جمهورية العراق
وزارة التر بيـــــة
المديرية العامة للتعليم المهني

الرسم الصناعي

تكييف الهواء والتثليج

الصف الثاني

تأليف

د. عبد الهادي نعمة خليفة د. إحسان كاظم النعيمي

د. إصبيح وسمي مايد د. حسنين محمد حسين

الطبعة السابعة

2024 م – 1446 هـ

استناداً إلى القانون يوزع مجاناً ويمنع بيعه وتداوله

بسم الله الرحمن الرحيم

مقدمة

تم تكليف لجنة مختصة من قبل المديرية العامة للتعليم المهني لإعداد وتأليف كتاب الرسم الصناعي – الصف الثاني – لطلبة التعليم الصناعي اختصاص تكييف الهواء والتثليج، كمساهمة جزئية ضمن خطة شاملة لتحديث المناهج التعليمية لتواكب التطور العلمي والتكنولوجي في شتى أنحاء العالم.

يُعد الرسم الهندسي والصناعي لغة تخاطب واتصال بين المهندسين والفنيين للتعبير عن المعلومات والأفكار في جميع المجالات الصناعية والإنشائية والتكنولوجية وبصورة عامة في جميع مجالات الحضارة الإنسانية، وهي لغة عالمية يمكن لأي شخص وفي أي مكان فهم وتنفيذ التطبيق الهندسي المرسوم في لوحة الرسم في مجال اختصاصه، لأن الرسم الهندسي والصناعي يعتمد خطوط هندسية ورموز وأشكال معتمدة عالمياً.

نظراً للتطور الحاصل في مجال اختصاص تكييف الهواء والتثليج واتساع تطبيقاته، ولغرض تهيئة طلبتنا الأعزاء التهيئة العلمية الصحيحة القادرة على استيعاب وفهم تخصصهم الدقيق من الناحية النظرية والعملية والممارسات السليمة للمهنة تم إعداد وتأليف هذا الكتاب ليتمكن الطالب بعد تخرجه من قراءة الخرائط التنفيذية ومعرفة الرموز التي تخص مجال تكييف الهواء والتثليج بالإضافة إلى رموز التراكيب الكهربائية وغيرها، ويمكنه بعد ذلك تنفيذ جميع الأعمال التي تخص مهنته من خلال دراسة وفهم شبكات الأنابيب وطرائق توصيلها بالإضافة إلى المخططات والمرتسمات الميكانيكية والكهربائية السُلمية والكتلوية.

تم إعداد الكتاب بواقع ستة فصول، تناول الفصل الأول إعداد لوحة الرسم ومن ثم رسم الرموز وشبكات الأنابيب المستخدمة في منظومات التثليج. أما الفصل الثاني فقد تناول موضوع الرسم التجميعي ووسائل الربط الميكانيكي الدائم والمؤقت. أحتوى الفصل الثالث على الرسم التفصيلي من خلال التعرف على رسم الأجزاء الميكانيكية المختلفة، بالإضافة إلى التعرف على رسم المقاطع وخطوط التهشير المختلفة. يختص الفصل الرابع في مجال الرسم الميكانيكي لأجهزة ومنظومات التثليج والتعرف على الرموز للأجزاء الأساسية لدورة التثليج الإنضغاطية وملحقاتها. ويشمل الفصل الخامس موضوع مهم هو الرسم الحر الذي يجب على الفني أن يمتلك المهارة الكافية لرسم الأجزاء والمنظومات والشبكات الميكانيكية والدوائر الكهربائية المختلفة لغرض تبادل الأفكار بين المختصين. وأخيراً الفصل السادس يتضمن موضوع الرسم بمساعدة الحاسوب لغرض تعلم برنامج (الأوتوكاد) الذي يُعد من أهم برامج الحاسوب في مجال الرسم الهندسي والصناعي بمختلف التخصصات الهندسية.

اعتمد نظام الترقيم العشري في تبويب موضوعات الكتاب، يشير الرقم الأول لليمين (الفصل) والرقم الذي على يساره يشير إلى (الفقرة) وهكذا، كذلك أُدرج المصطلح العلمي الأجنبي إزاء المصطلح العربي أول وروده في متن الكتاب وتم تكرار البعض منها لغرض ترسيخه في ذاكرة الطالب.

نرجو من أبناءنا الطلبة الاستفادة من هذا الكتاب بأقصى مايمكن والتعاون مع الهيئة التدريسية لغرض تحقيق الفائدة منه وكذلك الحفاظ على نسخة الكتاب لغرض تداوله للجميع خدمة لبلدنا العزيز.

أملنا وطيد في أن يوافينا الأساتذة والمدرسون والمختصون بملاحظاتهم ومقترحاتهم للإفادة منها في طبعة الكتاب التالية، ونسأله تعالى أن يوفقنا ويسدّد خطانا إلى ما فيه الخير والفلاح، والله ولّي التوفيق.

بغداد/ 2010 **لجنة التأليف**

مقدمة الطبعة الثانية

بعد أن تم إعتماد الكتاب ولعام دراسي كامل، وردت بعض الملاحظات من الأخوة المدرسين والمدرسات وقد تم الأخذ بها جميعاً لما نرى فيه من مصلحة لطلبتنا الأعزاء وخصوصاً موضوع تحديد منطقة الرسم في الفصل السادس وغيرها من تلك التي تخص المادة العلمية في الكتاب. ونوَد في هذا المجال أن نشكر جميع الأخوة الذين ساهموا في إبداء ملاحظاتهم القيَمة.

لا يسعنا إلا أن نتقدم ببالغ شكرنا وتقديرنا العالي للأساتذة الأفاضل الذين ساهموا بتقييم الكتاب وإبداء ملاحظاتهم وتوجيهاتهم من الخبراء العلميين والخبير اللغوي ولولاهم لما كان هذا الكتاب أن يكون بين أيدي أخوتنا المدرسين وأبنائنا الطلبة بهذا المستوى من الإخراج والتنسيق واللغة والمفردات العلمية الرصينة وهم:

- أ.م.د. أحمد عبد محمد صالح – أستاذ مادة التكييف في قسم هندسة المكائن / الجامعة التكنولوجية.
- **د.** جهين جودت فرج– أستاذ مادة الموائع وانتقال الحرارة في الكلية التقنية / بغداد.
- السيد فاروق سليمان – الخبير اللغوي –

المؤلفون

بغداد -2011

المحتويات

الفصل الأول

شبكات الأنابيب

مقدمة 7
إعداد لوحة الرسم 7
تثبيت لوحة الرسم 7
شبكات الأنابيب في منظومات تكييف 10
الأنابيب 10
الوصلات 10
الصمامات 10
طرائق الربط في الأنابيب 10
الرموز المستخدمة في أنابيب التثليج 12
الرموز المستخدمة في رسم الصمامات 14
تمارين 15

الفصل الثاني

الرسم التجميعي

مقدمة 19
وسائل الربط الدائمة 19
وسائل الربط المؤقتة 20
رسم رأس وصامولة اللولب 22
قراءة رموز اللوالب 23
رسم الصامولة السداسية 24
رسم الصامولة الرباعية 25
تمثيل أسنان اللوالب والصامولات 28
رسم الأسنان الداخلية للثقوب 30
لوالب الربط 32
تمارين عامة 34

الفصل الثالث

الرسم التفصيلي

مقدمة 46
رسم النوابض 46
تمثيل النوابض في الرسم الصناعي 47
جدول الرسم التفصيلي 51
تمارين عامة 52

الفصل الرابع

الرسم الميكانيكي لأجهزة وأنظمة التثليج

مقدمة 63
رموز عناصر التثليج 63
رموز الضاغطات 63
رموز المكثفات 65
رموز المبخرات 66
رموز ملحقات دورة التثليج 67
رسم دورات التثليج 71

الفصل الرابع

تمارين عامة على دورات التثليج 76
رموز العناصر الكهربائية 84
رموز الموصلات 84
رموز المفاتيح 85
رموز قواطع الدوائر الكهربائية 87
رموز المقاومات الكهربائية 88
رموز المتسعات الكهربائية 88
رموز المحوّلات الكهربائية 89
رموز المحركات الكهربائية 89
رموز تجهيز التيار الكهربائي 90
رموز الإشارة والقياس 91
رسم الدوائر الكهربائية 92
دائرة القدرة 92
دوائر التحكم 93
تمارين عامة على الدوائر الكهربائية 94

الفصل الخامس

الرسم الحر

مقدمة 101
الأدوات اللازمة في الرسم الحر 101
قواعد الرسم الحر 102
أساسيات الرسم الحر 102
رسم الدوائر والأقواس 103
رسم أشكال هندسية 106
تمارين عامة 108

الفصل السادس

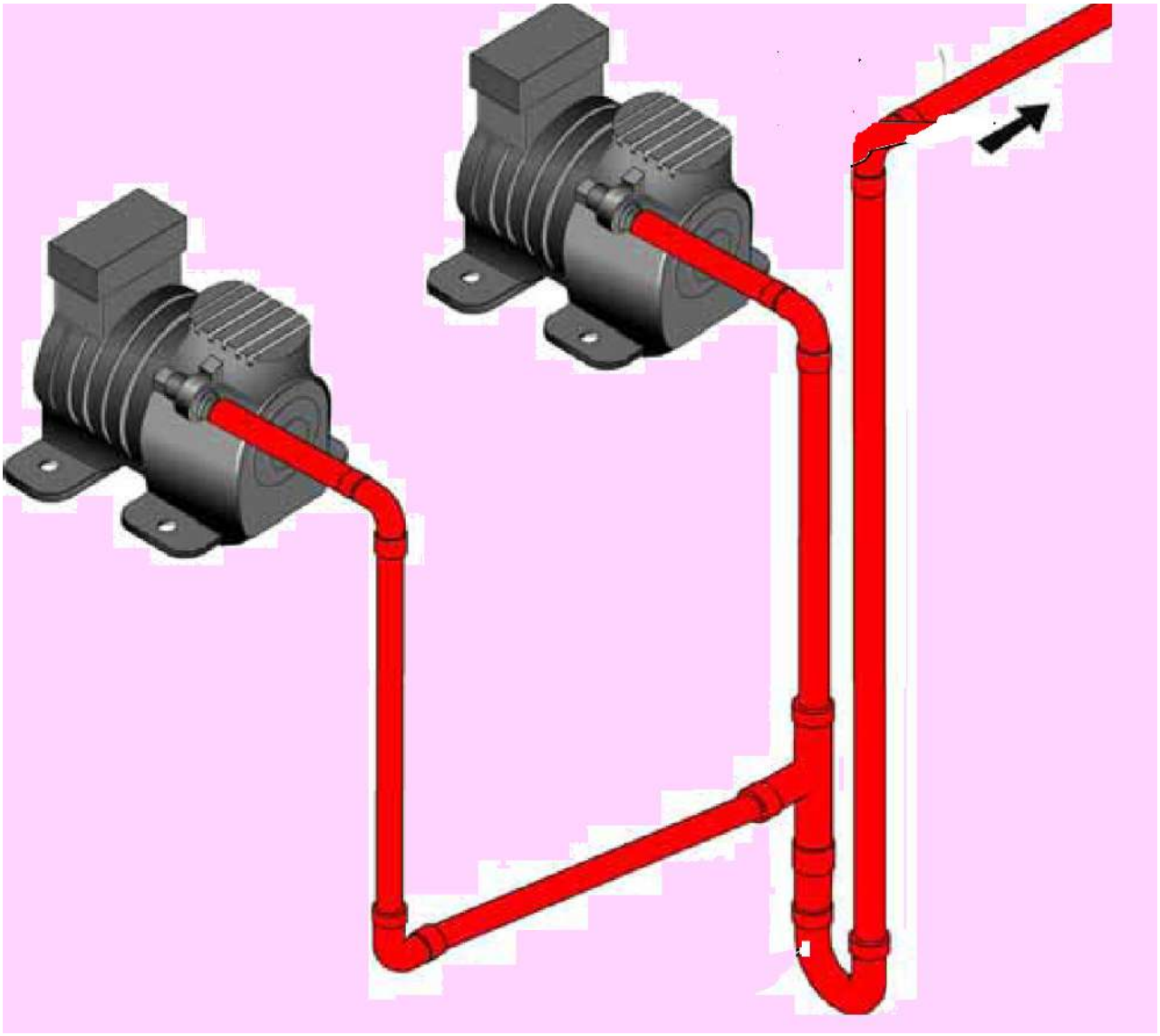
الرسم بالحاسوب

مقدمة 118
مقارنة بين الرسم التقليدي وبالحاسوب 118
برنامج الأوتوكاد والتعامل معه 119
إنشاء الرسوم ثنائية الأبعاد 127
رسم المستقيم 127
رسم الدوائر 131
رسم المربع والمستطيل، رسم الأقواس بعدة طرائق 134
رسم مضلع 138
أوامر التعديل 143
التراجع، العودة، التقويس 144
الشطف 145
النسخ 146
التفتيت 150
تطبيقات في الرسم بالحاسوب 150

الفصل الأول

شبكات الأنابيب

Pipes Networks



شبكات الأنابيب Pipes Networks

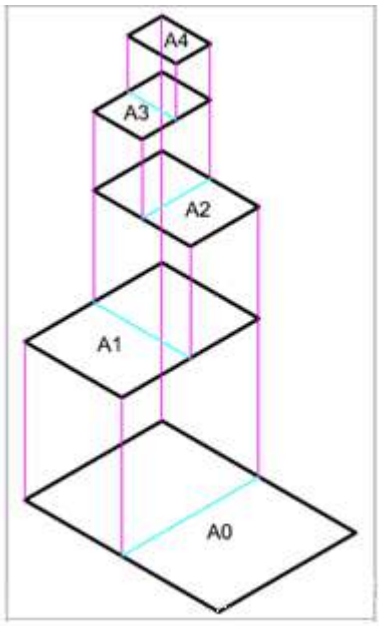
1-1 مقدمة Introduction

إعداد لوحة الرسم:

ورقة الرسم الهندسي لها أبعادٌ قياسية معتمدة عالمياً، حيث يرمز لأكبر ورقة بالرمز A0 وعند تنصيفها إلى نصفين متساويين ينتج ورقتين يرمز لها بالرمز A1، وهكذا عند قسمة الورقة A1، ينتج A2، ثم A3، ثم A4، وكما هو مبيّن في الشكل (1-1)، ويبيّن الجدول (1-1) أبعاد ورق الرسم الهندسي القياسي:

جدول 1-1 أبعاد أوراق الرسم الهندسي القياسية

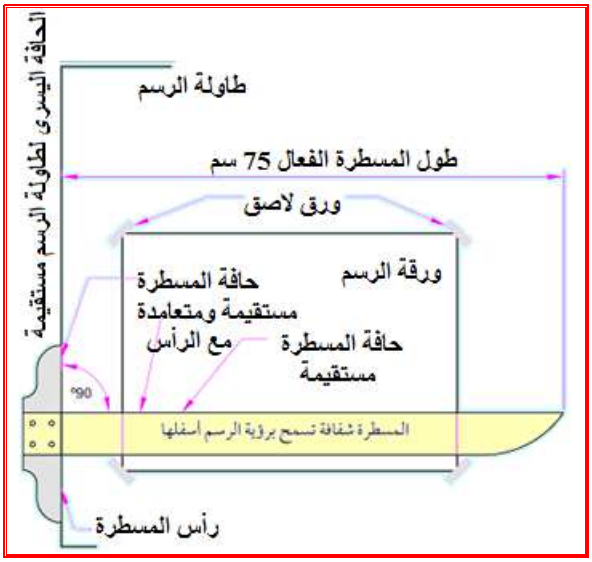
رمز القياس	الأبعاد (مليمتر)
A0	1189 × 841
A1	841 × 594
A2	594 × 420
A3	420 × 297
A4	297 × 210



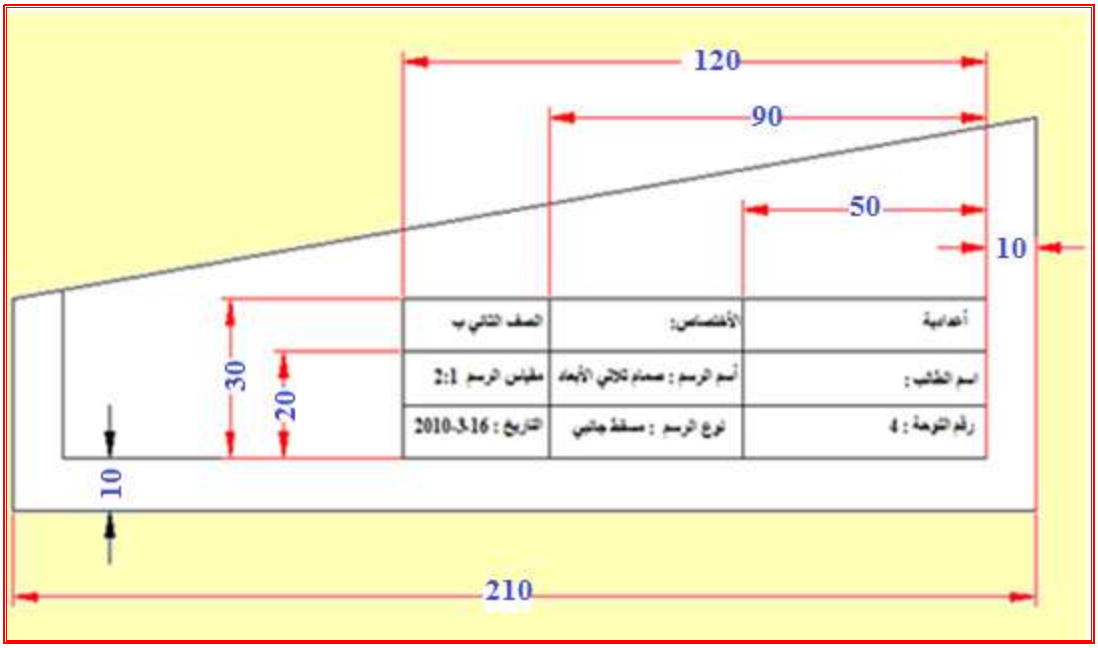
شكل 1-1 تصنيف أوراق الرسم

وتثبت ورقة الرسم على منضدة الرسم بشكل أفقي وبأبعاد مناسبة عن حافات منضدة الرسم ويبيّن الشكل (1-2) القواعد المتبعة في تثبيت ورقة الرسم على المنضدة.

ويراعى رسم جدول إلى الجهة اليمنى أسفل الصفحة لغرض تثبيت المعلومات الخاصة بالطالب، مثل أسم الطالب واختصاصه وصفه والمعلومات الخاصة بالرسم، مثل عنوان اللوحة ومقياس الرسم ونوع الرسم سواء أكان منظوراً أم مسقطاً، ويبيّن الشكل (1-3) أبعاد وكيفية رسم الجدول، وبإمكان المدرس اختيار الجدول بما يتناسب مع نوع الرسم على أن يكون جدولاً موحداً للطلبة وطيلة العام الدراسي.



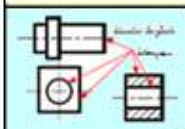
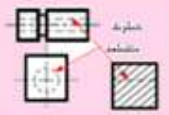
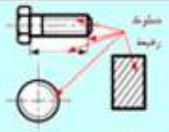
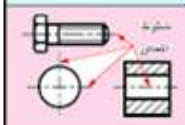
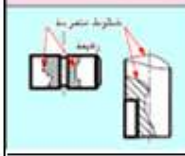
شكل 1-2 طريقة تثبيت لوحة الرسم على منضدة الرسم



شكل 1-3 الأبعاد وجدول المعلومات في لوحة الرسم

يجب تحديد مقياس الرسم قبل البدء بالرسم، حيث لا يمكن رسم المكيف الجداري على ورقة A4، والتي أبعادها 210 ملم × 297 ملم، إلا إذا أعتمد مقياس رسم مناسب بحيث يمكن أن يرسم المكيف داخل الورقة الصغيرة. وعلى هذا الأساس يكون هنالك ثلاثة أنواع من مقاييس الرسم، الأول هو **مقياس الرسم الطبيعي** ويكتب (مقياس الرسم 1:1)، أي أن: كل بعد على ورقة الرسم يساوي البعد الحقيقي للجسم الذي تم رسمه، وهنالك **مقياس الرسم المصغر**، أي نقوم بتصغير أبعاد الرسم الذي نريد رسمه بحيث تكفي مساحة الورقة لرسم ذلك الشكل، ويكتب مثلاً بالشكل التالي (مقياس الرسم : 5/1)، ويقرأ من اليمين إلى اليسار أي يقرأ بالشكل التالي(مقياس الرسم واحد إلى خمسة) أي أن كل سنتمتر واحد في اللوحة يساوي 5 سنتمترات من البعد الحقيقي للجسم. أما المقياس الأخير هو **مقياس الرسم المكبر**: ويستخدم لرسم الأجزاء الصغيرة، ويكتب مقياس الرسم كالآتي (مقياس الرسم 1/10) ويقرأ (مقياس الرسم عشرة إلى واحد) أي أن: كل عشرة سنتمترات في اللوحة تساوي سنتمتراً واحداً من البعد الحقيقي للجسم، ويمكن أن يتم اختيار أي وحدة قياس أخرى. مع ملاحظة **كتابة الأبعاد الحقيقية للجسم على اللوحة، وليس الأبعاد بعد التكبير أو التصغير**. ويجب الانتباه إلى أنواع الخطوط المستخدمة في الرسم ويعتمد الجدول (1-2) في اختيار خطوط لرسم.

جدول 1-2 أنواع الخطوط المستخدمة في الرسم الهندسي

نوع الخط	سمك mm	نوع القلم	أماكن استخدام الخط	الأمثلة
متصل وسميك	0.5 إلى 1.2	H	الخطوط الظاهرة مثل الحافات والدوائر	
متقطع ورفيع 1-2 mm 3-4 mm	0.3 إلى 0.35	2H	الخطوط المخفية	
متصل ورفيع	0.1 إلى 0.35	4H	خطوط التهشير تمثيل الأسنان خطوط الأبعاد	
خط المحور 15-20 mm 3-4 mm	0.1 إلى 0.35	4H	تعيين المحاور مراكز الدوائر	
خط رفيع متعرج	0.1 إلى 0.35	4H	تعيين حدود القطع الجزئي أو العناصر الطويلة	

2-1 شبكات الأنابيب في منظومات تكييف الهواء والتثليج

1-2-1 مقدمة Introduction

تتكون شبكات الأنابيب في منظومات تكييف الهواء والتثليج من ثلاثة عناصر أساسية، هي الأنابيب ووصلات الربط وعناصر التحكم (القراءة والمراقبة مثل مقاييس الضغط ودرجات الحرارة والصمامات). تستخدم شبكة الأنابيب لنقل موائع التثليج الرئيسة (بحالتيها السائلة والبخارية) ووسائط التبريد الثانوية (بحالتها السائلة).

2-2-1 الأنابيب Pipes

تتوافر الأنابيب بعدة قياسات وتصنع من مواد مختلفة مثل النحاس والحديد والفولاذ والألمُنيوم والبلاستك، ولكل نوع وقياس الاستخدام الخاص به.

3-2-1 الوصلات Fitting

هي وصلات تصنع من نفس معدن الأنابيب وتستخدم لربط الأنابيب بعضها البعض أما عن طريق اللحام أو الأسنان، وتسمى أيضاً ملحقات الأنابيب، ويبيّن الشكل (1-4) أنواع وصلات الربط المستخدمة في أنظمة التثليج وتكييف الهواء.

4-2-1 الصمامات Valves

وهي عناصر أساسية في شبكة أنابيب تكييف الهواء والتثليج حيث تستخدم للتحكم في معدل الجريان أو إيقافه تماماً، وتقسم إلى عدة أنواع سيتم ذكرها بالتفصيل لاحقاً، ويبيّن الشكل (1-5) أنواع الصمامات المستخدمة في منظومات التثليج وتكييف الهواء.

5-2-1 طرائق الربط في الأنابيب Methods of Pipe Joining

هنالك عدة أنواع مستخدمة في وصل الأنابيب بعضها ببعض أو ربط وصلات الربط والصمامات في الشبكة، وسيتم التطرق إلى ثلاث طرائق شائعة هي اللحام، والتسنين، والشفة (Flange). ويشار إلى طريقة الربط، كما هو مبيّن في الشكل (1-6).

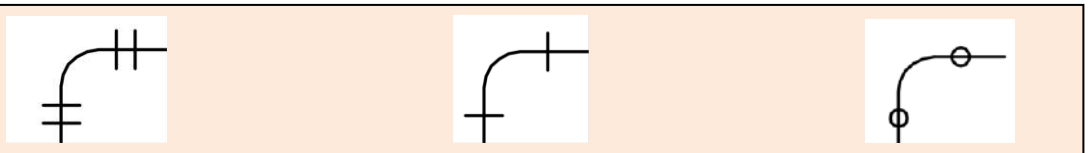
أ- وصلات ربط ذات تسنين داخلي وخارجي

ب - وصلات ربط ملساء يستخدم اللحام في ربطها

ج- وصلات ربط ذات الشفة تستخدم اللوالب في ربطها

شكل 1-4 أنواع وصلات الربط المستخدمة في منظومات التثليج وتكييف الهواء

شكل 1-5 أنواع الصمامات المستخدمة في منظومات تكييف الهواء والتثليج

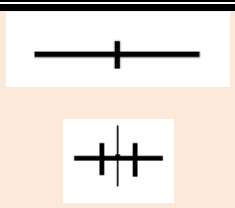
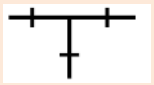
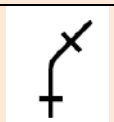
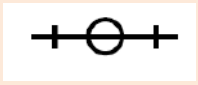
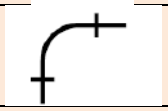
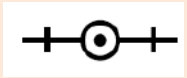
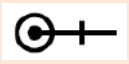
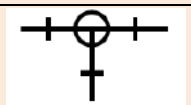
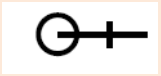
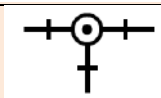
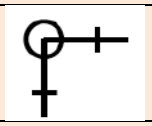
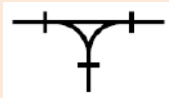
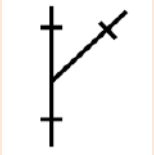
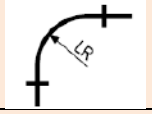
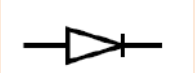
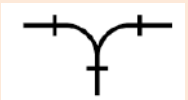
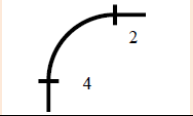
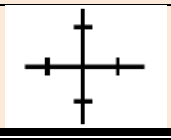
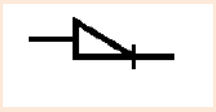


شكل 1-6 الرموز المستخدمة لتثبيت الأنابيب

6-2-1 الرموز المستخدمة في أنابيب موائع التثليج Symbols Used in Refrigerant Pipes

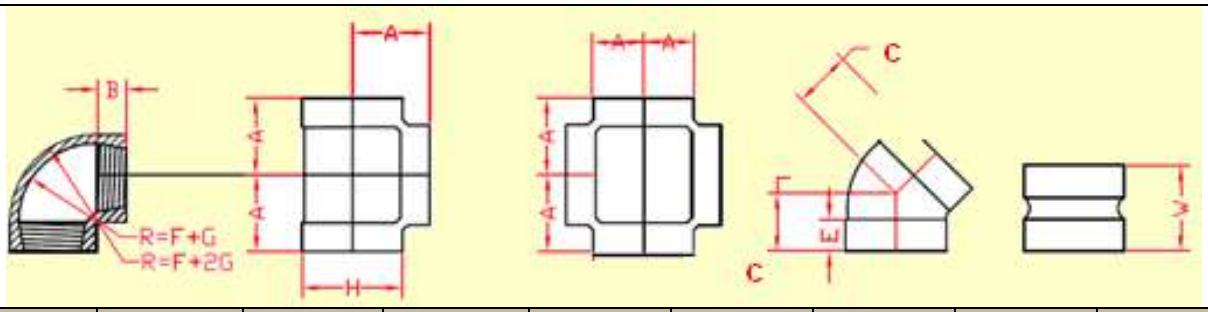
يبيّن الجدول (1-3- أ) بعض رموز وصلات الربط المستخدمة في منظومات تكييف الهواء والتثليج.

الجدول 1-3- أ رموز الوصلات المستخدمة في منظومات تكييف الهواء والتثليج

الاسم	الشكل	الرمز	الاسم	الشكل	الرمز
وصلة مستقيمة وصلة جامعة			تقسيم T		
عكس 45°			تقسيم T المخرج نحو الأسفل		
عكس قائم			تقسيم T المخرج نحو الأعلى		
عكس قائم الانحناء إلى الأعلى			تقسيم T مزدوج مخرج نحو الأسفل		
عكس قائم الانحناء إلى الأسفل			تقسيم T مزدوج مخرج نحو الأعلى		
عكس قائم مخرج جانبي إلى الأعلى			تقسيم T مقوس		
عكس قائم مخرج جانبي إلى الأسفل			تقسيم T تفرع مزدوج		
عكس قائم ذو قاعدة			تقسيم زاوية T45°		
عكس قائم بنصف قطر كبير			وصلة مصغرة		
عكس متفرع			وصلة تصغير قائمة		
تقسيم T ذو مخرجين			وصلة مصغرة لا مركزية		

في حين يبيّن الجدول (1-3- ب) كيفية رسم وصلات الربط ببعدين

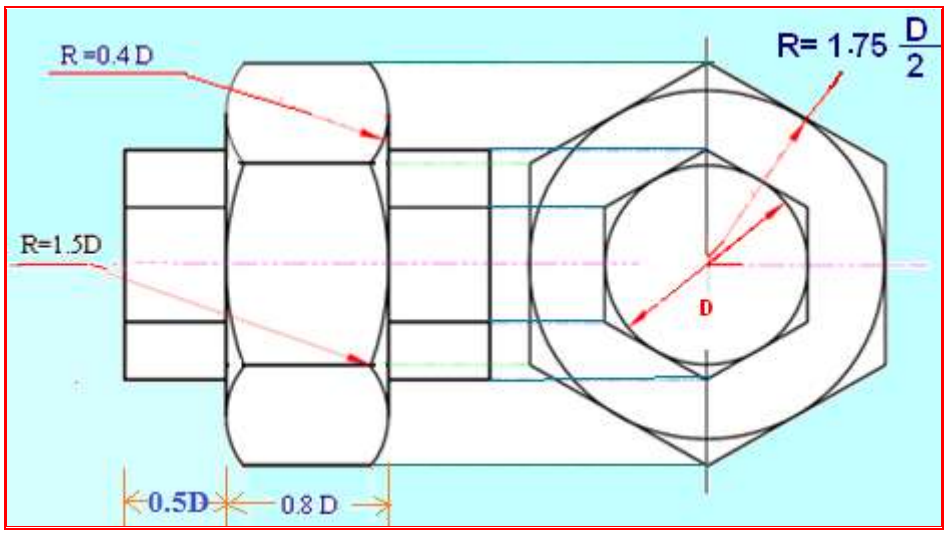
جدول 1-3 ب رسم وصلات الربط ببعدين



W	H	G	F	E	C	B	A	القطر
27	24	3	14	10	19	8	21	¼
29	28	3	17	11	20	9	24	8/3
34	34	3	21	13	22	11	28	½
39	41	4	27	14	25	13	33	¾
42	50	4	34	16	28	15	38	1
49	61	5	42	18	33	17	44	1 ¼
55	68	5	48	19	36	18	49	1 2 /1
64	83	6	60	21	43	19	57	2
73	98	6	73	24	50	23	69	1½
81	117	7	89	25	55	25	78	3
94	147	8	114	28	66	27	96	4

ملاحظة: المقادير أعلاه بالمليمتر عدا القطر بالأنج

إما الشكل (1-7) فيبيّن كيفية رسم الوصلة الجامعة (يونين) نسبة إلى قطرها D

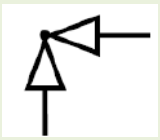
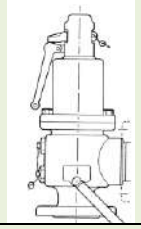
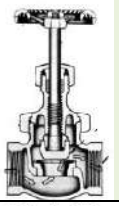
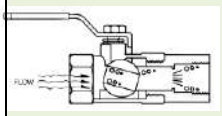
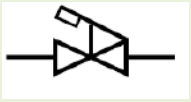
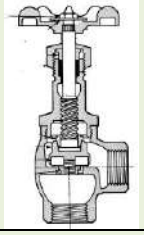
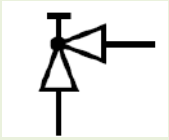
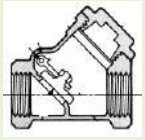
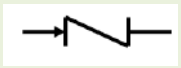
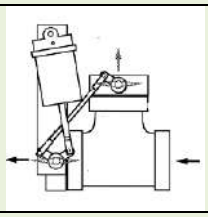
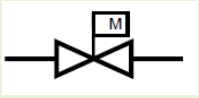
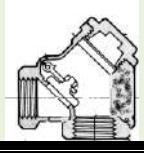
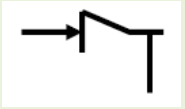


شكل 1-7 رسم الوصلة الجامعة

1-2-7 الرموز المستخدمة في رسم الصمامات Symbols Used in Valves Drawing

يبيّن الجدول (1-4) بعض رموز الصمامات المستخدمة في منظومات تكييف الهواء والتثليج

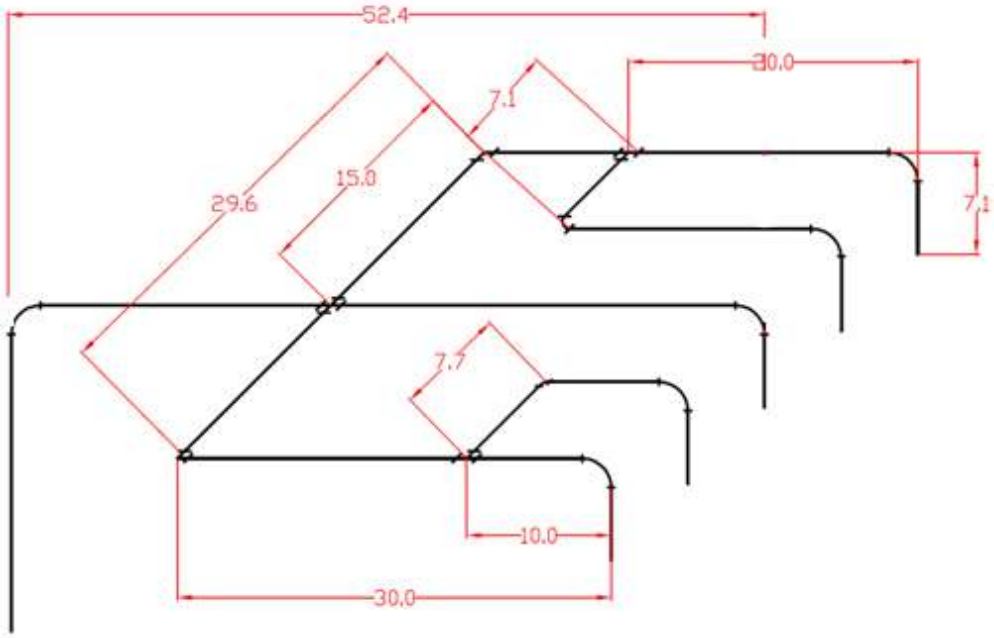
جدول 1-4 الرموز المستخدمة في رسم الصمامات

الاسم	الشكل	الرمز	الاسم	الشكل	الرمز
صمام بوابي			صمام توقف		
صمام بوابي زاوي			صمام أمان		
صمام كروي			صمام سريع الفتح		
صمام كروي زاوي			صمام عوامة		
صمام لا إرجاعي			صمام بوابي ذو محرك		
صمام لا إرجاعي زاوي					

تمرين 1 :

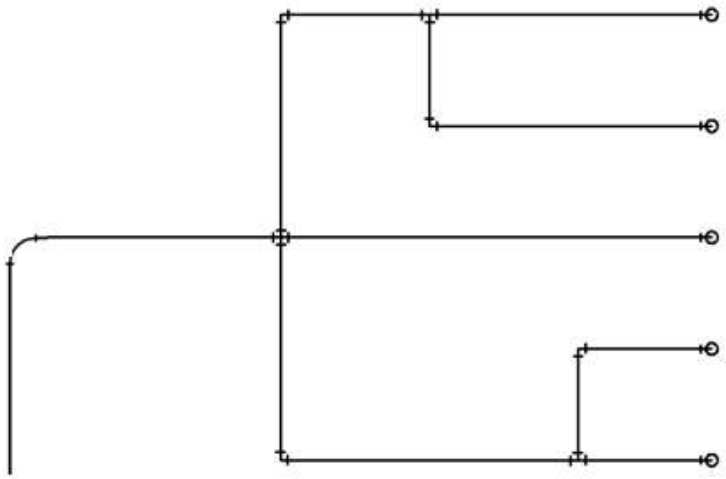
أ- ارسم شبكة الأنابيب المبيّنة في الشكل (1-8 - أ) بمقياس رسم مناسب، الأبعاد بالمتر.

ملاحظة: رسمت رموز الوصلات بشكل غير حقيقي (مكبر) في الأشكال للتوضيح فقط، وعليه يجب رسمها من قبل الطالب بالقياس الاعتيادي المناسب بحسب حجم الشكل.



شكل 1-8 أ منظور ثلاثي الأبعاد لشبكة مياه

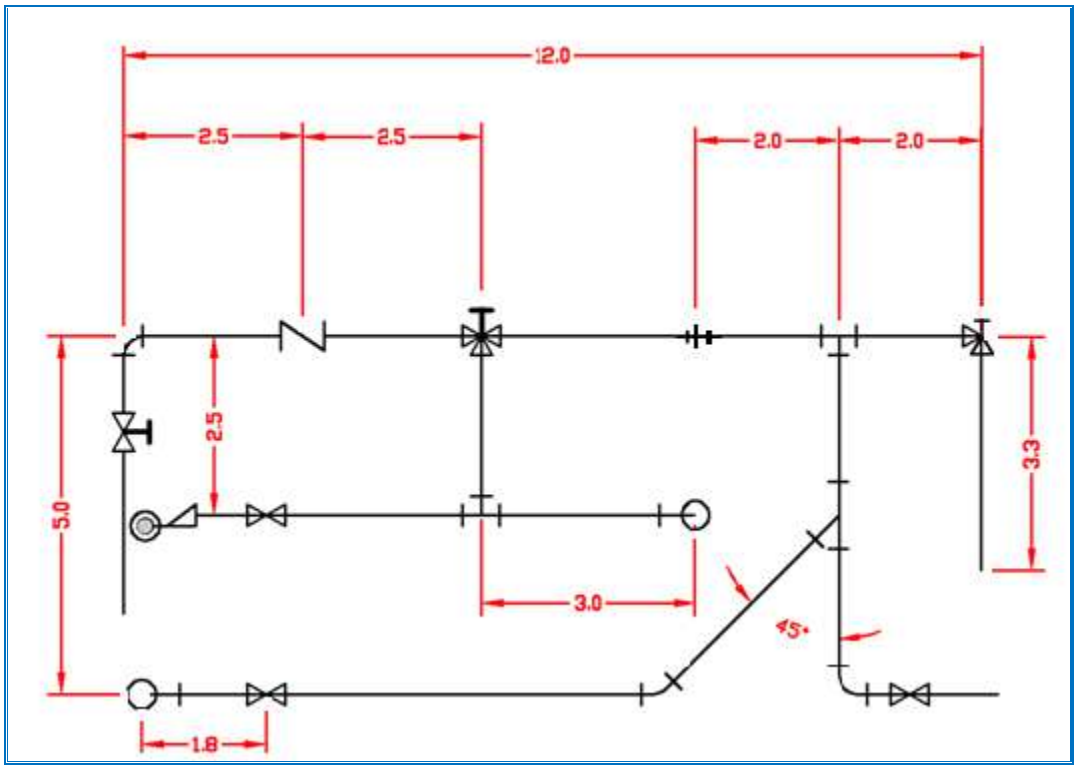
ب- ارسم المسقط الأفقي واستنتج المسقط الجانبي لشبكة الأنابيب أدناه.



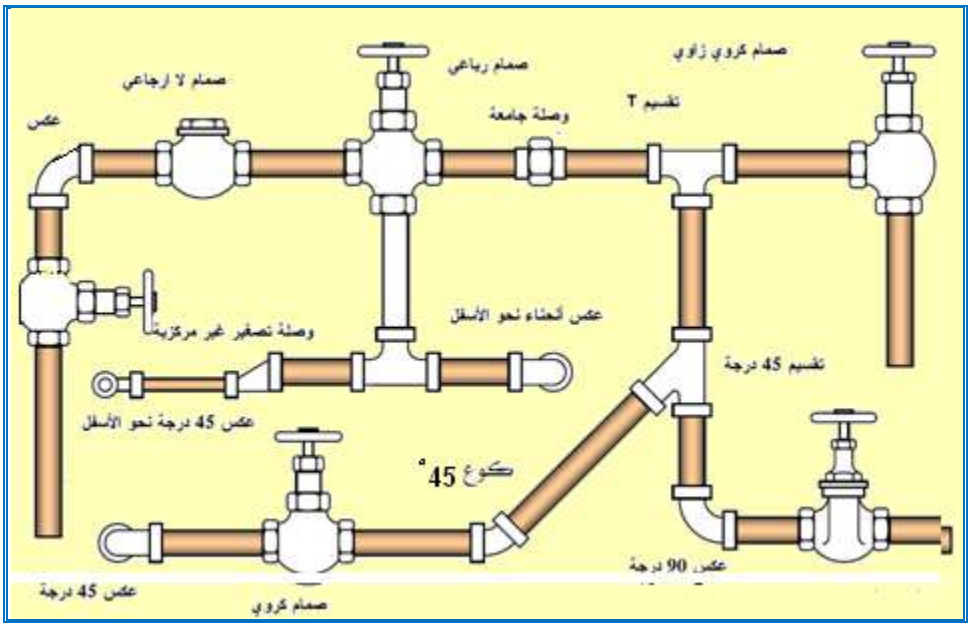
شكل 1-8- ب مسقط أفقي لشبكة المياه

تمرين 2 :

ارسم شبكة الأنابيب المبيّنة في الشكل (1-9 أ) على ورقة A4 بمقياس رسم مناسب، ثم اِعد رسم الشبكة بخطين، كما موضّح في الشكل (1-9 ب)، الأبعاد بالمتر.



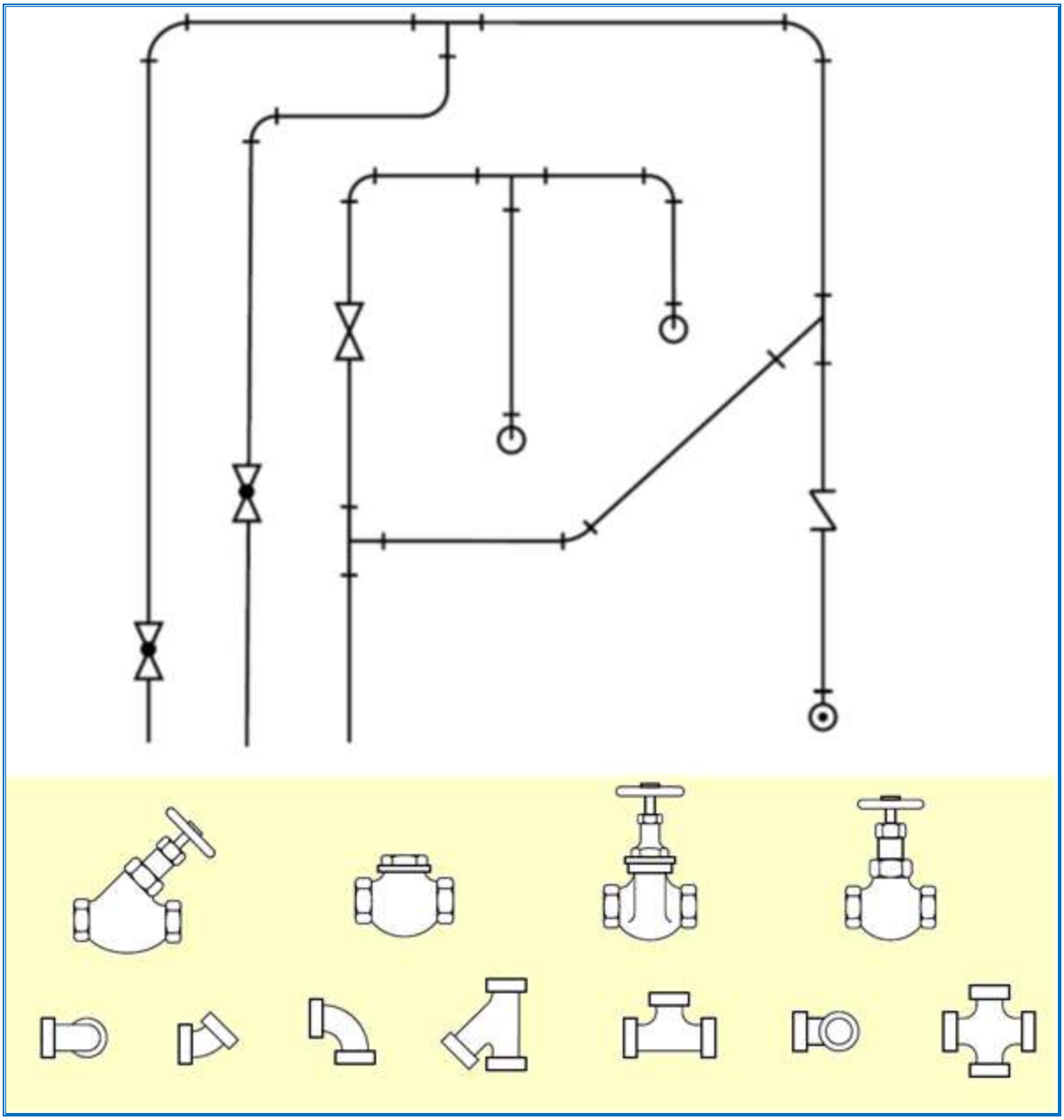
شكل 1-9 أ مسقط أفقي لشبكة أنابيب



شكل 1-9 ب شبكة أنابيب بخطين

تمرين 3:

أعد رسم شبكة الأنابيب المبيّنة في الشكل (1-10) بخطين مستخدماً الوصلات المبيّنة أسفل الرسم.

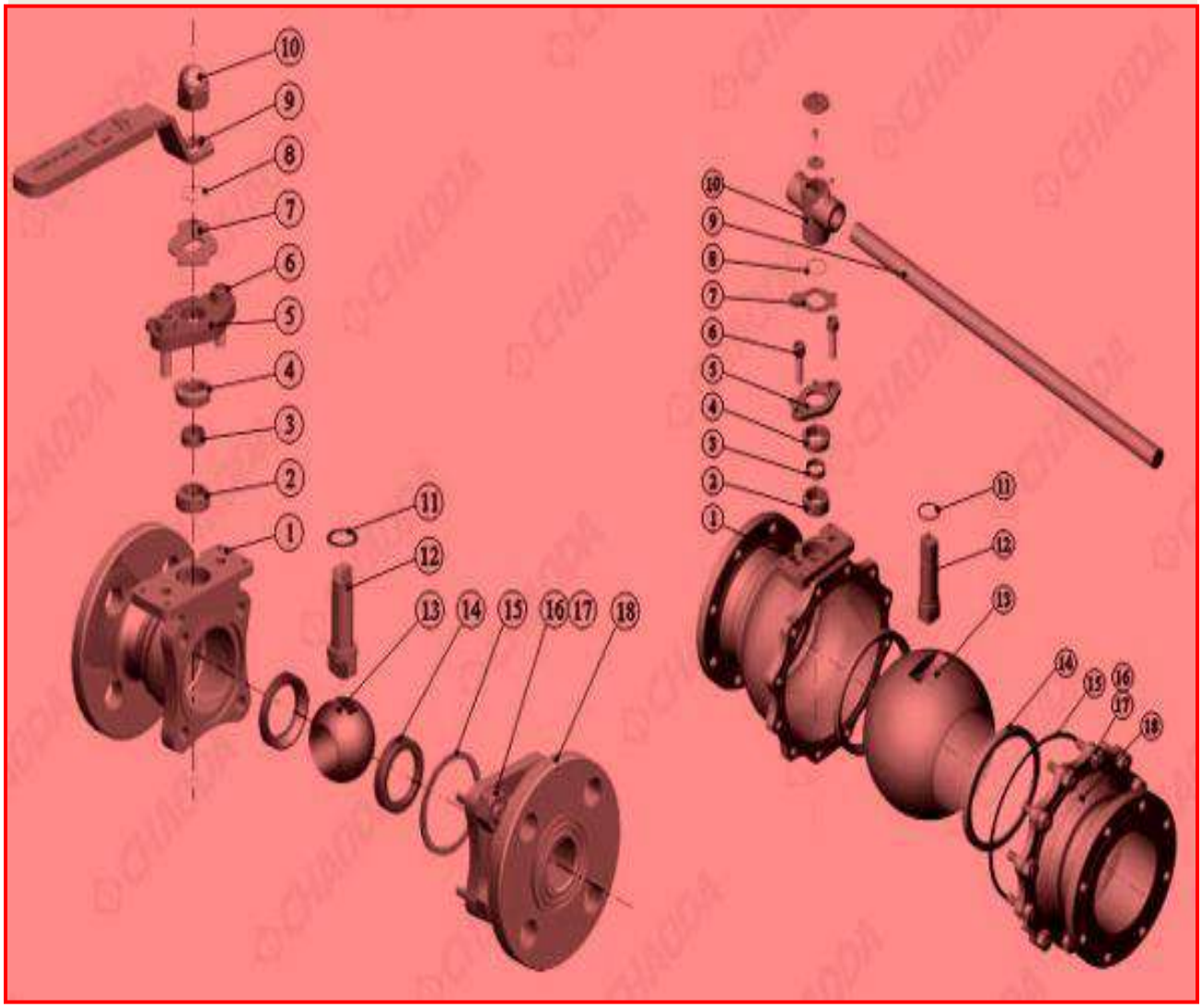


شكل 1-10 رسم شبكة الأنابيب بخطين

الفصل الثاني

الرسم التجميعي

Assembly Drawing



الرسم التجميعي

Assembly Drawing

1-2 مقدمة Introduction

تتكون المكائن من عدة قطع وأجزاء فرعية أخرى مترابطة مع بعضها البعض، ويسمى الرسم الذي يبيّن حالة هذه القطع المتكاملة التركيب مع وجود الأبعاد المترابطة بين مكوناتها وتعليمات تركيبها مضافاً لهما خصائص هندسية وعددية للقطع المكونة للمجموعة بالرسم التجميعي.

يُعد الرسم التجميعي الخطوة الأولى التي تلي التصميم وتسبق الإنتاج، وهنالك وسائل مختلفة لتجميع القطع الميكانيكية المختلفة، وربطها مع بعضها البعض حتى نحقق بناء جهاز ميكانيكي أو كهربائي متكامل. وسيتم في هذا الفصل توضيح وسائل التجميع والربط الميكانيكي وكيفية رسمها هندسياً كمساقط وقطاعات والمصطلحات والرموز التي تتعلق بها.

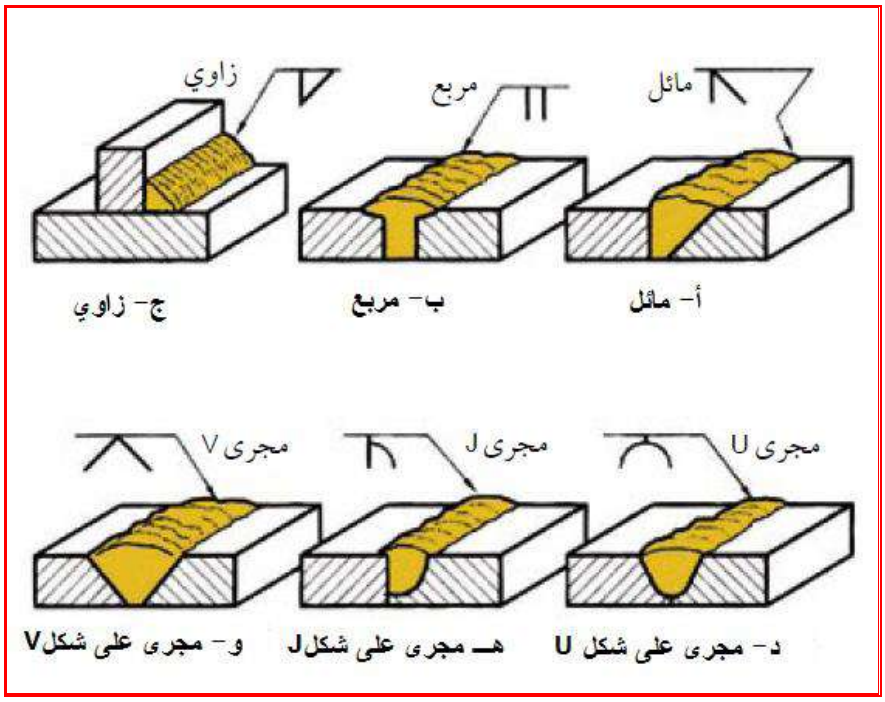
2-2 وسائل الربط Fastening Means

1-2-2 وسائل الربط الدائمة Permanent Fastening Means

وهي الوسائل التي يتم فيها تثبيت القطع تثبيتاً دائماً بحيث لا يمكن فصلها عن بعضها البعض إلا بالقص أو الكسر وإتلاف بعض أجزائها، وسيتم التطرق إلى طريقتين شائعتين في هذا المجال، هما:

أ- اللحام Welding

اللحام هو عملية ربط المعادن بعضها البعض بالحرارة أو الضغط أو كليهما، ومن أهم عمليات ربط الإنشاءات المعدنية كالجسور وأجسام الضواغط المغلقة وغيرها، وتتميز هذه الطريقة بمتانتها وقلة كلفتها نسبة إلى وسائل الربط الأخرى، ويستخدم لحام القوس الكهربائي أو لحام الأوكسي أستيلين ولحام البلازما أو لحام بالقوس الكهربائي المحجب بالغاز الخامل (TIG/MIG) وغيرها في تطبيقات ربط المعادن المختلفة ربطاً دائمياً. ويبيّن الشكل (2-1) أشهر مفاصل اللحام وتمثيلها بالرموز في الرسم الهندسي.



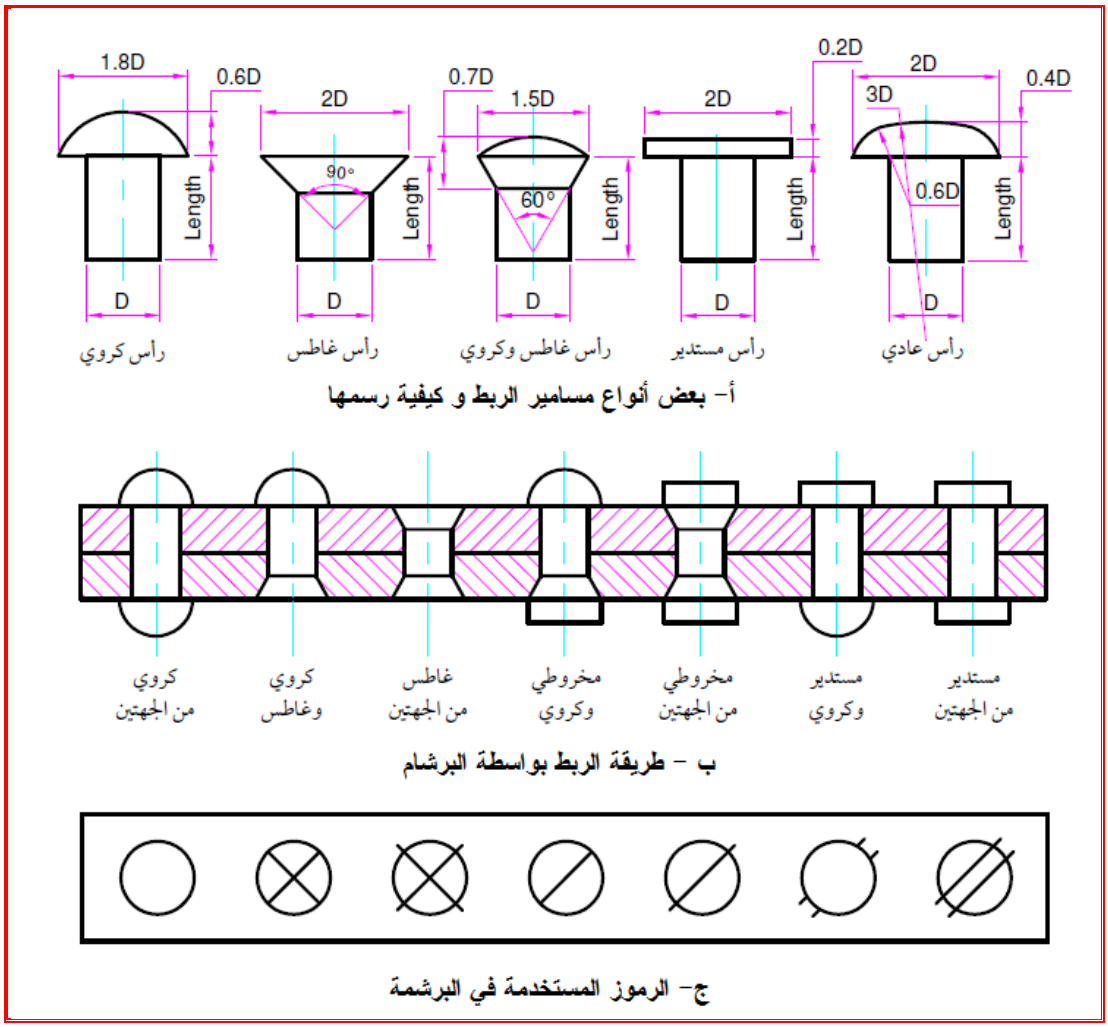
شكل 2-1 الرموز المستخدمة في عملية اللحام

ب – البرشام Rivet

البرشمة هي ربط العناصر المعدنية بمسامير بعد إدخاله في ثقوب محددة وضغط أحد أطرافها. يتكون مسمار البرشام من رأس المسمار وجسم المسمار الأسطواني، ويبيّن الشكل (2-2) كيفية رسم مسامير البرشام اعتماداً على قطرها (D).

2-2-2 وسائل الربط المؤقتة Temporary Fastening Means

وتستخدم هذه الوسيلة في ربط القطع بعضها البعض بحيث يمكن فتحها مرة أخرى بسهولة ودون حدوث تلف في القطع الأساسية على الأقل، وبالإمكان استبدال اللولب التالف مع مرور الزمن بآخر جديد. تتكون وسيلة الربط من قطعتين هما اللولب والصامولة التي لها نفس مواصفات اللولب، وقد يرافق مجموعة الربط أجزاء ثانوية لإحكام الربط وتسمى الحلقة المعدنية (الواشر) وهي بأشكال واستخدامات مختلفة ويبيّن الشكل (2-3) بعض أنواع اللوالب والصامولات والحلقات.



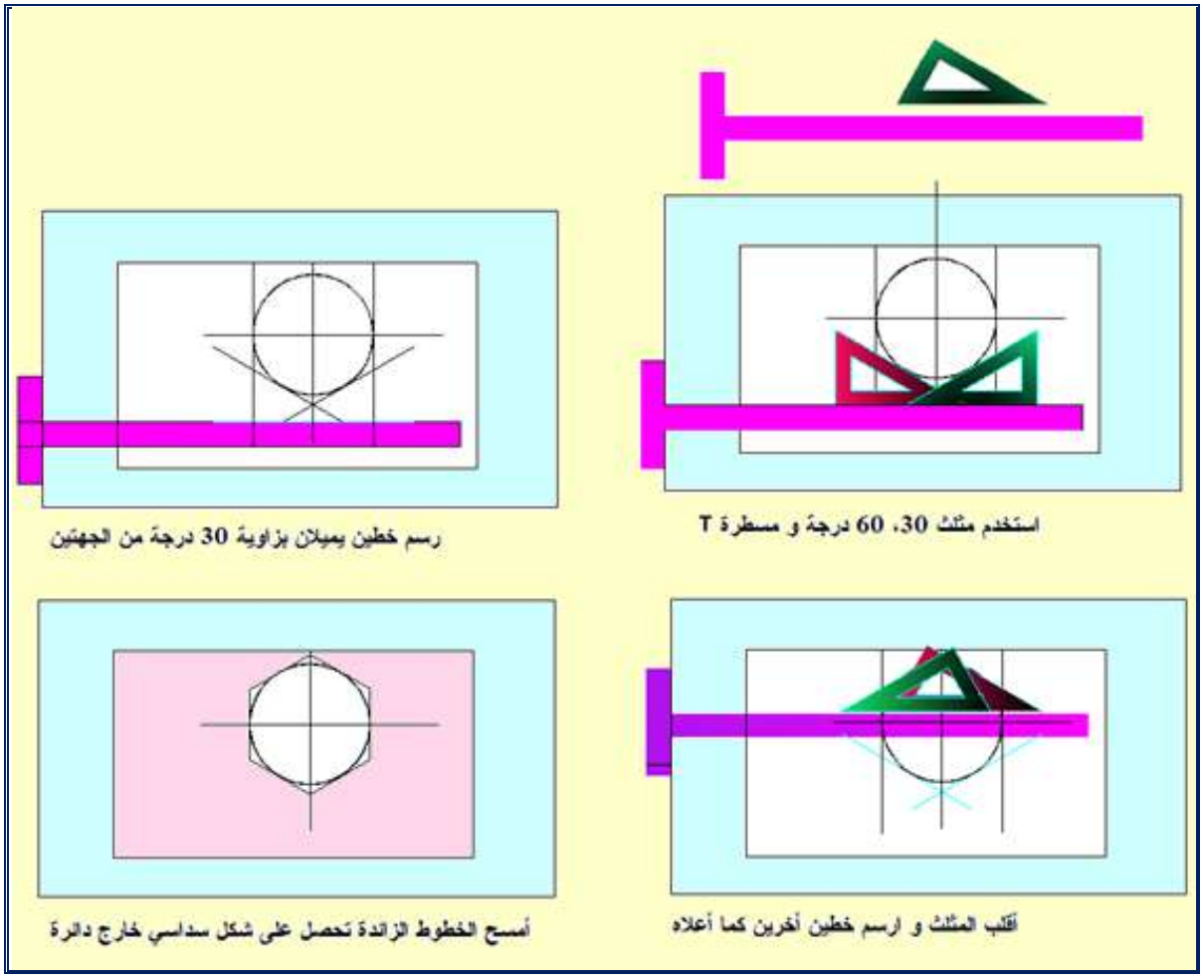
شكل 2-2 أنواع مسامير البرشام والرموز المستخدمة في ربط البرشام

شكل 2-3 أنواع اللوالب والصامولات المستخدمة في الربط المؤقت

1-2-2-2 رسم رأس وصامولة اللولب Nut Drawing

قبل البدء برسم الصامولة يجب مراجعة كيفية رسم شكل سداسي خارج دائرة، وبالإمكان اتباع الخطوات الآتية:

ارسم الدائرة المطلوبة، وارسم مماسين عمودين للدائرة، ثم إستخدم المثلث 30، 60 درجة والمسطرة على شكل حرف T، ارسم خط مماس للدائرة يميل بزاوية 30 درجة عكس عقرب الساعة، ثم اقلب المثلث وارسم خط مماس للدائرة يميل بزاوية 30 درجة باتجاه عقرب الساعة، بعد ذلك أقلب المثلث وإعد الخطوات أعلاه وامسح الخطوط الزائدة، ويمكن إتباع الخطوات كما هي مبيّنة في الشكل (2-4).



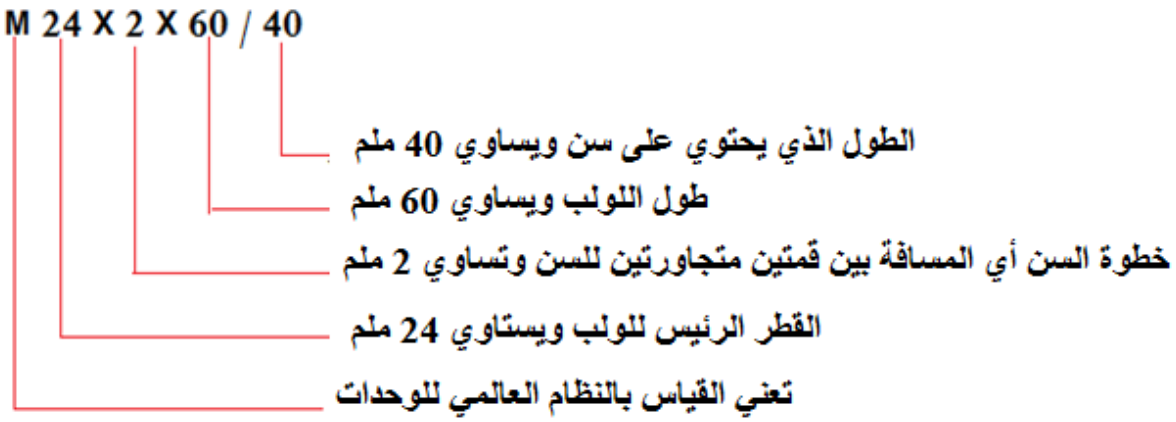
شكل 2-4 خطوات رسم الشكل السداسي خارج دائرة معلومة

2-2-2-2 رموز اللوالب Bolts Symbols

يستخدم النظام العالمي للوحدات SI Units لقراءة اللولب ويكتب مثلاً كما يأتي: **M24×2**

أو **M24×2×60/40**

وبالإمكان قراءة الرموز أعلاه كما يأتي:



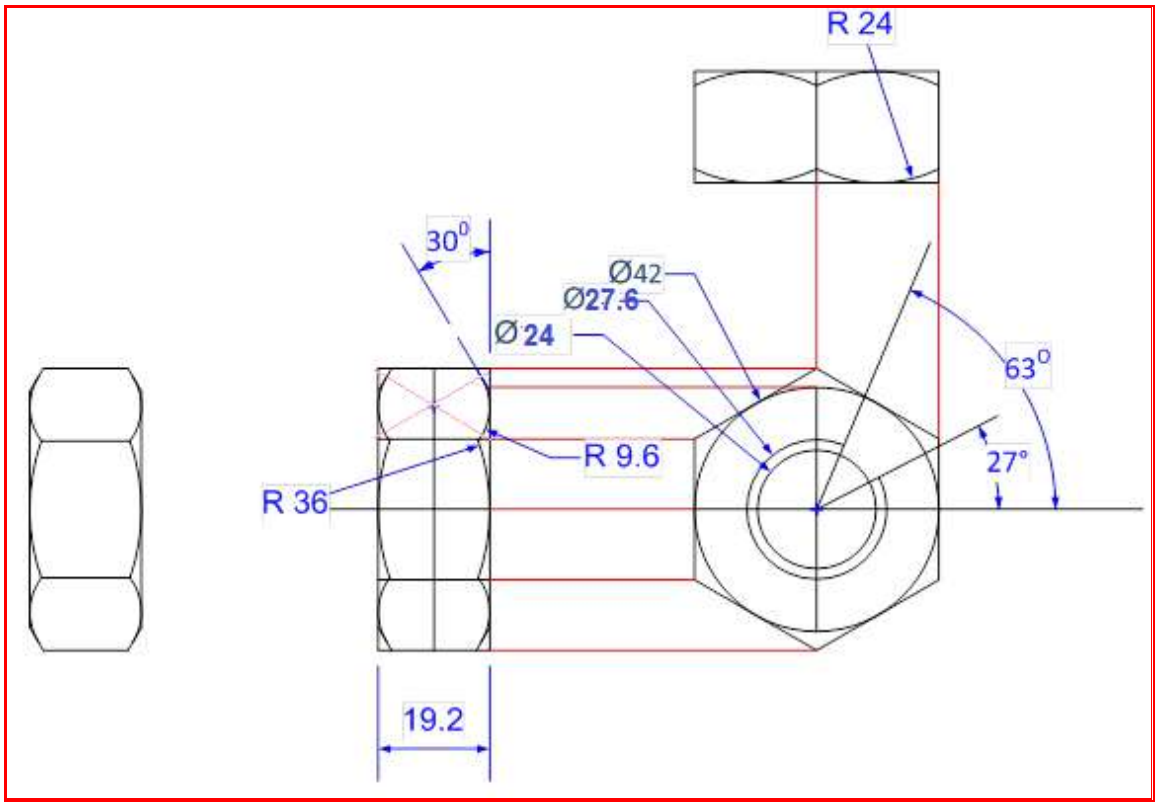
يُعد رأس اللولب والصامولة من الأجزاء الأساسية للولب كونها تحكم ربط القطعتين، وتُعد الصامولة السداسية والرباعية من أكثر أنواع الصامولات استخداماً، وهي عبارة عن شكل سداسي مسنن من الداخل ومشطوف من الأعلى بزاوية 30 درجة، وترسم الصامولة بدلالة القطر الرئيس للولب، وكما هو مبيّن في الشكل (2-5) وكمثال سيتم رسم صامولة للولب قياس:

M24×2

3-2-2-2 رسم الصامولة السداسية Hexagonal Nut Drawing

اعتماداً على الشكل (2-5) يتم اتباع الخطوات الآتية لرسم الصامولة السداسية:

- ارسم دائرة خارجية قطرها يساوي 1.75 × قطر اللولب = 1.75 × 24 = 42 ملم
- ارسم دائرة داخلية لنفس المركز قطرها يساوي قطر اللولب = 24 ملم
- ارسم دائرة خارجية بخط خفيف قطرها يساوي 1.15 × قطر اللولب = 1.15× 24 = 27.6 ملم
- ارسم مستقيماً بميل 27 درجة مع الأفق من مركز الدائرة ثم ارسم مستقيماً آخر بزاوية 63 درجة مع الأفق من نفس المركز واِمسح الجزء للدائرة الداخلية المحصور بين المستقيمين.
- ارسم شكل سداسي خارج الدائرة الخارجية.
- ارسم مستقيماً عمودياً ببعد مناسب من محيط الدائرة.
- لتحديد سمك الصامولة، قس مسافة أفقية مقدارها 0.8 × قطر اللولب = 0.8×24=19.2 ملم.
- ثم ارسم مستقيم عمودي يوازي المستقيم الأول.
- قم برسم خطوط أفقية من رؤوس الشكل السداسي بحيث تتقاطع مع المستقيمين العموديين المتوازيين، وبهذا تحدد البعد العمودي للصامولة.
- لتحديد مركز القوس الصغير للصامولة، قم برسم أقطار المستطيل العلوي للصامولة، وعند تقاطعها يتحدد مركز القوس الصغير، نصف قطر القوس الصغير يساوي 0.4 × قطر اللولب = 0.4×24=9.6 ملم ارسم قوساً يصل بين ضلعي المستطيل. أعد الخطوة للمستطيل الصغير السفلي.
- ارسم القوس الكبير للصامولة بنصف قطر يساوي 1.5× قطر اللولب = 1.5×24=36 ملم.
- ارسم مستقيماً بزاوية مقدارها 30 درجة لتحديد حافة الصامولة.
- أعد الخطوات أعلاه للجهة الثانية للصمولة.
- امسح الخطوط الزائدة وكما موضّح في الشكل (2-5).



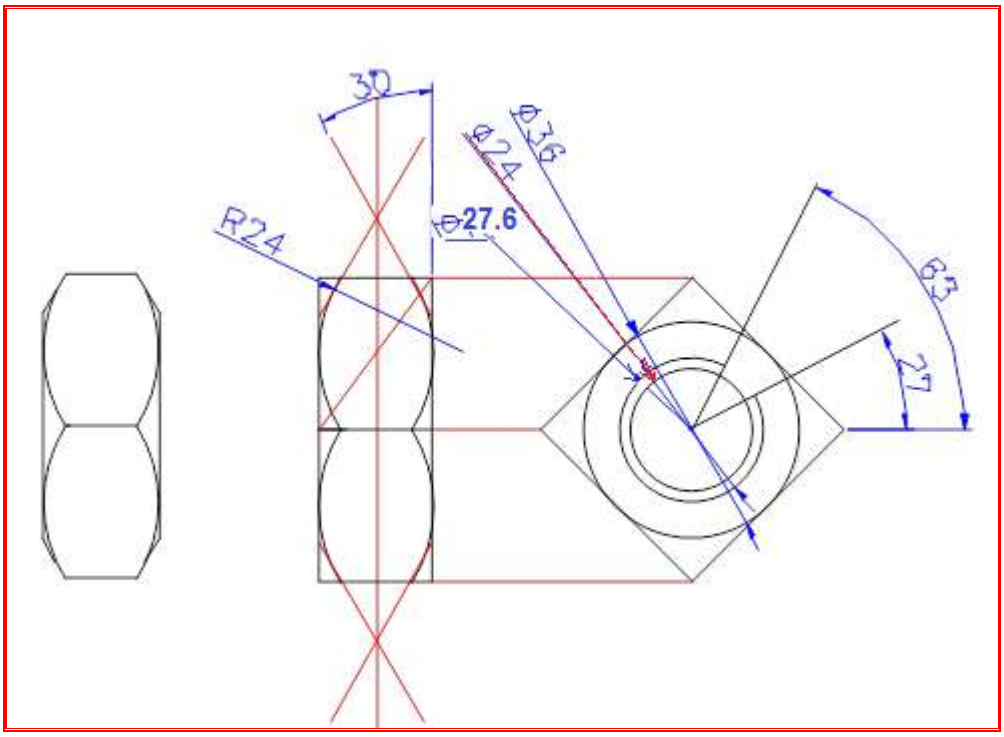
شكل 2-5 طريقة رسم الصامولة السداسية

4-2-2-2 رسم الصامولة الرباعية Square Nut Drawing

اعتماداً على الشكل (2-6)

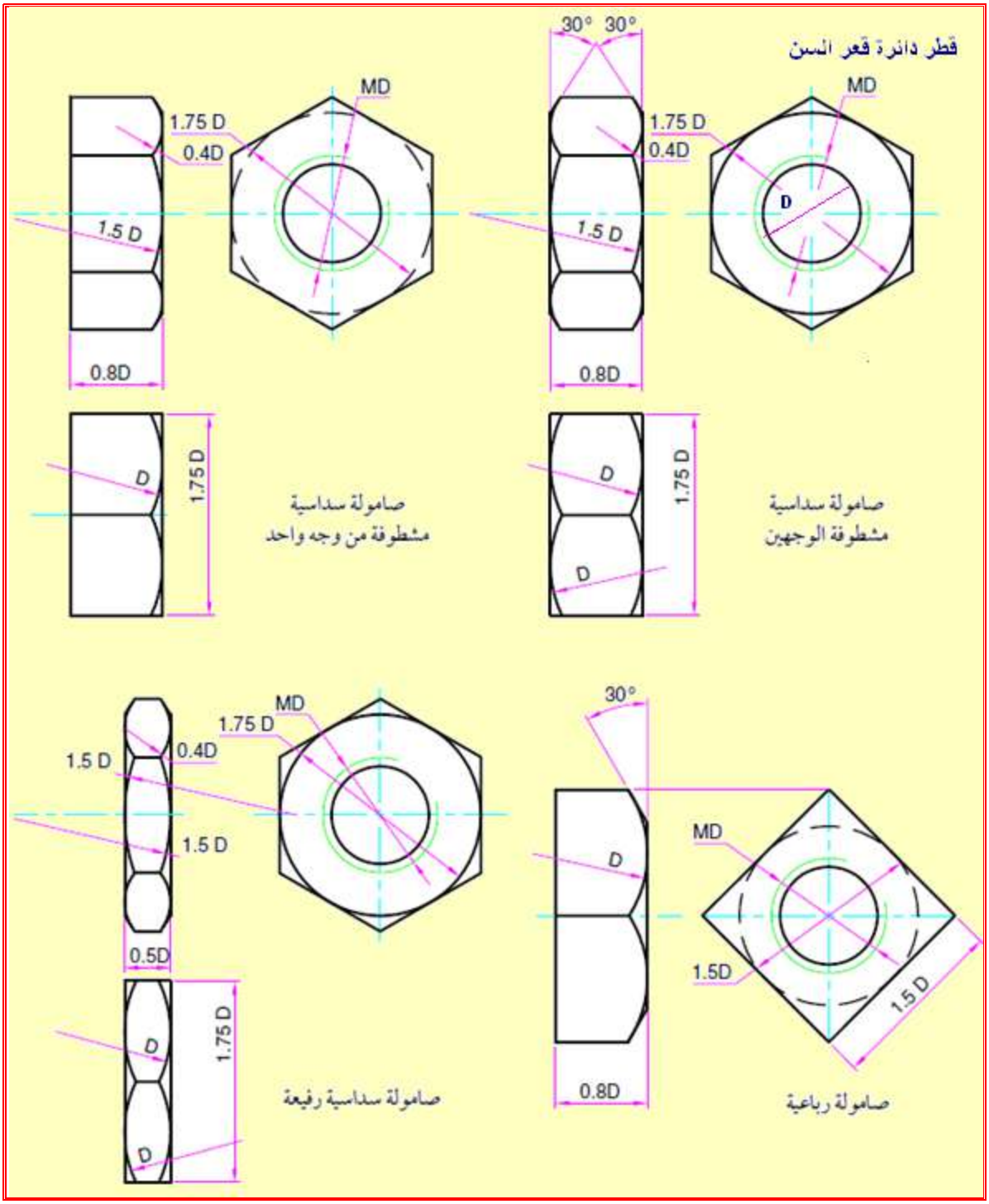
- ارسم دائرة خارجية قطرها يساوي 1.5 × قطر اللولب = 1.5 × 24 = 36 ملم
- ارسم دائرة داخلية لنفس المركز قطرها يساوي قطر اللولب = 24 ملم
- ارسم دائرة خارجية بخط خفيف قطرها يساوي 1.15 × قطر اللولب = 1.15× 24 = 27.6 ملم
- ارسم مستقيماً بميل 27 درجة من مركز الدائرة ثم ارسم مستقيم آخر بزاوية 63 درجة من نفس المركز وامسح جزء الدائرة الداخلية المحصور بين المستقيمين.
- ارسم شكلاً رباعياً خارج الدائرة الخارجية.
- ارسم مستقيماً عمودياً ببعد مناسب من محيط الدائرة.
- لتحديد سمك الصامولة، قس مسافة أفقية مقدارها 0.8 × قطر اللولب= 0.8×24 = 19.2 ملم ثم ارسم مستقيم عمودي يوازي المستقيم الأول.

- ❖ قم برسم خطوط أفقية من رؤوس الشكل السداسي بحيث تتقاطع مع المستقيمين العموديين المتوازيين، وبهذا تحدد البعد العمودي للصامولة.
- ❖ لتحديد مراكز الأقواس للصامولة، قم برسم أقطار المستطيلات الأربعة للصامولة، وعند تقاطعها يتحدد مركز القوس، نصف قطر القوس ويساوي قطر اللولب = 24 ملم، ثم ارسم قوس يصل بين ضلعي المستطيل. أعد الخطوة للمستطيل السفلي.
- ❖ ارسم مستقيماً بزاوية مقدارها 30 درجة لتحديد حافة الصامولة.
- ❖ أعد الخطوات أعلاه للجهة الثانية للصامولة.



شكل 2-6 رسم الصامولة الرباعية

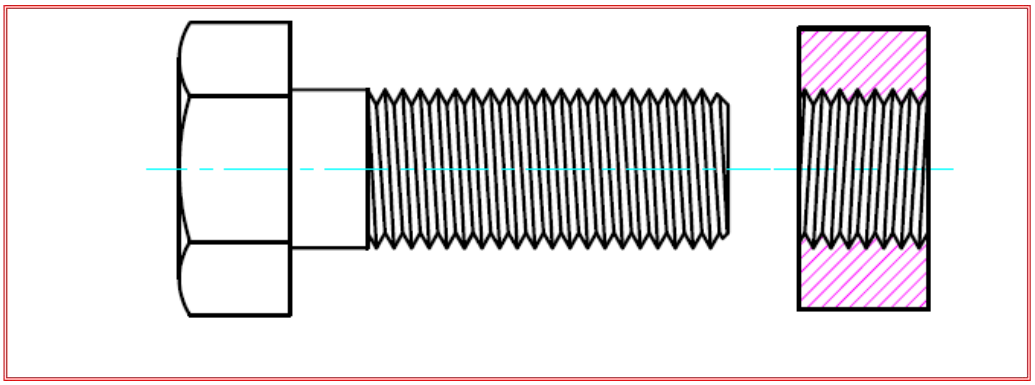
ويبيّن الشكل (2-7) الخطوات التفصيلية لرسم صامولة رباعية وسداسية بكافة أنواعها.



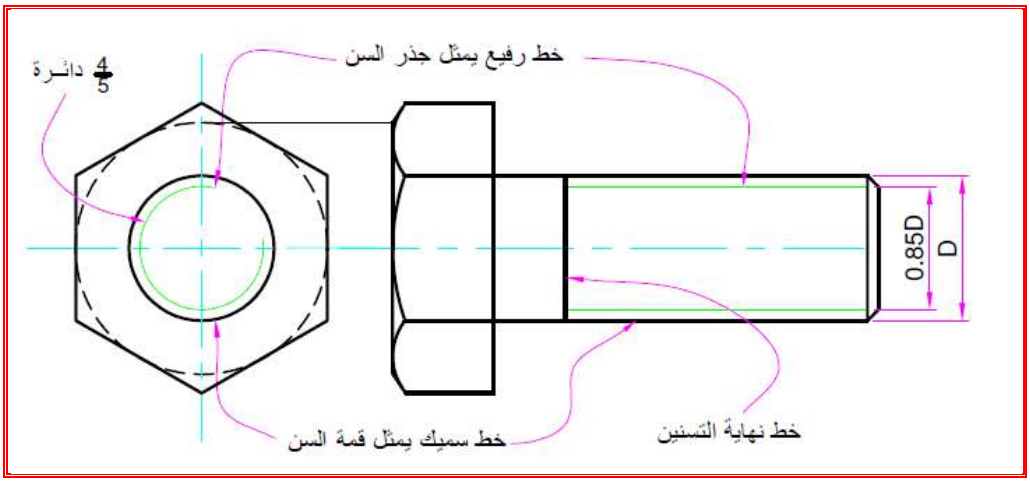
شكل 2-7 الخطوات العامة لرسم الصامولات

5-2-2-2 أسنان اللوالب والصامولات Threads in Bolts and Nuts

يتطلب رسم أسنان اللوالب دقة عالية في الرسم ويبيّن الشكل (2-8 أ) رسم تفصيلي للولب وصامولة، ويُعد هذا الرسم الأكثر واقعية في الرسم الهندسي، لكن يستعاض عنه برسم مبسط أقل تفصيلاً، وكما هو مبيّن في الشكل (2-8 ب).



(أ)



(ب)

شكل 2-8 تمثيل اللولب والصامولة في الرسم الهندسي

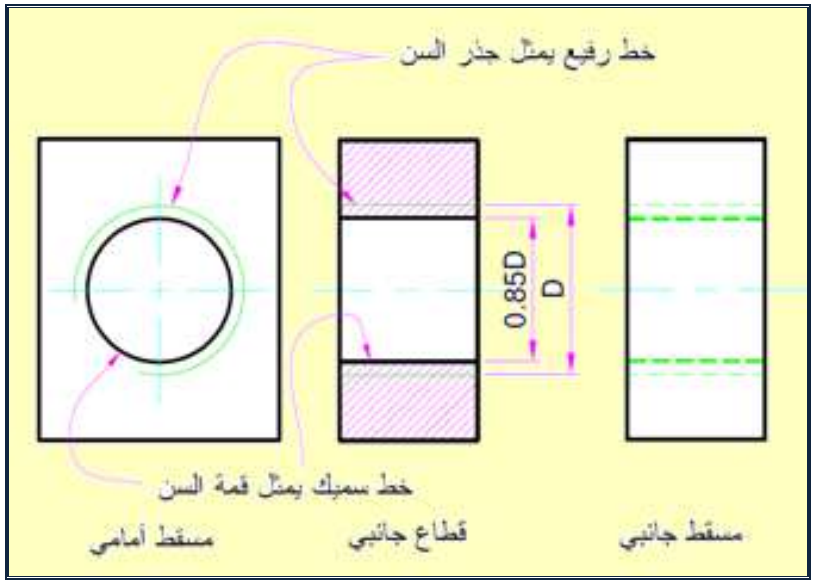
- **قواعد الرسم المبسط لأسنان اللوالب:**

لصعوبة رسم اللوالب بأشكالها الحقيقية يتم الاستعاضة عن ذلك بالرسم المبسط. ويتم الرسم كالآتي:

- رسم خطين متوازيين سميكين يكون البعد بينهما يساوي القطر الرئيسي للولب.
- رسم خطين متوازيين آخرين رفيعين يمثلان جذر سن اللولب، وتكون المسافة بينهما تساوي القطر الثانوي للولب (ويساوي 0.85 مضروباً في قطر اللولب الرئيس)، ويبيّن الشكل (2-8 ب) الخطوات المتبعة في الرسم المبسط لأسنان اللولب.
- ولرسم المسقط الجانبي لسن اللولب، ترسم دائرة بخط سميك قطرها يساوي القطر الرئيسي للولب، وبعد ذلك ترسم 5/4 دائرة تقريباً بخط رفيع قطرها يساوي 0.85 من قطر اللولب الرئيس لتمثل جذر سن اللولب.

- **الرسم المبسط لأسنان الصامولة والفتحات المسننة:**

لتمثيل الأسنان الداخلية للصامولة والفتحات المسننة في المقاطع الجانبية والمساقط الأمامية، يتطلب رسم مقطع جانبي في الصامولة أو الفتحة المسننة، ثم يرسم خطين متوازيين خفيفين البعد بينهما يساوي القطر الرئيس للولب ويمثل هذان الخطان جذور الأسنان، وبعد ذلك يرسم خطين سميكين البعد بينهما يساوي 0.85 مضروباً في قطر اللولب الرئيسي ويمثلان خط قمم الأسنان، في حين إن المسقط الأمامي للسن، يتمثل بدائرة متكاملة ترسم بخط سميك تمثل دائرة قمم الأسنان، و 5/4 دائرة خارجية قطرها يساوي قطر اللولب الرئيس والتي تمثل جذور الأسنان، ويبيّن الشكل (2-9) أسلوب رسم التسنين الداخلي للصامولة والفتحات المسننة.

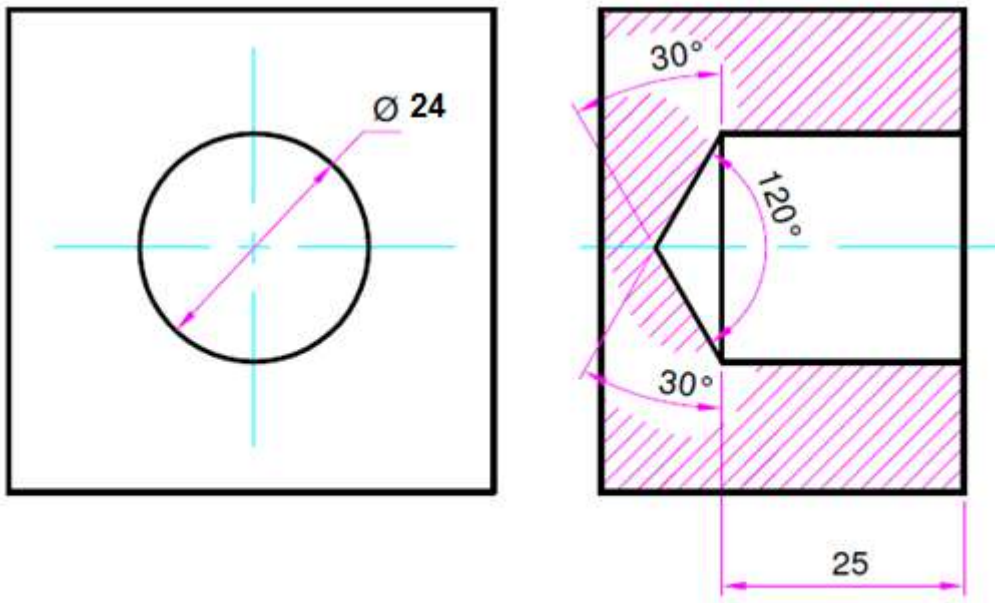


شكل 2-9 رسم الأسنان الداخلية للصامولات والفتحات المسننة النافذة

2-2-2-6 رسم الأسنان الداخلية للثقوب غير النافذة Internal Threads Drawing

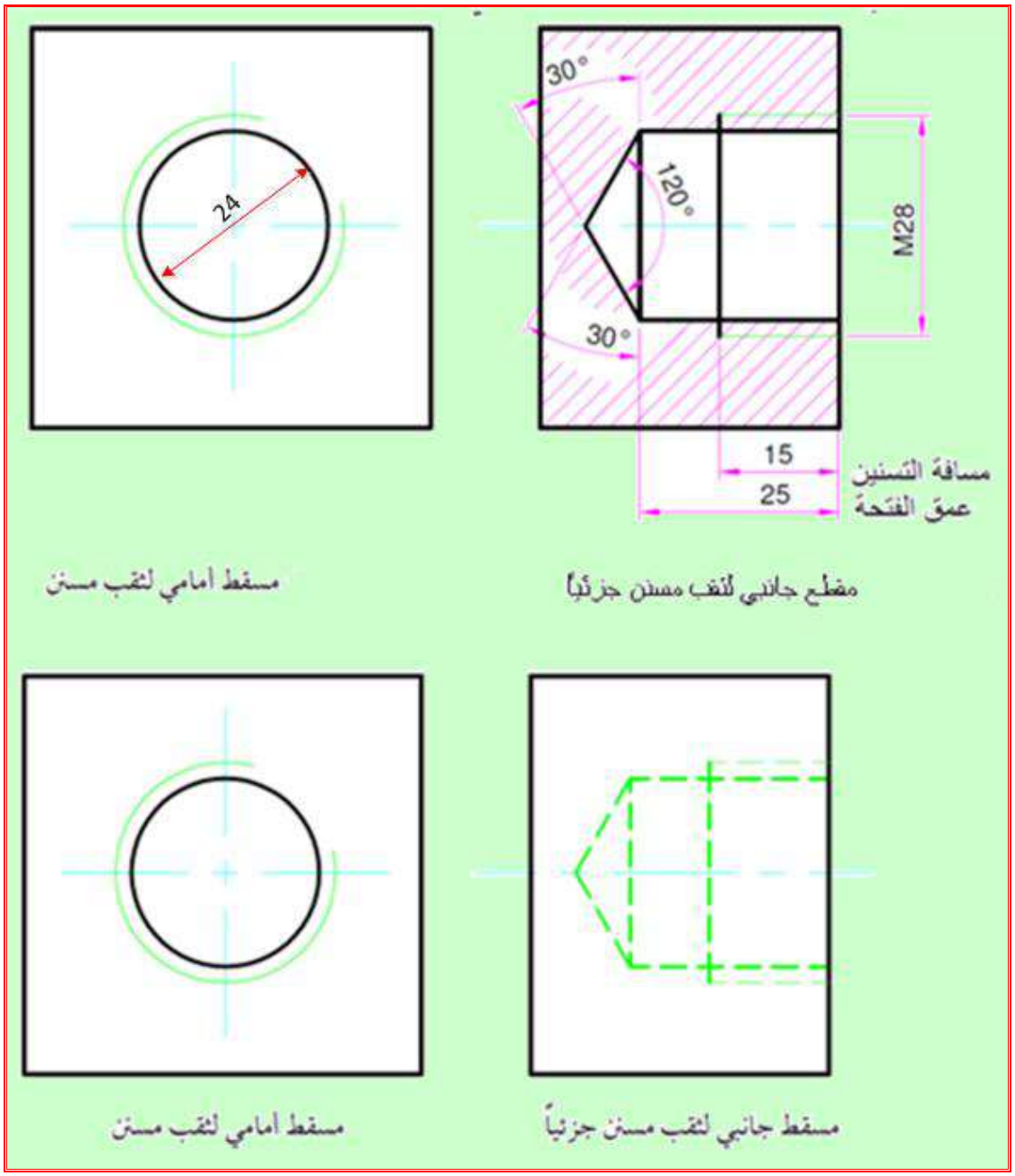
لرسم سناً داخلياً لثقب غير نافذ طوله 25 ملم، بحيث يمكن ربط لولب قياس **M28×2** يتطلب إلى إتباع الخطوات الآتية:

- حدد مركز الثقب وارسم خطاً أفقياً يمثل محور الثقب.
- كي يتم فتح سناً في القطعة المعدنية يتم ثقب القطعة أولاً، وحيث أن البريمة المستخدمة في الثقب يجب أن يساوي قطرها قطر جذر السن أي (0,85× قطر اللولب) ويساوي 0,85 × 28 ≈ 24 ملم. لذا يرسم خطين متوازيين أعلى وأسفل المحور البعد بينهما يساوي 24 ملم، وسيمثل هذان الخطان جذر سن اللولب، ويجب أن يلتقي الخطان بزاوية مقدارها 120 درجة، تمثل رأس البريمة وكما هو مبيّن في الشكل (2-10 أ).



شكل 2-10 أ رسم الثقب في بداية العملية

بعد ذلك يتطلب تحديد قطر اللولب الفعلي، ويتم ذلك عن طريق رسم خطين متوازيين خفيفين أعلى وأسفل محور اللولب المسافة بينهما تساوي القطر الرئيسي للولب والذي يساوي 28 ملم. ويكون طول الخطين يساوي طول السن المطلوب، فإذا كان طول السن الداخلي يساوي 15 ملم، يتم تحديد الطول المطلوب، وكما هو مبيّن في الشكل (2-10 ب)، أما بالنسبة للمسقط الجانبي فنرسم 5/4 دائرة بخط خفيف قطرها يساوي قطر اللولب.



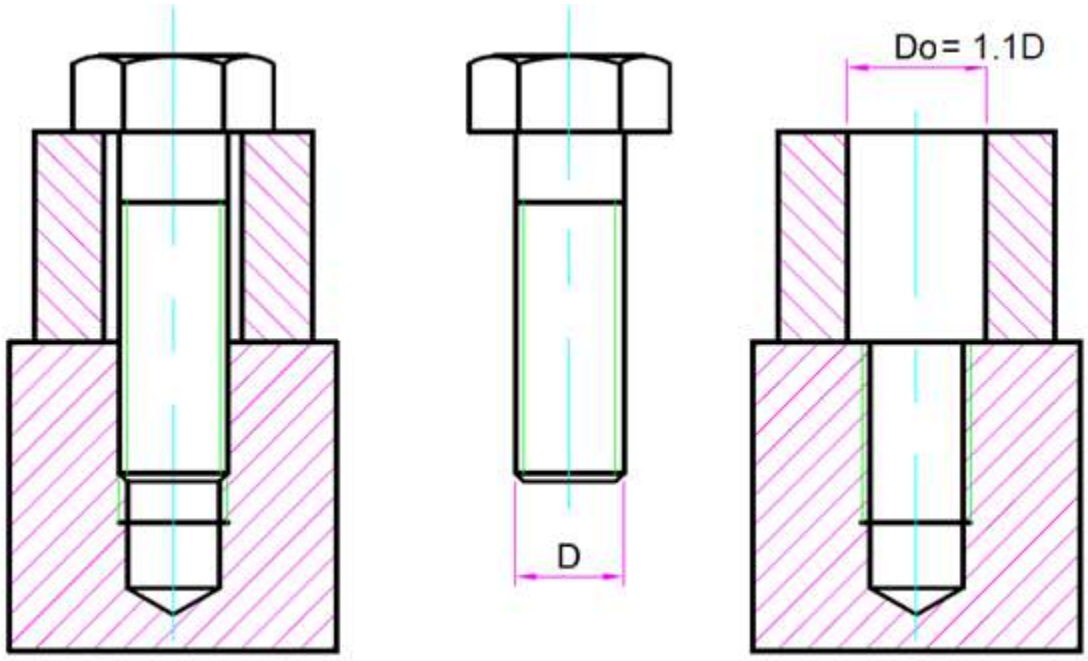
شكل 2-10 ب الشكل النهائي للمقطع

3-2-2 لوالب الربط Bolts Fastening

تختلف اللوالب باختلاف أحجامها وأشكال رؤوسها، كما وتتنوع حسب استخدامها في الربط. وهنالك أنواع عديدة من اللوالب منها:

أ – لوالب عادية Normal Bolts

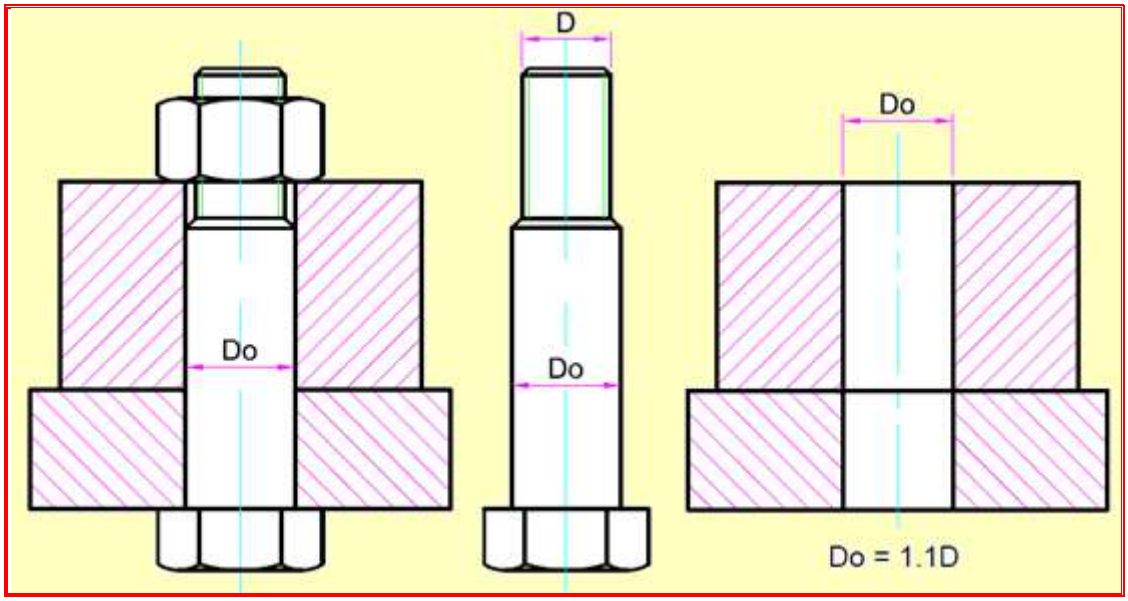
وتستخدم لربط أي قطعتين بحيث يتم تسنين إحدى القطعتين بينما يترك خلوص في ثقب القطعة الأخرى حول اللولب، ولا حاجة لاستخدام الصامولات في هذه الحالة. ويبيّن الشكل (2-11) أسلوب الربط بهذه الطريقة:



شكل 2- 11 لوالب الربط

ب - لوالب الضبط Fixed Bolts

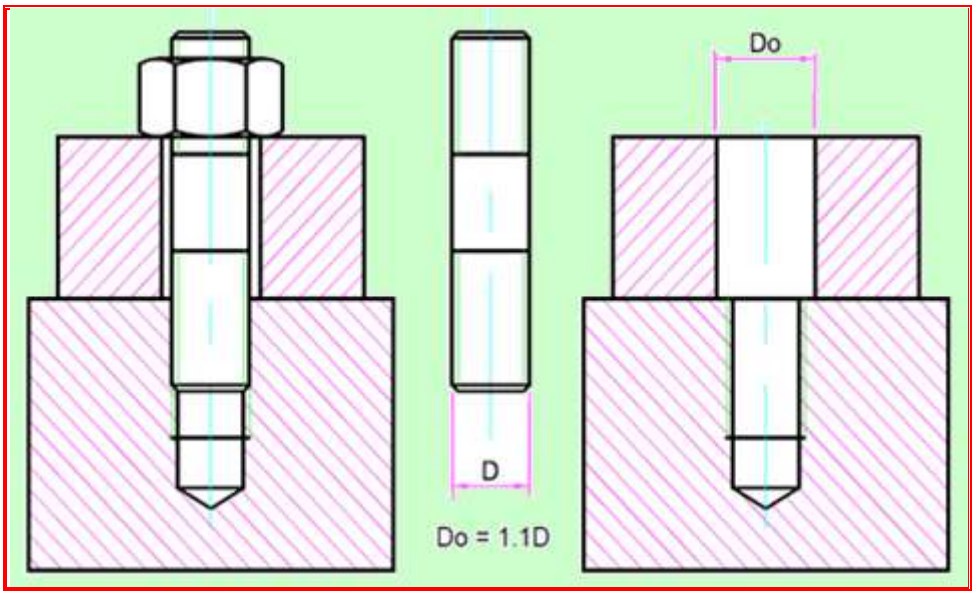
وتستخدم لربط قطعتين بحيث ينفذ اللولب من ثقب داخل القطعتين دون وجود خلوص حول ساق اللولب، وتستخدم الصامولات في هذا النوع من الربط، وكما هو مبيّن في الشكل (2-12).



شكل 2-12 لوالب الضبط

ج- اللوالب عديمة الرأس Bolts without Head (Stud)

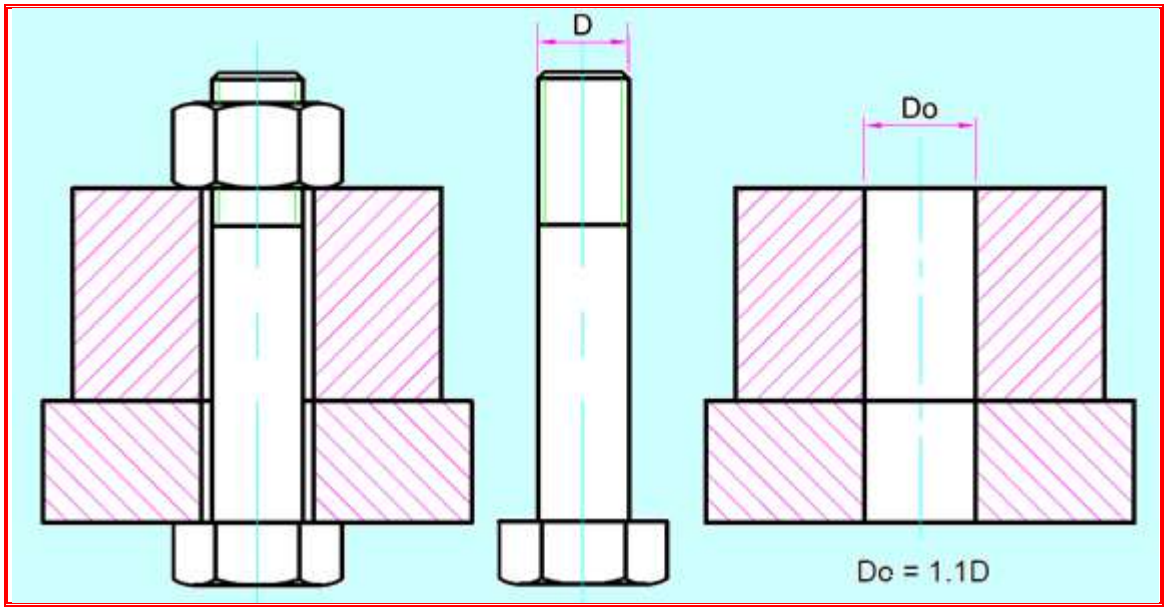
تكون هذه اللوالب عديمة الرأس ومسننة من الطرفين، تستخدم لربط قطعتين من المعدن بحيث يتم تسنين إحدى القطعتين ويثبت اللولب بها ويخترق القطعة الثانية وتستخدم الصامولة في الربط بعد ذلك، وكما هو مبيّن في الشكل (2-13).



شكل 2-13 لوالب بدون رأس

د- اللوالب النافذة Bolts

وتستخدم لربط قطعتين أو أكثر من المعدن، وينفذ اللولب من خلال ثقب في القطعتين المعدنيتين، ويكون الثقب عادة بقطر أكبر من قطر اللولب، ويبيّن الشكل (2-14) اللوالب النافذة.



شكل 2-14 اللوالب النافذة

2-3 تمارين عامة

تمرين 1:

ارسم اللولب الذي قياسه **M24 × 2 × 60**

الحل:

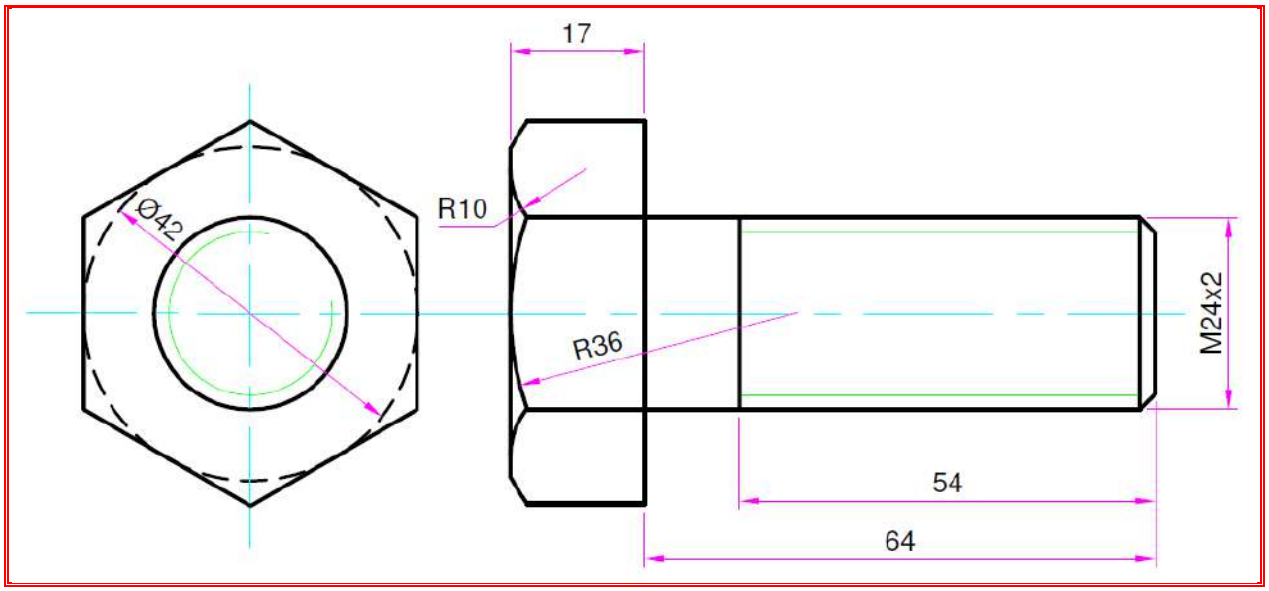
- قطر اللولب = 24 ملم، وطوله 60 ملم، وخطوة السن تساوي 2 ملم.
- سمك رأس اللولب = 0.7 × قطر اللولب = 0.7 × 24 = 16.8 ملم
- سمك الصامولة يساوي 0.8 × قطر اللولب = 0.8 × 24 = 19.2 ملم
- القوس الأكبر لرأس اللولب والصامولة يساوي 1.5 ×قطر اللولب = 1.5× 24 = 36 ملم.
- القوس الأصغر لرأس اللولب والصامولة يساوي 0.4 × قطر اللولب = 0.4 × 24 = 9.6 ملم.
- قطر الدائرة الرئيسية للصامولة يساوي 1.75 × 24 = 42 ملم.
- مسافة التسنين = 2× قطر اللولب + 6 ملم = 2 × 24 + 6 = 54 ملم.

تمرين 2

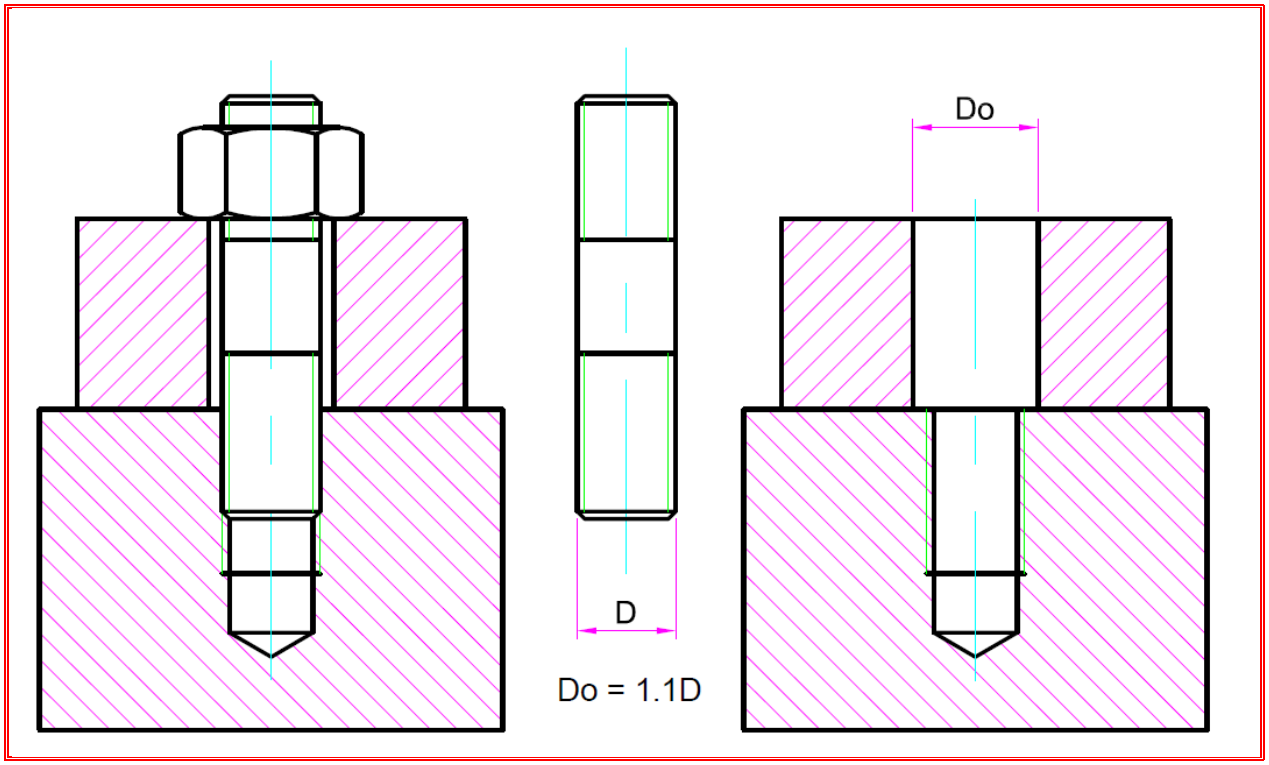
أ- يبيّن الشكل (2-15) لولب قياس (M24 × 2 × 64/54) أعد رسم الشكل ثم ارسم المسقط الثالث للولب.

ب- ارسم شكل لربط قطعتي معدن بواسطة لولب عديم الرأس، قياس (M28 × 2) وكما هو مبيّن في الشكل(2-16). (تؤخذ الأبعاد الناقصة من الشكل).

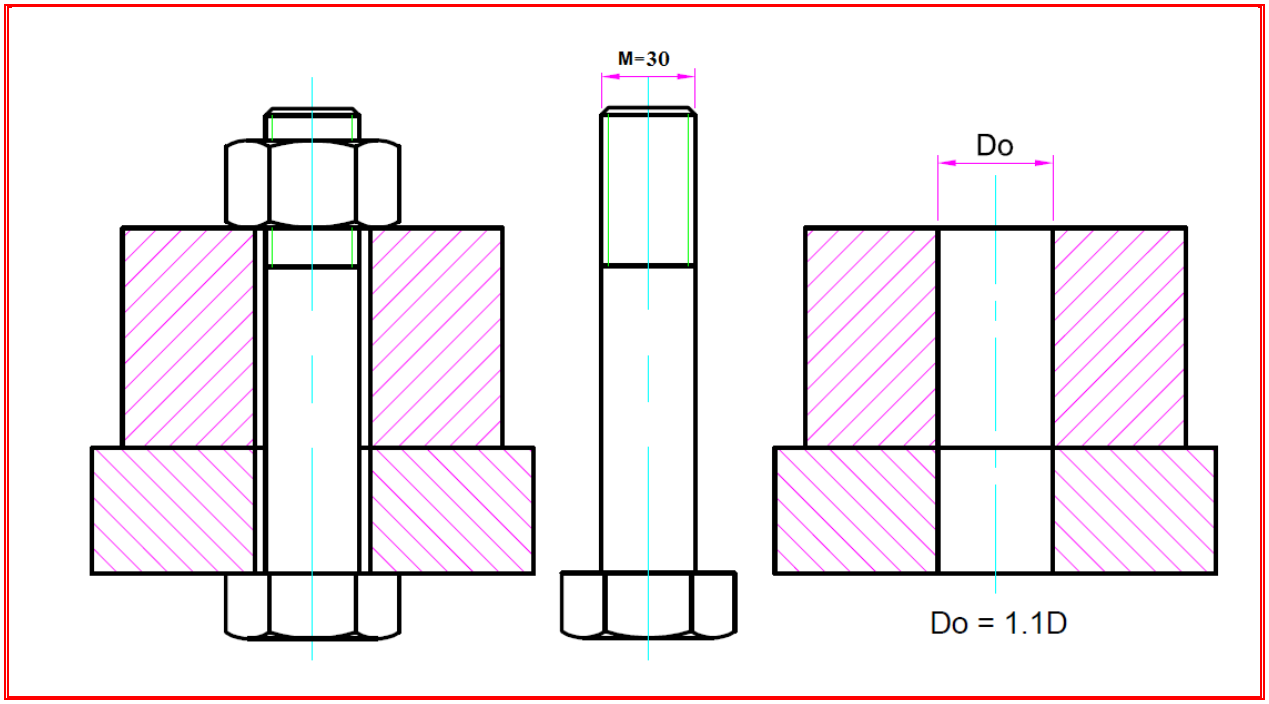
ج- ارسم شكل لربط قطعتي معدن بواسطة لولب نافذ، كما هو مبيّن في الشكل (2-17). (تؤخذ الأبعاد الناقصة من الشكل).



شكل 2-15 رسم لولب بمسقطين



شكل 2-16 ربط قطعتي معدن بلولب عديم الرأس

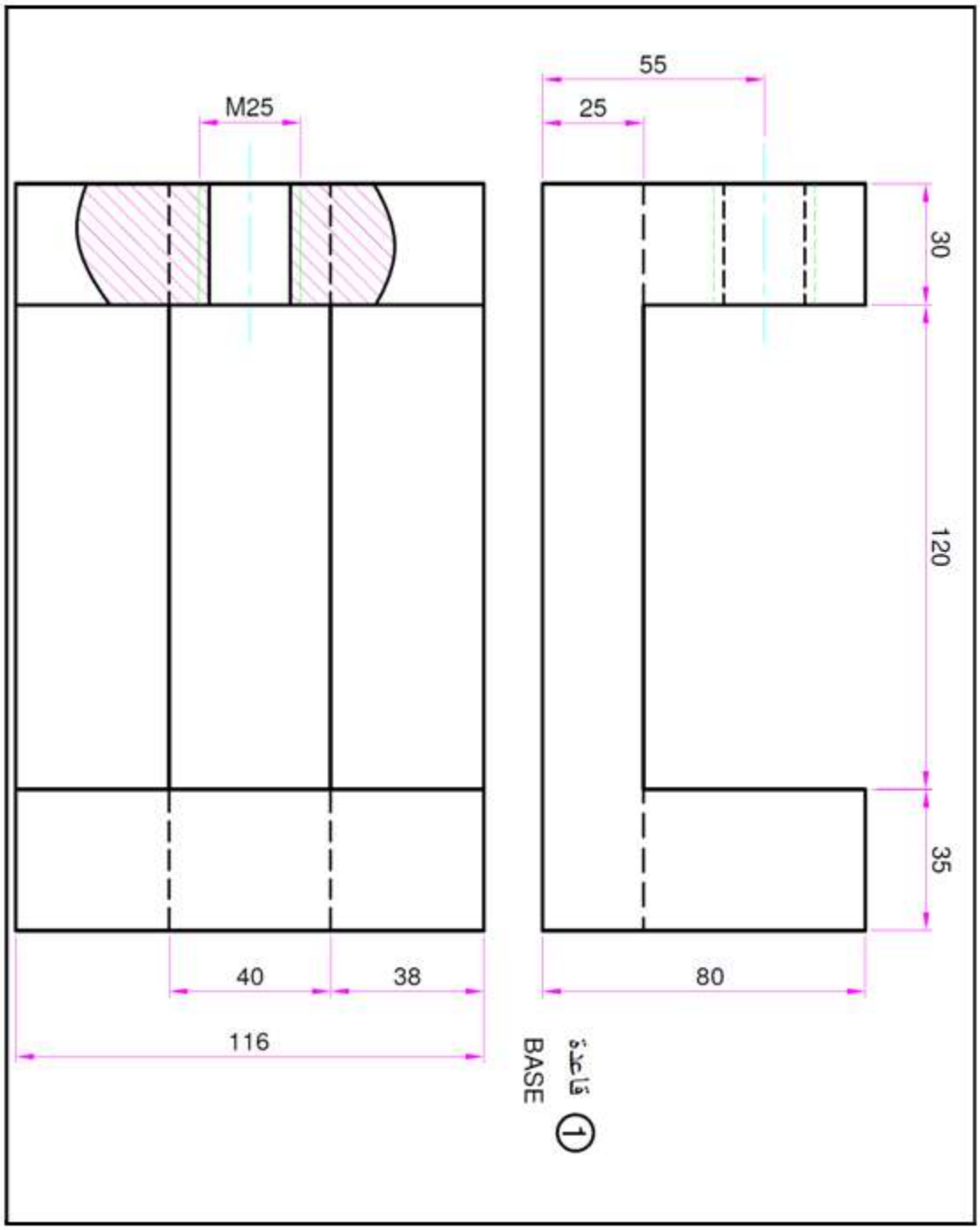


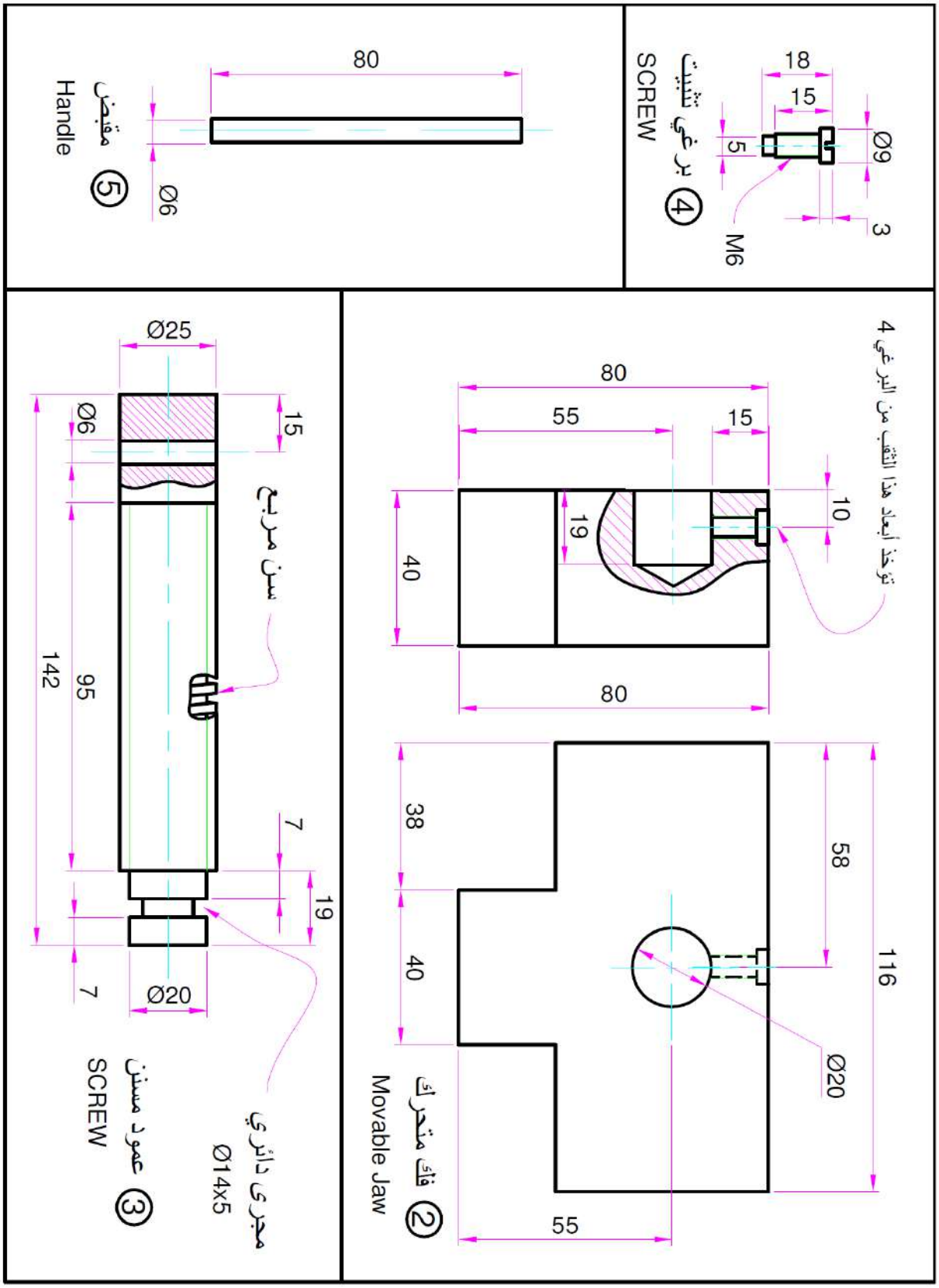
شكل 2-17 ربط قطعتي معدن بواسطة لولب نافذ

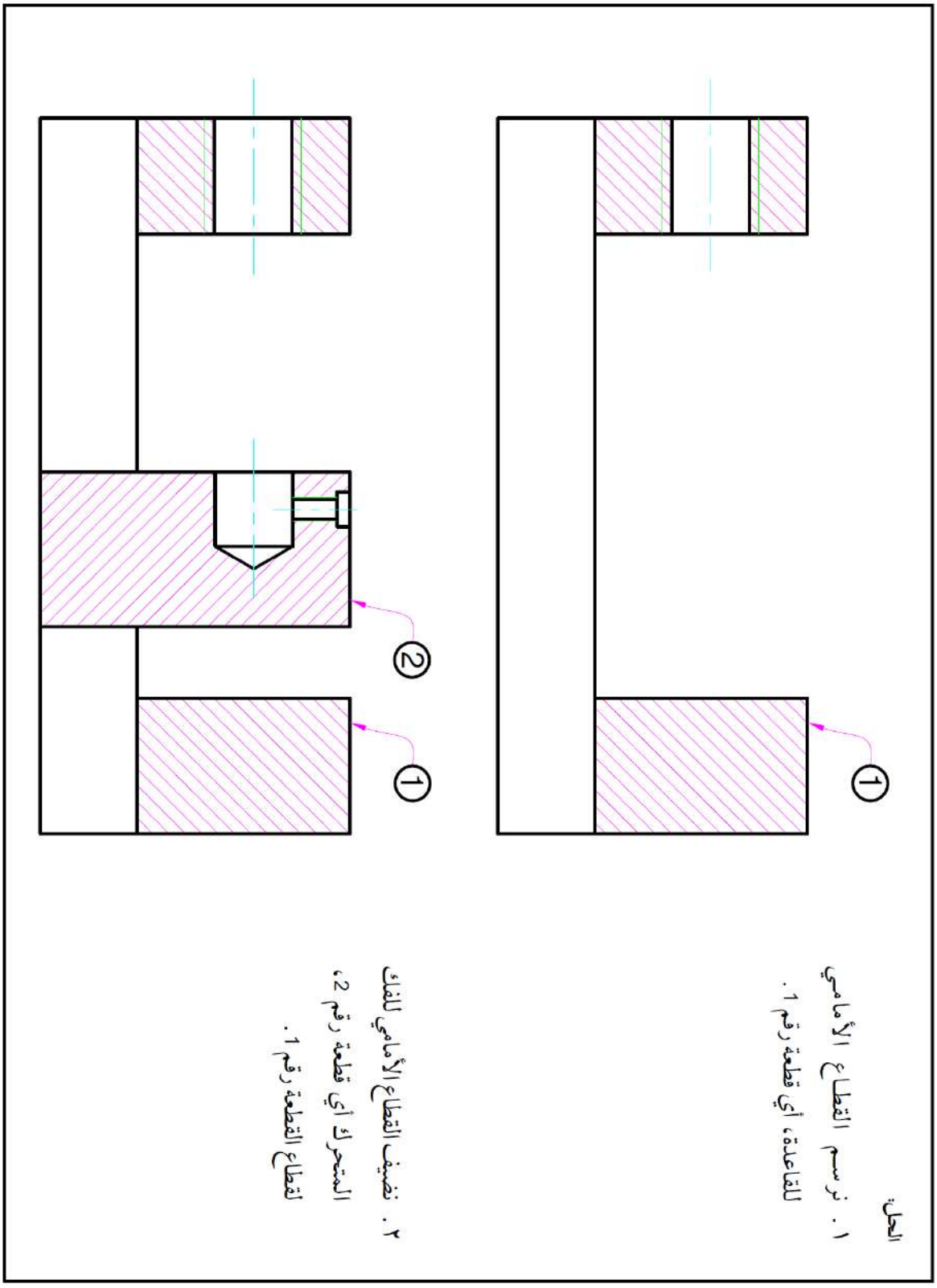
تمرين 3 رسم ملزمة يدوية (مثال محلول)

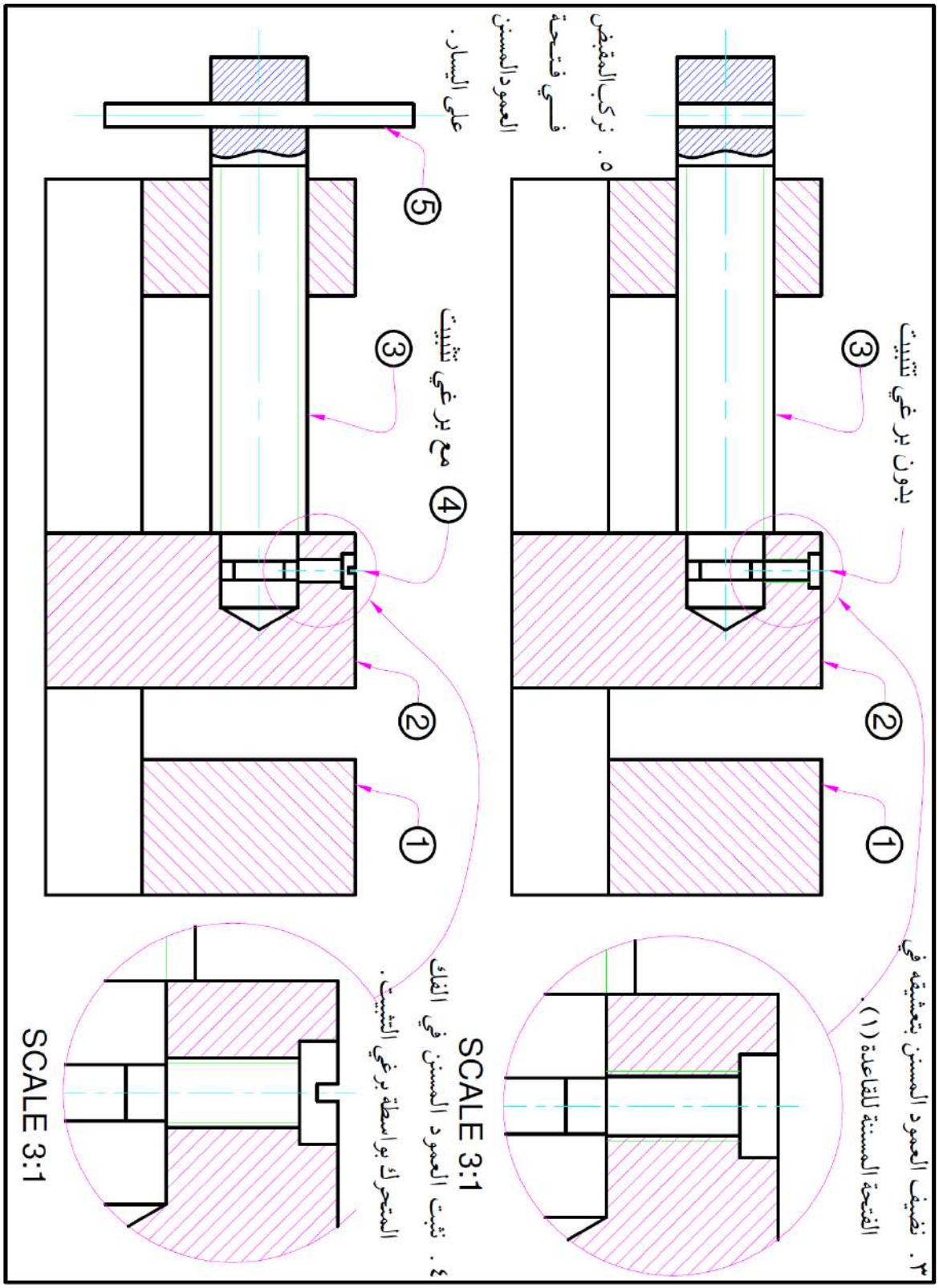
ملزمة يدوية بسيطة مكونة من 5 قطع ميكانيكية.

ارسم بمقياس رسم 1:1 المقطع الأمامي لهذه الملزمة مجمعاً.




80
Ø6
⑤ مقبض
Handle
18
15
Ø9
5
3
M6
④ برغي تثبيت
SCREW
80
55
15
10
19
40
80
تؤخذ أبعاد هذا الثقب من البرغي 4
38
58
116
40
Ø20
55
② فك متحرك
Movable Jaw
Ø25
Ø6
15
سن مربع
142
95
7
19
7
Ø20
مجرى دائري
Ø14x5
③ عمود مسنن
SCREW

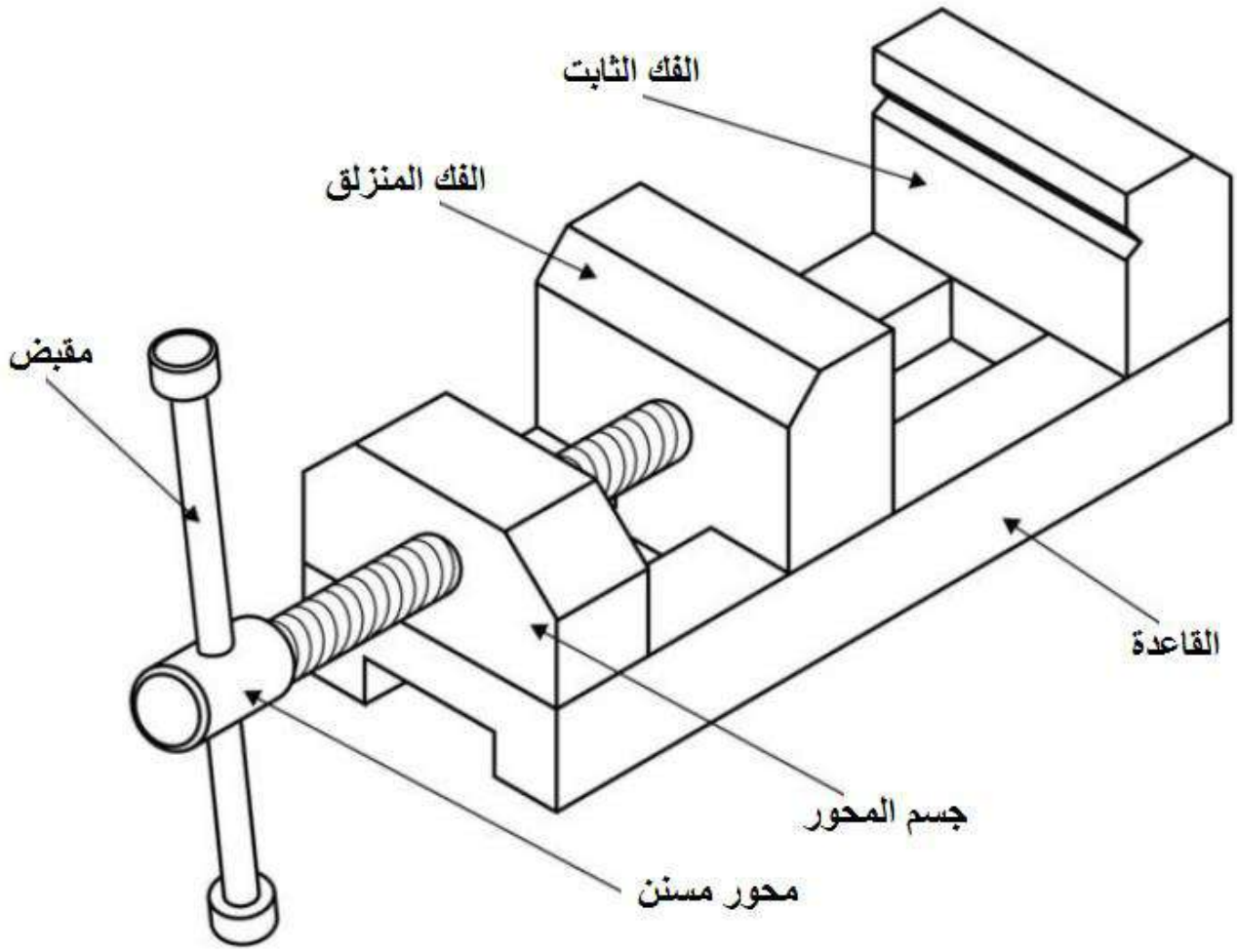

الحل:
١. نرسم القطاع الأمامي
للقاعدة، أي قطعة رقم 1.
٢. نضيف القطاع الأمامي للغلاف
المتحرك أي قطعة رقم 2،
لقطاع القطعة رقم 1.
1
2
1


٣. تضيف العمود المسنن بتعشيقه في الفتحة المسننة للقاعدة (١).
بدون برغي تثبيت
٤. تثبت العمود المسنن في الفك المتحرك بواسطة برغي التثبيت.
مع برغي تثبيت
٥. تركب المقبض في فتحة العمود المسنن على اليسار.
SCALE 3:1
SCALE 3:1

تمرين 4: الرسم في أدناه يمثل منظور لملزمة Vise بسيطة: ((للإطلاع))

المطلوب: رسم مقطعاً أمامياً مجمعاً.

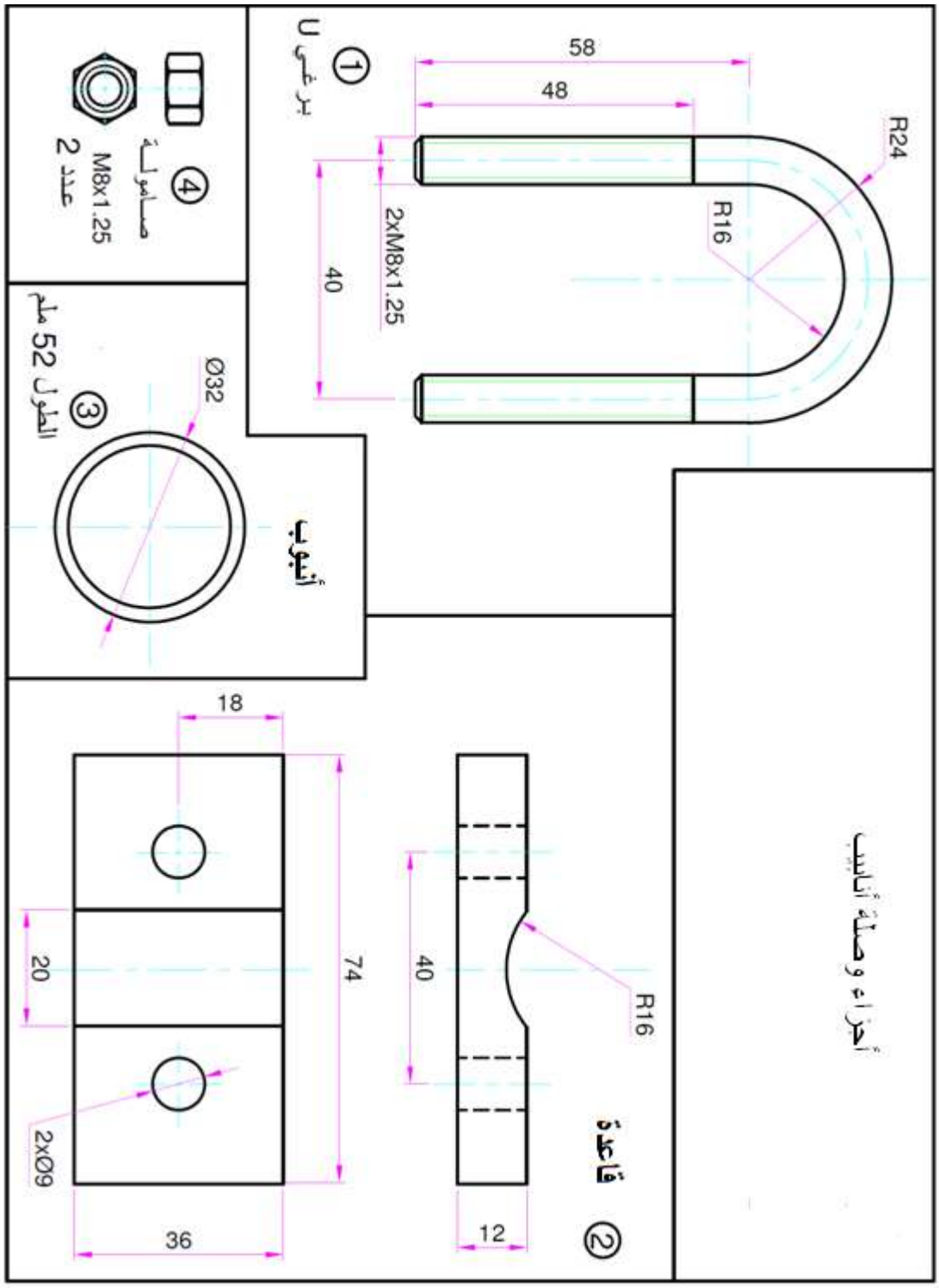
ملاحظة: تؤخذ الأبعاد بالقياس من الشكل.



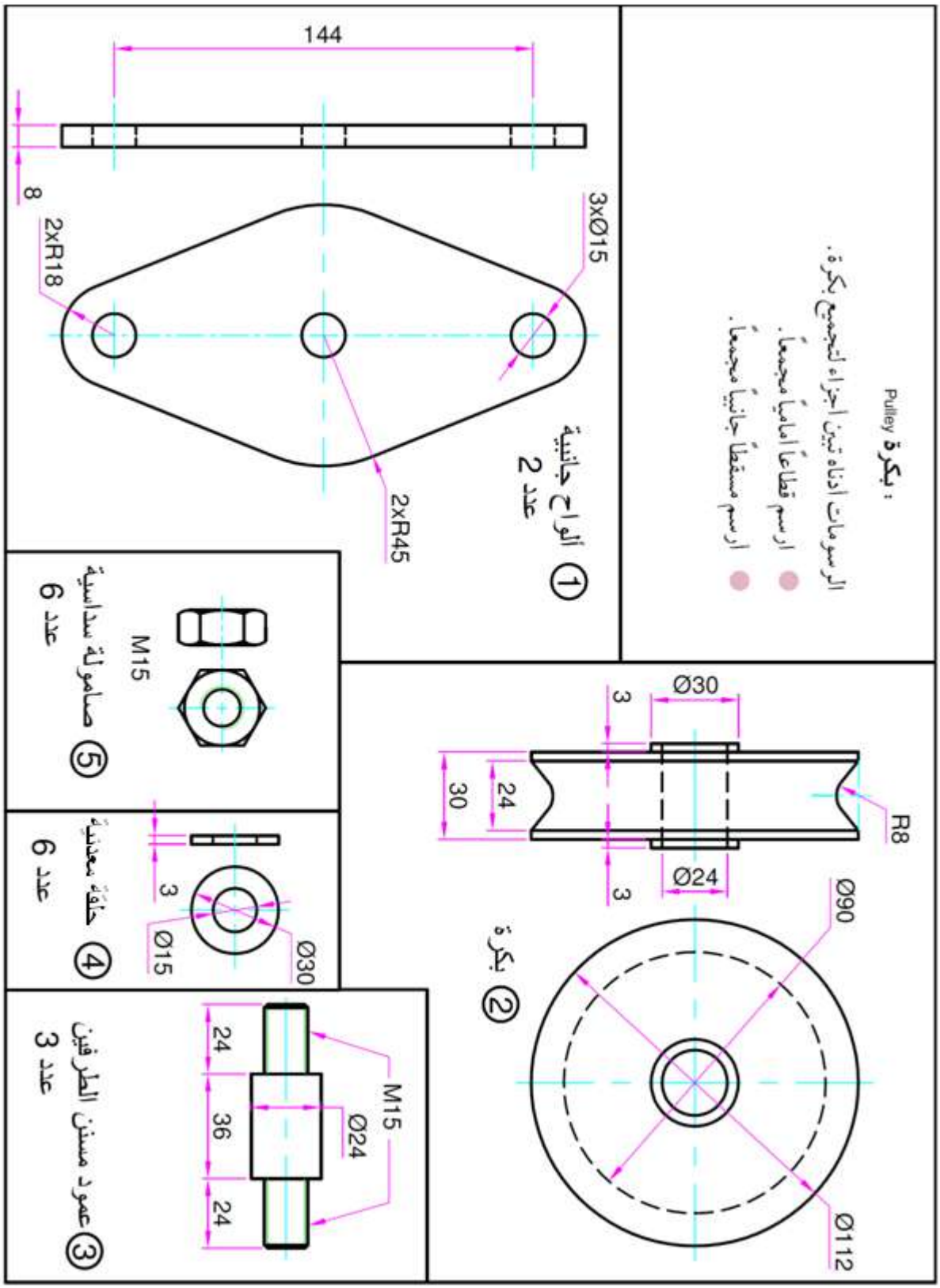
تمرين 5: تجميع وصلة تثبيت أنبوب:

أدناه أجزاء وصلة تثبيت على شكل حرف U للأنبوب المطلوب:

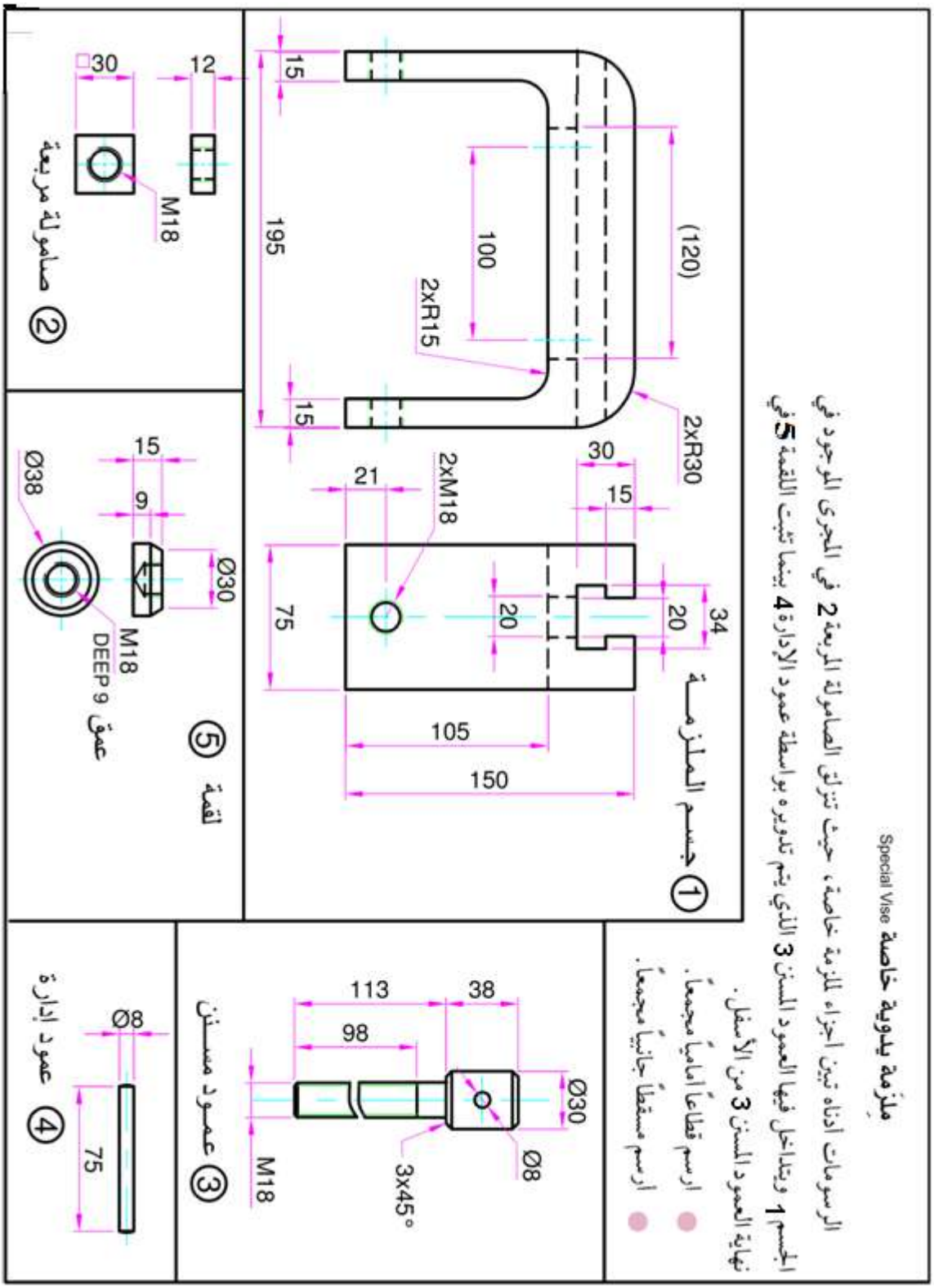
1- رسم مقطعاً أمامياً مجمعاً 2- رسم مقطعاً جانبياً مجمعاً



تمرين 6: تجميع بكرة:



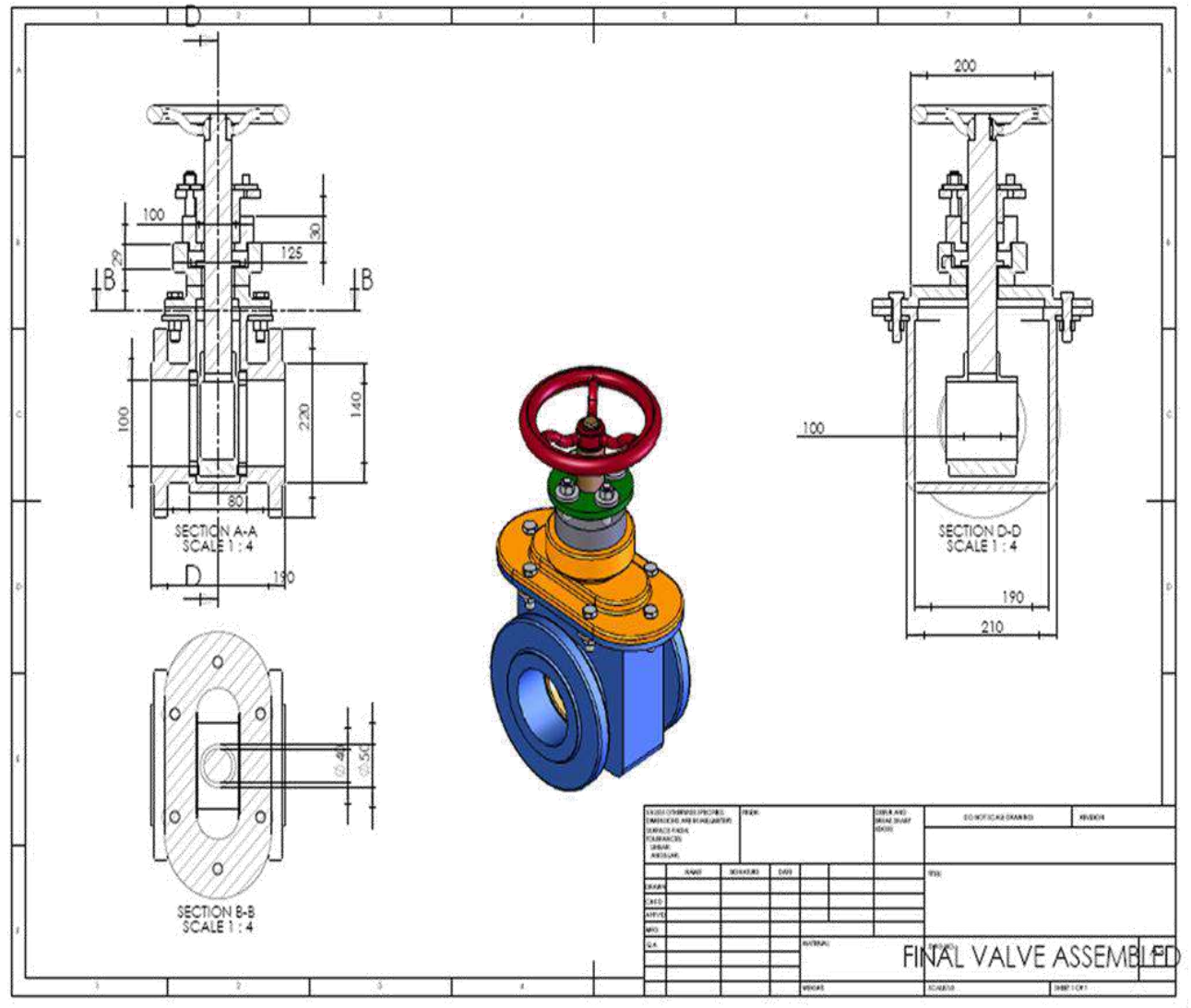
تمرين 7: تجميع ملزمة يدوية



الفصل الثالث

الرسم التفصيلي

Detail Drawing



الرسم التفصيلي

Detail Drawing

1-3 مقدمة Introduction

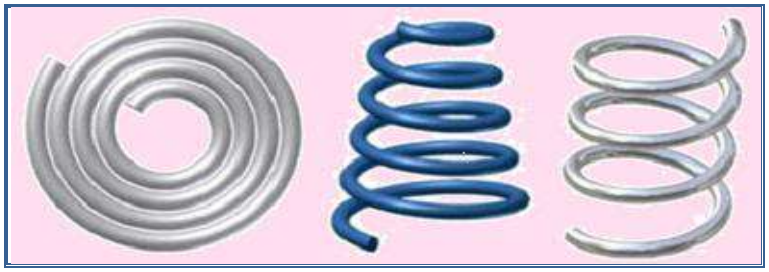
يُعد الرسم التفصيلي من الرسوم المهمة في عمليات الإنتاج ومن خلاله يمكن التعرف على الأجزاء التي تتكون منها الماكنة وموقع وقياس كل قطعة، ولإنجاز لوحة رسم تفصيلي يجب الاهتمام بما يأتي:

- رسم المساقط والقطاعات اللازمة لتوضيح كل جزء توضيحاً تاماً.
- كتابة الأبعاد وتوزيعها على اللوحة بشكل منتظم.
- كتابة أسم كل جزء من أجزاء المُعدات أو المكائن أو الأجهزة.
- كتابة رقم الجزء.
- كتابة عدد الأجزاء والمعدن المصنوع منها إذا تطلب الأمر.
- بيان مقياس الرسم.

وسيتم التطرق في هذا الفصل إلى كيفية رسم بعض الصمامات وأجزاء منظومات تكييف الهواء والتثليج تفصيلياً.

2-3 رسم النوابض Springs Drawing

النوابض أجزاء مرنة مصنوعة من الحديد الصُلب (الفولاذ)، وتستخدم لتلقي الصدمات أو لخزن القوة فيها عند ضغطها أو شدها، وتستخدم في الصمامات والمكابح وفي أجزاء امتصاص الحركة والصدمات، وهنالك عدة أنواع من النوابض مثل الأسطواني والحلزوني (الإهليجي) والمخروطي والمسطح. ويبيّن الشكل (1-3) بعض أنواع النوابض.

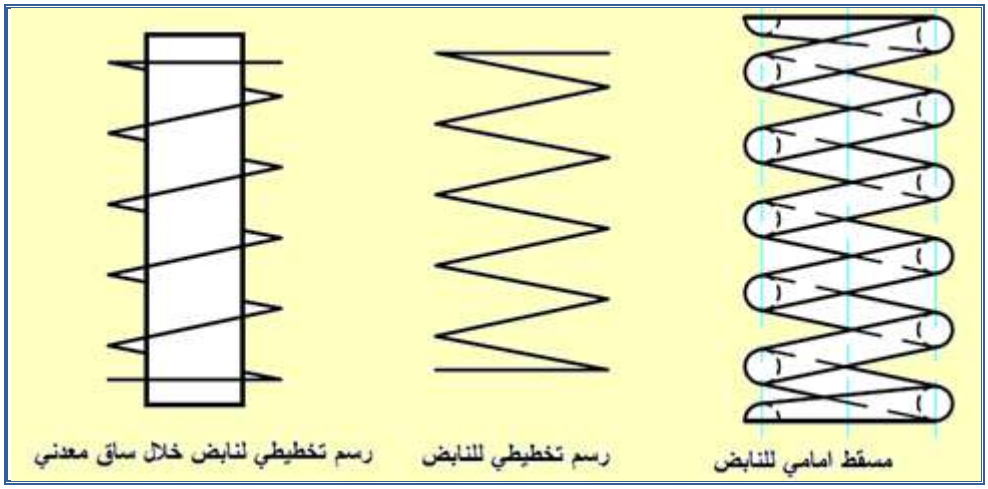


نابض حلزوني نابض مخروطي نابض مسطح

شكل 3-1 أنواع النوابض

1-2-3 تمثيل النوابض في الرسم الصناعي Springs Presentation in Industrial Drawing

يبيّن الشكل (2-3) تمثيل النابض بالمسقط والرسم التخطيطي.



شكل 3-2 مسقط أمامي ورسم تخطيطي للنابض

يعرّف النابض بعدة متغيرات هي قطره الخارجي **قخ** (D_o)، وقطره الداخلي **قد** (D_{in})، وطول النابض الحقيقي دون شد أو ضغط ويسمى بالطول الحر **ل** (L)، مضافاً إليه عَدد حلقات النابض **ن** (No) وقطر سلك النابض **قس** (D_w).

ومن خلال المعلومات أعلاه يمكن حساب معدل قطر النابض **قم** من المعادلة الآتية:

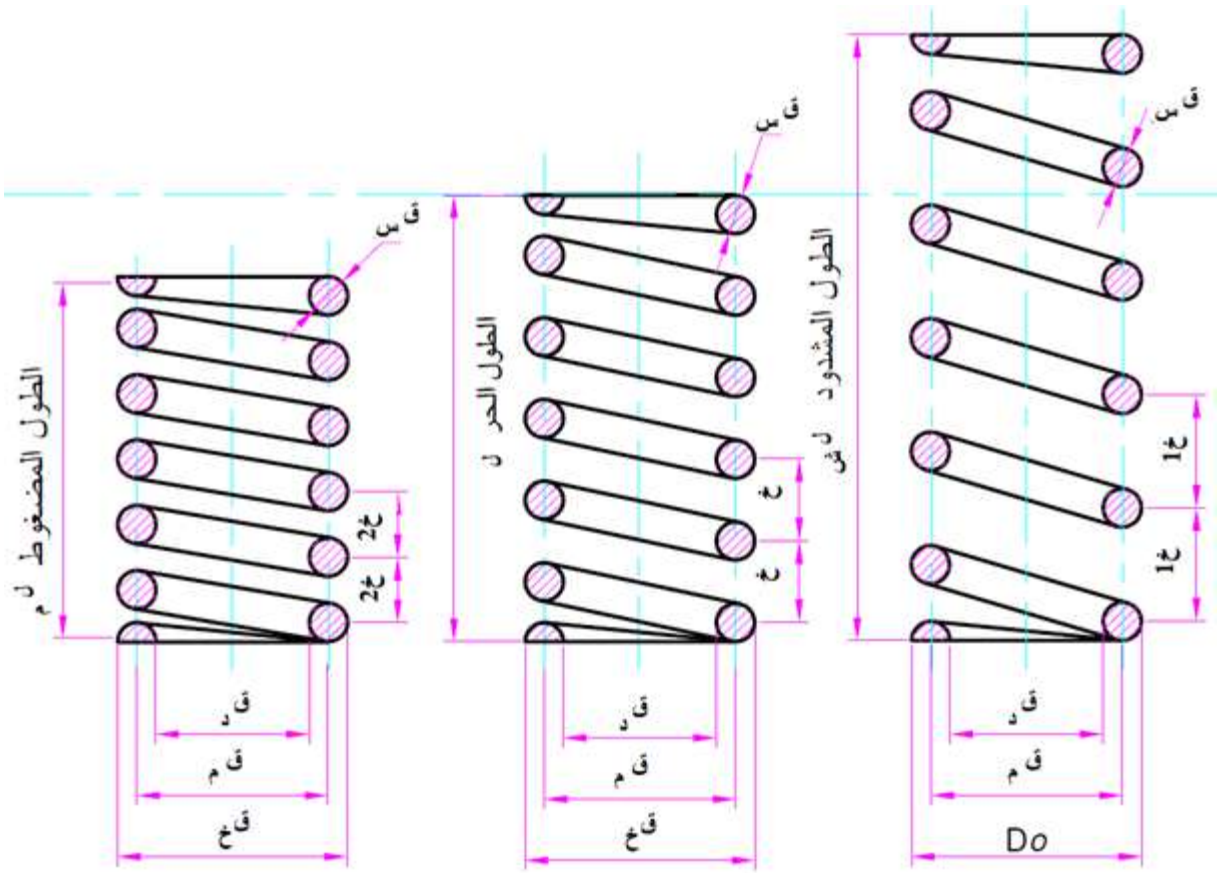
$$D_{avg} = \frac{(D_o + D_{in})}{2}$$

ويمكن حساب الخطوة بين لفة وأخرى من النابض **خ** (P) من المعادلة الآتية:

$$P = \frac{(L - D_w)}{(No - 1)}$$

ومن المعروف إن طول النابض ل يقل عند انضغاط النابض ويزداد عند شد النابض.

ويبيّن الشكل (3-3) المتغيرات التي تم ذكرها وكذلك الطول الحر والطول المضغوط والطول المشدود للنابض.



النابض في حالة الشد النابض في وضعه الحر النابض في حالة ضغط

شكل 3-3 المتغيرات التي يعتمد عليها النابض

تمرين محلول

نابض طوله الحر يساوي 75 ملم ويحتوي على 6 حلقات، قطر سلكه يساوي 5 ملم ومعدل قطر النابض يساوي 35 ملم، ارسم النابض بمقياس رسم 1:1.

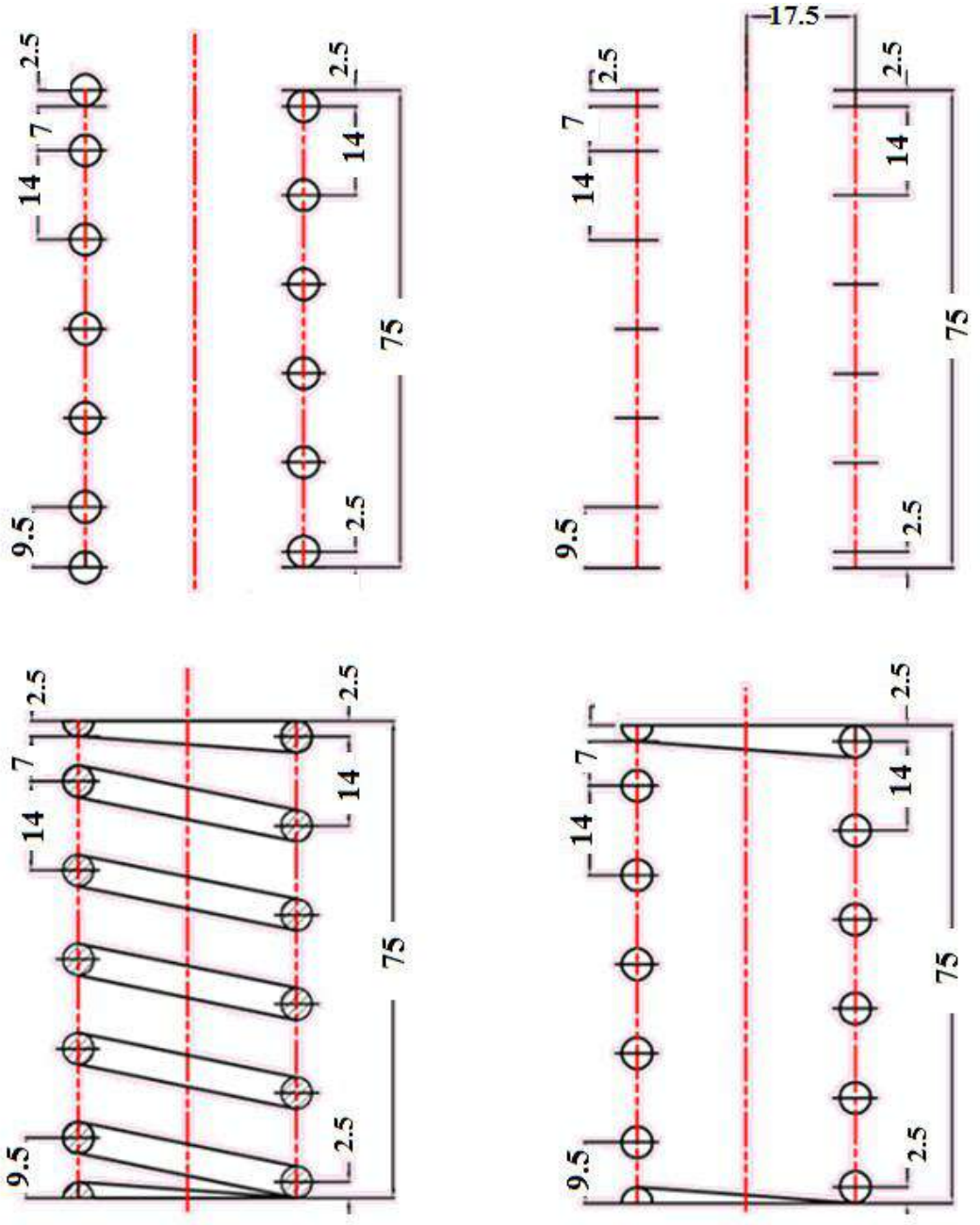
الحسابات:

- إحسب طول الخطوة:

$$P = \frac{(L - D_W)}{(No-1)} = \frac{75-5}{6-1} = \frac{70}{5} = 14 \text{ mm}$$

- ارسم خطاً عمودياً بطول 85 ملم يمثل محور النابض.

- ارسم مستقيماً عمودياً على يمين محور النابض بطول 75 ملم (طول النابض) ويبعد عنه بمسافة 17.5 ملم (نصف معدل قطر النابض)، وارسم مستقيم عمودي آخر على يسار محور النابض بنفس مواصفات المستقيم السابق.
- حدد مراكز سلك النابض بتقسيم المستقيم العمودي الأيمن، وقسم المستقيم العمودي الأيسر كما هو مبيّن في الشكل (3-4).
- ارسم دائرة قطرها 5 ملم (قطر سلك النابض)، وتبدأ الدائرة الأولى أسفل قمة العمود الأيمن بمقدار 2.5 ملم (نصف قطر السلك)، وبعد ذلك نرسم دوائر بقطر 5 ملم موزعة على المستقيم العمودي الأيمن، ويكون البعد بين دائرة وأخرى يساوي 14 ملم (طول الخطوة).
- ارسم دائرة قطرها 5 ملم عند قمة المستقيم العمودي الأيسر، وارسم دائرة أخرى بقطر 5 ملم يبعد مركزها عن مركز الدائرة الأولى بمقدار 7 ملم (نصف طول الخطوة)، وبعد ذلك ترسم أربع دوائر بقطر 5 ملم وتتباعد مراكزها بمقدار 14 ملم. ثم ترسم الدائرة الأخيرة عند قاعدة العمود الأيسر وبقطر 5 ملم .
- امسح النصف العلوي للدائرة الأولى عند بداية المستقيم العمودي الأيسر والنصف السفلي للدائرة السفلية الأخيرة في المستقيم العمودي الأيسر.
- صّل بين الدائرة الأولى للعمود الأيمن ونصف الدائرة الأولى للعمود الأيسر، وأفعل الشئ ذاته للدائرتين الأخيرتين وكما مبيّن في الشكل (3-4 ج).
- اكمل إيصال الخطوط وكما مبيّن في الشكل (3-4 د).

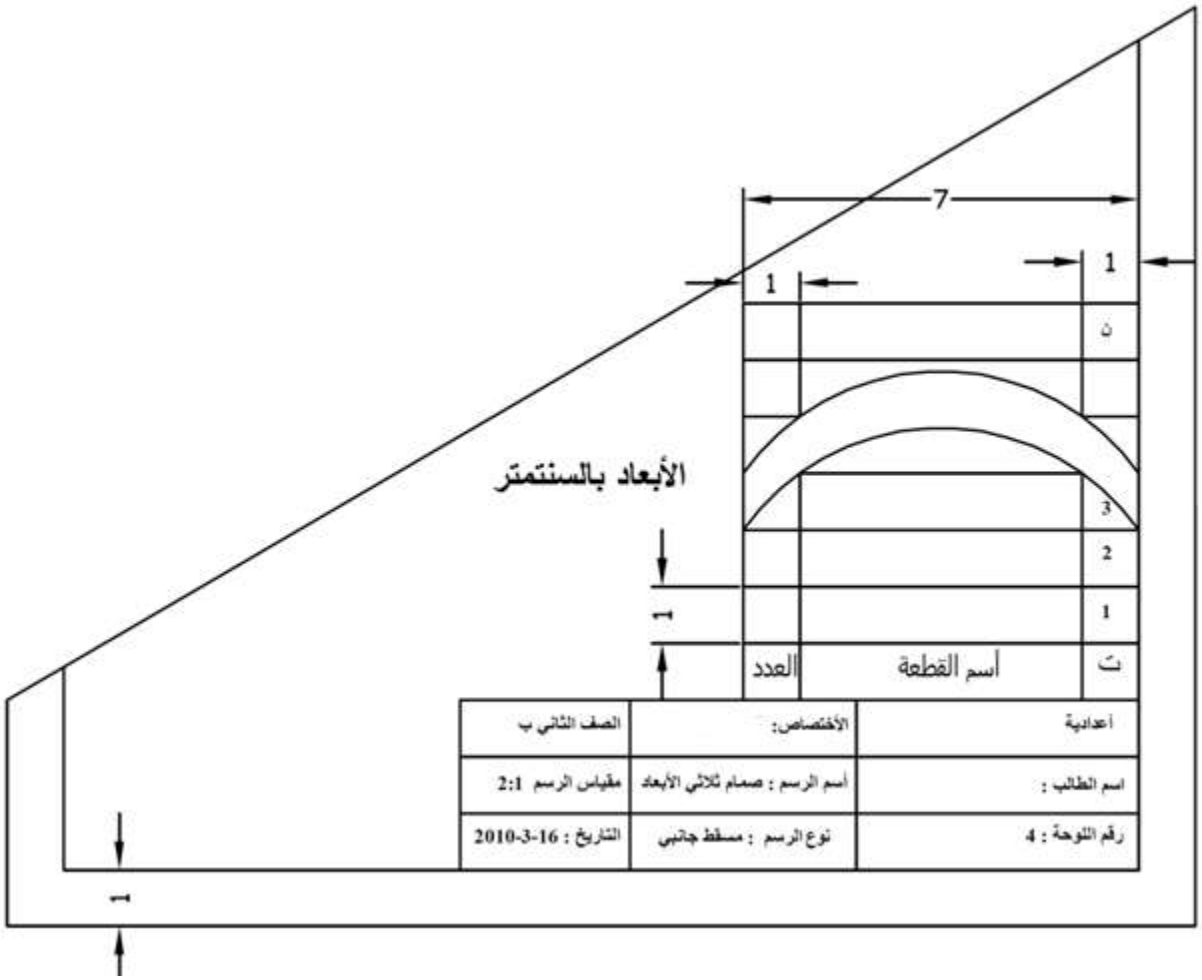


شكل 3-4 طريقة رسم النابض

تمرين1: ارسم مقطعاً أمامياً في نابض معدل قطره يساوي 80 ملم، وقطر سلكه يساوي 6 ملم، وطول النابض الحر يساوي 110 ملم، وعدد حلقاته يساوي 9.

3-3 جدول الرسم التفصيلي

وهو جدول يعَرف البيانات لكل جزء من أجزاء الماكنة أو الأداة ويلحق في أعلى جدول معلومات لوحة الرسم، ويتكون من ثلاثة أعمدة، وعدد صفوفه يساوي عدد أجزاء الماكنة مضافاً إليه واحد، ويبيّن الشكل (3-5) جدول الرسم التفصيلي.



شكل 3-5 الجدول التعريفي للرسم وجدول الرسم التفصيلي

تمارين عامة:

جميع التمارين أدناه يكون الرسم على ورقة قياس A4 وفي حال عدم وجود البعد تطبق القاعدة الآتية، يقاس البعد المعلوم ويقارن بالبعد الموجود على الرسم ويوضع مقياس تحويل يساوي البعد المعلوم مقسوم على البعد المقاس، ويضرب مقياس التحويل في أي بعد تقيسه لتستخرج البعد الحقيقي للشكل.

ملاحظة: تؤخذ الأبعاد الناقصة بالتقدير من الشكل.

التمرين الأول: ارسم مرشح الماء (Water Filter) المبيّن في الشكل (3-6) أدناه وإختر مقياس الرسم المناسب.

التمرين الثاني: ارسم المقطع الأمامي المجمع لصمام تهوية آني (Instantaneous Ventilation Valve) والمبيّن في الشكل (3-7).

التمرين الثالث: ارسم المقطع الأمامي المجمع لصمام كروي (Globe Valve)، والمبيّن في الشكل (3-8).

التمرين الرابع: ارسم المقطع الأمامي المجمع لصمام بوابة (Gate Valve)، والمبيّن في الشكل (3-9).

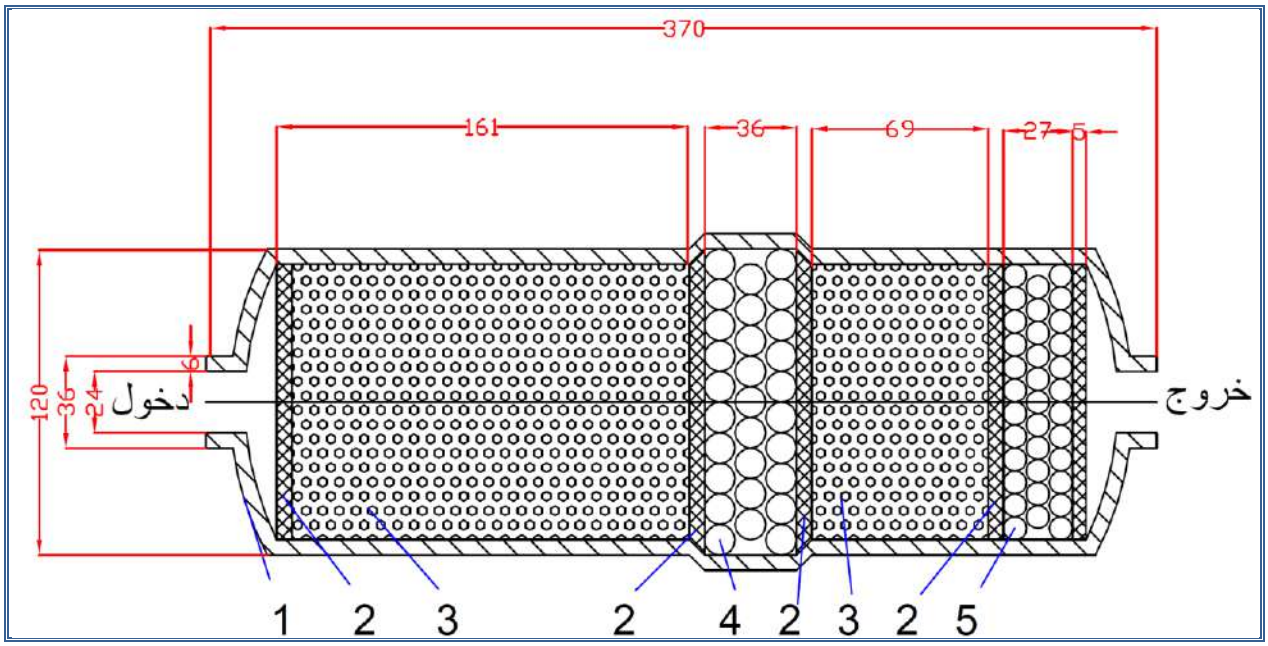
التمرين الخامس: ارسم المقطع الأمامي المجمع لصمام جلدة (Washer Valve)، والمبيّن في الشكل (3-10).

التمرين السادس: ارسم المقطع الأمامي المجمع لصمام لا رجوعي (Irreversible Valve)، والمبيّن في الشكل (3-11).

التمرين السابع: ارسم المقطع الأمامي المجمع لصمام أمان (Safety Valve)، والمبيّن في الشكل (3-12).

التمرين الثامن: ارسم المقطع الأمامي المجمع لصمام خدمة (Service Valve) والمبيّن في الشكل (3-13).

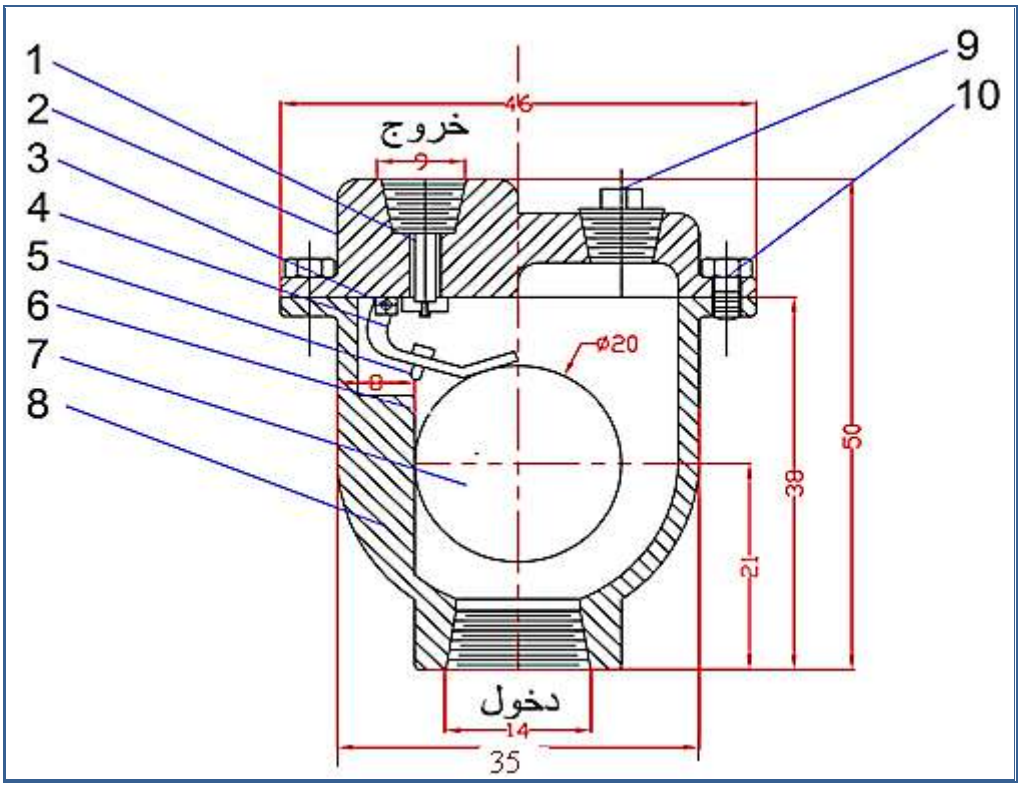
التمرين التاسع: ارسم المقطع الأمامي المجمع لصمام عوامة الضغط العالي، والمبيّن في الشكل (3-14).
(High Pressure Floating Valve)



رقم	وصف	عدد
1	جسم المرشح	1
2	مرشح نسيجي	5
3	حبيبات كاربون	1
4	حبيبات كالسيوم	1
5	حبيبات سليكات البورون والألمنيوم	1

إعدادية:	الاختصاص: تكييف الهواء والتثليج	الصف الثاني
الاسم:	مرشح ماء	مقياس الرسم:
رقم اللوحة:	مقطع أمامي	التاريخ

شكل 3- 6 مقطع أمامي مجمع لمرشح ماء

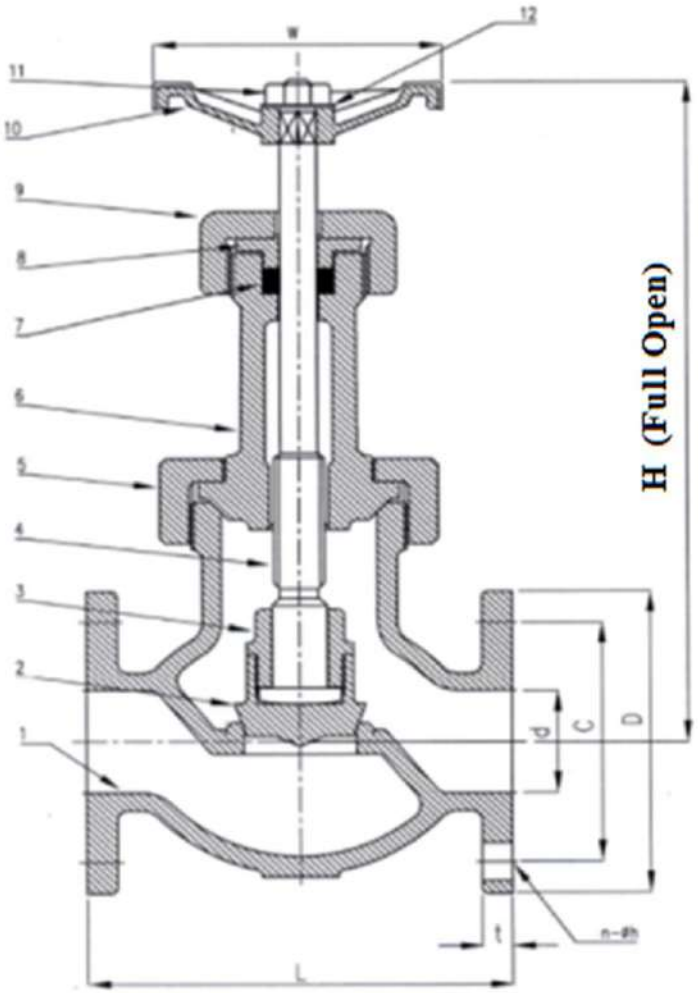


رقم	وصف	عدد
1	موضع الأنبوب	1
2	غطاء الصمام	1
3	محور العوامة	1
4	ساق العوامة	1
5	سدادة	1
6	مسند العوامة	1
7	العوامة	1
8	جسم الصمام	1
9	فتحة إضافية	1
10	لولب الغطاء	3

إعدادية:	الاختصاص: تكييف الهواء والتثليج	الصف الثاني
الاسم:	صمام تهوية آني	مقياس الرسم:
رقم اللوحة:	مقطع أمامي	التاريخ

شكل 3- 7 مقطع أمامي مجمع لصمام تهوية آني

((للاطلاع))



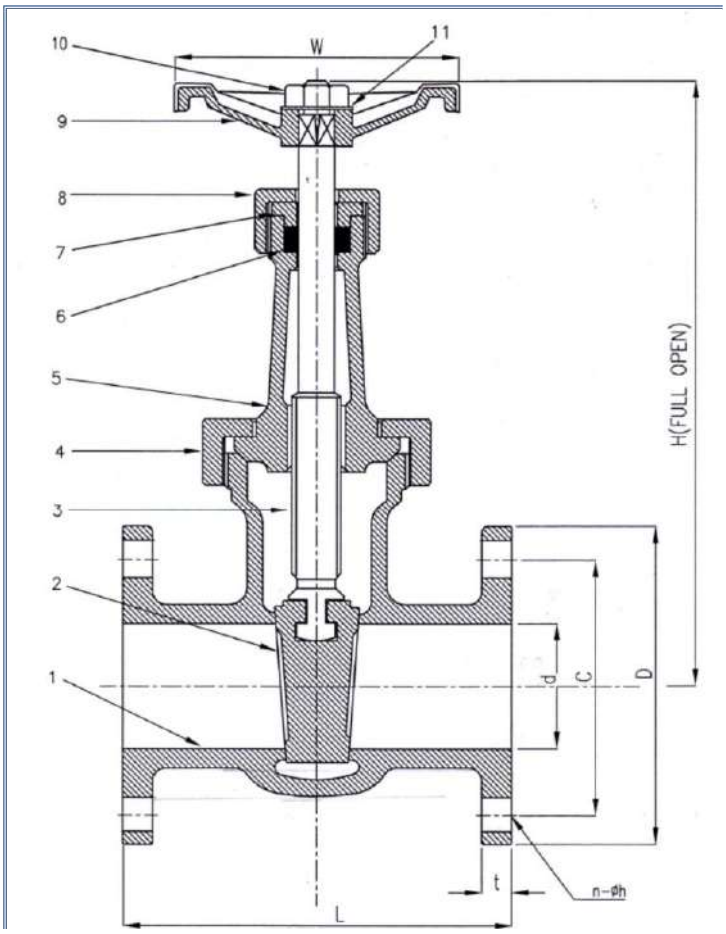
رقم	وصف	عدد
12	حلقة معدنية (واشر)	1
11	صامولة المقبض	1
10	مقبض الفتح	1
9	صامولة الحشوة	1
8	صامولة دفع الحشوة	1
7	حشوة	1
6	غطاء	1
5	صامولة جامعة	1
4	ساق	1
3	صامولة القرص	1
2	قرص	1
1	جسم الصمام	1

الأبعاد بالمليمتر عدا القطر بالإنج

W	nΦh	H	t	C	D	L	d	القطر
60	4- 0.62	103	8	60	89	85	13	**0.5**
67	4- 0.63	125	9	70	99	95	19	**0.75**
78	4- 0.64	135	10	79		106	25	**1**
83	4- 0.65	165	10	89	118	116	32	**1.25**
102	4- 0.66	202	11	98	127	135	38	**1.5**
102	2 0.75	222	13	121	152	152	51	**2**
121	3 0.75	241	14	140	178	171	64	**2.5**
165	4 0.75	265	16	152	191	202	76	**3**

إعدادية:	الاختصاص: تكييف الهواء والتثليج	الصف الثاني
الاسم:	صمام كروي	مقياس الرسم:
رقم اللوحة:	مقطع أمامي	التاريخ

شكل 3-8 مقطع أمامي مجمع لصمام كروي



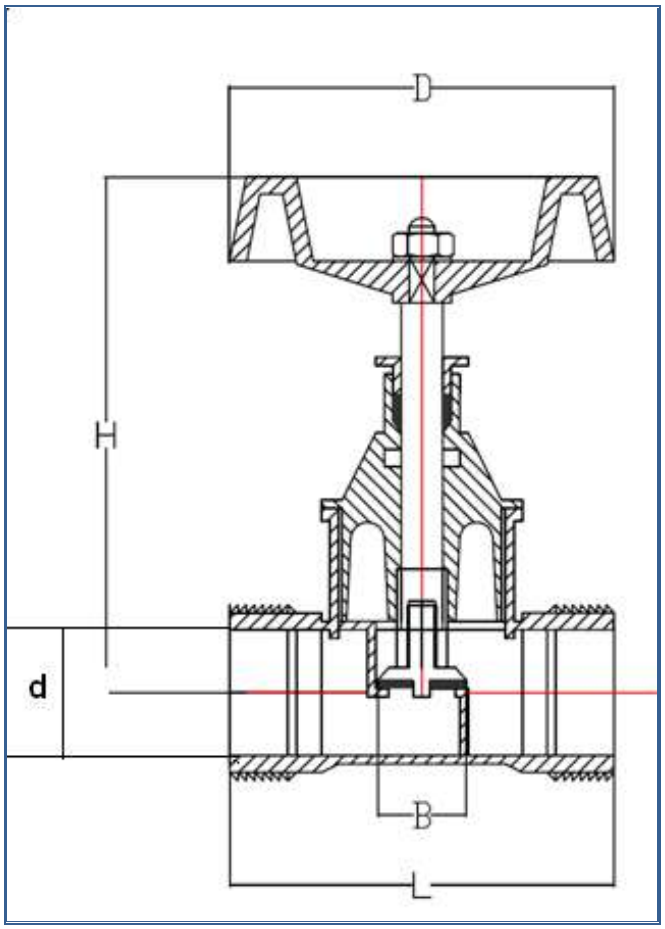
رقم	وصف	عدد
11	حلقة معدنية (واشر)	1
10	صامولة المقبض	1
9	مقبض الفتح	1
8	صامولة الحشوة	1
7	صامولة دفع الحشوة	1
6	حشوة	1
5	غطاء	1
4	صامولة جامعة	1
3	صامولة القرص	1
2	قرص	1
1	جسم الصمام	1

الأبعاد بالمليمتر عدا القطر بالإنج

W	nΦh	H	t	C	D	L	d	القطر
60	4- 0.62	103	8	60	89	85	13	**0.5**
67	4- 0.63	125	9	70	99	95	19	**0.75**
78	4- 0.64	135	10	79	108	106	25	**1**
83	4- 0.65	165	10	89	118	116	32	**1.25**
102	4- 0.66	202	11	98	127	135	38	**1.5**
102	4 -0.75	222	13	121	152	152	51	**2**
121	4 -0.75	241	14	140	178	171	64	**2.5**
165	4 -0.75	265	16	152	191	202	76	**3**
222	8 -0.75	559	17	191	229	229	102	**4**

إعدادية:	الاختصاص: تكييف الهواء والتثليج	الصف الثاني
الاسم:	صمام بوابة	مقياس الرسم:
رقم اللوحة:	مقطع أمامي	التاريخ

شكل 3-9 مقطع أمامي مجمع لصمام بوابة

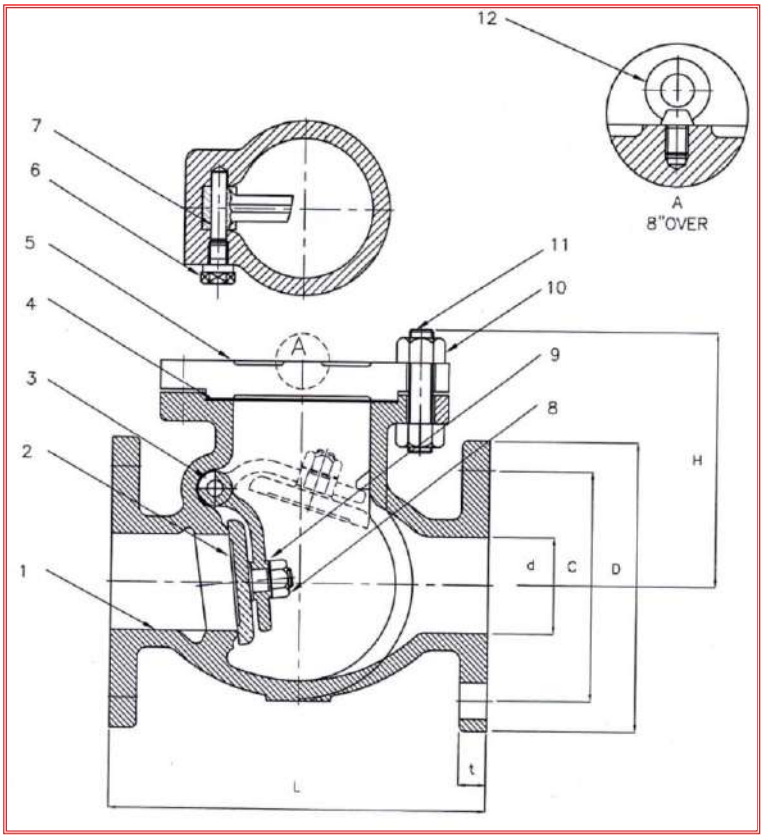


الأبعاد بالمليمتر عدا القطر بالإنج

القطر	d	L	B	D	H
0.5	15	46	11	45	61.5
0.75	20	52	14	60	69
1	25	65	19	60	75
1.25	32	74	25	80	94
1.5	40	80	30.5	80	104.5
2	50	100	38	100	119

إعدادية:	الاختصاص: تكييف الهواء والتثليج	الصف الثاني
الاسم:	صمام جلدة	مقياس الرسم:
رقم اللوحة:	مقطع أمامي	التاريخ

شكل 3-10 مقطع أمامي مجمع لصمام جلدة



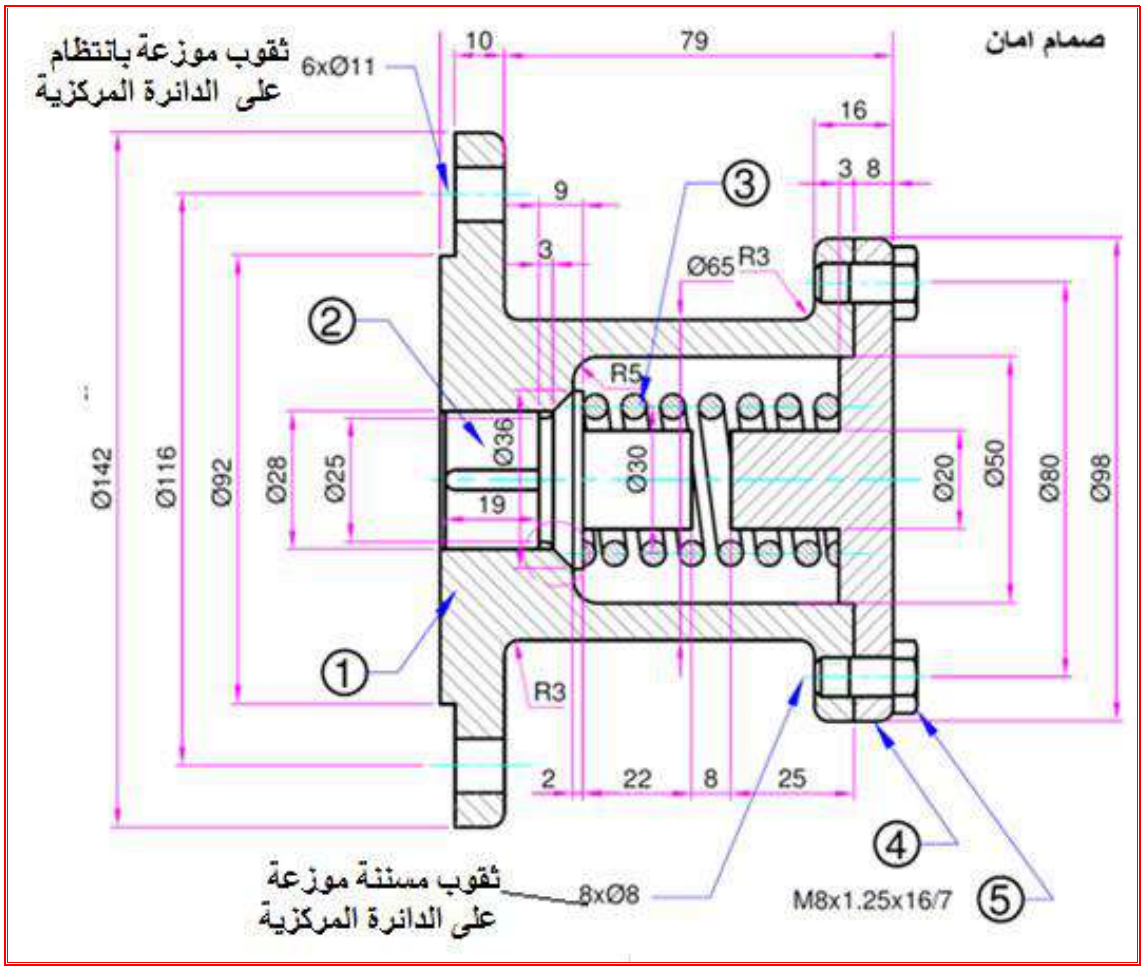
رقم	وصف	عدد
12	لولب الغطاء	1
11	لولب الغطاء	1
10	صمولة اللولب	1
9	حلقة مطاطية (واشر)	1
8	صمولة القرص	1
7	مسمار تعليق	1
6	قفل جانبي	1
5	غطاء	1
4	حشوة	1
3	ذراع ذو مفصل	1
2	قرص	1
1	جسم الصمام	1

الأبعاد بالمليمتر عدا القطر بالإنج

القطر	L	d	D	C	t
1.5	165	38	127	98	11
2	203	51	152	121	13
2.5	216	64	178	140	14
3	241	76	191	152	16
4	292	102	229	191	17
5	330	127	254	216	19
6	330	152	279	241	21
8	495	203	343	298	24
10	622	254	406	362	25
12	699	305	483	432	27

إعدادية:	الاختصاص: تكييف الهواء والتثليج	الصف الثاني
الاسم:	صمام لا رجوعي	مقياس الرسم:
رقم اللوحة:	مقطع أمامي	التاريخ

شكل 3-11 مقطع أمامي مجمع لصمام لارجوعي

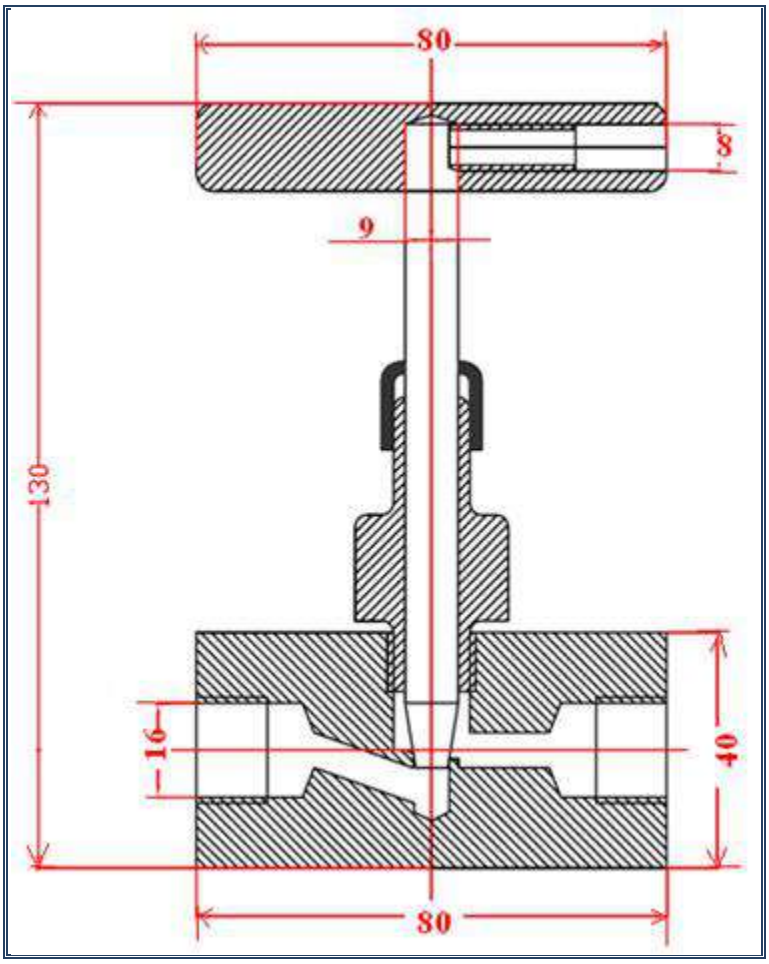


الأبعاد بالمليمتر

رقم	وصف	عدد
1	جسم الصمام	1
2	الصمام	1
3	نابض	1
4	غطاء الصمام	1
5	لولب	8

إعدادية:	الاختصاص: تكييف الهواء والتثليج	الصف الثاني
الاسم:	صمام أمان	مقياس الرسم:
رقم اللوحة:	مقطع أمامي	التاريخ

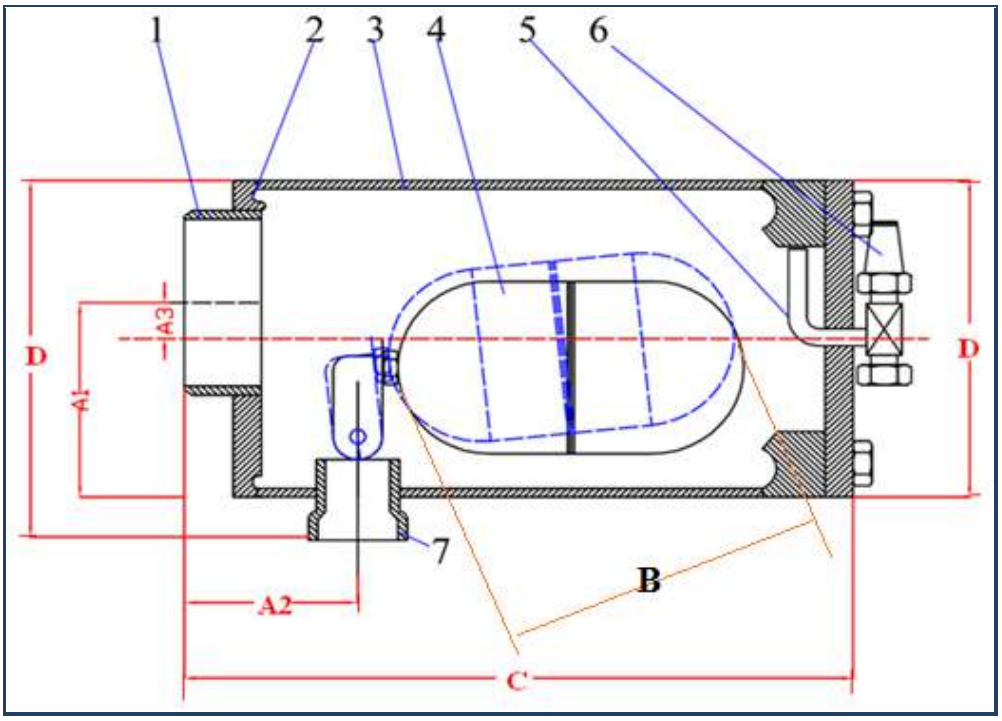
شكل 3-12 مقطع أمامي مجمع لصمام أمان



الأبعاد بالمليمتر

إعدادية:	الاختصاص: تكييف الهواء والتثليج	الصف الثاني
الاسم:	صمام خدمة	مقياس الرسم:
رقم اللوحة:	مقطع أمامي	التاريخ

شكل 3- 13 مقطع أمامي مجمع لصمام خدمة



القياس	A1	A2	A3	B	C	D
100	192	113	25	276	435	219
150	657	113		276	435	219

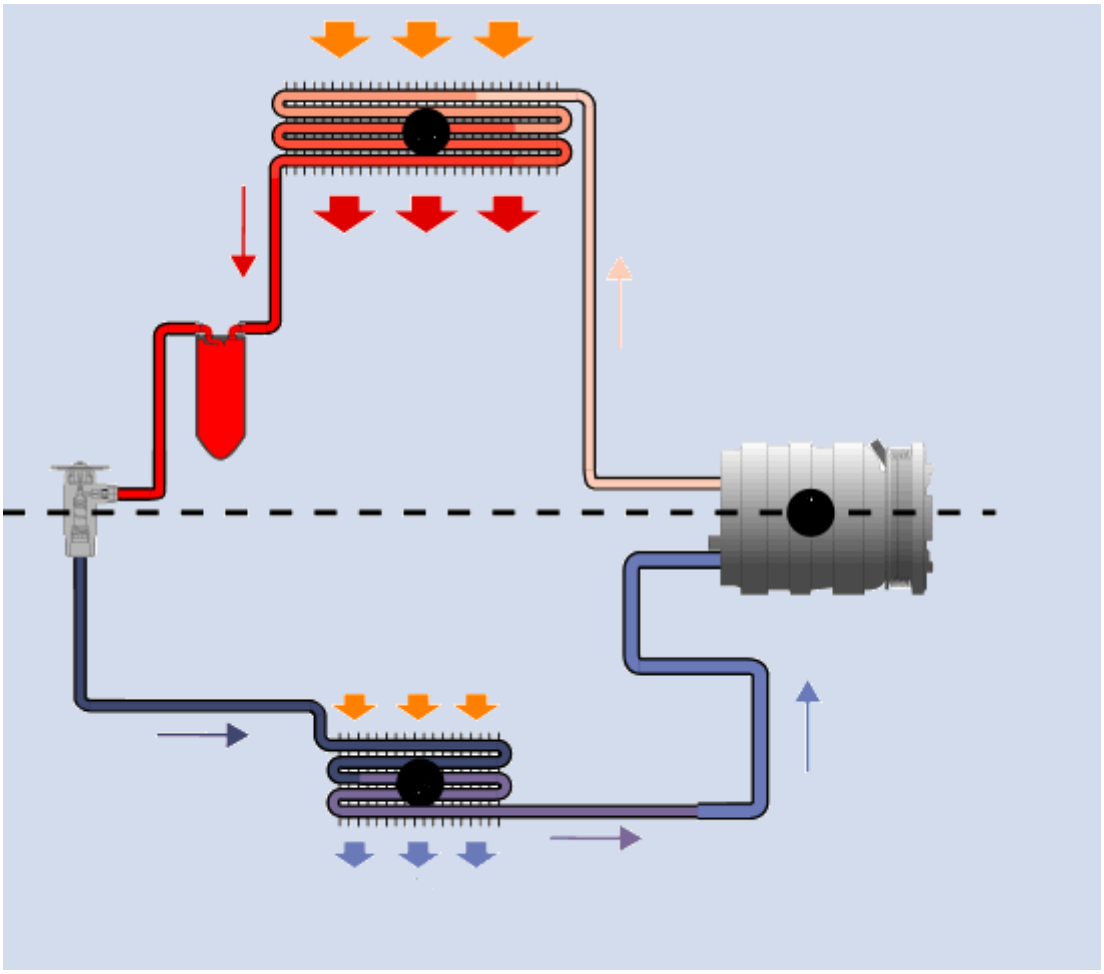
الأبعاد بالمليمتر

رقم	وصف	عدد
7	خروج مائع التثليج	1
6	صمام خدمة	1
5	أنبوب تصريف	1
4	العوامة	1
3	جسم الصمام	1
2	غطاء الصمام	1
1	دخول مائع التثليج	1

إعدادية:	الاختصاص: تكييف الهواء والتثليج	الصف الثاني
الاسم:	صمام عوامة	مقياس الرسم:
رقم اللوحة:	مقطع أمامي	التاريخ

شكل 3-14 مقطع أمامي مجمع لصمام عوامة الضغط العالي

الفصل الرابع
الرسم الميكانيكي لمنظومات التثليج
Mechanical Drawing for Refrigeration Systems



الرسم الميكانيكي لمنظومات التثليج

Mechanical Drawing for Refrigerant Systems

4-1 المقدمة Introduction

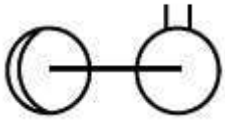
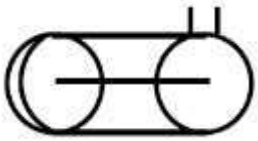
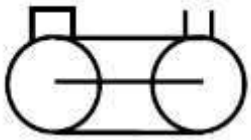
تتكون منظومات التثليج وتكييف الهواء من عناصر عديدة، منها أساسية مثل الضواغط والمبخرات والمكثفات وأدوات التمدد وغيرها، ومنها خدمية مثل مستلم سائل مائع التثليج ومصيدة الزيت وآخر يستخدم للسيطرة مثل المؤقتات الزمنية ومنظم درجات الحرارة وغيرها، وبسبب كون معظم أجزاء منظومات التثليج وتكييف الهواء يصعب رسمها بتفاصيلها الدقيقة أو رسم مقاطع مفصلة للأجزاء أعلاه، يستعاض عنها برموز بسيطة متفق عليها عالمياً لتصبح لغة العاملين في مجال التثليج وتكييف الهواء. وفيما يأتي رموز العناصر المستخدمة في مجال التكييف والتثليج:

4-2 رموز عناصر التثليج وتكييف الهواء

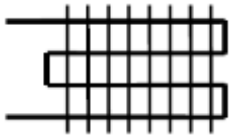
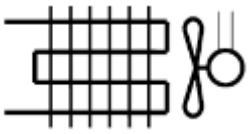
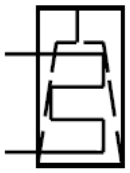
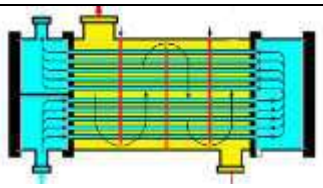
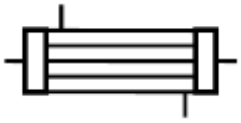
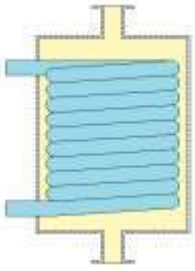
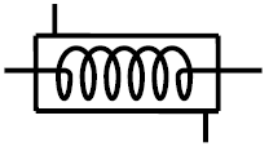
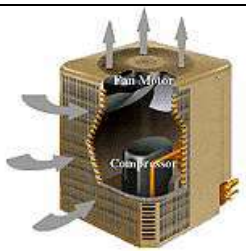
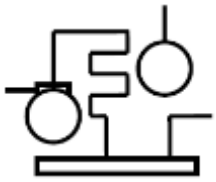
Refrigeration & Air-Conditioning Elements Symbols

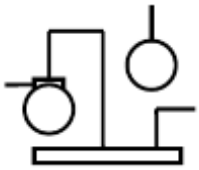
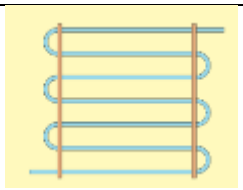
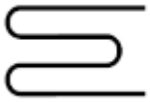
4-2-1 رموز الضواغط Compressors Symbols

العنصر	شكل تفصيلي	رمز الرسم
الضاغط بصورة عامة		
ضاغط دوراني مغلق		

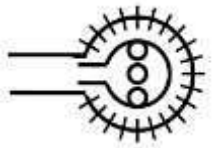
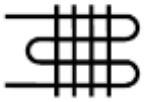
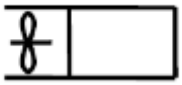
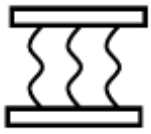
ضاغط ترددي نصف مغلق (يدار بمحرك خارجي مباشرة)		
محرك مع ضاغط دوراني، محكم الغلق، إدارة مباشرة		
ضاغط ترددي مفتوح (يدار بمحرك خارجي وسير نقل الحركة (قايش))		
ضاغط ترددي مفتوح (يدار بمحرك خارجي مباشرة)		
ضاغط دوراني مغلق (يدار بمحرك داخلي مباشرة)		

2-2-4 رموز المكثفات Condensers Symbols

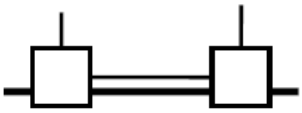
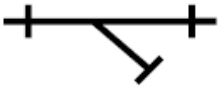
العنصر	شكل تفصيلي	رمز الرسم
مكثف مزعنف مبرد بالهواء الحر		
مكثف مزعنف مبرد بالهواء القسري		
مكثف تبخيري		
مكثف مبرد بالماء ذو غلاف وأنابيب		
مكثف مبرد بالماء ذو غلاف وملف		
وحدة تكثيف مبردة بالهواء (تحتوي على ضاغط ومكثف)		

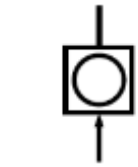
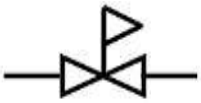
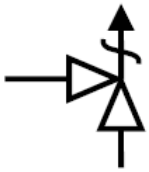
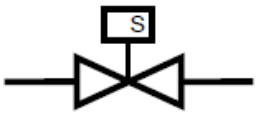
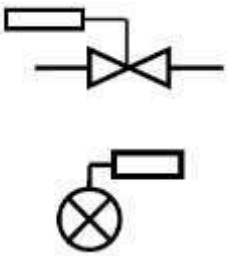
وحدة تكثيف مبردة بالماء (تحتوي على ضاغط ومكثف)		
ملف أنبوبي		

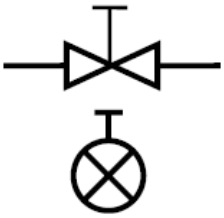
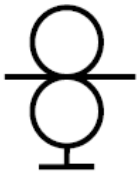
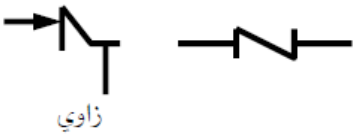
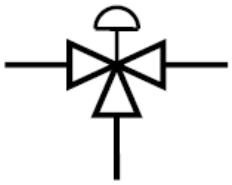
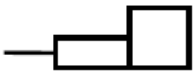
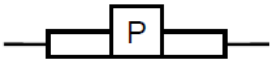
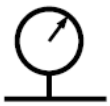
3-2-4 رموز المبخرات Evaporators Symbols

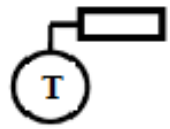
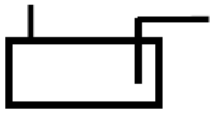
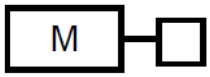
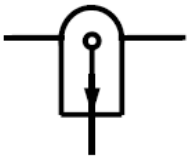
العنصر	شكل تفصيلي	رمز الرسم
مبخر سقفي مزعنف		
مبخر مزعنف لتبريد الهواء بالحمل الحر		
مبخر مزعنف لتبريد الهواء قسراً		
مبخر لوحي متشعب		

4-2-4 رموز ملحقات دورة التثليج Symbols of Refrigerating fitting

العنصر	شكل تفصيلي	رمز الرسم
برج تبريد		
مبادل حراري		
زجاجة بيان		
مجفف ومصفي		
مصفاة		
مرشح ومجفف خطي		
صمام عوامة الضغط العالي		

صمام عوامة الضغط الواطئ		
صمام منظم الضغط		
صمام مخفض الضغط		
صمام تصريف		
صمام كهربائي		
صمام تمدد حراري		

صمام تمدد يدوي		
صمام تمدد ضغط ثابت		
صمام لارجوعي		
صمام ثلاثي آلي		
مفتاح ضغط		
مفتاح ضغط عالي وضغط واطيء		
مقياس ضغط ومقياس درجة حرارة		

منظم درجة الحرارة		
مستلم أفقي		
مستلم رأسي		
مراكم (مجمع) للسائل		
مضخة		
فاصل زيت		

3-4 رسم دوائر التثليج Drawing of Refrigerating Cycles

رسم دوائر التثليج للأنظمة المنزلية:

عند رسم دوائر التثليج وتكييف الهواء يجب مراعاة القواعد الآتية:

- الالتزام برموز العناصر المتعارف عليها عالمياً.
- رسم رموز العناصر بخطوط واضحة.
- توزيع العناصر بانتظام على كامل مساحة الرسم.
- اختيار المقياس المناسب.
- تجنب التقاطعات بين خطوط الأنابيب لمنع الالتباس في الرسم.
- وضع اتجاه تدفق السائل والغاز.

1-3-4 دائرة التثليج الأساسية Basic Refrigerant Cycle

تتكون دائرة التثليج الأساسية من المكونات الآتية: الضاغط، المكثف، أداة التمدد، والمبخر. ويجب في البداية التعرف على كيفية رسم المبخر والمكثف، ولرسم المبخر أو المكثف تتبع الخطوات الآتية:

أ- رسم ملف التثليج بخطين

- تحديد قطر أنبوب مائع التثليج ق$_1$ (**D_1**)، وقطر انحناء أنابيب المبخر أو المكثف ق$_2$ (**D_2**).
- يرسم خطين عموديين البعد بينهما يساوي عرض المبخر أو المكثف وارتفاعهما يساوي ارتفاع المكثف أو المبخر.
- لتحديد مراكز انحناء المكثف أو المبخر تستخدم المعادلة الآتية لاستخراج البعد ل (**L**) والذي يمثل البعد الأفقي بين مراكز انحناء أنابيب المكثف أو المبخر:

$$L = w_{cond} - D_2$$

- يعاد رسم عمودين آخرين البعد بينهما يساوي **ل** وكما هو مبيّن في الشكل (4-1)، وتحدد مراكز دوائر انحناء أنابيب المكثف.

- حدد مراكز الدوائر وكما يأتي:

❖ المركز الأول على العمود الأيمن يبعد عن قمة العمود بمقدار 0.5× ق$_2$

❖ المركز الثاني على العمود الأيمن(ص) يبعد بمقدار 2 ×(ق$_2$ – ق$_1$)

❖ يرسم مركز آخر على العمود الأيمن بنفس البعد أعلاه (ص)

❖ المركز الأول على العمود الأيسر يبعد مسافة مقدارها (س) =ق$_2$ – ق$_1$

❖ المركز الثاني على العمود الأيسر يبعد مسافة مقدارها (ص) عن المركز الأول.

❖ يعاد رسم مركزين آخرين على العمود الأيسر يبعد مسافة مقدارها (ص) عن المركز الأول.

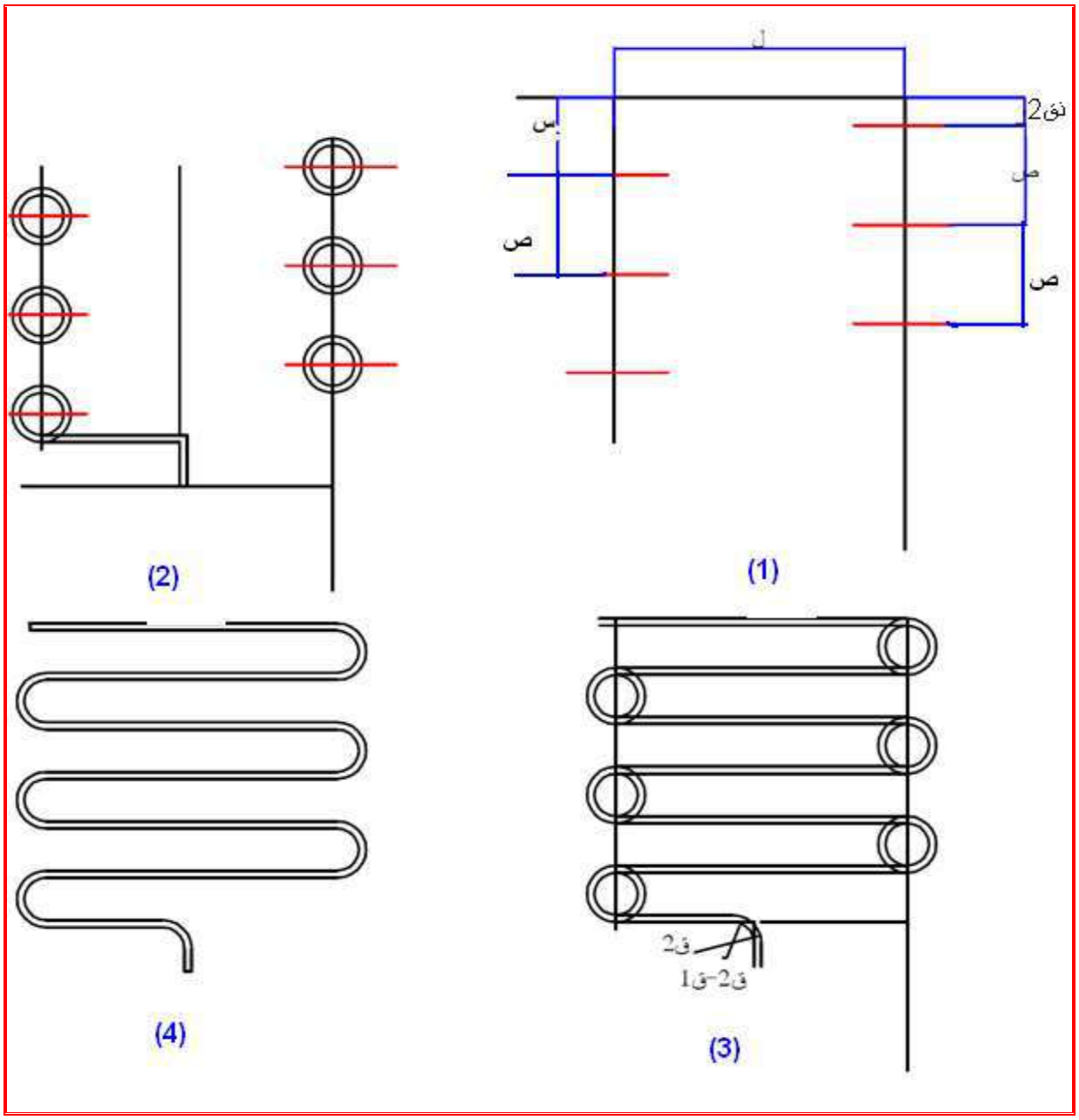
❖ بعد تحديد ثلاثة مراكز على كل عمود، يرسم بخط خفيف دائرة قطرها ق$_2$، عند كل مركز.

❖ يعاد رسم دائرة أخرى قطرها ق$_1$ عند كل مركز من المراكز الستة.

❖ صل مماساً أفقياً متوازياً للدوائر، وكما هو مبيّن في الشكل (4-1).

❖ تنصف المسافة بين العمودين ويرسم الانحناء العمودي الأخير، وكما هو مبيّن في الشكل (4-1).

❖ تمسح الخطوط الزائدة للحصول على شكل المكثف أو المبخر.



شكل 4-1 طريقة رسم ملف المبخر أو المكثف

مثال

ارسم مبخر دائرة تثليج قطر الأنبوب فيه يساوي 8/3 إنج وقطر انحناء أنابيب المبخر يساوي 50 ملم، عرض المكثف 700 ملم.

(إختر مقياساً للرسم 5:1).

حدد البعد بين أعمدة المراكز ل= 700-50= 650

حدد بعد المركز الأول للعمود الأيمن = 2/50 = 25 ملم

قطر الأنبوب بالمليمتر = (8/3 × 25.4) = 9.6 ملم = 10 ملم تقريباً

قطر الدائرة الداخلية = ق$_2$ – 2 ق$_1$ = 50 – 2× 10 = 30 ملم

نصف قطر الدائرة الخارجية = 25 ملم

نصف قطر الدائرة الداخلية = 15 ملم

س= (ق2 – ق1) = 50-10 = 40 ملم

ص= 2 × (ق2 – ق1) = 2 ×(50 – 10) = 80 ملم.

عند إتباع الخطوات أعلاه، مع الأخذ بنظر الاعتبار القياسات المعطاة في السؤال يمكن أن يرسم الشكل، وكما هو مبيّن في الشكل (4-2).

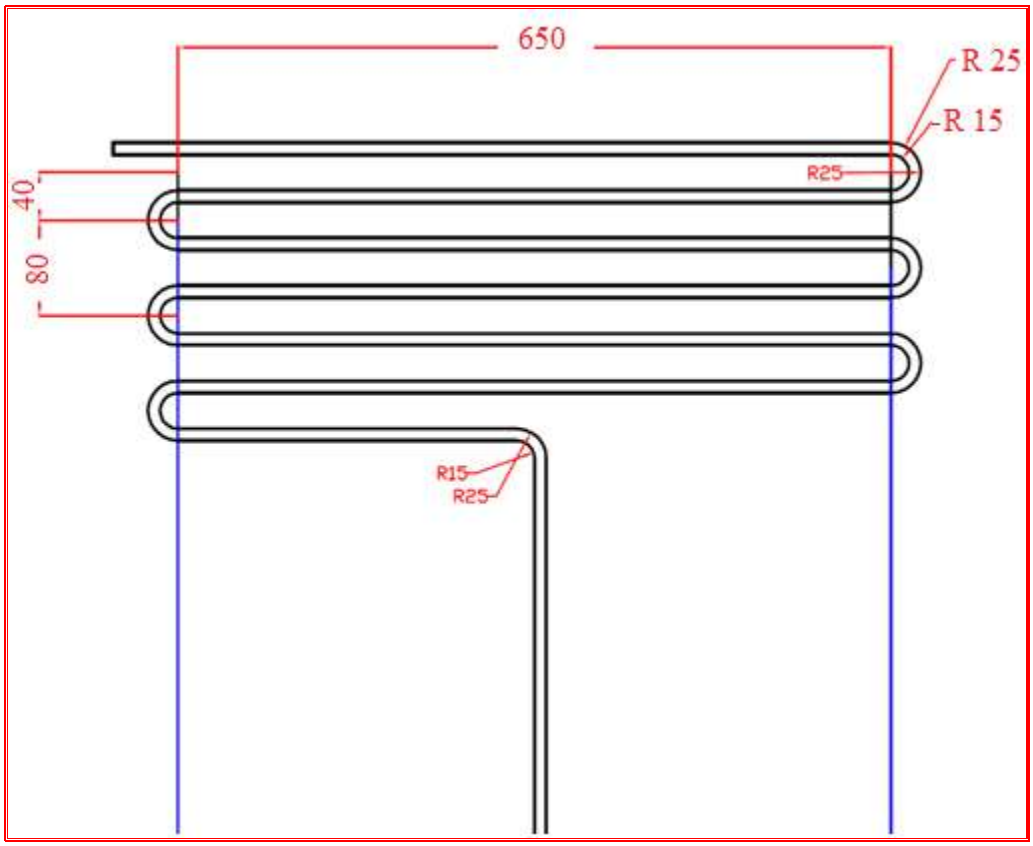
ب- **رسم ملف التبريد بخط واحد.**

عند رسم ملف التبريد بخط واحد اِتبع الخطوات الآتية.

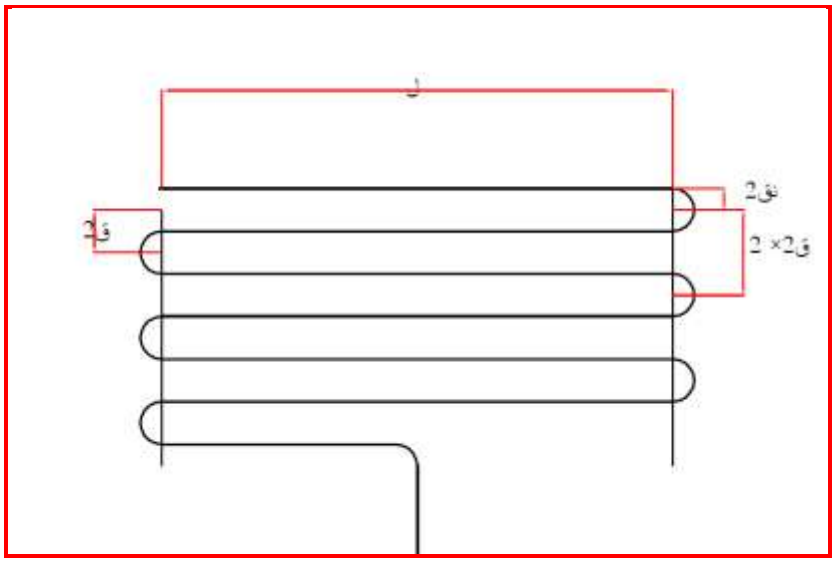
- ارسم خطين عموديين بحيث يكون البعد بينهما يساوي عرض المكثف أو المبخر
- لتحديد مراكز انحناء المكثف أو المبخر تستخدم المعادلة الآتية:

$$L = w_{cond} - D_2$$

- إعد رسم عمودين آخرين المسافة بينهما تساوي **ل** وكما هو مبيّن في الشكل (4-3)، وحدد مراكز دوائر انحناء أنابيب المكثف.
- ارسم مركز الدائرة الأولى على بعد نصف قطر دائرة انحناء الملف (ق$_2$).
- ارسم المراكز الأخرى للانحناءات على أبعاد متساوية تساوي (2 × ق$_2$)، لاحظ الشكل (4-3).



شكل 4-2 رسم تمرين الملف



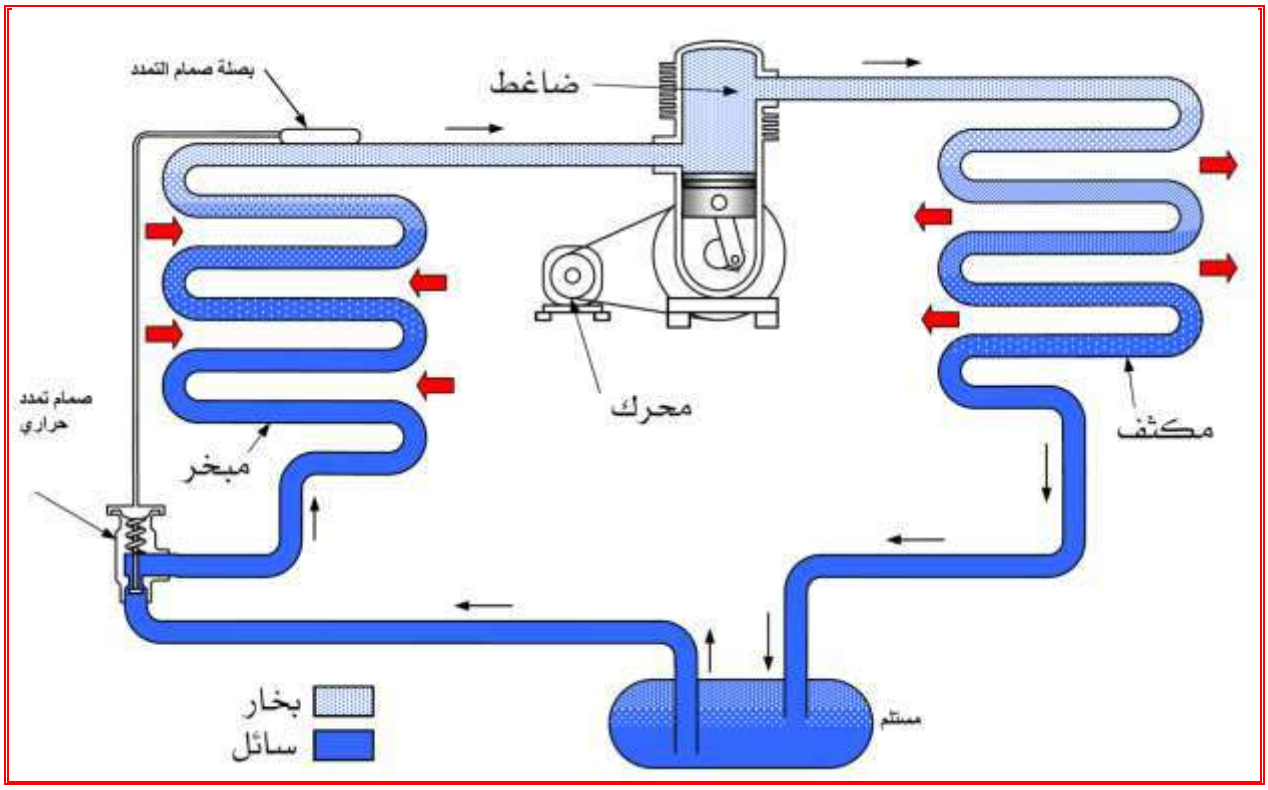
شكل 4-3 رسم ملف تبريد بخط واحد

تمارين عامة على دورات التثليج

التمرين الأول:

ارسم دورة التبريد المبيّنة في الشكل (4-4) بخطين علماً أن الدورة تتكون مما يأتي:

ضاغط من النوع المفتوح مع محرك كهربائي، مكثف مزعنف مبرد بالهواء (حمل حر)، مستلم، صمام تمدد حراري، مبخر مزعنف لتبريد الهواء (حمل حر).

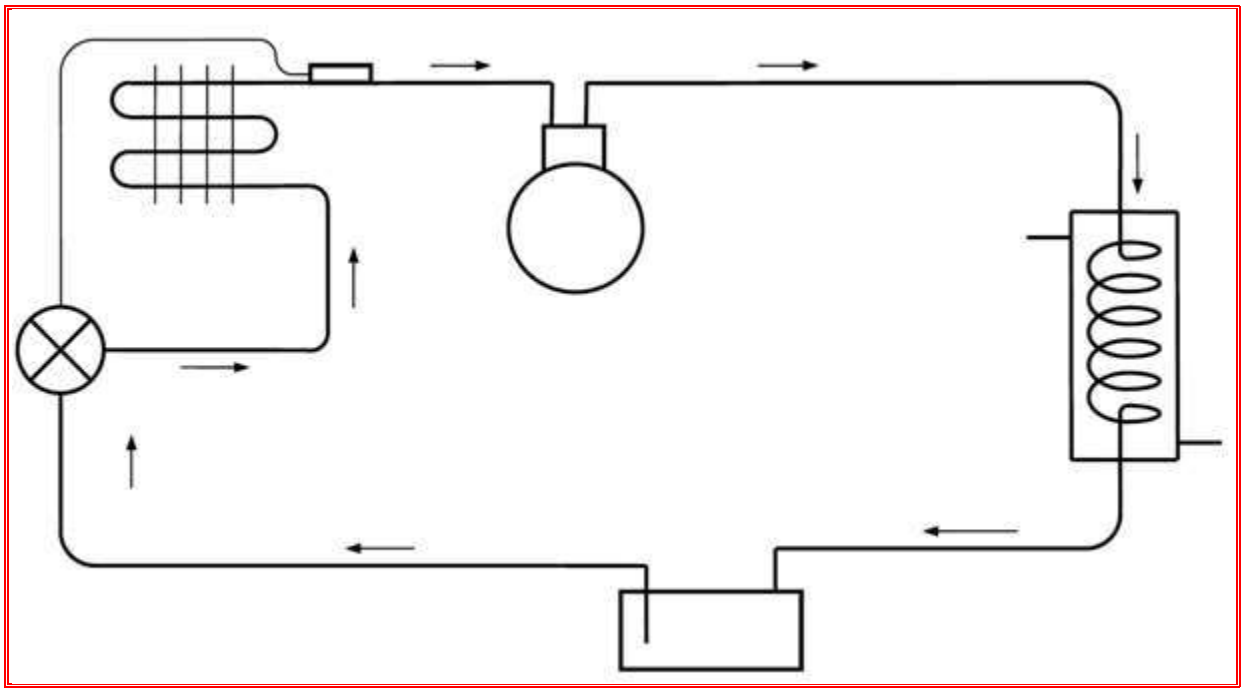


شكل 4-4 دورة تثليج بسيطة مرسومة بخطين

التمرين الثاني:

ارسم الشكل (4-5) بخط واحد مع أبدال المكثف المبرد بالهواء بآخر من نوع الغلاف والملف.

الحل:



شكل 4-5 دورة تثليج بسيطة مرسومة بخط واحد (حل التمرين الثاني)

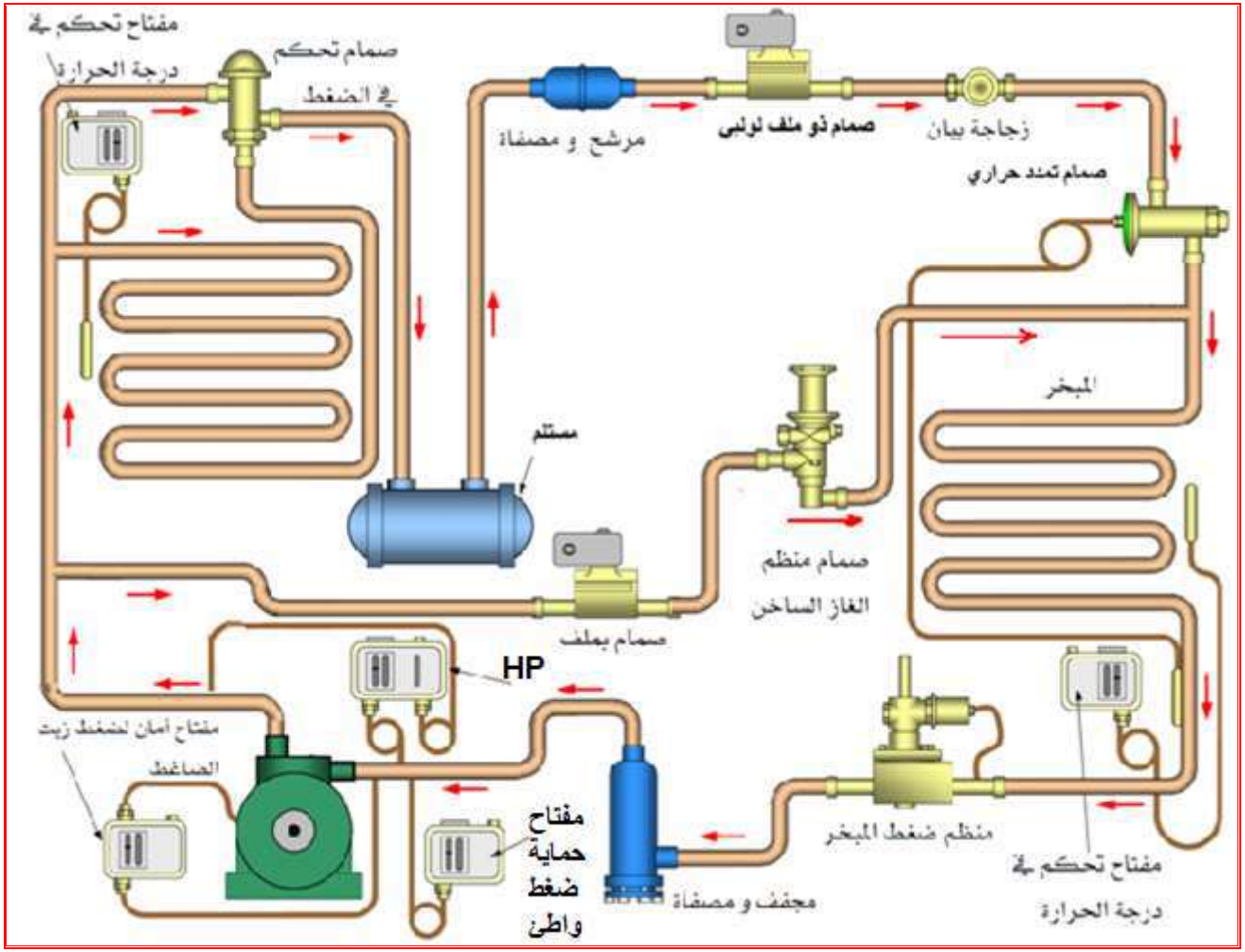
التمرين الثالث: ارسم دورة التثليج التجارية المبيّنة في الشكل (4-6) بخط واحد مستعينا بالرموز العالمية المعتمدة.

التمرين الرابع:

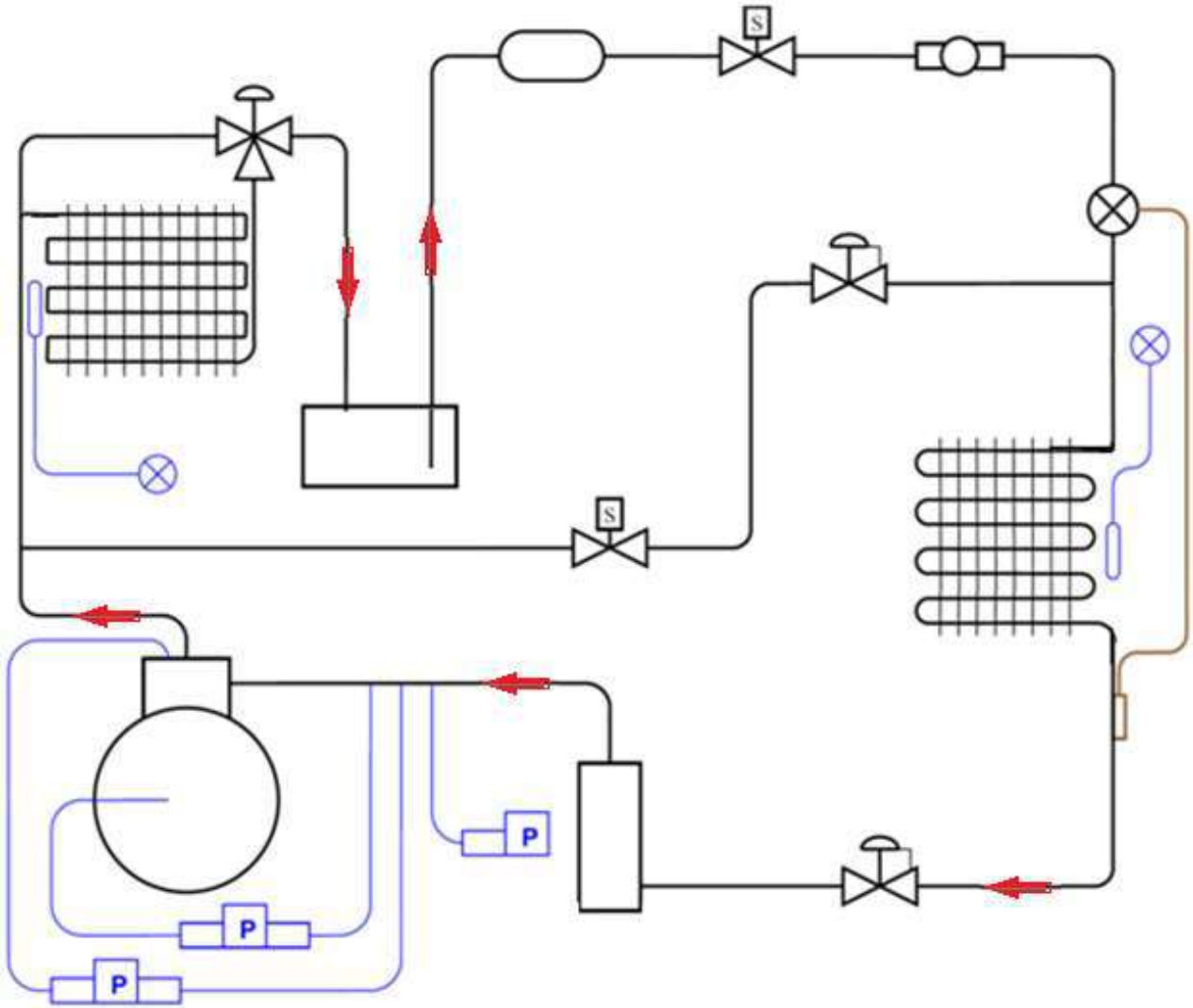
ارسم دورة التثليج الصناعية متعددة المبخرات المبيّنة في الشكل (4-8) مستخدما الرموز العالمية المعتمدة.

التمرين الخامس:

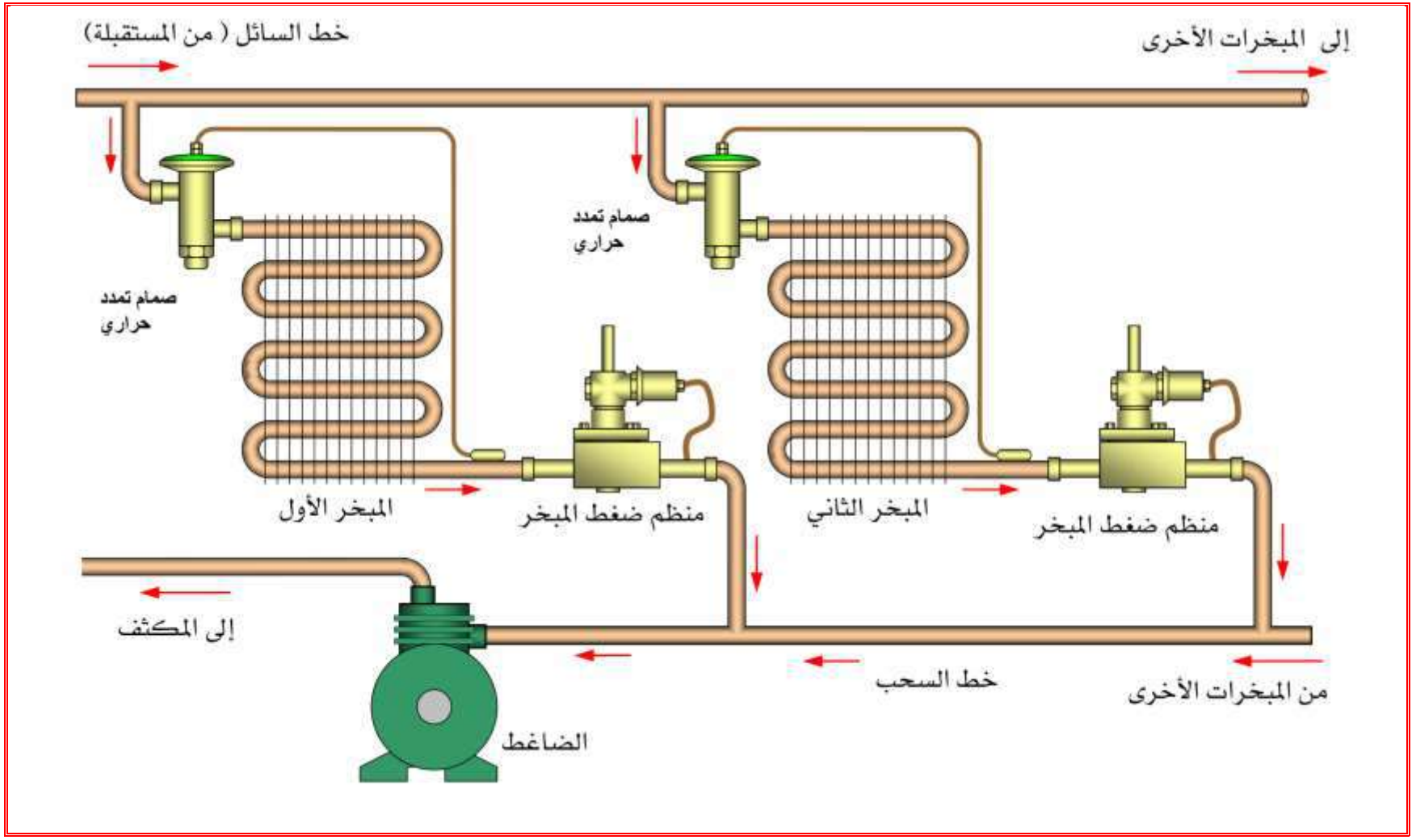
إعد رسم دورات التثليج المبيّنة في الأشكال (4-10) و (4-11) و (4-12) على ورقة A4 مع كتابة رمز كل عنصر من مكونات الدوائر.



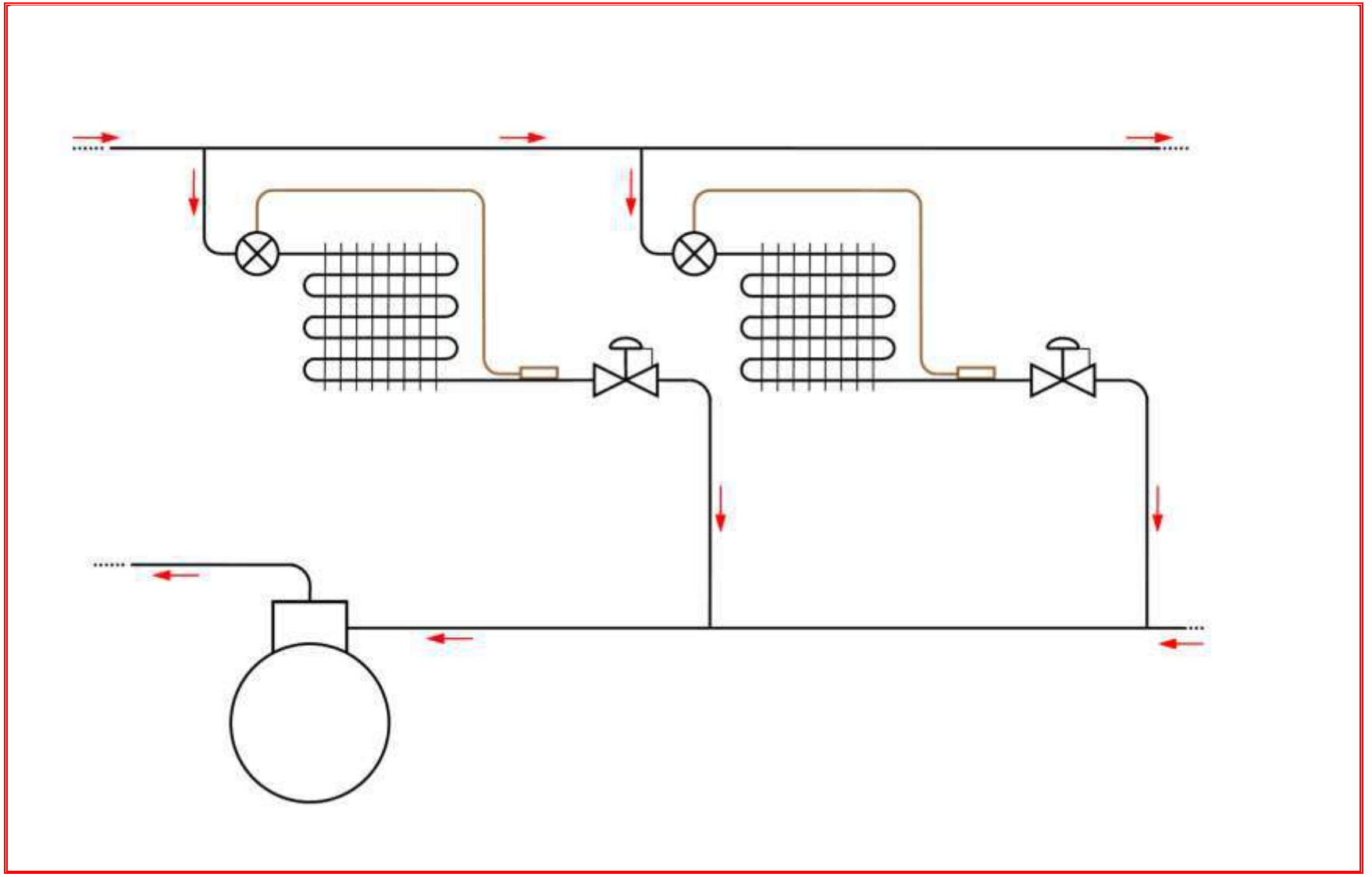
شكل 4-6 دورة تثليج تجارية مرسومة بخطين



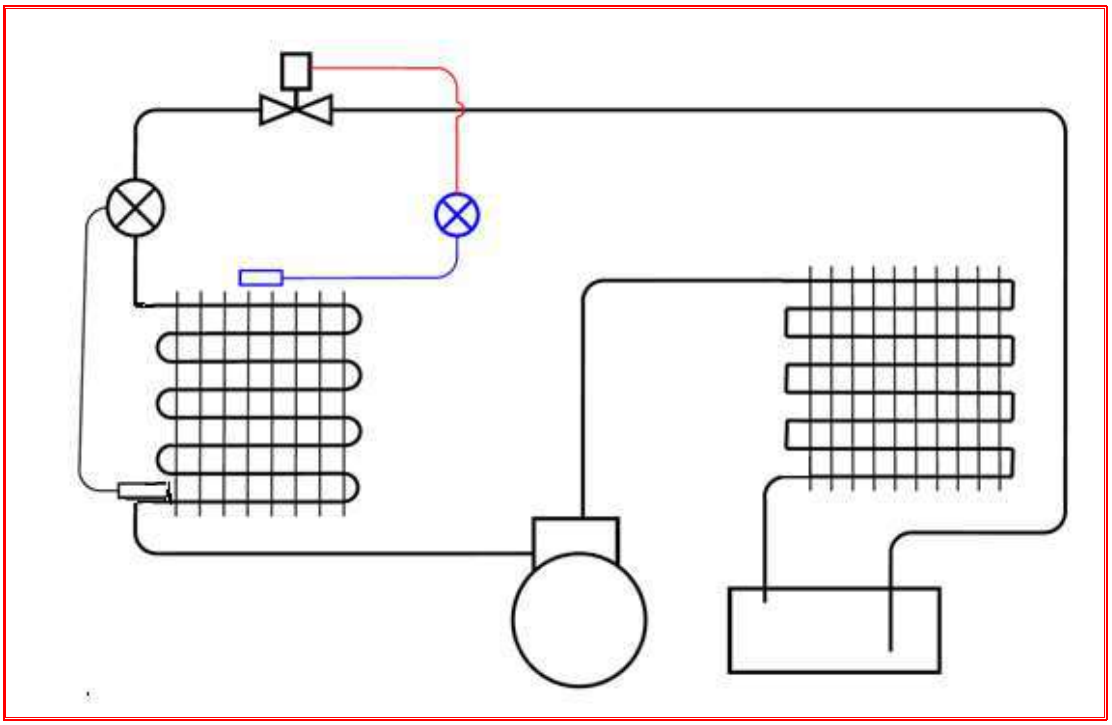
شكل 4-7 دورة تثليج تجارية مرسومة بخط واحد مع الرموز العالمية المعتمدة (حل التمرين الثالث)



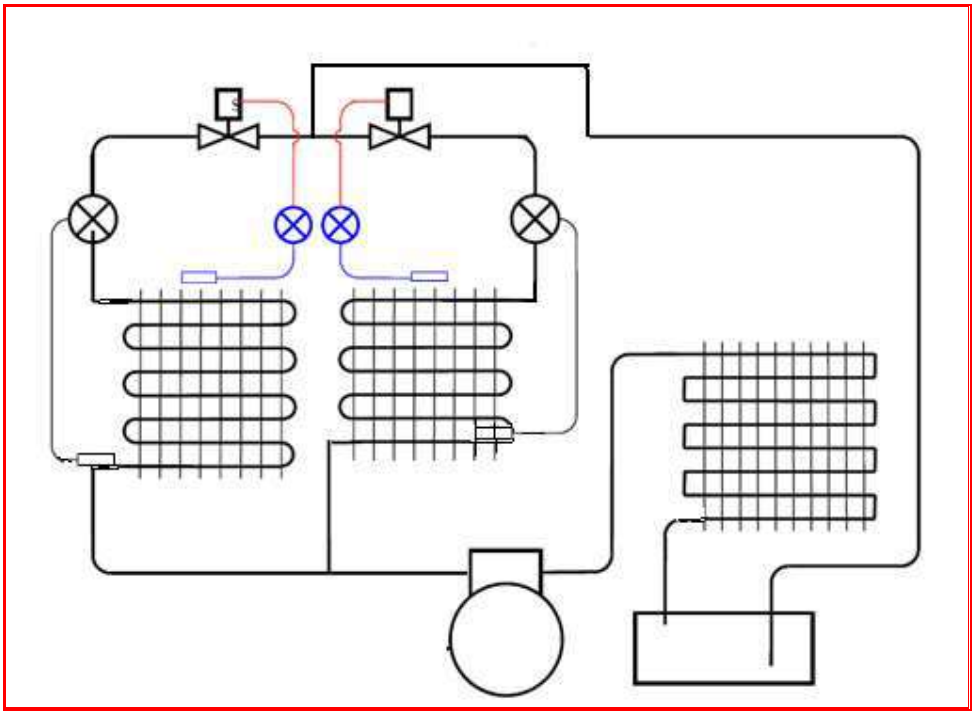
شكل 4-8 جزء من دورة تثليج صناعية متعددة المبخرات مرسومة بخطين



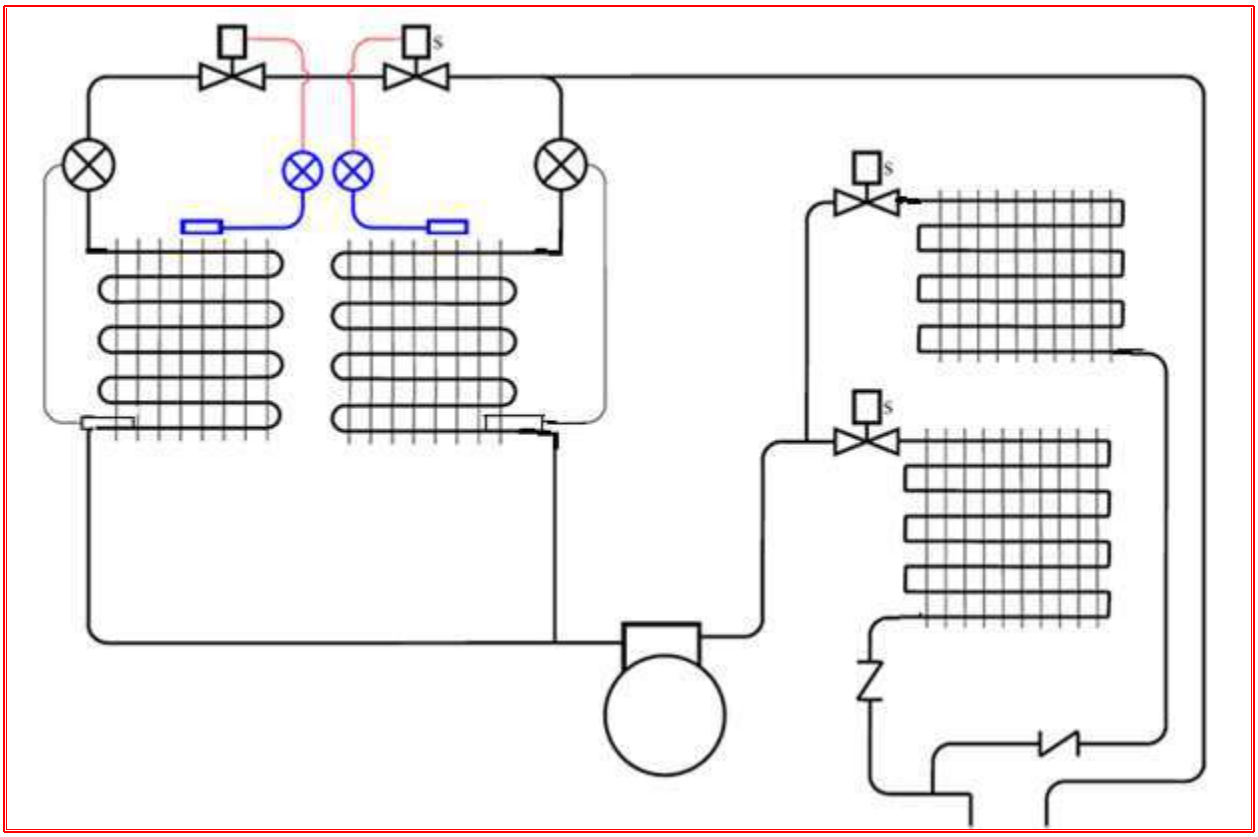
شكل 4-9 جزء من دورة تثليج تجارية متعددة المبخرات مرسومة بخط واحد (حل التمرين الربع)



شكل 4-10 دورة تثليج بسيطة مع مستلم



شكل 4-11 دورة تثليج بسيطة بمبخرين مع مستلم



شكل 4-12 دورة تثليج متعددة المبخرات والمكثفات

4-4 رسم الدوائر الكهربائية لدورات التثليج Drawing of Electrical Refrigerating Cycle

تتكون دورة التثليج بصورة عامة من أجزاء ميكانيكية تم التطرق إليها في الجزء السابق، وتتكون أيضاً من دوائر أخرى موازية لها، ألا وهي الدوائر الكهربائية. وتتكون الدوائر الكهربائية ودوائر السيطرة من الأسلاك الكهربائية والمؤقتات الزمنية واللواقط الكهربائية، وقواطع الدورة الكهربائية ومكونات أخرى سيتم التطرق لها لاحقاً، وكما تم تمثيل الرموز الميكانيكية لدورة التثليج، سيتم توضيح الرموز الكهربائية الخاصة بدورات منظومات تكييف الهواء والتثليج.

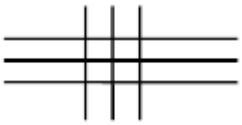
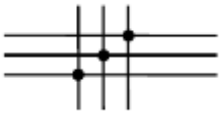
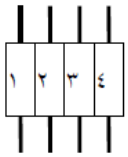
4-4-1 رموز العناصر الكهربائية في دورات التثليج

Symbols of Electrical Elements of Refrigerating Cycle

أ- رموز الموصلات Conductors Symbols

تستخدم الموصلات لربط الأجزاء الكهربائية للدورة، ووظيفتها نقل التيار الكهربائي أو نقل الإشارة من عناصر السيطرة إلى منظم العمل.

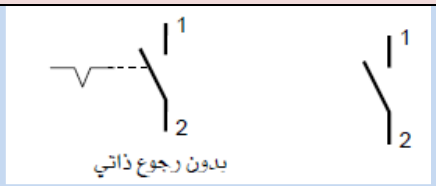
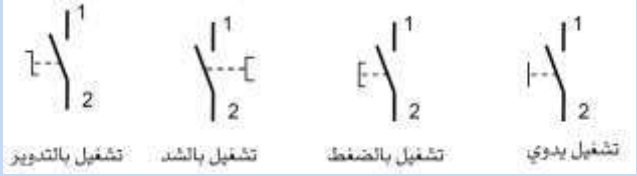
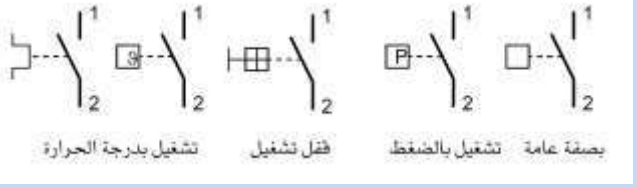
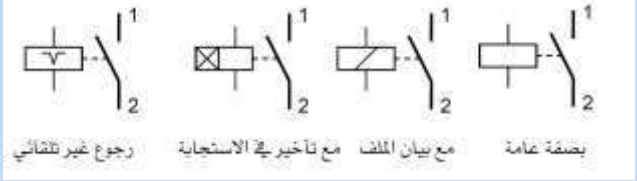
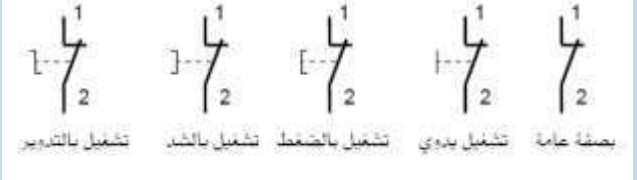
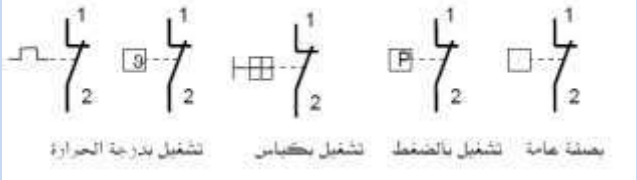
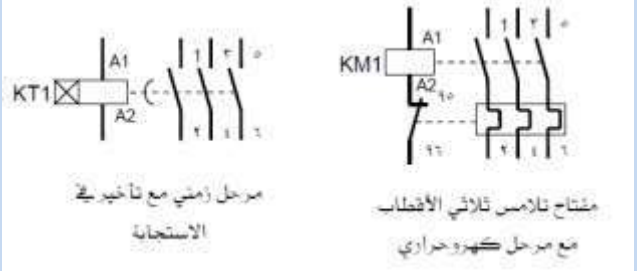
الوظيفة	الرمز
موصل أحادي الطور	
موصل أرضي	أو
موصل محايد (بارد)	
عدد الموصلات (3)	أو ٣
خمس موصلات (ثلاثة أطوار+ أرضي+ متعادل)	
موضع ربط غير قابل للفتح	

موضع ربط قابل للفتح	
تقاطع موصلات بدون ربط	
تقاطع موصلات مع ربط	
أطراف توصيل متتالية	

ب- رموز المفاتيح Switches Symbols

تستخدم المفاتيح في الدوائر الكهربائية بكثرة، ولها استخدامات متعددة، منها اللواقط الكهربائية، ومفاتيح تشغيل الدائرة الكهربائية، وقاطع زيادة الحمل الكهربائي والمؤقتات الزمنية وغيرها، وكما هو مبيّن في الشكل (4-13).

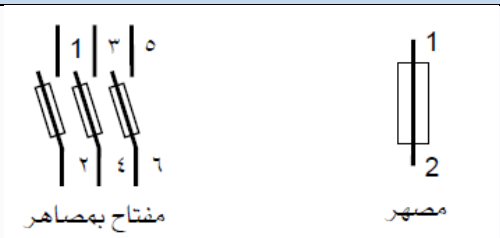
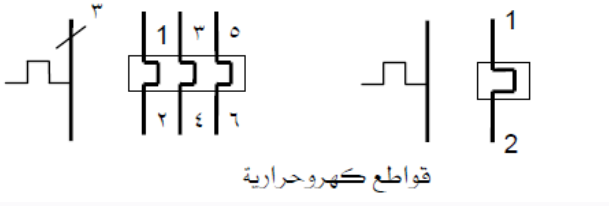
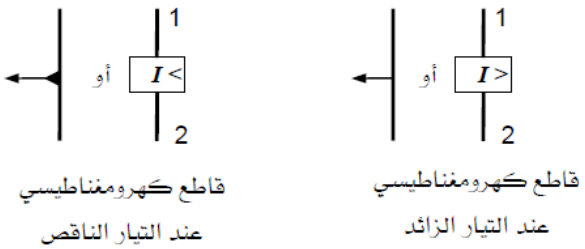
شكل 4-13 أنواع المفاتيح الكهربائية

الوظيفة	الرمز
مفتاح وصل بشكل عام	
مفتاح توصيل يدوي	
مفتاح توصيل ميكانيكي	
مفتاح تشغيل كهرومغناطيسي (لواقط كهربائية)	
مفتاح فصل تشغيل يدوي	
مفتاح فصل تشغيل ميكانيكي	
المرّحلات	

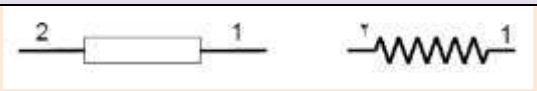
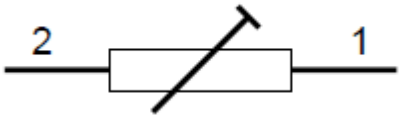
ت- رموز قواطع الدوائر الكهربائية Electrical Circuit Breaker Symbols

تستخدم القواطع الكهربائية لحماية الأجزاء الميكانيكية والمحركات من زيادة الحمل، ويبيّن الشكل (14-4) بعض أنواع قواطع الدوائر الكهربائية.

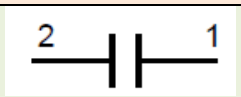
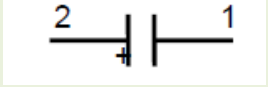
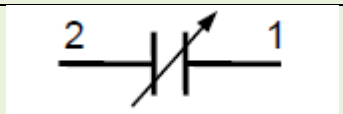
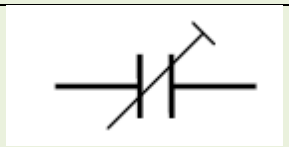
شكل 4-14 بعض أنواع قواطع الدوائر الكهربائية

نوع القاطع	الرمز
قواطع حرارية	
قواطع كهروحرارية	
قواطع كهرومغناطيسية	

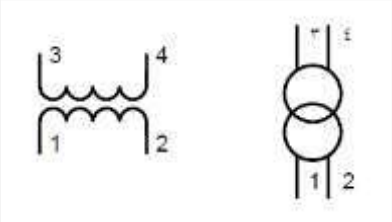
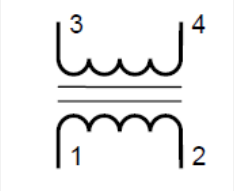
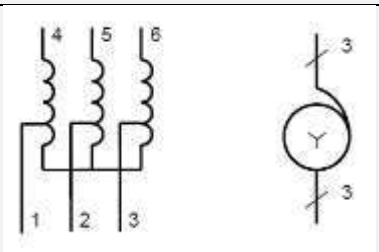
ث- رموز المقاومات الكهربائية Electrical Resistance Symbols

نوع القاطع	الرمز
مقاومة بشكل عام	
مقاومة بتلامس منزلق	
مقاومة قابلة للتغيير	
مقاومة قابلة للضبط	

ج- رموز المتسعات الكهربائية Electrical Capacitors Symbols

نوع المتسعة	الرمز
متسعة بصورة عامة	
متسعة ذات قطب	
متسعة قابلة للتغيير	
متسعة قابلة للضبط	

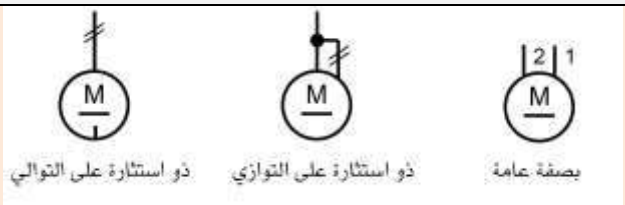
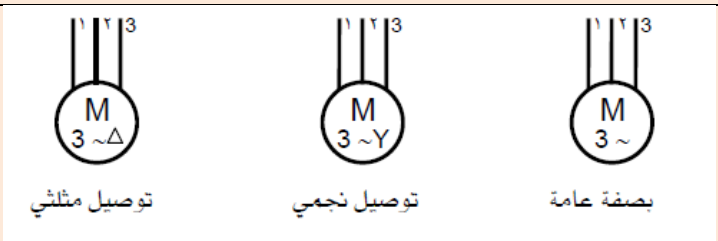
ح- رموز المحوّلات الكهربائية Electrical Transformer Symbols

نوع المحول	الرمز
المحوّل بصفة عامة	
محوّل أحادي الطور غير مشبع	
محوّل ذاتي ثلاثي الطور توصيل نجمي	

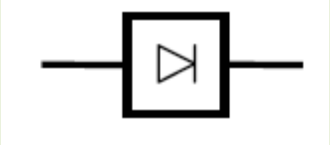
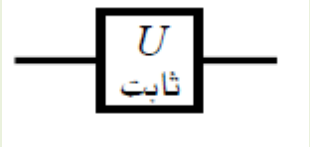
خ- رموز المحركات الكهربائية Electrical Motors Symbols

تُستخدم المحركات الكهربائية في منظومات تكييف الهواء والتثليج بصورة عامة لتدوير مضخات المياه، وتدوير الهواء في الحيز المكيف ولتدوير مروحة المكثف المبرد بالهواء وتستخدم كذلك لتدوير الضواغط، وهنالك أنواع عديدة منها، ويبيّن الشكل (4-15) بعض أنواع المحركات الكهربائية.

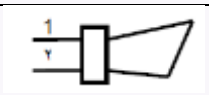
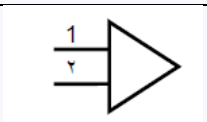
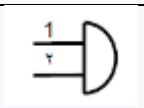
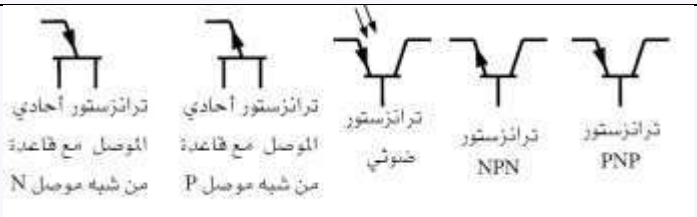
شكل 4-15 بعض أنواع المحركات الكهربائية المستخدمة في منظومات التثليج

نوع المحرك الكهربائي	الرمز
محرك تيار مستمر	
محرك أحادي الطور	
محرك ثلاثي الطور	

د- رموز أجهزة تجهيز التيار الكهربائي Electrical Supply Instruments Symbols

نوع العنصر	الرمز
محوّلات جهد	
جهاز مقوم التيار الكهربائي	
مقوم جهد	

ذ- رموز الإشارة والقياس Measurement & Indicator Symbols

الجهاز	الرمز
مصباح بيان	
بوق تنبيه	
صفارة إنذار	
منبه	
ساعة كهربائية	
أجهزة قياس	
صمام ثنائي (دايود)	
صمام (الترانزستور)	

2-4-4 رسم الدوائر الكهربائية لمنظومات تكييف الهواء والتثليج

Drawing of Electrical Air-Conditioning & Refrigerating Cycles

تتكون الدوائر الكهربائية في منظومات تكييف الهواء والتثليج من دائرتين كهربائيتين أساسيتين، هما دائرة القدرة ودائرة التحكم:

أ- دائرة القدرة Power Circuit:

وهي الدائرة الرئيسية التي تتواجد في جميع منظومات تكييف الهواء والتثليج ، وتقوم دائرة القدرة بمد المحركات الكهربائية وأجهزة السيطرة بالتيار الكهربائي، وتتكون من المحركات الكهربائية والمحوّلات والمرّحلات وغيرها، ويوضّح الشكل (4-16) دائرة قدرة لمحرك ضاغط مفتوح ثلاثي الطور.

ويجب التعرف على رموز الدائرة الكهربائية كما هي، كونها تكتب باللغة الإنكليزية في جميع مخططات الدوائر الكهربائية، ويبيّن الجدول (4-1) الرموز والدلالات المستخدمة في الدوائر الكهربائية المستخدمة في منظومات التثليج.

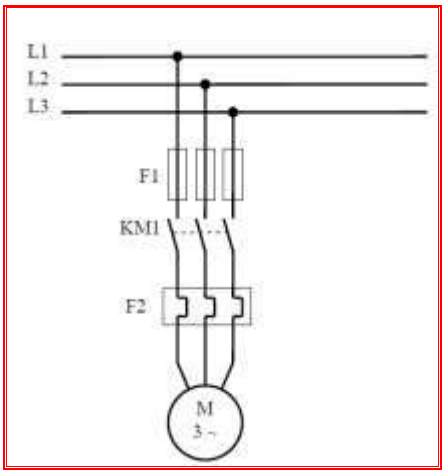
جدول 4-1 الرموز والدلالات لدوائر التثليج

الرمز	الدلالة	الرمز	الدلالة
S1	مفتاح تشغيل	ϑ	منظم درجة حرارة
SO	مفتاح إيقاف	H1	مصباح بيان عند التيار الزائد
F1	مصهر حماية دائرة القدرة	H2	مفتاح بيان عند ارتفاع الضغط
F2	مصهر لحماية دائرة التحكم	H3	مصباح بيان عند انخفاض الضغط
F3	قاطع كهر وحراري عند زيادة التيار	M	محرك الضاغط
KM2	مرّحل كهرومغناطيسي	Hp	مفتاح الضغط العالي
KM1	مفتاح كهرومغناطيسي	Lp	مفتاح الضغط الواطئ

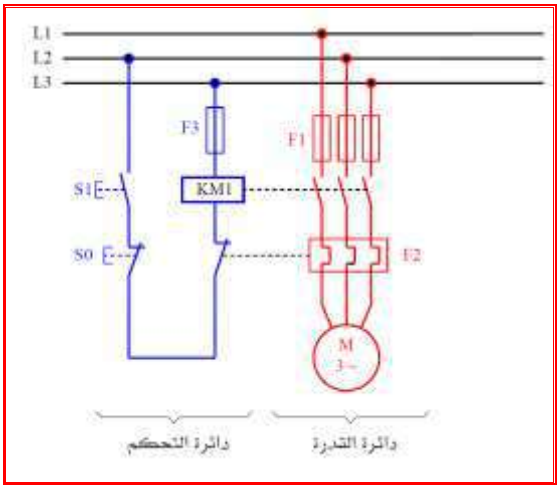
يبيّن الشكل (4-16) دائرة قدرة لمحرك ثلاثي الأطوار مع دائرة تحكم.

4-4-3 دائرة التحكم Control Circuit

هي الدوائر التي تتحكم في تشغيل عناصر القدرة وتتكون من المفاتيح والمرحلات الكهربائية والمحولات وغيرها، ويبيّن الشكل (4-17) دائرة قدرة مرتبطة بدائرة تحكم لمحرك ثلاثي الأطوار.



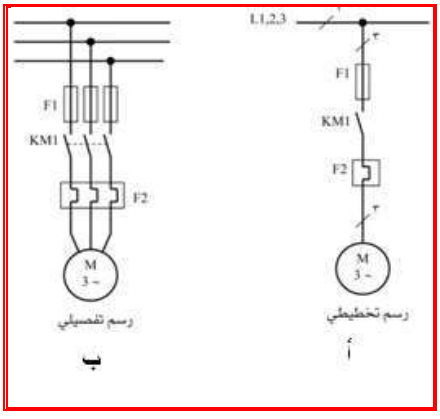
شكل 4-16 دائرة قدرة لمحرك ثلاثي



شكل 4-17 دائرة قدرة ودائرة تحكم

4-4-4 رسم الدوائر الكهربائية Electrical Cycle Drawing

بالإمكان توصيل مكونات الدائرة الكهربائية بخط واحد فقط يوضع عليه عدد الموصلات وطبيعتها ويسمى الرسم بالرسم المبسط أو بعدة خطوط وتسمى هذه العملية بالرسم التخطيطي، ويبيّن الشكل (4-18 أ) والشكل (4-18 ب) رسما تخطيطياً ورسماً تفصيلياً على التوالي.



شكل (4-18) الرسم التخطيطي والرسم التفصيلي لدائرة قدرة لمحرك ثلاثي الأطوار

تمارين عامة على الدوائر الكهربائية:

التمرين السادس: ارسم الدائرة الكهربائية للثلاجة الاعتيادية (Refrigerator)، المبيّنة في الشكل (4-19) مع تسمية كل جزء من أجزائها.

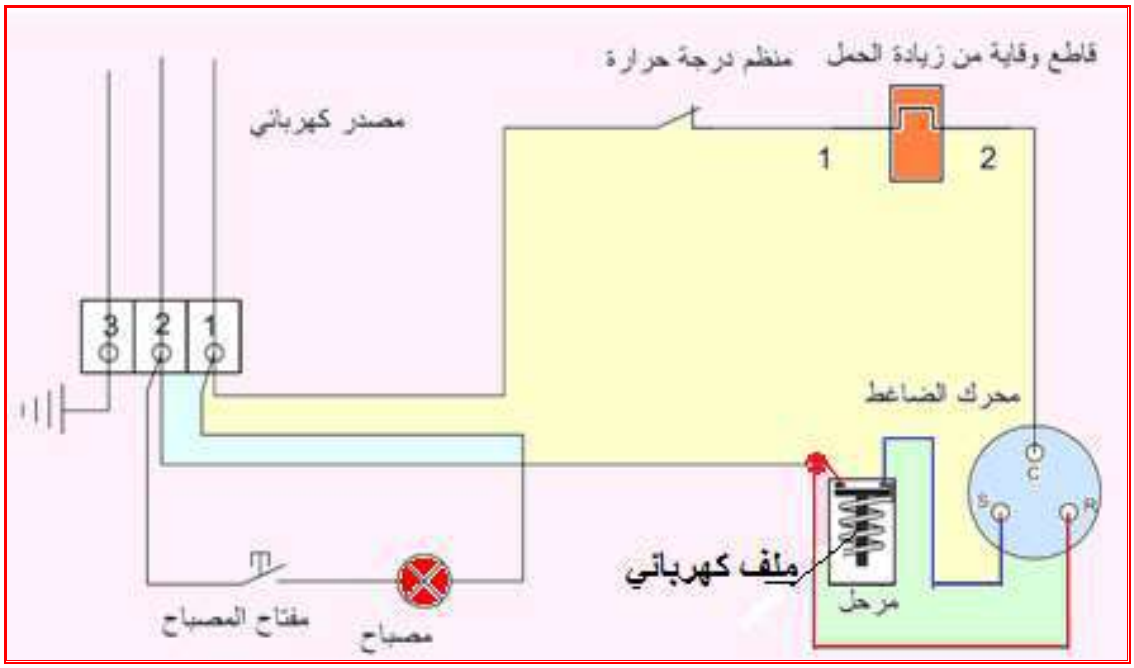
التمرين السابع: ارسم الدائرة الكهربائية لنظام إذابة الجليد آنيا (Instantaneous Defrost)، المبيّنة في الشكل (4-20).

التمرين الثامن: ارسم الدائرة الكهربائية لبراد الماء تبريد- تسخين (Heat-Cool) المبيّنة في الشكل (4-21).

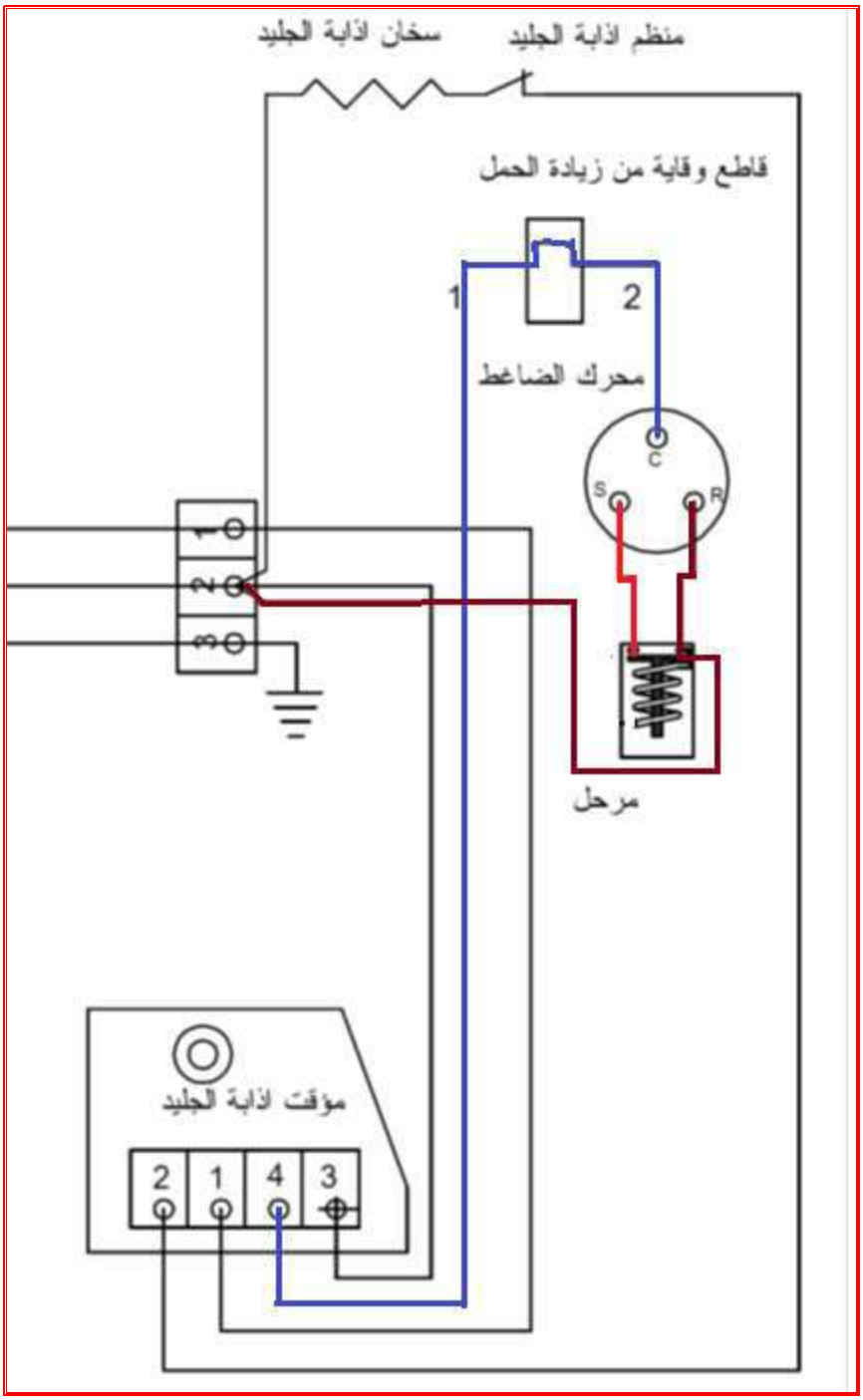
التمرين التاسع: ارسم الدائرة الكهربائية لمكيف الهواء ذو مروحة متعددة السرع كما هو مبيّن في الشكل (4-22). (Window Type Air-Conditioning with Multi Speed Fan)

التمرين العاشر: ارسم الدائرة الكهربائية لمنظومة تثليج (Refrigerating System)، كما هو مبيّن في الشكل (4-23) مع عمل جدول بالرموز الكهربائية الموجودة في الدائرة.

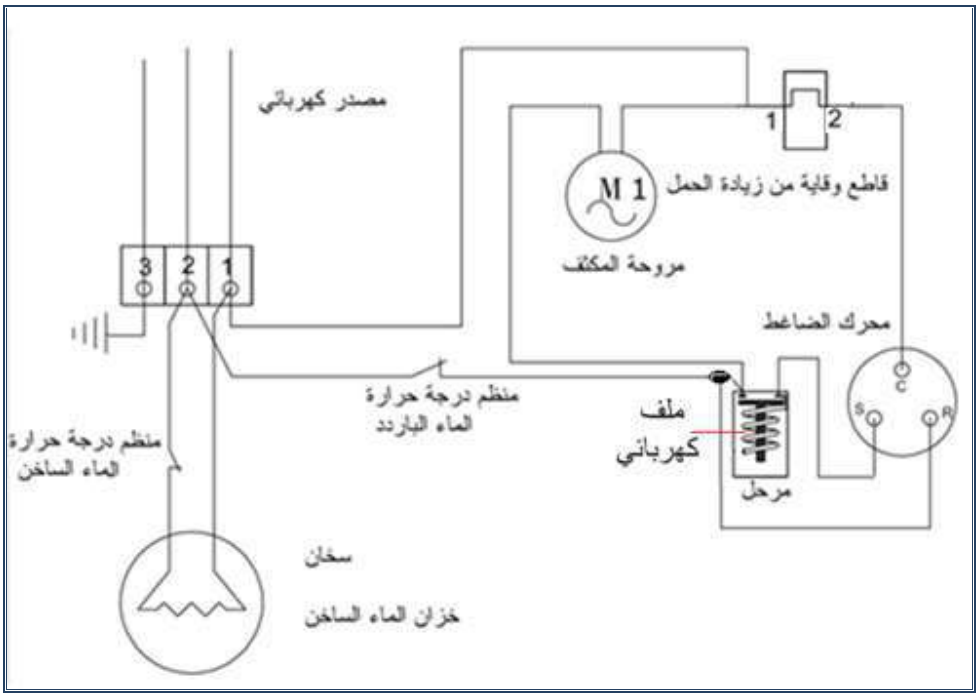
ويبيّن الشكل (4-24) دائرة كهربائية لوحدة تكييف مجمعة (Packaged Unit) بضاغط واحد، في حين يبيّن الشكل (4-25) الدائرة الكهربائية لوحدة تكييف مجمعة بضاغطين ومرطب هواء، وهذين الشكلين هما للاطلاع فقط وغير مطالب الطالب بهما.



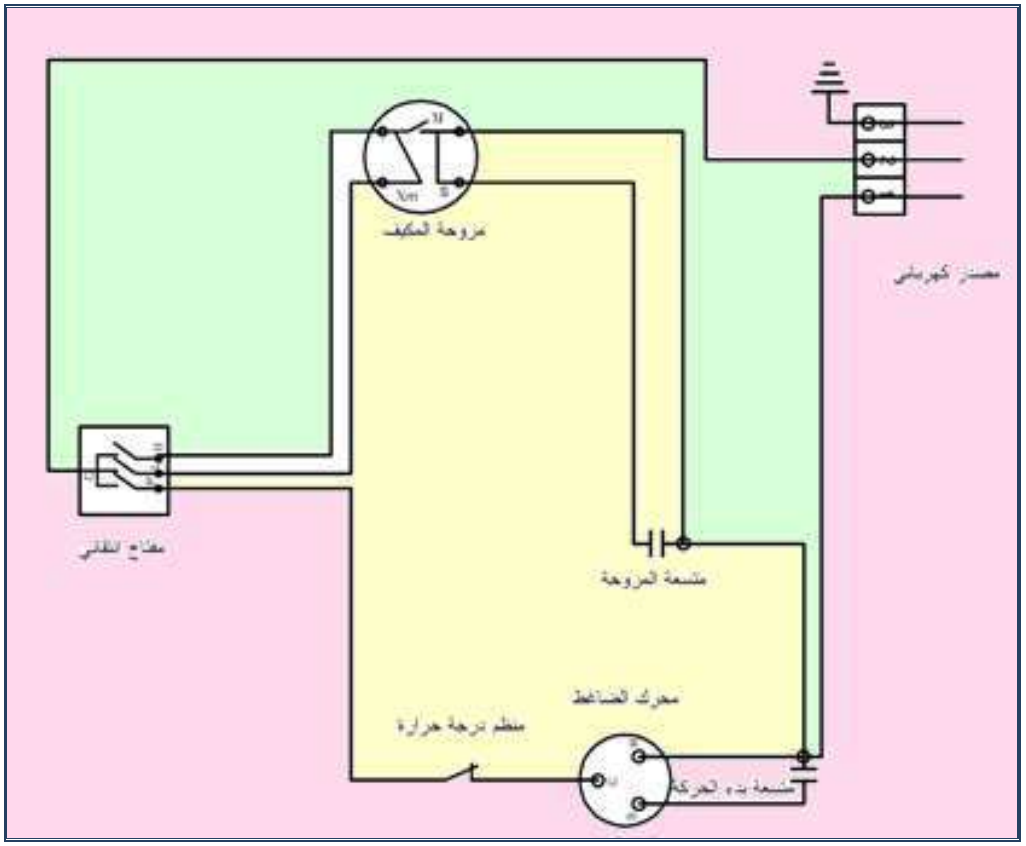
شكل 4-19 الدائرة الكهربائية للثلاجة الاعتيادية



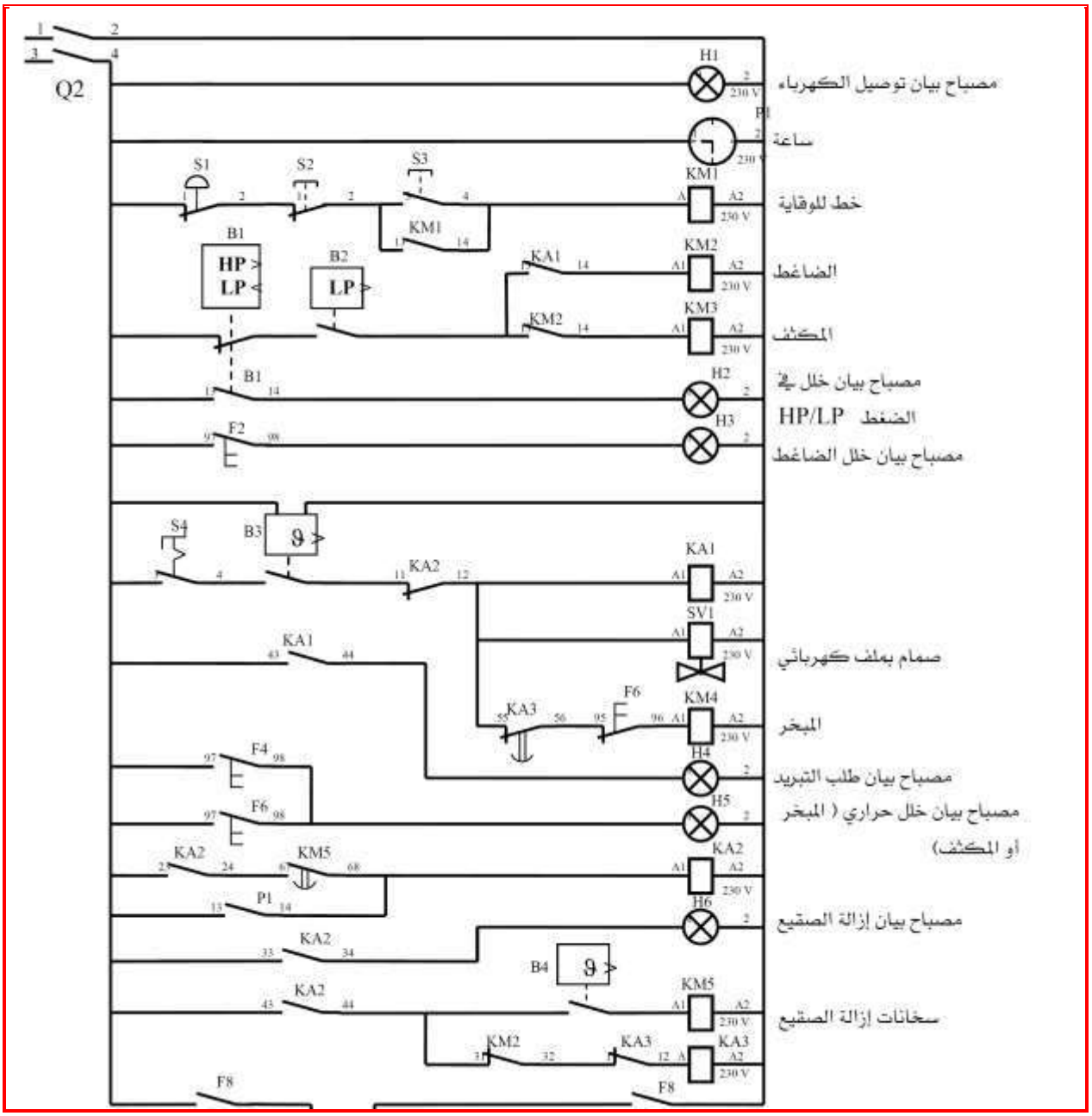
شكل 4-20 نظام إذابة الجليد في الثلاجة



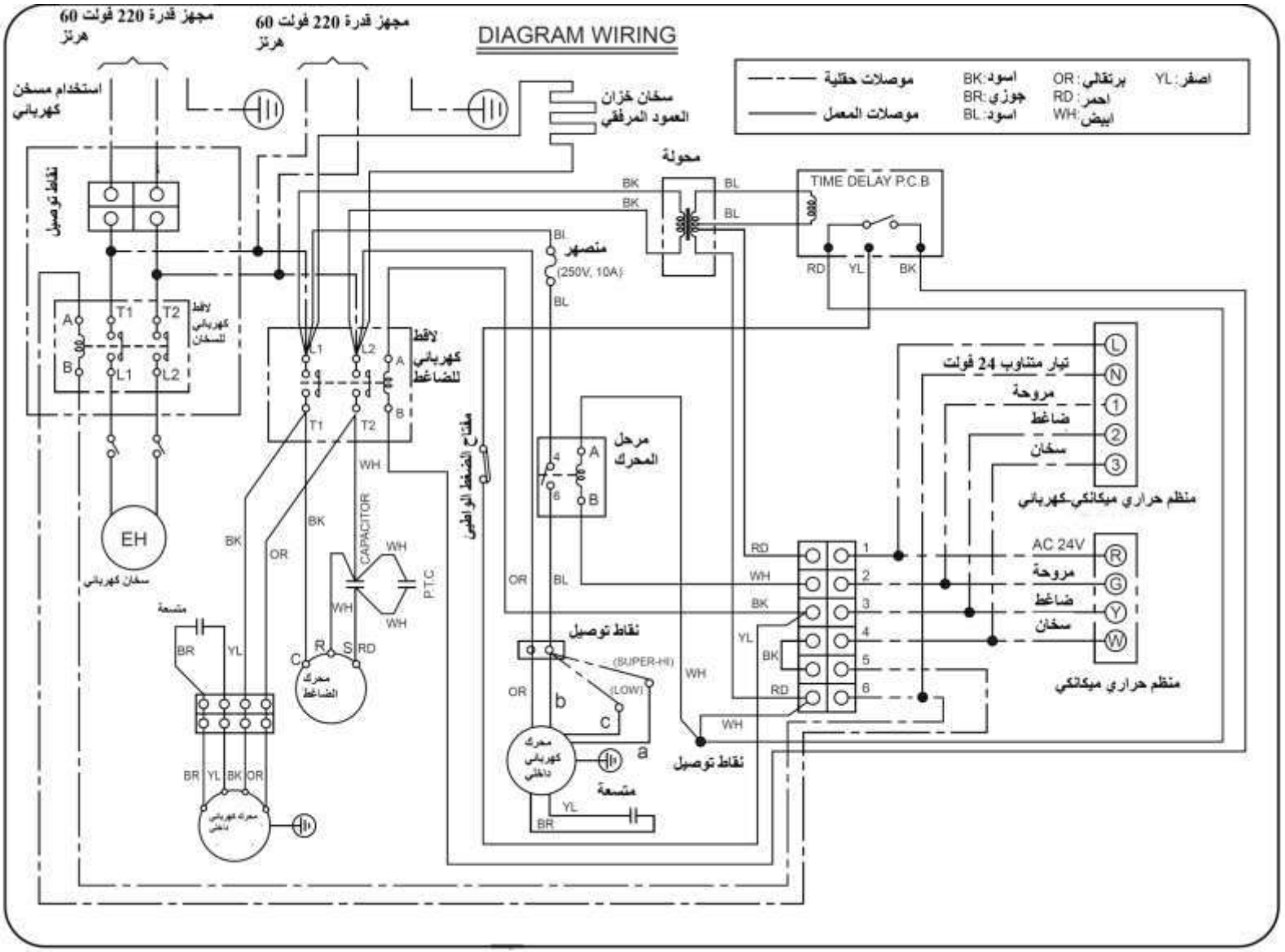
شكل 4-21 الدائرة الكهربائية لبراد الماء – تبريد وتسخين



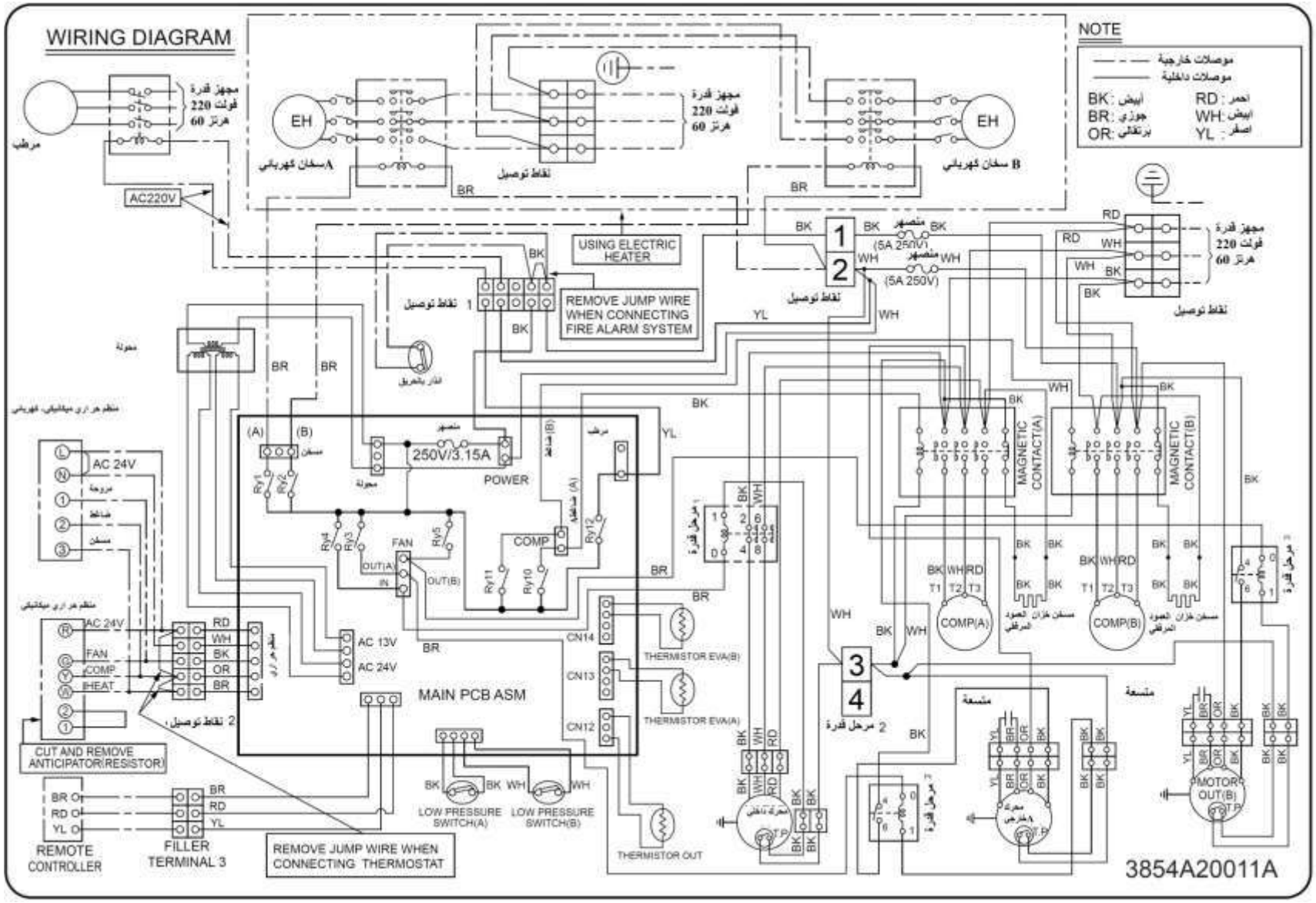
شكل 4-22 الدائرة الكهربائية لمكيف هواء ذو مروحة متعددة السرع



شكل 4-23 دائرة كهربائية لمنظومة تثليج



شكل 4-24 الدائرة الكهربائية لوحدة تكييف مجمعة

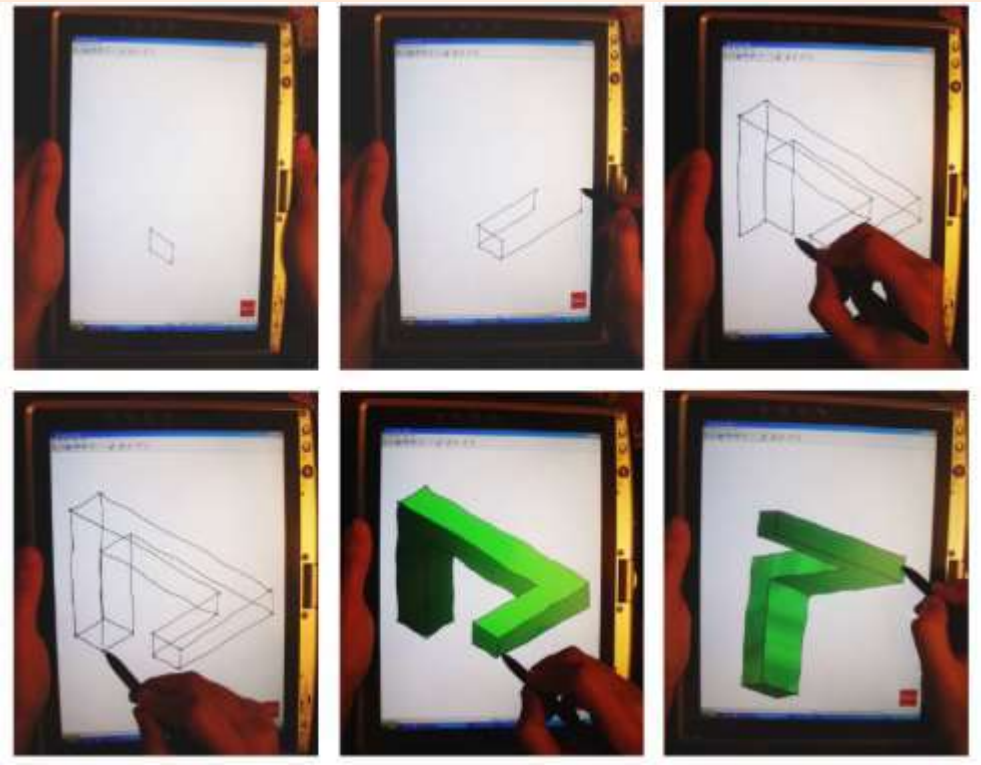


شكل 4-25 الدائرة الكهربائية لوحدة تكييف مجمعة بضاغطين

الفصل الخامس

الرسم الحر

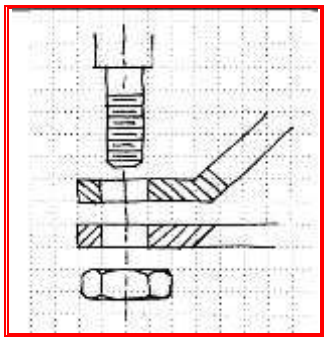
Freehand Drawing



الرسم الحر Freehand Drawing

1-5 المقدمة Introduction

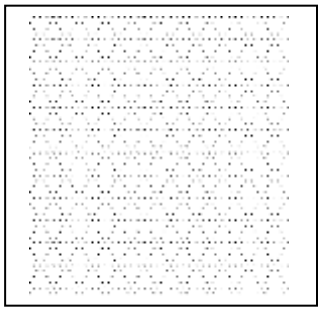
الرسم الحر هو رسم أجزاء المكائن والمُعدات دون الاستعانة بأدوات الرسم الهندسي التقليدية ويستخدم فيها أقلام الكرافيت والممحاة، ويُعد الرسم الحر من أهم المهارات التي يجب أن يتمتع بها الفني، فهو طريقة سريعة لتبادل الأفكار بين الصناعيين وغيرهم، وهي طريقة تختصر الوقت، حيث يمكن في البداية رسم الأجزاء رسما حراً وإجراء التعديلات عليها ومن ثم رسمها رسماً صناعياً منتظماً. ويبيّن الشكل (1-5) لوحة تم رسمها رسماً حراً.

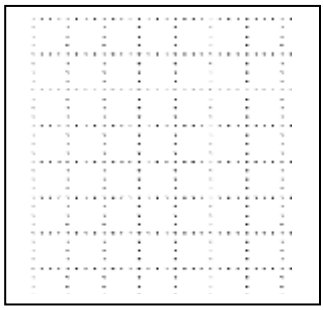


شكل 5-1 لوحة مرسومة رسماً حراً

2-5 الأدوات اللازمة للرسم الحر Instruments for Freehand Drawing

1. قلم كرافيت جيد يمكن بواسطته رسم جميع أنواع الخطوط ويفضل قلم من نوع HB
2. ممحاة طرية وجيدة.
3. أوراق رسم تحتوي على مربعات مرسومة بخطوط خفيفة أو شبكات بخطوط مائلة.
4. ويبيّن الشكل (2-5) الأدوات المستخدمة في الرسم الحر.





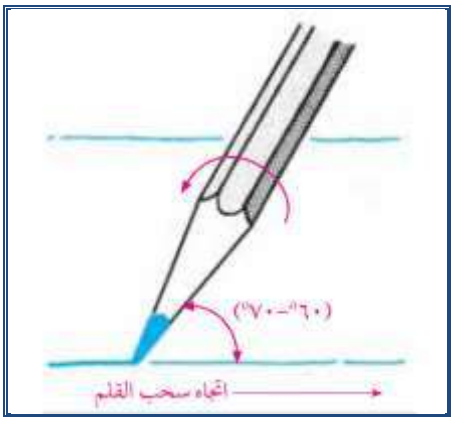
ت- ورقة رسم أشكال ثلاثية البعد ب – ورقة رسم أشكال ثنائية البعد أ- أقلام كرافيت

شكل 5-2 الأدوات المستخدمة في الرسم الحر

3-5 قواعد الرسم الحر Freehand Drawing Guide

1-3-5 استخدام القلم

1. يمسك القلم بحيث يسحب ولا يدفع أثناء الرسم.
2. يميل القلم أثناء الرسم بزاوية 60 إلى 70 درجة عن سطح الورقة (لاحظ الشكل (5-3))
3. يدوّر القلم أثناء الرسم للحصول على خطوط متجانسة.



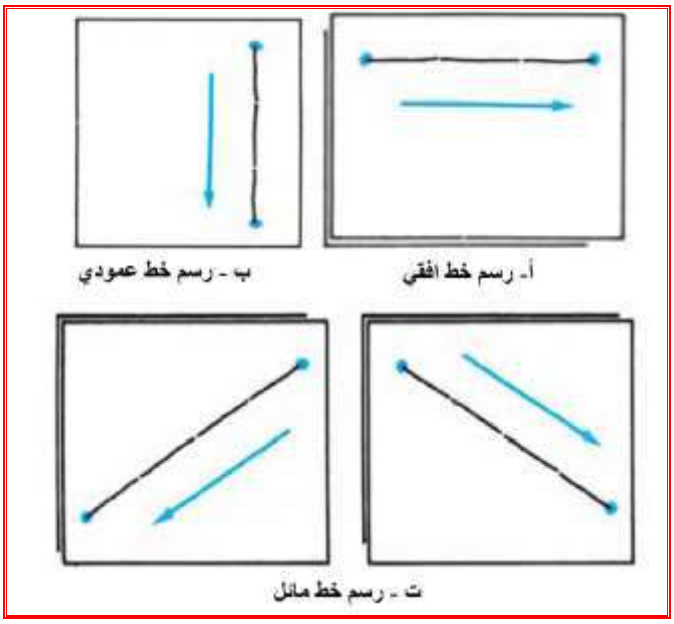
شكل 5-3 طريقة استخدام القلم في الرسم الحر

2-3-5 أساسيات الرسم الحر Principle of Freehand Drawing

أولاً: رسم الخطوط المستقيمة (Straight Lines)

عند رسم الخطوط المستقيمة يراعى ما يأتي، في رسم الخطوط القصيرة فيتم تثبيت الساعد وتحريك الرسغ، أما في الخطوط الطويلة فيتم تحريك الساعد مع الرسغ.

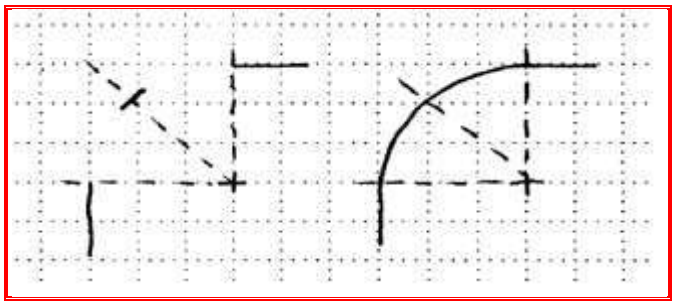
1- رسم خط أفقي: ينصح عند رسم الخط الأفقي أن يكون اتجاه الرسم من اليسار إلى اليمين كما في الشكل (5-4 أ).
2- رسم خط عمودي: ينصح عند رسم خط عمودي أن يكون اتجاه الرسم من الأعلى إلى الأسفل وكما موضّح في الشكل (5-4 ب).
3- رسم خط مائل: ينصح عند رسم خط مائل أن تميل الورقة بنفس زاوية ميل الخط، ثم تطبق قواعد رسم الخط الأفقي وكما مبيّن في الشكل (5-4 ت).



شكل 5-4 طريقة رسم الخطوط في الرسم الحر

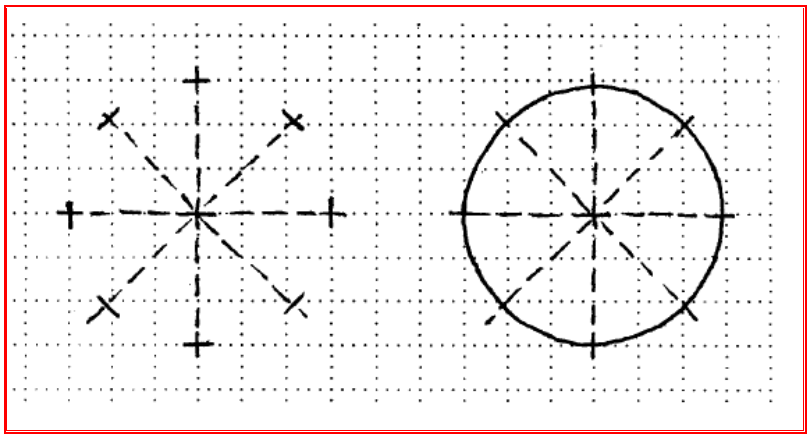
ثانياً: رسم الدوائر والأقواس (Circles & Curves)

1. رسم الأقواس: تستخدم التقسيمات الموجودة على ورقة الرسم للحصول على أقواس منتظمة، ويقسم القوس ثلاثة أقسام أفقية وثلاثة أقسام عمودية، وتحديد نقطة منتصف الزاوية تبعد قسمين عن مركز القوس، ثم يصار إلى توصيل النقاط الثلاثة، كما هو مبيّن في الشكل (5-5).



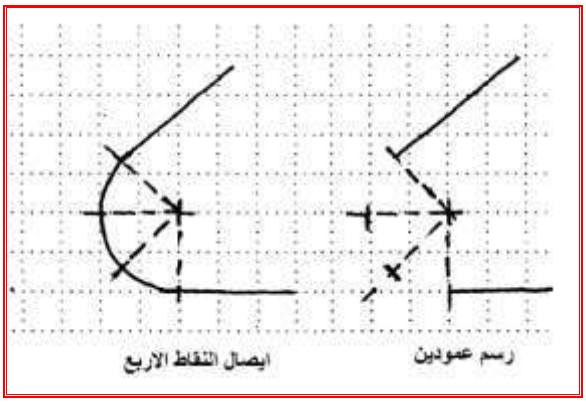
شكل 5-5 رسم قوس

2. رسم دائرة مستقلة: تستخدم محاور الدائرة للحصول على دائرة منتظمة، وبالرجوع إلى طريقة رسم القوس، يصار إلى رسم أربعة محاور للدائرة تتقاطع في نقطة واحدة تمثل مركز الدائرة، وتحدد أربعة نقاط على المحورين العمودي والأفقي تبعد ثلاثة وحدات عن مركز الدائرة، وتعين أربعة نقاط أخرى على المحورين المائلين تبعد وحدتين مائلتين عن مركز الدائرة، ثم توصل النقاط الثمانية، وكما هو مبيّن في الشكل (5-6).



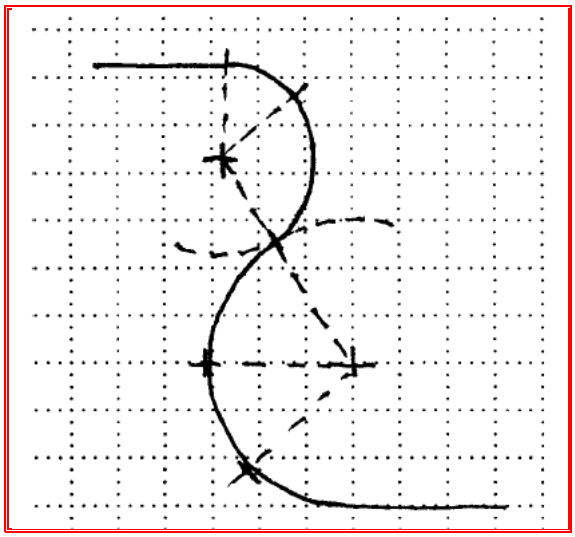
شكل 5-6 رسم دائرة مستقلة

3. رسم مماسات للمستقيمات: يمكن رسم قوس مماس لمستقيمين عن طريق إسقاط عمودين من المستقيمين وتحدد نقاط تقاطعهما مع مركز القوس. بعد تحديد مركز القوس تأخذ مسافات متساوية من مركز القوس وتحدد نقطتين وتصل نقطتي إسقاط العمود مع النقطتين الاخرتين لرسم القوس، وكما هو مبيّن في الشكل (5-7).



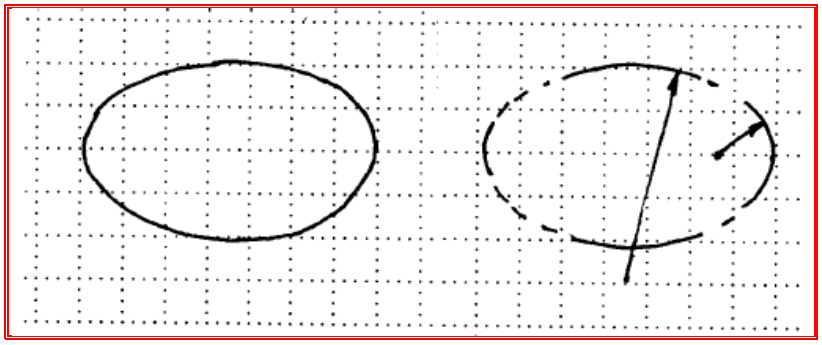
شكل 5-7 رسم قوس مماس لمستقيمين

4. رسم دائرتين متماستين: هنالك قاعدتان يجب أتباعهما عند تحديد نقطة تماس الدائرتين، الأولى هي أن نقطة التماس بين مستقيم دائرة تقع على مستقيم يكون عمودياً على نصف قطر الدائرة، والثانية هي أن نقطة التماس بين دائرتين تقع على الخط الواصل بين مركزي الدائرتين، وعلى هذا الأساس ترسم مستقيماً عند نقطة التماس طوله يساوي مجموع نصفي قطري الدائرتين، ثم تقسم المستقيم إلى قسمين، القسم الأول يساوي نصف قطر الدائرة الأولى والباقي هو نصف قطر الدائرة الثانية، نقطة التقسيم تمثل نقطة التماس، ونهاية كل مستقيم تمثل مركز الدائرة، من مركز كل دائرة تحدد نقاط تبعد مسافة تساوي نصف قطر الدائرة المعنية، وتصل بين النقاط، وكما هو مبيّن في الشكل (5-8).



شكل 5-8 رسم دائرتين متماستين

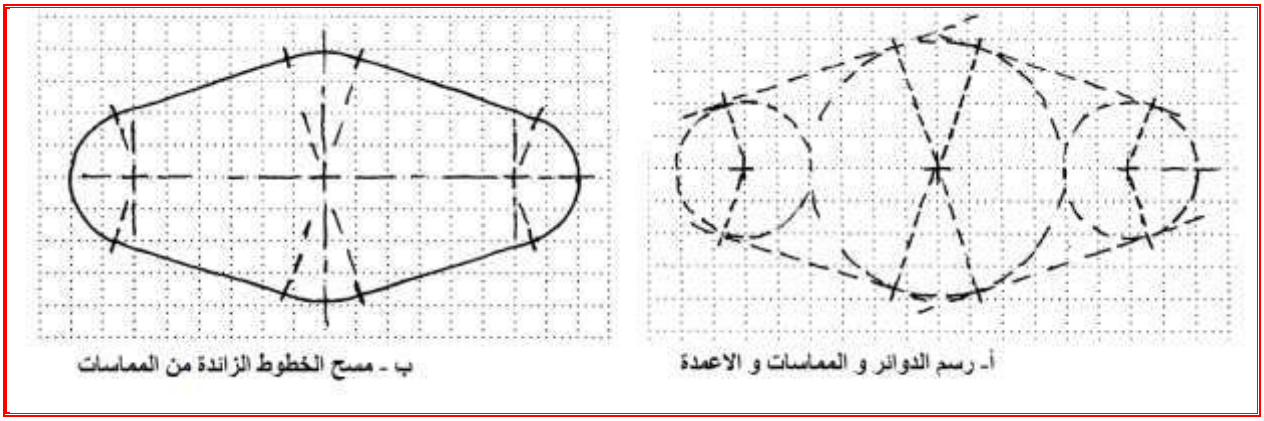
5. رسم شكل بيضوي: يرسم الشكل البيضوي عن طريق رسم أربعة أقواس، ويرسم اثنان منهما صغيران يرسمان على جانبي الشكل البيضوي، والآخران كبيران، يرسمان أعلى وأسفل الشكل البيضوي، وكما هو مبيّن في الشكل (5-9).



شكل 5-9 رسم شكل بيضوي

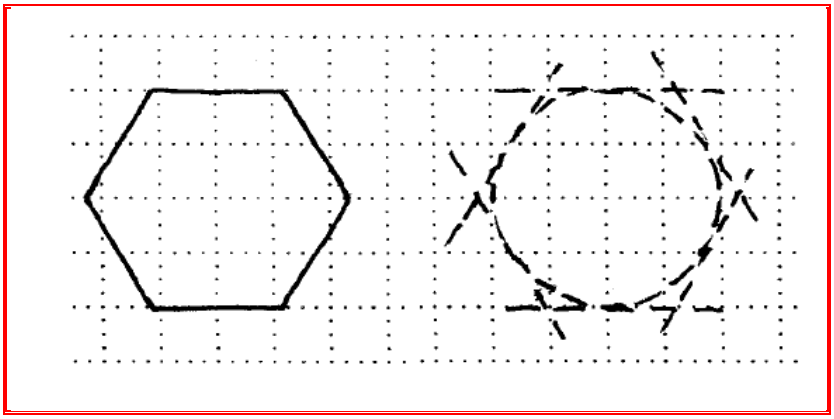
ثالثاً: رسم أشكال هندسية

1. رسم قاعدة بيضوية: لرسم قاعدة بيضوية مبيّنة في الشكل (5-10 ب)، يتم عمل ثلاث دوائر متماسة حسب القياسات المطلوبة، ثم ترسم مماسات الدوائر كما مبيّن في الشكل، بعد ذلك ترسم أعمدة من مركز الدوائر عند نقاط التماس، وكما مبيّن في الشكل (5-10 أ)، بعد ذلك تمسح الخطوط الواقعة بين الأعمدة، وكما هو مبيّن في الشكل (5-10 ب).



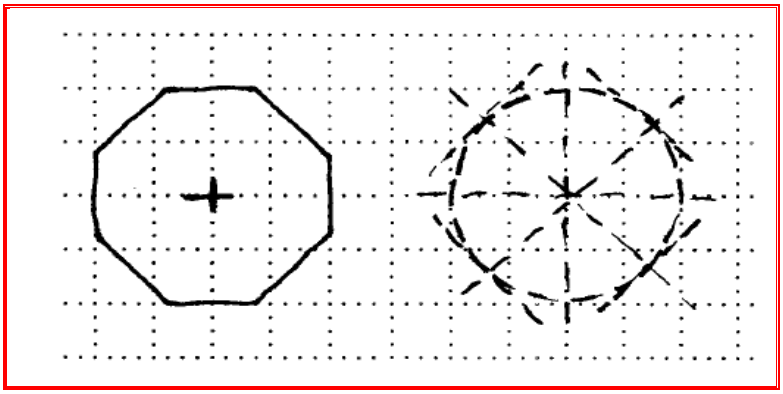
شكل 5-10 رسم قاعدة بيضوية

2. رسم شكل سداسي: يصار إلى رسم دائرة قطرها يساوي المسافة العمودية بين ضلعين متقابلين للشكل السداسي، ثم يرسم مماسين علوياً وسفلياً وبعد ذلك ترسم المماسات الأخرى بحيث تميل بزاوية مقدارها 60 درجة، وكما هو مبيّن في الشكل (5-11) وبعد ذلك تمسح الدائرة وخطوط المماسات الزائدة.



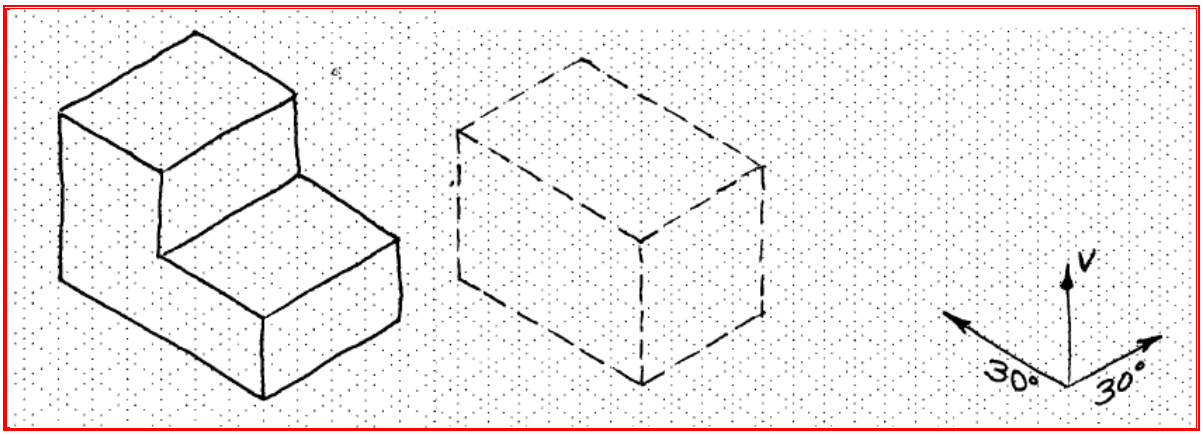
شكل 5-11 رسم شكل سداسي

3. رسم شكل ثماني: ترسم دائرة قطرها يساوي المسافة العمودية بين ضلعين متقابلين من الشكل الثماني، ويرسم المحورين العمودين للدائرة، ومحورين آخرين بزاوية 45 درجة، من نقاط تقاطع المحاور مع الدائرة ترسم مماسات الدائرة بحيث تكون عمودية على نصف القطر، ثم تمسح الدائرة والمماسات الزائدة، وكما هو مبيّن في الشكل (5-12).



شكل 5-12 رسم شكل ثماني

رابعاً: **رسم أشكال ثلاثية البعد** تستخدم أوراق مقسمة أفقياً وعمودياً وبزاوية 30 درجة، وتسمى هذه الورقة بورقة مقسمة تقسيماً مجسماً وكما هو مبيّن في الشكل (5-2 ت). لرسم شكل ثلاثي الأبعاد، يرسم محاور الشكل، وتتكون المحاور من خط عمودي، وخط أيمن يميل بزاوية 30 درجة وآخر أيسر يميل بنفس الزاوية، بعدها يحدد ارتفاع الجسم عند الخط العمودي، وعرض الجسم عند الخط الأيسر وطول الجسم عن الخط الأيمن وتصل النقاط بحيث تكون موازية للخطوط المائلة المثبتة على ورقة الرسم، ويبيّن الشكل (5-13) أشكالاً ثلاثية الأبعاد ومرسومة رسماً حراً.



شكل 5-13 خطوات رسم شكل ثلاثي البعد

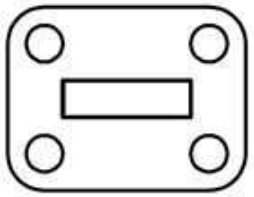
4-5 تمارين على الرسم الحر

ملاحظة: عند حاجتك إلى أوراق لرسم أشكال ثنائية البعد أو ثلاثية البعد، انسخ ما تحتاجه من الورقتين في نهاية الفصل.

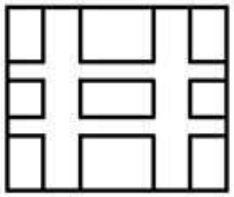
أرسم الأشكال أدناه متبعاً المطالب المثبتة على لوحة الرسم.

تنبيه هام: في جميع التمارين أدناه أنسخ الورقة وأرسم المطلوب على ورقة خارجية ويجب عدم الرسم على الكتاب مطلقا.

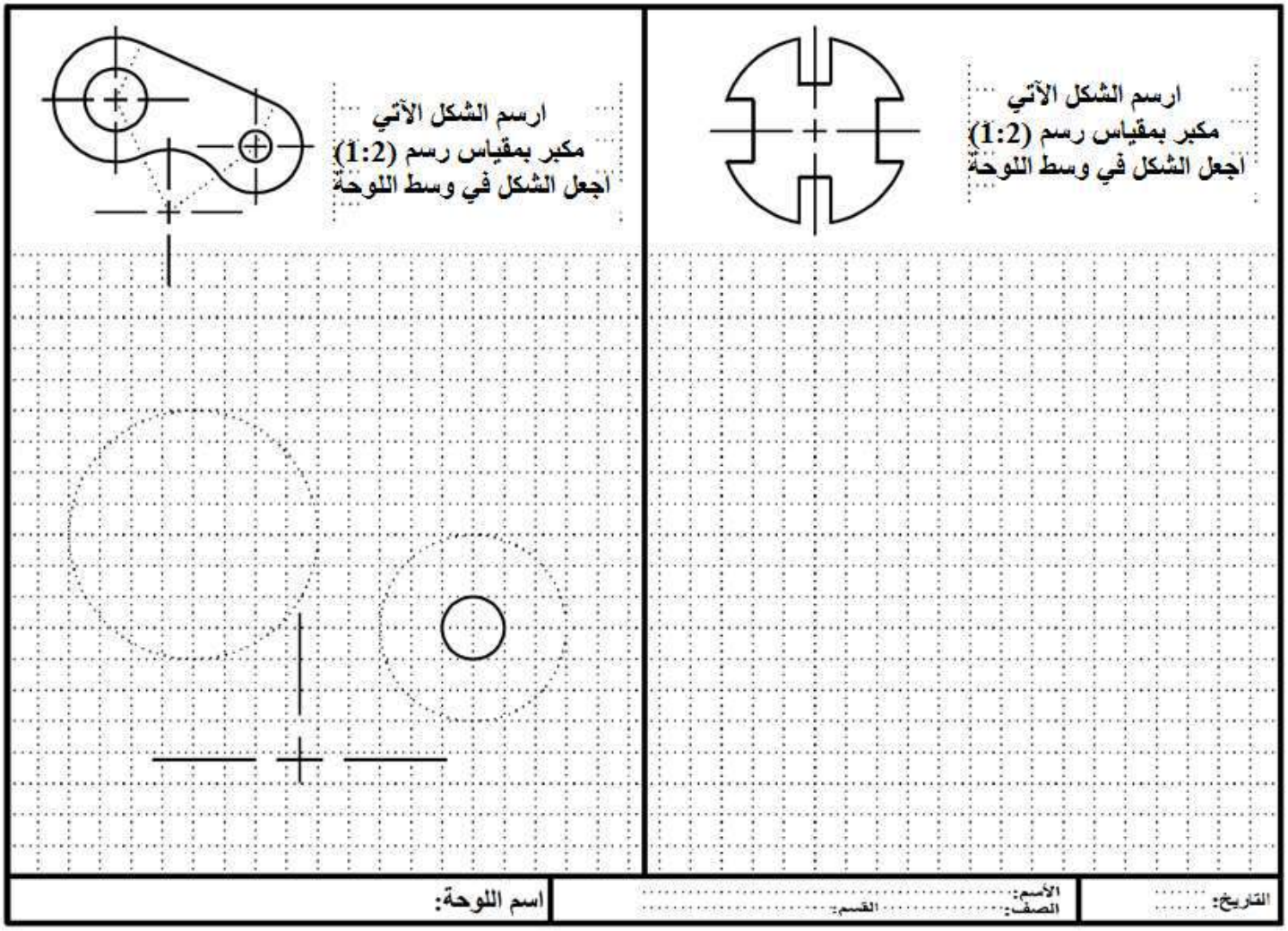
ارسم الشكل الآتي
مكبر بمقياس رسم (1:2)
اجعل الشكل في وسط اللوحة



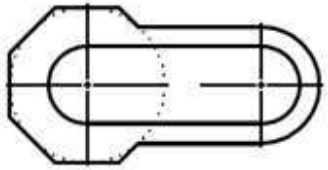
ارسم الشكل الآتي
مكبر بمقياس رسم (1:2)
اجعل الشكل في وسط اللوحة



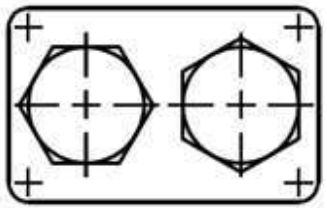
التاريخ	الاسم ..... الصف ..... القسم	اسم اللوحة


ارسم الشكل الآتي
مكبر بمقياس رسم (1:2)
اجعل الشكل في وسط اللوحة
ارسم الشكل الآتي
مكبر بمقياس رسم (1:2)
اجعل الشكل في وسط اللوحة
التاريخ:
الأسم:
الصف:
القسم:
اسم اللوحة:

ارسم الشكل الآتي
مكبر بمقياس رسم (1:2)
اجعل الشكل في وسط اللوحة

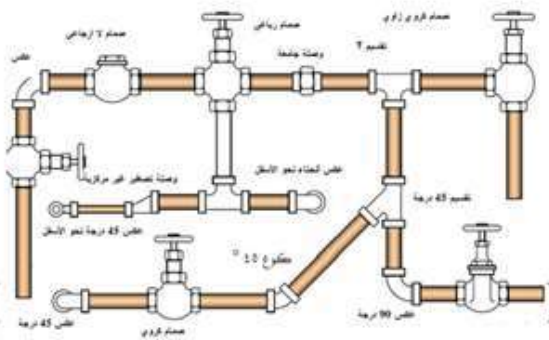


ارسم الشكل الآتي
مكبر بمقياس رسم (1:2)
اجعل الشكل في وسط اللوحة

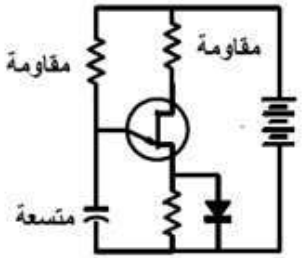


التاريخ:	الأسم:: ..... الصف:	اسم اللوحة:

ارسم اللوحة
مقياس الرسم 1:1

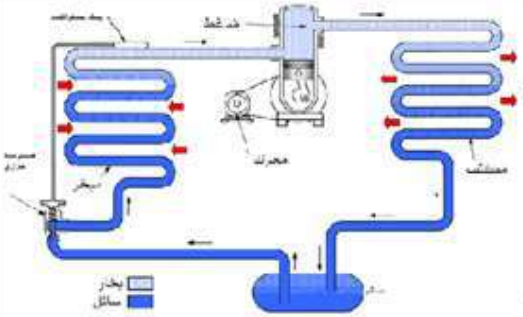


ارسم الشكل الآتي
مكبر بمقياس رسم (1:2)
اجعل الشكل في وسط اللوحة

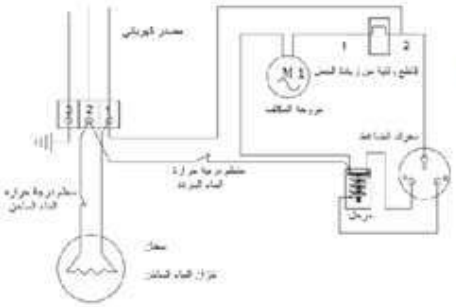


التاريخ:	الأسم: ..... الصف: ..... القسم:	اسم اللوحة:

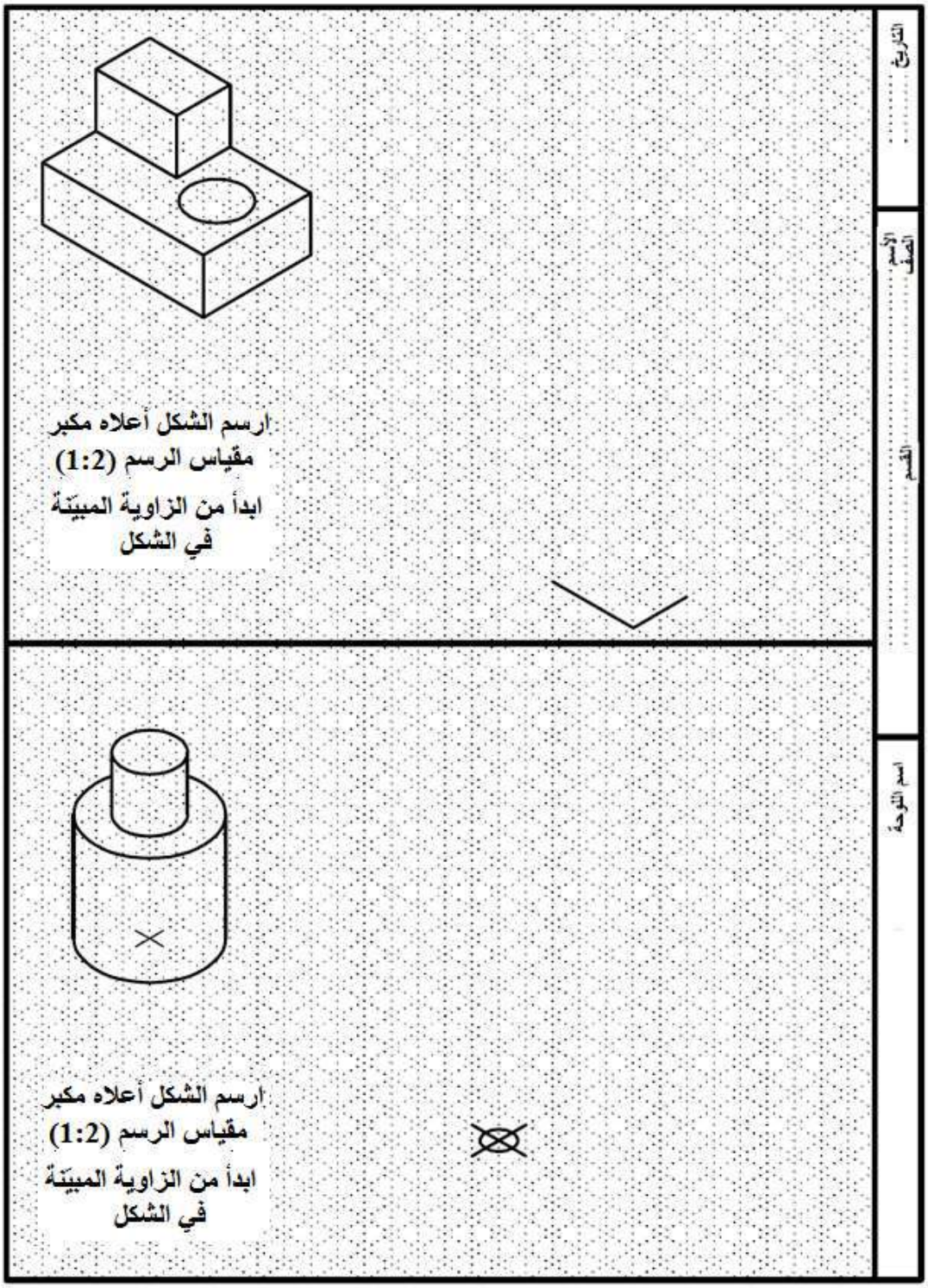
ارسم اللوحة
مقياس الرسم 1:1

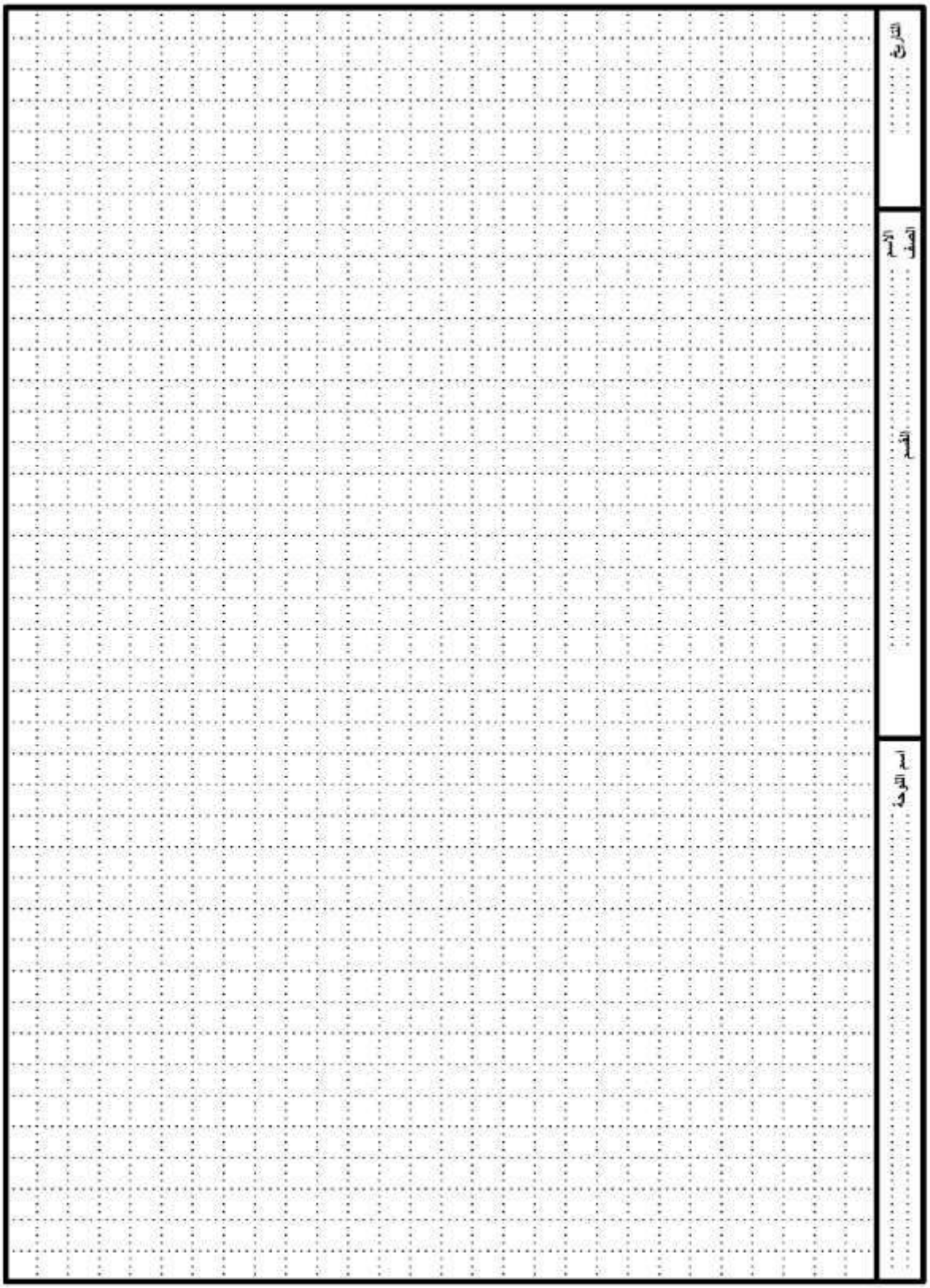


ارسم اللوحة
مقياس الرسم 1:1

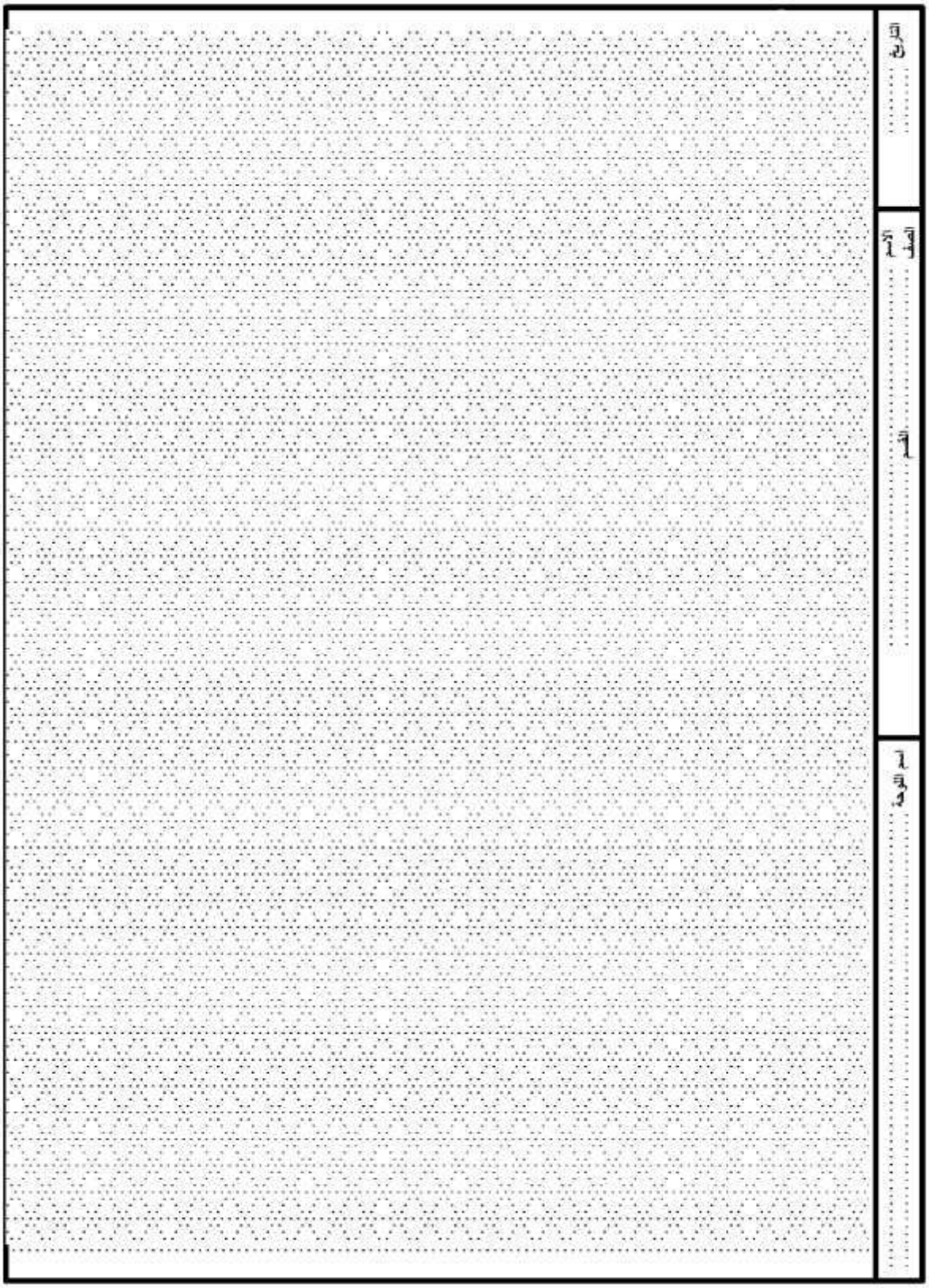


التاريخ	الأسم ..... الصف ..... القسم	اسم اللوحة ١


ارسم الشكل أعلاه مكبر
مقياس الرسم (1:2)
ابدأ من الزاوية المبيّنة
في الشكل
ارسم الشكل أعلاه مكبر
مقياس الرسم (1:2)
ابدأ من الزاوية المبيّنة
في الشكل
التاريخ
الاسم
الصف
القسم
اسم اللوحة



ورقة رقم 1 تستخدم لرسم الأشكال ثنائية البعد

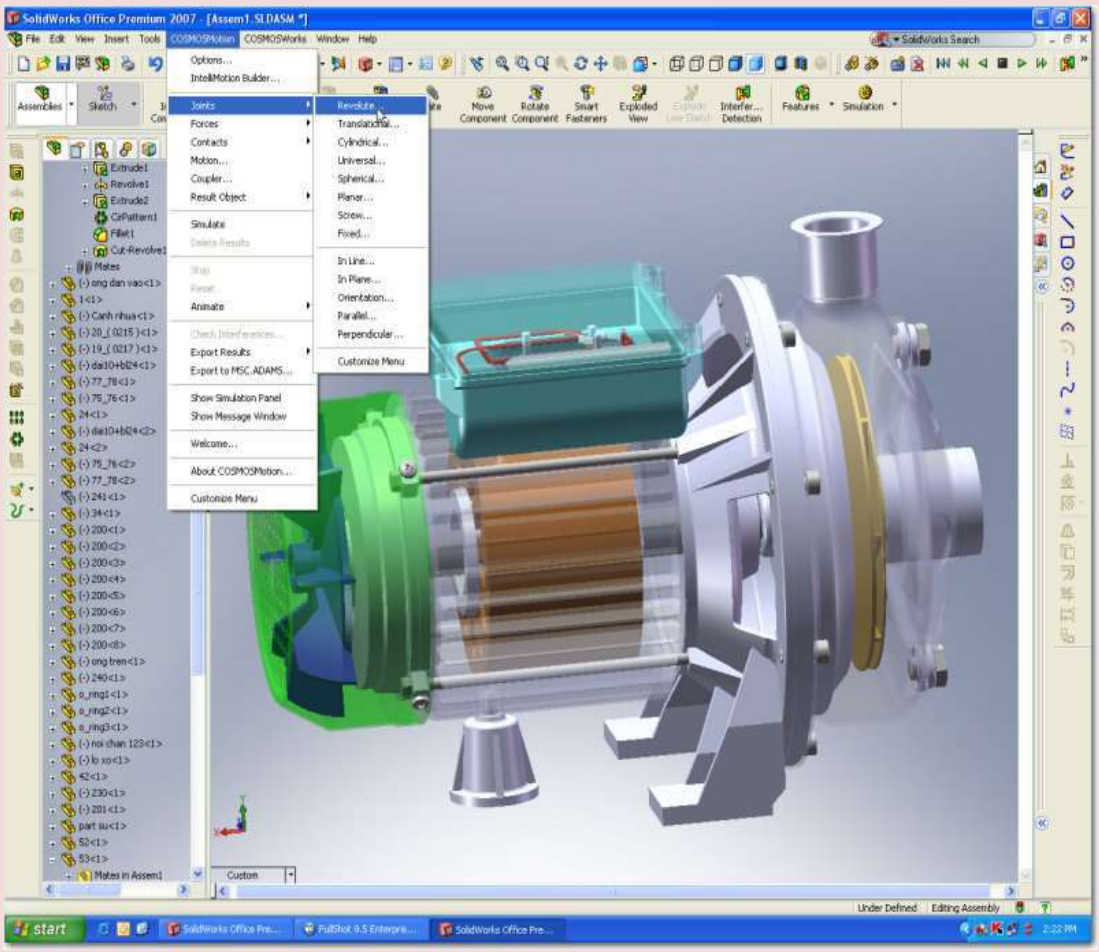


ورقة رقم 2 تستخدم لرسم الأشكال ثلاثية البعد

الفصل السادس

الرسم بمساعدة الحاسوب

Computer Aided Drafting



الرسم بمساعدة الحاسوب

Computer Aided Drafting (CAD)

1-6 مقدمة Introduction

هنالك العديد من برامج الرسم بمساعدة الحاسوب مثل برنامج الأوتوكاد AutoCAD والذي نحن بصدده الآن وبرنامج (سولد ايدج) Solid Edge وبرامج أخرى غيرها، ويُعد برنامج الأوتوكاد هو الأكثر شيوعاً في التطبيقات الهندسية والصناعية، كونه يمكن أن يلبي جميع المتطلبات الهندسية والصناعية وبأبسط الطرائق. ولا شك أن اعتماد الأوتوكاد في الرسم الهندسي والصناعي عالمياً كان بسبب امتيازات عامة يتمتع بها هذا البرنامج عن الرسم التقليدي، ويبيّن الجدول (6-1) مقارنة بين الرسم بمساعدة الحاسوب والرسم التقليدي:

جدول 6-1 مقارنة بين طريقة الرسم بالحاسوب والرسم التقليدي

الرسم بمساعدة الحاسوب	الرسم التقليدي
1- لا يحتاج إلى مساحة كبيرة لإنتاج الرسوم	1- يحتاج إلى مساحة كبيرة
2- يمكن لشخص واحد أن ينجز جميع الرسوم المطلوبة	2- يحتاج إلى رسام وشخص يحبر الرسم وخطاط
3- إمكانية تعديل الرسم والإضافة بسهولة	3- صعوبة وبطئ التعديل والإضافة
4- توجد قاعدة بيانات لرسوم عديدة يمكن أن تحفظ في الحاسوب بحيث يمكن الوصول إليها بسهولة	4- لا توجد قاعدة بيانات ويتطلب الوصول إلى الرسومات الأخرى وقتاً وجهداً
5- إمكانية مشاركة مصممين عديدين في التصميم الواحد عبر شبكة الانترنت	5- في حالة مشاركة فريق في التصميم يتطلب الأمر حضورهم في مكان واحد
6- إمكانية الرسم بمقياس الرسم الحقيقي وبعد ذلك يتم التحكم بالمقياس المناسب بسهولة	6- مساحة لوحة الرسم تحدد مقياس الرسم مما يؤثر على دقة الرسم

من خلال ما ذكر أعلاه يلاحظ أن استخدام الحاسوب في الرسم الهندسي هو الأكثر رغبة عالمياً، ويتطلب الرسم بالحاسوب الأدوات الآتة:

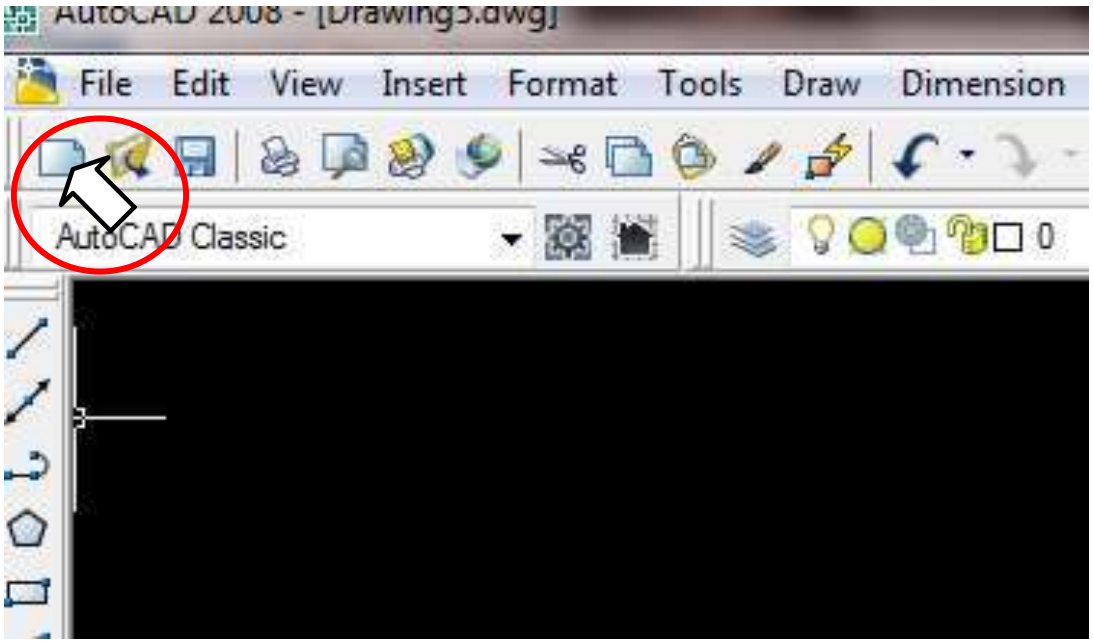
1		حاسب عالي متوافق مع IBM
2		معالج بانتيوم 2 على الأقل
3		ذاكرة بحد أدنى 64MB
4		برنامج تشغيل (وندوز) Windows
5		شاشة بدقة لا تقل عن 768×1024 علماً أن أغلب الشاشات المتواجدة في الأسواق تتلائم مع متطلبات الرسم بالحاسوب
6		طابعة يفضل أن تبدأ من قياس الورق A3

2-6 التعامل مع برنامج الأوتوكاد (AutoCad)

هنالك عدة إصدارات لبرنامج الأوتوكاد تتشابه بالمحتوى العام بشكل كبير ويكون الاختلاف في سهولة الأوامر ووفرة المكتبات للإصدارات الحديثة، لذلك سيكون التعامل مع البرنامج في هذا الفصل عاماً ولا يحدد إصدار البرنامج.

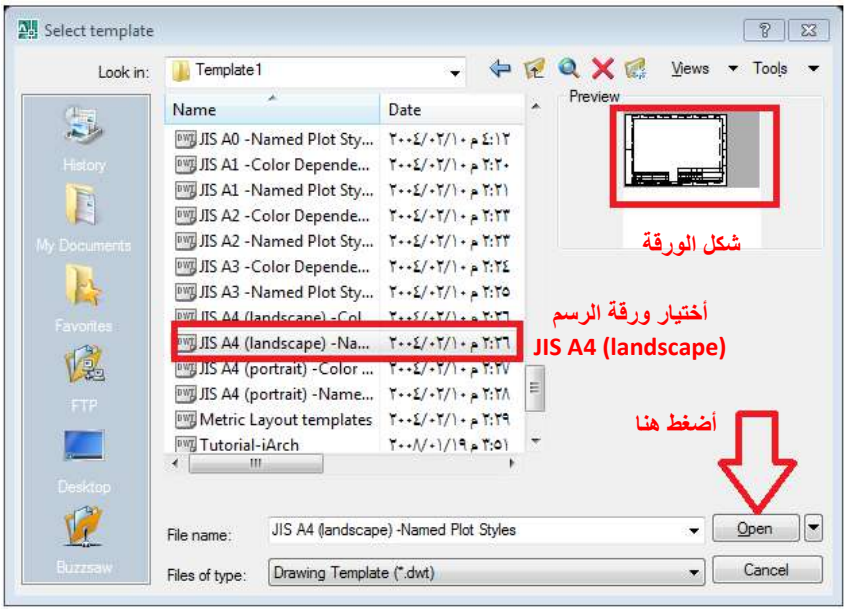
1-2-6 تحديد مساحة الرسم

هنالك عدة طرائق لتحديد مساحة الرسم، أبسطها هي أختيار نموذج معين Template من شاشة برنامج الأوتوكاد، وعند أختيار هذا النوع من تحديد لوحة الرسم يجب الرسم على الشاشة البيضاء وليست الشاشة السوداء. وتحتوي مكتبة النماذج على عدد كبير من لوحات الرسم تتراوح من A0 الى A4 وأصغر مساحة من A4، ويتم اختيار النموذج المطلوب وكما هو مبيّن في الشكل (6-1)، عن طريق التأشير على أيقونة Template.

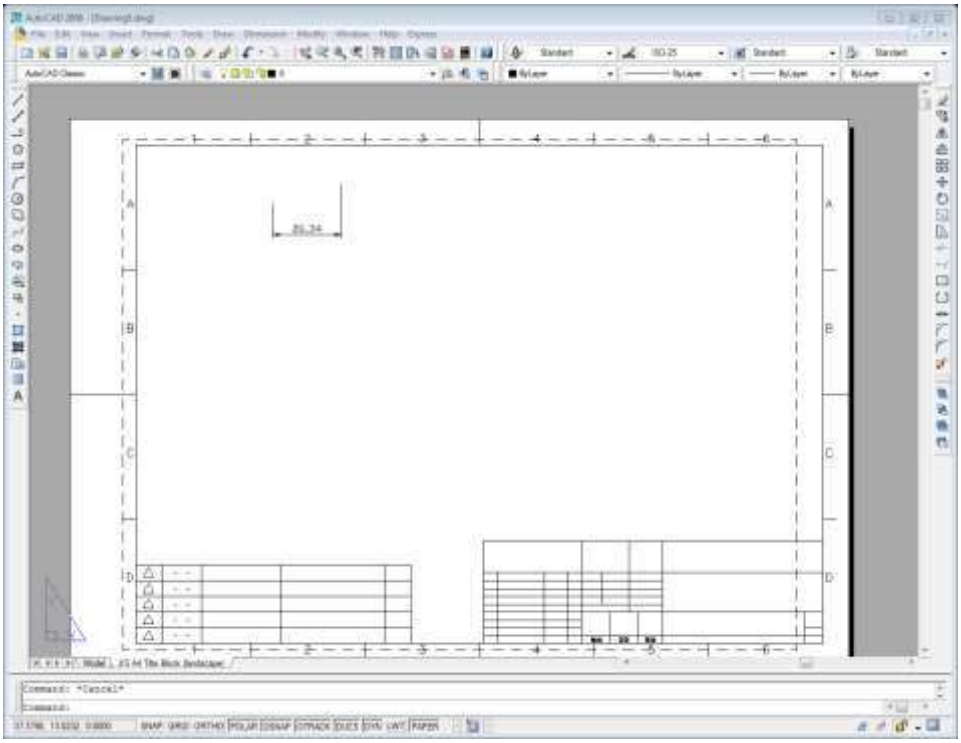


شكل 6-1 التأشير على أيقونة Template والضغط عليها

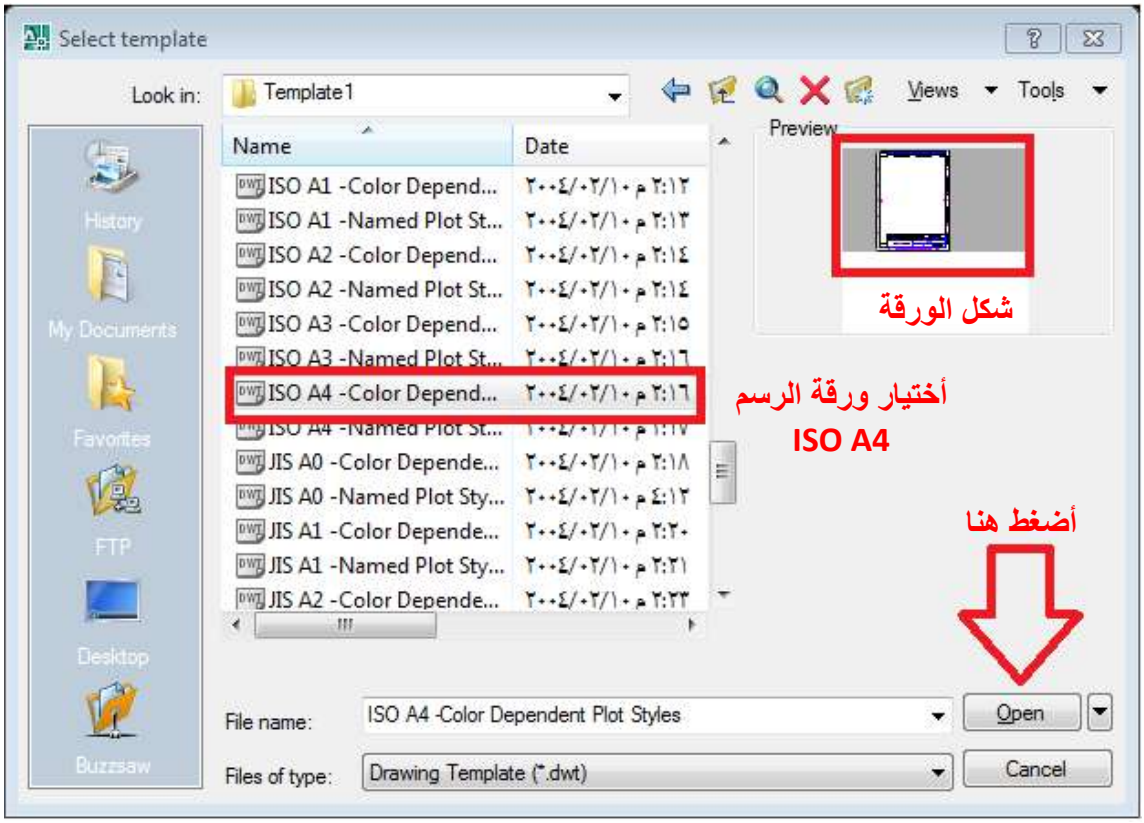
بعد الضغط على الأيقونة تظهر الشاشة والتي من خلالها يتم اختيار نوع لوحة الرسم، كما موضّحة بالشكل (6-2)، يبين أختيار لوحة رسم من قياس A4 أفقية، إذ عند التأشير على هذا الاختيار يظهر شكل اللوحة عند الزاوية اليمنى العليا، وعند الضغط على أيقونة Open تظهر اللوحة، كما مبيّن في الشكل (6-3). ويبيّن الشكل (6-4) اختيار لوحة رسم قياس A4 عمودية الشكل.



شكل 6-2 لوحة أختيار لوحة الرسم ومنها يبين أختيار JIS A4 Landscape

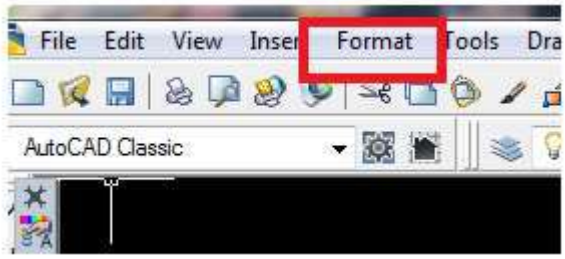


شكل 6-3 اللوحة بعد الضغط على أيقونة Open



شكل 6-4 أختيار لوحة رسم A4عمودية الشكل

أما الطريقة الثانية فهي تحديد حدود لوحة الرسم من مسطرة الأوامر العليا، حيث يتم اختيار Format ومنها يتم اختيار Drawing limits ثم إدخال الرقم 0,0 لتحديد الزاوية اليسرى السفلى للوحة، ثم إدخال الرقم 210,297 لتحديد الزاوية العليا اليمنى للرسم، وبهذا يتم اختيار لوحة A4 بوضعية عمودية، وكما مبيّن في الشكل (6-5).

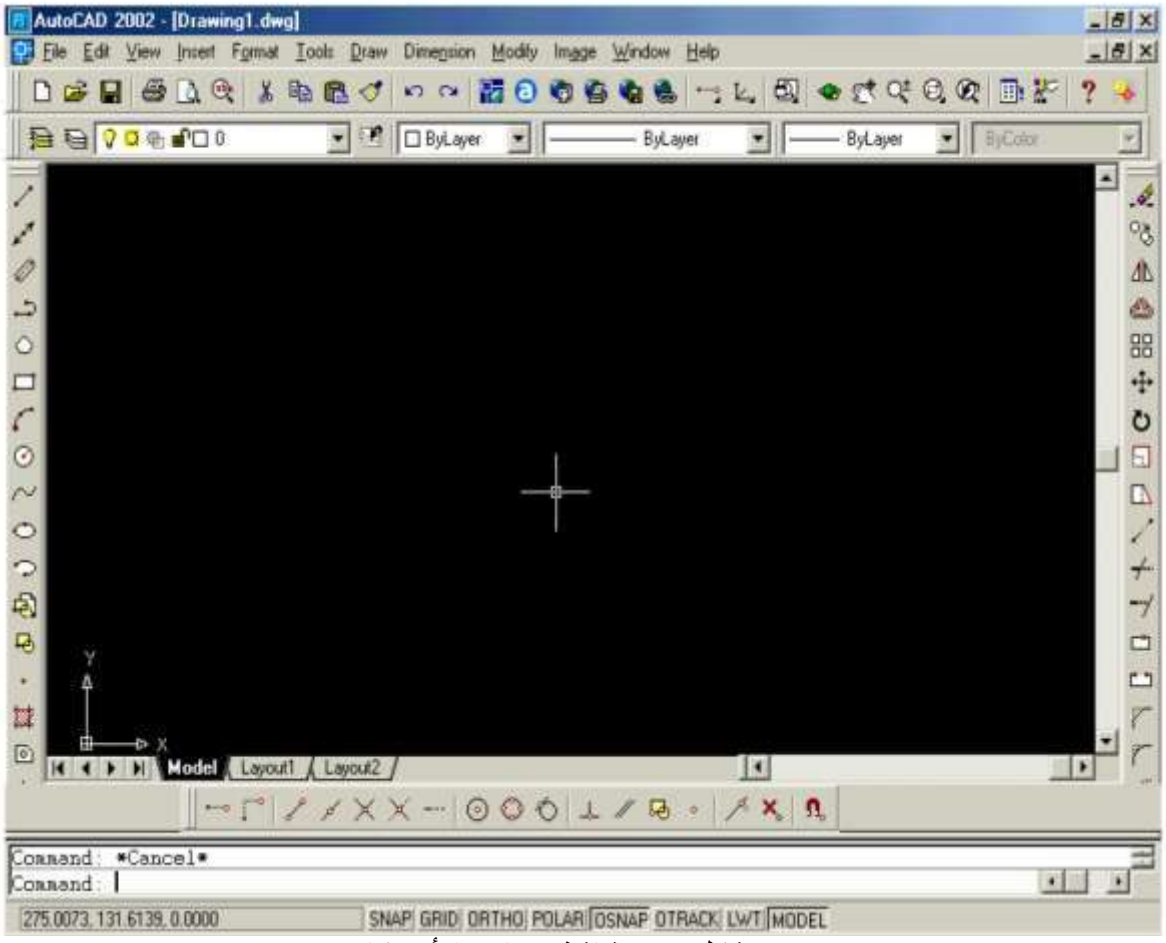
	Command: '_limits Reset Model space limits: Specify lower left corner or [ON/OFF] <0.0000,0.0000>: 0,0 Specify upper right corner <420.0000,297.0000>: 210,297
أختيار كلمة Format	ادخال الأرقام باللون الأحمر

شكل 6-5 تحديد مساحة الرسم بطريقة Format ومن ثم Drawing limits

6-2-2 أخفاء وإظهار أشرطة الأدوات

من قائمة أبدأ (start) يمكن البحث عن أوتوكاد AutoCAD وإضغط على أيقونة AutoCAD سوف يفتح البرنامج في شاشة الحاسبة، كما مبيّن في الشكل (6-6). عند فتح برنامج الأوتوكاد لأول مرة سوف تحتاج إلى تنشيط قوائم معينة وإخفاء أخرى، لذا سوف يتم إخفاء جميع أشرطة الأدوات Toolbars وتنشيط فقط الأدوات الأساسية.

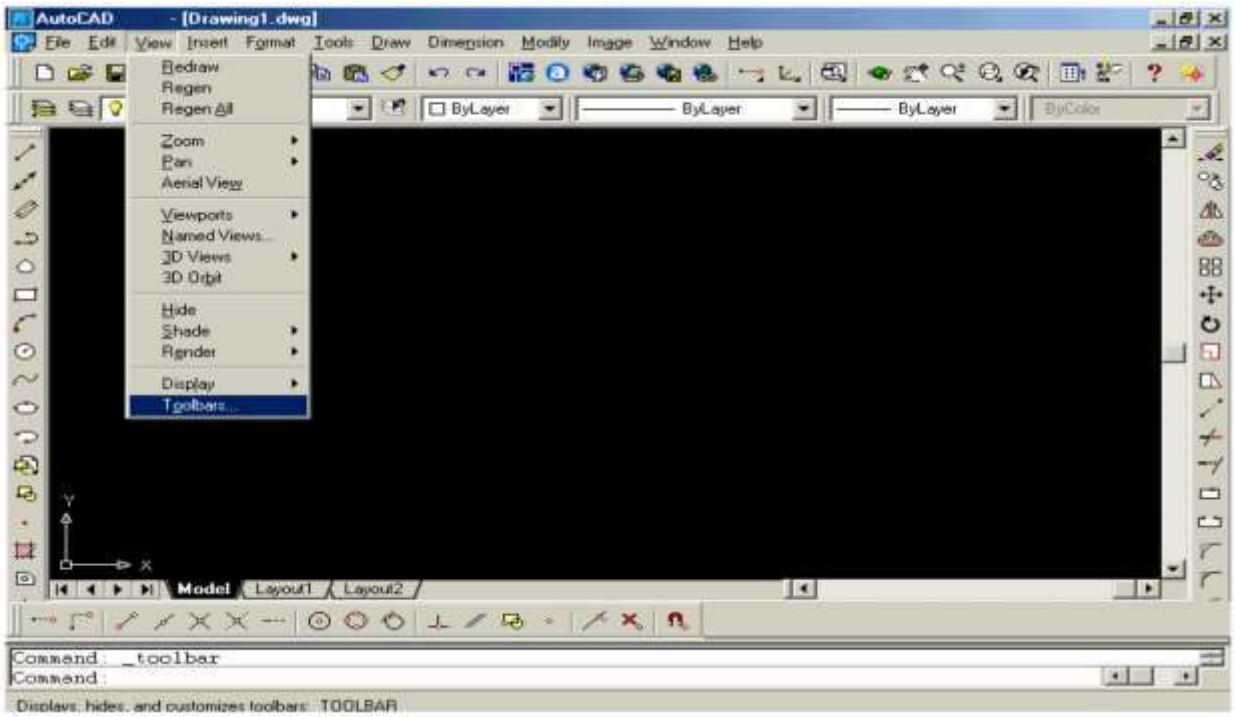
أ- إخفاء أشرطة الأدوات: إختر من القائمة الرئيسية View ومن ثم Toolbars، وكما هو مبيّن في الشكل (6-7) وستفتح لك القائمة المبيّنة في الشكل (6-8) ومنها أشر على المربع الذي على يسار العبارات المكتوبة باللغة الانكليزية، لاحظ أن وجود علامة صح (√) يعني إن القائمة سوف تظهر على الشاشة وعند عدم وجود علامة صح (√) هذا يعني إن القائمة سوف لن تظهر على الشاشة.



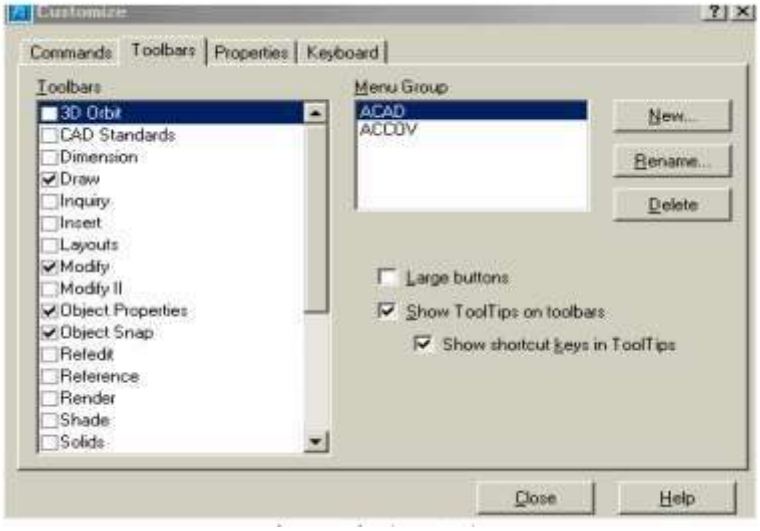
شكل 6-6 شاشة برنامج الأوتوكاد

ويفضل إظهار الأدوات المبيّنة أدناه كونها الأكثر استخداماً في الرسم:

شريط الأدوات القياسي	CAD standard	أدوات التعديل	Modify
أدوات الخصائص	Objective properties	أدوات القفز	Object snap
أدوات الرسم	Draw		



شكل 6-7 شاشة برنامج الأوتوكاد عند تنشيط أو أخفاء أشرطة الأدوات



أي مربع عليه علامة ✓ يعني أن هذا الشريط نشط والعكس صحيح .

شكل 6-8 نافذة إخفاء وإظهار الأدوات

وعند الانتهاء من أخفاء الأدوات غير المرغوب بها وإظهار الأدوات المرغوب بها للحصول على شاشة للأوتوكاد، كما مبيّنة في الشكل (6-9).

شكل 6-9 الشكل النهائي لشاشة برنامج الأوتوكاد

ويبيّن الجدول (6-2) أوامر التعديل والرسم في برنامج الأوتوكاد.

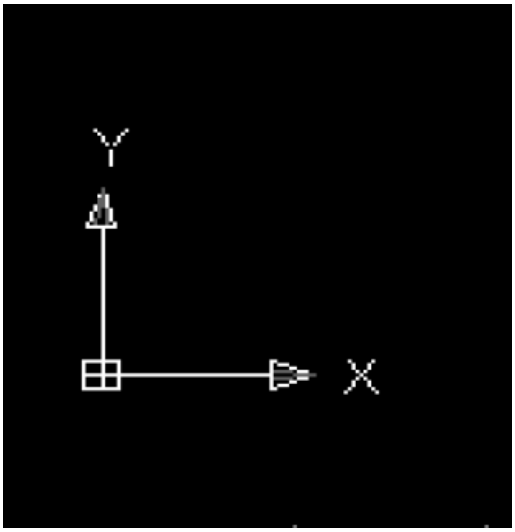
جدول 6-2 أوامر التعديل والرسم في برنامج الأوتوكاد

أوامر التعديل		أوامر الرسم	
مسح		خط مستقيم	
نسخ		خط إنشاء	
انعكاس		خطوط متعددة	
إزاحة		خط مركب	
مصفوفة عناصر		مضلع	
تحريك		مستطيل	
تدوير		قوس	
مقياس		دائرة	
تمديد		خط مرن	
تطويل		قطع ناقص	
قطع		مقطع	
تمديد خط		إدراج كتلة	
تحديد		صنع كتلة	
كسر		نقطة	
شفرة		تهشير	
تدوير		منطقة	

3-6 إنشاء رسوم ثنائية الأبعاد Two Dimensions Drawings

1-3-6 الأبعاد Dimensions

تقسم الأبعاد في الرسم بواسطة الحاسوب إلى قسمين، الأولى أبعاد مطلقة، وهي أخذ جميع الأبعاد من نقطة الأصل (0,0) Reference point، وكما مبيّنة في الشكل (6-10).



شكل 6-10 نقطة الأصل في شاشة الرسم بالحاسوب

والثانية هي الأبعاد التزايدية Incremental وهي أخذ البعد من آخر نقطة تم رسمها ويجب أن تسبق العبارة @ البعد المطلوب. وتُعد الأبعاد التزايدية الأكثر تعاملا في الرسم بواسطة الحاسبة لسهولة التعامل بها.

2-3-6 رسم المستقيم

كما ذكر سابقا أن أمر رسم المستقيم هو الأيقونة ، وتقسم المستقيمات إلى قسمين مستقيمات عمودية أو أفقية، ومستقيمات مائلة.

أ- رسم المستقيمات الأفقية والعمودية: إذا أردنا رسم أفقي طوله 100 وحدة، ثم نتبعه بمستقيم عمودي طوله 80 وحدة يتصل بنهاية المستقيم يتّبع الآتي:

1- اِضغط على الأيقونة

2- ستظهر لك العبارة التالية في الشاشة السفلى لشاشة الرسم: أكتب عند نهاية العبارة الرقم 0,0

Command: _line Specify first point: 0,0

3- اِضغط على Enter

4- ستظهر العبارة التالية في الشاشة السفلى: أكتب عندها الرقم 0 , 100

Specify next point or [Undo]: 0,100

5- اِضغط على Enter

6- ستظهر لك العبارة التالية في الشاشة السفلية: أكتب عندها @ 0,80

Specify next point or [Undo]: @80,0

7- اِضغط على Enter ثم اِضغط على Enter مرة أخرى سيظهر لك الرسم كما في الشكل (6-11) .

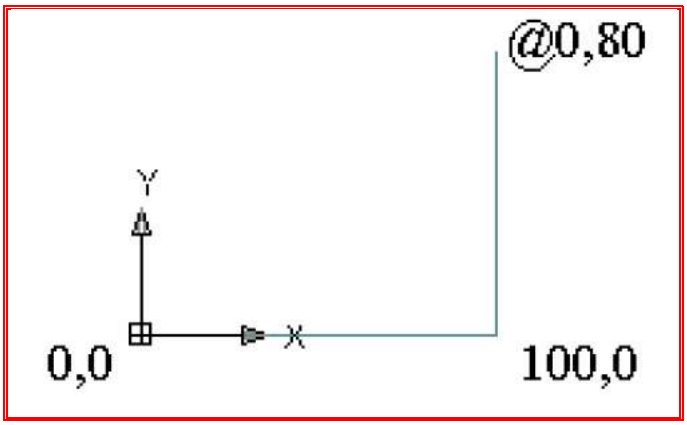
وفيما يأتي ملخص للعبارات التي وردت.

Command: _line Specify first point: 0,0

Specify next point or [Undo]: 100,0

Specify next point or [Undo]: @0,80

Specify next point or [Close/Undo:[



شكل 6-11 رسم مستقيم أفقي طوله 100 وحدة وآخر عمودي طوله 80 وحدة

ب- **رسم المستقيمات المائلة**: لرسم خط مائل بزاوية 45 درجة وطول 90 وحدة تتبع الخطوات الآتية:

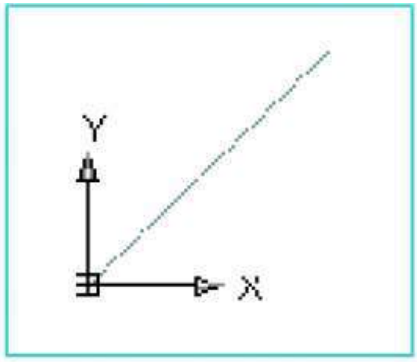
1- اِضغط على الأيقونة الخاصة برسم خط مستقيم . ستظهر لك العبارة الآتية في الشاشة السفلية:
أكتب بداية المستقيم من 0,0

Command: _line Specify first point: 0,0

2- اِضغط Enter ستظهر لك العبارة الآتية: ثم اكتب طول المستقيم أولا 90 ثم اِضغط على Shift والعلامة > في وقت واحد ثم اكتب الزاوية 45 وكما يأتي :90<45

Specify next point or [Undo]: 90<45

3- ثم اِضغط Enter ثم Enter مرة أخرى تحصل على الشكل (6-12):

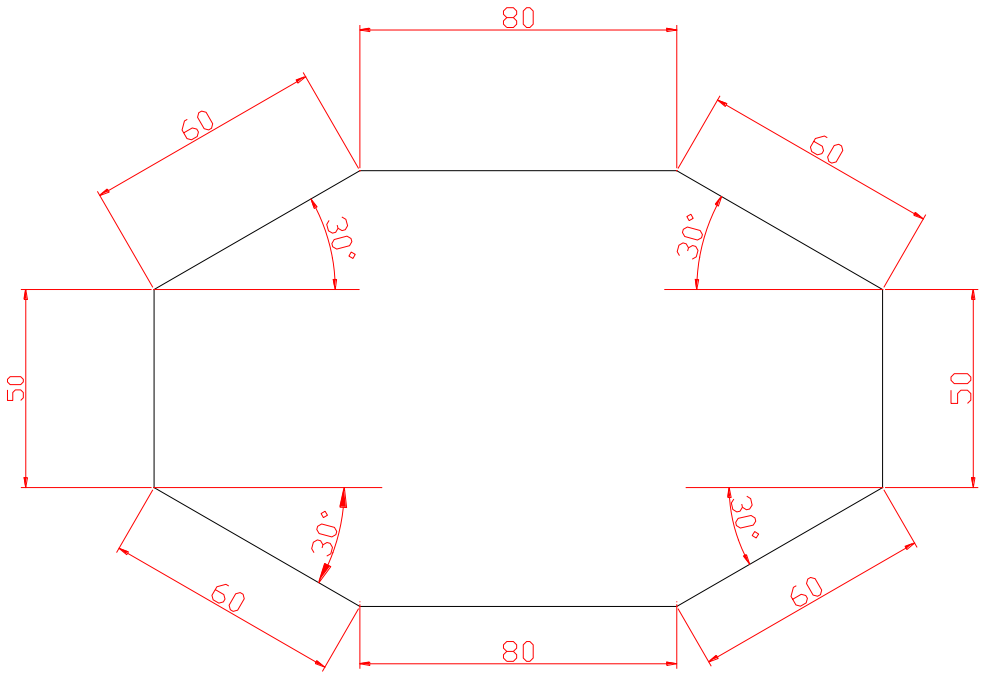


شكل 6-12 رسم مستقيم طول 90 وحدة مائل بزاوية 45 درجة

التمرين الأول: اِرسم المضلع المبيّن في الشكل (6-13) باستخدام أوامر الأوتوكاد.

اِتبع الأوامر الموضحة أسفل الرسم وتذكر أن كل ما هو مطلوب منك هو أن تدخل الأرقام المكتوبة باللون الأحمر، وتذكر أن البعد يكون موجباً إذا كان باتجاه المحاور X و Y ويكون سالباً إذا اتجهت عكس المحورين X و Y، وكما موضّح في حل التمرين. ويبيّن الشكل (6-14) أوامر الرسم على كل جزء من أجزاء الرسم.

التمرين الأول: إرسم المضلع (1)



شكل 6-13 رسم الشكل في التمرين الأول

Command: _line Specify first point: 0,0

Specify next point or [Undo]: 0,50

Specify next point or [Undo]: @60<30

Specify next point or [Close/Undo]: @80,0

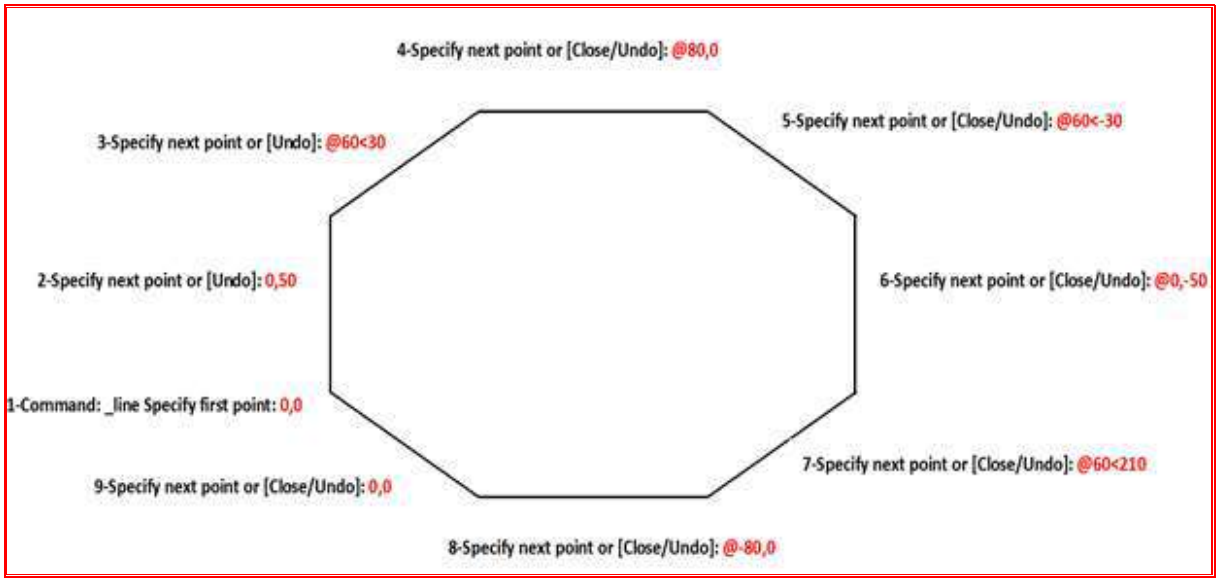
Specify next point or [Close/Undo]: @60<-30 الزاوية سالبة كون ميل المستقيم إلى الأسفل

Specify next point or [Close/Undo]: @0,-50 الرقم سالب كون اتجاه الرسم عكس محور Y

Specify next point or [Close/Undo]: @60<210

Specify next point or [Close/Undo]: @-80,0 الرقم سالب كون اتجاه الرسم عكس محور X

Specify next point or [Close/Undo]: 0,0



شكل 6-14 أوامر الرسم موزعة على كل جزء من أجزاء الرسم

6-3-3 رسم الدوائر

هنالك ستة طرائق لرسم الدائرة في الأوتوكاد وتستخدم كل طريقة حسب وضعية الرسم: ويبيّن الجدول (6-3) طرائق الرسم الستة، ويمكن استخراج الجدول أدناه من شريط الأدوات الرئيس وكما يأتي: Draw ثم Circle عندها سيظهر الجدول أدناه:

جدول 6-3 طرائق رسم الدوائر

Center, Radius	رسم دائرة بمعرفة المركز ونصف القطر
Center, Diameter	رسم دائرة بمعرفة المركز والقطر
2 Points	رسم دائرة بتحديد نقطتين على المحيط
3 Points	رسم دائرة بتحديد ثلاثة نقاط
Tan, Tan, Radius	رسم دائرة بمماسين ومعرفة نصف القطر
Tan, Tan, Tan	رسم دائرة بثلاث مماسات

تطبيق: اِرسم دائرة تقع عند النقطة 20,20 وقطرها 50 وحدة:

من القائمة الرئيسية اِتبع ما يأتي:

- Draw ثم Circle ثم Center, Diameter سيظهر لك الأمر التالي في الشاشة السفلية: أدخل الرقم 20,20

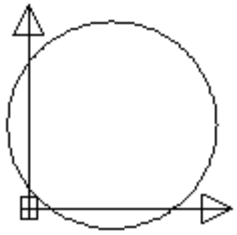
Command: _circle Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]: 20,20

- ثم اِضغط Enter
- ستظهر لك العبارة التالية والخاصة بمقدار قطر الدائرة: أدخل قيمة القطر 50 وحدة:

Specify radius of circle or [Diameter]: _d Specify diameter of circle: 50

- ثم اِضغط Enter

سيكون لك الرسم الموضح في الشكل (6-15) كما يأتي:



شكل 6-15 رسم دائرة بمعرفة المركز والقطر

تطبيق: اِرسم الدائرة التي قطرها 20 وحدة و تمس المحورين X و Y:

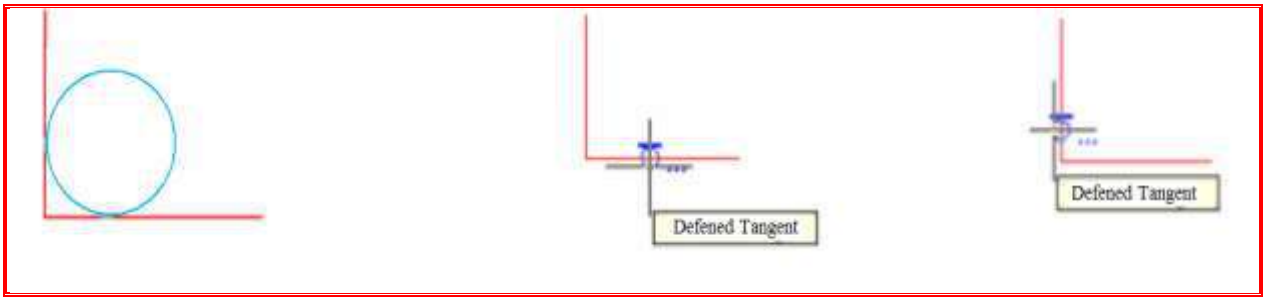
من القائمة الرئيسية اِتبع ما يأتي:

- Draw ثم Circle ثم Tan, Tan, Radius سيظهر لك الأمر التالي في الشاشة السفلية

Command: _circle Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]: _ttr

- أشر بواسطة الفأرة على الضلع العمودي ثم اِضغط زر الفأرة الأيسر
- اشر بواسطة الفأرة على الضلع الأفقي ثم اِضغط زر الفأرة الأيسر
- أدخل قيمة نصف قطر الدائرة ويساوي 10 ثم اِضغط Enter

ويبيّن الشكل (6-16) عمليات رسم دائرة بمماسين ومعرفة نصف القطر.



أ- تعريف المماس الأول ب – تعريف المماس الثاني ج- إدخال نصف القطر

شكل 6-16 عمليات رسم دائرة بمماسين ومعرفة نصف القطر

أدناه الأوامر الخاصة برسم دائرة بمماسين ومعرفة نصف القطر

Command: _circle Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]: _ttr

Specify point on object for first tangent of circle:

Specify point on object for second tangent of circle:

Specify radius of circle: 10

6-3-4 رسم مستطيل أو مربع

تستخدم الأيقونة لرسم المستطيل أو المربع، ويرسم المستطيل عن طريق تحديد موقع أحد زواياه ثم تعريف طول ضلع المستطيل ومن ثم تعريف ارتفاع المستطيل، وسنقوم برسم مستطيل تقع إحدى زواياه في النقطة 30,30 وعرضه 20 وحدة وارتفاعه 70 وحدة:

- اِضغط على الأيقونة ستظهر العبارة التالية في الشاشة السفلية: أدخل 30,30
- ثم اِضغط Enter

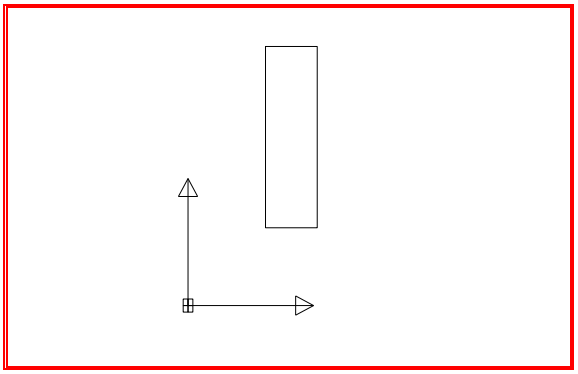
Command: _rectang Specify first corner point or

[Chamfer/Elevation/Fillet/Thickness/Width]: 30,30

ستظهر العبارة التالية: أدخل بعد الضغط على @ طول المستطيل فارزة ثم ارتفاع المستطيل.

Specify other corner point or [Area/Dimensions/Rotation]: @20,70

ويبيّن الشكل (6-17) المستطيل بعد أجراء العمليات أعلاه



شكل 6-17 رسم مستطيل باستخدام الأيقونة

6-3-5 رسم القوس

هنالك طرائق عديدة لرسم القوس ويمكن الحصول عليها من القائمة الرئيسة وإتباع ما يأتي: Draw ثم Arc عندها سيظهر لك الجدول أدناه والخاص بطرائق رسم القوس:

3 Points	بمعرفة ثلاث نقاط
Start, Center, End	معرفة البداية ومركز القوس والنهاية
Start, Center, Angle	معرفة البداية ومركز القوس وزاوية القطاع
Start, Center, Length	معرفة البداية ومركز القوس وطول القوس
Start, End, Angle	معرفة البداية والنهاية وزاوية القطاع
Start, End, Direction	معرفة البداية والنهاية واتجاه القوس
Start, End, Radius	معرفة البداية والنهاية ونصف قطر القوس
Center, Start, End	معرفة المركز والبداية والنهاية
Center, Start, Angle	معرفة المركز والبداية وزاوية القطاع

رسم قوس بمعرفة ثلاثة نقاط 3 Points يتبع ما يأتي:

- اِضغط Draw ثم Arc ثم 3 Points ستظهر العبارة التالية في الشاشة السفلية: أدخل قيمة النقطة الأولى ولتكن مثلا 0,0

Command: _arc Specify start point of arc or [Center]: 0,0

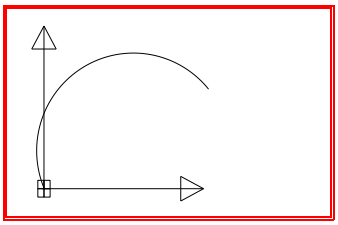
- اِضغط Enter، ستظهر لك العبارة التالية في الشاشة السفلية: أدخل النقطة الثانية للقوس ولتكن 20,40

Specify second point of arc or [Center/End]: 20,40

- اِضغط Enter، ستظهر لك العبارة التالية في الشاشة السفلية: ادخل النقطة الثالثة للقوس ولتكن 50,30

Specify end point of arc: 50,30

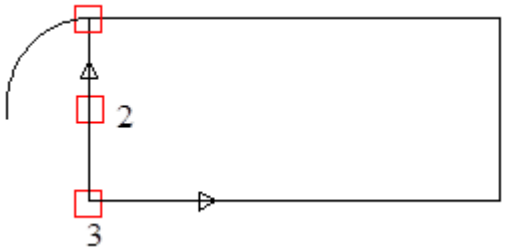
- اِضغط Enter عندها سيظهر لك الرسم كما هو مبيّن في الشكل (6-18).



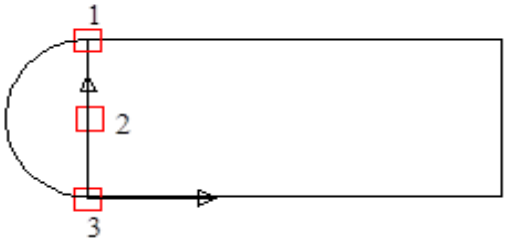
شكل 6-18 رسم قوس بمعرفة ثلاثة نقاط

رسم قوس بمعرفة البداية والمركز والنهاية يتبع الخطوات الآتية والمبيّنة في الشكل (6-19) وكما يأتي:

- اِفتح Draw ثم Arc el ثم Start, Center, End
- اِلتقط النقطة 1 بواسطة الفارة
- اِلتقط النقطة 2 بواسطة الفارة والتي تمثل منتصف الخط العمودي (مركز القوس)
- اِلتقط نهاية الخط العمودي النقطة 3 بواسطة الفارة
- ثم اِضغط Enter



أ- الشكل بعد التقاط النقطتين1و2



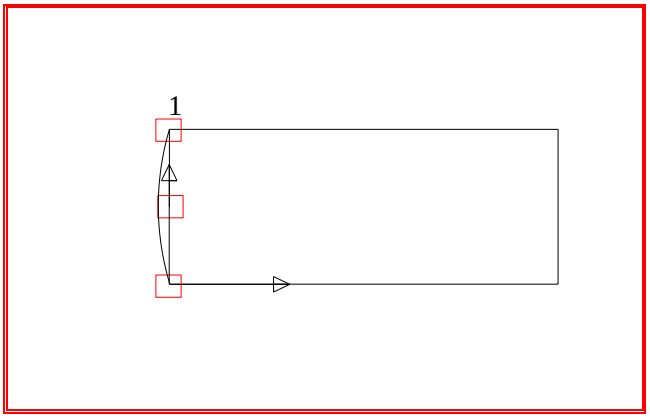
ب- الشكل بعد التقاط النقطة 3

شكل 6-19 رسم قوس بمعلومة البداية والمركز والنهاية

رسم قوس بمعرفة البداية والنهاية ونصف القطر

تتبع الخطوات التالية والمبيّنة في الشكل (6-20) وكما يأتي:

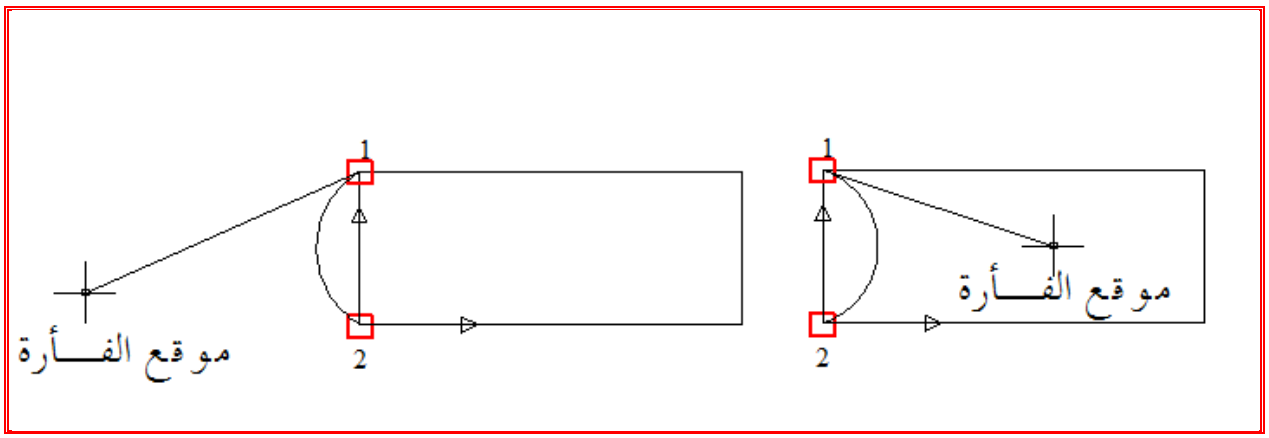
- اِفتح Draw ثم Arc el ثم Start, End, Radius
- اِلتقط النقطة 1 بواسطة الفارة
- اِلتقط النقطة 2 بواسطة الفارة والتي تمثل نهاية الخط العمودي
- حدد قيمة نصف القطر في الشاشة السفلية (ولتكن 35 وحدة)
- ثم اِضغط Enter



شكل 6-20 رسم قوس بمعرفة البداية والنهاية ونصف القطر

رسم قوس بمعرفة البداية والنهاية واتجاه القوس، تتبع الخطوات الآتية والمبيّنة في الشكل (6-21)

- اِفتح Draw ثم Arc el ثم Start, End, Direction
- اِلتقط النقطة 1 بواسطة الفارة
- اِلتقط النقطة 2 بواسطة الفارة والتي تمثل نهاية الخط العمودي
- حدد اتجاه القوس عن طريق الفارة، فإذا حركت الفارة إلى يمين الخط يكون القوس باتجاه اليمين، والشئ ذاته إذا حركت الفارة باتجاه اليسار، علماً أن بعد الفارة عن الخط العمودي يحدد طول نصف قطر القوس.
- ثم اِضغط Enter



أ – رسم قوس على يسار الخط العمودي ب رسم قوس على يمين الخط العمودي

شكل 6-21 رسم قوس بمعرفة البداية والنهاية واتجاه القوس

6-3-6 رسم مضلع

تستخدم الأيقونة في رسم المضلع، ويمكن رسم مضلع خماسي أو سداسي أو أكثر، وهنالك ثلاث طرائق في رسم المضلع، وهي كما يلي:

رسم مضلع بمعرفة عدد أضلاعه وطول الضلع: إرسم مضلع سداسي الأضلاع، طول ضلعه 100 ملم: تتبع الخطوات الآتية، وكما هو مبيّن في الشكل (6-22):

- أختار الأيقونة ستظهر العبارة التالية في الشاشة السفلية

Command: _polygon Enter number of sides <4>: 6. أدخل عدد الأضلاع ولتكن 6

- إضغط Enter. ستظهر العبارة الآتية:

Specify center of polygon or [Edge]: e أدخل الحرف e

- إضغط Enter ستظهر عبارة في الشاشة السفلية تطلب تحديد نقطة بداية الشكل السداسي وكما يأتي:

Specify first endpoint of edge: 0,0 أدخل مثلاً نقطة الأصل 0,0

- اِضغط Enter ستظهر العبارة التي تطلب طول الضلع وكما يأتي:

Specify second endpoint of edge: @100,0 ادخل الرقم الذي يمثل طول الضلع @100,0

ثم اِضغط Enter سيظهر لك الشكل السداسي وكما هو مبيّن في الشكل (6-22)

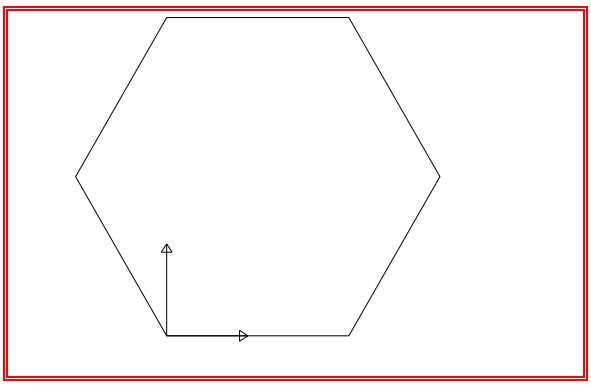
وأدناه خطوات الرسم كما ذكر أعلاه:

Command: _polygon Enter number of sides <4>: 6

Specify center of polygon or [Edge]: e

Specify first endpoint of edge: 0,0

Specify second endpoint of edge: @100,0



شكل 6-22 شكل سداسي طول ضلعه 100 ملم

رسم شكل خماسي داخل دائرة وهمية معلومة نصف القطر والمركز

اِرسم شكل خماسي داخل دائرة نصف قطرها 150 ملم ومركزها نقطة الأصل.

- اِختر الأيقونة ستظهر العبارة الآتية في الشاشة السفلية

Command: _polygon Enter number of sides <4>: 5 ادخل عدد الأضلاع ولتكن

- اِضغط Enter ستظهر العبارة التالية

أدخل الحرف C Specify center of polygon or [Edge]: c

- اِضغط Enter ستظهر العبارة الآتية:

أدخل مركز الدائرة الوهمية، وليكن 0 ,0 Specify center of polygon or [Edge]: 0, 0

- اِضغط Enter ستظهر العبارة التالية: تطلب تحديد هل أن الشكل الخماسي داخل أو خارج الدائرة،

ادخل الحرف I Enter an option [Inscribed in circle/Circumscribed about circle]<I>:I

- اِضغط Enter ستظهر العبارة التالية: تطلب تحديد نصف قطر الدائرة الوهمية

ادخل نصف قطر الدائرة الوهمية، وهو 150 Specify radius of circle: 150

- اِضغط Enter سيكون الناتج كما هو مبيّن في الشكل (6-23).

وأدناه خطوات الرسم كما ذكر أعلاه:

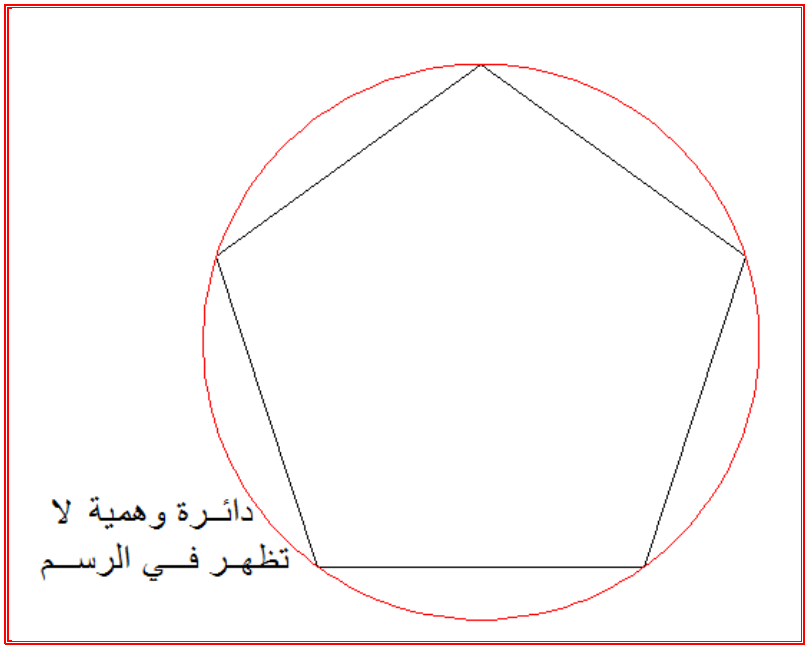
Command: _polygon Enter number of sides <4>: 5

Specify center of polygon or [Edge]: c

Specify center of polygon or [Edge]: 0,0

Enter an option [Inscribed in circle/Circumscribed about circle] <I>:I

Specify radius of circle: 150



شكل 6-23 رسم شكل خماسي داخل دائرة وهمية

رسم شكل ثماني خارج دائرة وهمية معلوم نصف قطرها ومركزها

اِرسم الشكل الثماني خارج دائرة وهمية مركزها عند النقطة 20,20 ونصف قطرها 125 ملم.

- اِختر الأيقونة ستظهر العبارة التالية في الشاشة السفلية

Command: _polygon Enter number of sides <4>: 8. 8 ,أدخل عدد الأضلاع ولتكن

- اِضغط Enter ستظهر العبارة التالية

Specify center of polygon or [Edge]: c أدخل الحرف C,

- اِضغط Enter ستظهر العبارة الآتية:

Specify center of polygon or [Edge]: 20, 20 أدخل مركز الدائرة الوهمية، وليكن 20 ,20

- اِضغط Enter ستظهر العبارة الآتية: تطلب تحديد هل أن الشكل الثماني داخل أو خارج الدائرة،

Enter an option [Inscribed in circle/Circumscribed about circle] <I>:c ادخل الحرف C

- اِضغط Enter ستظهر العبارة التالية: تطلب تحديد نصف قطر الدائرة الوهمية

Specify radius of circle: 125 ادخل نصف قطر الدائرة الوهمية، وهو 125

- اِضغط Enter سيكون الناتج كما هو مبيّن في الشكل (6-24).

وأدناه خطوات الرسم كما ذكر أعلاه:

Command: _polygon Enter number of sides <4>: 8

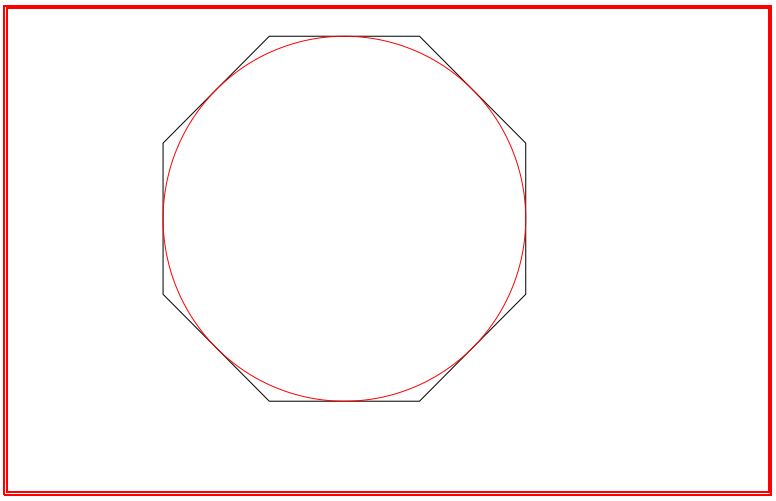
Specify center of polygon or [Edge]: c

Point or option keyword required.

Specify center of polygon or [Edge]: 20,20

Enter an option [Inscribed in circle/Circumscribed about circle] <I>: c

Specify radius of circle: 125



شكل 6-24 رسم شكل ثماني خارج دائرة وهمية، معلوم نصف قطرها ومركزها

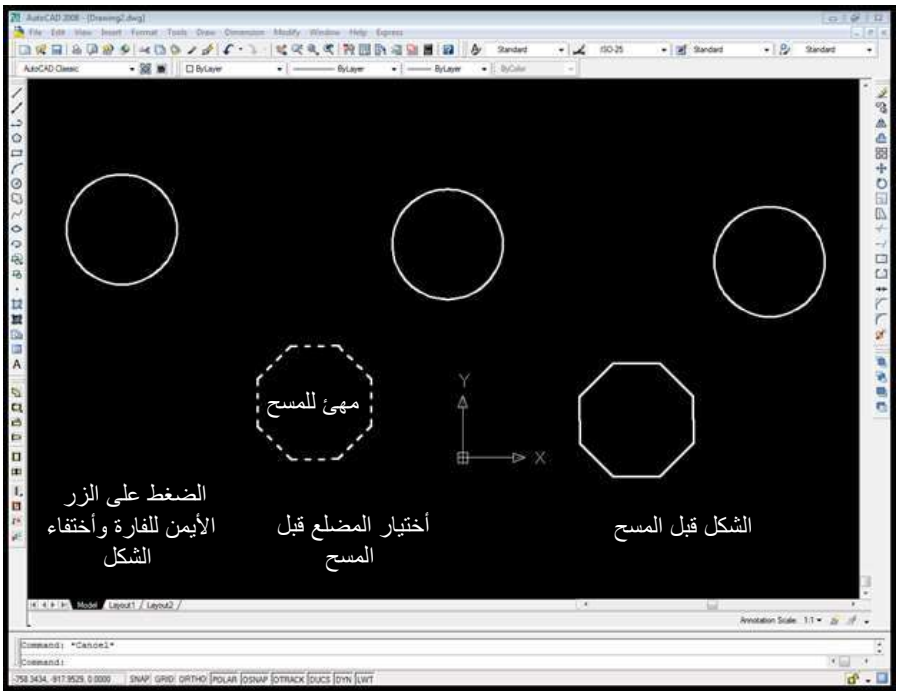
4-6 أوامر التعديل Modify

باستخدام أوامر التعديل يمكن تعديل ومسح ونسخ وإعادة رسم الإشكال، وتشمل أوامر التعديل ما يأتي:

1-4-6 أمر المسح Erase

وتستخدم ثلاث طرائق للمسح في رسم الأوتوكاد، وهي كما يأتي:

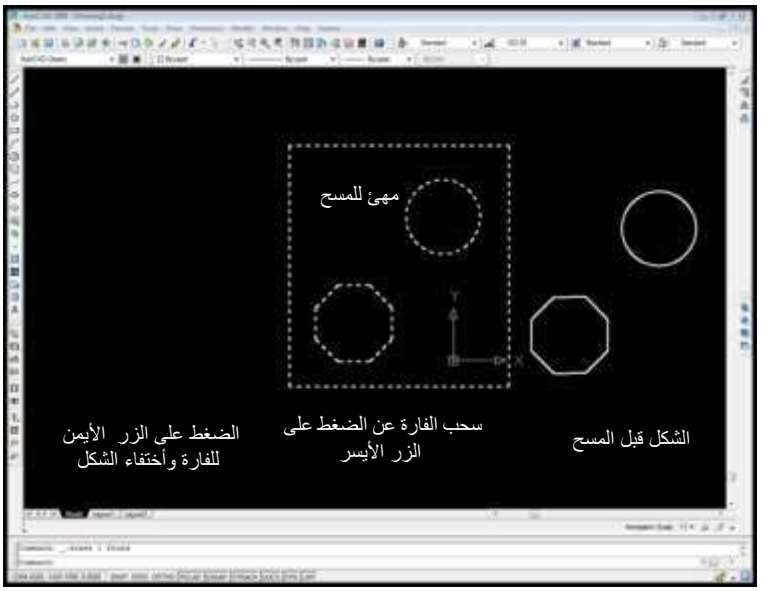
إختر الأيقونة من أوامر Modify سيتحول المؤشر من علامة الزائد إلى مربع صغير جداً، أختار الشكل الذي تريد مسحه عن طريق الفأرة، سيتحول الشكل المختار إلى شكل منقط، إضغط بزر الفأرة الأيمن سيختفي الشكل من اللوحة، وكما هو موضح في الشكل (6-25).



شكل 6-25 عملية مسح المضلع من الشكل

المسح بتكوين نافذة من اليمين إلى اليسار:

وتستخدم هذه الطريقة لمسح مساحة واسعة من اللوحة، إختر الأيقونة سيتحول المؤشر إلى مربع صغير، إضغط على زر الفأرة الأيسر وأسحب باتجاه اليسار، عند تغطية الأشكال التي تريد مسحها، أرفع أصبعك عن زر الفأرة الأيسر، ستتحول خطوط الأشكال المراد مسحها إلى خطوط مقطعة، إضغط على زر الفأرة الأيمن، سوف تختفي الأشكال من اللوحة، وكما هو مبيّن في الشكل (6-26).



شكل 6-26 المسح بتكوين نافذة من اليمين إلى اليسار

6-4-2 أمر التراجع Undo

يستخدم هذا الأمر للتراجع عن عدد من العمليات التي تم استخدامها أثناء الرسم، فعند كل ضغطة على الأيقونة يقوم البرنامج بإرجاعك عملية إلى الوراء. فمثلاً إذا قمت برسم مستقيم ودائرة ومربع، فعند الضغطة الأولى على الأيقونة يتم أخفاء آخر رسم وهو المربع، والضغطة الثانية على الأيقونة يقوم بإخفاء الدائرة وهكذا. فإذا قمت بمسح شكل من اللوحة وأردت استعادته مباشرة اِضغط على الأيقونة .

6-4-3 أمر العودة Redo

يستخدم بإعادة آخر عملية قمت بالتراجع عنها، ففي الفقرة السابقة عندما تراجعنا عن رسم المربع والدائرة والمستقيم، فعند الضغط على الأيقونة سوف يظهر المستقيم، والضغطة الثانية سوف تظهر الدائرة والثالثة سوف تظهر المربع.

6-4-4 أمر تقويس الزوايا Fillet

يستخدم هذا الأمر لتحويل الزوايا إلى أقواس صغيرة، وفي البداية نختار الأيقونة من Modify عندها ستظهر العبارة التالية في الشاشة السفلية:

Select first object or [Undo/Polyline/Radius/Trim/Multiple]: r

ادخل الحرف r، دلالة على نصف القطر.

اِضغط Enter ستظهر العبارة التي تطلب قيمة نصف القطر

أدخل قيمة نصف القطر ولتكن 5 Specify fillet radius <0.0000>: 5

اِضغط Enter سيتحول المؤشر إلى مربع صغير يطلب منك أختيار الضلع الاول للزاوية، أشر بالفأرة على الضلع واِضغط على الزر الأيسر الاول سيتحول الضلع إلى مستقيم منقط. ثم أشَر على الضلع الثاني للزاوية واِضغط على زر الفأرة الأيسر ستتحول نقطة إلتقاء الضلعين الى قوس. وكما مبيّن في الشكل (6-27).

وأدناه الخطوات المبيّنة أعلاه.

Command: _fillet

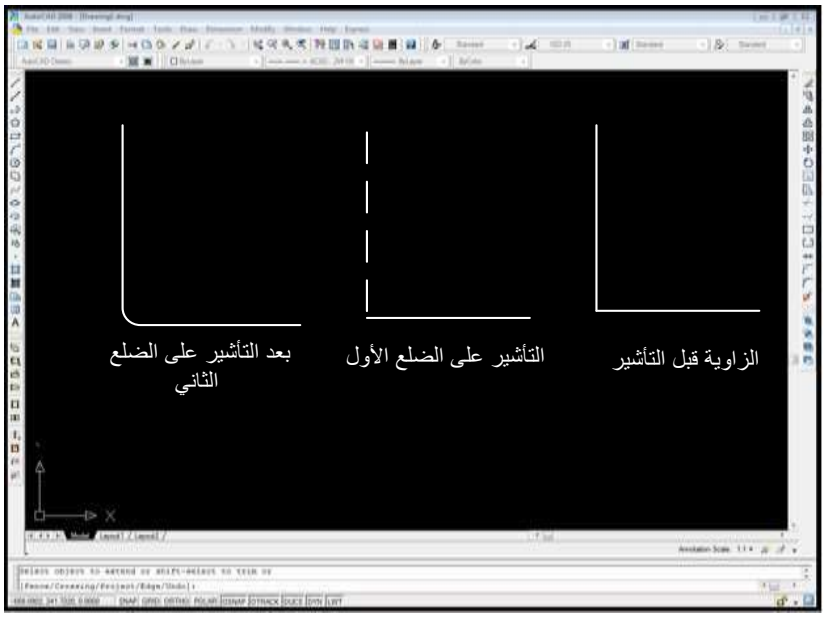
Current settings: Mode = TRIM, Radius = 0.0000

Select first object or [Undo/Polyline/Radius/Trim/Multiple]: r

Specify fillet radius <0.0000>: 5

Select first object or [Undo/Polyline/Radius/Trim/Multiple]:

Select second object or shift-select to apply corner:



شكل 6-27 أمر تقويس الزوايا

6-4-5 أمر الشطف Chamfer

وهو مشابه لعملية تحويل الزاوية إلى قوس، ويحول هذا الأمر الزاوية إلى شطفة صغيرة، وتتم العملية كما هو مبيّن أدناه:

اِختر الأيقونة من Modify ثم أكتب الحرف d ثم Enter سيطلب منك إدخال مسافة الشطف العمودية، أدخل مثلاً الرقم 8، ثم Enter سيطلب منك إدخال مسافة الشطف الثانية، أدخل الرقم 3 مثلاً ثم Enter سيتحول المؤشر إلى مربع صغير أختار الضلع العمودي ثم الضلع الأفقي، بعدها سيتم شطف الزاوية، كما هو مبيّن في الشكل (6-28).

ملاحظة: ترتيب اختيار الأضلاع يحدد مسافة الشطف، فإذا اِخترنا الضلع العمودي أولا فأن مسافة الشطف الأولى 8 ستكون على البعد العمودي، أما أذا اِخترنا الضلع الأفقي أولا فان مسافة الشطف الأولى 8 ستكون على الضلع الأفقي. وأدناه خطوات عملية الشطف:

Command: _chamfer

(TRIM mode) Current chamfer Dist1 = 0.0000, Dist2 = 0.0000

Select first line or [Undo/Polyline/Distance/Angle/Trim/mEthod/Multiple]: d

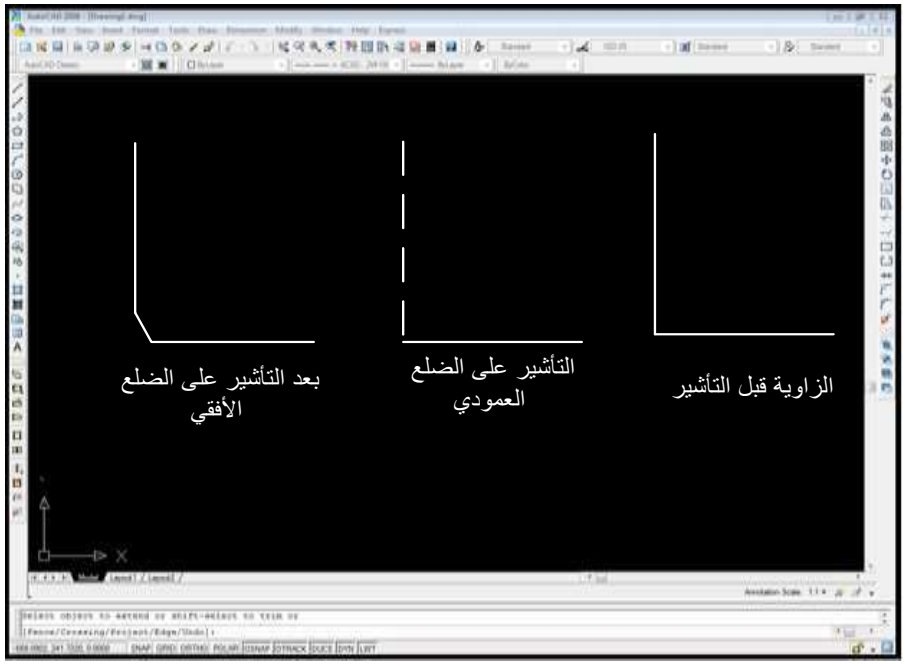
Specify first chamfer distance <0.0000>: 8

Specify second chamfer distance <8.0000>: 3

Select first line or [Undo/Polyline/Distance/Angle/Trim/mEthod/Multiple:[

Select second line or shift-select to apply corner:

Command: Specify opposite corner:



شكل 6-28 أمر الشطف

6-4-6 أمر النسخ Copy

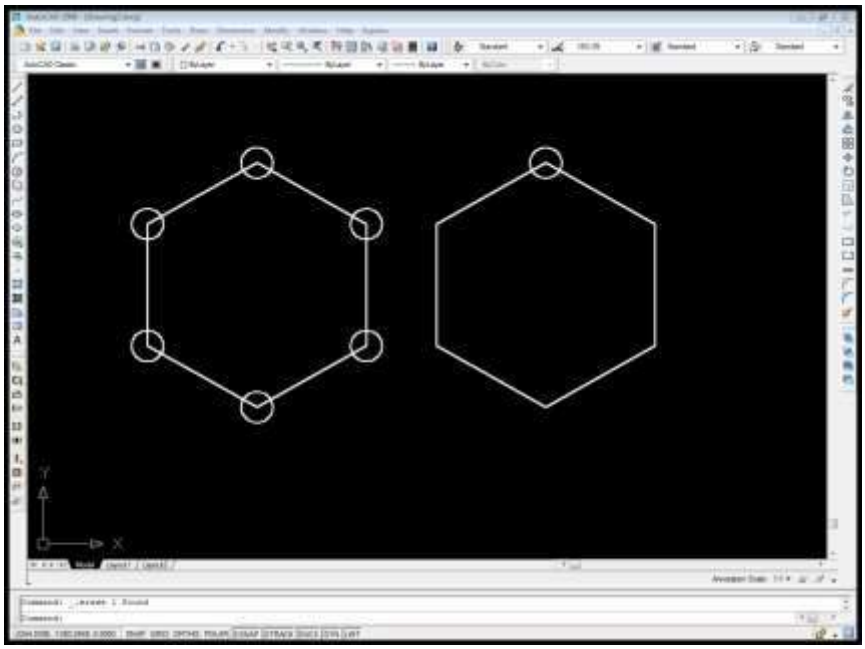
يستخدم هذا الأمر لنسخ الأشكال وتحويلها إلى مكان آخر، فإذا أردنا نسخ الدائرة التي أعلى الشكل السداسي المبيّن في الشكل (6-29) ورسمه على جميع زوايا الشكل السداسي نتبع ما يأتي:

- اِختر الدائرة بواسطة الفأرة واِضغط على زر الفأرة الأيسر.

- اِختر الأيقونة ثم أشر على مركز الدائرة الصغير واِضغط على زر الفأرة الأيسر.
- أشر على أحد زوايا الشكل السداسي ثم اِضغط زر الفأرة الأيسر سترسم دائرة على زاوية الشكل السداسي.
- كرر العملية لكل زاوية واِضغط زر الفأرة الأيسر وعند الانتهاء من رسم الدوائر اِضغطEnter.

أدناه الخطوات المتبعة في عملية النسخ:

Command: _copy 1 found
Current settings: Copy mode = Multiple
Specify base point or [Displacement/mode] <Displacement>: Specify second point
Or <use first point as displacement>:
Specify second point or [Exit/Undo] <Exit>:
Specify second point or [Exit/Undo] <Exit>:
Specify second point or [Exit/Undo] <Exit>:
Specify second point or [Exit/Undo] <Exit>:



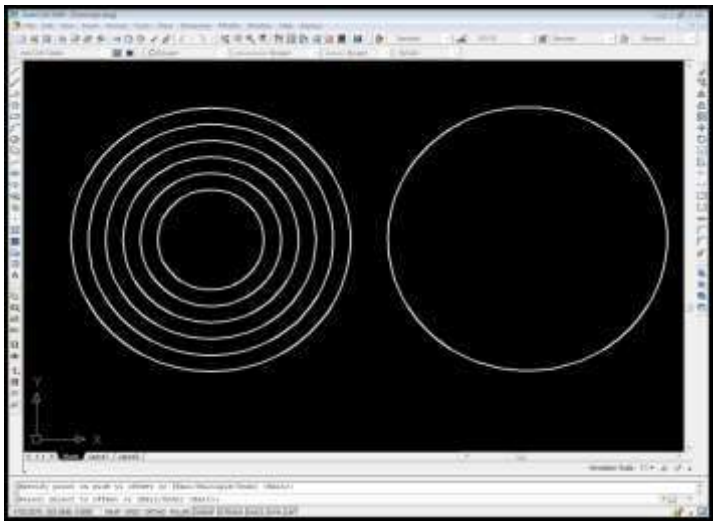
شكل 6-29 الشكل قبل وبعد عملية النسخ

6-4-7 أمر الإزاحة بمسافة محددة Offset

يقوم هذا الأمر برسم شكل مماثل للشكل المختار وبمسافة يتم تحديدها من قبل المستخدم، فلرسم عدداً من الدوائر داخل دائرة معينة المسافة بينهما هي 10 ملم يتبع ما يأتي:

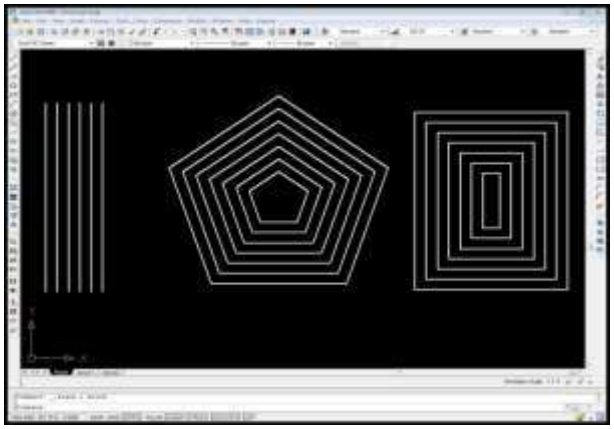
- أختار الأيقونة ثم أشر على الدائرة المطلوبة واِضغط على زر الفأرة الأيسر.
- أكتب الرقم 10 في الشاشة السفلية والذي يمثل المسافة بين الدائرتين ثم اِضغط Enter
- أشر إلى داخل الدائرة الرئيسية واِضغط على زر الفأرة الأيسر سيتم رسم الدائرة الثانوية الأولى.

- اِضغط على الدائرة الثانوية الأولى وأشر داخلها واِضغط زر الفأرة الأيسر، ثم اِضغط على الدائرة الثانوية الثانية وأشر داخل الدائرة الثانوية الثانية واِضغط على زر الفأرة الأيسر وهكذا، وكما هو مبيّن في الشكل (6-30).



شكل 6-30 إزاحة دائرة بمسافة محددة باستخدام Offset

ويبيّن الشكل(6-31)عملية الإزاحة لأشكال مختلفة.

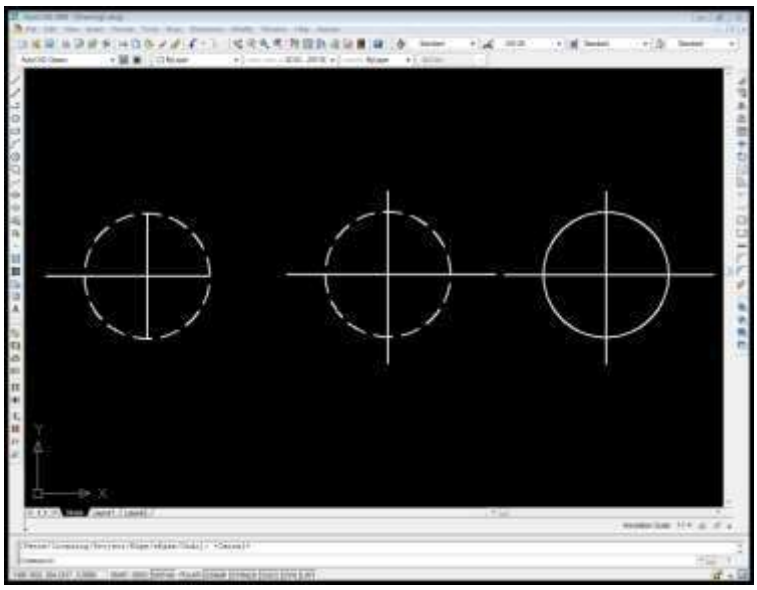


شكل 6-31 إزاحة الأشكال بمسافة محددة باستخدام Offset

6-4-8 أمر التشذيب Trim

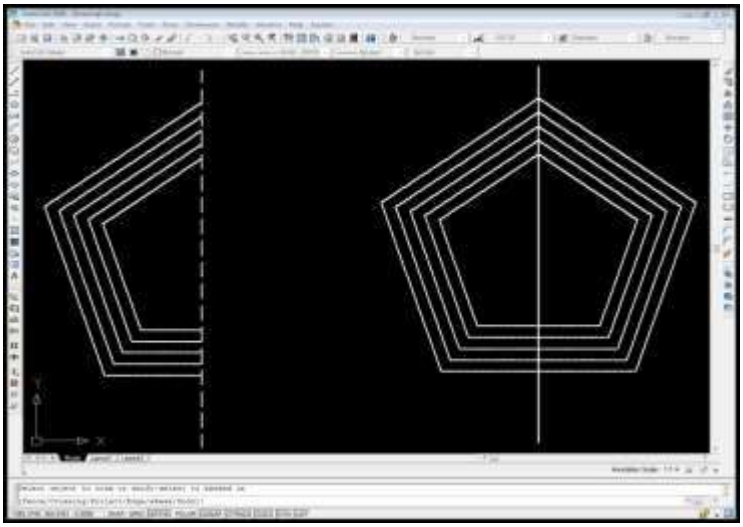
يستخدم هذا الأمر لمسح الخطوط الزائدة أثناء الرسم، وكما يأتي: عند الرغبة في إزالة أقطار الدائرة الخارجة عن محيط الدائرة يتبع الآتي:

اِختر الأيقونة ثم أشر على الدائرة واِضغط على زر الفأرة الأيسر عندها ستتحول الدائرة إلى دائرة منقطة، اِضغط على زر الفأرة الأيمن، ثم اِضغط على أي خط تريد مسحه عن طريق التأشير عليه وضغط زر الفأرة الأيسر، ويبيّن الشكل (6-32) عملية التشذيب.



شكل 6-32 عملية مسح ثلاثة محاور من الدائرة باستخدام أمر Trim

ويبيّن الشكل (6-33) عملية إزالة أنصاف الشكل الخماسي بطريقة التشذيب.



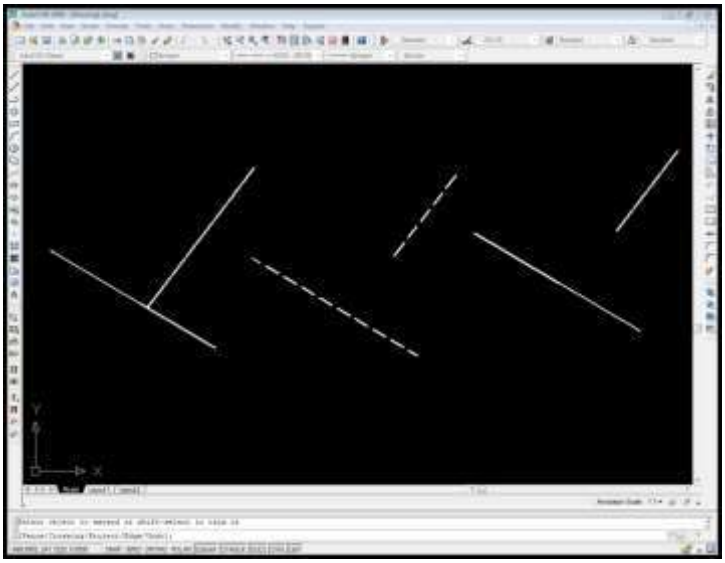
شكل 6-33 عملية إزالة أنصاف الشكل الخماسي بطريقة التشذيب

6-4-9 أمر تمديد الخط Extended

يمكن الاستفادة من هذه العملية عن طريق إيصال الخطوط غير المتصلة إلى خط معين يتم اختياره، كالآتي:

في الشكل (6-28) قم بإيصال الخط أ- ب إلى الخط ج د.

- إختر الأيقونة ثم إضغط زر الفأرة الأيسر على الخط **أب** ثم إضغط مرة أخرى على الخط **ج د**، ثم إضغط على زر الفأرة الأيمن، وبعد ذلك أشر على الخط **أ ب** وإضغط على زر الفأرة الأيسر، سيتصل الخط **أ ب** بالخط **ب ج**، وكما مبيّن في الشكل (6-34).



شكل 6-34 عملية إيصال الخطوط باستخدام الأمر Extended

6-4-10 أمر التفتيت Exploded

يستخدم هذا الأمر بتحويل العناصر المركبة، مثل المستطيل المضلع وغيرها، إلى عناصرها الأساسية المكونة لها، دون تغيير شكلها، فمثلا يمكن تحويل المستطيل إلى أربعة مستقيمات عند استخدام هذا الأمر، ولتفتيت مستطيل نعمد إلى ما يأتي: أختار الأيقونة ثم أشر على المستطيل واِضغط على زر الفأرة الأيسر، وبعدها اِضغط على زر الفأرة الأيمن. سيتحول المستطيل من كتله واحدة إلى أربعة مستقيمات تشكل مستطيل.

6-5 تطبيقات عملية على الأوتوكاد

شكل 6-35 التطبيق الأول

التطبيق الأول:

اِرسم الشكل (6-35)، ابدأ الرسم من النقطة 65,220.

الإبعاد بالمليمتر.

أدناه الأوامر المستخدمة في رسم هذا الشكل:

Command: _line Specify first point: 65,220

Specify next point or [Undo]: @240, 0

Specify next point or [Undo]: @0,-145

Specify next point or [Close/Undo]: @-65, 0

Specify next point or [Close/Undo]: @0, 25

Specify next point or [Close/Undo]: @-120, 0

Specify next point or [Close/Undo]: @0, 25

Specify next point or [Close/Undo]: @-55, 0

Specify next point or [Close/Undo]: c

التطبيق الثاني: اِرسم ما يأتي باستخدام برنامج الأوتوكاد:

أ- شكل سداسي خارج دائرة نصف قطرها 200 ملم.

ب- شكل ثماني داخل دائرة نصف قطرها 150 ملم.

ج- شكل خماسي طول ضلعه 75 ملم.

حل التطبيق الثاني- أ

Command: _polygon Enter number of sides <4>: 6

Specify center of polygon or [Edge]: 0,0

Enter an option [Inscribed in circle/Circumscribed about circle] <I>: c

Specify radius of circle: 200

حل التطبيق الثاني- ب

Command: _polygon Enter number of sides <4>: 8

Specify center of polygon or [Edge:[

Point or option keyword required.

Specify center of polygon or [Edge]: 0, 0

Enter an option [Inscribed in circle/Circumscribed about circle] <I>: i

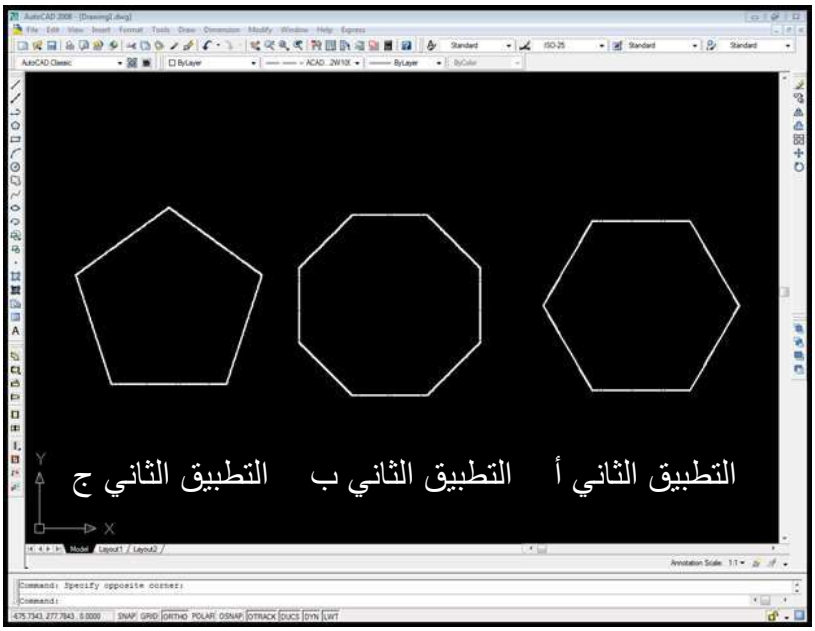
Specify radius of circle: 150

حل التطبيق الثاني- ج Command: _polygon Enter number of sides <4>: 5

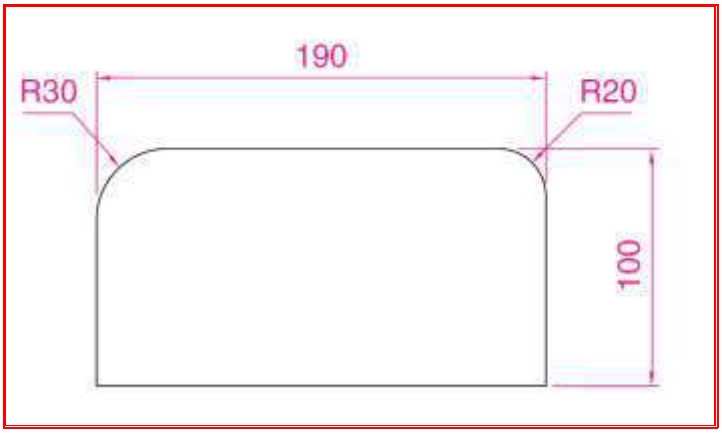
Specify center of polygon or [Edge]: e

Specify first endpoint of edge: 0, 0

Specify second endpoint of edge: @75, 0



التطبيق الثالث: إرسم الشكل (6-36) باستخدام الأوتوكاد.



شكل 6-36 التطبيق الثالث

حل التطبيق الثالث:

Command: _rectang

Specify first corner point or [Chamfer/Elevation/Fillet/Thickness/Width]: 0, 0

Specify other corner point or [Area/Dimensions/Rotation]: 190,100

Command:

Command:

Command: _explode

Select objects: 1 found

Select objects:

Command:

Command:

Command: _fillet

Current settings: Mode = TRIM, Radius = 0.0000

Select first object or [Undo/Polyline/Radius/Trim/Multiple]: r

Specify fillet radius <0.0000>: 20

Select first object or [Undo/Polyline/Radius/Trim/Multiple]:

Select second object or shift-select to apply corner:

Command:

Command:

Command: _fillet

Current settings: Mode = TRIM, Radius = 20.0000

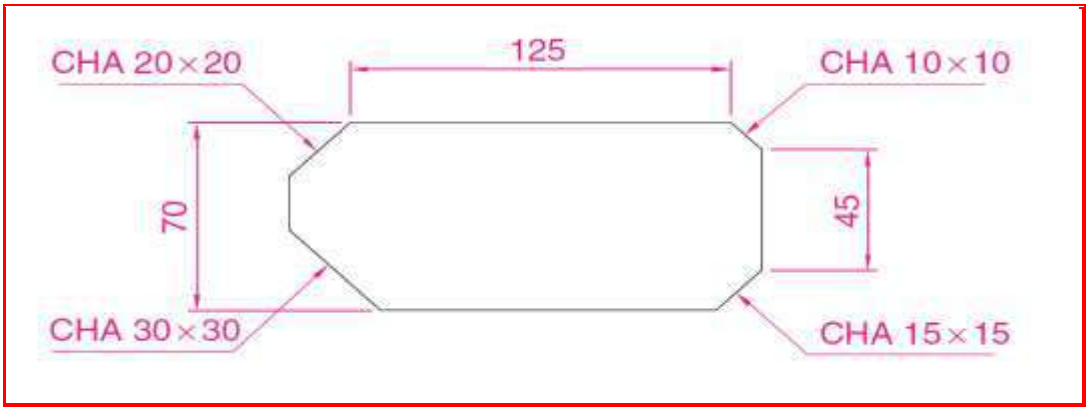
Select first object or [Undo/Polyline/Radius/Trim/Multiple]: r

Specify fillet radius <20.0000>: 30

Select first object or [Undo/Polyline/Radius/Trim/Multiple]:

Select second object or shift-select to apply corner:

التطبيق الرابع: إرسم الشكل (6-37) باستخدام الأوتوكاد:



شكل 6-37 التطبيق الرابع

الحل: من خلال الشكل يمكن حساب أبعاد المستطيل وكما يأتي: الطول يساوي 125+10+20=155 ملم، والعرض يساوي 70 ملم.

الحل:

Command: _rectang

Specify first corner point or [Chamfer/Elevation/Fillet/Thickness/Width]: 0,0

Specify other corner point or [Area/Dimensions/Rotation]: 155,70

Command:

Command:

Command: _explode

Select objects: 1 found

Select objects:

Command:

Command:

Command: _chamfer

(TRIM mode) Current chamfer Dist1 = 0.0000, Dist2 = 0.0000

Select first line or [Undo/Polyline/Distance/Angle/Trim/mEthod/Multiple]: d

Specify first chamfer distance <0.0000>: 20

Specify second chamfer distance <20.0000>: 20

Select first line or [Undo/Polyline/Distance/Angle/Trim/mEthod/Multiple]:

Select second line or shift-select to apply corner:

Command:

Command:

Command: _chamfer

(TRIM mode) Current chamfer Dist1 = 20.0000, Dist2 = 20.0000

Select first line or [Undo/Polyline/Distance/Angle/Trim/mEthod/Multiple]: d

Specify first chamfer distance <20.0000>: 10

Specify second chamfer distance <10.0000>: 10

Select first line or [Undo/Polyline/Distance/Angle/Trim/mEthod/Multiple]:

Select second line or shift-select to apply corner:

Command:

Command:

Command: _chamfer

(TRIM mode) Current chamfer Dist1 = 10.0000, Dist2 = 10.0000

Select first line or [Undo/Polyline/Distance/Angle/Trim/mEthod/Multiple]: d

Specify first chamfer distance <10.0000>: 15

Specify second chamfer distance <15.0000>: 15

Select first line or [Undo/Polyline/Distance/Angle/Trim/mEthod/Multiple]:

Select second line or shift-select to apply corner:

Command:

Command:

Command: _chamfer

(TRIM mode) Current chamfer Dist1 = 15.0000, Dist2 = 15.0000

Select first line or [Undo/Polyline/Distance/Angle/Trim/mEthod/Multiple]: d

Specify first chamfer distance <15.0000>: 30

Specify second chamfer distance <30.0000>: 30

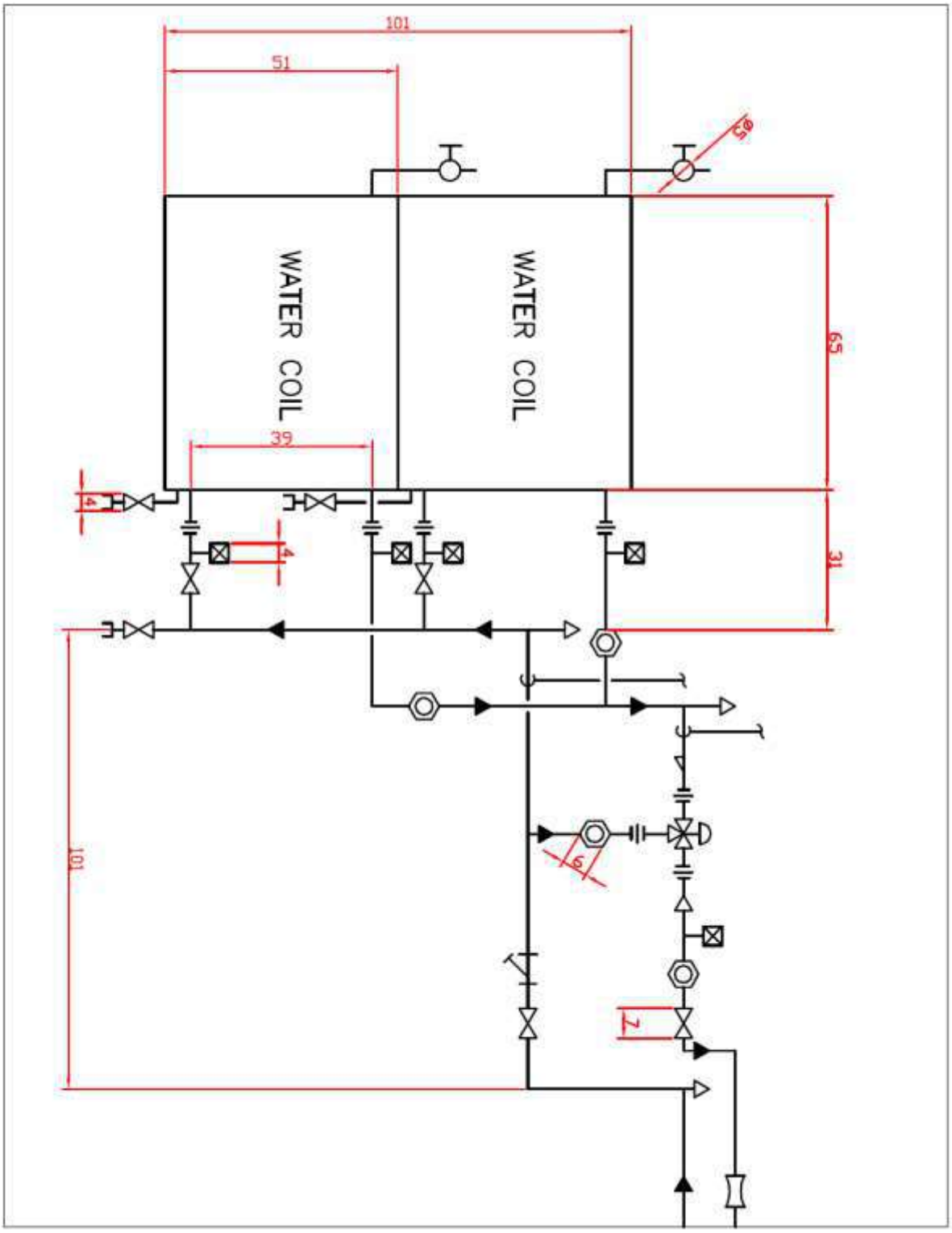
Select first line or [Undo/Polyline/Distance/Angle/Trim/mEthod/Multiple]:

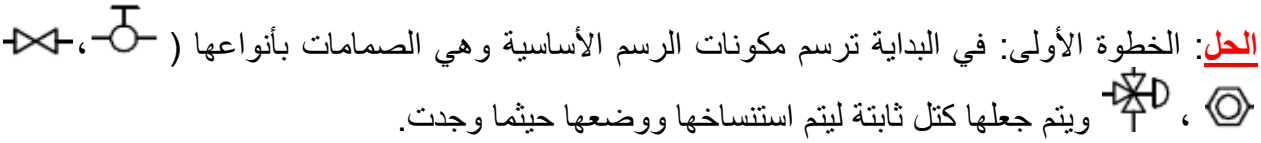
Select second line or shift-select to apply corner:

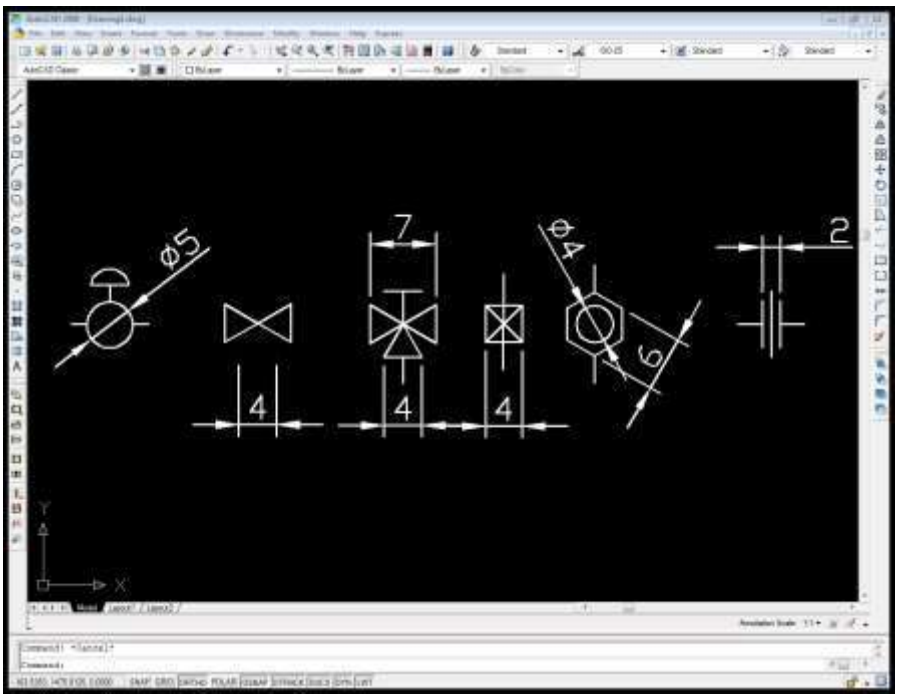
Command:

Command:

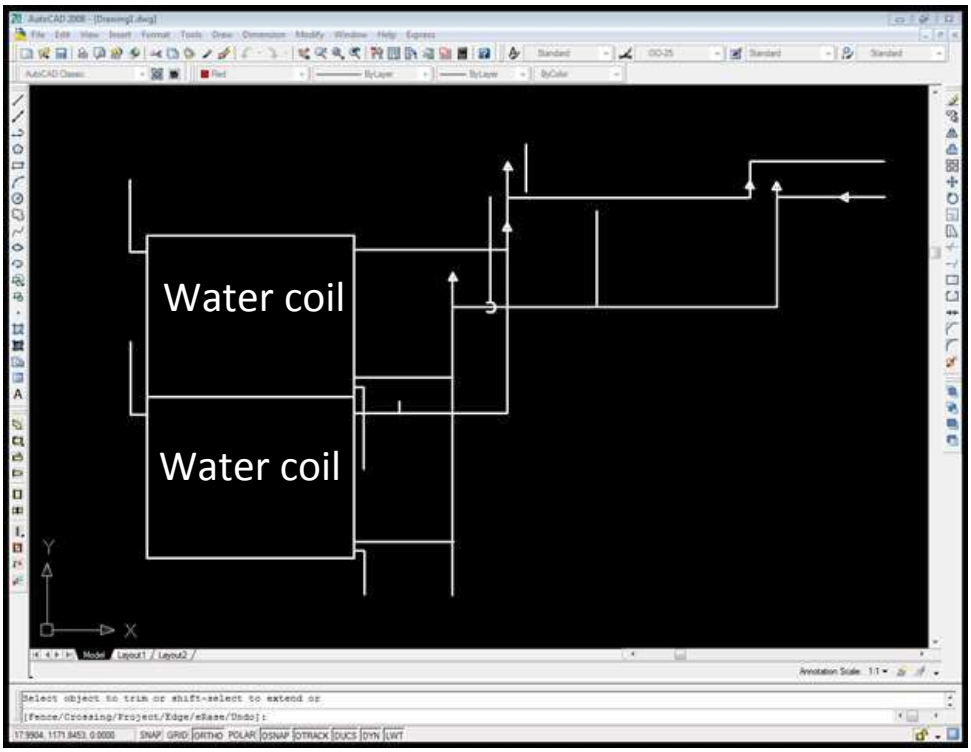
التطبيق الخامس: اِرسم شبكة الأنابيب أدناه باستخدام برنامج الأوتوكاد. الأبعاد بالسنتمتر.



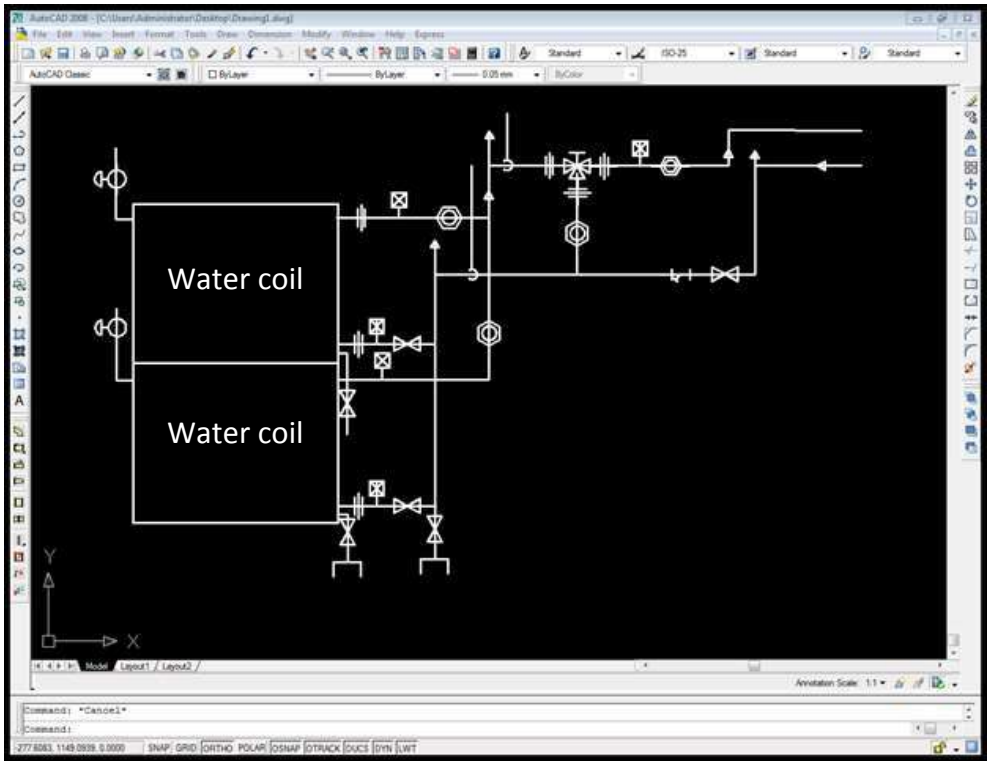
الحل: الخطوة الأولى: في البداية ترسم مكونات الرسم الأساسية وهي الصمامات بأنواعها ( ، ويتم جعلها كتل ثابتة ليتم استنساخها ووضعها حيثما وجدت.



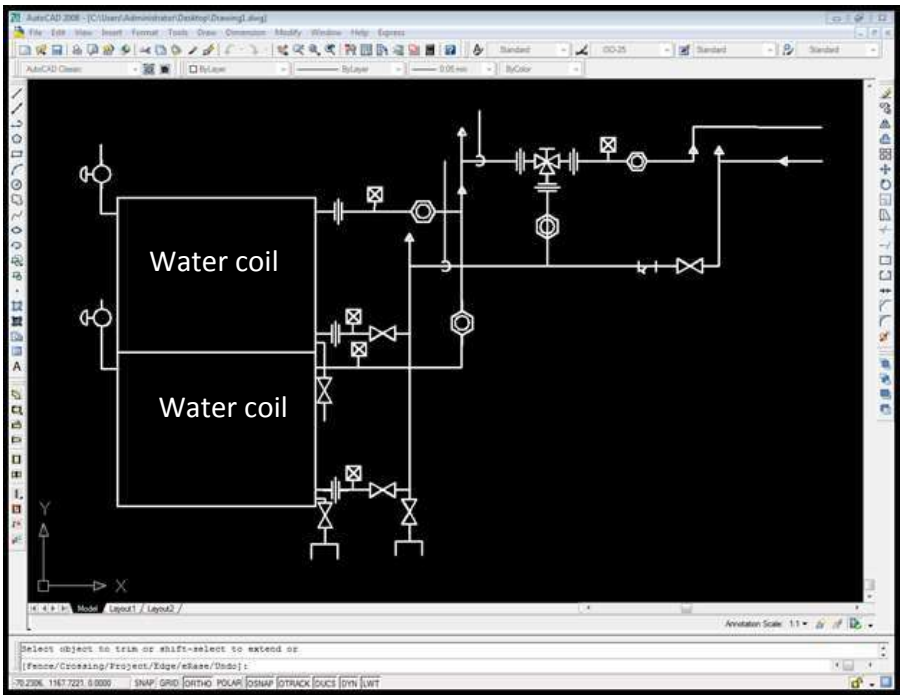
الخطوة الثانية يرسم الهيكل الأساس للرسم.



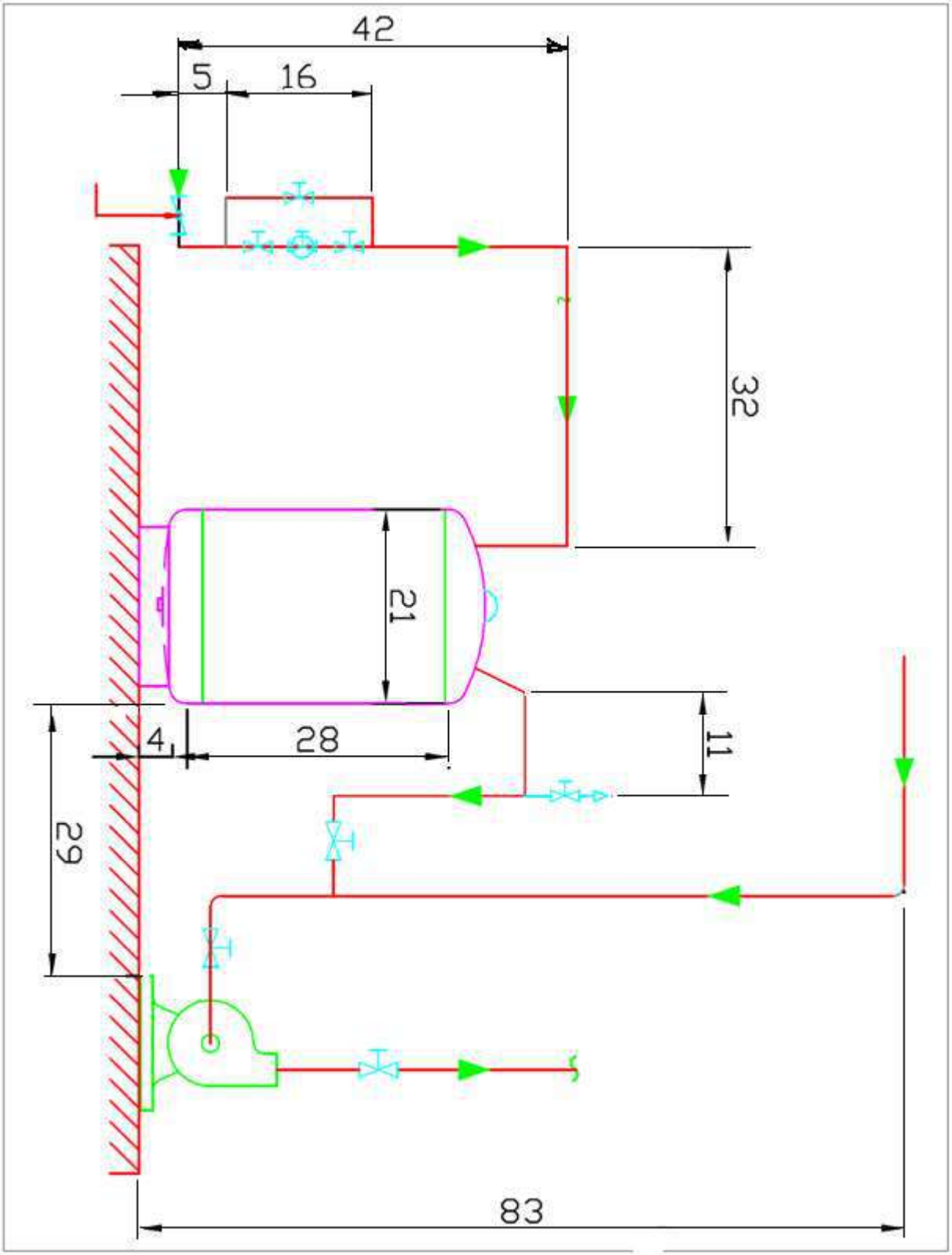
الخطوة الثالثة توزع الملحقات التي تم رسمها على الهيكل الأساسي للرسم



الخطوة الرابعة: تمسح خطوط التقاطع بالأيقونة Trim



التطبيق السادس: اِرسم توصيلات المرجل المبيّنة في الشكل أدناه، (القياسات بالسنتمتر).



التطبيق السابع: إرسم طريقة ربط جهاز التسخين بواسطة البخار، الأبعاد بالسنتمتر.