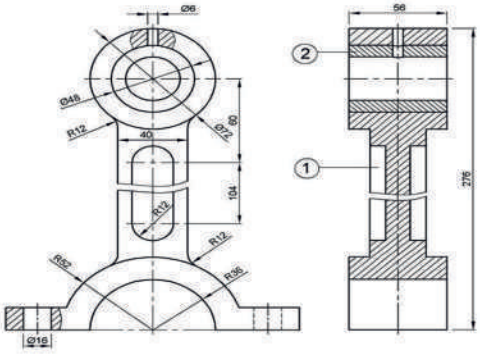
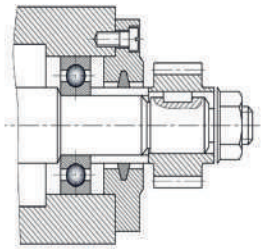
جمهورية العراق
وزارة التربية
المديرية العامة للتعليم المهني

الرسم الصناعي

الصناعي / المكننة الزراعية

الثالث





رقم الايداع في دار الكتب والوثائق ببغداد (4665) لسنة 2021 م

(إستناداً إلى القانون يوزع مجاناً ويمنع بيعه وتداوله)

الطبعة الأولى 1443 هـ - 2021م

جمهورية العراق
وزارة التربيـــــة
المديرية العامة للتعليم المهني

الرسم الصناعي

المكننة الزراعية

الصف الثالث

تأليف

أ.م.د. إحسان كاظم النعيمي
أ.م.د. نبيل حسن هادي
جاسم حنون موحي
مهدي عبد الرضا سعيد
منصور ناصر حسين

الطبعة الأولى
2021 م – 1443هـ

استناداً إلى القانون يوزع مجاناً ويمنع بيعه وتداوله

المقدمة

لغرض مواكبة التطور التكنولوجي الحاصل في المجالات كافة، واستمراراً للنهج المُتبع في تحديث وتطوير مناهج التعليم المهني، فقد حرصنا على اتباع الوتيرة نفسها في تحديث منهاج الرسم الصناعي لتخصص المكننة والمُعدات الزراعية، وبذات الأسلوب في طريقة عرض المعلومات وتدرجها الذي اعتاد عليه الطالب في الصفين السابقين بهدف إكساب الطالب المهارات المعرفية واليدوية في الرسم عن طريق توضيح المعلومة بشكل متدرج من السهل إلى المُعقد، ثم المثال المحلول تليه تمارين متنوعة بمجملها تغطي الموضوع وبما يتناسب والمرحلة الدراسية.

وبتوفيق من الله تعالى نتمنى أن نكون قد تمكنا من تقديم هذا الكتاب المتخصص في الرسم الصناعي الذي تضمن ستة فصول، ففي الفصل الأول يتعرف الطالب على أكثر وسائل الربط الميكانيكي ونقل الحركة التي غالباً ما يواجهها المتخصص أثناء ممارسة عمله المهني، بينما تناول الفصل الثاني الرسم التجميعي والتفصيلي، وركز الفصل الثالث على أجهزة نقل الحركة في الساحبة الزراعية وطريقة تمثيلها بالرسم، في حين عرض الفصل الرابع المنظومات الملحقة في الساحبة الزراعية، أما الفصل الخامس فقد احتوى على الدوائر الكهربائية في الساحبات الزراعية، وأخيراً تناول الفصل السادس المضخات المستعملة للأغراض الزراعية.

ونحن إذ نضع هذا الكتاب بين أيدي طلبتنا الأعزاء آملين أن يكون خير عون لهم في حياتهم الأكاديمية والمهنية ووضعهم على طريق التفكير الهندسي السليم، ونأمل من زملائنا المدرسين أن يرفدونا بملاحظاتهم وآرائهم عن محتويات الكتاب أثناء تدريسهم للمادة العلمية، التي ستكون دليلاً لنا في تنقيح الطبعات المقبلة وتصحيح ما اجتهدنا فيه. ونأمل من السادة مدرسي المادة التركيز على واجبات الرسم للطلبة للأشكال المثبت عليها **(لوحة)** والتمارين في نهاية كل فصل.

وختاماً نتقدم بالشكر إلى الأساتذة الخبراء العلميين والخبير اللغوي، لجهودهم في مراجعة الكتاب بكل عناية وحرص، ونسأل الله أن يجعل هذا الكتاب من العلم الذي ينتفع به.

والله وليّ التوفيق.

المؤلفون

2021 م - 1443 هـ

المحتويات

الفقرة	الصفحة	الفقرة	الصفحة
الفصل الأول		**الفصل الرابع**	
الرسم التجميعي والتفصيلي	5	**المنظومات الرئيسة في الساحبات الزراعية**	56
الرسم التجميعي	6	منظومة التبريد	57
تنفيذ الرسومات التجميعية	7	منظومة الوقود	59
تحليل الرسومات التجميعية	7	منظومة التزييت	60
ترقيم الأجزاء	9	منظومة الهيدروليك	61
جدول الرسم التجميعي	10	تمارين الفصل الرابع	63
الرسم التفصيلي	13	**الفصل الخامس**	
تمارين الفصل الأول	18	**الدوائر الكهربائية في الساحبات الزراعية**	66
الفصل الثاني		الرموز الكهربائية والإلكترونية	68
رسم وسائل الربط الميكانيكي ونقل الحركة	22	دائرة الإضاءة للساحبات الزراعية	73
أعمدة الدوران	23	دائرة التشغيل للساحبات الزراعية	75
المحامل	24	دائرة الشحن	76
رسم المحامل	27	دائرة الاشتعال	78
القارنات	29	الدوائر الكهربائية للمبيّنات	80
التروس	31	تمارين الفصل الخامس	83
مصطلحات التروس	32	**الفصل السادس**	
حسابات الترس الأسطواني العدل	33	**المضخات المستعملة للأغراض الزراعية**	85
تمثيل التروس بالرسم	34	المضخة الطاردة المركزية	87
تمثيل الترس المخروطي بالرسم	36	العضو الدوار	90
تمثيل التروس المعشقة بالرسم	40	ربط المضخات	91
تمارين الفصل الثاني	42	تثبيت مضخة الطرد المركزي	92
الفصل الثالث		المضخة المكبسية	93
أجهزة نقل الحركة في الساحبات الزراعية	44	المضخة الترددية مزدوجة التأثير	94
جهاز الفاصل	46	المضخات العمودية	95
صندوق التروس	47		
الجهاز الفرقي	50		
جهاز النقل النهائي	51		
جهاز الموقف الهلالي	53		

الفصل الأول

الرسم التجميعي والتفصيلي

Assembly and Detail Drawing

أهداف الفصل الأول

بعد الانتهاء من دراسة الفصل يكون الطالب قادراً على أن:

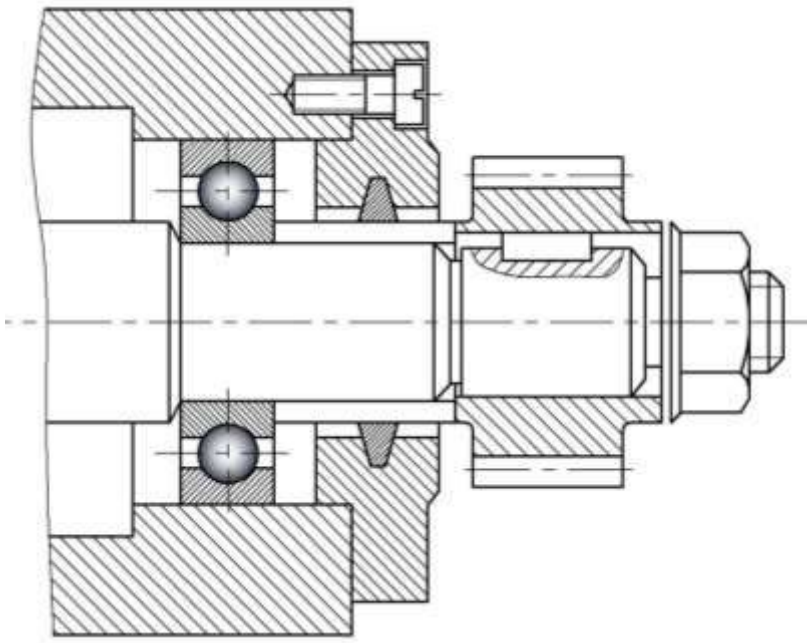
1- يعرف وظيفة كل من الرسم التجميعي والتفصيلي وخطوات تنفيذ وتحليل كل منهما.

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

3- يعرف طريقة كتابة وتوزيع الأبعاد على الرسم التجميعي والتفصيلي.

4- يرسم مساقط الأجزاء من الرسومات المجمعة.

5- يرسم مقاطع الأشكال بعد تجميع الأجزاء.



الفصل الأول

الرسم التجميعي والتفصيلي

Assembly and Detail Drawing

1-1 المقدمة Introduction

الرسم التنفيذي هو الرسم الهندسي للأجزاء والقطع المراد تصنيعها والذي بموجبه يتم تنفيذ التصميم الهندسي لتلك الأجزاء. بالإمكان وببساطة تحويل الرسومات التنفيذية إلى رسم تجميعي Assembly Drawing يكون دليلاً لعملية التجميع، ويتضمن جميع الأجزاء مجمعة، وفي العادة يرسم الرسم التجميعي مسقطاً واحداً أو مسقطاً نصفه مقطوع، وأحياناً يضاف مسقطٌ آخر بحسب شكل الأجزاء مع إضافة بعض الأبعاد والملاحظات التي تُسهل عملية التجميع في ورش أو مواقع ومصانع العمل، والرسم التفصيلي Detail Drawing يتضمن تفاصيل أساسية كشكل الجسم، تشغيل السطوح، الأبعاد، مادة الصنع، التفاوتات، وغيرها، عدا الأجزاء القياسية كاللوالب والصواميل لكونها عناصر عيارية.

2-1 الرسم التجميعي Assembly Drawing

هو الرسم الذي يمثل مجموعة من الأجزاء الميكانيكية مجمعة، يظهر من خلاله ترابط هذه الأجزاء، والطرائق المستعملة في ربطها وتوصيلها (عن طريق اللوالب، البراشيم، اللحام، الضغط ... الخ)، ويبيّن تصميم الماكنة وطريقة عملها والإنهاء عند عملية التجميع أو بعدها مع احتوائه على مجمع العنوان وقائمة الأجزاء بعد ترقيمها برقم داخل دائرة في لوحة الرسم، وتسبق الرسم التجميعي دراسة جيدة لوسائل الربط الميكانيكي سواء الدائمة أو غير الدائمة، كذلك دراسة طرائق تمثيل الخوابير والنوابض والتروس في الرسم الهندسي.

1-2-1 القواعد الفنية المطلوبة عند تنفيذ الرسومات التجميعية

Technical Rules While Performing Assembly Drawings

- تطبق على الرسومات التجميعية جميع قواعد الرسم الهندسي.
- تطبق على مقاطع الرسم التجميعي جميع قواعد القطع.
- لا تُرسم الخطوط المخفية (الخطوط المتقطعة) للمعالم المختفية.
- تقطع الرسوم التجميعية في الأماكن التي تبيّن أكبر عدد من الأجزاء المخفية من الجسم المجمع.
- توضع على الرسومات التجميعية الأبعاد العامة التي توضّح المواضع البينية لأجزاء الجسم المجمع.
- ترقّم عناصر الجسم المجمع ويكتب في جدول المعلومات الخاصة الذي يتضمن رقم العنصر واسمه ومادته والعدد المطلوب منه.

3-1 تنفيذ الرسومات التجميعية Assembly Drawings Implementation

بالإمكان تناول عملية الرسم التجميعي بأكثر من طريقة وسيتم عرض خطوات مهمة لتنفيذ هذه العملية بشكل مختصر:

1. معرفة وظيفة الأجزاء المجمعة وتسميتها.
2. التعرف على وظائف الأجزاء بناءً على ما هو معطى مسبقاً.
3. محاولة تجميع الأجزاء في المخيلة قبل البدء بالرسم بناءً على المعطى من الأجزاء ومحاولة ربط الأبعاد والثقوب والأعمدة ببعضها عند معرفة أبعادها.
4. محاولة رسم مخطط أولي (يدوياً) بدون قياسات (توضيحي للرسم التجميعي).
5. تحديد مقياس الرسم ومعرفة مساحة الرسم وتقسيم اللوحة، ثم يتم بعدها إنجاز الرسم التجميعي

وتجدر الإشارة إلى الملاحظات والتوصيات المكملة الآتية:

- كل جزء من الأجزاء التي يتم تجميعها يحصل على رقم خاص به.
- ترقم الأجزاء تسلسلياً بحسب أهمية الجزء وترتب عمودياً فوق بعضها أو أفقياً إلى جانب بعضها.
- يوصل الرقم مع الجزء بواسطة خط كامل رفيع مع مراعاة أن يكون الخط مستقيماً وفي اتجاه مغاير لاتجاه الخطوط الأخرى بحيث يمكن تمييزه عن بقية الخطوط.
- تسمى الأجزاء في قوائم القطع بحسب شكلها ووظائفها.

4-1 تحليل الرسومات التجميعية Assembly Graphics Analysis

تتكون الأجزاء من عناصر ميكانيكية تصمم ثم تصنع مع الأخذ بنظر الاعتبار حزمة من الشروط والمهام الوظيفية والفنية والاقتصادية. فلو أخذ صندوق التوجيه ذو الجريدة المسننة الموضّحة أجزاؤها بالشكل (2-1) كتطبيق لما تقدم يمكن تحليل أدائه الوظيفي بحسب التسلسل الآتي:

1. **الحصول على المعلومات عن طريق حقول الكتابة حيث أن:**
   - تسمية الجزء تعطي معلومات عن بنيتها الهندسية والوظيفية.
   - الحجم الطبيعي للجزء الذي يمكن تقديره بناءً على مقياس الرسم.
2. **الحصول على المعلومات عن طريق قائمة القطع حيث أن:**
   - غالباً ما تسمى الأجزاء تبعاً لوظيفتها في الوصلة المجمعة.
   - الأجزاء الموصفة بعبارة (قياسية) تؤدي في الغالب وظائف ثابتة.
   - بالرجوع إلى أرقام الموضع وخطوط الإشارة بالإمكان تحديد الأجزاء في الرسم.
   - من جدول قائمة القطع وبناءً على مادة الصنع من الممكن معرفة المعالجات الحرارية والإجهاد وغيرها من العمليات التي تعرض لها المعدن.

3. تتبّع مسار الحركة في الأجهزة وطرح الأسئلة الآتية:

- أي من الأجزاء يقوم بتشغيل الجهاز؟
- كيف يتحرك الجزء الذي يقوم بالتشغيل؟
- أي الأجزاء التي تتحرك حركة دورانية وأيها الذي يتحرك حركة خطية؟
- في حالة حدوث تحويل في الحركة، كيف يحصل ذلك؟
- كيف توجه الأجزاء المتحركة أو تحمل؟
- كيف يتم سريان وتدفق القوة عند العمل؟

4. تحديد عملية تركيب الأجزاء وطرح الأسئلة الآتية:

- كيف تتسلسل عملية تركيب الجزء من البداية إلى النهاية؟
- ما الأجزاء التي تربط بمسامير فقط؟ ولماذا؟

لو تم أخذ مثال صندوق التوجيه ذا الجريدة المسننة والمطلوب تحليل الأداء الوظيفي له، لَلَزِم المرور بالخطوات الرئيسة الآتية:

الخطوة الأولى: يتم ذكر الوظيفة والاستخدام (بناءً على التسمية وعلى الأجزاء المشار إليها).

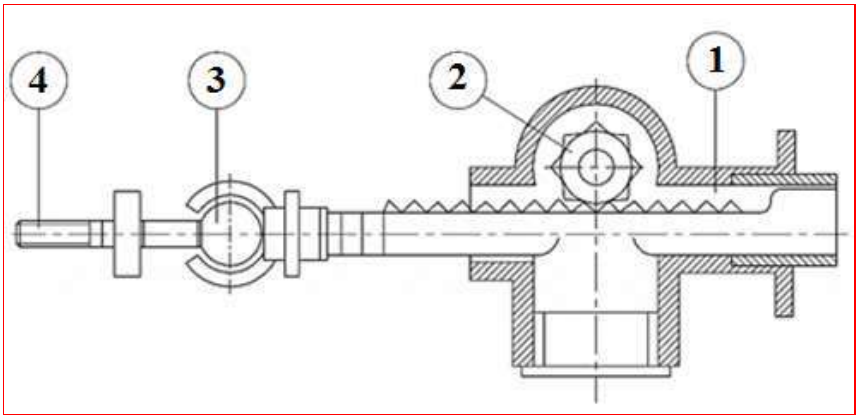
الخطوة الثانية: يتم وضع الأبعاد المميزة (بناءً على مقياس الرسم الموجود).

الخطوة الثالثة: البدء بوصف وتحليل الأداء الوظيفي للوصلة المجمعة، إذ تكون البداية عادةً من جزء التشغيل ثم تتبع مسار الحركة بدقة، ومن ثم وصف جميع الأجزاء خاصة الرئيسة منها.

الخطوة الرابعة: أخيراً يتم تحديد نوع الإجهاد والتحميل الحاصل.

عند تطبيق الخطوات الأربع يمكن اقتراح الوصف الوظيفي الآتي لصندوق التوجيه ذي الجريدة المسننة:

عند إدارة عجلة القيادة من السائق للتوجيه إلى جهة اليمين أو اليسار تنتقل الحركة الدائرية إلى عمود التوجيه جزء رقم (4) ومنه إلى ترس البنيون (2) المعشق مع الجريدة المسننة (1) فتتحول الحركة الدائرية للترس إلى حركة مستقيمة في الجريدة المسننة إلى اليمين أو اليسار بحسب اتجاه إدارة السائق لعجلة القيادة وتعمل الجريدة المسننة على دفع نهايتها وبالتالي دفع عمود التوجيه (4) إلى جهة التوجيه وبنفس الوقت تعمل النهاية الأخرى للجريدة المسننة على سحب عمود الربط باتجاه التوجيه وبذلك تتجه عجلات المركبة إلى جهة الاستدارة المطلوبة وتستدير، كما هو مبيّن بالشكل رقم (1-1).

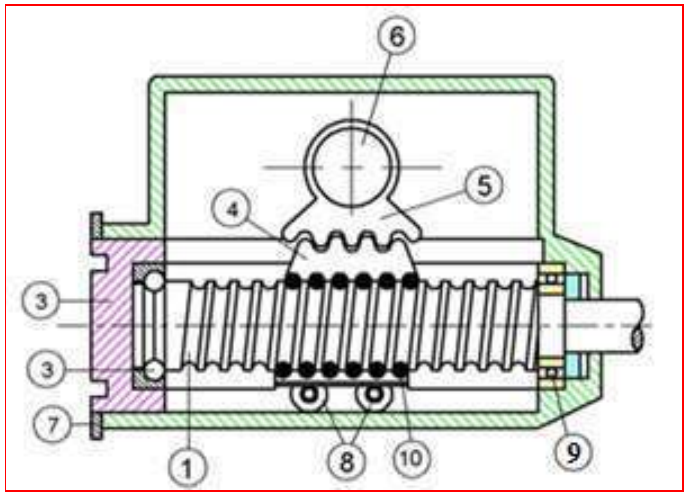


الشكل 1-1 صندوق التوجيه ذو الجريدة المسننة (رسم تجميعي)

5-1 ترقيم الأجزاء Parts Numbering

يميز كل جزء في الرسم المجمع برقم يوضع داخل دائرة متصلة بخط دليل، أو يوضع فوق خط الدليل أو قربه، وينتهي خط الدليل (وهو خط رفيع بسمك خط البعد) داخل الجزء المعني أو بسهم إذا كان يشير لخط من الخطوط الخارجية للجزء، أما عند رسم الأجزاء فيستعاض عن خط الدليل بكتابة الرقم وبجانبه اسم الجزء يكتبان بجانب أحد مساقطه. توزع الأرقام بصورة أفقية أو عمودية حول الرسم بشكل منتظم بحيث لا تتقاطع خطوط الدليل مع بعضها ولا تكون موازية لخطوط القطع.

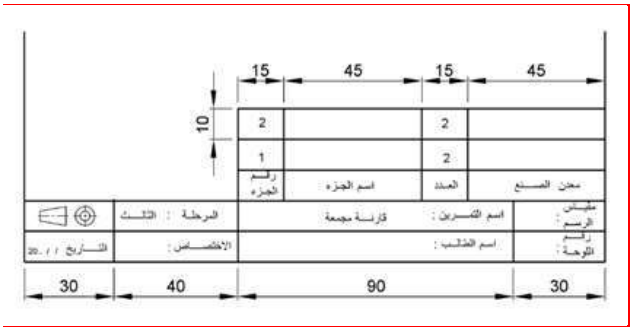
مما يميز الرسم التجميعي هو تهشير (تظليل) القطع المتتالية والمترابطة في المساقط المقطوعة (المقاطع) بأشكالٍ متنوعة من حيث الكثافة (المسافات بين خطوط التهشير) وزاوية ميل الخطوط، فعندما تكون قطعتان متلاصقتين فإننا نظلل الأولى بخطوط تميل بزاوية 45° والثانية بميل 270°، ليظهر التظليلان متعاكسين، في حين يكون تظليل ثلاثة قطع متلاصقة، الأولى والثانية كما مر سابقاً، والقطعة الثالثة تظلل بخطوط يكون ميلها مميزاً، كأن يأخذ الزاوية (60° أو 120°) كما موضّح في الشكل رقم (2-1).



الشكل 1-2 تهشير الأجزاء المقطوعة وكتابة أرقام الأجزاء Steering Gear Box

6-1 جدول الرسم التجميعي Assembly Drawing Table

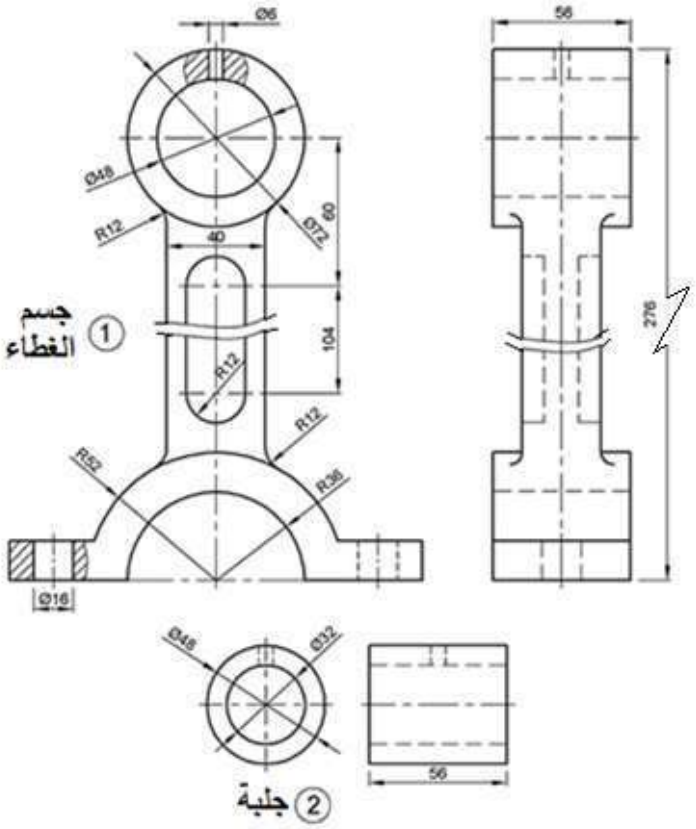
في لوحة الرسم التجميعي يضاف إلى مجمع العنوان ملحق أو قائمة بشكل جدول تدعى قائمة الأجزاء Parts List تتضمن رقم الجزء، اسم الجزء، العدد المطلوب من كل جزء، والمادة المصنوع منها، إذ توضع قائمة الأجزاء مباشرة فوق مجمع العنوان ويتم وضع التسلسل من الأسفل إلى الأعلى مما يسمح بإضافة أية أجزاء عند الضرورة كما موضّح بالشكل رقم (1-3)، أما في حالة وضع قائمة المواد بورقة منفصلة فيتم ترتيب تسلسل الأجزاء من الأعلى إلى الأسفل.



الشكل 1-3 مجمع العنوان مع قائمة الأجزاء في لوحة الرسم المجمع

مثال1: الشكل رقم (1-4) يبيّن المسقط الرأسي والمسقط الجانبي لذراع توصيل وبطانة بعد تجميعها:

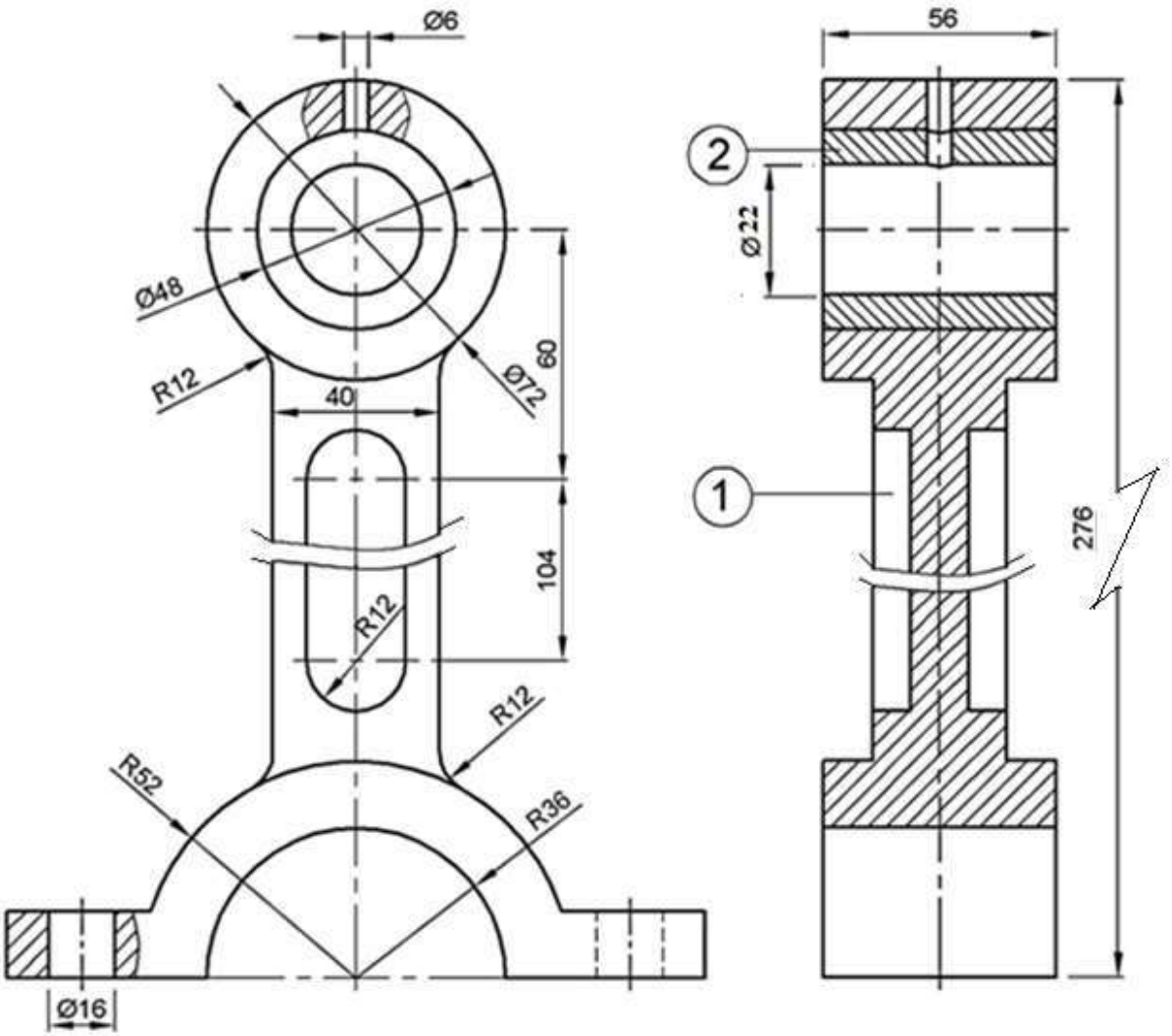
ارسم بمقياس رسم مصغر 2:1 مسقطاً رأسياً ومقطعاً جانبياً، مع كتابة جدول العنوان وقائمة الأجزاء.



الشكل 1-4 المسقط الرأسي والجانبي لذراع توصيل وجلبة (بطانة)

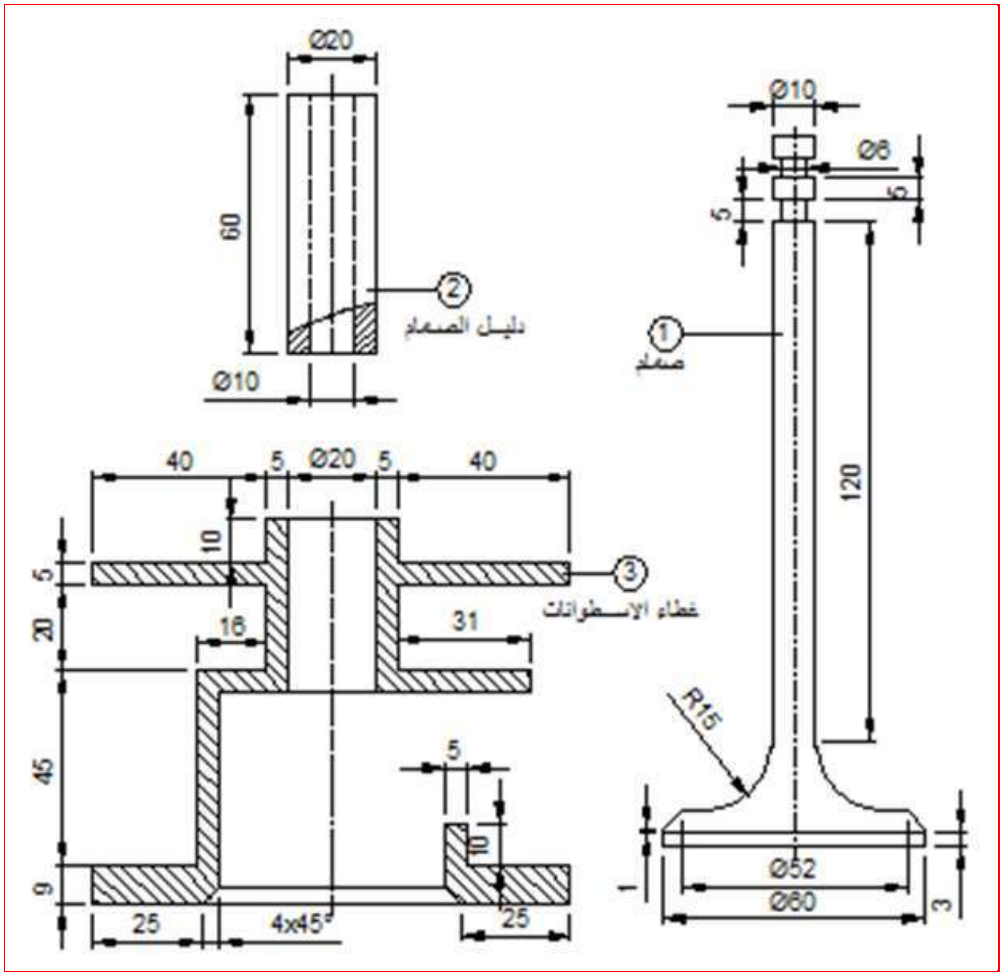
الحل:

1- يُرسم المسقط الرأسي مع مقطع جزئي لبيان موضع التزييت ثم يُرسم المقطع الجانبي كاملاً لساند الذراع مع تهشير الأجزاء وترقيمها ويُرسم جدول العنوان وقائمة الأجزاء، لاحظ الشكل (1-5).



الشكل 1- 5 المسقط الرأسي والمقطع الجانبي لذراع التوصيل

مثال 2: الشكل رقم (1-6) يبيّن الصمام (المصنوع من الفولاذ المسبوك) ودليله (المصنوع من حديد الزهر الرمادي) وغطاء الأسطوانات (المصنوع من حديد الصب). ارسم بعد التجميع وبمقياس رسم 1:1 مقطعاً رأسياً كاملاً، مع كتابة جدول العنوان وقائمة الأجزاء.

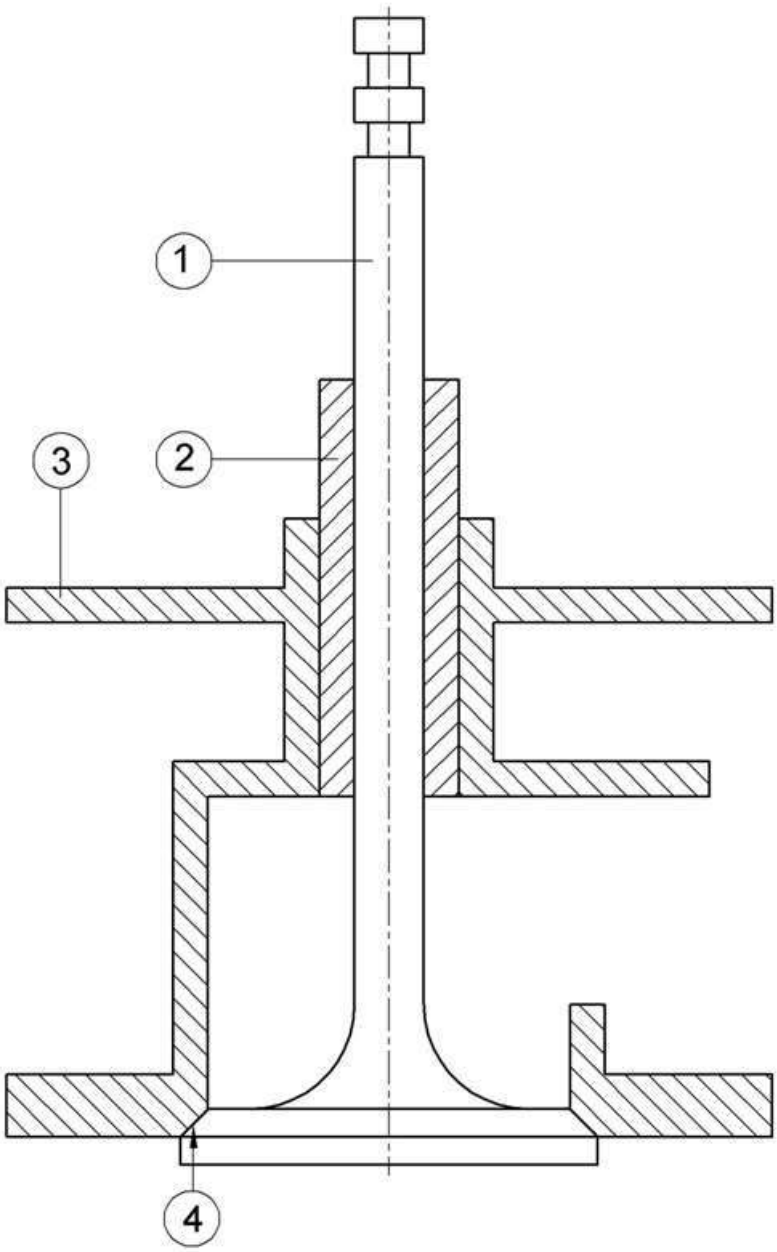


الشكل 1-6 الصمام ودليله وغطاء الأسطوانات

الحل:

كما هم مبين في الشكل رقم (1-7).

1. يُرسم المحور ثم غطاء الأسطوانات الجزء رقم (3) يتبعه الجزء رقم (2) دليل الصمام في المكان المخصص له بتطابق محور الثقب.
2. بتطابق محور ثقب دليل الصمام يُرسم الصمام الجزء رقم (1) ويراعى دقة جلوسه في مقعد الصمام المؤشر برقم (4).
3. بعد أن تُرسم الأجزاء كلٌّ في موضعه تُمسح الخطوط الزائدة وتوضح الخطوط الظاهرة وتهشر الأجزاء المقطوعة وتُرقم.
4. يُرسم جدول العنوان وقائمة الأجزاء وبذلك يتم الحصول على مقطع رأسي كامل للصمام ودليله.



الشكل 1-7 مقطع رأسي كامل للصمام ودليله وغطاء الأسطوانات (لوحة)

7-1 الرسم التفصيلي Detail Drawing

هو رسم لجزء مفرد، منفصل كبير الحجم لجزء صغير من آلة أو هيكل يحتوي على جميع المعلومات والتفاصيل الضرورية لإنتاج ذلك الجزء، يجب أن يزود الرسم التفصيلي الفني المُنتِج بشكل مباشر وبصورة سهلة ومبسطة بالمعلومات الآتية:

1. شكل الجزء (بواسطة المساقط والمقاطع).
2. المقاسات (بواسطة وضع الأبعاد).

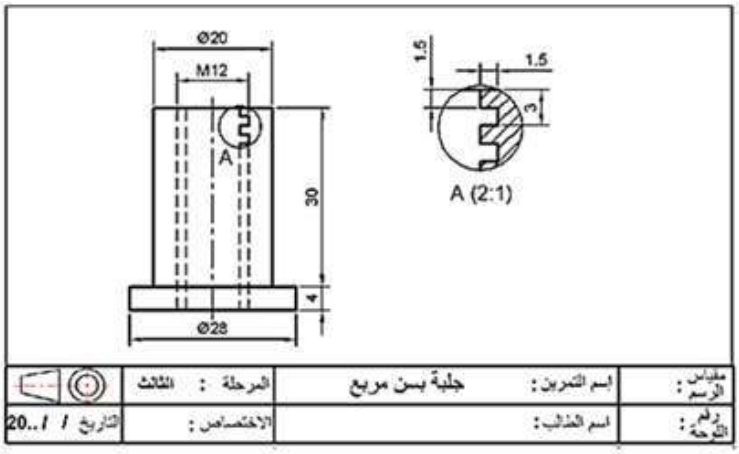
3. تشغيل السطوح (بواسطة رموز التشغيل).
4. التفاوتات (بواسطة رموز التفاوت) ويفضل وضع جدول تدون فيه الانحرافات.
5. مادة الصنع.
6. المعاملات الحرارية.
7. أية معلومات أخرى ضرورية لتصنيع القطعة.

وبما أن تصنيع كل جزء يتم بصورة مستقلة، لذا يفضل وضع رسم تفصيلي لكل جزء على ورقة خاصة به بحيث تحصل كل ورشة على المعلومات والبيانات اللازمة لها بسهولة.

ويتكون الرسم التفصيلي من الآتي:

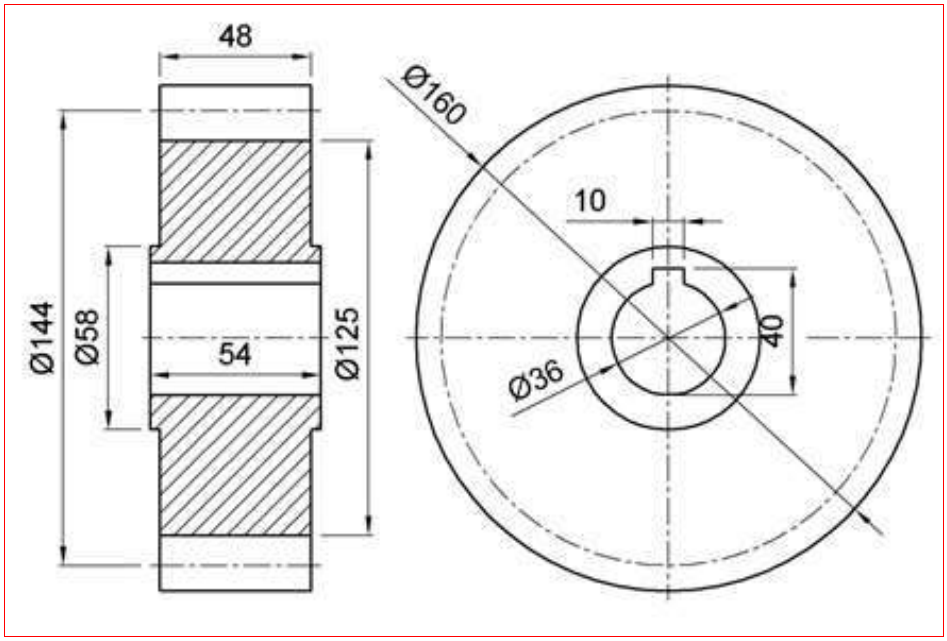
- المساقط الرئيسة والمساعدة والقطاعات الضرورية لكل جزء.
- الأبعاد الكاملة الدقيقة التي تساعد في تسهيل التنفيذ كأبعاد الطول والعرض والارتفاع وأبعاد التوافق والتسامح لكل قطعة.
- مقياس الرسم وعلامات التشغيل ورموز الاختصار الاصطلاحية المستعملة في الرسم الصناعي.
- قائمة الأجزاء (جدول البيانات) وتشتمل على أسماء القطع، وعددها، والمادة المصنوعة منها، وأرقام الأجزاء أو القطع المرسومة وورق الرسم.

أحيانا تقتضي الحاجة لمسقط واحد أو مقطع كما في الأجزاء ذات السماكة المنتظمة أو الأجزاء الأسطوانية البسيطة، لاحظ الشكل رقم (1- 8).



الشكل 1- 8 رسم تفصيلي لجلبة بسن مربع

وفي العادة تتكون الرسوم التفصيلية من مسقطين متعامدين، إن الشكل رقم (1-9) يبيّن رسماً تفصيلياً لترس أسطواني، إذ لزم الاستعانة بمقطع رأسي لإظهار المعالم والتفاصيل الداخلية لها.



الشكل 1- 9 رسم تفصيلي لترس أسطواني

1-7-1 خطوات تنفيذ الرسم التفصيلي Steps to Implement the Detailed Drawing

يتم الرسم التفصيلي للجزء بعد دراسته وفهمه جيداً ووفق الخطوات الآتية:

1. التحليل لإعداد الرسومات التفصيلية للأجزاء ويشمل:

- معرفة أسماء الأجزاء وأرقامها.
- فحص تحليلي لأشكال الأجزاء.
- تصورات أولية عن كيفية إنتاج الأجزاء أو القطع ووضع الرسم الذي بموجبه يتم تنفيذ التصميم الهندسي.

2. اختيار المساقط لرسم الأجزاء أو القطع:

- اختيار المسقط الرئيس لكل قطعة على أن يظهر خصائص شكل القطعة بوضوح.
- اختيار المساقط المساعدة ومساقط القطاعات لكل قطعة وذلك حسب الضرورة لتوضيح المواضع غير الظاهرة في المسقط الرئيس مما يسهل على الفني المتخصص إنتاجها.

3. وضع الأبعاد كاملة وبدقة ودون تكرار وتلافي الأخطاء التي قد تؤدي إلى تلف المنتج وحدوث خسائر في المال والوقت.

4. المتطلبات الفنية وتشمل:

- وضع علامات التشغيل في الرسومات.
- وضع رموز تفاوت الأبعاد المسموح بها في الرسومات.
- وضع رموز اللحام في الرسومات ذات التركيب المعدني باللحام.

2-7-1 قراءة الرسم التفصيلي Detailed Drawing Reading

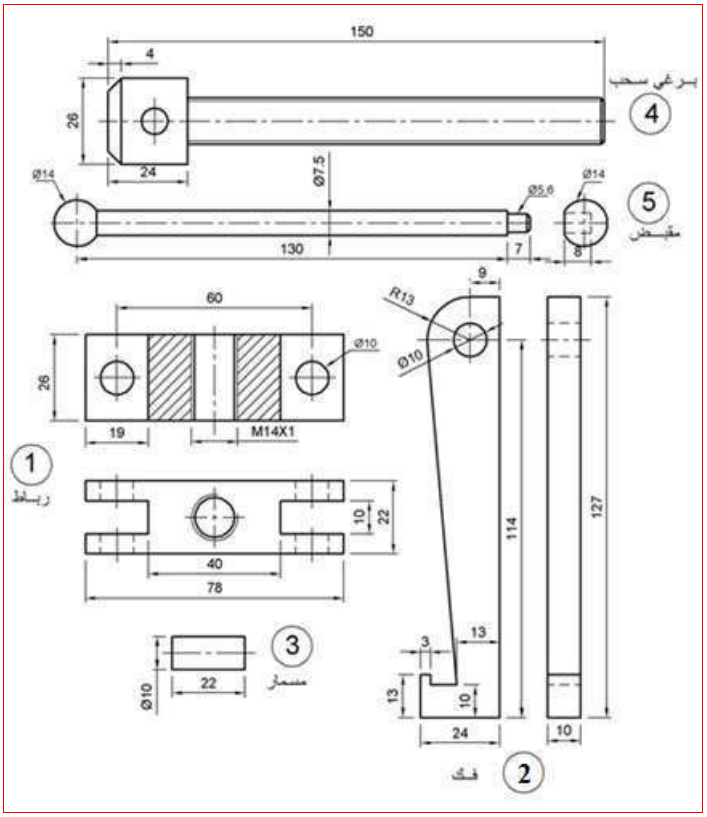
تكمن أهمية قراءة الرسم التفصيلي في:

1. التعرف على أشكال الأجزاء المكونة للرسم التفصيلي وأرقامها.
2. التصور السريع في طريقة تفكيك الأجزاء المركبة ورسمها منفصلة.
3. التعرف على القطع المركبة والعلاقة فيما بينها ووظائفها.
4. قراءة جدول البيانات ومعرفة أسماء القطع وعددها ومادة صنعها وأبعادها والتعرف على مواصفات أجزاء الربط.

مثال 3: الشكل رقم (1-10) يبيّن أجزاء ساحبة (فخة) كراسي تحميل، ارسم بمقياس رسم 1:1 رسماً تفصيلياً لما يأتي:

1- مسقط رأسي نصفه الأيمن مقطوع ومسقط أفقي ومسقط جانبي للجزء رقم (1).

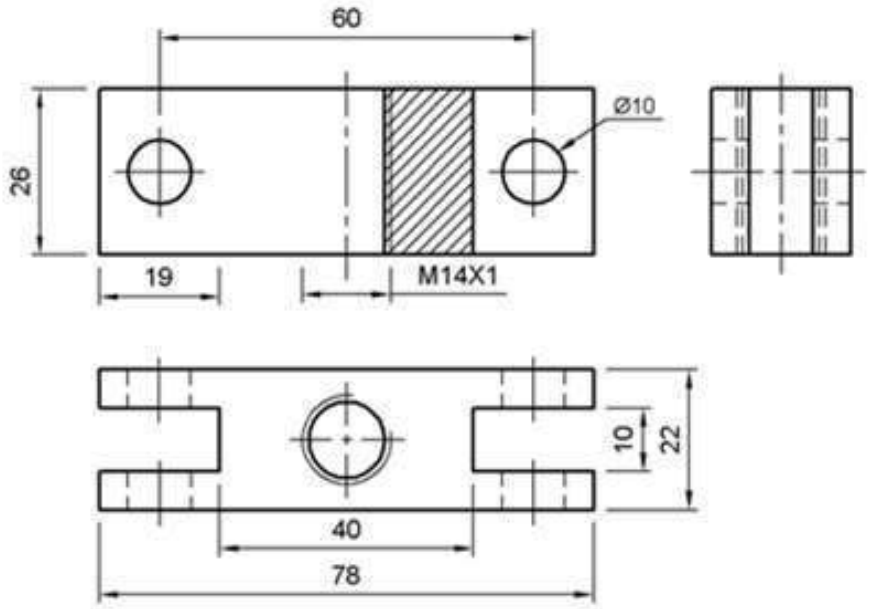
2- مسقط رأسي ومقطع جانبي للجزء رقم (2).



الشكل 1-10 ساحبة كراسي تحميل (Bearing Gear Puller)

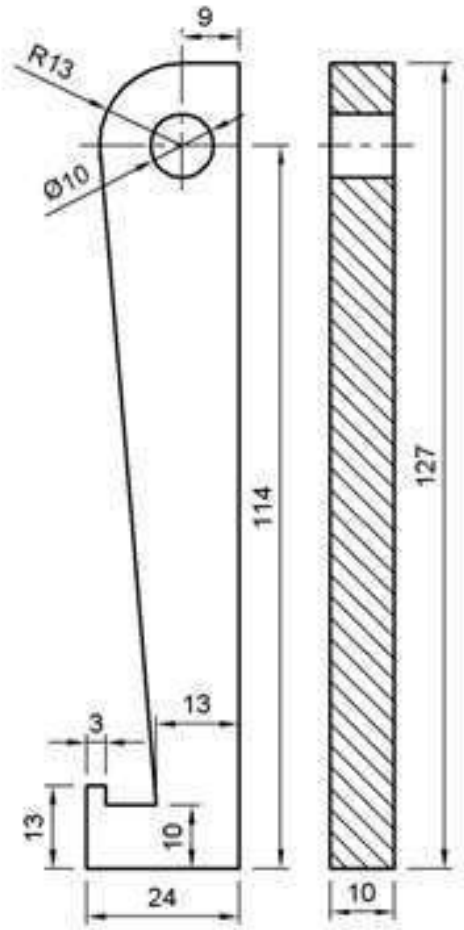
الحل:

1- يُرسم مسقطاً رأسياً نصفه الأيمن مقطوع ومسقطاً أفقياً ومسقطاً جانبياً للجزء رقم (1)، كما في الشكل رقم (1-11).



الشكل 1-11 رسومات الجزء رقم (1) لوحة

2- يُرسم المسقط الرأسي لمقبض السحب الجزء رقم (2)، كما في الشكل رقم (1–12).



الشكل 1-12 رسومات الجزء رقم (2) لوحة

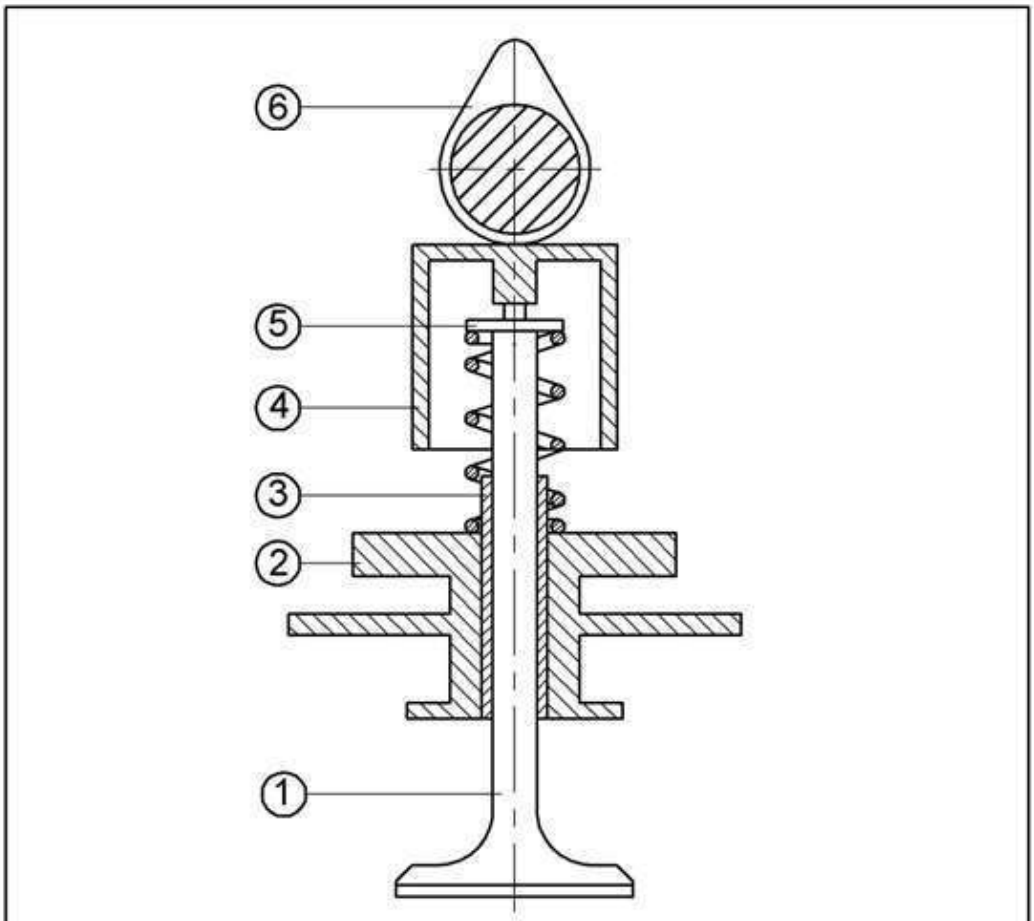
تمارين الفصل الأول

التمرين الأول: الشكل أدناه يبيّن رسماً تجميعياً لأجزاء مجموعة الصمام العلوي مع عمود كَامات علوي، ارسم بمقياس رسم 1:1 رسماً تفصيلياً للأجزاء (1، 2، 4) وكما يأتي:

1- مسقط رأسي للجزء (1).

2- مسقط رأسي نصفه الأيمن قطاع للجزء رقم (2).

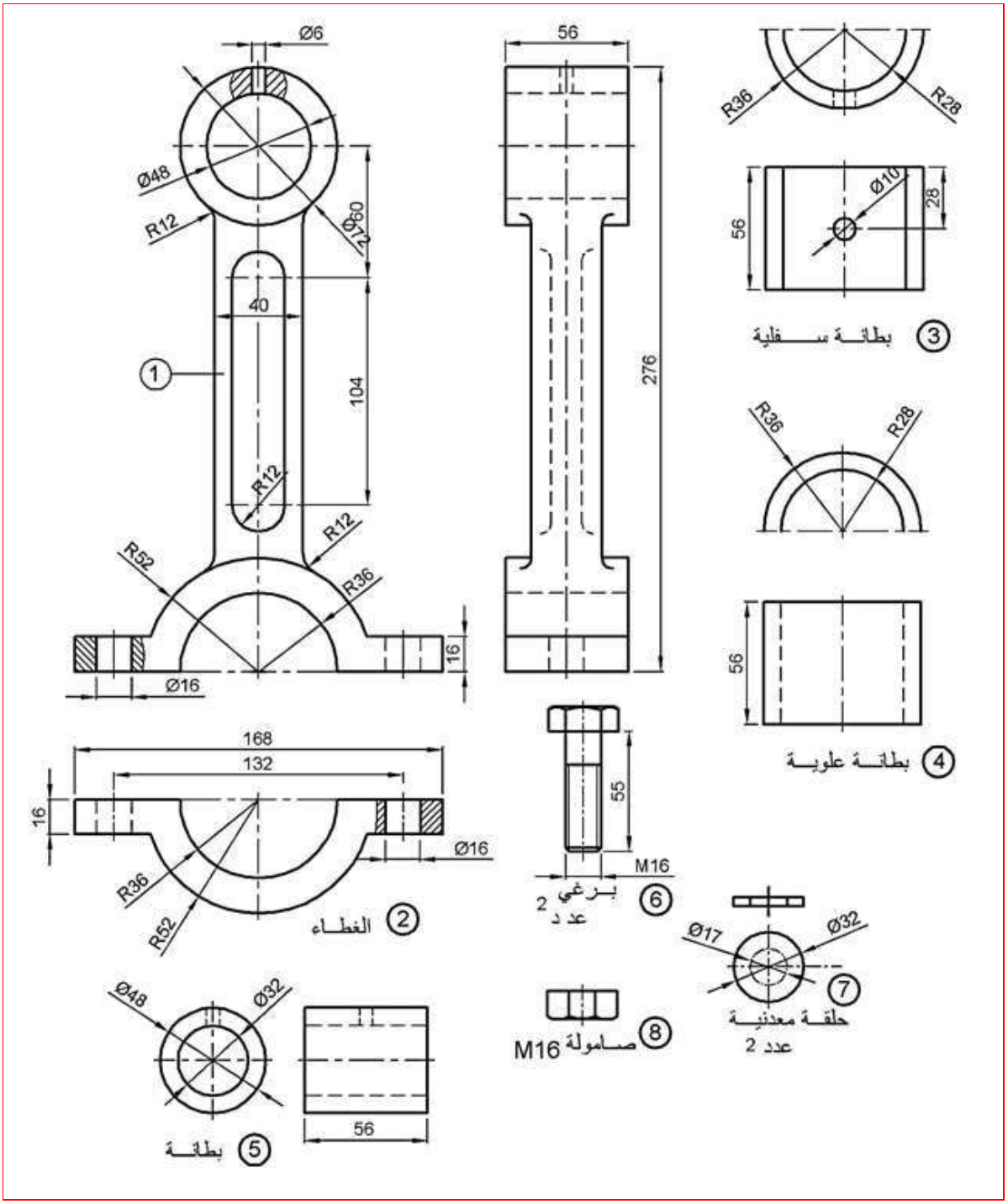
كتابة جدول العنوان وقائمة الأجزاء، وتؤخذ الابعاد من الرسم مباشرةً.



رقم الجزء	اسم الجزء	العدد	معدن الصنع
6	حذبة عمود الحدبات	1	
5	رقاقة ضبط ومعايرة الصمام	1	
4	رافع الصمام	1	
3	دليل الصمام	1	
2	غطاء كتلة الاسطوانات	1	
1	صمام	1	

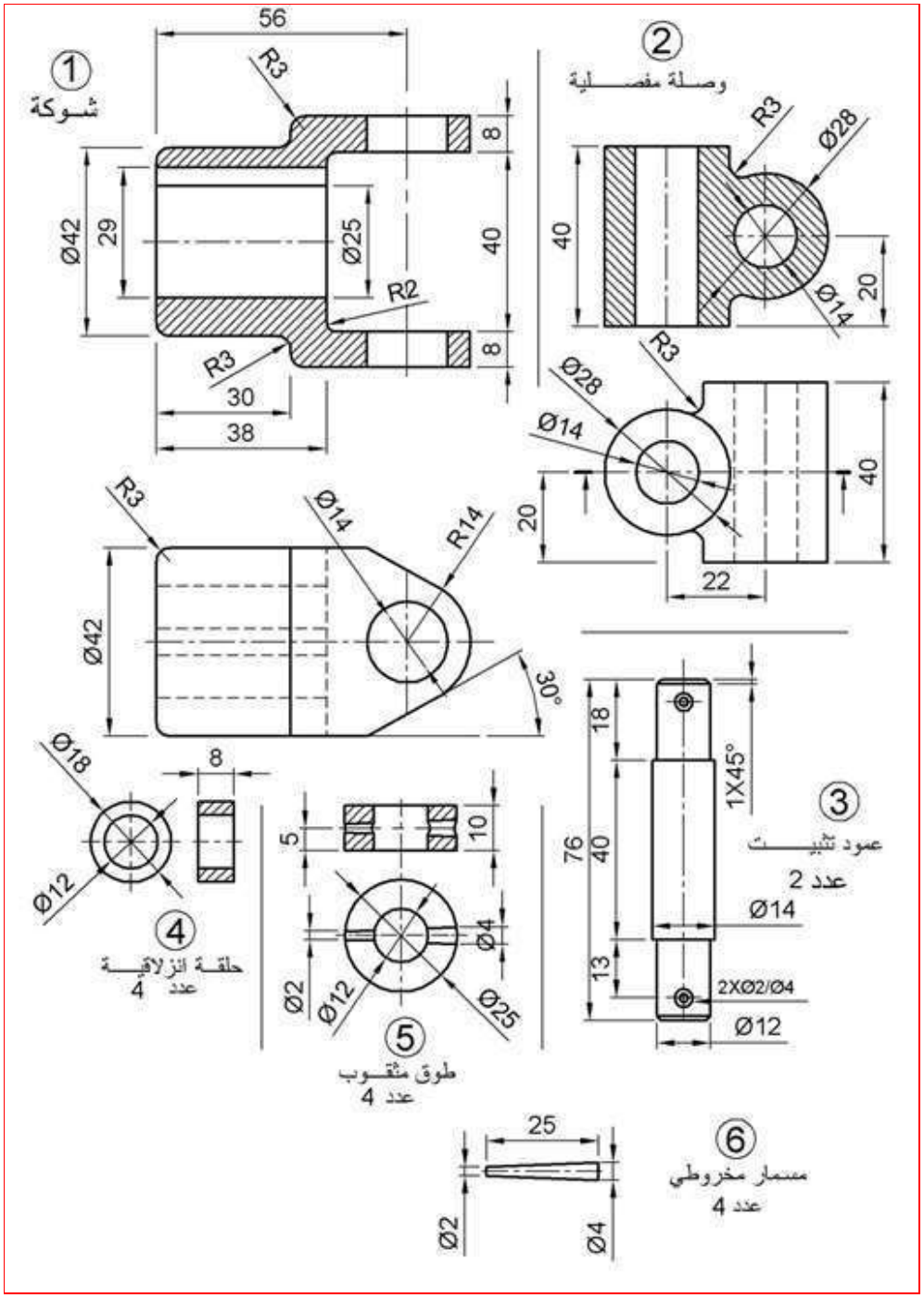
مقياس الرسم :	اسم التمرين : اجزاء مجموعة صمام علوي	المرحلة : الثالث	
رقم اللوحة :	اسم الطالب :	الاختصاص :	التاريخ / / 20..

التمرين الثاني: الشكل أدناه يبيّن أجزاء ذراع متأرجح، بعد تجميع الأجزاء ارسم بمقياس رسم مصغر (2:1) المقطع الرأسي، مع تضمين اللوحة جدول العنوان وقائمة الأجزاء.

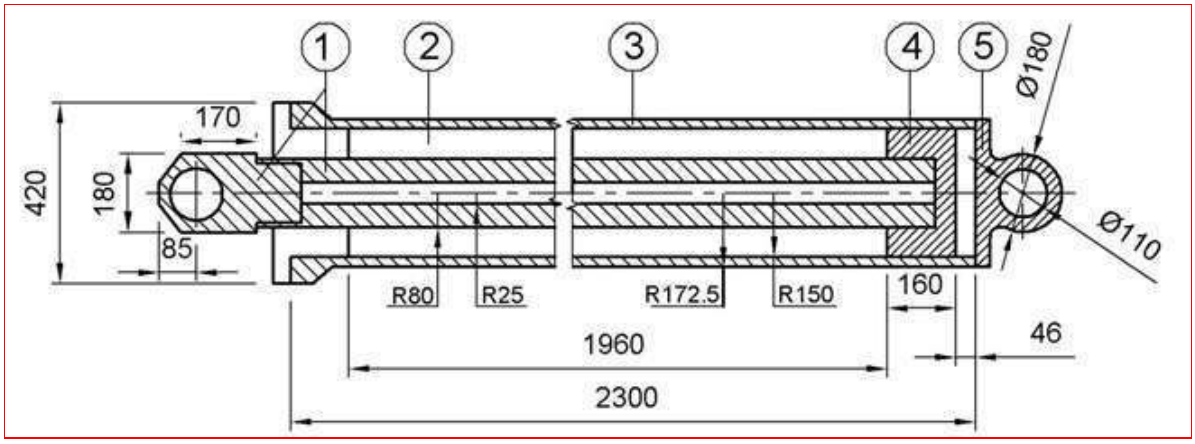


التمرين الثالث: الشكل أدناه يبيّن أجزاء وصلة عامة، تستعمل لنقل الحركة الدورانية بين عمودين لا يقعان على المحور نفسه وتدعى بوصلة Hook، إذ تثبت الشوكة (1) في الوصلة (2) عن طريق العمود (3) وذلك باستعمال بطانتين تحيطان بطرفي العمود وداخل حدود فتحة الشوكة وطوقين مع مسمار مخروطي لكلٍ منهما:

ارسم بمقياس رسم 1:1 مقطعاً رأسياً مجمعاً نصفه الأعلى مقطوع، مع تثبيت أرقام الأجزاء على الرسم وفي قائمة الأجزاء، (الأجزاء 1 و 2 مصنوعة من فولاذ طري وباقي القطع من حديد الصب)



التمرين الرابع: الشكل أدناه يبيّن مقطعاً أمامياً للأسطوانة الهيدروليكية في الساحبة، بمقياس رسم مصغر (10:1) أعد رسم الشكل مع تضمين اللوحة جدول العنوان وقائمة الأجزاء.



1. ذراع المكبس
2. تجويف الزيت
3. الجسم (أنبوب أسطواني)
4. المكبس
5. غطاء التثبيت

الفصل الثاني

رسم وسائل الربط الميكانيكي ونقل الحركة

Drawing of Mechanical Fastening and Transmission

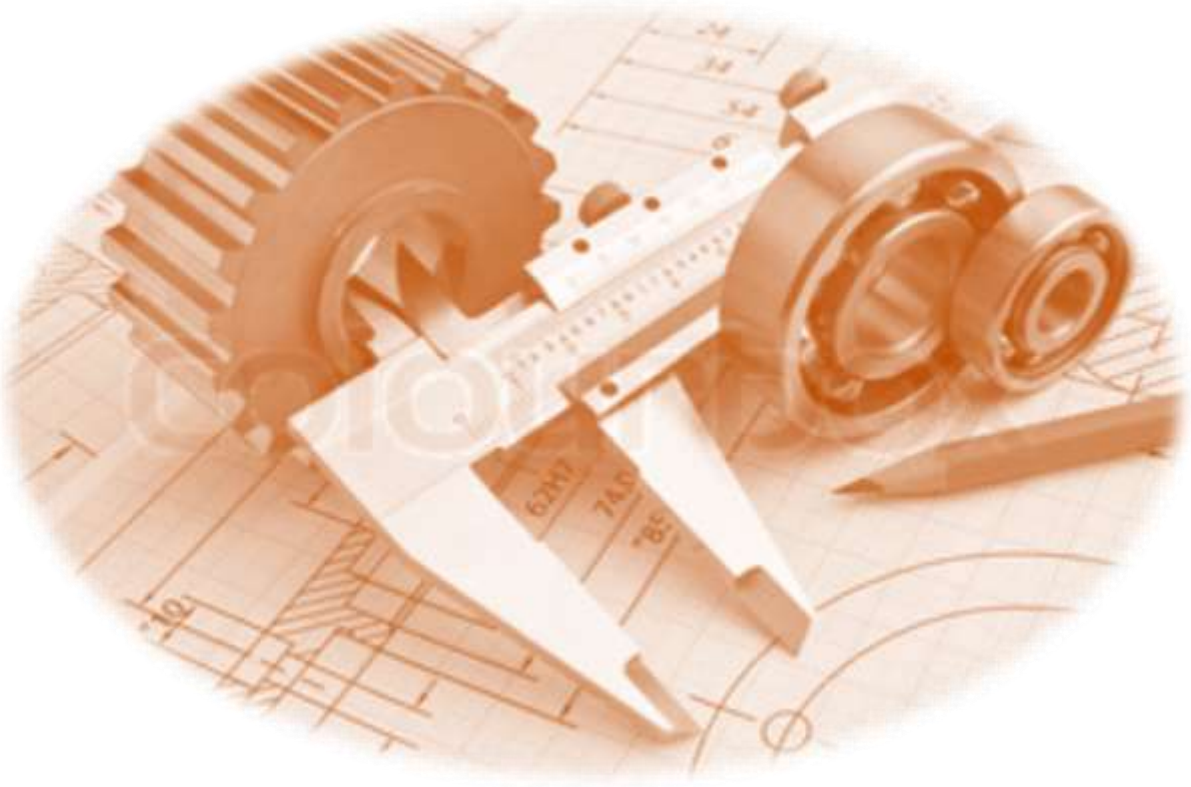
أهداف الفصل الثاني:

بعد الانتهاء من دراسة الفصل سيكون الطالب قادراً على أن:

1- يعرف أنواع وسائل الربط الميكانيكي ونقل الحركة.

2- يرسم الرموز الخاصة بوسائل الربط .

3- يرسم مساقط وقطاعات الأشكال المجمعة بوسائل الربط.



الفصل الثاني

رسم وسائل الربط الميكانيكي ونقل الحركة

Drawing of Mechanical Fastening and Transmission

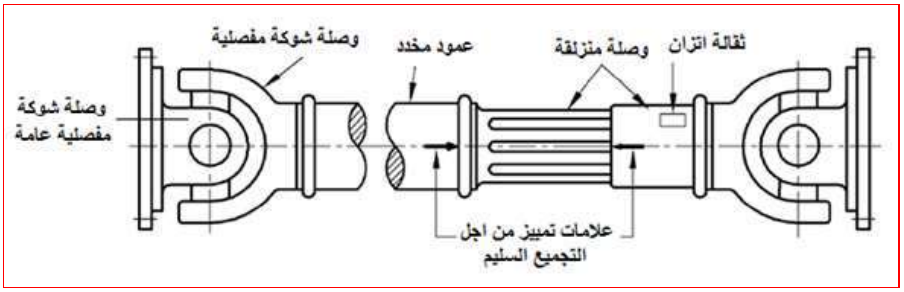
2-1 المقدمة Introduction

تتكون المكائن والأجهزة بصورة عامة من أجزاء كثيرة جداً منها البسيطة ومنها المعقدة حيث تصنع بوسائل مختلفة وفق متطلبات عملها. ووسائل الربط الميكانيكي هي عناصر تستعمل لربط الأجزاء مع بعضها، وهي مهمة في تركيب المنتجات الصناعية والمكائن، وتقسم وسائل الربط إلى وسائل الربط الثابتة (الدائمة)، ووسائل الربط القابلة للفتح (المؤقتة) كالمحامل بأنواعها المختلفة والقارنات والتروس بأنواعهما. علماً أن تلك الوسائل تتوافر بأبعاد قياسية.

أما وسائل نقل الحركة فهي من النظم المستعملة في نقل الحركة في المكائن الصناعية المختلفة مثل آلات الإنتاج ومعدات النقل كالسيارات والجرارات والآلات الزراعية وغيرها.

2-2 أعمدة الدوران Shafts

هي وحدة ميكانيكية لنقل القدرة وتستخدم لتوصيل مكونات أخرى لمجموعة نقل الحركة التي لا يمكن اتصالها مباشرة بسبب البعد أو الحاجة إلى توفير حركة نسبية بينهما. ويتركب عمود الدوران في الغالب من وصلتين مفصليتين ووصلة منزلقة وجسم العمود نفسه، ويكون جسم العمود مصنوعاً من الفولاذ المصلد الخالي من الدرزات والنتوءات. وتلحم على أحد أطرافه وصلة مفصلية أو شفة (فلنجة) لتركيب وصلة مفصلية، وتلحم على الطرف الآخر وصلة مفصلية ثانية مع قطعة من عمود مخدد من الخارج، أو عمود مخدد من الداخل وذلك لمزاوجة العمود الخارج من صندوق التروس وتشكيل الوصلة المنزلقة. كما توضع صفيحة موازنة Balancing Plate لتحقيق توازن العمود إستاتيكياً وديناميكياً وتثبت على عمود الدوران. وتوجد علامات متقابلة على كلا النصفين لضبط النصفين عند التركيب، وكما هو موضّح في الشكل رقم (2-1).



الشكل 2-1 أجزاء عمود الدوران

2-2-1 الوصلات الطرفية لعمود الدوران Drive Shaft Junctions

أ- الوصلة المنزلقة Slip Yoke

تستخدم الوصلة المنزلقة لتسمح لعمود الإدارة بتغيير طوله والتكيف مع التغيرات الطولية، وتتكون الوصلة المنزلقة من عمود مخدد (**Spline Shaft**) ومحمل (جلبة) مخددة داخلياً، ويدخل العمود داخل المحمل ويربط طرفه الآخر إلى المحور، ويمكن أن ينزلق العمود المخدد داخل المحمل وخارجها لمسافات معينة.

ب- الوصلة المفصلية العامة Universal Joint

تتكون الوصلة المفصلية من ثلاثة أجزاء، الجزء الأول فك يكون متصلاً بعمود الإدارة والفك الثاني يكون متصلاً بصندوق السرعات ويربط بين الفكين صليب يسمح بحرية الحركة حول محوره وظيفته ربط نهايات عمود الإدارة إلى صندوق التروس والمحور الخلفي، ويجب أن تتميز هذه الوصلة بقابلية الحركة الزاوية لعمود الإدارة وتتحمل الصدمات الفجائية أثناء سير المركبة على الطريق أو أثناء تغيير السرعات نتيجة عملية التعشيق وأن تكون سهلة التركيب والفتح والصيانة.

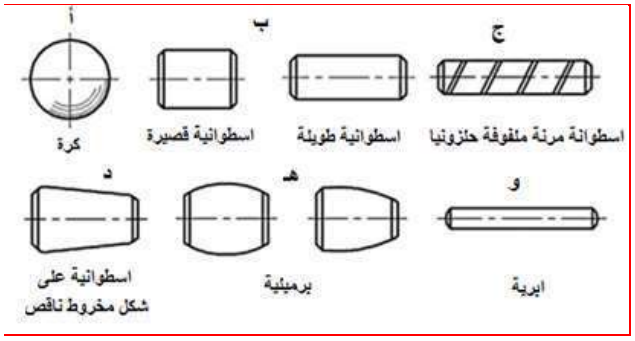
2-3 المحامل Bearings

هي الأجزاء التي ترتكز عليها الأعمدة والمحاور الدائرة وتستعمل للحركة الدورانية والخطية، وتختلف تصميماتها وفقاً للغرض من استخدامها وظروف تشغيلها.

2-3-1 أنــواع المحامل Types of Bearings

2-3-1-1 المحامل المتدحرجة Rolling Bearings

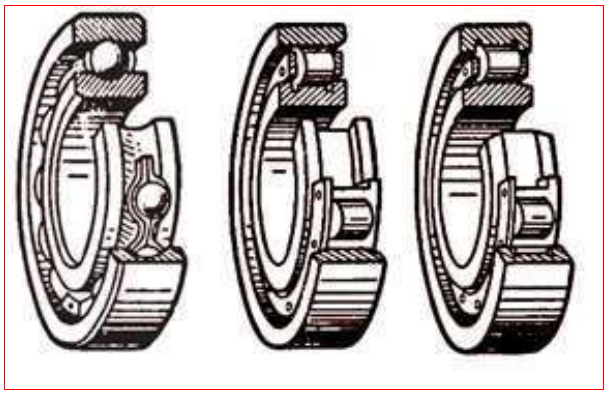
تستعمل المحامل المتدحرجة لتأمين الحركات الدورانية عالية السرعة على غرار حركة أعمدة المرفق (الكرنك) وأعمدة التحكم في السيارات، وتتحمل الإجهادات الناتجة عن الأحمال الخارجية للمنظومة الميكانيكية. وتتكون المحامل المتدحرجة عموماً من حلقتين داخلية وخارجية بينهما مجرى داخلي لحركة العناصر المتدحرجة، وقفص بشكل ماسك للفصل بين تلك القطع ومرشد لها. ويبيّن الشكل رقم (2-2) اشكال العناصر المتدحرجة .



الشكل 2-2 أشكال العناصر المتدحرجة

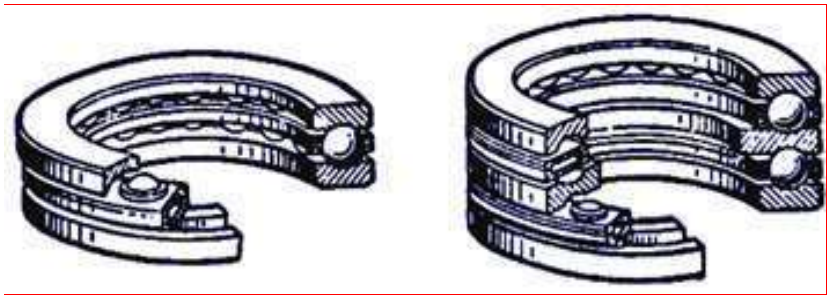
كما يمكن تصنيف المحامل المتدحرجة إعتماداً على طبيعة الاحمال الخارجية المطبقة عليها إلى:

1. محامل قطرية (شعاعية) Radial التي تقاوم القوى القطرية، كما مبيّن في الشكل رقم (2-3).



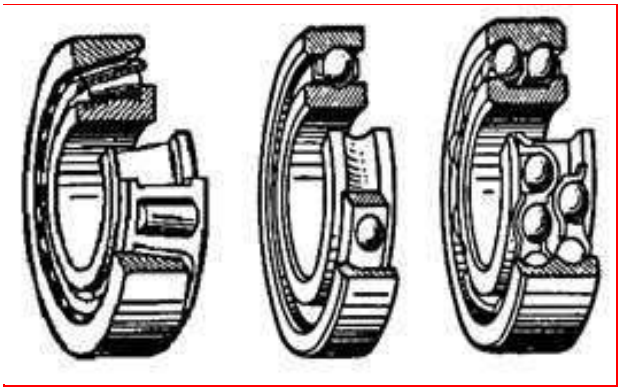
الشكل 2-3 محامل قطرية

2. محامل محورية (محامل دفع) Thrust تستعمل بشكل رئيس لتحمل الاحمال المحورية الموازية لمحور العمود، كما في الشكل رقم (2-4).



الشكل 2-4 محامل محورية

3. محامل زاوية Angular-Contact Bearings مصممة لتحمل كلاً من الاحمال القطرية والمحورية، وكما هو موضّح في الشكل رقم (2-5).



الشكل 2-5 محامل زاوية

الجدول (2-1) أنواع المحامل الأكثر شيوعاً والأسماء التعريفية لها

Bearing name إسم المحمل	التوصيف بالرسم	الترميز	Figure الشكل	Bearing name إسم المحمل	التوصيف بالرسم	الترميز	Figure الشكل
Barrel bearing المحمل البرميلي				Bareel thrust bearing محمل برميلي دفع			
Double barrel bearing المحمل البرميلي المزدوج				Ordinary ball bearing محمل ارتكازي كروي			
Roller thrust bearing محمل اسطواني دفع				Self-aligning ball bearing محمل كروي ذاتي التمركز			
Tapper roller bearing محمل مخروطي				Single angular bearing محمل كروي زاوي			
Double tapper roller محمل مخروطي مزدوج				Double angular bearing محمل كروي زاوي مزدوج			
Needle bearing محمل أبري				Single thrust bearing محمل ارتكازي دفع			
Double needle bearing محمل أبري مزدوج				Double thrust bearing محمل ارتكازي دفع مزدوج			
Needle thrust bearing محمل أبري دفع				Roller bearing محمل اسطواني			
				Double roller bearing محمل اسطواني مزدوج			

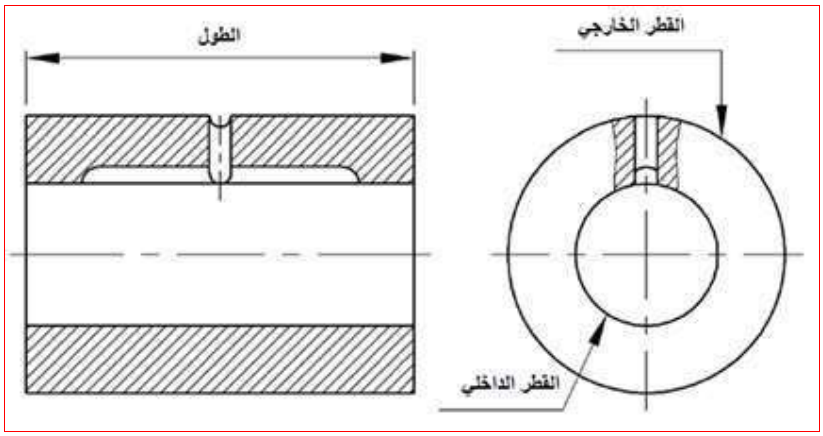
2-1-3-2 المحامل الانزلاقية (الجُلب) Bushings

1. المحامل الإنزلاقية البسيطة Plain Bearing

البطانة (الجلبة Bush)، هي تركيبة بسيطة مستقلة تتداخل مع كرسي مجهز بثقب مقفل (قطعة واحدة) لتكون سطحاً حاملاً لتطبيقات دورانية، وهي على ثلاثة انواع، وكما مبيّن بالشكل رقم (2-6).

الشكل 2-6 أنواع المحامل الإنزلاقية (البطانات) البسيطة

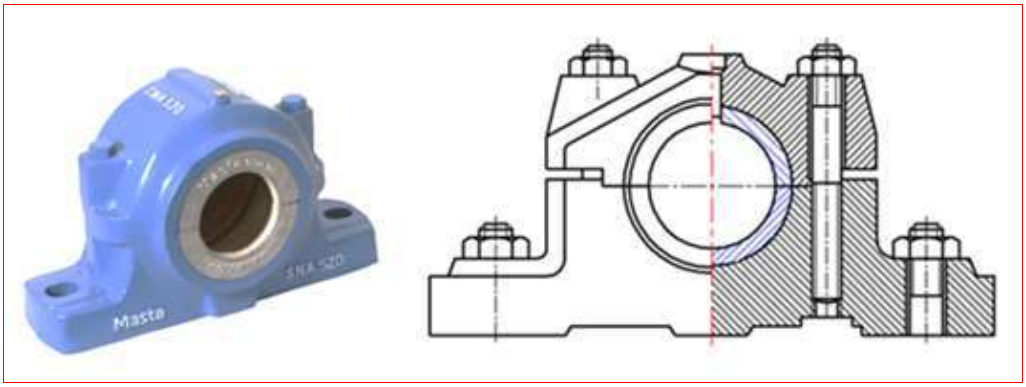
تعتمد البطانات في إنتاجها على أبعاد قياسية هي الطول والقطر الداخلي والقطر الخارجي وتمثل بالرسم بشكل مسقط أو مقطع، كما هو موضّح بالشكل رقم (2-7).



الشكل 2-7 تمثيل البطانة بالرسم

2 . المحامل الإنزلاقية المركبة Two-piece Plain Bearing

تتكون هذه البطانات من نصفي حلقة سبائكية إنزلاقية يثبتان في كرسي محمل متكون من نصفين متناظرين يجمعان عن طريق لوالب (براغي) وصواميل، ويمثل هذا المحمل بالرسم عند القطاع بتهشير جزئي الحلقة الإنزلاقية بشكل متعاكس، وكما مبيّن في الشكل (2- 8) الذي يمثل نصف مقطع رأسي.



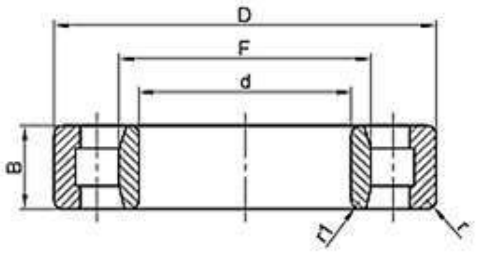
الشكل 2-8 تمثيل المحمل الانزلاقي المركب بالرسم

4-2 رسم المحامل Bearings Drawing

لرسم المحامل بمختلف أنواعها، يُعتمد قطر العمود الذي هو القطر الداخلي نفسه للمحمل كقياساً مرجعياً، ثم يُحدد نوع المحمل (كروي ، اسطواني)، بعد ذلك تحدد بقية الأبعاد. وتجدر الإشارة إلى أنه لا توجد أبعاد خاصة بقطر الكرات المتدحرجة أو ابعاد الاسطوانات المتدحرجة، وسيكتفي المختص برسم الأبعاد التي تتضمنها الجداول الخاصة بكل محمل من حيث الأقطار الخارجية والداخلية والعرض.

مثال 1: بمقياس رسم 1:1 ارسم مقطعاً رأسياً كاملاً للمحمل الأسطواني الذي قطره الداخلي (d=50 mm) والموضّح بالشكل رقم (2-9)، مستعيناً بالجدول رقم (2-1).

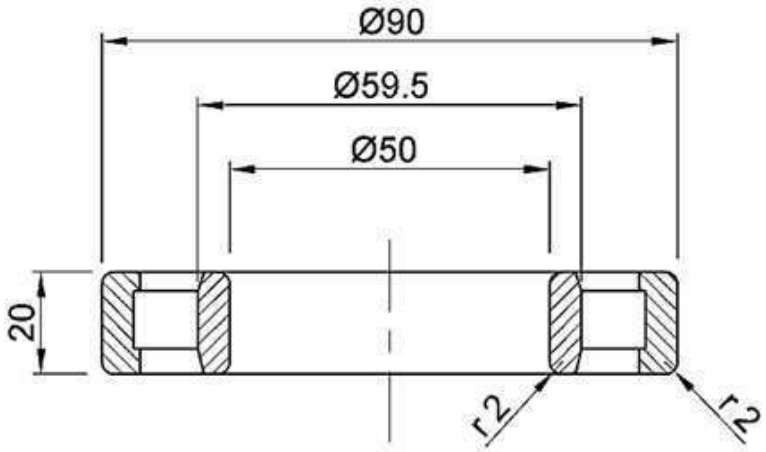
F	r1	r	B	D	d	الرمز
59.5	2	2	20	90	50	NU210



الشكل 2-9 محمل أسطواني

خطوات الرسم:

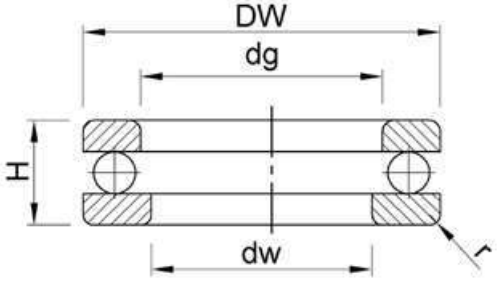
1. من الجدول أعلاه تستخرج الابعاد الخاصة بالقطر d = 50mm
2. يستعان بهذه الابعاد ويُرسم المحمل المطلوب، كما في الشكل رقم (2-10).



الشكل 2-10 مقطع رأسي كامل لمحمل اسطواني (لوحة)

مثال 2: ارسم مقطعاً رأسياً كاملاً لمحمل محوري ذي كرات متدحرجة Thrust Bearing بالأبعاد (40 × 68 × 19)، الموضّح بالشكل رقم (2-11) مستعيناً بالجدول رقم (2-1).

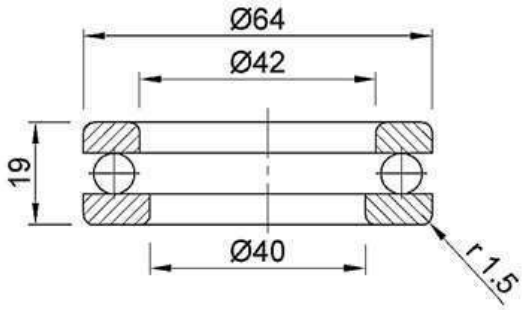
H	r	dg	Dw	dw	الرمز
19	1.5	42	68	40	51208



الشكل 2-11 محمل محوري ذو كرات متحرجة

خطوات الرسم:

1. من الجدول أعلاه تستخرج القياسات الخاصة بالقطر dw = 40 mm .
2. نرسم المحمل المطلوب، كما في الشكل رقم (2-12).



الشكل 2-12 مقطع رأسي كامل لمحمل محوري ذي كرات متدحرجة (لوحة)

5-2 القارنات Cuplings

تستعمل القارنات لتوصيل نهايات الأعمدة ببعضها وهي تنقل عزوم اللي، وبهذه الكيفية يمكن توصيل أي عمودين لوحدتين، أحدهما قائد والآخر منقاد.

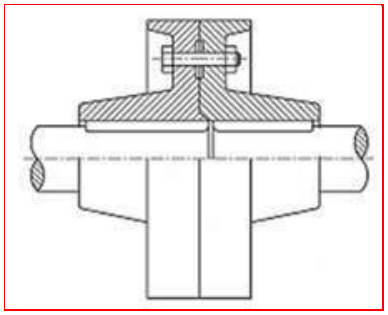
2-5-1 أنواع القارنات Types of Couplings

1. القارنات الصلبة Rigid Coupling

هي قارنات دائمة تستخدم لتوصيل نهايات الأعمدة المتقابلة مع بعضها توصيلاً صلباً بأجزاء القارنة، لا يسمح هذا التوصيل بأي تعويض للحركات الطولية أو الزاوية، وهي على أنواع عدة منها:

a - قارنات ذات القرص Disc Coupling

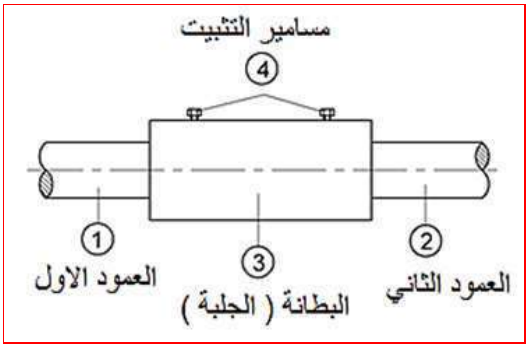
تستخدم لنقل عزوم اللي الكبيرة، وتتكون من قرصين يُركبان على نهايتي العمودين بتوافق قسري شديد، مع منعهما من الحركات الدورانية بواسطة خابور غاطس. وللتأكد من التعشيق المناسب للقرصين يزود أحدهما ببروز يعشق في التجويف المناظر له في القرص الثاني، ويوصل القرصان معاً بواسطة لولب وصامولة، وفي الشكل رقم (2-13) تمثيل لهذه القارنة بالرسم.



الشكل 2-13 مقطع نصفي رأسي لقارنة ذات قرص

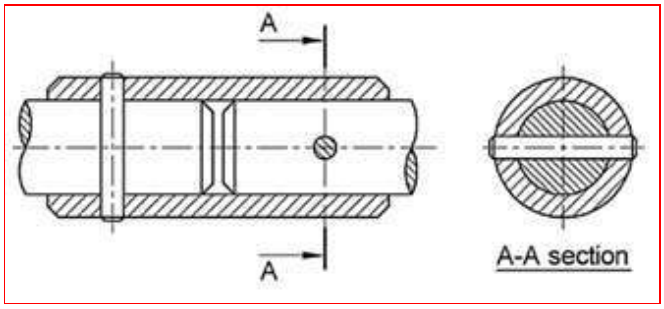
b - قارنات ذات الجلبة Sleeve Coupling

هي وسيلة بسيطة لتوصيل الأعمدة، والجلبة لها شكل أسطواني مجوف تركب على نهايات الأعمدة وتثبت بالمسامير، وكما هو موضّح بالشكل رقم (2-14).



الشكل 2-14 قارنة ذات الجلبة

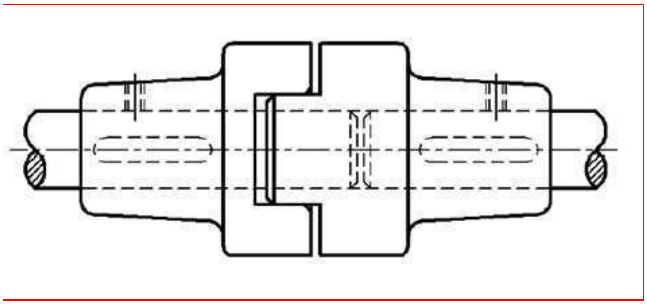
أما إذا كانت أقطار الأعمدة كبيرة بالقدر الكافي فتستعمل قارنات الجلبة ذات الدبابيس Sleeve، Coupling with Pins (Muff) كما هو مبيّن في الشكل رقم (2-15).



الشكل 2-15 مقطع رأسي ومقطع جانبي لقارنة جلبة ذات دبابيس (pins)

c - القارنات المخلبية Claw Coupling

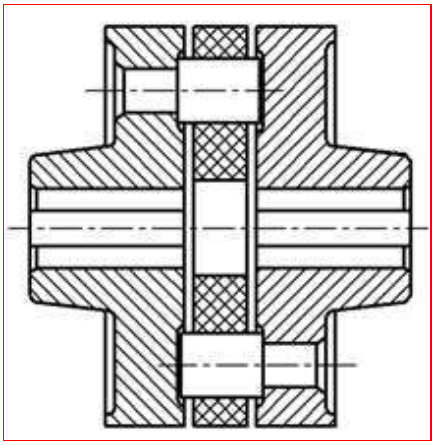
تتكون من نصفين منتظمين يزود كل منهما بمخالب تعشق في التجاويف المقابلة لها في النصف الآخر، وعند تعشيق المخالب ينقل عزم اللي، وعند تجميع القارنات في الاتجاه المحوري يجب الاحتفاظ بحيز محدد بين المخالب ليعادل التمدد الحراري المحتمل في الأعمدة، وكما مبيّن بالشكل رقم (2-16).



الشكل 2-16 مسقط رأسي للقارنة المخلبية

2. القارنات المرنة Flexible Couplings

هي وصلات ثابتة بين عمودين لهما عضو متوسط يعرف بالوصلة المرنة المصنوعة من مادة المطاط أو الجلد أو فولاذ النوابض، تستعمل القارنات المرنة لمعادلة التغيرات في المحامل، والتغيرات في عزم اللي والأحمال الصدمية والاهتزازات، والشكل رقم (2-17) يبيّن تمثيلاً لأحد أنواع القارنات المرنة بالرسم.



الشكل 2-17 مقطع رأسي للقارنة المرنة

6-2 التروس Gears

تُعد التروس من أكثر عناصر الآلات الميكانيكية استعمالاً لنقل الطاقة والحركة (الدائرية والخطية) بين محاور متوازية وغير متوازية، إذ أن شكل أسنان التروس يجعل من نقل الحركة انسيابياً، فضلاً عن انخفاض معامل الاحتكاك لوجود أنظمة تزييت وتشحيم. وتمتاز التروس بالعمر الافتراضي العالي وإمكانية استخدامها بسرعات متغيرة وعزوم متغيرة كما أن صيانتها سهلة.

1-6-2 أنواع التروس Types of Ggears

تصنف التروس إلى ثلاث مجاميع هي: كما موضّح في الشكل رقم (2-18):

1. التروس الأسطوانية Spur Gears

لنقل الحركة بين محاور متوازية تقع في مستوى واحد، وتكون أسنانها أما عدلة أو مائلة (حلزونية).

2. التروس المخروطية Bevel Gears

لنقل الحركة بين المحاور المائلة (المتقاطعة) غير المتوازية وتكون أسنانها أما مستقيمة أو مائلة.

3. التروس اللولبية Screw Gears

لنقل الحركة بين المحاور التي لا تقع في مستوى واحد (لا تتقاطع امتداداتها في الفراغ)، وتضم هذه المجموعة التروس اللولبية والترس البريمي (الحلزون).

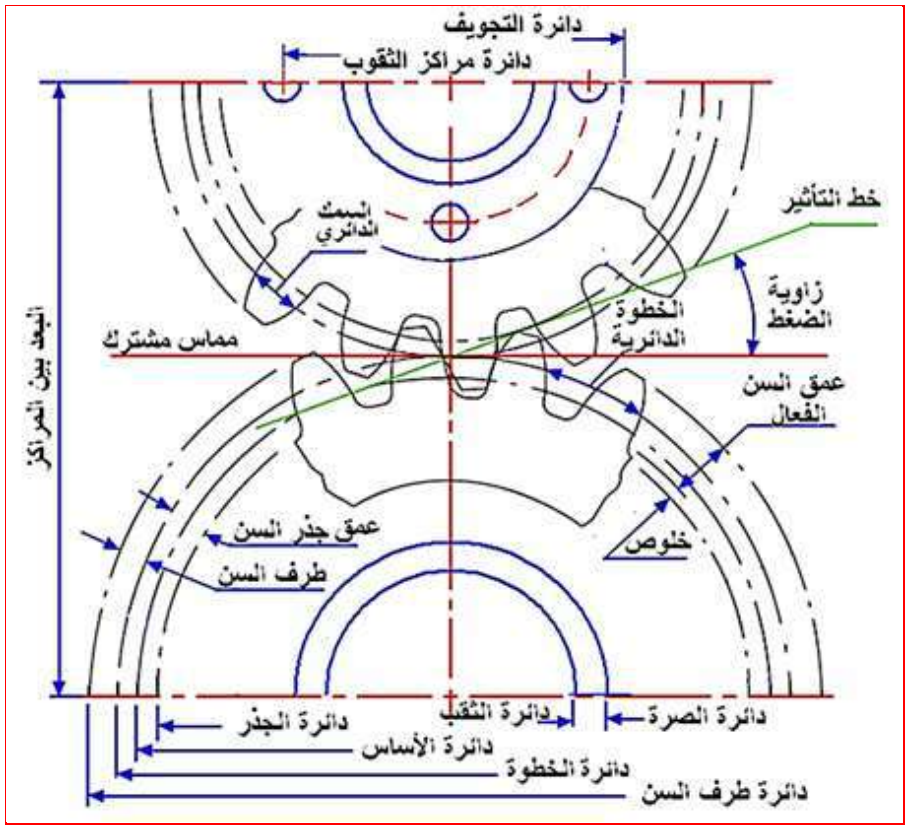
4. الترس العدل والجريدة المسننة Rock and Pinion Gear

لتحويل الحركة الدورانية إلى حركة مستقيمة (خطية) أو بالعكس.

الشكل 2-18 أنواع مختلفة من التروس

2-7 مصطلحات التروس Gear Terminology

الشكل رقم (2-19) يوضّح المصطلحات الخاصة بالتروس الأسطوانية العدلة المتعشقة.



الشكل 2- 19 مصطلحات التروس الأسطوانية العدلة المعشقة

8-2 حسابات الترس الإسطواني العدل

يبيّن الجدول (2-2) التعاريف والقوانين الرياضية بموجب المواصفات العالمية لجميع التروس الإسطوانية العدلة وبزاوية الضغط (20° أو 14.5°)، المطلوب أغلبها لتنفيذ رسم الترس الأسطواني.

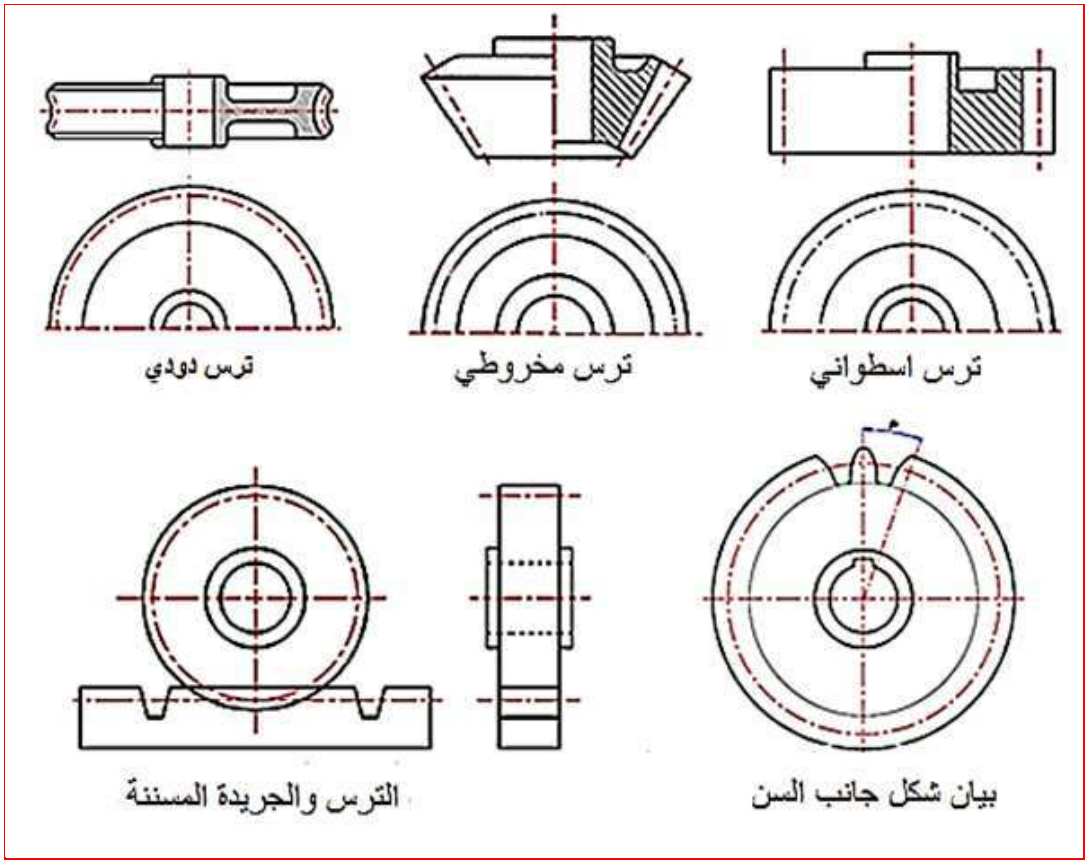
جدول (2-2) حسابات الترس الإسطواني العدل.

المصطلح	الرمز	التعريف	المعادلة
قطر دائرة الخطوة Pitch Circle	D	قطر دائرة وهمية يتم عليها تصميم الترس وعندما يتعشق ترسان بصورة صحيحة فان دائرتي الخطوة تكونان متماستين	$D = m \times Z$
قطر دائرة طرف السن Addendum Circle	Da	قطر الدائرة التي تمر خلال قمة الأسنان	Da=m (z+2)
قطر دائرة جذر السن Root Circle	Dr	قطر الدائرة التي تمر خلال قاع الأسنان	Dr= m(z-24)
عدد الأسنان	z	عدد الأسنان الموجودة حول المحيط الكامل	$Z=\frac{D}{m}$
المودول Module	m	وحدة لقياس التروس وهي الكمية الرئيسة في تعيين حجم السن	$m=\frac{D}{z}=P/\pi$
الخطوة الدائرية Circle Pitch	P	المسافة من نقطة على سن إلى النقطة المناظرة لها على سن مجاور مقاسة على دائرة الخطوة	$P=\pi\frac{D}{z}=\pi.m$
ارتفاع رأس السن Addendum	a	المسافة الشعاعية من قمة السن إلى دائرة الخطوة	a= m
عمق جذر السن Dedendum	b	المسافة الشعاعية من دائرة الخطوة إلى قاعدة السن	b = 1.12 m
العمق الكلي Whole Depth	h	الارتفاع الكلي للسن	H = a + b
دائرة الأساس Base Circle		هي الدائرة التي ينشأ عنها منحنى Involute	تستنتج من الرسم
عرض الوجه	F	عرض وجه السن	F= 6 m
قطر الثقب (قطر العمود)	D_h	قطر الثقب الذي يتوافق مع قطر عمود الدوران	يعطى ضمن المعلومات
قطر دائرة الصرة Hub Dia	Dcm	قطر دائرة صرة تثبيت الترس	Dcm = 1.6 x Dh
طول الصرة Hub Length	Lcm	يجب أن تكون صرة التثبيت أطول من عرض الترس	Lcm = 1.5 x Dh
السمك الصافي	b1	المسافة بيت وجهي التجويف	b1 =2. 5 m
قطر دائرة مراكز ثقوب التجويف	D1	يثقب التجويف لتخفيف الوزن وتوفير إمكانية الربط مع أجزاء ميكانيكية دوارة	D1=0.5 (DK +Dcm)
قطر دائرة التجويف	Dk	يخفف سمك الترس بإزالة حلقة من معدنه	Dk =Dr - 2b1

9-2 تمثيل التروس بالرسم Representation of Gears by Drawing

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

ترسم الدائرة الخارجية للتروس بخط سميك متصل، فيما ترسم دائرة الخطوة بخط رفيع متسلسل (خط مركز)، أما دائرة الجذر فلا ترسم عموماً إلا في حالة رسم القطاع بخط سميك متصل، وإذا كان بيان هذه الدائرة مفيداً في المسقط غير المقطوع فإنها ترسم بخط رفيع مستمر، كما هو موضّح في الشكل رقم (2-20).



الشكل 2-20 تمثيل أنواع التروس في الرسم التنفيذي

مثال 4: ترس أسطواني عدل عدد أسنانه (Z=18)، الخطوة (P=25.12 mm) ،

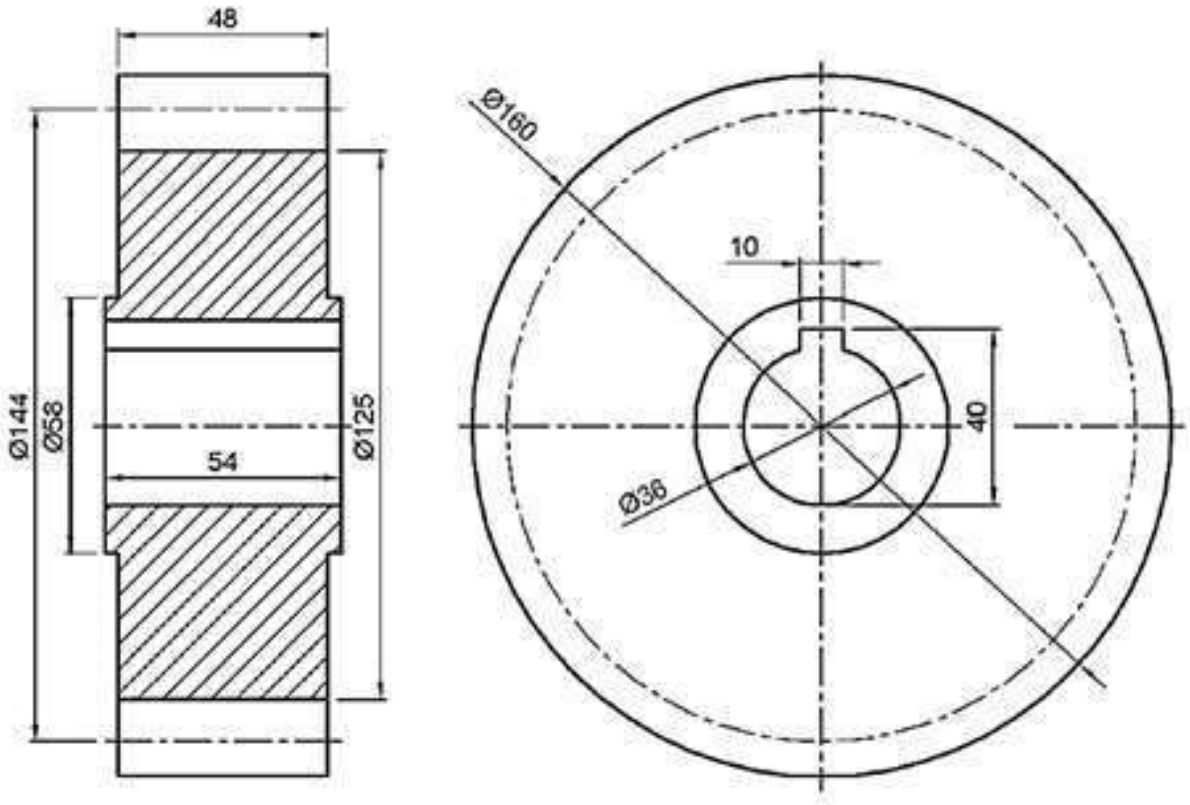
قطر العمود (D_h=36 mm) فيه مجرى للخابور (4×10) mm، ارسم بمقياس رسم 1:1 المقطع الرأسي والمسقط الجانبي للترس.

الحل:

1- تحسب الأبعاد اللازمة باعتماد المعطيات الواردة في السؤال وكما يأتي:

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

2- نرسم بالقياسات بموجب الجدول المقطع الرأسي والمسقط الجانبي، علماً أن الأسنان في المقطع لا تهشر، بينما تظهر في المسقط الجانبي بشكل خط محوري لدائرة الخطوة، وكما هو مبيّن في الشكل رقم (2-21).

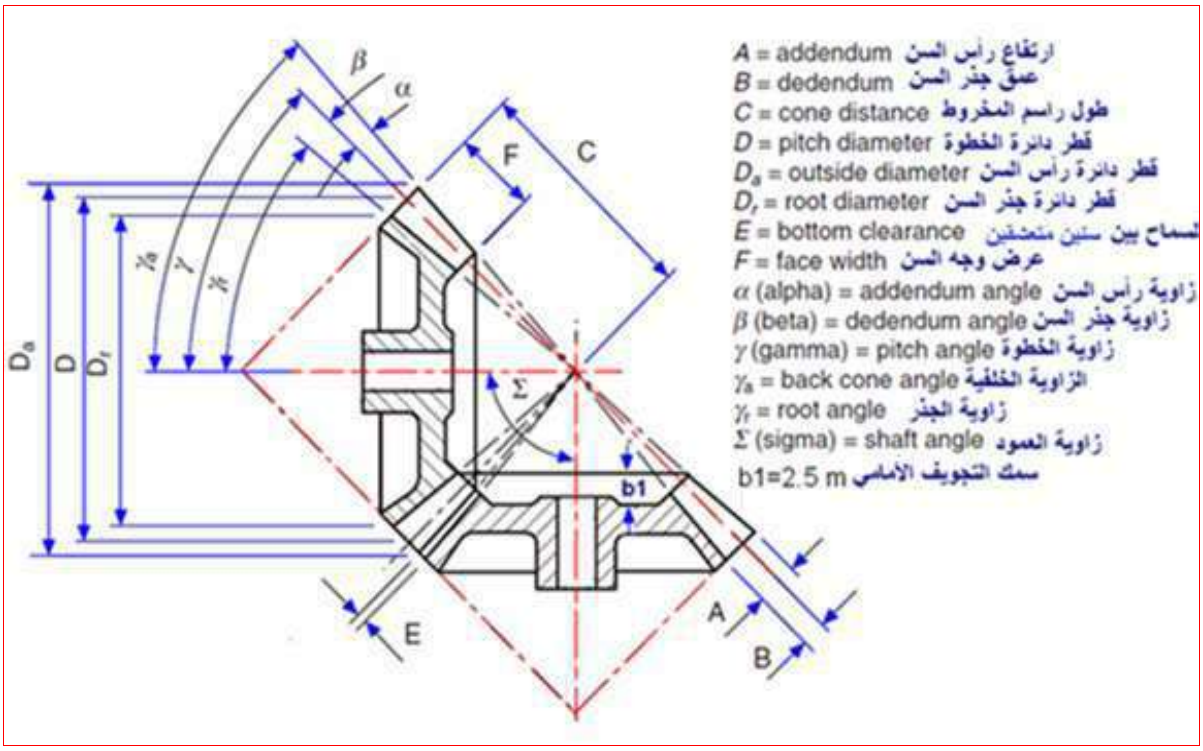


الشكل 2-21 مقطع رأسي ومسقط جانبي لترس أسطواني عدل (لوحة)

10-2 تمثيل الترس المخروطي في الرسم

Representation of Bevel Gear in the Drawing

تتشابه رموز أسنان التروس المخروطية المستقيمة مع رموز أسنان التروس الإسطوانية، ويستعمل في الترس المخروطي نفس شكل السن المستعمل للترس العدل، إلا أن لأسنان الترس المخروطي استدقاقاً نحو رأس المخروط، ولذا فان ارتفاع السن يتناقص تدريجياً باتجاه رأس المخروط. كثير من مصطلحات الترس العدل تستعمل أيضاً للترس المخروطي إلا أن بعض التعاريف يجب أن تعدل لتلائم الترس المخروطي، وتقاس دائرة الخطوة، ارتفاع رأس (طرف) السن وجذر السن عند الطرف العريض للسن، والشكل رقم (2-22) يمثل ترسين مخروطيين متعشقين مع القياسات الضرورية لتنفيذ رسمهما، في حين سيكون رسم الترس المخروطي في هذه المرحلة لترسين زاوية رأس المخروط لكليهما 90^o مما يسهل عملية الرسم وبالقوانين كما في الترس الاسطواني.



الشكل 2-22 ترسان مخروطيان متعشقان

مثال 5 : ترس مخروطي عدد أسنانه (Z = 20)، ارتفاع رأس السن (a = m = 8 mm)، عمق جذر السن مقداره (b = 9 mm)، قطر عمود الترس (D_h = 40 mm)، ارسم بمقياس رسم مناسب مقطعاً رأسياً كاملاً للترس.

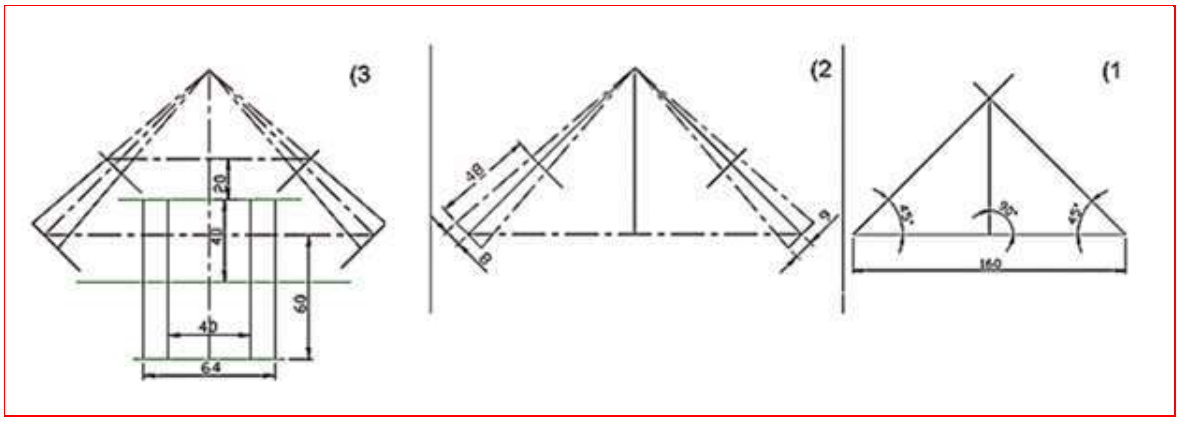
الحل :

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

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

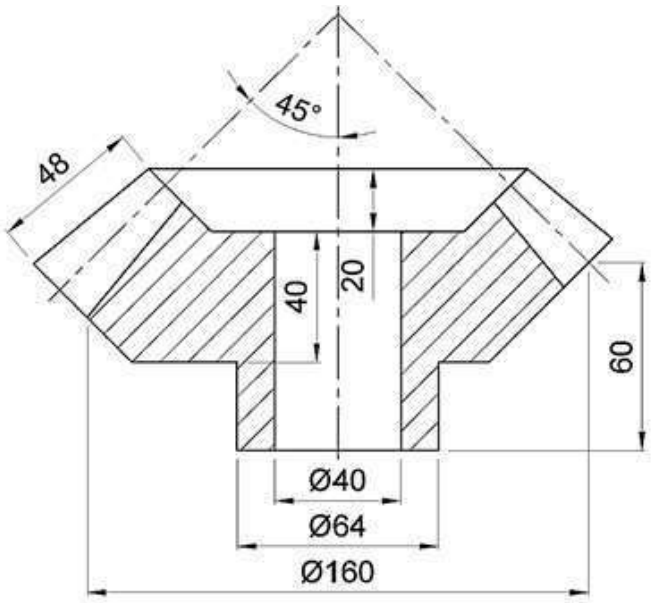
يوضح الشكل رقم (2-23) مراحل رسم الترس، وكما يأتي:

1. رسم مخروط الخطوة بالاعتماد على قطر دائرة الخطوة وذلك برسم خط أفقي بطول 160 mm ليكون قاعدة المخروط، ثم تُرسم ضلعين يميلان بزاوية 45^{o} يلتقيان في نقطة تمثل رأس المخروط.
2. لرسم طرف وجذر الأسنان، يُرسم عمودين على نهاية الضلعين المائلين ثم تُحدد بنقاط على كل منهما مقداري رأس وجذر السن، توصل تلك النقاط الأربعة مع نقطة رأس المخروط بخطوط خفيفة، ويُحدد طول وجه السن المحسوب على خط راسم مخروط الخطوة ولكلا الجانبين.
3. يُحدد طول الصرة ابتداءً من وجه الترس الأمامي باتجاه الخلف ثم يحدد قطرها، مع تحديد قطر الثقب المتوافق مع العمود، وتُحدد امتدادات سمك الترس لتتقاطع مع امتداد طول السن.



الشكل 2-23 مراحل رسم الترس المخروطي

2. تمسح الخطوط الزائدة وتحول بعض الخطوط إلى خطوط مركز، تُهشر المساحات المقطوعة (الأسنان لا تهشر)، كما مبيّن في الشكل رقم (2-24)، فضلاً عن وضع الأبعاد الضرورية.



الشكل 2-24 مقطع رأسي كامل لترس مخروطي (لوحة)

مثال 6: ترسان مخروطيان متعشقان عدد أسنان كل منهما (20 سن) $(Z = 20)$، ارتفاع رأس السن $(a = m = 6\ mm)$، عمق جذر السن $(b = 7\ mm)$، قطر عمود الترس $(D_h = 30\ mm)$، ارسم بمقياس رسم مناسب مقطعاً رأسياً كاملاً للترسين.

الحل:

تُحسب الأبعاد اللازمة باعتماد المعطيات الواردة في السؤال كما يأتي:

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

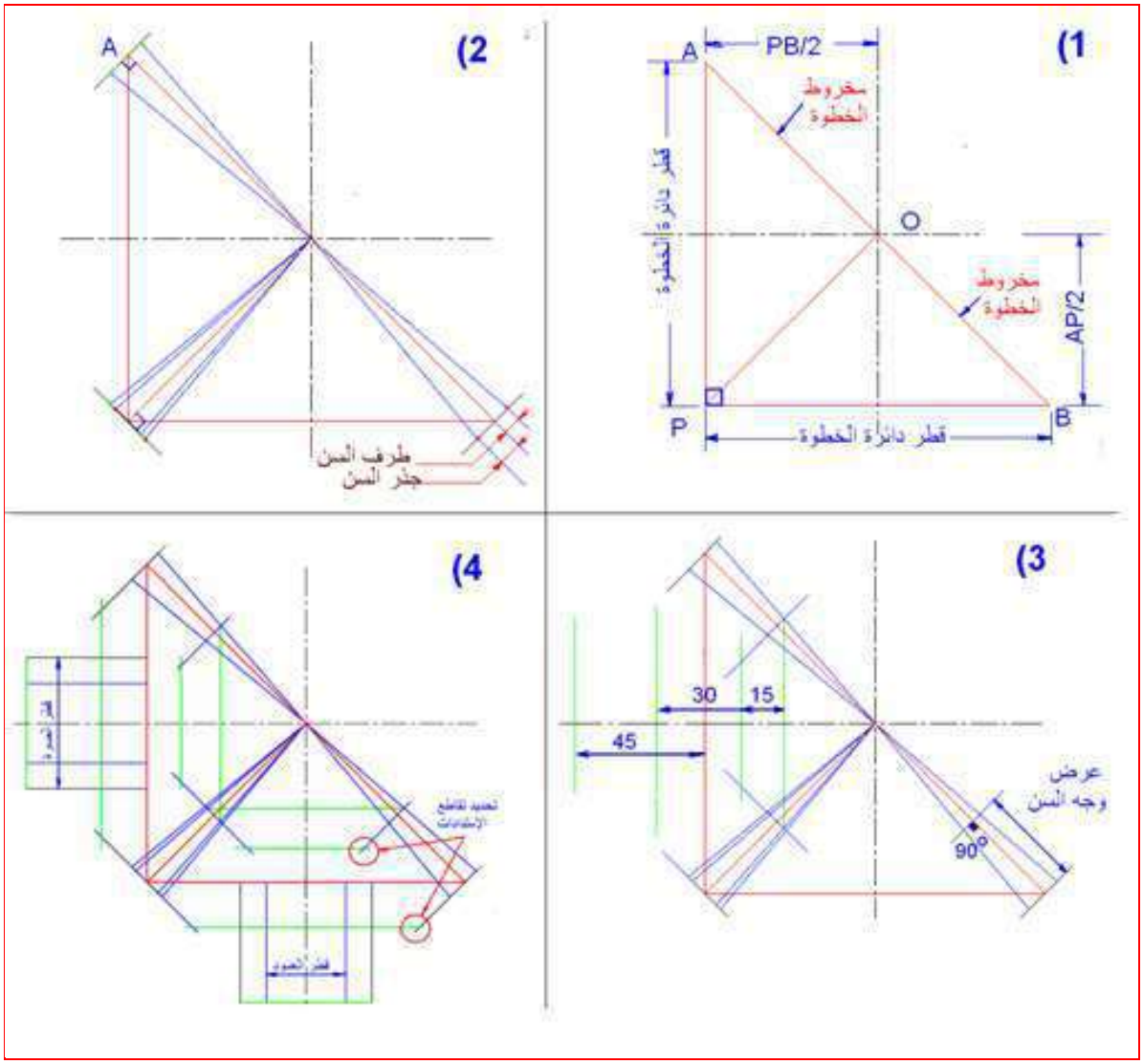
يوضّح الشكل (2-25) مراحل رسم الترسين المخروطيين المعشقين كما يأتي:

1- يُرسم مخروط الخطوة لكلا الترسين بالاعتماد على قطر دائرة الخطوة وذلك برسم خطين متعامدين بطول 120 mm (PA, PB) ليكونا قاعدتي المخروطين، يوصل AB وينصف في النقطة O ويُمثل رأسيهما، في هذه النقطة يُقام خطا مركز متعامدان.

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

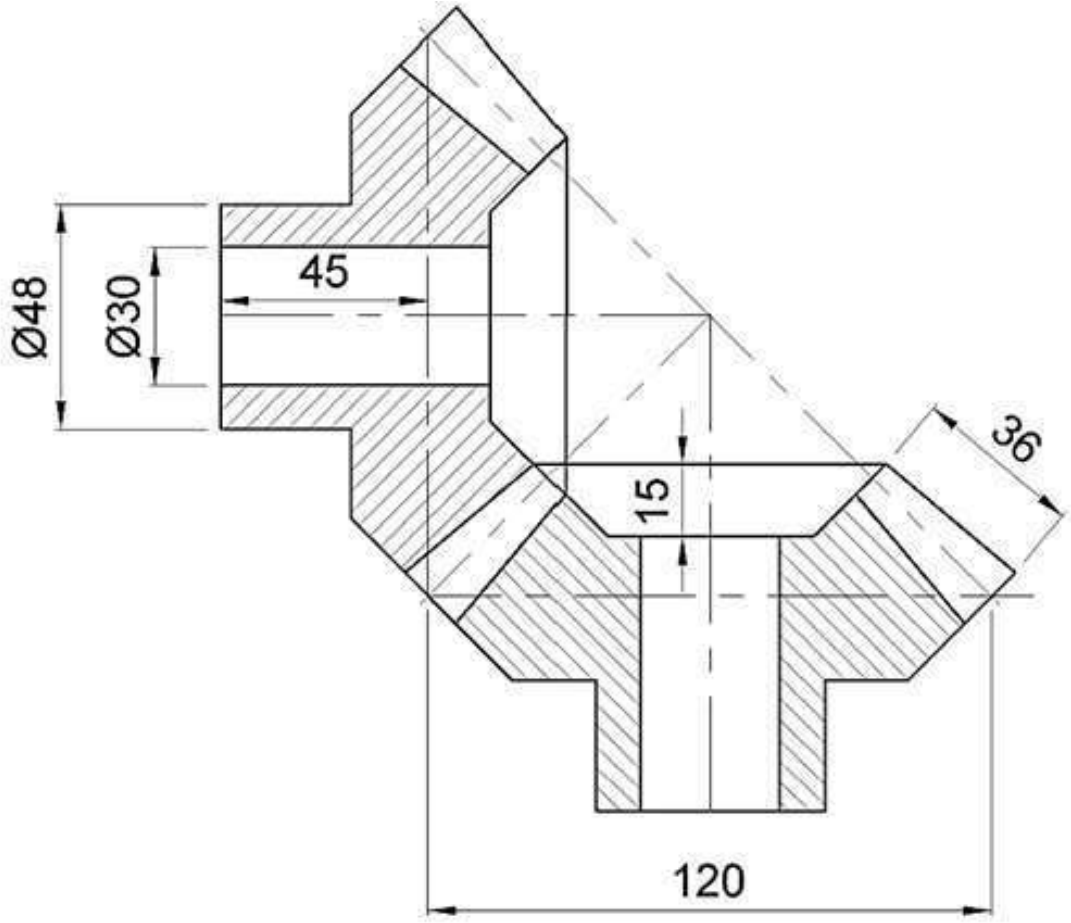
3- يُحدد طول وجه السن المحسوب على خط راسم مخروط الخطوة ولكلا الترسين، ثم يُحدد طول الصرة ابتداءً من وجه الترس الأمامي باتجاه الخلف ثم يُحدد قطرها.

4- يُحدد طول وقطر الصرة للترس الآخر مع تحديد قطر الثقب المتوافق مع العمود، وتُحدد امتدادات سمك الترس لتتقاطع مع امتداد طول السن.



الشكل 2-25 مراحل رسم ترسين مخروطيين متعشقين

4- تُمسح الخطوط الزائدة واظهار خطوط المراكز، تُهشر المساحات المقطوعة (الأسنان لا تهشر)، مع وضع الأبعاد كما في الشكل رقم (2-26).

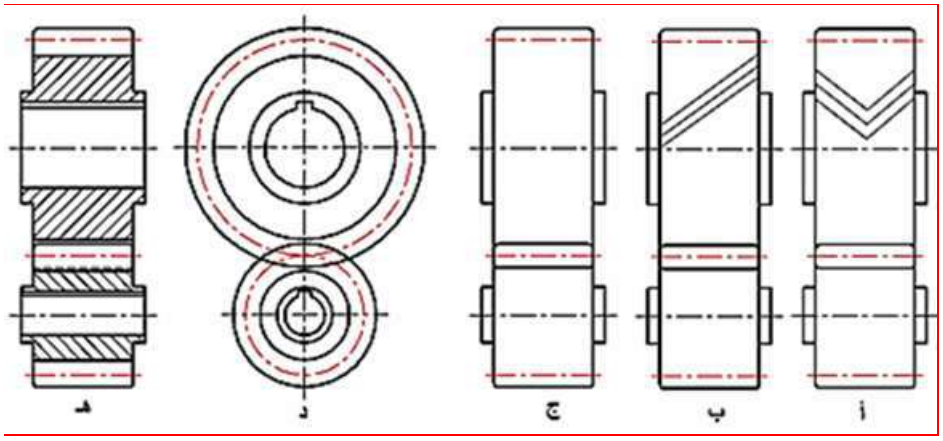


الشكل 2-26 مقطع رأسي كامل لترسين مخروطيين متعشقين (لوحة)

11-2 تمثيل التروس المعشقة بالرسم

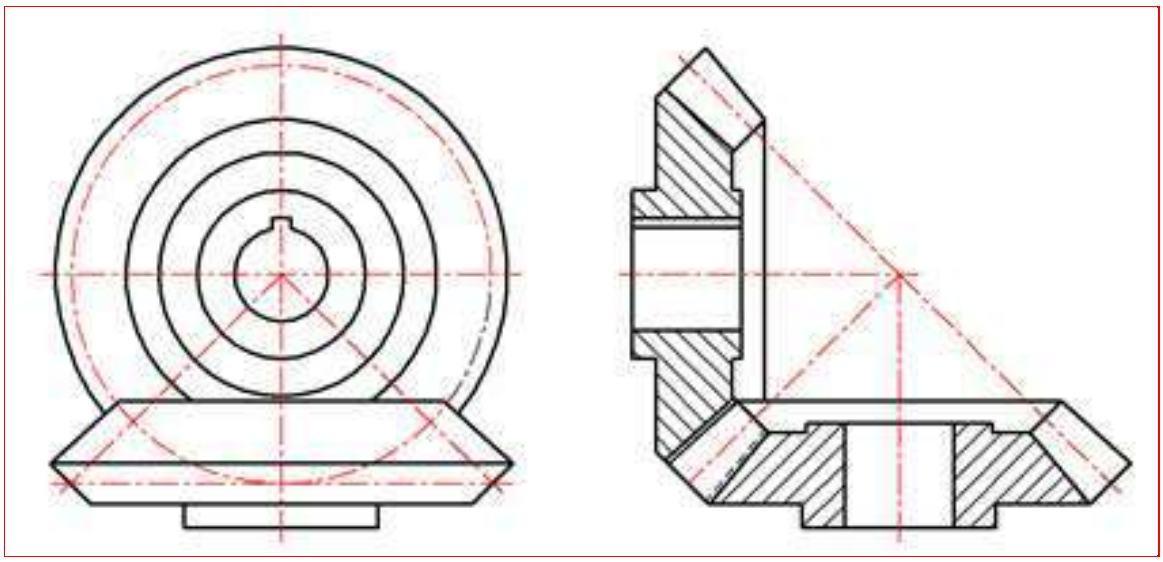
تعشق التروس بتداخل أسنانها بطريقة تراكبية، ويكون التعشيق خارجياً أو داخلياً وتستعمل في الرسم المجمع قواعد الرسم التنفيذي نفسها مع ملاحظة إن كلا الترسين يرسمان بشكل ظاهر دون أن نفترض ان أحدهما يكون مخفياً بواسطة الآخر، والشكل (2-27- أ، ب، ج) يوضّح مساقط ترسين أسطوانيين متعشقين، إذ تمثل الخطوط المائلة على مساحة الترس شكل السن (ثنائي الميل، مائل، وعدل) ويمكن تمثيلهما بمسقط رأسي (د) مع ملاحظة أن منطقة التداخل تشترك بدائرة الخطوة المتمثلة بخط المركز، كما يمكن تمثيل التجميع بشكل قطاع كامل (هـ)، إذ يكون أحد الأسنان مخفياً من قبل الآخر، مما يستوجب تمثيل مساحة الخلوص بين السنين بخط مستمر من جانب وخط متقطع يمثل رأس السن المخفي، وتكون قيمة الخلوص هي الفرق بين طول رأس السن وجذر السن.

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



الشكل 2-27 الرسم المجمع للتروس الأسطوانية المتعشقة

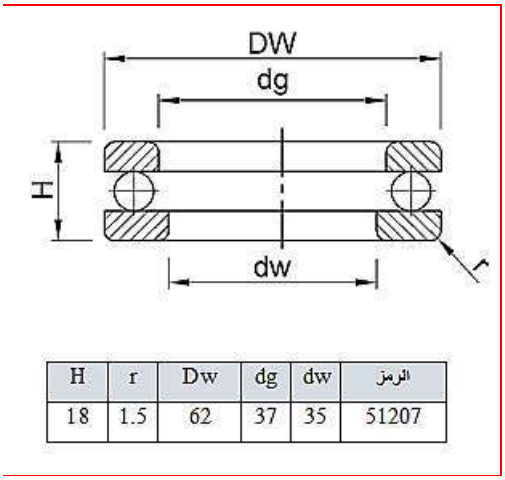
أما عند تجميع التروس المخروطية فعندما يكون محور الترس موازياً لمستوي الرسم يرسم امتداد الخط الذي يمثل دائرة الخطوة إلى نقطة تقاطع المحاور، مع ملاحظة أن في المسقط الرأسي قد حجب جزء من أحد الترسين الترس الآخر، لاحظ الشكل رقم (2-28).



الشكل 2-28 ترسان مخروطيان متعشقان

تمارين الفصل الثاني

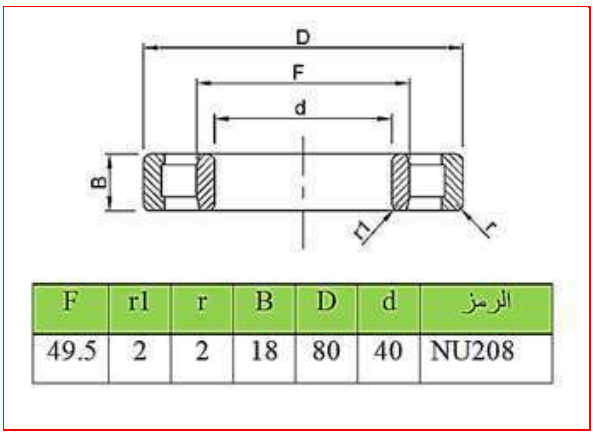
التمرين الأول: ارسم المحمل المحوري ذا الكرات المتدحرجة الذي قطره الداخلي $d_w = 35\ mm$ مستعيناً بالجدول المرفق أدناه.



H	r	Dw	dg	dw	الرمز
18	1.5	62	37	35	51207

التمرين الثاني: ترس أسطواني عدل عدد أسنانه $(Z = 30)$، المودول $(m = 8\ mm)$، يحتوي على تجويف من جانبيه فيه أربعة ثقوب بقطر (22 mm) ، ارسم بمقياس رسم 1:1 المقطع الرأسي كاملاً، ونصف المسقط الجانبي الأيمن للترس.

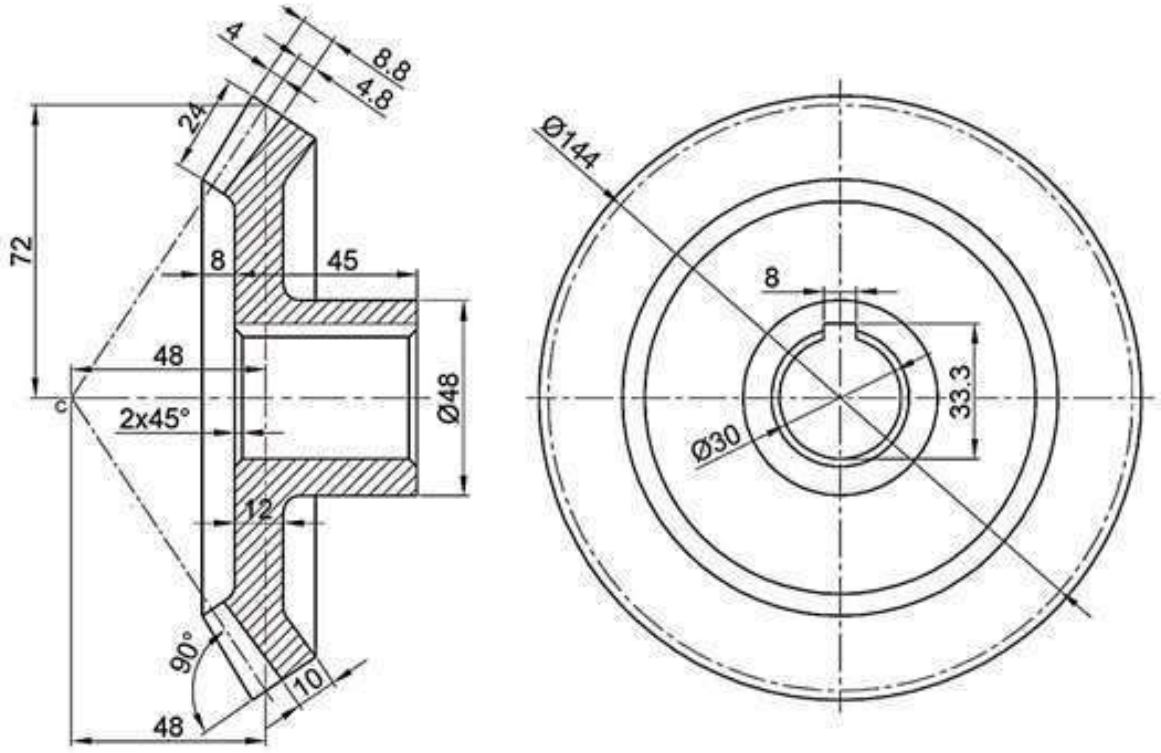
التمرين الثالث: ارسم المحمل الأسطواني الذي قطره الداخلي d= 40 mm مستعيناً بالجدول المرفق في أدناه.



F	r1	r	B	D	d	الرمز
49.5	2	2	18	80	40	NU208

التمرين الرابع: ترسان مخروطيان معشقان عدد أسنان كل منهما $(Z = 20)$، ارتفاع رأس السن $(a = m = 6\ mm)$، عمق جذر السن $(b = 7\ mm)$، قطر عمود الترس $(D_h = 30\ mm)$، ارسم بمقياس رسم مناسب مقطعاً رأسياً كاملاً للترسين.

التمرين الخامس: ارسم بمقياس رسم 1:1 مسقطاً رأسياً نصفه الأعلى مقطوع، مع نصف مسقط جانبي أيمن للترس المخروطي المبين رسمه التنفيذي في الشكل أدناه، مع وضع الأبعاد.



الفصل الثالث

أجهزة نقل الحركة في الساحبات الزراعية

Agricultural Tractors Transmissions systems

أهداف الفصل الثالث:

بعد الانتهاء من دراسة الفصل يكون الطالب قادراً على أن:

1- يرسم جهاز الفاصل.

2- يرسم صندوق التروس دائم التعشيق.

3- يرسم جهاز الفرقي.

4- يرسم جهاز النقل النهائي.

5- يرسم جهاز الموقف الهلالي.

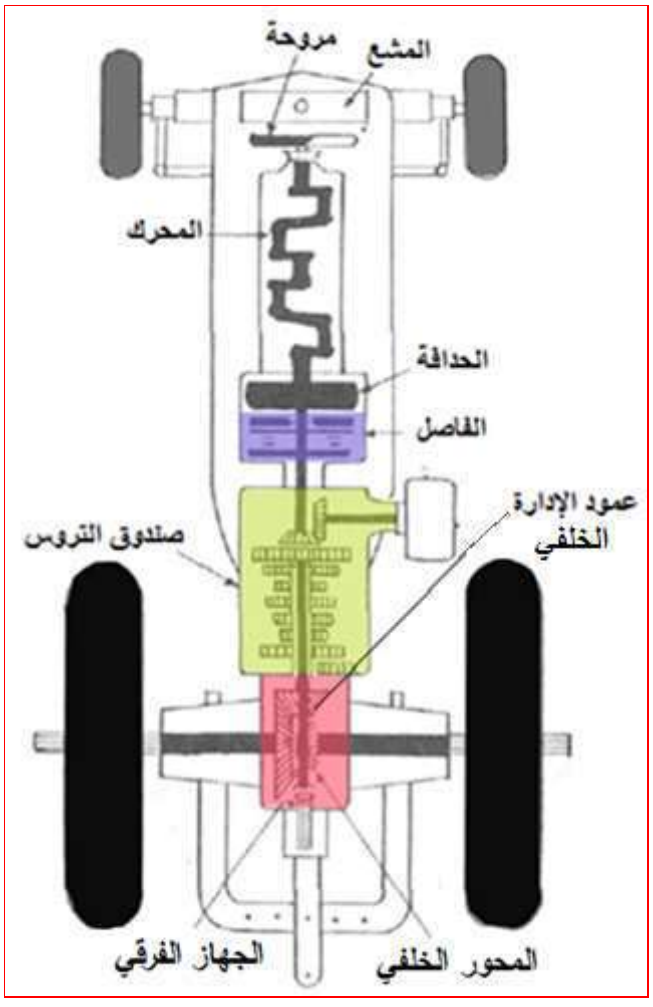
الفصل الثالث

أجهزة نقل الحركة في الساحبات الزراعية

Agricultural Tractor Transmissions

1-3 المقدمة Introduction

تعمل أجهزة الفصل في الساحبات الزراعية على وصل وفصل الحركة من عمود المرفق في المحرك عن أجهزة نقل الحركة الأخرى، كذلك تغيير سرعة الدوران والعزم للمحرك الواصلين إلى عجلات الساحبة الزراعية حسب الحاجة. إن نقل الحركة الدائرية من صندوق التروس إلى مجموعة النقل في المحور الخلفي تكون بواسطة عمود الإدارة الخلفي حتى تصل الحركة إلى الجهاز الفرقي لإنشاء فرق في سرعة دوران العجلتين، وبعدها تصل الحركة إلى جهاز النقل النهائي ومن ثم إلى العجلات للساحبة الزراعية، كما هو مبيّن في الشكل رقم (3-1).



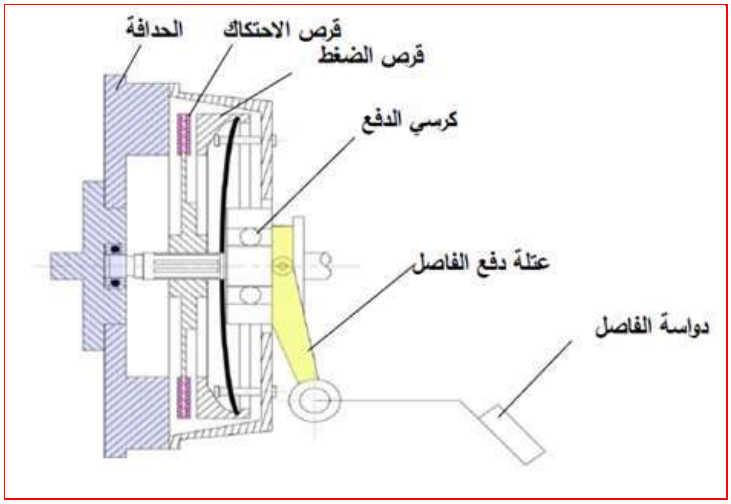
الشكل 3-1 أجهزة نقل الحركة في الساحبات الزراعية

2-3 جهاز الفاصل Clutch

يقع الفاصل بين المحرك وصندوق التروس، ويعمل الفاصل على فصل المحرك عن صندوق تغير مواقع التروس أثناء تغير التروس (السرعة)، وذلك بالضغط على دواسة الفاصل، وينقل الفاصل قدرة المحرك إلى صندوق التروس عن طريق الاحتكاك. ويجب الضغط على دواسة الفاصل قبل بدء تشغيل المحرك، يُعد الفاصل الخطوة الأولى في آلية نقل الحركة للساحبة، إذ يقوم بنقل قدرة المحرك إلى صندوق التروس حيث يعمل على فصل آلية الحركة عندما يقوم سائق الساحبة باختيار السرعة من عتلة السرع لتحريك الساحبة من وضع السكون، أو عند تغيير السرعة من قبل السائق أثناء حركة الساحبة. تستخدم معظم الساحبات فاصل احتكاكي (Friction Clutch) يتم تشغيله إما هيدروليكياً باستخدام سلك متين وهو الأكثر شيوعاً، وبالعودة إلى الفاصل فإنه يعتمد بشكل أساسي على مبدأ الاحتكاك بين أقراص القابض (قرص الضغط وقرص الاحتكاك) والحدافة، لاحظ الشكل رقم (3-2).

الشكل 3-2 جهاز الفاصل

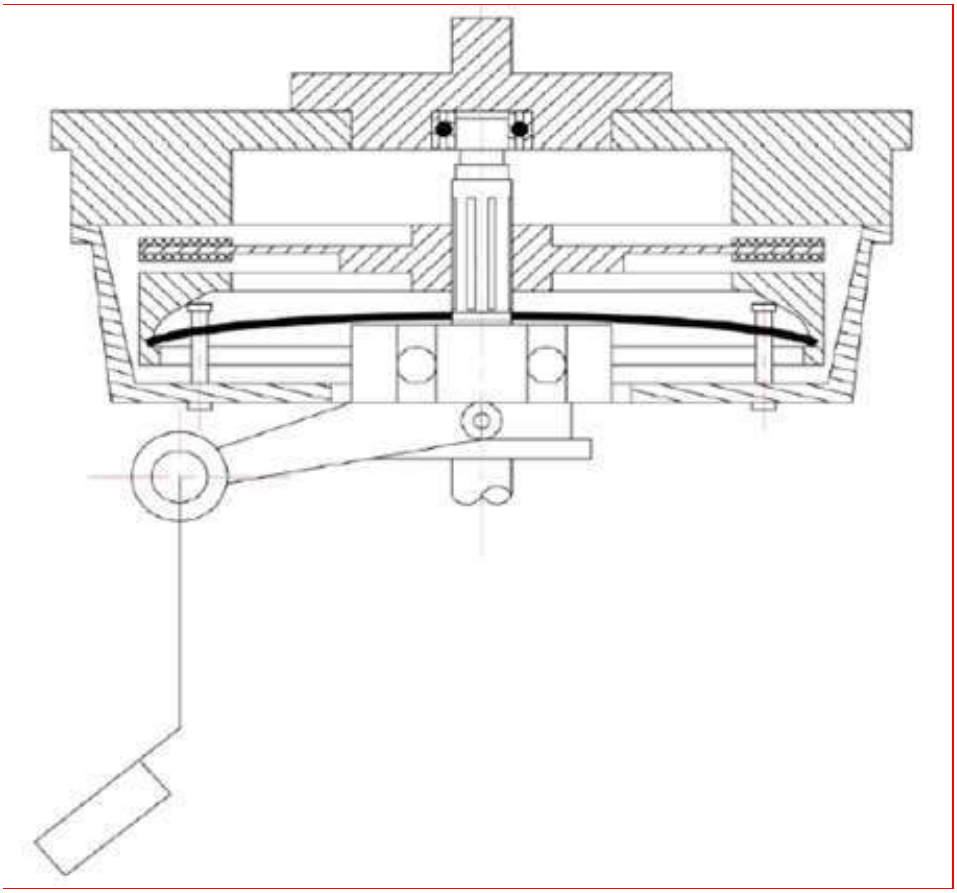
1-2-3 الأجزاء الرئيسة للفاصل (Clutch)، كما مبيّن في الشكل رقم (3-3).



الشكل 3-3 الأجزاء الرئيسة للفاصل

التمرين الاول:

1. ارسم الفاصل المبين أدناه بمقياس رسم 1:1، تؤخذ الأبعاد بالقياس من الشكل رقم (3-4) مباشرةً.
2. نظم جدول بأرقام وأسماء الأجزاء للفاصل.

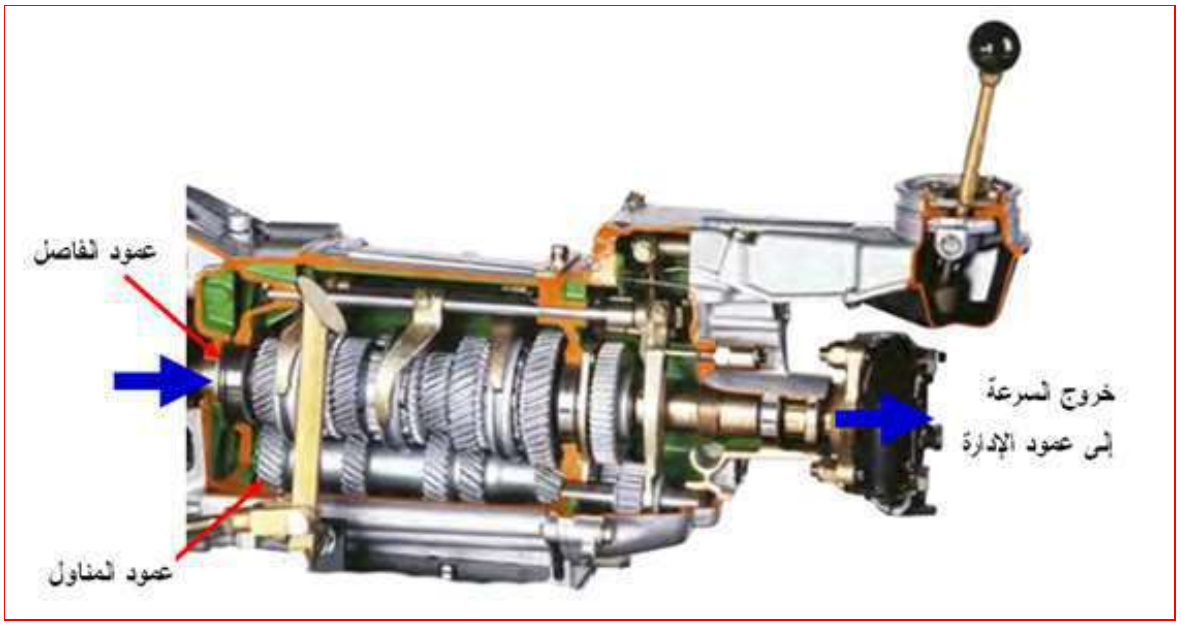


الشكل 3-4 الأجزاء الرئيسة للفاصل (تمرين 1) (لوحة)

3-3 صندوق التروس Gear Box

إن وظيفة صندوق التروس هي نقل وتغيير عزم وسرعة الدوران المتولد من استعمال مجموعة من التروس ذات أقطار مختلفة، يقوم بتحويل سرعة دوران المحرك العالية نسبياً إلى سرعة مناسبة لعجلات الساحبات الزراعية. غالباً ما يحتوي صندوق التروس على عُدة تروس يمكن التنقل بينها بحسب تغيّر السرعة الدورانية من عصا تبديل السرع.

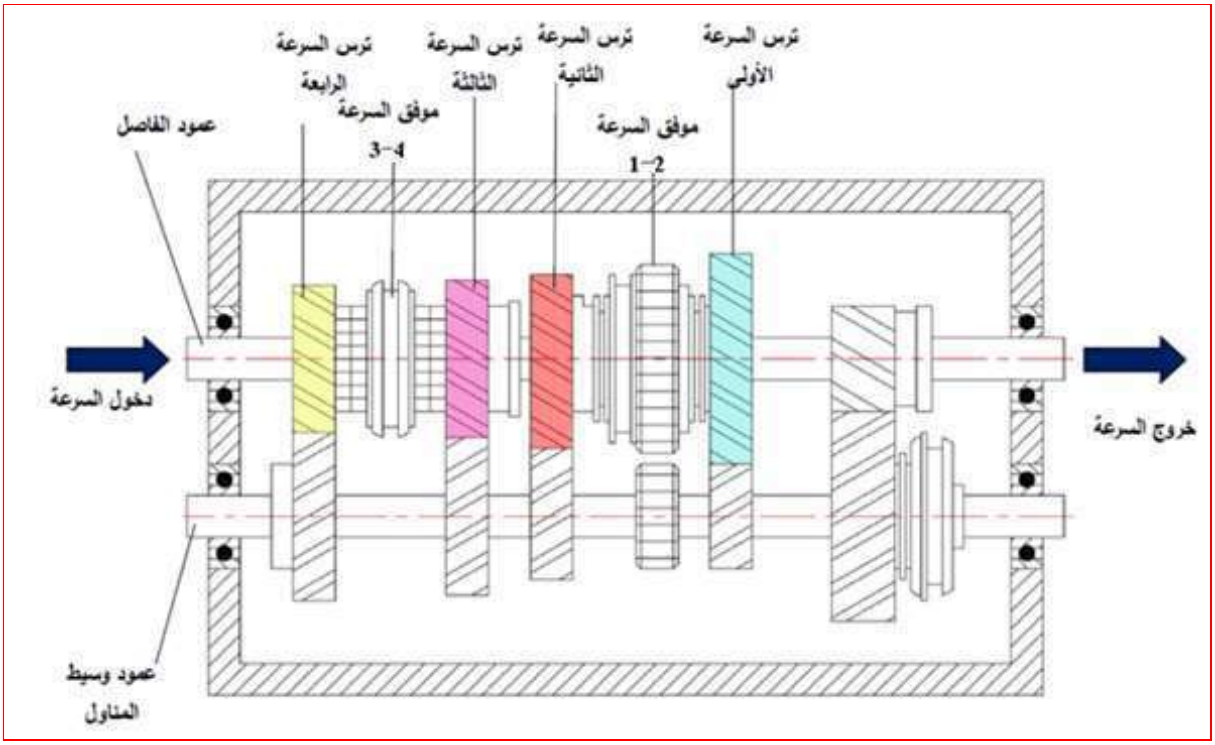
يربط صندوق التروس بين الفاصل وعمود الإدارة في الساحبات الزراعية، إذ يقوم السائق بتحريك عصا تبديل السرع فيوصل بين ترسين في صندوق التروس بحسب عدد أسنان الترس القائد إلى عدد أسنان الترس الآخر المنقاد المتحرك ويكون التغيير بنسبة التخفيض، كما هو مبيّن في الشكل رقم (3-5).



الشكل 3-5 صندوق التروس

3-3-1 الأجزاء الرئيسة لصندوق التروس نوع دائم التعشيق Gear Box

لاحظ الشكل رقم (3-6).

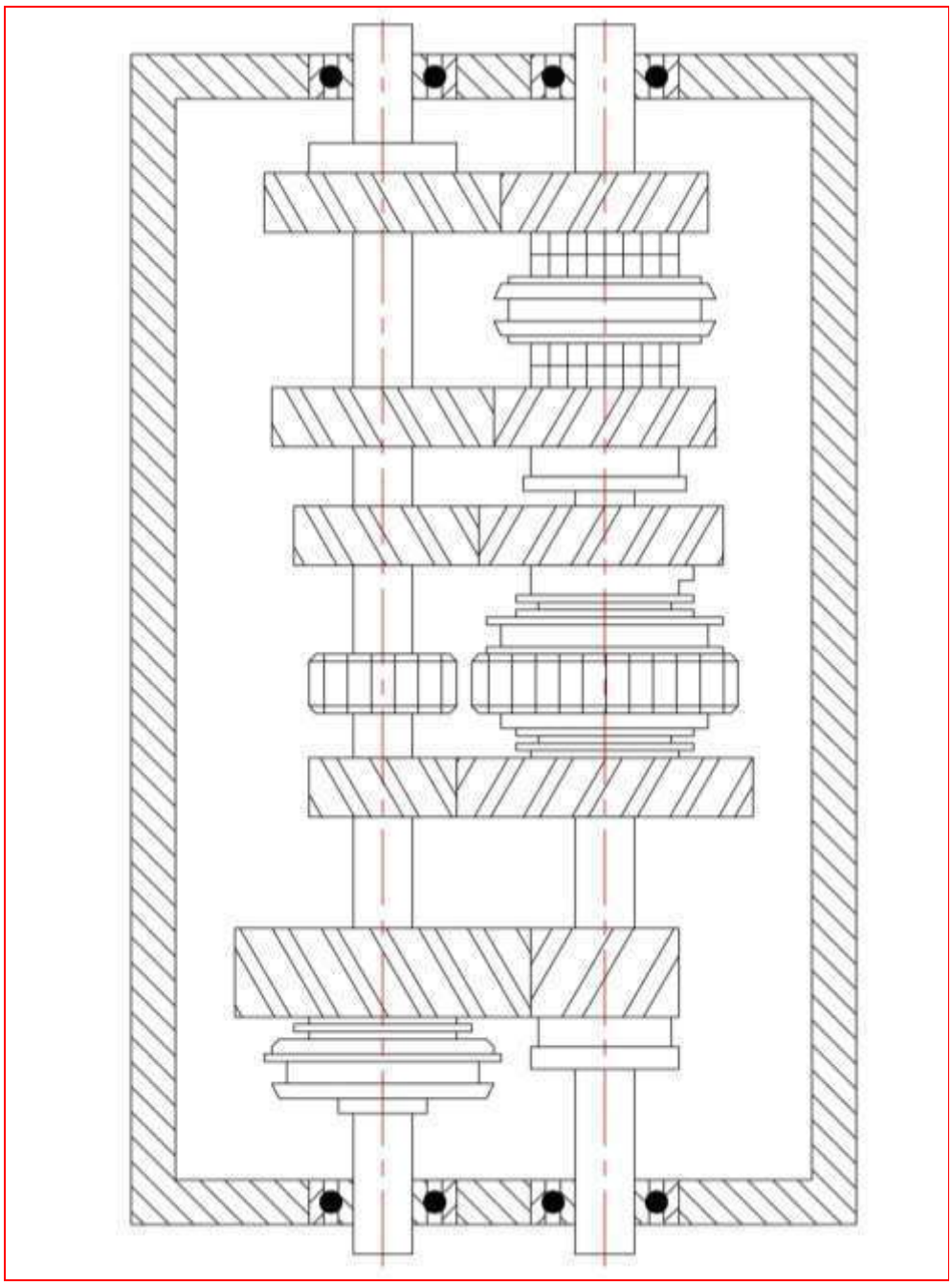


الشكل 3-6 الأجزاء الرئيسة في صندوق التروس نوع دائم التعشيق

التمرين الثاني:

1- ارسم صندوق التروس نوع دائم التعشيق المبين أدناه بالشكل رقم (3-7) بمقياس رسم 1:1، تؤخذ الأبعاد بالقياس من الرسم مباشرةً.

2- نظم جدولاً بالأرقام وأسماء الأجزاء لصندوق التروس.



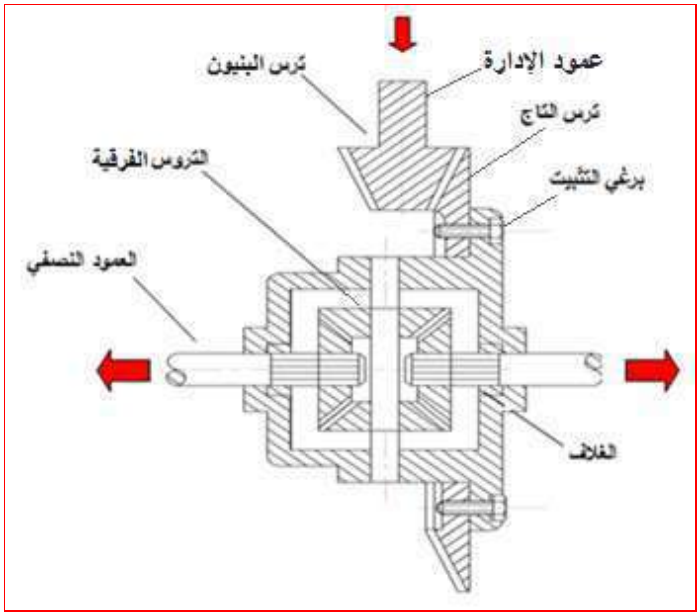
الشكل رقم 3-7 صندوق التروس نوع دائم التعشيق (تمرين 2) (لوحة)

4-3 الجهاز الفرقي Differential Gears

توفر التروس الفرقية نسبة تخفيض في المحور الخلفي للسرعة ومضاعفة للعزم (عن طريق الترس التاج والترس الصغير (البنيون) لعمود الإدارة. إن عمل التروس الفرقية في الساحبة الزراعية يسمح للعجلة الخارجية أن تدور أسرع من العجلة الداخلية خلال المنعطف، ومجموع سرعة دوران العجلتين يساوي سرعة دوران عمود الدخل (عمود الإدارة)، وزيادة سرعة إحدى العجلات تتوافق مع انخفاض سرعة دوران العجلة الأخرى. التروس الفرقية تصل الحركة من عمود الإدارة إلى ترس البنيون (Pinion)، الذي بدوره يدير الترس التاج (Crown) للتروس الفرقية، فتتحرك العجلات الخلفية للساحبة الزراعية، وكما هو موضّح في الشكل رقم (3-8).

الشكل 3- 8 الجهاز الفرقي

1-4-3 الأجزاء الرئيسة للجهاز الفرقي Differential Gears ، كما مبيّن في الشكل رقم (3-9).

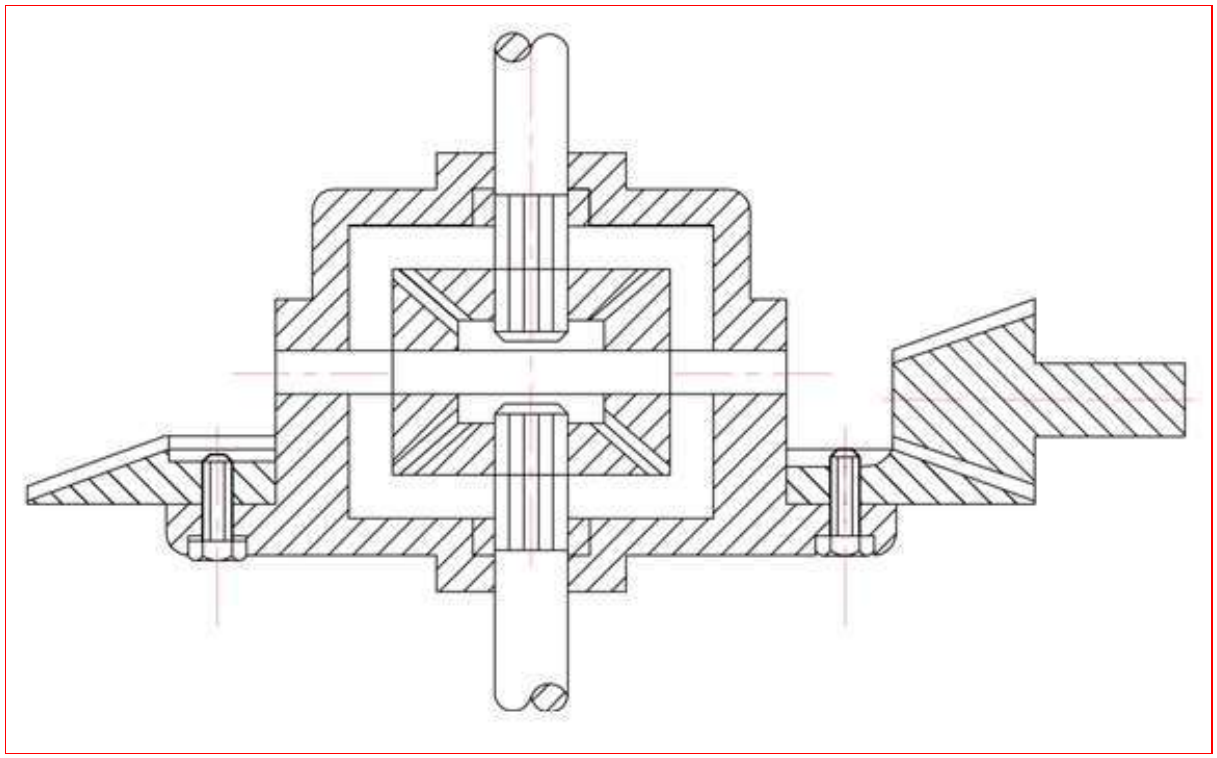


الشكل 3-9 الأجزاء الرئيسة في الجهاز الفرقي

التمرين الثالث :

1- ارسم الجهاز الفرقي بمقياس رسم 1:1، تؤخذ الأبعاد بالقياس من الشكل رقم (3-10) مباشرةً.

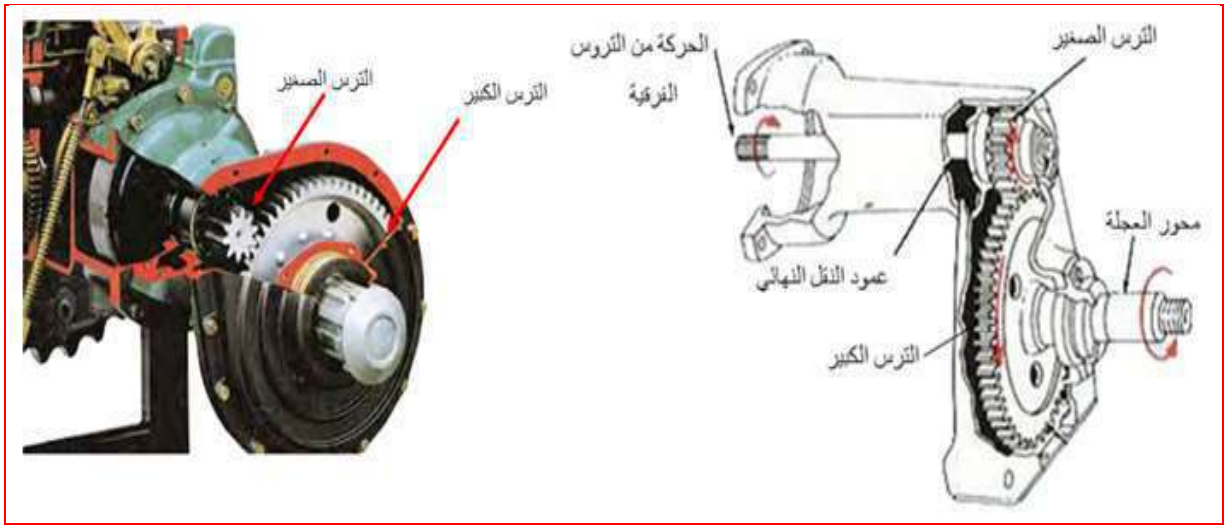
2- نظم جدولاً بالأرقام وأسماء الأجزاء للجهاز الفرقي.



الشكل 3-10 الجهاز الفرقي (تمرين 3) (لوحة)

3-5 جهاز النقل النهائي Final Transmission Device

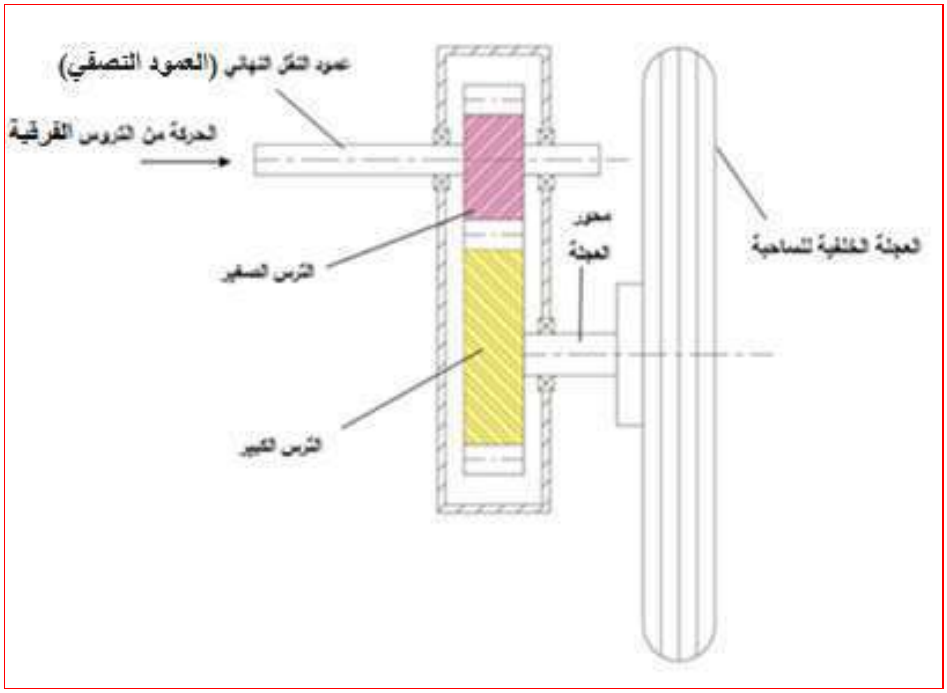
في كثير من الساحبات الزراعية لا تكفي أجهزة نقل الحركة داخل الساحبة (صندوق تغير السرعات والجهاز الفرقي) في تخفيض سرعة المحرك إلى الحد المناسب لقدرة الشد المطلوبة من الساحبة، لذلك تزود هذه الساحبات بجهاز آخر وظيفته تخفيض السرعة قبل وصولها للعجلات الخلفية، ومكان هذا الجهاز عند نهاية العمودين النصفيين قبل العجلات الخلفية مباشرة. ويتم تخفيض السرعة في هذا الجهاز في الساحبات ذات العجلات باستخدام زوج من التروس، يتكون الجهاز من ترسين معشقين مع بعضهما عند نهاية كل عمود من العمودين النصفيين، أولهما صغير مثبت على العمود النصفي والآخر كبير ومثبت بمحور العجلة الخلفية، كما هو موضّح في الشكل رقم (3-11).



الشكل 3-11 جهاز النقل النهائي

3-5-1 الأجزاء الرئيسة لجهاز النقل النهائي (Final Transmission Device)

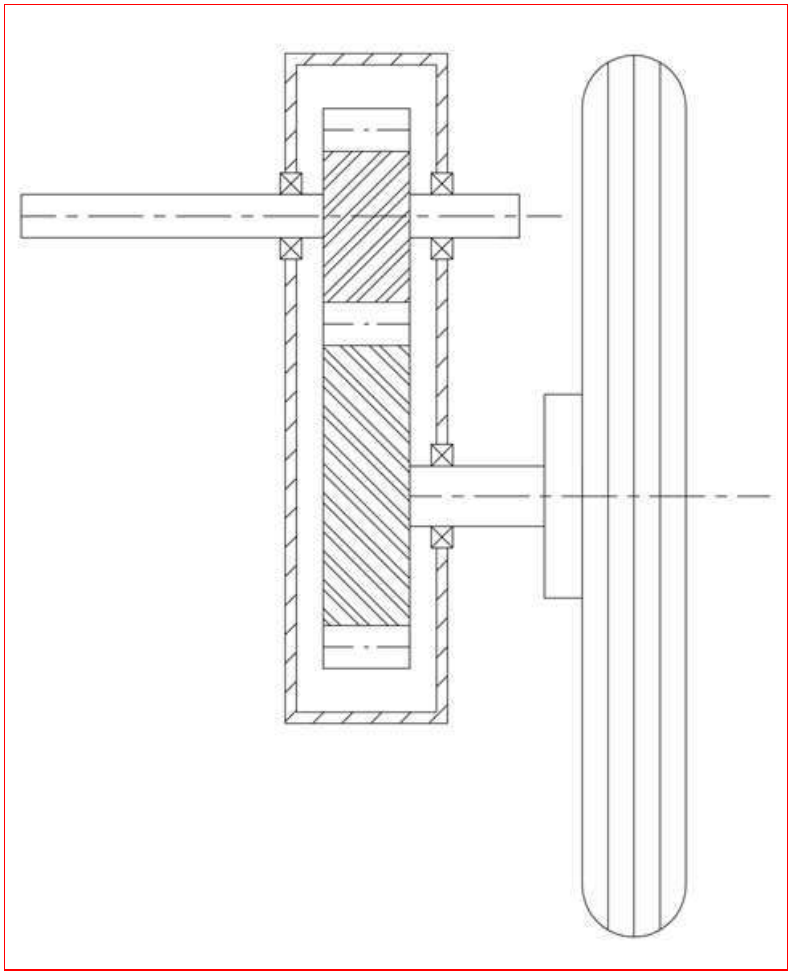
لاحظ الشكل رقم (3-12).



الشكل 3-12 الأجزاء الرئيسة في جهاز النقل النهائي

التمرين الرابع:

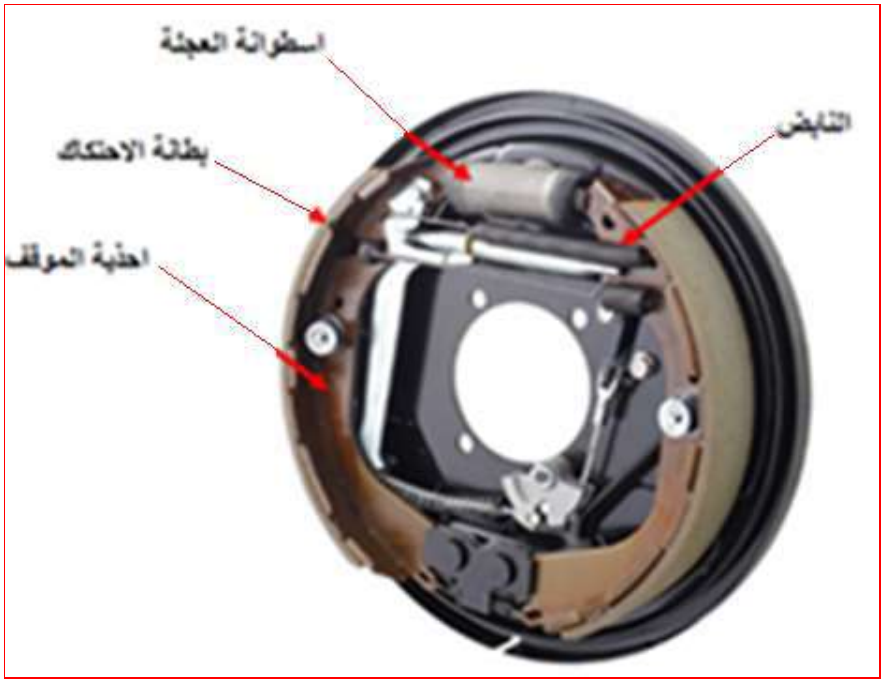
1) ارسم جهاز النقل النهائي بمقياس رسم 1:1، تؤخذ الأبعاد بالقياس من الشكل رقم (3-13) مباشرةً.
2) نظم جدولاً بالأرقام وأسماء الأجزاء لجهاز النقل النهائي.



الشكل رقم 3-13 جهاز النقل النهائي (تمرين 4) (لوحة)

6-3 جهاز الموقف الهلالي Tractor Brake Drum

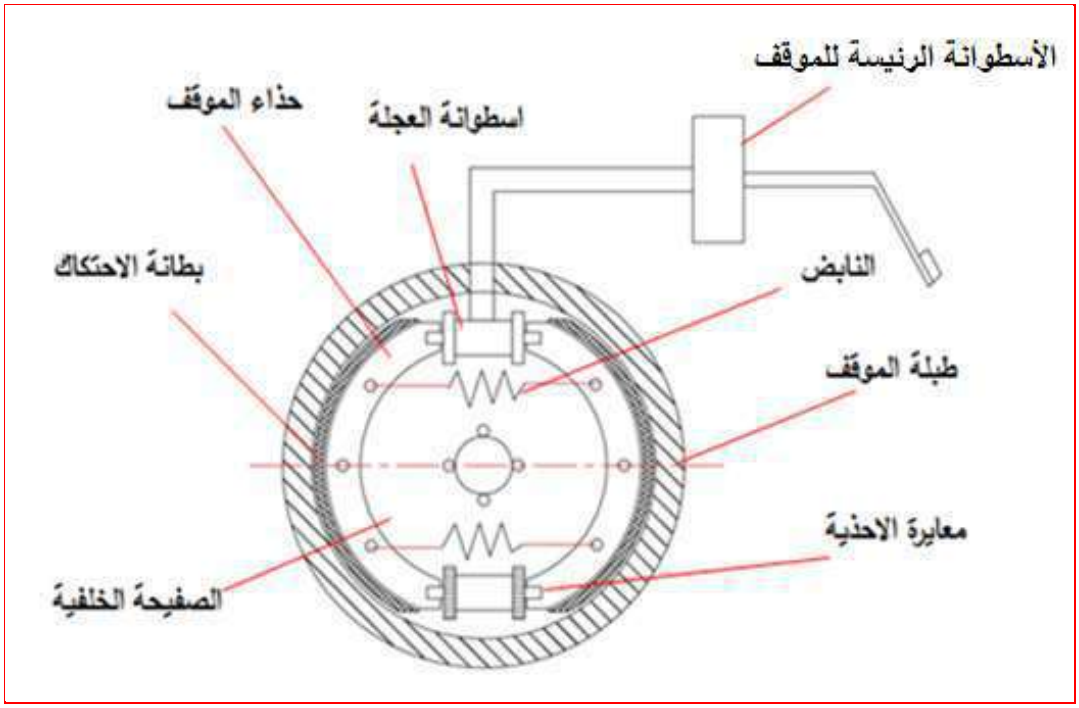
يتألف جهاز الموقف الهلالي من أحذية الموقف التي تعمل عند الانفراج على ملامسة السطح الداخلي لطبلة الموقف (Brake Drum) لتوليد الاحتكاك المطلوب لإيقاف المركبة. إن مبدأ العمل لجهاز الموقف الهلالي هو عند الضغط على دواسة القدم (Pedal) يتحرك سائل الموقف تحت الضغط عبر الأنابيب والوصلات باتجاه الأسطوانة الرئيسة للموقف إلى الأسطوانة الفرعية المثبتة على أسطوانة العجلة (Wheel Cylinder)، التي تحتوي بداخلها على مكبس يعمل بدوره على دفع أحذية الموقف باتجاه السطح الداخلي لطبلة الموقف (Brake Drum) مما يؤدي إلى توليد قوة احتكاك بين السطح الداخلي للطبلة وبطانة الاحتكاك المثبتة على أحذية الموقف فينجم عن ذلك تقليل سرعة المركبة، ثم إيقافها، وعند رفع القدم عن دواسة الموقف فإن نابض الإرجاع يعمل على إعادة أحذية الموقف إلى أماكنها، وكما موضّح في الشكل رقم (3-14).



الشكل 3-14 جهاز الموقف الهلالي

3-6-1 الأجزاء الرئيسة لجهاز الموقف الهلالي

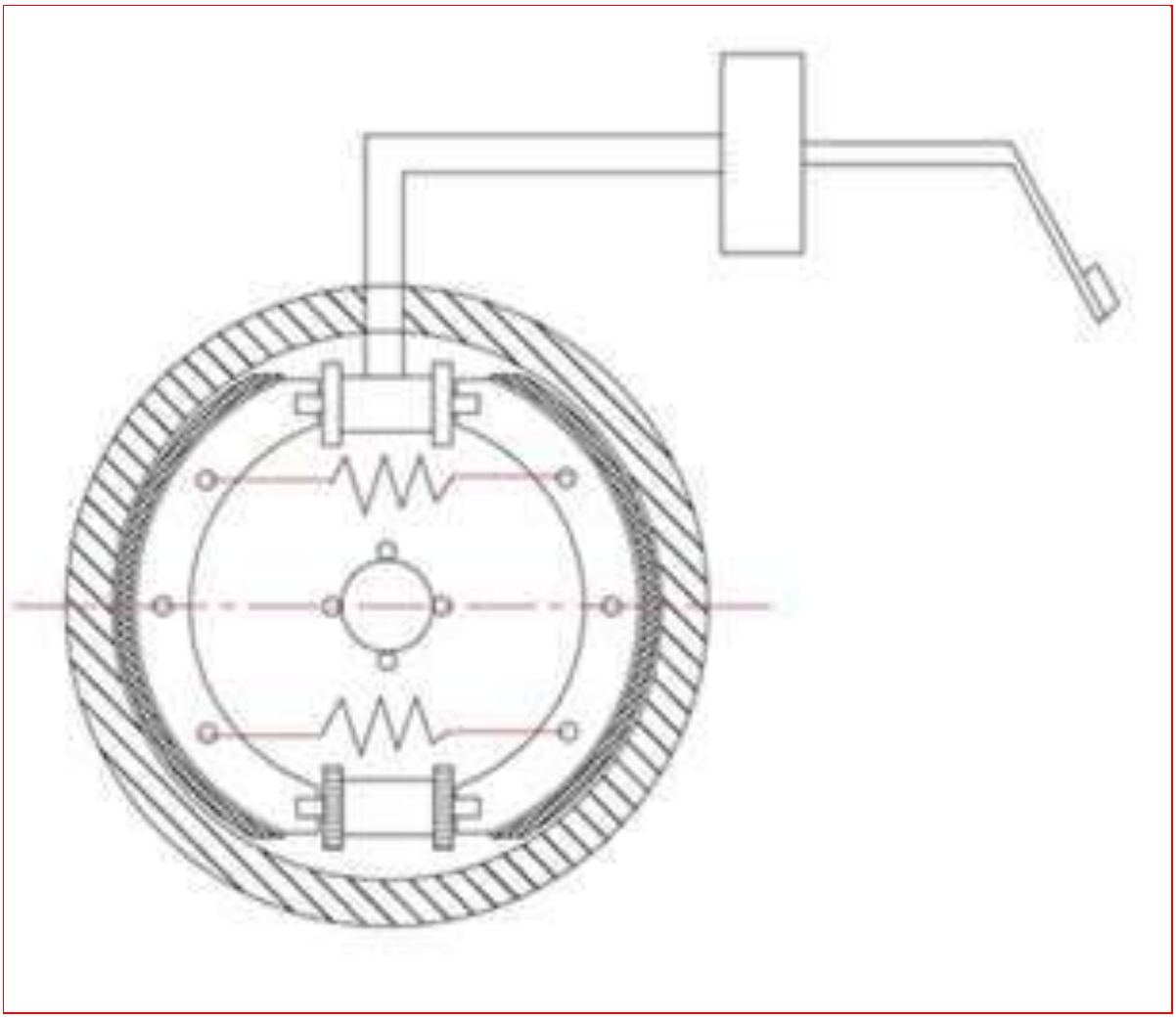
لاحظ الشكل رقم (3-15).



الشكل 3-15 الأجزاء الرئيسة لجهاز الموقف الهلالي

التمرين الخامس:

1. ارسم الموقف الهلالي بمقياس رسم 1:1، تؤخذ الأبعاد بالقياس من الشكل رقم (3-16) مباشرةً.
2. نظم جدولاً بالأرقام وأسماء الأجزاء لجهاز الموقف الهلالي.

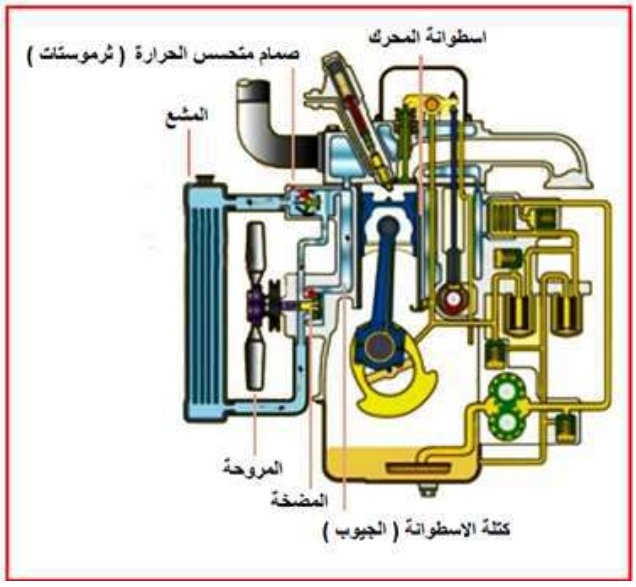


الشكل رقم 3-16 الموقف الهلالي (تمرين 5) (لوحة)

الفصل الرابع

المنظومات الرئيسة للساحبات الزراعية

Main Systems of Agricultural Tractors



أهداف الفصل الرابع:

بعد الانتهاء من دراسة الفصل سيكون الطالب قادراً على أن:

- يعرف أجزاء المنظومات الرئيسة وإمكانية تجميعها في الساحبات الزراعية.
- يرسم المنظومات وبعض الأجزاء المعتمدة على الرموز.
- يرسم اتجاه جريان (سائل التبريد – الوقود – زيت المحرك – زيت الهيدروليك) بوساطة الأسهم بالاتجاه الصحيح.

الفصل الرابع

المنظومات الرئيسة للساحبات الزراعية

Main Systems of Agricultural Tractor

1-4 المقدمة Introduction

نظراً لضرورة التواصل مع متطلبات التقدم العلمي والتطور التكنولوجي في كافة المجالات، وبما أن الرسم هو إحدى هذه المجالات لذا يمكن وصف المنظومات الرئيسة الخاصة بالساحبات والمُعدات الزراعية باستخدام بعض الرموز المتفق عليها دولياً ليتسنى فهم مكونات المنظومة وبيان اتجاه سير (الوقود – سائل التبريد – الزيت) في منظوماتها مع الأخذ بنظر الاعتبار البساطة في رسم المخططات وعدم التعقيد.

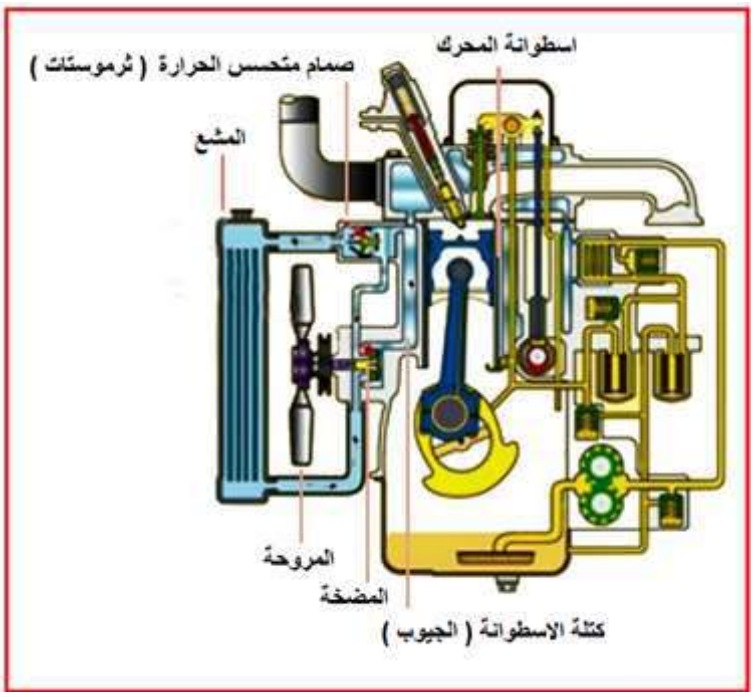
2-4 منظومة التبريد Cooling System

يصاحب عمل المحرك توليد حرارة عالية تنشأ عن عملية اشتعال واحتراق الوقود، ولغرض المحافظة على محرك الساحبة يجب أن يتم التخلص من هذه الحرارة وهذا ما تقوم به منظومة التبريد في الساحبة.

1-2-4 عمل منظومة التبريد Work of the Cooling System

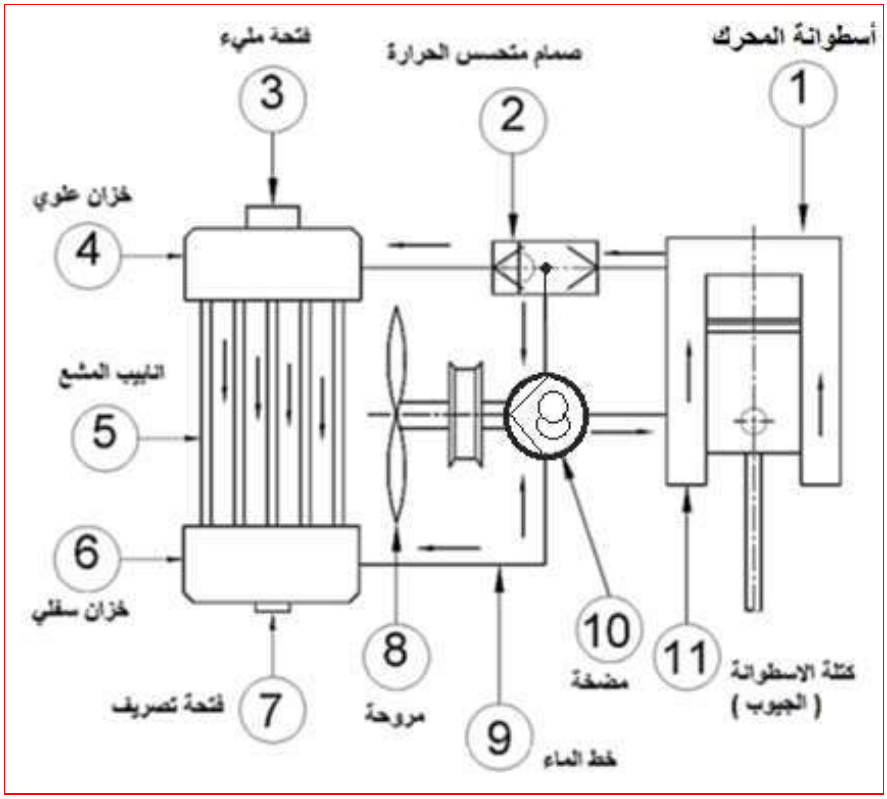
تقوم المضخة بسحب سائل التبريد (غالباً ما يكون الماء) من أسفل المشع (راديتور) ودفعه إلى كتلة الأسطوانة (الجيوب) لتنتقل الحرارة من داخل أسطوانة المحرك إلى سائل التبريد حيث يرتفع السائل للأعلى بسبب خفة وزنه (انخفاض كثافته) وفرق الضغط ماراً بصمام متحسس للحرارة، فإذا كانت درجة حرارة السائل عالية أكثر من 80 درجة سليزية يفتح الصمام ويندفع السائل للمشع من الأعلى. بعد ذلك ينزل السائل عبر أنابيب المشع حيث تعمل المروحة على مرور الهواء بين هذه الأنابيب للتخلص من الحرارة العالية ثم تتكرر هذه العملية للحفاظ على درجة حرارة ثابتة للمحرك.

أما في حالة درجة حرارة السائل أقل من 75 درجة سليزية فيُعاد السائل من صمام متحسس الحرارة إلى المضخة ويُعاد حول الاسطوانة. وكما هو موضّح في الشكل رقم (4-1).



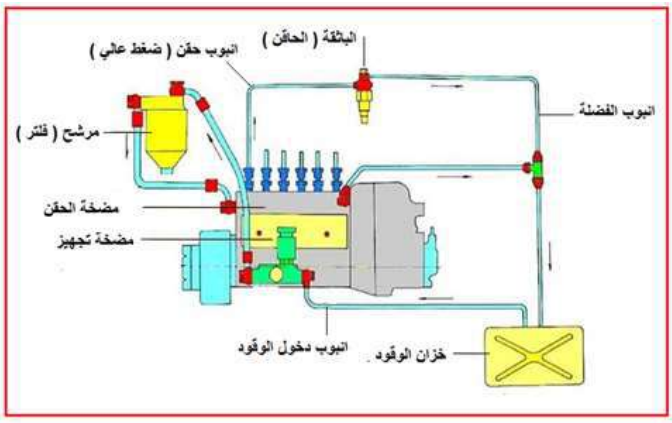
الشكل 4-1 منظومة التبريد

مثال 1: **ارسم مخطط منظومة التبريد** الممثلة بالرموز المبيّنة في الشكل أدناه مع بيان اتجاه سير جريان سائل التبريد وتنظيم جدول بأسماء الأجزاء المرقمة وبمقياس رسم مكبر (1:2)، وتؤخذ الأبعاد بالقياس من الشكل.



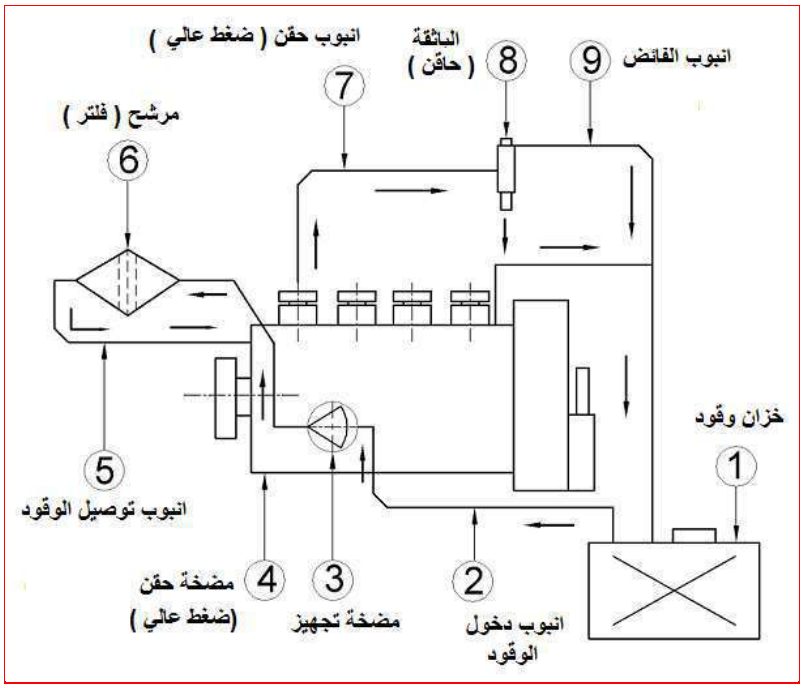
3-4 منظومة الوقود Fuel System

يتم الاحتراق الداخلي داخل المحرك عن طريق حقن الوقود. إذ تقوم مضخة تجهيز الوقود بسحب الوقود من الخزان عن طريق أنبوب دخول الوقود، والذي يحتوي على مرشح لتصفية الوقود من الشوائب والماء ودفعه إلى المرشح (فلتر) ليتم تصفية الوقود من الشوائب، وبعد ذلك ينتقل عبر أنبوب توصيل الوقود إلى مضخة الحقن (الضغط العالي) التي تدفع الوقود المضغوط عن طريق أنبوب الحقن (أنبوب الضغط العالي) إلى الباثقة أو الحاقن ليخرج على شكل بخار داخل غرفة الاحتراق، أما الفائض فيعود من أنبوب الفضلة إلى الخزان، وكما هو موضّح في الشكل رقم (4-2).



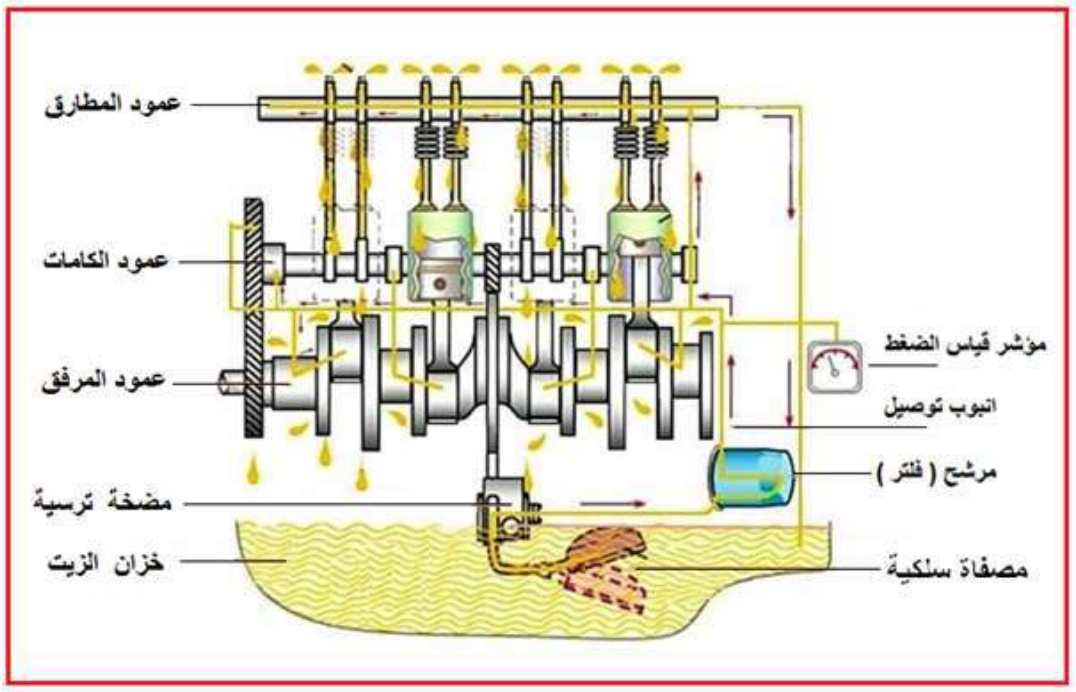
الشكل 4-2 منظومة الوقود

مثال 2: **أعد رسم مخطط منظومة الوقود الممثلة بالرموز** المبيّنة في الشكل أدناه بمقياس رسم مكبر (1:2) مع بيان اتجاه سير جريان الوقود، وتنظيم جدول بأسماء الأجزاء المثبتة وتؤخذ الأبعاد بالقياس من الشكل.



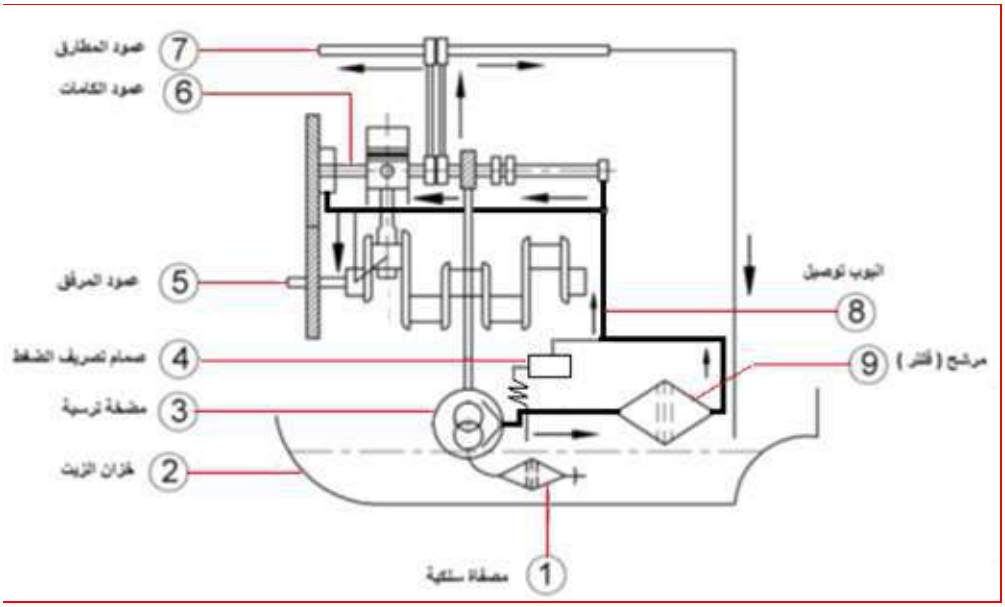
4-4 منظومة التزييت Lubrication System

تُعد منظومة التزييت من المنظومات الضرورية جداً لتشغيل المحرك وزيادة عمره التشغيلي والمحافظة على أجزائه من التلف، إن ظروف العمل الخاصة بأجزاء المحرك المتحركة ببعضها بسبب الاحتكاك تولد حرارة عالية ناتجة عن الاحتراق الداخلي للمحرك، فمن الضروري تزييت وتشحيم هذه الأجزاء. بعد تشغيل المحرك تقوم المضخة (الترسية) بسحب الزيت من الخزان عبر المصفاة السلكية لإزالة الشوائب الكبيرة، ويضخ الزيت إلى مرشح (فلتر) لتصفية الزيت بعدها ينتقل إلى ممرات في جسم المحرك عن طريق أنبوب توصيل إلى عمود المرفق ومنه إلى داخل اسطوانة المحرك والمكبس، وكذلك إلى عمود الكامات وعمود المطارق. علماً أنه يوجد مؤشر لقياس ضغط الزيت. وعند زيادة الضغط يفتح صمام تصريف الضغط ويعود الزيت للخزان، وكما هو موضّح في الشكل رقم (4-3).



الشكل 4-3 منظومة التزييت

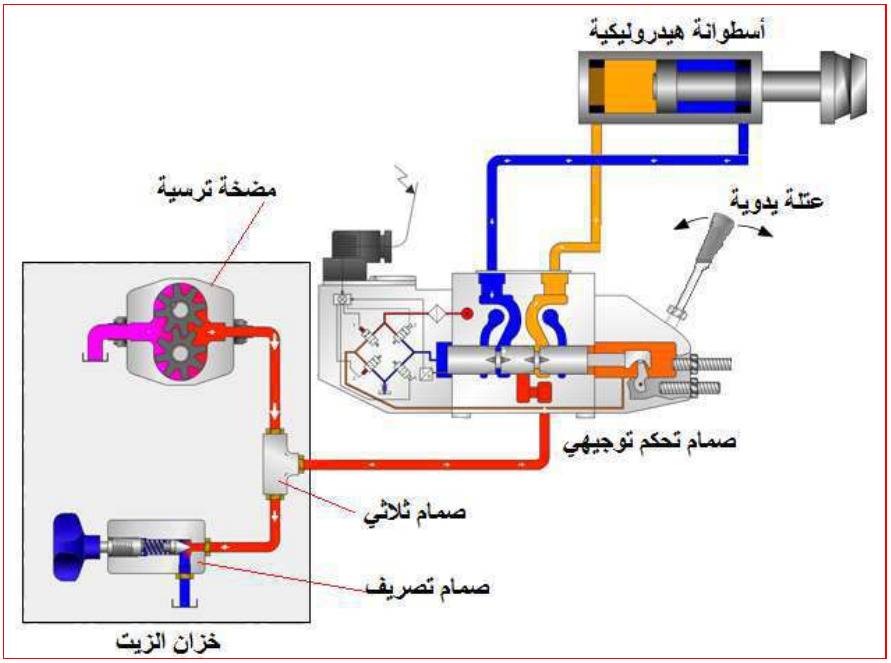
مثال 3: **أعد رسم مخطط منظومة التزييت الممثلة بالرموز** المبيّنة في الشكل أدناه مع بيان اتجاه سير جريان الزيت وبمقياس رسم مكبر (1:2)، وتنظيم جدول بأسماء الأجزاء المثبتة وتؤخذ الأبعاد بالقياس من الشكل.



5-4 منظومة الهيدروليك Hydraulic System

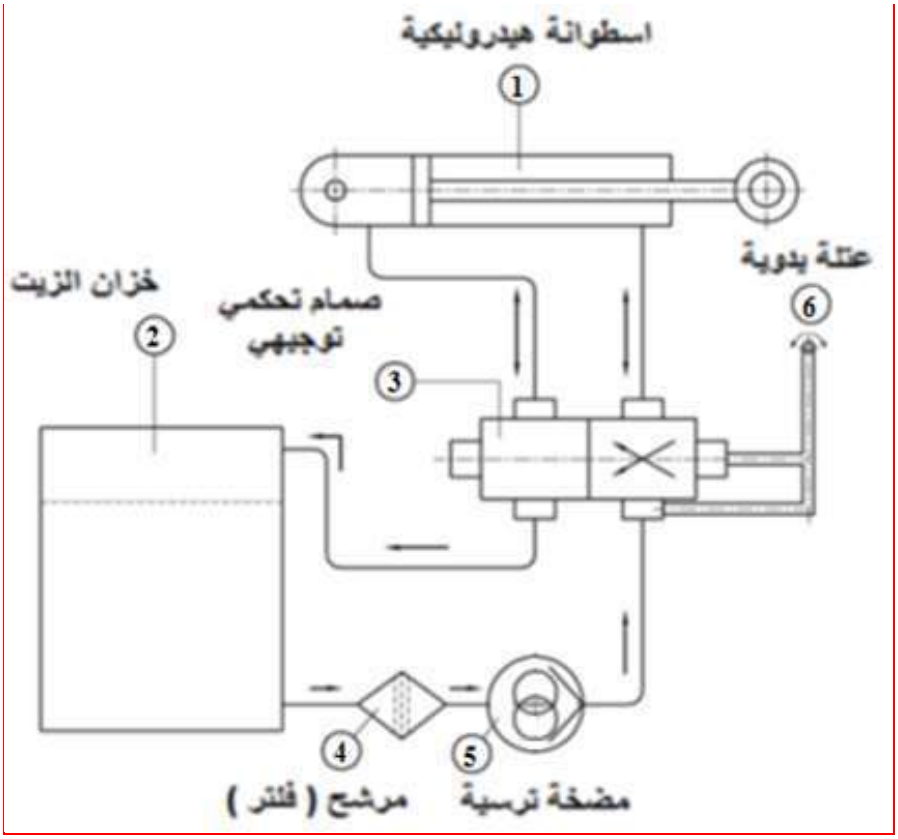
وظيفة منظومة الهيدروليك هي رفع وخفض الآلات الزراعية والمعدات المربوطة خلف الساحبة الزراعية. إذ تقوم المضخة الترسية بسحب الزيت من الخزان عبر مرشح (فلتر) لتصفية الزيت من الشوائب ودفعه إلى صمام التحكم التوجيهي، وعند تحريك العتلة اليدوية إلى اليمين أو اليسار بحسب التصميم تفتح الصمامات ويندفع الزيت إلى الأسطوانة الهيدروليكية نحو سطح المكبس من جهة اليسار ودفعه نحو الذراع لترتفع الآلة، أما الزيت الموجود من جهة ذراع الجهة اليمنى فسيعود إلى خزان الزيت، وفي حالة خفض الآلة تُعكس العملية ويندفع الزيت من الجهة اليمنى للذراع ليدفع المكبس نحو اليسار ويرجع الزيت للخزان.

ملاحظة: عند زيادة الضغط هناك صمامات موجودة داخل صمام التحكم التوجيهي تفتح آلياً ليرجع الزيت للخزان بكلا الاتجاهين، وكما هو موضّح في الشكل رقم (4-4).



الشكل (4-4) منظومة الهيدروليك

مثال 4: **أعد رسم مخطط منظومة الهيدروليك الممثلة بالرموز** المبيّنة في الشكل أدناه بمقياس رسم مكبر (1:2) مع بيان اتجاه سير جريان الوقود، وتنظيم جدول بأسماء الأجزاء المثبتة وتؤخذ الأبعاد بالقياس من الشكل.

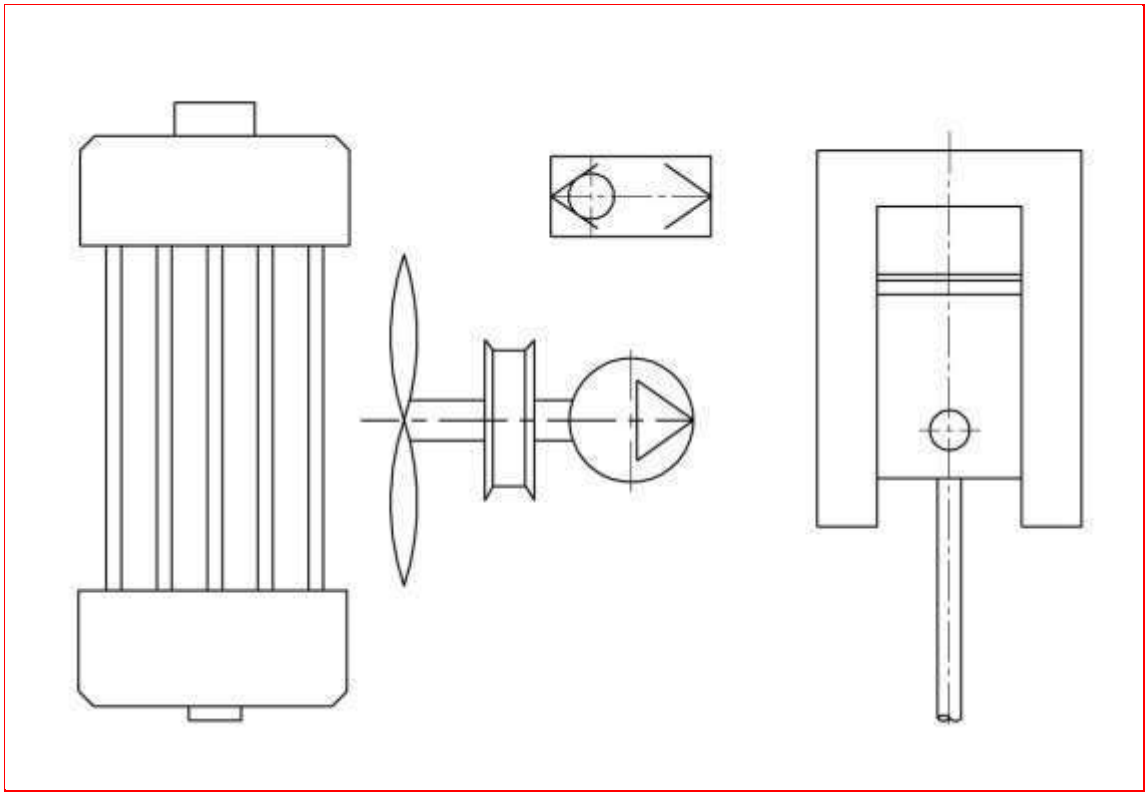


تمارين الفصل الرابع

التمرين الأول: الشكل أدناه يوضّح مخطط التبريد:

المطلوب:

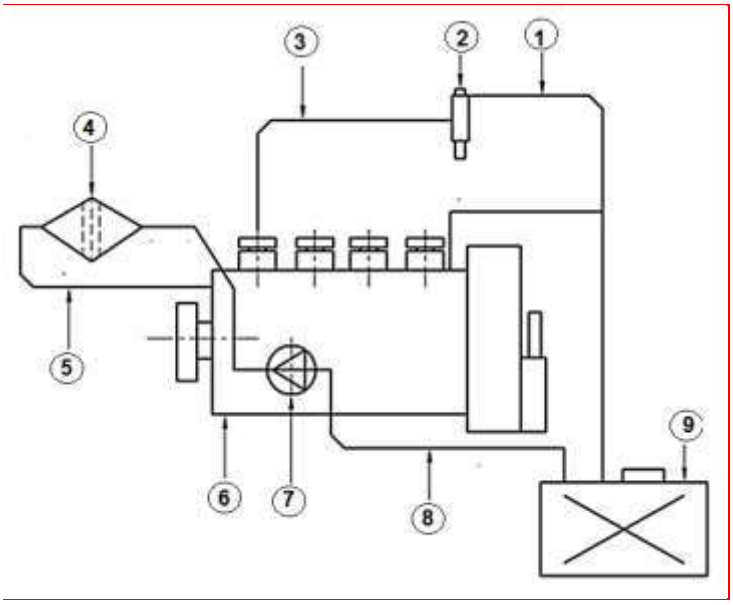
- رسم المنظومة بعد توصيل أنابيب سائل التبريد بمقياس رسم (1:1)، وتؤخذ الأبعاد بالقياس من الشكل مباشرةً
- بيان اتجاه سير جريان سائل التبريد بالمنظومة بواسطة الأسهم.
- وضع جدول بالأجزاء الرئيسة المؤشرة على الشكل.



التمرين الثاني: الشكل أدناه يوضّح مخطط منظومة الوقود:

المطلوب:

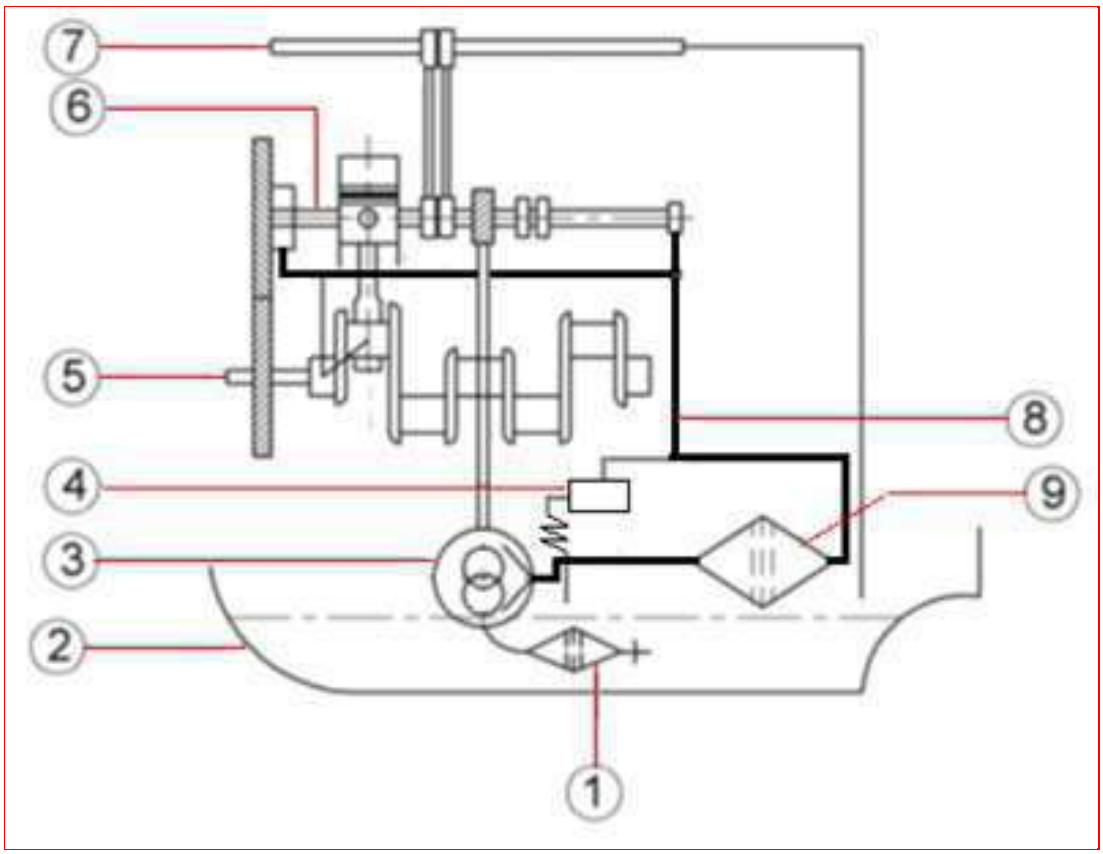
- رسم المنظومة بمقياس رسم (1:2)، وتؤخذ الأبعاد بالقياس من الشكل مباشرةً
- بيان اتجاه سير جريان الوقود بالمنظومة بواسطة الأسهم.
- وضع جدول بالأجزاء الرئيسة المؤشرة على الشكل.



التمرين الثالث: الشكل أدناه يوضّح مخطط جزء من منظومة التزييت:

المطلوب:

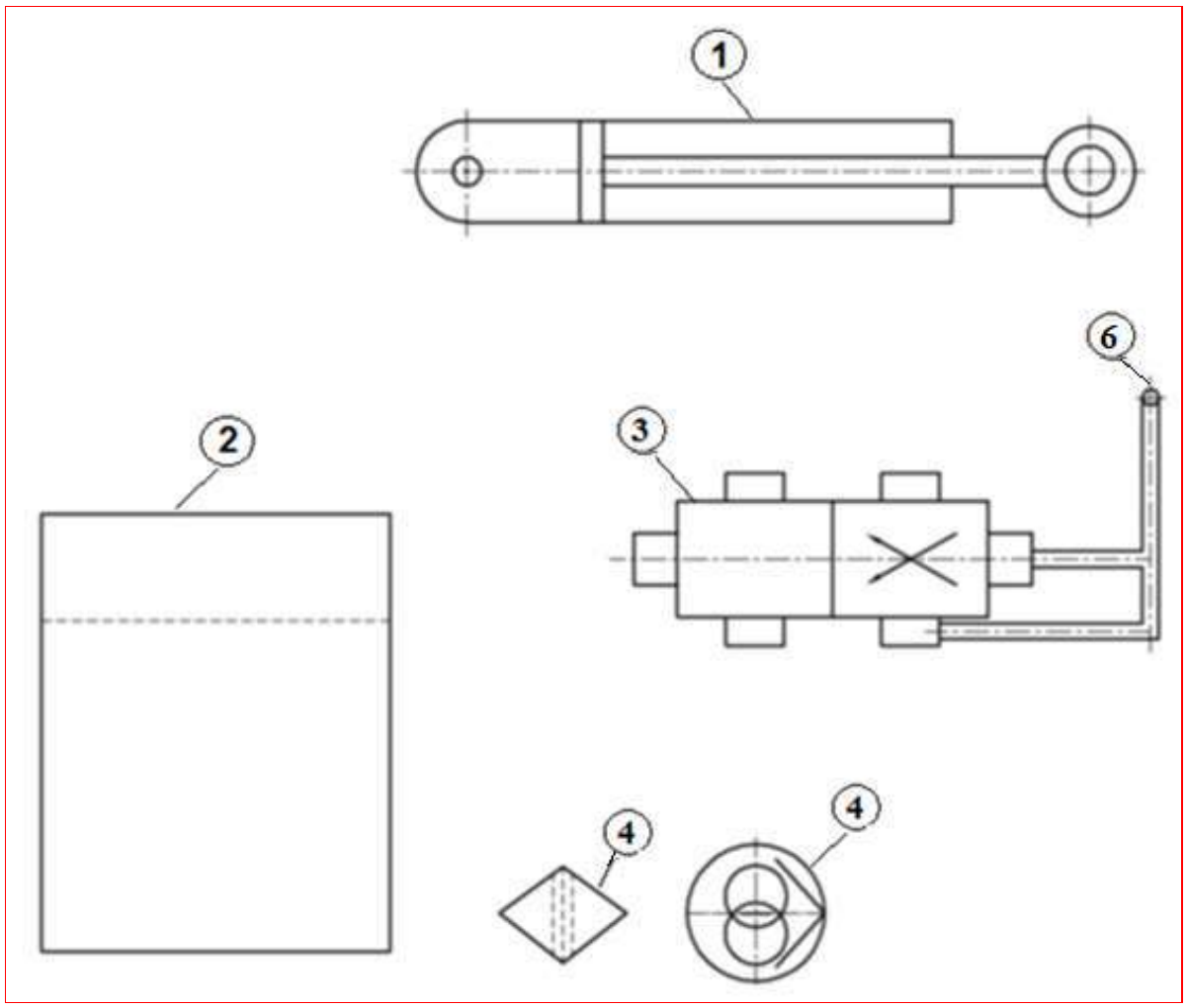
- رسم المنظومة بالكامل بمقياس رسم (1:1) مع ربط هذا الجزء بالأجزاء الباقية، وتؤخذ الأبعاد بالقياس من الشكل مباشرةً
- بيان اتجاه سير جريان الوقود بالمنظومة بواسطة الأسهم.
- وضع جدول بالأجزاء الرئيسة المؤشرة على الشكل.



التمرين الرابع: الشكل أدناه يوضّح مخطط منظومة الهيدروليك:

المطلوب:

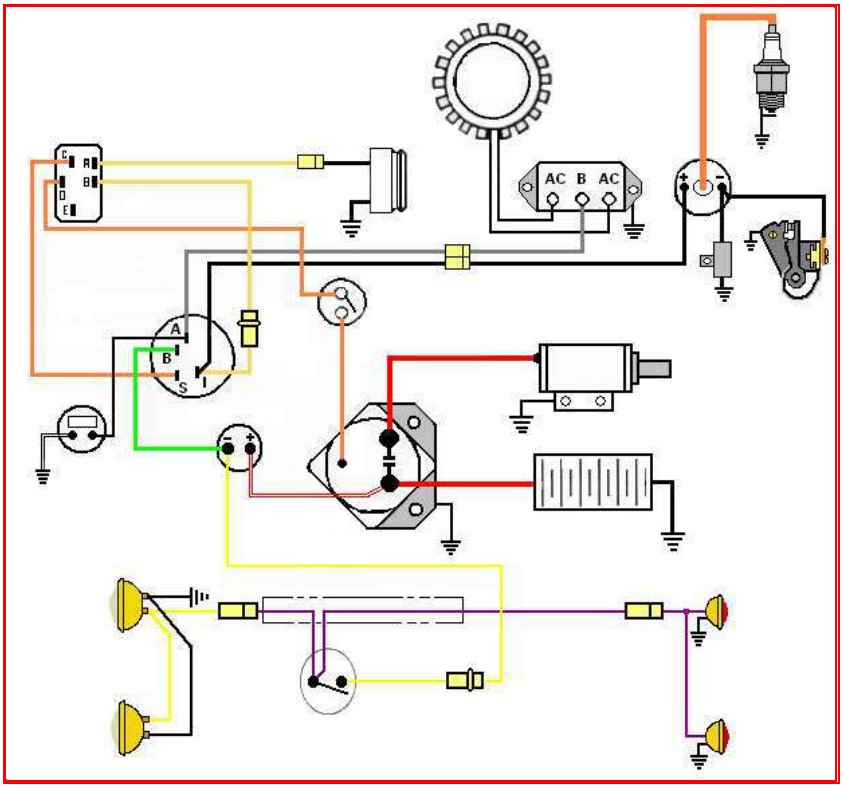
- رسم المنظومة وربط الأجزاء بشكل صحيح بمقياس رسم (1:1)، وتؤخذ الأبعاد بالقياس من الشكل مباشرةً
- بيان اتجاه سير جريان زيت الهيدروليك بالمنظومة بواسطة الأسهم.
- وضع جدول بالأجزاء الرئيسة المؤشرة على الشكل.



الفصل الخامس

الدوائر الكهربائية في الساحبات الزراعية

Electrical Circuits in Agricultural Tractors



أهداف الفصل الخامس:

بعد الانتهاء من دراسة الفصل سيكون الطالب قادراً على أن:

1. يعرف ويرسم الرموز الكهربائية والإلكترونية والمبيّنات والمقاييس كافة.
2. يعرف ويرسم الدوائر الكهربائية الأساسية المهمة (الإضاءة ، التشغيل ، الشحن ، والاشتعال).
3. يعرف ويرسم الدوائر الكهربائية والإلكترونية لأهم المبيّنات والمقاييس (كمية الوقود ضغط زيت المحرك ، ودرجة حرارة سائل تبريد المحرك).

الفصل الخامس

الدوائر الكهربائية في الساحبات الزراعية

Electrical Circuits in Agricultural Tractors

1-5 المقدمة Introduction

منذ نهاية الثمانينات من القرن الماضي، بدأت الإلكترونيات تأخذ حيزاً مهماً في الصناعة، إذ استخدمت العناصر الإلكترونية في كثير من المنظومات الكهربائية ومنظومات السيطرة، وتطورت الأنظمة الكهربائية والإلكترونية على مر السنين لتصبح عنصراً أساسياً في الساحبات والآلات الزراعية المختلفة العاملة في الحقول والطرق الوعرة، وغالباً ما تحتوي تلك المركبات التي تسير بمثل هذه الطرق وبعيدة عن المراكز المدنية على نظام كهربائي له القدرة على توليد الطاقة الكهربائية الخاصة به وتخزينها وتوزيعها. وتحتوي أدوات التحكم والتشخيص في السيارة على عشرات من وحدات التحكم الإلكترونية المستندة إلى الحواسيب المدمجة في نظامها.

وأصبح الحاسوب الداخلي يحذّر وينبه على المشاكل والأعطال التي قد تحدث من خلال لوحة التحكم الأمامية للساحبات. فضلاً عن أن التقنيات الحديثة للمكائن الزراعية تغيرت بشكل كبير وملحوظ من خلال الساحبات والحاصدات الحديثة والباذرات التي سرّعت العمل وحسّنت الإنتاج وغيرّت طريقة تعامل الإنسان مع تلك المكائن، وعلى سبيل المثال حاسوب أجهزة المراقبة، أدوات تحديد المواقع (GPS) وبرامج التحكم الذاتية التي تجعل معظم الساحبات الحديثة والمكائن الأخرى أكثر دقة وأقل إهداراً للوقود والبذار والسماد وغيرها. وفي المستقبل القريب سيكون هنالك ساحبات بدون سائق تُستخدم في العمليات الزراعية الكبيرة من خلال استخدام خرائط تحديد المواقع (GPS). تتضمن المنظومة الكهربائية للساحبات الزراعية التقليدية كل من دائرة التشغيل والإشعال ودائرة الإضاءة ودائرة الاستشعار والتكييف والتهوية الداخلية وقد يشمل أيضاً ماسح الزجاج الأمامي وأنظمة الترفيه والراديو.

ومواكبةً لهذا التطور يجب على الطالب في هذه المرحلة الدراسية أن يتعلم كيفية قراءة ورسم الرموز والمبينات والمقاييس للمنظومات الكهربائية الأساسية للساحبات الزراعية التي تُعد من المنظومات البسيطة غير المعقدة إذا ما قورنت بالمنظومات الكهربائية للسيارات الحديثة، وسيتم بعدها رسم بعض الدوائر الكهربائية والإلكترونية للمنظومات الكهربائية المذكورة آنفاً.

تتكون المنظومة الكهربائية للساحبة والآلة الزراعية الحديثة من العناصر الآتية:

1. البطارية
2. منظومة الشحن
3. المرّحلات والصمامات
4. دوائر السيطرة والتنظيم
5. منظومة التشغيل

2-5 الرموز الكهربائية والإلكترونية Electrical and Electronic Symbols

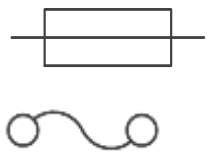
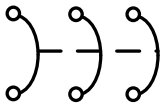
لابد للطالب أن يتعلم كيفية رسم الرموز الكهربائية والإلكترونية وخصوصاً الشائعة منها والمستخدمة في الدوائر الكهربائية والإلكترونية بالعجلات كافة، فضلاً عن تلك الرموز المستخدمة في الساحبات والآلات الزراعية وفهم معنى تلك الرموز والتمييز بينها لمتابعة الأعطال الكهربائية التي قد تحدث وتصادفه أثناء عمله مستقبلاً ومعالجتها. وبالوقت نفسه فإن على المتخصص في المكننة الزراعية أن يتعرّف على طريقة رسم وفهم المبيَنات شائعة الاستخدام في الساحبات والآلات الزراعية وخصوصاً الحديثة منها التي كثر استخدامها نتيجة للتطور الكبير الحاصل في تلك المركبات التي تسهل من عمل الشخص المعني أثناء قيادته لتلك المركبات أو معالجة وتصليح الأعطال التي تحدث فيها أثناء العمل، فضلاً عن السرعة المطلوبة لإنجازه وإصلاح تلك الأعطال لأنها تُعد من العوامل المهمة في الإنتاجية للحقول الزراعية.

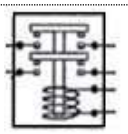
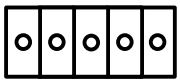
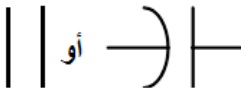
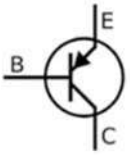
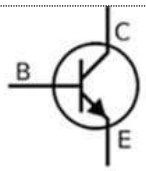
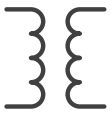
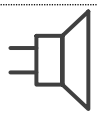
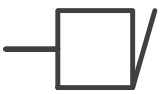
1-2-5 رسم الرموز الكهربائية والإلكترونية

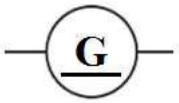
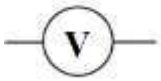
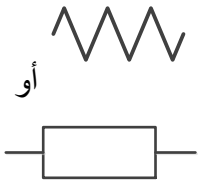
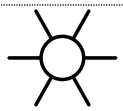
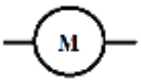
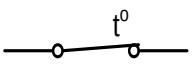
Drawing of Electrical & Electronic Symbols

يبيّن الجدول (5-1) بعض أهم الرموز الكهربائية المعتمدة في الدوائر الكهربائية والإلكترونية في الساحبات والآلات الزراعية، وقد كُتبَ مصطلح الرمز باللغتين العربية والإنكليزية لاعتمادها في الكتيبات الملحقة بالساحبات والآلات الزراعية، فضلاً عن اعتمادها في الدوائر الكهربائية والإلكترونية بالجداول الخاصة بالعطلات والمعالجة لتلك الآلات والساحبات.

جدول 5-1 بعض الرموز المعتمدة في الدوائر الكهربائية للساحبات والآلات الزراعية

الرمز	المصطلح باللغة الإنكليزية	المصطلح باللغة العربية
	Switch	مفتاح
أو 	Fuse	مصهر
	Circuit Breaker	قاطع دورة ثلاثي
	Plug and Jack Connected	قابس

مرّحل (مفتاح توصيل مغناطيسي)	Relay	
نقطة توصيل الأسلاك	Wires Joint	
لوحة من نقاط التوصيل	Connection Board (Terminal)	
متسعة	Capacitor	
ثنائي	Diode	
ترانزستور PNP	Transistor (PNP)	
ترانزستور NPN	Transistor (NPN)	
ملف	Inductor	
محوّلة	Transformer	
سماعة	Speaker	
منبه (هورن)	Buzzer	
بطارية متعددة الخلايا	Multi Cells Battery	

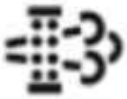
مولّد (داينمو)	Dynamo (DC Generator)	
مأخذ تيار متناوب	AC Source	
أرضي	Earth	
مقياس فرق الجهد	Voltmeter	
مقياس التيار	Ammeter	
مقاومة كهربائية	Resistor	أو 
مقاومة متغيرة	Variable Resistor	
مصباح	Lamp	
مصباح إشارة	Pilot Lamp	
محرك كهربائي	Electrical Motor	
مسخن كهربائي	Electrical Heater	
مروحة	Fan	
منظم درجة الحرارة	Thermostat	

2-2-5 رسم رموز المبيّنات والمنبهات Dash Warning Symbols Drawing

سيتم في هذه الفقرة توضيح ورسم أهم رموز منبهات التحذيرات أو الأعطال التي تتعرض لها الساحبات والآلات الزراعية التي غالباً ما يتم تثبيتها في اللوحة الأمامية لقيادة الساحبة أو الآلة الزراعية (Dashboard)، كما هو موضّح بالشكل رقم (5-1)، علماً أن كل شركة مصنعة للساحبات الزراعية لها رموزها الخاصة بها، ومع هذا هنالك رموز متشابهة للمنبهات تستخدم في أغلب شركات التصنيع للساحبات الزراعية، ويبيّن الجدول رقم (5-2) أهم تلك المنبهات. وفي هذا الصدد لابد للطالب أن يتذكر بأن جميع المنبهات التحذيرية للأيقونات الحمراء هي علامة تحذير وعند ظهورها يجب التوقف فوراً وعدم الاستمرار بالعمل وبعد ذلك الكشف الفوري عن العطل ومحاولة معالجته أو استدعاء المختص بهذا النوع من الأعطال، أما الأيقونات باللون الأصفر فتعني التحذير ومعالجة العطل بأقرب فرصة ممكنة، في حين أن الأيقونات باللون الأخضر تعني الأمان في تشغيل وظيفة ما، وهذه الألوان وشكل الأيقونات للرموز حددتها منظمة المقاييس العالمية (ISO).

الشكل 5-1 صورة واجهة القيادة الأمامية لإحدى الساحبات الزراعية

جدول 5-2 بعض أهم الرموز المعتمدة في المبيّنات والمنبهات التحذيرية في الساحبات الزراعية (إثرائي)

الرمز	المصطلح باللغة الإنكليزية	المصطلح باللغة العربية
	4WD Indicator	مبيّن استخدام الدفع الرباعي
	Bi-Speed Turn Indicator	مبيّن الانعطاف ثنائي السرعة
	Rear Wheel Differential Lock Indicator	مبيّن القفل التفاضلي للعجلة الخلفية
	Regeneration Indicator	مبيّن التجديد التلقائي
	Parked Regeneration Indicator	مبيّن التجديد المتوقف
	Engine RPM Increasing Indicator	منبه زيادة عدد الدورات للمحرك
	Constant RPM Management Indicator	منبه إدارة عدد دورات المحرك ثابت
	3-P. Lifting / Lowering Indicator	مبيّن الرفع / الخفض قيد التشغيل
	Draft Indicator	مبيّن السحب
	PTO Clutch Indicator	مبيّن القابض (الكلج) PTO

	Engine Oil Pressure Warning Indicator	منبه تحذير ضغط زيت المحرك
	Air Cleaner Indicator	منبه منظف الهواء (فلتر الهواء)
	Parking Brake Warning Indicator	منبه تحذير فرامل الانتظار
	Heater Indicator	مبيّن المسخن
	Front Suspension Indicator	مبيّن التعليق الأمامي

3-5 دائرة الإضاءة في الساحبات الزراعية

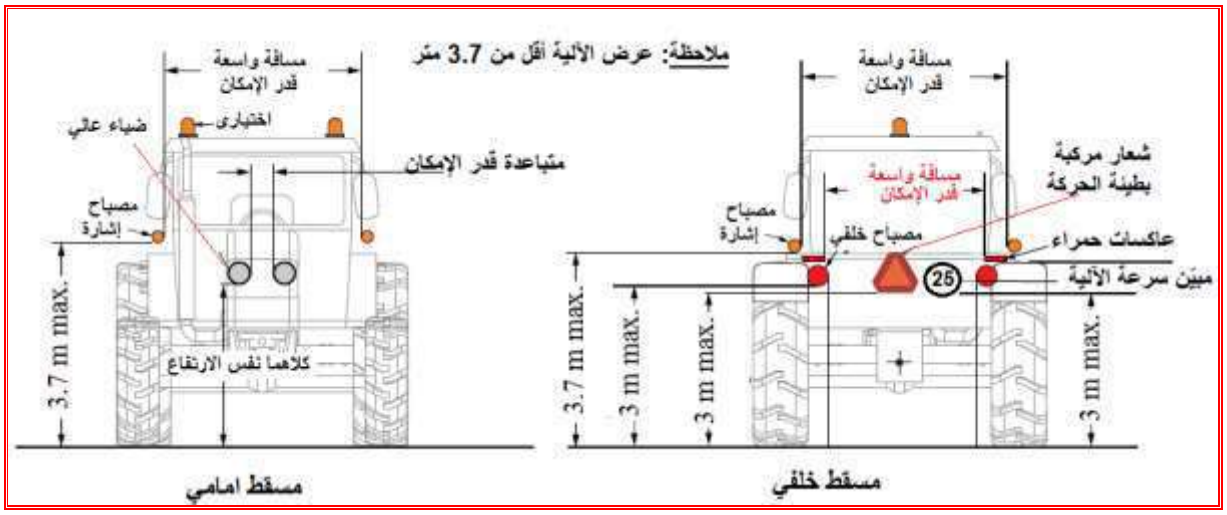
Lighting Circuit in Agricultural Tractors

هنالك معايير ومواصفات مشددة ومحكمة لأجهزة الإضاءة وموقع العلامات على الساحبات والآلات الزراعية عند عمل هذه الساحبات في الحقل أو عند حركتها على الطريق العام، لذا تصنع أجزاء دائرة الإضاءة من مصابيح ومفاتيح وغيرها من مواد مقاومة للظروف الجوية وظروف العمل الخاصة بالحقل وبأبعاد وألوان قياسية، كما مبيّن في الشكل رقم (5-2) لكي يتم تفادي الحوادث والتغلب على عوائق السياقة وخصوصاً في ظروف العمل القاسية في الحقول الزراعية.

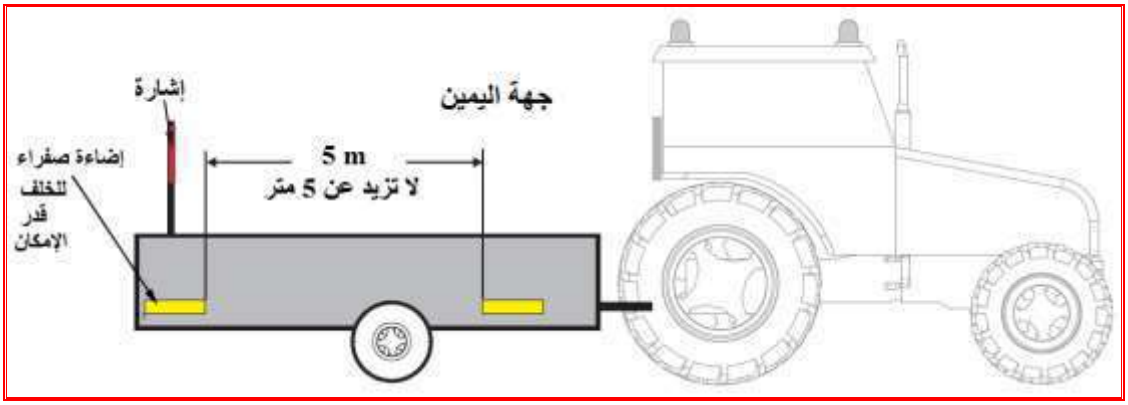
تجنباً لوقوع الحوادث من الضروري وضع مصابيح وعلامات وإشارات على العربة المقادة من قبل الساحبة الزراعية وخصوصاً عند القيادة على الطرق العامة، ويبيّن الشكل رقم (5-3) موقع وأبعاد مصابيح الإضاءة المثبتة على عربة الساحبة الزراعية.

تتكون معظم دوائر الإضاءة للساحبات والآلات الزراعية من الأجزاء الآتية:

1. **البطارية (مصدر الطاقة الكهربائية)**
2. **مصهرات لحماية الدائرة من زيادة الحمل**
3. **مفتاح التشغيل الرئيس متعدد الأغراض**
4. **مفتاح اختيار الإضاءة (الكباس)**
5. **مصابيح إضاءة مختلفة الأحجام والقدرات (مختلفة الواطية)**
6. **المرّحل (Relay)**
7. **الموصلات الكهربائية (الأسلاك)**



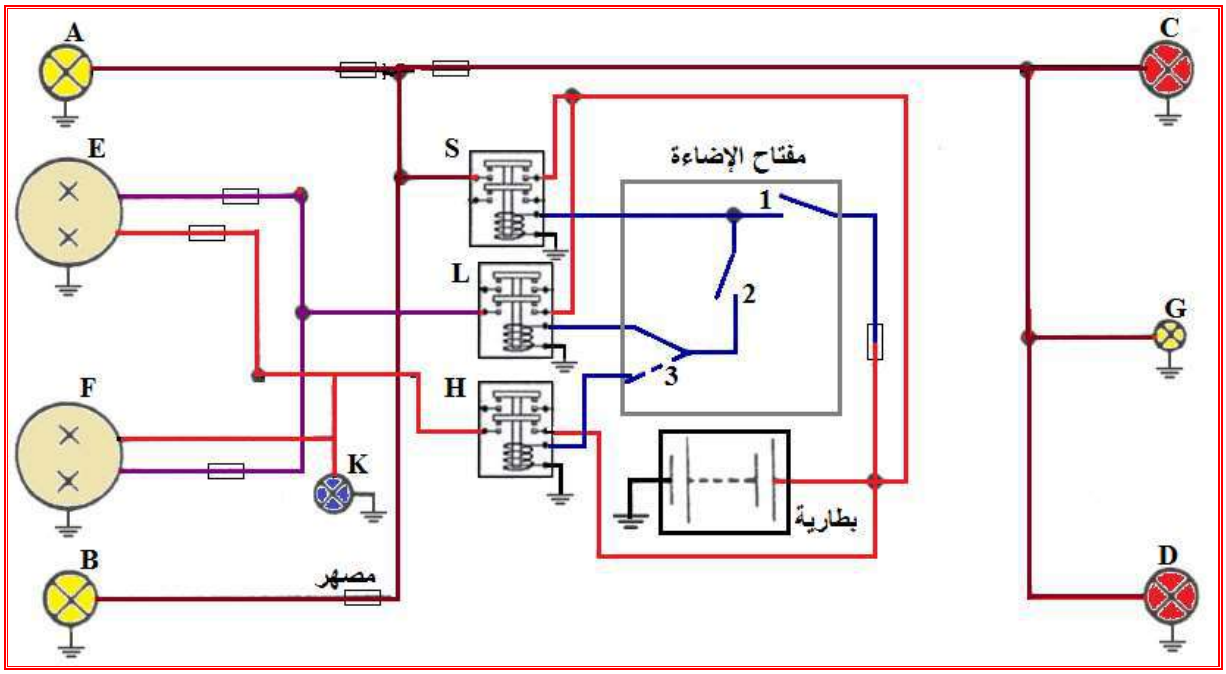
شكل 5-2 مواقع وأبعاد وألوان مصابيح الإضاءة في الساحبات الزراعية (إثرائي)



شكل 5-3 مواقع وأبعاد وألوان مصابيح الإضاءة في عربة الساحبة الزراعية (إثرائي)

يبيّن الشكل رقم (5-4) الدائرة الكهربائية الأساسية للإضاءة في الساحبات الزراعية، وتتضمن البطارية والمفتاح الاختياري للإضاءة والمصابيح بحسب القدرات والمصهرات، إذ توضّح الحروف المثبتة على الرسم ما يأتي:

A: المصباح الجانبي الأيمن
B: المصباح الجانبي الأيسر
C: المصباح الخلفي الأيمن
D: المصباح الخلفي الأيسر
E: المصباح الأمامي الأيمن
F: المصباح الأمامي الأيسر
G: المصباح الصغير للوحة الرقم الخلفي
L: مرّحل الإضاءة الواطئة
H: مرّحل الإضاءة العالية
S: مرّحل الإضاءة الجانبية
K: مصباح الدلالة للإضاءة العالية



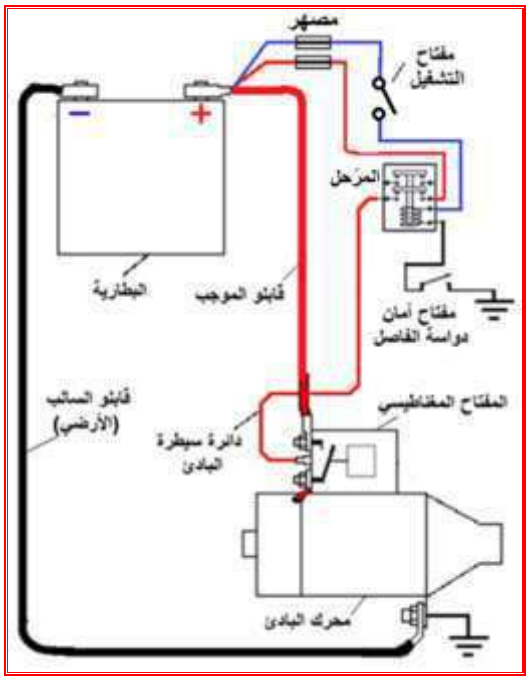
الشكل 5-4 الدائرة الكهربائية الأساسية للإضاءة في الساحبات الزراعية (لوحة)

5-4 دائرة التشغيل في الساحبات الزراعية

Starting Circuit in Agricultural Tractors

تحتاج المنظومة الكهربائية للساحبة الزراعية إلى 100 أمبير من التيار في الحد الأقصى للتشغيل العام حتى في حالة تشغيل جميع الأجهزة والملحقات الكهربائية. وبالرغم من ذلك، تتراوح سعات جميع البطاريات في المركبات من 450 إلى 740 أمبير أو أكثر في بعض الأحيان. إن السبب الرئيس في تصميم سعات تخزين كبيرة للبطاريات هي لتشغيل البادئ (السلف)، وتقوم البطاريات بصورة عامة بتوفير طاقة كهربائية تكفي لدوران المحرك مئات الدورات قبل نفاد الشحن. يصمم البادئ وهو العنصر الرئيس في دائرة تشغيل الساحبة الزراعية من محرك كهربائي قوي جداً تتعشق تروس محوره مع تروس الحذافة (Flywheel) ويقوم بتدويرها، ويبدأ المحرك بالدوران حال الضغط على مفتاح التشغيل وإكمال دائرة التشغيل الكهربائية التي تتألف من العناصر الآتية المبيّنة بالشكل (5-5):

1. المفتاح المغناطيسي (مرّحل بادئ الحركة) Starter Solenoid
2. مفتاح التشغيل Ignition Switch
3. مفتاح أمان Safety Switch (Clutch Pedal)
4. البطارية Battery
5. المرّحل Relay
6. المحرك البادئ Starter Motor
7. القابلوات والأسلاك الكهربائية Electrical Cables and Wires



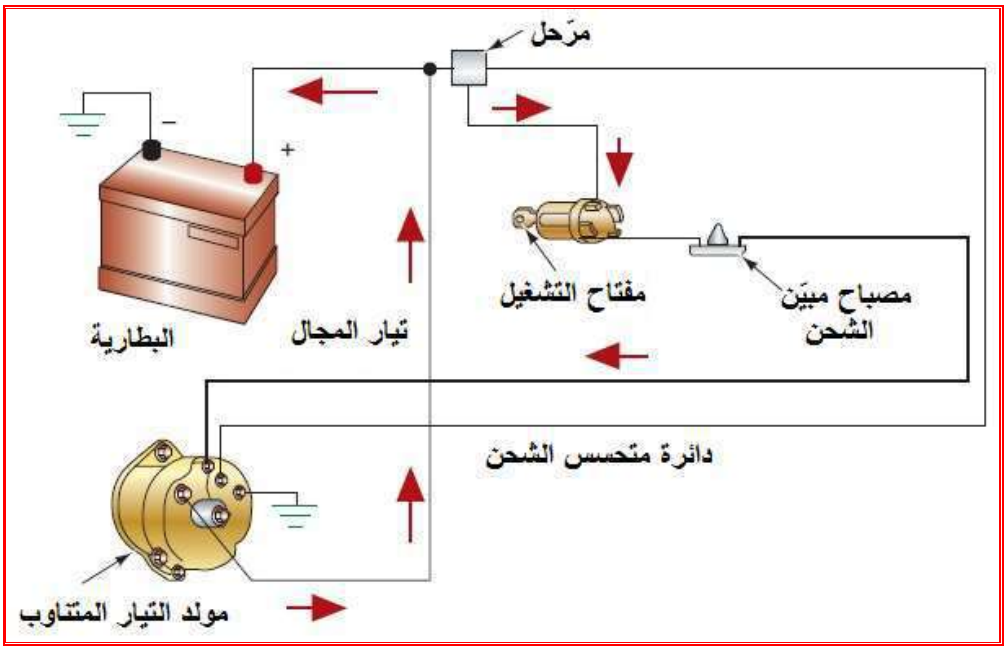
الشكل 5-5 دائرة التشغيل الكهربائية الأساسية للساحبة الزراعية

5-5 دائرة الشحن Charge Circuit

كما هو معروف فإن البطارية هي فقط لخزن الطاقة الكهربائية وتجهيز التيار الكهربائي للمنظومات الكهربائية والإلكترونية الموجودة في الساحبة أو الآلية الزراعية، بينما يتم توليد الطاقة الكهربائية بوساطة المولد (Dynamo) المصمم لتوليد التيار الكهربائي المباشر (DC Current)، أما في العربات الحديثة فيتم توليد الطاقة الكهربائية بالتيار المتناوب عن طريق مولدة التيار المتناوب (Alternator) وأجزائها مجمعة وبالتالي فهي أصغر حجماً وأقل وزناً وأفضل من مولد التيار المستمر في توليد الطاقة الكهربائية عند دوران المحرك بالسرعة البطيئة، وعليه بالإمكان توفير المستلزمات الكهربائية المطلوبة لغرض الراحة والترفيه في الساحبات الزراعية الحديثة. ومع هذا، هنالك حاجة إلى معدّل للتيار (Rectifier) من أجل تحويل التيار المتناوب إلى تيار مستمر لأن جميع الأجهزة فضلاً عن البطارية تعمل بالتيار المستمر. ولكون سرعة المحرك متغيرة دائماً وكمية الطاقة الكهربائية المستهلكة متغيرة أيضاً بحسب استخدام الأجهزة والمستلزمات الكهربائية لذا يجب أن تتضمن دائرة الشحن مجموعة تنظيم تثبت داخل المولد أو خارجه لتوليد تيار منتظم الجهد (Constant Voltage).

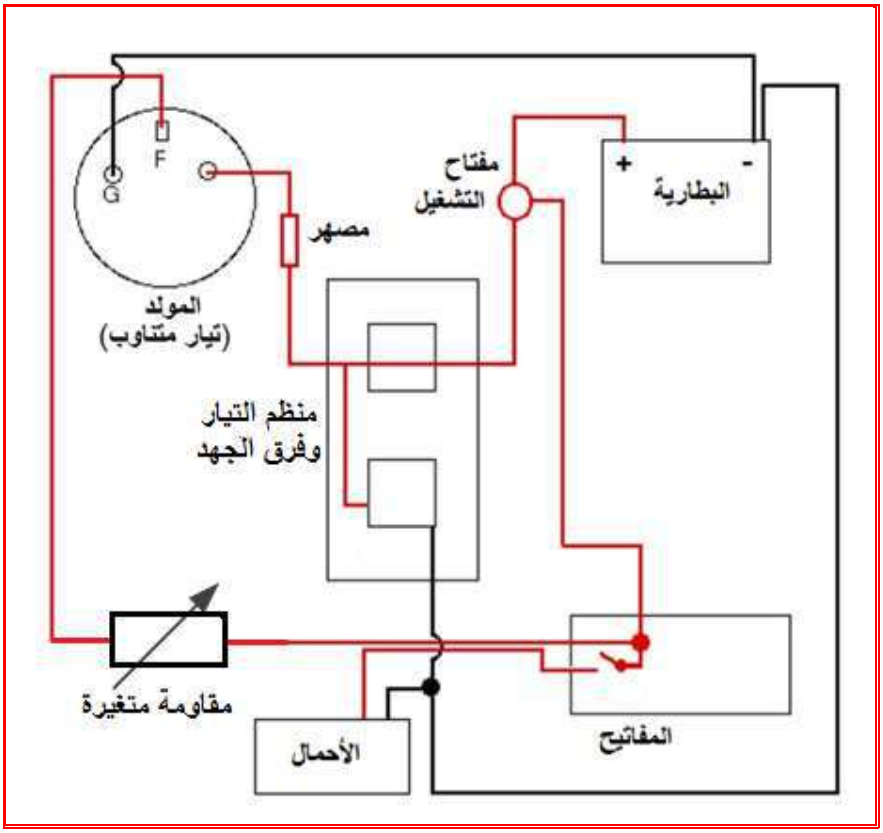
تتكون دائرة الشحن من العناصر الآتية كما هو مبيّن بالشكل رقم (5-6):

1. مولد التيار المتناوب Alternator
2. منظم فرق الجهد Voltage Regulator وعادةً ما يكون من ضمن جسم المولد
3. مصباح مبيّن الشحن Charge Lamp Indicator
4. البطارية Battery
5. أسلاك التوصيل الكهربائية Electrical Wires



الشكل 5-6 مخطط دائرة الشحن في الساحبة الزراعية

مثال 1: ارسم دائرة الشحن للساحبة الزراعية بالرموز الكهربائية والموضّحة بالشكل رقم (5-7)، تؤخذ الأبعاد بالقياس من الشكل ومقياس الرسم (1:1).



الشكل 5-7 مثال رقم 1 (لوحة)

6-5 دائرة الاشتعال Ignition Circuit

كما هو معروف هنالك نوعان من المحركات التي تستخدم في الساحبات والآليات الزراعية وهما:

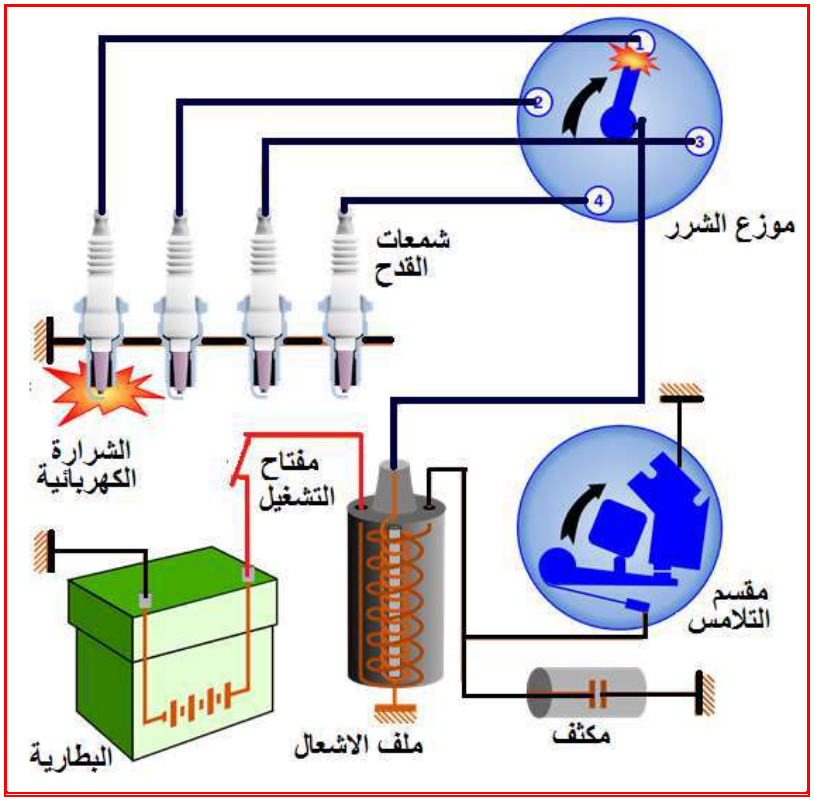
أ- محركات اشتعال بالشرارة (محركات البنزين)

ب- محركات اشتعال بالضغط (محركات الديزل)

1-6-5 دائرة الاشتعال في محركات البنزين Ignition Circuit of Gasoline Engine

الاشتعال الداخلي بمحركات البنزين هو الأكثر شيوعاً بالاستخدام في المركبات الصغيرة، ومع هذا يستخدم في بعض الأحيان بالساحبات الزراعية الصغيرة فقط. يعتمد نظام الاشتعال بمحركات البنزين على الاشتعال الكهربائي من خلال شمعات القدح التي تحتاج إلى ملف الاشتعال الذي يعظم فرق الجهد المتوفر في البطارية (12 V) إلى جهود عالية جداً قد تصل إلى (40 000 V). يجهز التيار الكهربائي بفرق الجهد العالي شمعات القدح عن طريق أما تلامس ميكانيكي بوساطة موزع الشرر (Distributer) الذي كان يستخدم سابقاً أو عن طريق نظام اشتعال إلكتروني يستغني عن التلامس الميكانيكي وهو الشائع استخدامه بالوقت الحاضر في جميع المركبات.

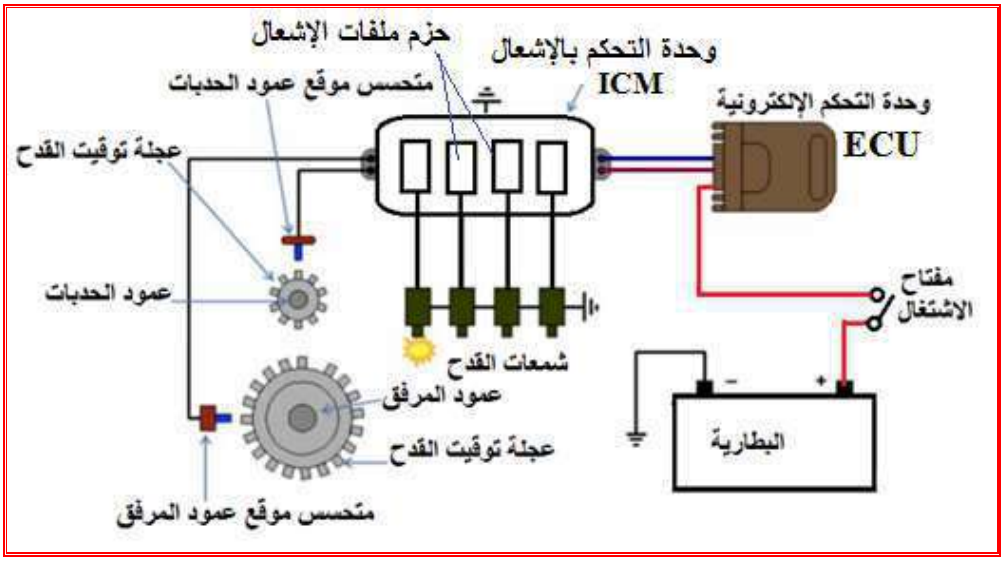
الشكل (5-8) يبيّن مخططاً لدائرة الاشتعال في محرك بنزين يعمل بنظام التلامس الميكانيكي.



الشكل 5-8 مخطط دائرة الاشتعال في محرك بنزين يعمل بالتلامس الميكانيكي (إثرائي)

نظام الاشتعال الإلكتروني السائد حالياً هو بدون موزع الشرر (Distributorless) ويعتمد في تصميمه على وحدة التحكم الإلكترونية لنظام الاشتعال ويتضمن ملف اشتعال لكل شمعة قدح مع وحدة التحكم في الإشعال (ICM) مبرمجة لضبط دائرة الملف الأساسية عن طريق وحدة التحكم الإلكترونية (ECU) ومن خلال متحسسات موضع لعمودي المرفق والحدبات المثبتات على عجلات توقيت القدح (Camshaft/Crankshaft Triggering).

مثال 2: ارسم مخططاً لنظام اشتعال إلكتروني بدون موزع الشرر، ثم أشر على أجزائه الرئيسة، وكما موضّح في الشكل رقم (5-9)، تؤخذ الأبعاد بالقياس من الشكل ومقياس الرسم (1:1).



شكل 5-9 مثال رقم 2 (لوحة)

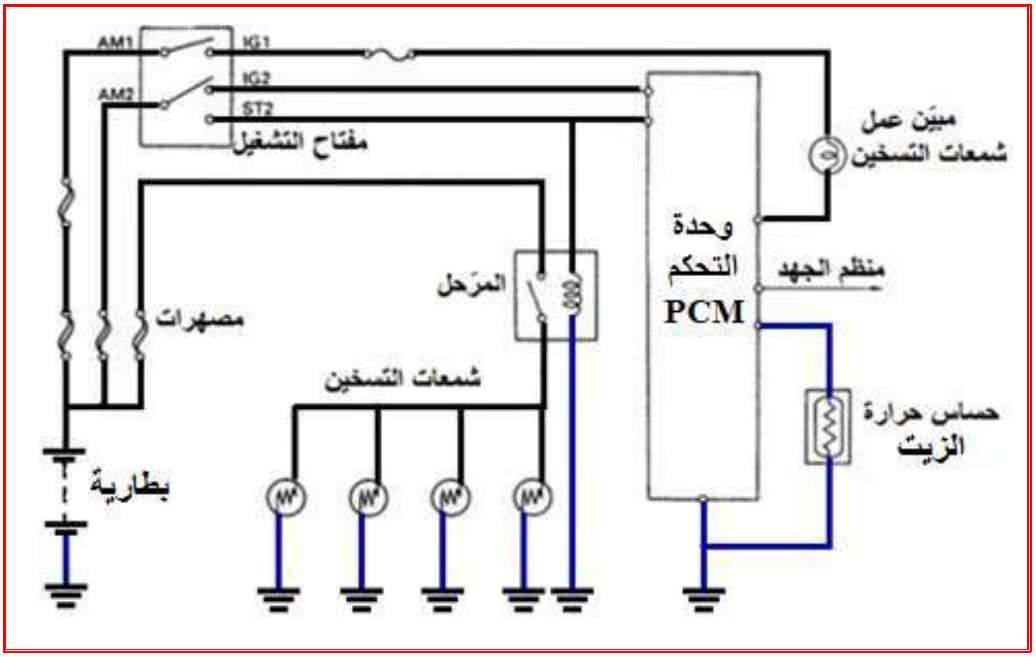
5-6-2 دائرة اشتعال محركات الديزل Ignition Circuit of Diesel Engine

معظم الساحبات والآليات الزراعية تجهز بمحرك يعمل على وقود الديزل، ويعتمد نظام الاشتعال لهذا النوع من المحركات على الحرارة والضغط اللذين يولدهما المحرك نفسه خلال عملية الانضغاط على مزيج الهواء والوقود داخل غرفة الاحتراق، لذا لا وجود لشمعات القدح وبالتالي لا وجود لملفات الاشتعال وغيرها من المكونات الملحقة بهم. ولكن هنالك صعوبة في بدء التشغيل لا سيما مع الأجواء الباردة لهذا النوع من المحركات، ولذلك تُزوّد محركات الديزل بمنظومات كهربائية ملحقة تساعد في بدء الحركة وكذلك التحكم في عملية الاحتراق الداخلي ورفع أداء محركات الديزل. ومن هذه المكونات منظومة شمعات التسخين الكهربائية التي تتكون من الأجزاء الآتية:

1. شمعات التوهج Glow Plugs
2. مرّحل شمعات التوهج Glow Plugs Relay
3. مفتاح التسخين (التوهج) Glow (pre-Heating) Switch
4. مصهرات Fuses

وأجزاء أخرى.

مثال 3: ارسم مخططاً لمنظومة شمعات التسخين الكهربائية في محركات الديزل تربط على التوازي، ثم أشر على أجزائها الرئيسة، وكما موضّح في الشكل رقم (5-10) تؤخذ الأبعاد بالقياس من الشكل ومقياس الرسم (1:1).



الشكل 5-10 مثال رقم 3 (لوحة)

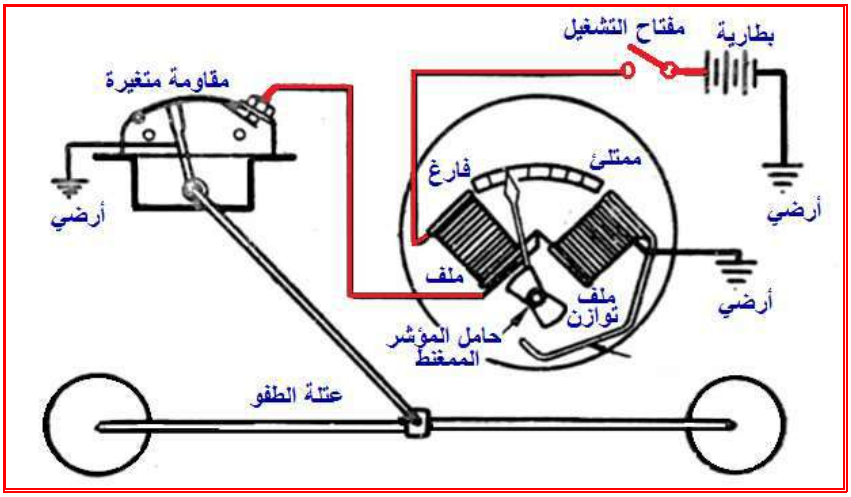
7-5 الدوائر الكهربائية للمبيّنات Electrical Circuits of Indicators

للمقاييس والمبيّنات في لوحة قيادة (Dashboard) الساحبات والآليات الزراعية أهمية كبيرة، لأن هذه الآليات تعمل لساعات طويلة في بيئة قاسية وفي بعض الأحيان نائية، فضلاً عن صعوبة الحصول على المساعدة في حال حدوث الأعطال المفاجئة فيها. لذا من الضروري جداً التعرّف على أهم مخططات الدوائر الكهربائية والإلكترونية للمقاييس والمنبهات للمتحسسات التي تبيّن حدوث خلل أو عطل ما في محرك الساحبة أو في أجزائها أو الآلية الزراعية التي تحدث دائماً لأسباب متعددة.

1-7-5 الدائرة الكهربائية لمبيّن كمية الوقود Electrical Circuits of Fuel Indicator

مبيّنات أو مقاييس كمية الوقود في الساحبة الزراعية من المقاييس المهمة جداً بسبب بُعد بيئة عمل الآلية عن محطات ضخ الوقود للمركبات عادةً، هنالك أنواع عدة من مقاييس كمية الوقود، ولكنها تتشابه من حيث مبدأ عملها. في هذه الفقرة سيتم تعلُّم رسم الدائرة الكهربائية والإلكترونية لأحد أنواع مقاييس كمية الوقود الذي يعتمد مبدأ عمله على وجود المقاومة المتغيرة في موقع عتلة منسوب الوقود.

مثال 4: ارسم مخططاً للدائرة الكهربائية الخاصة بمقياس كمية الوقود في خزان الساحبة الزراعية من نوع المقاومة المتغيرة، وكما مبيّن في الشكل رقم (5-11) تؤخذ الأبعاد بالقياس من الشكل ومقياس الرسم (1:1).



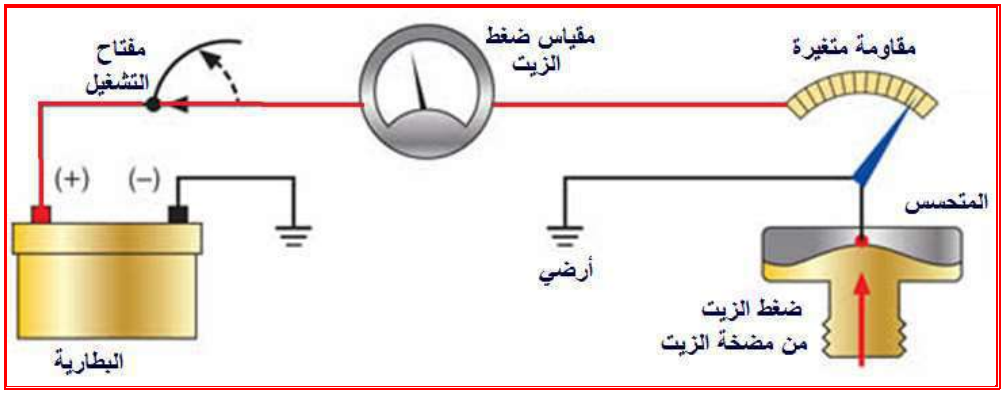
الشكل 5-11 مثال رقم 4 (لوحة)

5-7-2 الدائرة الكهربائية لمبيّن ضغط الزيت

Electrical Circuits of Oil Pressure Indicator

مبيّن ضغط زيت محرك الساحبة أو الآلية الزراعية من المبينات المهمة جداً التي تعطي مؤشراً واضحاً عن كمية الزيت في المحرك ودرجة نقاوته وفعاليته تجاه تزييت القطع المتحركة في داخل أجزاء المحرك التي لابد فيها من أن يكون الزيت مطابقاً ومتوافقاً مع مواصفات نوع محرك الساحبة الزراعية.

مثال 5: ارسم مخططاً للدائرة الكهربائية الخاصة بمبيّن ضغط الزيت في محرك الساحبة الزراعية، وكما مبيّن في الشكل رقم (5-12) تؤخذ الأبعاد بالقياس من الشكل ومقياس الرسم (1:1).



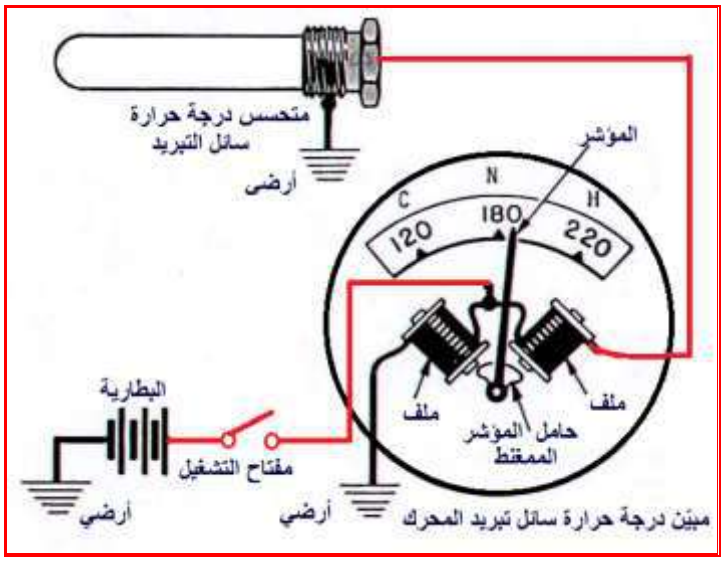
الشكل 5-12 مثال رقم 5 (لوحة)

3-7-5 الدائرة الكهربائية لمبيّن درجة حرارة سائل التبريد

Electrical Circuits of Coolant Temperature Indicator

متحسس درجة حرارة سائل تبريد المحرك أيضاً من المتحسسات المهمة جداً إذ يعطي درجة حرارة سائل التبريد إشارة واضحة عن درجة حرارة المحرك لا سيما بالأجواء غير الاعتيادية وعند الأحمال الكبيرة في الساحبة الزراعية. هذا المتحسس مصنوع من مزدوج (ثرمستور) ثنائي الأسلاك مغمور في سائل تبريد المحرك وهو عبارة عن مقاومة متغيرة تتغير مع تغير درجات حرارة سائل تبريد المحرك، الذي عادةً ما يكون له معامل درجة حرارة سالب وهو الأكثر شيوعاً بالوقت الحاضر. تتم معالجة الدائرة الكهربائية الإلكترونية بوساطة وحدة التحكم الإلكترونية في الآلية، إذ يتم توصيل المتحسس بدائرة كهربائية مزودة بجهد مرجعي +5 فولت عادةً، عندما يكون المحرك بارداً ودرجة الحرارة المحيطة تبلغ 20 درجة سيليزية، وبهذه الحالة تكون مقاومة المتحسس بين 2000 و 3000 أوم. عند بدء تشغيل المحرك تبدأ درجة حرارة سائل التبريد بالارتفاع وعليه ستقل مقاومة المتحسس بشكل يتناسب تناسباً عكسياً مع ارتفاع درجة حرارة سائل التبريد. يتم إرسال إشارة الجهد المتغير المعتمدة على درجة حرارة سائل التبريد إلى وحدة التحكم الإلكترونية ومنها إلى مؤشر درجة الحرارة في لوحة القيادة.

مثال 6: ارسم مخططاً للدائرة الكهربائية الخاصة بمبيّن درجة حرارة سائل تبريد محرك الساحبة الزراعية، وكما هو موضّح في الشكل رقم (5-13)، تؤخذ الأبعاد بالقياس من الشكل ومقياس الرسم (1:1).



الشكل 5-13 مثال رقم 6 (لوحة)

تمارين الفصل الخامس

التمرين الأول: ارسم الرموز الكهربائية الآتية:

1. مقاومة متغيرة 2. مفتاح كهربائي 3. مرّحل 4. متسعة
5. مصباح 6. محرك كهربائي

التمرين الثاني: ارسم رموز المبيّنات والمنبهات الآتية: (إثرائي)

1. استخدام الدفع الرباعي 2. القفل التفاضلي للعجلة الخلفية
3. زيادة عدد دورات المحرك 4. الرفع / الخفض قيد التشغيل
5. السحب 6. منظف الهواء 7. المسخن

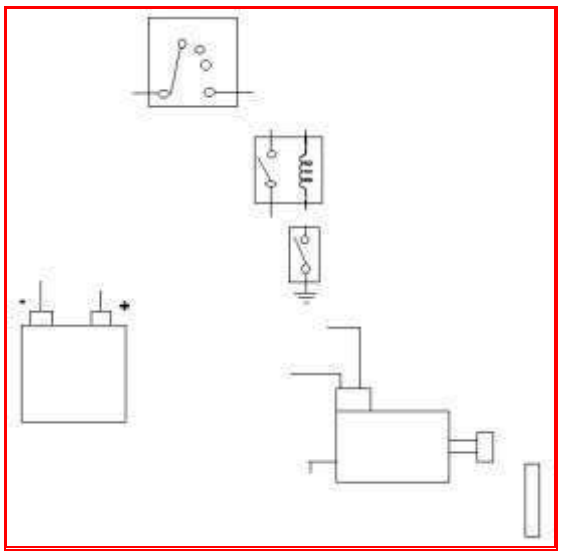
التمرين الثالث: ثبت المواقع والمسافات بين مصابيح الإضاءة الأمامية والخلفية والجانبية فيما بينهم والارتفاعات عن منسوب الأرض لغرض تحقيق مبدأ السلامة والأمان. (إثرائي)

ملاحظة: يعطى مخطط لمسقط أمامي وخلفي لساحبة زراعية عرضها أقل من (3.7 m)، ثم يقوم الطالب بتثبيت المصابيح والأبعاد الضرورية والتأشير على ذلك المخطط.

التمرين الرابع: ارسم الدائرة الكهربائية الأساسية للإضاءة في الساحبات الزراعية.

التمرين الخامس: ارسم دائرة الشحن في الساحبة الزراعية.

التمرين السادس: أعد رسم أجزاء دائرة التشغيل الكهربائية للساحبات الزراعية الموضّحة في أدناه، ثم وصّل جميع القابلوات والأسلاك الكهربائية لإكمال الدائرة وأشّر على الأجزاء، تؤخذ الأبعاد بالقياس من الشكل ومقياس الرسم (1:1).



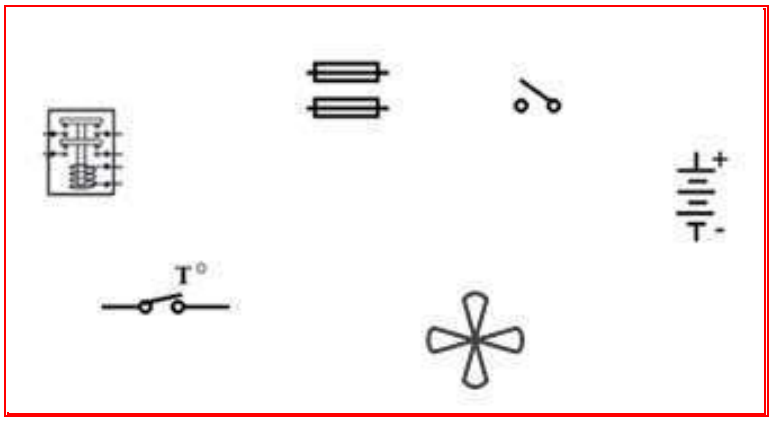
التمرين السابع: ارسم مخططاً لنظام اشتعال إلكتروني بموزع الشرر، ثم أشّر على أجزائه الرئيسة.

التمرين الثامن: ارسم مخططاً لمنظومة شمعات التسخين الكهربائية في محركات الديزل تربط على التوازي، ثم أشر على أجزاءها الرئيسة.

التمرين التاسع: ارسم مخططاً للدائرة الكهربائية الخاصة بمقياس كمية الوقود في خزان الساحبة الزراعية من نوع وجود المقاومة المتغيرة في الدائرة الكهربائية.

التمرين العاشر: ارسم مخططاً للدائرة الكهربائية الخاصة بمبيّن ضغط الزيت في محرك الساحبة الزراعية.

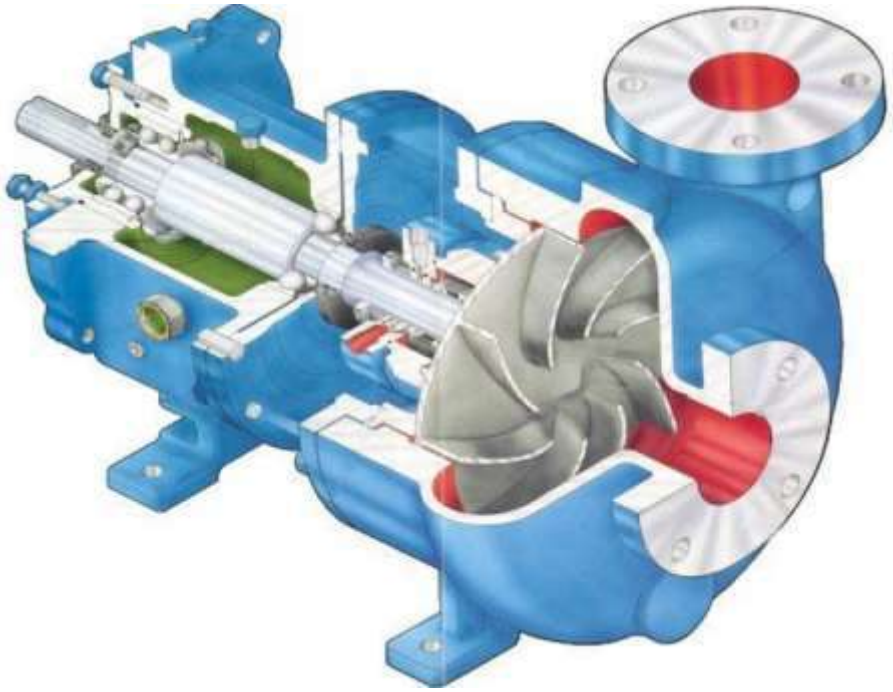
التمرين الحادي عشر: رموز العناصر في أدناه تمثل الدائرة الكهربائية لتشغيل مروحة مشع سائل تبريد محرك الساحبة الزراعية الصغيرة أو أي دائرة كهربائية لتشغيل مروحة بالاعتماد على منظم درجة الحرارة، اعد رسم رموز العناصر ثم صل الأسلاك الكهربائية لتشغيل المروحة.



الفصل السادس

المضخات المستعملة للأغراض الزراعية

Pumps Used for Agricultural Purposes



أهداف الفصل السادس:

بعد الانتهاء من دراسة الفصل سيكون الطالب قادراً على أن:

1. يتعرف الطالب من خلال الرسم على أنواع المضخات المستعملة لأغراض الزراعة.
2. يتعرف على مبدأ عمل المضخات.
3. يرسم الأجزاء المختلفة للمضخة وتكون له القدرة على فك المضخة وتجميعها.
4. رسم المضخات وأجزائها يُمكّن الطالب من تشخيص الأعطال في المضخات وصيانة بعضها.
5. الاستعمال الأمثل للمضخات من خلال التعرف على طريقة تشغيل وتثبيت وربط المضخات.

الفصل السادس

المضخات المستعملة للأغراض الزراعية

Pumps Used for Agricultural Purposes

1-6 المقدمة Introduction

مضخة المياه الزراعية هي نوع من أنواع الآلات الزراعية، وهي آلة ميكانيكية أو جهاز هيدروليكي لنقل المياه من مصدرها (مستوى منخفض) إلى المساحة المحددة من الأراضي الجافة (مستوى أعلى) عن طريق زيادة ضغط السائل وتزويده بالطاقة أثناء مروره عبرها، ليسير في الأنابيب إلى المكان المطلوب، فالمضخات من آلات تحويل الطاقة وتستمد قدرتها من محرك كهربائي أو حراري، وعادة ما تستخدم مضخات الري المائية للمساعدة في زراعة المحاصيل والحفاظ على النباتات والحقول، وتشمل المضخات المستخدمة في الري مضخات الطرد المركزي، والتوربينات العميقة، والمضخات الغاطسة والمروحية.

تصمم المضخات بمختلف الأحجام والقدرات لكي تناسب جميع التطبيقات والاستخدامات ويتم تصنيعها من مواد مختلفة مثل حديد الزهر Cast Iron أو الفولاذ الكربوني Carbon Steel، وتستخدم المضخات بشكل أساسي لغرض:

1. نقل السائل من مكان إلى آخر 2. رفع السائل إلى مستوى أعلى 3. زيادة ضغط المنظومة

بالإمكان تقسيم المضخات إلى نوعين رئيسين بحسب مبدأ العمل والطريقة التي يرفع فيها ضغط السائل، وكما يأتي:

النوع الأول: مضخات الإزاحة الموجبة Positive Displacement Pumps

وهي المضخات التي ترفع ضغط السائل عن طريق حشره في مكان ثابت الحجم فيجبر السائل على الهروب من مخرج المضخة بسبب خاصية (عدم قابلية الانضغاط) للسوائل. إذ تزداد طاقة السائل دورياً وتتحول إلى طاقة ضغط لها سعة محدودة، تستخدم في حقن الكيمياويات خلال نظم الري الحديثة، إذ تعطى ضغوطاً عالية وبتصريفات صغيرة، يتناسب التصريف طردياً مع السرعة الدورانية لها.

النوع الثاني: المضخات الديناميكية Dynamic Pumps

وهي المضخات التي ترفع ضغط السائل بشكل متواصل عن طريق تحويل الطاقة الحركية للسائل إلى ضغط باستخدام محور دوران (Shaft) ودفاعة مروحية (Impeller) تستخدم في نظم الري والصرف، ومنها المضخات الطاردة المركزية التي تتحكم في التصرف عن طريق صمام الطرد مباشرة، تستعمل في حالة المياه غير العميقة أو القريبة من السطح.

2-6 المضخة الطاردة المركزية Centrifugal Pumps

1-2-6 أنواع المضخات الطاردة المركزية

1. محورية Axial Flow
2. قطرية Radial Flow
3. مماسية Mixed Flow

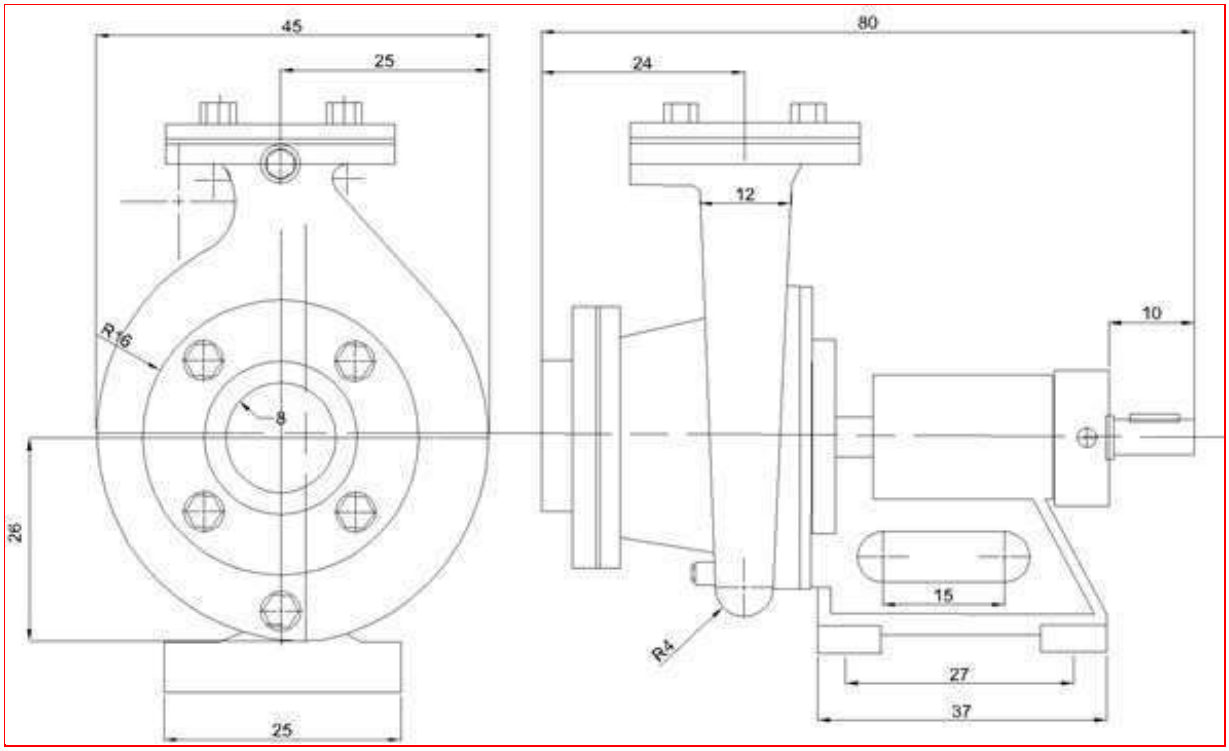
تسمى المضخة الطاردة المركزية بهذا الاسم لأن السائل يندفع من مدخلها إلى مخرجها بواسطة القوة الطاردة المركزية التي يبذلها عضو المضخة الدوار على السائل. تتكون المضخة من عدة مكونات مثل المحرك المركب في الخلف، والعمود المتصل من المحرك إلى المضخة، والمروحة (Impeller) المركبة على العمود. يتم وضع المروحة داخل غلاف محكم الغلق تماماً، يحتوي الغطاء (Casing) على جزء بشكل حلزوني (Volute) مثبت على محيط الغطاء.

يُعرف الجزء الذي يدخل الماء من خلاله إلى المضخة بخط السحب أو الشفط (Suction Line) ويُعرف الجزء الذي يخرج من خلاله الماء باسم خط الطرد (Discharge Line)، عند ضخ السوائل من الممكن أحياناً أن ينخفض الضغط داخل المضخة عن ضغط بخار السائل (Vapor Pressure) إذا كان ضغط السحب أعلى بقليل من ضغط البخار، قد ينفصل بعض من السائل لتشكيل الأبخرة داخل المضخة، مما يتسبب في تلف المضخة، تُعرف هذه الحالة باسم التكهف (Cavitation) ويجب تجنبها تماماً حتى تعمل المضخة بكفاءة، ومن أجل منع ذلك يجب ملء الماء دائماً في المروحة (Impeller) وجانب السحب وهذا هو المعروف باسم تحضير (سقي المضخة) Priming.

تتميز المضخات الطاردة المركزية بالاتي:

1) بساطة التصميم
2) الكفاءة العالية
3) انخفاض مستوى الضوضاء عند الدوران
4) سهولة الصيانة وانخفاض تكاليفها
5) تلائم سرعات المحركات المختلفة
6) التصريف العالي والثابت
7) رخص الثمن

التمرين الأول: ارسم بمقياس رسم مناسب مسقطاً رأسياً ومسقطاً جانبياً مبسطاً لمضخة الطرد المركزي المحورية المبيّنة في الشكل رقم (6-1)، تؤخذ الإبعاد غير المؤشرة بتقدير القياس من الشكل مباشرةً، علماً أن وحدة القياس هي (cm).



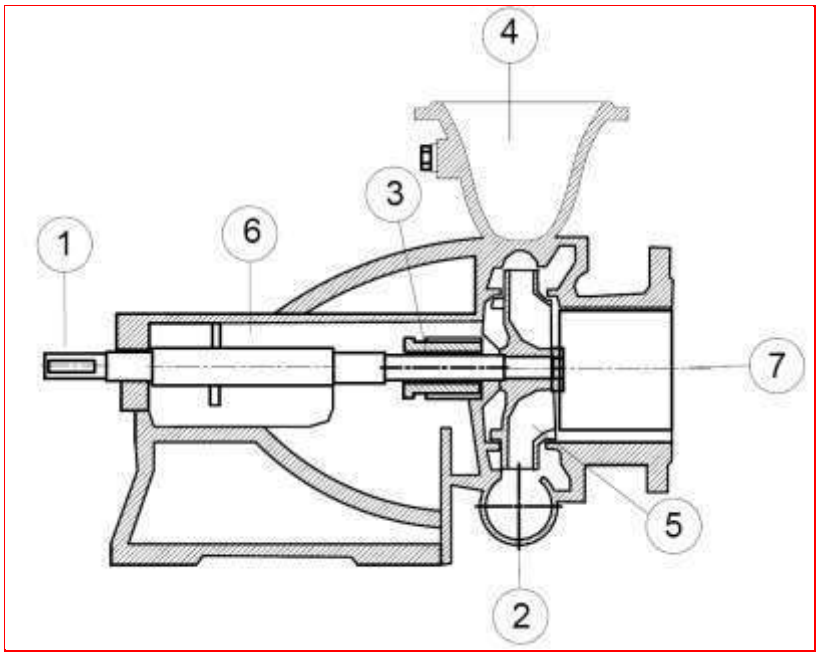
الشكل 6-1 مسقط رأسي ومسقط جانبي لمضخة طاردة مركزية

6-2-2 مكونات المضخات الطاردة المركزية

تتكون المضخة الطاردة المركزية من الأجزاء الرئيسة الآتية:

1- عمود الإدارة Shaft
2- الغلاف Pump Casing
3- الحشوات Packing
4- فتحة التصريف Drain hole
5- المروحة Impeller
6- صندوق التزييت Lubrication box
7- فتحة السحب Suction Hole

التمرين الثاني: ارسم بمقياس رسم 1:2 (تكبير) مقطعاً رأسياً لمضخة الطرد المركزي المحورية المبينة في الشكل رقم (6-2)، موضّحاً الأجزاء والمكونات الداخلية، تؤخذ الإبعاد بالقياس من الرسم مباشرةً.



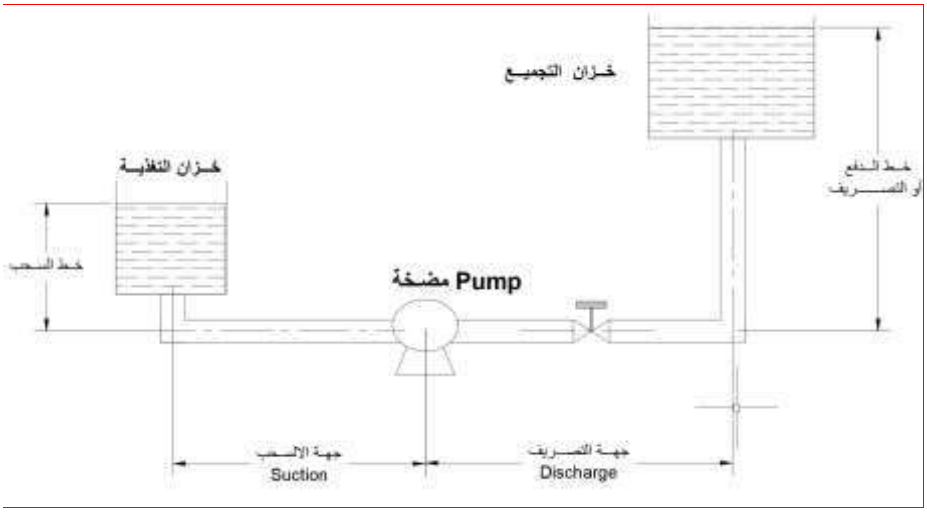
الشكل 6-2 مضخة الطرد المركزي المحورية

6-2-3 مبدأ عمل المضخة الطاردة المركزية

يتمثل في أن الماء يدخل إلى مركز المضخة في اتجاه محورها ويخرج من محيطها في اتجاه نصف القطر، إذ يتم تزويده بقوة طرد مركزية عالية تؤدي للوصول إلى أقصى رفع للماء. تستخدم المضخة نصف القطرية في التطبيقات التي تستلزم رفع الماء إلى ارتفاع عالٍ وتصريف منخفض، وبالإمكان استخدام أكثر من مضخة تربط على التوازي عند الاحتياج إلى تصريف عالٍ.

التمرين الثالث: الشكل رقم (6-3) يمثل مخططاً لمنظومة مضخة الطرد المركزي المحورية:

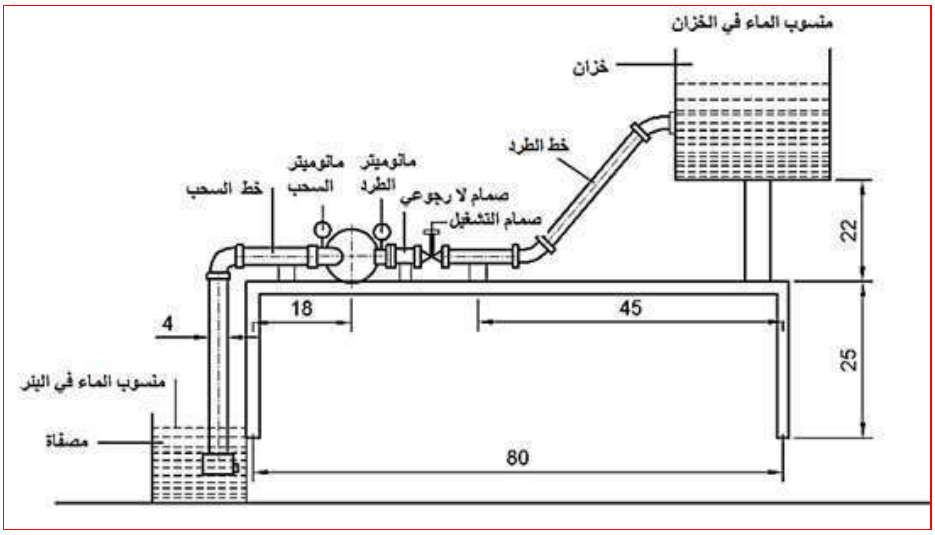
المطلوب: ارسم وبمقياس رسم 1:2 المنظومة مبيّناً أهم الأجزاء الداخلة في تصميم المنظومة، تؤخذ الأبعاد بالقياس من الشكل مباشرةً.



الشكل 6-3 مخطط منظومة مبسطة لمضخة الطرد المركزي

التمرين الرابع: الشكل (6-4) يمثل مخطط منظومة مبسطة لمضخة الطرد المركزي:

المطلوب: ارسم وبمقياس رسم 1:1 المنظومة موضّحاً أهم الأجزاء الداخلة في تصميم المنظومة، الأبعاد غير المؤشرة تؤخذ بتقدير القياس من الشكل مباشرةً.



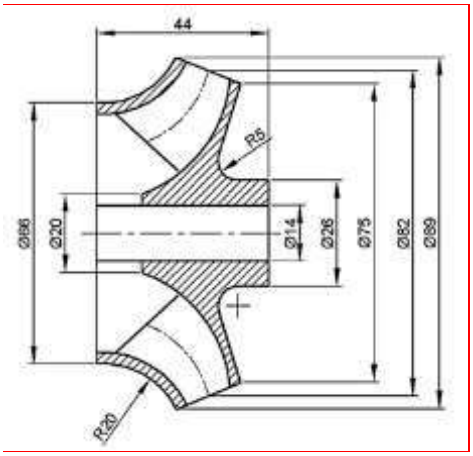
الشكل 6-4 مخطط منظومة مبسطة لمضخة الطرد المركزي

3-6 العضو الدوار Impeller

هنالك ثلاثة أنواع للعضو الدوار وهي النوع المغلق والمفتوح والنوع نصف المفتوح. يتميز النوع المغلق بكفاءة تشغيل عالية بينما يستخدم النوع المفتوح كما موضّح في الشكل رقم (6-5)، في حالة وجود رواسب عالقة في الماء ويصنع العضو الدوار غالباً من حديد الزهر وأحيانا من البرونز.

التمرين الخامس: الشكل رقم (6-5) يمثل مقطعاً أمامياً في العضو الدوار المستخدم في المضخة الطاردة المركزية:

المطلوب: إعادة رسم المقطع بمقياس رسم 1:1 مع وضع أهم الأبعاد، تؤخذ الأبعاد غير المؤشرة بالتقدير من الشكل مباشرةً.



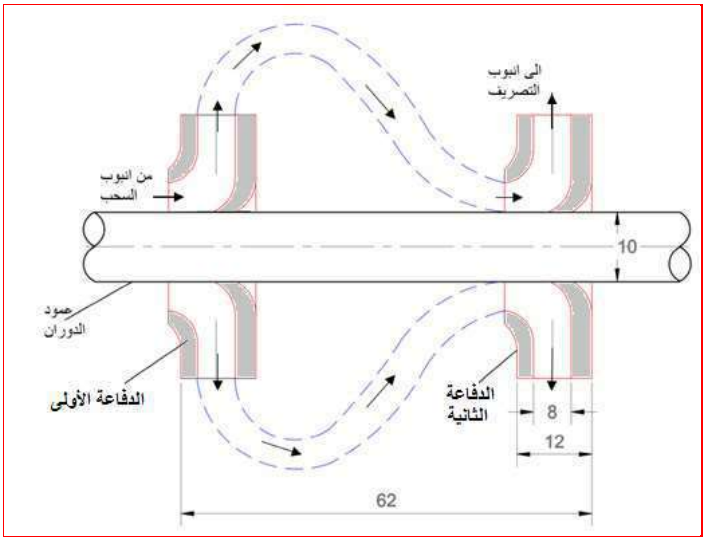
الشكل 6-5 العضو الدوار في المضخة الطاردة المركزية

4-6 ربط المضخات Pumps Joining

1- **ربط المضخات على التوالي**: عند الربط على التوالي لمضختين من نفس الحجم والتصريف، يكون الناتج هو مضاعفة الضغط ويبقى التصريف ثابتاً، أي إنه لا يطرأ أي تغيير على التصريف.

2- **ربط المضخات على التوازي**: عند الربط على التوازي لمضختين من نفس الحجم والتصريف، الناتج يكون مضاعفة التصريف ولا يطرأ أي تغيير على الضغط الذي يساوي ضغط المضخة الواحدة.

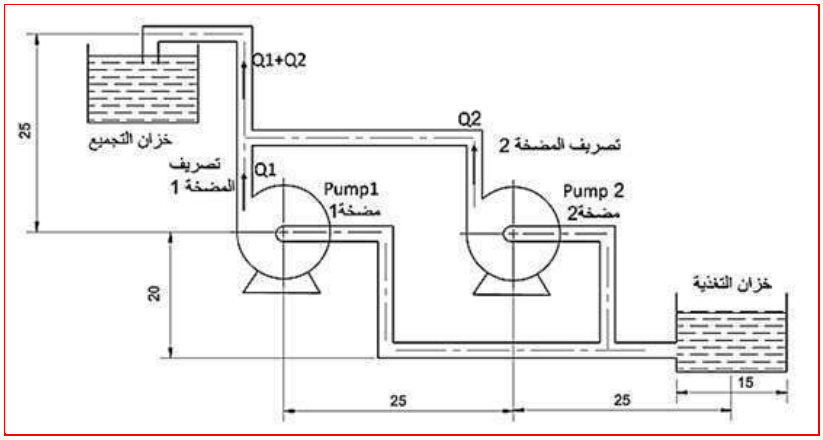
التمرين السادس: الشكل رقم (6-6) يوضّح طريقة ربط مضخات الطرد المركزي على التوالي، ارسم بمقياس رسم 1:1 مخطط الربط مبيناً على الرسم مسار الجريان ومداخل ومخارج المائع، تؤخذ الأبعاد الناقصة بالتقدير من الشكل مباشرةً.



الشكل 6-6 ربط المضخات على التوالي

التمرين السابع: الشكل رقم (6-7) يوضّح مخطط طريقة ربط مضخات الطرد المركزي على التوازي:

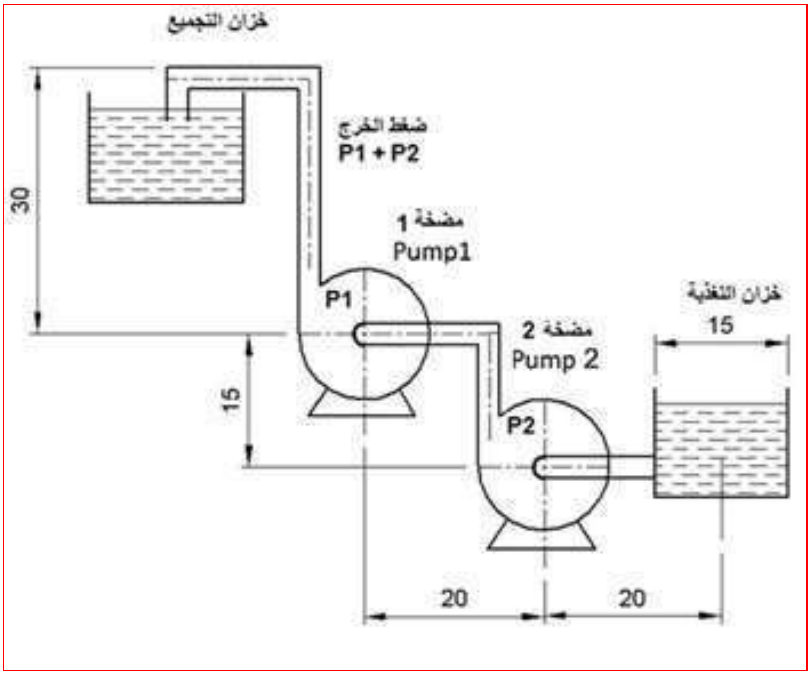
ارسم بمقياس رسم 1:1 المخطط مؤشراً على الرسم مسار الجريان ومداخل ومخارج السائل، تؤخذ الأبعاد الناقصة بالتقدير من الشكل مباشرةً.



الشكل 6-7 ربط المضخات على التوازي

التمرين الثامن: الشكل رقم (6- 8) يوضّح مخططاً لطريقة ربط مضخات الطرد المركزي على التوالي:

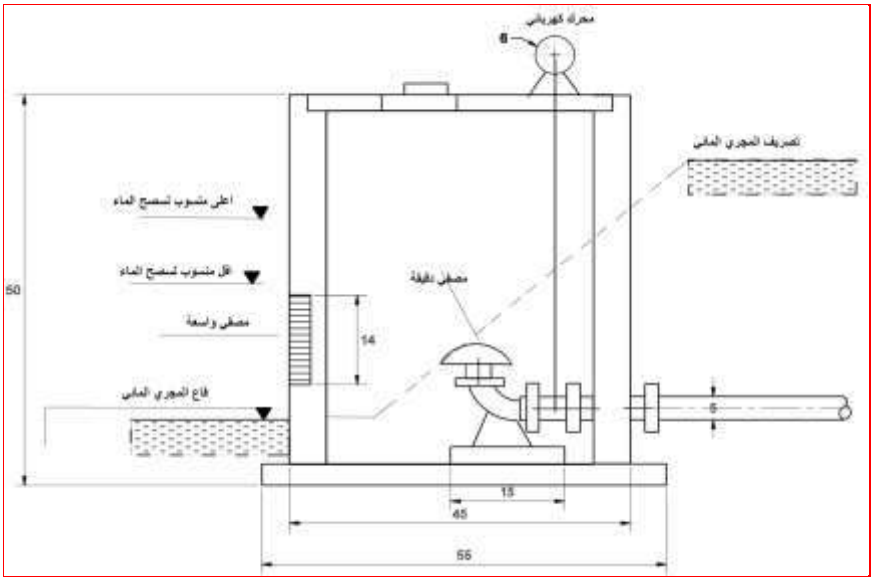
ارسم بمقياس رسم 1:1 المخطط مؤشراً عليه مسار الجريان ومداخل ومخارج السائل، تؤخذ الأبعاد غير المؤشرة بالتقدير من الشكل مباشرة.



الشكل 6-8 ربط المضخات على التوالي

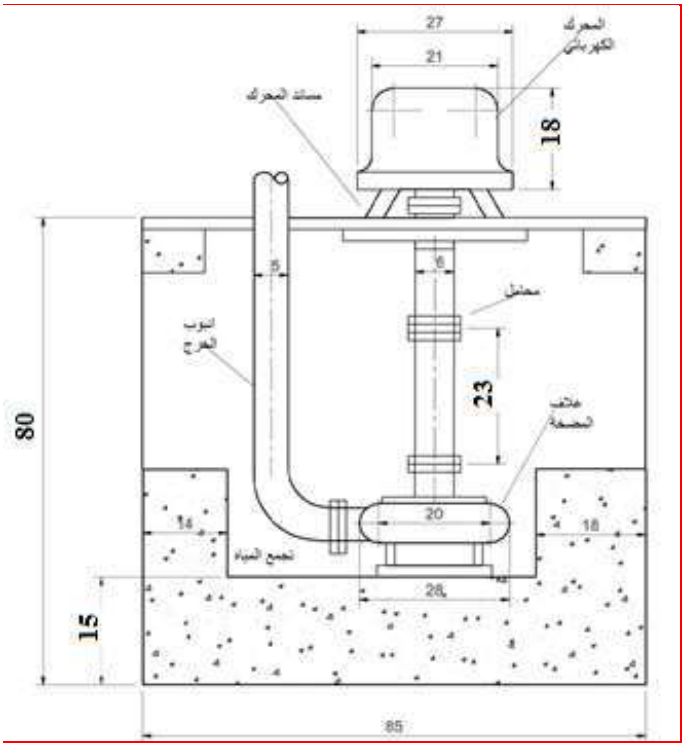
6-5 تثبيت مضخة الطرد المركزي

التمرين التاسع: الشكل رقم (6-9) يوضّح طريقة تثبيت مضخة الطرد المركزي تحت السطح، ارسم بمقياس رسم 1:1 المخطط مع تأشير أجزاء السائل كافة، تؤخذ الأبعاد غير المؤشرة بالتقدير من الشكل.



الشكل 6-9 تثبيت مضخة الطرد المركزي تحت السطح

التمرين العاشر: الشكل (6-10) في أدناه يبيّن طريقة تثبيت مضخة الطرد المركزي تحت السطح:
المطلوب: رسم المخطط بمقياس رسم مكبر 1:2 مع التأشير على الأجزاء كافة، تؤخذ الأبعاد غير المؤشرة بالقياس والتقدير من الشكل.



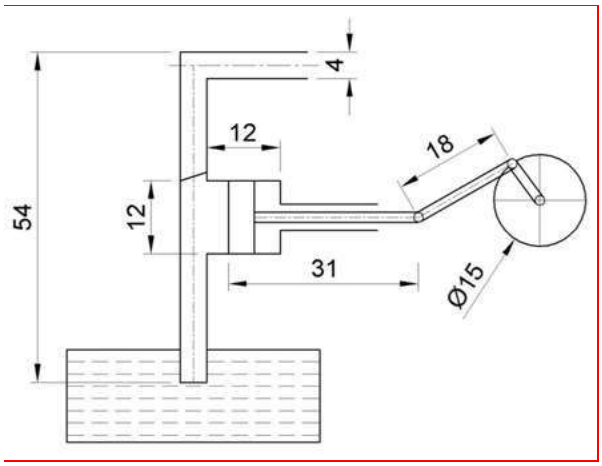
الشكل 6-10 مخطط تثبيت مضخة الطرد المركزي العمودية

6-6 المضخة المكبسية Piston Pumps

المضخة المكبسية هي إحدى أنواع المضخات ذات الإزاحة الموجبة، وتُستخدم المضخات ذات المكبس لدفع الموائع أو لضغط الغازات، وكانت تُسمى سابقاً مضخة ذات مكبس بالسيفون. وتتألف المضخة المكبسية من مكبس يتحرك بشكل ترددي في أسطوانة تحتوي على فتحتين تغلقهما صمامات، تتصل الفتحة الأولى بأنبوب الامتصاص وتتصل الفتحة الثانية بأنبوب الدفع. عند تحريك المكبس إلى اليمين ينشأ في الأسطوانة ضغط منخفض يؤدي إلى فتح صمام الامتصاص فيجري امتصاص السائل عبر أنبوب الامتصاص، كما موضّح في الشكل رقم (6-11)، وعند تحريك المكبس إلى اليسار، يدفع السائل الذي تم امتصاصه في شوط الامتصاص رافعاً ضغط السائل ومغلقاً صمام الامتصاص وفاتحاً صمام الدفع، حيث يقوم المكبس بدفع السائل عبره إلى أنبوب الدفع.

التمرين الحادي عشر: الشكل رقم (6-11) يبيّن مبدأ عمل المضخة المكبسية:

ارسم بمقياس رسم 1:1 المخطط مع تأشير الأجزاء كافة، تؤخذ الأبعاد غير المؤشرة بالتقدير من الشكل مباشرةً.



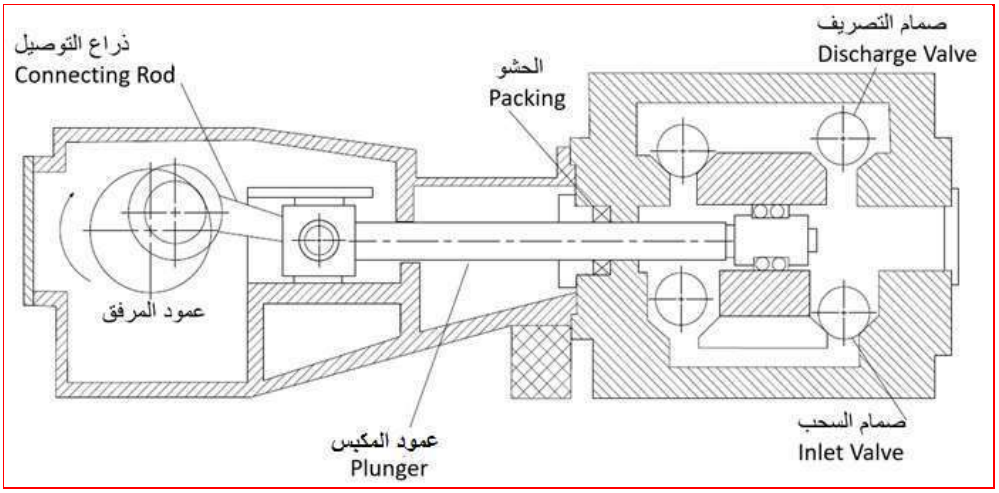
الشكل 6-11 مبدأ عمل المضخة المكبسية

6-7 المضخة الترددية مزدوجة التأثير Double Effect Reciprocating Pump

يتحرك فيها مكبس المضخة حركة ترددية، إذ يأخذ حركته من عمود المرفق أو من الكَامة ويستخدم جانبا المكبس للسحب والطرد من خلال صمامين للسحب وآخرين للطرد يوجدان في صندوقٍ مشترك وذلك لزيادة كمية الماء والحصول على تدفق مستمر إلى حدٍ ما، والمضخة عبارة عن مضختين في غلافٍ واحد. تتم عملية السحب والطرد في آنٍ واحد خلال الشوط الواحد، فعند حركة المكبس الذي يتوسط الأسطوانة إلى إحدى الجهتين فأنه يضغط السائل داخل هذا النصف من الأسطوانة فيفتح صمام السحب وبذلك تكون عملية طرد وسحب الماء مستمرة وفي آنٍ واحد، لذلك يطلق عليها مزدوجة التأثير ويحدث العكس عند حركة المكبس إلى النصف الآخر من الأسطوانة وهكذا.

التمرين الثاني عشر: الشكل رقم (6-12) يوضّح أجزاء المضخة المكبسية الترددية:

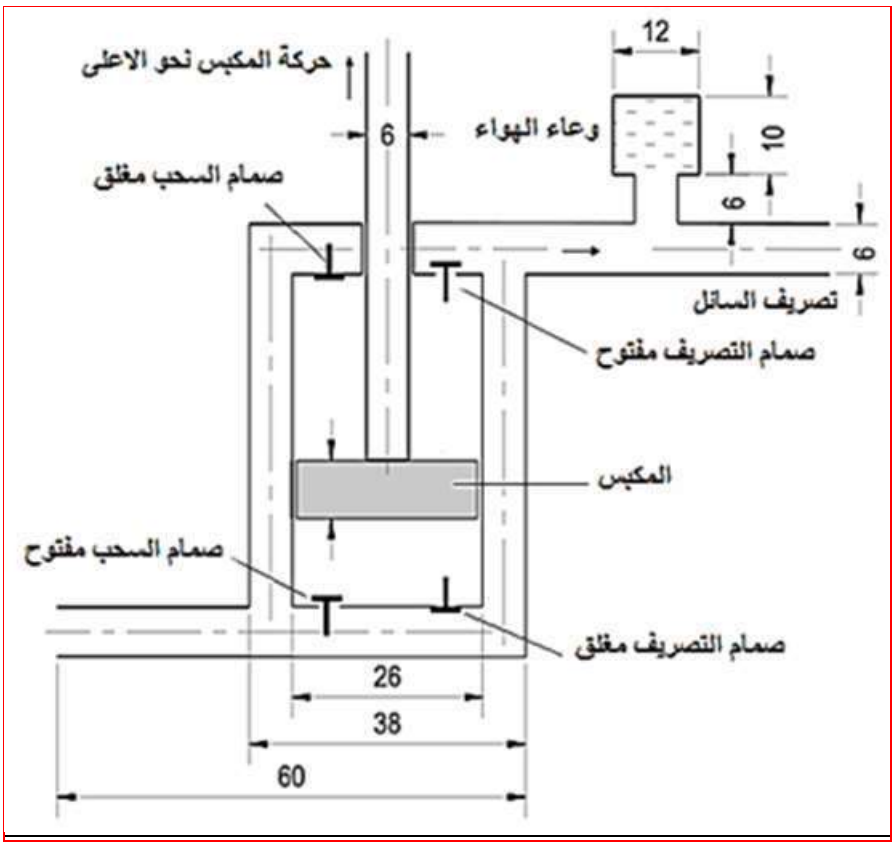
ارسم بمقياس رسم مكبر 1:2 المقطع الرأسي لأجزاء المضخة المكبسية موضّحاً الأجزاء والمكونات الداخلية، تؤخذ الأبعاد بالقياس من الشكل مباشرةً.



الشكل 6-12 أجزاء المضخة المكبسية الترددية

التمرين الثالث عشر: الشكل رقم (6-13) يوضّح مخططاً لحركة المكبس في المضخة المكبسية مزدوجة التأثير:

ارسم بمقياس رسم 1:1 المخطط مع تأشير الأجزاء، تؤخذ الأبعاد غير المؤشرة بالقياس والتقدير من الشكل مباشرةً.



الشكل 6-13 حركة المكبس في المضخة المكبسية الترددية

6-8 المضخات العمودية Vertical Pumps

تتميز المضخات العمودية (الغاطسة) بالبساطة وبابتعادها عن أي تعقيدات تقنية، ومن ناحية الإنتاجية فإن هذه المضخات تعطي غزارة كبيرة.

6-8-1 مكونات مضخة الأعماق التوربينية

تتكون مضخة الأعماق التوربينية بشكل عام من ثلاثة أجزاء أو مجموعات رئيسة هي:

1- مجموعة رأس المضخة Home Assembly وبها عكس التصريف وصندوق مانع التسرب ومركب عليها عادة رأس التروس التي تستخدم في إدارة المضخة وتوضع على سطح الارض.

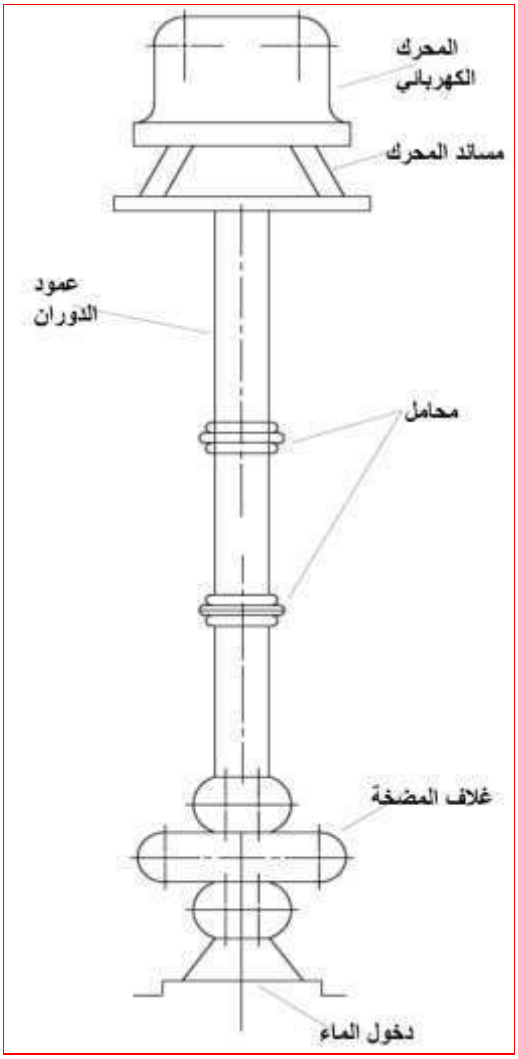
2- مجموعة عمود التصريف Column Pipe Assembly وتشمل عمود التصريف وعمود الإدارة وأنبوبة التزييت والحوامل.

3- مجموعة الحاويات Bowl Assembly وتتكون من المراوح وأنبوبة السحب وعلبة السحب وحاوية التصريف.

4- عمود الإدارة الرأسي ويصنع من الفولاذ الكربوني المقاوم للتآكل (ستينلس ستيل).

التمرين الرابع عشر: الشكل رقم (6-14) يمثل مخطط المضخة العمودية:

ارسم المخطط بمقياس رسم 1:1، تؤخذ الأبعاد بالقياس من الشكل مباشرةً.



الشكل 6-14 أجزاء المضخة العمودية