المملكة الأردنية الهاشمية
وزارة التربية والتعليم
إدارة المناهج والكتب المدرسية

ميكانيك المركبات

الرسم الصناعي

الفصل الدراسي الأول

الصف الثاني عشر

الفرع الصناعي

الناشر

وزارة التربية والتعليم

إدارة المناهج والكتب المدرسية

يسرّ إدارة المناهج والكتب المدرسيّة استقبال ملحوظاتكم وآرائكم على هذا الكتاب على العناوين الآتية:

هاتف: 8-5/4117304 فاكس: 4637569 ص.ب (1930) الرّمز البريديّ: 11118

أو على البريد الإلكترونيّ: VocSubject.Division@ moe.gov.jo

قررت وزارة التربية والتعليم تدريس هذا الكتاب في مدارس المملكة الأردنية الهاشمية جميعها، بناءً على قرار مجلس التربية والتعليم رقم 2021/28 ، تاريخ 2021/2/4 م، بدءًا من العام الدراسي 2022/2021 م.

الحقوق جميعها محفوظة لوزارة التربية والتعليم

الأردن - عمان ص.ب: (1930)

رقم الإيداع لدى دائرة المكتبة الوطنية
(2021/7/4118)

ISBN: 978 - 9923 - 47- 006 - 0

لجنة التوجيه والإشراف على هذا الكتاب

أ.د. راتب حمدان العيسى
أ.د. عصام صالح جلهم
د. مازن عبد الرحيم عرباسي
د. زبيدة حسن أبو شويمة
م. باسل محمود غضية
م. حمد عزات أحمرو
م. محمد عبد اللطيف أبو رحمة

لجنة تأليف هذا الكتاب

م. زياد نايف البجالي
م. خالد فيصل المجالي
م. جميل سليم محمد

التحرير العلمي: م. محمد عبد اللطيف أبو رحمة

التحرير اللغوي: نضال أحمد موسى
التحرير الفني: نداء فؤاد أبوشنب

التصميم: عائد فؤاد سمور
الإنتاج: د.عبد الرحمن سليمان أبوصعليك

دقق الطباعة راجعها: م. ثامر سامي الحلايبة

الطبعة الأولى 1442هـ/2021م
أعيدت طباعته 2022م – 2023م

قائمة المحتويات

الموضوع		الصفحة
المقدمة		4
الوحدة		**الموضوع**	**الصفحة**
الوحدة الأولى: الرموز والمصطلحات الفنية في أنظمة ميكانيك المركبات والآليات	أولاً	نقل الحركة بالتروس	9
	ثانيًا	الزنبركات (النوابض)	32
	ثالثًا	القارنات (الوصلات)	44
	رابعًا	التفاوت والتوافق للثقوب والأعمدة	52
		أسئلة الوحدة	65
الوحدة الثانية: نظرية الآلات	أولاً	الحدبات (الكامات)	70
	ثانيًا	العلاقة بين الضغط وحركة المكبس داخل الأسطوانة وزوايا دوران عمود المرفق	84
	ثالثًا	حركة أذرع التوجيه والعجلات الأمامية في أثناء الدوران	92
		أسئلة الوحدة	103
الوحدة الثالثة: القطاعات	أولاً	مفهوم القطاعات، وأهدافها	110
	ثانيًا	خطوط القطع، ودلالتها، وخطوط التهشير	111
	ثالثًا	شروط تهشير القطاعات	114
	رابعًا	أنواع القطاعات	115
	خامسًا	الأجزاء الميكانيكية التي تقطع ولا تهشر في القطاعات	122
	سادسًا	تطبيقات على القطاعات	124
		أسئلة الوحدة	139
		مسرد المصطلحات	162
		قائمة المراجع	164

المقدمة

بسم الله الرحمن الرحيم

الحمد لله، والصلاة والسلام على نبينا محمد، وعلى آله وصحبه أجمعين، وبعد، فقد جاء تطوير هذا الكتاب استمرارًا لنهج وزارة التربية والتعليم في تطوير المناهج؛ لتحسين مستوى التعليم المهني بما يواكب مسيرة التطور العلمي والتكنولوجي التي يشهدها العالم.

يعد الرسم الهندسي الصناعي وسيلة اتصال ولغة تفاهم مشتركة بين المهندسين والفنيين في جميع أنحاء العالم، ويمثل المرحلة الأولى في إنشاء أيِّ صناعة، والمرجع الأساس الذي يُمكِّن كلًّا من المهندس والفني من الإحاطة بمجال تخصصه.

يحتوي الكتاب على خمس وحدات موزعة على فصلين دراسيين؛ الأول يشمل ثلاث وحدات، وهي: الرموز والمصطلحات الفنية المستخدمة في أنظمة ميكانيك المركبات والآليات، ونظرية الآلات، أمّا الفصل الثاني فيشمل وحدة الرسم التجميعي وتطبيقاته ووحدة الرسم التفصيلي وتطبيقاته.

ونحن إذ نُقدِّم هذا الجهد المتواضع، فإنا نأمل أن يُحقِّق أهدافه، راجين زملاءنا المعلِّمين تزويدنا بملاحظاتهم ومقترحاتهم؛ بغية تطوير الكتاب وتحسينه.

والله ولي التوفيق

المؤلفون

إجراءات السلامة والصّحّة المِهْنية

في ما يأتي بعض الإرشادات التي تجب مراعاتها خلال عملية الرسم:

1- أجلس بطريقة صحيحة تلافيًا لآلام الظهر، خاصّة أنّ عملية الرسم قد تستغرق وقتًا طويلًا.

2- أحرص على نظافة طاولة الرسم ولوحة الرسم وأدواته.

3- أستخدم أدوات الرسم بطريقة مناسبة؛ حرصًا على سلامتي وسلامة زملائي.

4- أتجنّب استخدام أدوات الرسم في قصّ الورق حفاظًا على استقامة أطرافها.

5- أنظّف أدوات الرسم، وأحفظها بعناية بعد الانتهاء من عملية الرسم.

6- أحافظ على ورقة الرسم نظيفة بعد الانتهاء من عملية الرسم، ولا أثنيها.

7- ألتزم تعليمات المعلم في حصّة الرسم.

إرشادات تساعد الطالب في عملية الرسم

1- أستفيد ممّا تعلّمته سابقًا من مهارات الرسم الأساسية واستخدامات أدوات الرسم، في مبحث الرسم الصناعي للصّف الحادي عشر.

2- أستخدم أدوات الرسم المناسبة للتمرين المطلوب فقط.

3- أثبّت لوحة الرسم بشكل أفقي على طاولة الرسم باستخدام مسطرة (T)

4- أرسم الخطوط الأفقية باستخدام مسطرة (T)، والخطوط العمودية باستخدام الزوايا القائمة (المثلثات) بعد تثبيت قاعدتها على مسطرة (T)

5- لا أرسم الخطوط العمودية باستخدام مسطرة (T) بعد تدويرها 90°، وتثبيت حافّتها على طاولة الرسم من الأعلى.

6- أقرأ مقاييس الرسم من اليسار إلى اليمين؛ مثال: مقياس الرسم (1 : 2) يُقرأ اثنين لواحد.

7- أحرص على تقسيم اللوحة بطريقة مناسبة بعد النظر إلى ما سأرسمه، ومعرفة أبعاده.

8- أحاول التمييز بين الأبعاد التي تمثّل الأقطار أو أنصاف الأقطار على الرسومات؛ تلافيًا لوقوع الأخطاء.

9- أحرص على النظر بطريقة عمودية على المسطرة عند أخذ الأبعاد؛ لضمان دقّة القراءات.

10- أحرص عند استخدام أقلام الرصاص العادية (التي تبرى) لرسم الخطوط والمنحنيات؛ على مكان ملامسة القلم للأداة المستخدمة للمحاذاة؛ لأنّ قطر رأس القلم يتغيّر مع الاستخدام.

11- أحرص عند استخدام الفرجار لرسم الدوائر والمنحنيات على شدّ أذرعه بطريقة مناسبة؛ تلافيًا لفتحه خلال الدوران، كما أحرص على مسك الفرجار من الرأسية الخاصّة لذلك فقط.

12- أحرص على رسم الخطوط التي تجب إزالتها بخطوط خفيفة؛ لأتمكن من محيها بعد الانتهاء من عملية الرسم، حتى لا تترك أثرًا بعد المحي.

13- أحرص على إزالة أثر عمليات المحي مباشرة بقطعة قماش أو بفرشاة خاصّة؛ للمحافظة على نظافة لوحة الرسم.

14- أستخدم الطبعات (الشبلونات) المناسبة حسب الغاية المصمّمة لها:

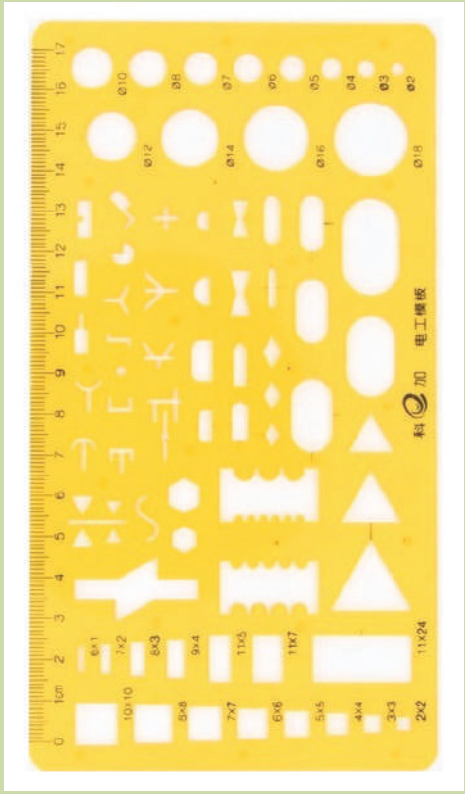
أ - شبلونات رسم المنحنيات، وتستعمل لرسم الخطوط المنحنية غير المنتظمة.

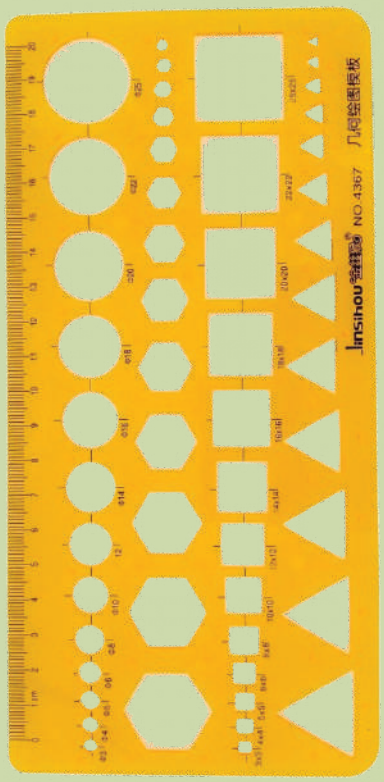
ب - شبلونات رسم الدوائر الصغيرة والأقواس الدائرية والأشكال الهندسية.

جـ - شبلونات خاصّة لرسم الرموز الكهربائية والإلكترونية والميكانيكية.

15- أكتفي عند سماح المعلم لي بمساعدة زميلي، بإرشاده ومساعدته، وليس بالرسم عنه.

16- أحرص على الالتزام بتعليمات وملاحظات المعلم في أثناء عملية الرسم.





الوحدة الأولى

الرموز والمصطلحات الفنية في أنظمة ميكانيك المركبات والآليات

- فيمَ يستفاد من قراءة الرموز والمصطلحات الخاصة في لغة الرسم الهندسي؟
- ما مسميات القطع الموجودة في الشكل أعلاه؟

تنتقل الحركة (أو القدرة) في محركات الاحتراق الداخلي، وأجزاء نقل القدرة من المحرك إلى العجلات القائدة وأجزاء الآليات الصناعية عن طريق مجموعة من الأجزاء الميكانيكية، مثل: الجنازير، والأقشطة، والسيور، والوصلات الجاسئة (الصُّلْبة)، والوصلات المرنة، والتروس؛ إذ تُثبَّت الأجزاء الميكانيكية بعضها ببعض باستعمال التباشيم، والبراغي، وحلقات الأحكام، والخوابير. ويعتمد نوع القطع الميكانيكية الناقلة للحركة وشكلها وتصميمها على طريقة نقل الحركة، وعزم الدوران.

يتوقع من الطالب بعد دراسة هذه الوحدة أن:

- يُبيِّن أنواع التروس، ويتعرَّف مصطلحاتها.
- يُعبِّر عن التروس بالرسم الرمزي والرسم الاصطلاحي.
- يُعدِّد أنواع الزنبركات.
- يرسم رموز الزنبركات على اختلاف أنواعها.
- يُعدِّد أنواع القارنات.
- يرسم رموز القارنات على اختلاف أنواعها.
- يُبيِّن أوجه التشابه والاختلاف بين الأعمدة والثقوب.
- يُعبِّر بالرسم الرمزي عن طريقة نقل الحركة في صندوق السرعات والجهاز التفاضلي.

أولًا: نقل الحركة بالتروس «Gears»

النتاجات

يتوقع من الطالب بعد دراسة هذا الدرس أن:

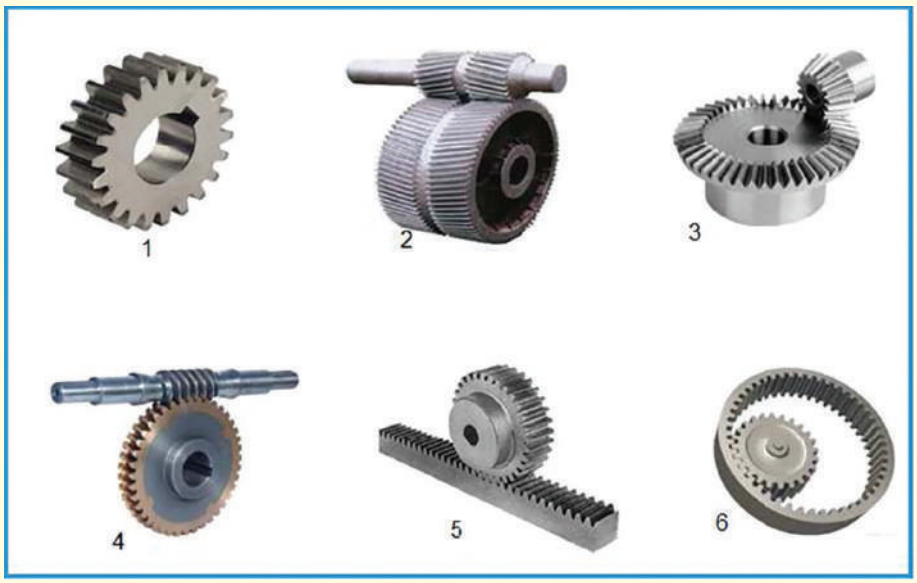
- يبين أنواع التروس.
- يتعرَّف مصطلحات التروس.
- يعبِّر عن التروس بالرسم الرمزي والاصطلاحي.

تُعَدُّ التروس (المسننات) من أهم الوسائل التي تستخدم في نقل الحركة وعزم الدوران من جزء إلى آخر، وفي عمليات الضبط والمعايرة في الصناعات الصغيرة والكبيرة، وبخاصة صناعات المركبات؛ فهي تُستخدَم في نقل الحركة والعزم من محرك الاحتراق الداخلي إلى عمود الإدارة عن طريق صندوق السرعات إلى مجموعة نقل الحركة النهائية، فضلًا عن استخدامها في مجموعات التوجيه الخاصة بالمركبات وغيرها من المعدات والآليات الصناعية. ولهذا تُصنَع المسننات بحجوم مختلفة، وأشكال متنوعة تُناسِب الاستخدام المحدد لها في نقل الحركة، أو التحكُّم في عمليات ضبط السرعة.

انظر وتساءل

- كيف يمكن توجيه المركبة إلى اليمين وإلى اليسار بتحريك عجلة القيادة في غرفة السائق؟
- كيف تُنقَل الحركة من صندوق السرعات إلى عمود الإدارة بسرعات مختلفة؟
- كيف تُحوَّل حركة عمود الإدارة الطولية إلى حركة عرضية لمحاور نقل الحركة إلى العجلات بزاوية (90°) ؟
- كيف يمكن التحكُّم في حركة الأبواب الكهربائية المستخدمة في مواقف (كراجات) المركبات، وفي المنازل؟

للإجابة عن هذه الاسئلة، انظر الشكل (1-1) الذي يُبيِّن أنواعًا مختلفة من المسننات التي تعمل معًا لأداء مهمة ما، ثم ابحث في شبكة الإنترنت عن أنواع هذه المسننات وأسمائها ومجالات استخدامها، ثم اكتب تقريرًا عن ذلك ؛ ثم اعرضه أمام الزملاء في الصف.

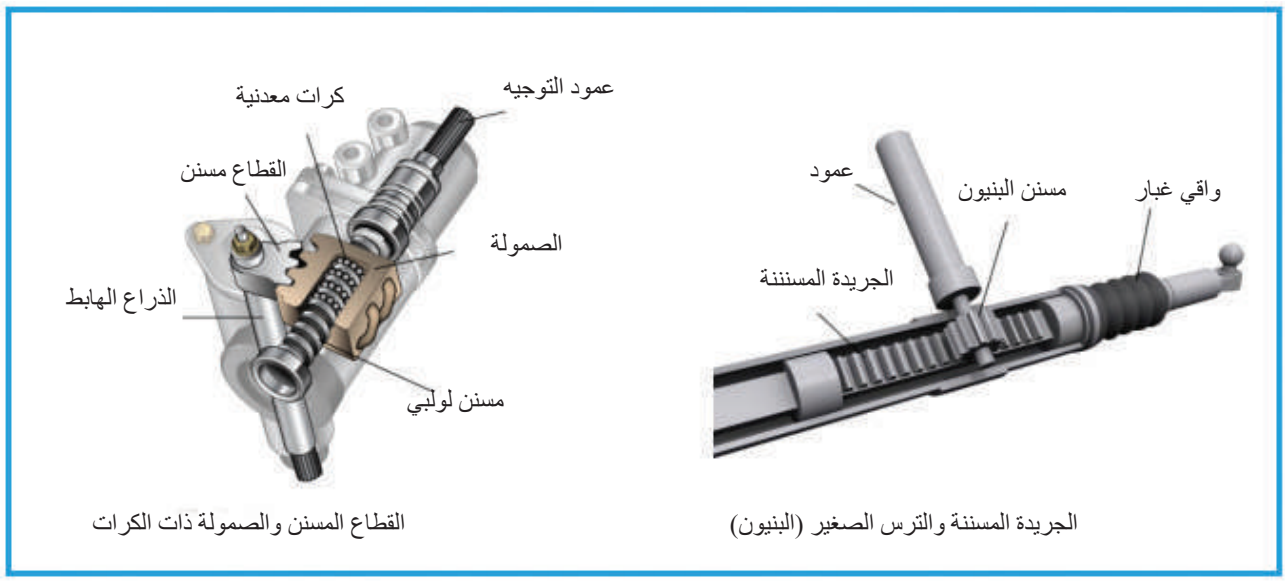


الشكل (1-1): أنواع مختلفة من مجموعة المسننات.

لتعرُّف أهمية المسننات في صناعة المركبات والآليات، انظر إلى مجموعات مسننات التوجيه المختلفة الموجودة في المشغل بإشراف المعلم، ثم انظر إلى صناديق السرعات المتوفرة لديك في المشغل ومجموعات نقل الحركة النهائية، مناقشًا المعلّم في استخدامات هذه المجموعات.

استكشف

تُستخَدم مختلف أنواع المسننات في كثير من الأعمال الصناعية وصناعة المركبات، فما مزايا استخدام المسننات من نوع الجريدة المسننة والمسنن اللولبي في أنظمة التوجيه المستخدمة في صناعة المركبات الصغيرة والمتوسطة؟ انظر الشكل (1-2) الذي يُبيِّن بعض أنواع أنظمة التوجيه.



الشكل (1-2): أنواع أنظمة التوجيه في المركبات.

اقرأ وتعلّم

تمثل عملية نقل الحركة إحدى العمليات المهمة في الصناعات الكبيرة والمتوسطة بخاصة صناعة المركبات والشاحنات والآليات الكبيرة والمتوسطة والصغيرة. وتُستخدَم طرائق مختلفة ومُتعدّدة لنقل الحركة من مكان إلى آخر، ويراعى في المعدات والأجهزة التي تُستخدَم في نقل الحركة أن تكون متينة، وقوية، وسهلة الصيانة والتركيب؛ لذا ابتكر المهندسون كثيرًا من أجهزة نقل الحركة الصُّلبْة والمرنة، لاستخدامها حسب طبيعة العمل. وتدخل المسننات في صناعة كثير من الوصلات النقّالة للحركة وعزم الدوران في المركبات، مثل الأقشطة الناقلة للحركة والوصلات (صُلْبة، ومرنة) المصنوعة من الفولاذ ، ويُبيِّن الشكل (1-3) مجموعة من المسننات التي تُستخدَم في نقل الحركة بخط مستقيم أو بزاويا مختلفة،

أو في عكس الحركة واتجاه الدوران بين الأعمدة الناقلة للحركة، وفيها تُثبَّت الوصلات الناقلة للحركة باستعمال براغي الفولاذية التي تُصنَع وفق مواصفات خاصة لهذا الغرض، ولذلك تُستخدَم التباشيم في تثبيت الأجزاء الميكانيكية بعضها ببعض، إلى جانب استخدام حلقات الإحكام والتثبيت القطع الميكانيكية بعضها ببعض مثل تثبيت البكرات والمسننات على الأعمدة الدّوارة.

الشكل (1-3): مجموعة مختلفة من المسننات.

أمّا التروس فتُستخدم لنقل الحركة بين الأعمدة المتوازية التي لا يبعد بعضها عن بعض مسافة كبيرة، أو الأعمدة التي تتقاطع محاورها، وهي تُستخدم بكثرة في صناعة أجزاء أنظمة المركبات، مثل صندوق السرعات (Transmission) ومسننات مجموعة النقل النهائي (Final drive gears)، ومسننات التوقيت (Timing gears)، ومجموعة مسننات نظام التوجيه (Steering gear box)، ونظام ماسحات الزجاج، وغير ذلك من الأنظمة الميكانيكية، علمًا بأنها تُصنَع من مادة الفولاذ، أو التفلون (Tiflon) أو الفيبر (Fiber) أو البلاستيك أو النحاس.

1 ـ أنواع المسننات (التروس).

توجد أنواع عدَّة من التروس لها استخدمات خاصة، وهي تختلف عن بعضها من حيث الحجم، وشكل الأسنان، وفي ما يأتي أهم أنواعها:

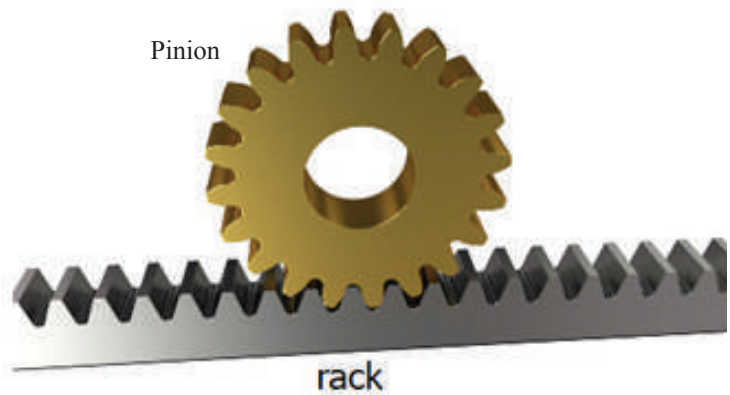
أ – المسننات المستقيمة العدلة والمسننات المستقيمة المائلة (Spur gears)

تستخدم هذه المسننات لنقل الحركة بين الأعمدة المتوازية، وتكون المسافة بين المحاور قصيرة نسبيًّا، مثل صندوق السرعات، انظر الشكل (1-4).

الشكل (1-4): المسننات المستقيمة

ب – الجريدة المسننة والترس (Rack and pinion)

يُستخدم هذا النوع لنقل الحركة بين الأعمدة ذات المحاور المتعامدة التي لا يتقاطع بعضها مع بعض، مثل مجموعة نظام التوجيه، انظر الشكل (1-5).



الشكل (1-5): الجريدة المسننة والترس.

جـ – المسننات الداخلية (Internal gears)

تُستخدَم هذه المسننات لنقل الحركة بين الأعمدة ذات المحاور المتوازية، وهي تمتاز في اتجاه الدوران نفسه، مثل مجموعة المسننات الكوكبية في صندوق السرعات الآلي، انظر الشكل (1-6).

الشكل (1-6): المسننات الداخلية.

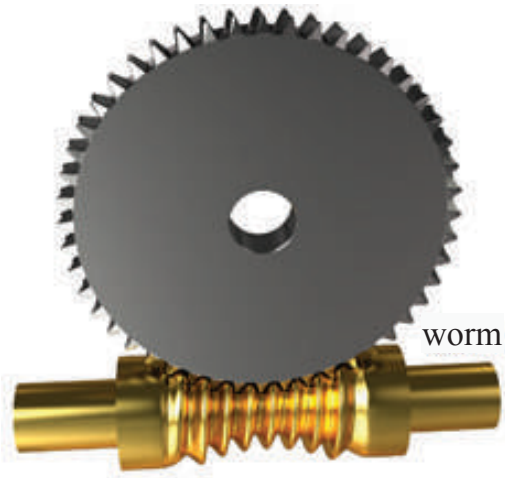
د – المسننات الحلزونية (اللولبية) (Helical gears)

تُستخدَم هذه المسننات لنقل الحركة بين الأعمدة ذات المحاور المتعامدة وغير المتقاطعة، انظر الشكل (1-7).

الشكل (1-7): المسننات الحلزونية (اللولبية).

هـ - المسننات الدودية والترس المستقيم العدل (Worm gears)

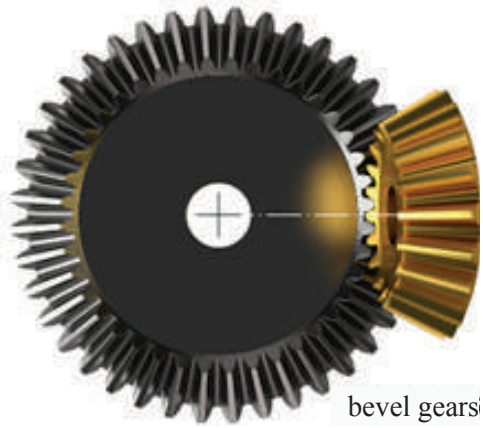
تستخدم هذه المسننات لنقل الحركة بين الأعمدة ذات المحاور المتعامدة وغير المتقاطعة، انظر الشكل (1-8).



الشكل (1-8): المسننات الدودية والترس المستقيم العدل.

و – المسننات المخروطية (Bevel gears)

تستخدم هذه المسننات لنقل الحركة بين الأعمدة التي تتقاطع محورها، ويتعامد بعضها مع بعض، مثل: مسننات البنيون والكورنا في مجموعة مسننات النقل النهائي، انظر الشكل (1-9).



الشكل (1-9): المسننات المخروطية.

نشاط 1

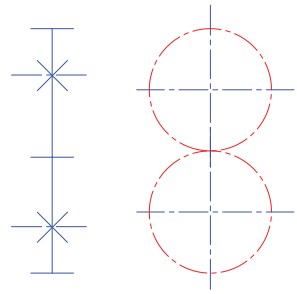
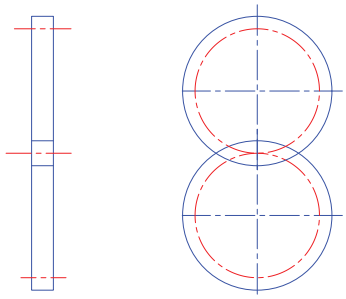
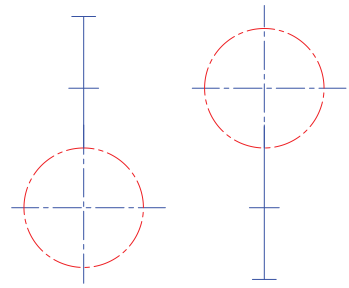
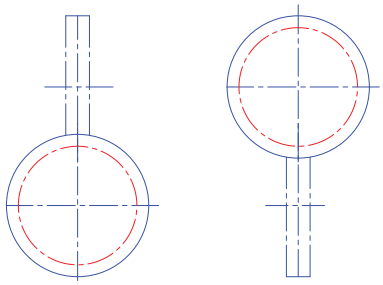
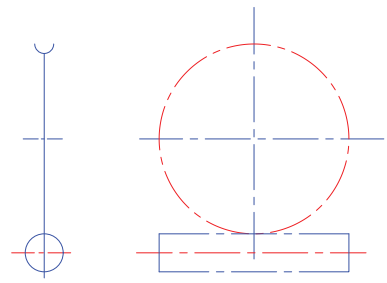
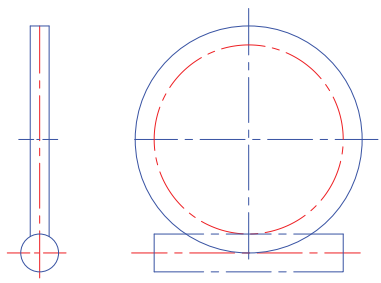
أبحث في شبكة الإنترنت عن أنواع مجموعات المسننات التي تُستَخدم في أنظمة التوجيه للمركبات الصغيرة ومجموعات المسننات التي تستخدم في الشاحنات وتعَّرف خصائص كل نوع منها، ثم أكتب تقريرًا عنها؛ لأعرضه أمام الزملاء في الصف.

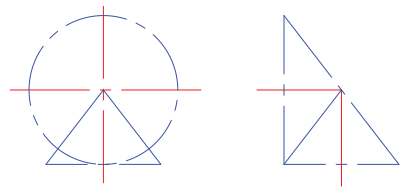
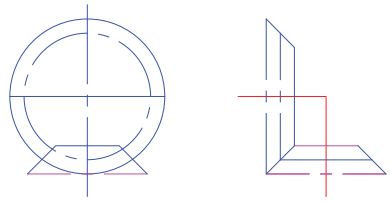
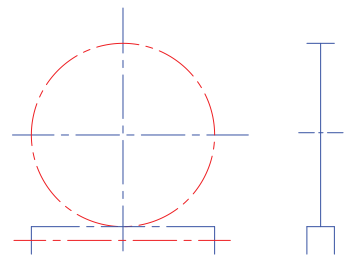
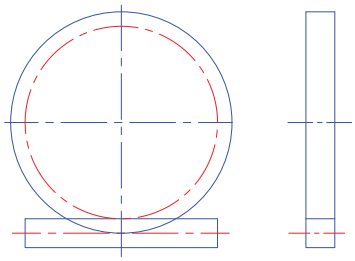
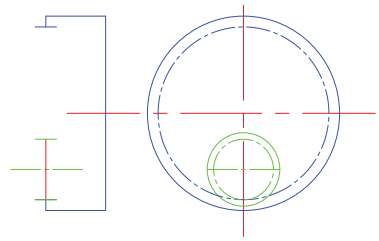
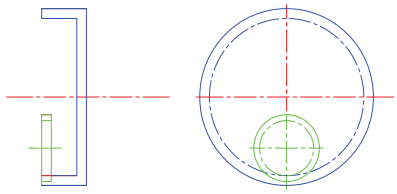
2 - رسم التروس الرمزي والاصطلاحي

يمكن التعبير عن التروس برسوم تخطيطية توضح نوعها وطريقة ارتباطها بمحاور دورانها؛ بغية تقديم رسم بسيط يساعد على فهم ميكانيكية الحركة التي تؤديها، بحسب موضعها في المعدات والآليات الميكانيكية، وتقليل الجهد، وتوفير الوقت في أثناء تنفيذ الرسوم والمخططات التصميمية للمعدات والأجهزة الميكانيكة.

ويبيِّن الجدول (1-1) الرسم الرمزي والرسم الاصطلاحي للتروس شائعة الاستخدام.

الجدول (1-1): الرسم الإصطلاحي للتروس.

نوع الترس	الرسم الرمزي	الرسم الاصطلاحي
المسننات المستقيمة، والمسننات المستقيمة المائلة.		
المسننات الحلزونية.		
المسننات الدودية والمسنن العدل.		

نوع الترس	الرسم الرمزي	الرسم الاصطلاحي
المسننات المخروطية.		
الجريدة المسننة والبنيون.		
المسننات الداخلية.		

سؤال

ما المقصود بالرمز الاصطلاحي؟

3 - المصطلحات الفنية للتروس

تُعدُّ التروس ذات الأسنان المستقيمة أو المستقيمة المائلة من أكثر الأنواع استعمالًا في الأعمال الصناعية، وتدخل في صناعة الأجزاء المُكوِّنة لصناديق السرعات المستخدمة في المركبات.

يُبيِّن الشكل (1-10) الأبعاد الأساسية للمسننات، وهي:

(1) دائرة جذر السن: تتشكل أسفل الفراغ بين الأسنان.

(2) دائرة قاعدة السن: الدائرة التي يبدأ عندها تشكيل منحنى السن.

(3) دائرة خطوة السن: الدائرة الوهمية التي يحدث عندها أفضل تلامس بين سني ترسين معشقين.

(4) دائرة محيط السن: الدائرة التي تمس أو تحيط بقمم أسنان الترس، أو تحيط بها.

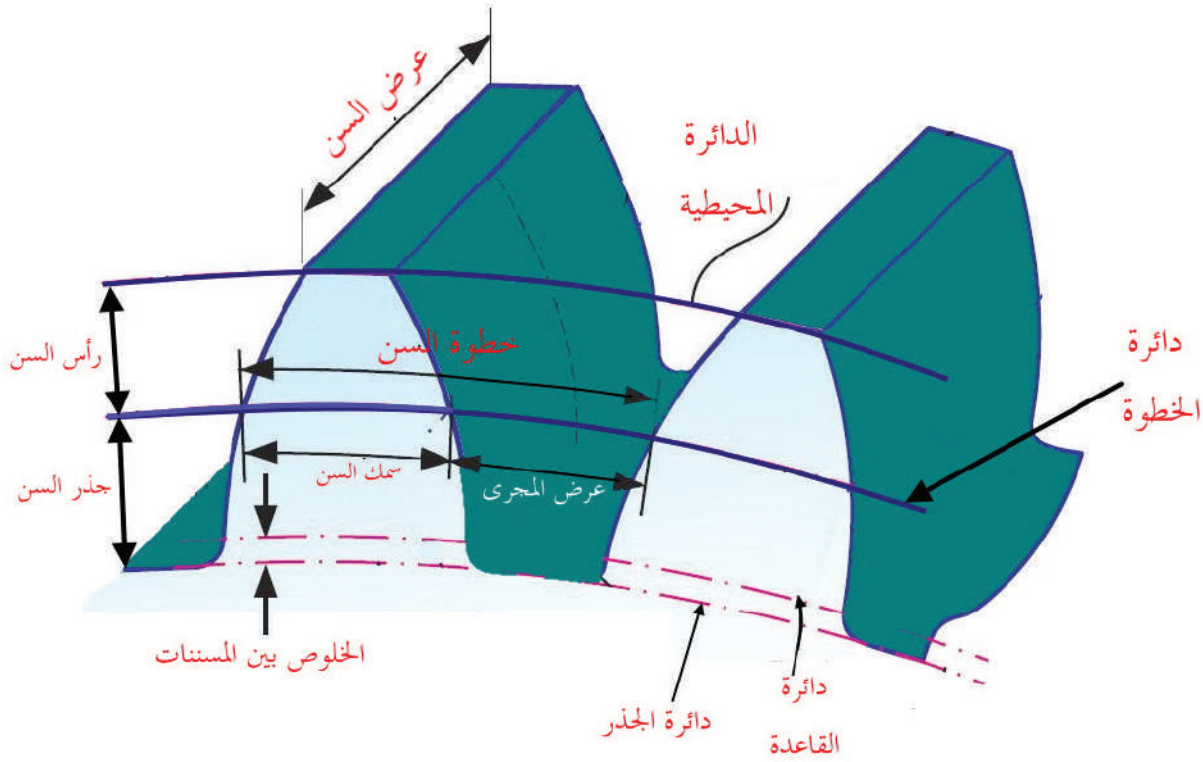
(5) خطوة السن الدائرية: المسافة بين نقطتين متتاليتين لترسين متجاورين، وهي تقاس على دائرة الخطوة.

(6) عرض السن: المسافة بين منحنيي السن مقيسة على دائرة الخطوة.

(7) سمك السن: المسافة بين وجهي الترس (جانبا الترس).

(8) ارتفاع قمة السن (رأس السن): المسافة العمودية بين دائرة الخطوة والدائرة المحيطية.

(9) ارتفاع جذع السن (جذع السن): المسافة العمودية بين دائرة جذر السن ودائرة الخطوة.



الشكل (1-10): المصطلحات الفنية للتروس.

4 ـ علاقة التروس بالمحور

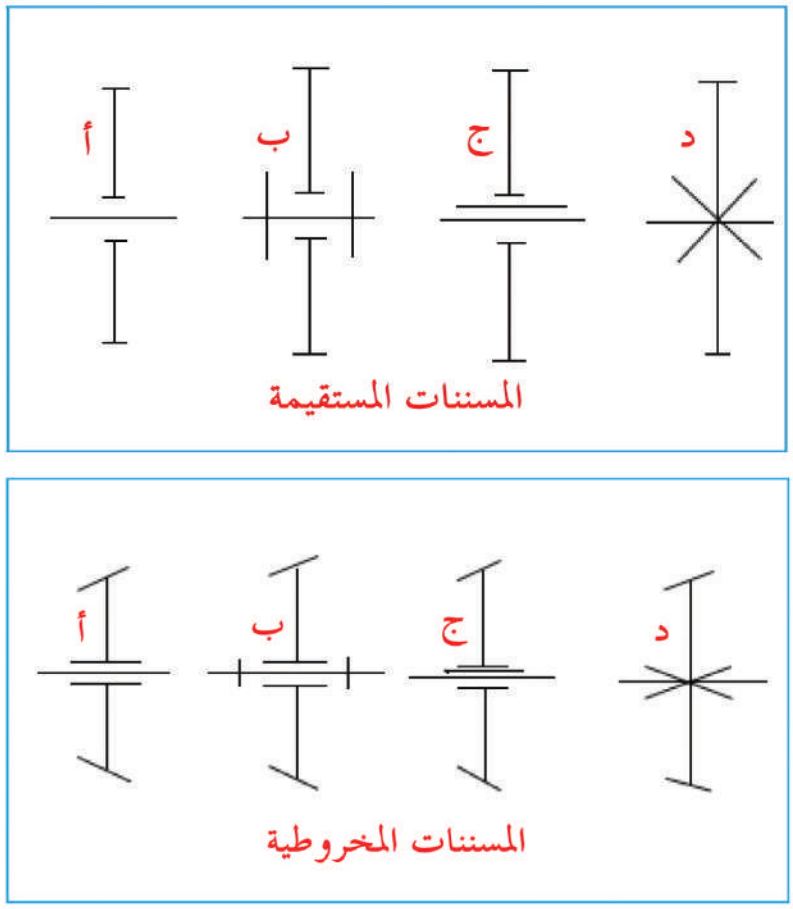
يُبيِّن الشكل (1-11) علاقة الترس بمحور دورانه في حالة التروس المستقيمة والتروس المخروطية، وفي ما يأتي بيان ذلك:

أ ـ الترس يدور وينزلق.

ب ـ الترس يدور ولا ينزلق.

جـ ـ الترس لا يدور وينزلق.

د ـ الترس لا يدور ولا ينزلق.



الشكل (1-11): علاقة التروس بالمحاور.

5 ـ تعشيق التروس في الأجزاء الميكانيكية

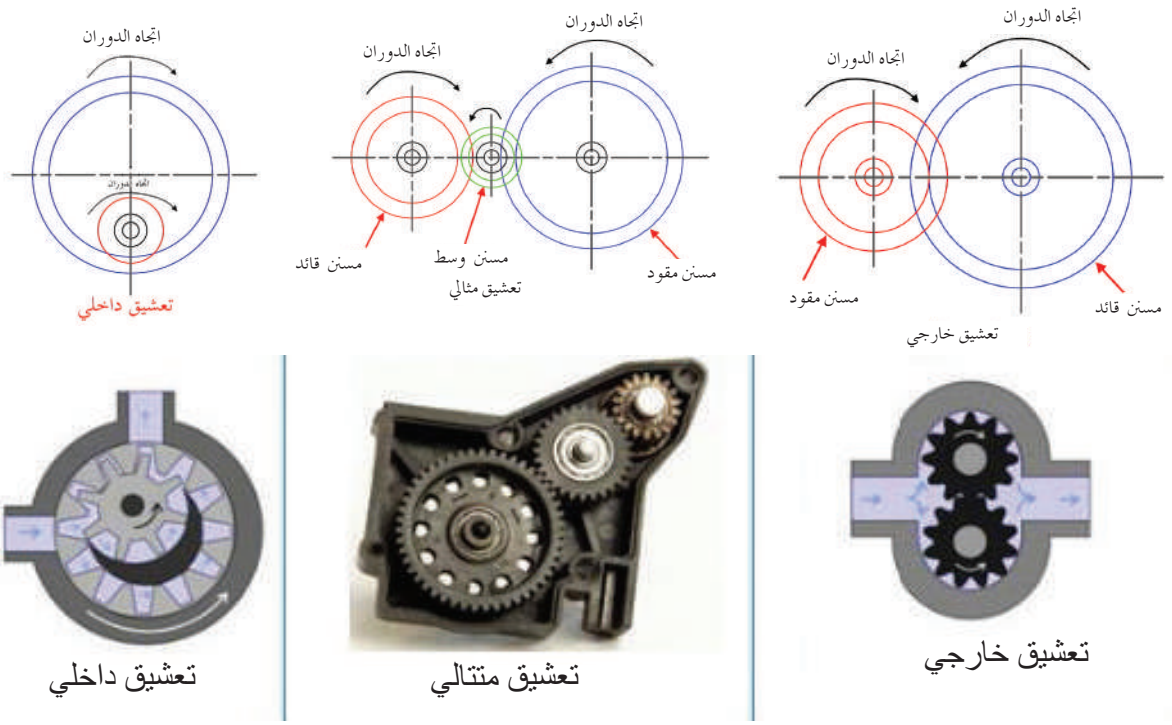
تُستخدَم التروس ذات الأسنان المستقيمة والمائلة كثيرًا في صناديق السرعات اليدوية نظرًا إلى قدرتها على نقل الحركة بكفاءة بين المحاور المتوازية، أمّا التروس المخروطية ذات الأسنان المستقيمة أو المائلة فتُستخدم في مجموعة مسننات النقل النهائي، لقدرتها على نقل الحركة بزاوية (90°). تستخدم التروس ذات الأسنان المستقيمة أو المائلة أيضًا مع الجريدة المسننة في مجموعات أنظمة التوجيه.

ويُبيِّن الشكل (1-12) حالات التعشيق الشائعة بين التروس، وهي:

أ - حالة التعشيق الخارجي، وفيها يدور المسنن المَقود عكس حركة دوران المسنن القائد.

ب - حالة التعشيق المتتالي، وفيها يوضع مسنن القائد والمسنن المقود في حالة التعشيق الخارجي؛ لعكس حركة المسنن المقود، بحيث يدور في اتجاه حركة دوران المسنن القائد.

جـ - يتم تعشيق المسنن الأول (الصغير) مع المسنن الثاني (الكبير) من الداخل، للمحافظة على الدوران بنفس اتجاه المسنن القائد، مثل مجموعة المسننات الكوكبية داخل صندوق السرعات الآلي.

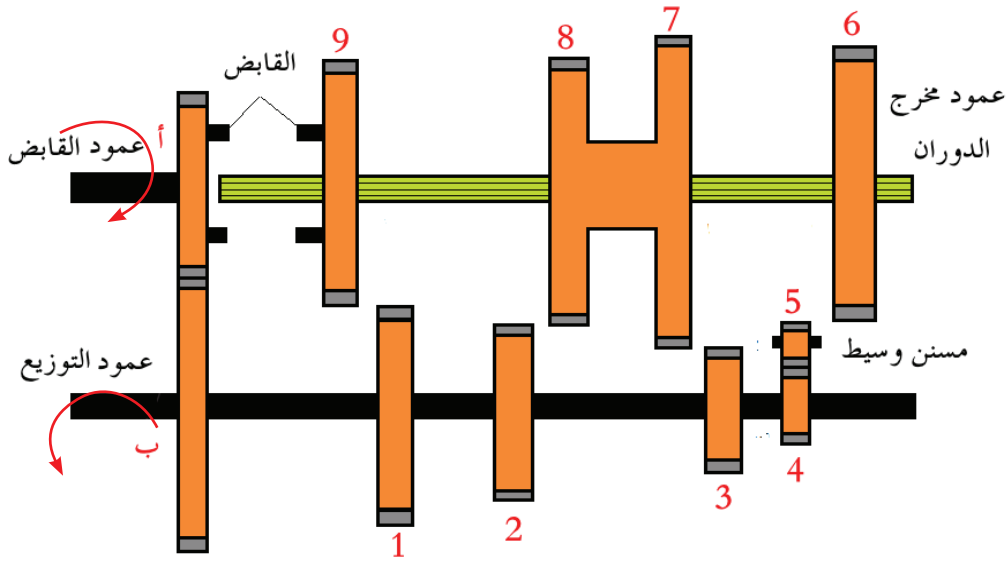


الشكل (1-12): أنواع تعشيق التروس.

6 - تعشيق التروس في صندوق السرعات الانزلاقي (Sliding Mesh Gearbox)

تُعَدُّ التروس ذات الأسنان المستقيمة والتروس ذات الأسنان الحلزونية المائلة أكثر أنواع التروس استخدامًا في صناديق السرعات المستخدمة في المركبات، نظرًا إلى قدرتها العالية على نقل الحركة بين المحاور المتوازية.

يُبيِّن الشكل (1-13) الرسم الاصطلاحي لصندوق سرعات انزلاقي ذي أربع سرعات أمامية، والسرعة الخلفية.

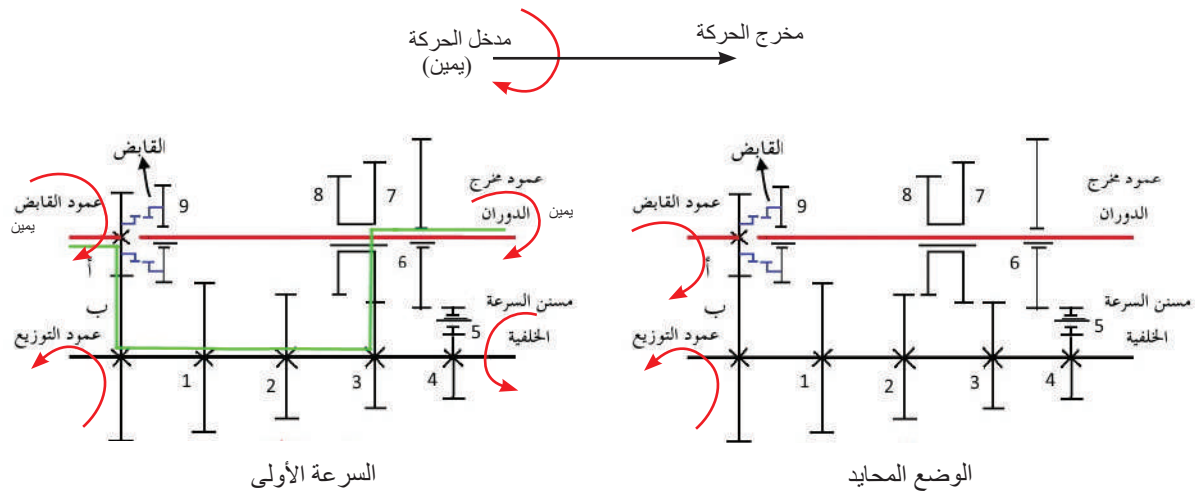


الشكل (1-13): الرسم الاصطلاحي لصندوق سرعات انزلاقي في وضع الحياد.

نشاط 2

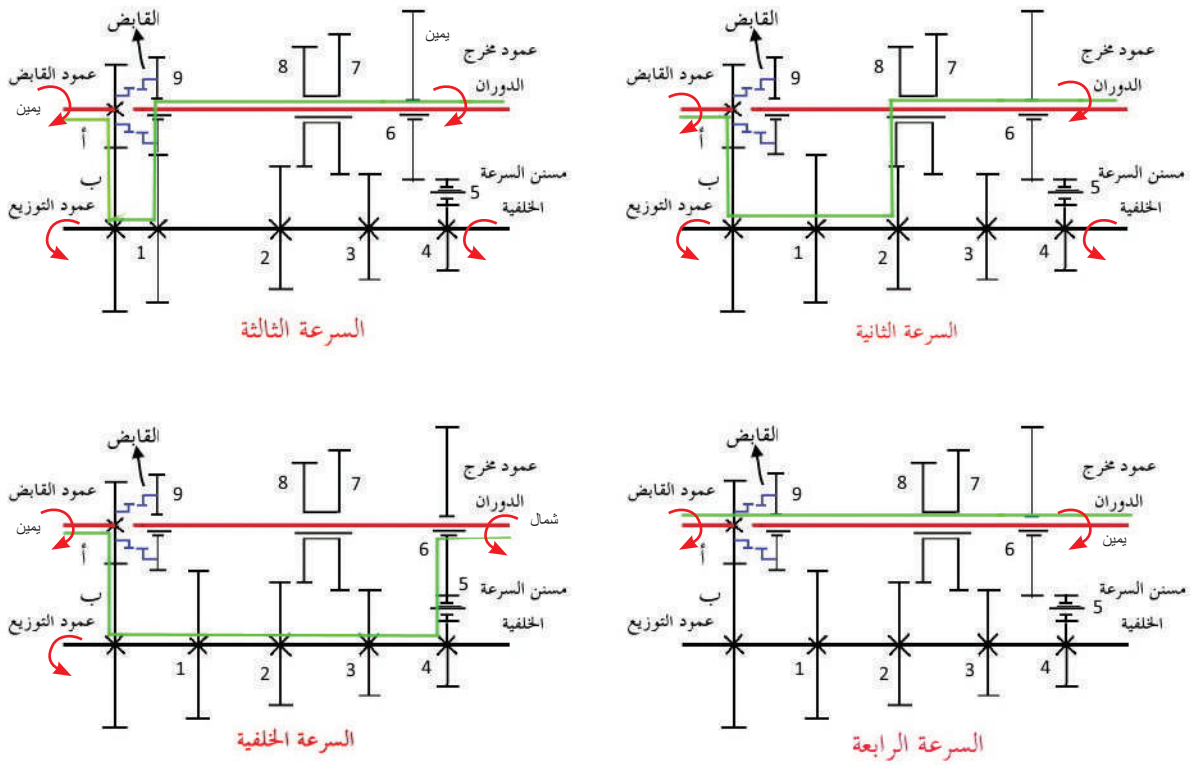
يتبيَّن من الشكل (1-13) اختلاف شكل عمود مخرج الدوران عن شكل عمود القابض وشكل عمود التوزيع ابحث في شبكة الإنترنت، أو بالرجوع إلى صناديق السرعات المتوافرة في المشغل عن سبب هذا الاختلاف.

يُبيِّن الشكل (1-14) الرسم الرمزي لطريقة نقل الحركة لصندوق سرعات انزلاقي، ذي أربع سرعات أمامية وسرعة خلفية.



السرعة الأولى

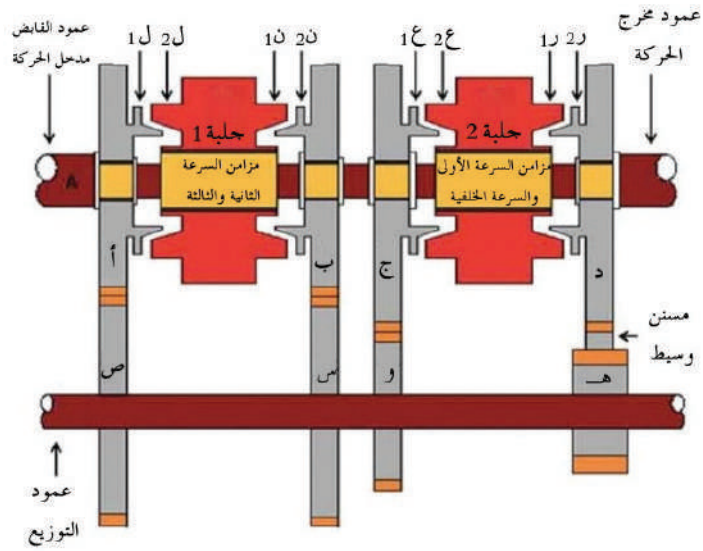
الوضع المحايد



الشكل (1-14): الرسم الرمزي لتعشيق التروس لصندوق سرعات انزلاقي.

7 - تعشيق التروس في صندوق السرعات التزامني (Synchro Mesh Gear Box)

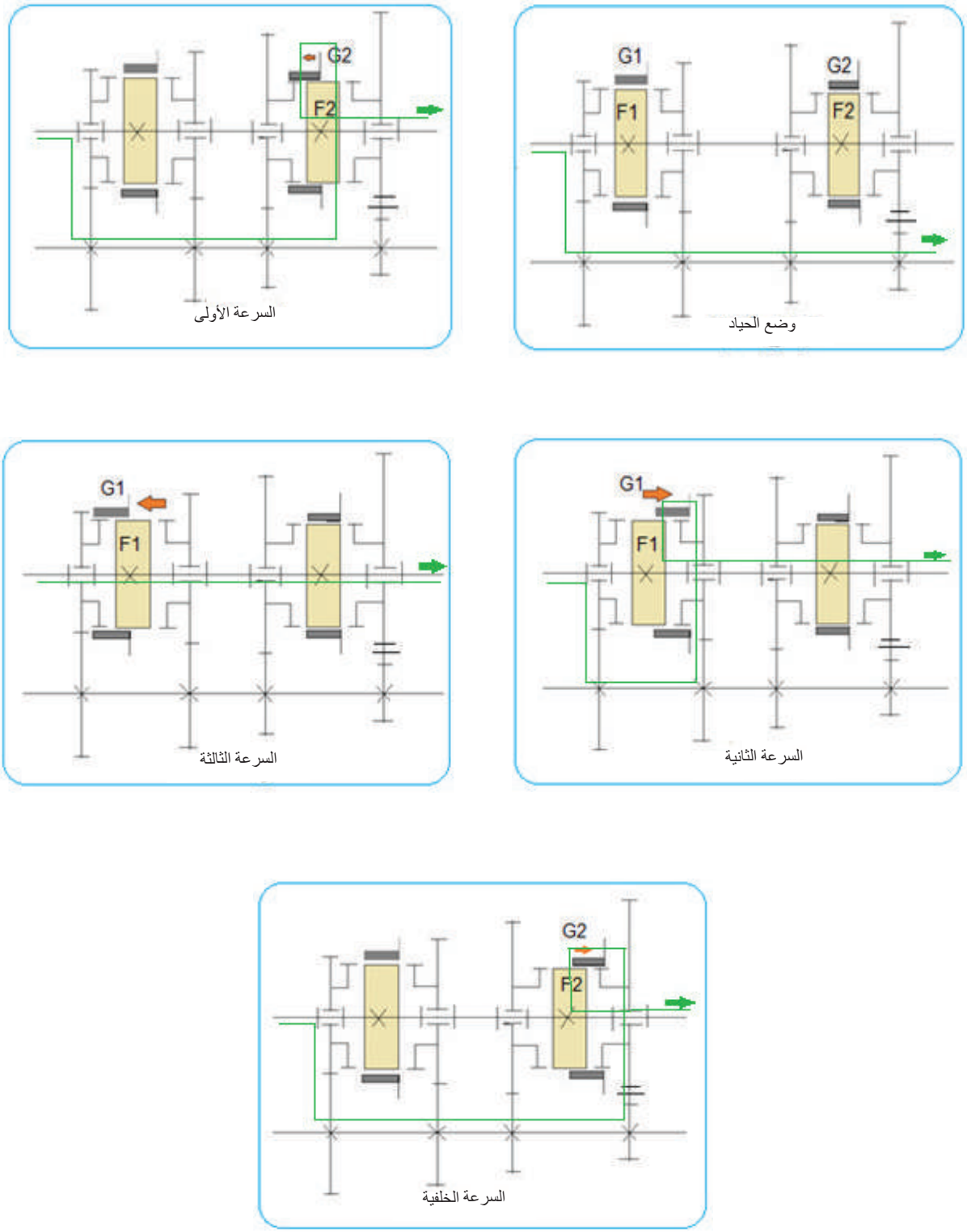
يبيّن الشكل (1-15) الرسم الاصطلاحي لصندوق سرعات تزامني ذي ثلاث سرعات أمامية وسرعة خلفية، وفيه تُمثِّل الرموز (ل1، ل2، ن1، ن2، ع1، ع2، ر1، ر2) سطوح الاحتكاك، وتنزلق الجلبتان (1-2) إلى اليمين أو إلى اليسار على الجلبة المُثبَّتة على العمود، والتي تدور مع عمود مخرج الدوران.



الشكل (1-15): صندوق سرعات تزامني ذو ثلاث سرعات أمامية وسرعة خلفية.

8 ـ التمثيل بالرموز لصندوق السرعات التزامني.

يُبيِّن الشكل (1-16) الرسم الرمزي لطريقة نقل الحركة لصندوق سرعات تزامني، ذي ثلاث سرعات أمامية وسرعة خلفية.



الشكل (1-16): الرسم الرمزي لتعشيق التروس.

فكر

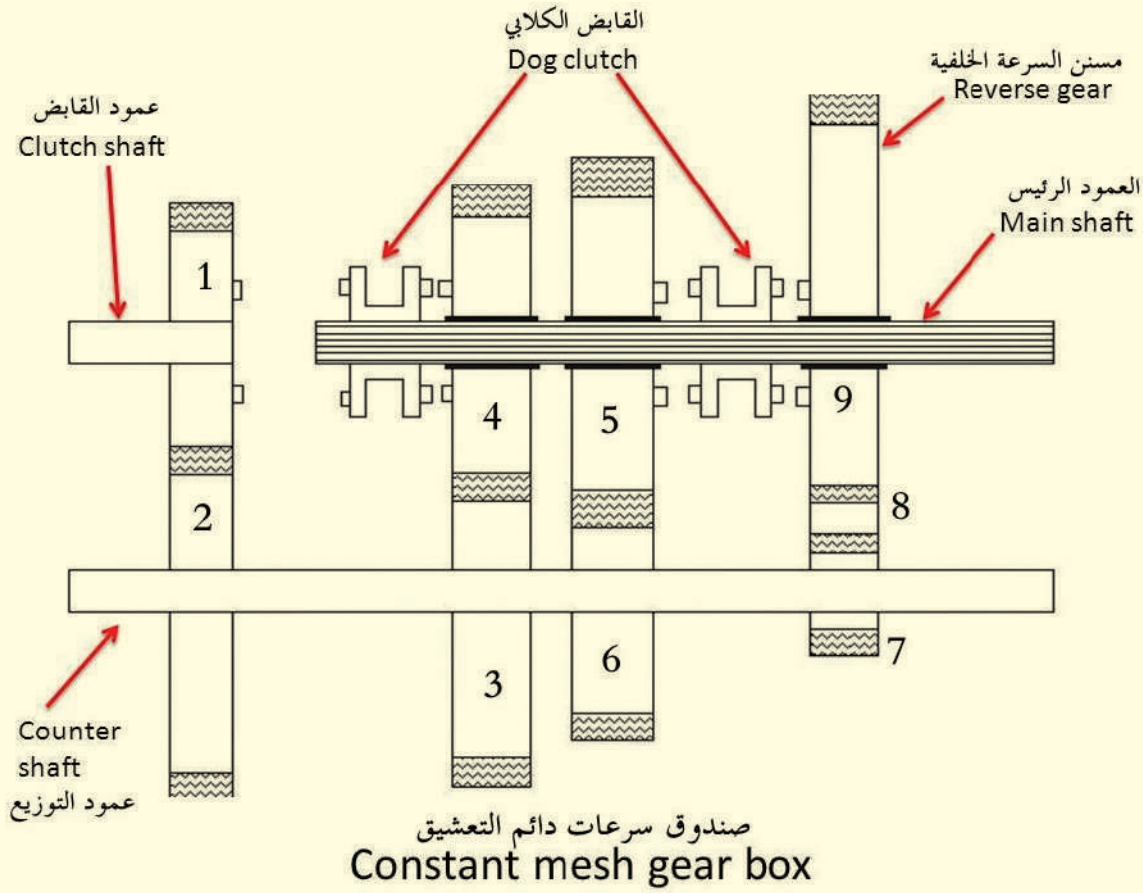
في صندوق السرعات الانزلاقي، هل يجوز تعشيق أكثر من مجموعة من المسننات في الوقت نفسه؟

نشاط 3

يُبيِّن الشكل (17) صندوق سرعات دائم التعشيق بالرسم الاصطلاحي، أجب الأسئلة الآتية:

1 - اذكر عدد السرعات الامامية.

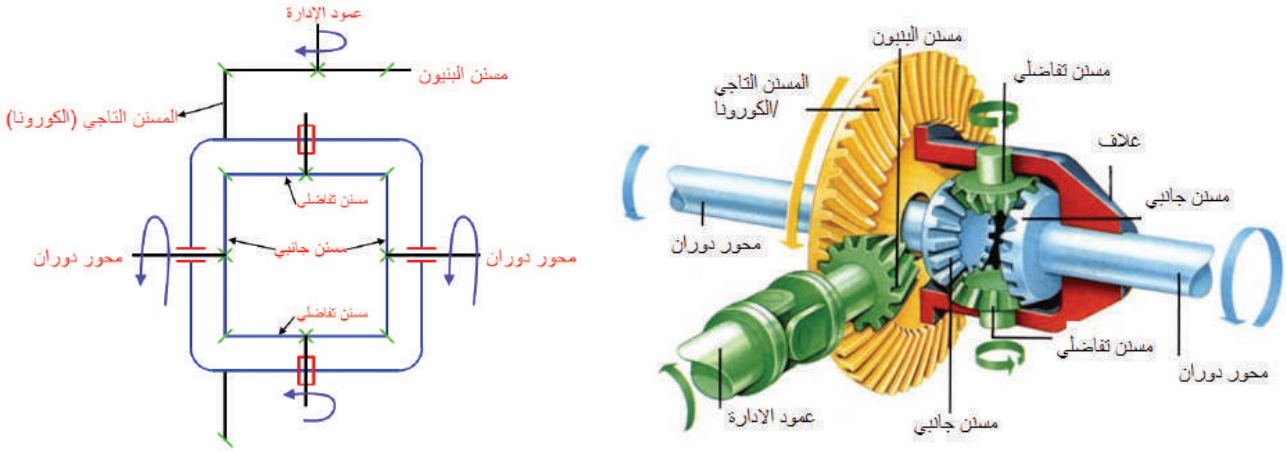
2 - ارسم وضع السرعة الثانية بالرسم الرمزي، مُبيِّنًا خطوط نقل القدرة، واتجاه الدوران للمسننات.



الشكل (1-17).

9 ـ المسننات المخروطية

تُستخدَم المسننات المخروطية لنقل الحركة بين محورين متعامدين لعكس الحركة بزاوية (90°) كما في مجموعة مسننات النقل النهائي. ويبيِّن الشكل (1-18) أجزاء مجموعة مسننات النقل النهائي، وكيفية تمثيل المسننات بالرموز.



التمثيل بالرموز لمجموعة مسننات النقل النهائي — مجموعة مسننات النقل النهائي

االشكل (1-18): مجموعة مسننات النقل النهائي.

ويُبيِّن الشكل (1-19) مثالًا آخر على تمثيل التروس الكوكبية معشقة مع التروس المخروطية بالرموز، وفيه تُمثِّل الأرقام من (1) إلى (7) ما يأتي:

(1) عمود مسنن البنيون.

(2) مسننات البنيون والكورنا.

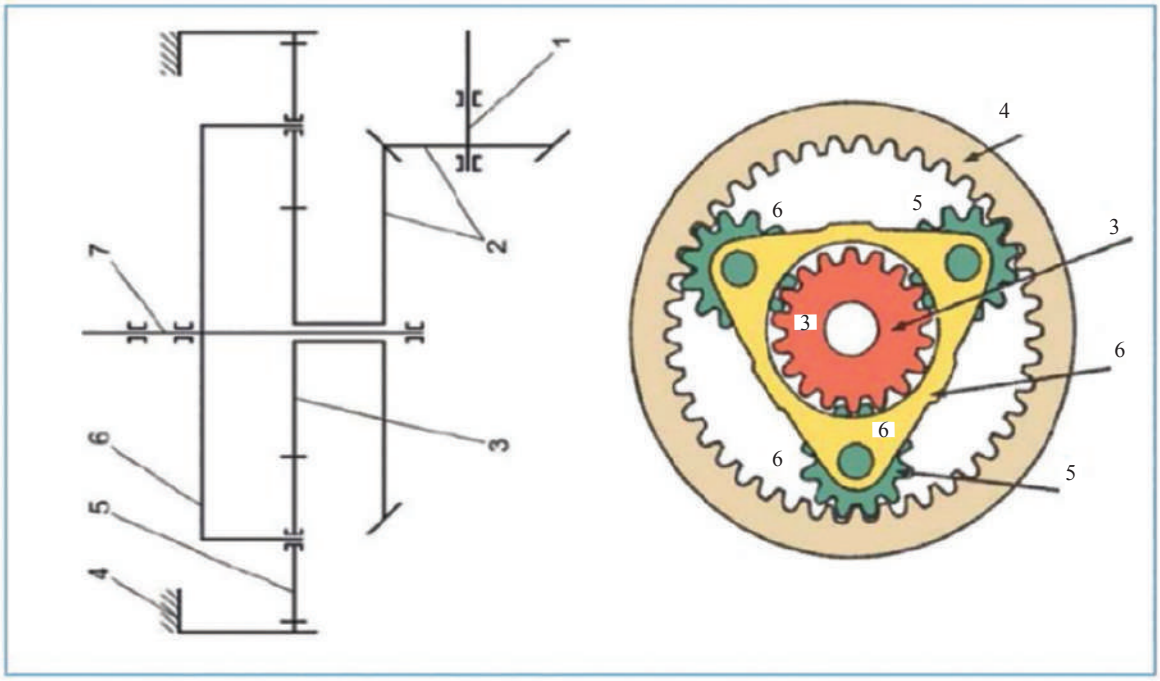
(3) المسنن الشمسي.

(4) المسنن الحلقي.

(5) المسننات الكوكبية.

(6) حامل المسننات الكوكبية.

(7) عمود محور الدوران لمجموعة المسننات الكوكبية.



الشكل (1-19): المسننات الكوكبية.

نشاط 4

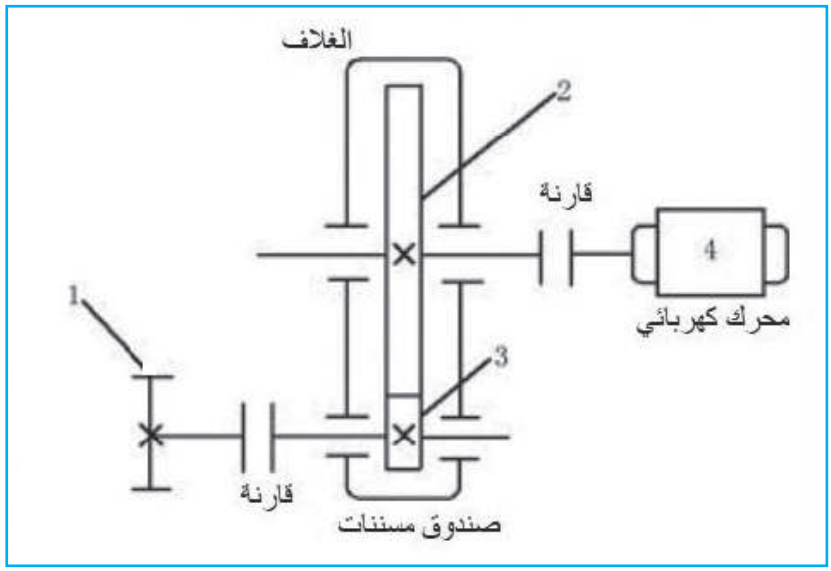
في مجموعة مسننات النقل النهائي المستخدمة في المركبات، يكون قُطْر مسنن البنيون وعدد أسنانه أقل منها في المسنن التاجي (الكورونا) كما في الشكل (1-20)، إلامَ يهدف ذلك ؟

وهل لذلك علاقة بمقدار العزم المنقول وسرعة المركبة؟ ابحث في الشبكة العنكبوتية عن إجابة لهذين السؤالين ، ثم اكتب تقريرًا عن ذلك ، ثم ناقشه مع زملاءك في الصف .

الشكل (1-20): المسنن التاجي، ومسنن البنيون.

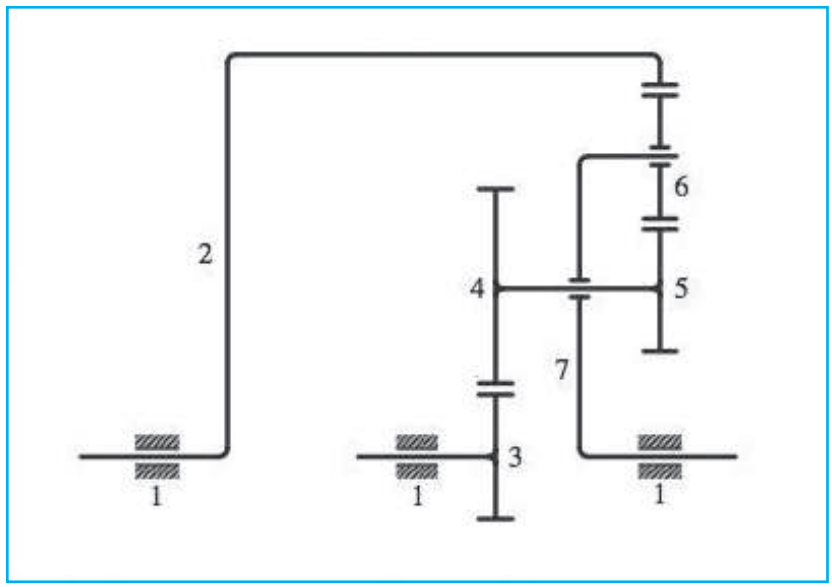
مستعينًا ببرنامج الرسم (Auto CAD) ارسم أنواع التروس في الجدول (1-1).

1 - يبين الشكل (1-21) صندوق مسننات بسيط يُستخَدم لرفع سرعة المحرك الكهربائي (4) باستعمال مسننات وقارنات . أعد رسم الشكل كاملاً.



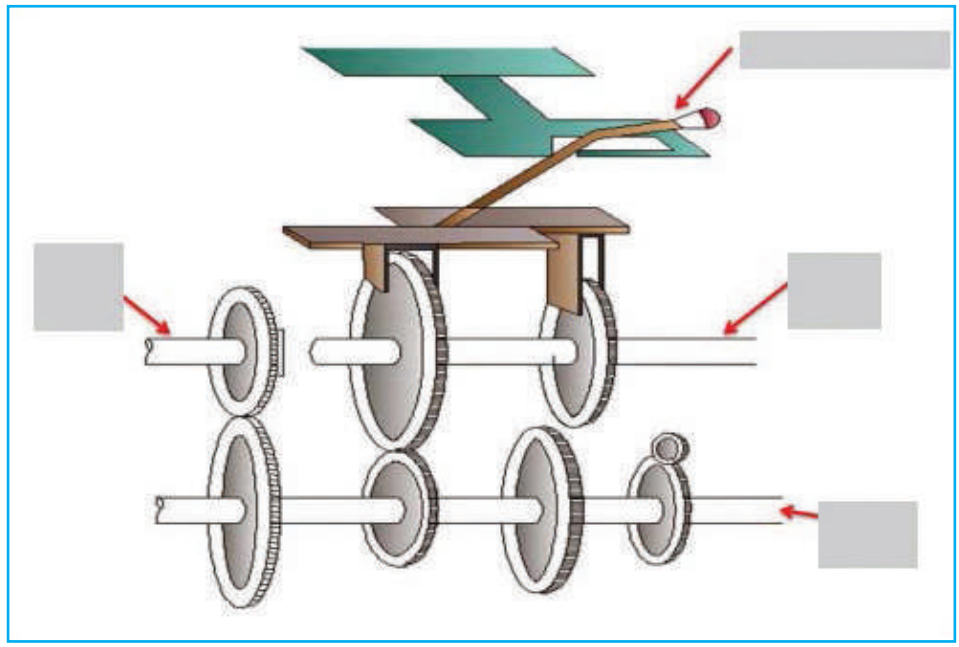
الشكل (1-21): صندوق مسننات رافع للسرعة.

2 - يُبيِّن الشكل (1-22) مجموعة من المسننات تُمثِّل صندوق سرعات كوكبية. أعد رسم الشكل بالرمز الاصطلاحي.



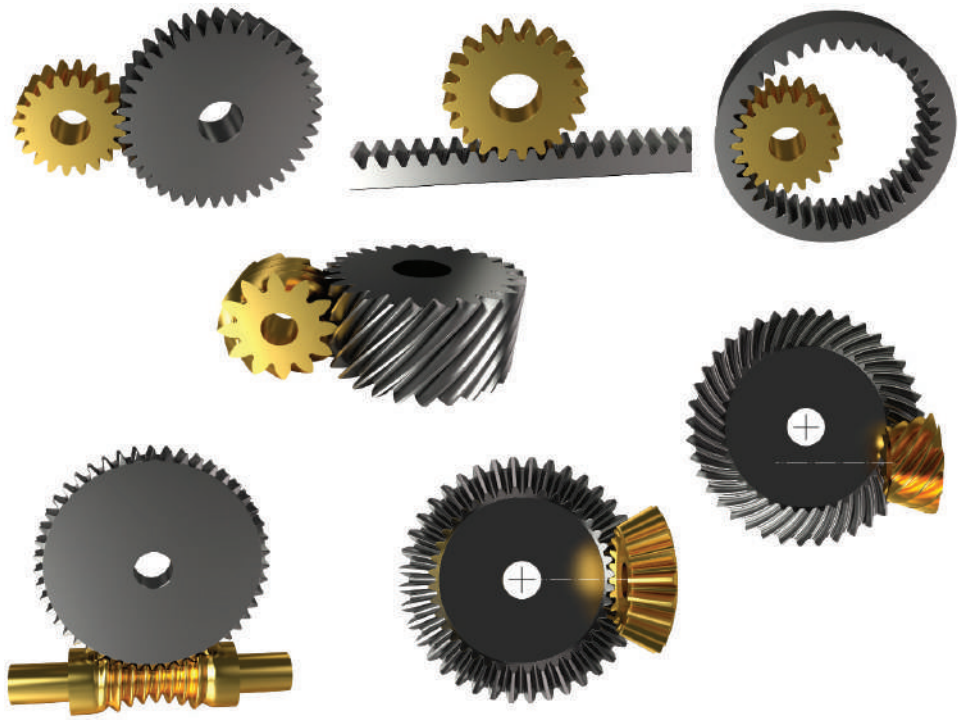
الشكل (1-22): مجموعة مسننات كوكبية.

3 - يُبيّن الشكل (1-23) صندوق سرعات انزلاقي يُستخَدم في المركبات، احدّد عدد السرعات الأمامية، ثم احدد مسننات السرعة الخلفية، ثم أذكر اسم السرعة المُبيَّنة في الشكل، ثم ارسم باستعمال مقياس رسم مناسب وضع السرعة الثالثة رمزيًا.



الشكل (1-23): صندوق سرعات انزلاقي.

4 – يُبيَّن الشكل (1-24) مجموعة مسننة تُستخَدم لنقل الحركة احدّد نوع كل من هذه المسننات.



الشكل (1-24): مجموعة مسننات.

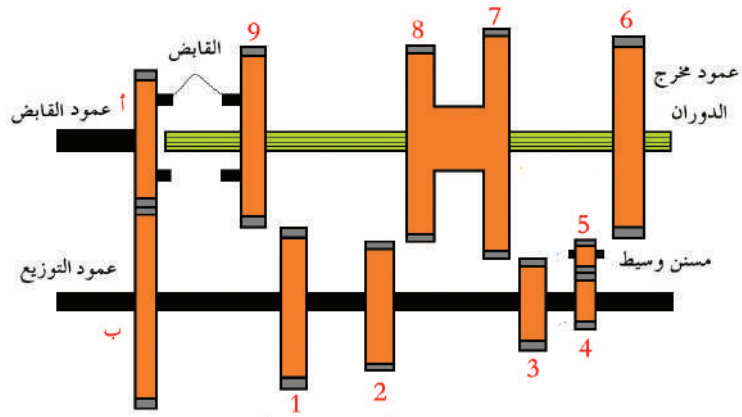
5 – بيّن استخدام كل من المسننات الآتية.

أ – المسننات المستقيمة.

ب - المسننات المخروطية.

جـ - مسنن الجريدة المسننة والبنيون.

6 – يُبيِّن الشكل (1-25) الرسم الاصطلاحي لصندوق سرعات انزلاقي ذي أربع سرعات أمامية وسرعة خلفية في الوضع المحايد. ارسم بالرموز صندوق السرعات في السرعة الثانية، مبينا خط نقل قدرة دوران الأعمدة.



صندوق سرعات انزلاقي ذو أربع سرعات أمامية وسرعة خلفية

الشكل (1-25).

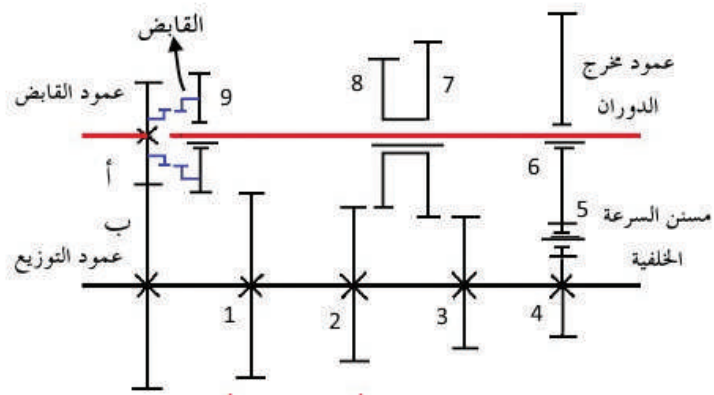
7 – يُبيّن الشكل (1-26) الرسم الرمزي لصندوق سرعات يُستخدَم في المركبات:

أ – اذكر اسم صندوق السرعات.

ب – اذكر عدد السرعات الأمامية.

جـ - اذكر اسم حالة التعشيق.

د – ارسم صندوق السرعات في حالة تعشيق السرعة المباشرة.



الشكل (1-26).

- أضع إشارة (√) في خانة الدرجة المناسبة.

الرقم	خطوات الأداء	درجة تحقيق الهدف		
		ممتاز	جيد	بحاجة إلى تحسين
1	أتعَّرف أشكال التروس، وأنواعها.			
2	أرسم التروس، ورموزها.			
3	أُعبَّر عن صندوق السرعات التوافقي بالرسم الرمزي.			
4	أُعبَّر عن صندوق السرعات الانزلاقي بالرسم الرمزي.			
5	أُعبَّر عن مجموعة مسننات النقل النهائي بالرموز.			

ثانيًا: الزنبركات (النوابض) «Springs»

النتاجات

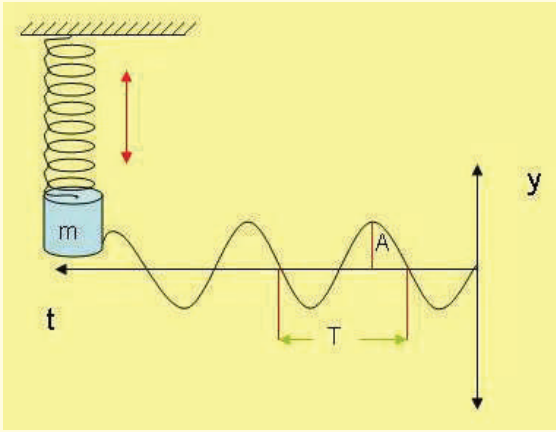
يتوقع من الطالب بعد دراسة هذا الدرس أن:

- يُعدّد أنواع الزنبركات.
- يرسم رموز الزنبركات باختلاف أنواعها.
- يرسم الزنبرك في حالة الإسقاط وحالة القطاع.

انظر وتساءل

انظر الشكل (1-27) الذي يُمثّل زنبركًا لولبيًّا مُعلقًا في ثقل، سُحب إلى أسفل وتُرِك حُرًّا ليتحرك حركة عمودية إلى أعلى وإلى أسفل حتى توقف عن الحركة . ويُلاحَظ أن منحنى الحركة لهذا الزنبرك جيبي، وأن الزنبرك يتوقف عن الحركة عندما تتساوى قوة الفعل مع قوة ردّ الفعل؛ أي إن الزنبرك امتص قوة الثقل المُؤثّر فيه.

ابحث في المشغل عن الزنبركات في المركبات المتوافرة، محاولاً تعُّرف مواضع الاستفادة من حركة الزنبرك في هذه المركبات.



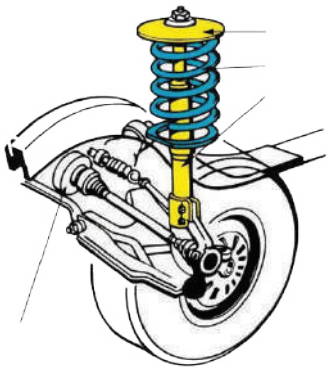
الشكل (1-27).

استكشف

ابحث في شبكة الإنترنت عن أنواع الزنبركات؛ لتتعرف أهم الزنبركات المستعملة في الأعمال الصناعية والمركبات. انظر الشكل (1-28).

الشكل (1-28): بعض أنواع الزنبركات.

اقرأ وتعلّم



النابض قطعة ميكانيكية تسحب أجزاءً ميكانيكية أخرى أو تدفعها، أو تديرها، أو تدعمها، أو ترفقها أو تحميها. وهي تُستخدَم أساسًا، في التجميعات الميكانيكية لتوفير القوة، أو الضغط ، أو الشد، أو الالتواء كما تستخدم لرفع صمامات المحرك، وفتح مجموعات القوالب، وتثبيت البطاريات في مكانها. تُصنَع النوابض من الأسلاك في الصناعات الخفيفة، ويمكن تشكيلها من الفولاذ الصُّلْب في الصناعات الكبيرة التي تتطلَّب قوة وتحمُّلاً كبيرين، وتُصنَع على شكل أسطوانات، أو أشكال مختلفة تناسب طبيعة العمل.

تُستخدم مختلف أنواع الزنبركات في كثير من الصناعات؛ نظرًا إلى مرونتها، وقدرتها على تحُّمل قوة الشد والضغط و الالتواء، فدخلت في صناعة أنظمة التعليق في المركبات، والشاحنات، والقطارات، وغيرها.

1 - المصطلحات والمفاهيم الخاصة بالزنبركات.

يُبيّن الشكل (1-29) المصطلحات والمفاهيم الخاصة بالزنبركات، وهي:

أ – طول الزنبرك الحُر (ل): هو طول الزنبرك من دون تأثير أيّ قوة خارجية فيه.

ب – القُطْر الخارجي للزنبرك (ق خ): هو القُطْر بين طرفي حلقات الزنبرك من الخارج.

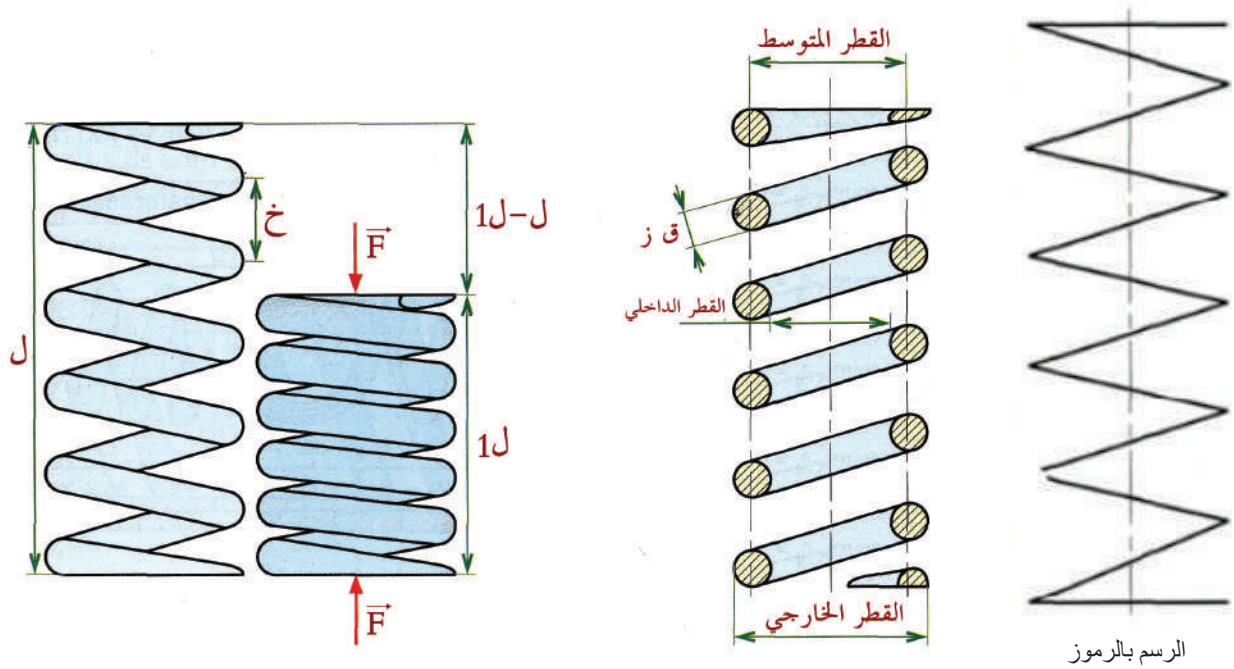
جـ – القُطْر الداخلي للزنبرك (ق د): هو القطْر بين طرفي حلقات الزنبرك من الداخل.

د – قُطْر سلك الزنبرك (ق ز): هو قُطْر مقطع السلك الذي صُنِع منه الزنبرك.

هـ – خطوة الزنبرك (خ): هي المسافة بين نقطتين متكافئتين ومتتاليتين على الزنبرك.

و – القُطْر المتوسط للزنبرك (ق م): هو المتوسط الحسابي للقُطْر الداخلي والقُطْر الخارجي للزنبرك.

ز – عدد لفّات الزنبرك (ن): هو عدد اللفّات التي يتكوَّن منها الزنبرك.



الشكل (1-29): مصطلحات الزنبركات الأسطوانية.

2 - خطوات رسم الزنبرك الأسطواني.

لرسم الزنبرك الأسطواني، يجب أن تتوافر المعلومات الأساسية له مثل: طول الزنبرك الحُرِّ، وعدد لفّاته، وقُطْره الداخلي والخارجي، وقُطْر سلكه وخطوته، وفي حال عدم ذكر قيمة خطوته فأنها تُحسب بالمعادلة الآتية:

خطوة الزنبرك = (الطول الحر للزنبرك – قُطْر سلك الزنبرك / عدد لفّات الزنبرك – 1).

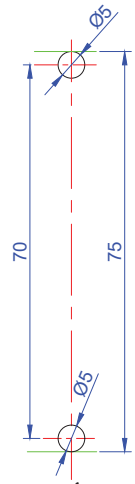
$$\text{خ} = \frac{\text{ل} - \text{ق ز}}{\text{ن} - 1}$$

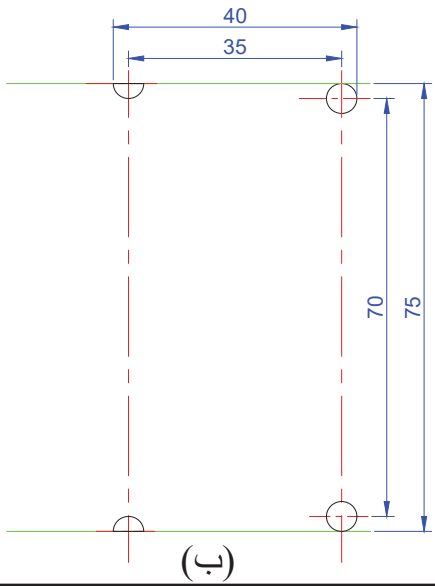
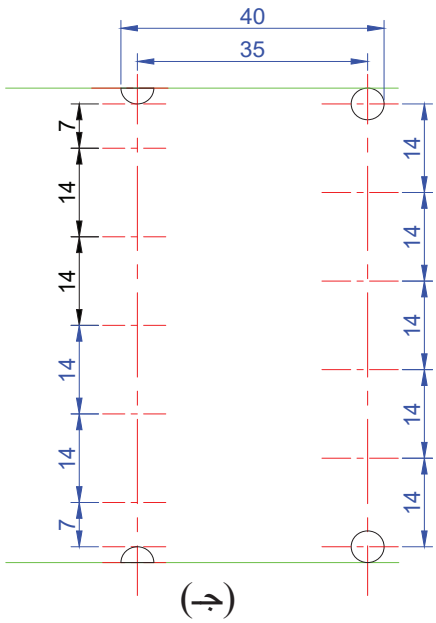
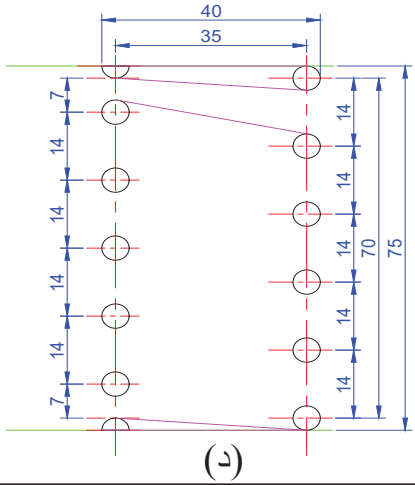
وأمّا القُطْر المتوسط للزنبرك فيُحَسب بالمعادلة الآتية: $\text{ق م} = \frac{\text{ق خ} + \text{ق د}}{2}$

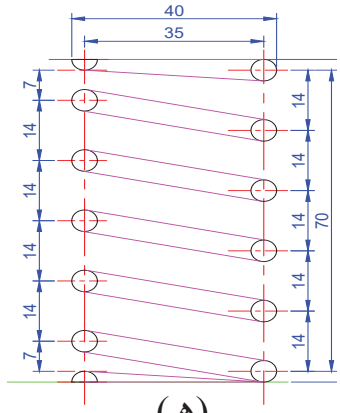
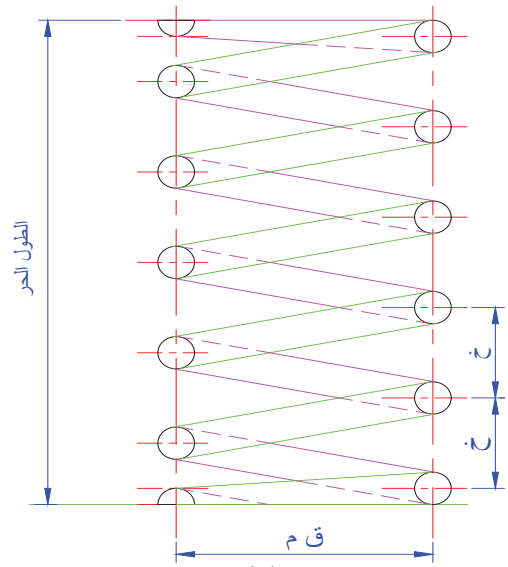
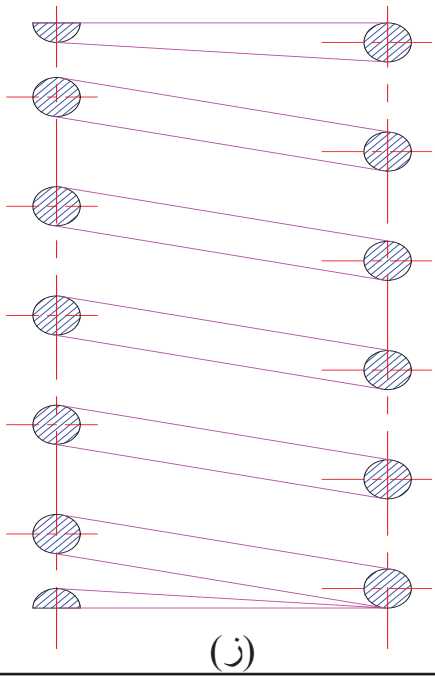
مثال

ارسم المسقط الأمامي والقطاع الأمامي لزنبرك ضغط، علماً بأن الطول الحُرَّ للزنبرك (75) مم، وقُطْره الخارجي (40) مم، وقُطْره الداخلي (30) مم، وقُطْر سلك الزنبرك (5) مم، وعدد لفّاته (6) لفّات.

الحل:

1	جِد القُطْر المتوسط باستعمال المعادلة الآتية: $\text{ق م} = \frac{30 + 40}{2}$ 35مم.	$\text{ق م} = \frac{\text{ق خ} + \text{ق د}}{2}$
2	جِد خطوة الزنبرك باستعمال المعادلة الآتية: $\text{خ} = \frac{75 - 5}{6 - 1}$ 14مم.	$\text{خ} = \frac{\text{ل} - \text{ق ز}}{\text{ن} - 1}$
3	ارسم خطًّا عموديًّا يُمثّل الطول الحُرَّ للزنبرك، ثم أرسم دائرتين قُطْر كل منها يساوي قُطْر سلك الزنبرك في نهاية الخط، بحيث تمس أطراف الخط العمودي، كما في الشكل (أ).	 (أ)

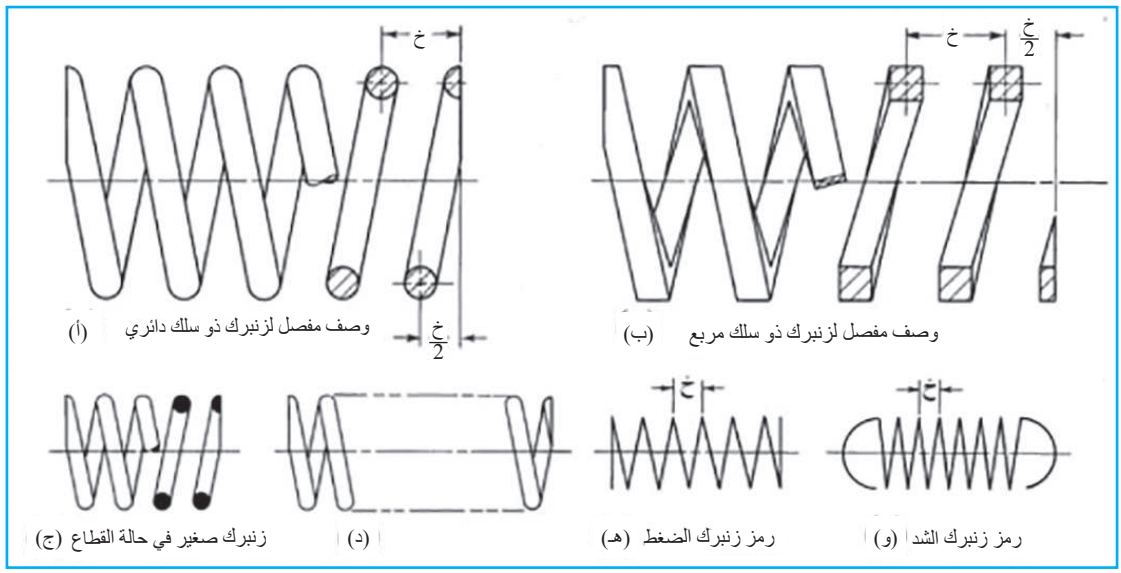
4	ارسم خطًّا آخرَ عموديًّا بالطول نفسه؛ على أن يوازي الخط الأول، ويبعد عنه مسافة القُطْر المتوسط للزنبرك، ثم ارسم نصف دائرة من أعلى ومن أسفل تُمثِّل نصف قُطْر سلك الزنبرك، كما في الشكل (ب).	 (ب)
5	اقسّم الخط الأول على اليمين إلى أقسام تساوي خطوة الزنبرك، وبدءًا بمركز الدائرة من أسفل، ثم اقسّم الخط الثاني على اليسار كما في الشكل (ج).	 (جـ)
6	ارسم الدوائر التي تُمثِّل قُطْر سلك الزنبرك (5) مم على الخطين كما في الشكل (د).	 (د)

7	صِل الدوائر التي تُمثِّل قُطْر سلك الزنبرك، بخطوط متوازية ومماسية كما في الشكل (هـ).	 (هـ)
8	صِل الخطوط الملونة بالأخضر والمُكمَّلة لحلقات الزنبرك كما في الشكل (و).	 (و)
9	اهشِّر الدوائر التي تُعبِّر عن مقطع سلك الزنبرك في حالة القطاع، فيظهر القطاع كما في الشكل (ز).	 (ز)

الشكل (1-32): خطوات رسم الزنبرك.

يُبيِّن الشكل (1-30) والرسم الاصطلاحي والرسم الرمزي لأنواع زنبركات شائعة الاستعمال، كما يبين الشكل (1-31) بعضًا من هذه الزنبركات.

تُستخدَم الزنبركات الأسطوانية ذات مقطع السلك الدائري كثيرًا في صناعة المركبات؛ إذ تُستخدَم في مجموعة التعليق للعجلات الأمامية والخلفية حيث لا تشغل حّيزًا كبيرًا عند التركيب، وتُستخدَم في المحرك ضمن نظام مجموعة الصمامات. أمّا الزنبركات الأسطوانية ذات مقطع السلك المربع فتُستخدَم في آلات الإنتاج الكبيرة، في حين تُستخَدم زنبركات الشد في تثبيت أغطية المحركات، وأبواب المركبة، وغير ذلك من الأعمال التي تحتاج إلى تحكُّم في عملية التشغيل.



الشكل (1-30): الرسم الاصطلاحي والرسم الرمزي للزنبركات.

الشكل (1-31): بعض أنواع الزنبركات..

مثال

ارسم المسقط الأمامي والقطاع الأمامي لزنبرك ضغط، علمًا بأنه يتكوَّن من (6) لفّات، وقُطْر السلك (7) مم، وطول الزنبرك (100) مم، وقُطْره الخارجي (50) مم.

الحل

1 - ارسم خطًّا مستقيمًا عموديًّا (س- ص) يُمثِّل طول الزنبرك بطول (100) مم.

2 - ارسم على أحد نهايتي الخط النقطة (ص)، التي تُمثِّل دائرة قُطْرها يساوي قُطْر السلك (7) مم، وارسم على الطرف الثاني النقطة (س) التي تُمثِّل نصف الدائرة قُطْرها (7) مم.

3 - ارسم من مركز الدائرة (ص) خطًّا أفقيًّا طوله مناسب.

4 - ارسم من مركز الدائرة (ص) خطًّا مائلًا يميل بأي زاوية مناسبة باستخدام المثلث.

5 - قسِّم الخط (ص ك) أقسامًا تساوي (عدد لفات الزنبرك - 1)، فتنتج نقاط التقاطع أ، ب، ج، د، هـ.

6 - اصل النقطة (هـ) بالنقطة (س) كما في الشكل.

7 - أرسم من النقطة (د،ج،ب،أ) خطوطاً توازي الخط (هـ-س) وتقطع الخط العمودي في النقاط (ع،غ،ق،ر).

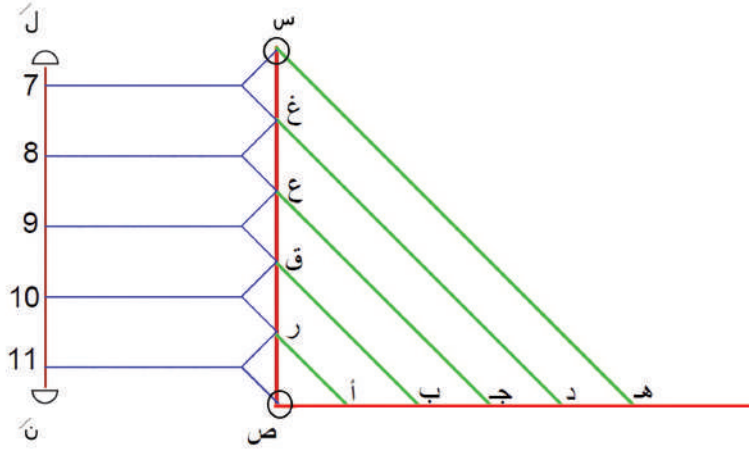
الشكل (1-32).

8 - ارسم خطًّا مستقيمًا (ل-ن) يبعد عن الخط (س-ص) مسافة (ق م).

9 - ارسم دائرة قُطْرها (7) مم، ومركزها النقطة (ل) مم، ثم ارسم نصف دائرة في النقطة (ن) .

10 - ارسم من النقطة (س) خطًّا يميل بزاوية (45) إلى أسفل، ثم ارسم من النقطة (غ) خطًّا يميل بزاوية (45) إلى أعلى بحيث يتقاطع الخطان في نقطة تقاطع، ثم أرسم خطًّا أفقيًّا يقطع الخط (ل ن) في النقطة (7).

11 - اكرّر ما سبق بين النقطة (غ،ع) ، والنقطة (ع،ق)، والنقطة (ق،ر)، والنقطة (ر،ص)، ثم ارسم خطوطًا أفقية تتقاطع مع الخط (ل ن) في النقاط (8،9،10،11)، ثم ارسم من هذه النقاط دوائر قُطْر كل منها (7) مم، انظر الشكل (1-33).

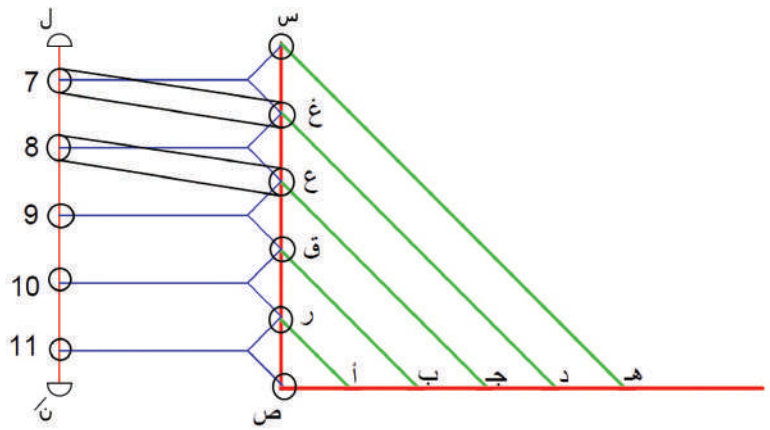


الشكل (1-33).

12 - ارسم خطوطًا تمس الدوائر الموجودة على الأيمن من الخارج، وتتصل مع الدوائر الموجودة على الطرف الأيسر.

13 - ارسم خطوطًا تمس الدوائر الموجودة على الطرف الأيسر من الخارج مع الدوائر الموجودة على الطرف الأيمن فينتج مسقط أمامي للزنبرك.

14 - أرسم قطاعًا أماميًّا للزنبرك، انظر الشكل (1-34).



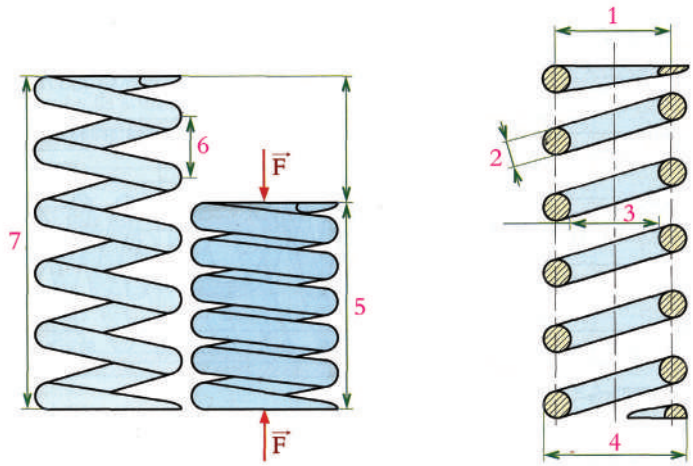
الشكل (1-34).

مستعينًا ببرنامج الرسم (Auto CAD) ارسم المسقط الأمامي والقطاع الأمامي لزنبرك ضغط معتمدًا على المثال السابق.

- أضع إشارة (√) في خانة الدرجة المناسبة.

الرقم	مؤشر الأداء	درجة تحقيق المؤشر		
		ممتاز	جيد	بحاجة إلى تحسين
1	أُتعِّرف أشكال النوابض وأنواعها.			
2	أرسم النوابض ورموزها.			
3	أرسم النابض الأسطواني رسمًا رمزيًّا.			
4	أرسم مساقط الزنبرك الأسطواني.			
5	أرسم مساقط القطاع للزنبرك الأسطواني.			

1 - يُبيِّن الشكل (1-35) مسقطًا وقطاعًا لزنبرك أسطواني. أكتب دلالة الأرقام الخاصة بالمصطلحات للزنبرك من (1-7).



الشكل (1-35).

2 – أرسم المسقط الأمامي لزنبرك ضغط، علمًا بأن الطول الحُرَّ للزنبرك (150) مم، وقُطْره الخارجي (80) مم، وقُطْره الداخلي (60) مم، وقُطْر مقطع السلك (10) مم، وعدد لغاية (12) لفَّة.

3 – يُبيّن الشكل (1-36) بعض أنواع الزنبركات. اذكر أسماء هذه الزنبركات.

الشكل (1-36).

ثالثًا: القارنات (الوصلات) «Couplings»

النتاجات

يتوقع من الطالب بعد دراسة هذا الدرس أن:

- يُعدّد أنواع القارنات.
- يرسم رموز القارنات باختلاف أنواعها.

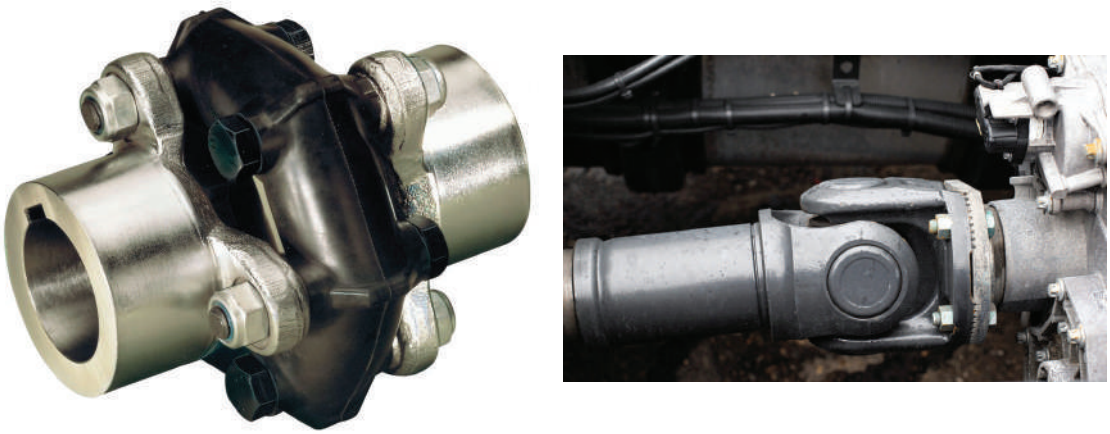
انظر وتساءل

انظر القطع المبينة في الشكل (1-37). هل شاهدتُها في المنزل أو المدرسة من قبل ؟ ما هذه القطع؟ وما الفرق بينها؟

الشكل (1-37): الوصلات الصُّلبة والمرنة.

استكشف

يحتوي المشغل على عديد من الوصلات الصُّلْبة والمرنة. انظر الشكل (1-38)، ابحث في المشغل عن أنواع مختلفة من الوصلات، واتعَّرف استخداماتها داخل المشغل، ثم أبحث عن وصلات عمود الإدارة المُستخدَم في المركبات لنقل الحركة من صندوق السرعات إلى مجموعة النقل النهائي، ثم ابحث عن أنواع الوصلات المُستخدَمة في نظام التوجيه في المركبات.



الشكل (1-38): الوصلات المُستخدمة في المركبات.

تُستخدَم القارنات لربط الأعمدة الدوّارة بعضها ببعض لتعمل بوصفها وحدة واحدة، وتُصنَع على نحوٍ يُسهّل عملية فكها وصيانتها. توجد أنواع وأشكال عدَّة للقارنات، يعتمد تصميمها وحجمها على طبيعة العمل ونوعه، ومنها القارنات الجاسئة (الصُّلبة) والقارنات المرنة.

1 - القارنات الجاسئة (الصُّلْبة) (Solid couplings):

تُستخدَم القارنات الجاسئة (غير المرنة) لنقل الحركة بين الأعمدة الدّوارة التي يكون محورها على امتدادا واحد، من دون انحراف وبخاصة في الحالات التي لا تحتاج إلى فكّ وتركيب عند إجراء عمليات الصيانة، مثل المُولّدات التي تعمل عن طريق محركات الاحتراق الداخلي، يبين الجدول (1-2) أنواع هذه القارنات.

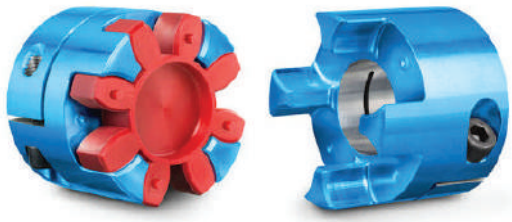
الجدول (1 – 2): القارنات الجاسئة وأنواعها.

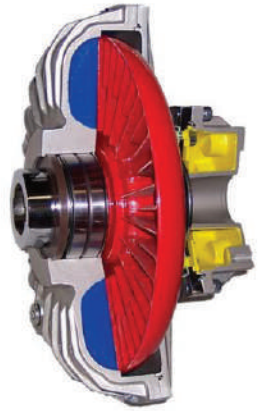
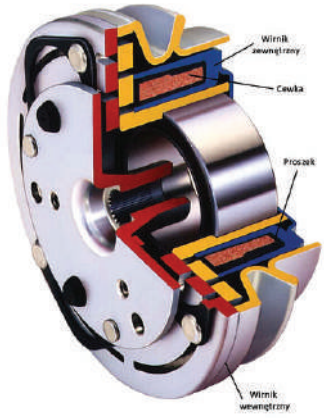
1	قارنة الأكمام (split muff coupling): تتكوَّن من قطعتين كما في الشكل المجاور، تُركَّب على أطراف الأعمدة، وتُثبَّت باستعمال البراغي.	
2	القارنة الجاسئة القرصية (الاقتران الصُّلْب) (rigid flange coupling): تتكوَّن من قرصين كما في الشكل المجاور، يُثبّت كل قرص على طرف عمود باستعمال خابور، ثم تُثبَّت الأقراص مع بعض باستعمال البراغي.	
3	قارنة الجلبة الجاسئة (الاقتران ذو البراغي) (Muff or sleeve coupling): هي أبسط أنواع القارنات، وهي تتألَّف من أسطوانة قُطْرها الداخلي يساوي قُطْر الأعمدة المراد توصيلها، تُثبَّت هذه القارنة على الأعمدة باستعمال خوابير، ثم تُشَدُّ البراغي لتثبت الأعمدة، ومنعها من الانزلاق كما في الشكل المجاور.	

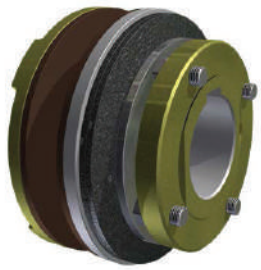
2 ـ القارنات المرنة (Flexible couplings):

تسمح القارنات المرنة بنقل الحركة ضمن زوايا مختلفة (انحراف) بحيث لا يُؤثّر الانحراف في فاعلية نقل الحركة بين العمود القائد والعمود المَقود، وهي تُستخدَم بكثرة في الأجزاء الميكانيكية في للمركبات. يبين الجدول (1-3) بعض أنواع هذه القارنات.

الجدول (1 – 3): القارنات المرنة، وأنواعها.

1	القارنة ذات النجمة المطاطية (Jaw coupling): تتكَّون من جزأين يحتوي كل منها على نتوءات كما في الشكل المجاور، وتوضَع بين الجزأين قطعة مطاطية على شكل نجمة للسماح بنقل الحركة في حدود زاوية معينة.	
2	القارنة المطاطية القرصية (Rubber coupling): قرص مصنوع من المطاط كما في الشكل المجاور يحتوي على عدَّةِ ثقوب تُركَّب داخلها جُلَب حديدية، يتم تُثَّبيت أربع منها أحد أطراف عمود نقل الحركة، وتُثّبيت أربع أُخرى الطرف الآخر. تعمل هذه القارنة على نقل الحركة بين الأعمدة بزوايا مختلفة.	
3	القارنة ذات القرص المطاطي الوسيط (Flexible shaft coupling): تُصنَع من فلنجتين وقرص مطاطي بوصفها قطعة واحدة، ويُثّبت على أحد أطراف القارنة عمود باستعمال خابور، ثم يُثَّبت بالبراغي، ويُثَّبت عمود آخر على الطرف الآخر باستعمال خابور، ويُثَّبت البراغي. تعمل هذه القارنة على نقل الحركة بين الأعمدة بزوايا مختلفة.	

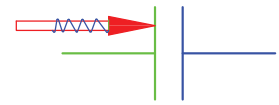
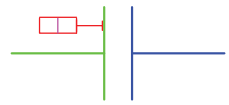
4	القارنة ذات القرص المرن (Flexible shaft coupling): تتكوَّن من فلنجة ثلاثية الأطراف تُثَّبت على عمود طارة التوجيه بالبراغي كما في الشكل المجاور، تُثبَّت فلنجة أُخرى على مسنن مجموعة التوجيه باستعمال برغي خاص، ثم يوضَع القرص المرن بين الفلنجتين، ويُثبَّت بالبراغي.	
5	القارنة العامة (Universal coupling): تتكوَّن من شوكتين بينهما عمود مُصلَّب كما في الشكل المجاور، يُثّبت الشوكتين بعضهما ببعض، ويسمح لهما بالحركة ضمن زاوية معينة. تُستخدَم هذه القارنة في أعمدة نقل الحركة في المركبات.	
6	القارنة الهيدرولية (Hydrolic coupling): تتكوَّن من مضخة وعنفة كما في الشكل المجاور، وتُثَّبت المضخة على عمود، وتُثَّبت العنفة على العمود الآخر تُجمَّع المضخة والعنفة داخل غلاف مملوء بالزيت الذي يعمل على نقل الحركة من المضخة إلى العنفة.	
7	القارنة الإلكترومغناطيسية Electromagnetic (coupling): تتكوَّن من ملفات كهربائية كما في الشكل المجاور. وعند مرور تيار كهربائي بالملفات يتكوَّن مجال مغناطيسي يسحب القطعتين في اتجاه بعضهما.	

8	القارنة الاحتكاكية (Frictional coupling): تتكَّون من فلنجتين دائريتين بينهما قرص احتكاكي. وتنتقل الحركة من عمود إلى آخر عن طريق احتكاك السطوح المتلامسة، كما في الشكل المجاور.	

3 - تمثيل القارنات بالرموز

تُستخدَم الرموز الخاصة بالقارنات لتسهيل عملية الرسم عند تنفيذ مخططات التصاميم الخاصة بالأجزاء الميكانيكة، وهي رموز متعارف عليها عالميًّا، يبين الجدول (1-4) رموز هذه القارنات.

الجدول (1-4): رموز القارنات.

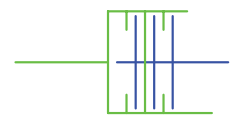
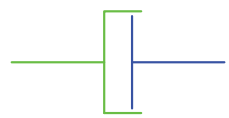
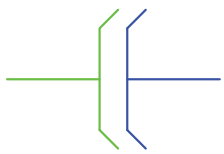
 قارنه كهرومغناطيسية	 قارنه هيدروليكيه	 قارنه عامة

4 - القوابض (Cluches):

تستعمل القوابض في المركبات للربط بين ناقل الحركة والمحرك في المركبات ذات ناقل الحركة اليدوي، حيث تسمح للسائق تغيير السرعات المختلفة المتوفرة في مركبته.

ومن أهم أنواع القوابض وأكثرها استعمالًا القوابض الاحتكاكية يبين الجدول (1-5) بعضًا من هذه القوابض.

الجدول (1-5): رموز بعض القوابض.

 قابض احتكاك متعدد الأقراص	 قابض احتكاك مفرد القرص	 قابض احتكاك مخروطي

ابحث في الانترنت عن أنواع أخرى من القارنات، موضحًا استعمالاتها ورموزها.

القياس التقويم

- أضع إشارة (√) في خانة الدرجة المناسبة.

الرقم	خطوات الأداء	درجة تحقيق الهدف		
		ممتاز	جيد	بحاجة إلى تحسين
1	أتعرَّف أنواع القارنات.			
2	أرسم أشكال القارنات على اختلاف أنواعها.			
3	أتعرف رموز القوابض.			

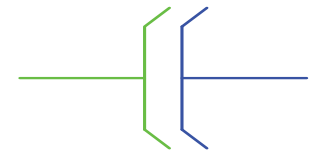
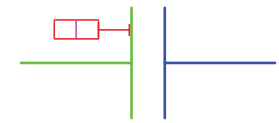
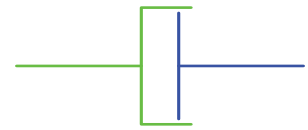
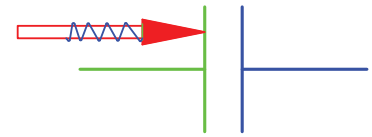
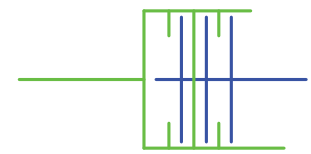
1 - اعددّ أنواع القارنات الصُّلْبة المُستخدَمة في الأعمال الصناعية وصناعة المركبات.

2 - فيمَ تُستخدَم القارنات الجاسئة؟

3 - فيمَ تستخدم القارنات المرنة؟

4 - ما أنواع القارنات المُستخدَمة في نهايتي عمود الإدارة؟

5 - يُبيّن الجدول الآتي رموز القارنات والقوابض شائعة الاستخدام في صناعة المركبات. املأ الفراغ اسم القارنة مقابل الرسم الرمزي:

الرقم	الرسم الرمزي	
1		
2		
3		
4		
5		
6		

رابعًا: التفاوت والتوافق للثقوب والأعمدة «Fit and Tolerance»

النتاجات

يتوقع من الطالب بعد دراسة هذا الدرس أن:

- يرسم رموز التفاوت باختلاف أنواعها.
- يبين أوجه الشبه والاختلاف بين الأعمدة والثقوب.
- يستخدم جدول التفاوت في إيجاد قيم التفاوت للأعمدة والثقوب.

انظر وتساءل

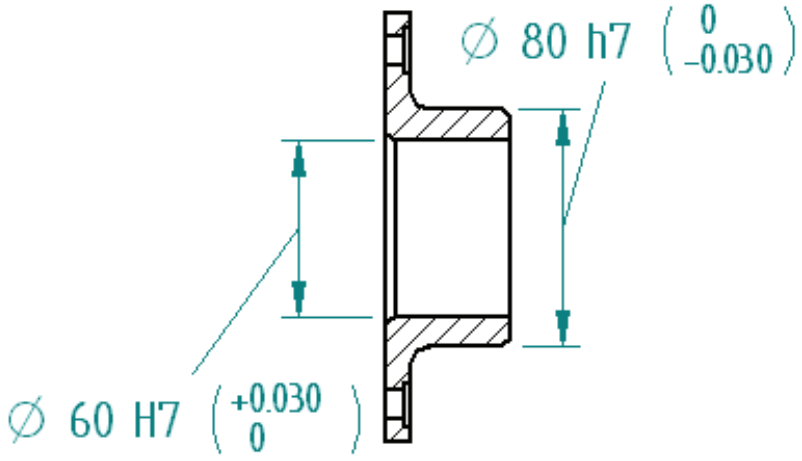
عند فك محاور دوران العجلات الأمامية أو الخلفية ثم تركيبها في المشغل يُلاحظ أن كرسي التحميل مُثَّبت على عمود الإدارة (المحور) من دون استخدام أيّ مُثبتّت ، مثل: حلقات الإحكام، والخوابير ، ومسامير التثبيت، انظر الشكل (1-39). يُلاحَظ أيضاً أنها مُثبّتة على نحوٍ جيد يمنع انزلاقها عن عمود الإدارة ، ويجعلها تدور معه في الاتجاه نفسه. عند عمل الصيانة لكرسي التحميل والمحور يجب تسخين الكرسي، أو تبريد العمود، أو استخدام مكبس هيدرولي لإخراج الكرسي.

كيف يُثبّت الكرسي على محور الدوران عند التركيب، علمًا بأن قُطْره الاسمي الداخلي يساوي القُطْر الخارجي للعمود الإدارة (المحور)؟

الشكل (1-39).

استكشف

عند دراسة مخططات التصميم لإحدى الآلات تَبيَّن وجود أحرف وأرقام بجانب البُعد الأساسي للقطعة كما في الشكل (1-40). أبحث في شبكة الإنترنت عن دلالة هذه الأحرف والأرقام.



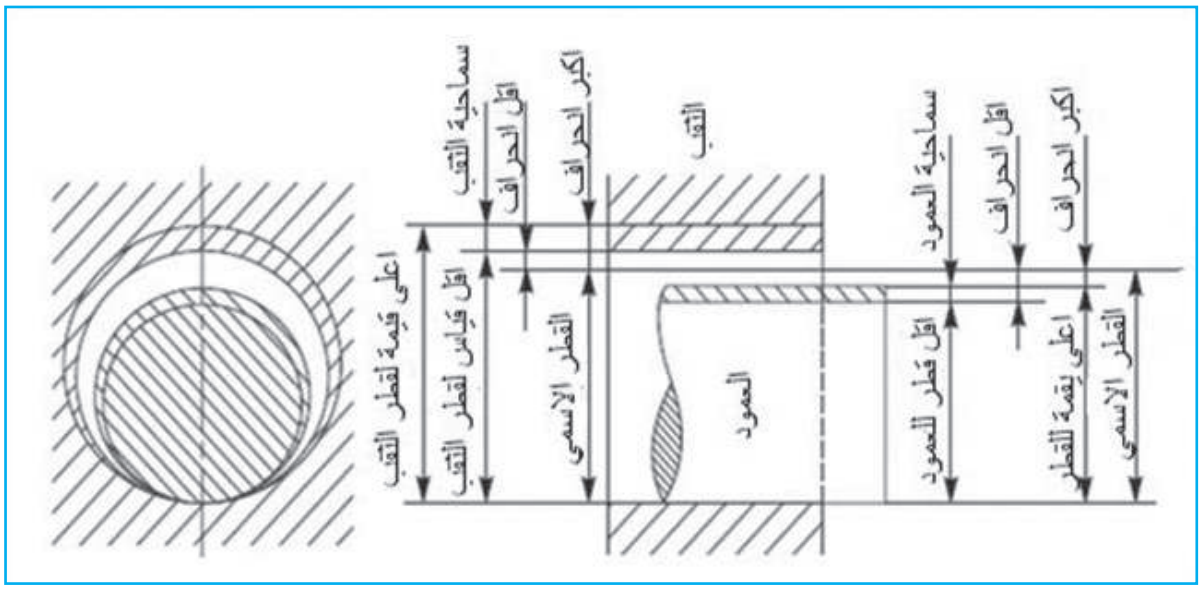
الشكل (1-40).

تُثبَّت القطع الميكانيكية التي تحتوي ثقوبًا وأعمدة بطرائق عدَّة، مثل استخدام خابور بين العمود والثقب كما في بكرة عمود المرفق، واستخدام الخابور والصواميل في تثبيت مسنن عمود الحدبات، واستخدام حلقات التثبيت كما هو الحال في تثبيت بن المكبس في صرة المكبس، واستخدام التسخين لربط القطع بعضها ببعض، وذلك بتعريض الثقب لدرجة حرارة معينة حتى يتمدد، ثم يوضَع العمود بداخله، ويُتَرك ليبرد، واستخدام التبريد، لتثبيت القطع وذلك بتبريد العمود قبل وضعه بداخل الثقب، واستخدام المكابس الكبيرة لوضع العمود داخل الثقب. نظرًا إلى وجود طرائق عدَّة لتثبيت الأعمدة بالثقوب؛ يجب دراسة الجزء الميكانيكي قبل البدء بعملية التصنيع؛ إذ تُحدّد أبعاد الثقب والعمود طريقة التركيب، يضاف إلى ذلك أن عملية الإنتاج الكمي للقطع تتطلب دقة؛ إذ تختلف الأبعاد في أثناء عملية التصنيع لأسباب عَّدة، أهمها: اختلاف دقة الآلة ومعايرتها، والاختلاف في دقة أجهزة القياس، وتباين مهارة العامل وتركيزه في أثناء العمل. ولهذا ، تُزاد نسب الأبعاد بقدر معين عند رسم الثقوب والعمود، بحيث تناسب القطع المُصنَّعة.

1 - التفاوت (Tolerance)

هو مقدار الانحراف في القياس عن القياس الاسمي للمُنتَج ففي المصانع التي تُنتِج مُنتَجات بكميات كبيرة يتعذَّر المحافظة على القياس الاسمي نفسه للمنتج بعد مدَّة وجيزة من العمل بسبب عوامل عَّدة، أبرزها دقة آلة التصنيع، ودقة أجهزة القياس، وتباين مهارة العامل وتركيزه في أثناء العمل؛ لذا تُحدّد الشركات المُصنّعة للأجزاء الميكانيكية حدًّا أعلى وحدًّا أدنى للقياس، يكون مقبولاً في العمل، تفاديًا للخسائر المادية وتوفيرًا للوقت والجهد الذي يبذل لإعادة تصنيع القطع. وتساعد دراسة التفاوت العامل الفني على فهم طريقة الفك والتركيب للأجزاء الميكانيكية من دون تعريضها للكسر والتلف، فضلًا عن توفير الوقت اللازم لإنجاز العمل.

أ- **مصطلحات التفاوت للعمود والثقب:** يُبيِّن الشكل (1-41) مصطلحات التفاوت للعمود والثقب، وهي:



الشكل (1-41): مصطلحات التفاوت للعمود والثقب.

(1) خط الصفر(البُعد الاسمي) لكل من قُطْر العمود والثقب، وهذا الخط يُحِّدده المصمم.

(2) الحد الأعلى لقياس قُطْر العمود؛أي قُطْره هو الأكبر المسموح به.

(3) الحد الأدنى لقياس قُطْر العمود؛ أي قُطْره هو الأصغر المسموح به.

(4) الحد الأدنى لقياس قُطْر الثقب؛ أي قُطْره الأصغر المسموح به.

(5) الحد الأعلى لقياس قُطْر الثقب، أي قُطْره الأكبر المسموح به.

(6) الانحراف العلوي، وهو الفرق بين البُعْد الاسمي والحد الأعلى لقياس القُطْر.

(7) الانحراف السفلي، وهو الفرق بين البُعْد الاسمي والحد الأدنى لقياس القُطْر.

(8) مقدار التفاوت، وهو (الفرق بين أعلى قياس للعمود وأقل قياس له).

ب- **رموز التفاوت:** لكل تفاوت رمز معين يُحدّد قيمة التفاوت المسموح به، وتُستخدَم الأحرف الإنجليزية للتفاوت من الحرف (A) إلى الحرف (Z)، وتستثنى الحروف (I,L,O,Q,W)، ويُرمَز إلى تفاوت الثقب بالأحرف الكبيرة (A,B,C,D,...) ويُرمَز إلى تفاوت العمود بالأحرف الصغيرة (a,b,c,d,e ...,) مثل: (Ø50 H - e).

جـ - **درجات رموز التفاوت:** لكل رمز من رموز التفاوت (16) درجة، تبدأ بالرقم (1) ،وتنتهي بالرقم (16)، وكلَّما كانت الدرجة صغيرة كانت دقة التصنيع عالية ومُكلِفة، وكلَّما زادت الدرجة قلَّت الدقة بالتدريج. تُستخدَم الدرجات الصغيرة(1-6) في إنتاج الأدوات المخبرية، آلات القياس في

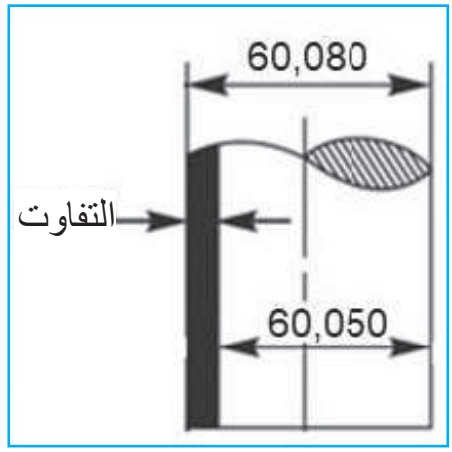
الورش، والدرجات المتوسطة (7-9) في صناعة الآلات الدقيقة مثل: المحركات في الطائرات، والأسلحة، والعُدد اليدوية، وتُستخدَم الدرجات الكبيرة (10-16) في صناعة الآليات الثقيلة، والآلات الزراعية وأعمال الطرق، مثال (Ø50 H7 - e3).

د- أمثلة على رموز التفاوت ودرجاته:

مثال

يُبيِّن الشكل (1-42)عمود إدارة مُدوَّن عليه أبعاد التفاوت المسموح بها، علمًا بأن القُطْر الاسمي للعمود (60) مم. أَجِد قيمة كل ممّا يأتي:

- التفاوت.
- الانحراف العلوي.
- الانحراف السفلي.



الشكل (1-42): التفاوت للعمود.

الحل

البُعد الاسمي للقياس 60 مم، والحد الأعلى للقياس (60.080) مم، والحد الأدنى للقياس (60.050) مم.

-التفاوت = الحد الأعلى للقياس – الحد الأدنى للقياس

0.03= 60.050 – 60.080 مم.

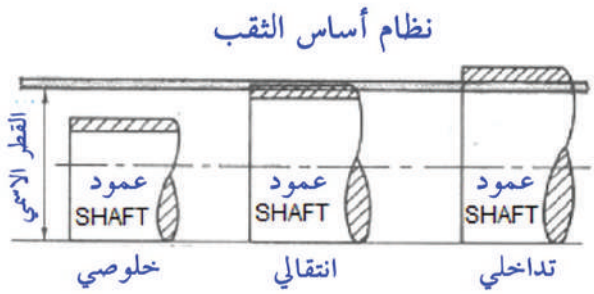
الانحراف العلوي للعمود: 0.080 = 60.00 – 60.080 مم

الانحراف السفلي للعمود: 0.050 = 60.00 – 60.050 مم

التفاوت: يمكن إيجاد قيمة التفاوت المسموح به لتركيب ازدواج معين (عمود مع بكرة) باستعمال نظامين هما: نظام أساس الثقب، ونظام أساس العمود.

1 ـ نظام أساس الثقب

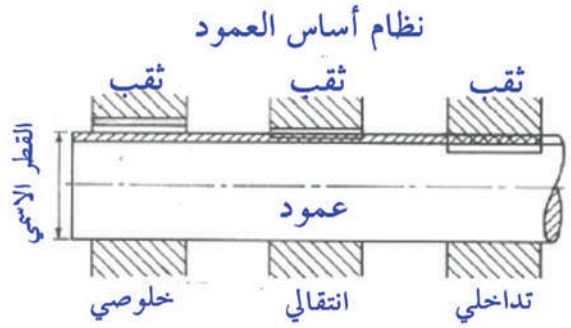
في هذا النوع يُثبَّت قُطْر الثقب، ويتغيَّر قُطْر العمود، تبعًا لنوع التفاوت، مثل: (Ø50H7 -e6) و(Ø50H9 -h5)؛ وإذ يشار إلى قيمة التفاوت للثقب بحرف كبير H، قيمة التفاوت للعمود بحرف صغير (e)، وهذا النظام هو الشائع في الاستخدام، انظر الشكل (1-43).



الشكل (1-43).

2 ـ نظام أساس العمود

في هذا النوع يُثبَّت قُطْر العمود، وتتغيَّر طريقة التركيب لقطر الثقب؛ ما يعني أن قُطْر العمود ثابت لا يتغَّير، انظر الشكل (1-44). ويتغيَّر قُطْر الثقب تبعًا لنوع التفاوت، مثل: (Ø50E7 -h8)، و(Ø50F6 -h6). أُلاحظِ التغير الحاصل في الثقب.



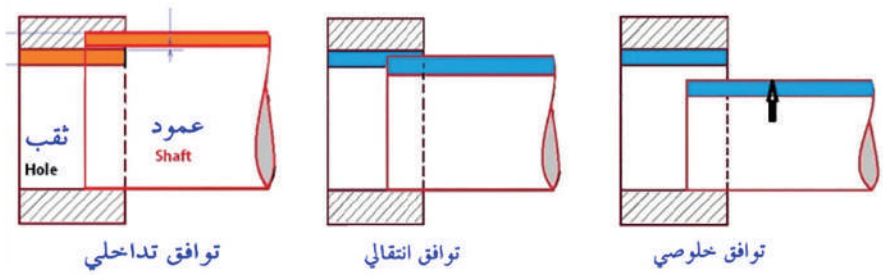
الشكل (1-44).

ويبين الجدول (1-6): حدود أساس الثقب وأساس العمود، ونوع التوافق.

الجدول (1-6): حدود أساس الثقب والعمود.

أساس العمود	أساس الثقب	نوع التوافق	الوصف
D9/h9	H9/d9	توافق خلوصي	Free running خلوصي حُرٌّ.
C11/h11	H11/c11		Loose running خلوصي جريان.
F8/h8	H8/f8		Easy running خلوصي سهل.
F7/h7	H7/f7		Sliding running خلوصي انزلاقي.
F7/h8	H8/f7		Close clearance خلوصي قريب.
H7/h6	H7/h6		Locational running خلوصي كامل.
K7/h7	H7/k6	توافق انتقالي	Location slight interference Location transition
N7/h6	H7/n6		
P6/h7	H7/p6	توافق تداخلي	Interference fits
S6/h7	H7/s6		
U6/h7	H7/u6		

يُبيّن الشكل (1-45) أنواع التوافق في نظام أساس الثقب.



الشكل (1-45).

مثال

أَجِد قيمة التفاوت للازدواج (Ø30 H6-m7) باستخدام الجدول الخاص بذلك.

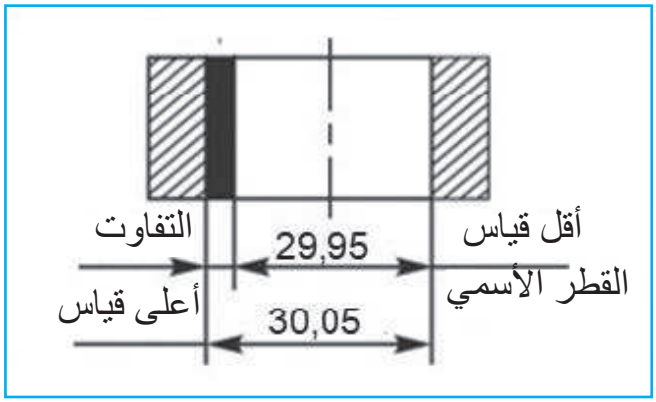
الحل:

- استنادًا إلى الجدول الخاص بتفاوت العمود، ومن خانة القطر الاسمي (30/18)، أرسم خطًّا عموديًّا للأسفل، ومن خانة (m7)، أرسم خطًّا أفقيًّا يتقاطع مع الخط العمودي في الخانة (29 +/8 +).
- استنادًا إلى الجدول الخاص بأساس الثقب، ومن خانة القطر الاسمي (30/18)، أرسم خطًّا عموديًّا للأسفل، ومن خانة (H6)، أرسم خطًّا أفقيًّا يتقاطع مع الخط العمودي في الخانة (0.0 +/13 +).

مثال

يُبيّن الشكل (1-46) مقطعًا في ثقب أسطواني مُدوَّن عليه أبعاد التفاوت المسموح بها. أجد قيمة كل ممّا يأتي:

- التفاوت.
- الانحراف العلوي.
- الانحراف السفلي.



الشكل (1-46): التفاوت للثقب.

التفاوت = الحد الأعلى للقياس – الحد الأدنى للقياس.

30.05 – 29.95 = 0.1 مم.

الانحراف العلوي للثقب: 30.05 – 29.95 = 0.1 مم.

الانحراف السفلي للثقب: 29.95– 29.95= 0.00 مم.

2 - التوافق (Fit)

يُعَدُّ التوافق الوسيلة التي تُحدّد نوع التركيب للقطع الميكانيكية، وأحيانًا يركب ازدواج القطع مع بعضها خلوصيًّا بحيث تركب القطع بسهولة ودون الحاجة إلى جهد كبير عند التركيب ما يسمح بحرية الحركة بين الازدواج، وأحيانًا يركب ازدواج القطع بخلوص قليل بحيث نحتاج عند التركيب إلى بذل قوة قليلة باليد أو بالطرق بمطرقة طرقًا خفيفًا، ونحتاج أحيانًا عند تركيب ازدواج القطع إلى بذل مجهود كبير عند التركيب أو نحتاج إلى قوة ضغط كبيرة باستخدام المطرقة أو المكابس الهيدرولية.

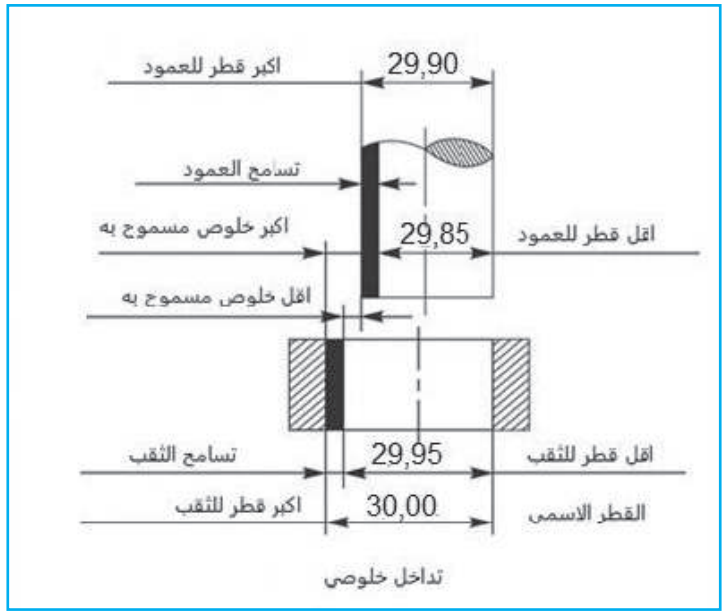
أ- التوافق الخلوصي (Clearance Fit):

يكون الحد الأعلى لقياس العمود في هذا النوع أقل من الحد الأدنى لقياس الثقب، انظر الشكل (1-47)

ينقسم التوافق الخلوصي قسمين، هما:

1 التوافق سهل الحركة الذي يبدأ من (H-a) وينتهي ب (H-g).

2 التوافق الانزلاقي، (H – h).-------



الشكل (1-51): التوافق الخلوصي.

لمعرفة أنواع التوافق يتم الاستعانة بجداول خاصة التفاوت للثقوب والأعمدة مرفقة في نهاية الوحدة.

مثال

أبيّن نوع التوافق الآتي (Ø20 H7–g6) باستخدام الجدول الخاص بالتفاوت.

الحل

استنادًا إلى الجدول الخاص بالتفاوت، فإن تفاوت الثقب (Ø20 H7) هو على النحو الآتي:

- تفاوت الثقب (Ø20 H7) من الجدول= 0.0+ مم

0.021+مم

- تفاوت العمود (Ø20 g6) من الجدول= 0.020- مم

0.007- مم

- الحد الأدنى لقياس الثقب: (20.00).

- الحد الأعلى لقياس الثقب: (20.021).

أمّا تفاوت العمود (Ø20 g6) فهو كما يأتي:

- الحد الأدنى لقياس العمود: (19.980).

- الحد الأعلى لقياس العمود: (19.993).

أكبر قياس للعمود = (19.993) وهو أقل من أدنى قياس للثقب (20.00) هذا يعني أن التوافق خلوصي.

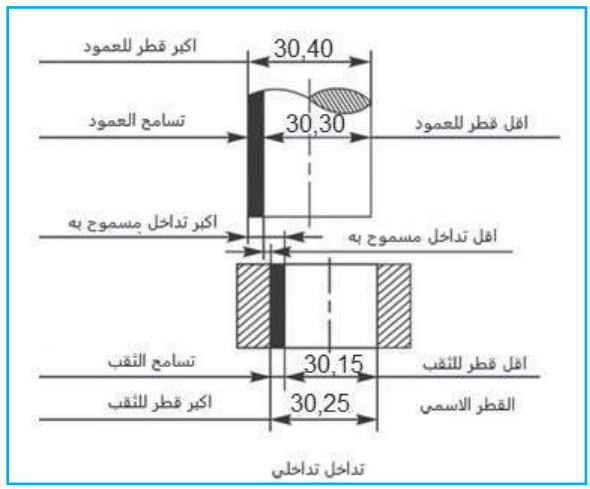
ب- التوافق التداخلي (Interference Fit):

في هذا النوع من التداخل، يكون الحد الأدنى لقياس العمود أكبر من الحد الأعلى لقياس الثقب انظر الشكل (1-48). ينقسم التوافق التداخلي ثلاثة أقسام، هي :

1 - التوافق الثابت الذي يحدث بالضغط البسيط (H – p).

2 - التوافق الضغط الذي يحدث بالضغط العالي، ولكن من دون استخدام المكبس الهيدرولي.

3 - التوافق الثابت جدًّا الذي يحدث بالضغط باستخدام المكابس الهيدرولية، بدءاً من (H – t)، وانتهاءاً بـ (H – z) . أو عن طريق التسخين أو التبريد.



الشكل (1-48): التفاوت للثقب.

مثال

إذا علمْتُ أن رمز التفاوت للازدواج هو(Ø40 H7- p6)، فأُحدِّد نوع التوافق.

الحل

استنادًا إلى الجدول الخاص بالتفاوت، تفاوت الثقب (Ø40 H7)هو على النحو الآتي:

- تفاوت الثقب (Ø40 H7) من الجدول= 0.0+ مم

0.025+مم

- تفاوت العمود (Ø40 p6) من الجدول= 0.026+ مم

0.042+ مم

- الحد الأدنى لقياس (Ø40 H7) الثقب: (40.00) مم .

- الحد الأعلى لقياس (Ø40 p6) الثقب: (40.025) مم .

وأمّا تفاوت العمود (p6Ø40) فهو كما يأتي:

- الحد الأدنى لقياس العمود: (40.26) مم .

- الحد الأعلى لقياس العمود: (40.042) مم .

أقل قياس للعمود (40.26) مم، وهو أكبر من أكبر قياس للثقب (40.025).

هذا يعني أن التوافق تداخلي.

جـ - التوافق الانتقالي (Transition Fit): يُمثّل هذا النوع من التوافق المرحلة ما بين التوافق الخلوصي والتوافق التداخلي، انظر الشكل (1-49)، الذي يبدأ بالأحرف (H – j) وينتهي بالأحرف (H – n) .

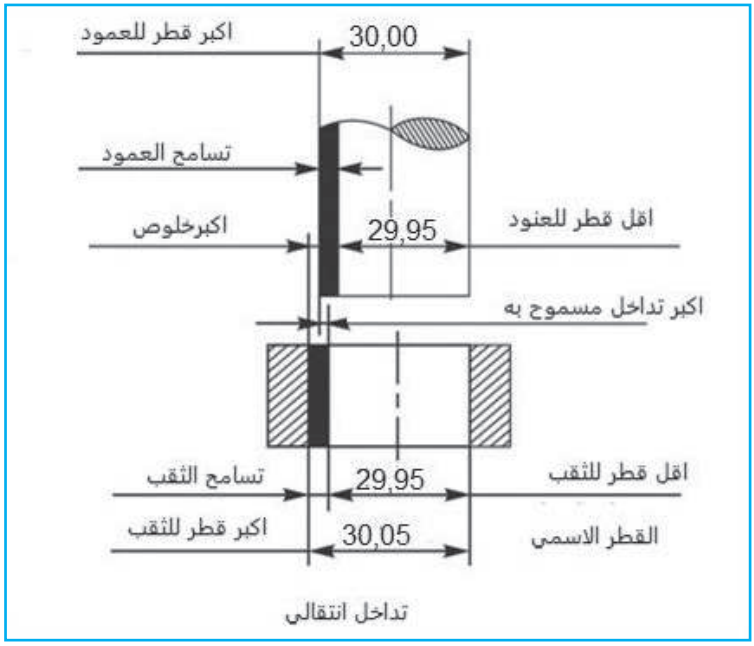
ينقسم التوافق الانتقالي أربعة أقسام ، هي :

1 . توافق الدفع (H – j) الذي يحدث عن طريق الدفع باليد.

2 . توافق الالتصاق (H – k) الذي يحدث عن طريق الدفع القوي باليد.

3 . توافق الدق (H – m) الذي يحدث عن طريق الدق باليد.

4 . التوافق الثابت (H – n) الذي يحدث بالطرق باستعمال مطرقة .



الشكل (1-49): التوافق الانتقالي .

مثال

إذا علمتُ أن رمز التفاوت للازدواج هو(Ø17 H7–k6)، فأحدِّد نوع التوافق.

استناداً إلى الجدول الخاص بالتفاوت، فإن تفاوت الثقب (Ø17 H7)هو على النحو الآتي:

- تفاوت الثقب (Ø17 H7) من الجدول= 0.0+ مم

0.018+مم

- تفاوت العمود (Ø17 k6) من الجدول= 0.001+ مم

0.012+مم

- الحد الأدنى لقياس الثقب: (17.00) مم.

- الحد الأعلى لقياس الثقب: (17.018) مم.

أمّا تفاوت العمود (Ø17 k6) فهو كما يأتي:

- الحد الأدنى لقياس العمود : (17.001) مم.

- الحد الأعلى لقياس العمود : (17.012) مم.

أقل قياس للعمود (17.001) ، وهو يقع بين أكبر قياس للثقب وأقل قياس.

وهذا يعني أن التوافق انتقالي.

د ـ تطبيقات على كيفية استخدام جدول التفاوت للثقوب والأعمدة حسب المواصفات الأمريكية.

إذا علمت أن رمز التفاوت للازدواج (Ø40H8–e6)، فأجد قيمة تفاوت الثقب والعمود من الجداول المبينة أعلاه.

أولًا: نجد قيمة التفاوت للثقب من جدول التفاوت الخاص بالثقوب، ارسم خطًّا عموديًّا من خانة القطر (30 – 40) أو خانة القطر (40– 50). ثم أرسم خطًّا أفقيًّا من خانة (H8) يتقاطع مع الخط العمودي في الخانة الملونة باللون الأحمر، وقيمتها (+0.0 , +0.039) مم.

نحسب قيمة الحد الأدنى لتفاوت الثقب = 40 – 0.0 = 40 مم

نحسب قيمة الحد الأعلى لتفاوت الثقب= 40 + 0.039 = 40.039 مم

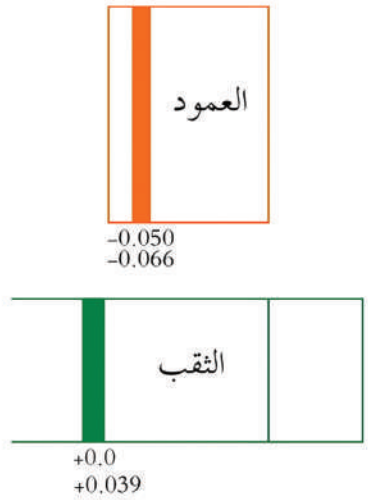
ثانيًا: نجد قيمة التفاوت للعمود من جدول التفاوت الخاص بالأعمدة، أرسم خطًّا عموديًّا من خانة القطر (30-40)، ثم ارسم خطًّا أفقيًّا من خانة (e6) يتقاطع مع الخطين في الخانة الملونة باللون الأحمر، وقيمتها (-0.050 ،-0.066).

نحسب قيمة الحد الأدنى لتفاوت العمود= (40 – 0.066)= 39.934 مم.

نحسب قيمة الحد الأعلى لتفاوت العمود= (40 – 0.050)=39.95 مم.

ألاحظ أن الحد الأعلى لتفاوت العمود (39.95) مم، أقل من الحد الأدنى لتفاوت الثقب (40.0) مم، هذا يعني أن التفاوت خلوصي.

نوع التوافق: خلوصي كما في الشكل (1-50).



الشكل (1-50): التوافق الخلوصي.

ابحث في الانترنت وفي مصادر المعرفة المتوافرة بالمشغل، عن أهمية استخدام التفاوت والتوافق للأعمدة والثقوب في المركبات.

اكتب تقريرًا عنها واعرضها على زملاءك.

القياس التقويم

- أضع إشارة (√) في خانة الدرجة المناسبة.

الرقم	مؤشر الأداء	درجة تحقيق المؤشر		
		ممتاز	جيد	بحاجة إلى تحسين
1	أتعرَّف رموز التفاوت.			
2	أتعرَّف درجات التفاوت.			
3	أتعرَّف درجات التفاوت.			
4	أُبيّن أنواع التوافق.			

أسئلة الوحدة

1 - إذا كان رمز التفاوت للازدواج هو (Ø15H9–h8) باستخدام الجدول الخاص بالتفاوت، فأُحدّد نوع التوافق، ثم أحسب كلا مما يأتي :

أ- الحد الأدنى لقياس الثقب.

ب- الحد الأعلى لقياس الثقب.

جـ- الحد الأدنى لقياس العمود.

د- الحد الأعلى لقياس العمود.

2 - باستخدام جدول التفاوت للثقوب والأعمدة، أَجِد قيمة التفاوت المسموح به للازدواج (Ø60H7–m5)، ثم أُحدِّد نوع التفاوت.

3 - باستخدام جدول التفاوت للثقوب والأعمدة، أَجِد قيمة التفاوت المسموح به للازدواج (Ø60H7–m6)، ثم أُحدّد نوع التفاوت.

4 - باستخدام جدول التفاوت للثقوب والأعمدة، أَجِد قيمة التفاوت المسموح به للازدواج (Ø60H9–m7)، ثم أُحدّد نوع التفاوت.

الجدول (1 – 7). جدول التفاوت للثقوب والأعمدة.

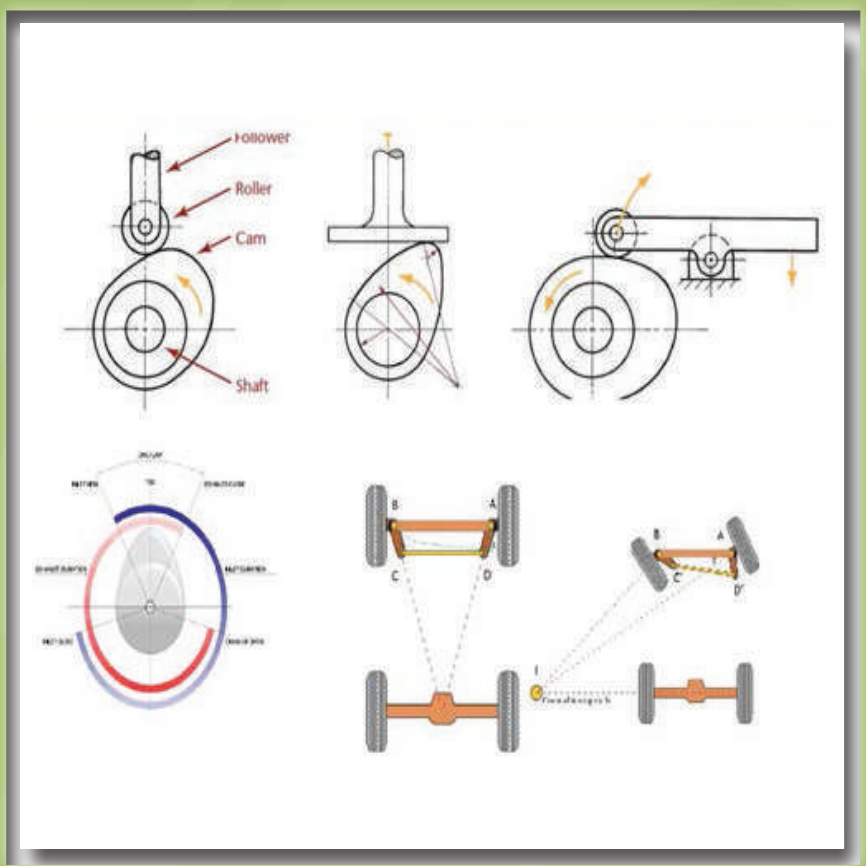
ISO Tolerances for Shafts																				جدول تسامح العمود (ISO 286-2)
Nominal Shaft Sizes (mm)																				
over	3	6	10	18	30	40	50	65	80	100	120	140	160	180	200	225	250	280	315	355
inc.	6	10	18	30	40	50	65	80	100	120	140	160	180	200	225	250	280	315	355	400
micrometers																				
a12	-270 -390	-280 -430	-290 -470	-300 -510	-310 -560	-320 -570	-340 -640	-360 -660	-380 -730	-410 -760	-460 -860	-520 -920	-580 -980	-660 -1120	-740 -1200	-820 -1280	-920 -1440	-1050 -1570	-1200 -1770	-1350 -1920
d6	-30 -38	-40 -49	-50 -61	-65 -78	-80 -96		-100 -119		-120 -142		-145 -170			-170 -199			-190 -222			-210 -246
e6	-20 -28	-25 -34	-32 -43	-40 -53	-50 -66		-60 -79		-72 -94		-85 -110			-100 -129			-110 -142			-125 -161
e13	-20 -200	-25 -245	-32 -302	-40 370	-50 -440		-60 -520		-72 -612		-85 -715			-100 -820			-110 -920			-125 -1015
f5	-10 -15	-13 -19	-16 -24	-20 29	-25 -36		-30 -43		-36 -51		-43 -61			-50 -70			-56 -79			-62 -87
f6	-10 -18	-13 -22	-16 -27	-20 -33	-25 -41		-30 -49		-36 -58		-43 -68			-50 -79			-56 -88			-62 -98
f7	-10 -22	-13 -28	-16 -34	-20 -41	-25 -50		-30 -60		-36 -71		-43 -83			-50 -96			-56 -108			-62 -119
g5	-4 -9	-5 -11	-6 -14	-7 -16	-9 -20		-10 -23		-12 -27		-14 -32			-15 -35			-17 -40			-18 -43
g6	-4 -12	-5 -14	-6 -17	-7 -20	-9 -25		-10 -29		-12 -34		-14 -39			-15 -44			-17 -49			-18 -54
g7	-4 -16	-5 -20	-6 -24	-7 -28	-9 -34		-10 -40		-12 -47		-14 -54			-15 -61			-17 -69			-18 -75
h4	-0 -4	-0 -4	-0 -5	-0 -6	-0 -7		-0 -8		-0 -10		-0 -12			-0 -14			-0 -16			-0 -18
h5	-0 -5	-0 -6	-0 -8	-0 -9	-0 -11		-0 -13		-0 -15		-0 -18			-0 -20			-0 -23			-0 -25
h6	-0 -8	-0 -9	-0 -11	-0 -13	-0 -16		-0 -19		-0 -22		-0 -25			-0 -29			-0 -32			-0 -36
h7	-0 -12	-0 -15	-0 -18	-0 -21	-0 -25		-0 -30		-0 -35		-0 -40			-0 -46			-0 -52			-0 -57
h8	-0 -18	-0 -22	-0 -27	-0 -33	-0 -39		-0 -46		-0 -54		-0 -63			-0 -72			-0 -81			-0 -89
h9	-0 -30	-0 -36	-0 -43	-0 -52	-0 -62		-0 -74		-0 -87		-0 -100			-0 -115			-0 -130			-0 -140
h10	-0 -48	-0 -58	-0 -70	-0 -84	-0 -100		-0 -120		-0 -140		-0 -160			-0 -185			-0 -210			-0 -230
h11	-0 -75	-0 -90	-0 -110	-0 -130	-0 -160		-0 -190		-0 -220		-0 -250			-0 -290			-0 -320			-0 -360
h12	-0 -120	-0 -150	-0 -180	-0 -210	-0 -250		-0 -300		-0 -350		-0 -400			-0 -460			-0 -520			-0 -570
j5	+3 -2	+4 -2	+5 -3	+5 -4	+6 -5		+6 -7		+6 -9		+7 -11			+7 -13			+7 -16			+7 -18
j6	+6 -2	+7 -2	+8 -3	+9 -4	+11 -5		+12 -7		+13 -9		+14 -11			+16 -13			+16 -16			+18 -18
j7	+8 -4	+10 -5	+12 -6	+13 -8	+15 -10		+18 -12		+20 -15		+22 -18			+25 -21			+26 -26			+29 -28
js5	+2.5 -2.5	+3 -3	+4 -4	+4.5 -4.5	+5.5 -5.5		+6.5 -6.5		+7.5 -7.5		+9 -9			+10 -10			+11.5 -11.5			+12.5 -12.5
js6	+4 -4	+4.5 -4.5	+5.5 -5.5	+6.5 -6.5	+8 -8		+9.5 -9.5		+11 -11		+12.5 -12.5			+14.5 -14.5			+16 -16			+18 -18
js7	+6 -6	+7.5 -7.5	+9 -9	+10.5 -10.5	+12.5 -12.5		+15 -15		+17.5 -17.5		+20 -20			+23 -23			+26 -26			+28.5 -28.5
k5	+6 +1	+7 +1	+9 +1	+11 +2	+13 +2		+15 +2		+18 +3		+21 +3			+24 +4			+27 +4			+29 +4
k6	+9 +1	+10 +1	+12 +1	+15 +2	+18 +2		+21 +2		+25 +3		+28 +3			+33 +4			+36 +4			+40 +4
k7	+13 +1	+16 +1	+19 +1	+23 +2	+27 +2		+32 +2		+38 +3		+43 +3			+50 +4			+56 +4			+61 +4
m5	+9 +4	+12 +6	+15 +7	+17 +8	+20 +9		+24 +11		+28 +13		+33 +15			+37 +17			+43 +20			+46 +21
m6	+12 +4	+15 +6	+18 +7	+21 +8	+25 +9		+30 +11		+35 +13		+40 +15			+46 +17			+52 +20			+57 +21
m7	+16 +4	+21 +6	+25 +7	+29 +8	+34 +9		+41 +11		+48 +13		+55 +15			+63 +17			+72 +20			+78 +21
n5	+13 +8	+16 +10	+20 +12	+24 +15	+28 +17		+33 +20		+38 +23		+45 +27			+51 +31			+57 +34			+62 +37
n6	+16 +8	+19 +10	+23 +12	+28 +15	+33 +17		+39 +20		+45 +23		+52 +27			+60 +31			+66 +34			+73 +37
n7	+20 +8	+25 +10	+30 +12	+36 +15	+42 +17		+50 +20		+58 +23		+67 +27			+77 +31			+86 +34			+94 +37
p5	+17 +12	+21 +15	+26 +18	+31 +22	+37 +26		+45 +32		+52 +37		+61 +43			+70 +50			+79 +56			+87 +62
p6	+20 +12	+24 +15	+29 +18	+35 +22	+42 +26		+51 +32		+59 +37		+68 +43			+79 +50			+88 +56			+98 +62
r6	+23 +15	+28 +19	+34 +23	+41 +28	+50 +34		+60 +41	+62 +43	+73 +51	+76 +54	+88 +63	+90 +65	+93 +68	+106 +77	+109 +80	+113 +84	+126 +94	+130 +98	+144 +108	+150 +114

ISO Hole Tolerances جدول تسامح الثقب

ISO Tolerances for Holes (ISO 286-2)																				جدول تسامح الثقب (ISO 286-2)
Nominal hole sizes (mm)																				
over	3	6	10	18	30	40	50	65	80	100	120	140	160	180	200	225	250	280	315	355
inc.	6	10	18	30	40	50	65	80	100	120	140	160	180	200	225	250	280	315	355	400
micrometres																				
E6	+28 +20	+34 +25	+43 +32	+53 +40	+66 +50	+79 + 60	+94 +72	+110 +85						+129 +100			+142 +110		+161 +125	
E7	+32 +20	+40 +25	+50 +32	+61 +40	+75 +50	+90 + 60	+107 +72	+125 +85						+146 +100			+162 +110		+185 +125	
E11	+95 +20	+115 +25	+142 +32	+170 +40	+210 +50	+250 + 60	+292 +72	+335 +85						+390 +100			+430 +110		+485 +125	
E12	+140 +20	+175 +25	+212 +32	+250 +40	+300 +50	+360 + 60	+422 +72	+485 +85						+560 +100			+630 +110		+695 +125	
E13	+200 +20	+245 +25	+302 +32	+370 +40	+440 +50	+520 + 60	+612 +72	+715 +85						+820 +100			+920 +110		+1 015 +125	
F6	+18 +10	+22 +13	+27 +16	+33 +20	+41 +2	+49 + 30	+58 +36	+68 43						+79 +50			+88 +56		+98 +62	
F7	+22 +10	+28 +13	+34 +16	+41 +20	+50 +25	+60 + 30	+71 +36	+83 43						+96 +50			+108 +56		+119 +62	
F8	+28 +10	+35 +13	+43 +16	+53 +20	+64 +25	+76 + 30	+90 +36	+106 43						+122 +50			+137 +56		+151 +62	
G6	+12 +4	+14 +5	+17 +6	+20 +7	+25 +9	+29 +10	+34 + 12	+39 +14						+44 +15			+49 +17		+54 +18	
G7	+16 +4	+20 +5	+24 +6	+28 +7	+34 +9	+40 +10	+47 + 12	+54 +14						+61 +15			+69 +17		+75 +18	
G8	+22 +4	+27 +5	+33 +6	+40 +7	+48 +9	+56 +10	+66 + 12	+77 +14						+87 +15			+98 +17		+107 +18	
H6	+8 0	+9 0	+11 0	+13 0	+16 0	+19 0	+22 0	+25 0						+29 0			+32 0		+36 0	
H7	+12 0	+15 0	+18 0	+21 0	+25 0	+30 0	+35 0	+40 0						+46 0			+52 0		+57 0	
H8	+18 0	+22 0	+27 0	+33 0	+39 0	+46 0	+54 0	+63 0						+72 0			+81 0		+89 0	
H9	+30 0	+36 0	+43 0	+52 0	+62 0	+74 0	+87 0	+100 0						+115 0			+130 0		+140 0	
H10	+48 0	+58 0	+70 0	+84 0	+100 0	+120 0	+140 0	+160 0						+185 0			+210 0		+230 0	
H11	+75 0	+90 0	+110 0	+130 0	+160 0	+190 0	+220 0	+250 0						+290 0			+320 0		+360 0	
J6	+5 -3	+5 -4	+6 -5	+8 -5	+10 -6	+13 -6	+16 -6	+18 -7						+22 -7			+25 -7		+29 -7	
J7	+6 -6	+8 -7	+10 -8	+12 -9	+14 -11	+18 -12	+22 -13	+26 -14						+30 -16			+36 -16		+39 -18	
J8	+10 -8	+12 -10	+15 -12	+20 -13	+24 -15	+28 -18	+34 -20	+41 -22						+47 -25			+55 -26		+60 -29	
JS6	+4 -4	+4.5 -4.5	+5.5 -5.5	+6.5 -6.5	+8 -8	+9.5 -9.5	+11 -11	+12.5 -12.5						+14.5 -14.5			+16 -16		+18 -18	
JS7	+6 -6	+7.5 -7.5	+9 -9	+10.5 -10.5	+12.5 -12.5	+15 -15	+17.5 -17.5	+20 -20						+23 -23			+26 -26		+28.5 -28.5	
JS8	+9 -9	+11 -11	+13.5 -13.5	+16.5 -16.5	+19.5 -19.5	+23 -23	+27 -27	+31.5 -31.5						+36 -36			+40.5 -40.5		+44.5 -44.5	
K6	+2 -6	+2 -7	+2 -9	+2 -11	+3 -13	+4 -15	+4 -18	+4 -21						+5 -24			+5 -27		+7 -29	
K7	+3 -9	+5 -10	+6 -12	+6 -15	+7 -18	+9 -21	+10 -25	+12 -28						+13 -33			+16 -36		+17 -40	
K8	+5 -13	+6 -16	+8 -19	+10 -23	+12 -27	+14 -32	+16 -38	+20 -43						+22 -50			+25 -56		+28 -61	
M6	-1 -9	-3 -12	-4 -15	-4 -17	-4 -20	-5 -24	-6 -28	-8 -33						-8 -37			-9 -41		-10 -46	
M7	0 -12	0 -15	0 -18	0 -21	0 -25	0 -30	0 -35	0 -40						0 -46			0 -52		0 -57	
M8	+2 -16	+1 -21	+2 -25	+4 -29	+5 -34	+5 -41	+6 -48	+8 -55						+9 -63			+9 -72		+11 -78	
N6	-5 -13	-7 -16	-9 -20	-11 -24	-12 -28	-14 -33	-16 -38	-20 -45						-22 -51			-25 -57		-26 -62	
N7	-4 -16	-4 -19	-5 -23	-7 -28	-8 -33	-9 -39	-10 -45	-12 -52						-14 -60			-14 -66		-16 -73	
N8	-2 -20	-3 -25	-3 -30	-3 -36	-3 -42	-4 -50	-4 -58	-4 -67						-5 -77			-5 -86		-5 -94	
P6	-9 -17	-12 -21	-15 -26	-18 -31	-21 -37	-26 -45	-30 -52	-36 -61						-41 -70			-47 -79		-51 -87	
P7	-8 -20	-9 -24	-11 -29	-14 -35	-17 -42	-21 -51	-24 -59	-28 -68						-33 -79			-36 -88		-41 -98	
P8	-12 -30	-15 -37	-18 -45	-22 -55	-26 -65	-32 -78	-37 -91	-43 -106						-50 -122			-56 -137		-62 -151	
R6	-12 -20	-16 -25	-20 -31	-24 -37	-29 -45	-35 -54	-37 -56	-44 -66	-47 -69	-56 -81	-58 -83	-61 -86	-68 -97	-71 -100	-75 -104	-85 -117	-89 -121	-97 -133	-103 -139	
R7	-11 -23	-13 -28	-16 -34	-20 -41	-25 -50	-30 -60	-32 -62	-38 -73	-41 -76	-48 -88	-50 -90	-53 -93	-60 -106	-63 -109	-67 -113	-74 -126	-78 -130	-87 -144	-93 -150	

الوحدة الثانية

نظرية الآلات



- لماذا تُرسَم أنظمة المركبات رسماً رمزيًّا؟
- لماذا تُرسَم العلاقة بين الضغط والحجم داخل أسطوانات المحرك؟

تُعَدُّ الآلات على اختلاف أنواعها عصب الصناعة في جميع المجالات، ولاسيما الصناعية والإنشائية منها. تتكوَّن الآلة من مجموعة من الأجزاء الميكانيكية التي تعمل معًا لأداء مهمة ما. وتمر صناعة الآلات بمراحل عدَّة، أولها تمثيل الأفكار المختلفة للمصممين على الورق، ورسم التصاميم المختلفة لأجزاء الآلات؛ للتأكُّد أن جميع الأبعاد والقياسات المناسبة قبل بدء عملية تصنيعها؛ ما يوفر الوقت والجهد والمال.

تُستخدَم في صناعة المركبات مجموعة كبيرة من أجزاء الآلات، مثل: مجموعة الصمامات، ومجموعة الأسطوانة والمكبس والقابض، ومجموعة نقل الحركة وصناديق السرعات المختلفة، ومجموعة النقل النهائي وأعمدة الإدارة، ومجموعة تثبيت العجلات على محاورها. لكل خصيصة جزء معينة وطريقة خاصة للتركيب والعمل؛ لذا فإن تصنيع هذه الاجزاء يتطلب كثيرًا من الدقة .

يتوقع منك بعد دراسة هذه الوحدة أن:

- تُميّز بين أنواع الحدبات وتوابعها.
- تُرسم الحدبات بحسب نوع التابع المُستخَدم مع الحدبة.
- تُرسم العلاقة بين حركة المكبس وزاوية دوران عمود المرفق (زوايا مختلفة).
- كجد قيمة الضغط داخل الأسطوانات، وحجم الأسطوانة، حسب زاوية دوران عمود المرفق.
- ترسم أذرع التوجيه والعجلات مع المحور الأمامي في أثناء الدوران إلى اليمين و أو إلى اليسار (حسب زاوية الدوران).

أولًا: الحدبات (الكامات)

النتاجات

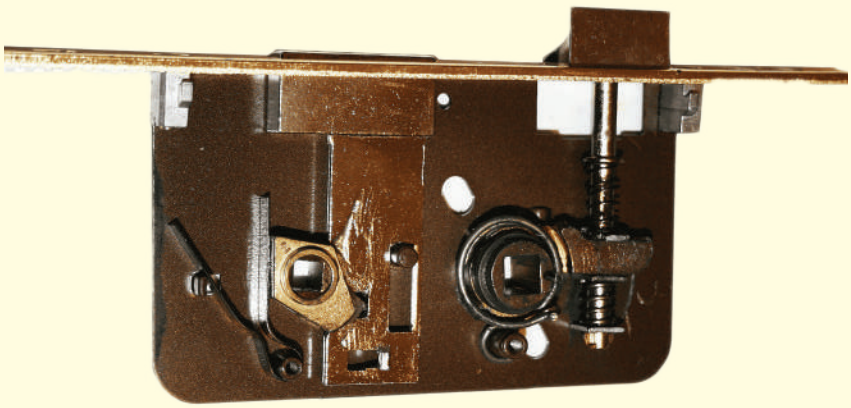
يتوقع من الطالب بعد دراسة هذا الدرس أن:

- يميز بين أنواع الحدبات وتوابعها.
- يرسم الحدبات بحسب نوع التابع المستخدم مع الحدبة.

انظر وتساءل

عندما تسير المركبة على أرض مستوية تظل العجلة ملاصقة لسطح الطريق، أما إذا سارت على مطب (نتوء) مرتفع أو منخفض فإن العجلة تتحرك إلى أعلى أو إلى أسفل بسبب هذا النتوء.

ما مبدأ عمل زرافيل الأبواب التي نستخدمها يوميًّا؟ عند تحريك المفتاح حركة دائرية يتحَّرك اللسان إلى الخارج أو إلى الداخل بسبب وجود نتوءات على جسم الزرفيل تدفع اللسان بحركة أفقية إلى الداخل أو إلى الخارج، ويُطلَق عليها اسم الحدبات، انظر الشكل (2-1).

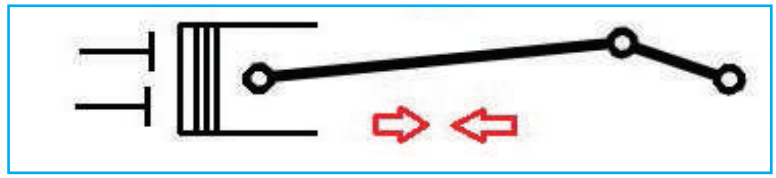


الشكل (2-1).

استكشف

عندما يتحرَّك المكبس داخل الأسطوانة في محركات الاحتراق الداخلي، ما التغيُّرات التي تحدث للهواء الموجود داخل الأسطوانة؟ هل يوجد علاقة بين حركة المكبس داخل الأسطوانة وقيمة ضغط الهواء وحرارة الهواء؟

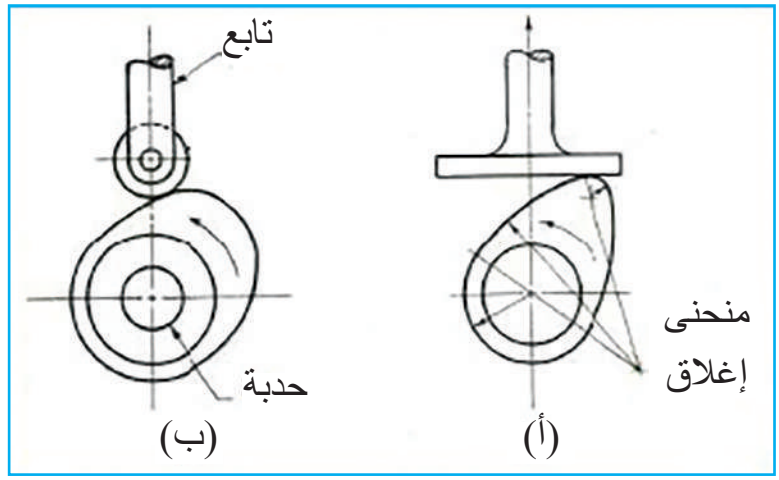
انظر الشكل (2-2) ثم ابحث في شبكة الإنترنت عن إجابة السؤالين السابقين.



الشكل (2-2).

مستعينًا بالشكل (2-3)، أجبْ عن السؤال الآتي:

- هل توجد علاقة بين شكل الحدبة والمسافة التي يتحركها التابع إلى أعلى؟



الشكل (2-3).

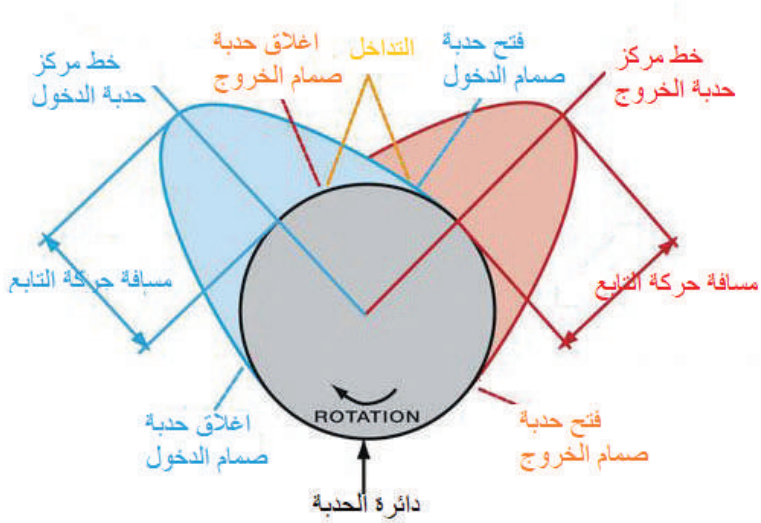
أولاً: الحدبات الكامات (CAMS)

الحدبة جزء ميكانيكي يتحرك حركة دائرية أو ترددية لتشغيل جزء ميكانيكي آخر، وهي تُستخدَم كثيرًا في تشغيل أنظمة المركبات، مثل: نظام فتح الصمامات وإغلاقها، وحركة ماسحات الزجاج، وتثبيت أذرع العجلات (الكفات) ومعايرتها، وتُستخَدم أيضًا في الأعمال الصناعية، مثل التحكُّم في حركة الأجزاء الميكانيكية. وتوجد أنواع مختلفة وأشكال عدَّة من الحدبات، سنقتصر الحديث في هذا الدرس على أكثر أنواع الحدبات استخدامًا في صناعة المركبات.

1 - أنواع الحدبات

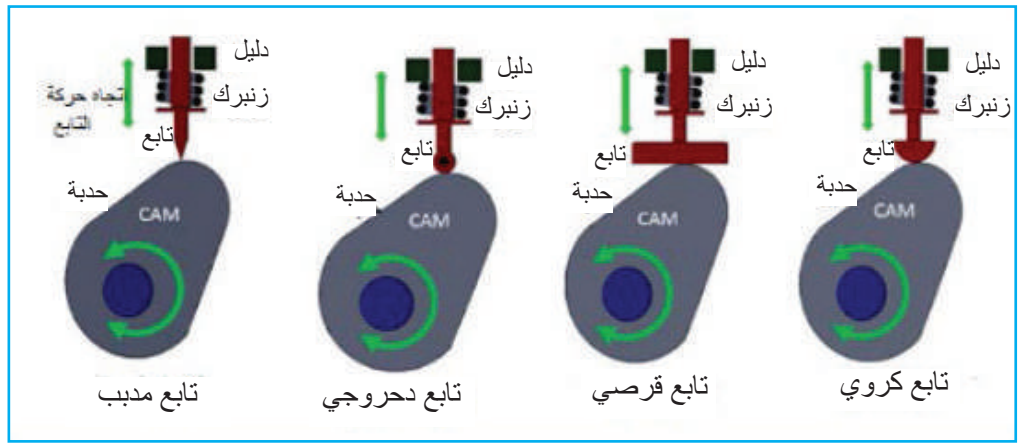
أ- الحدبات الشعاعية (Radial cam):

تمتاز الحدبة الشعاعية بسهولة التصميم، ورخص الثمن، وإمكانية استخدام أنواع مُتعدّدة من التوابع، وتحُّركها حركة عمودية على محور الحدبات، انظر الشكل (2-4).



الشكل (2-4): الحدبة الشعاعية.

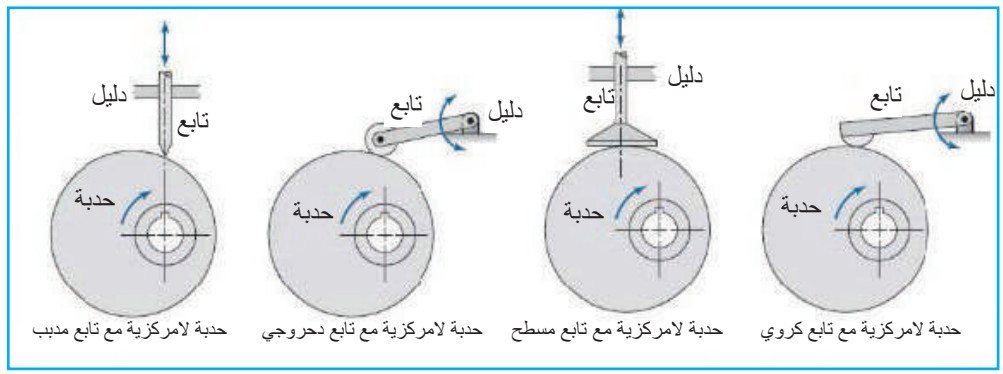
تُستخدَم أنواع مختلفة من التوابع مع الحدبة الشعاعية، مثل: التابع الدحروجي، والتابع القرصي، والتابع الكروي، والتابع المدبب انظر الشكل (2-5).



الشكل (2-5): أنواع التوابع المستخدمة مع الحدبة الشعاعية.

ب- الحدبات اللامركزية (Eccentric cam)

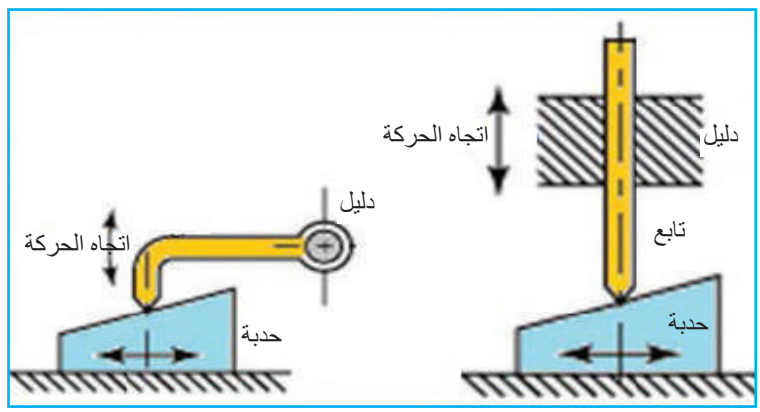
تُستخدَم الحدبة الشعاعية اللامركزية في تحديد حركة الجزء الميكانيكي في اتجاه واحد أو اتجاهين، انظر الشكل (2-6)، وهي تمتاز بسهولة التصنيع، ورخص الثمن، وفيها يتحَّرك التابع حركة عمودية على محور الحدبة.



الشكل (2-6): الحدبة اللامركزية وأنواع التوابع المستخدمة.

جـ- الحدبات الوتدية (Wedge cam)

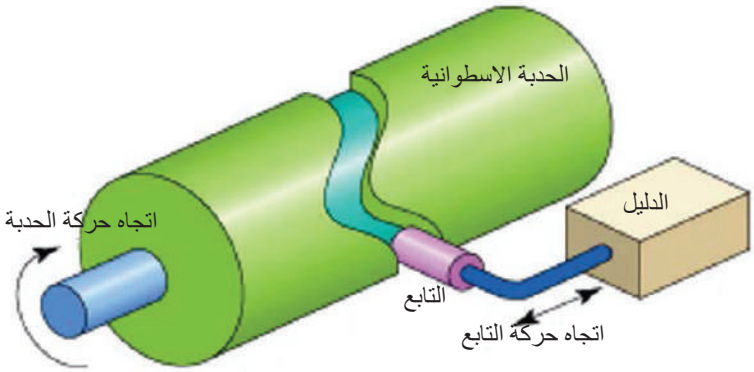
تمتاز هذه الحدبات بسهولة التصنيع، وتحُّركها حركة أفقية ترددية، وهي تُستخَدم في أعمال الضبط والمعايرة، وفيها يتحَّرك التابع حركة عمودية على المحور، انظر الشكل (2-7).



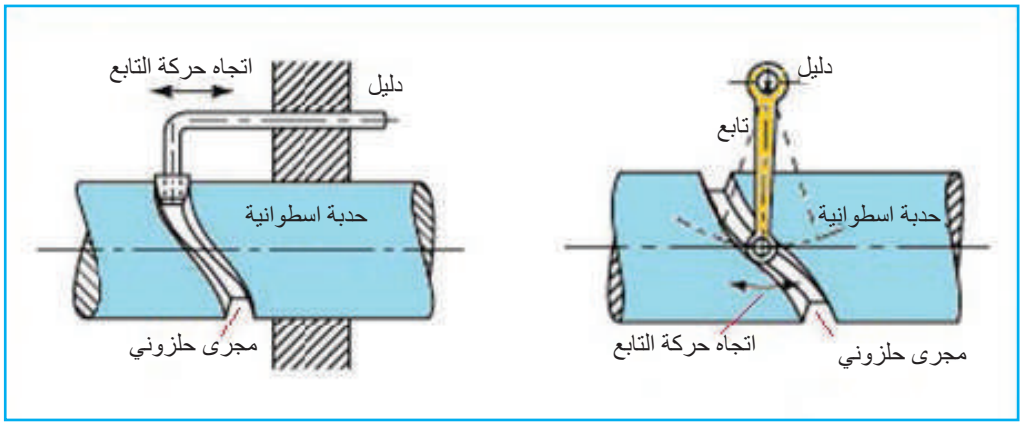
الشكل (2-7): الحدبة الوتدية وأنواع التوابع المستخدمة.

د- الحدبات الأسطوانية (Cylindrical cam)

تصنع هذه الحدبات بتشكيل مجرى حلزوني على محيط الأسطوانة،وفيها ويتحَّرك التابع حركة موازية لمحور الحدبة، وهي تُستخدَم في عمليات الضبط، انظر الشكل (2-8)، والشكل (2-9) .



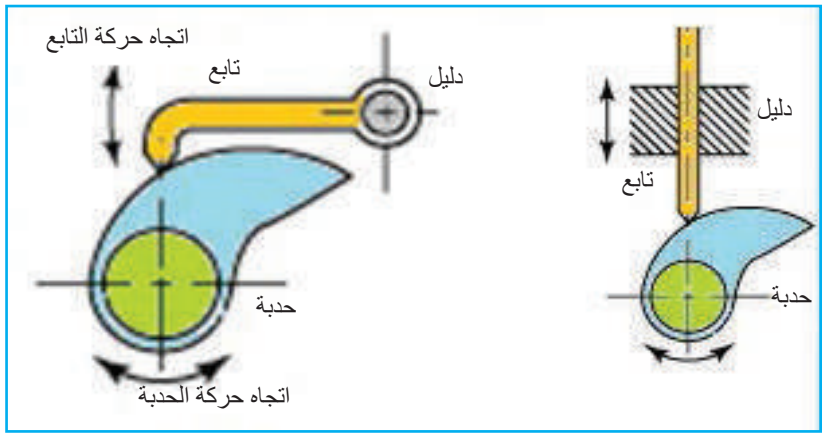
الشكل (2-8): رسم منظوري لحدبة أسطوانية مع التابع.



الشكل (2-9): الحدبة الأسطوانية مع أنواع التوابع.

هـ- الحدبات الناتئة /(البندولية) (wiper cam)

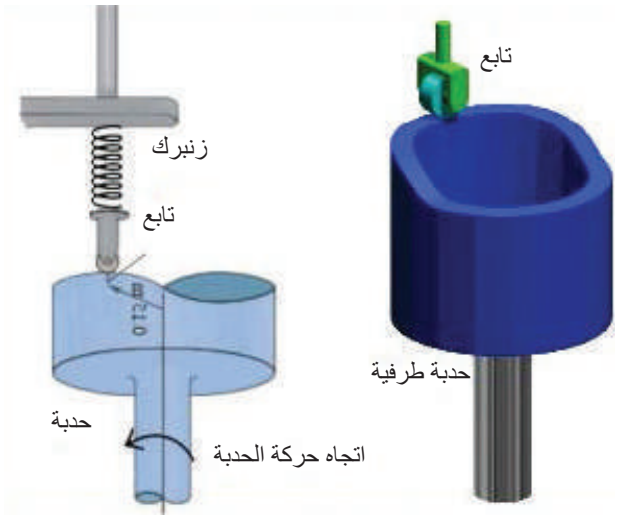
تتحرَّك الحدبة الناتئة حركة ترددية، وتُستخدَم في تشغيل ماسحات الزجاج الأمامي، انظر الشكل (2-10).



الشكل (2-10): الحدبة الناتئة.

و- الحدبات الأسطوانية ذات الطرف (Cylindrical end cam)

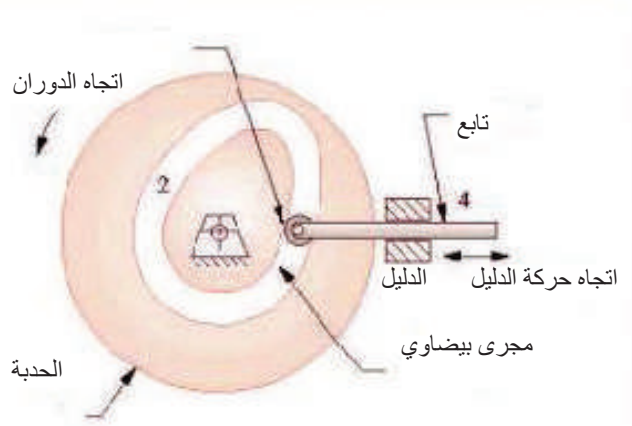
تتحّرك الحدبة الأسطوانية حركة دائرية، ويتحَّرك فيها التابع حركة ترددية مستقيمة موازية لمحور الحدبة، انظر الشكل (2-11).



الشكل (2-11): الحدبة الأسطوانية ذات الطرف.

ز- الحدبة ذات الوجه (Face cam)

يوجد على وجه هذه الحدبة مجرى بيضوي أو أسطواني، و هي تتحرك حركة دائرية، كما ويتحرَّك التابع حركة أفقية ترددية، انظر الشكل (2-12) .



الشكل (2-12): الحدبة ذات الوجه.

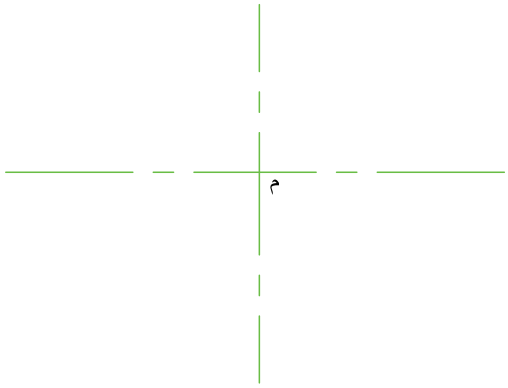
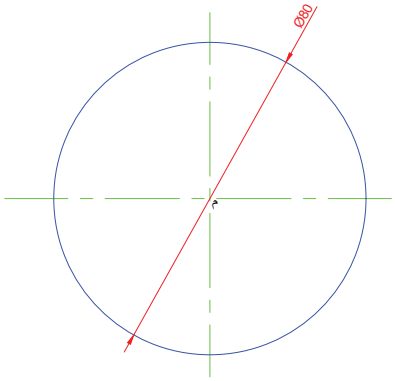
2 - طريقة رسم الحدبة الشعاعية

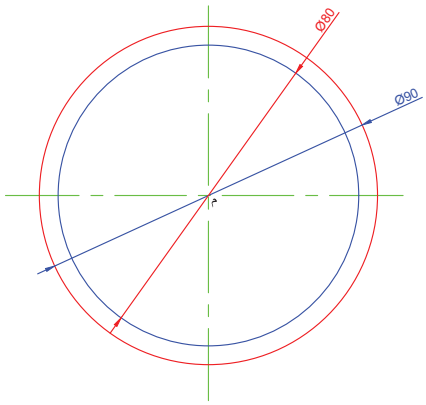
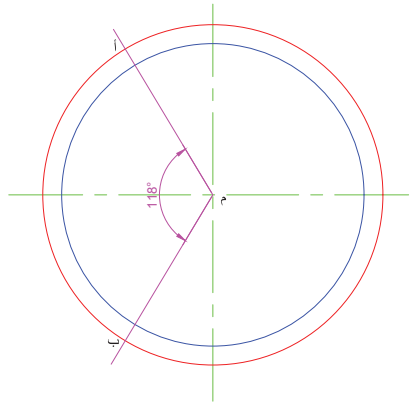
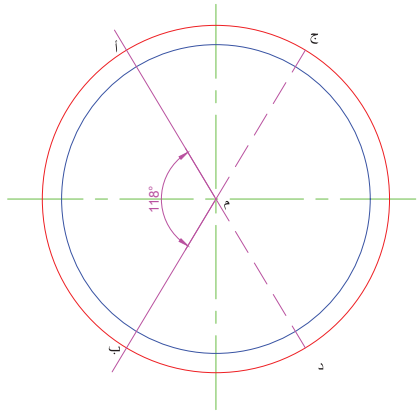
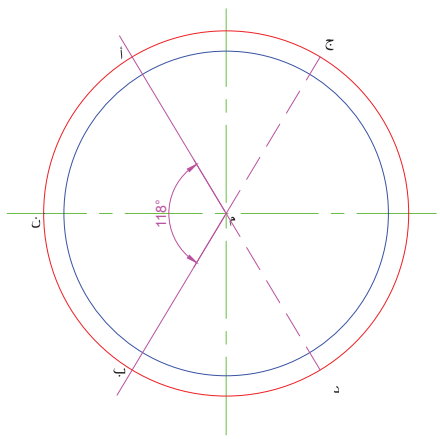
تُستخَدم الحدبات الشعاعية في أنظمة الصمامات لمحركات الاحتراق الداخلي، وهي تتحكَّم في عملية الفتح والإغلاق للصمامات، وفي كمية الوقود والهواء الداخلة في أسطوانات المحرك، ويختلف تصميم بعضها عن بعض بحسب زاوية الفتح والإغلاق للصمام.

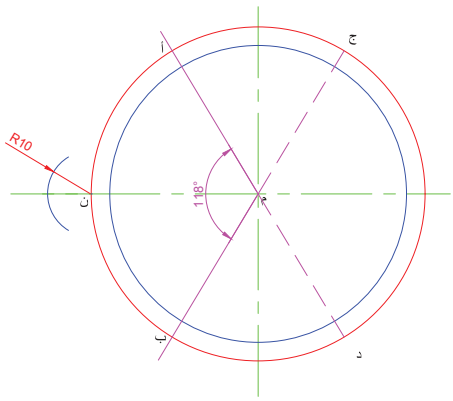
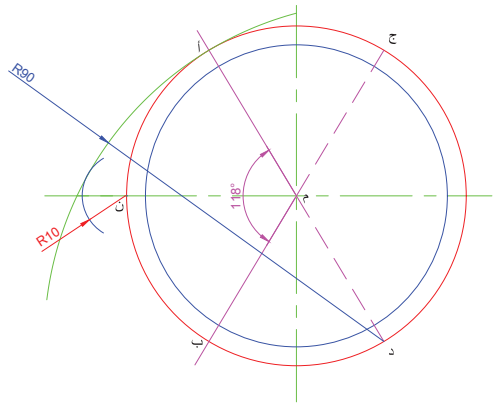
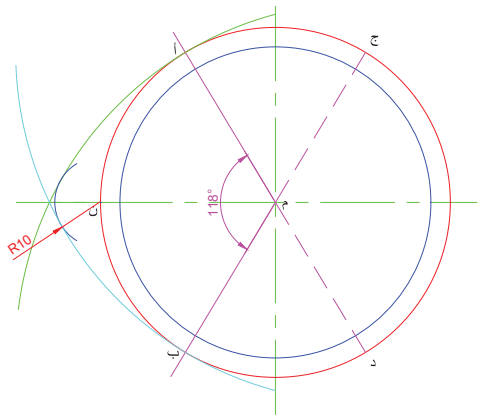
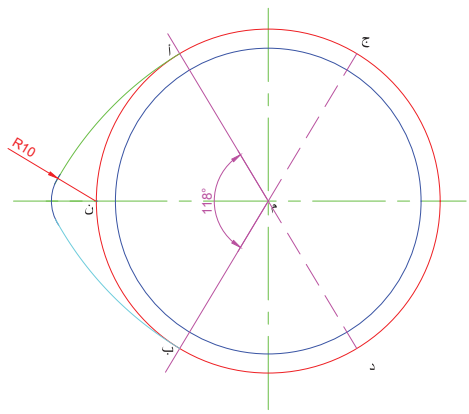
مثال

ارسمُ حدبة صمام الدخول، علماً بأن الصمام يفتح قبل (ن.م.ع) بزاوية مقدارها 16^{o} ويغلق بعد (ن.م.س) بـ (40^{o})، قُطر عمود الحدبات (80) مم، وقطر الحدبة يساوي (90) مم، والتابع من النوع المدبب ويتحرك مسافة (10) مم.

الحل:

1	احسب زاوية فتح الصمام = (180 + 40 + 16) = 236^{o}	
2	احسب زاوية الحدبة = $\frac{\text{زاوية فتح الصمام}}{2} = \frac{236}{2} = 118^{o}$	
3	ارسم خطي محور متقاطعين لتحديد المركز (م).	
4	اثبّت الفرجار في نقطة المركز (م) و ثم ارسم دائرة عمود الحدبات قُطرها يساوي (80) مم.	

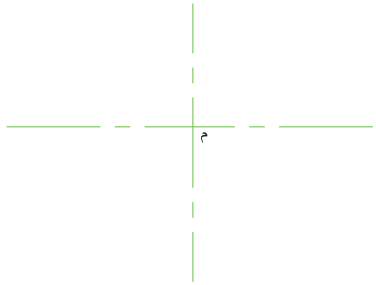
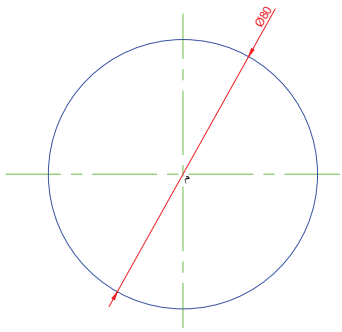
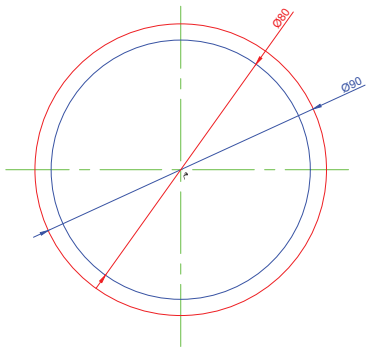
5	اثبت الفرجار في نقطة المركز (م)، ثم ارسم دائرة الحدبة بحيث يكون قُطرها (90) مم.	
6	ارسم زاوية الحدبة بمقدار (118°) من مركز الحدبة (م).	
7	ارسم ضلعي الزاوية بحيث يقطعان دائرة الحدبة في النقطة (ج) والنقطة (د).	
8	ارسمُ النقطة (ن) على دائرة الحدبة.	

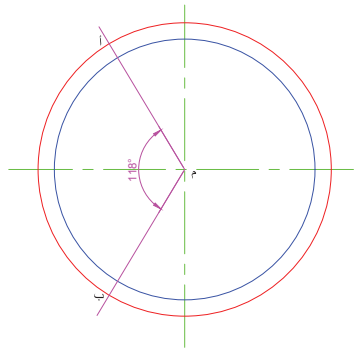
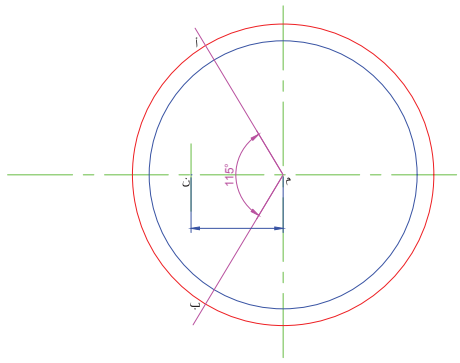
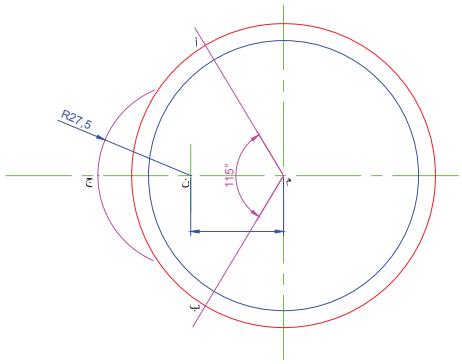
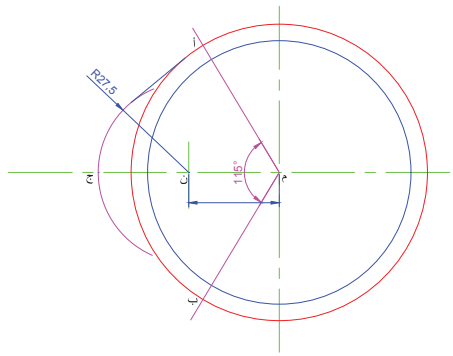
9	أُثبّت الفرجار في النقطة (ن)، وبفتحة تساوي مسافة حركة التابع، وارسم قوسًا.	
10	أُثبّت الفرجار في النقطة (د)، وبفتحة تساوي قُطر دائرة حدبة الصمام، ثم ارسم قوسًا.	
11	أُثبّت الفرجار في النقطة (ج)، وبفتحة تساوي دائرة قُطر حدبة الصمام، ثم ارسم قوسًا.	
12	ينتج الشكل النهائي للحدبة .	

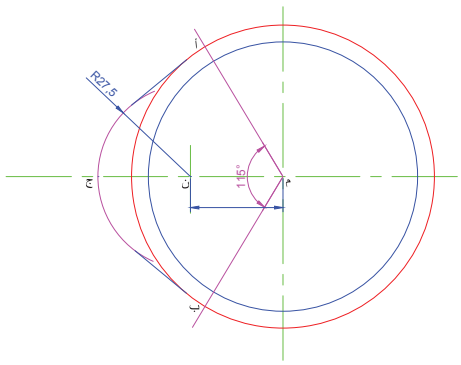
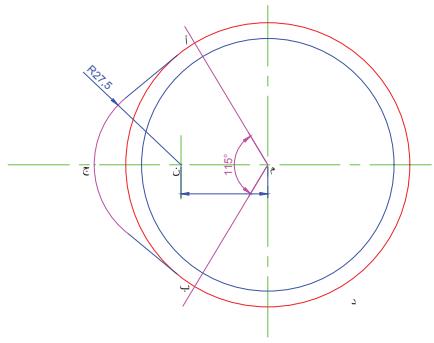
مثال

ارسم حدبة صمام الدخول، علماً بأن الصمام يفتح قبل (ن.م.ع) بنحو (14^{o}) ويغلق بعد (ن.م.س) (36^{o})، وقُطر عمود الحدبات (80)مم، قُطر الحدبة (90)مم، والتابع من النوع القرصي ويتحرك مسافة (10)مم.

الحل:

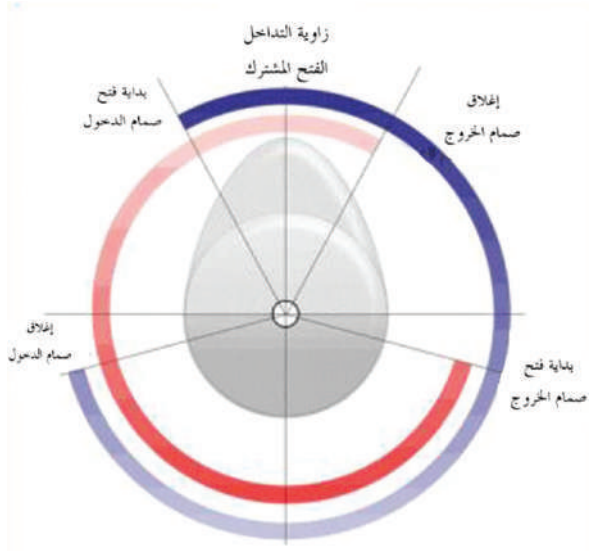
1	زاوية فتح الصمام = (180 + 36 + 14) = 230°	
2	احسب زاوية الحدبة = $\frac{\text{زاوية فتح الصمام}}{2} = \frac{230^{o}}{2} = 115^{o}$	
3	احسب نصف قُطر قوس رأس الحدبة = $\frac{\text{(نصف قُطر الحدبة + مسافة التابع)}}{2} = \frac{10+45}{2} =$ 27,5 م	
4	ارسمُ خطين متعامدين لتحديد ونحدد المركز النقطة (م).	
5	اثّبت الفرجار في المركز (م) ثم أرسم دائرة عمود الحدبات بحيث يكون قطرها يساوي (80) مم.	
6	اثّبت الفرجار في المركز (م)، وثم أرسم دائرة الحدبة بحيث يكون قطرها يساوي (90) مم.	

7	أرسمُ زاوية الحدبة بمقدار (115°)، من النقطة (م).	
8	اجِد مسافة الارتكاز لرسم نصف قُطر قوس الحدبة، فأثبت الفرجار في مركز الدوائر، أفتحه مقدارها (27.5) مم، ثم أرسمُ قوساً يقطع محور الدائرة في النقطة (ن).	
9	من الفتحة نفسها، اثبَت الفرجار في النقطة (ن)، ثم أرسم قوس الحدبة خارج الدائرة .	
10	ارسمُ خط المماس الأول للدائرة من النقطة (أ)، وقوس الحدبة.	

11	ارسمُ خط المماس الثاني للدائرة من النقطة (ب)، وقوس الحدبة.	
12	الشكل النهائي.	

3 - إيجاد زاوية الفتح و زاوية الإغلاق للصمامات (دائرة توقيت الصمامات)

يُقصَد بإيجاد زاوية الفتح للصمام عددُ درجات دوران عمود المرفق عندما يكون الصمام مفتوحًا، ويقصد بإيجاد زاوية إغلاقه عددُ درجات دوران عمود المرفق عندما يكون الصمام مغلقًا، انظر الشكل (2-13).



الشكل (2-13): دائرة توقيت الصمامات.

مثال

ارسم دارة الفتح ودائرة توقيت الصمامات، علمًا بأن صمام الدخول يفتح قبل (ن.م.ع) بـ (16°) ويغلق الصمام بعد (ن.م.س) بـ (38°)، وصمام الخروج يفتح قبل (ن.م.س) بـ (45°) ويغلق الصمام بعد (ن.م.ع) بـ (18°)، اجِد زاوية فتح صمام الدخول بالدرجات، وزاوية فتح صمام الخروج بالدرجات، وزاوية الفتح المشترك للصمام.

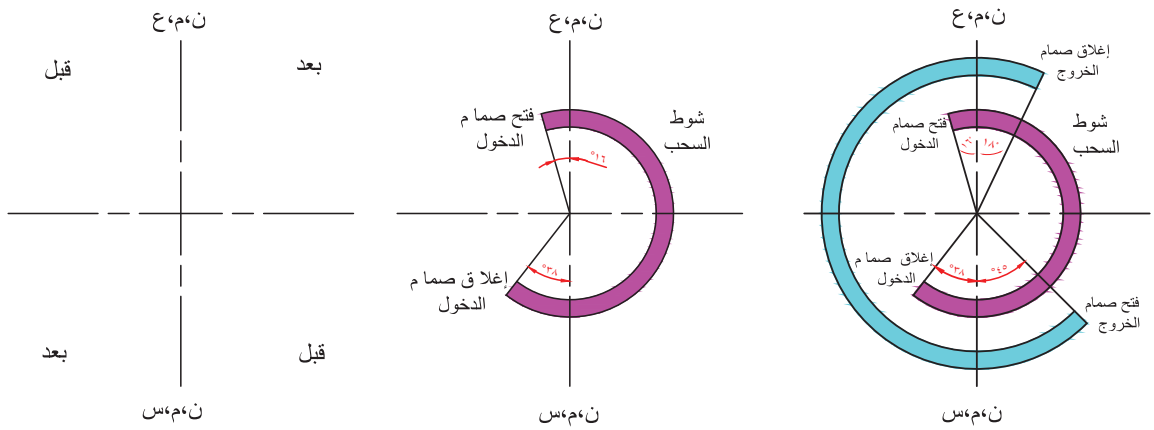
الحل

بدايةً، يجب تمييز اتجاه دوران الحدبة، وهو في هذه الحالة دوران مع اتجاه عقارب الساعة، ثم معرفة موقع النقطة الميتة العليا وموقع النقطة الميتة السفلى، ومعرفة المقصود من عبارة (قبل النقطة الميتة العليا) أو (بعد النقطة الميتة العليا)، لذا يجب البدء برسم محورين متعامدين، ثم تحديد النقطة الميتة العليا والنقطة الميتة السفلى عليهما، ثم تحديد كلمة (قبل) وكلمة (بعد) كما في الشكل (2-14/أ)، ثم تحديد زاوية الفتح لصمام الدخول تحديد وزاوية الإغلاق لصمام الدخول باستخدام المنقلة انظر الشكل (2-14/ب)، ثم تحديد زاوية الفتح لصمام الدخول، ثم زاوية الإغلاق لصمام الدخول باستخدام المنقلة، ثم التوصيل بين خطي الزاويتين باستخدام الفرجار، وفي اتجاه الدوران، ثم إيجاد زوايا الفتح للصمام، واتباع الخطوات نفسها لرسم زوايا صمام الخروج على المحورين انظر الشكل (2-14/جـ).

1 - زاوية فتح صمام الدخول = $16^{\circ} + 38^{\circ} + 180^{\circ} = 234^{\circ}$.

2 - زاوية فتح صمام الخروج = $45^{\circ} + 18^{\circ} + 180^{\circ} = 243^{\circ}$.

3 - زاوية الفتح المشترك للصمامات = $16^{\circ} + 18^{\circ} = 34^{\circ}$.



الشكل (2-14).

ثانيًا: العلاقة بين الضغط وحركة المكبس داخل الأسطوانة وزوايا دوران عمود المرفق

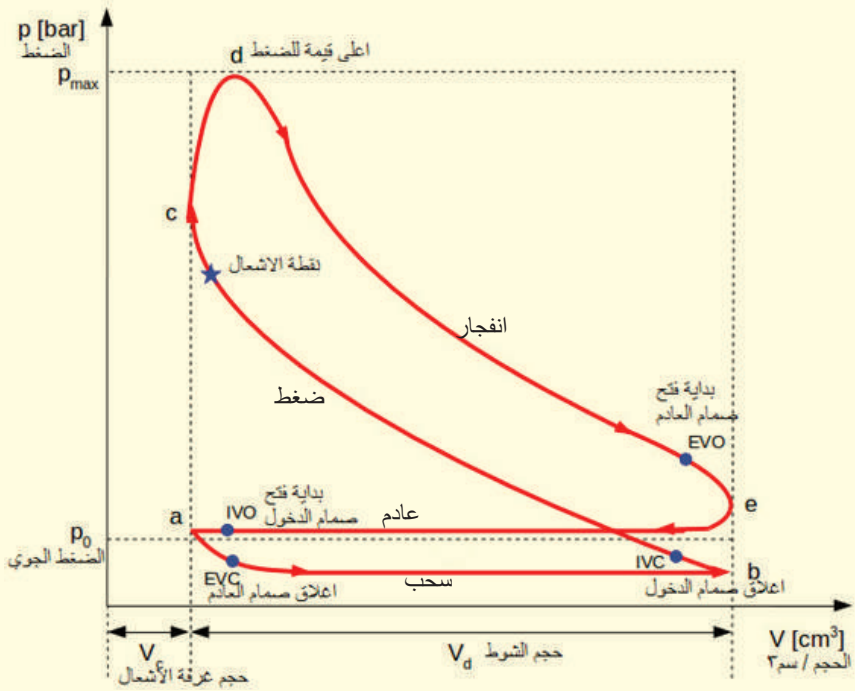
النتاجات

يتوقع من الطالب بعد دراسة هذا الدرس أن:

- يرسم العلاقة بين حركة المكبس وزاوية دوران عمود المرفق.
- يجد قيمة الضغط وقيمة حجم الأسطوانة من الجدول عند دوران عمود المرفق بزاوية معينة.

انظر وتساءل

يُبيّن الشكل (2-15) العلاقة بين الضغط والحجم داخل أسطوانة لمحرك رباعي الدورة ذي أربع أسطوانات. إذ يتغيَّر الضغط داخل الأسطوانة بحسب حركة المكبس من (ن.م.ع) إلى (ن.م.س)، وبحسب نوع الشوط في أثناء حركة المكبس بين النقطتين. ويلاحظ من الرسم أن المكبس في بداية شوط السحب يتحرك من (ن.م.ع) إلى (ن.م.س) وأن متوسط الضغط (0.6) بار تقريبًا، وأن قيمة ضغط الغازات داخل الأسطوانة يرتفع، ويقل الحجم، وترتفع درجة حرارة غرفة الإشعال عندما يتحرك المكبس من (ن،م،س) إلى (ن،م،ع) في شوط الضغط. وقبل أن يصل المكبس إلى (ن.م.ع) تقدح شرارة الإشعال، ثم يحدث الانفجار، وتكون قيمة الضغط أعلى ما يمكن، وينزل المكبس من (ن.م.ع) إلى (ن.م.س)، ويبدأ الضغط بالانخفاض حتى يصل قبل (ن.م.س) حيث يفتح صمام الخروج، ويبدأ شوط العادم وتنخفض قيمة الضغط خلال شوط العادم إلى حوالي (1.5) بار، ثم تتكرَّر هذه العملية في باقي الأسطوانات.



الشكل (2-15).

استكشف

ابحث في علاقة الضغط وحجم أسطوانات المحرك.

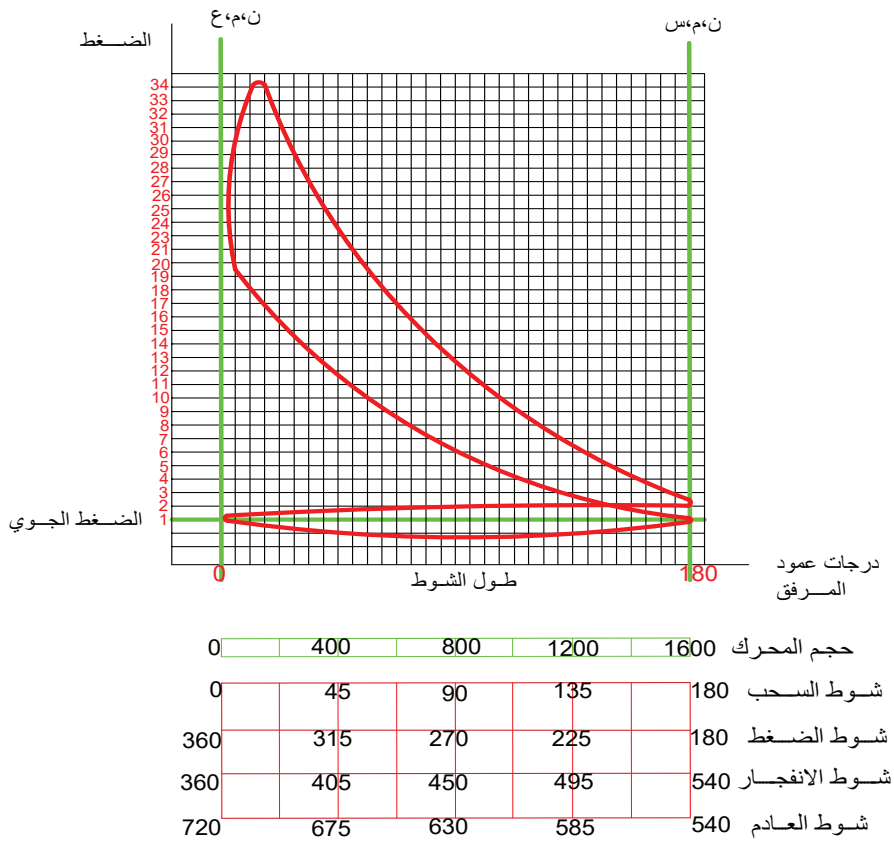
1 - إيجاد قيمة الضغط والحجم داخل أسطوانات المحرك من الرسم البياني.

مثال

اجد قيمة الضغط والحجم عند دوران عمود المرفق بزاوية (45) في اتجاه دوران عقارب الساعة. مستعينًا بالرسم البياني في الشكل (2-16) الذي يُبيّن العلاقة بين الضغط والحجم.

الحل

إذا دار عمود المرفق بزاوية (45^{o})، عندما كان المكبس في (ن.م.ع)، فإن المكبس يكون في حالة شوط السحب؛ إذًا ارسم خطًّا عموديًّا من النقطة التي تُمثّل (45) إلى أعلى، بحيث يقطع الخط منحنى شوط السحب في نقطة معينة، ومنها أرسم خطًّا أفقيًّا يقطع محور الضغط في نقطة، فتكون هي قيمة الضغط المطلوبة (0.8) بار، ويقطع الخط العمودي الخط الذي يُمثّل الحجم، فتكون قيمة حجم الأسطوانة (400) سم^3، انظر الشكل (2-16).



الشكل (2-16): العلاقة بين الضغط داخل أسطوانات المحرك ودوران عمود المرفق.

نشاط

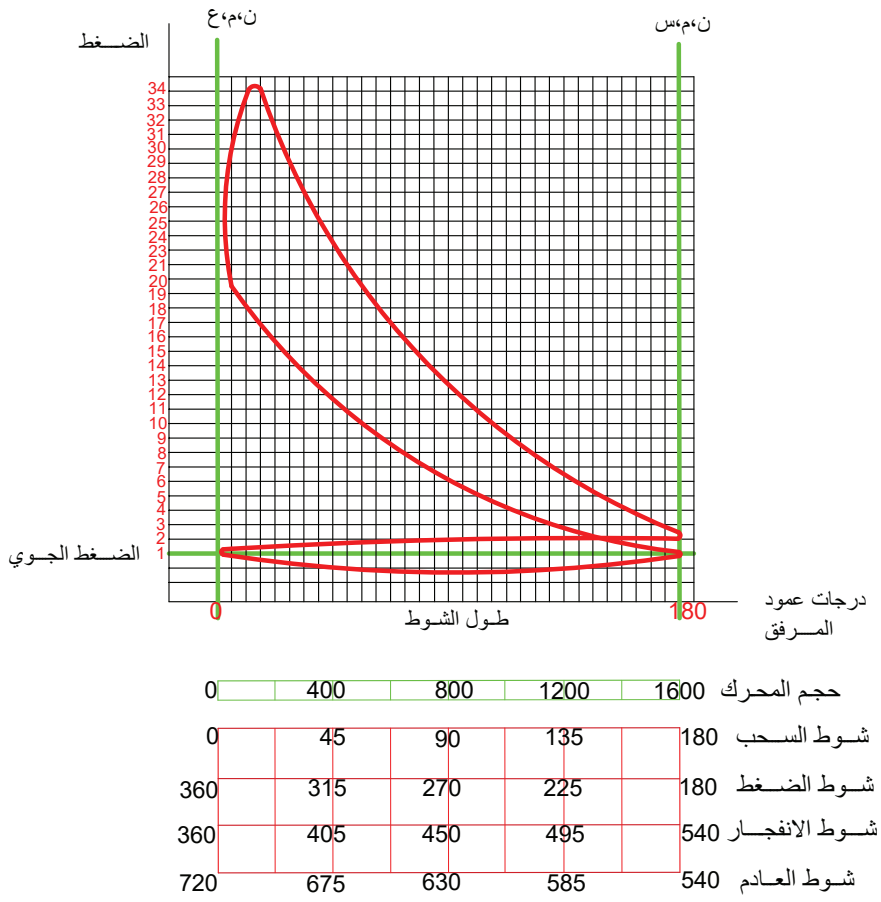
بالاستعانة بالشكل (2-16) إذا دار عمود المرفق بزاوية (495^{o})، فجِد قيمة الحجم والضغط داخل أسطوانة المحرك، ثم أَجِد قيمة الحجم والضغط داخل الأسطوانة إذا دار المحرك بزاوية (180^{o}).

مثال

أَجِد قيمة الضغط والحجم عند دوران عمود المرفق بزاوية (280^{o}) في اتجاه دوران عقارب الساعة كما مستعينًا بالرسم البياني الذي يُبيّن العلاقة بين الضغط والحجم.

الحل

إذا دار عمود المرفق بزاوية (280^{o})، فإن المكبس يكون في حالة شوط الضغط، ارفع خطًّا عموديًا من النقطة التي تُمثّل زاوية (280^{o})، انظر الشكل (2-17)، فيقطع الخط المقام منحنى شوط الضغط في نقطة معينة، ومنها ارسم خطًّا أفقيًّا يقطع المحور الذي يُمثّل الضغط في نقطة فتكون هي قيمة الضغط المطلوبة (7.2) بار، وتكون قيمة حجم الأسطوانة (700) سم^3.



الشكل (2-17):العلاقة بين الضغط والحجم.

مثال

اجد قيمة كل من الضغط والحجم عند دوران عمود المرفق بزاوية (390^{o}).

الحل

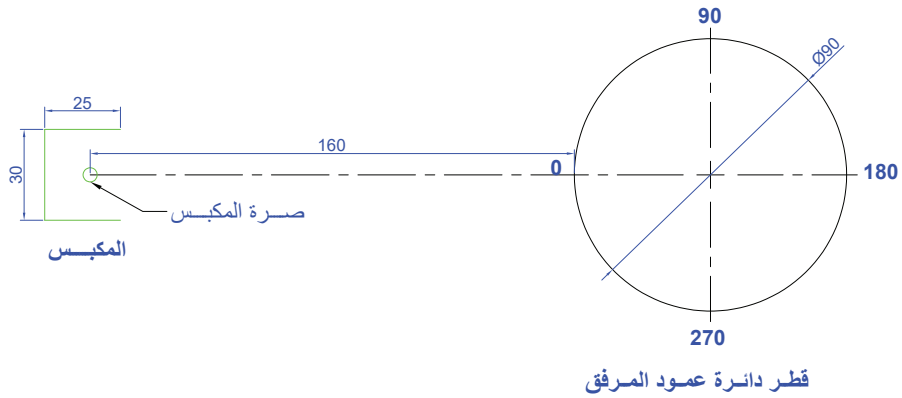
استناداً إلى الشكل (2-17)، الشوط الأول (السحب) بين (0^{o}–180^{o}) يتحرك المكبس من (ن.م.ع) إلى (ن.م.س)، وتتراوح زواية الشوط الثاني (الضغط) بين (180^{o}–360^{o}) يتحرك المكبس من (ن.م.س) إلى (ن.م.ع)، تتراوح زواية الشوط بين (360^{o}–540^{o})، إذا كانت الزاوية (390^{o}) تقع في نطاق زاوية دوران عمود المرفق عندما يكون المكبس في شوط الانفجار، فأرسم خطًّا عموديًّا من النقطة (390^{o}) في شوط الانفجار إلى أعلى بحيث يقطع الخط العمودي منحنى شوط الضغط في النقطة معينة، ثم أرسم من نقطة تقاطع الخط مع منحنى الضغط خطًّا أفقيًّا يقطع خط الضغط في النقطة (27.2) بار التي تُمثّل قيمة الضغط عندما يدور عمود المرفق (390^{o})، ويكون حجم الأسطوانة (300) سم^{3}.

2 ـ رسم وضع المكبس داخل الأسطوانة بدلالة زاوية دوران عمود المرفق.

يُبيّن الشكل (2-18) العلاقة بين حركة عمود المرفق ووضع المكبس داخل غرفة الإشعال عندما يكون في النقطة الميتة العليا. وقد تعّرفتَ سابقًا أن عمود المرفق يدور بزاوية (720^{o}) لإتمام الأشواط الأربعة (السحب ، الضغط ،الاشعال ، العادم)؛ أي لإتمام شوط واحد يدور عمود المرفق (180^{o})، ويتغيَّر وضع المكبس داخل الأسطوانة تبعًا لعدد درجات دوران عمود المرفق.

مثال

امثّل بالرسم المكبس وذراع التوصيل عند دوران عمود المرفق (120^{o}) في اتجاه دوران عقارب الساعة.

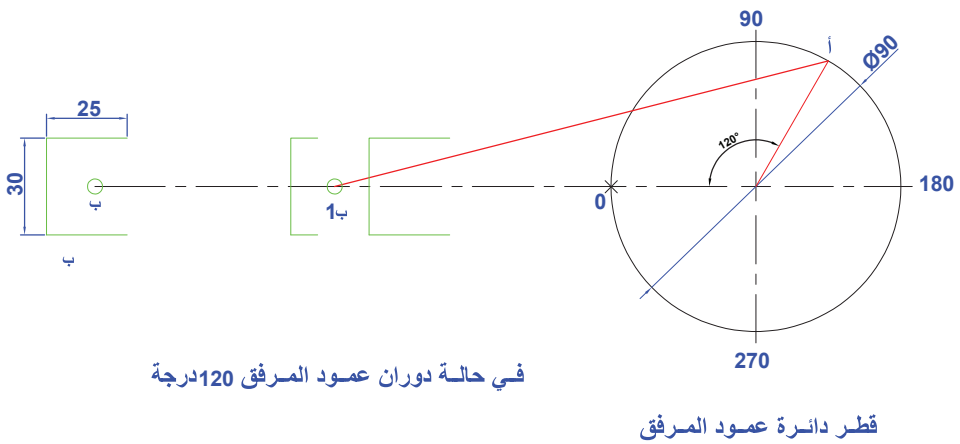


الشكل (2-18): وضع المكبس في النقطة الميتة العليا.

الحل

نحدد أولاً الزاوية (120^{o}) من مركز الدائرة، ثم افتح الفرجار فتحة تساوي طول ذراع التوصيل (0 - ب)، وذلك بوضع رأس الفرجار في النقطة (أ)، ورسم قوسًا صغيرًا يقطع الخط الأفقي في النقطة (ب1)، فتُمثّل النقطة (ب1) صُرّةُ المكبس، ثم احدّد بُعد سطح المكبس عن النقطة (ب1)، وارسُم المكبس كما في بالشكل (2-19).

وتكون المسافة (أ - ب1) طول ذراع التوصيل على زواية (120^{o})



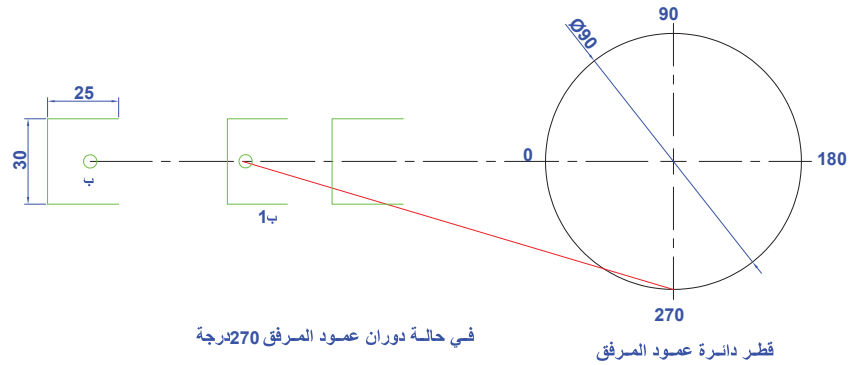
الشكل (2-19): الوضع الجديد للمكبس.

مثال

يُبيّن الشكل (2-20) العلاقة بين حركة عمود المرفق ووضع المكبس داخل غرفة الإشعال. امثّل بالرسم وضع المكبس وذراع التوصيل عند دوران عمود المرفق (270^{o}).

الحل

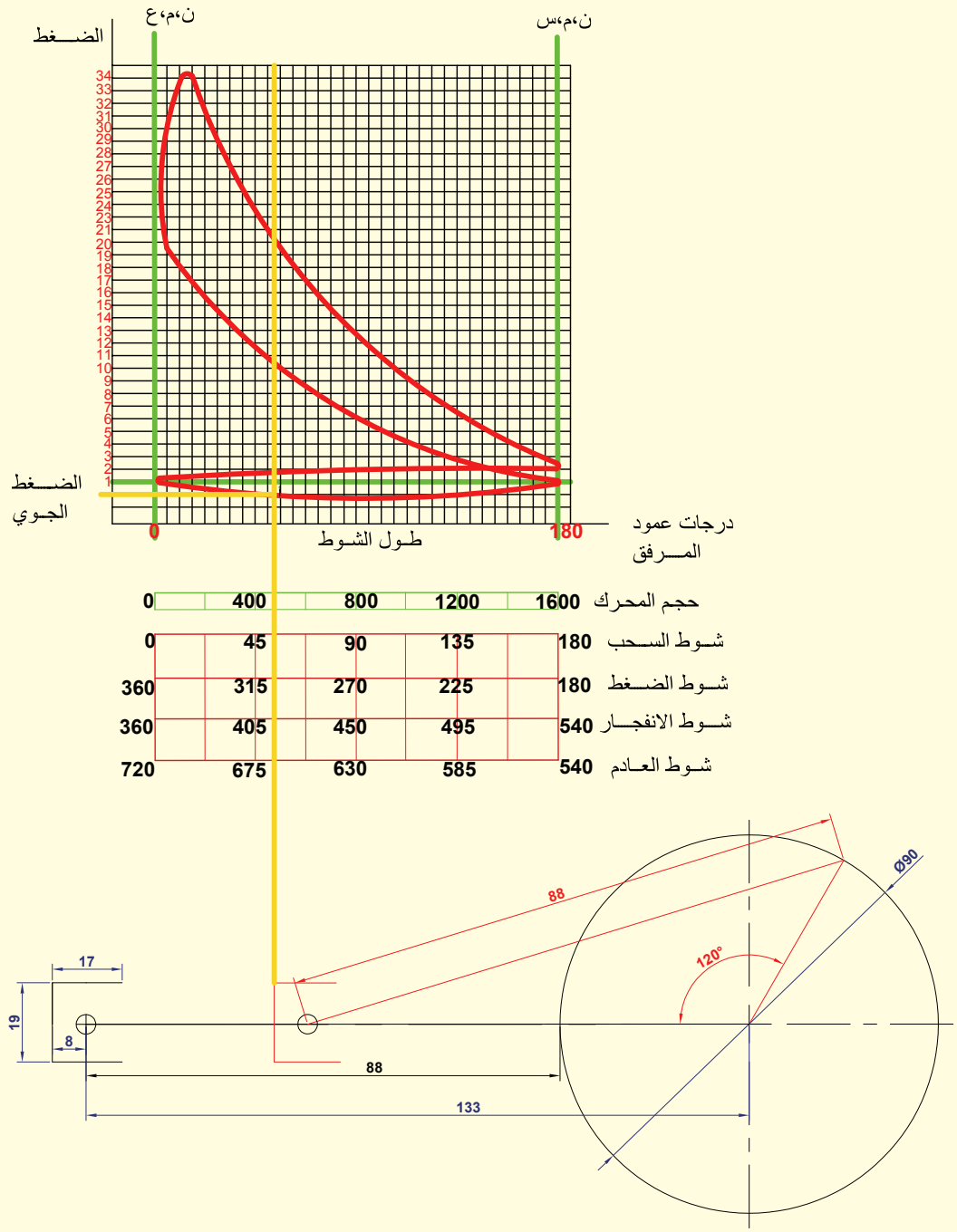
احدّد أولاً زاوية الدوران باستخدام المنقلة (270^{o}) من مركز الدائرة وفي اتجاه دوران عقارب الساعة، ثم افتح الفرجار فتحة تساوي طول ذراع التوصيل (0 - ب)، ثم اثبّت الفرجار في النقطة (أ)، وارسم قوسًا صغيرًا يقطع الخط الأفقي في النقطة (ب1)، ثم احدّد مسافة سطح المكبس، ثم ارسم المكبس كما في الشكل (2-21).



الشكل (2-21): الوضع الجديد للمكبس.

نشاط

يُبيّن الشكل (2-22) الرسم البياني للعلاقة بين الضغط والحجم لمحرك رباعي الأشواط، ووضع المكبس داخل أسطوانة المحرك عند دوران عمود المرفق (120). اجِد قيمة الحجم والضغط عند دوران عمود المرفق (390^{o}) درجة، ثم امثّل بالرسم وضع المكبس وذراع التوصيل.



الشكل (2-21).

ثالثًا: حركة أذرع التوجيه والعجلات الأمامية في أثناء الدوران

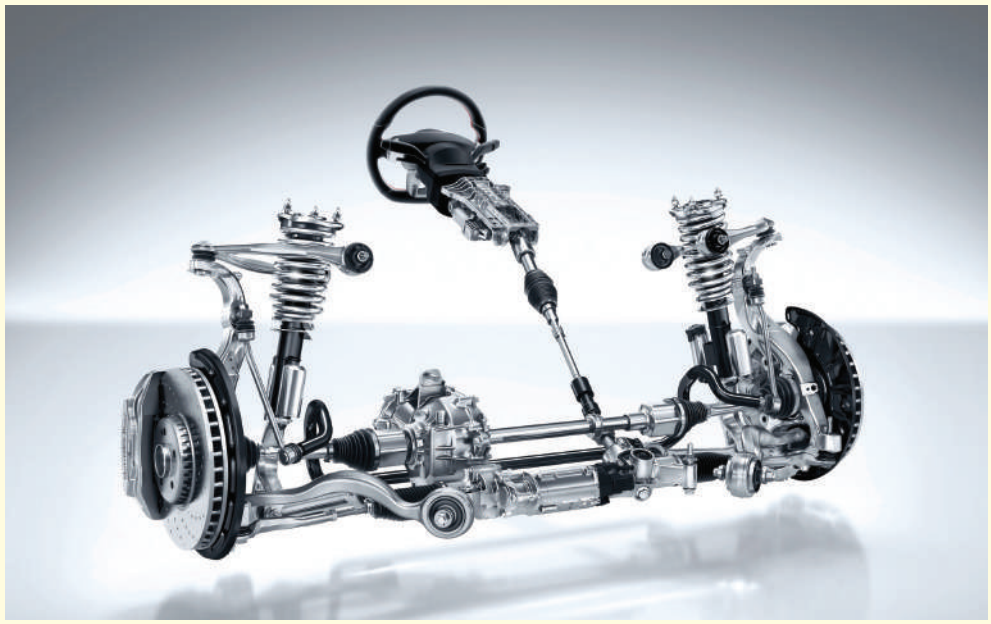
النتاجات

يتوقع من الطالب بعد دراسة هذا الدرس أن:

- يرسم أذرع التوجيه والعجلات الأمامية مع المحور الأمامي في أثناء الدوران إلى اليمين أو إلى اليسار.
- يجد زاوية العجلة الداخلية وزاوية العجلة الخارجية في أثناء الدوران.

انظر وتساءل

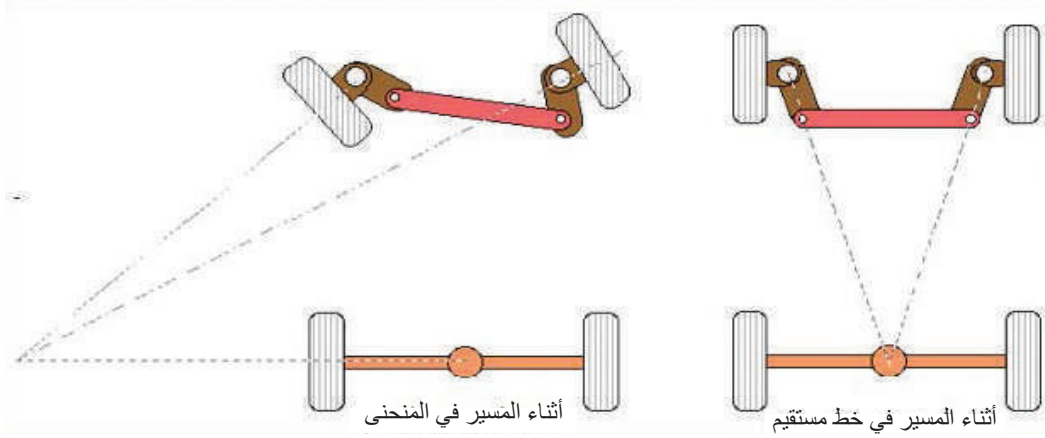
هل تساءلت يومًا كيف يتم توجيه الإطارات الأمامية في المركبات؟ وكيف يكون وضع أذرع التوجيه.



استكشف

ابحث انت وزملاؤك عن أنظمة توجيه الإطارات في المركبات الحديثة.

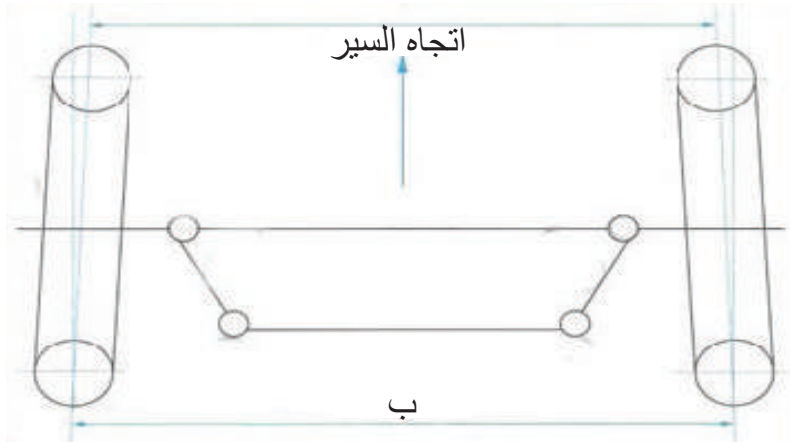
هندسة الإطارات الأمامية من أهم العناصر في المركبات؛ إذ يعتمد توجيه المركبة إلى اليمين وإلى اليسار بصورة آمنة وصحيحة على طريقة تركيب الإطارات على محاورها، كما يعتمد اتزان المركبة واستقرارها في أثناء المسير على زوايا هندسة الإطارين الأماميين، يعرض هذا الموضوع لزوايا الإطارات الأمامية أثناء المسير على المنحنيات، ومقدار هذه الزوايا، وبيان أسباب الاختلاف بين زوايا العجل الداخلي والخارجي. ويبين الشكل (2-23) وضع الإطارات الأمامية وأذرع التوجيه في أثناء المسير في خط مستقيم، ووضع العجلات الأمامية وأذرع التوجيه في أثناء المسير على المنحنى.



الشكل (2-23).

1 - وضع الإطارات المستقيم وأذرع التوجيه والمركبة متوقفة

يبين الشكل (2-24) وضع الإطارين الأماميين وأذرع التوجيه في حالة الاستقامة. ويُلاحَظ من الشكل أن المسافة بين مركزي الإطارين الأماميين من الخلف أكبر من المسافة بين مركزي الإطارين الأماميين من الأمام، وأنها تمثل زاوية لَمّ المقدمة للمركبة في أثناء الوقوف.

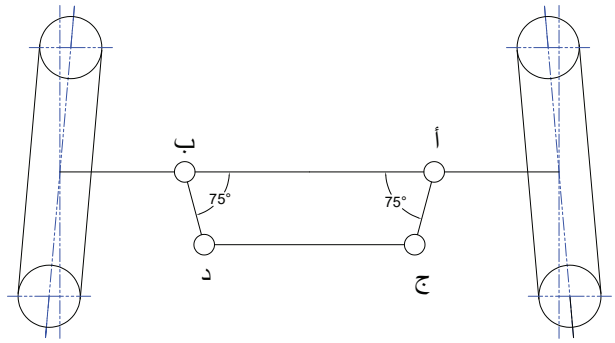


الشكل (2-24): وضع الإطارات أثناء توقف المركبة.

2 - وضع أذرع التوجيه والإطارين الأماميين في أثناء الدوران إلى اليمين

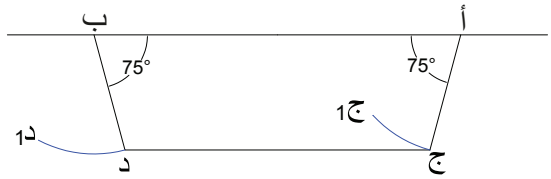
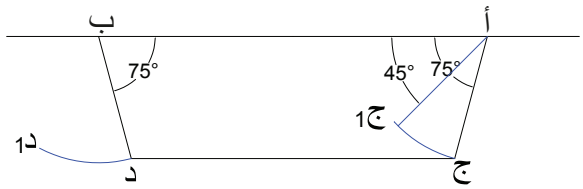
مثال

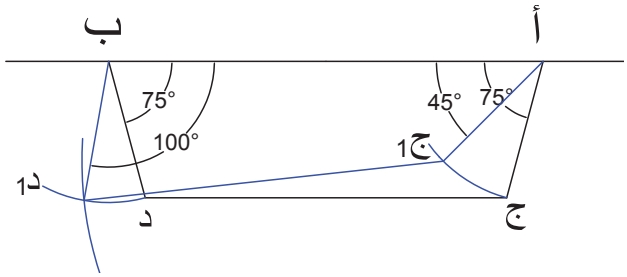
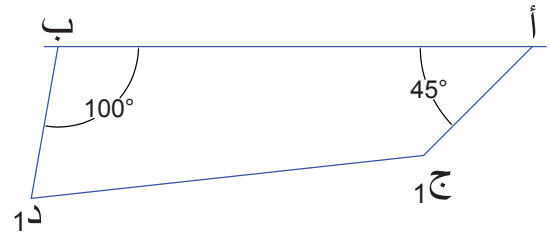
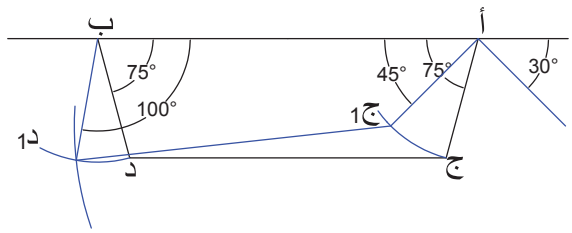
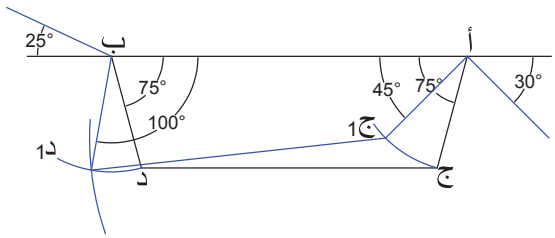
يُمثّل الشكل (2-25) وضع الإطارين الأماميين وأذرع التوجيه في أثناء سير مركبة بخط مستقيم. امثّل بالرسم الإطارين الأماميين وأذرع التوجيه إذا دار الإطار الأمامي الأيمن (30^{o}) نحو اليمين.

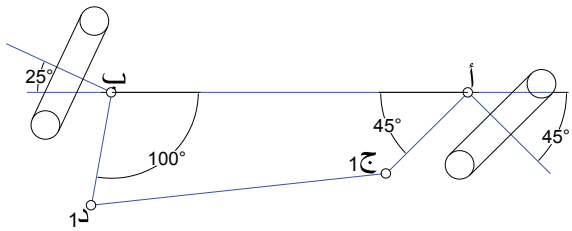


الشكل (2-25): وضع الإطارين الأماميين أثناء توقف المركبة.

الحل

1	اعتمد الإطار الأيمن مرجعًا للرسم.	
2	افتح الفرجار بمقدار طول الذراع (أج)، ثم أُثبّتته في النقطة (أ)، وارسم قوسًا إلى الداخل.	
3	من الفتحه نفسها، اثبّت الفرجار في النقطة (ب)، ثم ارسم قوسًا من النقطة (د) إلى الخارج.	
4	أعتمد الخط (أ ب) مرجعًا وارسم زاوية الدوران إلى اليمين بمقدار 45^{o} =(75^{o}-30^{o})، بحيث يقطع القوس في النقطة (ج1).	

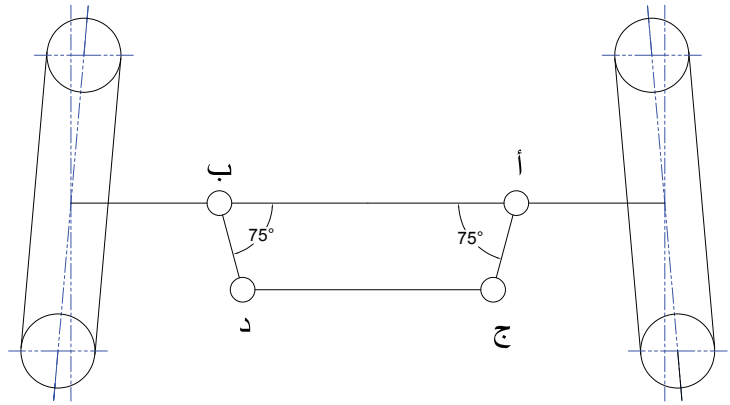
5	أفتح الفرجار بمقدار طول الذراع (ج د) وأثبته في النقطة (ج1).	
6	أرسم قوساً يقطع القوس الخارج في النقطة (د1) .	
7	أصل بخط بين (ج1) و (د1) بين (ب) و (د1). ثم أقيس الزاوية (أ ب د1)، فأجدها (100).	
8	أجد زاوية دوران الأطار الأيسر (100°-75°) = 25°، فيصبح وضع الذرع الجديد (أ ج1 د1 ب).	
9	أُمثل بالرسم الإطار الأيمن بعد دورانه، برسم زاوية الدوران التي مقدارها (30°) من نقطة مركز الإطار أسفل خط المحور.	
10	أُمثّل بالرسم الإطار الأيسر بعد دورانه برسم زاوية الدوران التي يبلغ مقدارها (25°)	

11	ينتج الشكل النهائي كما في الشكل.	
12	الاحِظ دائما أن زاوية االإطار الداخلية (30°) أكبر من زاويا الإطار الخارجية (25°).	
13	لإيجاد زاوية قفل الإطارين، اطرح قيمة الزاوية الخارجية من قيمة الزاوية الداخلية: (30 - 25) = 5	

3 - وضع أذرع التوجيه والإطارين الأماميين في أثناء الدوران إلى اليسار

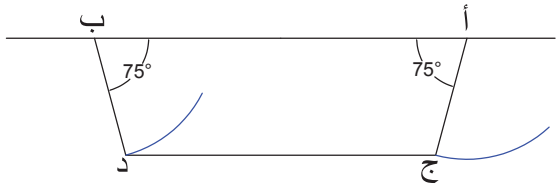
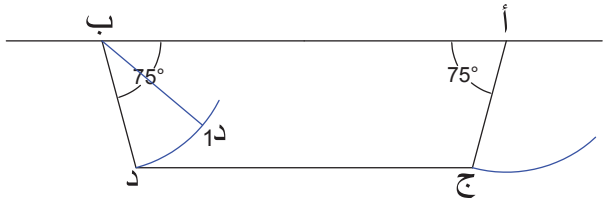
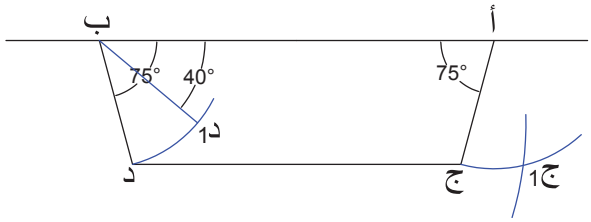
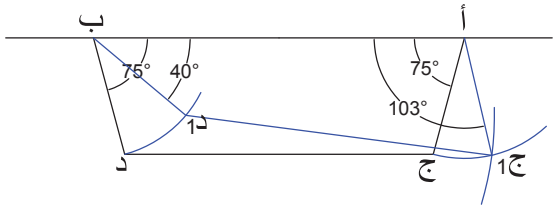
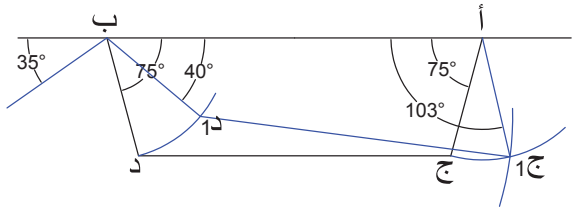
مثال

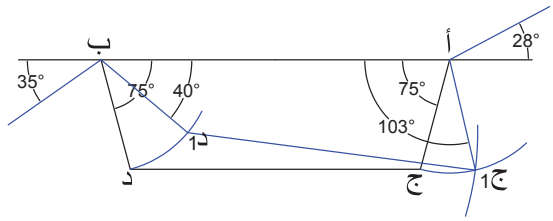
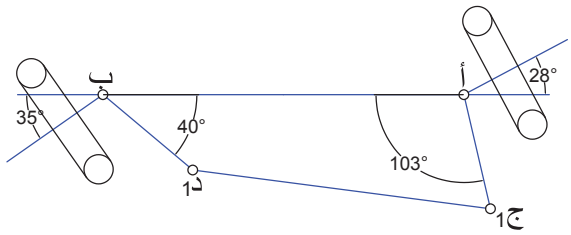
يبين الشكل (2-26) وضع الإطارين الأماميين وأذرع التوجيه في حالة الاستقامة. أُمثّل بالرسم أذرع التوجُّه والأطارين الأماميين في حالة دوران الإطار الأيسر (35°) نحو اليسار.



الشكل (2-26).

الحل

1	- اعتمد الإطار الأيسر مرجعًا للرسم. - افتح الفرجار بمقدار طول الذراع (ب د)، ثم اثّبته في النقطة (ب) ثم ارسم قوسًا إلى الداخل. ومن الفتحة نفسها، اثبّت الفرجار في النقطة (أ) ثم أرسم قوسًا من النقطة (ج) إلى الخارج.	
2	اعتمد الخط (أ ب) مرجعًا، وارسم زاوية الدوران إلى اليسار بمقدار $40^\circ = (75^\circ - 35^\circ)$ بحيث تقطع القوس في النقطة (د1).	
3	افتح الفرجار بطول الذراع (ج د) ثم ثبته في النقطة (د1)، وارسم قوسًا يقطع القوس الخارج من النقطة (ج).	
4	اقيس الزاوية (ب أ ج1)، فأجدها (103°)، فيكون الإطار الأيمن قد دار $(103^\circ - 75^\circ) = 28^\circ$.	
5	امثل بالرسم الإطار الأيسر بعد دورانه برسم زاوية الدوران التي مقدارها (35°) من نقطة مركز الإطار أسفل خط المحور.	

6	أُمثّل بالرسم الإطار الأيمن بعد دورانه برسم زاوية الدوران التي مقدارها (28°) من نقطة مركز الإطار أعلى خط المحور .	
7	ينتج الشكل النهائي كما في الشكل المجاور.	

مستعينًا ببرنامج الرسم AutoCAD ارسم وضع الإطارين الأماميين أثناء توقف المركبة كما في الشكل (2-25) .

1 - إذا كان صمام الدخول يفتح قبل النقطة الميتة العليا بالزاوية (15°) ويغلق بعد النقطة الميتة السفلى بزاوية (35°) وكان قُطر عمود الحدبات (70) مم، وقُطر الحدبة (80) مم، وتابعًا من النوع المدبب، وتحرَّك مسافة (8) مم ، فأجب عن الأسئلة الآتية:

أ- اجِدُ عدد درجات فتح الصمام.

ب- اجد زاوية الحدبة.

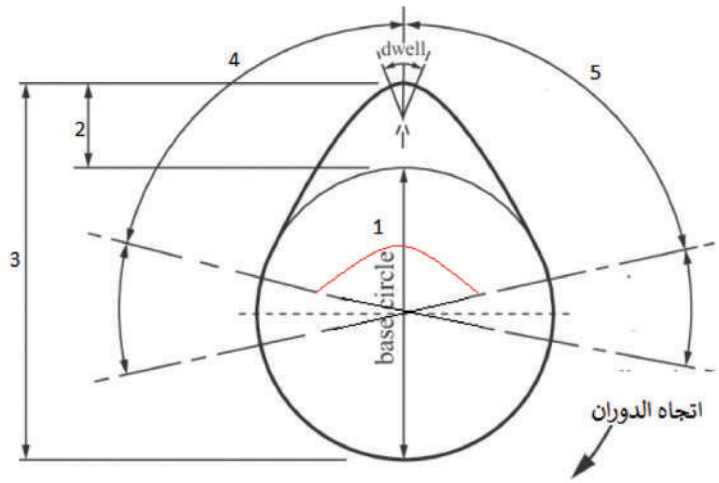
2 - إذا كان صمام الخروج يفتح قبل النقطة الميتة السفلى بزاوية مقدارها (40°) ويغلق بعد النقطة الميتة العليا بزاوية مقدارها (14°)، وكان قُطر عمود الحدبات (60) مم، وقُطر الحدبة (70) مم وكان التابع من النوع القرصي، وتحرَّك مسافة (8) مم، فاجب عن الآتية:

أ- أَجِد عدد درجات فتح الصمام.

ب- أَجِد زاوية الحدبة.

جـ - أرسم حدبة صمام الخروج.

3 - يبين الشكل (2-27) حدبة صمام الدخول، بمقياس الرسم (1-1). ارسم الحدبة عند دوران عمود الحدبات بزاوية مقدارها (45°) في اتجاه دوران عقارب الساعة، مُبيّنًا دلالة الأجزاء المُرقَّمة من (1) إلى (5).



الشكل (2-27).

- أضع إشارة (√) في خانة الدرجة المناسبة.

الرقم	مؤشر الأداء	درجة تحقيق الؤشر		
		ممتاز	جيد	بحاجة إلى تحسين
1	اتعرَّف أنواع الحدبات، واستخداماتها.			
2	اتعرَّف أنواع التوابع الخاصة بالحدبات.			
3	ارسم الحدبة الشعاعية ذات التابع المُدبَّب.			
4	ارسم الحدبة ذات التابع القرصي.			
5	ارسم دارة توقيت الصمام.			
6	ارسم منحنى الضغط والحجم لمحرك رباعي الدورة.			
7	اجِد قيمة الضغط والحجم عند زوايا عمود المرفق.			
8	ارسم وضع المكبس عند دوران عمود المرفق بزوايا مختلفة.			
9	ارسم أذرع توجيه الإطارات في أثناء السير.			
10	ارسم أذرع التوجيه في أثناء الدوران إلى اليمين.			
11	ارسم أذرع التوجيه في أثناء الدوران إلى اليسار.			

أسئلة الوحدة

1 - اذكر مزايا الحدبة الشعاعية؟

2 - اعدّد أنواع التوابع شائعة الاستخدام مع الحدبات.

3 - اذكر استخدامات كل من أنواع الحدبات الآتية:

أ - الحدبة الشعاعية.

ب -الحدبة الوتدية.

جـ - الحدبة الأسطوانية.

د - الحدبة ذات الطرف.

4 - ارسم حدبة صمام الدخول اذا كان صمام الدخول يفتح قبل (ن.م.ع) بزاوية (15°) ويغلق بعد (ن.م.س) بزاوية (45°) وكان قُطر محور عمود الحدبات(80) مم، وقُطر الحدبة (90) مم، وكان التابع مُدبَّبًا تحرَّك مسافة (12) مم.

5 - ارسم حدبة صمام الدخول اذا كان صمام الدخول يفتح قبل (ن.م.ع) بزاوية مقدارها (15°) ويغلق بعد (ن.م.س) بزاوية (45°) وكان محور عمود الحدبات (80) مم وقُطر الحدبة يساوي (90) مم، وكان التابع قرصيًّا تحرَّك مسافة (12) مم.

6 - إذا كان صمام الدخول يفتح قبل (ن.م.ع) بزاوية (12°) ويغلق بعد (ن.م.س) بزاوية (48°)، وكان قُطر محور عمود الحدبات (80) مم، وقُطر الحدبة (90) مم، وكان التابع قرصيًّا يتحرَّك مسافة (15) مم. فأرسم حدبة صمام الدخول.

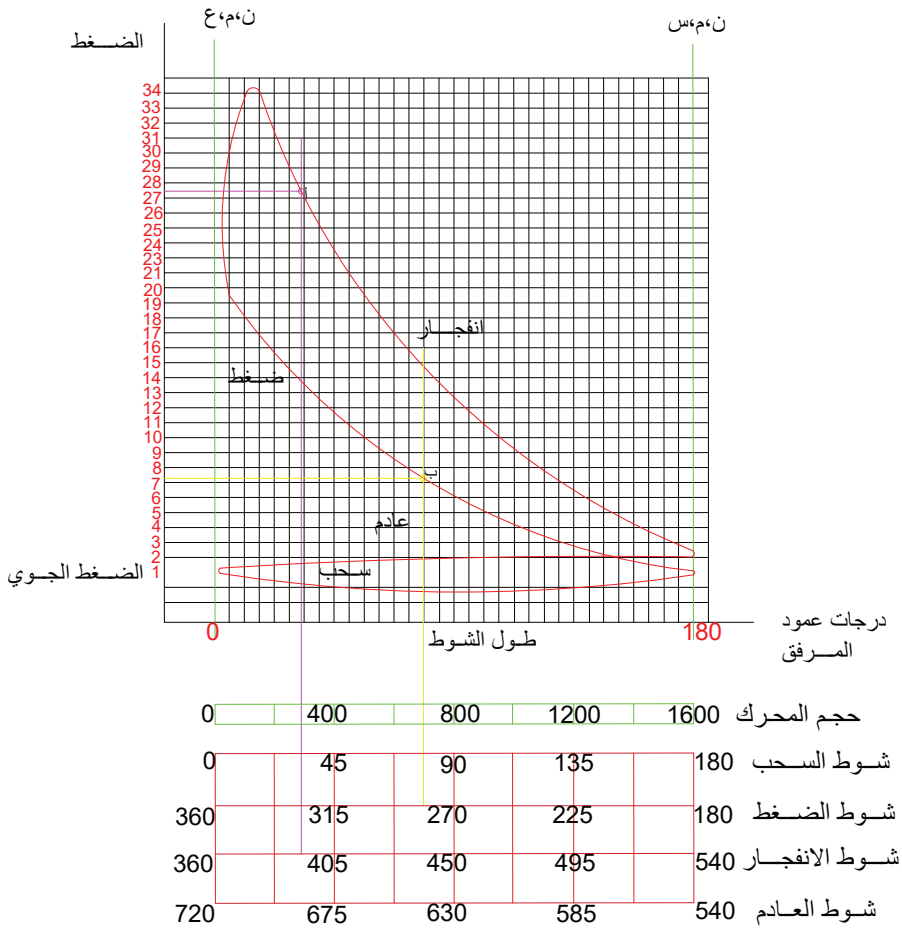
7 - ارسم حدبة صمام العادم إذا كان صمام العادم يفتح قبل (ن.م.س) بزاوية (82°)، ويغلق بعد (ن.م.ع) بزاوية (38°) وكان قُطر محور عمود الحدبات (60) مم ، وقطر الحدبة (70) مم، وكان التابع قرصيًّا ويتحرَّك مسافة (21) مم.

8 - إذا كان صمام الدخول يفتح قبل (ن.م.ع) بزاوية (18°) ويغلق بعد (ن.م.س) بزاوية (62°)، وكان قُطر محور عمود الحدبات (80) مم، وقُطر الحدبة (90) مم، وكان التابع قرصيًّا، وتحرَّك مسافة (18) مم، فارسم حدبة صمام الدخول.

9 - إذا كان صمام الدخول يفتح قبل (ن.م.ع) بزاوية (10°) ويغلق بعد (ن.م.س) ب (40°) وكان صمام الخروج يفتح قبل (ن.م.س) بزاوية (45°) ويغلق بعد (ن.م.ع) بزاوية (15°) فجِد:

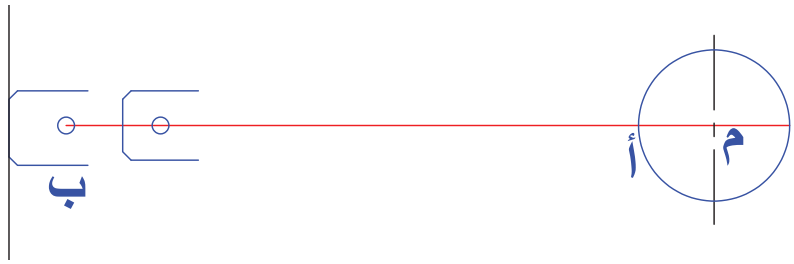
- زاوية فتح صمام الدخول، وزاوية فتح صمام الخروج، وزاوية الفتح المشترك، ثم رسم دارة التوقيت لصمام الدخول وصمام الخروج.

10 - يُبيّن الشكل (2-28) الرسم البياني للعلاقة بين الضغط والحجم لمحرك رباعي الدورة ذي أربع اسطوانات. اجد قيمة الضغط والحجم عند دوران عمود المرفق (60°) في اتجاه دوران عقارب الساعة، ثم اجِد قيمة الضغط والحجم عند دوارن عمود المرفق (270°).



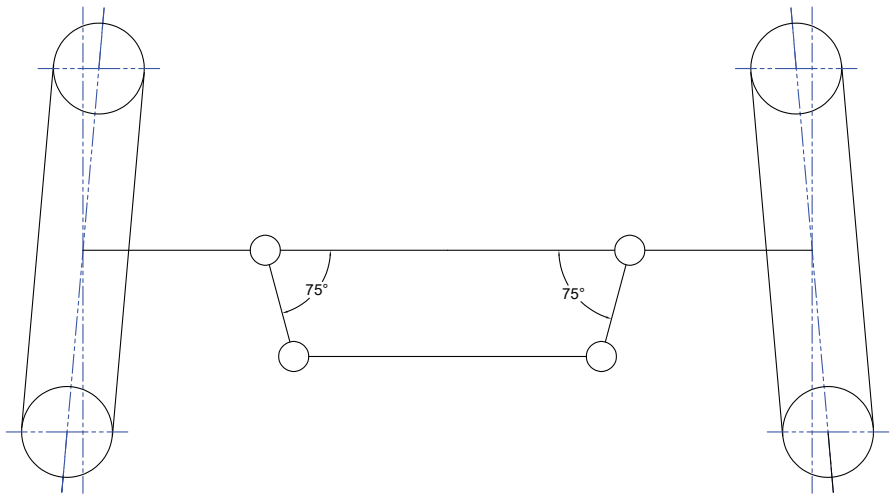
الشكل (2-28).

11 - يُبيّن الشكل (2-29) الرسم التخطيطي لذراع التوصيل مع المكبس عندما يكون المكبس عند الزاوية صفر ارسم وضع المكبس إذا دار عمود المرفق (130°) في اتجاه دوران عقارب الساعة.



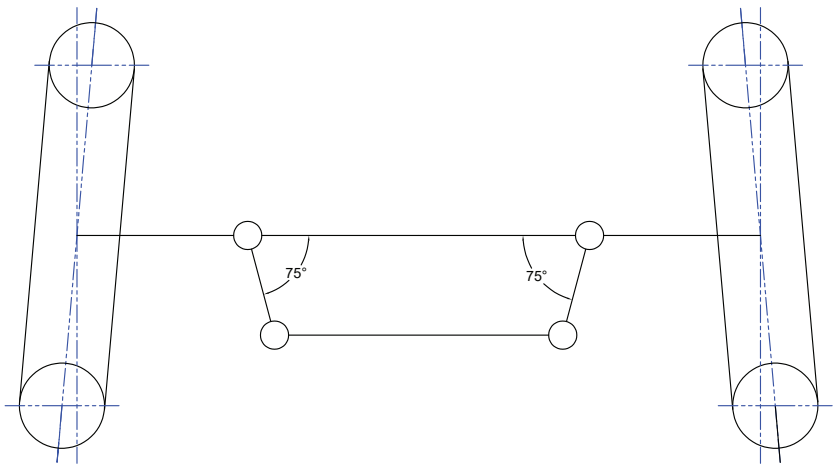
الشكل (2-29).

12 - يُبيّن الشكل (2-30) وضع أذرع التوجيه والإطارين الأماميين في أثناء سير مركبة في خط مستقيم.
ارسم وضع أذرع التوجيه والإطارين الأماميين عند دوران الإطار الأيمن بزاوية (25°) إلى اليمين.



الشكل (2-30).

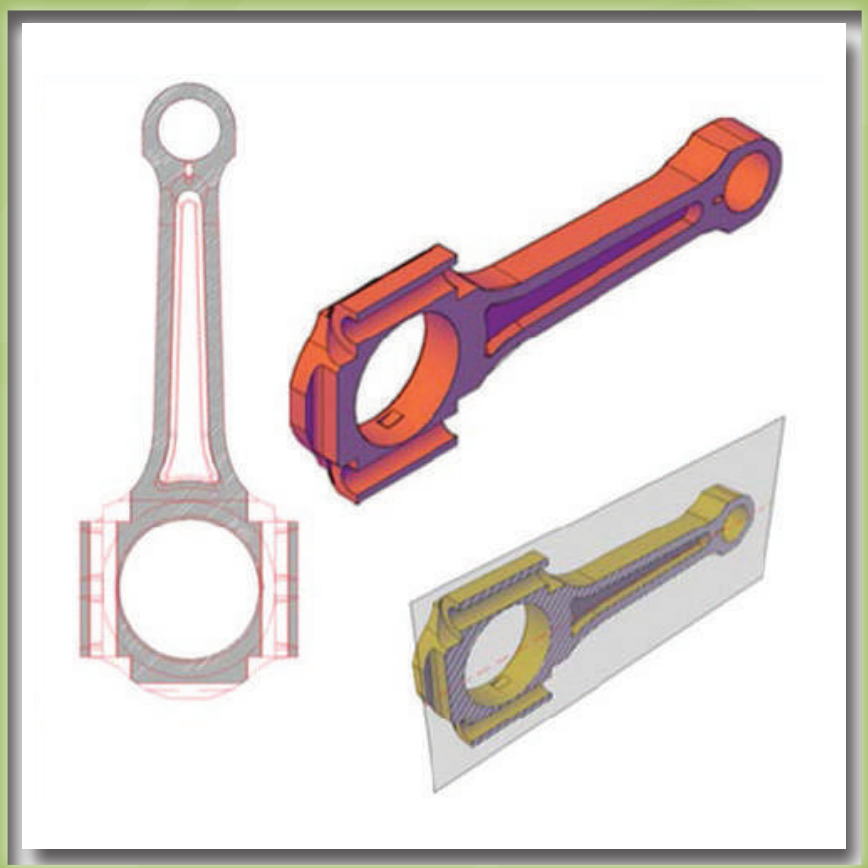
13 - يُبيّن الشكل (2-31) وضع أذرع التوجيه والإطارين الأماميين في أثناء سير مركبة في خط مستقيم.
ارسم وضع أذرع التوجيه والإطارين الأماميين عند دوران الإطار الأيسر بزاوية (25°) إلى اليسار.



الشكل (2-31).

الوحدة الثالثة

القطاعات



- إلامَ يهدف من رسم مساقط القطاعات في المشغولات المعدنية والقطع والأجزاء الميكانيكية؟
- ما المقصود بالقطع في مساقط الأجسام المختلفة؟

لقد درستَ في الصف الحادي عشر القطاعات في المساقط المختلفة بصورة مختصرة، مُمثَّلةً بأشكال هندسية بسيطة وقطع ميكانيكية غير مُعقَّدة في التصميم، وستتعرف في هذه الوحدة المهارات الأساسية والرئيسة اللازمة لفهم عمل الأجزاء الميكانيكة وتخيلها، وتتعرَّف أهمية القطاعات ودورها في توضيح الأجزاء المخفية، والتخلُّص من الخطوط المتشابكة التي تُعّوق الرسم، وتتدرَّب على رسم قطاعات لأجزاء ميكانيكية لها علاقة مباشرة بالمحرك والمركبة، فضلًا عن إعادة سرد المفاهيم الخاصة بالقطاعات التي سبق أن تعّرفتها سابقاً؛ لأهميتها، وارتباطها بمفاهيم جديدة.

يُتوقَّع من الطالب بعد دراسة هذه الوحدة أن:

- يُوضّح مفهوم القطاعات، وأهدافها.
- يُميّز خطوط القطع ودلالتها من خطوط التهشير.
- يذكر شروط القطاعات ومصطلحاتها.
- يعدد قواعد تهشير الأجزاء الميكانيكية والأجزاءالتي اصطُلح على عدم تهشيرها عالميًّا.
- يُحدّد أنواع القطاعات في الرسوم.
- يُرسم القطاعات المختلفة.

القطاعات

أولاً: مفهوم القطاعات وأهدافها.

ثانيًا: خطوط القطع ودلالتها، وخطوط التهشير.

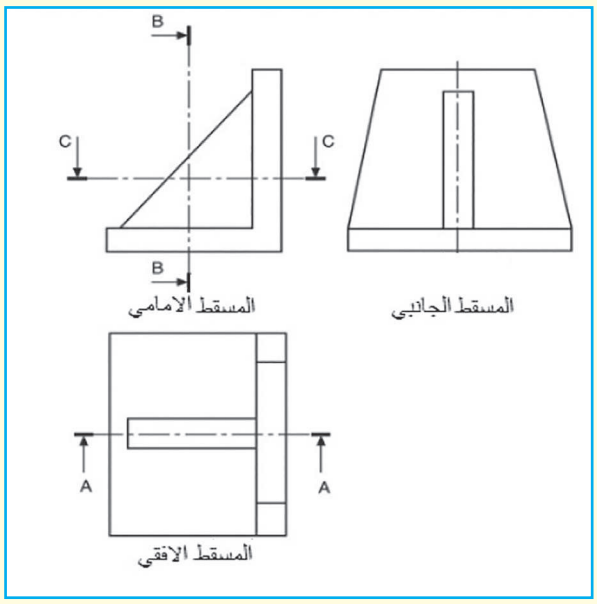
ثالثًا: شروط تهشير القطاعات.

رابعًا: أنواع القطاعات.

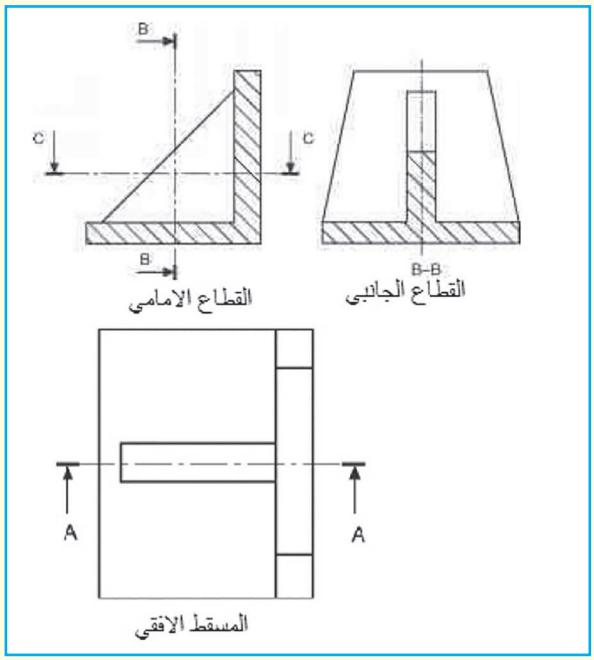
خامسًا: الأجزاء الميكانيكية التي تقطّع ولا تُهشر في القطاعات.

انظر وتساءل

يُبيّن الشكل (3-1) المساقط الثلاثة لقاعدة على شكل حرف (L)، في داخلها عصب تقوية، عند وضع الخطوط مع الأسهم (B-B) و (C-C) على المسقط الأمامي والمسقط الأفقي، تغير شكل المسقط الأمامي والمسقط الجانبي كما في الشكل (3-2). ما تأثير وجود هذه الخطوط في المساقط؟



الشكل (3-1).

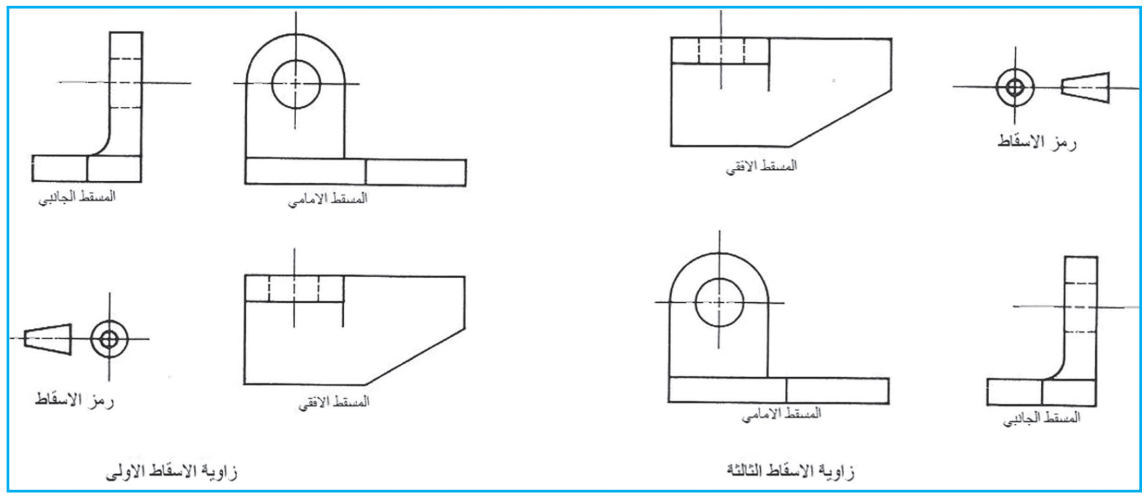


الشكل (3-2).

استكشف

ابحث في شبكة الإنترنت عن مجال رسم المساقط وغيرها، مُلاحظاً التغيُّر في موقع المسقط الأفقي وموقع المسقط الجانبي في بعض الرسوم.

يُبيّن الشكل (3-3) المساقط الثلاثة لقطعة ميكانيكية. انعِم النظر في أماكن المساقط بالنسبة إلى بعضها، وفي رمز الإسقاط الموجود على الزاوية العلوية والزاوية السفلية للشكل، ثم ابحث في شبكة الإنترنت عن مفهوم رمز الإسقاط. اكتب تقريرًا عنه ثم اناقشه مع الزملاء بإشراف المعلّم.



الشكل (3-3).

اقرأ وتعلّم

أولاً: مفهوم القطاعات وأهدافها

يُقصَد بالقطاعات في الرسوم الهندسية تخيُّل إزالة جزء من المنظور (مُجسَّم ثلاثي الأبعاد) للقطعة الميكانيكية؛ لإظهار السطوح المخفية التي تُرسَم في المسقط بخطوط متقطعة، لإيضاح الرسوم وإظهار محتوياتها على نحوٍ أفضل.

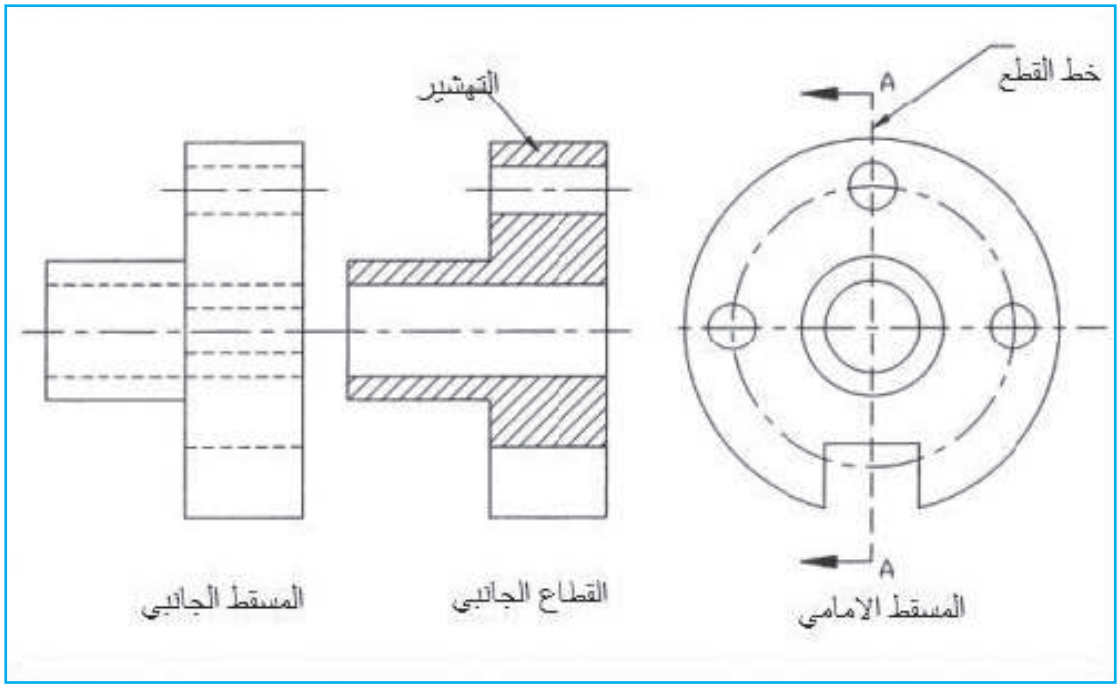
أهداف القطاعات

1 - بيان الأجزاء أو السطوح المخفية للقطعة الميكانيكية التي لا تظهر في الرسم ثنائي الأبعاد، وتُرسَم بخطوط متقطعة لبيان تفاصيلها.

2 - تقليل المساقط لتوضيح الجزء المراد رسمه.

3 - تسهيل قراءة رسم المساقط التي تحتوي على سطوح كثيرة؛ للتخلُّص من الخطوط المتقطعة والخطوط المتشابكة التي تظهر في المساقط الثلاثة لقطعة الميكانيكية.

يُبيّن الشكل (3-4) المسقط الجانبي لفلنجة جاسئة تظهر فيه الخطوط المتقطعة متشابكة، وعند القطع تتوضح السطوح الداخلية للفلنجة كما في الشكل (3-4).

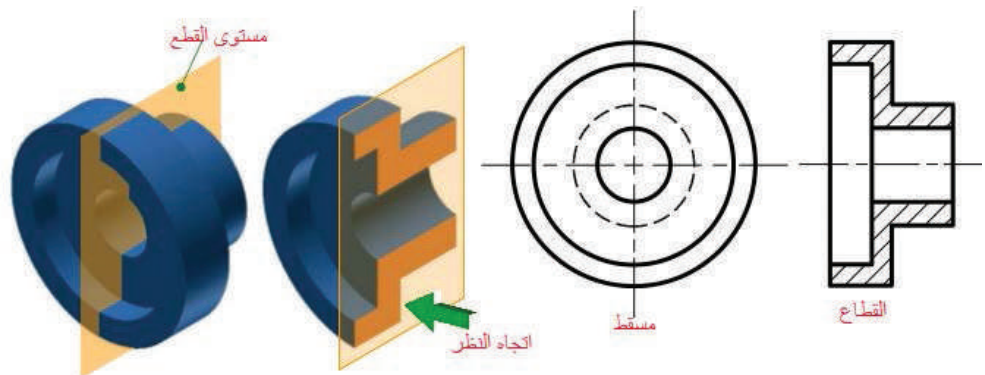


الشكل (3-4).

ثانيًا: خطوط القطع ودلالتها، وخطوط التهشير

1 - مستوى القطع

هو مستوى وهمي، يقطع الجسم في منطقة مُحدَّدة لبيان الأجزاء المخفية، ويُطلَق على السطح الناتج من القطع الوهمي اسم القطاع كما في الشكل (3-5).



الشكل (3-5): مستوى القطع.

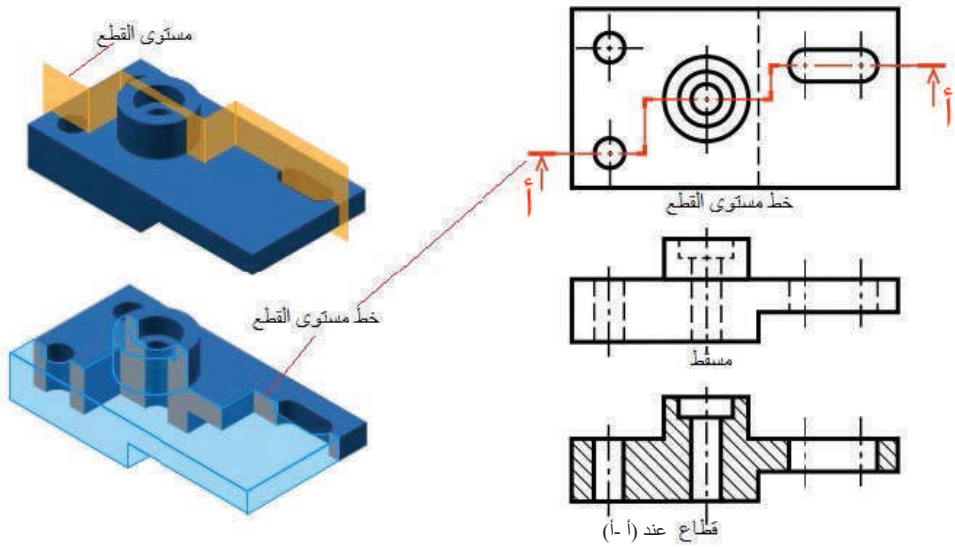
2 - خط مستوى القطع

هو خط يُمثِّل حافة مستوى القطع الوهمي، ويُشتَرط فيه أن:

أ- يُرسَم على المساقط المجاورة لمسقط القطع؛ لبيان مكان مرور مستوى القطع الوهمي.

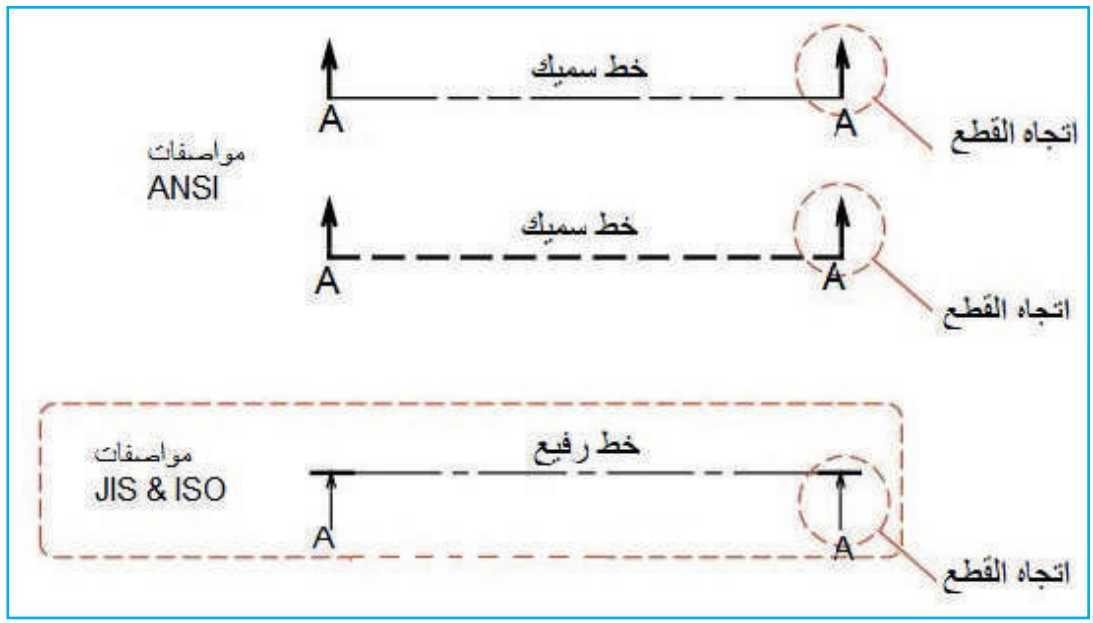
ب- يُرسَم بأشكال مختلفة، أبرزها خط محوري ينتهي من طرفيه بخط سميك، عليه سهم يشير إلى اتجاه إسقاط القطع.

جـ- يُسمّى بحروف توضع عند رؤوس الأسهم، كما في الشكل (3-6).



الشكل (3-6): خط القطع على المساقط.

أمّا أنواع خطوط القطع المُستخدمة في الرسم الهندسي فيُبيّنها الشكل (3-7).

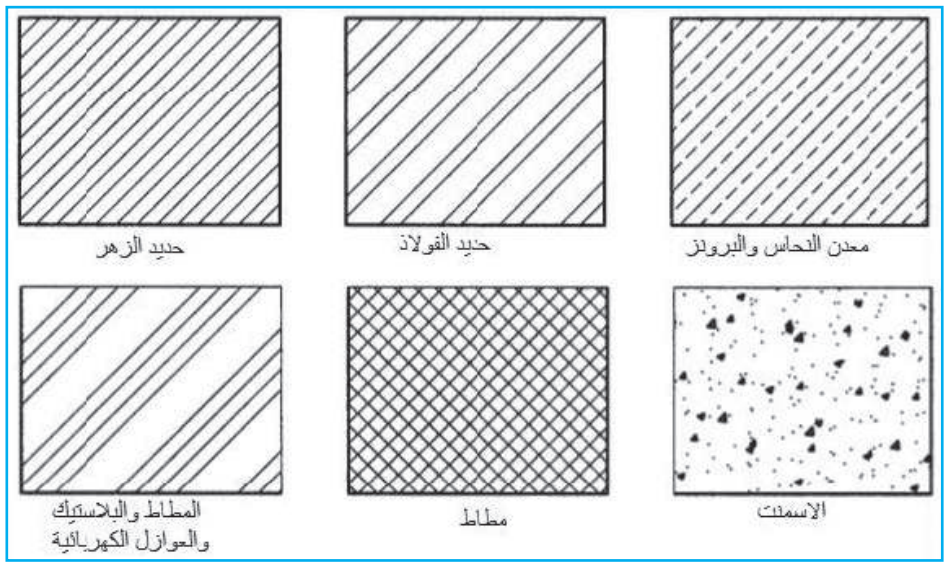


الشكل (3-7): أنواع خطوط القطع.

3 - خطوط التهشير

تُرسَم خطوط التهشير بخطوط مستقيمة متصلة ورفيعة مائلة بزاوية (45°) على سطح المقطع، وتكون المسافة بين الخطوط متساوية، ويتوقف مقدار المسافة بين الخطوط على مساحة المقطع.

يُبيِّن الشكل (3-8) الأنواع الشائعة من خطوط التهشير المُستخدَمة في الرسم الهندسي بحسب نوع المعدن المُصنّعة منه القطع والأجزاء الميكانيكية.



االشكل (3-8): أنواع خطوط التهشير شائعة الاستخدام.

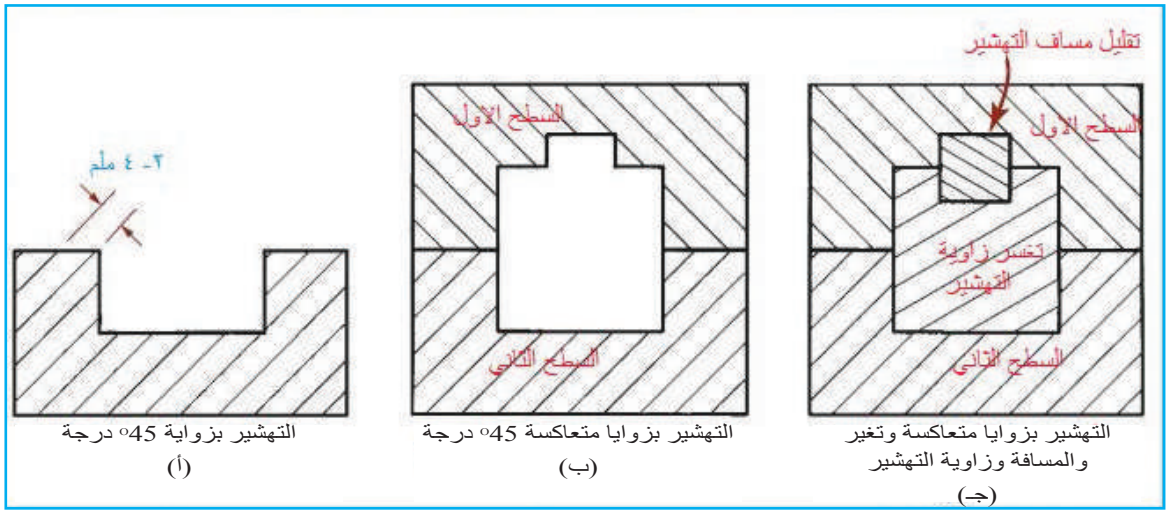
ثالثًا: شروط تهشير القطاعات.

في ما يأتي القواعد التي يجب مراعاتها في أثناء عملية التهشير:

1 - يكون التهشير في اتجاه واحد للقطعة الواحدة، ويميل بزاوية (45°) ويُرسَم بخط خفيف، كما في الشكل (3-9/أ).

2 - يجب أن يكون التهشير متعاكسًا في الاتجاه في حال وجود قطعتين متجاورتين، كما في الشكل (3-9/ب).

3 - تغيير زاوية القطع في حال وجود عديد من السطوح المتجاورة، كما في الشكل (3-9/جـ).



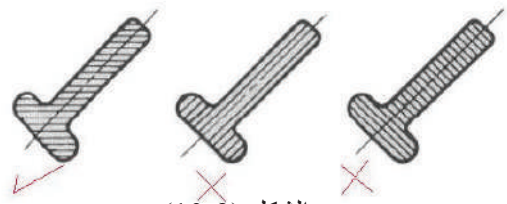
التهشير بزوايا متعاكسة وتغير والمسافة وزاوية التهشير (جـ)

التهشير بزوايا متعاكسة 45° درجة (ب)

التهشير بزاوية 45° درجة (أ)

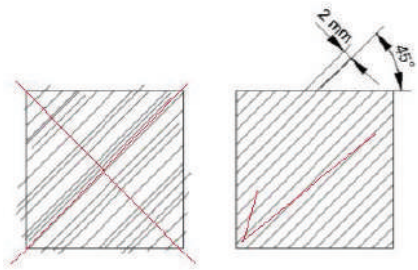
الشكل (3-9): خطوط التهشير.

4 - يجب ألّا تتعامد خطوط التهشير مع خطوط محيط سطح القطاع، ولا تتوازى معها كما في الشكل (3-10).



الشكل (3-10).

5 - يجب ألّا تتعدى خطوط التهشير في القطاع خطوط محيط القطع، ويجب أن تكون المسافات بين الخطوط متساوية، كما في الشكل (3-11).

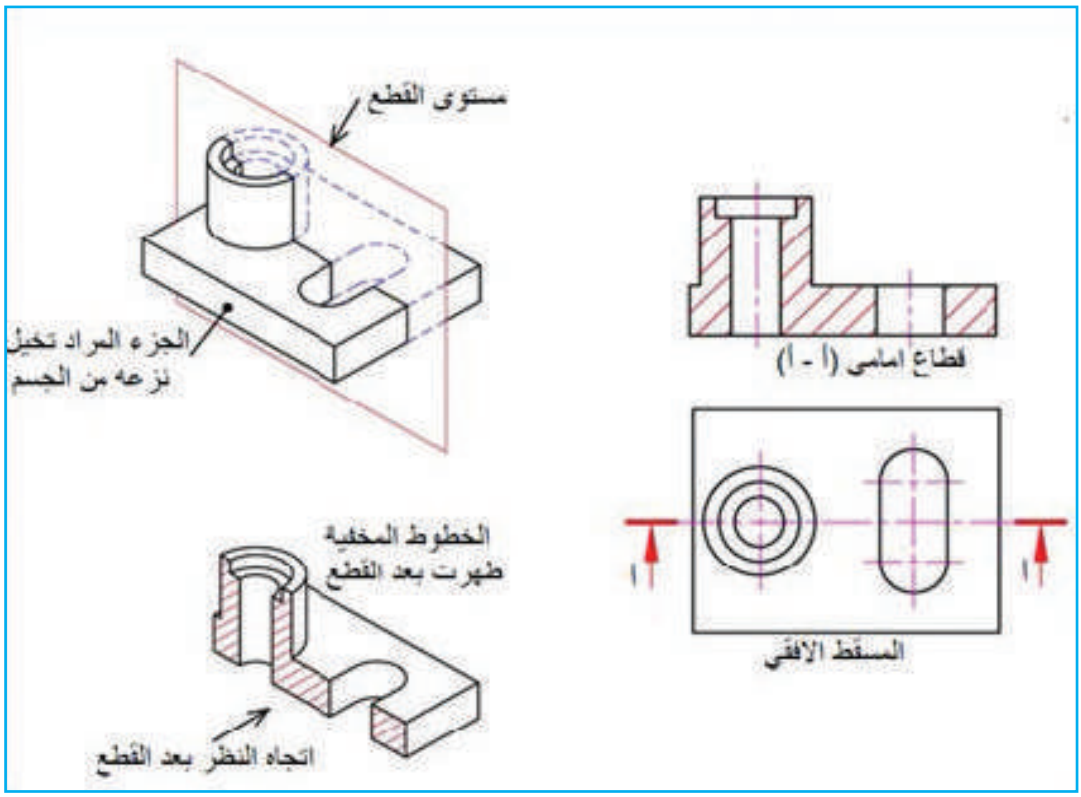


الشكل (3-11).

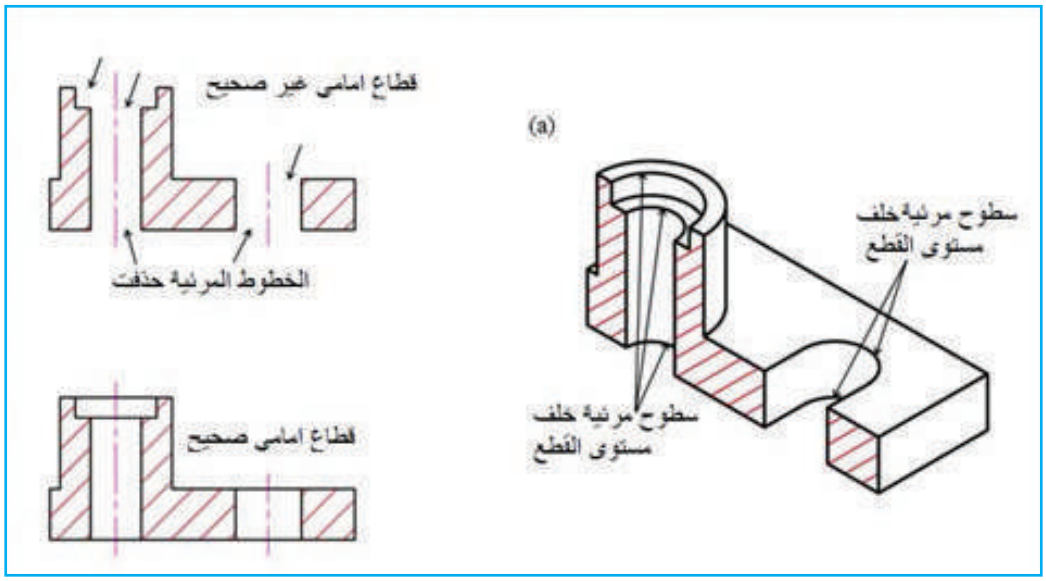
رابعًا: أنواع القطاعات

1 - القطاع الكامل.

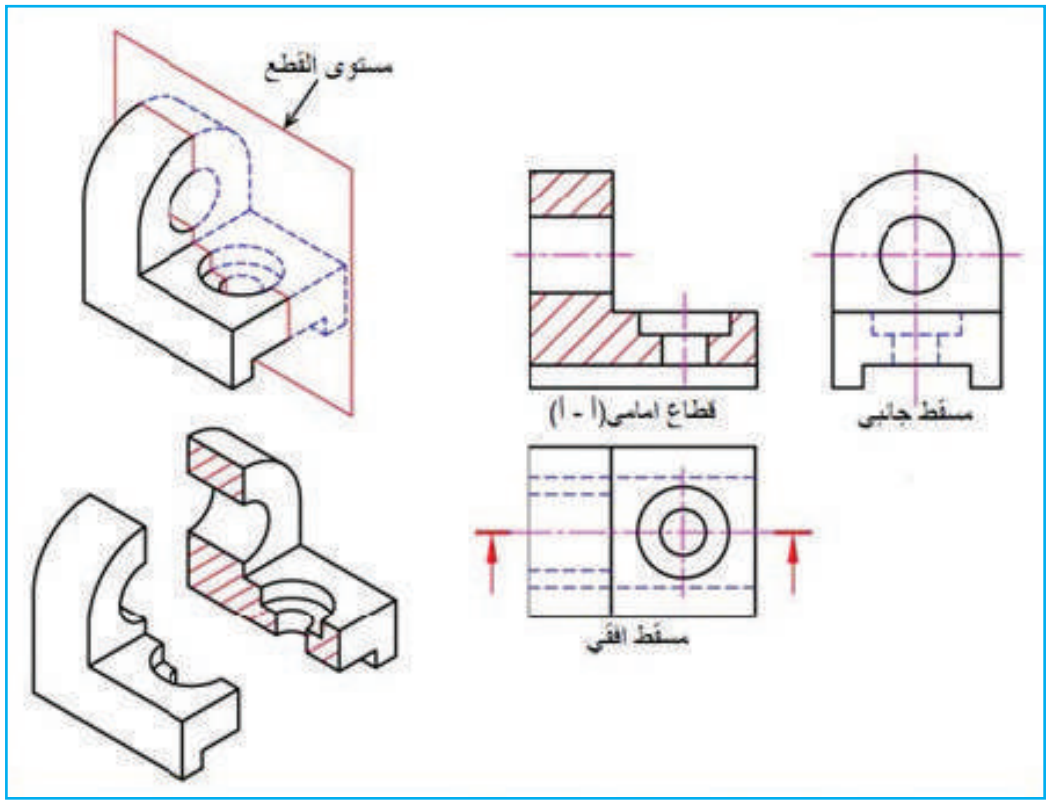
هو مقطع ناتج من إمرار مستوى قاطع خلال الجسم كاملاً، وهو يُستخدَم لإظهار أكبر قدر ممكن من السطوح المخفية في الجسم، وإظهار تفاصيل الجسم الداخلية، كما في الشكل (3-12/أ)، (3-12/ب)، (3-12/جـ).



الشكل (3-12/أ): القطاع الأمامي الكامل.



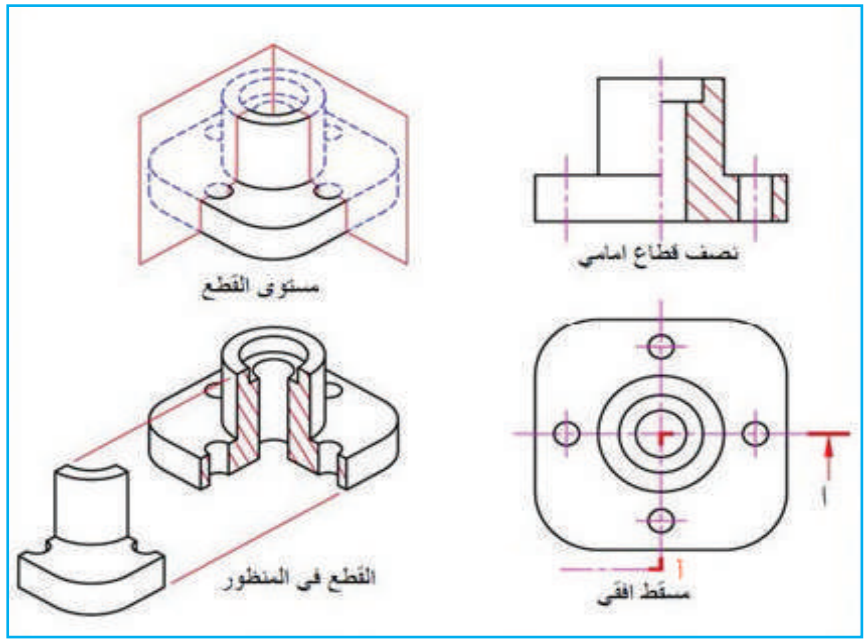
الشكل (3-12/ب): رسم القطاع رسمًا صحيحًا



الشكل (3-12/جـ): القطاع الأمامي الكامل.

2 ـ نصف القطاع

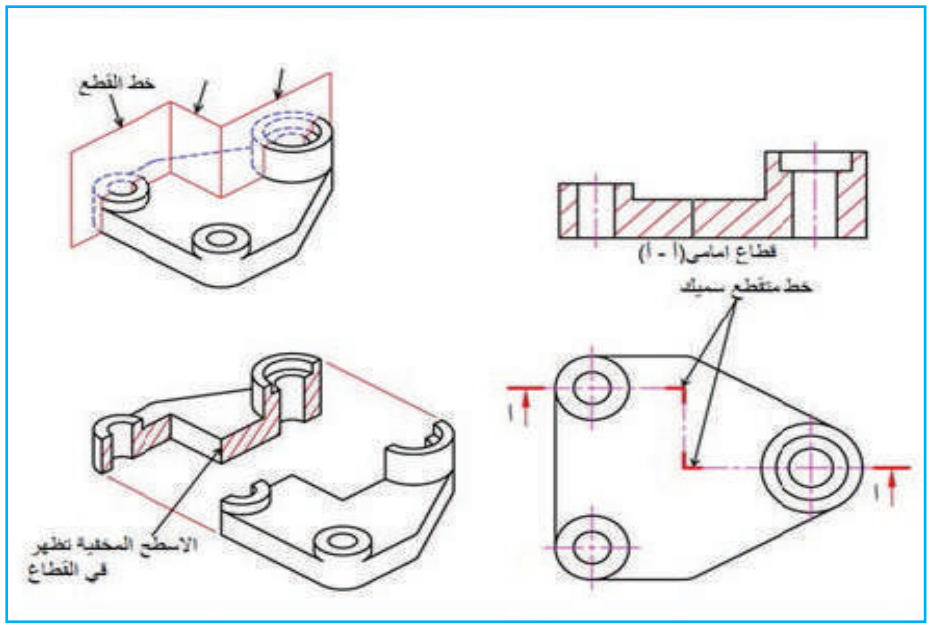
يُستخدَم هذا النوع للأجسام المتماثلة، ويمتاز بإيضاح معالم الجسم الخارجية والداخلية في مسقط واحد، حيث يُزال ربع الجسم، انظر الشكل (3-13).



الشكل (3-13): نصف القطاع.

3 ـ القطاع المُتعرّج (المتنقل)

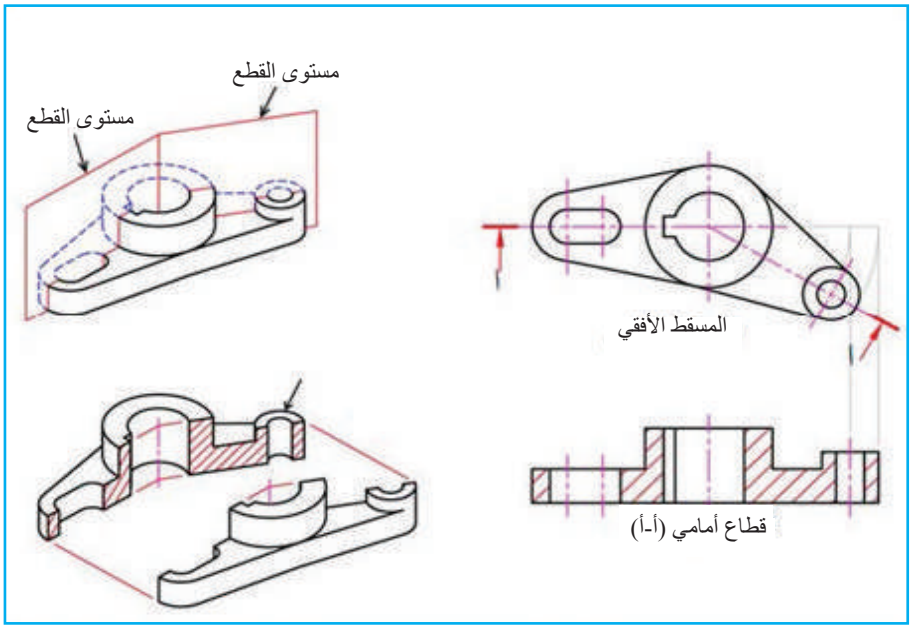
هو خط منكسر للقطع يمر بالمعالم (الأجزاء) المراد إظهارها فقط، التي لا تقع على خط مستقيم واحد، انظر الشكل (3-14).



الشكل (3-14): القطاع المتعرج.

4 - قطاع المحاذاة

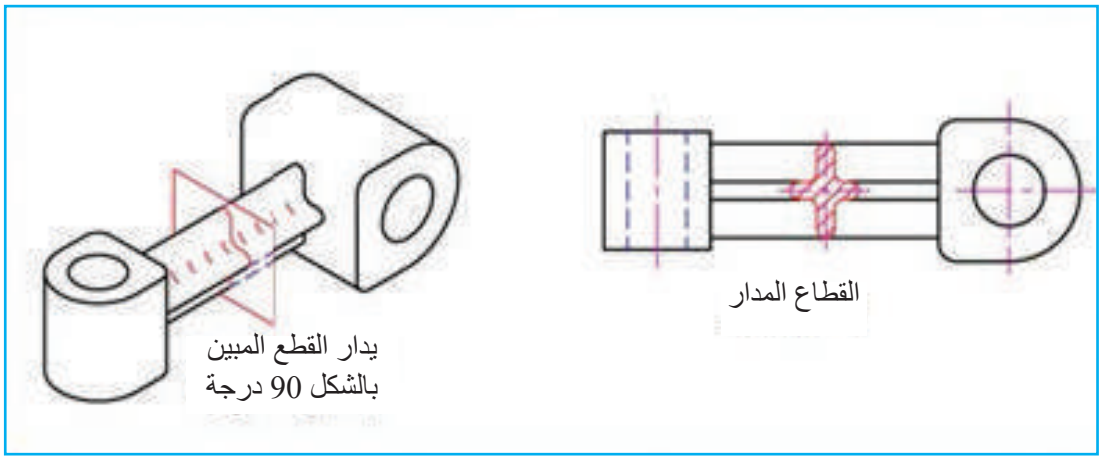
يُستخدَم هذا النوع عندما يكون محور القطع غير مستقيم، ويتغَّير اتجاه المستوى بزاويةٍ نسبةً إلى المحور الرئيس، انظر الشكل (3-15).



الشكل (3-15): قطاع المحاذاة.

5 - القطاع المدار

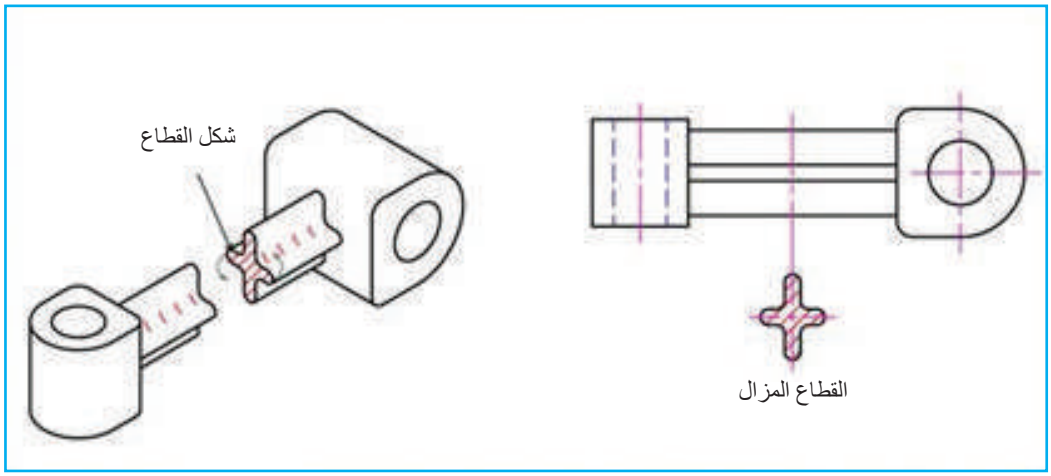
يُستخدَم هذا النوع إذا كان المطلوب إيضاح شكل مقطع الجسم من مكان مُحدَّد بأحد المساقط، إذ يمكن تصوُّر المقطع ثم إدارته (90°) ليقع في مستوى المسقط، ثم رسمه بخطوط رفيعة، كما في الشكل (3-16).



الشكل (3-16): القطاع المدار.

6 - القطاع المزال

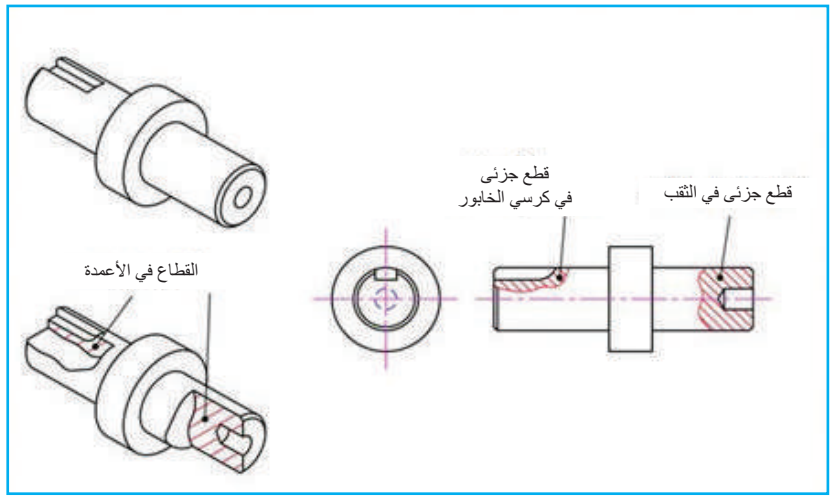
هو قطاع مشابه للقطاع المدار، ولكن بدلاً من رسمه على الجسم مباشرة في منطقة القطع، يُرسَم في أعلى الجسم أو أسفله أو في أيّ مكان قريب من المسقط، انظر الشكل (3-17).



الشكل (3-17): القطاع المزال.

7 - القطاع الجزئي

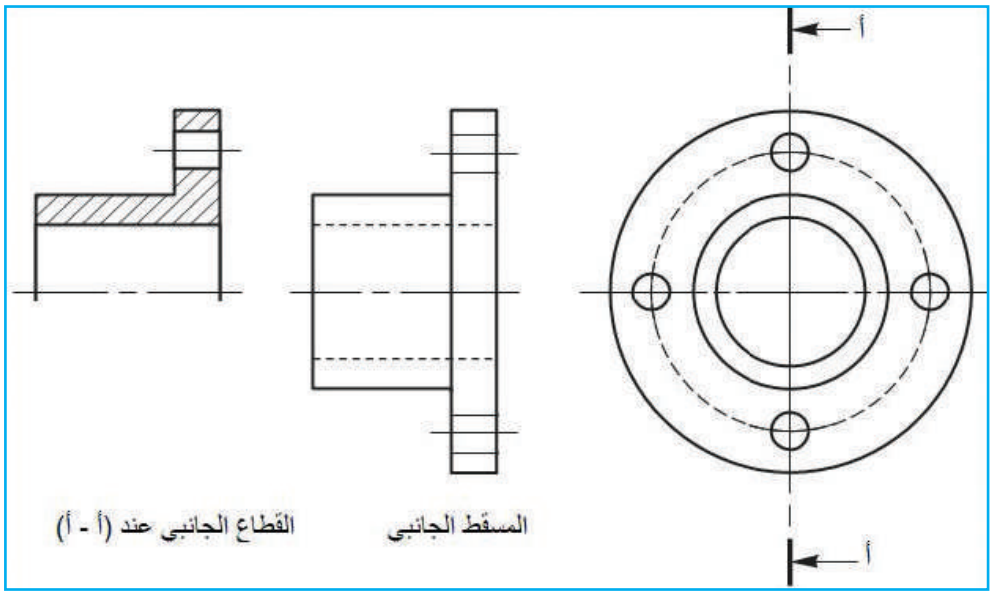
يُستخَدم هذا النوع إذا كان المطلوب إظهار مَعْلم داخلي لجسم ما في منطقة معينة فقط، فيُعْمل قطع لهذه المنطقة، ثم يُحدَّد بخط قطع مُتعرّج يُرسَم باليد الحُرَّة، وتكثر استخدامات هذا القطاع في الأعمدة المصمتة، انظر الشكل (3-18).



الشكل (3-18): القطاع الجزئي.

8 - القطاع في حالة التماثل التام

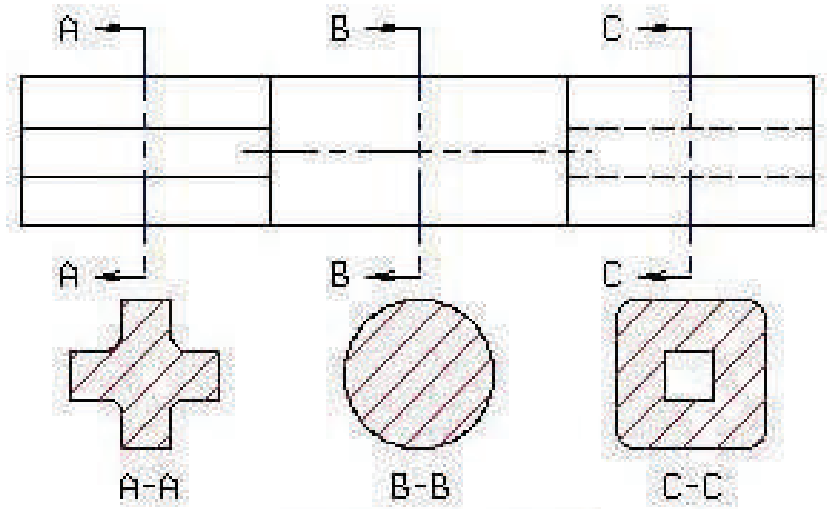
في هذا النوع من القطاعات يكتفي برسم نصف الجزء المتماثل على جانبي خط المحور، بسبب التماثل، وتوفيرًا للوقت، انظر الشكل (3-19).



الشكل (3-19): القطاع في حالة التماثل التام.

9 - القطاعات المتعاقبة الأنواع

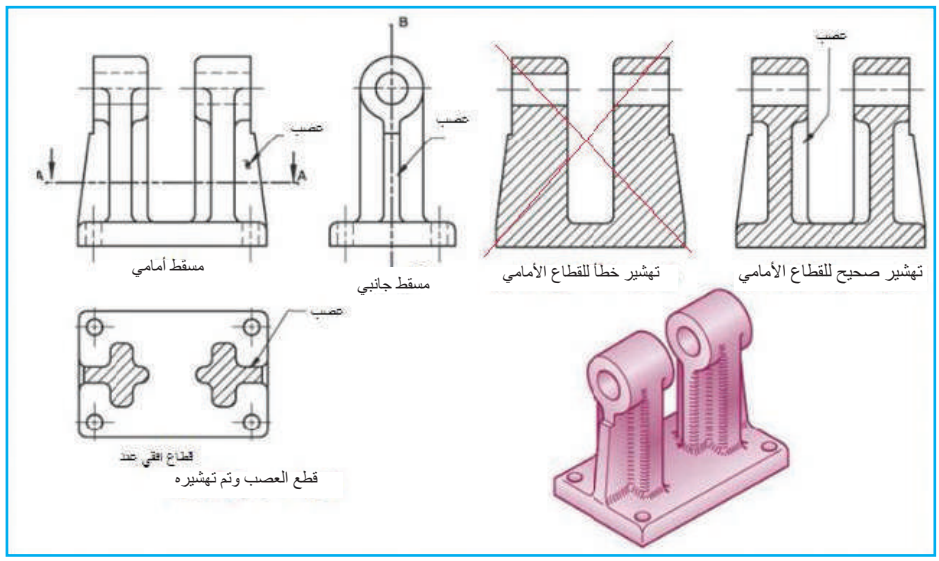
تُستخدَم هذه الأنواع من القطاعات في حالة الأعمدة ذات المقاطع المُتعّددة؛ لبيان شكل كل مقطع من جسم العمود، ويُرسَم المقطع أسفل خط القطع، ويشار إليه برمز خط القطع، مثل (A - A)، في الشكل (3-20).



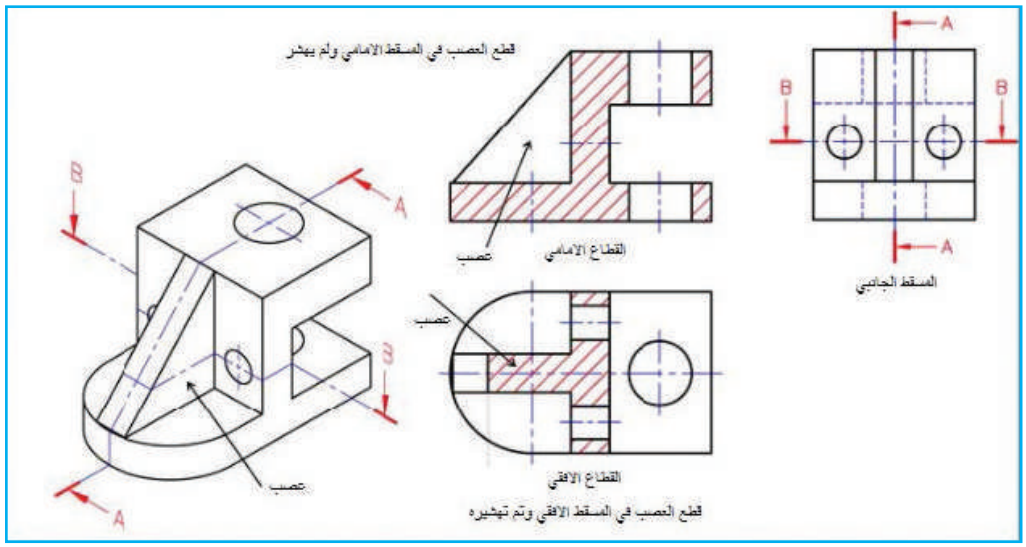
الشكل (3-20): القطاعات المتعاقبة.

10 - القطاع في الأعصاب

لهذا النوع قوانين خاصة مُتَّفق عليها دوليًّا تتضمّن عدم تهشير العصب إذا قُطِع بمستوى قطع يوازي سطحه، كما في الشكل (3-21)؛ إذ قُطِع المسقط الأمامي بمستوى قطع (B-B). ويُهشَّر القطاع في العصب إذا قُطِع المسقط بمستوى قطع عمودي على سطحه، كما في الشكل؛ إذ قُطِع المسقط الأفقي بمستوى قطع عمودي عليه (A - A).



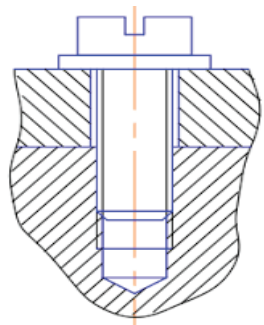
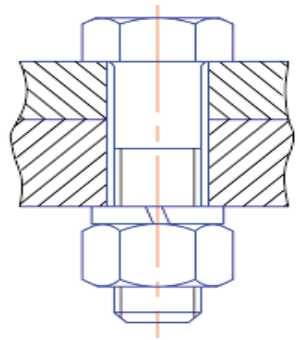
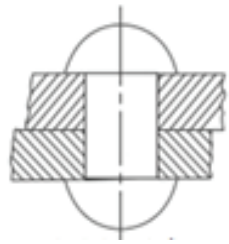
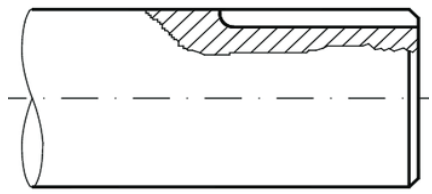
الشكل (3-21): الطريقة الصحيحة لرسم القطاع في الأعصاب.

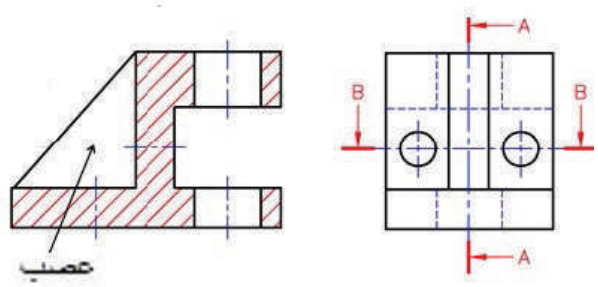
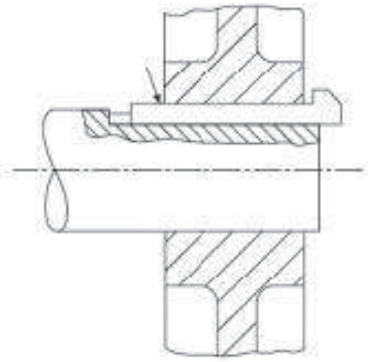
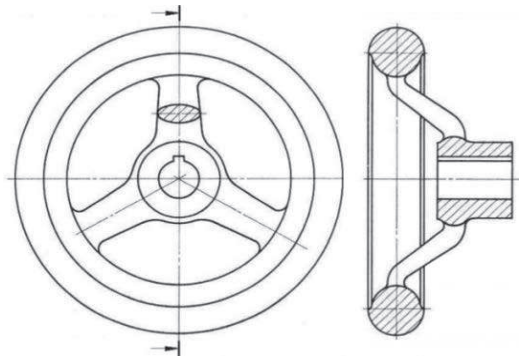
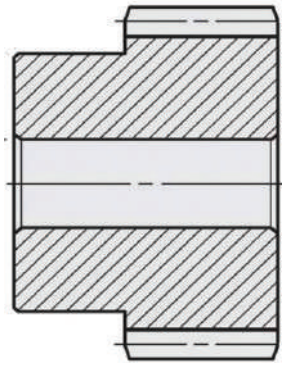


الشكل (3-22): القطاع في الأعصاب، المسقط الأمامي والمسقط الأفقي.

خامسًا: الأجزاء الميكانيكية التي تُقطَع ولا تُهشَّر في القطاعات

اتُّفِق دوليًّا على عدم قطع بعض الأجزاء الميكانيكية وعدم تهشيرها، إذا قُطِعت بمستوى قطع يوازي محورها، في حين تُقطَع مساقطها، وتهُشَّر إذا قُطِعت بمستويات عمودية على محورها، مثل: البراغي ما لم تكن البراغي مثقوبة، والأعمدة المصمتة (يمكن عمل قطاعات جزئية فقط في الأعمدة)، ومسامير التباشيم، ومسامير التثبيت، والخوابير، والأعصاب، والأوتاد، وأيدي الطارات، انظر الجدول الآتي.

1	البراغي، ما لم تكن مثقوبة (مجوفة).	
2	الصواميل.	
3	مسامير التباشيم.	
4	الأعمدة المصمتة.	

5	لا تهشر الأعصاب إذا قُطعت بمستوى قطع يوازي العصب، وتُهشَّر إذا قُطعت بمستوى قطع يكون عموديًّا على العصب.	
6	الأسافين بأنواعها.	
7	أيادي الطارات (أذرع البكرات).	
8	أسنان التروس.	

سادسًا: تطبيقات على القطاعات

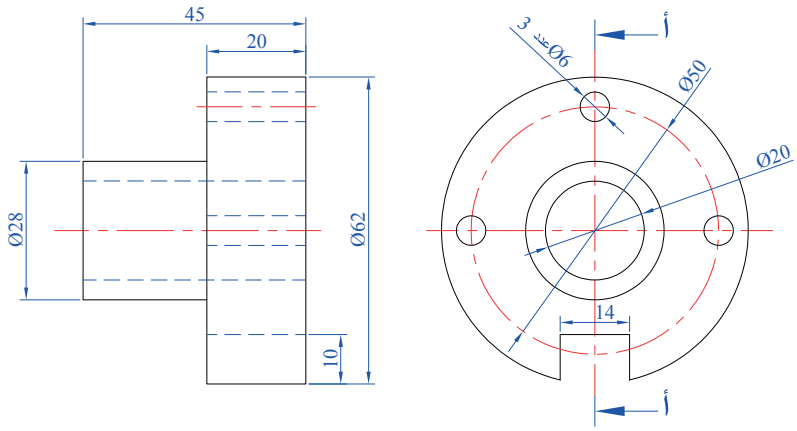
مثال

يُبيّن الشكل (3-23) المسقط الأمامي والمسقط الجانبي لقطعة ميكانيكية جاسئة.

ارسم باستعمال مقياس الرسم (1:1) ما يأتي:

1 – المسقط الأمامي.

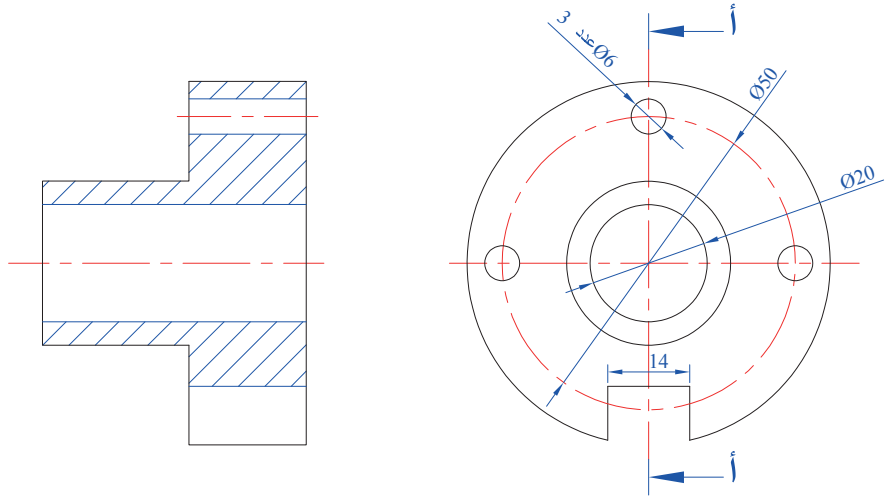
2 – القطاع الجانبي عند (أ – أ).



المسقط الجانبي المسقط الأمامي

الشكل (3-23).

الحل



القطاع الجانبي (أ-أ) المسقط الأمامي

الشكل (3-24).

مثال

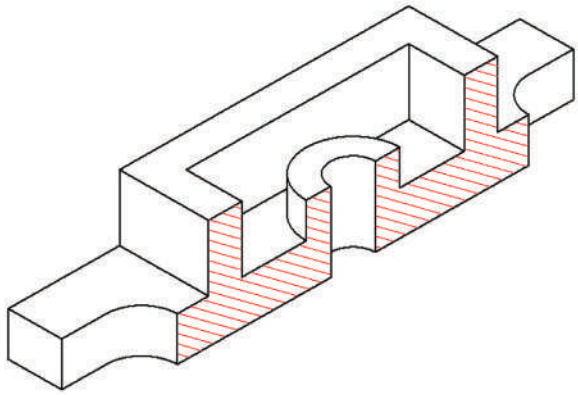
يُبيّن الشكل (3-25) المسقط الأمامي والمسقط الأفقي لقاعدة عمود.

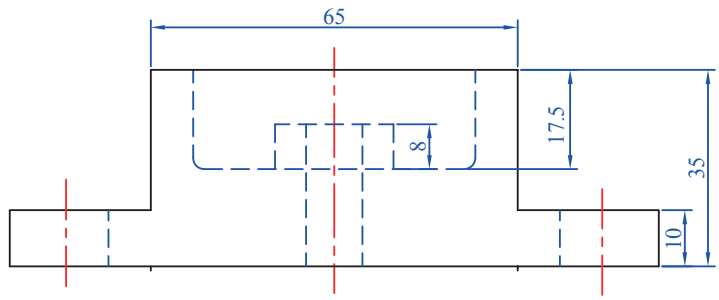
المطلــوب: ارســمُ باستعمال مقياس رســم (1 : 1) ما يأتي:

1 – القطاع الأمامي عند (أ – أ).

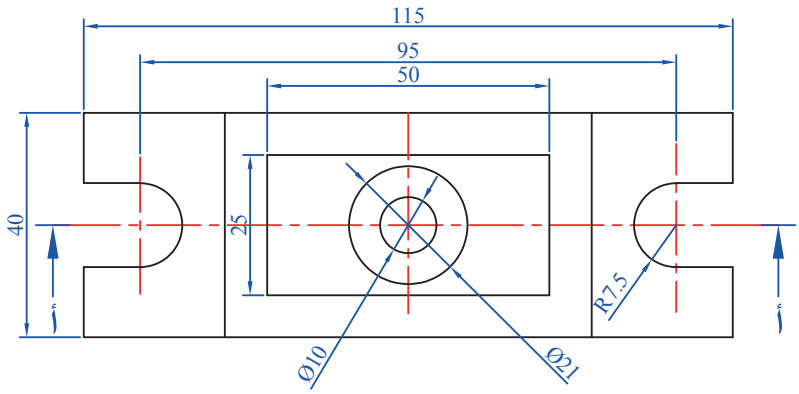
2 – المسقط الأفقي.

3 – المسقط الجانبي.





المسقط الأمامي

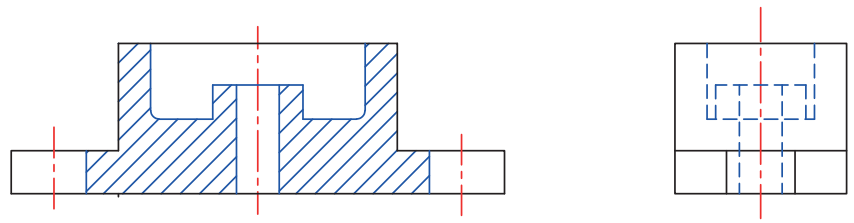


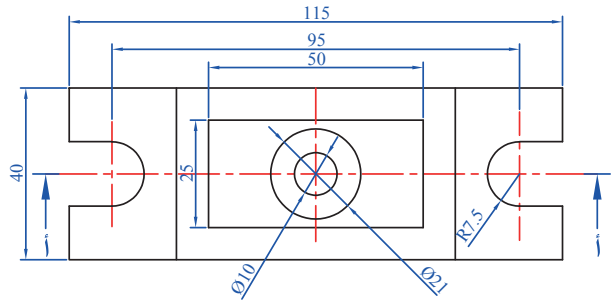
المسقط الأفقي

الشكل (3-25).

الحل

ارسم المسقط الأمامي والمسقط الأفقي، ثم استنتج المسقط الجانبي، ثم اقطع المسقط الأمامي، واهشّر الجزء المقطوع من المعدن بحسب خط القطع المُبيَّن على الشكل (3-26)، مُلاحِظًا أن الثقوب والفراغات لا تُهشَّر.





الشكل (3-26)

مثال

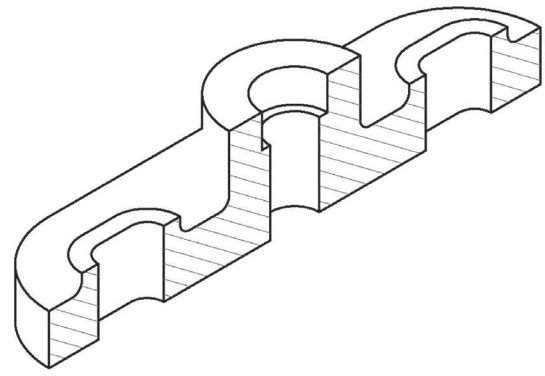
يُبيّن الشكل (3-27) مساقط قاعدة عمود.

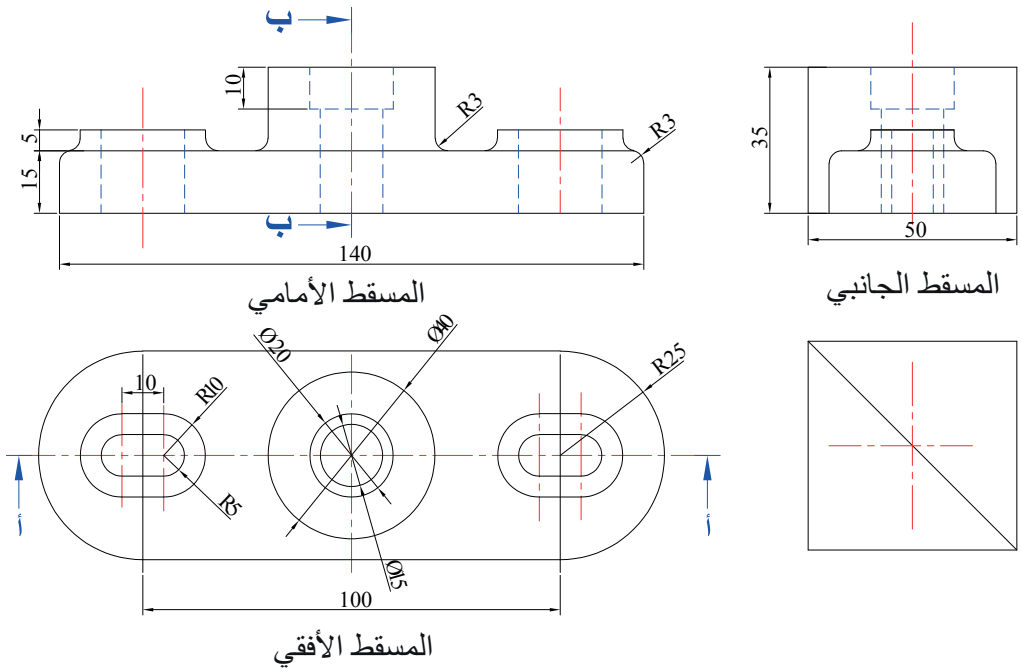
المطلوب: أرسم باستعمال مقياس رسم (1 : 1) ما يأتي:

1 – القطاع الأمامي عند (أ – أ).

2 – المسقط الأفقي.

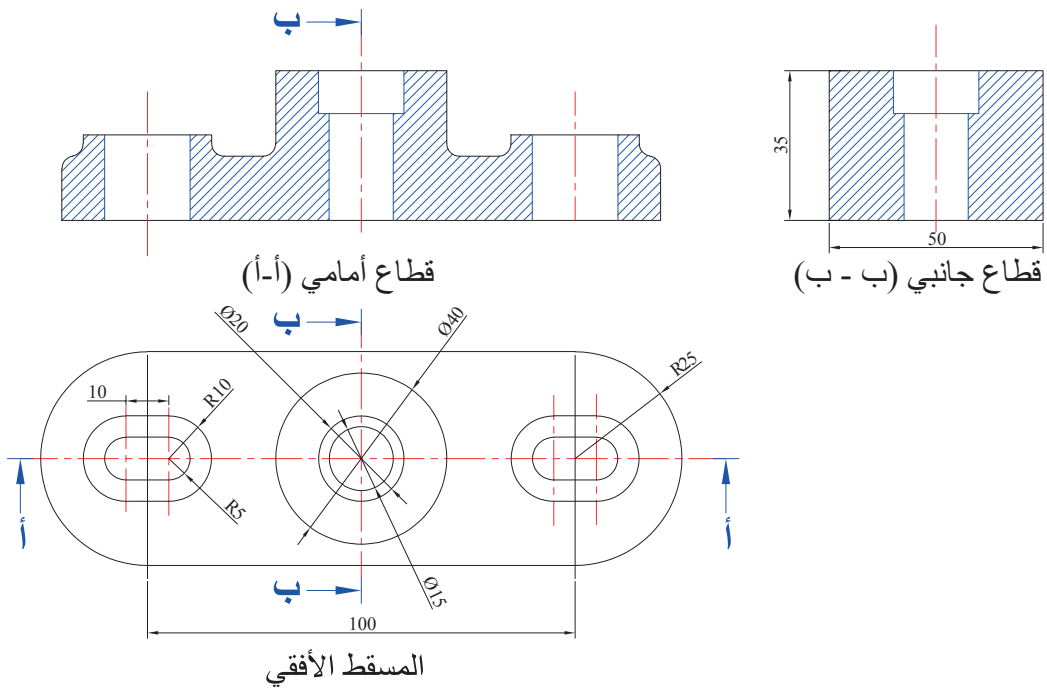
3 – القطاع الجانبي. (ب - ب)





الشكل (3-27).

الحل



الشكل (3-28).

مثال

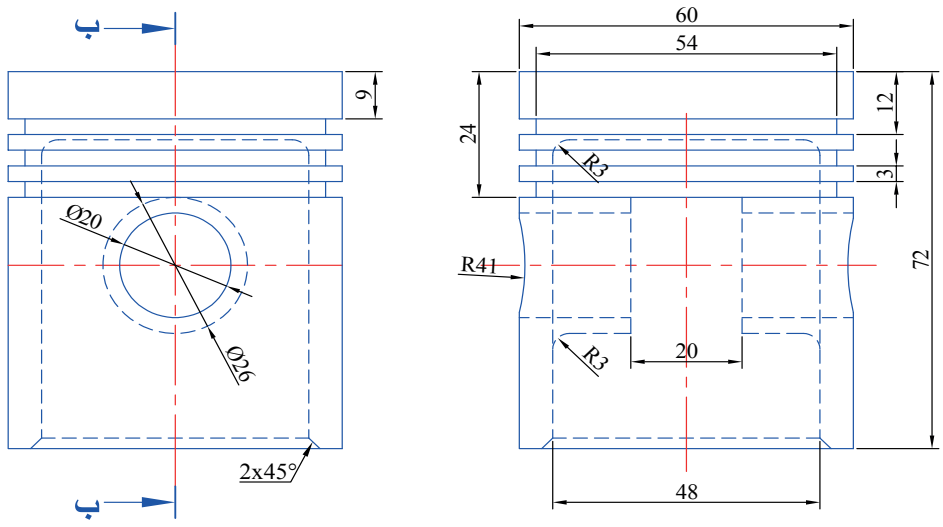
يُبيّن الشكل (3-29) المسقط الأمامي والمسقط الجانبي لمكبس محرك احتراق داخلي.

المطلوب:

ارسم باستعمال مقياس رسم (1 : 1) ما يأتي:

1 – المسقط الأمامي.

2– القطاع الجانبي (ب – ب).

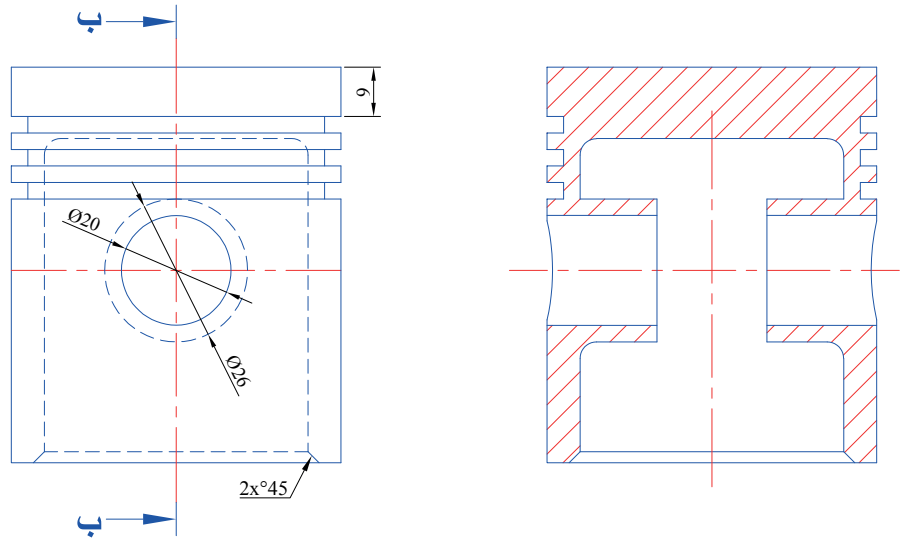


مسقط أمامي

مسقط جانبي

الشكل (3-29).

الحل



مسقط أمامي

قطاع جانبي ب-ب

الشكل (3-30).

نشاط

يُبَيِّن الشكل (3-31) المسقط الأمامي والمسقط الجانبي لغطاء صمام.

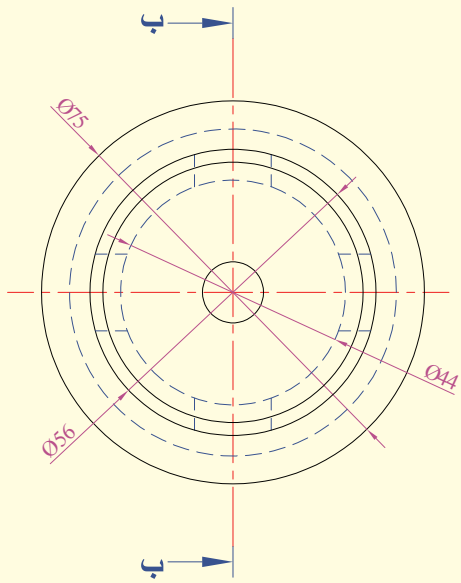
المطلوب:

أرسم باستعمال مقياس رسم (1 : 1) ما يأتي:

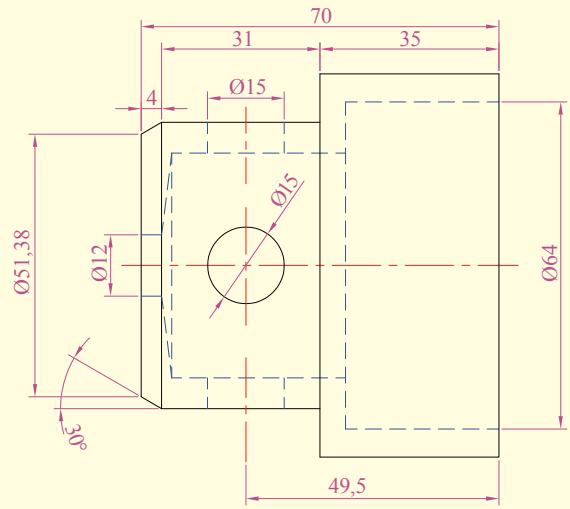
1 - المسقط الأمامي.

2 - القطاع الجانبي (ب – ب).

3 - المسقط الأفقي.



المسقط الأمامي

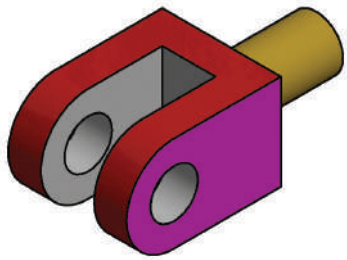


المسقط الجانبي

الشكل (3-31).

مثال

يُبَيِّن الشكل (3-32) المساقط الثلاثة لشوكة معدنية.



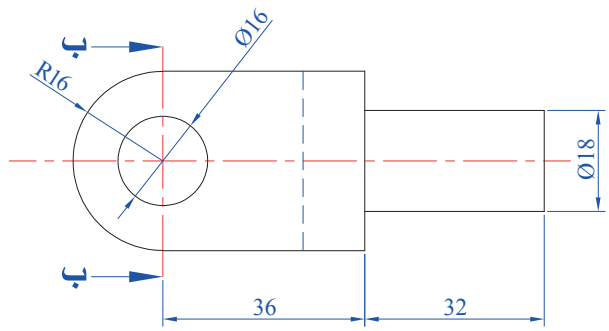
المطلوب:

ارسم باستعمال مقياس الرسم (1 : 1) مايأتي:

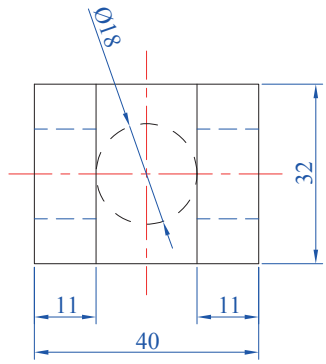
1 - المسقط الأمامي.

2 - القطاع الجانبي (ب – ب).

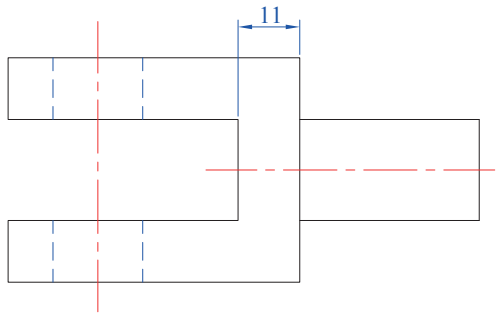
3 - المسقط الأفقي.



المسقط الأمامي



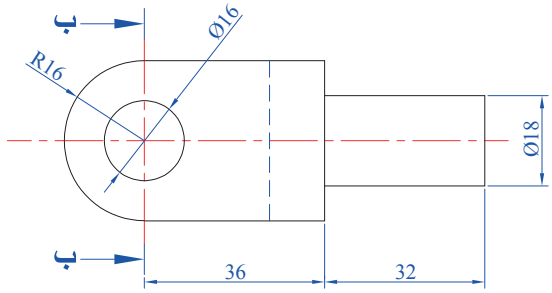
المسقط الجانبي



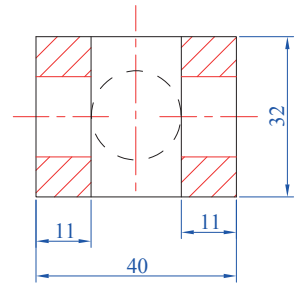
المسقط الأفقي

الشكل (3-32).

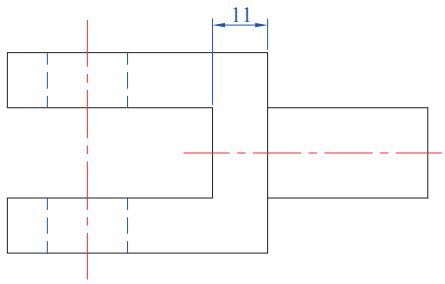
الحل



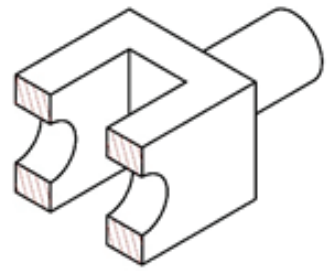
المسقط الأمامي



قطاع جانبي ب-ب



المسقط الأفقي



الشكل (3-33).

مثال

يُبيّن الشكل (3-34) المسقط الأمامي والمسقط الجانبي لفلنجة معدنية.

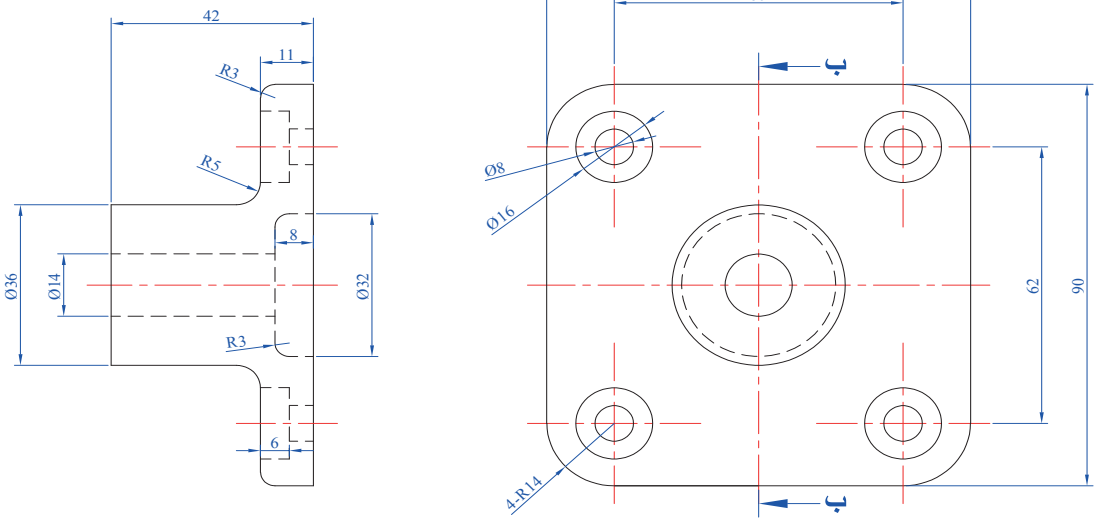
المطلوب:

ارسم باستعمال مقياس الرسم (1 : 1) ما يأتي:

1 - القطاع الأمامي (ب – ب).

2 - المسقط الجانبي.

3 - المسقط الأفقي.

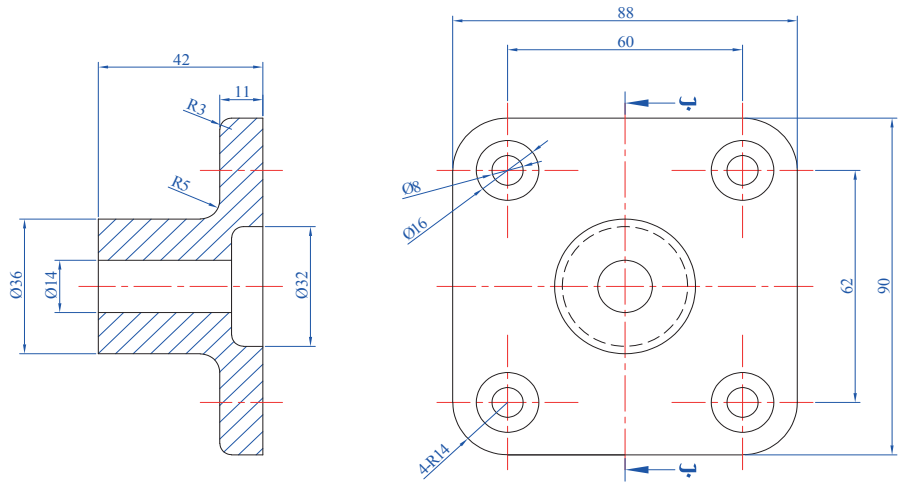


مسقط جانبي

مسقط أمامي

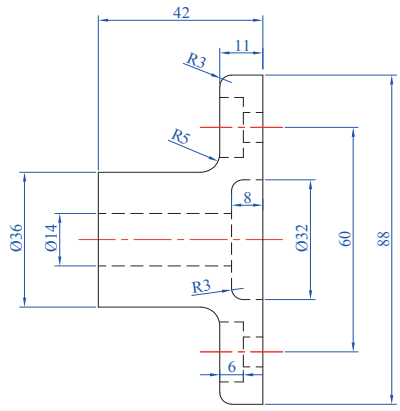
الشكل (3-34).

الحل



مسقط جانبي

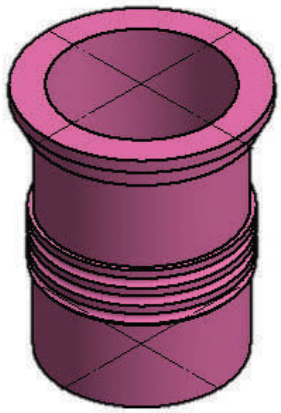
قطاع أمامي (ب-ب)



مسقط أفقي

الشكل (3-35).

مثال



يُبيّن الشكل (3-36) المسقط الأمامي والمسقط الأفقي لجلبة معدنية.

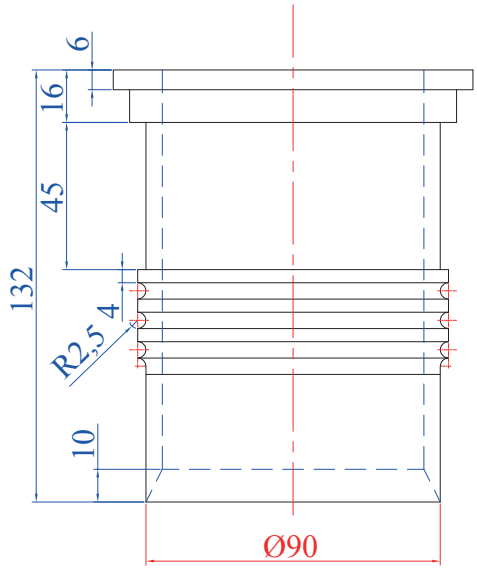
المطلوب:

ارسم باستعمال مقياس الرسم (1 : 1) ما يأتي:

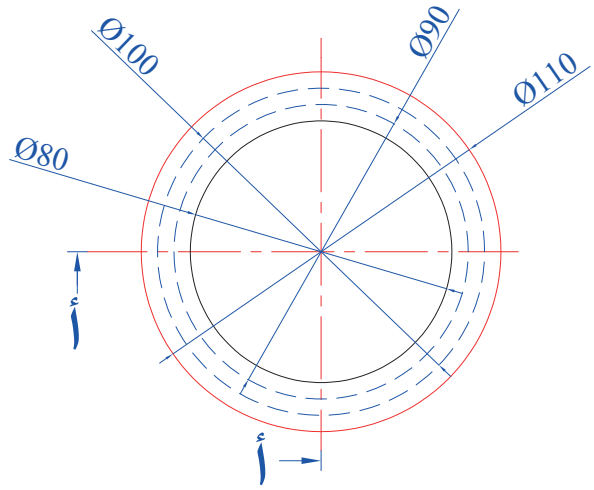
1 - المسقط الأمامي.

2 - نصف قطاع جانبي (أ - أ).

3 - المسقط الأفقي.



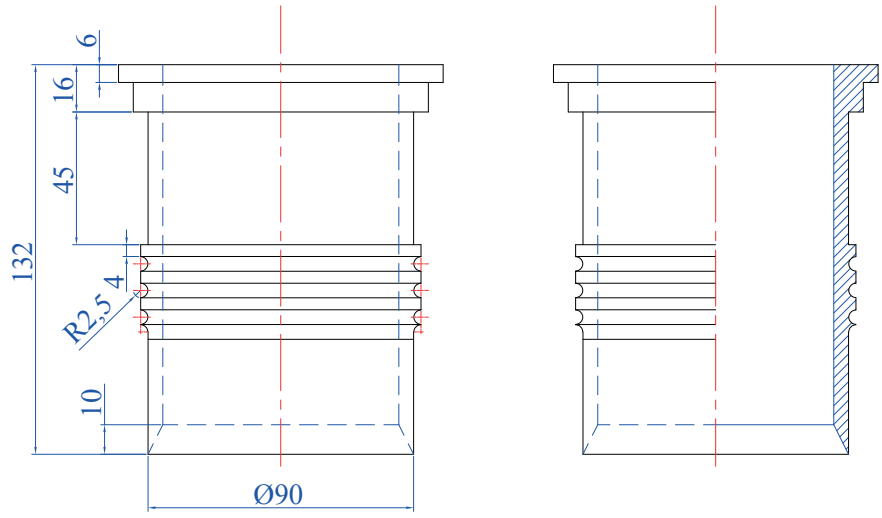
مسقط أمامي



مسقط أفقي

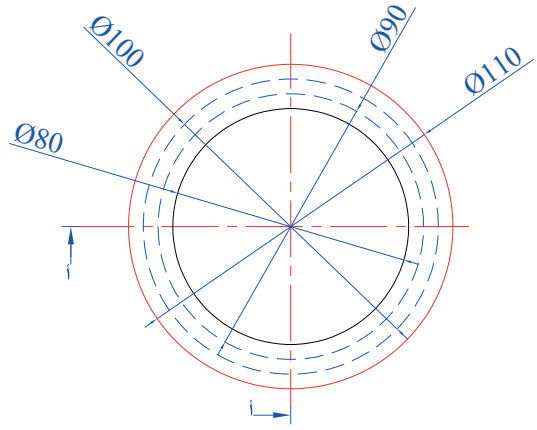
الشكل (3-36).

الحل



نصف قطاع جانبي أ-أ

مسقط أمامي



مسقط أفقي

الشكل (3-37).

الإثراء والتوسع

مستعينًا ببرنامج الرسم بالحاسوب (AutoCAD)، ارسم الشكل (3-26) والشكل (3-28)، ثم اعرضها أمام زملائك.

تمرين

يُبيّن الشكل (3-38) المسقط الأمامي والمسقط الجانبي لحامل عمود.

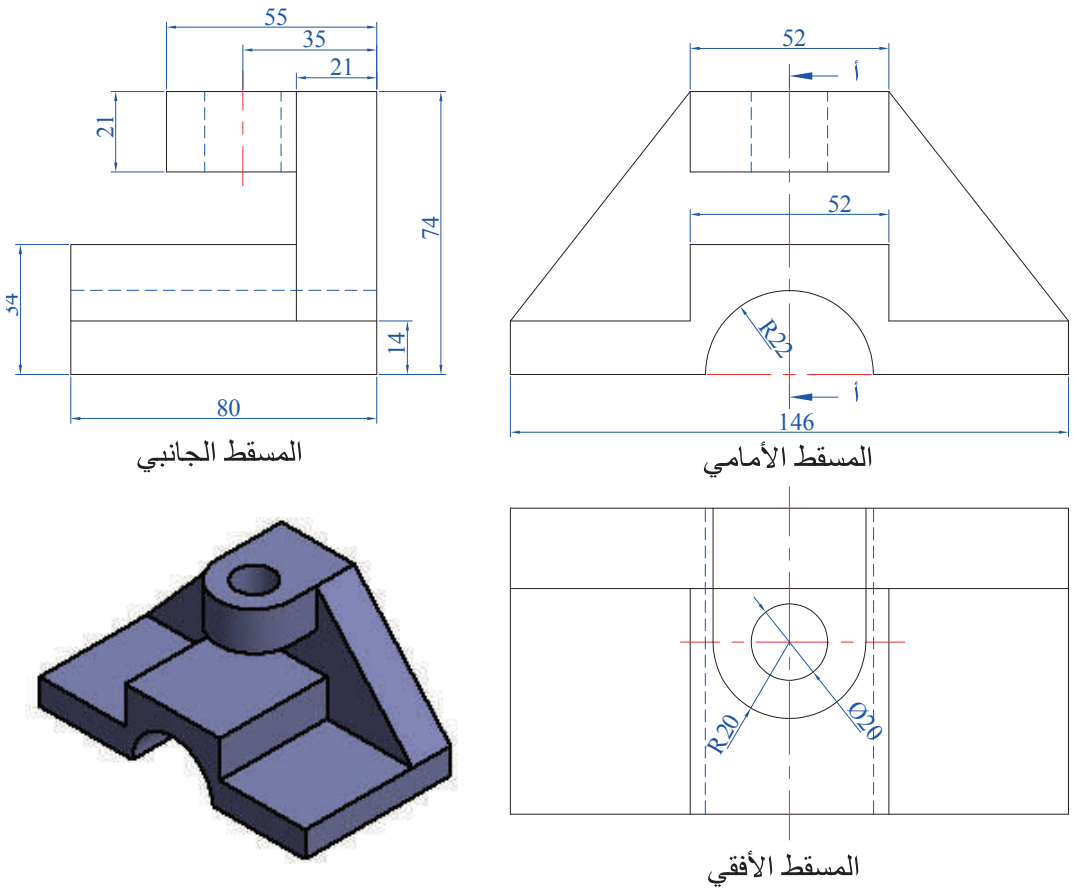
المطلوب:

ارسم باستعمال مقياس الرسم (1 : 1) ما يأتي:

1 - القطاع الأمامي (أ – أ).

2 - المسقط الجانبي.

3 - المسقط الأفقي.



المسقط الجانبي

المسقط الأمامي

المسقط الأفقي

الشكل (3-38).

تمرين

يُبيّن الشكل (3-39) المساقط الثلاثة لكرسي محور دوران.

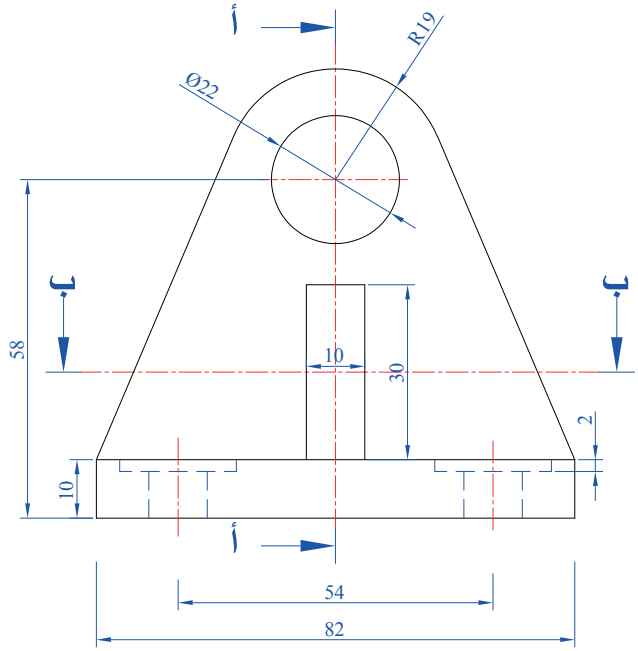
المطلوب:

ارسم باستعمال مقياس الرسم المناسب ما يأتي:

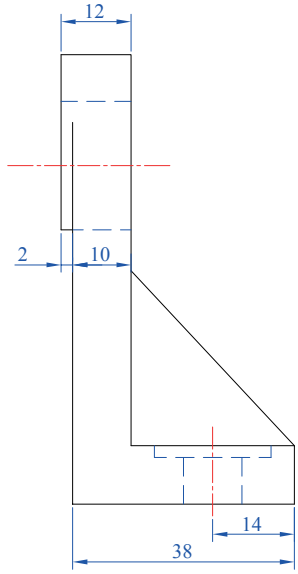
1 - المسقط الأمامي.

2 - القطاع الجانبي (أ – أ).

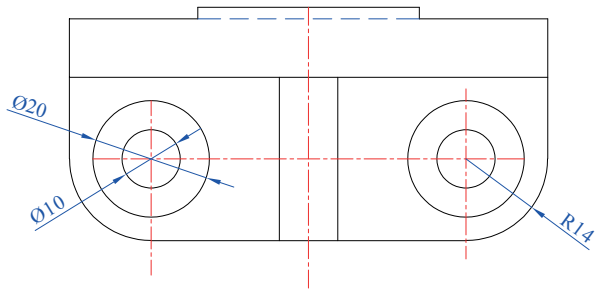
3 - القطاع الأفقي (ب – ب).



المسقط الأمامي



المسقط الجانبي



المسقط الأفقي

الشكل (3-39).

تمرين

يُبيّن الشكل (3-40) المساقط الثلاثة لكرسي محور دوران.

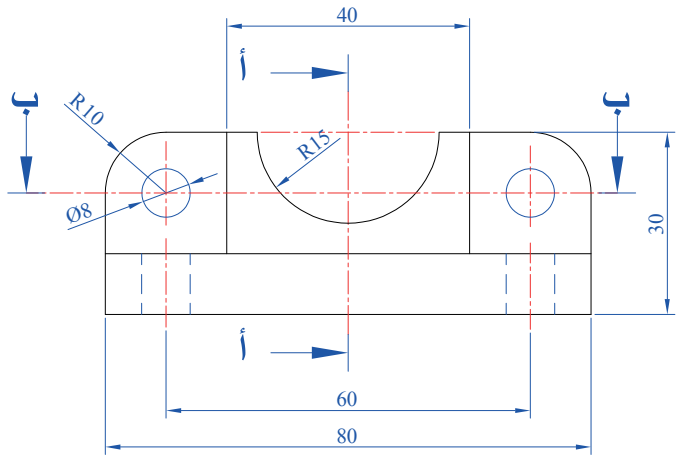
المطلوب:

ارسم باستعمال مقياس رسم المناسب ما يأتي:

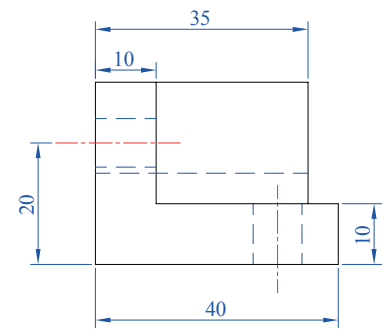
1 - المسقط الأمامي.

2 - القطاع الجانبي (أ – أ).

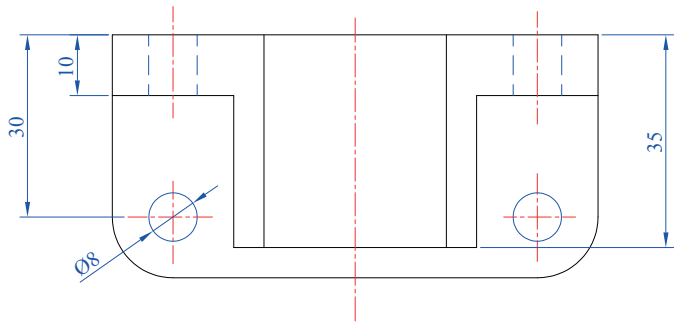
3 - القطاع الأفقي (ب – ب).



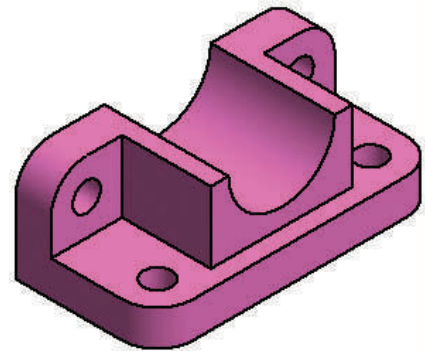
المسقط الأمامي



المسقط الجانبي



المسقط الأفقي



الشكل (3-40).

تمرين

يُبيِّن الشكل (3-41) المساقط الثلاثة لكرسي محور دوران.

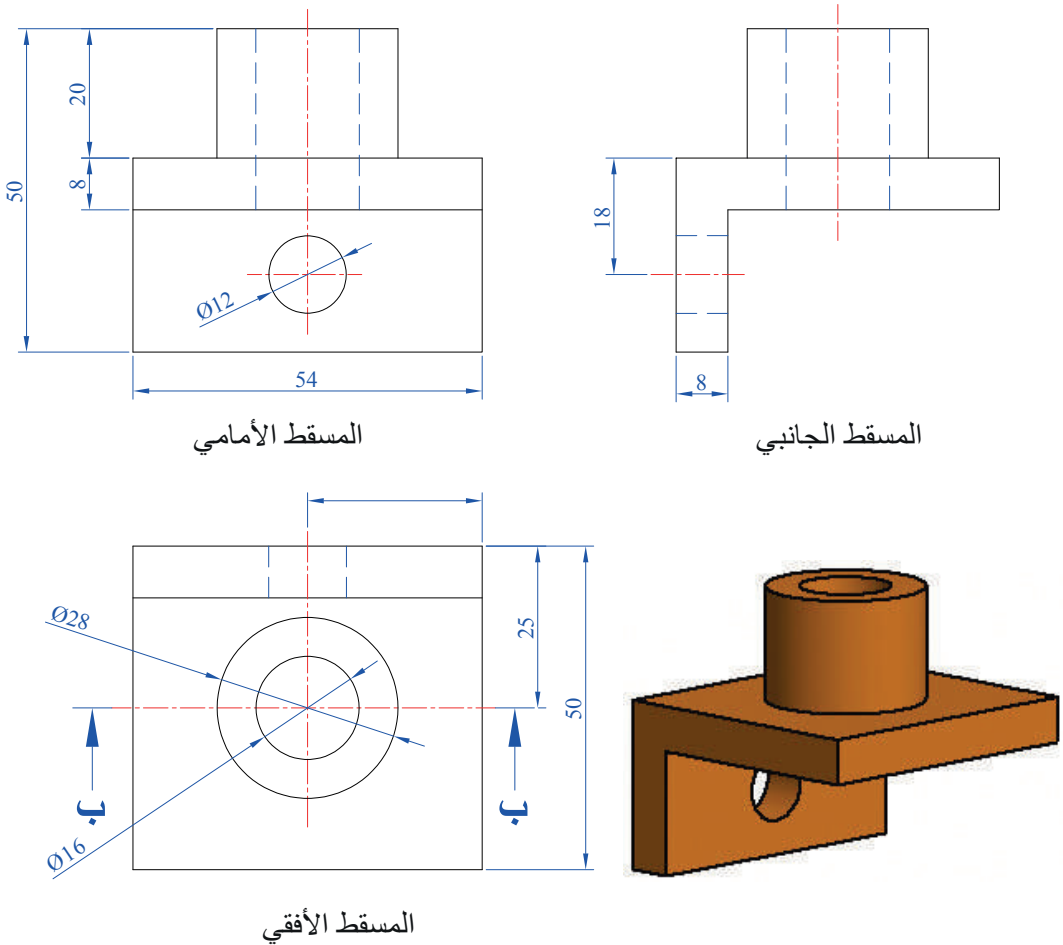
المطلوب:

ارسم باستعمال مقياس رسم مناسب ما يأتي:

1 - القطاع الأمامي (ب – ب).

2 - المسقط الجانبي.

3 - المسقط الأفقي.



المسقط الأمامي

المسقط الجانبي

المسقط الأفقي

الشكل (3-41).

أسئلة الوحدة

1 - يُبيّن الشكل (3-42) المسقط الأمامي والمسقط الجانبي لجلبة نحاسية.

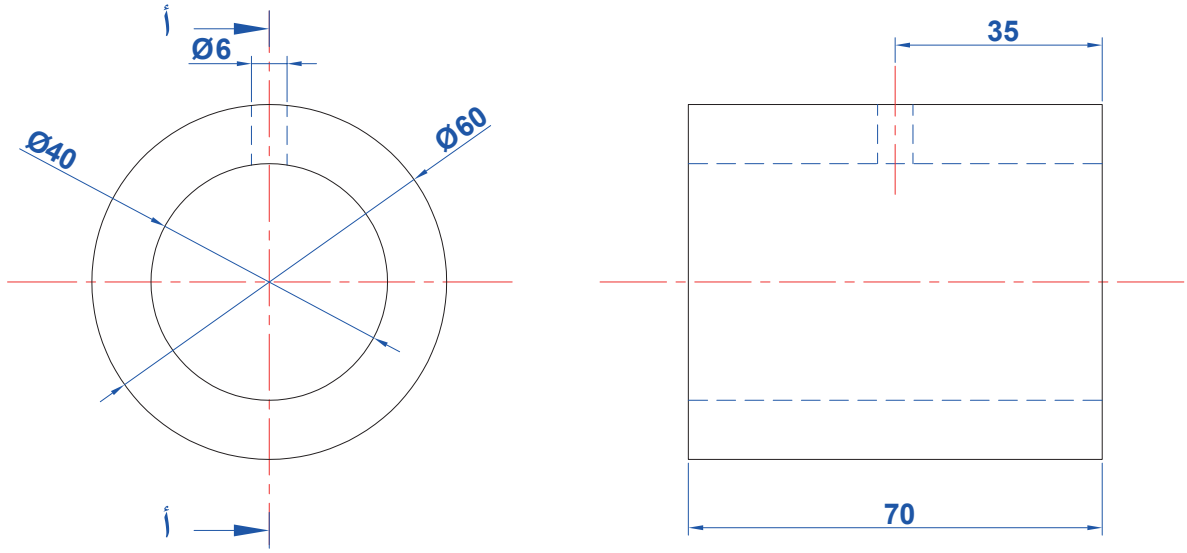
المطلوب:

ارسم باستعمال مقياس الرسم (1 : 1) ما يأتي:

أ- قطاع الأمامي (أ - أ).

ب- المسقط الجانبي.

جـ- المسقط الأفقي.



المسقط الجانبي　　المسقط الأمامي

الشكل (3-42).

2 - يُبيّن الشكل (3-43) المسقط الأمامي والمسقط الجانبي لحامل معدني.

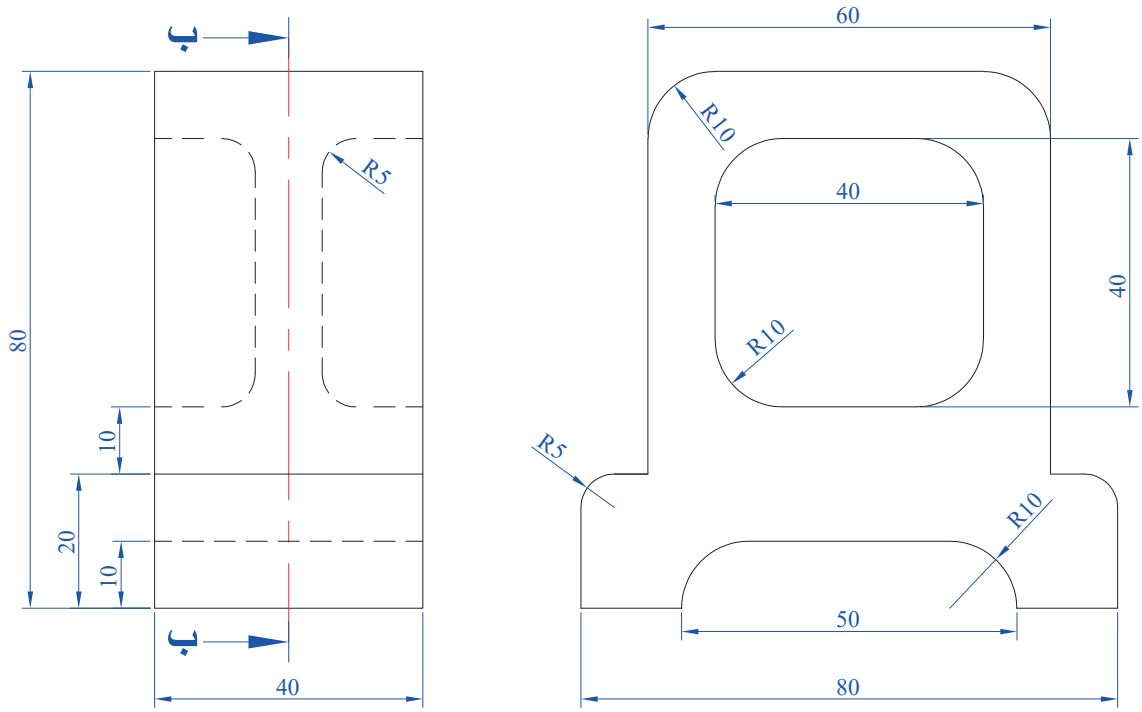
المطلوب:

ارسم باستعمال مقياس الرسم (1 : 1) ما يأتي.

أ- القطاع الجانبي (ب – ب).

ب- المسقط الأمامي.

جـ- المسقط الأفقي .



مسقط أمامي

مسقط جانبي

الشكل (3-43).

3 - يُبيّن الشكل (3-44) القطاع الأمامي والمسقط الأفقي لحامل عمود.

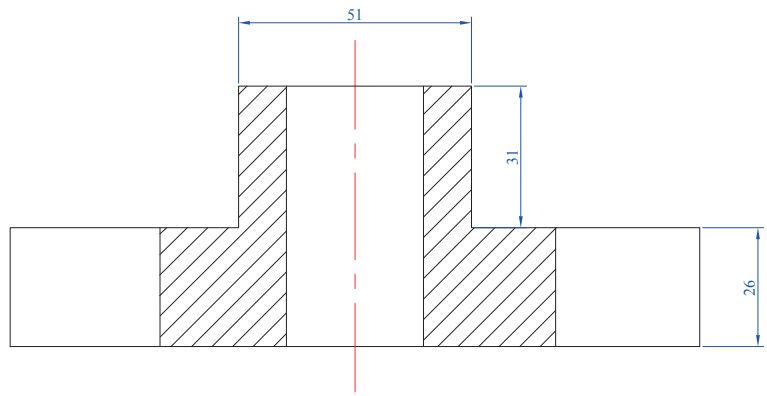
المطلوب:

ارسم باستعمال مقياس الرسم (1 : 1) ما يأتي:

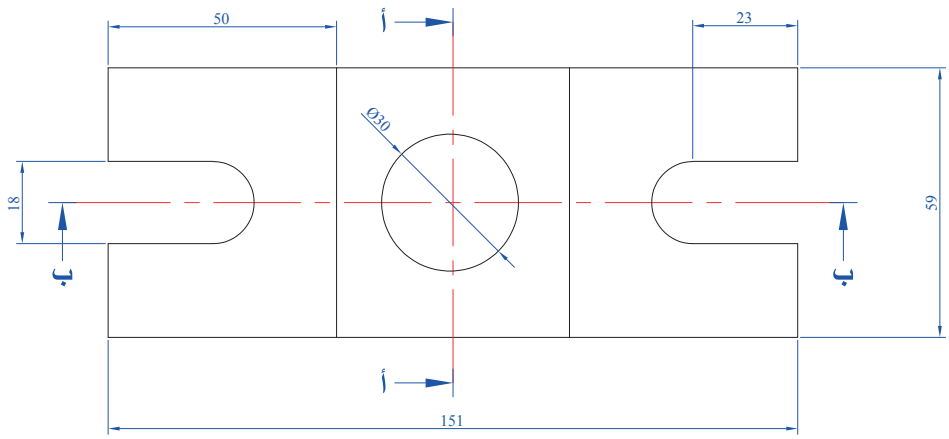
أ- القطاع الجانبي (أ – أ).

ب- القطاع الأمامي (ب – ب).

جـ- المسقط الأفقي .



قطاع أمامي



مسقط أفقي

الشكل (3-44).

4 - يُبيّن الشكل (3-45) المسقط الأمامي والمسقط الجانبي لقطعة ميكانيكية.

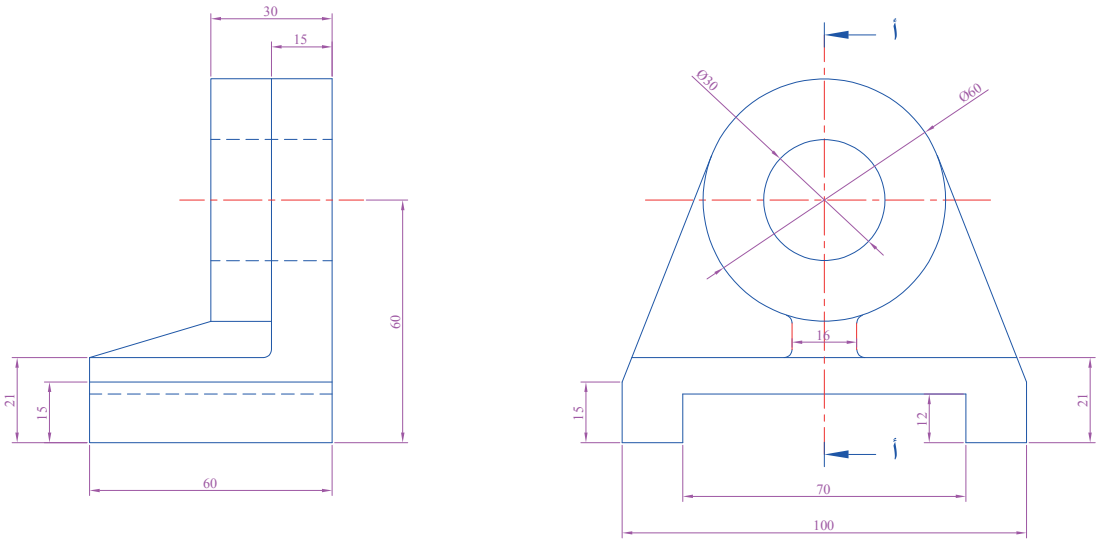
المطلوب:

ارسم باستعمال مقياس الرسم (1 : 1) ما يأتي:

أ- المسقط الأمامي.

ب- القطاع الجانبي (أ – أ).

جـ- المسقط الأفقي .



المسقط الجانبي

المسقط الأمامي

الشكل (3-45).

5 - يُبيّن الشكل (3-46) المسقط الأمامي والمسقط الجانبي لبكرة سير مبسط.

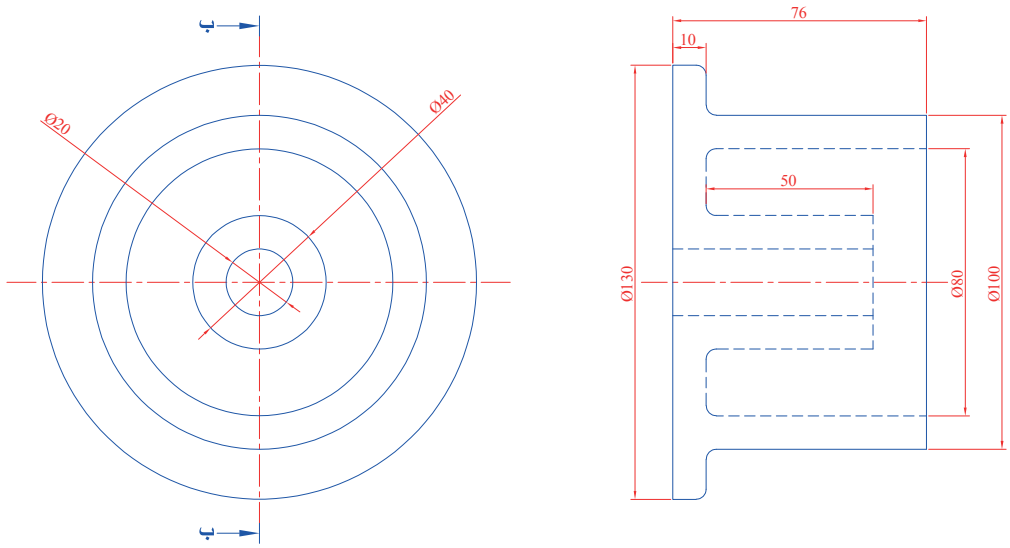
المطلوب:

ارسم باستعمال مقياس الرسم (1 : 1) ما يأتي:

أ- القطاع الامامي (ب – ب).

ب- المسقط الجانبي.

جـ-المسقط الأفقي .



المسقط الجانبي المسقط الأمامي

الشكل (3-46).

6 - يُبيّن الشكل (3-47) المسقط الأمامي والمسقط الأفقي لقطعة ميكانيكية.

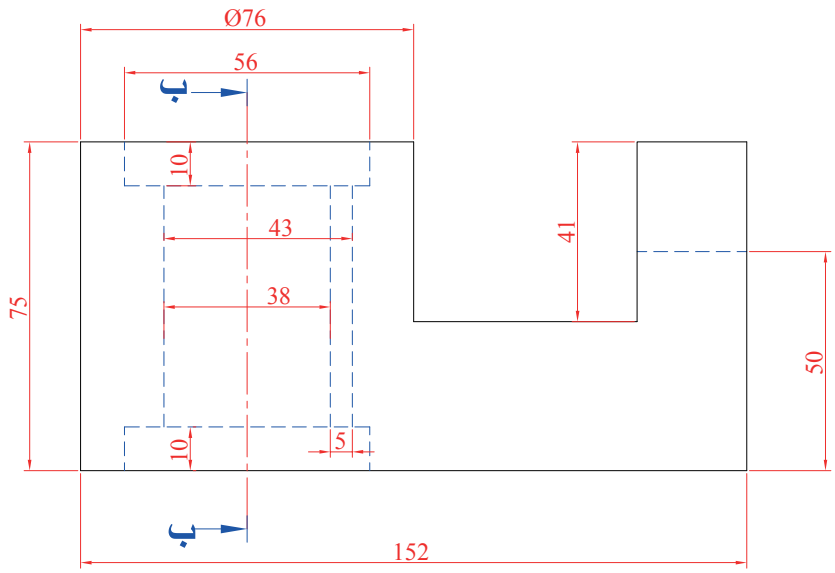
المطلوب:

ارسم باستعمال مقياس الرسم (1 : 1) ما يأتي:

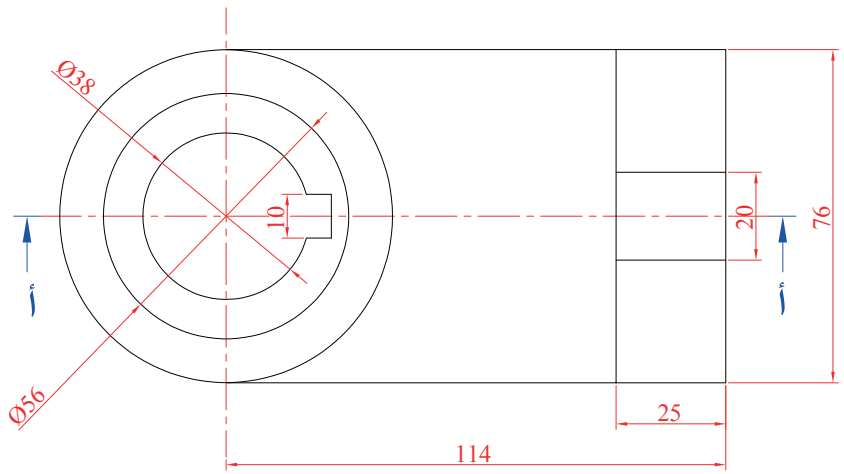
أ- قطاع الأمامي (أ – أ).

ب- قطاع الجانبي (ب – ب).

جـ- المسقط الأفقي



المسقط الأمامي



المسقط الأفقي

الشكل (3-47).

7 - يُبيّن الشكل (3-48) المسقط الأمامي والمسقط الجانبي لقطعة ميكانيكية.

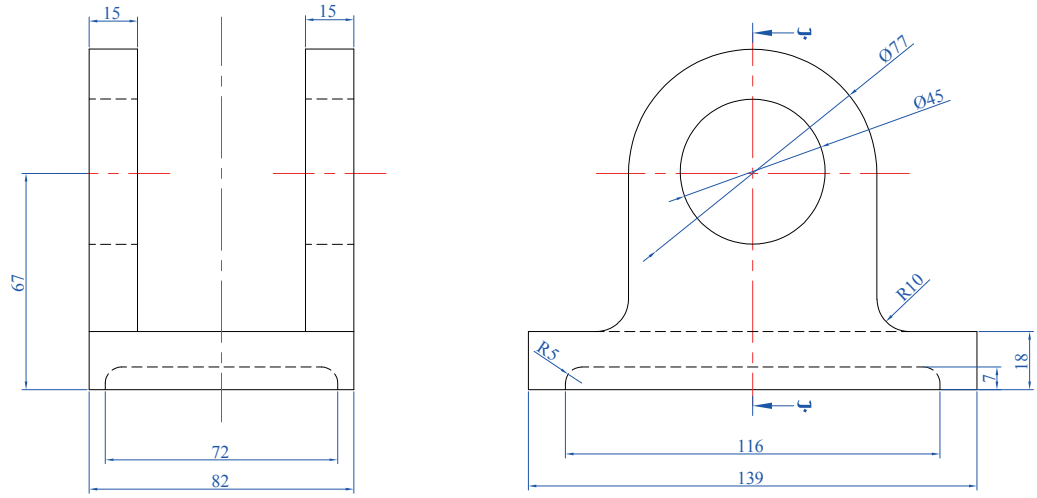
المطلوب:

ارسم باستعمال مقياس الرسم (1 : 1) ما يأتي:

أ- القطاع الأمامي (ب – ب).

ب- المسقط الجانبي.

جـ- المسقط الأفقي.



مسقط أمامي مسقط جانبي

الشكل (3-48).

8 - يُبيّن الشكل (3-49) المسقط الأمامي والمسقط الجانبي لقطعة ميكانيكية.

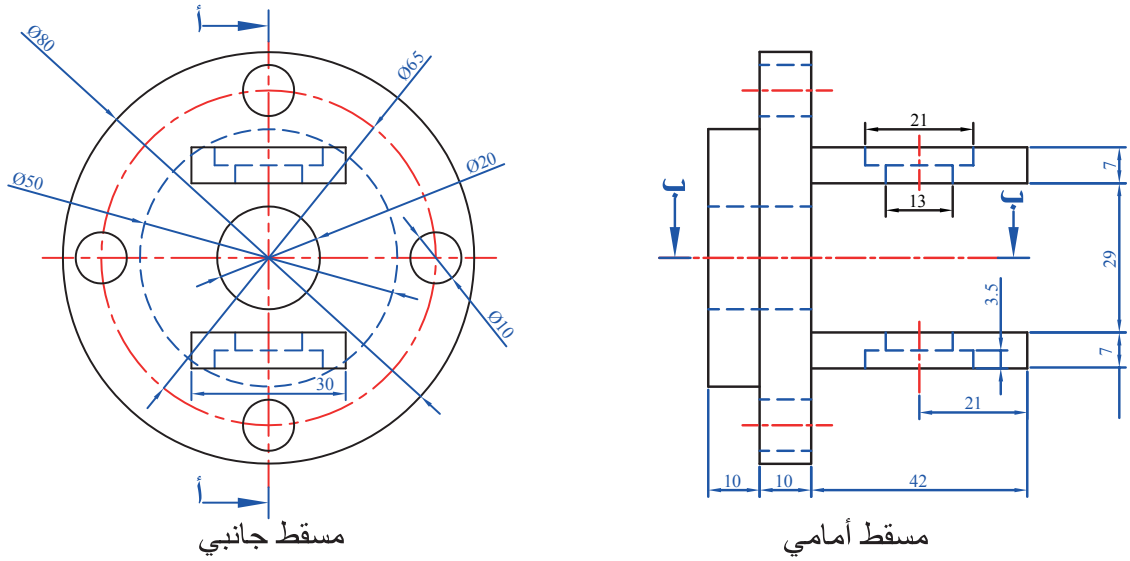
المطلوب:

ارسم باستعمال مقياس الرسم (1 : 1) ما يأتي:

أ- القطاع الأمامي (أ – أ).

ب- قطاع أفقي (ب – ب).

جـ- المسقط الجانبي.



الشكل (3-49).

9 - يُبيّن الشكل (3-50) المسقط الأمامي والمسقط الجانبي لقطعة ميكانيكية.

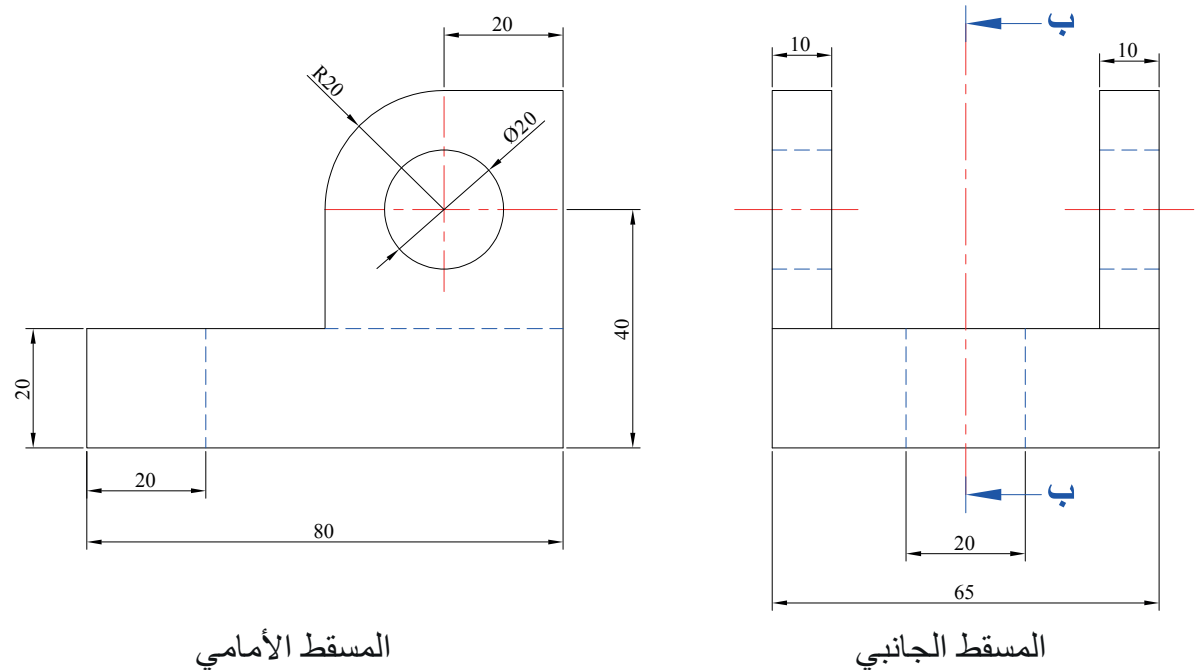
المطلوب:

ارسم باستعمال مقياس الرسم (1 : 1) ما يأتي:

أ- القطاع الأمامي (ب - ب).

ب- المسقط الجانبي.

جـ- المسقط الأفقي.



المسقط الأمامي

المسقط الجانبي

الشكل (3-50).

10 - يُبيّن الشكل (3-51) المسقط الأمامي والمسقط الأفقي لفلنجة جاسئة معدنية.

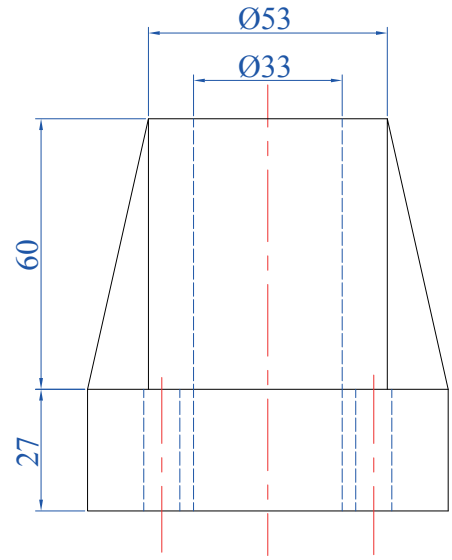
المطلوب:

ارسم باستعمال مقياس الرسم (1 - 1) ما يأتي:

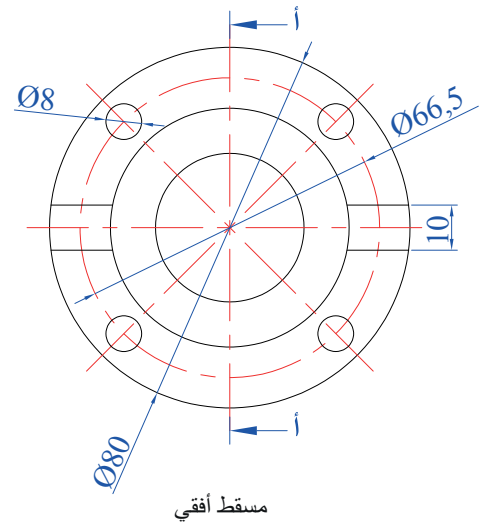
أ- المسقط الأمامي.

ب- القطاع الجانبي (أ – أ).

جـ- المسقط الأفقي.



مسقط أمامي



مسقط أفقي

الشكل (3-51).

11 - يُبيّن الشكل (3-52) المساقط الثلاثة لحامل عمود.

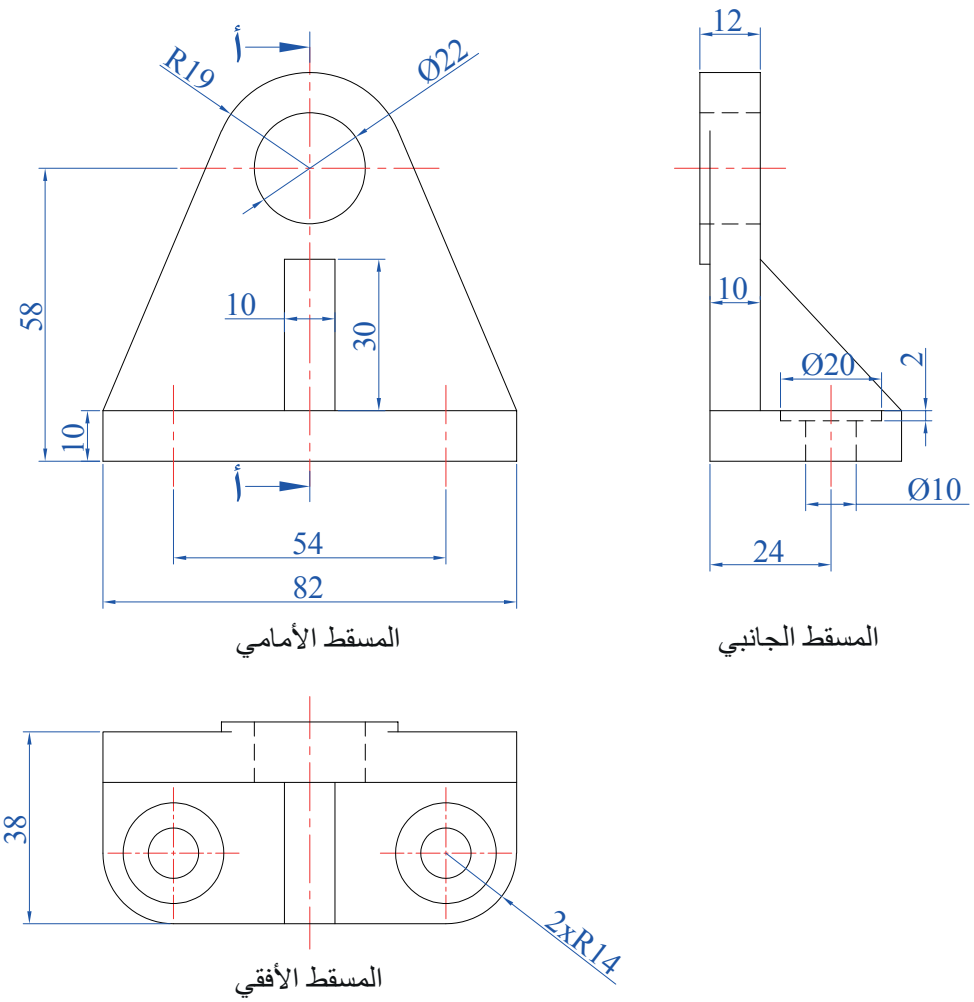
المطلوب:

ارسم باستعمال مقياس رسم (1 : 1) ما يأتي:

أ- المسقط الأمامي.

ب- قطاع الجانبي (أ – أ).

جـ- المسقط الأفقي.



الشكل (3-52).

12 - يُبيّن الشكل (3-53) نصف قطاع جانبي والمسقط الأمامي لمكبس محرك احتراق داخلي.

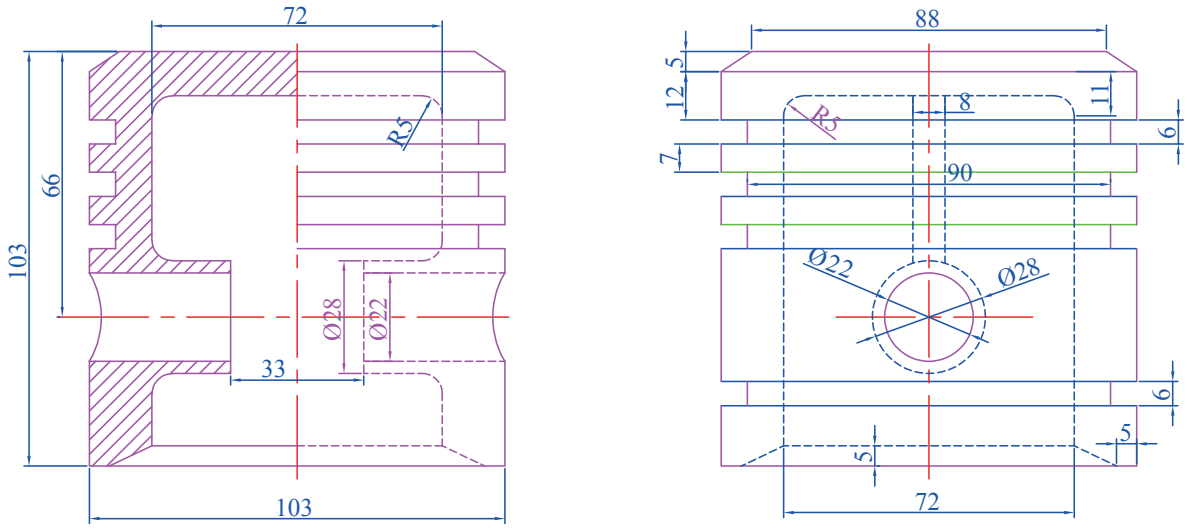
المطلوب:

ارسم باستعمال مقياس الرسم (1 : 1) ما يأتي:

أ – القطاع الأمامي الكامل عند محور التماثل.

ب– القطاع الجانبي الكامل عند محور التماثل.

جـ– المسقط الأفقي.



نصف قطاع جانبي

مسقط أمامي

الشكل (3-53).

13 - يُبيّن الشكل (3-54) القطاع الأمامي (أ - أ) والمسقط الجانبي لفلنجة عمود دوران.

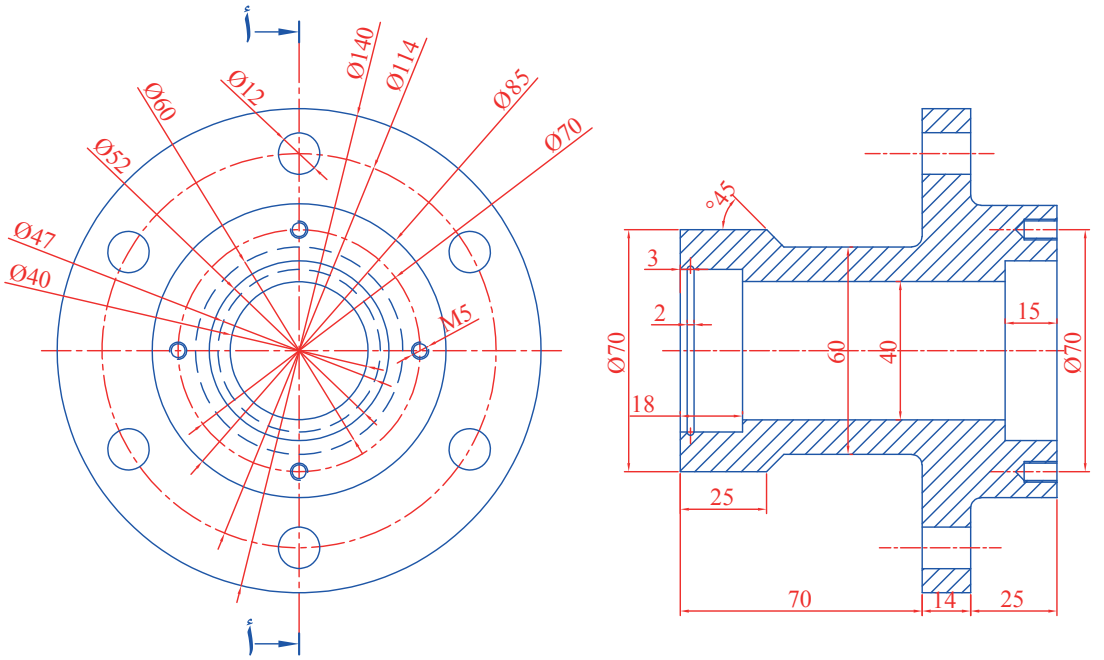
المطلوب:

ارسم باستعمال مقياس الرسم (1 : 1) ما يأتي:

أ – القطاع الأمامي (أ - أ).

ب – المسقط الجانبي.

جـ – المسقط الأفقي.



قطاع أمامي أ-أ

مسقط جانبي

الشكل (3-54).

14 - يُبيّن الشكل (3-55) المسقط الأمامي والمسقط الأفقي لكرسي محور الدوران.

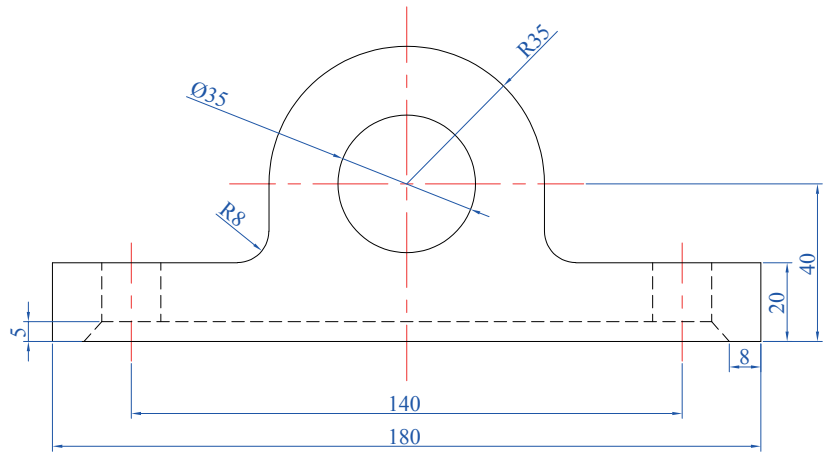
المطلوب:

ارسم باستعمال مقياس الرسم (1 : 1) ما يأتي:

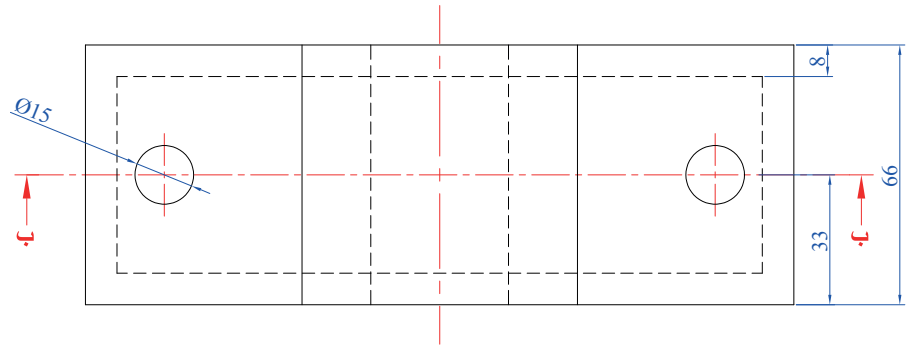
أ – قطاع أمامي (ب – ب).

ب- المسقط الجانبي.

جـ – المسقط الأفقي.



المسقط الأمامي



المسقط الأفقي

الشكل (3-55).

15 - يُبيّن الشكل (3-56) المسقط الأمامي والمسقط الجانبي لقطعة ميكانيكية.

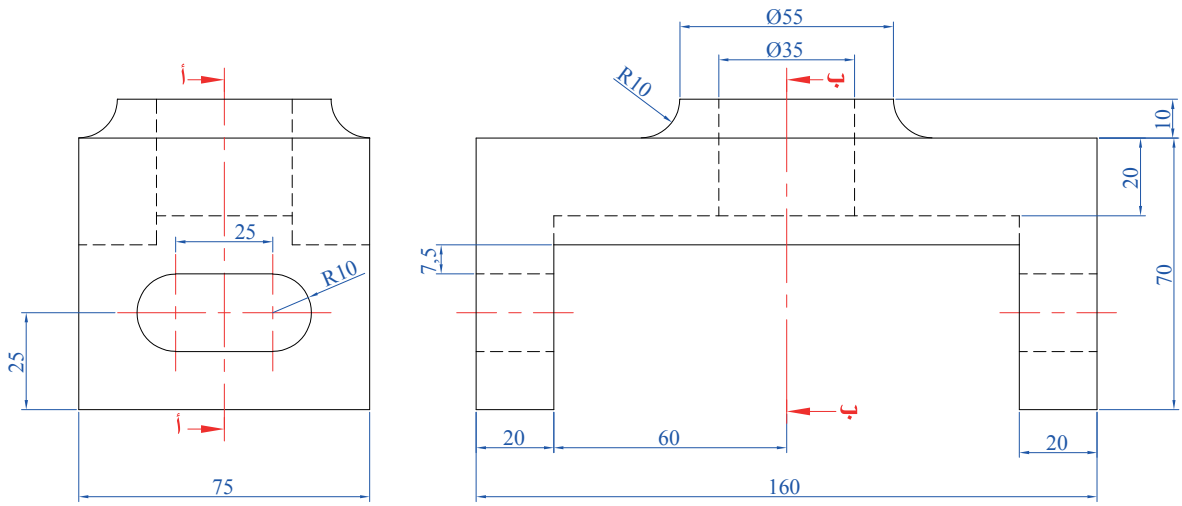
المطلوب:

ارسم باستعمال مقياس الرسم (1 : 1) ما يأتي:

أ – القطاع الأمامي (أ – أ).

ب- القطاع الجانبي (ب – ب).

جـ– المسقط الأفقي.



المسقط الأمامي المسقط الجانبي

الشكل (3-56).

16 - يُبيّن الشكل (3-57) المسقط الأمامي والمسقط الأفقي لقطعة ميكانيكية.

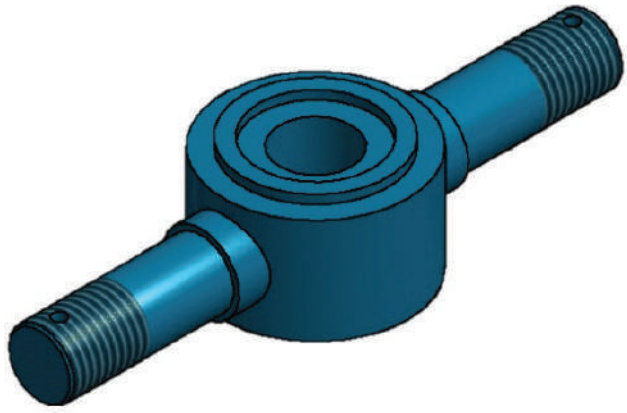
المطلوب:

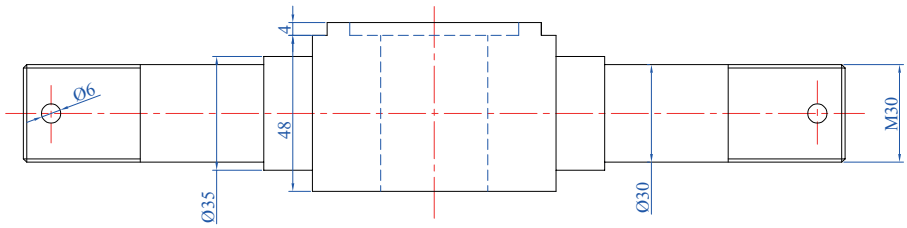
ارسم باستعمال مقياس الرسم (1 : 1) ما يأتي:

أ – القطاع الأمامي (ب – ب).

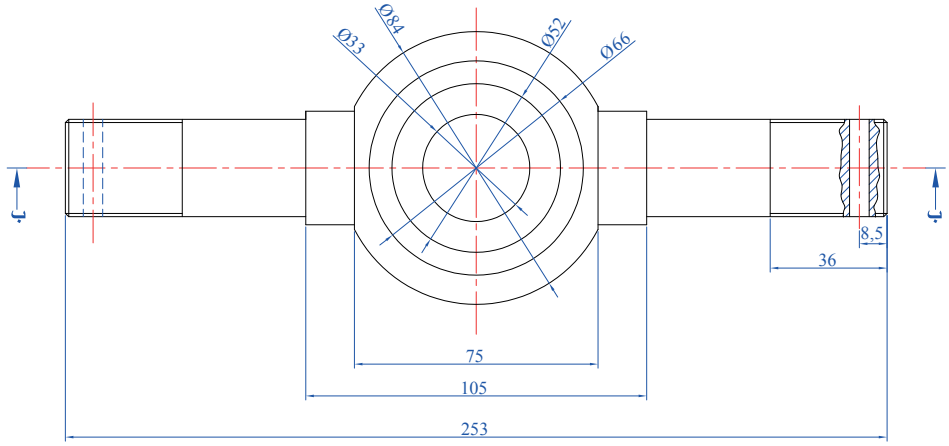
ب - المسقط الأفقي.

جـ- المسقط الجانبي.





مسقط أمامي



مسقط أفقي

الشكل (3-57).

17 - يُبيّن الشكل (3-58) المسقط الأمامي والمسقط الجانبي لذراع توصيل.

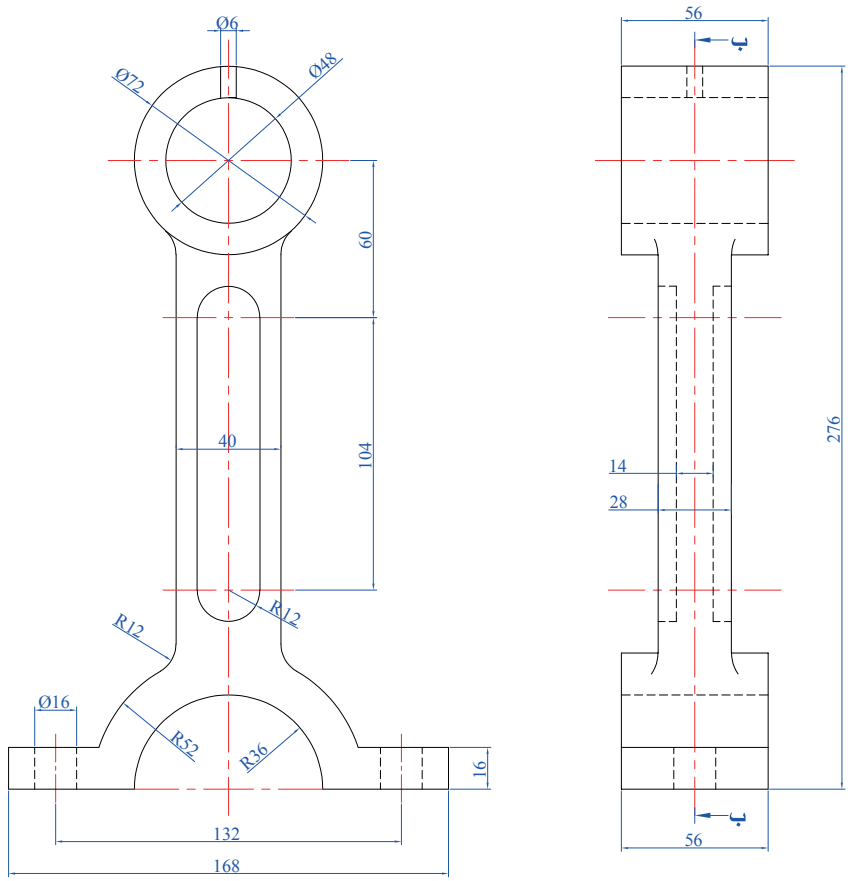
المطلوب:

ارسم باستعمال مقياس الرسم (1 : 1) ما يأتي:

أ – القطاع الأمامي عند (ب – ب).

ب- المسقط الأفقي.

جـ- المسقط الجانبي.



الشكل (3-58).

18 - يُبيّن الشكل (3-59) المسقط الأمامي والمسقط الأفقي لغطاء كرسي عمود مرفق.

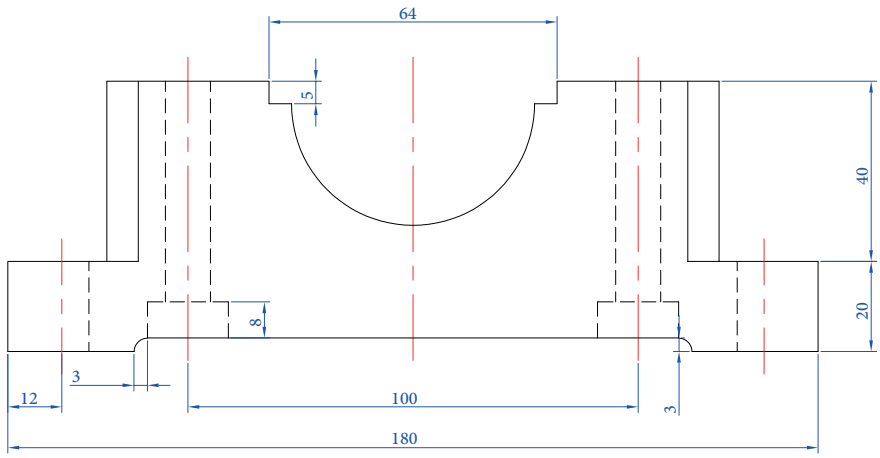
المطلوب:

ارسم باستعمال مقياس الرسم (1 : 1) ما يأتي:

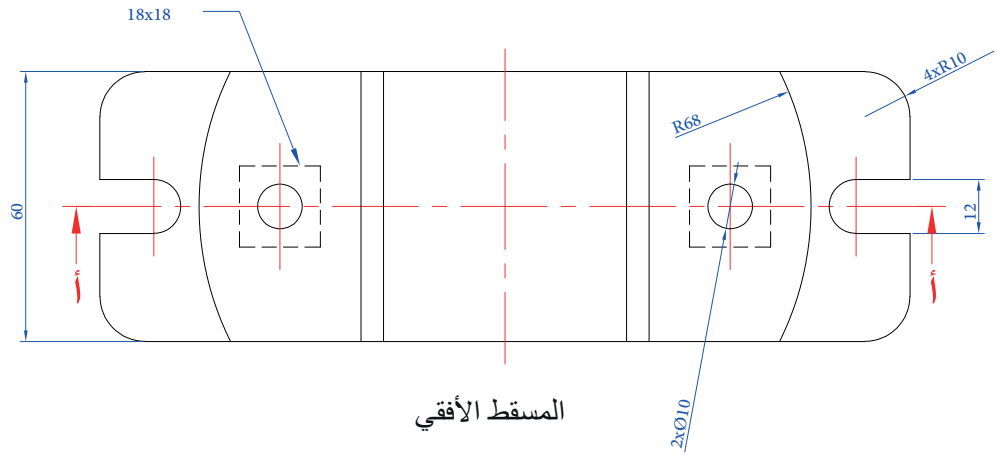
أ– القطاع الأمامي عند (أ – أ).

ب- المسقط الأفقي.

جـ- المسقط الجانبي



المسقط الأمامي



المسقط الأفقي

الشكل (3-59).

19 - يُبيّن الشكل (3-60) المسقط الأمامي والمسقط الأفقي لفلنجة.

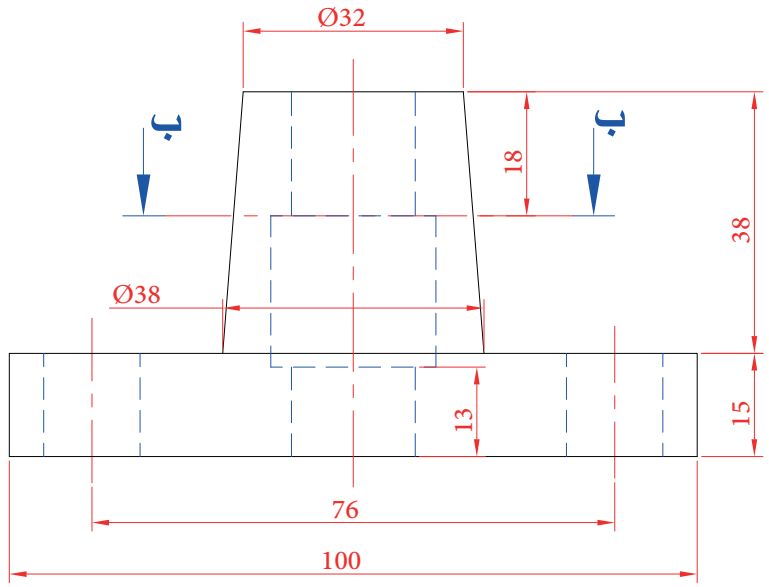
المطلوب:

ارسم باستعمال مقياس الرسم (1 : 1) ما يأتي:

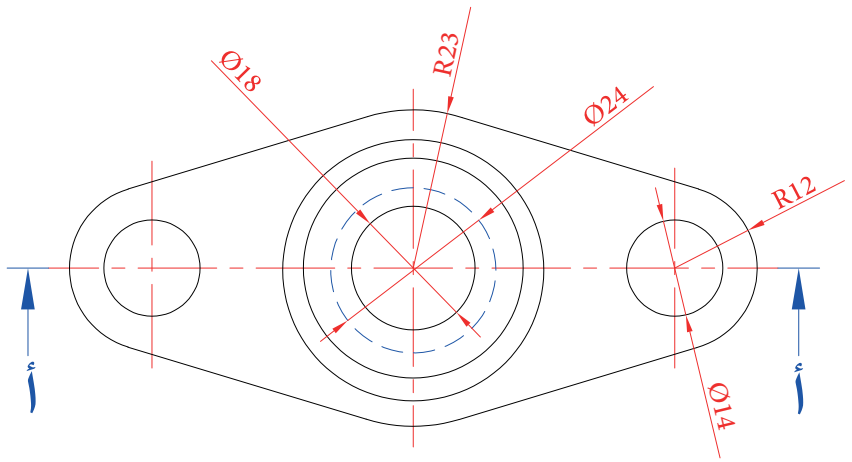
أ – القطاع الأمامي (أ – أ).

ب - المسقط الجانبي.

جـ- القطاع الأفقي (ب- ب) .



مسقط أمامي



مسقط أفقي

الشكل (3-60).

20 - يُبيّن الشكل (3-61) المسقط الأمامي والمسقط الجانبي لبكرة متدرجة.

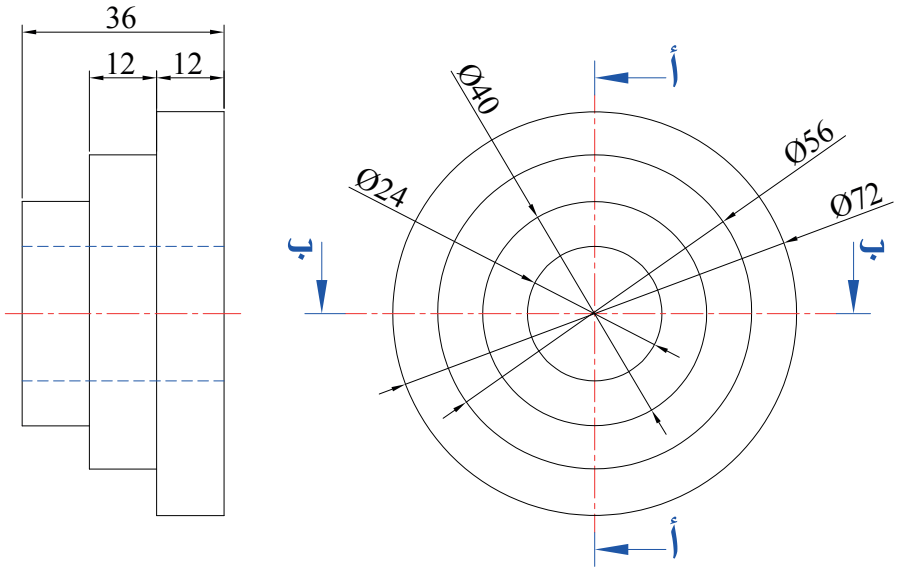
المطلوب:

ارسم باستعمال مقياس الرسم (1 : 1) ما يأتي :

أ - المسقط الأمامي.

ب - القطاع الجانبي (أ – أ).

جـ- القطاع الأفقي (ب - ب)



مسقط جانبي

مسقط أمامي

الشكل (3-61).

21 - يُبيِّن الشكل (3-62) المسقط الأمامي والمسقط الأفقي لقرص زنبرك الصمام.

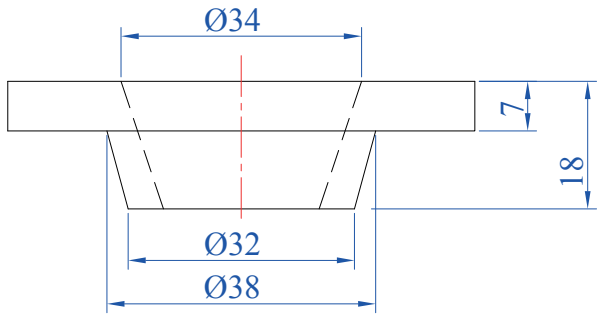
المطلوب:

ارسم باستعمال مقياس رسم (1 : 1) ما يأتي:

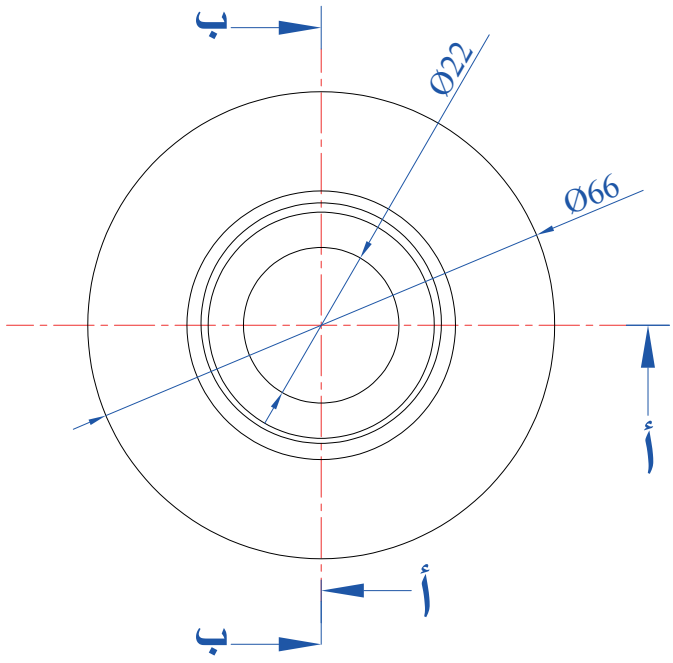
أ- نصف القطاع الأمامي (أ – أ).

ب- القطاع الجانبي (ب – ب).

جـ- المسقط الأفقي .



مسقط أمامي



مسقط أفقي

الشكل(3-62).

22 - يُبيّن الشكل (3-63) المسقط الأمامي والمسقط الجانبي لبكرة على شكل حرف (V).

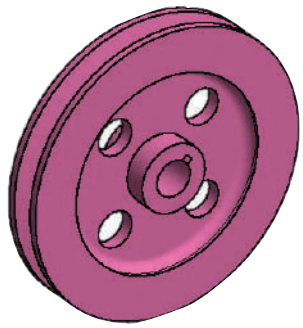
المطلوب:

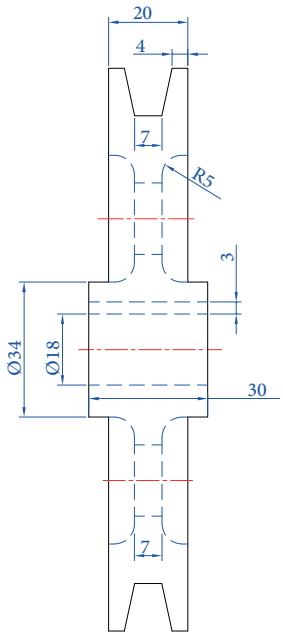
ارسم باستعمال مقياس الرسم (1 : 1) ما يأتي:

أ- القطاع الأمامي (ب – ب).

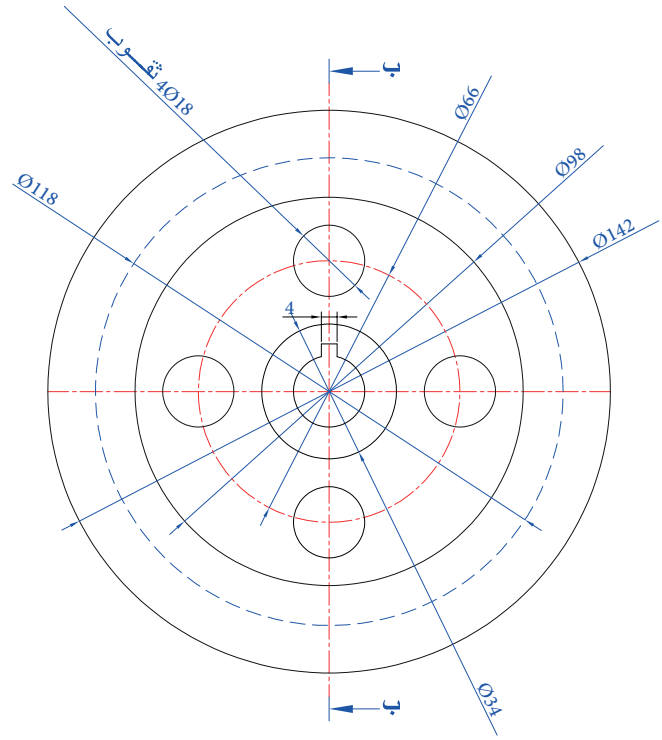
ب- المسقط الجانبي.

جـ- المسقط الأفقي





مسقط أمامي



مسقط جانبي

الشكل (3-63).

- أضع إشارة (√) في خانة الدرجة المناسبة.

الرقم	مؤشر المؤشر	درجة تحقيق المؤشر		
		ممتاز	جيد	بحاجة إلى تحسين
1	أتعرَّف مفهوم القطاعات.			
2	أُحدِّد أهمية القطاع.			
3	أرسم خط القطع، وأُبيّن اتجاهه.			
4	أُميّز نوع القطاعات.			
5	أُحدّد القطع التي لا تُهشّر في الرسم في حالة القطاع.			
6	أرسم مختلف أنواع القطاعات.			
7	أتعرّف رموز تهشير بعض القطع.			
8	أُطبّق مفهوم التماثل على الرسم.			
9	أُطبّق مفهوم المحاذة على الرسم.			
10	أُطبّق مفهوم القطاعات الجزئية على الأعمدة المصمتة.			
11	أرسم القطع المسننة.			
12	أرسم المسقط الثالث من مسقطين في حالة القطاع.			

مسرد المصطلحات

Aligned section	قطاع محاذة
Allowance	تسامح
base	قاعدة
Bearing	كرسي محور
Bearing bush	جلبة محمل
Bearing support	حامل كرسي
Belts	أقشطة
Bevel gear	ترس مخروطي
Bolt	برغي عادي
Breaking line	خطوط الكسر
Broken line	خط مكسر
Cam	الحدبة
Cam shaft	عمود الحدبات
Castle nuts	صواميل برجية
Clearance	خلوص
Clearance fit	توافق خلوصي
Clutches	قوابض
Pitch	خطوة
Compression spring	زنبركات الضغط
Follower	تابع
Fork	شوكة
Full section	قطاع كامل
Gear box	صندوق سرعات
Guide	دليل

Compression stroke	شوط الضغط
Connecting rod	ذراع التوصيل
Connecting rod cup	غطاء ذراع التوصيل
Coupling	وصلة (فلنجة)
Cover	غطاء
Crank shaft	عمود المرفق
Crank shaft bearing	كرسي عمود المرفق
Cutting line	خط مستوى القطع
Cutting plane	مستوى القطع
cylinder	أسطوانة
Cylindrical end cam	حدبة طرف أسطوانية
Cylinderical cam	حدبة أسطوانية
Dedendum	جذر السن
Dedendum circle	دائرة جذر السن
Deviation	انحراف
Double ended bearing	محمل ثنائي الطرف
Tow stroke engine	محرك ثنائي الأشواط
Drawbar joint	شوكة جر
Drawbar rod	عمود الجر
Exhaust valve	صمام العادم
Exhaust cam	حدبة صمام العادم
Face cam	حدبة ذات الوجه
Fit	توافق
Flat pulley	طارة مستوية

مسرد المصطلحات

Half section	نصف قطاع
Hatching	تهشير
Helical gear	ترس لولبي
Hexagon	سداسي
Hidden line	خطوط مخفية
joint	وصلة
keys	خوابير
Revolved section	قطاع مدار
Nominal size	بعد اسمي
Offset section	قطاع متنقل
piston	مكبس
pulley	بكرة
Rack	جريدة مسننة
Radial cam	حدبة شعاعية
Removed section	قطاع مزال
Symmetrical sec	قطاع التماثل

قائمة المراجع

أولًا: المراجع العربية

1 - أحمد زكي ومحمود سليم، **الرسم الهندسي**، مجموعة النيل العربية، الطبعة الأولى 2005.

2 - الدكتور شكري وآخرون، **الرسم الصناعي التجميعي المرحلة الثانية**، وزارة التعليم والبحث العلمي، جامعة التكنولوجيا، العراق،2016.

3 - عوض خليل العوبلي واخرون، **الرسم الصناعي للآليات والمركبات**، وزارة التربية والتعليم،2012.

3 - مركز المناهج والكتب المدرسية، **رسم الميكانيك**، وزارة التربية والتعليم العالي، فلسطين،2005.

ثانيًا: المراجع الإنجليزية

1-Early, James, **Graphics For Engineering, Pearson Education**, Inc., NJ-USA,2003

2- Reddy, Venkata, **Text Book Of Engineering Drawing**. BSP BS publication.2008

3- Santosh Chauhan and Sanjeev Bhargav, **Basic Engineering Drawing** (Mechanical Group), January2018.

4- Simmons, Colin, Dennis, and Phelps- **Manual of Engineering Drawing**- Third Edition,2009

تمَّ بحمد الله تعالى