشكل والقطر والطول وشكل الرأس وشكل الأسنان وطريقة ربطها. أما الصواميل فهي على أشكال عدة وأنواع مختلفة، إذ تعد الصامولة السداسية والصامولة الرباعية الأكثر استعمالا وانتشاراً ويكون رأس الصامولة السداسية بشكل منشور سداسي قائم ومسنن من الداخل ومشطوف من الأعلى والأسفل بزاوية (30°).

قد يرفق بهذه المجموعة قطعة إضافية لحماية قطع المجموعة الأصلية أو الرئيسة من التلف والكسر عند الضغط الكبير فضلاً عن كونها تمنع ارتخاء مجموعة الربط، وتكون على شكل حلقة معدنية (Washer) ويمكن أن تكون هذه الحلقات نابضيه (Lock Washer).

1-3-2 الاسنان اللولبية

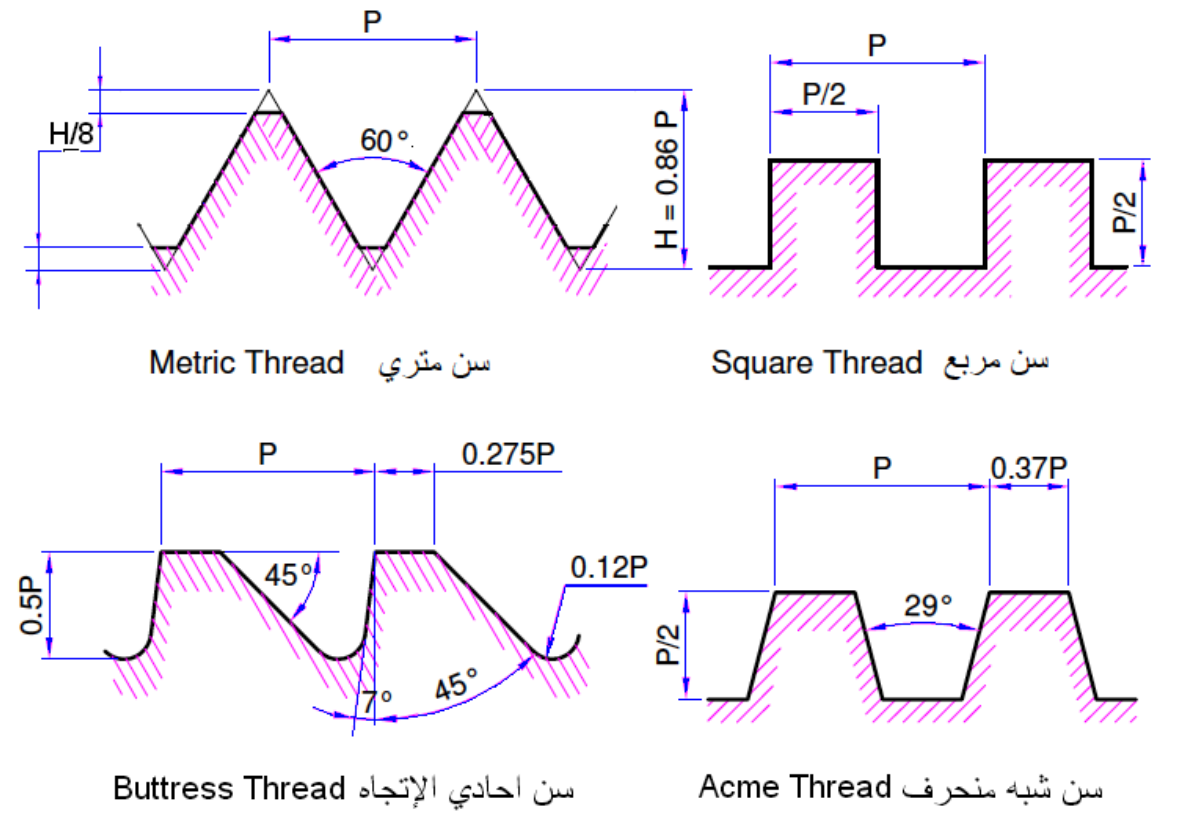
تستعمل الأسنان اللولبية لغرض ربط الأجزاء كما في البراغي والصامولات أو لنقل القدرة كما في الرافعات اللولبية أو في أجهزة القياس كما في المايكرومتر، وتتم عملية التسنين بعمل تجويف لولبي على القضبان المستديرة من الخارج وللفتحات الدائرية من الداخل، ولغرض الإيفاء بالمتطلبات المختلفة للأسنان اللولبية تستعمل أسنان ذات أشكال مختلفة مثل السن المثلث والسن المربع، وأشهر أنواع التسنين ما يأتي، الشكل (2-11):-

1- التسنين المتري (Metric Thread) : يستعمل لضبط العناصر المتداخلة مع بعضها للصواميل وبراغي الضبط.

2- التسنين الرباعي (Square Thread) : يستعمل في المسننات المصممة لرفع الأثقال ونقل القدرة في الآلات الميكانيكية المختلفة.

3- التسنين على شكل شبه المنحرف (Acme Thread) : يستعمل في نقل القدرة بشكل سلس وبإتجاهين.

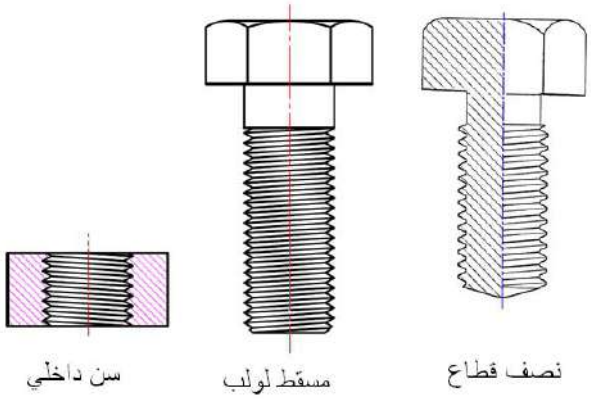
4-التسنين أحادي الإتجاه (Buttress Thread): يستعمل في نقل القدرة في إتجاه واحد كما في الرافعات.



الشكل 2-11 : بعض أشكال الأسنان الشائعة في البراغي.

2-3-2 تمثيل الأسنان اللولبية

إستعملت في السابق رموز لتمثيل الأسنان اللولبية بشكل تفصيلي بالرسم وذلك برسم خطوط متتالية ومتوازية تحتاج من الوقت والجهد والدقة الكثير، الشكل (2-12).



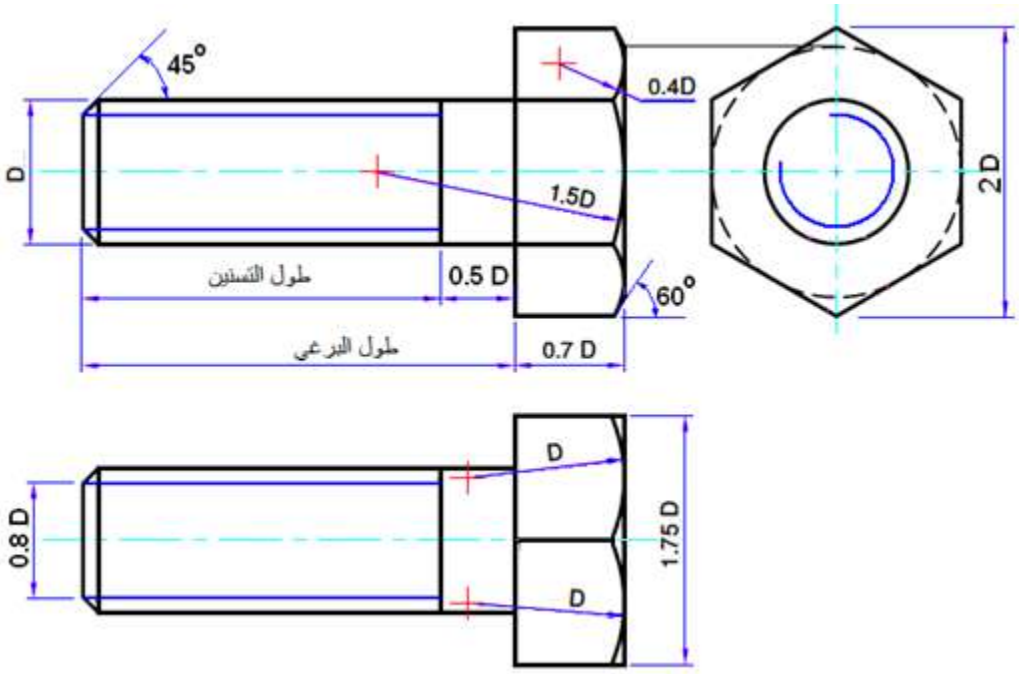
الشكل 2- 12 : الرسم التفصيلي للأسنان.

1- البرغي ذو الرأس السداسي (Standard Hexagonal Bolt Head): لصعوبة رسم البراغي بأشكالها التفصيلية فقد أستبدلت تلك الطريقة بالطريقة الموحدة المثبتة بموجب المواصفة الدولية (ISO) وهي مبسطة وذلك برسم خطين متوازيين سميكين ومتصلين ليمثلا المحيط الخارجي للبرغي الذي يمثل قمم الأسنان إذ يمثل البعد بينهما القطر الرئيس (Major Diameter) للبرغي، كما يمثل جذر السن للبرغي بخطين آخرين لكنهما رفيعين ومتصلين المسافة بينهما تمثل القطر الداخلي للبرغي، وعادة يرسم القطر الثانوي بمقدار (0.85) من القطرالرئيس للبرغي، وفي المسقط الجانبي يمثل المحيط الخارجي للبرغي بدائرة سميكة في حين يمثل خطي جذر السن داخل هذه الدائرة بما يقارب أربعة أخماس دائرة بخط رفيع ومتصل.

ويمثل الشكل (2- 13) توضيحا للعلاقة بين أبعاد البرغي ذي الرأس السداسي في مساقطه الثلاثة نسبة إلى البعد الاساس (D) وهو القطر الخارجي إذ يمثل البرغي بالرمز الإصطلاحي لبعد السن في النظام المتري فيكتب الرمز M (Metric) أولا ثم يتبع بمقدار قطر البرغي الرئيس (D) (Diameter) مضروباً بخطوة السن P (Pitch) مضروباً في L (Length) طول البرغي، وكما في المثال الآتي:-

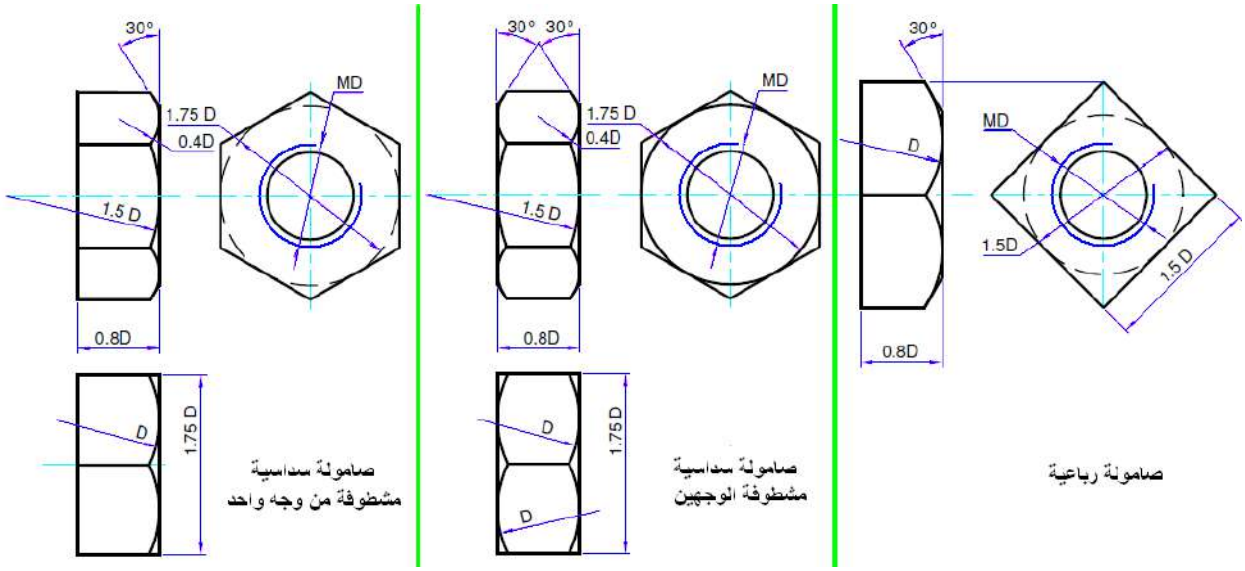
MDxPxL (M24x2x64)

فيكون قطر البرغي (24 mm) والخطوة (2mm) وطول البرغي (64mm).



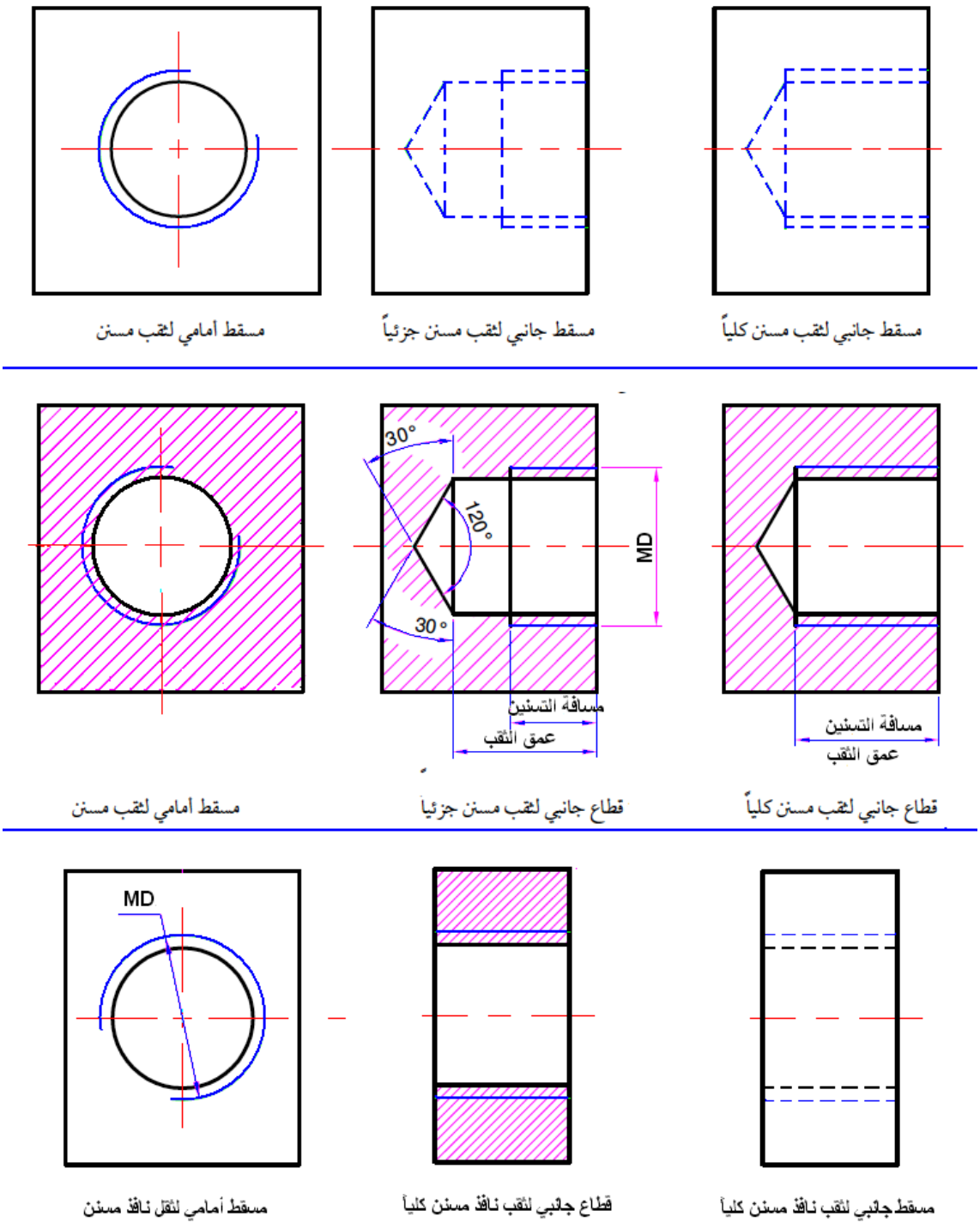
الشكل 2-13 : مساقط البرغي تبين العلاقة بين الأبعاد الأساسية في النظام المتري.

1- الصواميل (Nuts) : هي الجزء الثاني الذي يربط المسمار المسنن (البرغي) مكوناً الوصلة، وللصواميل أشكالا عدة وأنواعاً مختلفة تبعاً لاماكن وظروف استعمالها، وتعد الصامولة السداسية والرباعية أكثر أنواع الصواميل استعمالاً وانتشاراً، وللصامولة السداسية جسم بشكل منشور سداسي قائم ومسنن من الداخل ومشطوف من الاعلى او من الأعلى والأسفل بزاوية (30) درجة، ويبين الشكل (2- 14) طريقة تمثيلها بالرسم مع أبعادها القياسية بدلالة قطر البرغي المتوافق معها.



الشكل 2 - 14 : مساقط صواميل سداسية ورباعية وأبعادها القياسية بدلالة قطر البرغي.

ويتم تمثيل ورسم الثقب المسنن غير النافذ والثقب المسنن النافذ كما في الشكل (2- 15)، إذ يظهر في نهاية الثقب غير النافذ مثلث متساوي الساقين يمثل أثر رأس المثقاب (البريمة) التي تجعل قطع المعدن مخروطياً زاوية رأسه (120) درجة. ويمكن تسنين هذا الثقب كلياً أو جزئياً ويمثل بخطين رفيعين متقطعين في المسقط ومستمرين بالقطاع لتكون المسافة بينهما هي القطر الأساس للبرغي المتوافق مع الثقب المسنن ،ويوضح الشكل الثقوب النافذة وغير النافذة وطريقة تمثيل التسنين.



الشكل 2- 15: طريقة تمثيل الثقوب المسننة.

3-3-2 الربط عن طريق البراغي

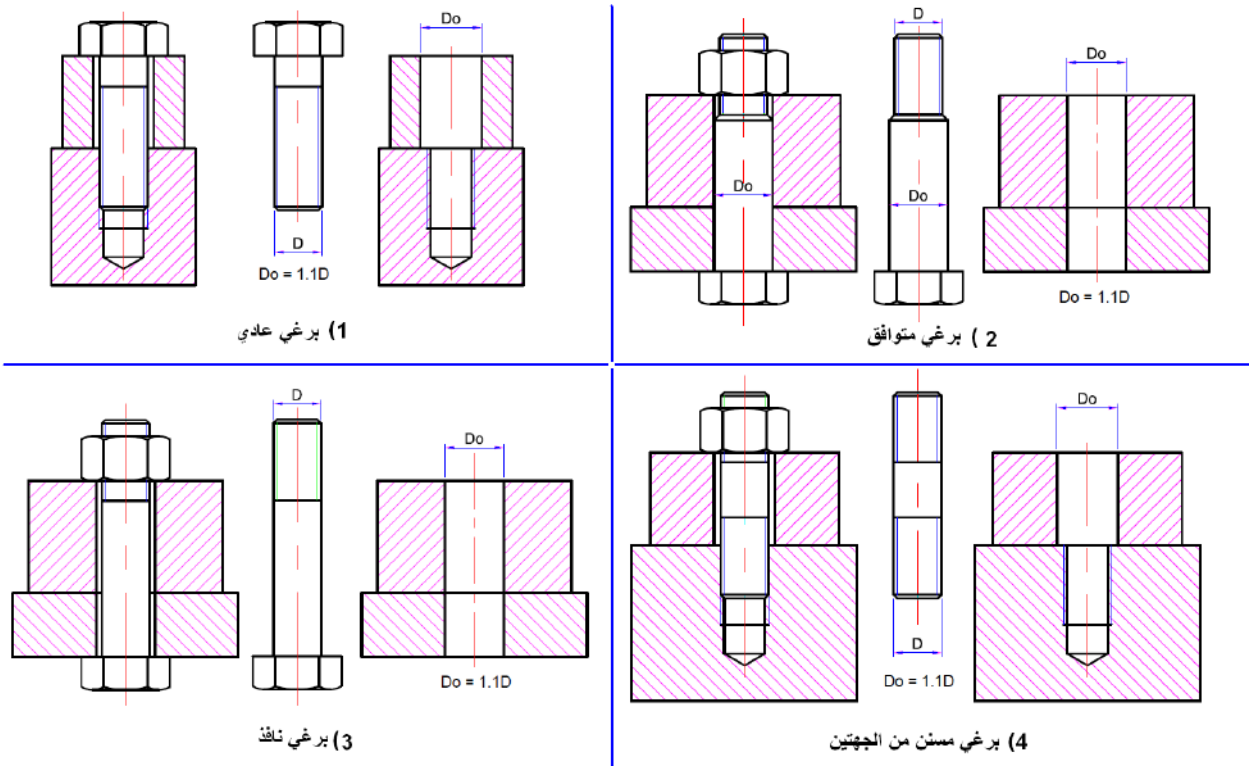
تختلف أنواع البراغي باختلاف أشكال رؤوسها أو ملائمتها لمفاتيح الضبط والفتح ولكل منها تصاميمها الخاصة معدة بموجب مواصفات عالمية محددة لا مجال إلى ذكرها جميعاً بل نستعرض أربعة أنواع من البراغي بحسب طريقة الربط بين القطع مبينة أساليب رسمها في الشكل (2-16)، وكما يأتي:-

1-برغي عادي (Tap Bolt) : يستعمل لربط قطعتين إذ يسنن ثقب داخل إحدى القطعتين بينما يترك خلوص في ثقب القطعة الأخرى يحيط بجسم المسمار وهنا لا حاجة لاستعمال صامولة الربط.

2- برغي متوافق (Fitted Bolt) : يستعمل لربط قطعتين بحيث ينفذ البرغي من ثقب داخل القطعتين بتوافق خلوصي بين البرغي والثقب يتم بعدها تثبيتهما بصامولة.

3-برغي نافذ (Through Bolt) : يستعمل لربط قطعتين بحيث ينفذ من ثقب داخل القطعتين قطره أكبر من قطر المسمار الرئيس ثم يتم تثبيتهما بصامولة.

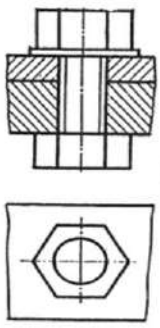
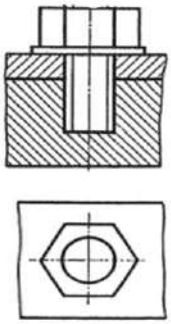
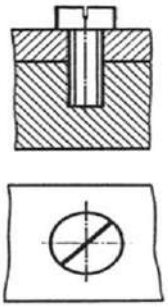
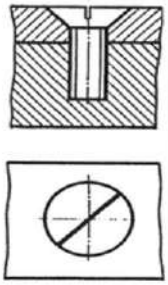
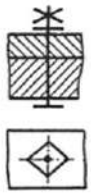
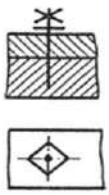
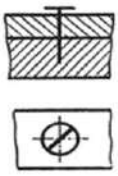
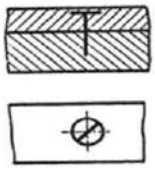
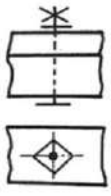
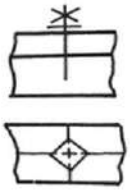
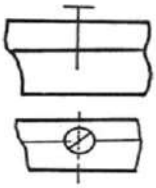
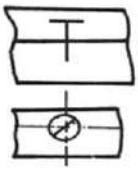
4- برغي مسنن من الجهتين (Stud Bolt) : لا يحتوي على رأس يربط قطعتين معدنيتين إحداهما تحتوي على ثقب مسنن يثبت فيها البرغي، ثم توضع القطعة الثانية التي تحتوي على ثقب أوسع من قطر البرغي ومن ثم يربطان بصامولة.



الشكل 2- 16 : بعض أنواع الربط بالبراغي وطرائق تمثيلها في الرسم.

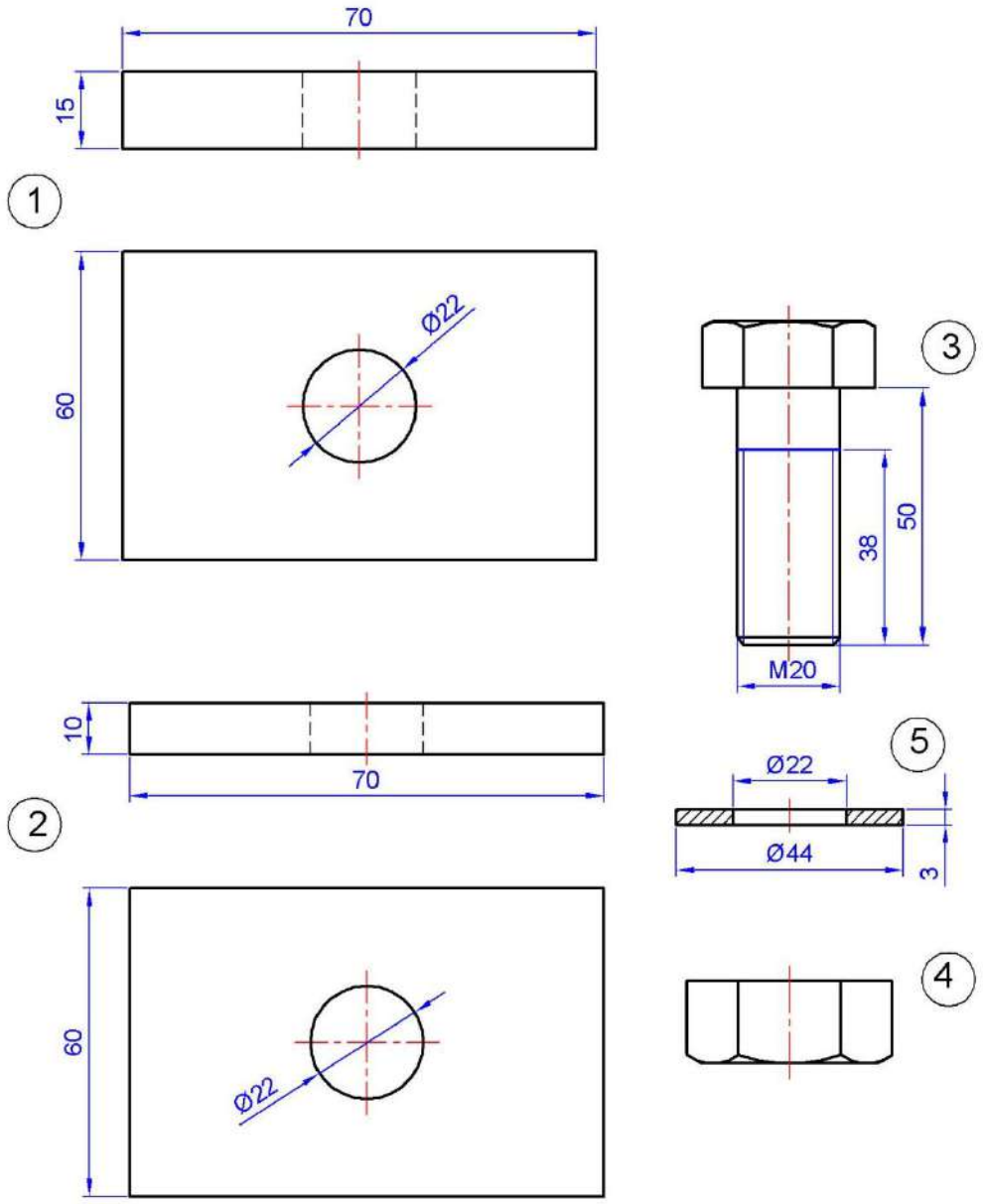
من الممكن الإشارة إلى عمليات التوصيل عن طريق البراغي بالرموز، ويبين الجدول (2- 2) تمثيل وصلات البراغي في الرسم والرموز المختصرة في التعبير عنها.

الجدول 2- 2 : الوصلات وطرائق تمثيلها بالرسم.

الوصلة	برغي سداسي وصامولة قياسية	برغي سداسي دون صامولة	برغي دون صامولة رأس دائري ـ مفك	برغي غاطس رأس مفك دون صامولة
الرسم التخطيطي للبراغي والوصلات				
الرمز في مساقط القطاعات				
الرمز في المساقط الأخرى				

مثال2- 3

الشكل (2-17) يتضمن مسمار مسنن (برغي نافذ) (M20) برأس سداسي بطول (50mm) (طول التسنين 38mm) مع صامولة سداسية متوافقة معه فضلاً عن حلقة معدنية (Washer) (M20/22/44/3) (قطر البرغي القياسي/القطر الداخلي/القطر الخارجي/السمك) لغرض ربط قطعتين من المعدن بسمك (15mm, 10mm)على التوالي، بمقياس رسم 1:1إرسم المساقط الثلاثة للوصلة وهي مجمعة على أن يكون المسقط الرأسي قطاعاً كاملاً.



الشكل 2- 17 : ربط قطعتين معدنيتين عن طريق برغي نافذ.

الحل :

بدلالة القطر (D) وقيمته (20mm) نستخرج بقية أبعاد المسمار المسنن (البرغي) نستخرج القيم الخاصة بالبرغي والصامولة وكما ورد في الشكل (2- 13)، والشكل (2- 14).

(قطر الدائرة الداخلية للشكل السداسي) 1.75D= 35mm

(نصف قطر القوس الكبير) 1.5D = 30mm

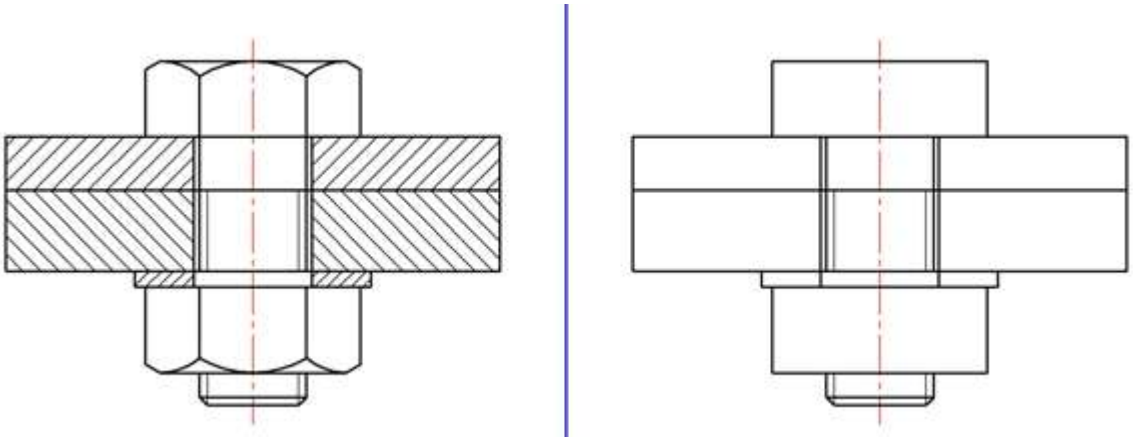
(ارتفاع الصامولة) 0.8D = 16mm

(ارتفاع رأس البرغي) 0.7D = 14mm

(المسافة للجزء غير المسنن من طول البرغي) 0.5D = 10mm

(نصف قطر القوس الصغير) 0.4D = 8mm

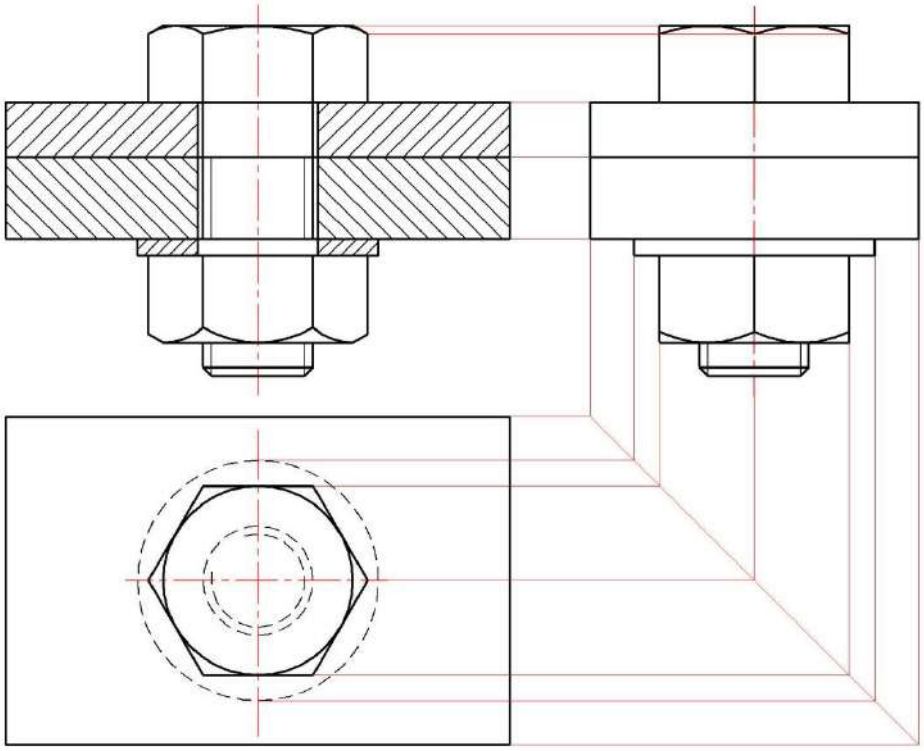
بخطوط رفيعة وخفيفة، نحدد خطوط المراكز (Center Lines) بعد احتساب توزيع المساقط على ورقة الرسم (أما أن تكون الورقة طولياً أو عرضياً)، وبعد تحديد موقع خط مركز المسقط الرأسي، نرسم البرغي (من غير تفاصيل) ولكن بالقياسات المعلومة، ثم نحدد موقع القطعتين المطلوب ربطهما بعدها نترك سمك الحلقة المعدنية لرسم مستطيل يمثل الصامولة لاحظ الشكل (2-18 أ)، نرسم القطاع الرأسي (الأمامي) إذ نرسم البرغي والصامولة كما مرّ سابقاً بدون تهشير لأنها من الأجزاء التي لاتقطع، وبذلك نحصل على القطاع الرأسي كما في شكل (2-18 ب).



أ) نحدد الملامح الخارجية للمسقط الأمامي ب) نستكمل القطاع الأمامي وتفاصيل البرغي

الشكل 2- 18 :مراحل رسم القطاع الرأسي.

نستكمل رسم المسقط الجانبي والمسقط الأفقي كما في شكل (2- 19).



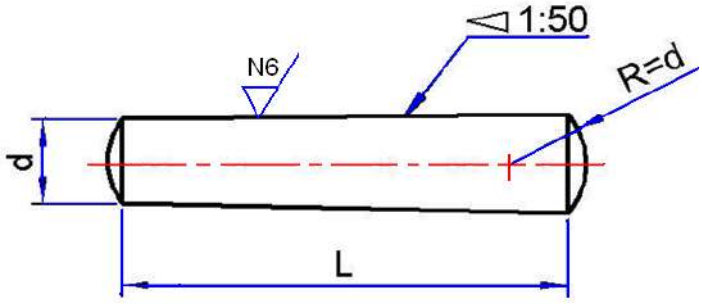
الشكل 2- 19 : استكمال المسقطين الجانبي والأفقي.

ويعد الرسم كاملاً بعد مسح الخطوط الزائدة وترقيم الاجزاء.

4-2 المسامير (Pins)

مسامير الربط والتوصيل تكون بشكل قضبان فولاذية صغيرة وملساء، تستعمل كوسيلة ربط ذات كفاءة عالية خصوصا عندما يكون تأثير الحمل بشكل إجهاد قص، وهي على أشكال متعددة وتكون متعددة الأقطار ولكل قطر عدة أطوال جمعت تلك الأبعاد في جداول بموجب المواصفة القياسية (DIN) ونذكر منها ما يأتي:

1 -المسامير المستدقة (Taper Pins Turned): المسمار عبارة عن أسطوانة صلدة مسلوبة بنسبة 1:50تستعمل في الأغراض ذات الأحمال البسيطة ويرمز للمسمار بحسب المواصفات DIN 1B أو ISO 2339B (DIN1B St 5010x 140) إذ إن القطر (D10mm)، (L140mm)، مصنوع من الفولاذ 50، ويكون متعدد الأقطار ولكل قطر عدة أطوال جمعت تلك الأبعاد في جداول بموجب المواصفة القياسية المذكورة، الشكل (2- 20).



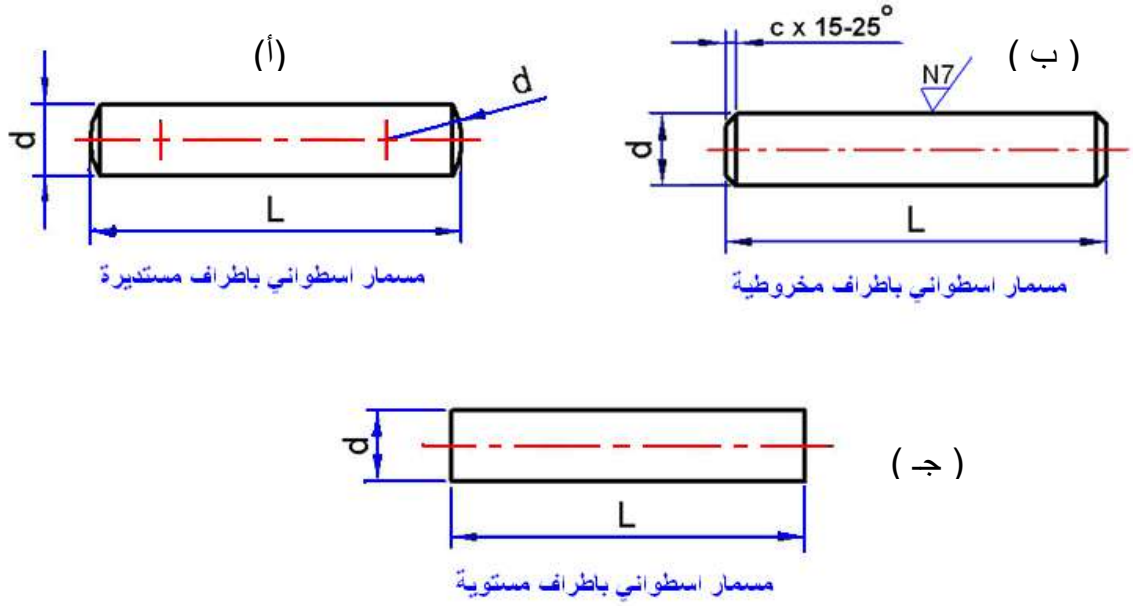
الشكل (2- 20) مسمار مستدق.

2 -المسامير الاسطوانية: (Parallel Pins): المسمار عبارة عن أسطوانة صلدة، ويرمز للمسمار بحسب المواصفات (DIN 7A) ويكون متعدد الأقطار ولكل قطر عدة أطوال جمعت تلك الأبعاد في جداول بموجب المواصفة القياسية المذكورة، ويبين الشكل (2-21)،ثلاثة أنواع منها، وهي:-

أ) مسمارأسطواني بأطراف مستديرة: يستعمل لربط مزدوج العمود والثقب ويصنع من (الفولاذ 50) ويأخذ (m6) من التفاوت القياسي(ISO Tolerance) وتوصيفه (4 m6 x 20 DIN7) إذ إن القطر (4mm) والطول (20mm).

ب) مسمارأسطواني بأطراف مخروطية (وتدي): (Dowel Pin): يستعمل كمسمار تثبيت لربط أجزاء الماكينات التي تتطلب الاستقامة ودقة الربط ويصنع من (الفولاذ 50) ويأخذ (h8) من التفاوت القياسي (ISO Tolerance) وتوصيفه كالآتي (4 h8 x 20 DIN7).

ج) مسمار أسطواني بأطراف مستوية: ويستعمل كمسمار برشام ويصنع من الفولاذ 37 ويأخذ (h11) من التفاوت القياسي (ISO Tolerance) وتوصيفه(4 h11 x 20 DIN 7).



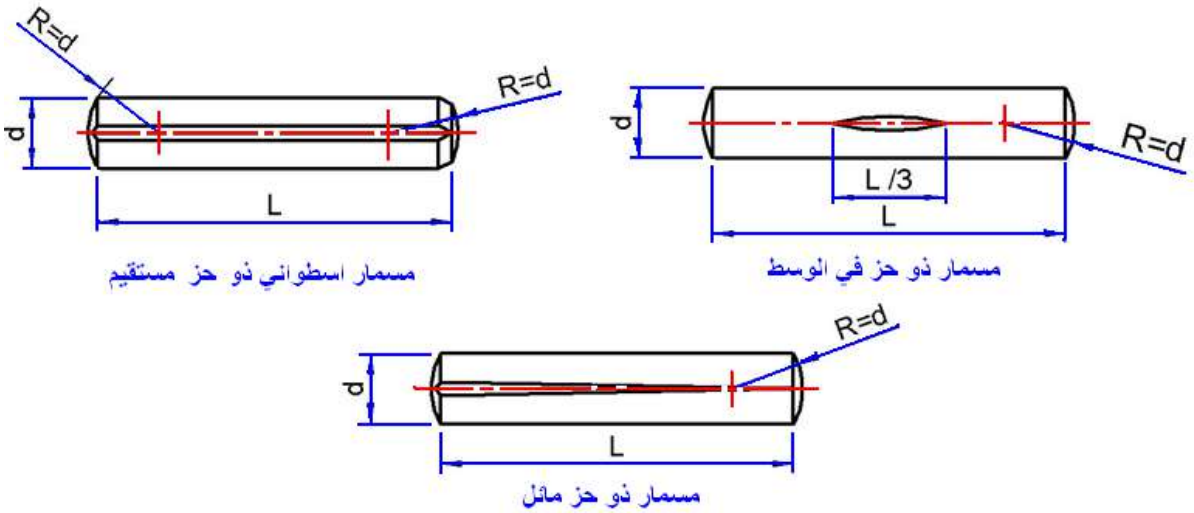
الشكل 2- 21 : بعض انواع المسامير الاسطوانية.

3-المسامير المحززة (Grooved Pins) : يحتوي المسمار على ثلاثة حزوز تعمل على زيادة التثبيت ويكون لكل من المسمار وثقبه القطر الأسمي نفسه، ويجب أن تكون مواصفاته أعلى منها في قطعة العمل حتى لا يسبب ذلك أضراراً للمسمار، فمثلاً إذا كانت قطعة العمل من (فولاذ 60) فإن المسمار يجب أن يكون من (فولاذ 70)،وتوصيفه (10 x 80 DIN 147X) إذ أن القطر (10mm) والطول (80mm) و X=1, 2, ..,5 لوجود خمسة تصاميم لهذا النوع، ويبين الشكل (2- 22)، ثلاثة أنواع منها، وهي:-

أ) مسمارأسطواني ذو حز مستقيم.

ب) مسمار ذو حز في الوسط .

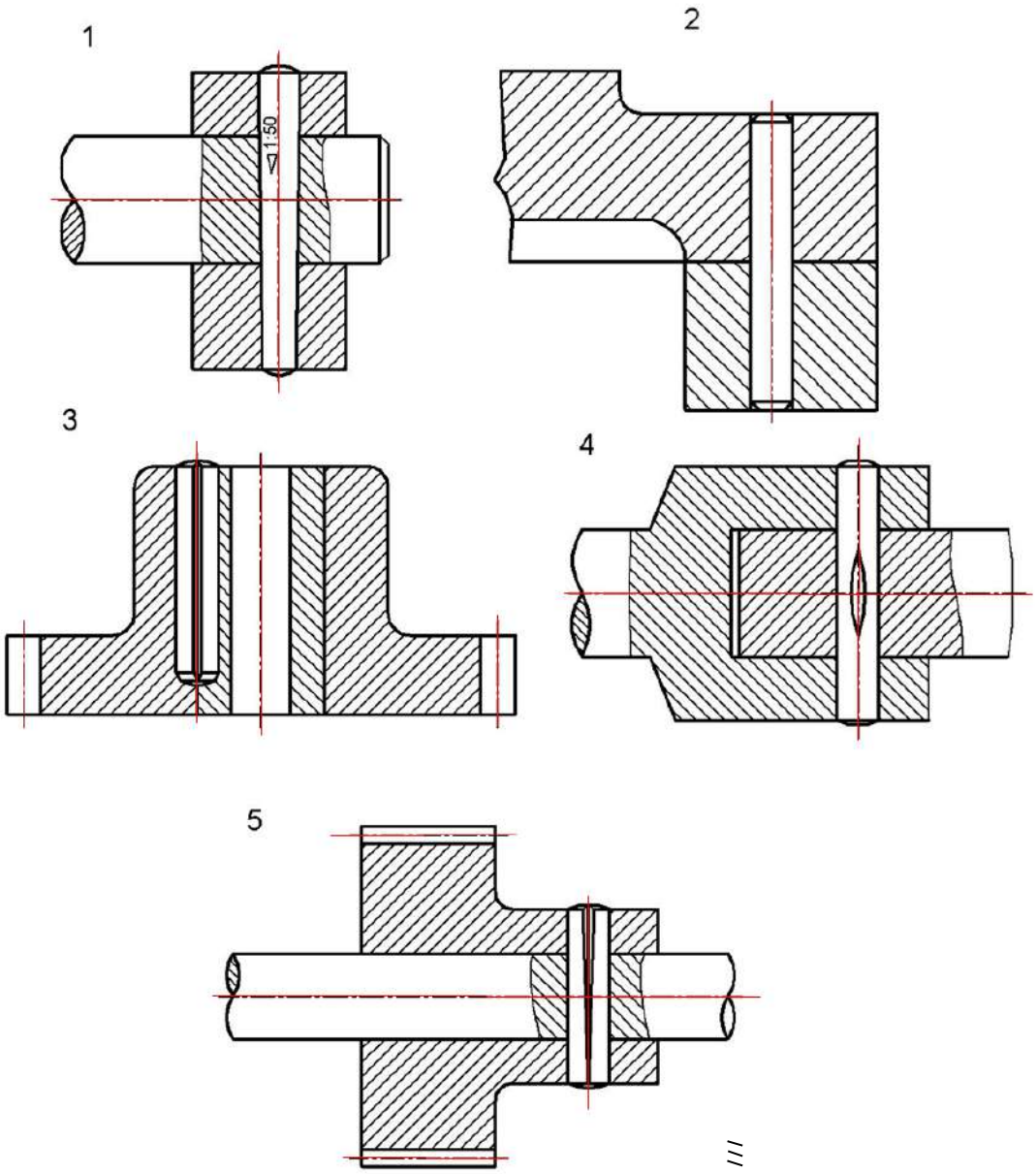
ج) مسمار ذو حز مائل.



الشكل 2- 22 : بعض أنواع المسامير المحززة.

ويبين الشكل (2- 23) طرائق رسم خمسة أنواع من مسامير التوصيل بين أجزاء متحركة تم قطعها لبيان طريقة رسم المسمار، وهي:-

1. مسمار مخروطي 10x70.
2. مسمار اسطواني بأطراف مخروطية 10x70.
3. مسمار اسطواني ذو حزمستقيم 10x50.
4. مسمار ذو حز في الوسط 8x60.
5. مسمار اسطواني ذو حزمائل10x40.

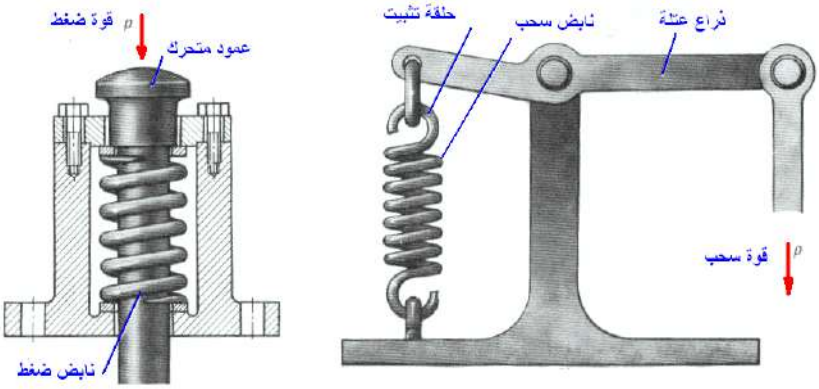


الشكل 2- 23 : تمثيل مسامير الربط في الرسم.

2- 5النوابض (Springs) (اثرائي)

النابض عبارة عن وسيلة أو أداة ميكانيكية مصممة لخزن الطاقة وإطلاقها، له مرونة مصنوع من الفولاذ ينتج قوة نتيجة ضغطه أو سحبه كما في الفرامل والصمامات فضلاً عن امتصاص الصدمات وتطبيقات أخرى متنوعة عند التصميم إذ يقوم بربط الأجزاء بعضها مع البعض بمرونة.

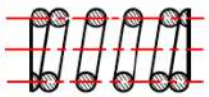
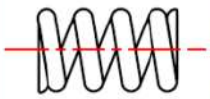
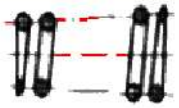
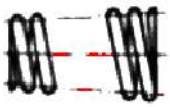
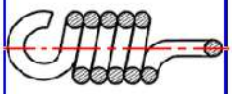
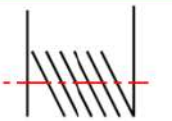
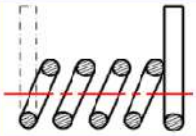
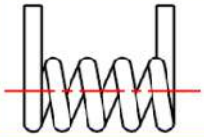
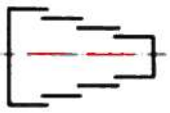
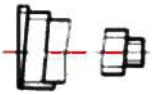
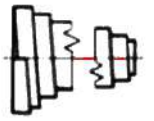
ومن أهم النوابض المستعملة في تجميع الأنظمة الميكانيكية ذات الشكل اللولبي (Helical Spring) وتقسم على نوابض ضغط (Compression Springs) صممت لمقاومة القوى الضاغطة على مستوى المحور وتتميز بتباعد المسافات بين طياتها ونوابض الشد (Extension Springs) صممت لمقاومة قوى الشد على مستوى المحور وتتميز بقصر المسافة بين طياتها واقرب إلى الالتصاق، الشكل (2- 24).



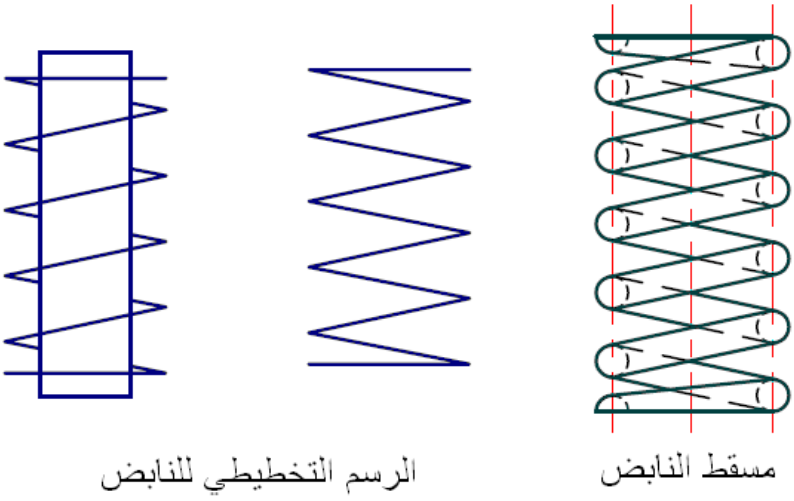
الشكل 2- 24 : تطبيق عملي على إستعمال نابض السحب ونابض الضغط.

ويبين الجدول (2- 3) طرائق تمثيل أهم أنواع النوابض وفق المواصفات الدولية ISO.

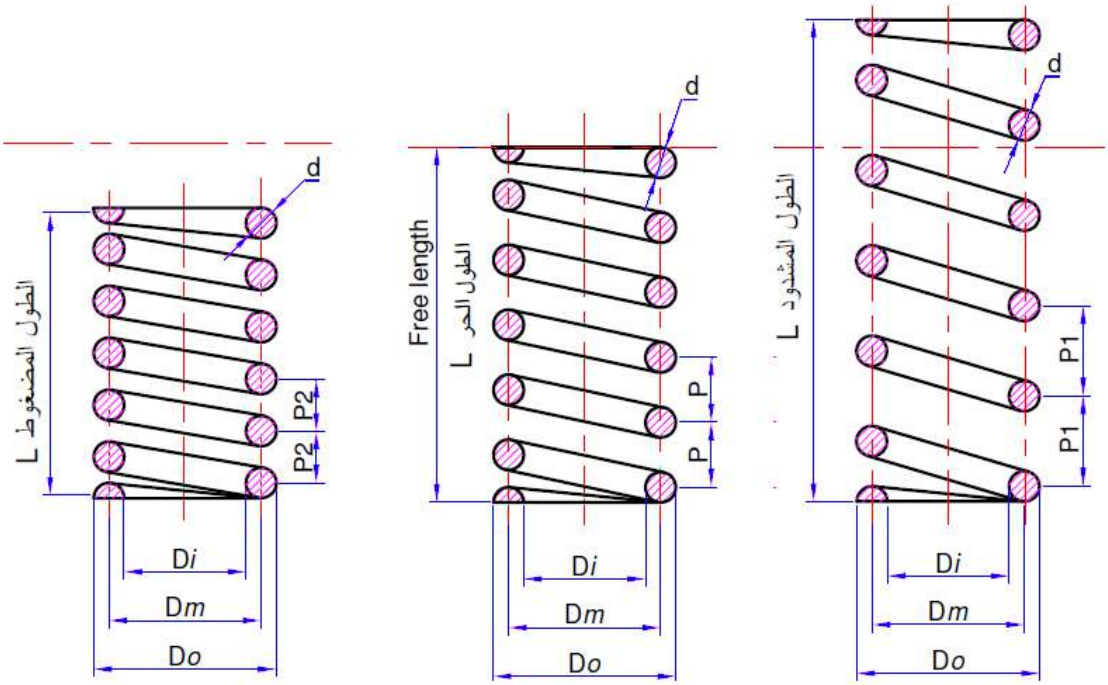
الجدول 2- 3: طرائق تمثيل النوابض بالرسم.

الرمز المبسط	القطاع	المسقط	شكل النابض
			
			
			
			
			

يبين الشكل (2- 25) الطريقة المتبعة في تمثيل النابض كمسقط وتمثيله برسم تخطيطي، في حين يوضح الشكل (2- 26) تمثيل النابض كقطاع رأسي في حالات ثلاثة هي الشد، الوضع الحر، والوضع المضغوط ويبين فيها تمثيل لنهاية النابض.



الشكل 2- 25 : تمثيل النابض بالمسقط وبالرسم التخطيطي.



الشكل 2- 26 : تمثيل النابض في حالاته الثلاثة (الطول الحر، المشدود، والمضغوط) كقطاع رأسي.

يعرف النابض بمعلومية كل من القطر الخارجي (D_o)، القطر الداخلي(D_i)، الطول الحر(L) (دون شد او ضغط) مضافاً لها عدد لفات(طيات) النابض (N)، ومن الممكن تعريفه بمعلومية قطر سلكه(d) وعدد لفات النابض مضافاً لهما القطر (D_m) وهو المتوسط الحسابي للقطرين الخارجي والداخلي.

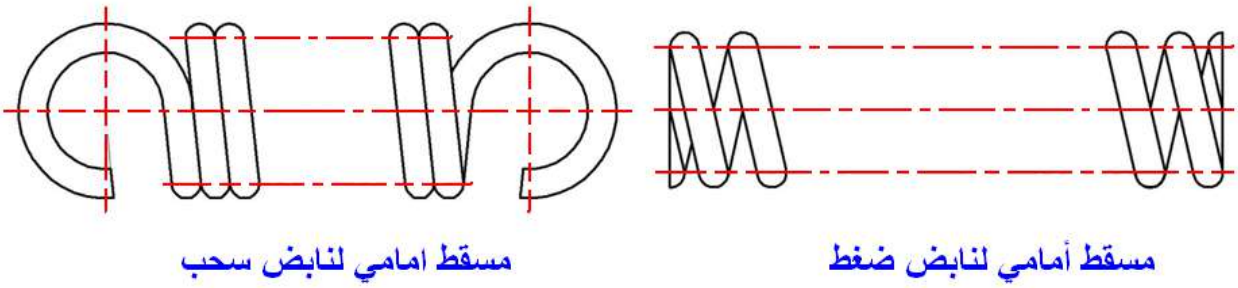
$$\text{المتوسط الحسابي للقطرين} = \frac{\text{القطر الخارجي} + \text{القطر الداخلي}}{2}$$

$$D_m = \frac{D_o + D_i}{2}$$

ولرسم مسقط أو قطاع النابض يجب تحديد مقدار الخطوة (P) (المسافة بين نقطتين متكافئتين على النابض) وتحسب رياضياً كما يأتي:-

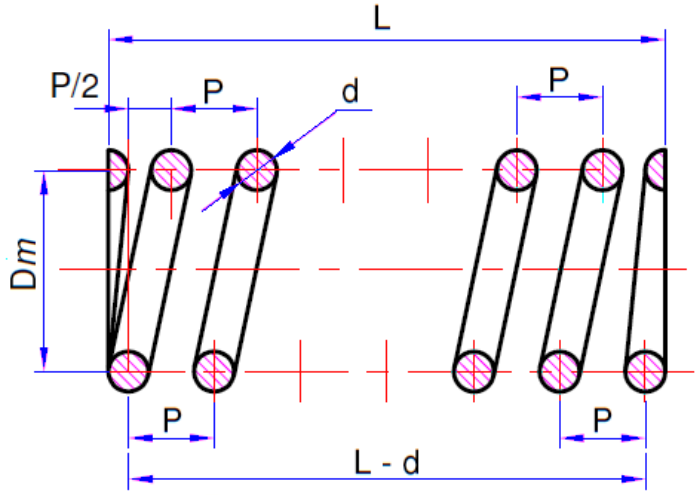
$$P = \frac{L - d}{N - 1}$$

يرسم النابض في حالته الحرة ويبين فيه نوع نهاية النابض، التي تحدد نوعه إن كان ضغط أو شد، وتوضع المعلومات والبيانات مع الرسم التفصيلي للنابض، وعندما يحتوي النابض على عدد كبير من اللفات ،يرسم بضع لفات من كل طرف ثم توصيلها عن طريق خط متسلسل، الشكل (2-27).



الشكل 2-27: اختصار رسم النوابض اللولبية.

نابض الضغط يختلف عن نابض السحب وذلك بوجود خلوص بين اللفات في حين لا يحوي نابض السحب أي خلوص بين لفاته في الحالة الحرة عند رسم المساقط أو القطاعات، ويبين الشكل (2-28) الأبعاد المطلوب توفرها لرسم القطاع (أو المسقط) لنابض الضغط.



الشكل 2- 28 : قطاع رأسي في نابض ضغط مثبت عليه الأبعاد القياسية.

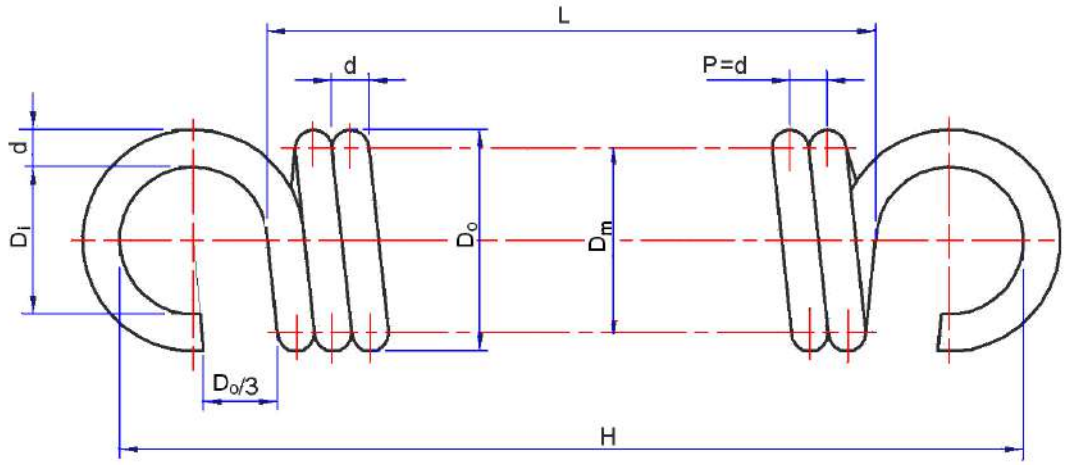
أما في حالة رسم نابض السحب رسماً تنفيذياً فتكون الأبعاد المطلوبة كما يأتي، الشكل (2- 29).

طول النابض الفعال $L = d(N + 1)$

طول النابض الكلي $H = L + 2D_i$

قطر الحلقة الداخلية التثبيت $D_i = D_o - 2d$

أما المسافة بين نهاية الحافة واقرب لفة للنابض يمكن أخذها مساوية لـ $D_o/3$.



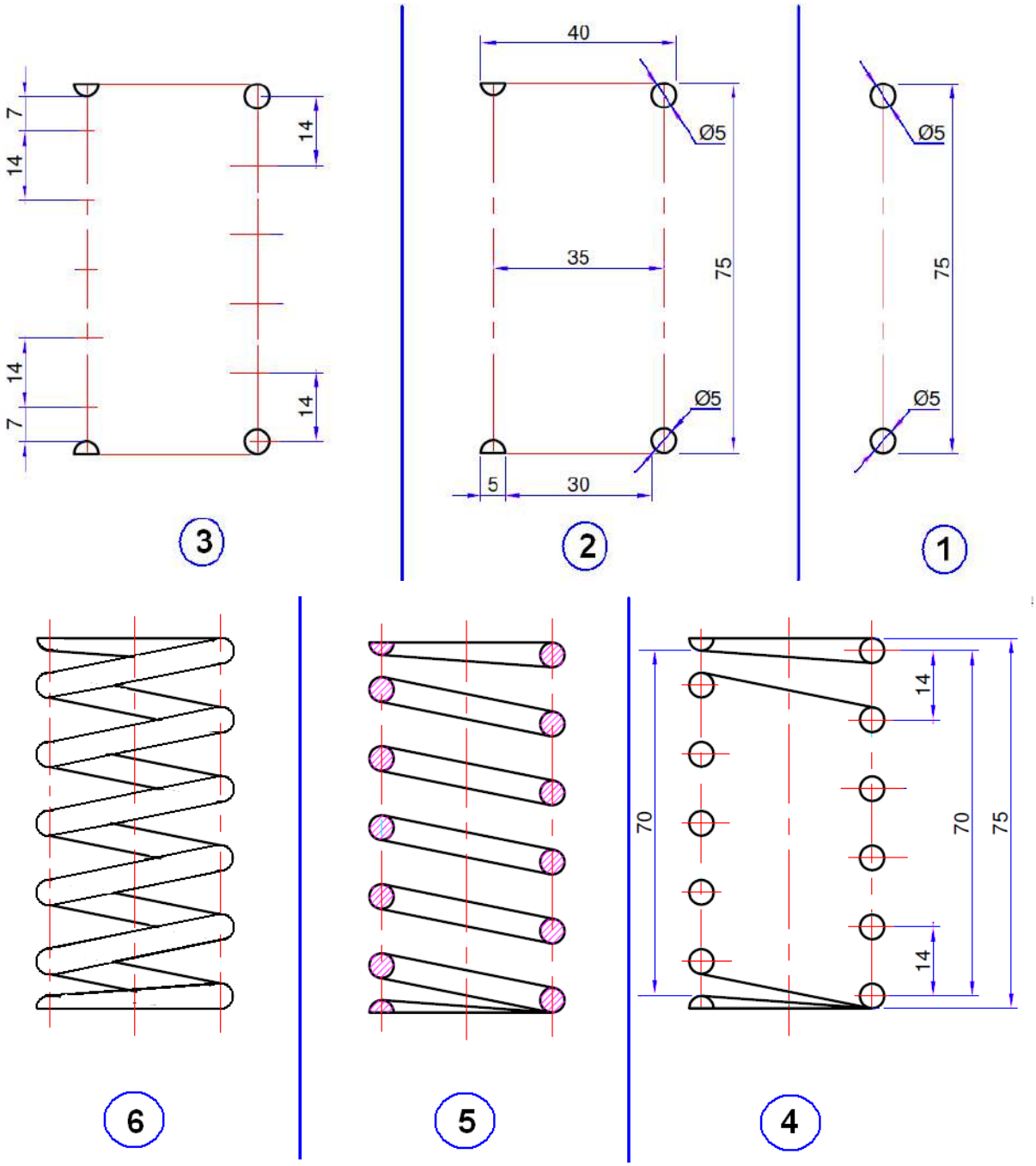
الشكل 2- 29 : الرسم التنفيذي لمسقط رأسي في نابض سحب مثبت عليه الأبعاد القياسية.

مثال 2- 4

نابض ضغط طوله الحر (L) 75mm، عدد لفاته (N) 6 لفة، قطر السلك (d) 5mm، والمتوسط الحسابي لقطريه الخارجي والداخلي (D_m) 35mm، ارسم قطاعا رأسيا للنابض.

الحل :

1. نرسم خط مركز ونحدد عليه الطول الحر للنابض (75mm)، وفي طرفيه نرسم دائرتين كل منهما بقطر سلك النابض (5mm)الشكل (2- 30-1).
2. نرسم خط مركز آخر موازٍ للأول على بعد المتوسط الحسابي لقطري النابض (35mm)، ثم نرسم نصفي دائرة بقطر السلك نفسه مركزيهما يقعان على نهايتي خط المركز، الشكل (2-30-2).
3. نقسم المسافة بين مركزي الدائرتين على اليمين إلى خمسة أقسام متساوية بعدد لفات النابض الفعلية ناقص واحد (طول كل قسم هو 70/5=14mm)، نقسم المسافة بين حافتي نصفي الدائرة الداخليتين (70mm على اليسار) إلى المسافات 7,14,14,14,14,7 ، الشكل (2-30- 3).
4. تكملة رسم الدوائر (بقطر 5mm) على خطي المركز وعند نقاط التقسيم، ومن ثم نرسم المماسات للدوائر المرسومة النصف الخلفي للنابض، الشكل (2-30- 4).
5. تهشير الدوائر بإتجاه واحد ، الشكل (2-30- 5)
6. في حالة طلب رسم مسقط، يتم التوصيل بين الدوائر كما في الشكل (2-30- 6).



الشكل 2- 30: مراحل تنفيذ رسم نابض ضغط (قطاع رأسي ومسقط رأسي).

مثال 2- 5

نابض سحب طوله الكلي (H) 147mm، عدد لفاته (N) 15.5 لفة، قطر السلك (d=P) 6 mm، والمتوسط الحسابي لقطريه الخارجي والداخلي (D_m) 30mm، إرسم مسقطاً رأسيا للنابض.

الحل :

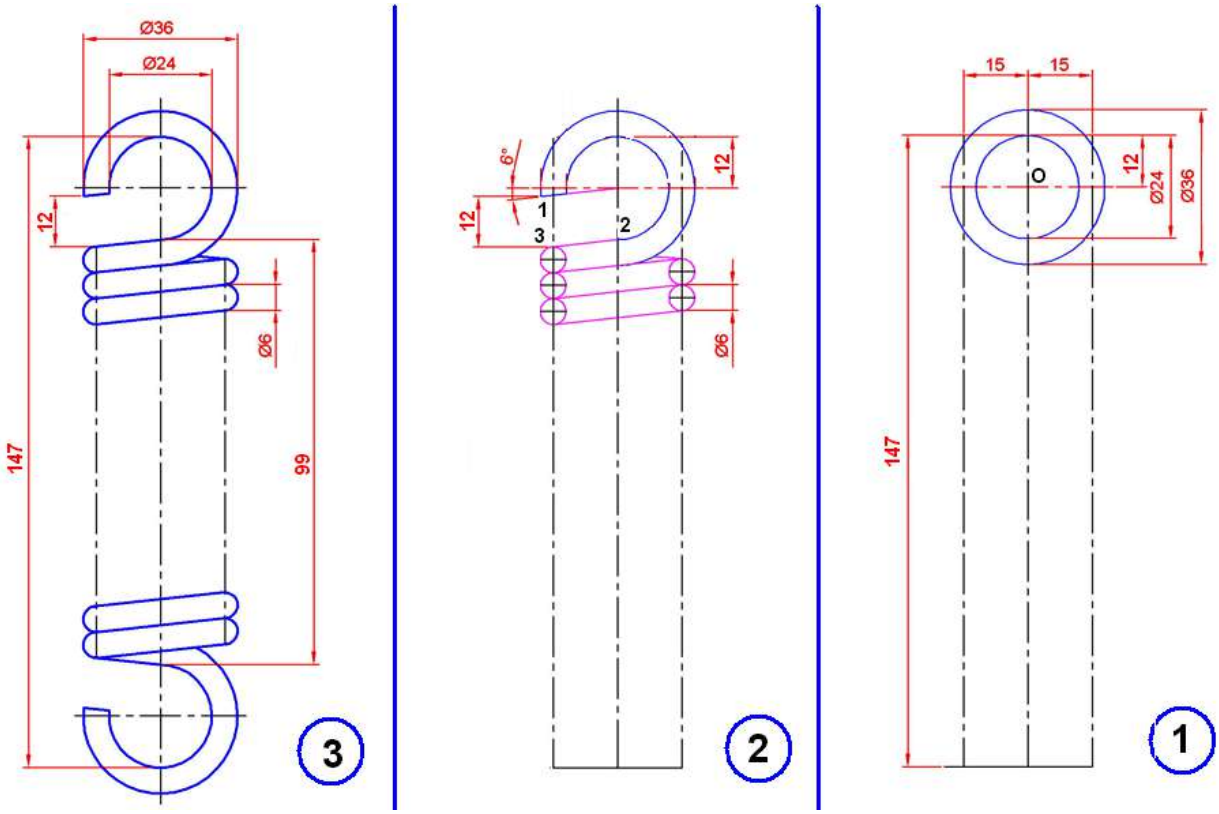
1-نحسب طول النابض الفعال (L) (طول النابض بدون الحلقتين) كما يأتي:-

$$L = d\ (N + 1) = 6(15.5+1) = 6 \times 16.5 = 99mm$$

2- نرسم خط محور ونحدد عليه الطول (147mm)، ونرسم على جانبيه خطي محور يبعدان عنه بمسافة (15mm) (نصف القطر المتوسط)، نحدد المسافة (12mm)، نرسم خط محور عمودي على المحور الوسطي ليتقاطعا في النقطة (O) مركز لرسم دائرتين بقطر (36mm) (القطر الخارجي للنابض D_o) والثانية بقطر (24mm) (القطر الداخلي للنابض D_i)، الشكل (2-31-1) .

3- من النقطة (o) نرسم المستقيم (O1)مائل بزاوية6درجات عن المحور، ثم نرسم خطاً موازياً له من النقطتين 2, 3 يبعد عنه مسافة مقدارها (12mm) ($D_o/3$) ومن هذا الخط نرسم ثلاثة خطوط تبعد 6mm عن بعضها البعض، ومن اجل أن تتضح ملامح لفات النابض نرسم بين كل خطين دائرة بقطر (6mm)، الشكل (2-31-2).

4 - نكرر هذه العملية على الطرف الآخر للنابض ونمسح الخطوط الزائدة ونوضح الخطوط بالقلم (HB) مع وضع الأبعاد، الشكل (2-31- 3) .

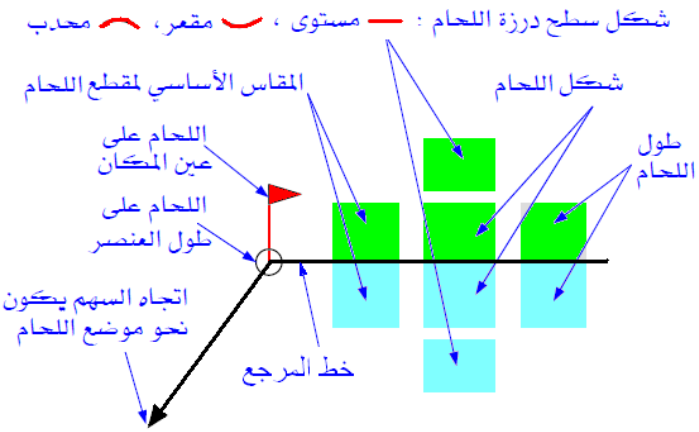


الشكل 2-31 : مراحل تنفيذ رسم نابض سحب (مسقط رأسي).

6-2 الربط باللحام (Welding Joint)

اللحام وسيلة لربط الأجزاء المعدنية ربطاً دائماً عن طريق الحرارة أو بالضغط أو بكليهما، يستعمل في تصنيع هياكل الجسور والأبنية فضلاً عن ربط الأجزاء الميكانيكية بشكل متين وسريع. ويتم اللحام بعدة طرائق مثل لحام الغاز (Gas Welding) كلحام الأوكسي أستيلين، لحام القوس الكهربائي (Arc) Welding، ولحام المقاومة (Resistance Welding).

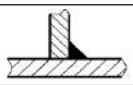
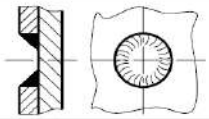
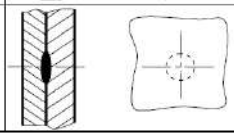
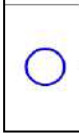
تستعمل رموز خاصة لتمثيل اللحام على الرسم، وهذه الرموز عبارة عن علامات مختصرة الغرض منها تحديد الشكل وتحضير درزات اللحام وتنفيذها. وقد وضعت هيئة المواصفات العالمية (ISO 2253) مواصفة خاصة برموز اللحام تشمل خط المرجع، خط السهم، الرمز لشكل سطح خط اللحام (مستوي، مقعر، أو محدب)، رمز شكل مقطع اللحام، أبعاد وطول اللحام، مع رموزاً إضافية، توضع هذه الرموز على الرسم الهندسي في المكان الذي وقع فيه اللحام، الشكل (2- 32).

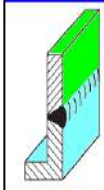
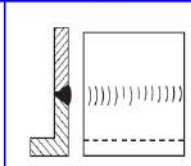
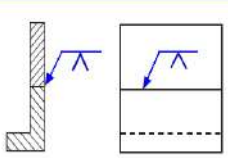
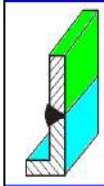
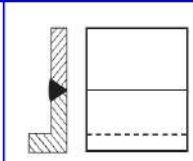
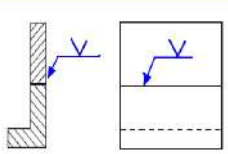
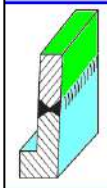
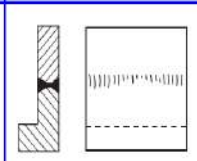
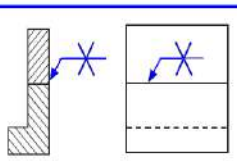
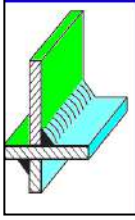
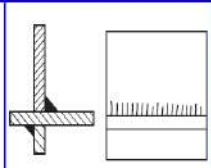
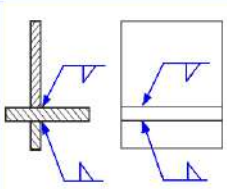


الشكل 2- 32 :العناصر الأساسية التي تستعمل عند وضع بيانات اللحام.

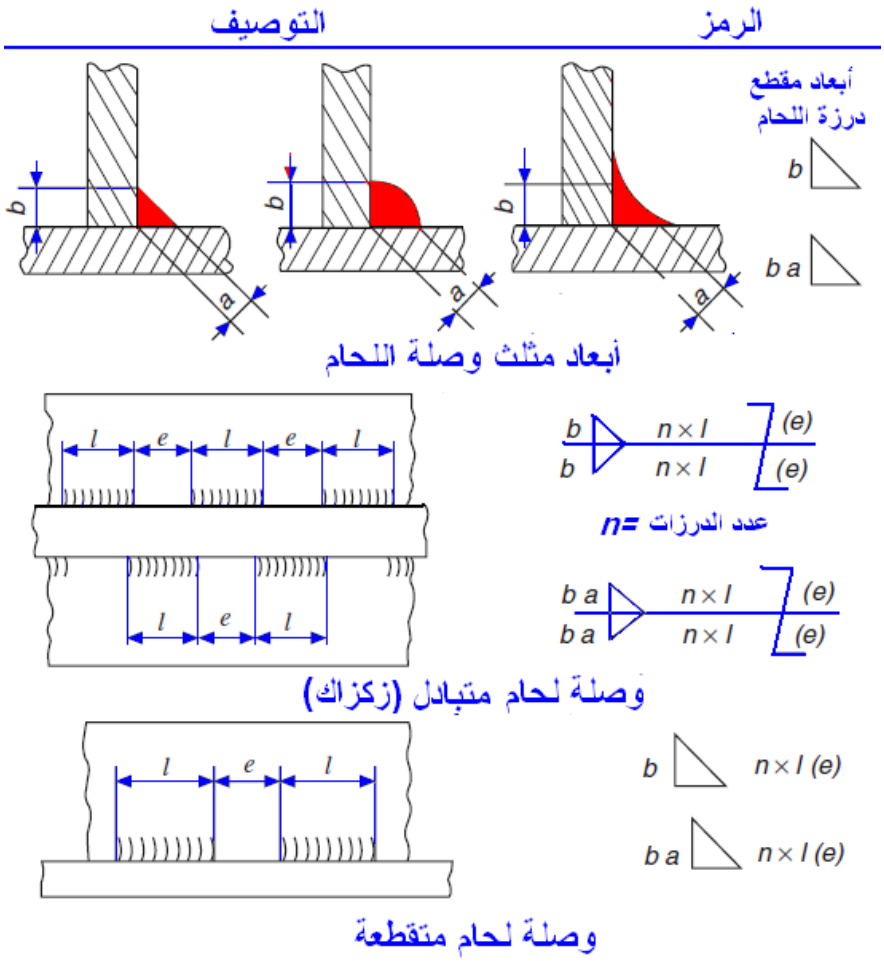
ويمكن التعبير عن كون موضع اللحام في الجهة المقابلة للسهم تكتب المعطيات تحت خط المرجع، وهي الرموز التي تمثل صنف اللحام المستعمل أو نوعه، وهي تشبه شكل اللحام المطلوب تنفيذه ولا تعطي أية إشارة إلى طريقة اللحام، ويبين الجدول (2- 4) هذه الرموز مقابل شكل ونوع وصلة اللحام، فضلاً عن التمثيل الرمزي وبالرسم لبعض من وصلات اللحام.

الجدول 2- 4 :رموز اللحام مقابل شكل ونوع وصلة اللحام، مع التمثيل لبعض وصلات اللحام.

نوع اللحام	الشكل	الرمز
لحام على حافتين مثنيتين		
لحام على حافتين مستويتين		
لحام على شكل حرف V		
لحام على شكل نصف حرف V		
لحام على شكل حرف Y		
لحام على شكل نصف حرف Y		
لحام على شكل حرف U		
لحام على شكل نصف حرف U أو J		
لحام زاوية		
لحام دائري		
لحام نقطة		

شكل اللحام	التمثيل بالرسم	التمثيل الرمزي
		
		
		
		

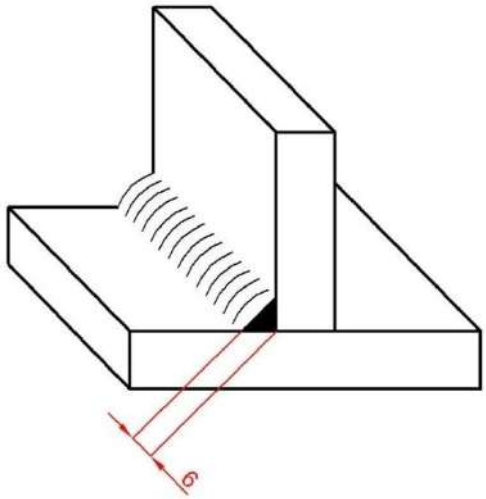
توجد طريقتان لوضع أبعاد مقطع اللحام مثلث الشكل، أما بوضع طول ضلع المثلث (b) أو إرتفاعه (a) مع الحرف الدال عليه، ويبين الشكل (2- 33) رمز وتوصيف أبعاد المقطع المثلث لخط اللحام وكيفية التعبير عن طول درزة اللحام (*l*)، عدد الدرزات (*n*)، المسافة التي تفصل بين الدرزات (*e*)، فضلاً عن توصيف التتابع بالدرزات كاللحام المتبادل (الزكزاك) من جهتين واللحام المتقطع من جهة واحدة.



الشكل 2- 33 : وضع الأبعاد على رموز اللحام.

مثال 2- 6

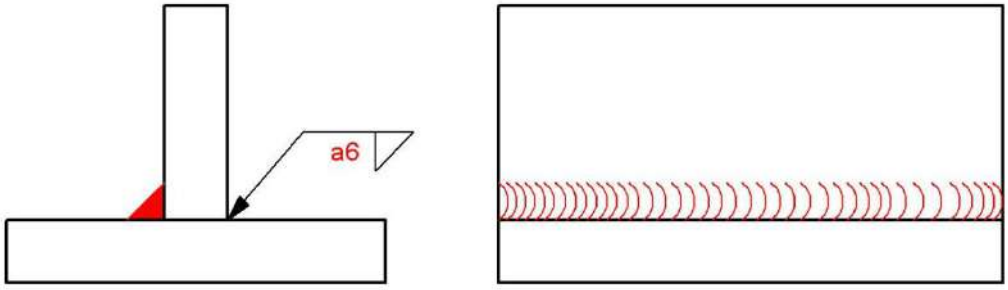
الشكل (2- 34) يبين وصلة معدنية تم توصيل أجزاؤها عن طريق اللحام، إرسم المسقط الرأسي والمسقط الجانبي للوصلة مع وضع رموز اللحام عليهما.



الشكل 2-:34 منظور لوصلة عن طريق اللحام.

الحل

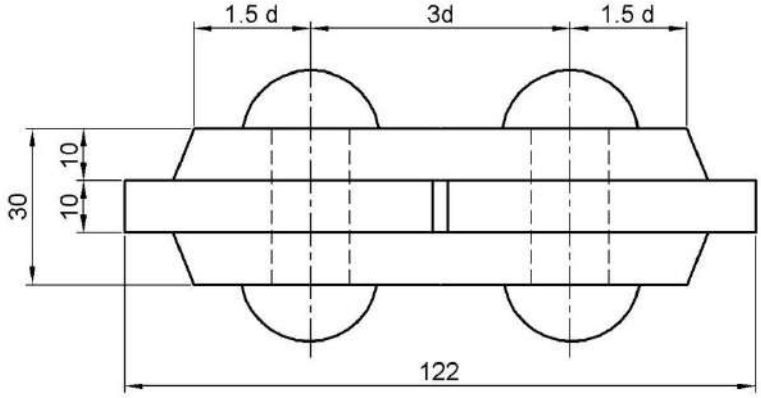
بعد رسم المسقط الرأسي والمسقط الجانبي نضع الرمز عليه كما في شكل (2-35)، إذ يبين الرمز أن اللحام مثلث في الجانب الآخر من السهم وأن إرتفاع المثلث a = 6mm .



الشكل 2-35.

7-2 أسئلة وتمارين

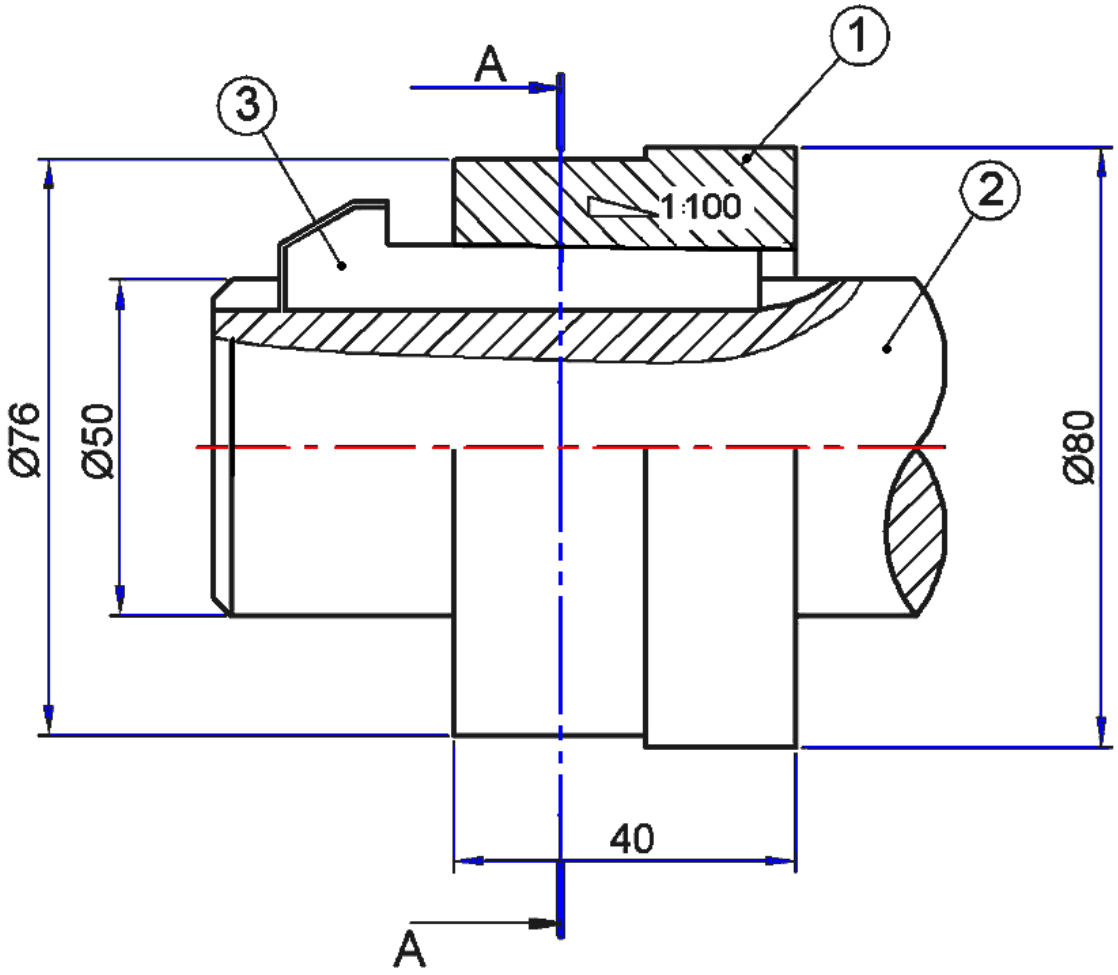
1-7-2: الشكل (2- 36) يوضح وصلة تناكبيه مزدوجة مكونة من أربع قطع من الحديد المنبسط سمك كل منها (10mm) ومربوطة عن طريق ستة مسامير برشام كروية (D16)، والمسافة بين القطعتين في الوسط (2 mm)، إرسم بمقياس رسم مناسب القطاع الرأسي والمسقط الأفقي للوصلة .



الشكل 2-36.

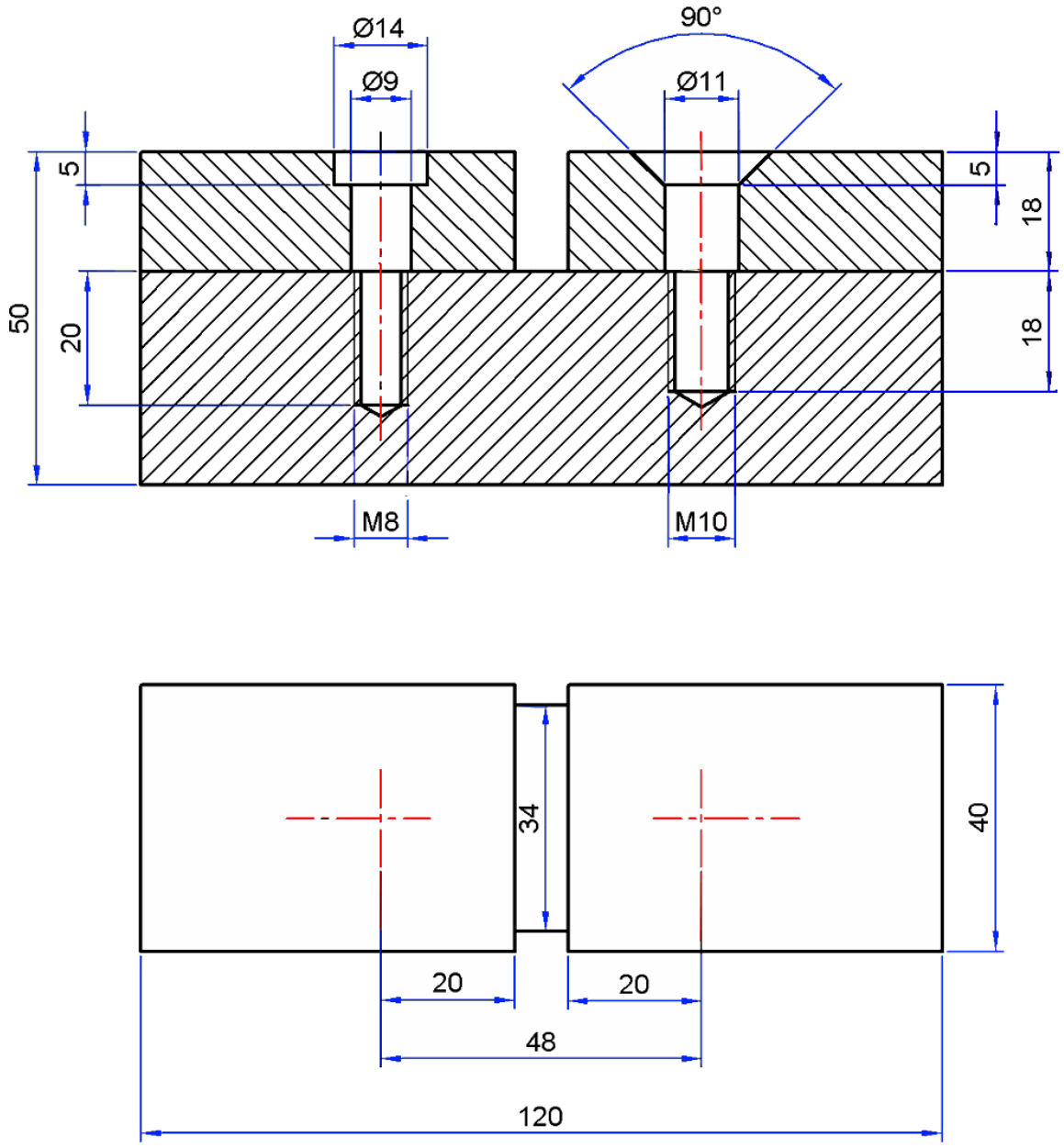
2-7-2: الشكل (2-37) يوضح وصلة ربط بخابور ذو الرأس، إرسم بمقياس رسم1:1 مع وضع الأبعاد الضرورية بعد تقدير القياسات الناقصة بحسب الرسم كما يأتي :-

- قطاع راسي ومسقط جانبي للجزء رقم 1.
- مسقط رأسي مع جزء من مقطع المجرى ومسقط جانبي للجزء رقم 2.
- قطاع عند خط القطع A-A للأجزاء المجمعة.



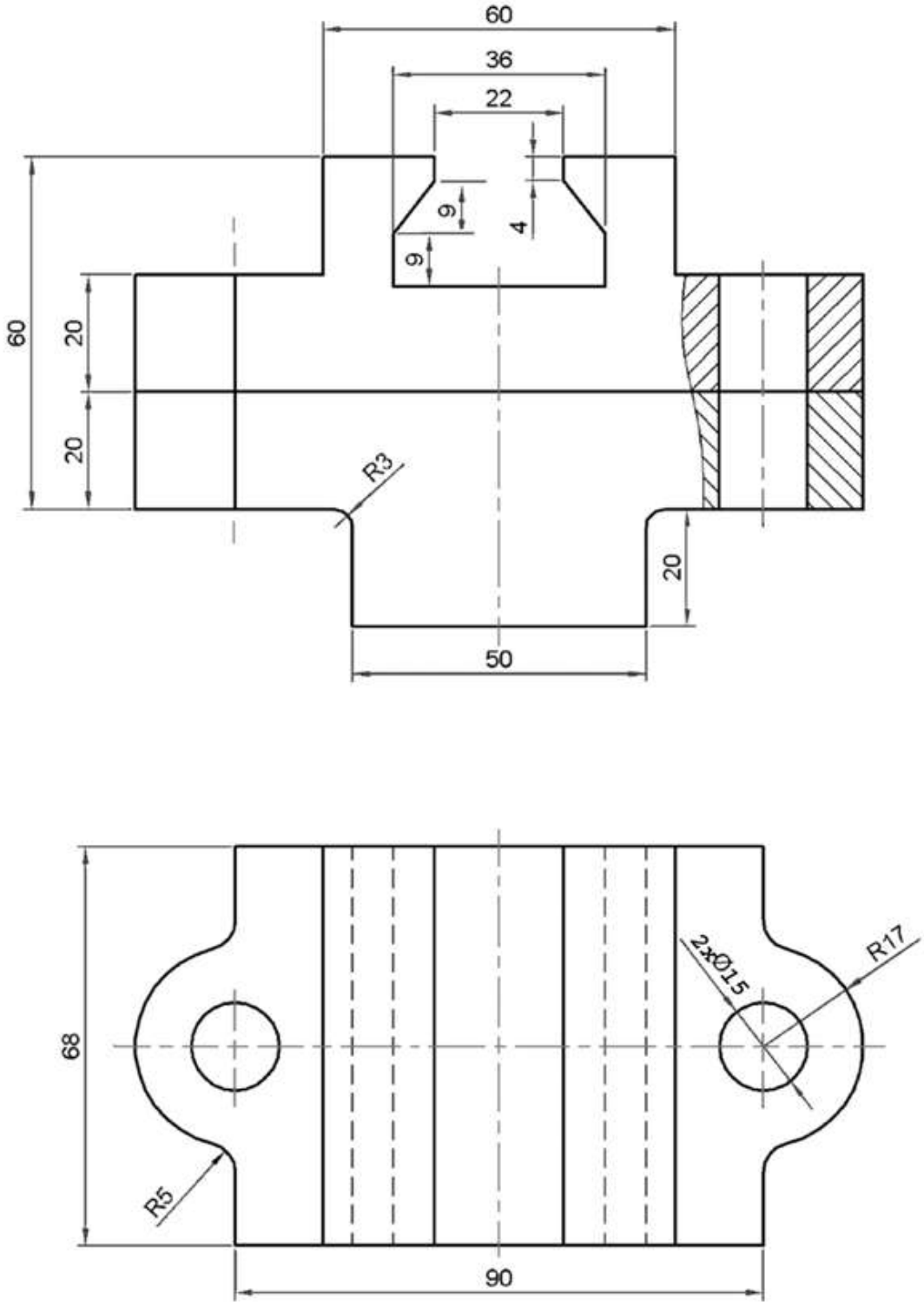
الشكل 2-37.

3-7-2: بمقياس رسم1:1، إرسم الوصلة الموضحة بالشكل (2- 38) بعد ربطها عن طريق برغي ذو رأس منبسط وغاطس وبرغي ذو رأس منبسط واسطواني .



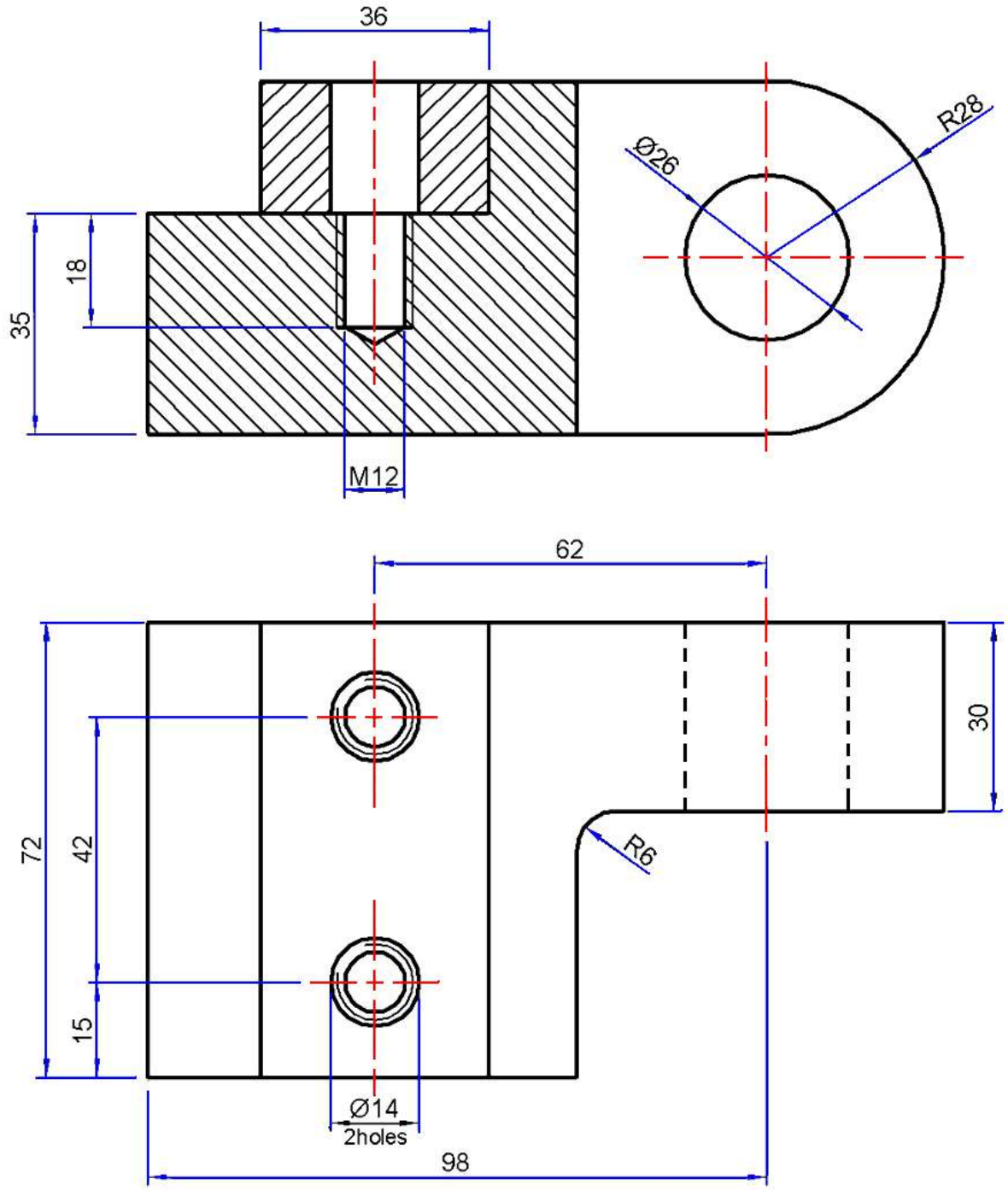
الشكل 2-38.

2-7- 4: بمقياس رسم 1:1، إرسم الوصلة الموضح مسقطيها بالشكل (2- 39) مستعملاً برغي سداسي وصامولة سداسية.



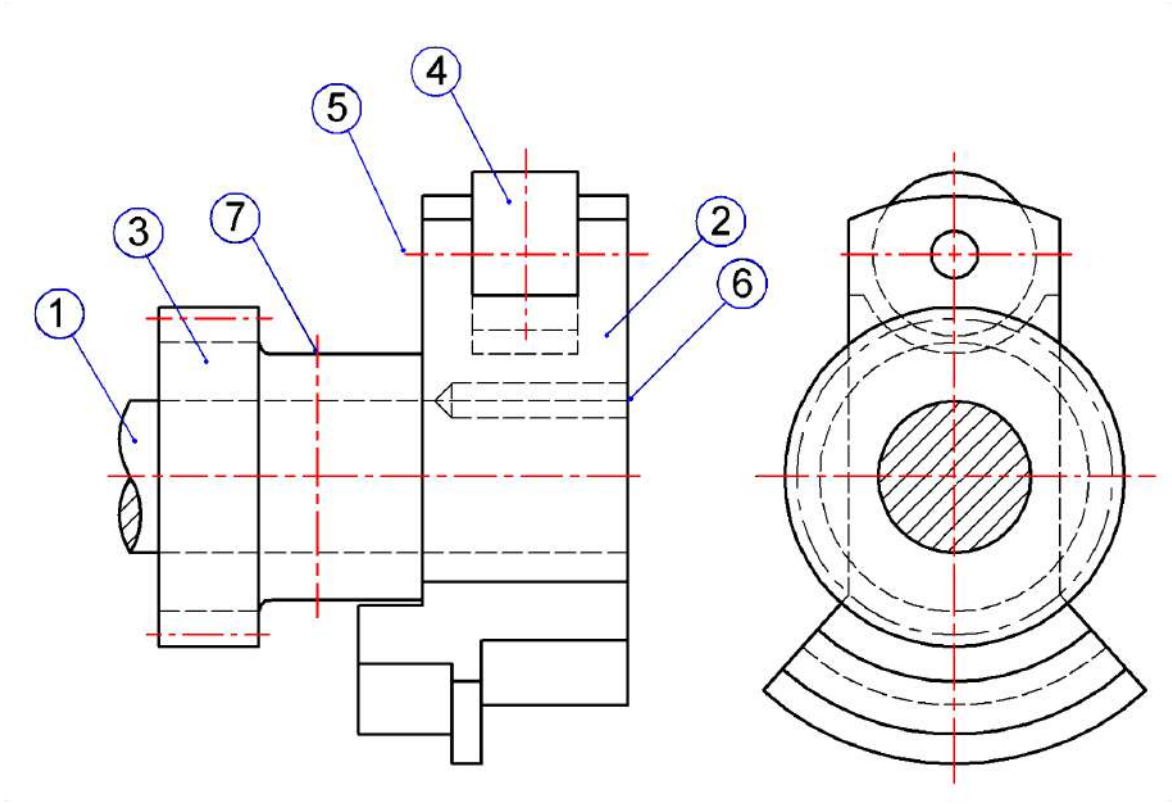
الشكل 2- 39.

2-7-5: بمقياس رسم 1:1، إرسم الوصلة الموضح لها قطاع رأسي ومسقط أفقي في الشكل (2- 40) بعد ربطها عن طريق برغي مسنن من الطرفين (Stud Bolt).



الشكل 2-40.

2-7-6 :يوضح الشكل (2-41)المسقط الرأسي والمسقط الجانبي لعناصر ميكانيكية موصلة عن طريق مسامير توصيل (خوابير)، إرسم القطاع الرأسي والقطاع الجانبي عند خط القطع الذي يمر في محور المسمار(7)مع وضع الأبعاد لتوصيف المسامير فقط. علماً أن أبعاد المسمار (7) مخروطي6x40، المسمار (5) ذو حز في الوسط 8x35، والمسمار (6) أسطواني ذو حز مستقيم 6x32.



الشكل 2-41.

2-7-7 **(إثرائي):** بمقياس رسم تكبير 2: 1، إرسم القطاع الرأسي والمسقط الجانبي لنابض ضغط إذا علمت أن القطر المتوسط (32 mm)، طوله (98 mm)، قطر السلك (6 mm) وعدد اللفات 7 بخطوة مقدارها ضعف قطر السلك، مع كتابة الأبعاد القياسية.

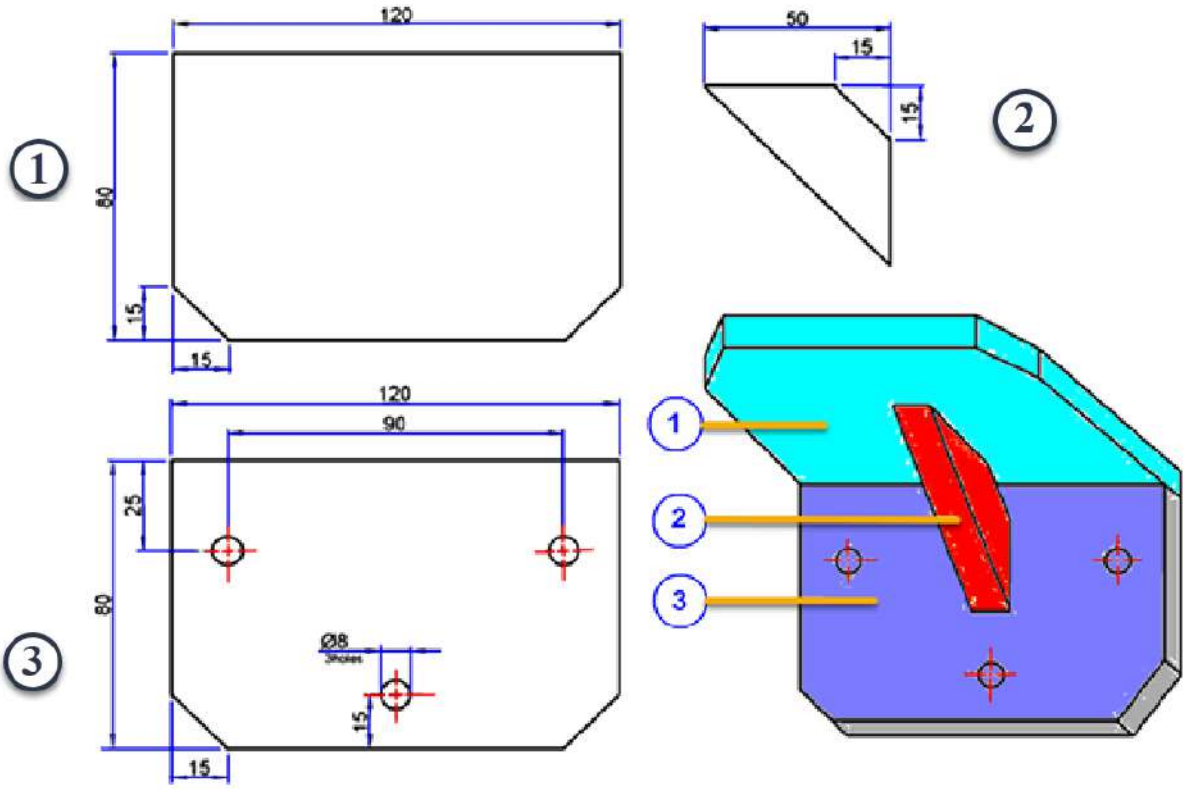
2-7-8 **(إثرائي)**: بمقياس رسم تكبير 2: 1، ارسم المسقط الرأسي لنابض سحب إذا علمت أن القطر المتوسط (30 mm)، طوله الكلي (102 mm)، قطر السلك (6 mm) وعدد اللفات الفعالة 9، مع كتابة الأبعاد القياسية.

2-7-9 : يبين الشكل (2-42) مسنداً ربطت أجزاؤه الثلاثة عن طريق اللحام، بمقياس رسم 1:1إرسم المسقط الرأسي والمسقط الجانبي للشكل المربوط باللحام مبينا عليهما رموز اللحام .

ملاحظة :

- يربط الجزء1 مع الجزء 2 بلحام مثلث في جانب واحد، طول ضلع المثلث b=6mm.
- يربط الجزء 3 مع الجزء 2 بلحام مثلث حول المحيط، طول ضلع المثلث b=4mm.

- يربط الجزء 3 مع الجزء 1 بلحام مثلث في الجانبين، طول ضلع المثلث b=4mm.
- سمك جميع الأجزاء 8mm.



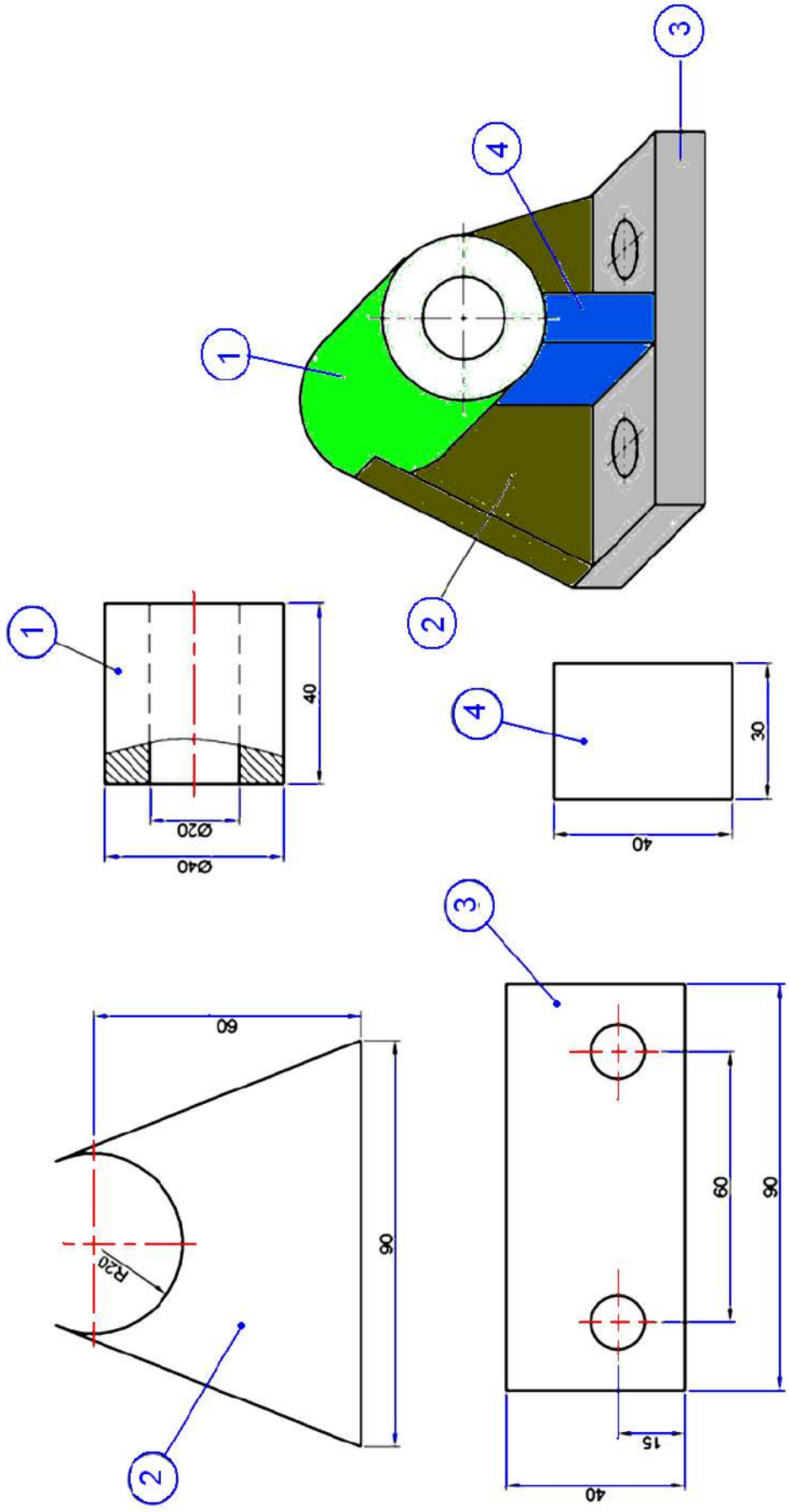
-

الشكل 2-42.

2-7-10: الشكل (2-43) يبين حاملاً ربطت أجزاؤه عن طريق اللحام، بمقياس رسم1:1، ارسم المسقط الرأسي والمسقط الجانبي للشكل المجمع مبينا عليهما رموز اللحام.

ملحوظة :

- يربط الجزء1مع الجزء 2بدرزة لحام مقطعها مثلث ومن جانب واحد، تترك مسافة (20mm) في منتصف القوس بدون لحام.
- ربط الجزء 2 مع الجزء 3 بلحام مثلث في جانب واحد، يتم لحام مسافة (20mm) في طرفي الجزأين.
- يربط الجزء 4 مع الأجزاء 1، 2 ، و3 بلحام مثلث في الجانبين.
- a=4mm، سمك الجزئين (3 و 4)= 12 mm
- سمك الجزء (2) = 10 mm



الشكل 2- 43.

الفصل الثالث

الرسم المجمع (التركيبي)

Assembly Drawing

أهداف الفصل الثالث

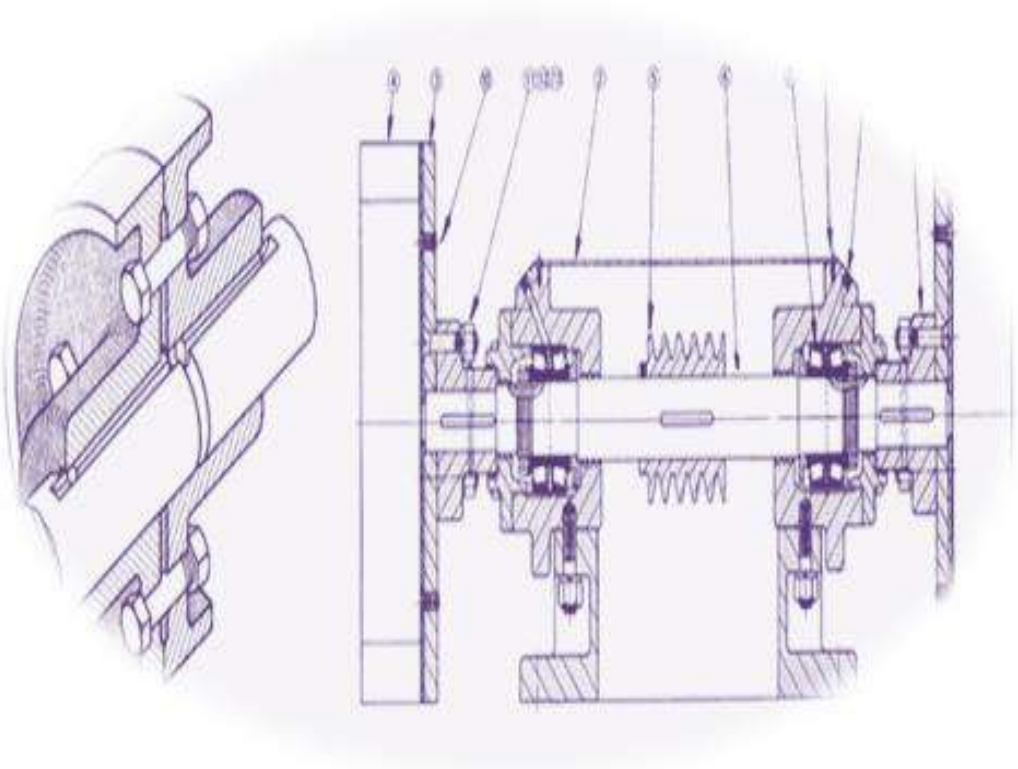
بعد الانتهاء من دراسة الفصل يكون الطالب قادرا على أن :

1- يعرف وظيفة كل من الرسم التفصيلي والتجميعي.

2-يعرف قواعد تنظيم مساقط الأشكال المجمعة على لوحة الرسم.

3-يرسم مساقط الأجزاء من الرسومات المجمعة.

4- يرسم مقاطع الأشكال بعد تجميع الأجزاء.



تمهيد

يتم تنفيذ التصميم الهندسي عن طريق الرسم التنفيذي (التشغيلي) (Working Drawing) إذ يتم انتاج الأجزاء بموجب رسم خاص لكل جزء يحتوي على جميع المعلومات والتفاصيل اللازمة للإنتاج والوصول إلى الشكل النهائي، يسمى هذا الرسم "الرسم التفصيلي (Detailed Drawing)" الذي يتضمن تفاصيل أساسية كشكل الجسم، تشغيل السطوح، الأبعاد، مادة الصنع، التفاوتات، وغيرها، عدا الأجزاء القياسية كاللوالب والصواميل لكونها عناصر معيارية يتبع ذلك مرحلة ثانية تتضمن تجميع هذه الأجزاء يسمى "الرسم المجمع (Assembly Drawing)" ليكون دليلاً لعملية التجميع، ويتضمن جميع الأجزاء مجمعة وفي العادة يرسم مسقطاً واحداً أو مسقطاً نصف مقطوع، وأحياناً يضاف مسقطاً آخر، مع إضافة بعض الأبعاد والملاحظات التي تسهل التجميع.

3-1الرسم المجمع (Assembly Drawing)

الرسم الذي يمثل مجموعة من الأجزاء الميكانيكية مجمعة، يظهر من خلاله ترابط هذه الأجزاء، والطرائق المستعملة في ربطها وتوصيلها (عن طريق اللوالب، البراشيم، اللحام، ...)، ويبين تصميم الماكينة وطريقة عملها والإنهاء عند عملية التجميع أو بعدها مع احتوائه على مجمع العنوان وقائمة الأجزاء بعد ترقيمها برقم داخل دائرة في لوحة الرسم، ويجب قبل رسم التجميع الدراسة الجيدة لوسائل الربط الميكانيكي سواء الدائمة مثل اللحام والبرشام أو غير الدائمة مثل اللوالب والصواميل ، كذلك دراسة طرق تمثيل الخوابير والنوابض والتروس في الرسم الهندسي.

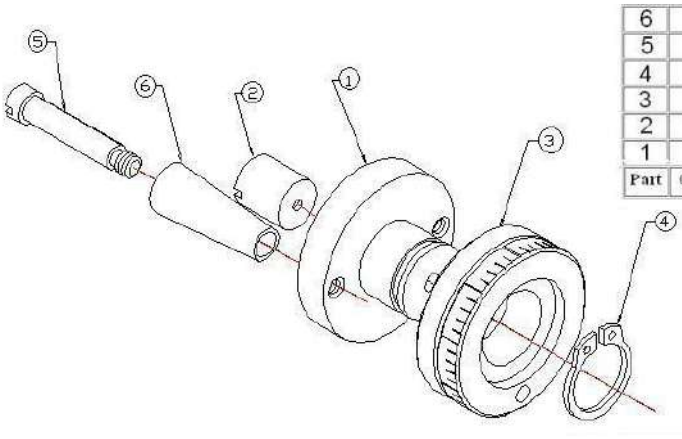
3-1-1 وضع الأبعاد على الرسم المجمع

تعتمد كتابة الأبعاد على طبيعة الجزء ووظيفته إذ لا يتطلب الرسم المجمع وضع جميع الأبعاد التي توضع على الرسوم التفصيلية، بل الإكتفاء ببعض الأبعاد الضرورية وتوزيعها على مساقط الجزء مثل:

- الأبعاد الكلية للمنتج كالطول والعرض والأرتفاع.
- الأبعاد التي تحدد مواضع الأجزاء بعضها نسبة إلى بعض.
- تحديد مواضع ثقوب البراغي، الخوابير،.... ، وغيرها.
- الأبعاد التصميمية المهمة كالمسافة بين المحاور.
- وضع رموز إنجاز الأسطح حسب وظيفة كل جزء، فضلاً عن الشكل المجمع.

تنظم لوحة الرسم المجمع باختيار عدد المساقط اللازمة بحسب الحاجة لتوضيح الأجزاء مع استعمال القطاعات بأنواعها (كاملة أو نصفية أو جزئية) لتوضيح الأجزاء المتداخلة مع بعضها ولا ترسم الحافات المخفية بخطوط متقطعة في هذا النوع من الرسم إلا في حالة الضرورة القصوى، لأن ما هو مرسوم من قطاعات يكفي للتوضيح، كذلك لا تحدد الأبعاد على الرسوم المجمعة على وجه العموم باستثناء بعض الأبعاد الأساسية كالبعد بين المحاور او بين الأجزاء المجمعة. وفي بعض الحالات الخاصة ولأغراض

تسويقية أو لتوضيح بعض التفاصيل الوظيفية لغير المتخصصين تستعمل الرسومات التجميعية المتمددة (Exploded Assemblies) كبديل مرحلي عن الرسم التجميعي، وهذا ما يستعمل غالباً في كتيبات الاستعمال لكثير من الأجهزة، الشكل (3-1).



Part	Quantity	Description	Material
6	1	Crank Handle	1" length of 3/8" Brass rod
5	1	Crank Handle Arbor	1 1/4" length of 1/4" 12L14 rod
4	1	9/16" External Snap Ring	As Supplied
3	1	Modified Taig Dial	As Supplied
2	1	Crank Arbor Lock Nut	1/2" length of 3/8" dia 12L14 rod
1	1	Crank Arbor	11/16" length of 1 1/4" dia 12L14 rod

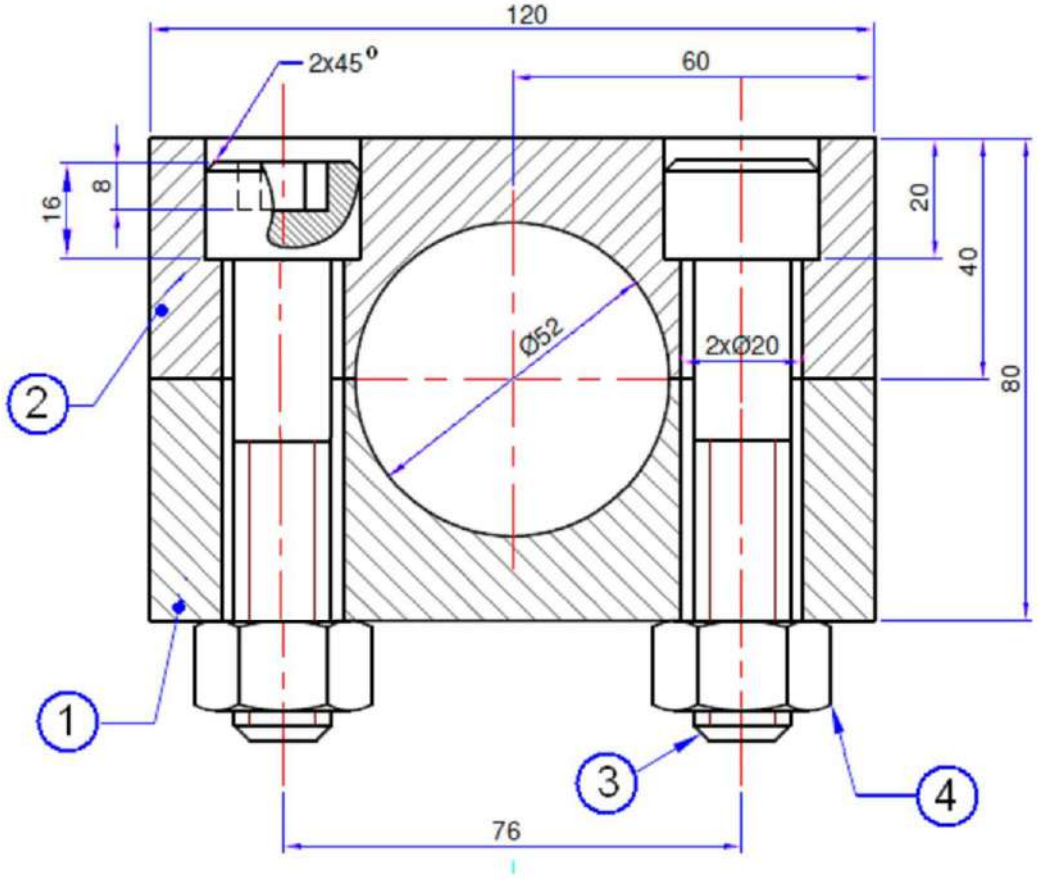
الشكل 3-1 : الرسم المجمع المتمدد لعجلة تحديد بعد الراسمة الصغرى في المخرطة.

3-1- 2 ترقيم الأجزاء

يميز كل جزء في الرسم المجمع عن طريق رقم مع مراعاة التوافق المنطقي في تسلسل الأجزاء مع التتابع الرقمي، أو الأخذ بنظر الاعتبار الحجم (من الكبير الى الصغير)، صلادة معدن الصنع (الاجزاء المصنوعة من حديد الصب ثم النحاس، وهكذا)، إلاّ أن طريقة الترقيم المفضلة بحسب تسلسل ورودها في عملية التجميع عند رسم مساقط الأجزاء.

في الرسم المجمع يوضع الرقم داخل دائرة متصلة بخط دليل، أو يوضع فوق خط الدليل أو قربه وينتهي خط الدليل (وهو خط رفيع بسمك خط البعد) بنقطة في حالة الأشارة داخل الجزء المعني أو بسهم إذا كان يشير لخط من الخطوط الخارجية للجزء، أما عند رسم الأجزاء فيستعاض عن خط الدليل بكتابة الرقم وبجانبه إسم الجزء يكتبان بجانب أحد مساقطه.

توزع الأرقام بصورة أفقية أو عمودية حول الرسم بشكل منتظم بحيث لا تتقاطع خطوط الدليل مع بعضها ولا تكون موازية لخطوط القطع، الشكل (3- 2)، وبذلك فمن المهم أن تحدد كل قطعة بالرقم الخاص بها على الرسم المجمع لكي يمكن الرجوع إلى هذا الرقم عند الإنتاج.



الشكل 3-2: كتابة الأرقام والأبعاد على الرسم المجمع.

2-3 جدول الرسم التجميعي

لابد أن تحتوي كل لوحة رسم بعد عمل الإطار المحيط بها على جدول مجمع العنوان Title Block لكتابة البيانات التعريفية للوحة الرسم كمقياس الرسم، اسم التمرين، تسلسل اللوحة، علامة الإسقاط في الزاوية الزوجية الأولى، فضلاً عن المعلومات التي تخص الرسام، الشكل (3- 3).

10		المرحلة : الثالث	إسم التمرين :	مقياس الرسم :
10	التاريخ 20../ /	الاختصاص : ميكانيك	اسم الطالب :	رقم اللوحة :
	30	40	90	30

الشكل 3-3 : جدول العنوان.

أما في لوحة الرسم المجمع فيضاف الى مجمع العنوان ملحقاً أو قائمة بشكل جدول تدعى قائمة الأجزاء Parts List يتضمن رقم الجزء، اسم الجزء، العدد المطلوب من كل جزء، والمادة المصنوع منها، إذ توضع قائمة الأجزاء مباشرة فوق مجمع العنوان ويتم وضع التسلسل من الأسفل الى الأعلى مما يسمح بإضافة أية أجزاء عند الضرورة، الشكل (3- 4)، أما في حالة وضع قائمة المواد بورقة منفصلة فيتم ترتيب تسلسل الأجزاء من الأعلى الى الأسفل.

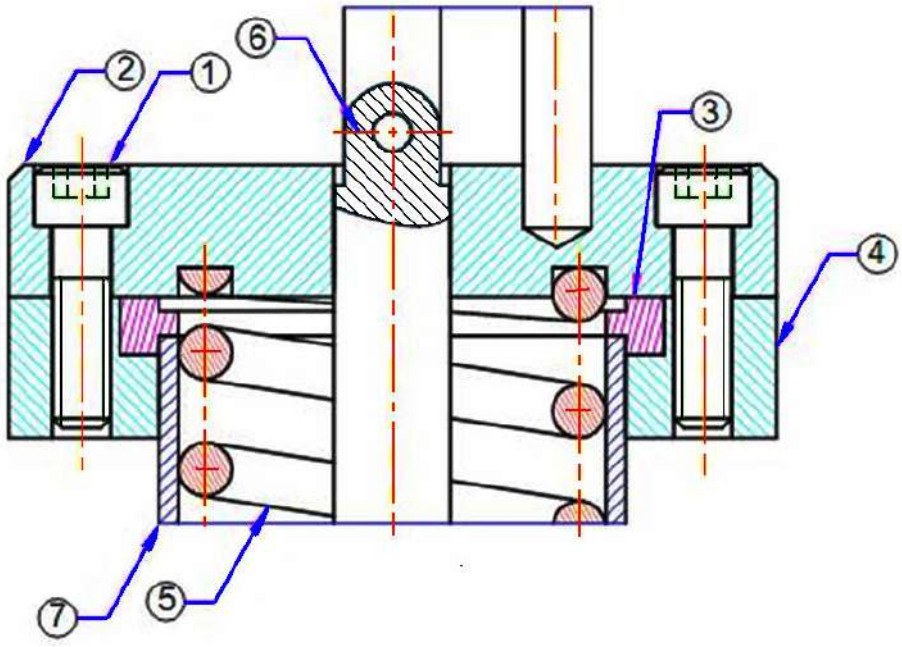
15	45	15	45
2			
1			
رقم الجزء	اسم الجزء	العدد	معدن الصنع

مقياس الرسم :	إسم التمرين :	المرحلة : الثالث	
رقم اللوحة :	اسم الطالب :	الاختصاص : ميكانيك	التاريخ 20.. / /

الشكل 3-4 : مجمع العنوان مع قائمة الأجزاء في لوحة الرسم المجمع.

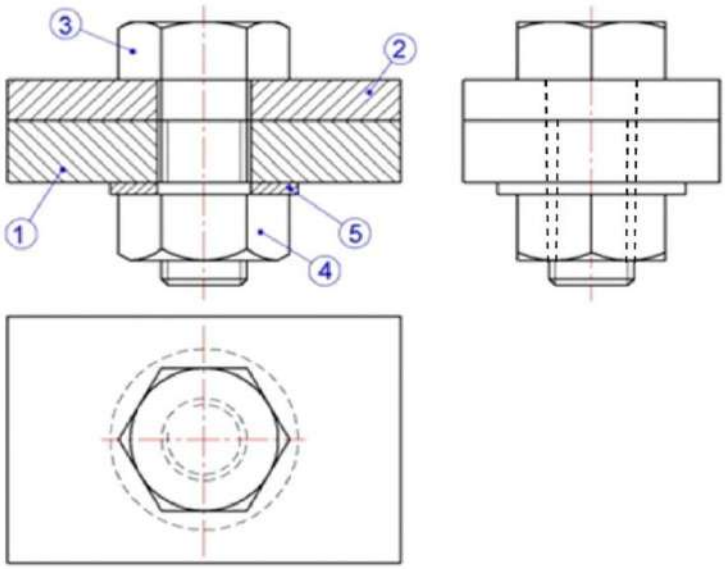
3- 3تركيب القطع الميكانيكية

عند بناء جهاز ميكانيكي بمكوناته فإننا نظلل القطع المتتالية والمترابطة في المساقط المقطوعة (القطاعات) بأشكالٍ متنوعة من حيث الكثافة (المسافات بين خطوط التهشير) وزاوية ميل الخطوط،(في الرسم المعان بالحاسوب–أوتوكاد- يمكننا التحكم بالتظليل بيسر أكثر من الرسم اليدوي من حيث الكثافة وزاوية التظليل واللون). فعندما تكون قطعتان متلاصقتان فإننا نظلل الأولى بخطوط تميل بزاوية (45º) والثانية بميل (135º)،ليظهر التظليلان متعاكسان ،في حين يكون تظليل ثلاثة قطع متلاصقة، الأولى والثانية كما مر سابقاً، والقطعة الثالثة تضلل بخطوط يكون ميلها مميز، كأن يأخذ الزاوية 60º أو 120º. الشكل (3-5) يبين جزء من صمام أمان مجمع من عدة أجزاء، إذ تظهر عدة قطع مترابطة مع بعض وتهشير القطع المتلاصقة والمركبة على بعضها يتم بحيث نغير من زاوية الميل ثم الكثافة (ثم اللون في الرسم المعان بالحاسوب).



الشكل 3-5 : التظليل في الرسم التجميعي، (لوحة اثرائية)

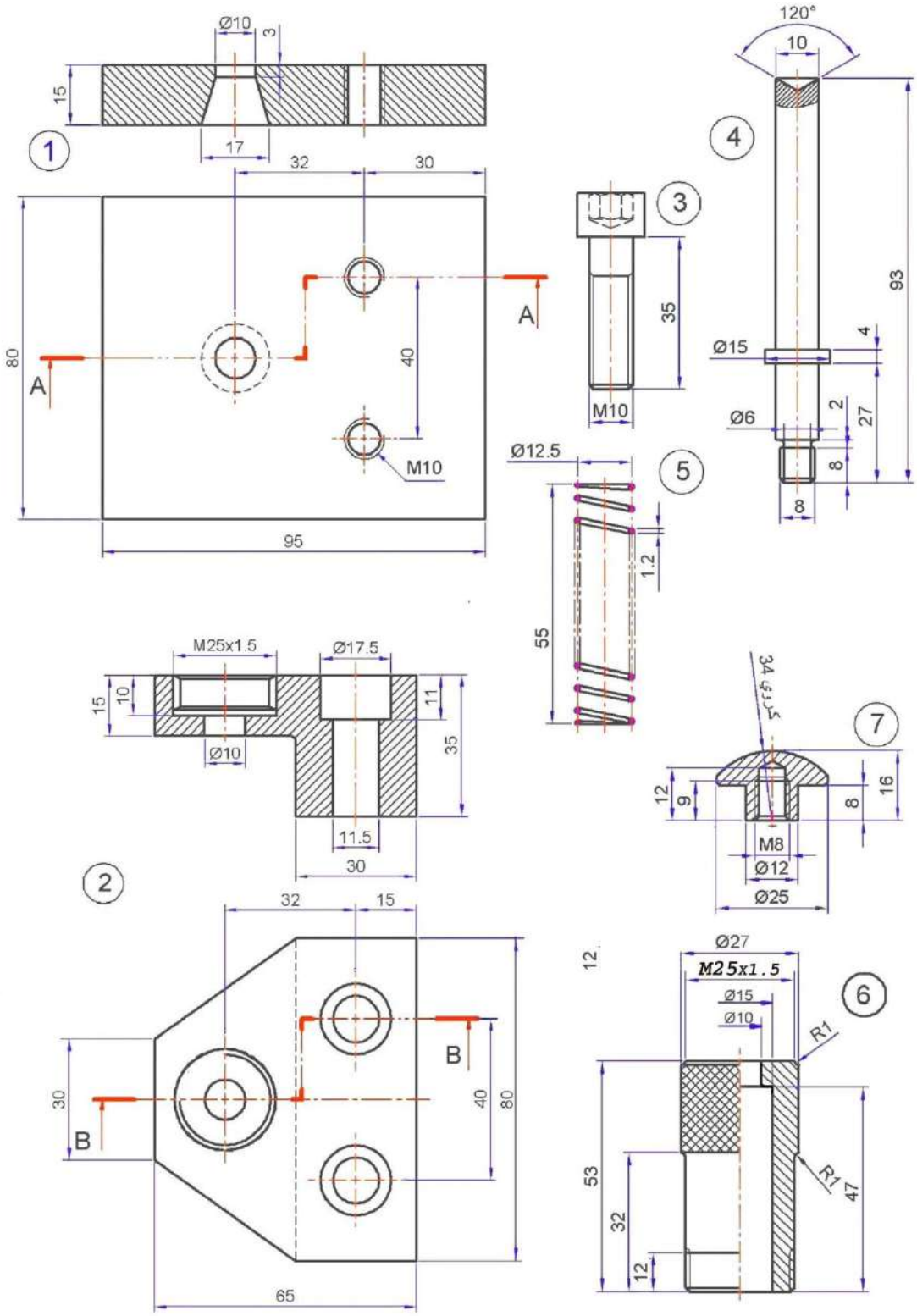
أما التظليل للقطع الميكانيكية التقليدية، أي المركبة من برغي وصامولة، فإن البرغي لا يُقطع أبداً لأنه كالعمود وقطعه لا يضيف أي شيء للتوضيح ويخفي كل القطع الموجودة خلفه باستثناء الصامولة.
والصامولة كقطعة قياسية لا يتم قطعها وتخفي كل أجزاء البرغي الداخل فيها وكل القطع أو الخطوط الموجودة داخلها أو خلفها.
الشكل (3-6) يبين الربط عن طريق البرغي والصامولة، ويعد الحل النهائي للتمرين في المثال (2- 3) في الفصل السابق، ويمكن ملاحظة الجدول وقائمة الأجزاء وترقيمها في اللوحة.



رقم الجزء	اسم الجزء	العدد	معدن الصنع
5	حلقة معدنية M20/22/44/3	1	St37
4	صامولة M20	1	فولاذ الملوائب
3	برغي M20x50/38	1	فولاذ الملوائب
2	قطعة معدنية 70x50x10	1	St37
1	قطعة معدنية 70x50x15	1	St37

مقياس الرسم :	إسم التمرين :	المرحلة : الثالث
رقم اللوحة :	اسم الطالب :	الاختصاص : ميكانيك التاريخ / / 20..

الشكل 3-6 : قطاع للتجميع عن طريق البرغي والصامولة.



الشكل 3-7 : أجزاء آلة تثقيب.

مثال 3-1 (اثرائي)

الشكل (3-7) يبين الأجزاء المكونة لآلة تثقيب، إرسم بعد تجميع الأجزاء القطاع الرأسي (الأمامي)، مع كتابة جدول العنوان وقائمة الأجزاء.

الحل:

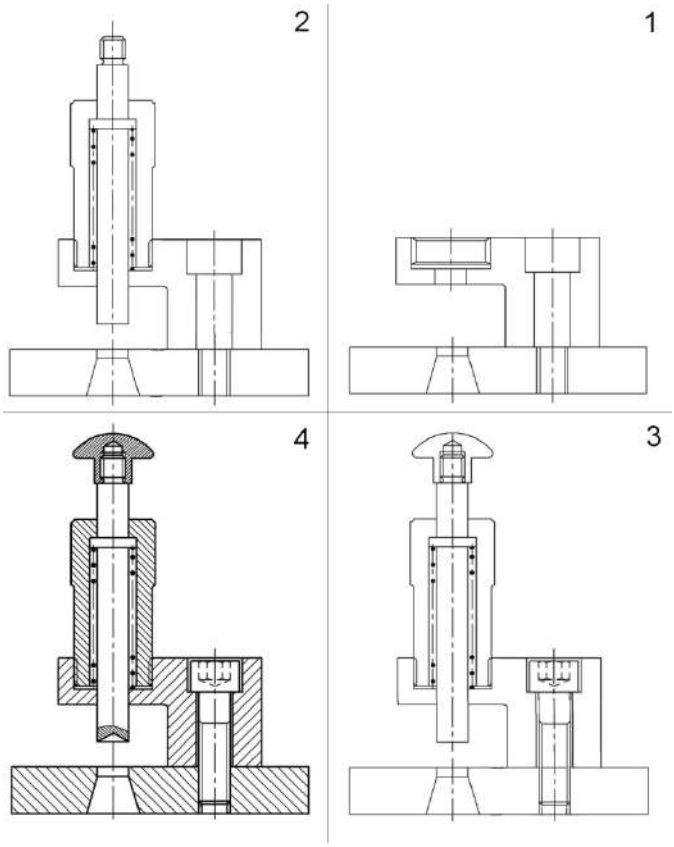
يراعى عند البدء في حل تمارين التجميع أن يرسم الشكل المجمع رسماً يدوياً حراً على ورقة خارجية لضبط توافق الأجزاء المجمعة باعتماد تناسب الأبعاد مع الإنتباه إلى فاعلية الجهاز او الماكينة بعد التجميع، فضلاً عن حساب مواقع المساقط أو القطاعات وتوزيعها في ورقة الرسم، بعد ذلك البداية في رسم القطع الأساسية بالتتابع وكما يأتي، الشكل (3-8):-

1- نرسم الجزء رقم (1) القاعدة يتبعه الجزء رقم (2) قطعة الربط في المكان المخصص لها بتطابق محور الثقب.

2-بتطابق محور ثقب جلبة الدليل نرسم الجزء رقم (6) يتبعه رسم الجزء رقم (4) قضيب التخريم والجزء رقم (5) النابض

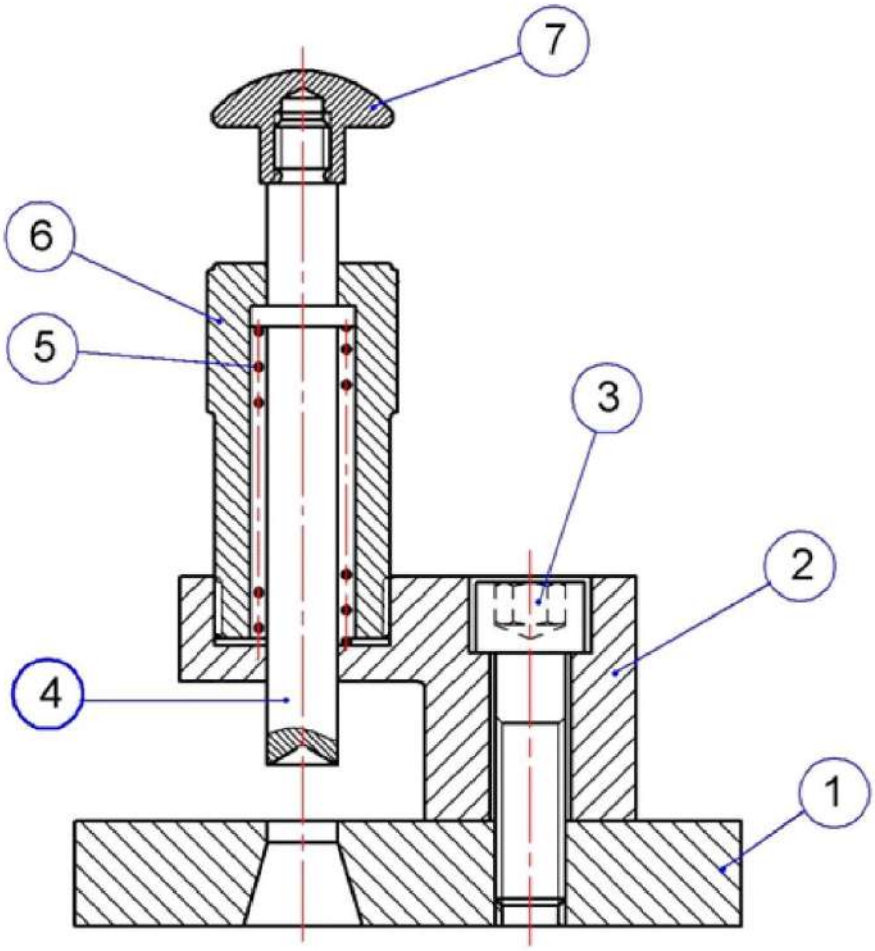
3-نرسم اللولب الأسطواني رقم (3) ومسند الضرب رقم (7) في تطابق مع المحاور.

4- بعد أن تم رسم الأجزاء كل في موضعه نقوم بمسح الخطوط الزائدة وتوضيح الخطوط الظاهرة وتهشير الأجزاء المقطوعة.



الشكل 3-8 : مراحل رسم قطاعاً رأسياً لآلة التثقيب.

ويبين الشكل (3-9) قطاعاً رأسياً للآلة مجمعة مع ترقيم للأجزاء، ونترك اعداد قائمة بأسماء وأعداد الأجزاء واقتراح معدن الصنع على الطالب.(لاحظ طريقة تهشير قطاع النابض عندما يكون قطر السلك قليل).



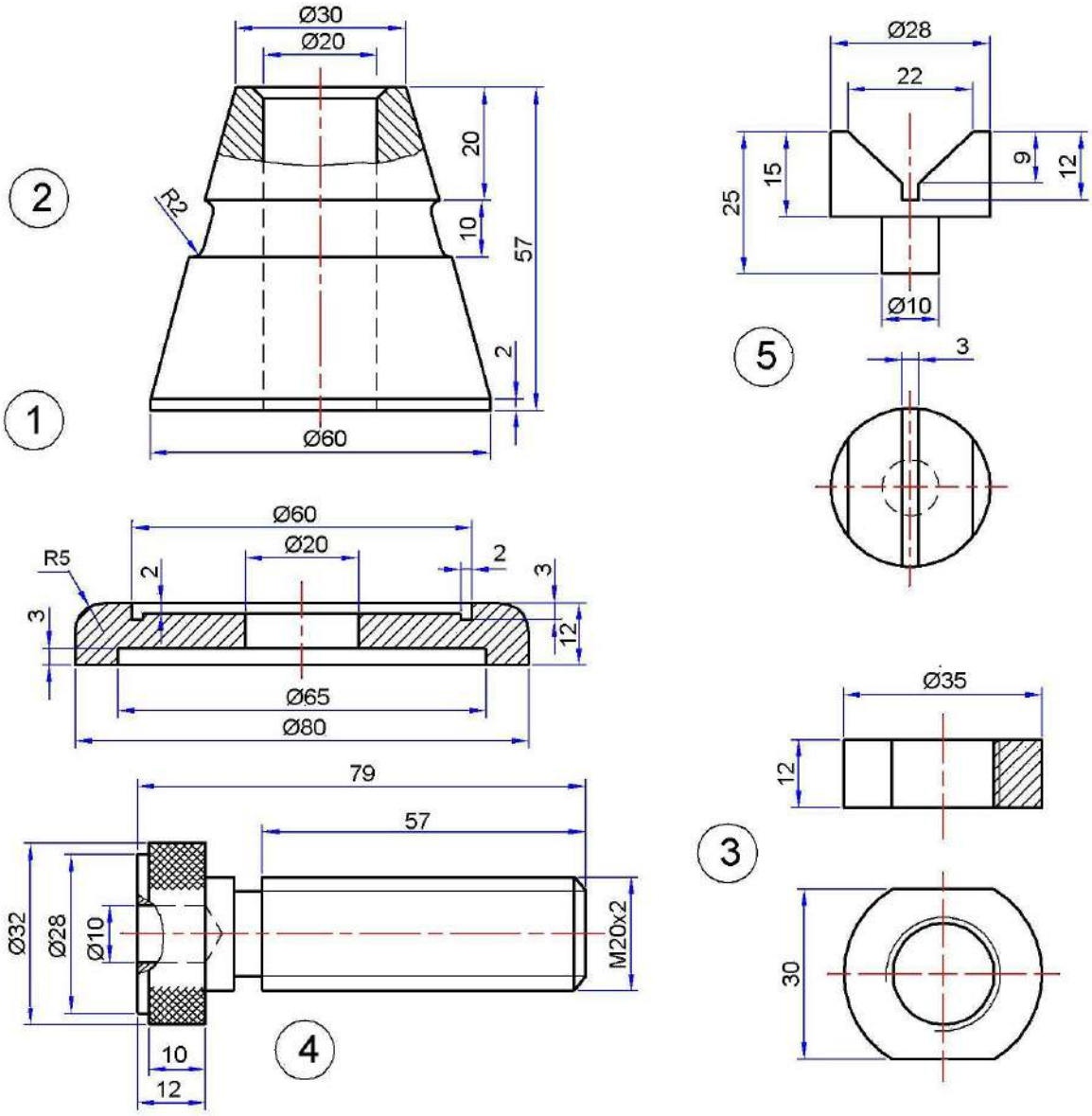
الشكل 3-9: قطاع رأسي كامل لآلة تثقيب.

يتضح من المثال السابق أنه لكي يتم رسم لوحة تجميعية فلا بد من الإنتباه إلى ما يأتي:-

- معرفة أجزاء الوحدة المجمعة والوظيفة التي يؤديها كل جزء منها.
- ترسم اللوحة التجميعية بحيث يحتوي القطاع الرأسي المجمع على القطاعات الرأسية لجميع الأجزاء وكذلك بالنسبة للمساقط أو المقاطع.
- يتم التجميع بحيث ترتب الأجزاء بالتوافق مع أرقام القطع.
- يتم البدء برسم كل قطعة من نقطة أو خط التجميع الذي يربطها بالقطعة السابقة.
- ملاحظة التداخل الذي يحدث عند التجميع بحيث يتم مسح بعض الخطوط وإظهار البعض الآخر.
- الأهتمام بتخالف خطوط التهشير للقطع المتجاورة.
- وضع الأرقام الممثلة للقطع على لوحة الرسم المجمع.

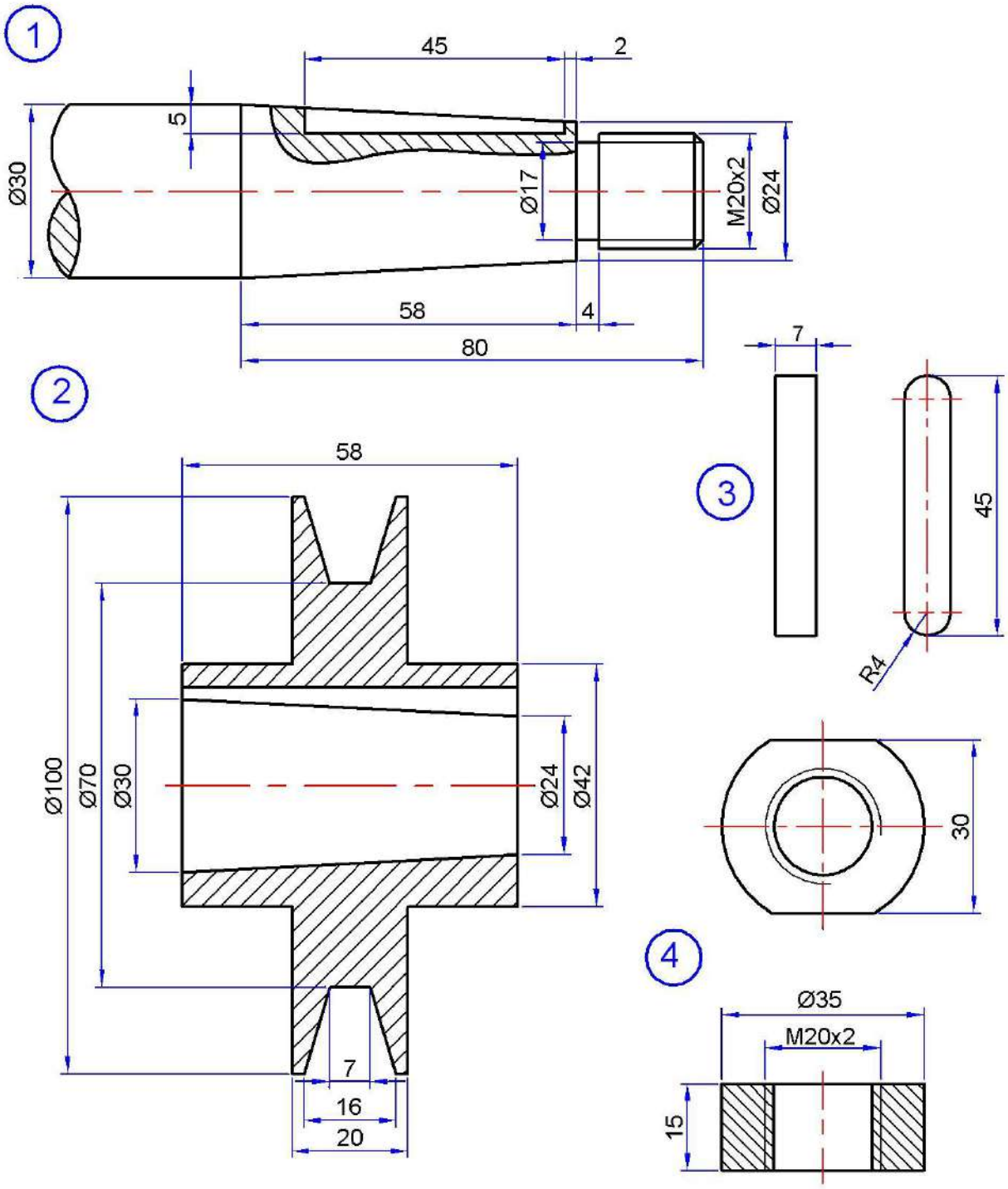
3-4أسئلة وتمارين

3-4-1 : الشكل (3-10) يتضمن أجزاء مسند، بعد تجميعها ارسم بمقياس رسم 1:1 قطاعاً رأسياً كاملاً ومسقطاً جانبياً، مع كتابة جدول العنوان وقائمة الأجزاء.



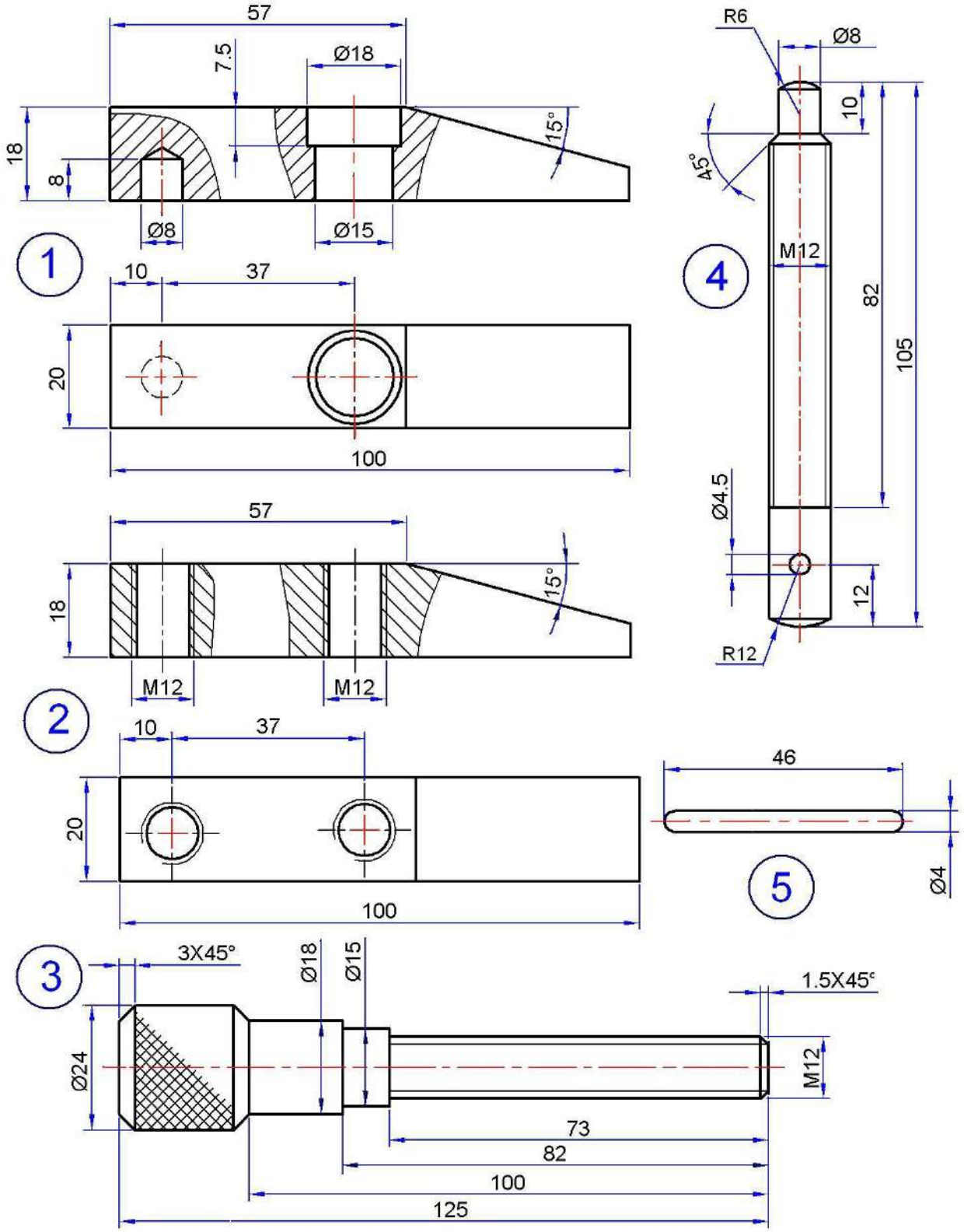
الشكل 3-10 : مساقط أجزاء مسند.

3-4-2 : يبين الشكل (3-11) أجزاء حامل بكرة، بعد تجميع الأجزاء إرسم بمقياس رسم1:1 مسقطاً رأسياً نصفه الأعلى قطاعاً، والمسقط الجانبي، مع تضمين اللوحة لجدول العنوان وقائمة الأجزاء مراعياً توزيع المساقط على ورقة الرسم.



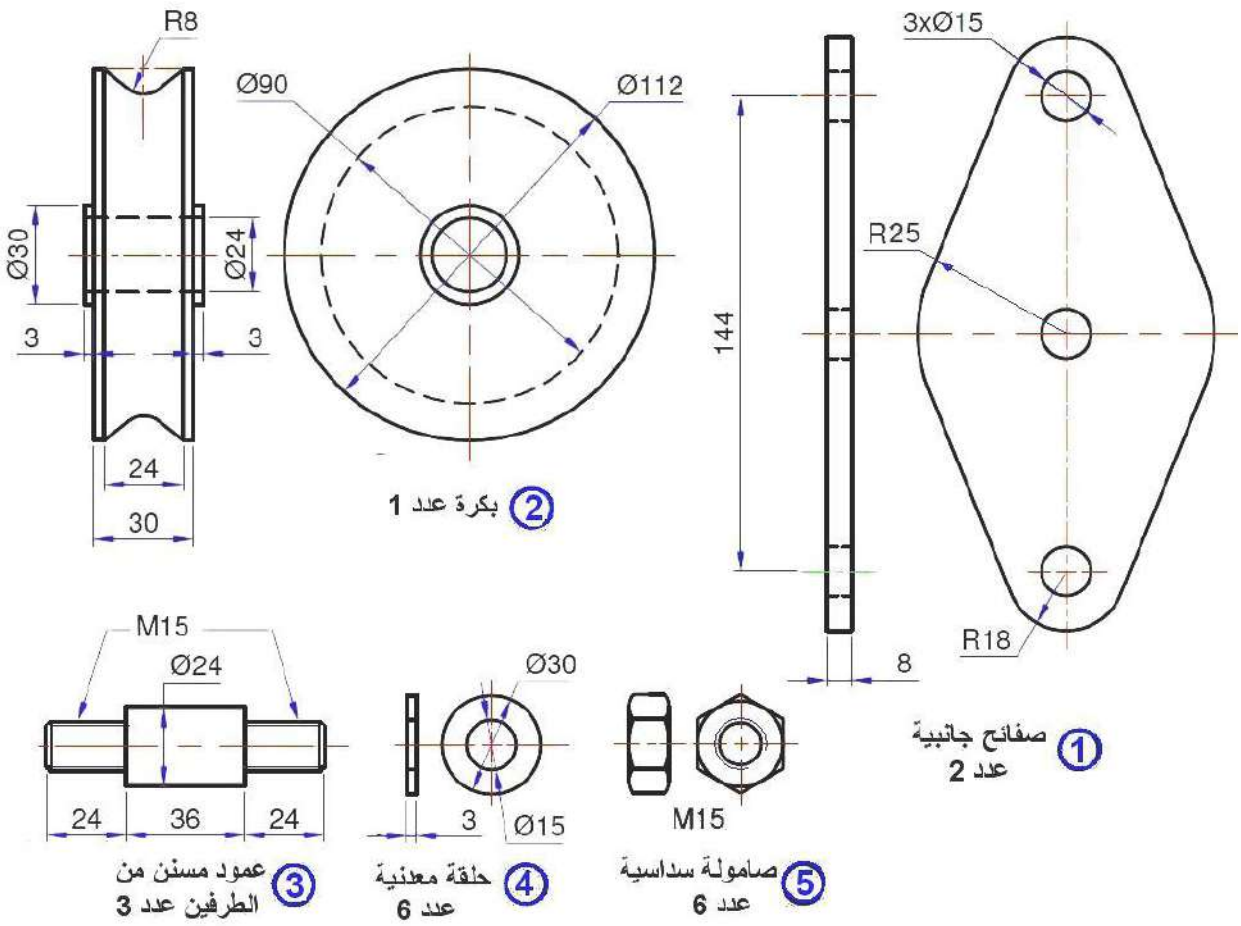
الشكل 3-11 :أجزاء حامل بكرة.

3-4-3 : يبين الشكل (3-12) أجزاء ملزمة يدوية، بمقياس رسم 1:1 إرسم المسقط الرأسي بعد تجميع الأجزاء، بحيث يكون البعد بين فكي الملزمة (15mm) مع تضمين لوحة الرسم لجدول العنوان وقائمة الأجزاء.



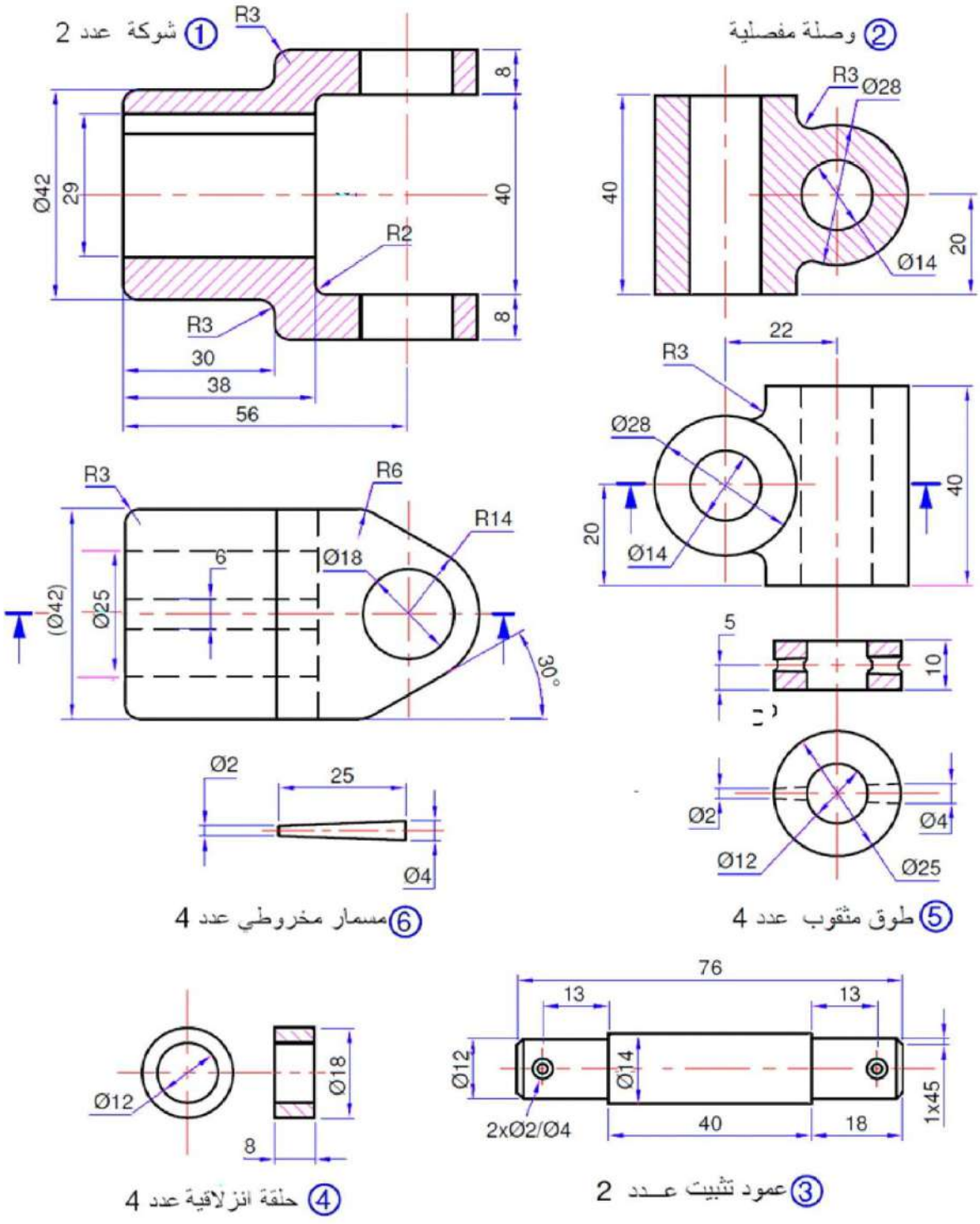
الشكل 3-12 : مساقط أجزاء ملزمة يدوية.

3-4-4 :(تمرين إثرائي) الرسومات في الشكل (3-13) تظهر أجزاء لمكونات بكرة، بمقياس رسم مناسب إرسم قطاعاً رأسياً (أماميا) مجمعاً، مع المسقط الجانبي، على أن تحتوي اللوحة على الأبعاد الرئيسة للشكل المجمع وجدول العنوان وقائمة الأجزاء، مقترحاً نوع معادن الأجزاء.



الشكل 3-13 : أجزاء بكرة.

3-4-5 : الوصلة العامة (Universal Coupling) تستعمل لنقل الحركة الدورانية بين عمودين لا يقعان على المحور نفسه وتدعى بوصلة (Hook) وقد بينت أجزائها في الشكل (3-14)، إذ تثبت الشوكة (1) في الوصلة (2) عن طريق العمود (3) وذلك بإستعمال بطانتين تحيطان بطرفي العمود وداخل حدود فتحة الشوكة وطوقين مع مسمار مخروطي لكلٍ منهما، بمقياس رسم 1:1، إرسم قطاعاً رأسياً (أمامياً) مجمعاً، مع تثبيت أرقام الأجزاء على الرسم وفي قائمة الأجزاء.

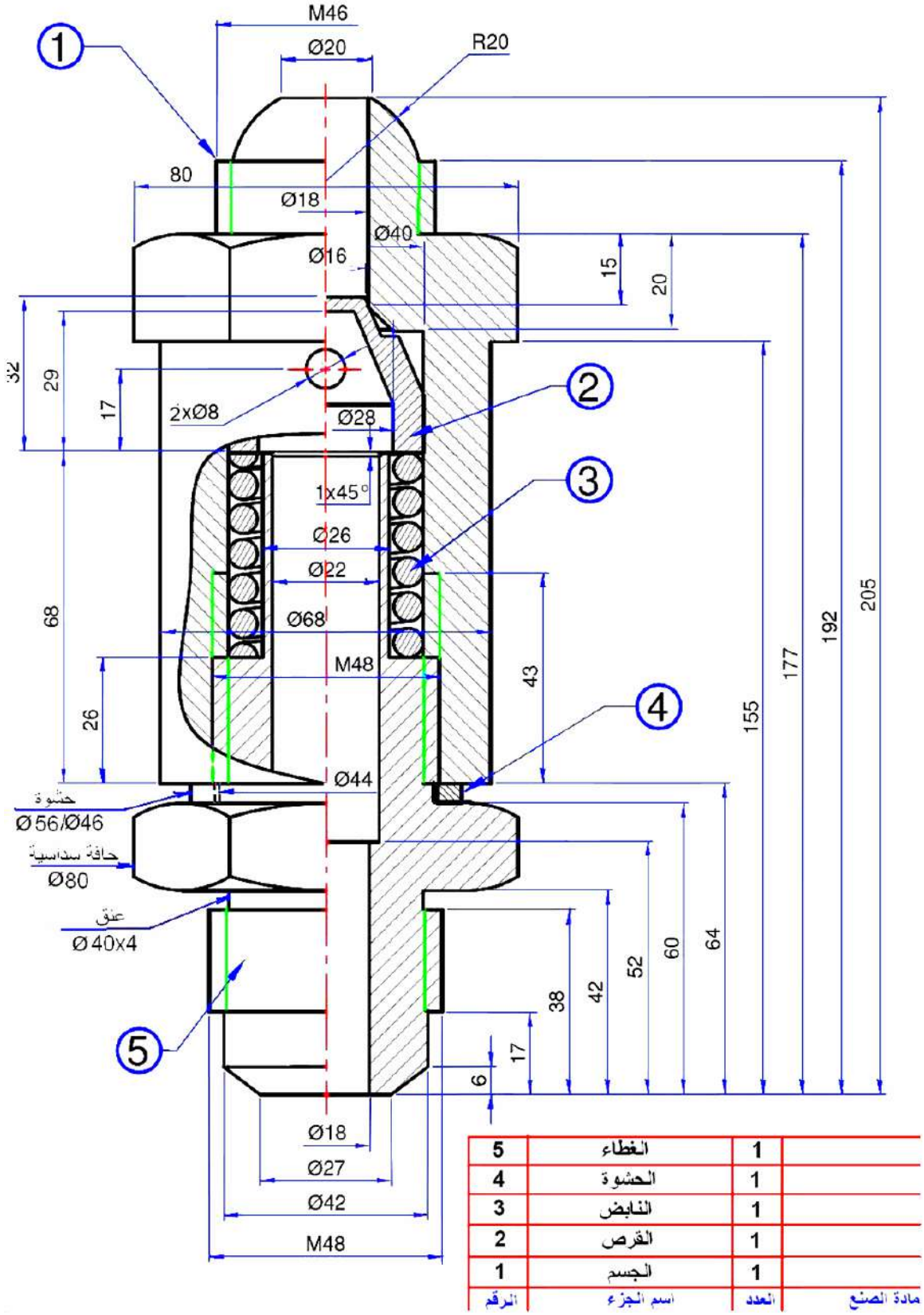


الشكل 3-14 : أجزاء وصلة الربط العامة.

6-4-3 :(تمرين اثرائي) يبين الشكل (3-15) نصف قطاع رأسي مجمعاً لصمام هيدروليكي (Hydraulic Valve)، بمقياس رسم مناسب ارسم:-

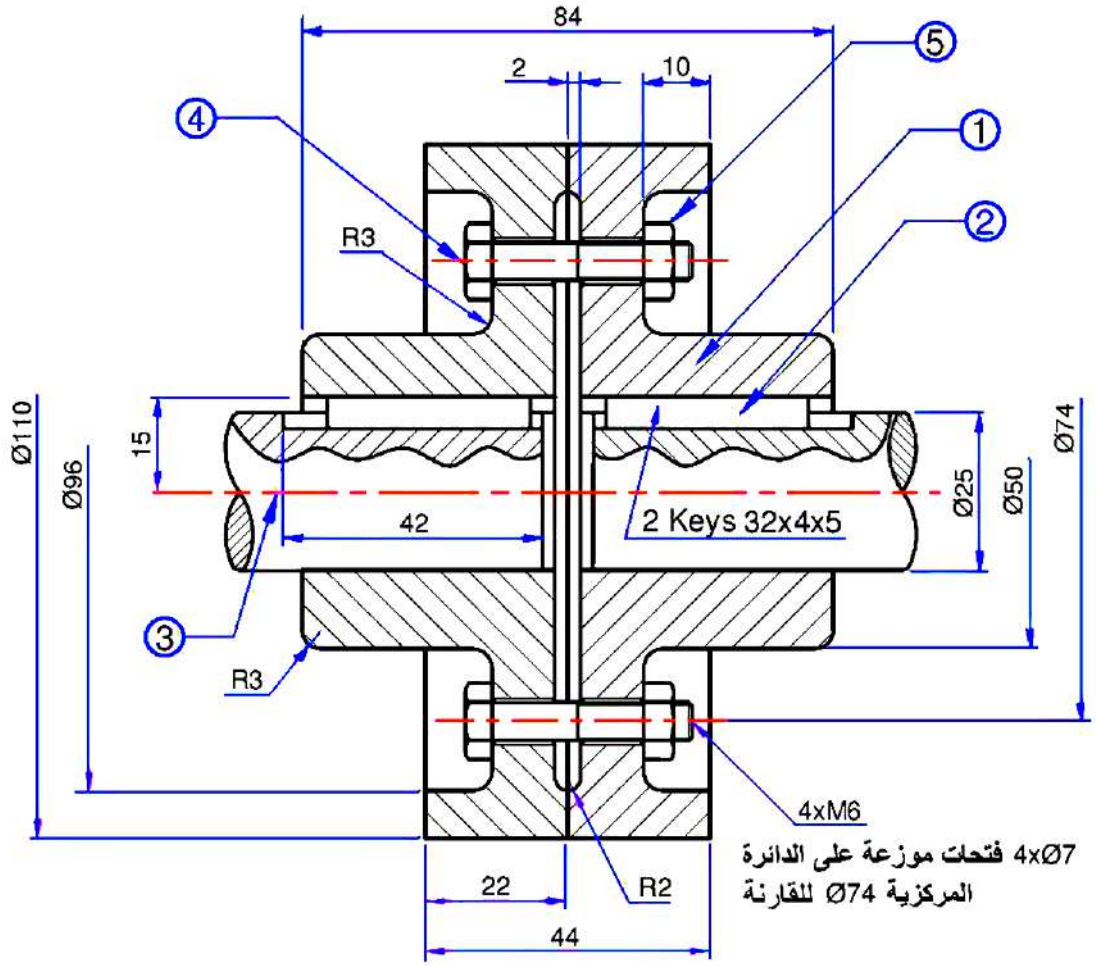
1- القطاع الرأسي والمسقط الأفقي لكل من القطعتين (1) و (5).

2- القطاع الرأسي للنابض ذو المواصفات : الطول الحر (66mm)، قطر السلك (6mm)، القطر الخارجي (40mm)، عدد اللفات (6).



الشكل 3- 15 : نصف قطاع رأسي أيمن لصمام هيدروليكي.

7-4-3 : تستعمل القارنات كوسيلة لربط المحاور، ويبين الشكل (3-16) قطاعاً راسياً مجمعاً لقارنة ذات لوالب (فلنجة) (Flanged Coupling)، بمقياس رسم مناسب إرسم القطاع الرأسي والمسقط الجانبي للقطعة رقم (1)، المسقطين الرأسي والجانبي لكل من القطعتين (2) و (3)، مع إضافة الأبعاد الضرورية إلى المساقط والقطاعات المرسومة.



رقم الجزء	اسم الجزء	العدد	معدن الصنع
5	صامونة M6	4	فولاذ الثوائب
4	برغي M6x4/35	4	فولاذ الثوائب
3	عمود ∅25	2	St 37
2	خابور 32x4x5	2	St 37
1	قارنة	2	حديد صب

مقياس الرسم : 1:1	اسم التمرين : قارنة مجمعة	المرحلة : الثالث
رقم التوجه :	اسم الطالب :	الاختصاص : ميكانيك
		التاريخ / / 20..

الشكل 3-16 : قارنة مجمعة.

الفصل الرابع

رسم محامل وبطانات الأعمدة

Shafts Bushings & Bearings

أهداف الفصل الرابع

بعد الانتهاء من دراسة الفصل يكون الطالب قادرا على أن :

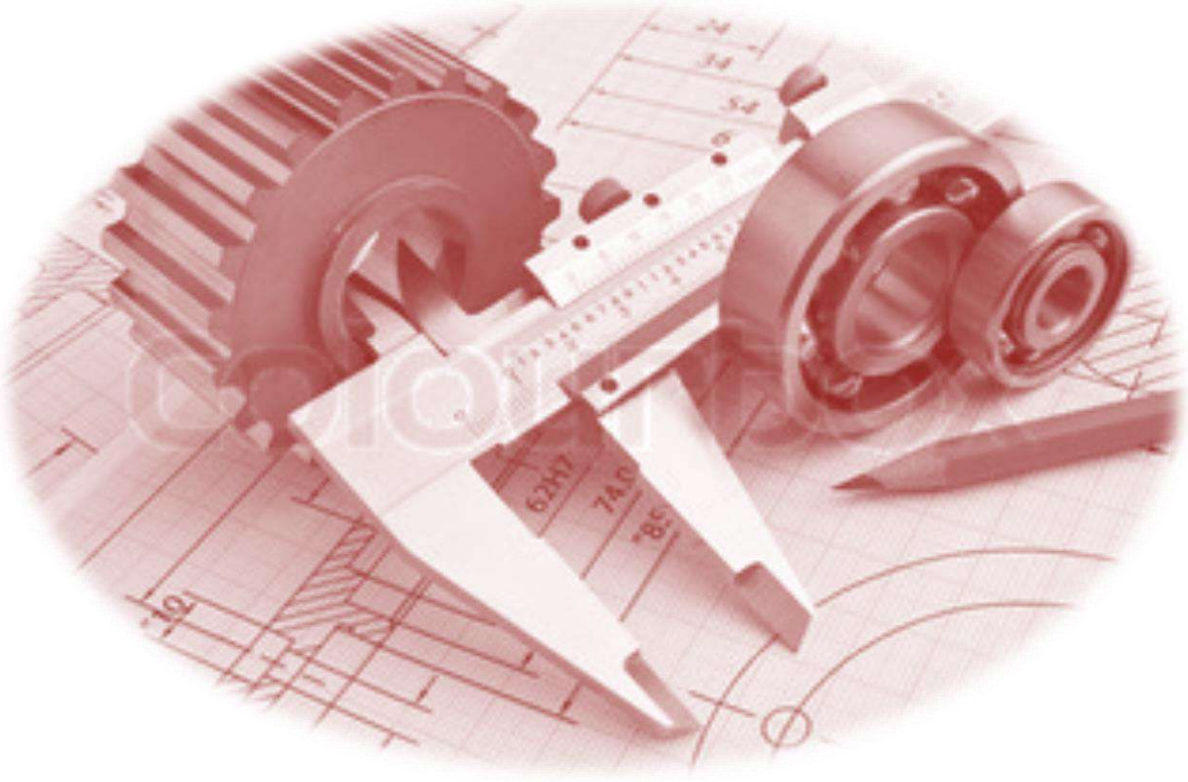
1-يعرف وظيفة كل من المحامل البسيطة والتدحرجية.

2-يميز أنواع المحامل الإنزلاقية.

3-يرسم المحامل الإنزلاقية ضمن الرسم التجميعي.

4-يميز أنواع المحامل التدحرجية.

5-يرسم المحامل التدحرجية ضمن الرسم التجميعي.



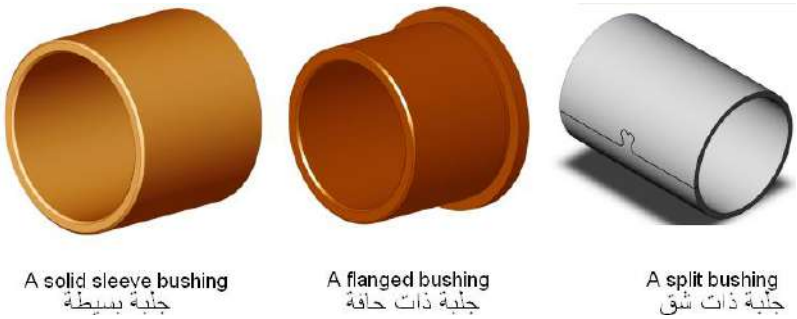
تمهيد

محمل العمود تركيبة ميكانيكية تستعمل لدعم الحمل المسلط على العمود بما يسمح بالحركة الدورانية أو الإنزلاقية بين الأجزاء، والمحامل شائعة الإستعمال في التطبيقات الميكانيكية والصناعية كافة بما فيها السيارات والطائرات وغيرها، وهنالك العديد من الأنواع المختلفة لبطانات الأعمدة تتراوح من المحامل البسيطة والرخيصة التي تعمل بمبدأ الانزلاق الى المحامل التدحرجية عالية الدقة التي تعمل بمبدأ السماحات الدقيقة جدا، ويتم تصنيعها بطريقة الإنتاج الواسع مما يسمح بتداولها عالمياً بإعتماد أبعاد قياسية. ومن المناسب التعرف على طرائق تمثيل هذه الأنواع بالرسم الصناعي باعتبارها تمثل إحدى طرائق الربط بين الأجزاء الميكانيكية.

4-1المحامل الإنزلاقية(البطانات)(Bushings)

4-1-1 المحامل البسيطة (Plain Bearing)

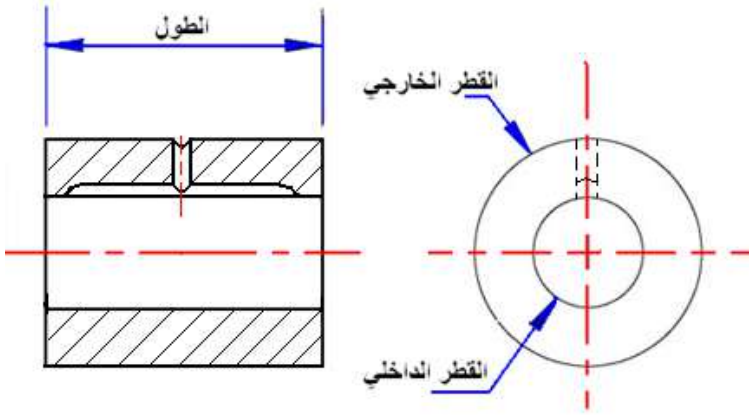
تعرف البطانة (Bushing) ، كذلك بالجلبة (Bush) ، وهي تركيبة بسيطة مستقلة تتداخل مع كرسي مجهز بثقب (Housing) مقفل (قطعة واحدة) لتكون سطح حامل لتطبيقات دورانية، وهذا الشكل الأكثر شيوعاً ويسمى بالمحمل (الكرسي) البسيط (Plain Bearing) وهو عبارة عن اسطوانة مجوفة لها قطر خارجي وقطر داخلي وطول، تكون ذات سطح داخلي مشغل بنعومة ومصنوعة من معادن لينة (كالبرونز والنحاس) وقد تكون ذات حافة (Flanged) أو ذات شق (Split Bushing) على طول البطانة أو ثقب للتزييت، وتستعمل الأنواع الثلاثة لحمل المحاور الأفقية التي تنقل قوة صغيرة وتتكون من قطعة واحدة والكرسي الذي تحشر فيه يكون من قطعة واحدة ايضاً.



الشكل 4-1 : أنواع المحامل الإنزلاقية (البطانات) البسيطة.

4-1-2 رسم المحامل الإنزلاقية (البطانات)

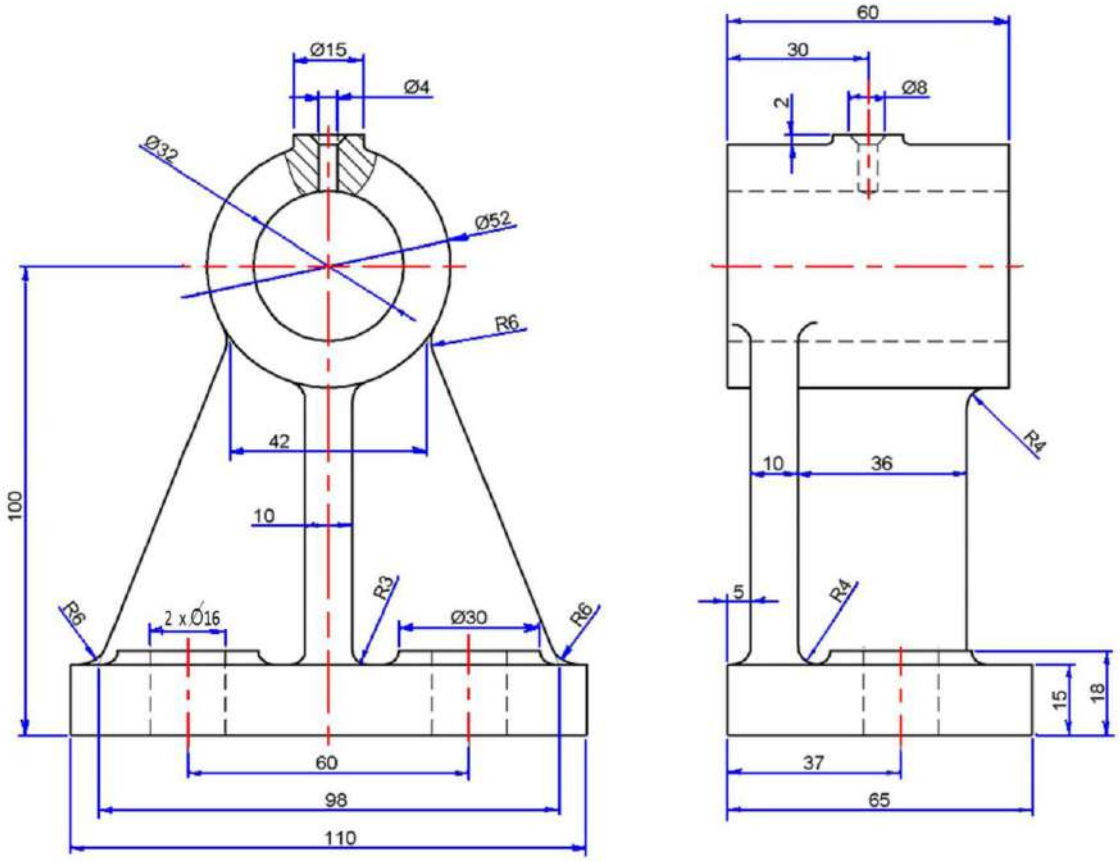
تعتمد البطانات في إنتاجها على أبعاد قياسية وبشكل خاص نظام الإنج إذ تمثل برقم من ستة مراتب الرقمين الأولين من اليسار يمثلان القطر الداخلي يتبعهما القطر الخارجي ثم الطول، ويوجد نظام متري للقياسات أيضاً، وتمثل بالرسم بشكل مساقط أو قطاعات، الشكل (4-2).



الشكل 4-2 : تمثيل المحمل الإنزلاقي في الرسم.

مثال 4-1

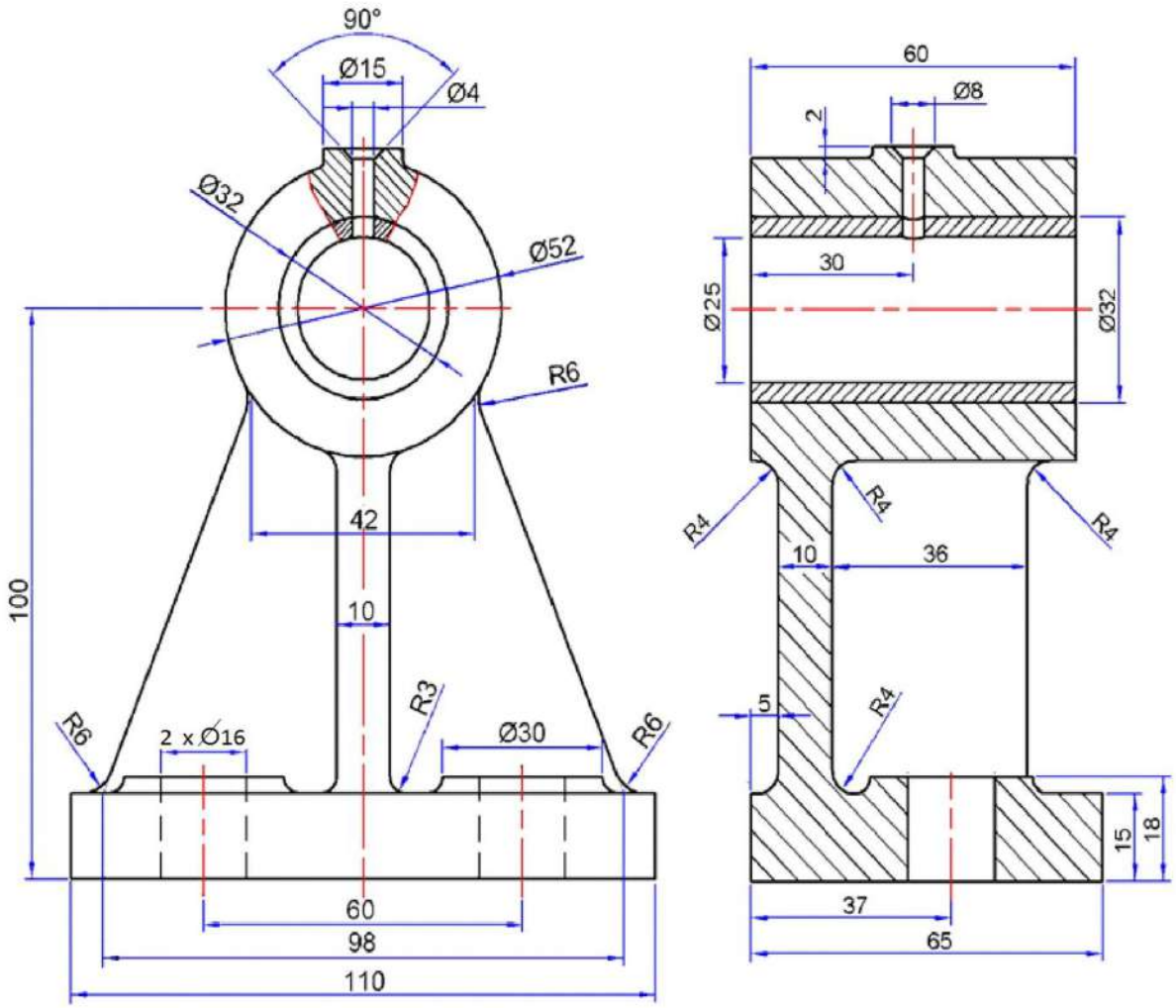
الشكل (4-3) يبين المسقطين الرأسي والجانبي لقاعدة محمل إنزلاقي (قطعة واحدة)، تركب داخله جلبة إنزلاقية من سبيكة البرونز رصاص من النوع البسيط بأبعاد 25x32x60mm، تحتوي في وسطها ثقباً للزيت بقطر 4mm، إرسم بمقياس رسم 1:1 المسقط الرأسي (الأمامي) مع قطاع جزئي لتوضيح مجرى الزيت، قطاع جانبي كامل، مع وضع أرقام الأجزاء والأبعاد ورسم جدول العنوان وقائمة الأجزاء.



الشكل 4-3: قاعدة لمحمل منزلق مقفل.

الحل:

يظهر في الشكل (4-4) المسقط الرأسي، وقد تضمن رسم الحلقة الإنزلاقية بأبعادها القياسية ذات القطر الداخلي (25mm) مع التأكيد على توضيح موضع التزييت برسم قطاعاً جزئياً له، فضلاً عن القطاع الجانبي، ونترك للطالب إعداد جدول المعلومات وقائمة الأجزاء.



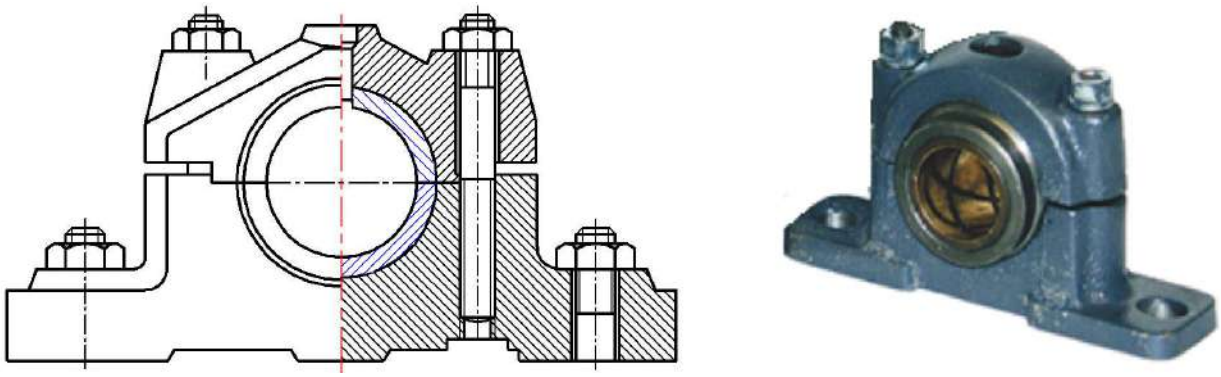
الشكل 4-4 : المسقط الرأسي والقطاع الجانبي لمحمل ذو حلقة انزلاقية.

2-4 المحامل الإنزلاقية المركبة (الوصلات الكاملة)

Two-piece Plain Bearing (Full Bearing)

تتكون هذه البطانات من نصفي حلقة سبائكية إنزلاقية يثبتان في كرسي محمل متكون من نصفين متناظرين (Matched Cap & Bace) يجمعان عن طريق لوالب (براغي) وصواميل، وتستعمل المحامل البسيطة ذات القطعتين، المعروفة بالصلات الكاملة (Full Bearings)، في المكائن الصناعية ولأقطار الاعمدة الكبيرةعموما، مثل كراسي عمود المرفق (Crankshaft). هناك أنظمة متنوعة تستعمل لإبقاء القطعتين في موقعهما، وتعد الطريقة الأكثر شيوعا وجود بروز على الحافة يرتبط مع شقّ في الكرسي لمنع الحركة المحورية بعد التركيب.

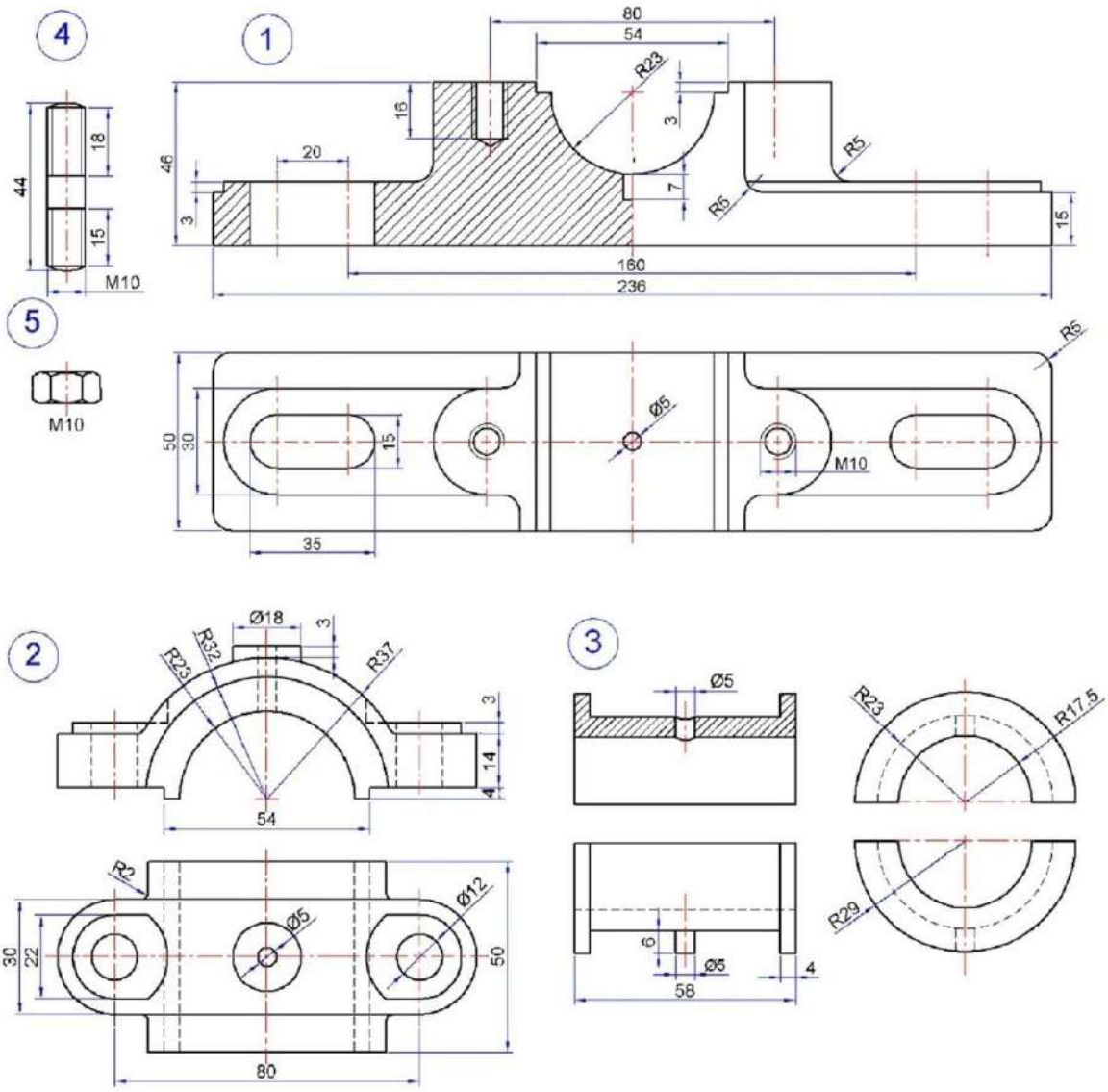
للبطانات السميكة يستعمل مسمار ملولب للتثبيت ويستحسن تثبيت الجزء العلوي للجلبة في الغطاء العلوي للكرسي عن طريق بروز على ظهرها يدخل في فراغ معد له (الفتحة التي يمر منها الزيت) ليسهل رفع النصف العلوي للكرسي مع نصف الجلبة بدون رفع المحور ويراعى في كل الأحوال منع دوران نصفي الجلبة مع العمود أثناء دورانه عن طريق حلقة حصر (Thrust Washer)، ويمثل هذا المحمل بالرسم عند القطاع بتهشير جزئي الحلقة الإنزلاقية بشكل متعاكس، ومن الممكن إستعمال هذا النوع من الكراسي لتثبيت حلقة إنزلاقية من النوع الأول، الشكل (4-5).



الشكل 4- 5 : المحامل المركبة.

مثال 4-2 (اثرائي)

الشكل (4-6) يبين أجزاء كرسي تحميل مكون من جزئين تركب داخله حلقة إنزلاقية (جلبة) من نصفين، بمقياس رسم1:1 إرسم المسقط الرأسي نصفه الأيسر قطاع بعد تجميع الأجزاء، مع وضع أرقام الأجزاء والأبعاد ورسم جدول العنوان وقائمة الأجزاء.



الشكل 4-6 : يبين أجزاء كرسي تحميل مكون من جزئين مع حلقة إنزلاقية (جلبة).

الحل:

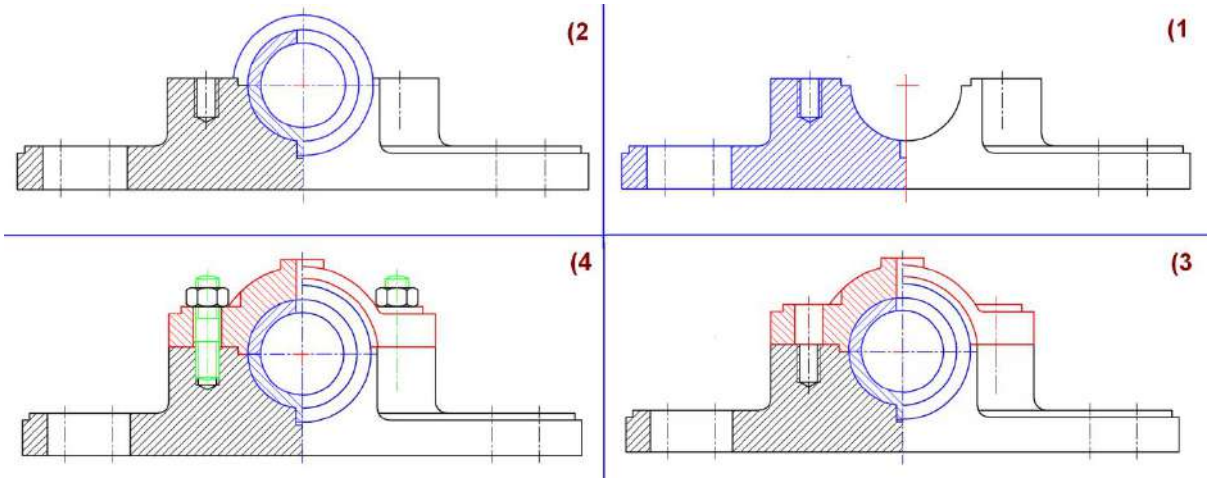
يبين الشكل (4-7) أربعة مراحل متتابعة لتنفيذ الرسم المجمع، وكما يأتي:-

1-إبتداءاً نحدد خط المركز في قاعدة المحمل على ورقة الرسم للشروع في رسم المسقط الرأسي للجزء (1) نصفه الأيسر قطاع.

2-بعد تحديد مركز الثقب في قاعدة المحمل نرسم الحلقة الإنزلاقية (الجلبة) (3) بتطابق المراكز.

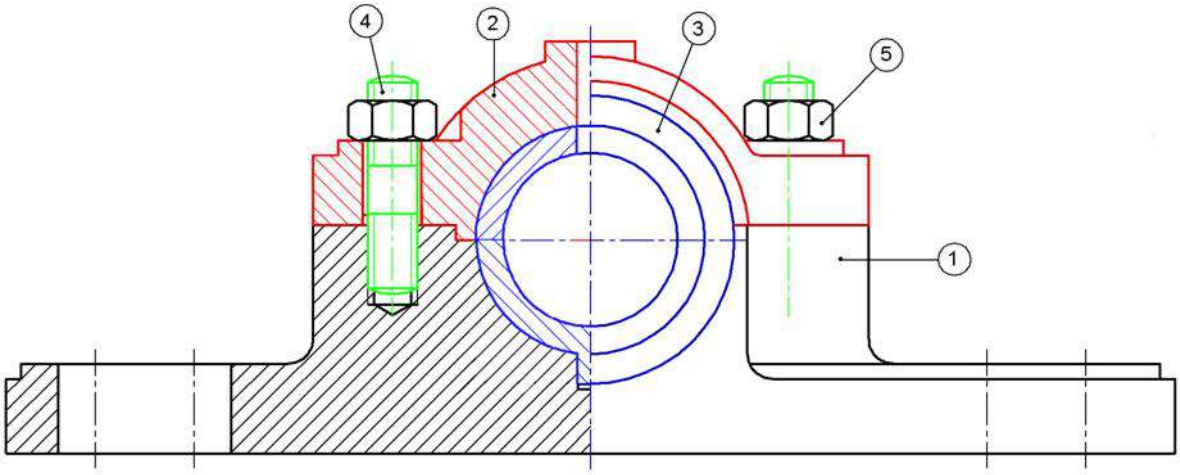
3-نرسم غطاء الحامل (2) بالاعتماد على خط المحور للقاعدة.

4-نرسم البرغي المسنن من الطرفين (Stud Bolt) مع الصامولة ولكلا الجانبين لربط غطاء المحمل بالقاعدة مع ملاحظة إتجاه خطوط التهشير.



الشكل 4-7 : مراحل رسم المحمل.

5 ـ يبين الشكل (4-8) المسقط الرأسي نصفه الايسر قطاع بعد ترقيم الأجزاء مع عمل جدول العنوان وقائمة الأجزاء.



رقم الجزء	اسم الجزء	العدد	معدن الصنع
5	صامولة M10	2	فولاذ اللوالب
4	ستد M10x1.5/44	2	فولاذ اللوالب
3	حلقه انزلاقيه نصفين 35x46x58	2	برونز
2	غطاء المحمل	1	حديد صب
1	قاعدة المحمل	1	حديد صب

مقياس الرسم : 1:1	إسم التمرين : كرسي تحميل من جزئين مع حلقة انزلاقية	المرحلة : الثالث
رقم اللوحة :	اسم الطالب :	الاختصاص : ميكانيك
		التاريخ / / 20..

الشكل 4-8 : مسقط رأسي نصفه الأيسر قطاع لمحمل مجمع مكون من جزئين.

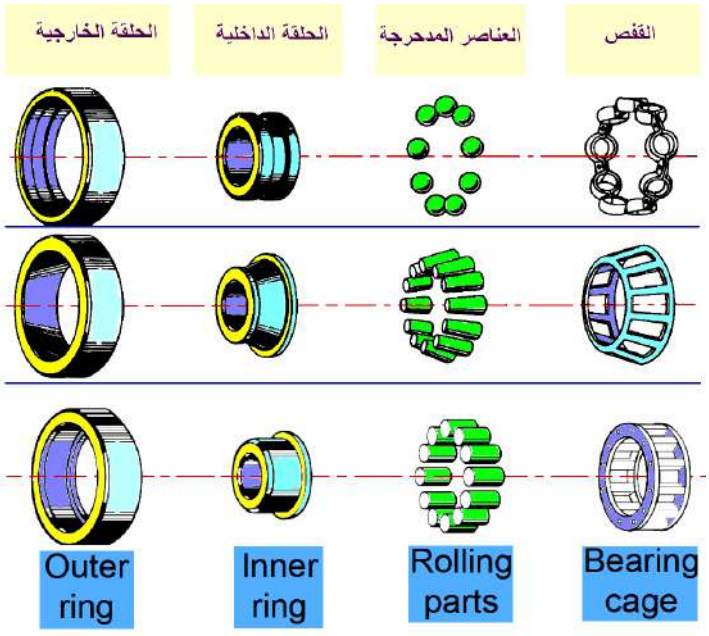
3-4 المحامل المتدحرجة (Rolling Bearings)

تستعمل لتأمين الحركة الدورانية للأعمدة الناقلة للقوة والعزم وتحمل الإجهادات الناتجة عن الأحمال الخارجية، تنتج وفقا لتصاميم وقياسات ومواصفات هندسية وفنية معدة بشكل جداول قياسية توفرها الشركات المصنعة أو هيئات المعايرة بموجب النظام العالمي للمقايسة (ISO) تتضمن هذه الجداول الأبعاد، درجة النعومة، معدن التصنيع، معامل التبريد، نوع وأتجاه الأحمال والعزوم، السرعات والضوضاء، فضلاً عن الرقم التعريفي لكل محمل، مما يسمح بقابلية التبادل العالمي لها، وتتميز هذه المحامل بكون عزم الألتواء الأبتدائي والإحتكاك منخفض، سهلة في الصيانة، التبديل، والفحص لبساطة تركيبها، ويمكن أن تستعمل تحت مدى واسع من درجات الحرارة، ويبين الشكل (4-9) عينات محامل ذات إستعمالات مختلفة.

الشكل 4-9 : أنواع مختلفة للمحامل المتدحرجة.

4-3-1 التصميم والتصنيف

تتكون المحامل المتدحرجة عموما من حلقتين (Rings) الداخلية والخارجية يوجد بكل منهما مجرى عناصر التدحرج (Rolling Elements)، وقفص (Cage) بشكل ماسك للفصل بين عناصر التدحرج، الشكل (4-10).



الشكل 4-10 : ألأجزاء المكونة للمحامل المتدحرجة.

يمكن تقسيم المحامل المتدحرجة وإعتماداًعلى إتّجاه الحمل الرئيس الى محامل شعاعية (Radial) تقاوم القوى القطرية ومحامل دفع (Thrust) تقاوم القوى المحورية والمحامل الزاوية (Angular-Contact Bearings) وهي المحامل التي تتحمل كلا من القوى القطرية والمحورية، وكل نوع يصنف بحسب نوع العناصر المتدحرجة إلى المحامل الكرويّة (Ball Bearings) أو محامل أسطوانية (Roller Bearings)، والتي صنفت بموجب الإختلافات في التصميم أو غرض الإستعمال، ويتضمن التصنيف أيضاً محامل ذات الإستعمالات الخاصة مثل محامل مضخات المياه وفواصل الحركة (Clutch Release Bearings) وغيرها.

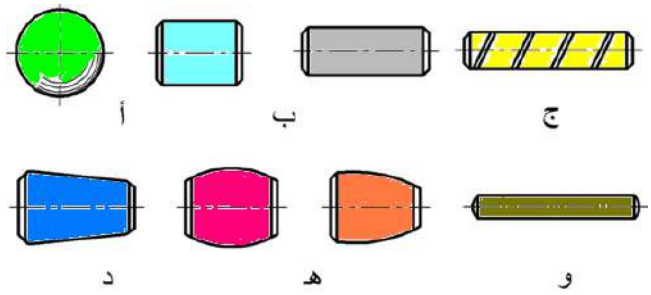
أنواع المحامل الأكثر شيوعاَ والأسماء التعريفية فضلاً عن التصنيف العام لأنواعها مبين في الشكل (4-11).

Bearing name إسم المحمل	التوصيف بالرسم	الترميز	Figure الشكل
Barrel bearing المحمل البرميلي			
Double barrel bearing المحمل البرميلي المزدوج			
Roller thrust bearing محمل اسطواني دفع			
Tapper roller bearing محمل مخروطي			
Double tapper roller محمل مخروطي مزدوج			
Needle bearing محمل أبري			
Double needle bearing محمل أبري مزدوج			
Needle thrust bearing محمل أبري دفع			

Bearing name إسم المحمل	التوصيف بالرسم	الترميز	Figure الشكل
Bareel thrust bearing محمل برميلي دفع			
Ordinary ball bearing محمل ارتكازي كروي			
Self-aligning ball bearing محمل كروي ذاتي التمركز			
Single angular bearing محمل كروي زاوي			
Double angular bearing محمل كروي زاوي مزدوج			
Single thrust bearing محمل ارتكازي دفع			
Double thrust bearing محمل ارتكازي دفع مزدوج			
Roller bearing محمل اسطواني			
Double roller bearing محمل اسطواني مزدوج			

الشكل 4-11 : بعض أنواع المحامل شائعة الاستعمال.

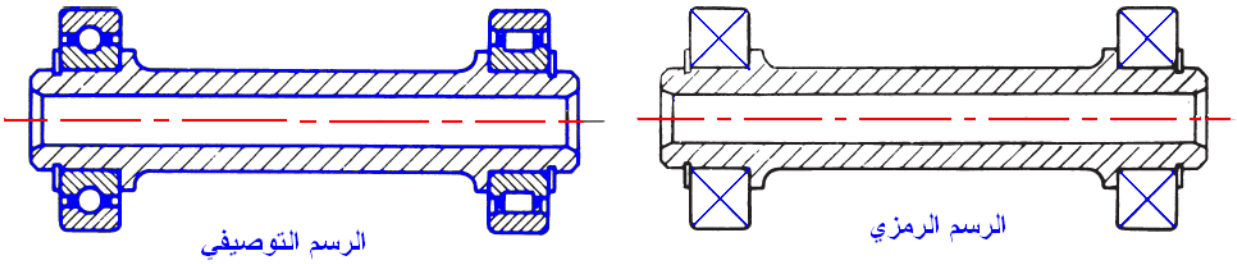
ويبين الشكل (4-12) تنوع أشكال العناصر التدحرجية فمنها يكون على شكل كرة (أ)، اسطوانية قصيرة أو طويلة (ب)،أسطوانات مرنة ملفوفة حلزونياً (ج)، مخروط ناقص (د)، برميلية (هـ)،أبرية (و).



الشكل 4-12 : أنواع العناصر التدحرجية.

4- 4 رسم المحامل المتدحرجة

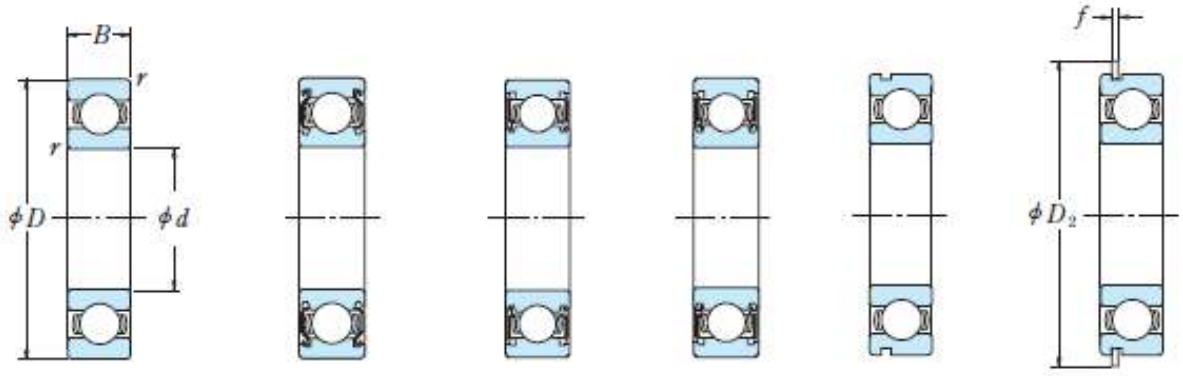
يعتمد رسم المحامل بمختلف أنواعها على أبعاد قياسية معدة على شكل جداول، وتمثل بتوصيفها على شكل قطاعات يتم تهشيرالحلقتين بشكل متخالف وبخطوط متقاربة ولا يتم قطع الكرات أو الإسطوانات المتدحرجة، وتعد المقاسات الخاصة بالكرات أو الأسطوانات المتدحرجة ثوابت تصميمية تتغير تبعا للتطبيق الميكانيكي فيمكن أن ترسم بأبعاد تقديرية بعد رسم الأبعاد التي تتضمنها الجداول الخاصة كالأقطار الخارجية والداخلية والعرض،ومن الممكن عند الرسم الرمزي للمحامل يشار إلى موضع الكرات أو الاسطوانات برمز على شكلخطين متقاطعين، الشكل (4-13).



الشكل 4- 13 : التمثيل التوصيفي والرمزي للمحامل المتدحرجة.

ويمكن الأستعانة بالأبعاد القياسية التي توفرها الجهات الصانعة وفق النظم العالمية في الرسوم التنفيذية وسيكون قطر العمود والذي هو القطر الداخلي نفسه للمحمل هو القياس المرجعي ثم يحدد نوع المحمل (كروي أم أسطواني ....) ثم تحدد بقية الأبعاد تبعا للحمل المسلط (N نيوتن) وعدد دورات العمود (دورة / دقيقة) ونوع التزييت وطبيعة الأغلفة للمحمل، ويبين الشكل (4-14) جزء من أحد الجداول القياسية والتي تعتمد في التصاميم الهندسية المتقدمة والتي قد نواجهها في المجال التطبيقي.

أما عند تنفيذ الرسوم التجميعية فستكون كل الأبعاد التفصيلية للمحمل متوفرة في الأسئلة والتمارين عدا بعض أقطار الكرات أو الأسطوانات فيتم تقديرها تبعا لحجم المحمل أو أبعاده الرئيسةعلى أن لا يتجاوز القطر 30% من القطر الداخلي للمحمل وتتوسط العناصر المتدحرجة في منتصف المسافة بين سمكي الحلقتين الداخلية والخارجية.



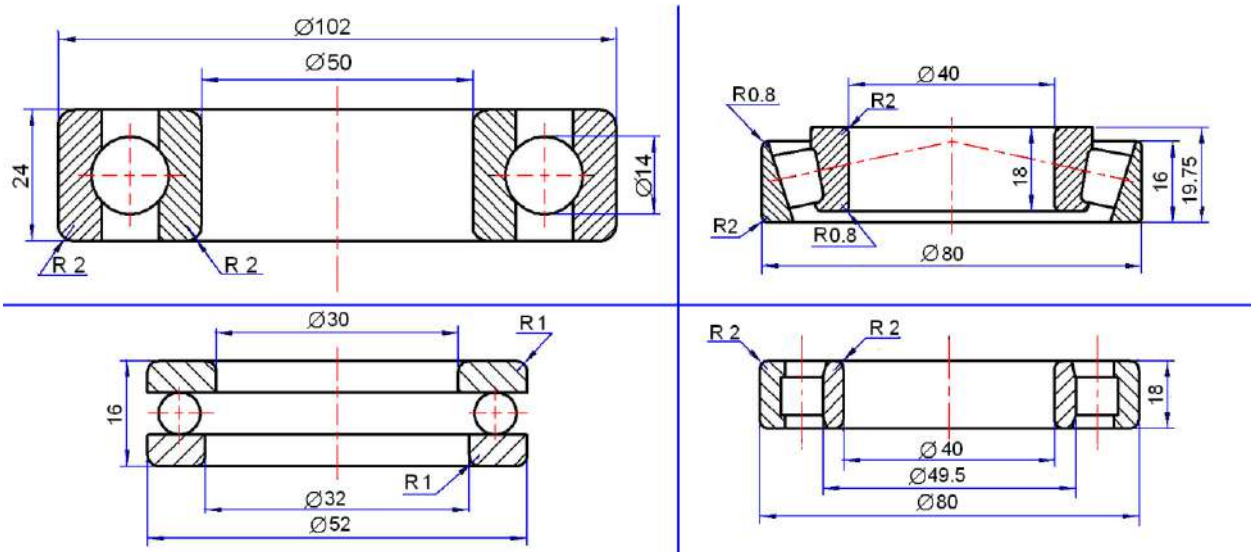
Open Type | Shielded Type ZZ | Non-Contact Sealed Type VV | Contact Sealed Type DD - DDU | With Snap Ring Groove N | With Snap Ring NR

Boundary Dimensions (mm)				Basic Load Ratings (N)		(kgf)		Factor	Limiting Speeds (min⁻¹) Grease		Oil	Bearing Numbers		
d	D	B	r min.	C_r	C_{0r}	C_r	C_{0r}	f_0	Open Z - ZZ V - VV	DU DDU	Open Z	Open	Shielded	Sealed
10	19	5	0.3	1 720	840	175	86	14.8	34 000	24 000	40 000	6800	ZZ	VV DD
	22	6	0.3	2 700	1 270	275	129	14.0	32 000	22 000	38 000	6900	ZZ	VV DD
	26	8	0.3	4 550	1 970	465	201	12.4	30 000	22 000	36 000	6000	ZZ	VV DDU
	30	9	0.6	5 100	2 390	520	244	13.2	24 000	18 000	30 000	6200	ZZ	VV DDU
	35	11	0.6	8 100	3 450	825	350	11.2	22 000	17 000	26 000	6300	ZZ	VV DDU
12	21	5	0.3	1 920	1 040	195	106	15.3	32 000	20 000	38 000	6801	ZZ	VV DD
	24	6	0.3	2 890	1 460	295	149	14.5	30 000	20 000	36 000	6901	ZZ	VV DD
	28	7	0.3	5 100	2 370	520	241	13.0	28 000	—	32 000	16001	—	— —
	28	8	0.3	5 100	2 370	520	241	13.0	28 000	18 000	32 000	6001	ZZ	VV DDU
	32	10	0.6	6 800	3 050	695	310	12.3	22 000	17 000	28 000	6201	ZZ	VV DDU
	37	12	1	9 700	4 200	990	425	11.1	20 000	16 000	24 000	6301	ZZ	VV DDU
15	24	5	0.3	2 070	1 260	212	128	15.8	28 000	17 000	34 000	6802	ZZ	VV DD
	28	7	0.3	4 350	2 260	440	230	14.3	26 000	17 000	30 000	6902	ZZ	VV DD
	32	8	0.3	5 600	2 830	570	289	13.9	24 000	—	28 000	16002	—	— —
	32	9	0.3	5 600	2 830	570	289	13.9	24 000	15 000	28 000	6002	ZZ	VV DDU
	35	11	0.6	7 650	3 750	780	380	13.2	20 000	14 000	24 000	6202	ZZ	VV DDU
	42	13	1	11 400	5 450	1 170	555	12.3	17 000	13 000	20 000	6302	ZZ	VV DDU
17	26	5	0.3	2 630	1 570	268	160	15.7	26 000	15 000	30 000	6803	ZZ	VV DD
	30	7	0.3	4 600	2 550	470	260	14.7	24 000	15 000	28 000	6903	ZZ	VV DDU
	35	8	0.3	6 000	3 250	610	330	14.4	22 000	—	26 000	16003	—	— —
	35	10	0.3	6 000	3 250	610	330	14.4	22 000	13 000	26 000	6003	ZZ	VV DDU

الشكل 4-14 : نموذج لجزء من أحد الجداول القياسية للمحامل الكروية.

مثال 4-3

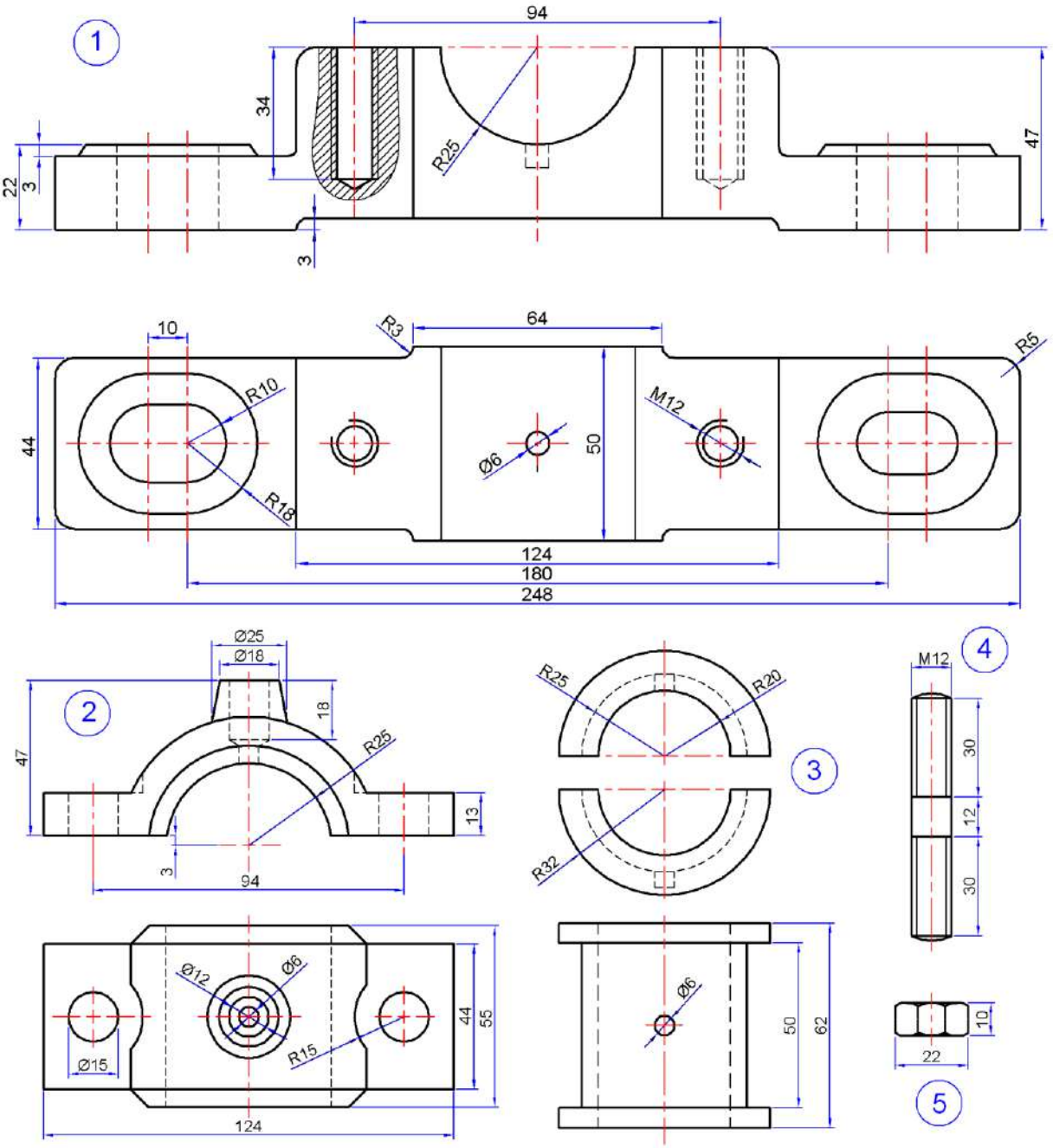
يبين الشكل (4-15) قطاعات بعض أنواع المحامل المتدحرجة وقد وضعت أبعادها الأساسية استناداً لقيم قياسية من الجداول التصميمية، لمحمل كروي، أسطواني، أسطواني دفع، وكروي دفع، بمقياس رسم1:1، أعد رسم المحامل مع وضع الأبعاد (الأبعاد غير المذكورة تقدر بموجب نسبتها من الرسم).



الشكل 4-15 : قطاعات لمحامل متدحرجة متنوعة.

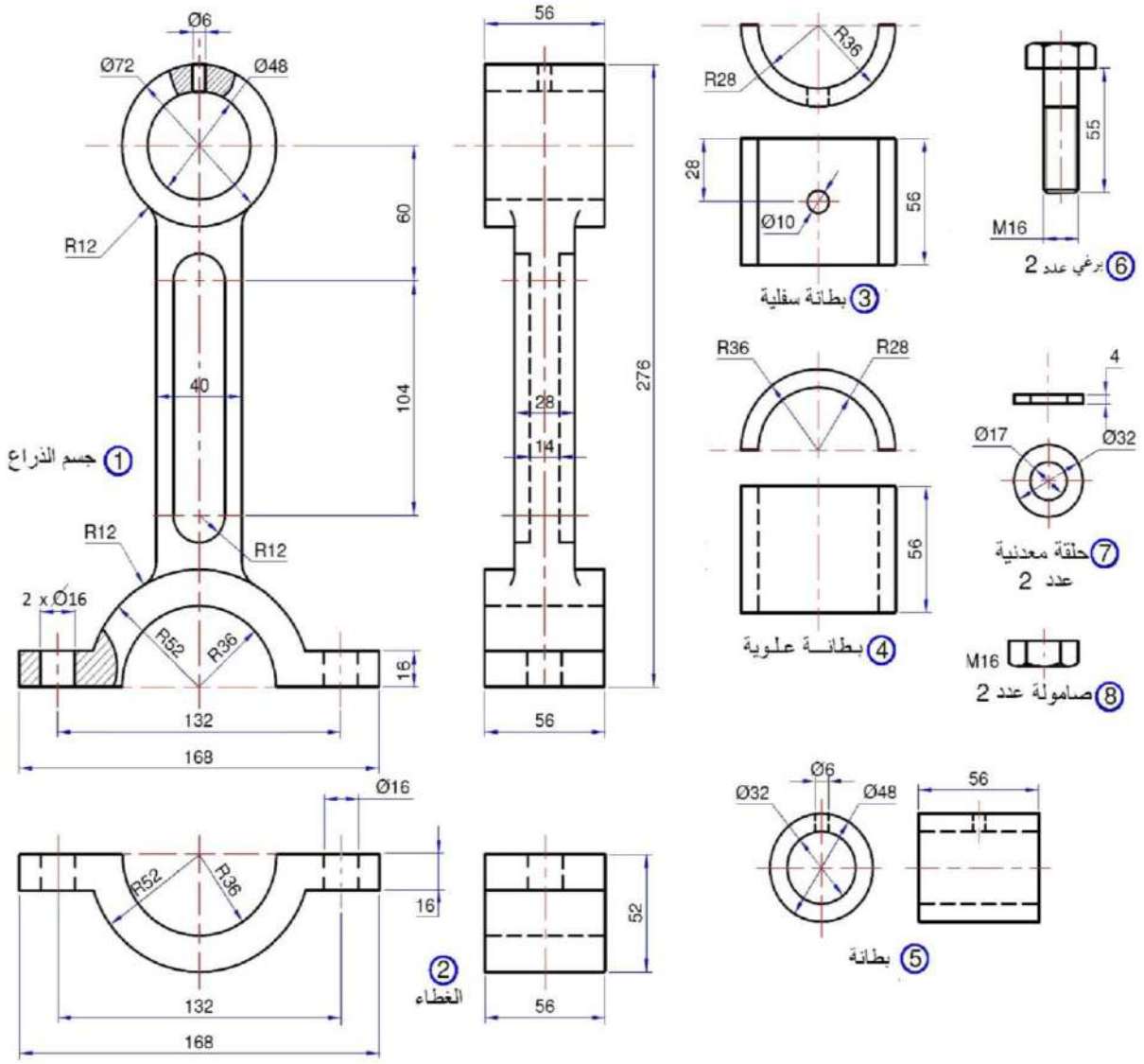
4- 5اسئلة وتمارين

4-5-1(تمرين إثرائي)الشكل (4-16) يبين أجزاء كرسي محور لمحمل إنزلاقي مكون من قطعتين، بمقياس رسم1:1، إرسم المسقط الرأسي مجمعاً نصفه الأيمن قطاع مع وضع الأبعاد الرئيسة على الرسم التجميعي وأرقام الأجزاء مع عمل جدول العنوان وقائمة الأجزاء.



الشكل 4-16 : أجزاء محمل انزلاقي مكون من قطعتين لكل من الكرسي والحلقة الإنزلاقية.

2-5-4 يوضح الشكل (4-17) أجزاء الذراع المتأرجح مفككة ومرسومة بشكل مساقط ومرقمة بحسب تسمياتها، بمقياس رسم 2:1 إرسم المسقط الرأسي مجمعاً نصفه الأيمن قطاع، المسقط الجانبي، مع وضع الأبعاد الرئيسة على الرسم التجميعي وأرقام الأجزاء مع عمل جدول العنوان وقائمة الأجزاء.



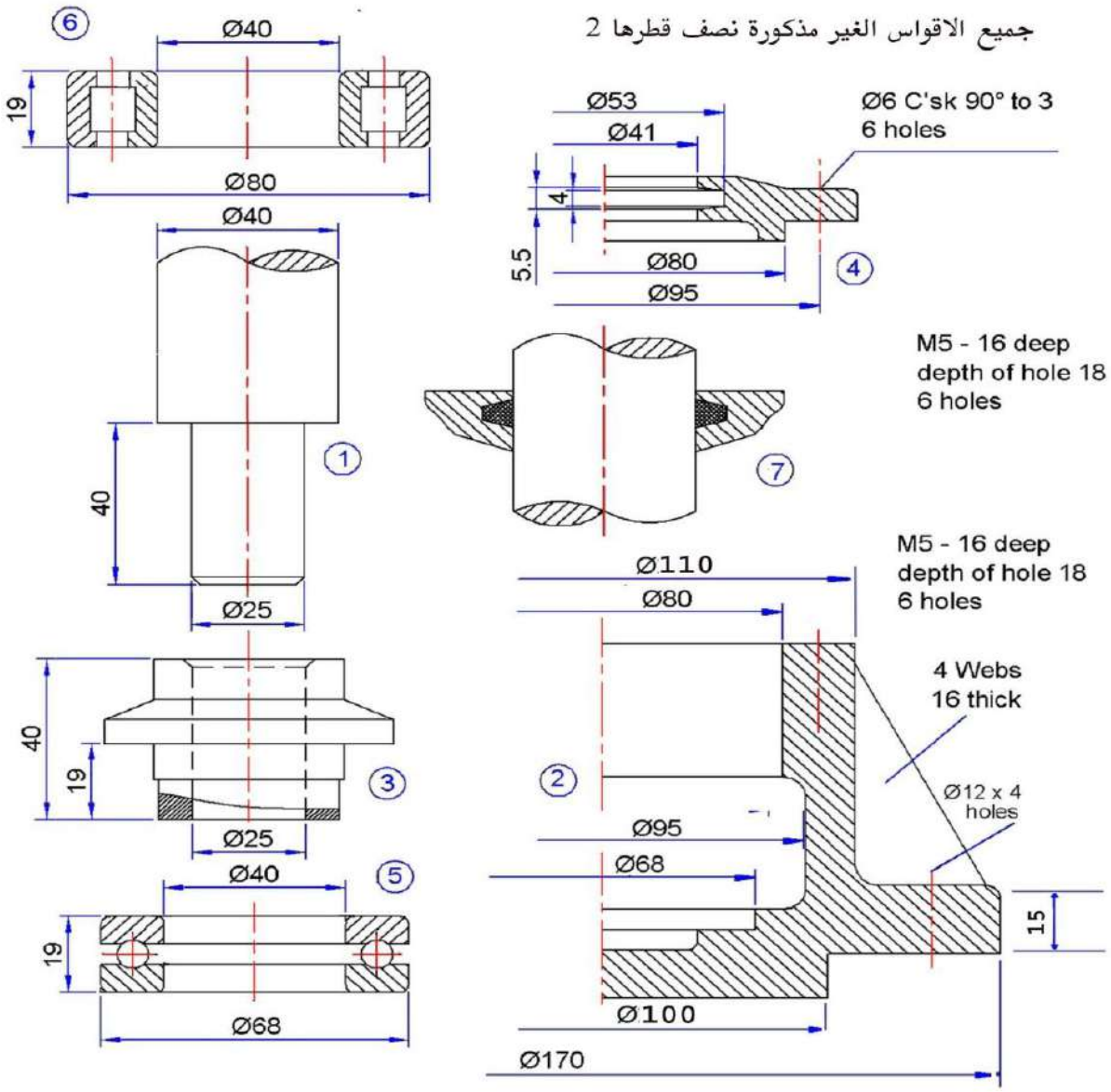
الشكل 4-17 : مساقط أجزاء ذراع متأرجح مفكك.

3-5-4 **(تمرين اثرائي)** الشكل (4-18)يبين الأجزاء المكونة لكرسي إسناد يحتوي على محامل تدحرجية لتحمل قوى محورية وقطرية، بعد تجميع أجزاء المسند ومراعاة أن المحمل (5) يركب في الجزء الأسطواني (3)، والمحمل الاسطواني (6) يركب في العمود عند القطر (40mm) مع مراعاة وضع مانع تسرب من المطاط (7) ضمن الغطاء على العمود (4)، واستعمال برغي برأس سداسي M5 عدد 6 من الفولاذ، بمقياس رسم 1:1، ارسم ما يأتي:-

1-المسقط الرأسي نصفه الأيمن قطاع على أن تكون الثقوب المسننة بمستوي القطع.

2-نصف المسقط الافقي.

مع كتابة جدول العنوان وقائمة الأجزاء، أما الأبعاد الناقصة فتقدر بحسب تناسبها في الرسم.



الشكل 4-18 : أجزاء محمل لإسناد ورفع عمود دوران عن طريق محامل تدحرجية.

الفصل الخامس

رسم التروس

Gears Drawing

أهداف الفصل الخامس

بعد الانتهاء من دراسة الفصل يكون الطالب قادرا على أن :

1 - يعرف أنواع التروس.

2-يحسب أبعاد التروس بحسب القوانين الرياضية.

3-يعرف قواعد رسم التروس.

4- يرسم رسماً تنفيذياً لأنواع التروس المفردة والمتعاشقة.

5- يرسم مساقط الأجزاء المجمعة باستعمال التروس .

تمهيد

تعد التروس من أكثر عناصر الآلات الميكانيكية إستعمالاً لنقل الطاقة والحركة (الدائرية والخطية) بشكل سرعة وعزم بين محاور متوازية وغير متوازية إذ أن شكل أسنان التروس تجعل من نقل الحركة إنسيابياً فضلا عن إنخفاض معامل الإحتكاك لوجود أنظمة تزييت وتشحيم، ويختلف الترس عن البكرة بكونه عجلة دائرية فيها بروزات (أسنان) والتي تعشق مع أسنان الترس الآخر والذي يسمح للقوة بالانتقال التام بدون حدوث إنزلاق. والترس يمكن أن يعشق مع أي جزء ميكانيكي له نفس شكل الأسنان كما في الحركة البسيطة في الجريدة المسننة والترس. ومن أهم مميزات التروس أن التروس تكون بأحجام (أقطار) غير متساوية يمكن تجميعها معًا للحصول على فائدة آلية وبالتالي فإن السرعة الدورانية والعزم للترس الثاني يختلف عنهما في الترس الأول.

5- 1التِرْس (الدولاب المسنن) (Gear Wheel)

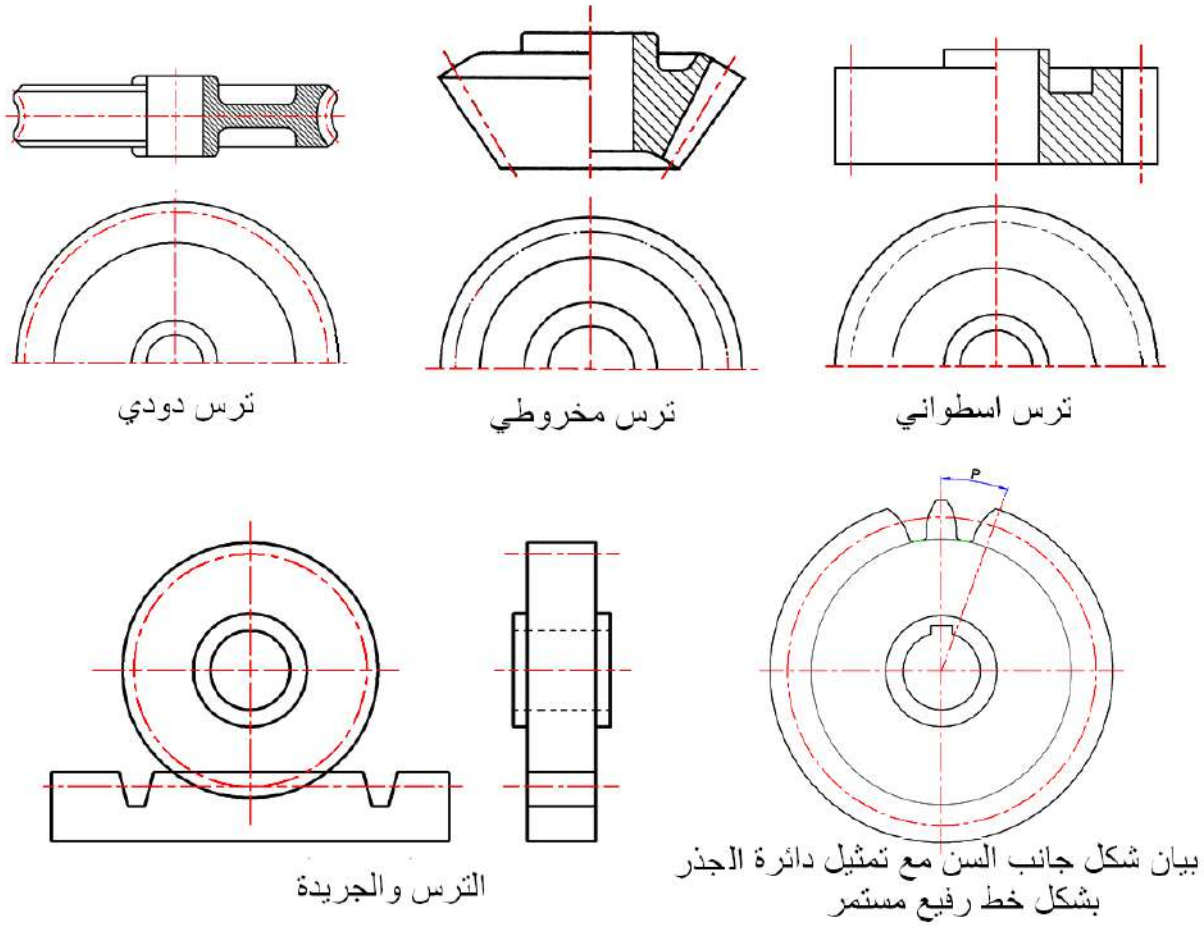
التروس أجزاء أسطوانية أو مخروطية دوَارة تحتوي على أسنان على محيطها لضمان نقل الحركة تستعمل عادة لنقل الحركة والقدرة من عمود إلى آخر وللتحكم في سرعة الحركة واتجاهها، تصنف التروس لعدة أنواع تبعاً لشكلها الىالتروس الأسطوانية، المخروطية،الدودة والدولاب الدودي، والترس والجريدة المسننة، الشكل (5-1).

الشكل 5-1 : أنواع التروس الأساسية بحسب اشكالها.

5-1-1تمثيل التروس

بما أن أسنان التروس مثبتة بموجب مواصفات قياسية وهي تقطع بآلات قطع خاصة، لذلك ليس من الضروري بيان شكلها الحقيقي على الرسم لان رسمها يتطلب وقت وجهد كبيرين وبدلاً من ذلك فإنها تمثل بصورة إصطلاحية بموجب المواصفة الدولية (ISO 2203).

ترسم الدائرة الخارجية للتروس بخط سميك متصل فيما ترسم دائرة الخطوة بخط رفيع متسلسل (خط مركز)، أما دائرة الجذر فلا ترسم عموما إلا في حالة رسم القطاع بخط سميك متصل، وإذا كان بيان هذه الدائرة مفيد في المسقط غير المقطوع فإنها ترسم بخط رفيع مستمر، الشكل(5-2).



الشكل 5- 2 : طريقة تمثيل أنواع التروس في الرسم التنفيذي.

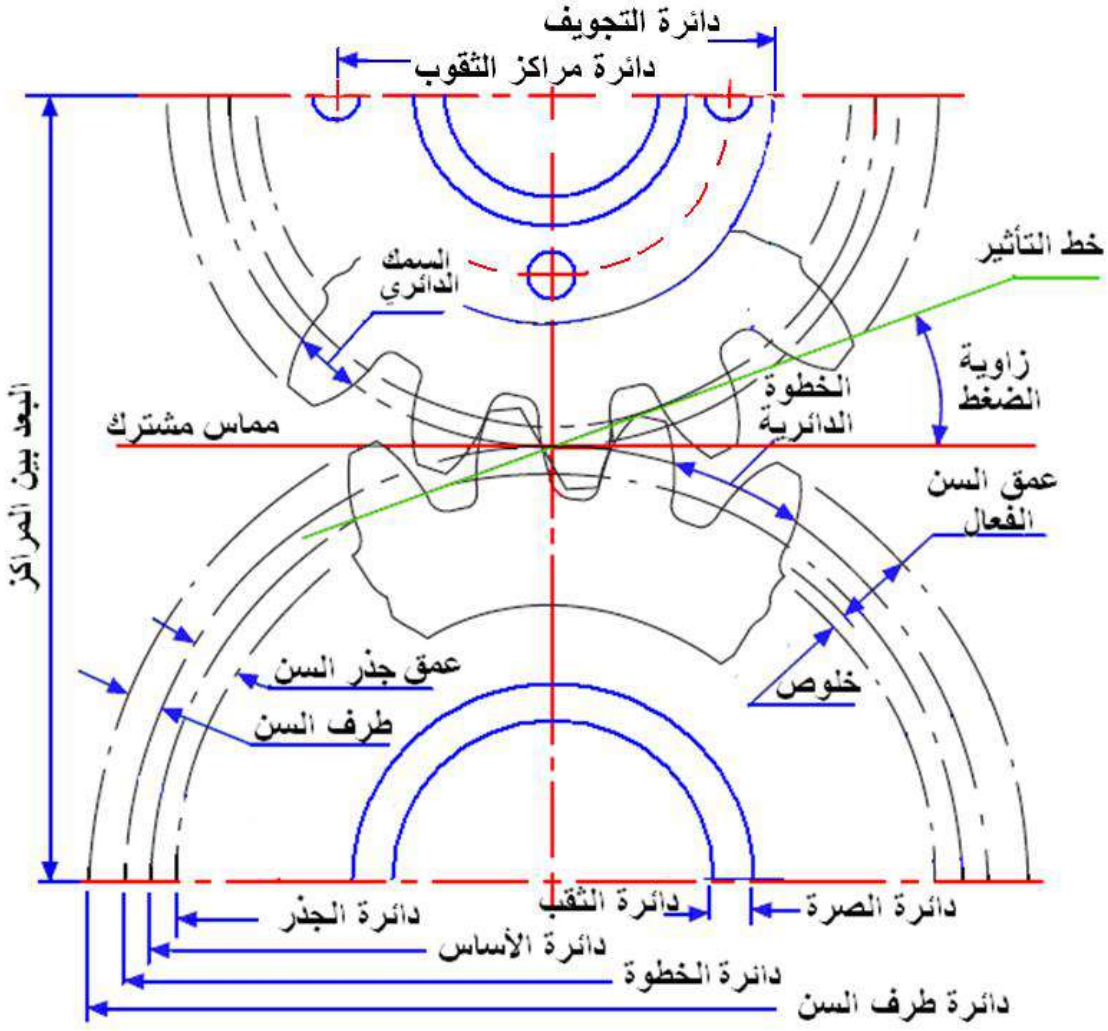
5- 2 التروس الأسطوانية (Spur Gears)

تعد التروس الأسطوانية من أكثر أنواع التروس إستعمالاً وتكون بشكل أسطواني ذات أسنان عدلة أو حلزونية مائلة وتستعمل لنقلالحركة بين الأعمدةالمتوازية عن طريق تعشيق (Meshing) ترسين متساويين بالأقطار أومختلفين ينتج عنها تغيير في عدد الدورات (السرعات) المنقولة.

- التروس الأسطوانية العدلة (Straight Spur Gears) : تقطع الأسنان عند المحيط الخارجي وموازية لمحور دوران الدولاب، وهي تروس بسيطة ورخيصة التكاليف وسهلة الأستعمال والإدامة لكنها تصدر ضوضاء عند السرع العالية.
- التروس الاسطوانية ذات الاسنان المائلة (Helical Spur Gears) : إذا كانت الأسنان الموجودة على التروس الأسطوانية مائلة (15° – 45°)يدعى الترس بالترس الدودي، ولا تصدر ضوضاء عند دورانها بسرعات عالية لكنها تتسبب بقوة دفع محورية بإتجاه المحامل فيصار الى إستعمال تروس ثنائية الميل(Herringbone).

5-2-1 تعاريف الترس الإسطواني العدل

يبين الجدول (5-1) التعاريف والقوانين الرياضية بموجب المواصفات العالمية لجميع التروس الأسطوانية العدلة وبزاوية الضغط (20° أو 14.5°)، والتي نحتاج أغلبها لتنفيذ رسم الترس الأسطواني، والمبين توضيح مواقعها في الشكل (5-3).



الشكل 5- 3 : التسميات لتروس أسطوانية عدلة معشقة.

الجدول 5-1 : تعاريف الترس الاسطواني العدل.(القوانين للحفظ)

المصطلح	الرمز	التعريف	المعادلة
قطر دائرة الخطوة Pitch Circle	D	قطر دائرة وهمية يتم عليها تصميم الترس وعندما يتعشق ترسان بصورة صحيحة فان دائرتي الخطوة تكونان متماستين .	D = m.Z
قطر دائرة طرف السن Addendum Circle	Da	قطر الدائرة التي تمر خلال قمة الأسنان	Da = m (Z+2)
قطر دائرة جذر السن Root Circle	Dr	قطر الدائرة التي تمر خلال قاع الأسنان	Dr = m (Z- 2.4)
عدد الأسنان	Z	عدد الأسنان الموجودة حول المحيط الكامل للترس	Z = D/m
المودول Module	m	وحدة لقياس التروس وهي الكمية الرئيسة في تعين حجم السن	m = D/Z = P / π
الخطوة الدائرية Circle Pitch	P	المسافة من نقطة على سن إلى النقطة المناظرة لها على سن مجاور مقاسة على دائرة الخطوة.	P = π .D/Z = π .m
ارتفاع راس السن Addendum	a	المسافة الشعاعية من قمة السن إلى دائرة الخطوة.	a = m
عمق جذر السن Dedendum	b	المسافة الشعاعية من دائرة الخطوة الى قاعدة السن	b = 1.2m
العمق الكلي Whole Depth	h	الارتفاع الكلي للسن	h = a + b
دائرة الأساس Base Circle		هي الدائرة التي ينشأ عنها منحني Envolute	تستنتج من الرسم
عرض الوجه	F	عرض وجه السن	F = 6 m
قطر الثقب (قطر العمود)	Dh	قطر الثقب الذي يتوافق مع قطر عمود الدوران	يعطى ضمن المعلومات
قطر دائرة الصرة Hub Dia	Dcm	قطر لدائرة صرة تثبيت الترس	Dcm = 1.6 x Dh
طول الصرة Hub Length	Lcm	يجب أن تكون صرة التثبيت أطول من عرض الدولاب المسنن (الترس)	Lcm = 1.5 x Dh
السمك الصافي	b1	المسافة بين وجهي التجويف	b1 = 2.5 m
قطر دائرة مراكز ثقوب التجويف	D1	يثقب التجويف لتخفيف الوزن وتوفير امكانية الربط مع أجزاء ميكانيكية دوارة.	D1=0.5(Dk+Dcm)
قطر دائرة التجويف	Dk	يخفف سمك الدولاب بإزالة حلقة من معدن الدولاب (من الجانبين)	Dk = Dr- 2b1

مثال 5-1

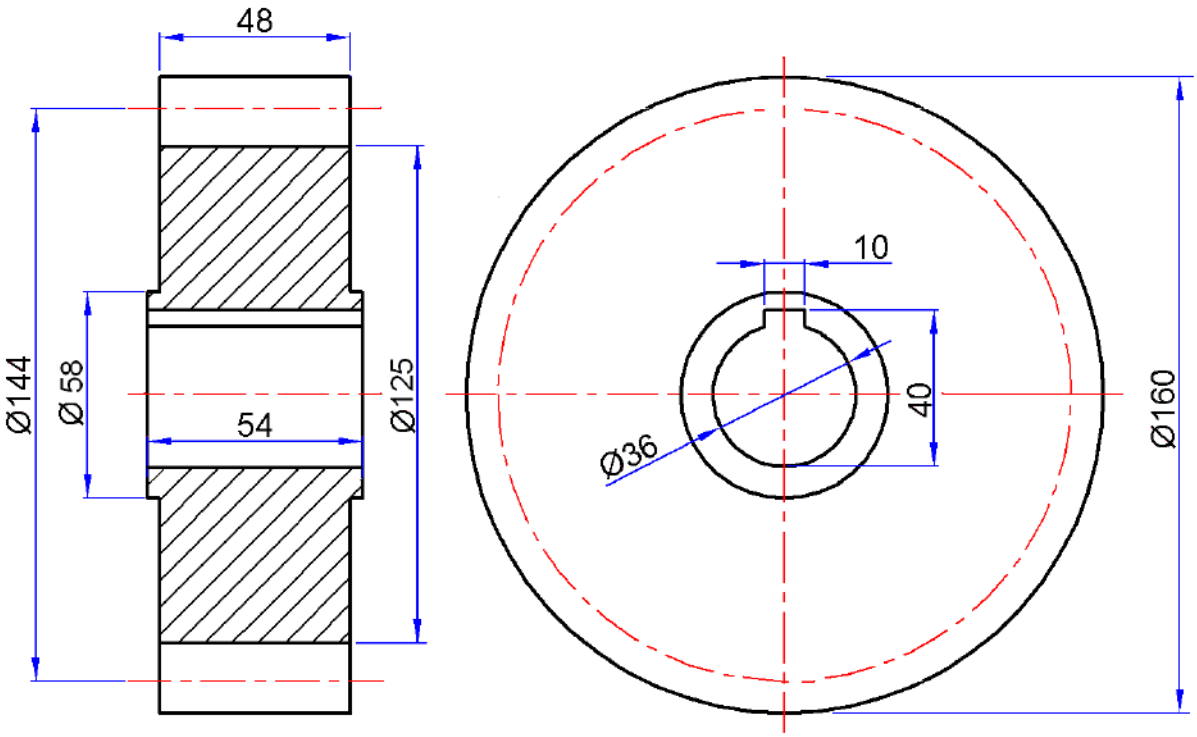
ترس اسطواني عدل عدد أسنانه Z=18 الخطوة P=25.12mm قطر العمود Dh=36mm فيه مجرى للخابور 10x4mm، ارسم بمقياس رسم1:1 القطاع الرأسي والمسقط الجانبي للترس.

الحل :

لتنفيذ رسم الترس يجب حساب الأبعاد اللازمة باعتماد المعطيات الواردة في السؤال وكما يأتي:-

m = P /π =25.12/ 3.14 = 8 mm	الموديول m
D = m.Z =8 x 18=144 mm	قطر دائرة الخطوة D
Da = m (Z+2)=8 (18+2) =160 mm	قطر دائرة رأس السن Da
Dr = m (Z-2.4)= 8 (18–2.4) ≈125 mm	قطر دائرة جذر السن Dr
F = 6 m = 6 x 8 = 48 mm	عرض وجه السن F
Dcm = 1.6 x Dh = 1.6 x 36 ≈ 58 mm	قطر دائرة الصرة Dcm
Lcm = 1.5 x Dh= 1.5 x 36 = 54 mm	طول الصرة Lcm

يتم رسم الترس استناداً الى بالأبعاد المستخرجة وبعد إحتساب توزيع المساقط على ورقة الرسم ، مع مراعاة عدم تهشير الأسنان عند رسم القطاع، وتظهر في المسقط بشكل خط محوري لدائرة الخطوة، وكما مبين في الشكل (5-4).



الشكل5- 4 : قطاع رأسي ومسقط جانبي لترس اسطواني عدل.

مثال 5-2

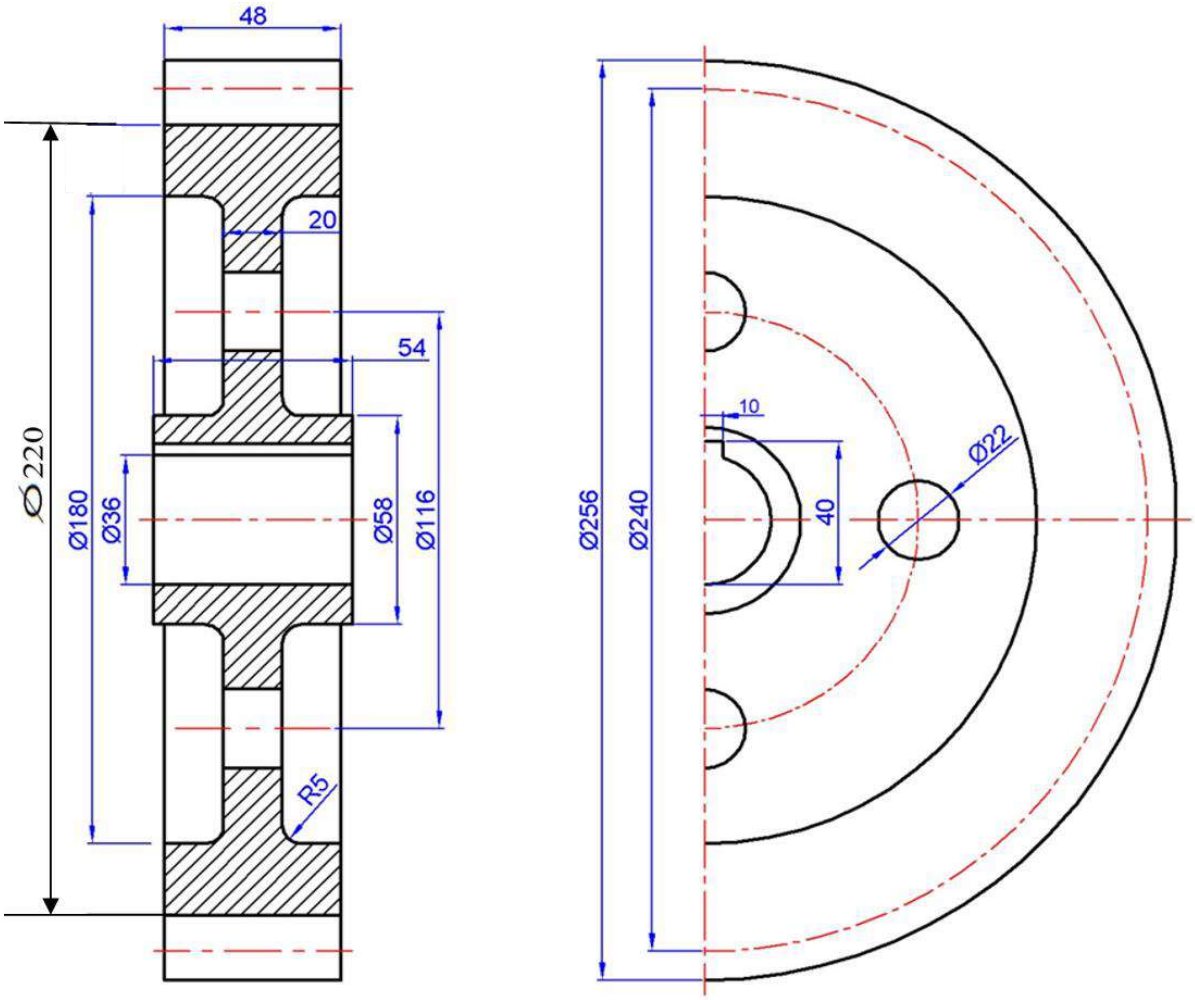
ترس أسطواني عدل عدد أسنانه Z=30، المودول m=8mm، يحتوي على تجويف من جانبيه فيه أربعة ثقوب بقطر 22mm، يركب على عمود قطره Dh=36mm عن طريق خابور مستطيل 10x8mm، إرسم بمقياس رسم1:1 القطاع الرأسي كاملاً، ونصف المسقط الجانبي الأيمن للترس.

الحل:

لتنفيذ رسم الترس يجب حساب الأبعاد اللازمة باعتماد المعطيات الواردة في السؤال وكما يأتي:-

قطر دائرة الخطوة D	D = m.Z =30 x 8=240 mm
قطر دائرة رأس السن Da	Da = m (Z+2)= 8 (30+2) =256 mm
قطر دائرة جذر السن Dr	Dr = m (Z-2.4)= 8 (30 -2.4) ≈220 mm
عرض وجه السن F	F = 6 m = 6 x 8 = 48 mm
قطر دائرة الصرة Dcm	Dcm = 1.6 x Dh = 1.6 x 36 ≈58 mm
طول الصرة Lcm	Lcm = 1.5 x Dh = 1.5 x 36 = 54 mm
سمك جدار الترس (الصافي)b1	b1 = 2.5 m = 2.5 x 8 = 20mm
قطر دائرة التجويف Dk	Dk = Dr- 2b1 = 220 - (2x20) = 180mm
قطر دائرة مراكز الثقوب D1	D1=0.5(Dk + Dcm)=0.5 (180+58) ≈ 120mm

نرسم بالأبعاد المستخرجة بضمنها سمك الدولاب وقطري دائرة التجويف ودائرة مراكز الثقوب، بعد احتساب توزيع المساقط على ورقة الرسم واقتراح أنصاف أقطار حافات التجويف 4mm وكما مبين في الشكل (5-5).

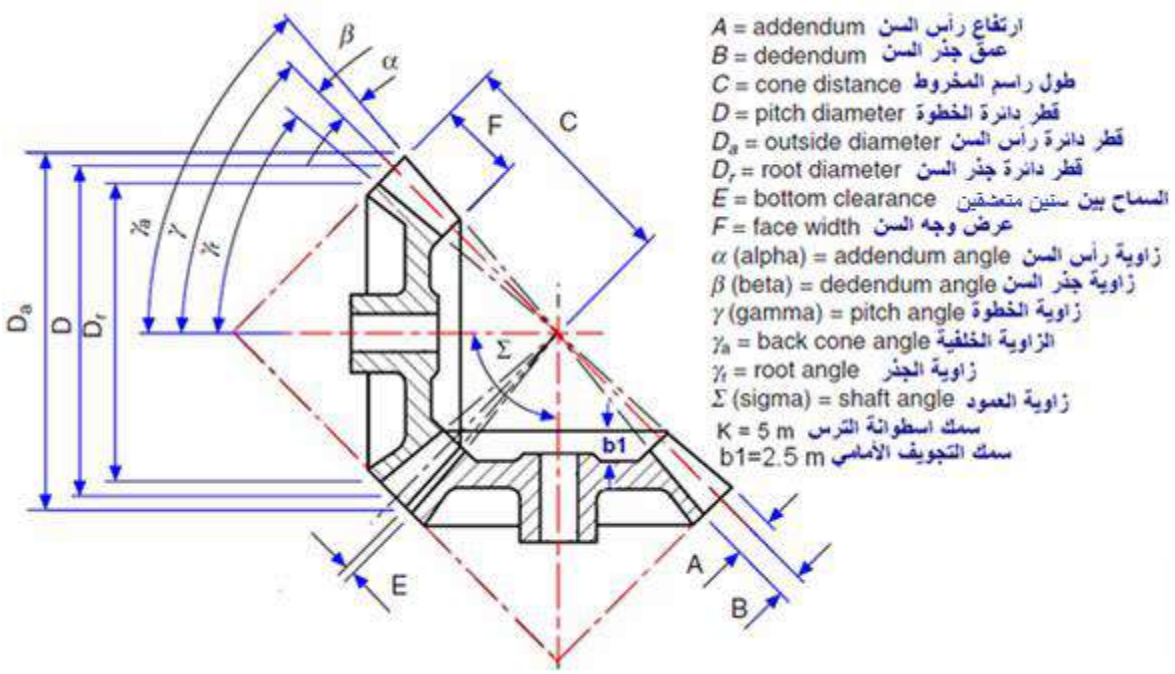


الشكل 5- 5 : قطاع رأسي ونصف مسقط جانبي لترس أسطواني عدل.

5- 3الترس المخروطي (Bevel Gear)

يكون الترس بشكل مخروط ناقص يتعشق مع ترس مخروطي آخر من نفس المودول ويعتمد تغيير السرعات على عدد أسنانهما، وتقطع على سطح المخروط أسنان أما مستقيمة (عدلة) أومائلة (حلزونية)، إذ تستعمل الأخيرة بشكل واسع لنقل الحركة والقدرة بين الأعمدة المتقاطعة وغالباً التي تتقاطع بزاوية (90º)على أن تكون المحاور واقعة في مستوى واحد، وبالإمكان إنتاج تروس مخروطية تعمل تقريباً لأي زاوية بين الأعمدة المتقاطعة. تتشابه رموز أسنان التروس المخروطية المستقيمة مع رموز أسنان التروس الأسطوانية، ويستعمل في الترس المخروطي نفس شكل السن المستعمل للترس العدل، إلا أن لأسنان الترس المخروطي إستدقاق نحو رأس المخروط، وبذلك فأن إرتفاع السن يتناقص تدريجياً بإتجاه رأس المخروط. الكثير من مصطلحات الترس العدل تستعمل أيضا للترس المخروطي إلا أن بعض التعاريف يجب أن تعدل

لتلائم الترس المخروطي، وتقاس دائرة الخطوة، إرتفاع رأس (طرف) السن وجذر السن عند الطرف العريض للسن،الشكل (5- 6) يمثل ترسين مخروطيين متعشقين مع القياسات الضرورية لتنفيذ رسمهما، في حين سيكون رسم الترس المخروطي في هذه المرحلة لترسين زاوية رأس المخروط لكليهما (90°) مما يسهل عملية الرسم وبالقوانين كما في الترس الاسطواني.



الشكل 5- 6 : التروس المخروطية وأبعادها الرئيسة.

مثال 5- 3

ترس مخروطي عدد أسنانه Z=20، إرتفاع رأس السن a=m=8mm، عمق جذر السن b=9mm، قطر عمود الترس Dh=40mm، إرسم بمقياس رسم مناسب قطاعاً رأسياً كاملا للترس.

الحل :

لتنفيذ رسم الترس يجب حساب الأبعاد اللازمة باعتماد المعطيات الواردة في السؤال وكما يأتي:-

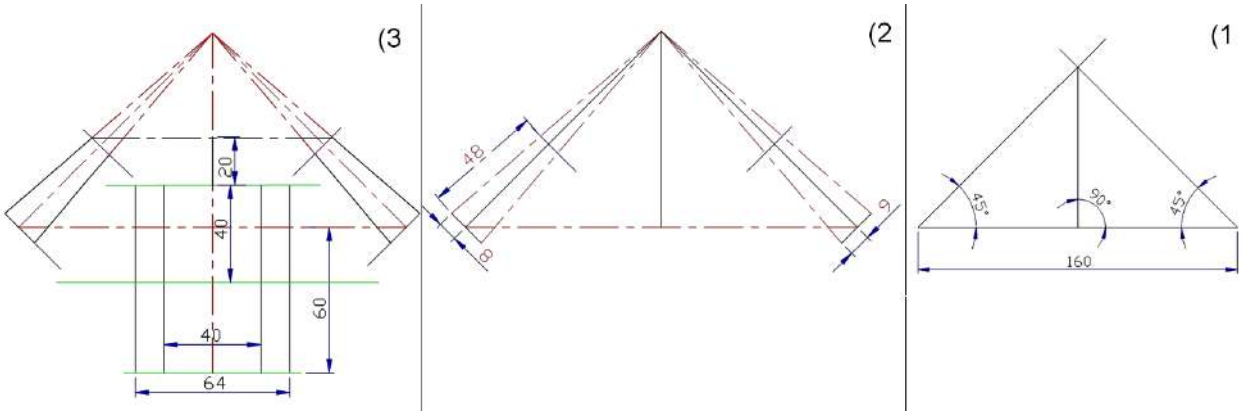
D = m.Z =20 x 8=160 mm	قطر دائرة الخطوة D
F = 6 m = 6 x 8 = 48 mm	عرض وجه السن F
Dcm = 1.6 x Dh = 1.6 x 40 =64 mm	قطر الصرة Dcm
Lcm = 1.5 x Dh = 1.5 x 40 = 60 mm	طول الصرة Lcm
b1 = 2.5 m = 2.5 x 8 = 20 mm	سمك التجويف الرأسي b1
K = 5 m = 5 x 8 = 40mm	سمك اسطوانة الترس K

يوضح الشكل (5-7) مراحل رسم الترس وكما يأتي:-

1- رسم مخروط الخطوة بالإعتماد على قطر دائرة الخطوة وذلك برسم خط أفقي بطول(160mm) ليكون قاعدة المخروط، ثم نرسم ضلعين يميلان بزاوية(45º) يلتقيان في نقطة تمثل رأس المخروط.

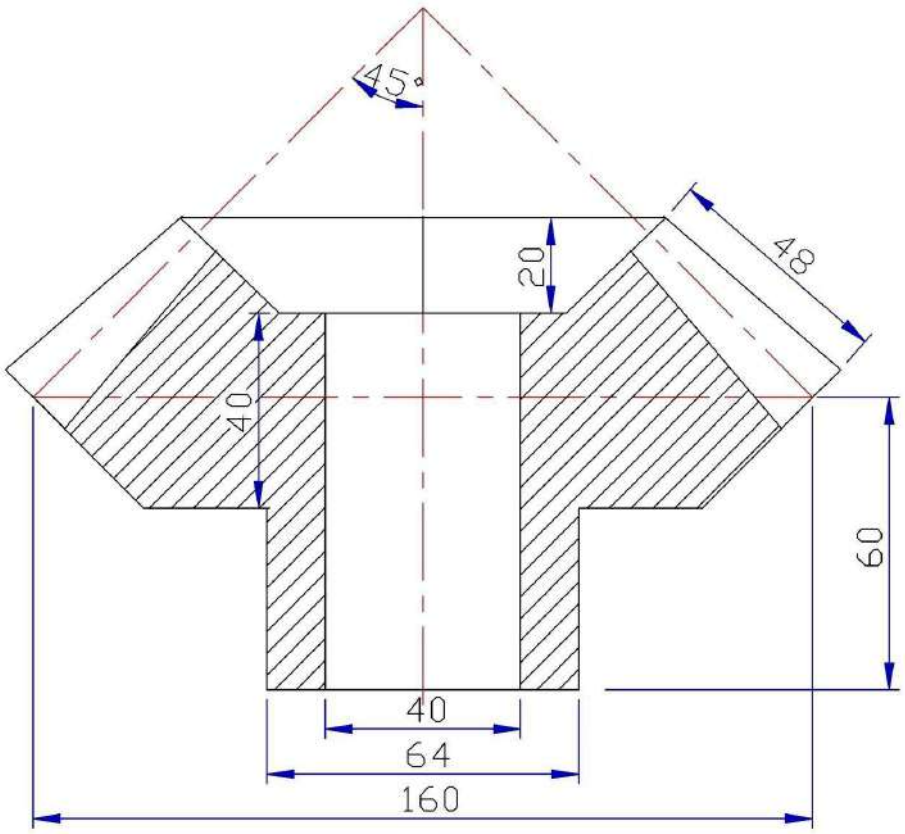
2- لرسم طرف وجذر الأسنان، نرسم عمودين على نهاية الضلعين المائلين ثم نحدد بنقاط على كل منهما مقداري رأس وجذر السن، نصل تلك النقاط الأربعة مع نقطة رأس المخروط بخطوط خفيفة، ونحدد طول وجه السن المحسوب على خط راسم مخروط الخطوة ولكلا الجانبين.

3- نحدد طول الصرة إبتداءاً من وجه الترس الأمامي بإتجاه الخلف ثم نحدد قطرها،مع تحديد قطر الثقب المتوافق مع العمود، ونحدد امتدادات سمك الترس لتتقاطع مع إمتداد طول السن.



الشكل 5-7: مراحل رسم ترس مخروطي عدل.

وبعد مسح الخطوط الزائدة وتحويل بعض الخطوط إلى خطوط مركز، نهشر المساحات المقطوعة (الأسنان لا تهشر)، الشكل (5- 8)، فضلاً عن وضع الأبعاد الضرورية.



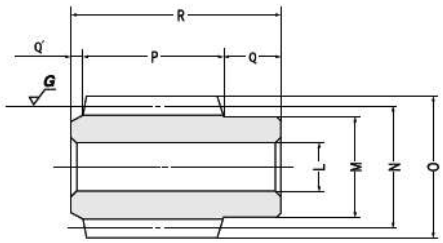
الشكل 5- 8 : قطاع رأسي كامل لترس مخروطي.

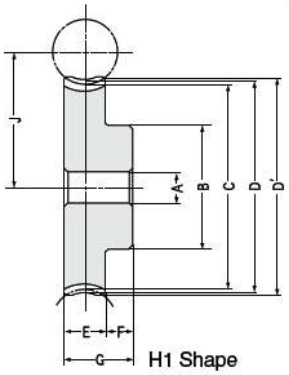
4-5 الدودة والعجلة الدودية (Worm and Worm Wheel)

نظام تروس تتشابك فيه الدودة (وهي ترس على شكل برغي) مع ترس دودي (يشبه في مظهره الترس الأسطواني، ويعرف أيضاً بإسم العجلة الدودية أو الدولاب الدودي). الدودة تكون ذات سن أحادي البدء أو متعدد البدايات يتعشق مع العجلة، ولسن الدودة نفس الشكل الجانبي كما في أسنان اللوالب في حين يكون سن الدولاب الدودي مقوساً نحو الداخل ليأخذ شكل السن الموجود على الدودة، وبذلك فان شكل الدولاب الدودي، طرف السن، عمق جذر السن هي نفسها كما في الترس الأسطواني العدل.

تستعمل الدودة والدولاب الدودي للحصول على خفض كبير في سرع الدوران بين الأعمدة التي تقع محاورها على زاوية (90º) مع بعضها والتي تكون غير متقاطعة، فعندما تدور الدودة أحادية البدء دورة كاملة يتحرك الترس الدودي بمقدار سن وفراغ الخطوة المحورية (Axial Pitch) فقط، وبغض النظر عن حجم الدودة (على الرغم من الحدود الهندسية المعقولة)، فإن معدل خفض السرعة بين دودة أحادية البدء لدولاب دودي ذو (20) سناً ستكون بنسبة 20:1، ومع التروس الأسطوانية، يتوافق الترس المزود بـ (12) سنًا (أصغر حجم مسموح به) مع (240) سناً من أسنان الترس لتحقيق النسبة نفسها، لذا فإن نظام الترس الدودي يكون أصغر حجماً بشكل ملحوظ.

هناك العديد من أشكال المزدوج الدودي تحكمها قياسات وفق قوانين رياضية (كما في أنواع التروس الأخرى) وثبتت قيمها في جداول قياسية (عالمية) لتناسب عملية التصميم، الشكل (5-9).





Module 3 Ground Worms

Catalog No.	Axial module	Number of start	Lead angle	Hand of tread	Shape	Bore	Hub dia.	Pitch dia.	Outside dia.	Face width	Hub width (R)	Hub width (L)
						LH7	M	N	O	P	Q	Q'
SWG3-R1	m3	1	3°54'	R	W3	16	35	44	50	50	20	4
SWG3-R2		2	7°46'	R	W3	16	35	44	50	50	20	4
SWG3-R3		3	11°34'	R	W3	16	35	44	50	50	20	4

Module 3 Worm Wheels

Catalog No.	Reduction ratio	Transverse module	No. of teeth	Number of start	Helix angle	Hand of tread	Shape NOTE 2	Bore	Hub dia.	Pitch dia.	Throat dia.	Outside dia.	Face width
								AH7	B	C	D	D'	E
AG3-20R1	20	m3	20	1	3°54'	R	H1	20	50	60	66	69	25
AG3-20R2	10		20	2	7°46'	R	H1	20	50	60	66	69	25
AG3-30R1	30		30	1	3°54'	R	H4	20	55	90	96	99	25
AG3-30R2	15		30	2	7°46'	R	H4	20	55	90	96	99	25
AG3-30R3	10		30	3	11°34'	R	H4	20	55	90	96	99	25
AG3-40R1	40		40	1	3°54'	R	H5	20	65	120	126	129	25
AG3-45R3	15		45	3	11°34'	R	H5	20	70	135	141	144	25
AG3-50R1	50		50	1	3°54'	R	H5	20	75	150	156	159	25
AG3-60R1	60		60	1	3°54'	R	H5	20	85	180	186	189	25

الشكل 5- 9 : نموذج لجدول تصميم المزدوج الدودي.

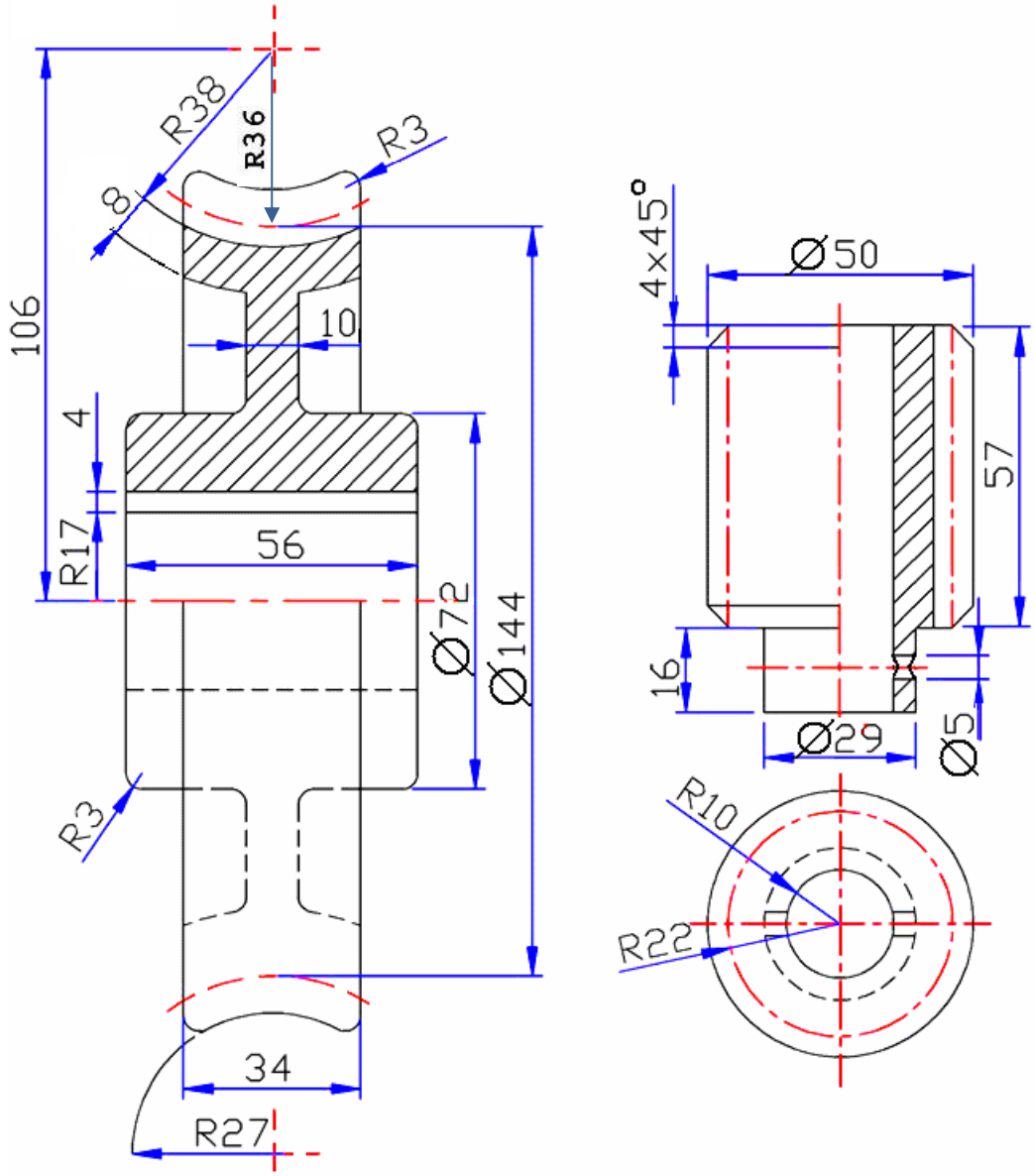
مثال 5-4

مزدوج نقل حركة بنسبة تخفيض سرعات2:1،مكون من دودة ودولاب دودي ومبين في الشكل (5-10)، إرسم بمقياس رسم1:1 مسقطاً راسياً نصفه الأعلى قطاع للدولاب الدودي، مسقطاً رأسياً نصفه الأيمن قطاع ومسقطاً أفقياً للدودة، علماً أن المودول المحوري للمزدوج ma=3،عدد اسنان الدولاب الدودي Z= 48 سناً، والبعد المركزي للدولاب C=106mm.

الحل :

لتسهيل عملية رسم المزدوج الدودي ستكون الرسوم لهذا النوع من التمارين بأبعاد جاهزة لا حاجة لحسابها كما في النوعين السابقين، إذ يبين الشكل (5- 10) الرسم التنفيذي للدولاب الدودي والدودة مثبت عليهما الأبعاد، لاحظ أن الخطوط المخفية قد أظهرت في المسقط الرأسي للدولاب لزيادة التوضيح على الرغم من أنه نصف قطاع.

وكنشاط يمكن للطالب أن يرسم المسقط الجانبي للدولاب الدودي ولن يجده مختلفاً عن مسقط الترس الأسطواني العدل.

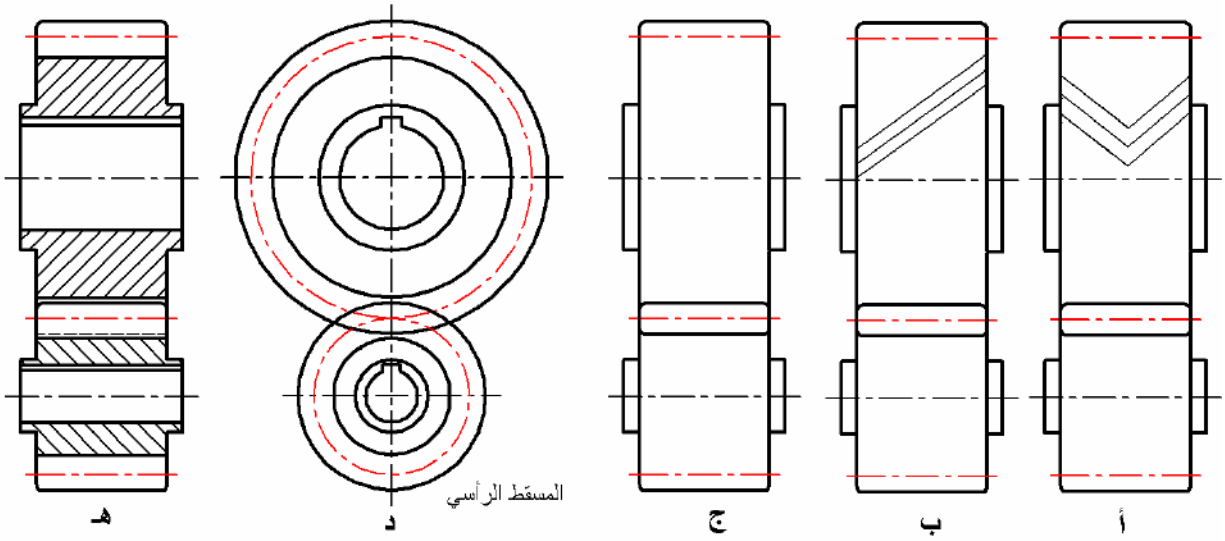


الشكل 5- 10: الرسم التنفيذي للدودة والدولاب الدودي.

5-5 الرسم المجمع (التروس المعشقة) (Meshing Gears)

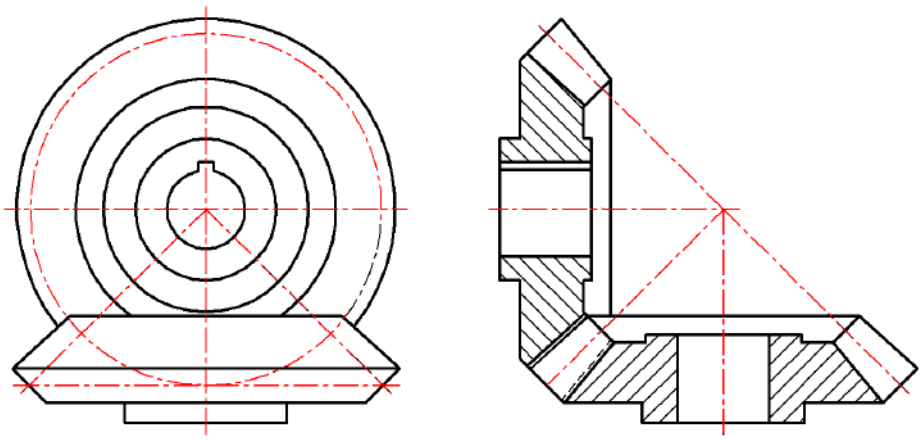
تعشق التروس بتداخل أسنانها بطريقة تراكبية، ويكون التعشيق خارجياً أو داخلياً (كما في التروس الكوكبية) وتستعمل في الرسم المجمع قواعد الرسم التنفيذي نفسها (كما مر سابقاً) مع ملاحظة أن كلا الترسين يرسمان بشكل ظاهر دون أن نفترض أن احدهما يكون مخفياً بواسطة الآخر، الشكل (5-11- أ، ب، ج) يوضح مساقط ترسين أسطوانيين، إذ تمثل الخطوط المائلة على مساحة الترس شكل السن (ثنائي الميل، مائل، وعدل) ويمكن تمثيلهما بمسقط رأسي (د) مع ملاحظة أن منطقة التداخل تشترك بدائرة الخطوة المتمثلة بخط المركز، كما ويمكن تمثيل التجميع بشكل قطاعاً كاملاً (هـ)، إذ يكون أحد الأسنان مخفياً من قبل الآخر، مما يستوجب تمثيل مساحة الخلوص بين السنين بخط مستمر من جانبوخط متقطع يمثل رأس السن المخفي، وتكون قيمة الخلوص هي الفرق بين طول رأس السن وجذر السن.

ملاحظة: يسمى الترس الصغير (مصدر الحركة) بالبينيون (Pinion) أو إختصاراً (P) والترس الكبير (Gear) أو إختصاراً (G).



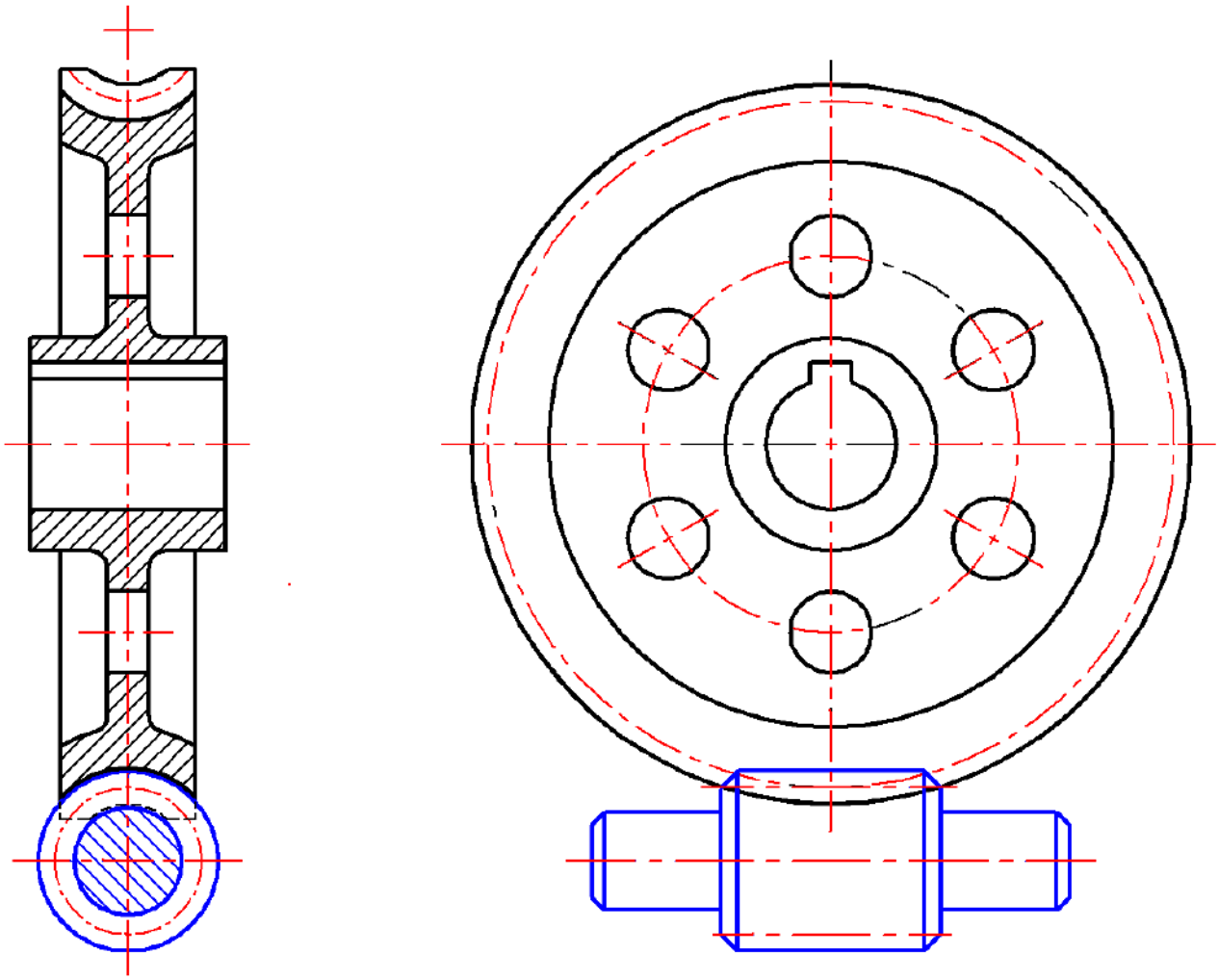
الشكل 5- 11 : الرسم المجمع للتروس الاسطوانية.

أما عند تجميع التروس المخروطية فعندما يكون محور الترس موازيا لمستوي الرسم يرسم امتداد الخط الذي يمثل دائرة الخطوة إلى نقطة تقاطع المحاور، مع ملاحظة أن في المسقط الرأسي قد حجب جزء من أحد الترسين الترس الآخر، الشكل (5-12).



الشكل 5- 12 : ترسان مخروطيان متعشقان.

وعند تجميع مزدوج الدودة والدولاب الدودي فيرسم كلاهما كمسقط بشكل ظاهر دون الفرض بـأن إحدهما يكون مخفياً خلف الآخر، في حين تراعى هذه الحالة عند رسم القطاع، الشكل (5- 13).



الشكل 5-13 : دودة ودولاب دودي متعشقان.

مثال5- 5

ترسان مخروطيان معشقان عدد أسنان كل منهما (20) سن، إرتفاع رأس السن a=m=6mm، عمق جذر السن b=7mm، قطر عمود الترس Dh=30mm، إرسم بمقياس رسم مناسب قطاعاً رأسياً كاملا للترسين.

الحل :

لتنفيذ رسم الترس يجب حساب الأبعاد اللازمة بإعتماد المعطيات الواردة في السؤال وكما يأتي:-

قطر دائرة الخطوة D	D = m.Z =20 x 6 =120 mm
عرض وجه السن F	F = 6 m = 6 x 6 = 36 mm
قطر الصرة Dcm	Dcm = 1.6 x Dh = 1.6 x 30 =48 mm
طول الصرة Lcm	Lcm = 1.5 x Dh = 1.5 x 30 = 45 mm
سمك جدار الترس (الصافي)b1	b1 = 2.5 m = 2.5 x 6 = 15mm
سمك اسطوانة الترس K	K = 5 m = 5 x 6 = 30mm

يوضح الشكل (5-14) مراحل رسم الترسين وكما يأتي:-

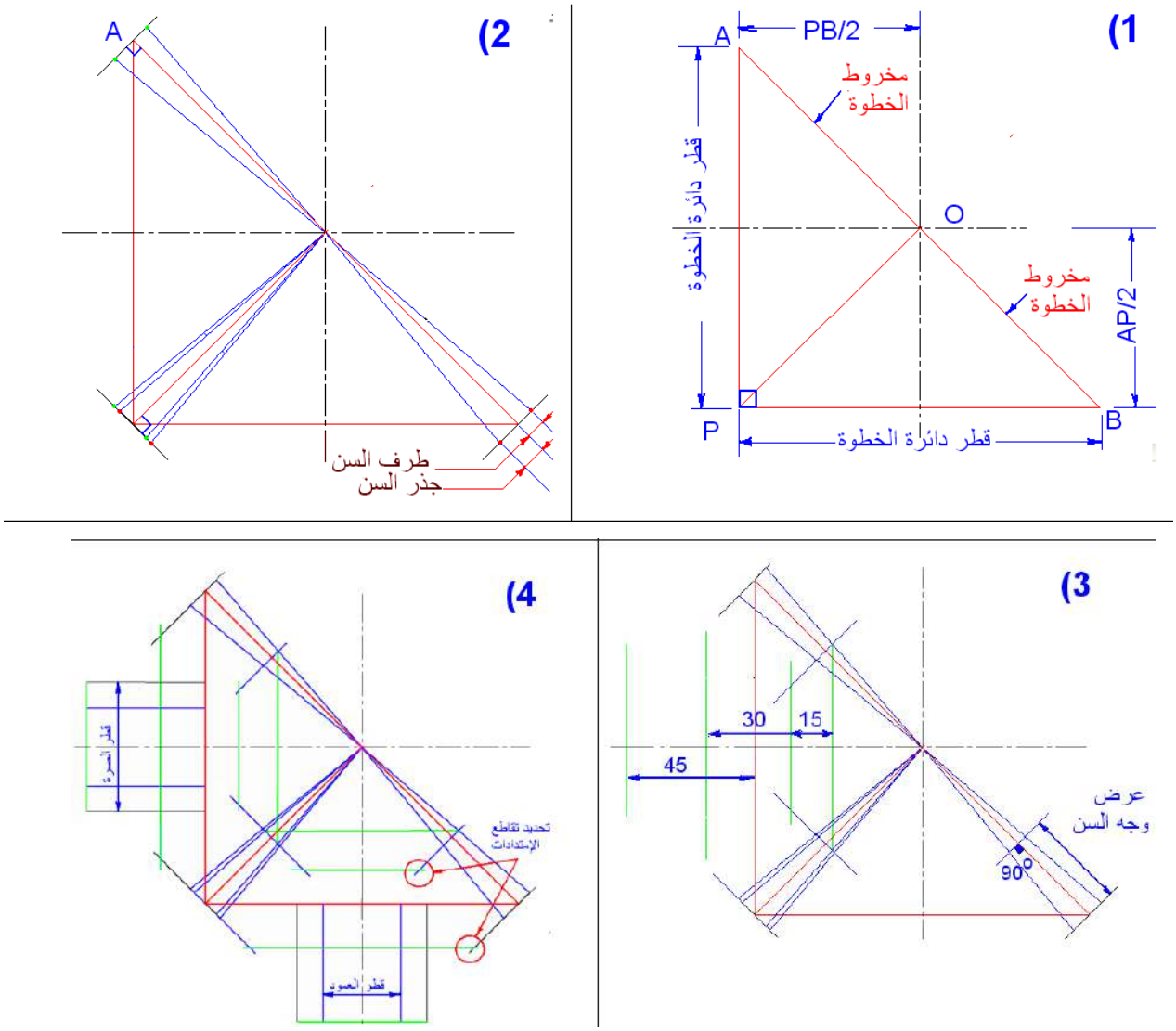
1- رسم مخروط الخطوة لكلا الترسين بالإعتماد على قطر دائرة الخطوة وذلك برسم خطين متعامدين بطول 120mm (PA, PB) ليكونا قاعدتي المخروطين نصل (AB) ننصفه في النقطة (O) وتمثل رأسيهما، في هذه النقطة نقيم خطي مركز متعامدين.

2- لرسم طرف وجذر الأسنان، نرسم خطوطاً على النقاط (A, P, B) عمودية على OP, OB,OA ثم نحدد بنقاط على كل منهما مقداري رأس وجذر السن (سيتحدد على الخط في النقطة B لأربعة نقاط لكون السنان متعشقين). نصل تلك النقاط مع نقطة (O) بخطوط خفيفة،

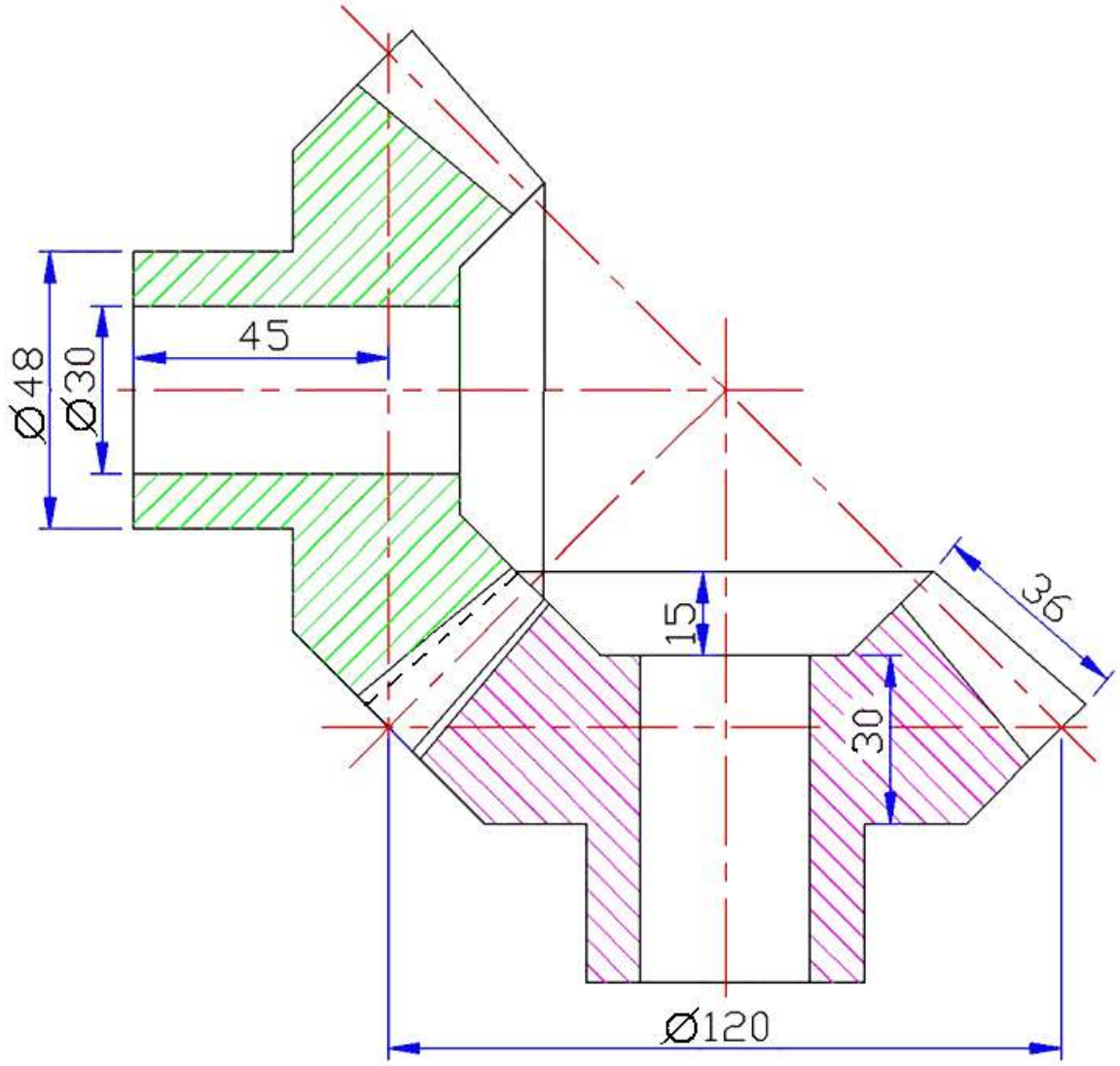
3-نحدد طول وجه السن المحسوب على خط راسم مخروط الخطوة ولكلا الترسين، ثم نحدد طول الصرة إبتداءا من وجه الترس الأمامي بإتجاه الخلف ثم نحدد قطرها.

4- نحدد طول وقطر الصرة للترس الآخر مع تحديد قطر الثقب المتوافق مع العمود، ونحدد إمتدادات سمك الترس لتتقاطع مع إمتداد طول السن.

وبعد مسح الخطوط الزائدة وتحويل بعض الخطوط إلى خطوط مركز، نهشر المساحات المقطوعة (الأسنان لا تهشر)، مع ملاحظة إبقاء أحد الخطوط المتداخلة في المنطقة (P) والذي يمثل السماح بين سنين متعشقين، الشكل (5- 15).



الشكل 5-14 : مراحل رسم ترسين مخروطيين متعشقين.

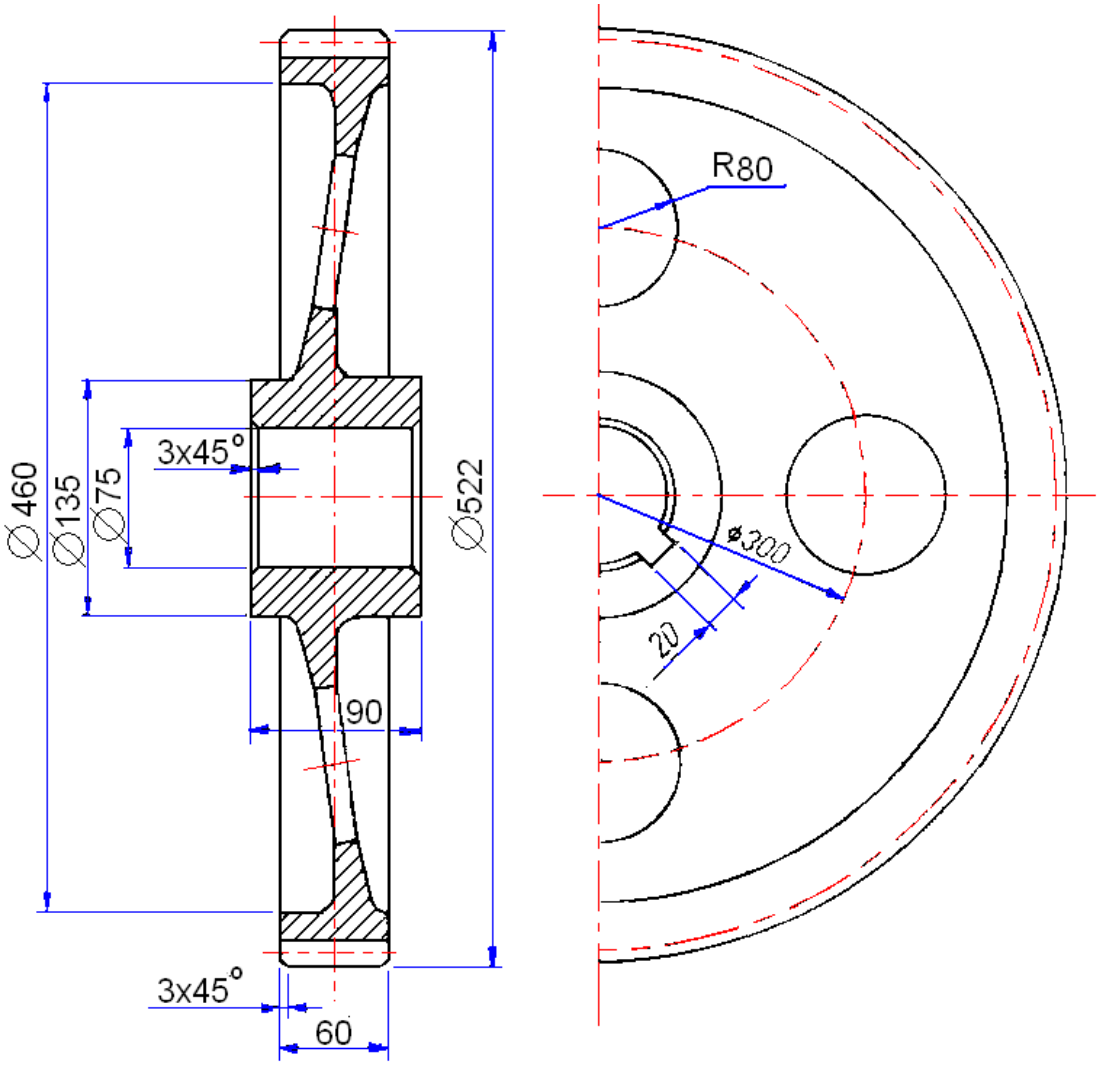


الشكل 5-15 : قطاع رأسي كامل لترسين مخروطيين معشقين.

5- 6اسئلة وتمارين

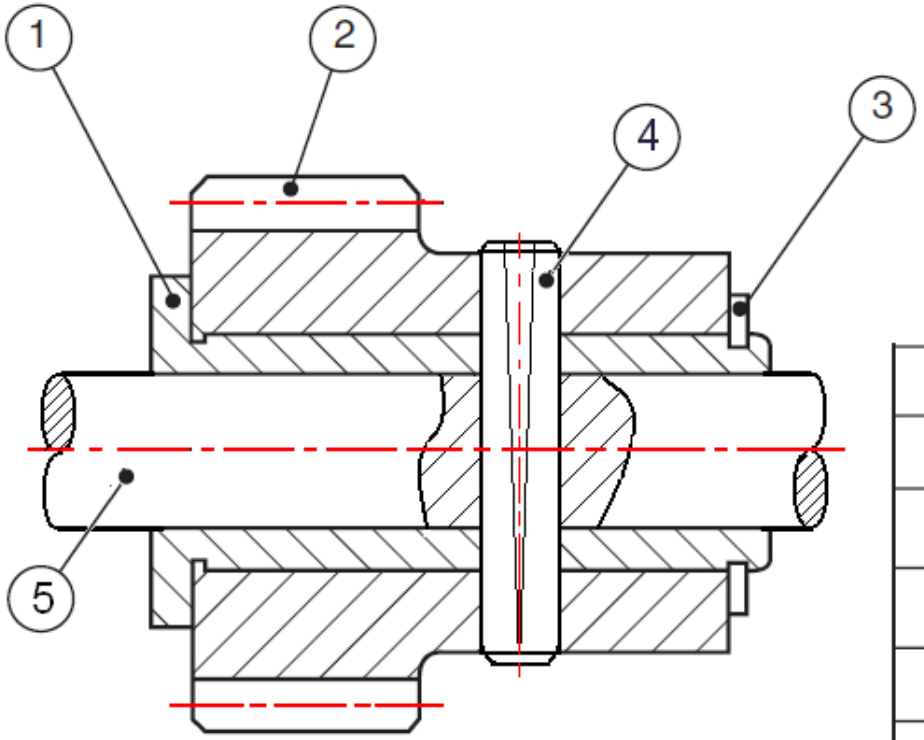
5-6-1:ارسم بمقياس رسم مناسب رسماً تنفيذياً قطاعاً لترسين أسطوانيين معشقين، المودول m=5 mm، عدد أسنان الترس الكبيرZ_G=50، قطر دائرة الخطوة للترس الصغير D_P=60mm، عرض الوجه F=30mm،قطر عمود الترس الكبير Dh_G=32mm قطر الصرة Dcm_G=56mm، قطر عمود الترس الصغير Dh_P=26mm، مع إفتراض أية أبعاد ناقصة.

5-6-2: إرسم بمقياس رسم مناسب القطاع ونصف المسقط الجانبي للترس الأسطواني المبين في الشكل (16-5) علما بأن جميع الاقواس بنصف قطر R=15mm والمودول m=8mm.



الشكل 5-16 : الرسم التنفيذي لترس اسطواني.

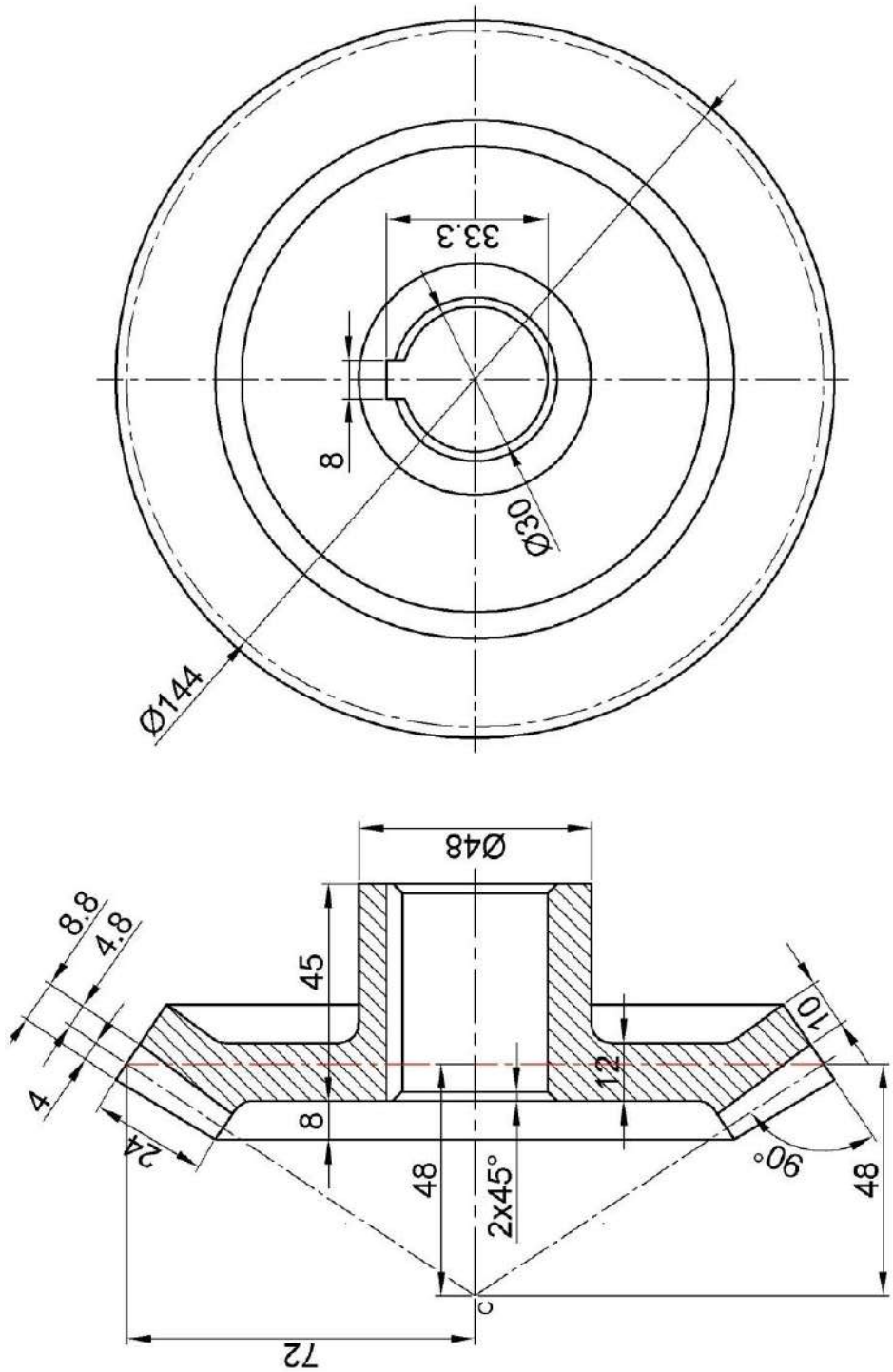
3-6-5: يبين الشكل (5-17) رسماً مجمعاً لترس عدل مركب على محمل أسطواني مقفل عن طريق حلقة يربط الترس مع العمود عن طريق مسمار ربط أسطواني ذو شق، ارسم بمقياس رسم مناسب وبأبعاد تقديرية قطاعاً رأسياً ومسقطاً جانبياً للرسم المجمع، مع تثبيت جدول الأجزاء وأرقامها.



Item No.	Title	No. off
5	Shaft	1
4	Dowel Pin	1
3	Retaining ring	1
2	Gear hub	1
1	Bearing insert	1

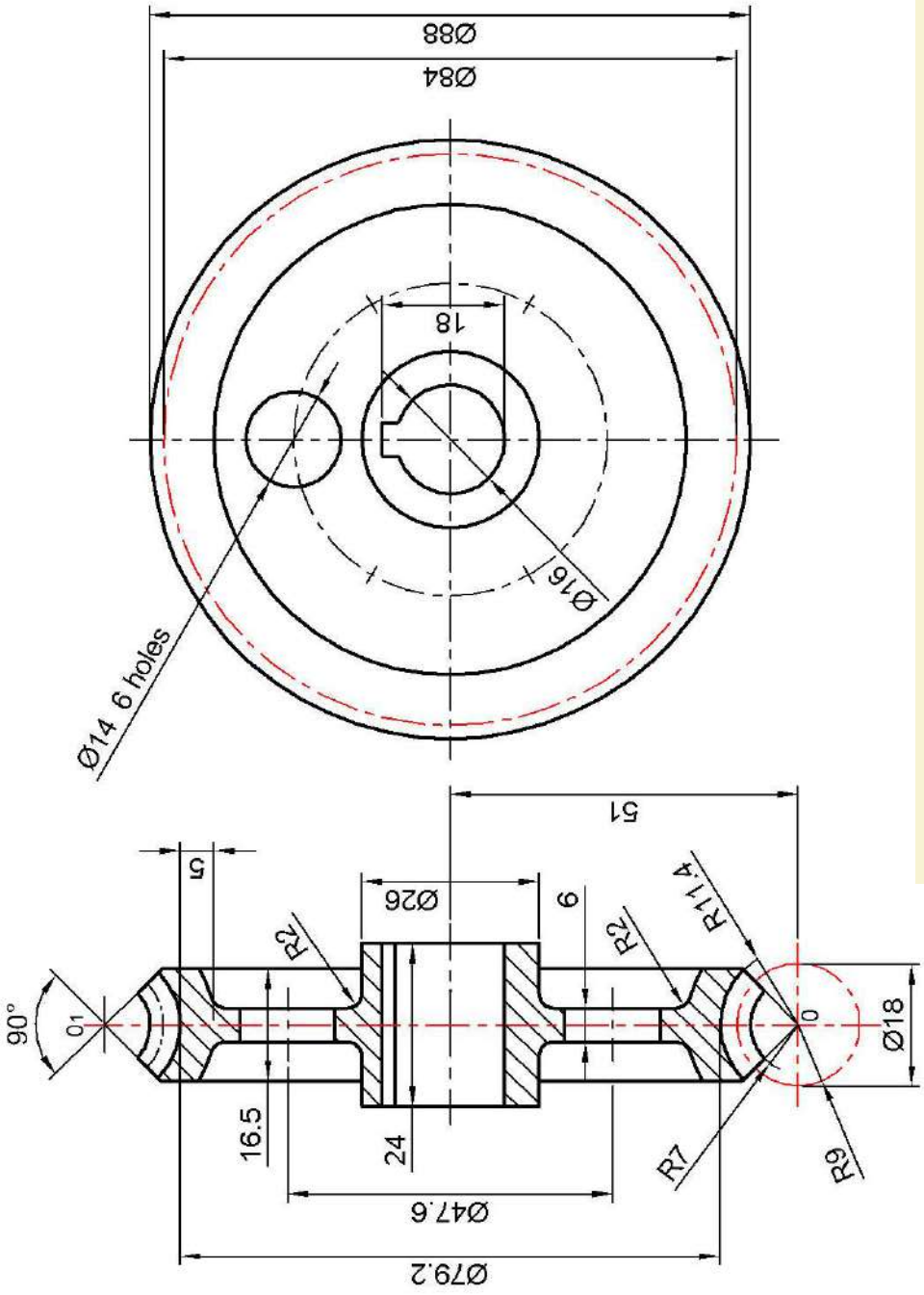
الشكل 17-5 : رسم تجميعي لترس عدل مع عمود.

4-6-5 :(تمرين إثرائي) إرسم بمقياس رسم1:1 مسقط رأسي نصفه الأعلى مقطوع، مع نصف مسقط جانبي أيمن للترس المخروطي المبين رسمه التنفيذي في الشكل (5-18)، مع وضع الأبعاد كافة.



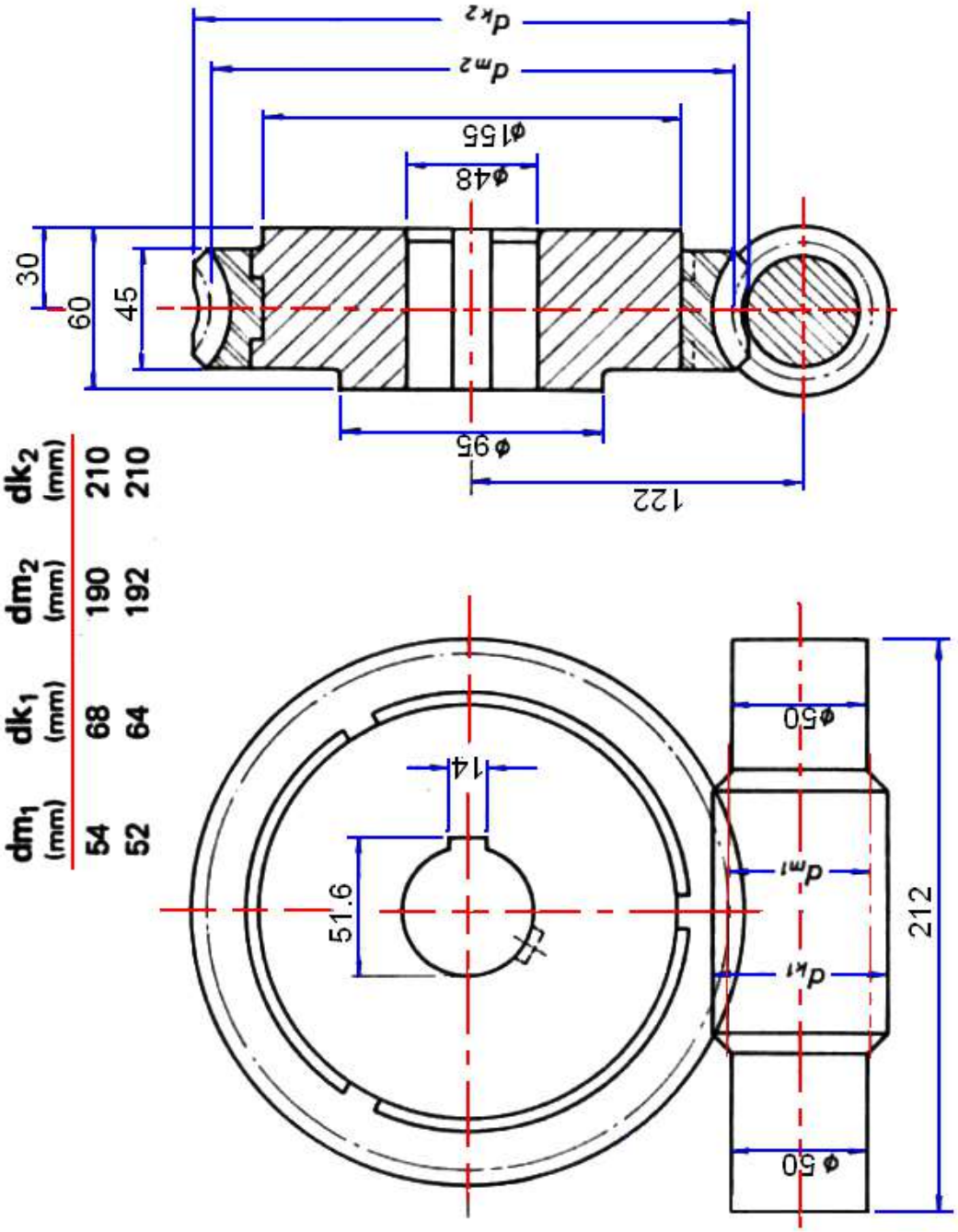
الشكل 5-18 : رسم تنفيذي لترس مخروطي.

5-6-5 :(تمرين إثرائي)إرسم بمقياس رسم 1:1 مسقط رأسي نصفه الأعلى مقطوع، مع نصف مسقط جانبي أيمن للدولاب الدودي المبين رسمه التنفيذي في الشكل (5- 19)، مع وضع الأبعاد كافة.



الشكل 19-5 : رسم تنفيذي لدولاب دودي.

6-6-5 :(تمرين إثرائي) بمقياس رسم تصغير 2:1، إرسم مسقطاً رأسياً (أمامياً) وقطاعاً جانبياً لمزدوج الدودة والدولاب الدودي المجمع والموضح في الشكل (5- 20) بعد إختيار إحدى القيمتين من الجدول لأقطار دائرة الخطوة والدائرة الخارجية لكل من الدودة والترس، مع تثبيت الأبعاد كافة على الرسم، (تقدر الأبعاد الناقصة بصورة نسبية بحسب الشكل).



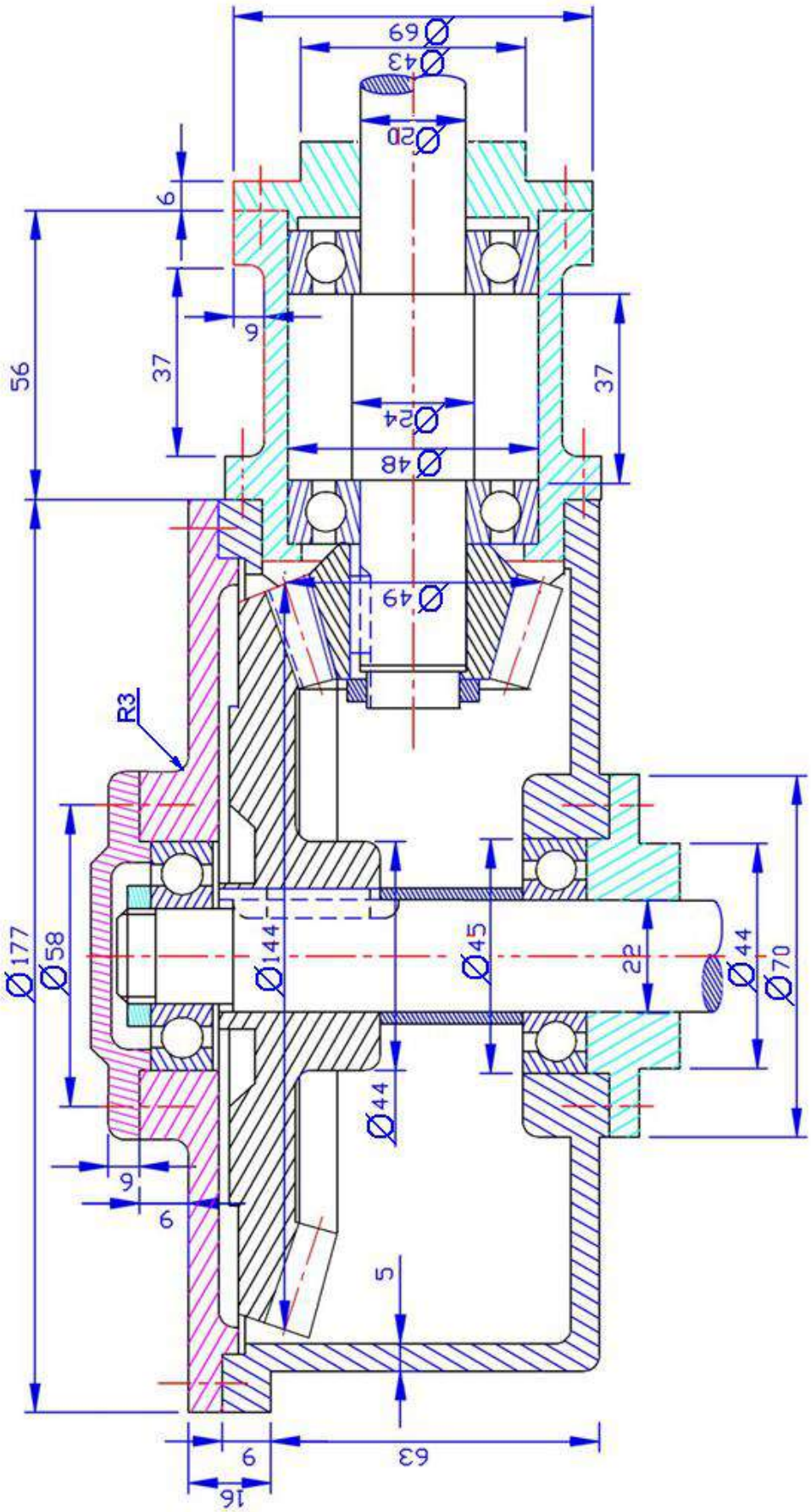
	dm_1 (mm)	dk_1 (mm)	dm_2 (mm)	dk_2 (mm)
	54	68	190	210
	52	64	192	210

الشكل **20-5** : الرسم المجمع لمزدوج الدودة والدولاب الدودي

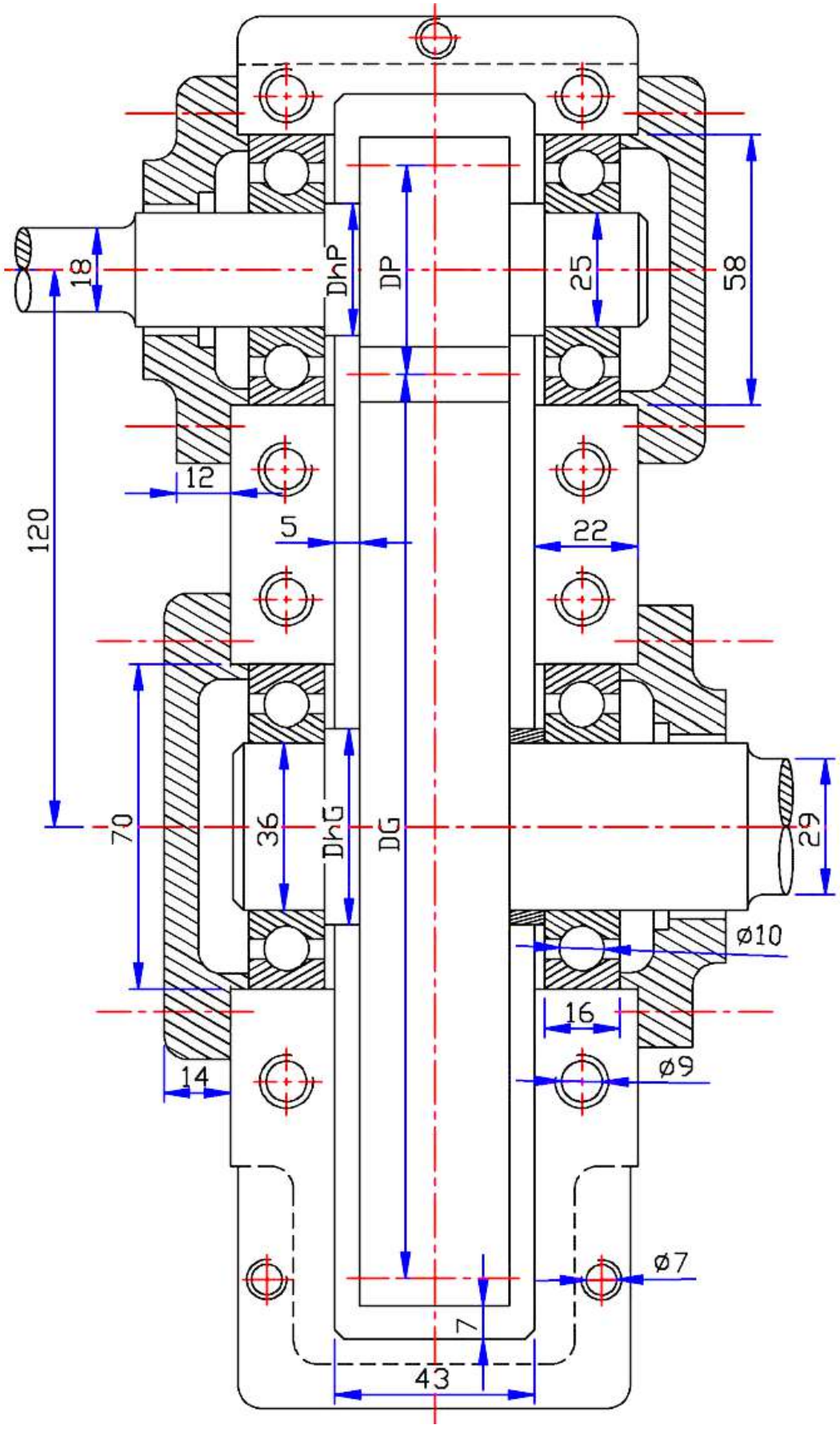
7-6-5 :(تمرين إثرائي) الشكل (5-21) يبين قطاعاً كاملاً لصندوق سرعات (Gear Box) مجمع يحتوي على ترسين مخروطيين معشقين مثبتين على أعمدة بخوابير مستطيلة والأعمدة مثبتة في الصندوق عن طريق محامل تدحرجيه، ارسم بمقياس رسم1:1 قطاع صندوق السرعات مجمعاً مع تقدير الأبعاد الناقصة عند الرسم مع وضع الأبعاد الأساسية فقط وإضافة أرقام الأجزاء مع رسم جدول يتضمن قائمة الأجزاء.

8-6-5 : (تمرين إثرائي)الشكل (5-22) يبين قطاعاً أفقياً لصندوق سرعات (Gear Box) مجمع (بدون غطاء) يحتوي على ترسين أسطوانيين معشقين (مبين مسقطهما)، المودول لهما m=4mm، عدد أسنان الترس الصغير Z_P=12 وعدد أسنان الترس الكبير ZG=49، ثبت الأول على عمود قطره Dh_P=28mm والترس الثاني على عمود قطره Dh_G =42mm عن طريق خابورين بأبعاد 4x4x30mm والأعمدة مثبتة في الصندوق عن طريق محامل تدحرجيه، مع أغطية جانبية لتثبيت المحامل على جسم الصندوق.

إحسب الأبعاد الرئيسة للتروس ثم إرسم بمقياس رسم1:1 قطاع صندوق السرعات مجمعاً (مع بيان مقطع التروس) مع وضع الأبعاد الأساسية وإضافة أرقام الأجزاء، وتنظيم قائمة بأسمائها.(تقدر الأبعاد الناقصة بصورة نسبية بحسب الشكل).



الشكل5-21 : قطاع لصندوق سرعات



الشكل 5-22 : قطاع جزئي لصندوق تروس.

المراجع

1- عبد الرسول الخفاف - الرسم الهندسي - الجامعة التكنولوجية، مركز التعريب والنشر- 1990

2- لجنة خاصة في وزارة التربية - الرسم الصناعي ميكانيك للصف الثالث – وزارة التربية – المديرية العامة للتعليم المهني.

3.Giesecke, Mitchell, Spencer, Hill - Technical Drawing - Macmillan Publishing Co. Inc. New York, 1974.

4.Allan Sherman - Engineering Drawing Standards Manual - Mechanical Engineering Branch - Goddard Space Flight Centre - Greenbelt, Maryland, NASA, ,August 1994.

5.K. Morling - Geometric and Engineering Drawing – Butterworth, Helneemann, - 2nd Edition - 2003.

6.Sanjay Sharma - Engineering Drawing and CAD, School of Engineering, Faculty of Technology, University of Plymouth.

7.Bruce A. Wilson - DRAFTING MANUAL, Dimensioning and Tolerancing Symbols, February 1997, Section 6.1

8.Brian Griffiths - Engineering Drawing for Manufacture, February 2003, Publisher: Elsevier Science & Technology Books

9.Colin H Simmons & Dennis E Maguire - Manual of Engineering Drawing, Second edition 2004.

10.EN ISO 6410-2 1996, Technical Drawing - Screw threads and threaded parts.