المملكة الأردنية الهاشمية
وزارة التربية والتعليم
إدارة المناهج والكتب المدرسية

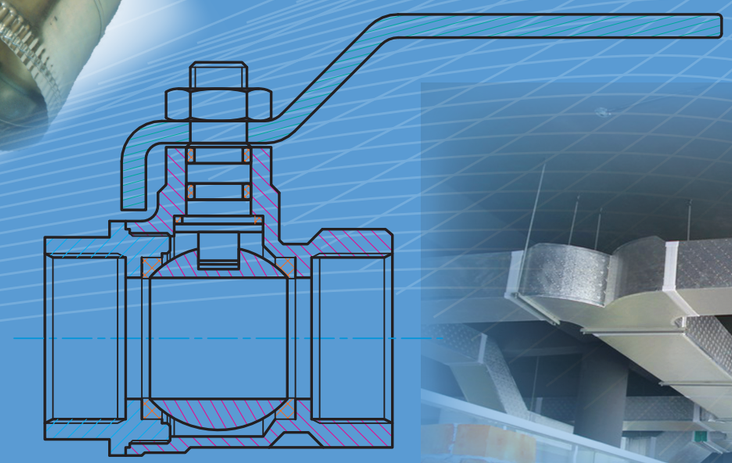
التدفئة المركزيّة والأدوات الصحيّة

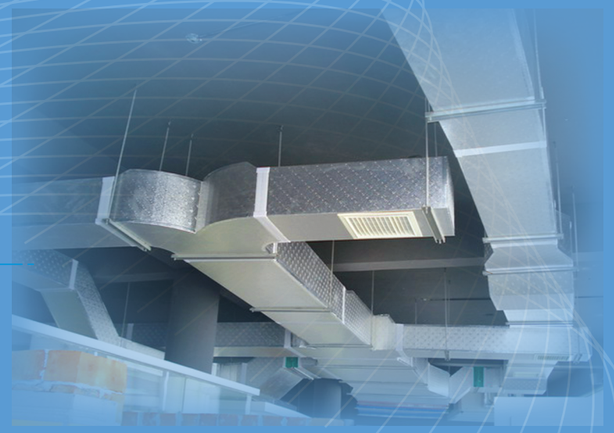
الرسم الصناعي

الفصل الدراسي الثاني

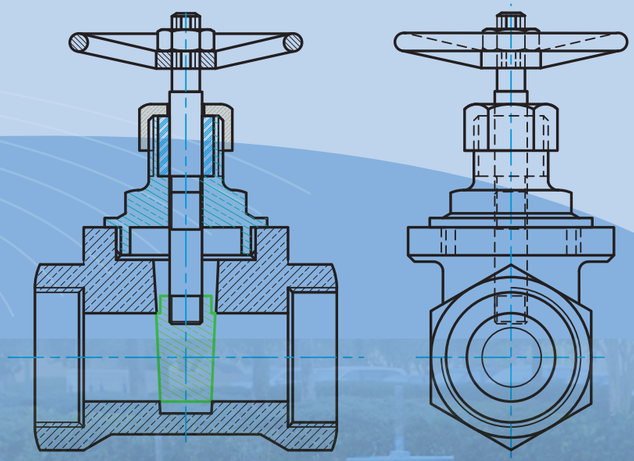
الصف الثاني عشر

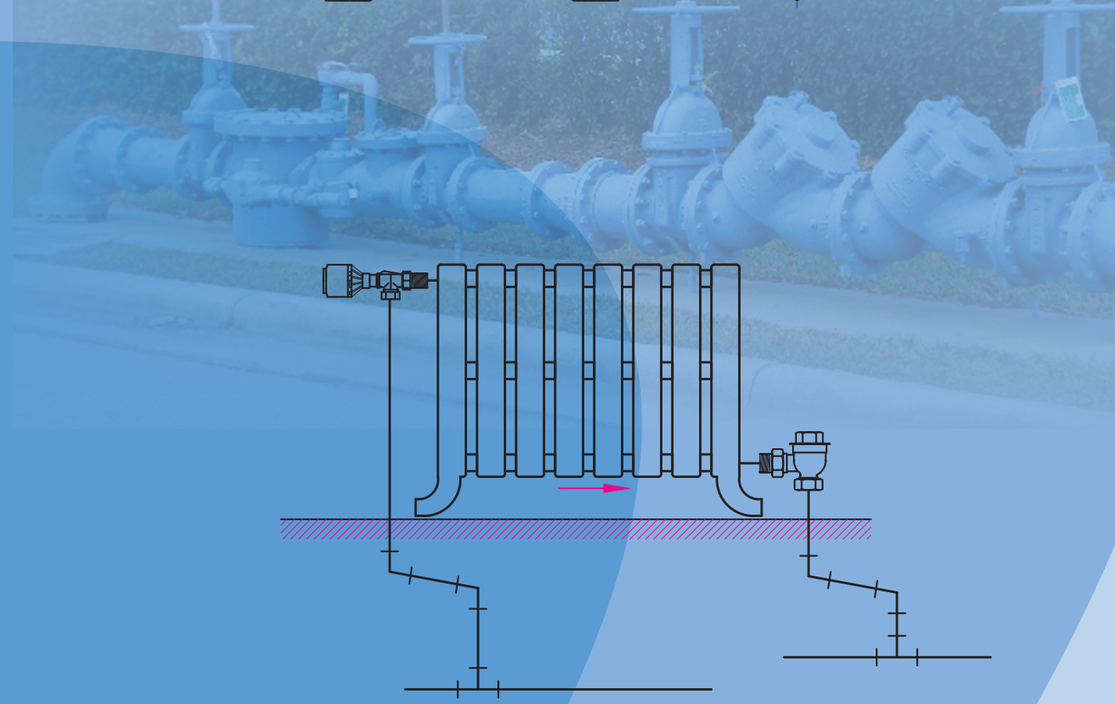
الفرع الصناعي





التدفئة المركزية والأدوات الصحية
الرسم الصناعي
الفصل الدراسي الثاني
الصف الثاني عشر
الفرع الصناعي
١٤٤٠هـ / ٢٠١٩م





ISBN:978-9957-84-428-8
9 789957 844288

مطبعة عمال المطابع
Printers Press

المملكة الأردنية الهاشمية
وزارة التربية والتعليم
إدارة المناهج والكتب المدرسية

التدفئة المركزيّة والأدوات الصحيّة

الرسم الصناعي

الفصل الدراسي الثاني

الصف الثاني عشر

الفرع الصناعي

تأليف

م. إبراهيم موسى القيسي
م. تحسين محمد قفيشة
م. عقاب نمر مهنا
م. دولت فخرالدين دولت

الناشر
وزارة التربية والتعليم
إدارة المناهج والكتب المدرسيّة

يسر إدارة المناهج والكتب المدرسية استقبال ملاحظاتكم وآرائكم على هذا الكتاب عبر العناوين الآتية:
هاتف: 9-5/4617304 فاكس: 4637569 ص.ب. (1930) الرمز البريدي: 11118
أو عبر البريد الإلكتروني: VocSubject.Division@moe.gov.jo

قرّرت وزارة التربية والتعليم تدريس الطبعة الأولى من هذا الكتاب في مدارس المملكة الأردنيّة الهاشميّة جميعها بناءً على قرار مجلس التربية والتعليم رقم (٢٠١٣/٦١) تاريخ (٢٠١٣/٨/١٩م) بدءًا من العام الدراسي ٢٠١٣/٢٠١٤م.

الحقوق جميعها محفوظة لوزارة التربية والتعليم

الأردن – عمان ص.ب. (١٩٣٠)

لجنة التوجيه والإشراف على التأليف

م. أحمد رشيد الكيلاني (رئيسًا)

أ. د. حمزة مصطفى الدويري

م. خليل يوسف صوّان

التحرير العلمي : م. خليل يوسف صوان
التحرير اللغوي : محمد عريف عبيدات
التحرير الفني : أنس خليل الجرابعة
التصميم : هاني سلطي مقطش
الرسم : م. حسني حسين الرفاتي
الإنتاج : سليمان أحمد الخلايلة

دقّق الطباعة وراجعها : م. حمد عزات أحمرو

رقم الإيداع لدى دائرة المكتبة الوطنية
٢٠١٢/٣/١٠٠٩
ISBN: 978- 9957- 84- 428- 8

الطبعة الأولى
أعيدت طباعته

١٤٣٤هـ / ٢٠١٣م
٢٠١٥ – ٢٠١٩م

قائمة المحتويات

الموضـــــوع	الصفحة
المقدّمة	٥
الوحدة الأولى: شبكات التدفئة المركزية بالبخار	٧
أولًا : الرموز والمصطلحات	٩
ثانيًا : رسم رموز أنظمة البخار	١٦
ثالثًا : أجهزة التدفئة العاملة بالبخار	٢٩
رابعًا : شبكات التدفئة العاملة بالبخار	٤٦
التقويم الذاتي	٥٣
أسئلة الوحدة	٥٤
الوحدة الثانية: التدفئة بالهواء الساخن	٦١
أولًا : رموز قطع الوصل والأجهزة	٦٥
ثانيًا : أنواع قطع الوصل وأشكالها	٧٤
ثالثًا : أشكال مجاري الهواء وقياساتها	٧٨
رابعًا : طرق توصيل مجاري الهواء	٨٢
خامسًا: رسم المساقط لمجاري الهواء وقطع الوصل	٨٤
التقويم الذاتي	٩١
أسئلة الوحدة	٩٢
الوحدة الثالثة: الرسم التجميعي والتفصيلي	١٠٥
أولًا : أساسيات الرسم التجميعي والتفصيلي	١٠٨
ثانيًا : الرسم التجميعي	١٢٨
ثالثًا : الرسم التفصيلي	١٤٦
التقويم الذاتي	١٥٧
أسئلة الوحدة	١٥٨
قائمة المصطلحات	١٦٩

بسم الله الرحمن الرحيم

المقدّمة

بسم الله والصلاة والسلام على سيّدنا محمد رسول الله معلمنا وإمامنا وقدوتنا وعلى آله وأصحابه ومن تبعهم بإحسان إلى يوم الدين، وبعد.

يُعدّ الرسم الصناعي لغة عالمية كباقي اللغات التي تتعامل بها البشرية للتعارف والتواصل والتفاهم فيما بينها، فهو لغة يتفاهم المهندسون والمهنيون والصناعيون ويتعاملون بها، يتفقون فيما بينهم بحيث يفهم الجميع الرسومات بذات الفهم، ولا يحتاج إلى أي ترجمة بل إلى منفذين يحولون الرسومات إلى صناعات في أنحاء العالم جميعها بالأبعاد ذاتها والمفاهيم نفسها.

وانطلاقًا من سياسة وزارة التربية والتعليم، وحرصها على تحديث مبحث الرسم الصناعي وتطويره، وتمشيًا مع التوجه نحو اقتصاد المعرفة في التعليم، فقد تمّ تأليف سلسلة من كتب الرسم الصناعي بمستوياتها الأربعة لتخصصات التعليم الثانوي الشامل الصناعي جميعها، ومن ضمنها تخصص التدفئة المركزية والأدوات الصحّية.

والمستوى الرابع من كتاب الرسم الصناعي لهذا التخصص جاء مكملًا لما سبقه من مستويات ثلاثة للمرحلة الثانوية، وقد تمّ تحديث الرسومات والرموز الخاصة بهذا التخصص مواكبةً للتطور الذي وصل إليه علم التدفئة المركزية والأدوات الصحّية.

يتكوّن كتاب الرسم الصناعي المستوى الرابع لتخصص التدفئة المركزية والأدوات الصحّية من ثلاث وحدات دراسية، وتبحث وحداته الثلاث في المواضيع الآتية:

الوحدة الأولى: شبكات التدفئة المركزية بالبخار، بحيث تهدف إلى تعريف الطالب بنظام التدفئة بالبخار، والرموز الخاصة به، وشبكات التدفئة المركزية الخاصة بالبخار.

الوحدة الثانية: شبكات التدفئة المركزية بالهواء الساخن، هدفت الوحدة إلى تعريف الطالب بنظام الهواء الساخن، والرموز الخاصة بهذا النظام، والشبكات المستخدمة في أنظمة التدفئة بالهواء الساخن.

الوحدة الثالثة: هدفت إلى تعريف الطالب وتدريبه بالرسم التجميعي للتدفئة المركزية وأدواتها وأجهزتها، وكذلك الرسم التفصيلي للقطع والأدوات المستخدمة في أنظمة التدفئة المركزية وشبكاتها.

وقد تنوّعت أمثلة الكتاب وتمارين الوحدات الثلاث، بحيث راعت الفروق الفردية بين الطلبة والتسلسل في عرض المفاهيم الخاصة والعامة، آملين من العلي القدير أن يوفق أبناءنا للعلم والتطور والتقدم لما فيه مصلحتهم ومصلحة الوطن الغالي ورفعته.

والله ولي التوفيق

المؤلّفون

الوحدة الأولى

١

شبكات التدفئة المركزية بالبخار

- ما الفائدة من تمثيل الأجسام بوساطة الرموز والمصطلحات في الرسم؟
- هل تؤيد مقولة أن الرسم لغة عالمية يتفق عليها الدارسون جميعهم ؟

نتاجات الوحدة الأولى

يتوقع منك بعد دراسة هذه الوحدة أن:

- ترسم الرموز والمصطلحات الفنية الخاصة بأجهزة التدفئة العاملة بالبخار.
- ترسم الرموز والمصطلحات الفنية الخاصة بشبكات التدفئة المركزية العاملة بالبخار.
- ترسم المساقط المختلفة لشبكات التدفئة المركزية العاملة بالبخار.
- ترسم أجهزة التدفئة المركزية العاملة بالبخار.

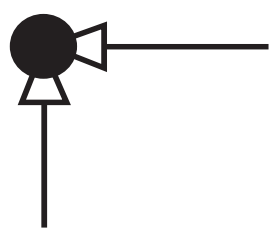
أولًا الرموز والمصطلحات

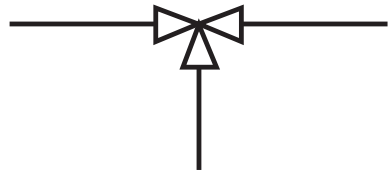
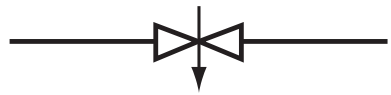
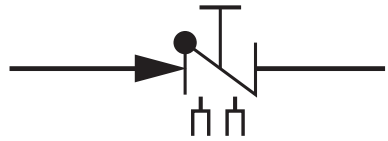
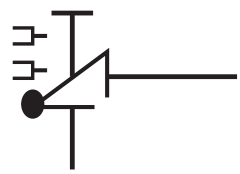
تعـدّ الرمـوز والمصطلحات المتعـارف عليـها في الرسـم الصناعـي في التخصصات المهنية جميعهـا، لغة مفهومة لتسهيـل عمليات الرسم والإنشـاءات الهندسية، وتساعـد على عمليات الإنتاج وتشكيل الأجسام المصنعة من المواد كافة المستخدمة في الصناعات المختلفة، وفي ما يأتي نورد الجدول (١–١) للرموز المستخدمة في أنظمة التدفئة بالبخار.

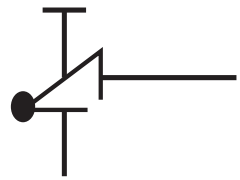
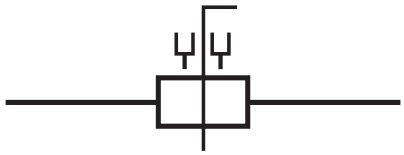
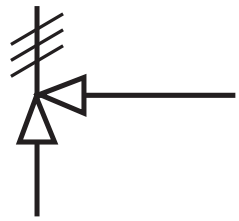
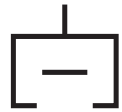
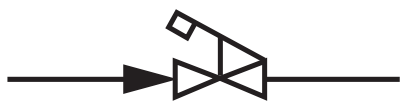
الجدول (١–١): الرموز المستخدمة لرسم أنظمة البخار.

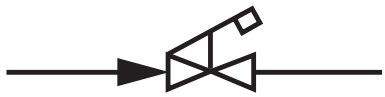
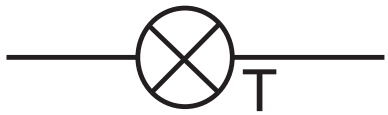
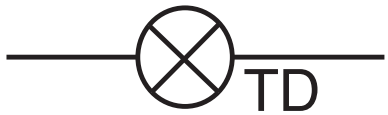
الرقم	مسمى الرمز (إنجليزي)	مسمى الرمز (عربي)	رسم الرمز
١	PIPING FLOW DIRECTION	اتّجاه الجريان	
٢	HOT WATER SUPPLY	مزوّد ماء ساخن	
٣	HOT WATER RUTERN	راجع ماء ساخن	
٤	PIPING HEAT TRACED	خط تتابع التسخين	
٥	DOMESTIC COLD WATER	مياه باردة للمنزل	
٦	DOMESTIC HOT WATER	مياه ساخنة للمنزل	

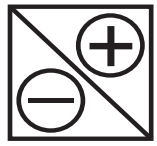
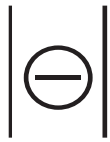
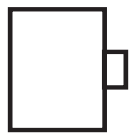
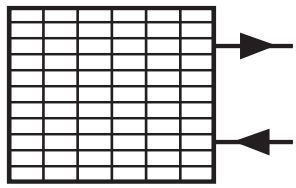
٧	DOMESTIC HOT WATER RUTERN	مياه راجعة ساخنة منزلية	DHWR
٨	CONDENSER WATER SUPPLY	مزوّد ماء المكثّف	CWS
٩	CONDENSER WATER RUTERN	راجع ماء المكثّف	CWR
١٠	HIGH PRESSURE STEAM	بخار ذو ضغط عالٍ	HPS
١١	MEDIUM PRESSURE STEAM	بخار ذو ضغط متوسط	MPS
١٢	LOW PRESSURE STEAM	بخار ذو ضغط منخفض	LPS
١٣	HIGH PRESSURE STEAM CONDENSATE	بخار ذو ضغط عالٍ للمكثّف	HPC
١٤	MEDIUM PRESSURE STEAM CONDENSATE	بخار ذو ضغط متوسط للمكثّف	MPC
١٥	LOW PRESSURE STEAM CONDENSATE	بخار ذو ضغط منخفض للمكثّف	LPC

١٦	PUMPED CONDENSATE	مضخة للتكثيف	PC
١٧	BOILER BLOW DOWN	تفريغ المرجل	BBD
١٨	BOILER FEED WATER	تعويض الماء للمرجل	BFW
١٩	GATE VALVE	صمّام بوابي	
٢٠	BALL VALVE	صمّام كروي	
٢١	BUTTERFLY VALVE	صمّام فراشة	
٢٢	GLOBE VALVE	صمّام جلدة	
٢٣	SNGLE GLOBE VALVE	صمّام جلدة زاوية	

٢٤	PLUG VALVE	صمّام إيقاف (جزرة ايقاف)	
٢٥	PINCH VALVE	صمّام ذو قرص	
٢٦	THREE-WAY VALVE	صمّام ثلاثي الاتجاه	
٢٧	NEEDLE VALVE	صمّام إبري	
٢٨	SHUTOFF COCK	مانع التسرّب	
٢٩	CHECK VALVE	صمّام فحص	
٣٠	CHECK VALVE, SPRING LOADED	صمّام فحص، ذو ثقل زمبركي	
٣١	MULTI-PERPOSE VALVE (SHUTOFF, BALANCING AND CHECK)	صمّام متعدّد الاستعمال (إغلاق، موازنة، فحص)	
٣٢	ANGLE MULTI-PERPOSE (SHUTOFF, BALANCING AND CHECK)	صمّام زاوية متعدّد الاستعمال (إغلاق، موازنة، فحص)	

٣٣	ANGLE STOP AND CHECK VALVE	صمّام زاوية (إيقاف وفحص)	
٣٤	FLOW MEASURING AND BALANCING VALVE	صمّام فحص وقياس الجريان	
٣٥	DIFFRENTIAL PRESSURE-REDUCING REGULATOR	منظّم تخفيض الضغط (تفاضلي)	
٣٦	PRESSURE-REDUCING REGULATOR	منظّم تخفيض الضغط	
٣٧	PRESSURE REGULATOR	منظّم الضغط	
٣٨	SAFETY OR RELIEF VALVE	صمّام الأمان	
٣٩	FOOT VALVE	صمّام القدم	
٤٠	QUICK OPENING VALVE	صمّام سريع الفتح	

٤١	QUICK CLOSING VALVE	صمّام سريع الإغلاق	
٤٢	INVERTED BUCKET STEAM TRAP	مصيدة البخار ذات الدلو المقلوب	
٤٣	FLOAT & THERMOSTATIC STEAM TRAP	مصيدة البخار الثيرموستاتية ذات العوامة	
٤٤	THERMOSTATIC STEAM TRAP BIMETALLIC BELLOWS	مصيدة بخار ثيرموستاتية ذات معدنين مختلفين	
٤٥	THERMODYNAMIC (DISK) STEAM TRAP	مصيدة بخار ثيرموديناميةً (قرص)	
٤٦	VARIABLE ORIFICE (PISTON) STEAM TRAP	مصيدة بخار متغيّرة الفتحة (ذات مكبس)	
٤٧	FIXED ORIFICE STEAM TRAP	مصيدة بخار ذات فتحة ثابتة	
٤٨	PRESSURE INDICATOR	قياس الضغط	
٤٩	PUMP	مضخّة	

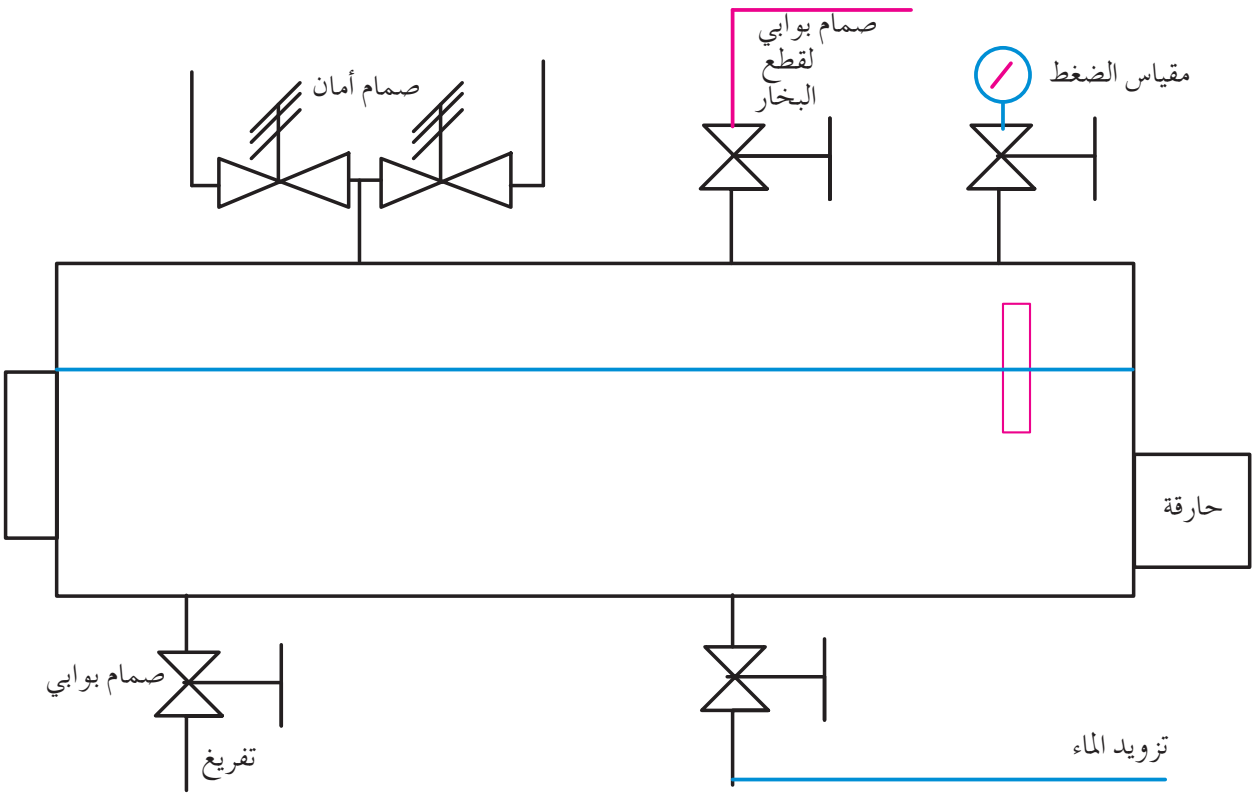
٥٠	HEAT EXCHANGER, SHELL&TUBE	مبادل حراري (ذو الغلاف والأنبوب)	
٥١	HEAT EXCHANGER, PLATE	صفائح المبادل الحراري	
٥٢	COOLING COIL	ملف تبريد	
٥٣	HEATING COIL	ملف تسخين	
٥٤	ELECTRIC COIL	ملف كهربائي	
٥٥	UNIT HEATING	وحدة التدفئة	
٥٦	RADIANT PANEL HEATING	مشعّ تدفئة	

نشاط (١-١)

ابحث في الإنترنت عن الرموز المستخدمة في أنظمة التدفئة المركزية والبرمجيات الخاصة بها.

ثانيًا رسم رموز أنظمة البخار

يمكن رسم الرموز الخاصة بأنظمة التدفئة بالبخار بعدّة طرق للحصول على الهدف المنشود، ومن الأمثلة على ذلك، ما هو واضح في الشكل (١-١)، إذ يبين الرسم ملحقات مرجل البخار، مثل: الحارقة والصمّامات بأنواعها وساعات المراقبة وصمّامات الأمان.



الشكل (١-١): مرجل بخار وعليه الأجهزة المساعدة.

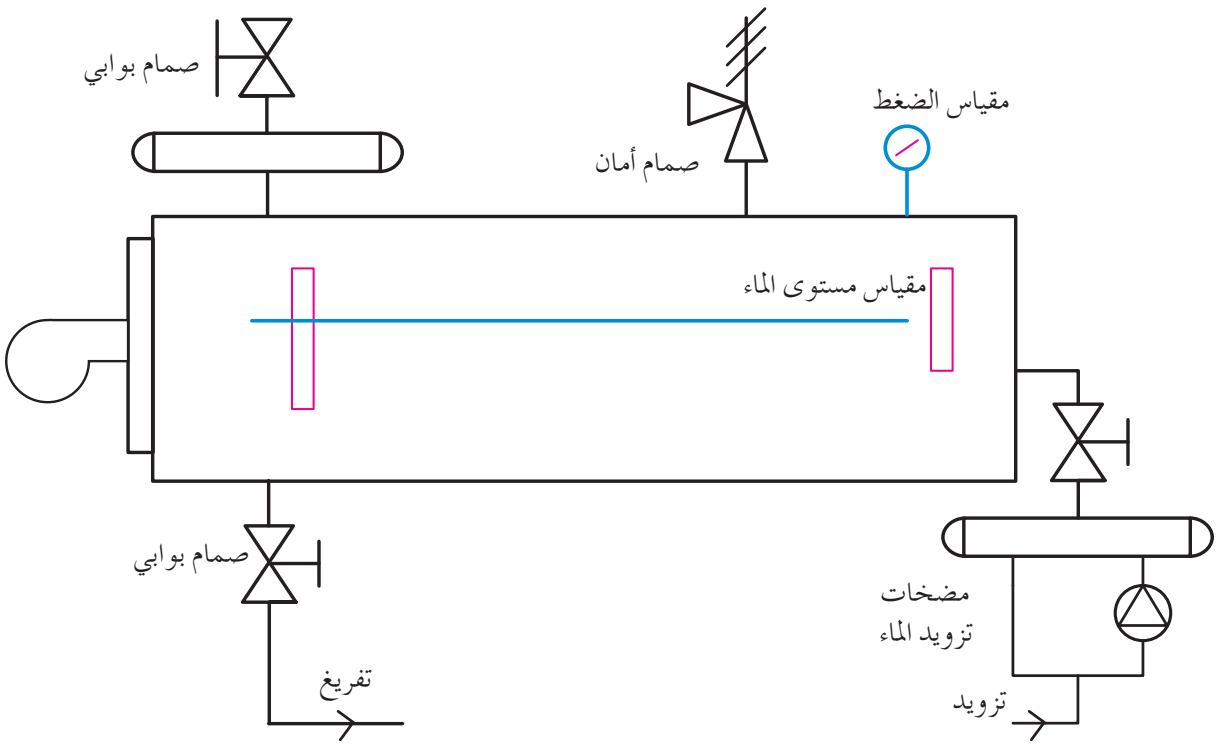
ويبيّن الشكل السابق مرجل بخار وعليه الأجهزة المساعدة التي تعدّ مكملة لعمله، مثل الحارقة، وصمّامات الأمان، وصمّامات البخار، وأنظمة التحكم والسيطرة وبيان المستوى للماء والبخار، وأجهزة الضغط، وصمّامات التفريغ والتنظيف.

نشاط (١-٢)

يبيّن الشكل (١-٢) رسمًا لمرجل بخار رُكّبت عليه بعض التوابع والأجهزة المساعدة، والمطلوب:

١ - إعادة الرسم بمقياس الرسم (١:١).

٢ - عمل جدول بأسماء الرموز والمصطلحات للأجهزة التي رُكّبت على المرجل.

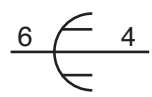
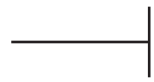
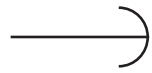
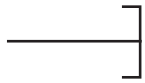
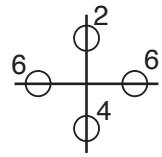
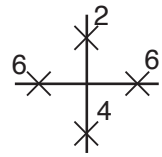
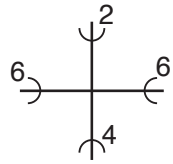
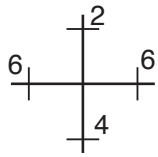
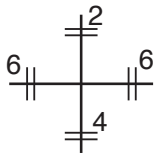
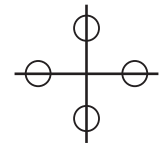
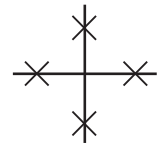
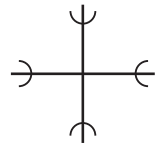
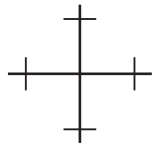
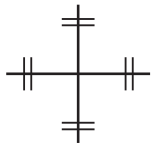
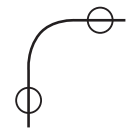
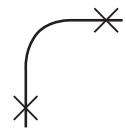
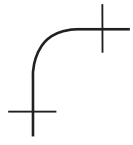
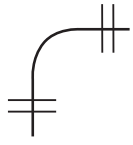
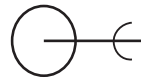


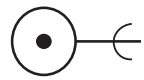
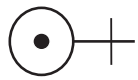
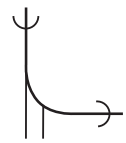
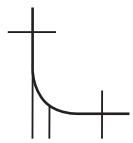
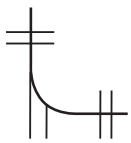
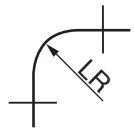
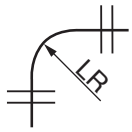
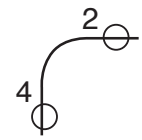
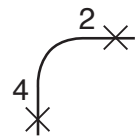
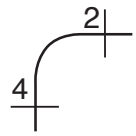
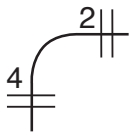
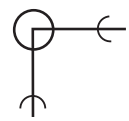
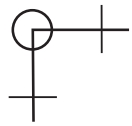
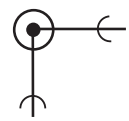
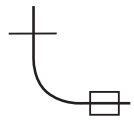
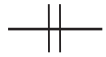
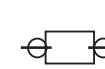
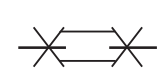
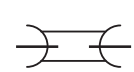
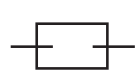
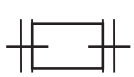
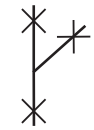
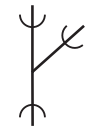
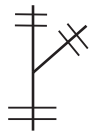
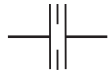
الشكل (١-٢): مرجل بخار رُكّبت عليه بعض التوابع والأجهزة.

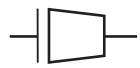
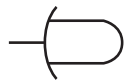
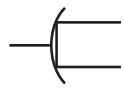
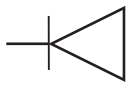
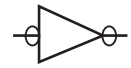
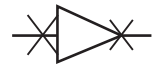
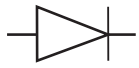
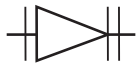
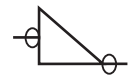
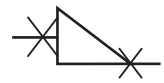
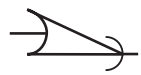
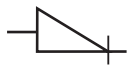
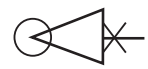
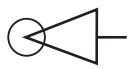
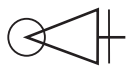
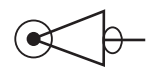
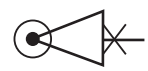
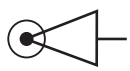
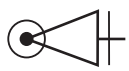
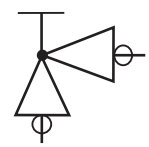
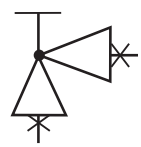
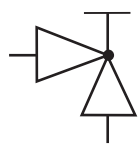
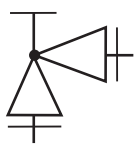
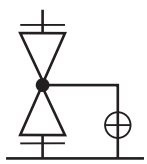
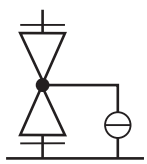
١ رموز قطع الوصل لشبكات البخار

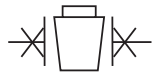
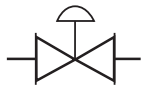
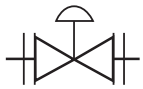
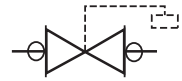
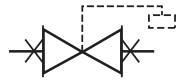
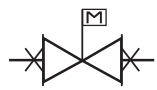
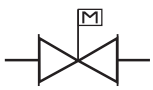
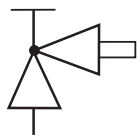
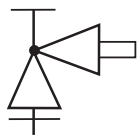
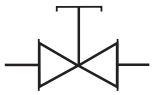
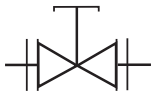
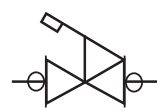
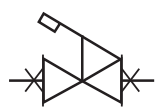
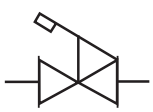
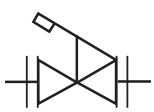
قطع الوصل التي تستخدم في أنظمة التدفئة بالبخار منها النحاسية والفولاذية، يستخدم في توصيلها اللحام سواء بالقوس الكهربائي أو بالأوكسي ستالين أو بطريقة الوصل بوساطة الفلنجات التي تناسب أقطار خطوط تمديد شبكات البخار.

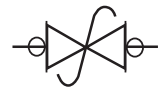
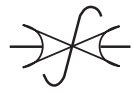
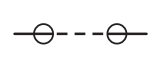
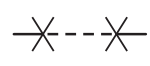
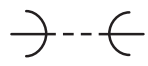
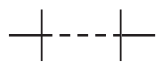
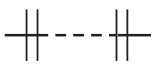
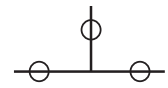
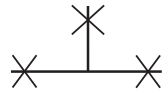
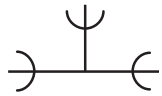
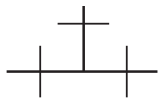
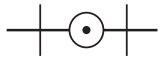
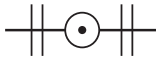
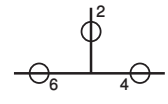
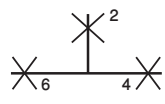
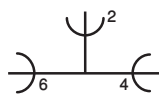
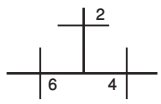
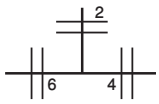
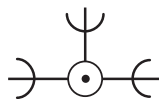
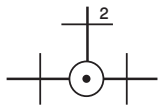
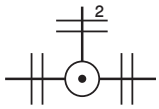
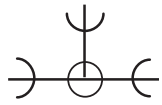
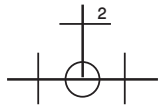
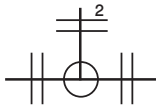
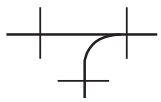
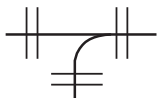
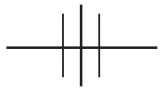
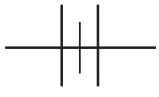
يبين الجدول (١–٢) رموز قطع الوصل المختلفة المستخدمة في أنظمة التدفئة المختلفة.

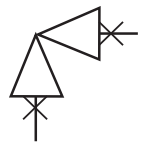
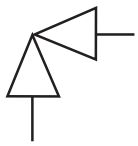
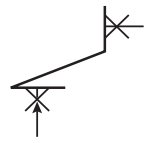
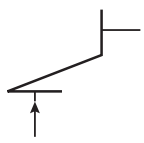
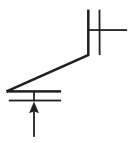
اسم القطعة	وصلة بلحام القصدير	وصلة باللحام	وصلة رأس وذيل	وصلة بالتسنين	وصلة بالفلنجات
نقاصة					
غطاء					
مصلب منقص					
مصلب					
قفزة					
كوع ٤٥°					
كوع ٩٠°					
كوع هابط					

كوع صاعد					
كوع بقاعدة					
كوع مزدوج					
كوع قطر واسع					
كوع منقص					
كوع زاوية هابط					
كوع زاوية صاعد					
كوع ستريت					
وصلة					
وصلة تـمدّد					
وصلة جانبية					
صفيحة تضييق					

فلنجة منقصة					
سدادة كروية					
سدادة أنبوب					
نقاصة مركزية					
نقاصة لا مركزية					
صمّام بوابي زاوية أفقي					
صمّام جلدة زاوية أفقي					
صمام جلدة زاوية أفقي					
صمّام تفريغ تلقائي جانبي					
صمّام تخفيض تلقائي					
صمّام فحص					

صمّام إيقاف					
صمّام ذو غشاء					
صمّام عوّامة					
صمّام بوابي					
صمّام جلدة					
صمّام بوابي بمحرّك					
صمّام جلدة زاوية بخرطوم					
صمّام بوابي بخرطوم					
صمّام جلدة بخرطوم					
صمّام مشعّ					
صمّام سريع الفتح					

صمّام أمان					
سلييف وصلة (كم)					
وصلة T					
T هابط					
T صاعد					
T تقوّس مزدوج					
T منقص					
T رباعي صاعد					
T رباعي هابط					
T تقوّس مفرد					
شد وصل					

صمّام زاوية					
صمّام زاوية فحص					

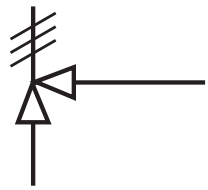
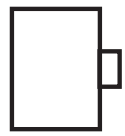
نشاط (١–٣)

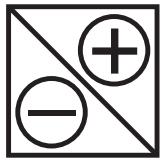
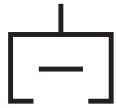
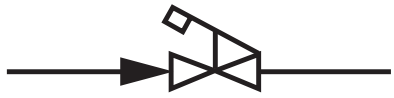
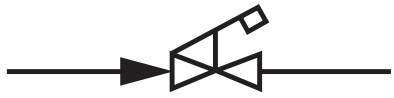
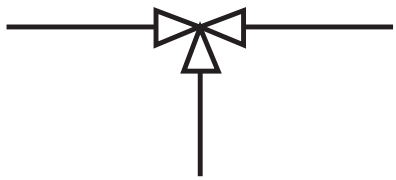
ابحث في شبكة المعلومات عن طرق توصيل خطوط البخار، اكتب تقريرًا وناقشه مع الزملاء.

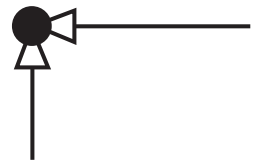
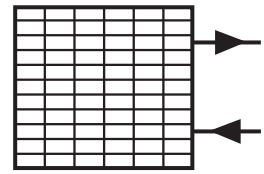
مثال (١–١)

بعد دراسة جداول الرموز والمصطلحات (١–١) و (١–٢) الخاصة بأنظمة التدفئة بالبخار، املأ الجدول (١–٣) الآتي بالرموز المتعارف عليها بالرسم.

الجدول (١–٣): الرموز والمصطلحات، مثال (١–١).

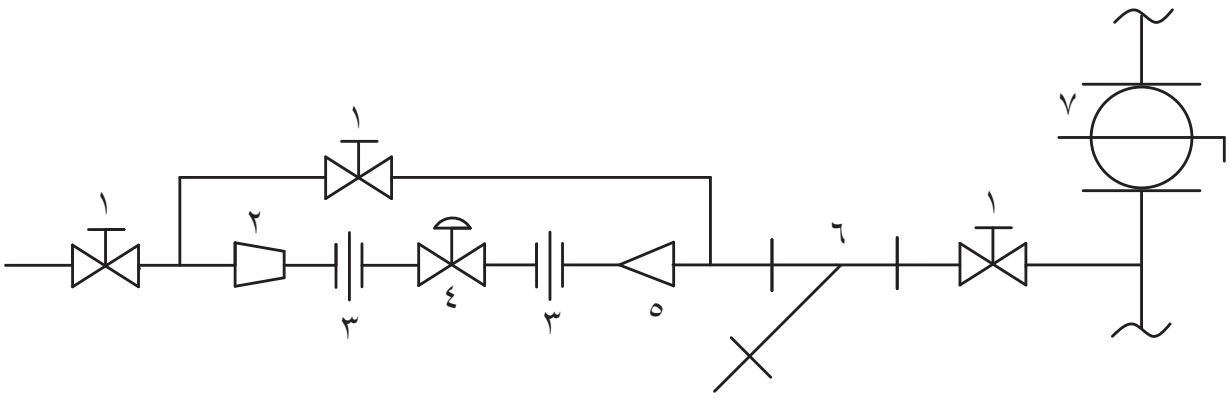
الرقم	مسمى الرمز	اصطلاح الرسم
١	صمّام تخفيض الضغط	
٢	مصيدة بخار ثيرموستاتية	
٣	ملف تسخين	
٤	صمّام أمان	
٥	وحدة تسخين	
٦	مبادل حراري ذو الغلاف والأنبوب	
٧	صمّام بوابي	
٨	صمّام فحص	

٩	مبادل حراري لوحي	
١٠	مضخّة ماء	
١١	صمّام قدم	
١٢	صمّام فراشة	
١٣	صمّام سريع الفتح	
١٤	صمّام سريع الإغلاق	
١٥	صمّام ذو قرص	
١٦	صمّام ثلاثي	

١٧	صمّام جلدة زاوية	
١٨	صمّام كروي	
١٩	صمّام منظم الضغط	
٢٠	مشع (دفاية)	

مثال (١–٢)

يبيّن الشكل (١–٣) توصيلة خط بخار رسُم بمقياس رسم مناسب.
المطلوب: ارسم جدولًا يبين اسماء هذه الرموز والمصطلحات.



الشكل (١–٣): خط بخار مع ممرّ جانبي.

الحل

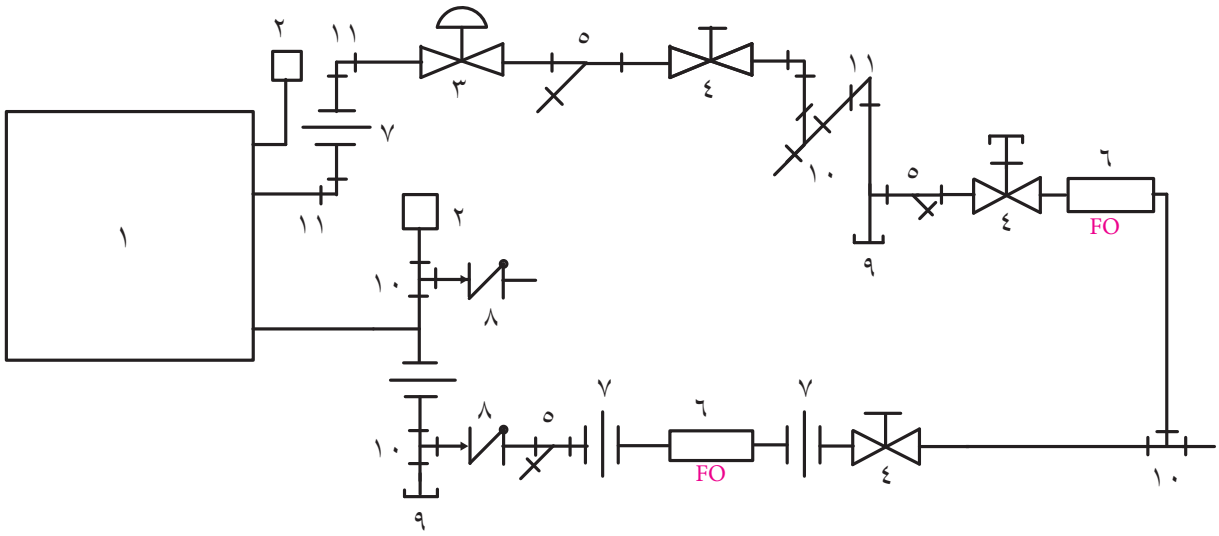
يبيّن الجدول الآتي حل المثال (١–٢).

الرقم	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧
مسمّى الرمز	صمّام بوابي	صامولة	شدّ وصل	محبس (صمام) ذو غشاء	نقاصة مركزية	وصلة جانبية	صمّام كروي

مثال (١–٣)

يبيّن الشكل (١–٤) توصيلة مخطّط ملف يعمل بوساطة البخار، رُسمت بمقياس رسم مناسب بالرموز والمصطلحات المتعارف عليها في الرسم.

المطلوب: ارسم جدولًا يبين اسماء هذه الرموز والمصطلحات.



الشكل (١–٤): ملفّ تسخين بالبخار.

الحل

يبيّن الجدول الآتي حلّ مثال (١–٣).

الرقم	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠
مسمّى الرمز	ملف تسخين	هواية تلقائية	صمّام ذو غشاء	صمّام بوابي	مفتاح سوامل	خزان محور الاستعمال مصيدة بخار	شد وصل	صمّام فحص	سدادة	وصلة T

ثالثًا أجهزة التدفئة العاملة بالبخار

يستعمل البخار في أنظمة التدفئة المباشرة وغير المباشرة وفي الأعمال الصناعية والفنادق والمستشفيات لأعمال التنظيف والتعقيم؛ لذلك يجب توفر بعض الأجهزة الخاصة بأنظمة البخار التي تعدّ مكمّلة لعمل هذه الأنظمة، ومنها ما يأتي:

١- مصائد البخار (Steam Trap).

٢- محبس البخار (Steam Valve).

٣- مخفضات الضغط (Steam Reducing).

٤- مصفيات البخار (Steam Strainer).

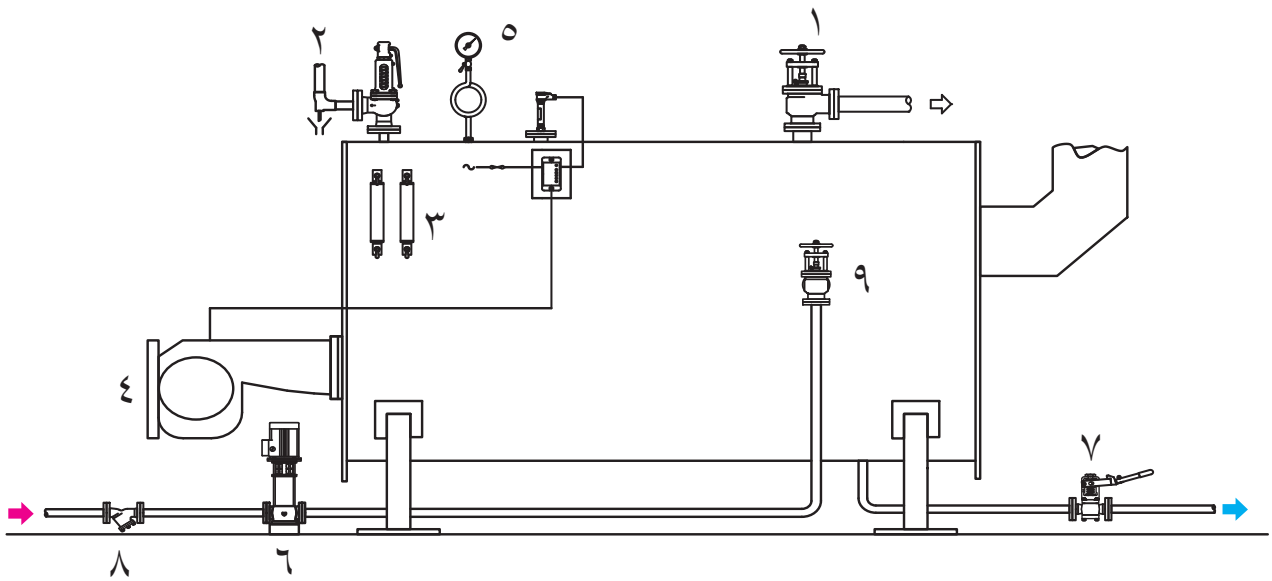
٥- ساعات قياس الضغط (Aperture Gage).

٦- الهوايات الأوتوماتيكية (Air Vent).

٧- صمام كروي (Expansion Joint).

٨- المبادلات الحرارية (heat Exchanger).

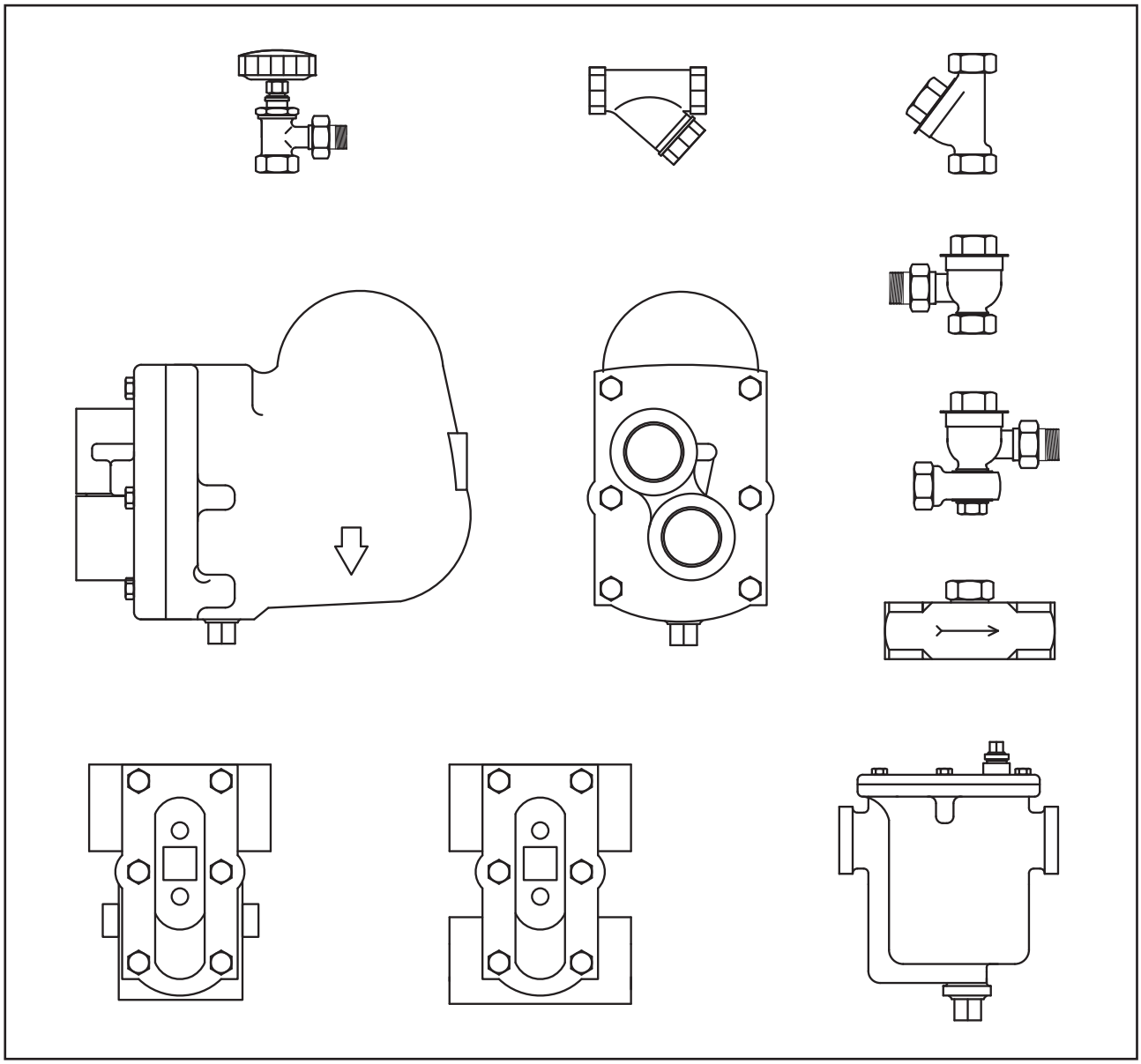
نورد في ما يأتي بعضًا من الأجهزة المذكورة أعلاه، وطرق رسمها هندسيًّا، حيث يبيّن الشكل (١-٥) مرجلًا بخاريًّا ركّبت عليه بعض التوابع والأجهزة التي تمّ ذكرها سابقًا.



شكل (١-٥): مرجل بخار.

١ مصائد البخار (Steam Strainer)

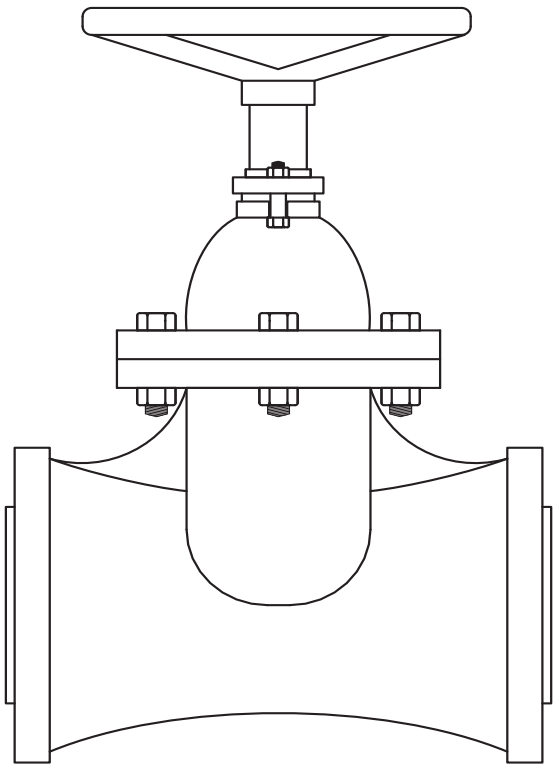
توجد أنواع مختلفة من مصائد البخار تستخدم في أنظمة البخار، منها الحرارية والميكانيكية وذات الدلو المقلوب، ويبين الشكل (١-٦) بعض المخططات لهذه المصائد.



الشكل (١-٦): مصائد البخار.

٢ محبس البخار (Steam valve)

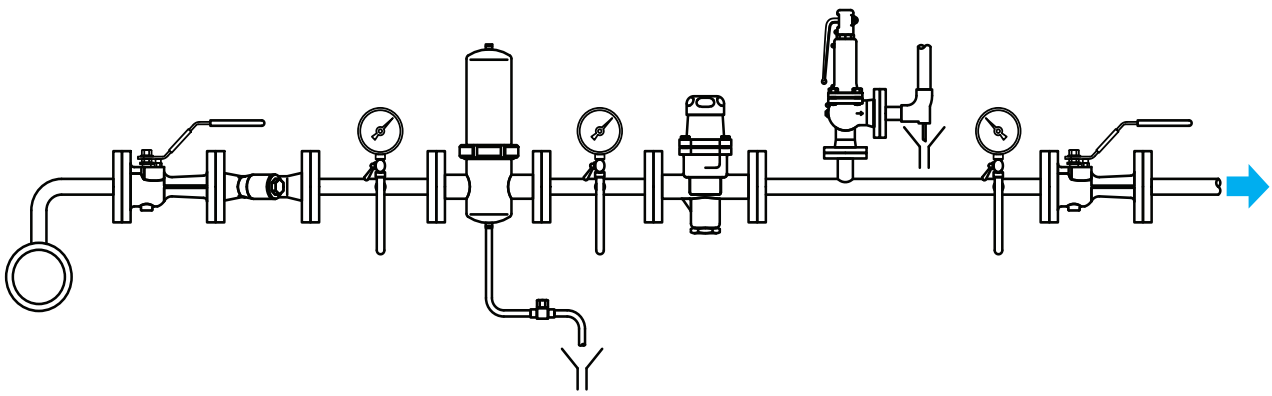
محابس البخار من الأجهزة الرئيسة في أنظمة البخار، والتي لا بدّ من توافرها، إذ إن لها استخدامات عدة في أنظمة البخار، ومنها محابس قطع البخار والأمان والتزويد والتفريغ. يبين الشكل (١-٧) صمّام بخار.



الشكل (١-٧): صمّام بخار.

٣ مخفضات الضغط (Pursuer Reducing)

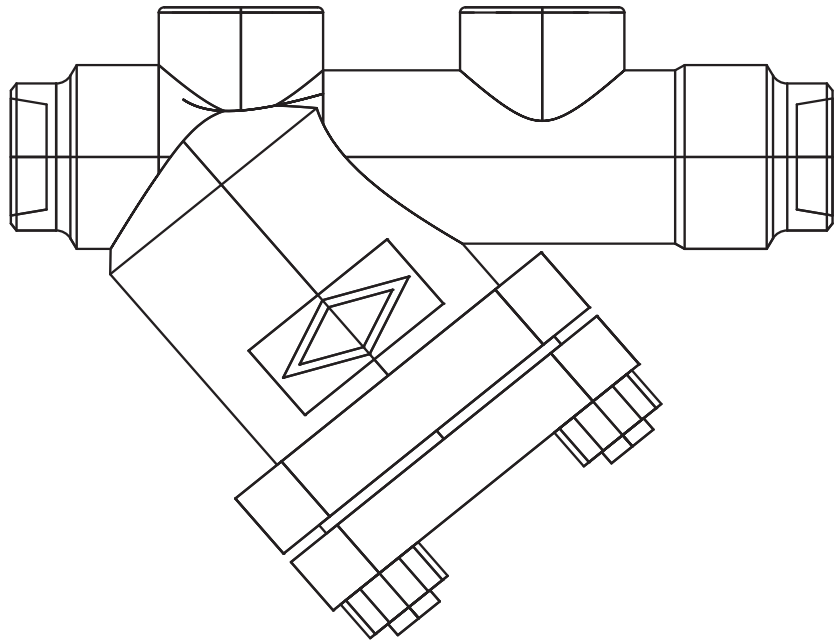
يخفّض ضغط البخار لأنه يولد البخار وينتجه عند الضغط العالي في مولّدات البخار، وقد نحتاج إلى بخار ذي ضغط أقلّ في بعض التطبيقات؛ لهذا نلجأ إلى تخفيض الضغط.



الشكل (١-٨): توصيلة تخفيض الضغط.

٤ مصافي البخار (Steam Strainer)

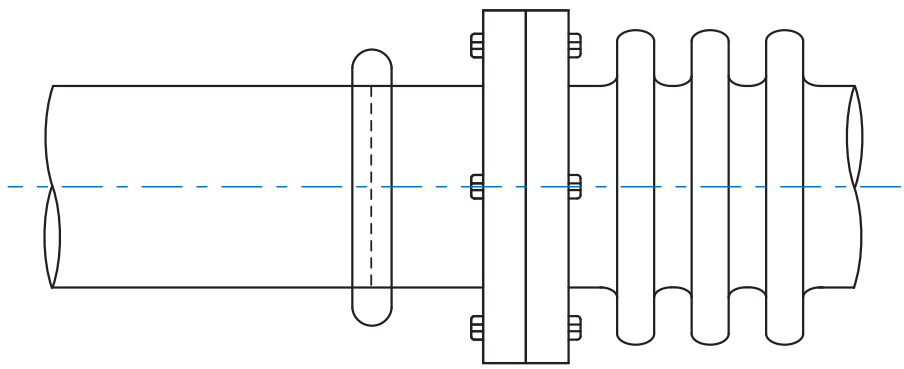
تستخدم مصافي البخار في تطبيقات أنظمة البخار والمراجل والشبكات جميعها، ومن الأمثلة على تلك التطبيقات ما يبيّنه الشكل (١–٩).



الشكل (١–٩): مصفاة بخار.

٥ فواصل التمدّد (Expansion Joint)

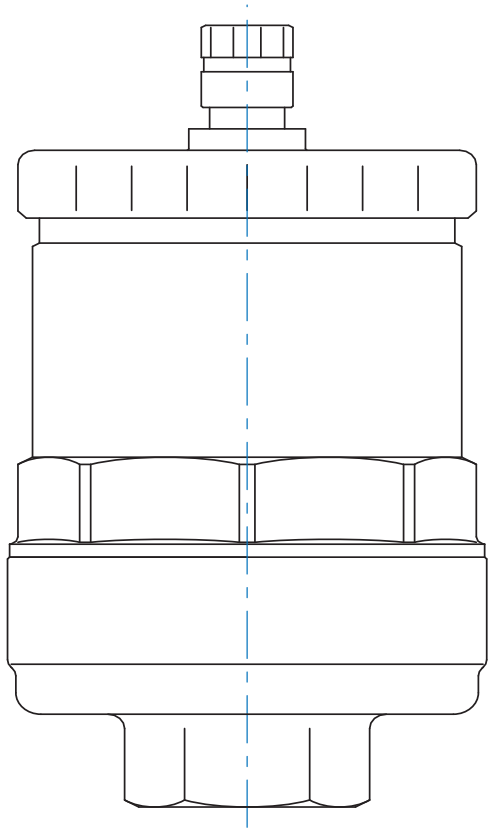
تستخدم فواصل التمدّد لامتصاص التمدّد والحركة في تمديدات البخار وخطوطه، للمحافظة على التمديدات من التلف والكسر، واستيعاب حركة التمدّد، ومن الأمثلة عليها، الأنواع ذات المنفاخ الحراري وذات المنزلقة. والشكل (١–١٠) يبيّن إحدى هذه الفواصل.



الشكل (١–١٠): فاصل تمدّد من نوع المنفاخ الحراري.

٦ الهوّايات الأوتوماتيكية (Automatic Air Vent)

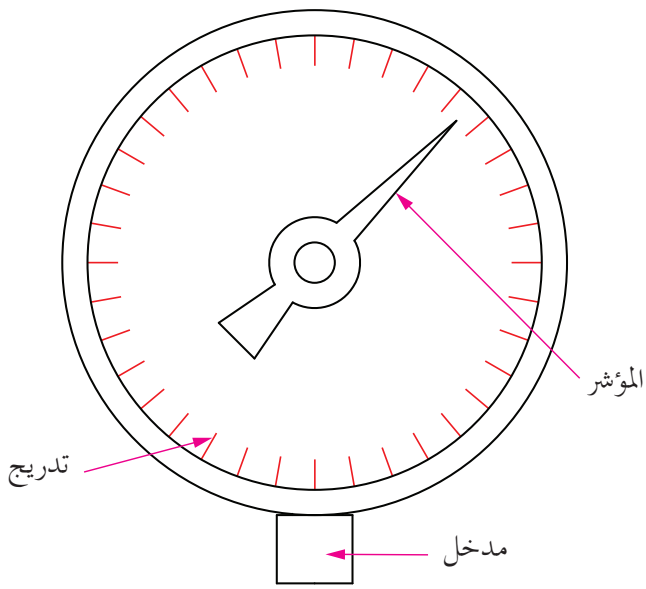
تستخدم الهوّايات الأوتوماتيكية التلقائية في أنظمة البخار وشبكاته، لإخراج الهواء المتكوّن نتيجة تبخّر الماء في أجهزة البخار، ومن تلك الهوايات ما هو مبين في الشكل (١-١١).



الشكل (١-١١): الهوّاية الأوتوماتيكية.

٧ ساعات قياس الضغط (Pressure Gauge)

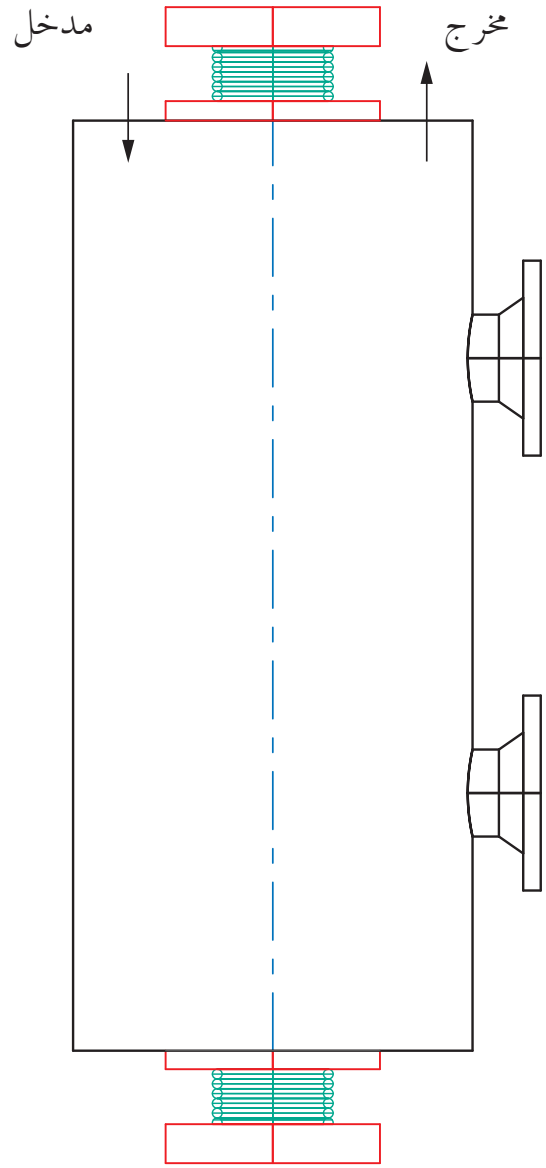
تستخدم ساعات الضغط في قياس الضغط داخل مراجل البخار والشبكات وتوصيلات تخفيض الضغط جميعها؛ لما لها من أهمية في مراقبة الضغط في هذه الأنظمة، ومنها ما هو واضح في الشكل (١-١٢).



الشكل (١-١٢): ساعة قياس الضغط.

٨ المبادلات الحرارية (Heat Exchanger)

تستعمل المبادلات الحرارية لإنتاج الماء الساخن في أنظمة البخار، والتي تستخدم في تطبيقات مختلفة، مثل التدفئة وعمليات الطهو والتنظيف وغيرها. والشكل (١-١٣) يبين المبادل الحراري.



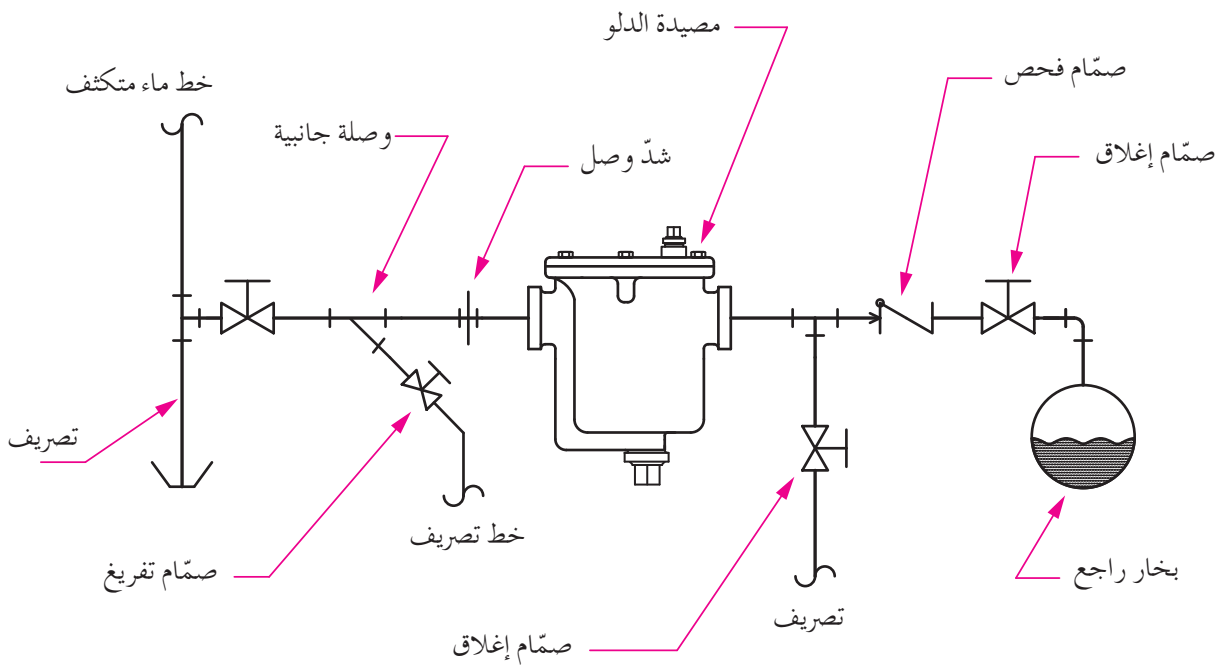
الشكل (١-١٣): المبادل الحراري.

نشاط (١-٤)

ابحث في شبكة المعلومات عن الأجهزة التي تعمل بالبخار، واكتب تقريرًا، وناقشه مع الزملاء.

مثال (١–٤)

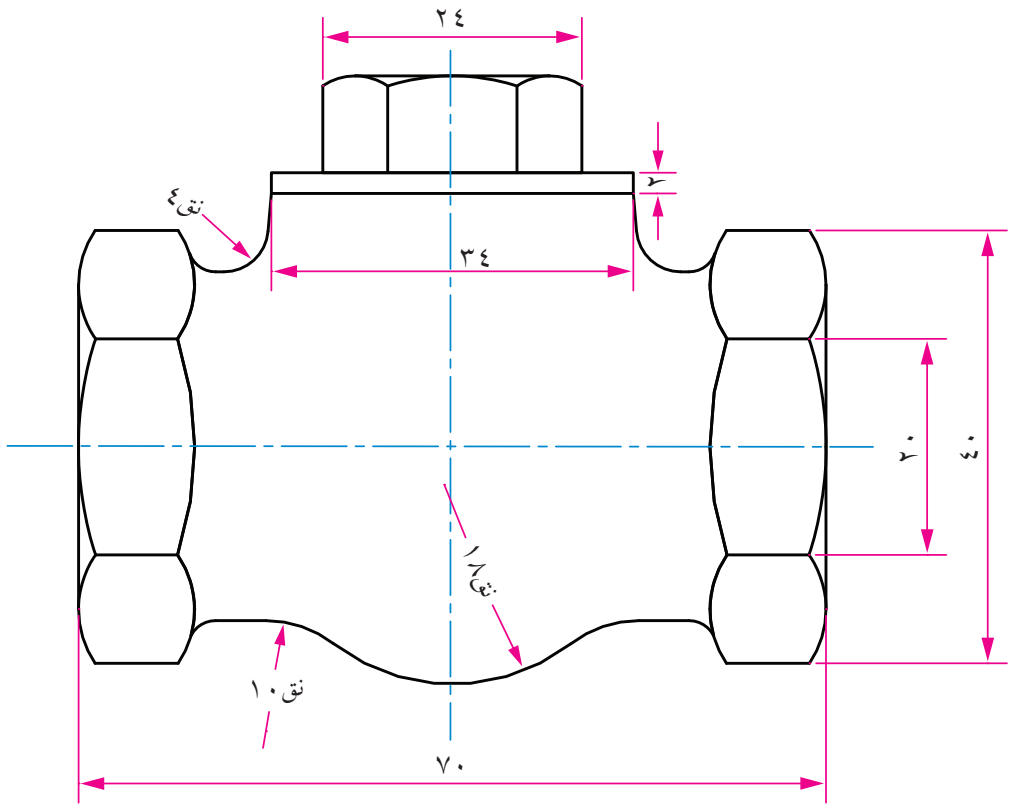
يبيّن الشكل (١–١٤) توصيلة مصيدة البخار ذات الدلو مرسومة بنظام ثنائي البعد،وباقي الوصلات رُسمت بالرموز بمقياس رسم مناسب مع بيان اسماء أجزاء الشبكة.



الشكل (١–١٤): توصيلة مصيدة البخار ذات الدلو.

مثال (١–٥)

يبين الشكل (١–١٥) المسقط الأمامي صمّام فحص يستخدم في شبكات البخار ورسم الشكل بمقياس رسم (١:٢)، علمًا بأن الأبعاد بالمليمترات.



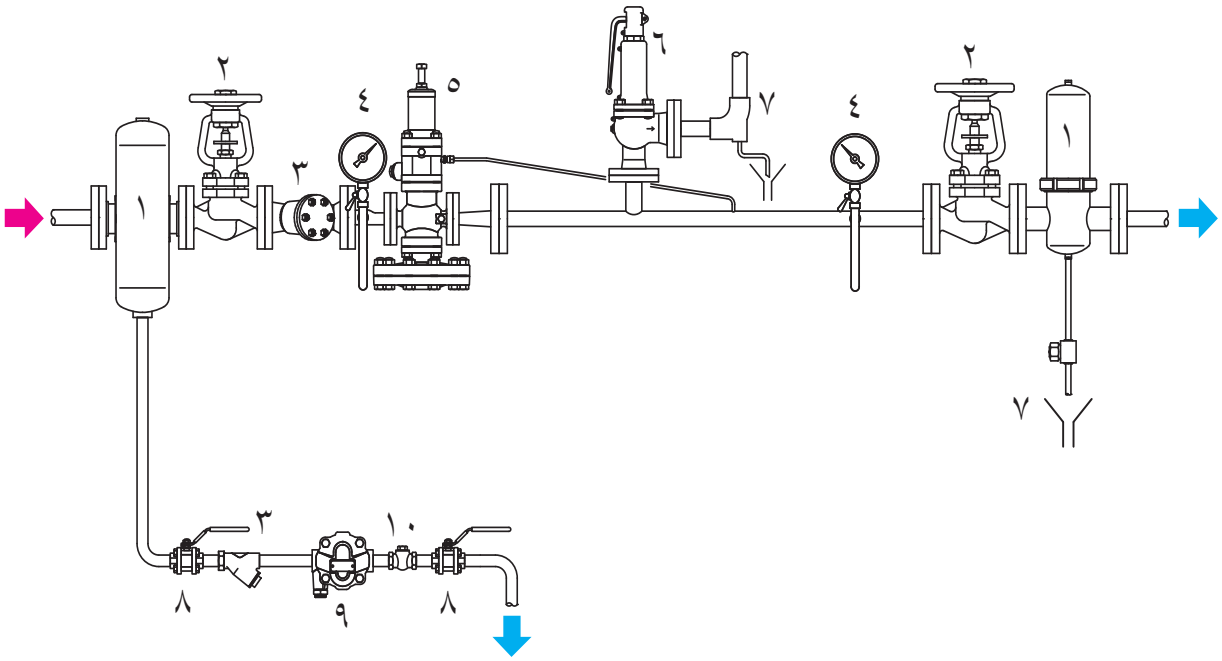
الشكل (١–١٥): المسقط الأمامي لصمّام فحص.

مثال (١-٦)

يبيّن الشكل (١-١٦) توصيلة تخفيض الضغط لخط بخارمرسوم وعلية القطع المكوّنة لهذه التوصيلة، المطلوب:

١- رسم التوصيلة المذكورة بالرموز والمصطلحات.

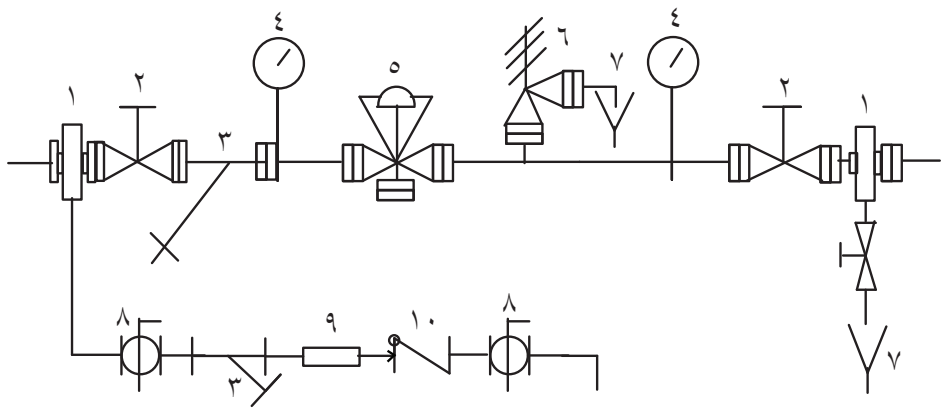
٢- عمل جدول بالقطع المكوّنة للتوصيلة.



الشكل (١-١٦): توصيلة تخفيض الضغط.

في ما يأتي حل المثال (١–٦)، وقد رُسمت التوصيلة التي وردت في المثال مع تسمية المكوّنات، والتي وضعت في جدول وحسب التسلسل.

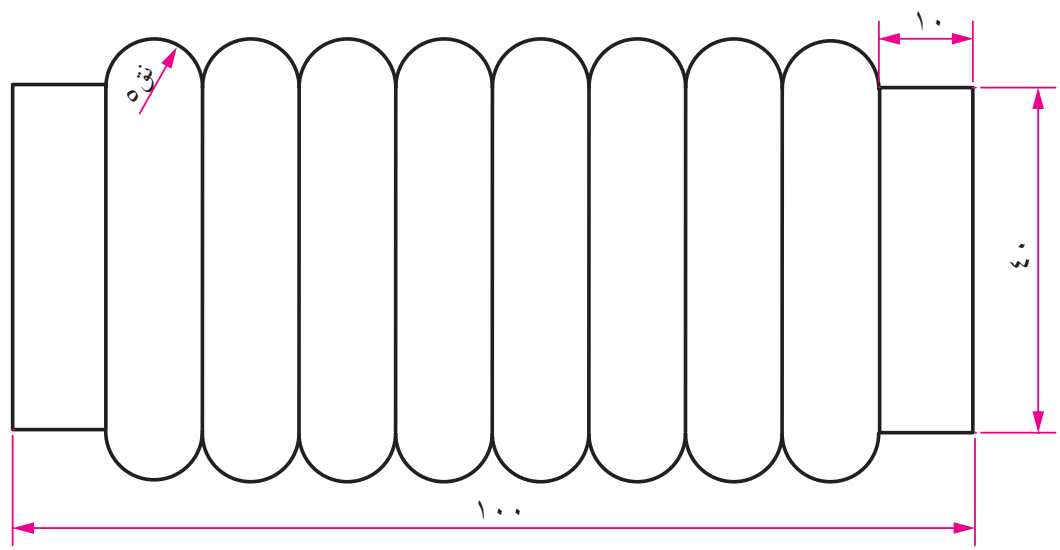
الرقم	مسمى الرمز
١	فاصل بخار
٢	صمّام بوابة
٣	مصفاة
٤	ساعة قياس ضغط
٥	صمّام تخفيض الضغط
٦	صمّام أمان صمّام تنفيس
٧	تصريف
٨	صمّام كروي
٩	خزان مصيدة بخار
١٠	صمّام فحص



الشكل (١–١٧): توصيلة تخفيض الضغط بالرموز.

مثال (١–٧)

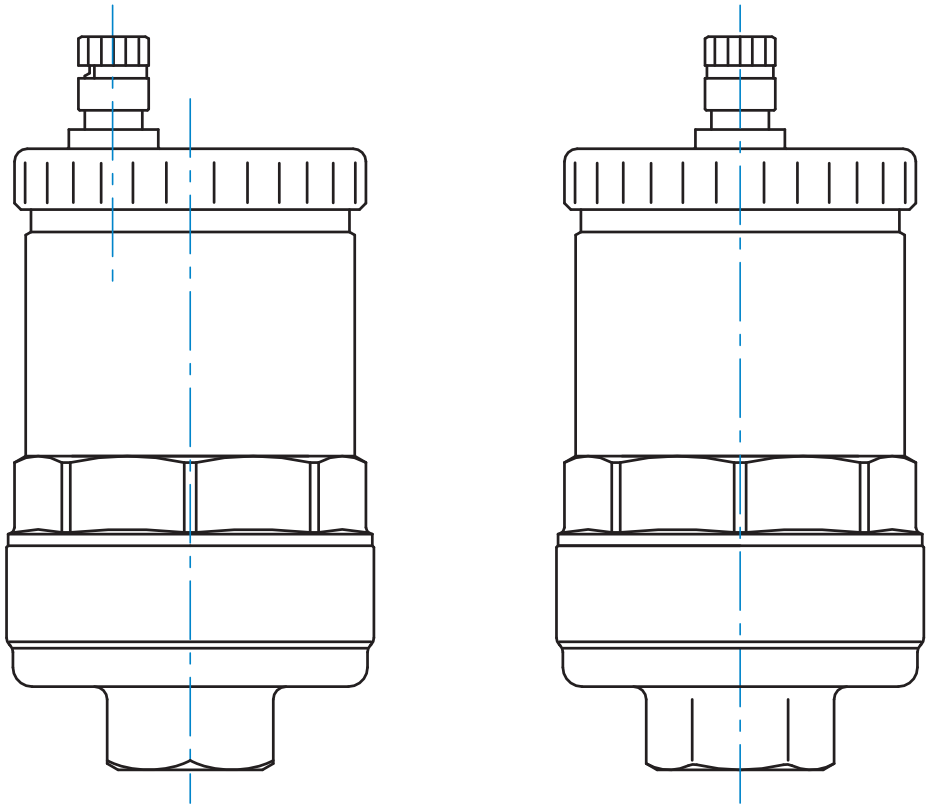
يبيّن الشكل (١–١٨) فاصل تمدّد من نوع المنفاخ الحراري المستخدم في شبكات البخار. رسُم بمقياس رسم (١:١)، علمًا بأنّ الأبعاد مليمترات.



الشكل (١–١٨): فاصل التمدّد ذو المنفاخ الحراري.

مثال (١–٨)

يبيّن الشكل (١–١٩) المسقطين الأمامي والجانبي لهوّاية اتوماتيكية، رسمت بمقياس رسم مناسب.



مسقط جانبي　　مسقط أمامي

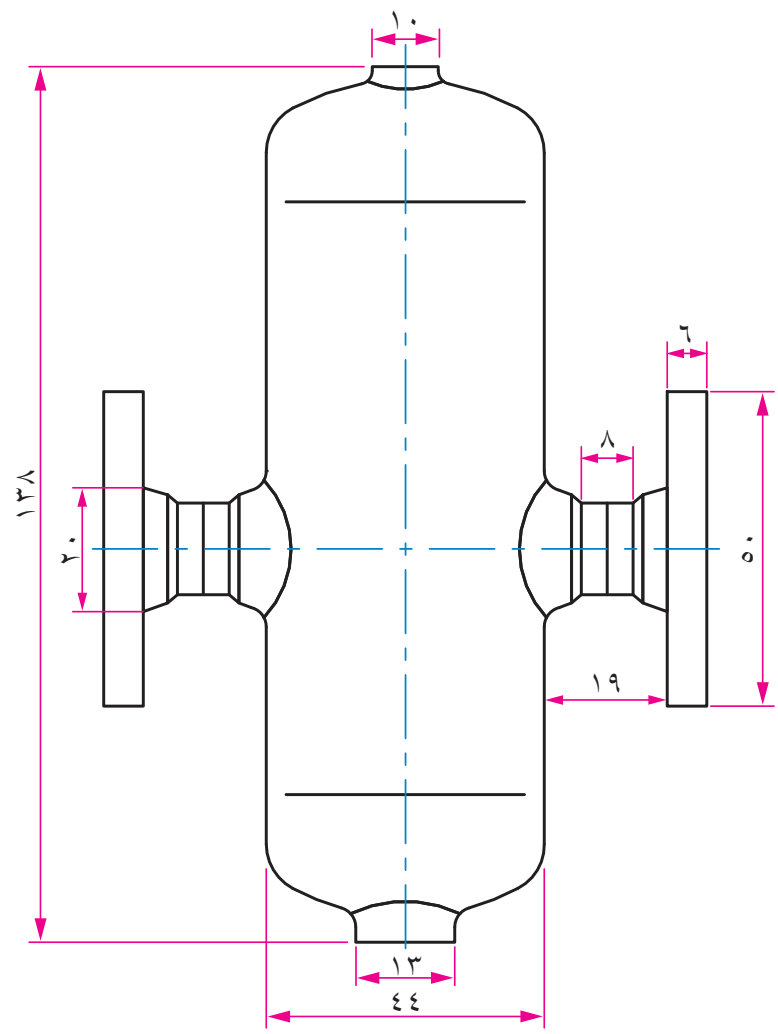
الشكل (١–١٩): المسقط الأمامي والجانبي لهواية أتوماتيكية.

نشاط (١–٥)

يبيّن الشكل (١–٢٠) المسقط الأمامي لفاصل البخار.

المطلوب: رسم المسقط المبيّن بمقياس رسم (١ : ١)، علمًا بأن الأبعاد مليمترات.

ملحوظه: (استخرج الأبعاد الناقصة من الشكل).



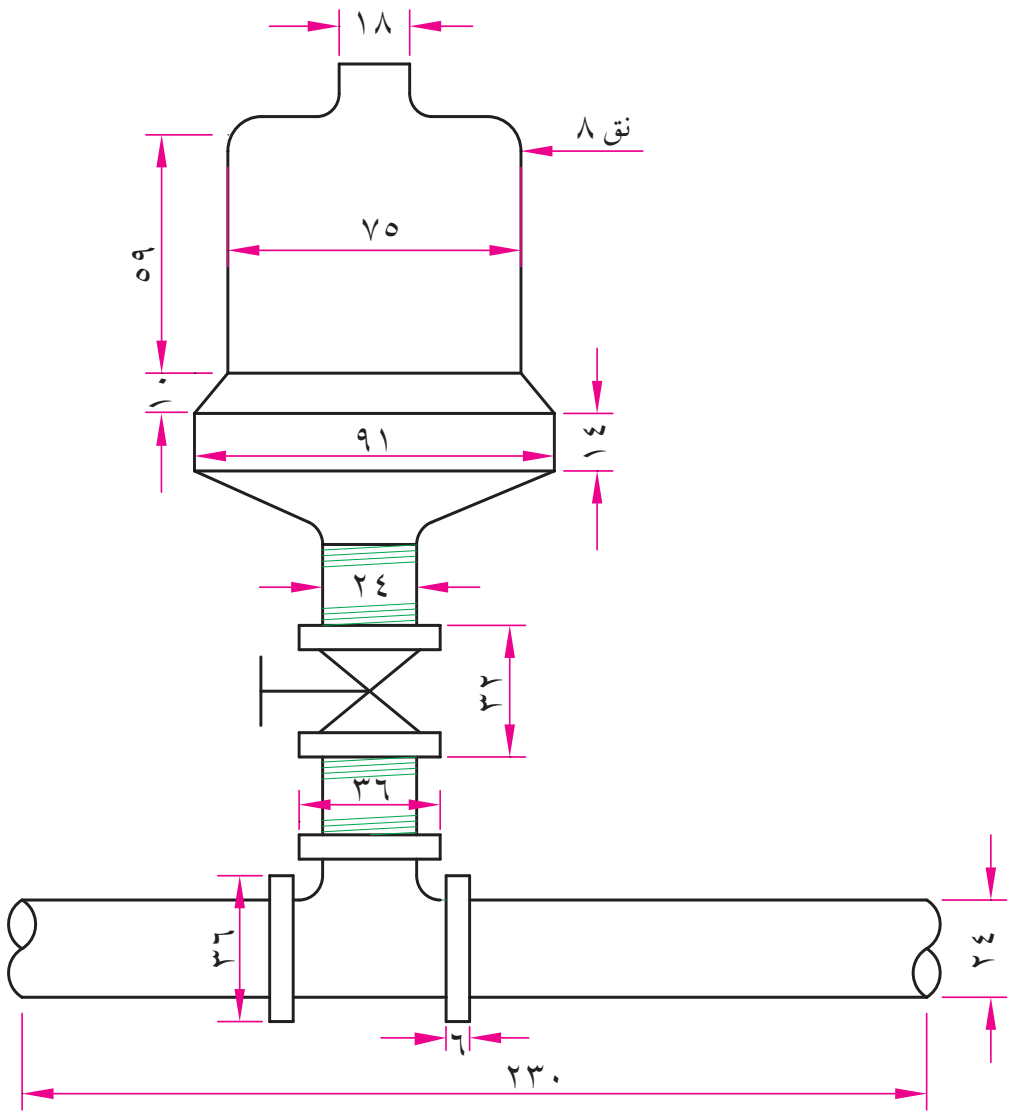
الشكل (١–٢٠): فاصل بخار.

نشاط (١-٦)

الرسم المبيّن في الشكل (١-٢١) يمثّل توصيلة الهواية الأوتوماتيكية على خط البخار.

المطلوب: رسم التوصيلة المبيّنة بمقياس الرسم (١ : ١)، علمًا بأنّ الأبعاد مليمترات.

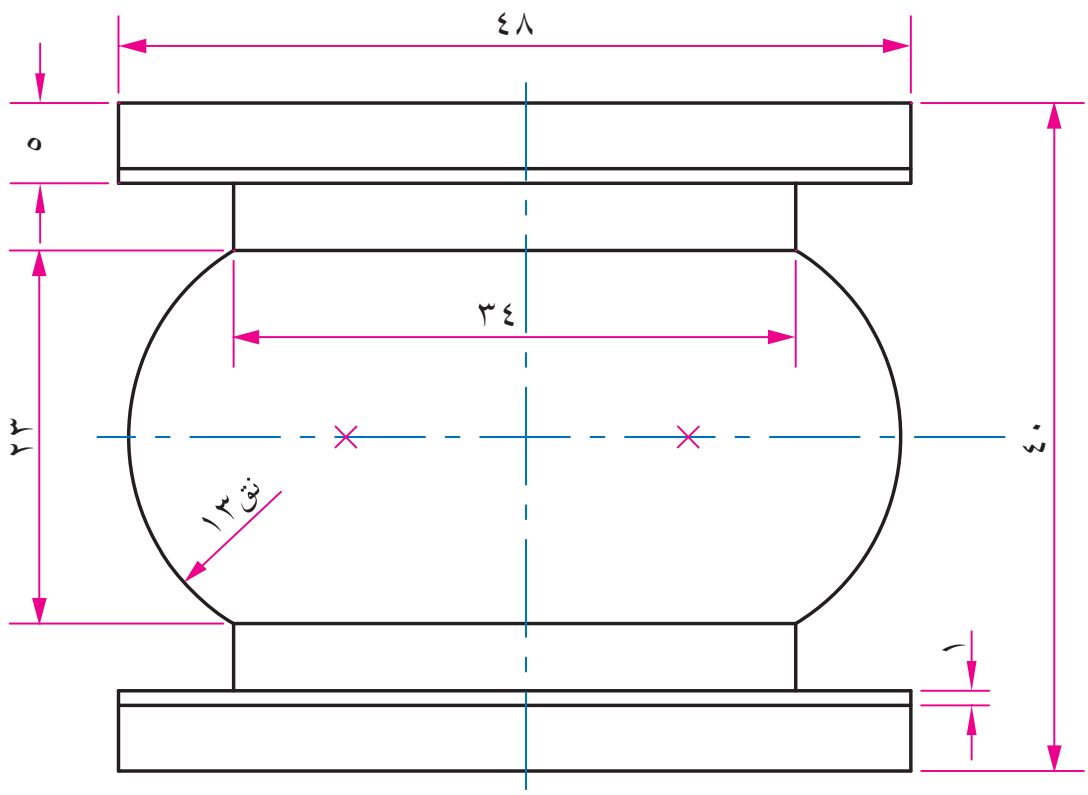
ملحوظه: (استخرج الأبعاد الناقصة من الشكل).



الشكل (١-٢١): توصيل الهواية الأوتوماتيكية مع خط البخار.

مثال (١–٩)

الشكل التالي (١–٢٢) يمثّل المسقط الأمامي لفاصل تمدّد لشبكة بخار.
ورسم بمقياس رسم (١:٢) علمًا بأن الأبعاد مليمترات.



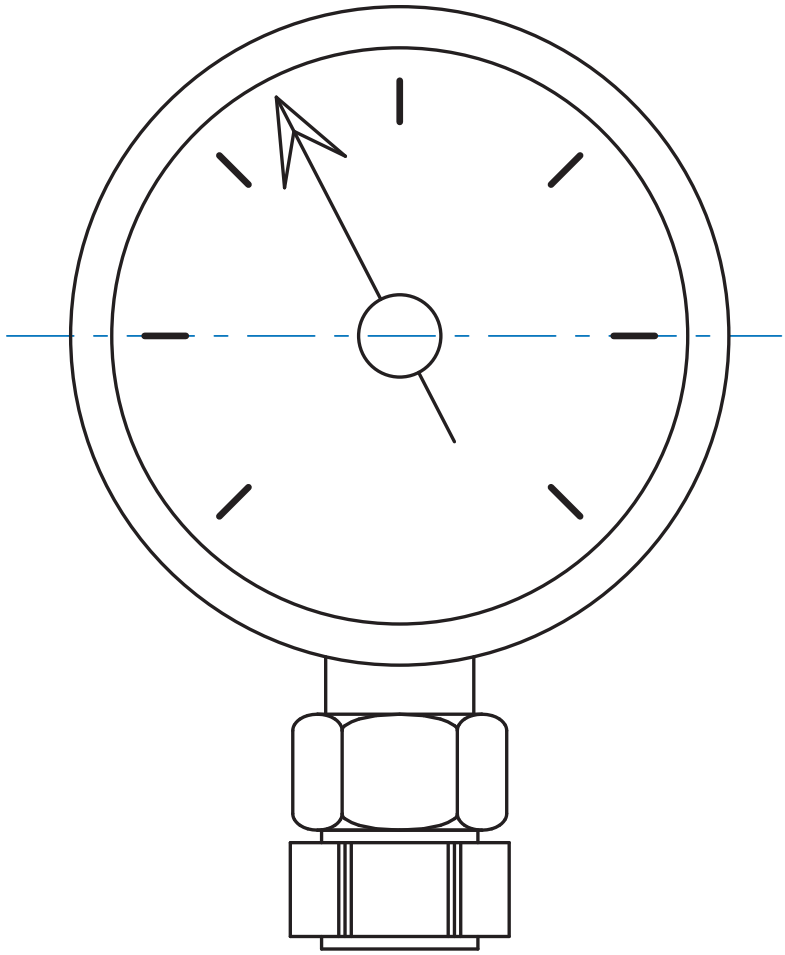
الشكل (١–٢٢): المسقط الأمامي لفاصل تمدّد.

نشاط (١-٧)

يبيّن الشكل (١-٢٣) المسقط الأمامي لساعة قياس الضغط في مرجل بخار.

المطلوب: رسم المسقط المذكور.

ملحوظه: (يتم أخذ القياسات من الشكل).

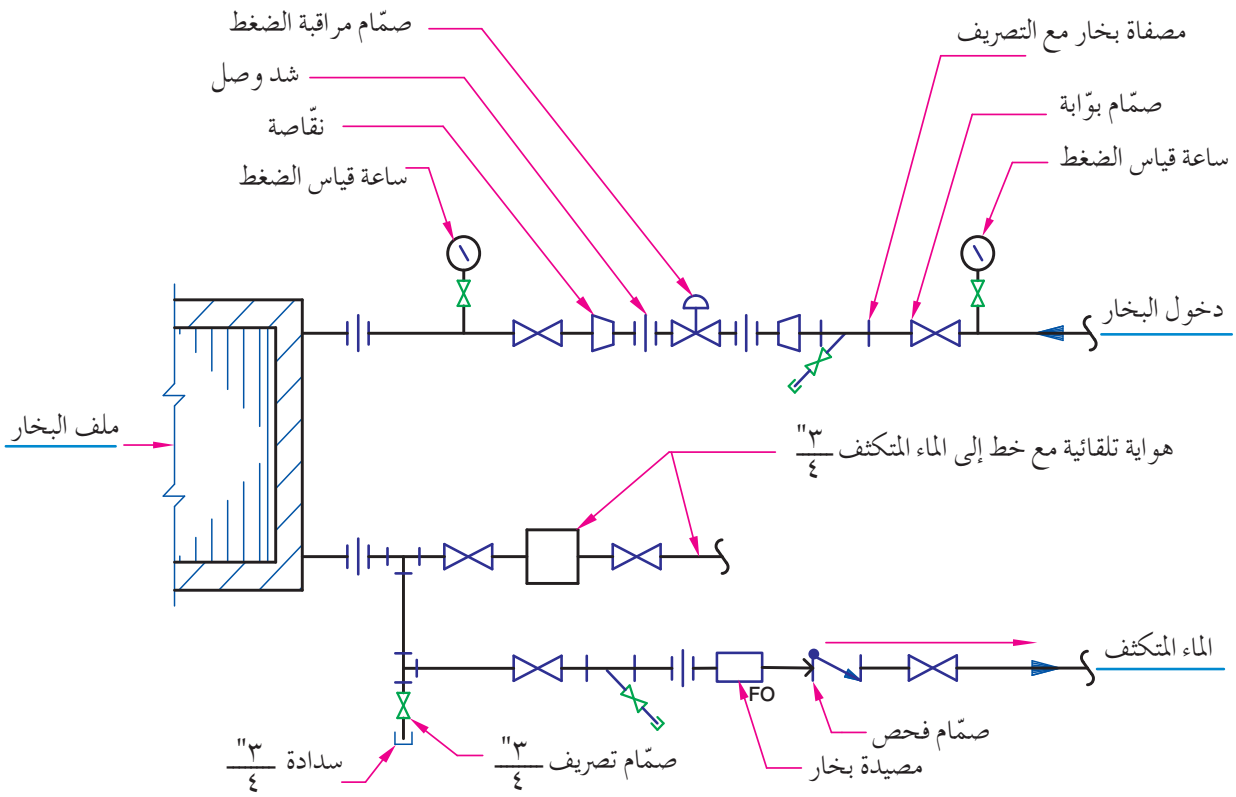


الشكل (١-٢٣): المسقط الأمامي لساعة قياس الضغط.

مثال (١-١٠)

يبيّن الشكل (١-٢٤) التوصيلات لملف تسخين مياه بوساطة البخار رسمت بمقياس رسم مناسب بأستخدام الرموز.

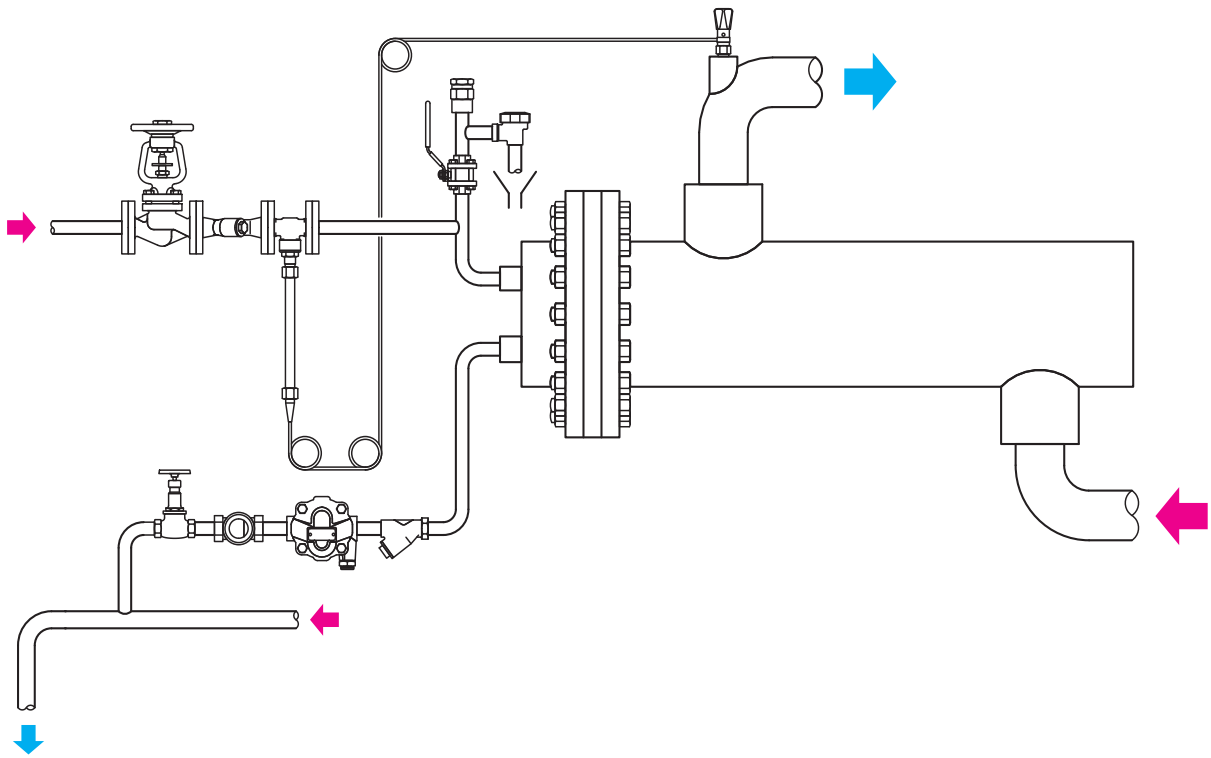
المطلوب : رسم التوصيلات المبينة في الشكل بمقياس رسم مناسب.



الشكل (١-٢٤): ملف بخار للتسخين.

نشاط (١–٨)

يبيّن الشكل (١–٢٥) المسقط الأمامي لتوصيل المبادل الحراري ذي الغلاف، اذكر اسماء الرموز والمصطلحات المبينة في الشكل.



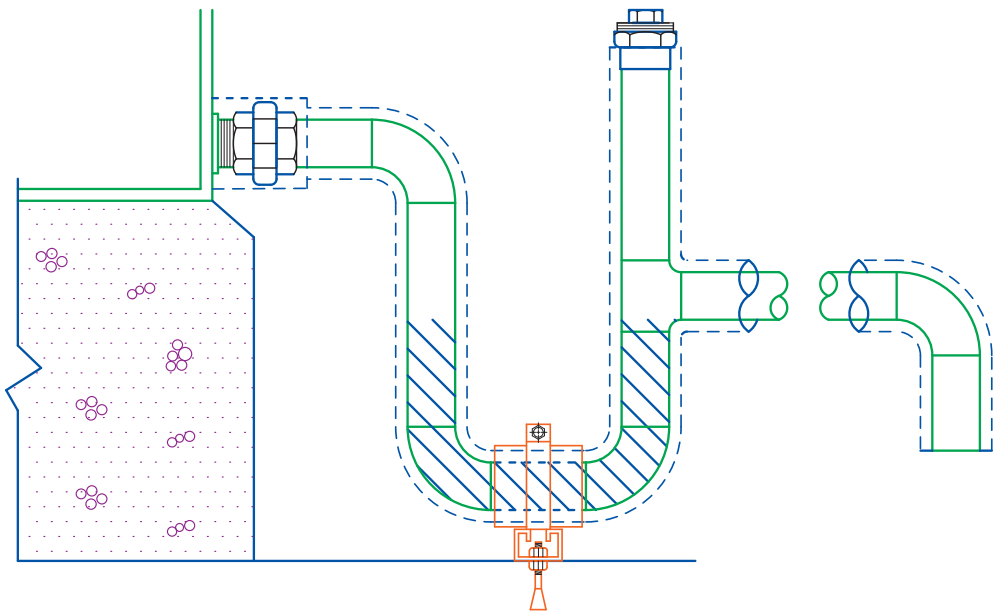
الشكل (١–٢٥): توصيل المبادل الحراري.

رابعًا

شبكات التدفئة العاملة بالبخار
(Heating networks operating steam)

تُعدّ شبكات التدفئة التي تعمل بوساطة البخار المنتج النهائي لنظام البخار والجزء الرئيس الذي تقاس به كفاءة النظام، وتتكوّن الشبكات من المشعّات وقطع الوصل والأنابيب بأنواعها والصمّامات والمصائد، وهذه المكوّنات جميعها لابدّ منها لاكتمال دورة البخار في الشبكات.

يبيّن الشكل (١-٢٦) تفاصيل خط تصريف الماء المتكثف.



تفاصيل خط تصريف الماء المتكثف

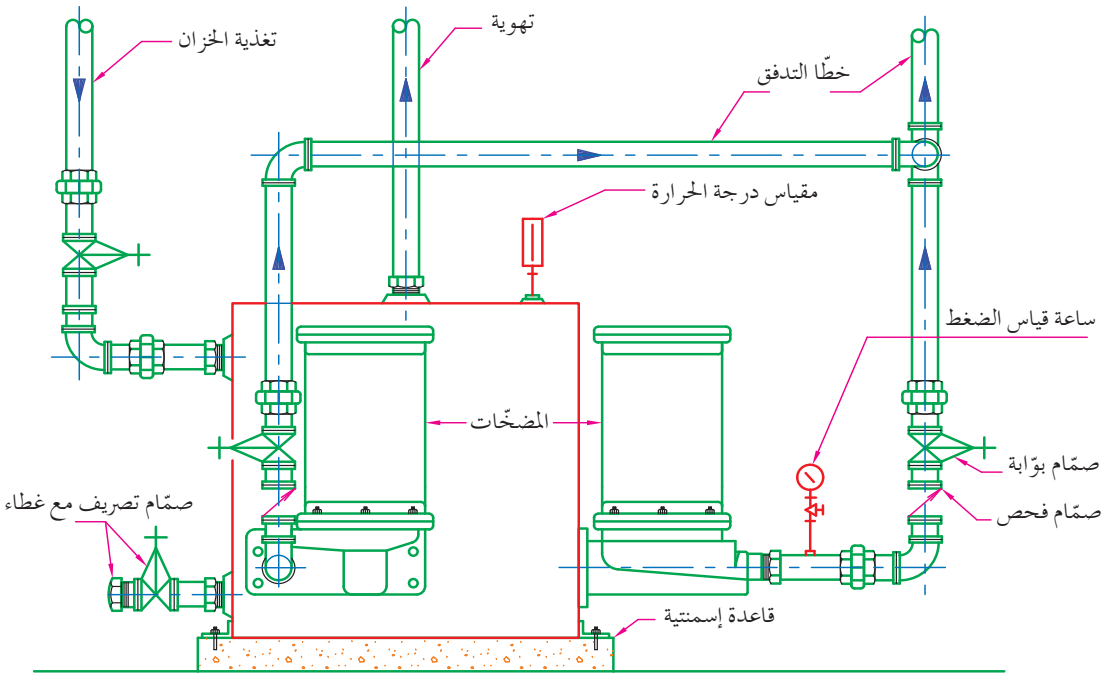
الشكل (١-٢٦): خط تصريف الماء المتكثف.

١ رسم خزّان تجميع الماء المتكثّف والتزويد

في أنظمة البخار جميعها يتمّ تأسيس خزّان تجميع الماء المتكثّف لتزويد نظام البخار منه في حالة النقص في كمية المياه. يبيّن الشكل (١-٢٧) التوصيلات المختلفة التي يتكوّن منها نظام التزويد من المياه.

نشاط (١-٩)

المطلوب: إعادة الرسم المبين في الشكل (١-٢٧) باستخدام الرموز، استخدم مقياس رسم مناسبًا.

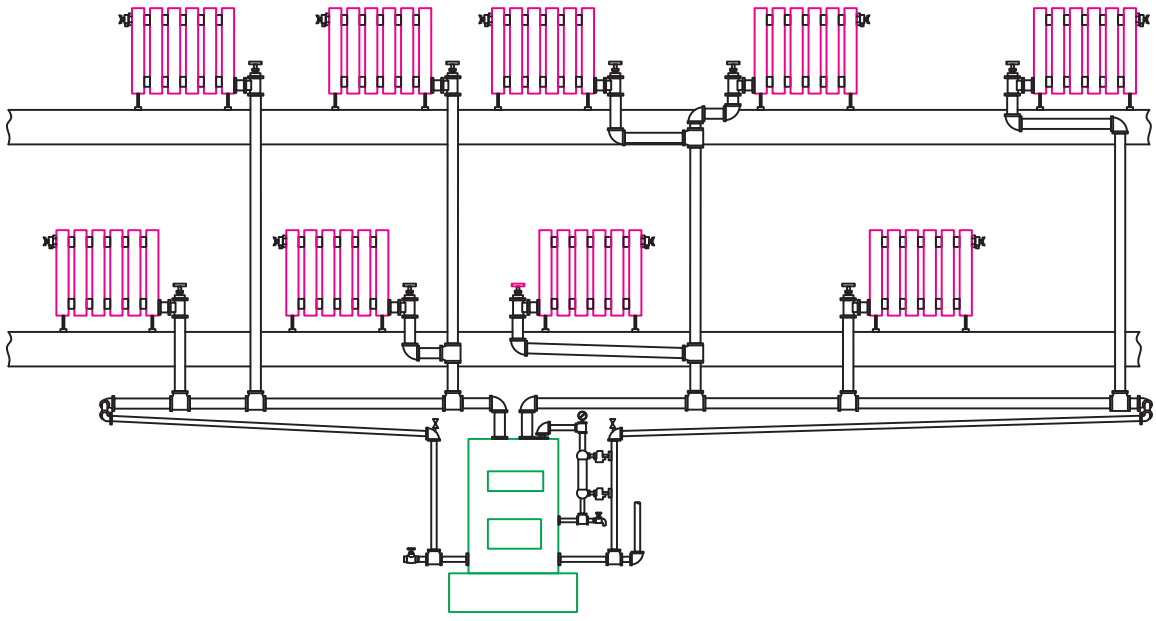


خزان الماء المكثف ومضختا تزويد وتغذية

الشكل (١-٢٧): خزّان الماء المتكثّف والتزويد.

٢ رسم نظام البخار ذي الخط الواحد (One Pipe Steam System)

يظهر الرسم المبين في الشكل (١-٢٨) تزويد مشع البخار بوساطة الخط الواحد، والتوصيلات اللازمة للمشع من خط البخار المائل؛ حتى يتمكّن الماء المتكثّف من الرجوع إلى الخط المزوّد، وصمّام المشعّ ومصيدة البخار.



الشكل (١-٢٨): نظام البخار ذو الخط الواحد.

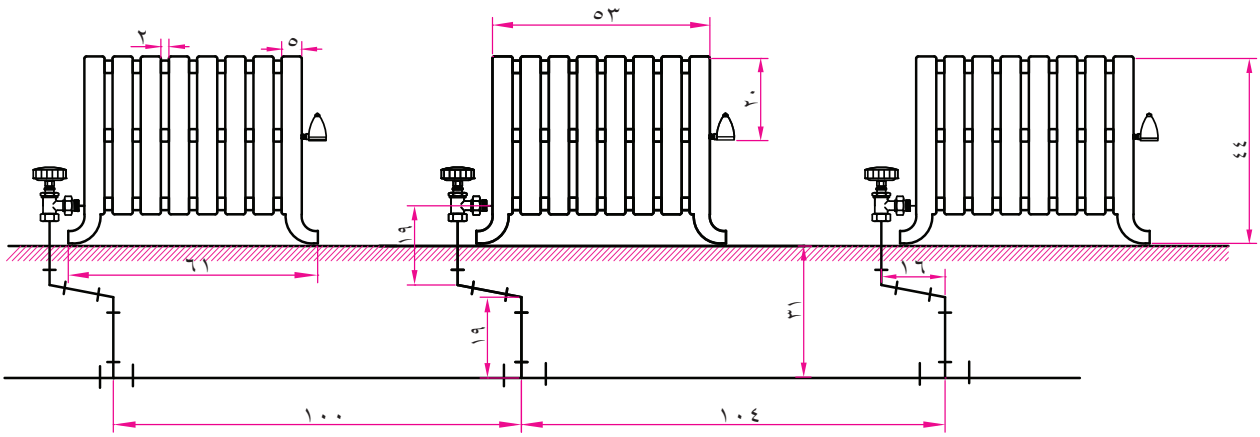
مثال (١-١٦)

يبيّن الرسم المبيّن في الشكل (١-٢٩) نظام تدفئة بخار ذا الخط الواحد، وهو مكوّن من ثلاثة مشعّات، وكلّ مشع مكوّن من ثمانية مقاطع، وسمك كلّ مقطع (٥سم).

المطلوب:

١- رسم المسقط الأمامي المبيّن بمقياس رسم (١:١٠).

٢- رسم القطع بوساطة الرموز المستخدمة بالرسم.

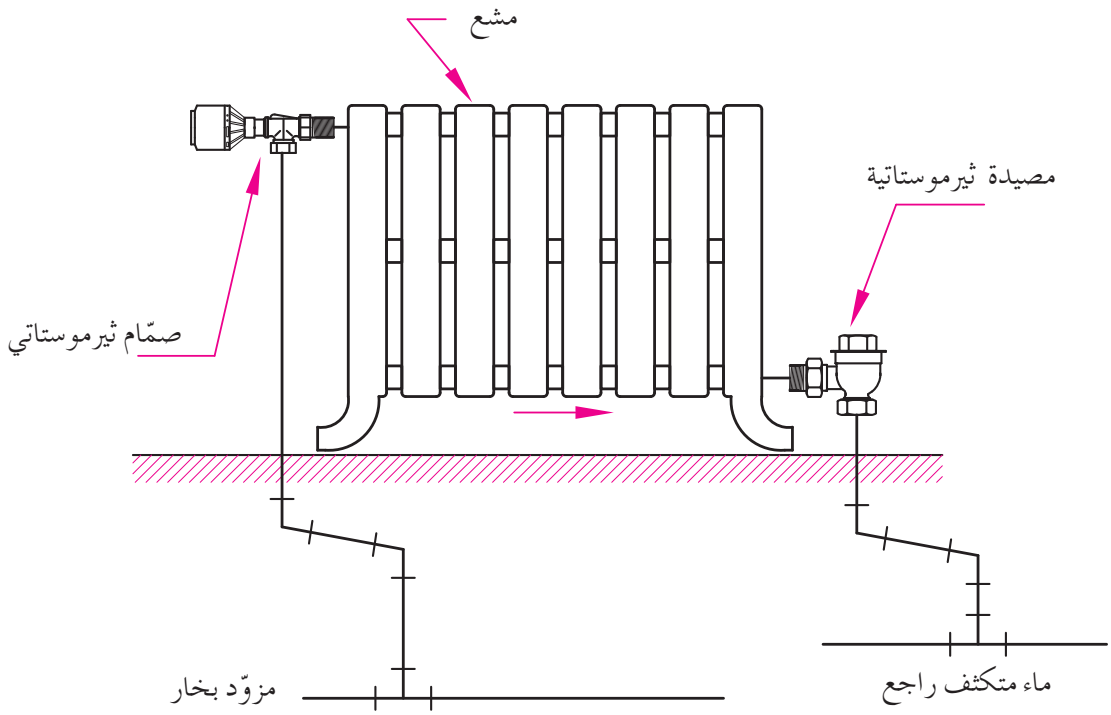


الشكل (١-٢٩): نظام الخط الواحد.

٣ رسم نظام البخار ذي الخطين (double pipe steam system)

نظام التدفئة بوساطة الخطين من الأنظمة المستخدمة في تمديد شبكات البخار المستخدمة في التدفئة المركزية، ويعدّ رسم نظام من المشعّات من الأمور المهمة التي يجب معرفتها من قبل الدارسين والمهتمين في هذا المجال.

والشكل التالي (١-٣٠)، يبيّن إحدى طرق رسم المساقط للشبكات العاملة بوساطة البخار.



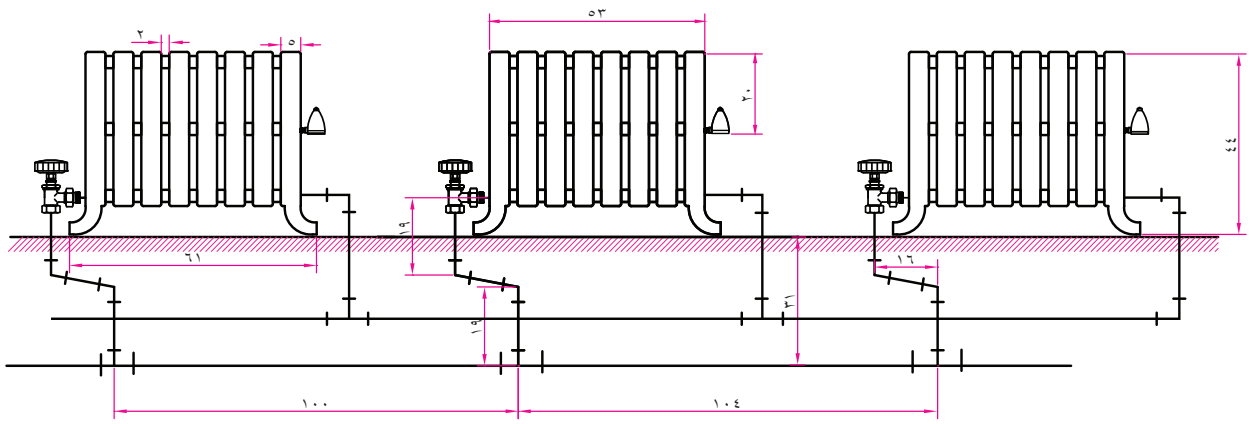
الشكل (١-٣٠): نظام التدفئة بالبخار ذو الخطين.

مثال (١-١٧)

يبين الشكل (١-٣١) نظام تزويد المشعّات بالبخار بوساطة خطّي المزود والراجع، مع ملاحظة أنّ الأبعاد على الرسم مقيسة بالسنتميتر. المطلوب:

١- رسم المسقط الأمامي حسب الأبعاد المبينة على الرسم بمقياس (١:١٠).

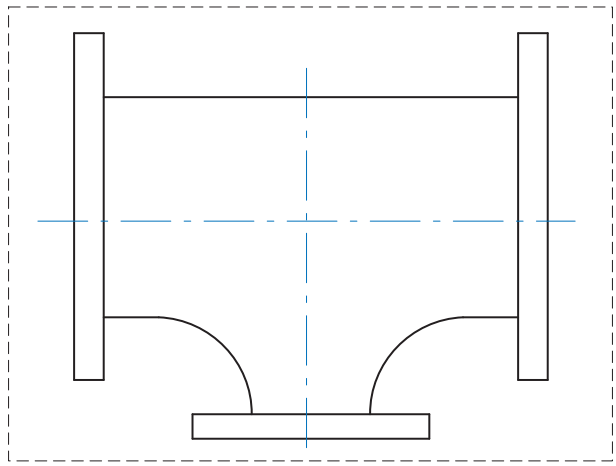
٢- رسم القطع بوساطة الرموز المستخدمة بالرسم.



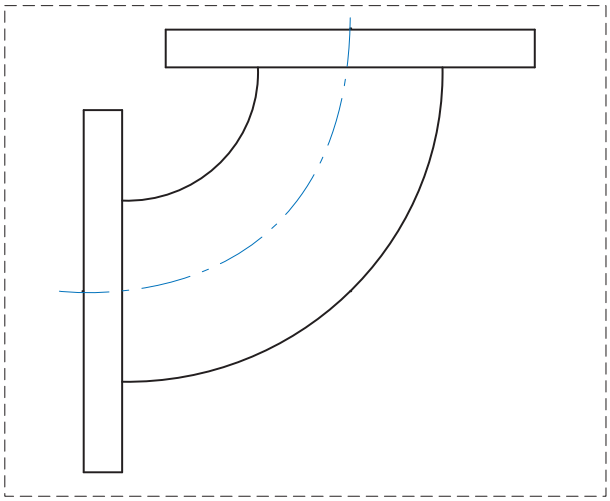
الشكل (١-٣١): نظام التدفئة بالبخار ذو الخطين.

٤ رسم قطع الوصل الخاصة بنظام البخار

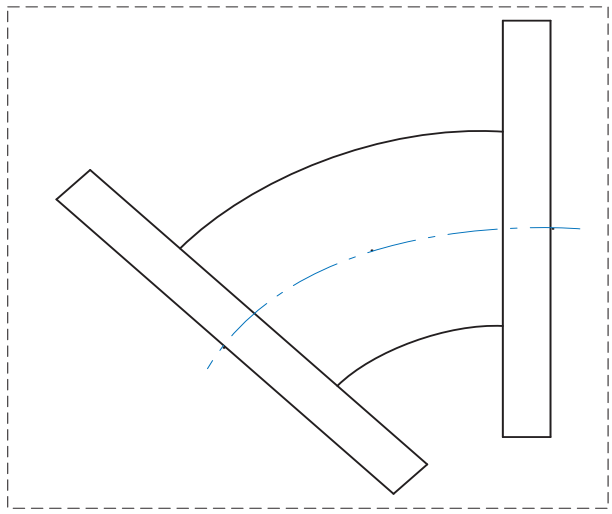
تبيّن الأشكال الآتية بعض قطع الوصل الخاصة بأنظمة البخار، والتي توصل بوساطة اللحام أو الفلنجات.



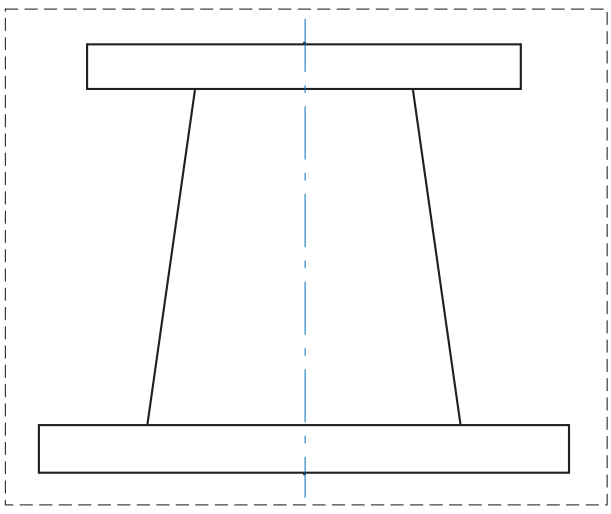
الشكل (١-٣٢): وصلة تي منقص.



الشكل (١-٣٣): وصلة الكوع القائم.



الشكل (١-٣٤): وصلة الكوع الفاتح ٤٥°.

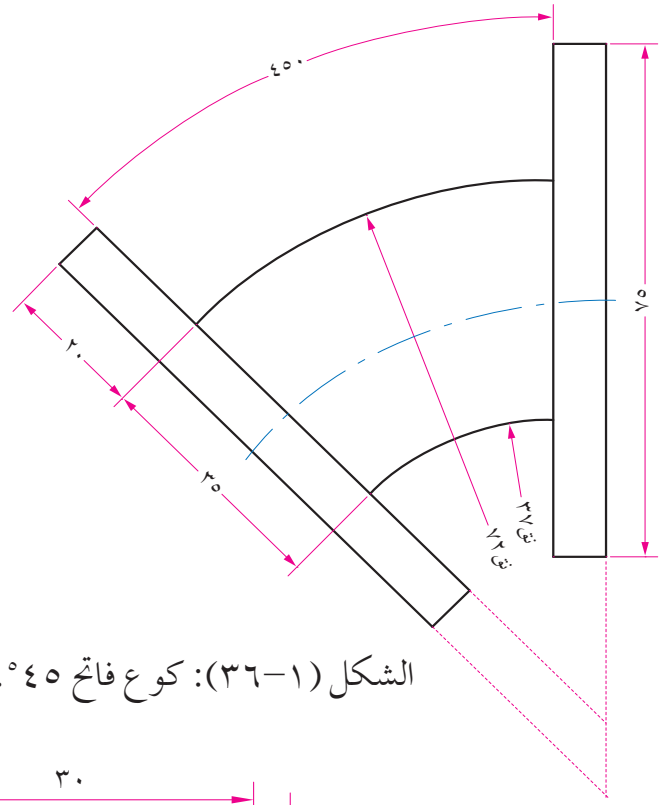


الشكل (١-٣٥): وصلة النقاصة المركزية.

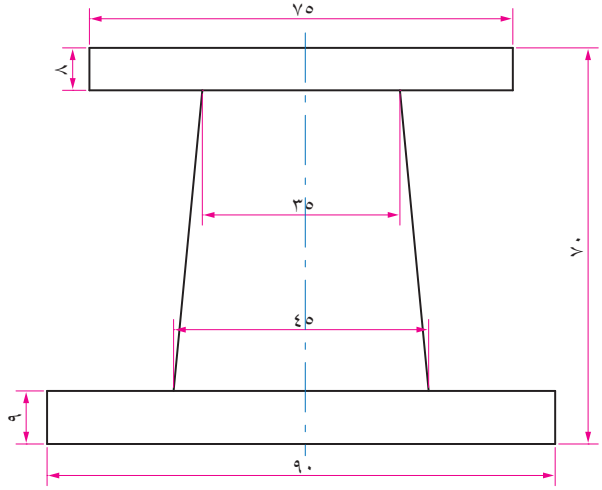
مثال (١–١٨)

تبيّن الأشكال (١–٣٦)، (١–٣٧)، (١–٣٨) الآتية قطع وصل مختلفة، تستخدم في تمديد شبكات البخار الرئيسة.

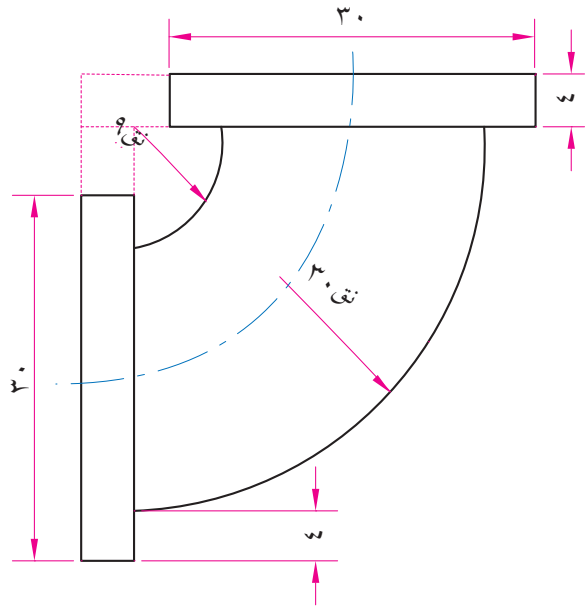
المطلوب: رسم بمقياس رسم (٢ : ١) التي رسمت بها تلك الوصلات وحسب الأبعاد المبينة.



الشكل (١–٣٦): كوع فاتح ٤٥°.



الشكل (١–٣٧): نقاصة مركزية.



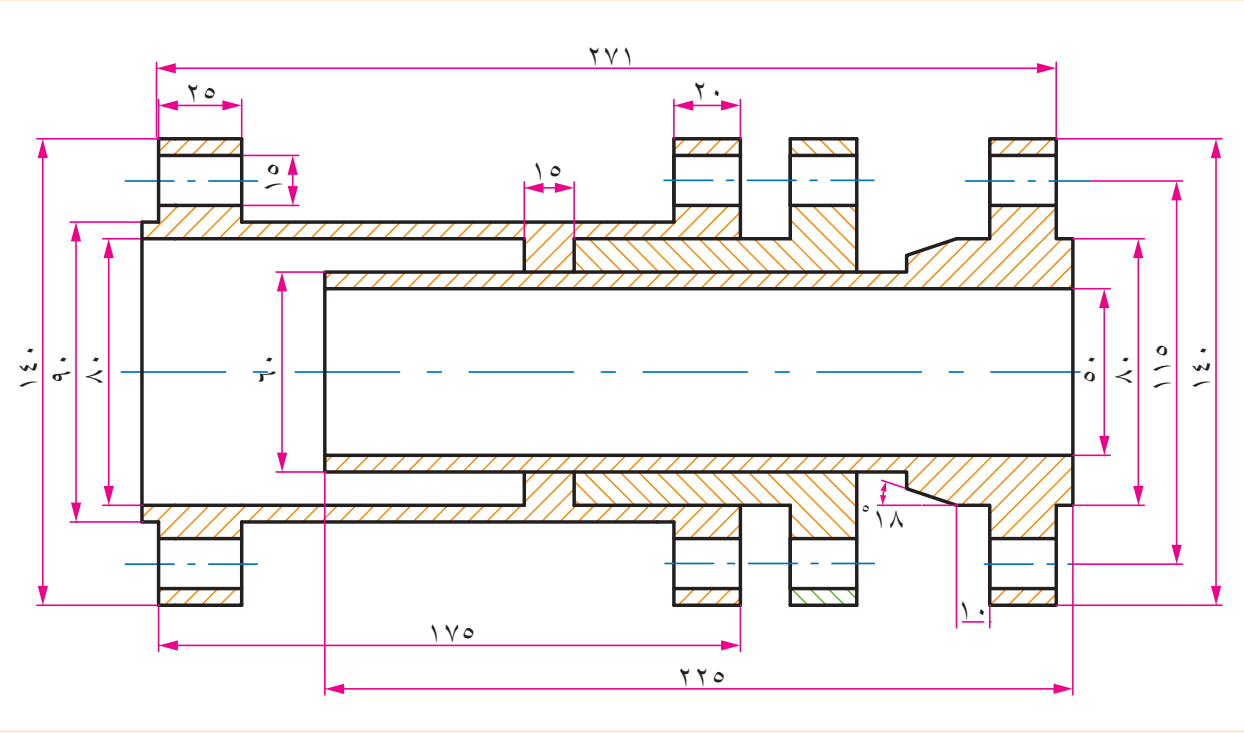
الشكل (١–٣٨): كوع ٩٠° ذو قطر واسع.

التقويم الذاتي

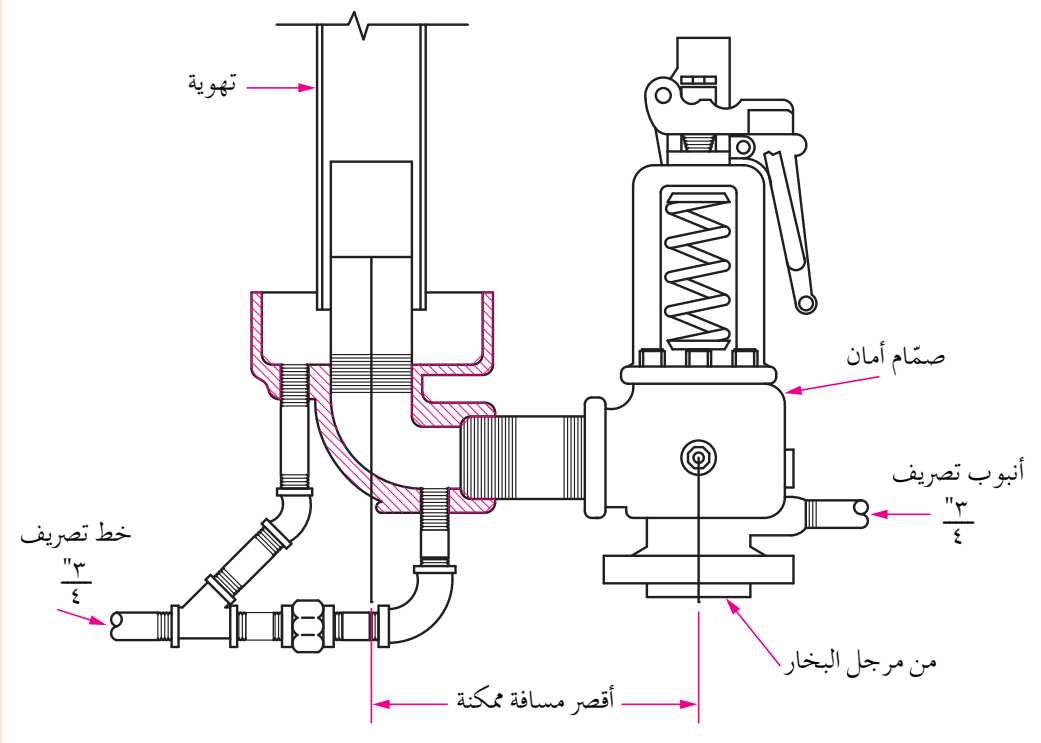
بعد دراسة الوحدة، قيّم نفسك بما يناسب قدراتك وفق عناصر الأداء الآتية:

الرقم	عناصر الأداء	مستوى الأداء			
		ضعيف	مقبول	ضعيف	ممتاز
١	أقرأ الرموز والمصطلحات.				
٢	أرسم الرموز والمصطلحات.				
٣	أدرس مخطط رسم بالمصطلحات.				
٤	أرسم مرجل البخار والتوابع الخاصة به.				
٥	أستخدم البحث العلمي للوصول إلى المعلومات.				
٦	أرسم أجهزة البخار وتوصيلاتها هندسيًّا.				
٧	أميّز بين المساقط المختلفة في الرسم.				
٨	أتعاون مع الزملاء في البحث العلمي.				
٩	أستخدم المقاييس المختلفة في الرسم.				
١٠	أستخدم البرمجيات الخاصة بالرسم.				
١١	أختار من عدة بدائل متاحة.				
١٢	أوزّع المساقط حسب اللوحة.				
١٣	أستخدم مقياس الرسم المناسب في الرسم.				
١٤	أحُلّ التمارين في نهاية الوحدة الدراسية.				
١٥	أتابع المعلومات الحديثة في التخصص.				

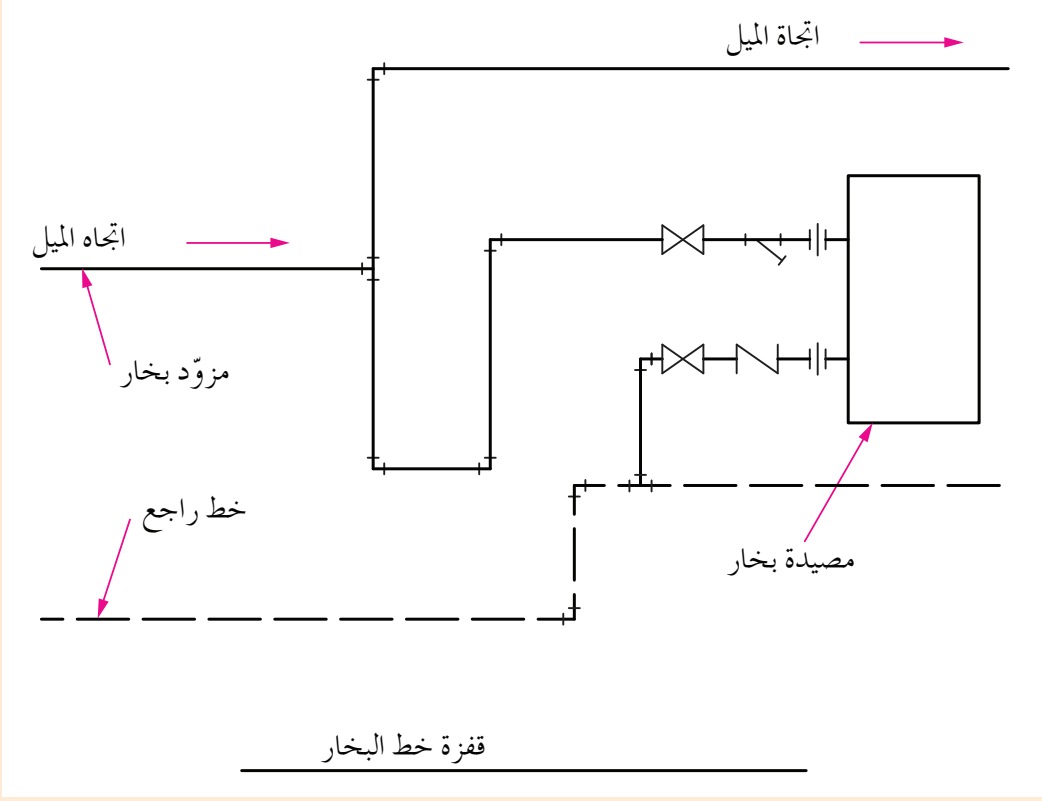
١- ارسم المساقط والمقاطع المبيّنة في الأشكال المدرّجة (١-٣٩)، (١-٤٠)، (١-٤١) بحسب القياسات المبينة على الرسم، علمًا بأن مقياس الرسم (١:١).



الشكل (١-٣٩): مقطع فاصل تمدّد من نوع المنزلقة.



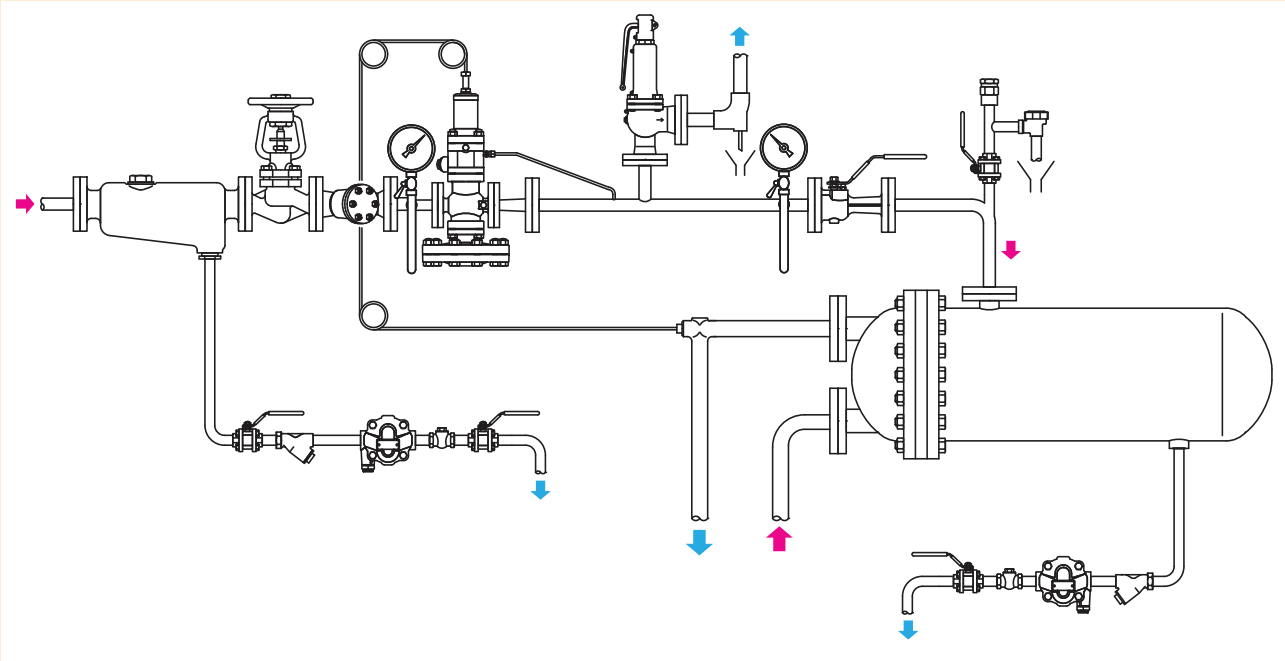
الشكل (١–٤٠): توصيلات صمّام الأمان.



الشكل (١–٤١): توصيلات مصيدة البخار.

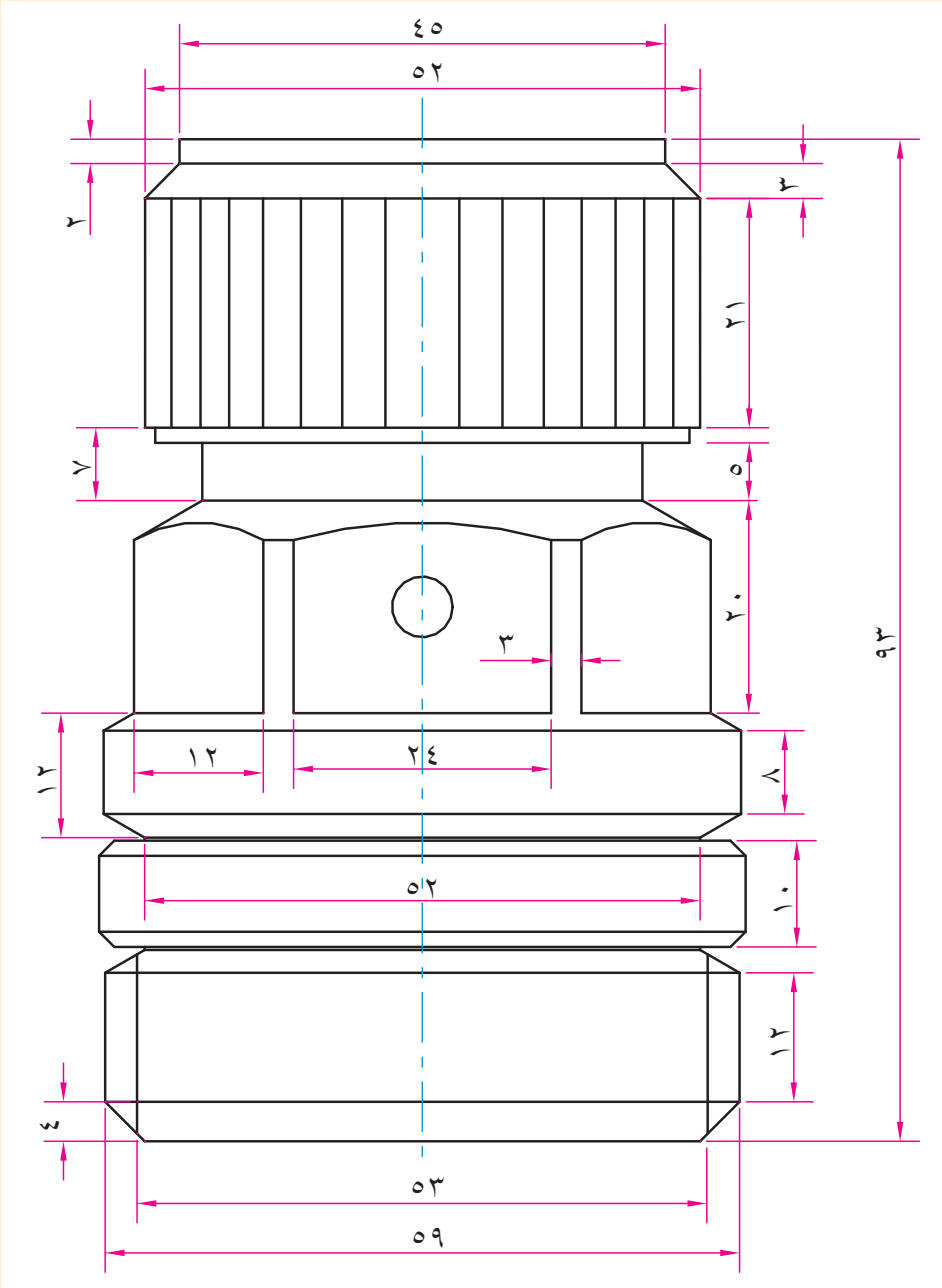
٢ – يبيّن الشكل (١–٤٢) توصيلة المبادل الحراري ذي الغلاف.

المطلوب: رسم التوصيلة بوساطة الرموز المصطلح عليها بالرسم بمقياس رسم مناسب.

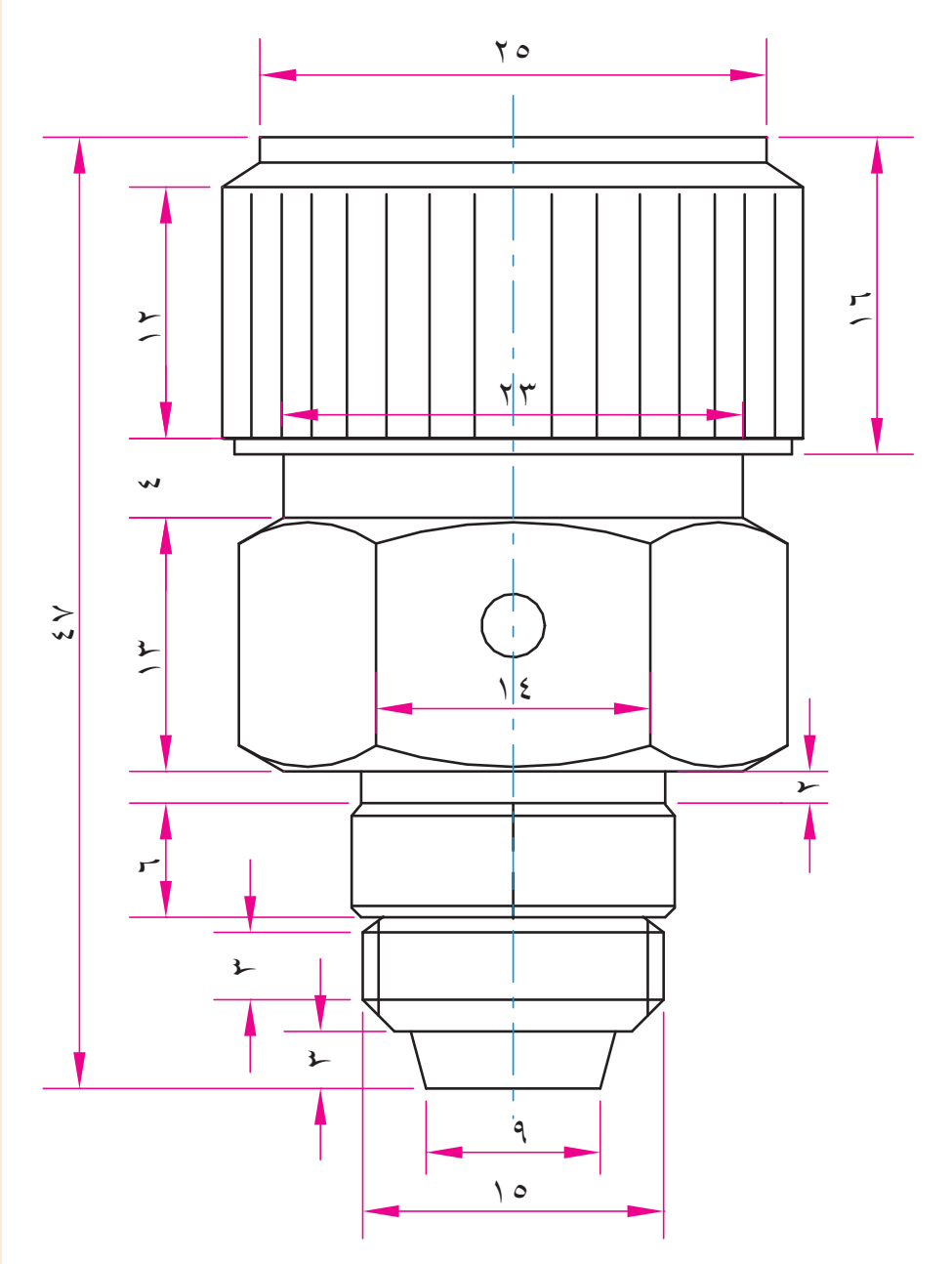


الشكل (١–٤٢): توصيلة المبادل الحراري.

٣- يبين الشكل (١-٤٣)، (١-٤٤) المسقط الأمامي لهواية وتنفيسة مشع حراري، والمطلوب رسم المسقط المبيّن بمقياس رسم (١ : ١)، علمًا بأنّ الأبعاد مليمترات.

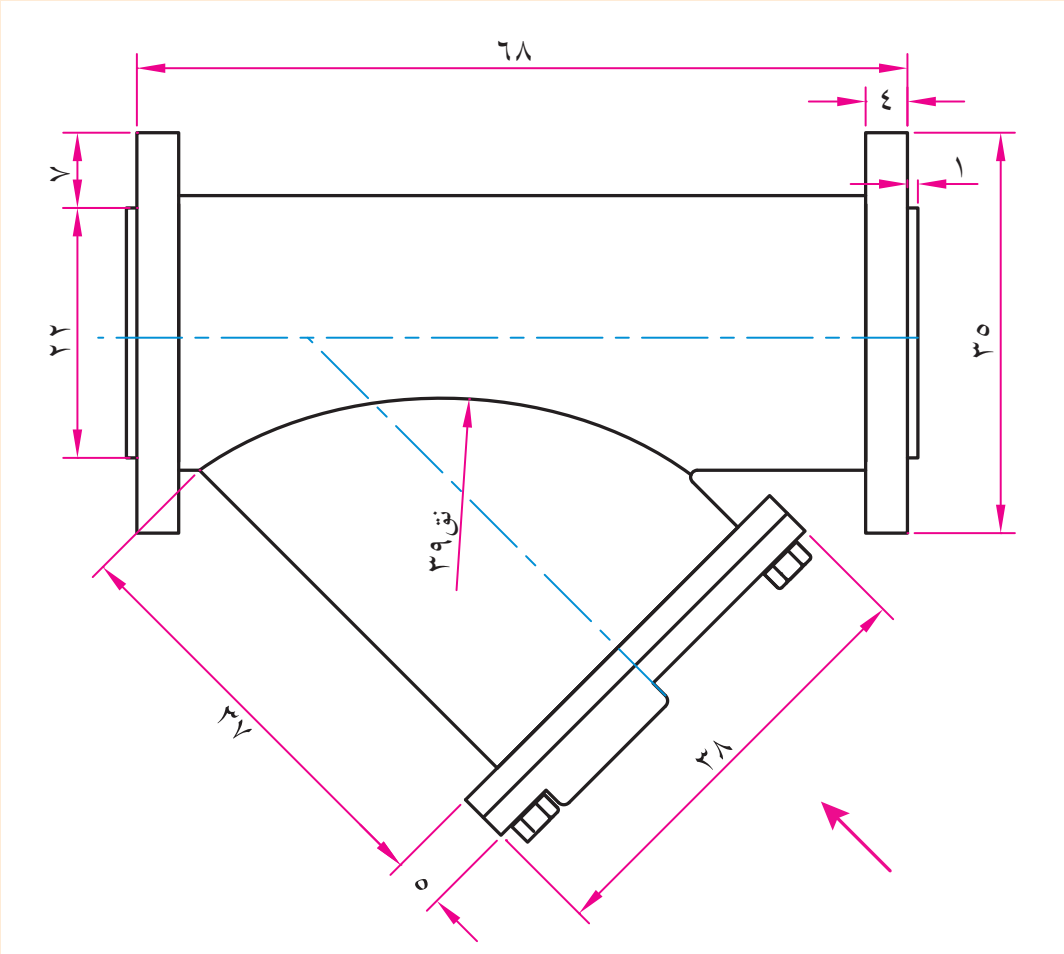


الشكل (١-٤٣): المسقط الأمامي لهواية مشع حراري.



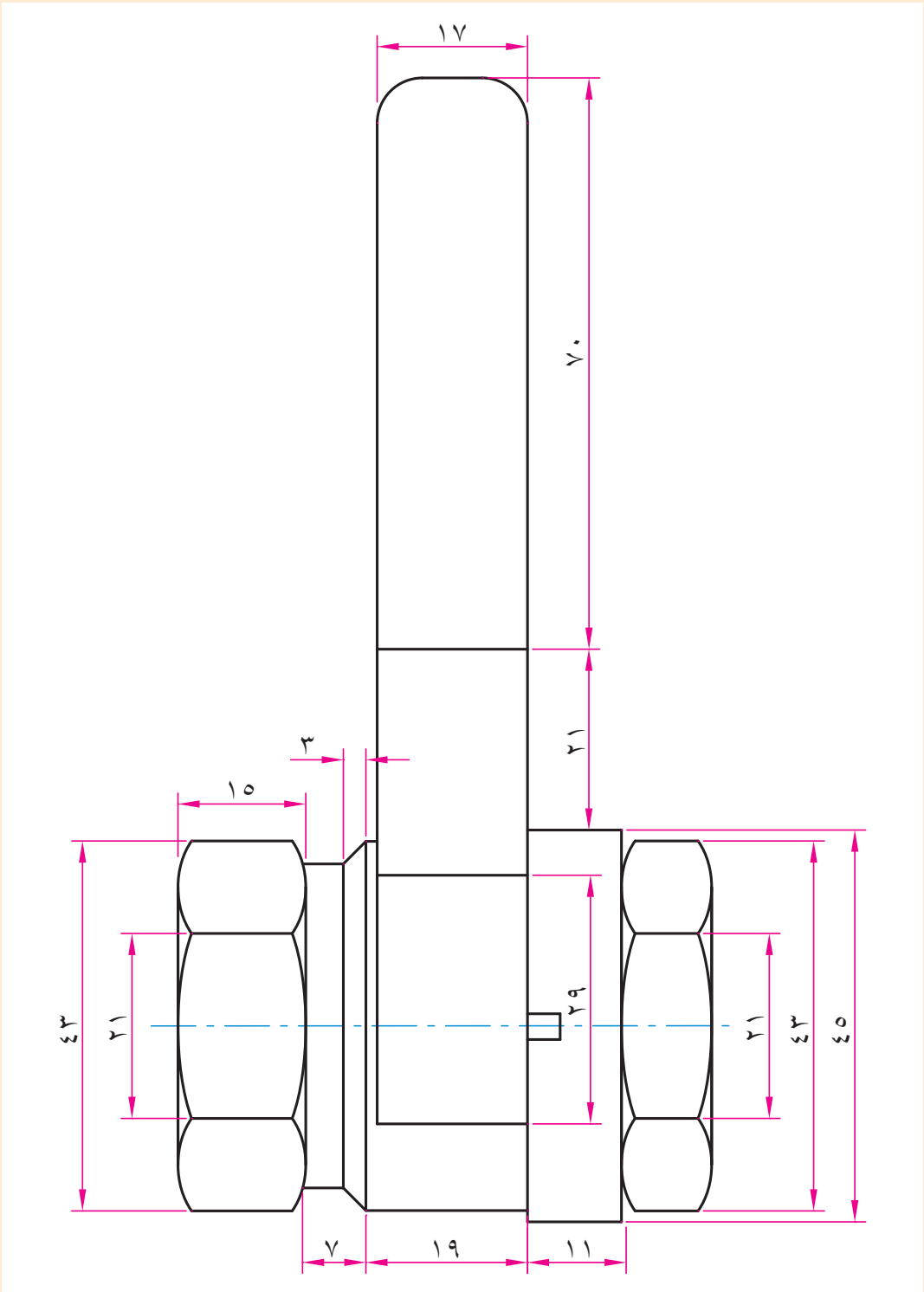
الشكل (١-٤٤): المسقط الأمامي لتنفيسة مشع حراري.

٤- يبيّن الشكل (١-٤٥) مسقطًا لمصفاة بخار من نوع (Y)، حسب الأبعاد المبينة على الرسم، المطلوب: رسم المسقط المبين بمقياس رسم (١:١)، الأبعاد جميعها (سم).



الشكل (١-٤٥): مسقط مصفاة بخار.

٥– الرسم المبيّن في الشكل (١–٤٦) يمثّل مسقطًا أفقيًا لصمّام كروي، ارسم المسقط المبين بمقياس رسم (١:١)، علمًا بأنّ الأبعاد جميعها مليمترات.



الشكل (١–٤٦): المسقط الأفقي لصمّام كروي.

الوحدة الثانية ٢

نظام التدفئة بالهواء الساخن

Hot Air Heating System

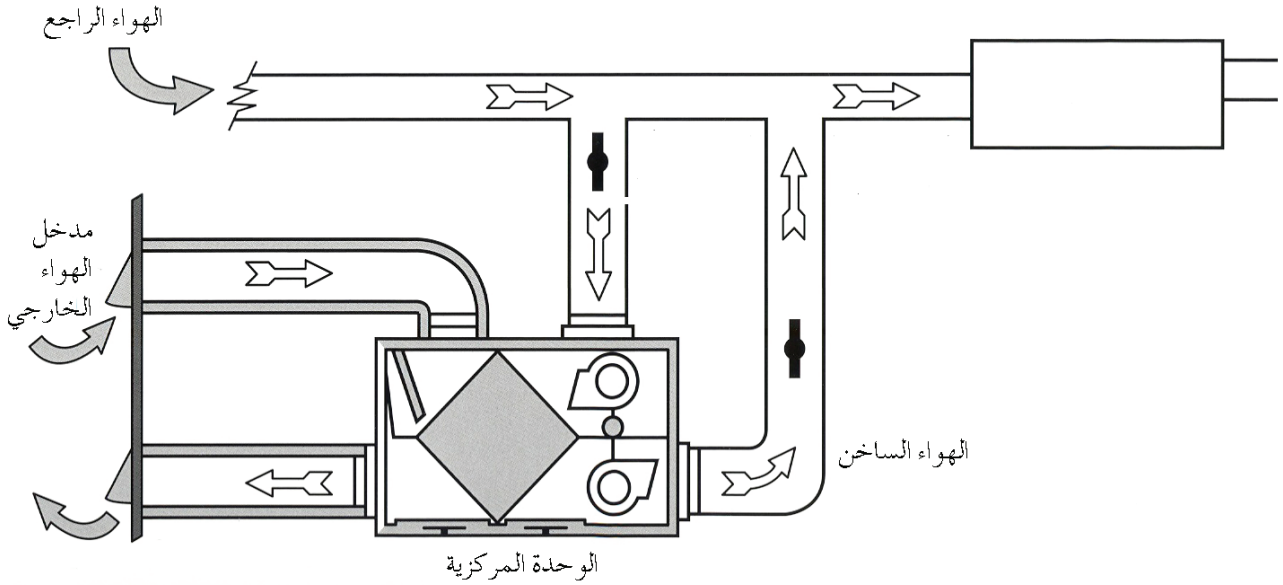
- ما طرق الحصول على الهواء الساخن؟
- ما الهدف من رسم مجاري توزيع الهواء؟

نتاجات الوحدة الأولى

يتوقّع منك بعد دراسة هذه الوحدة أن:

- ترسم الرموز والمصطلحات الخاصة بأنظمة التدفئة بالهواء الساخن.
- ترسم قطع وصل شبكات التدفئة بالهواء الساخن.
- ترسم المخططات لشبكات التدفئة بالهواء الساخن.
- ترسم مجاري وقنوات التدفئة بالهواء الساخن.
- ترسم وصلات أطراف مجاري الهواء.

يتكوّن نظام التدفئة في الهواء الساخن من العديد من العناصر الأساسية، مثل (المراوح والنفاخات، وملفات التسخين، ومنقيات الهواء، وأجهزة الترطيب، وأجهزة التحكم، وصندوق الخلط، بالإضافة إلى العنصر الأساسي وهو مجاري الهواء، وهي ممرّات لنقل الهواء الساخن من الوحدة المركزية (فرن الهواء الساخن) إلى الأماكن المراد تدفئتها، وتتكون مجاري الهواء في العادة من خطين، هما : (الخط المزوّد للهواء الساخن وخط الهواء الراجع) كما في الشكل (٢–١).



الشكل (٢–١): نظام من مجاري الهواء.

ما يهمنا في هذة المادة من الرسم الصناعي، كيفية رسم هذه المخططات وفهمها، حيث إن من الصعوبة رسم هذه المخططات والأجزاء للنظام كما هي في الطبيعة وذلك لعدة أسباب، منها:

١– الوقت الطويل لرسمها كما هي في طبيعتها.

٢– اختلاف شكلها من شركة صانعة لأخرى.

٣– التعقيدات في الأجزاء جميعها.

٤– اختلاف فهمها من شخص لآخر.

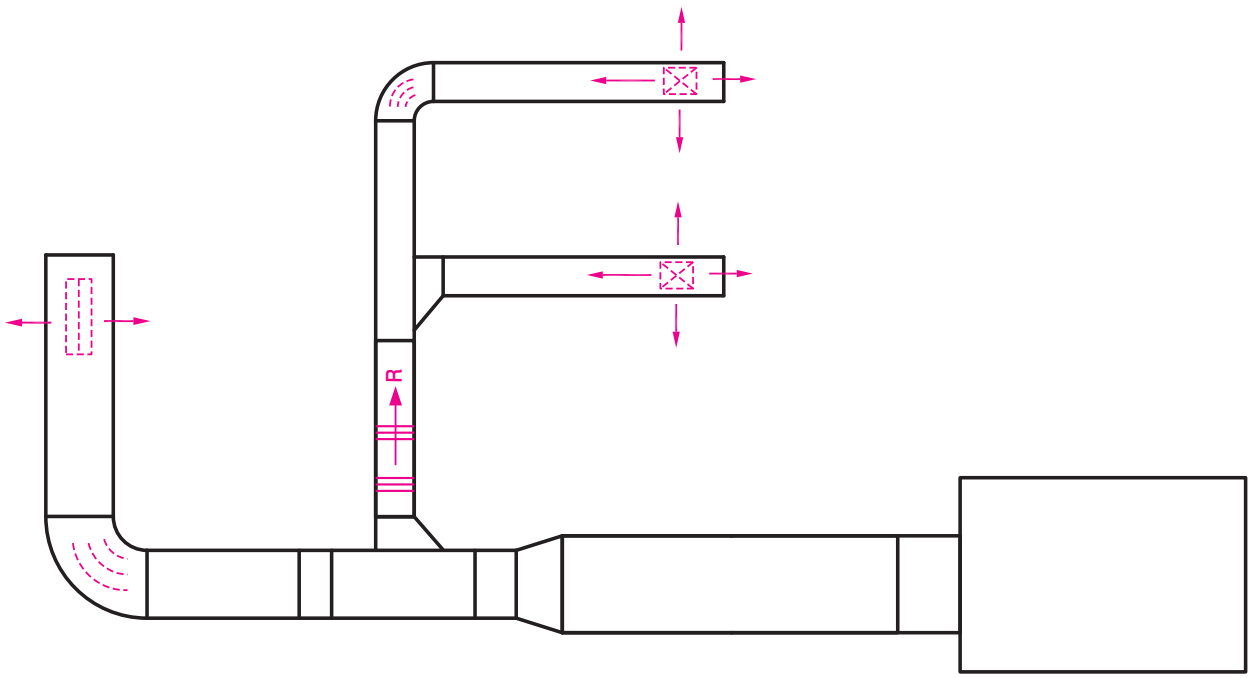
لذلك تُعتمد طريقة الرسم بالرموز لأنظمة التدفئة بالهواء الساخن وشبكتها، وهي رموز معتمدة عالميًا ومتعارف عليها للعاملين كلّهم في هذا المجال، ولها فوائد عدة، منها:

١– اختصار الوقت والجهد في الرسم والفهم.

٢– فهم المخططات للناس والشركات كلها؛ لأنها متعارف عليها عالميًا.

٣– ليست مختصرة على وقت وزمن معين.

ترسم المخططات بطريقتين هما نظام الخط ونظام الخطين، إلا أننا سنختصر الرسم بنظام الخطين لوضوح التفاصيل والرسم. يبين الشكل (٢–٢) مخططًا رُسم بنظام الخطين.



الشكل (٢–٢): مخطط شبكة هواء بنظام الخطين.

تتكوّن مخططات شبكة نظام التدفئة بالهواء الساخن من عناصر رئيسة، هي:

١– رموز قطع الوصل والأجهزة.

٢– أنواع قطع الوصل وأشكالها.

٣– أنواع مقاطع مجاري الهواء وأشكالها وأبعادها.

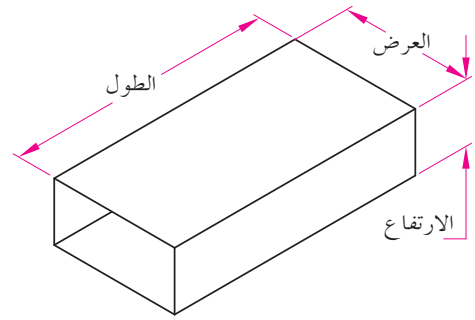
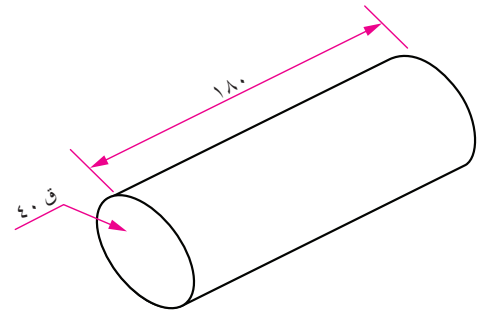
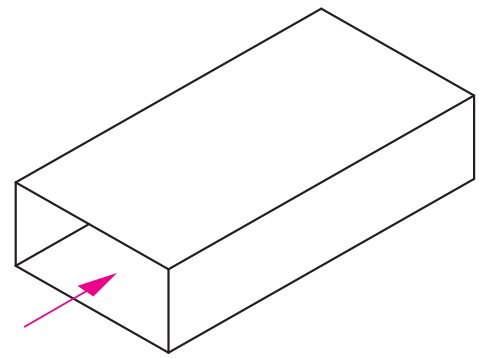
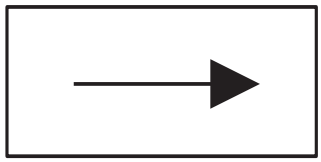
٤– أنواع ورموز توصيل مجاري الهواء بقطع الوصل.

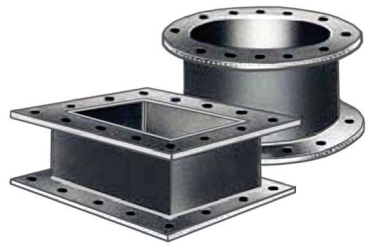
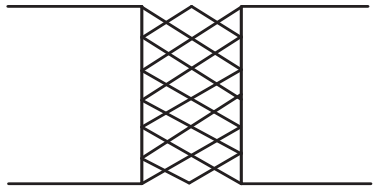
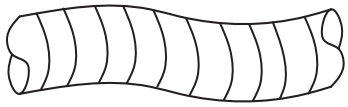
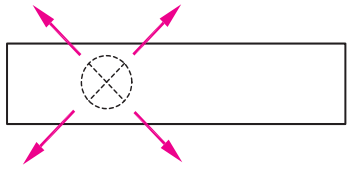
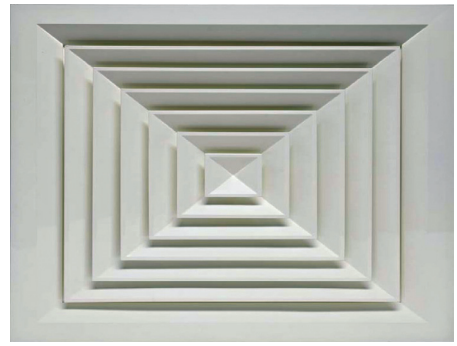
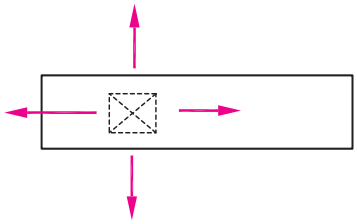
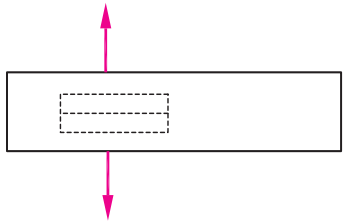
وسنتناول في ما يأتي هذه المواضيع بالتفصيل.

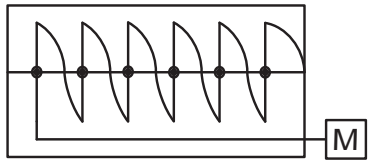
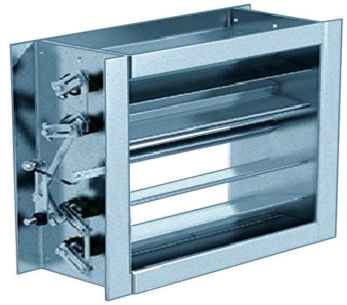
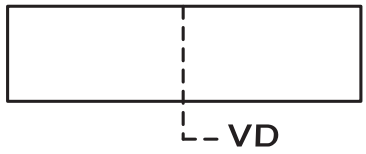
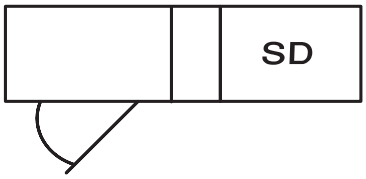
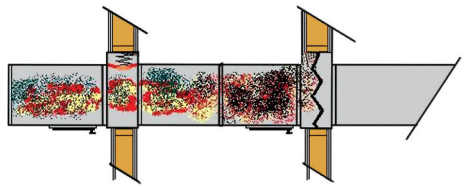
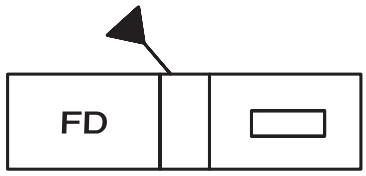
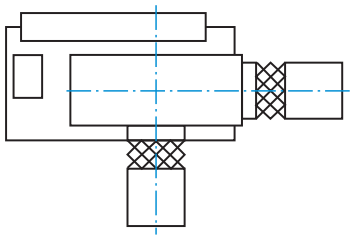
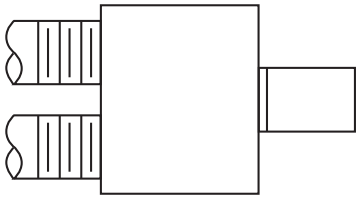
أولًا رموز قطع الوصل والأجهزة

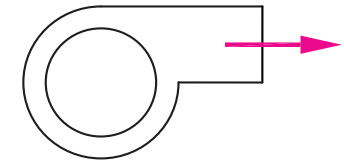
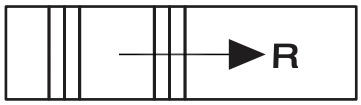
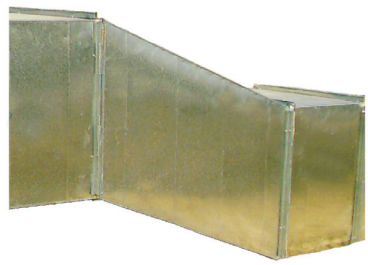
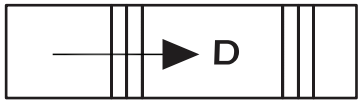
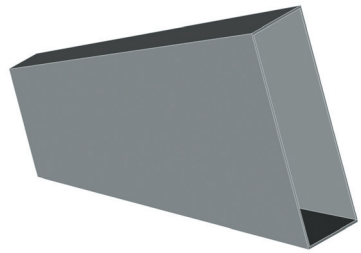
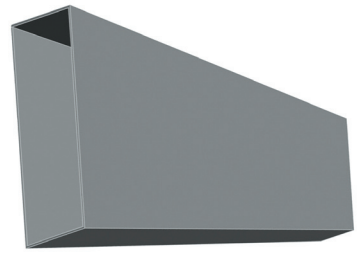
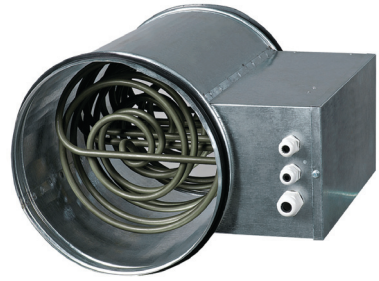
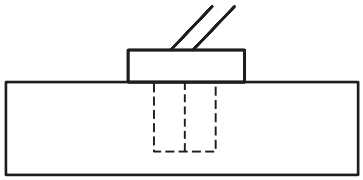
تعدّ الرموز والمصطلحات المتعارف عليها بالرسم الصناعي في التخصصات المهنية جميعها لغة مفهومة لتسهيل عمليات الرسم والإنشاءات الهندسية، وتساعد في عمليات الإنتاج وتشكيل الأجسام المصنعة من المواد كافة المستخدمة في الصناعات المختلفة، وفي ما يأتي نورد الجدول (٢–١) للرموز المستخدمة في أنظمة التدفئة بالبخار.

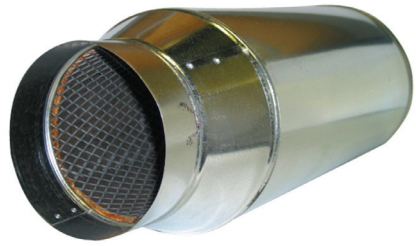
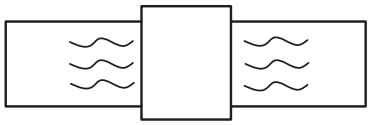
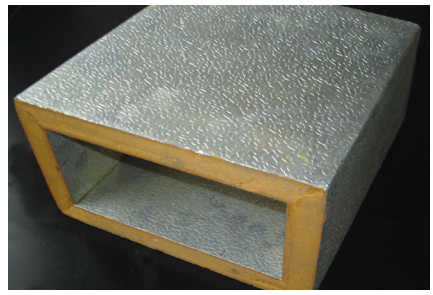
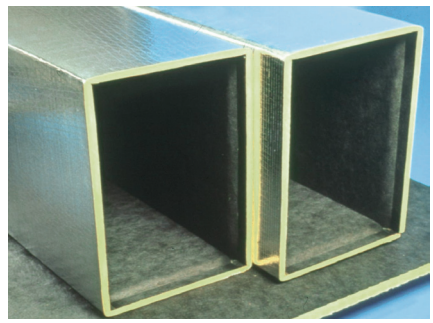
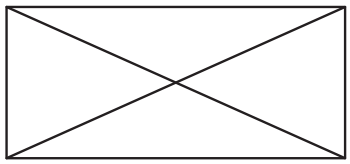
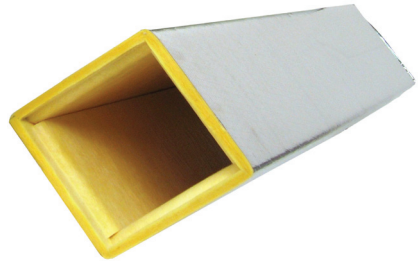
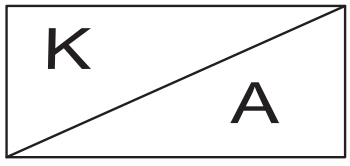
الجدول (٢–١): الرموز المستخدمة لرسم أنظمة الهواء الساخن.

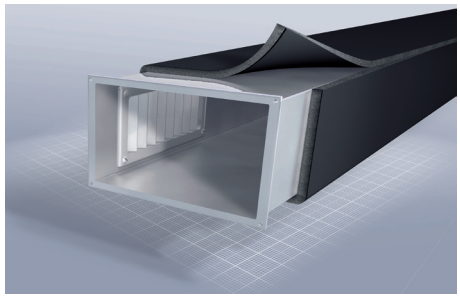
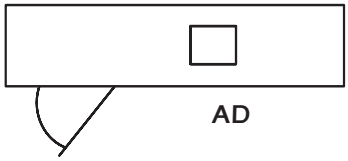
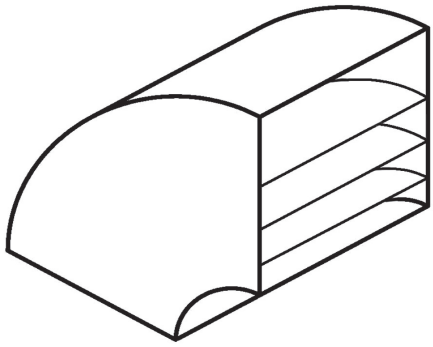
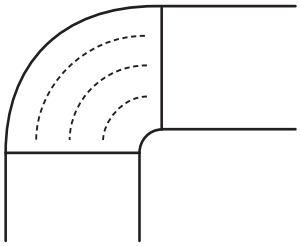
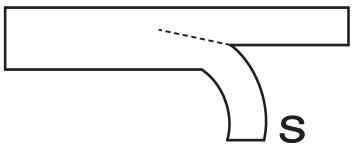
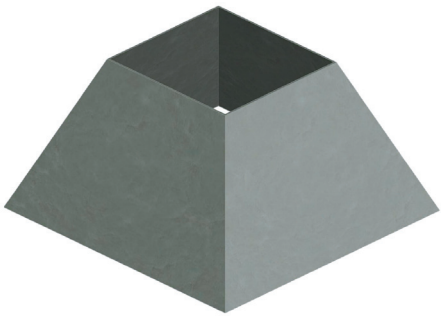
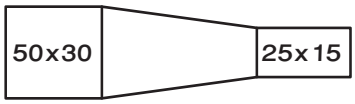
الرقم	اسم الجهاز (العنصر)	الشكل العام	الرمز المعتمد
١	قياسات مجرى الهوى (العرض× الارتفاع)		(العرض × الارتفاع)
٢	قياس مجرى هواء دائري		ق أو القطر
٣	اتجاه جريان الهواء		

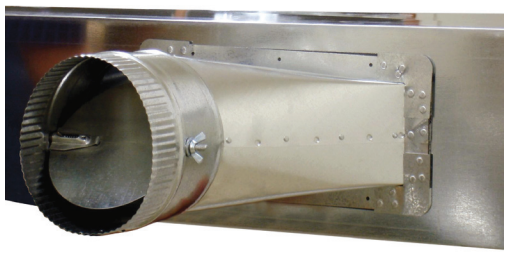
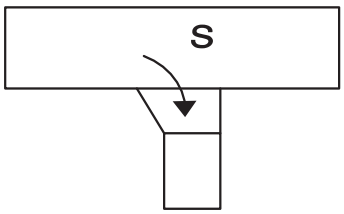
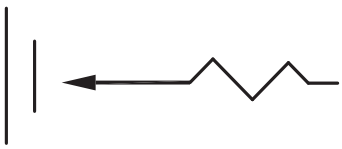
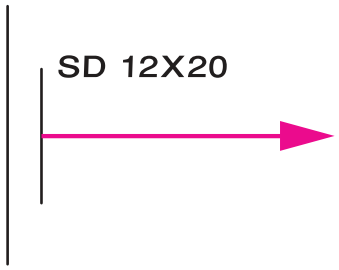
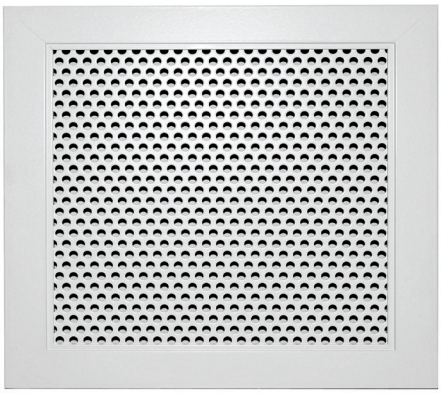
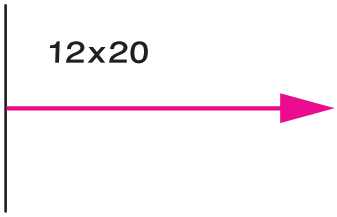
٤	وصلة مرنة		
٥	مجرى هواء مرن		
٦	ناشر أو مزوّد سقفي دائري		
٧	ناشر أو مزوّد سقفي مربع		
٨	ناشر أو مزوّد سقفي مستطيل		

٩	منظم خنق حجمي للهواء (آلي التحكّم)		
١٠	منظم خنق حجمي للهواء (يدوي التحكّم)		
١١	منظم خنق الدخان		
١٢	منظم خنق الحريق/ عمودي		
١٣	وحدة تدفئة بمروحة طاردة مركزيّة		
١٤	صندوق خلط الهواء		

١٥	مروحة ومحرّك		
١٦	صعود مائل لجريان الهواء		
١٧	هبوط مائل لجريان الهواء		
١٨	نقّاصة سطحها العلوي مستوٍ		
١٩	نقّاصة سطحها السفلي مستوٍ		
٢٠	مسخّن كهربائي لمجرى الهواء		

٢١	مخفض صوت		
٢٢	بطانة عازلة للصوت		
٢٣	مقطع مجرى هواء (مزوّد)		
٢٤	مقطع مجرى هواء (عادم)		
٢٥	مقطع مجرى هواء (هواء نقي)		
٢٦	مقطع مجرى هواء (هواء المطبخ)		

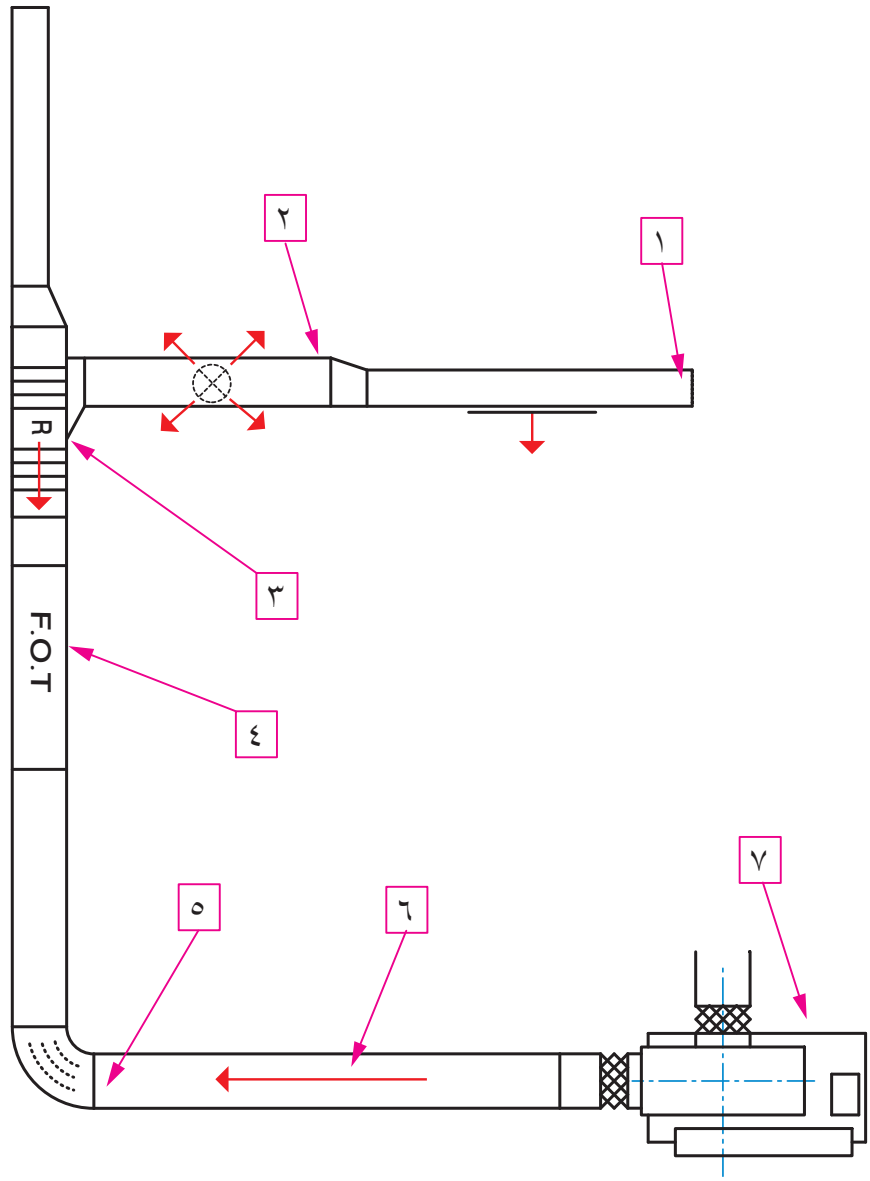
٢٧	مقطع مجرى هواء (الراجع)		
٢٨	باب الخدمة		
٢٩	كوع ذات أرياش انعطاف		
٣٠	منظم تقسيم الهواء		
٣١	نقّاصة		

٣٢	مجرى فرعي		
٣٣	شبكة عادم		
٣٤	شبكة تزويد		
٣٥	شبكة حائط		

مثال (٢-١)

يبين الشكل (٢-٣) جزءًا من مخطط تنفيذي لشبكة مجاري هواء، رسمت بالرموز و المصطلحات الفنية المصطلح عليها في الرسم.

المطلوب : اذكر أسماء الرموز والمصطلحات التي وردت في المخطط.



الشكل (٢-٣): مخطط مجاري هواء.

الحل

الرقم	اسم الرمز
١	ناشر خطي جانبي
٣	صعود مائل لجريان الهواء
٥	أرياش انعطاف
٧	وحدة مركزيّة

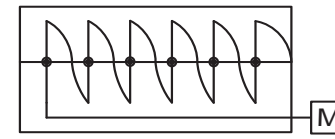
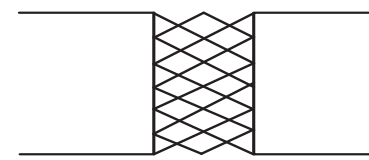
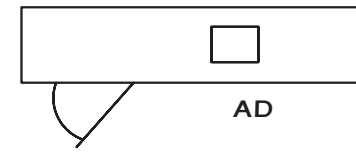
الرقم	اسم الرمز
٢	ناشر سقفي دائري
٤	نقّاصة سطحها العلوي مستوٍ
٦	اتـجاه جريان الهواء

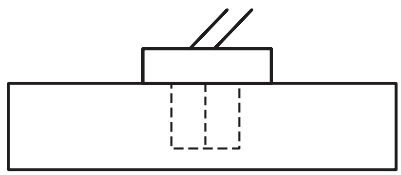
مثال (٢-٢)

ارسم رمز كلّ من القطع الآتية التي تُستخدم في مجاري الهواء:

١- منظّم خنق حجمي للهواء (تحكّم آلي).
٢- نقّاصة سطحها السفلي مستوٍ.
٣- وصلة مرنة.
٤- مسخن كهربائي.
٥- باب خدمة.
٦- مقطع مجرى للهواء الراجع.

الحل

الرقم	الرمز
١	
٣	
٥	

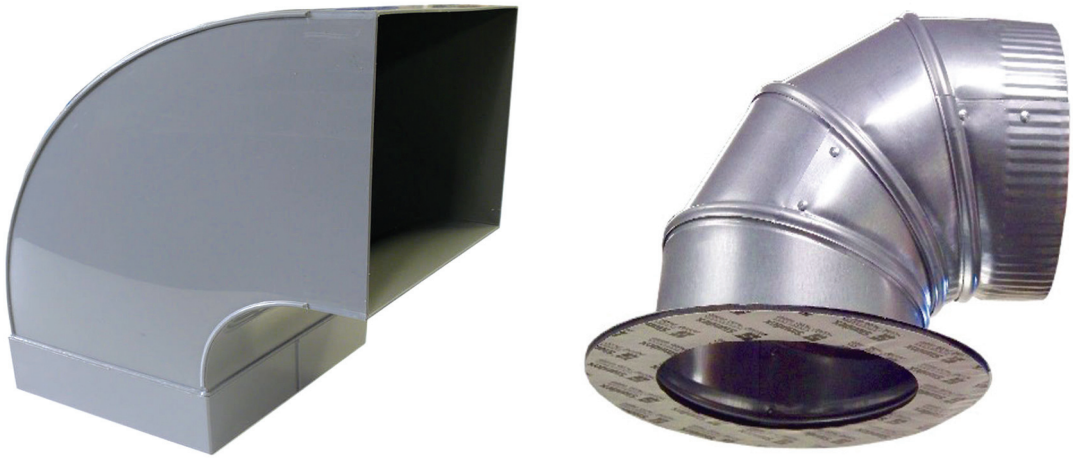
الرقم	الرمز
٢	
٤	
٦	

١ قطع التوصيل

قطع الوصل تعدّ من العناصر الرئيسة لمجاري الهواء، حيث إنها طريقة لوصل الخطوط المختلفة لمجاري الهواء مع بعضها بعضًا، بغض النظر عن أقطارها أو اتجاهها.

وتصنع بأشكال وحجوم وقياسات حسب الاستخدام إضافة إلى أنها تصنع بمقاطع مختلفة، منها الدائري المقطع والمربع المقطع والمستطيل، ومنها على شكل بيضوي المقطع أيضا، ولكل قطعة من هذه القطع استخدام أو وظيفة ومن أكثر هذه القطع استخدامًا:

أ – **الكوع**: يصنع بزوايا (٤٥، ٦٠، ٩٠)، ويستخدم في توصيل مجاري الهواء عند تغيير اتجاه مجرى الهواء، وأشكاله: ذو المقطع المضلّع، أو المقطع الدائري، كما في الشكل (٢–٤).



الشكل (٢–٤): قطع الوصل الأكواع.

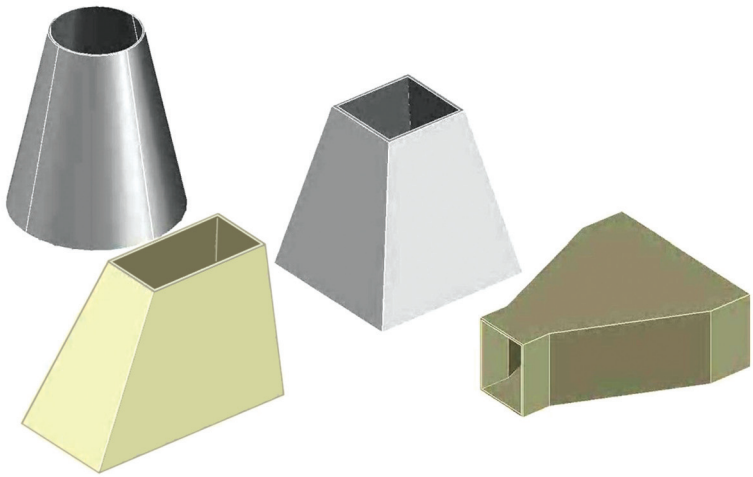
ب– **التي** (T): يستعمل عند توصيل ثلاثة خطوط مجاري هواء مع بعضها بعضًا، كما هو مبيَن في الشكل(٢–٥).

الشكل (٢–٥): قطع الوصل التي.

جـ– الواي (Y): يستخدم في توصيل ثلاثة خطوط بزوايا ليست قائمة.

د – المصلب: تستخدم قطعة الوصل هذه في توصيل أربعة خطوط بزوايا قائمة.

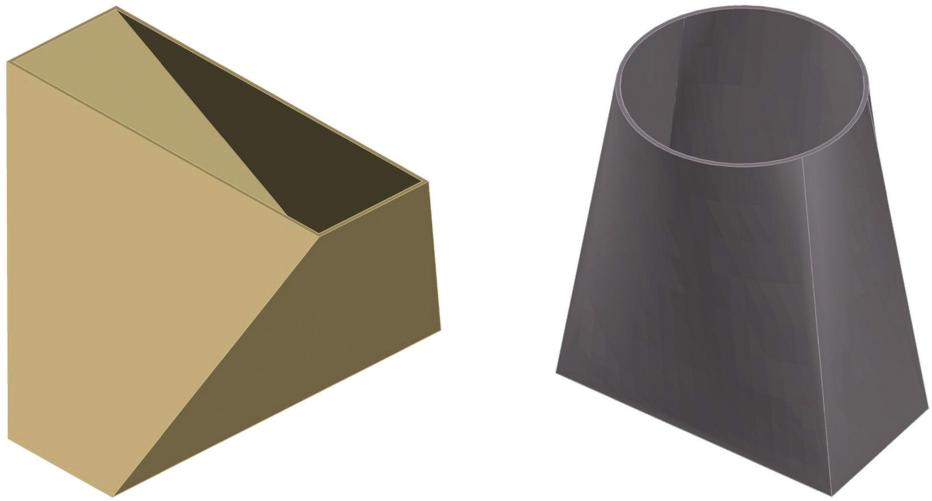
هـ– النقَاصة: وظيفتها الرئيسة التوصيل بين مجريين مختلفين في القياس والقطر، والنقاصات أنواع، منها المركزية للتنقيص من الأعلى والتنقيص من الأسفل، والشكل(٢–٦) يبين أنواعها.



الشكل (٢–٦): النقاصات.

و– التحويلة: قطع وصل بين مجريين بحيث يكون الأول على شكل مستطيل بوضع أفقي، والثاني على شكل مستطيل بوضع رأسي، إذ يصعب التوصيل بينهما إلا عن طريق التحويلة، وتصنع بأشكال، منها للتحويل من مقطع دائري إلى مستطيل أو من مستطيل

إلى مستطيل أو مربع. كما في الشكل(٢–٧).



الشكل (٢–٧): قطع الوصل التحويلة.

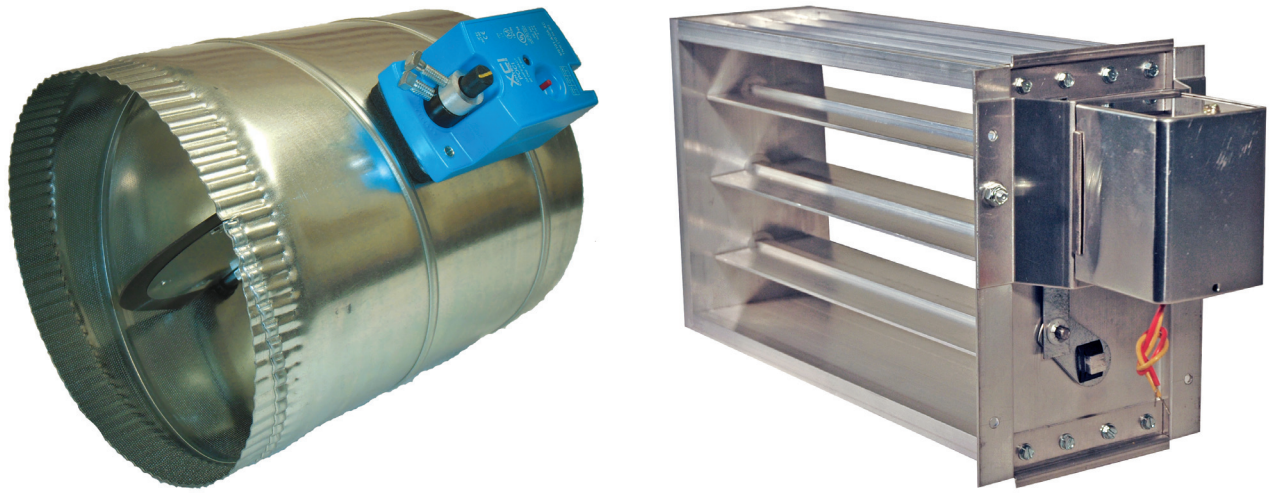
٢ منظِمات خنق الهواء (dampers)

تستعمل المنظمات في نظام التدفئة بالهواء الساخن، للتحكم في جريان الهواء الساخن وقطعها، وتصنع بأشكال وقياسات عدة، ومن أنواعها:

أ – **صمّامات تقسيم الهواء** (spilltler damper): تستعمل عند تفريعات مجاري الهواء، لتقسيم كمية الهواء حسب التصميم.

ب– **الصمّامات الحجمية** (volume damper): تستعمل داخل فروع مجاري الهواء، وعند فتحات صناديق الخلط.

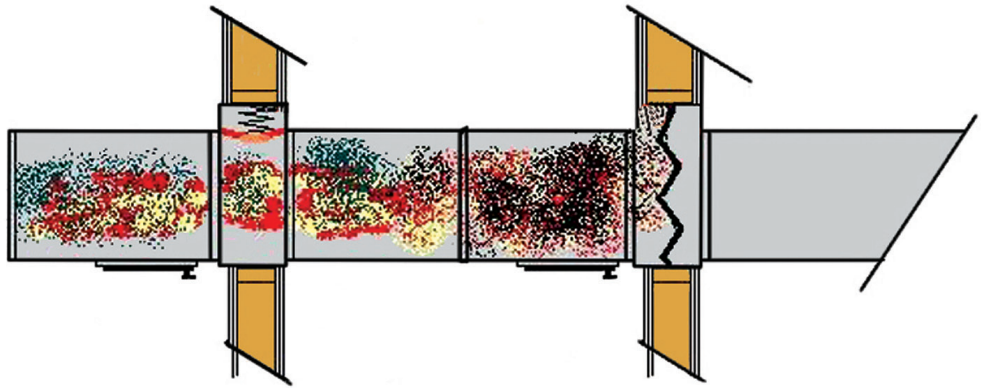
– حيث إنها تتحكم في كمية الهواء حسب التصميم، وتتكوّن من عدة ريش أو ريشة واحدة، ويتم التحكم فيها يدويًّا أو آليًّا بوساطة ماتور كهربائي كما في الشكل (٢–٨).



الشكل (٢–٨): منظمات خنق الهواء.

جـ– **صمّامات تصريف الهواء** (rillef damper): تستعمل للمحافظة على الضغط داخل المباني ، حيث تفتح بقوّة دفع الهواء في حالة ازدياد الضغط داخل البناء، وتقفل تلقائيًّا بفعل قوّة زنبركية معايرة عليها عند رجوع الضغط إلى الوضع التصميمي، أي يمكن افتراضها صمّامات أمان من الضغط الزائد.

د – **صمّامات منع انتشار الحريق** (Fire damper): وهذه الصمّامات تقفل تلقائيًّا عند حدوث أيّ حريق عن طريق أجهزة تحكم خاصة لمنع انتشار الدخان والحريق إلى باقي المبنى بوساطة مجاري الهواء، وتركب في خطوط الهواء الراجع كما في الشكل (٢–٩).



الشكل (٢–٩): صمّام منع انتشار الحريق.

ثالثًا أشكال مجاري الهواء وقياساتها

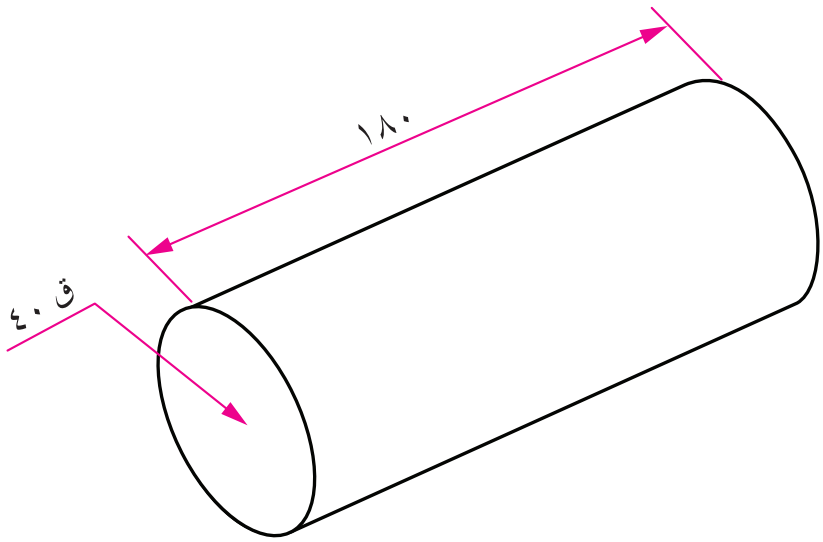
تصنع مجاري الهواء من مواد وأشكال عدة، حيث تعتمد مادة الصنع والشكل على نوع الهواء المار من خلالها والحيّز المتوافر، ومن أكثر المواد التي تصنع منها مجاري الهواء الساخن، الصاج المجلفن وصاج الألمنيوم للرخص ثمنه وسهولة تشكيله، كما تصنع مجاري الهواء الساخن على أشكال عدة، أما أكثرها شيوعًا، فهي:

١ مجاري الهواء الدائرية المقطع

تستعمل هذه المجاري عندما يتوافر حيز واسع في ارتفاع المبنى، ويمتاز هذا النوع من مجاري الهواء بالكلفة الإنشائية الأقل، فضلًا عن أن كفاءته عالية لقلة معامل الاحتكاك، بالإضافة إلى سهولة وسرعة التصنيع والتركيب كما في الشكل (٢-١٠)، وتحدد أبعاد وقياسات هذا المقطع في بعدين، هما:

أ - قياس قطر مقطع مجرى الهواء، ويرمز له بالرموز (ق، Ø، D)، وفي الشكل يساوي ٤٠ ملم.

ب- قياس طول مقطع مجرى الهواء، ويرمز له بالرموز (ل، L)، وفي الشكل يساوي ١٨٠ ملم.



الشكل (٢-١٠): مجرى هواء دائري.

٢ مـجاري الهواء المضلعة المقطع

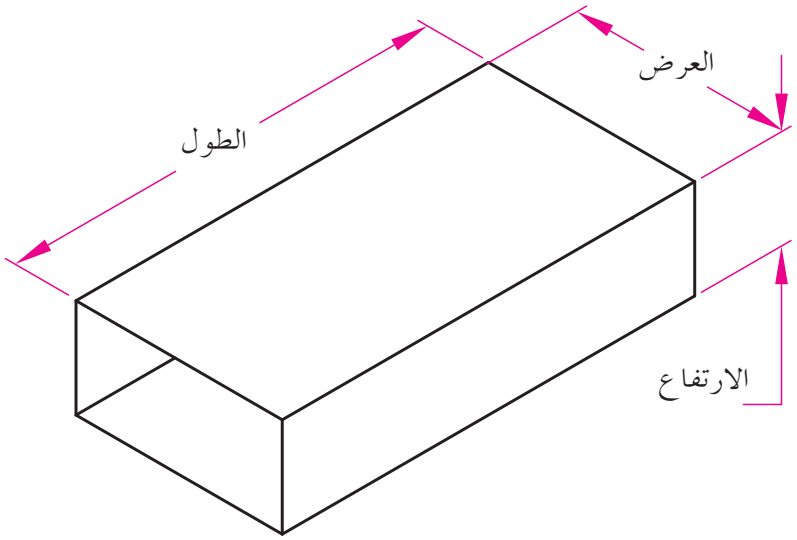
تحدد أبعاد وقياسات هذا المقطع في ثلاثة أبعاد، هي:

أ – قياس عرض مقطع مجرى هواء.

ب– قياس طول مجرى هواء.

جـ– قياس ارتفاع مجرى الهواء كما في الشكل (٢– ١١).

ويكتب البعد على المسقط الأفقي كالآتي: (العرض× الارتفاع)، مثال (٢٠٠٠×١٢٠٠)، فيكون الرقم على الأول هو عرض مجرى الهواء، والرقم على الثاني لارتفاع مجرى الهواء.



الشكل (٢–١١): مجرى هواء مضلع (مقطع مستطيل).

٣ المقاطع المكافئة

درسنا مقاطع مجاري الهواء الأكثر شيوعًا واستخدامًا، وهي المقاطع الدائرية والمضلعة، حيث إنه في بعض الحالات تحوّل مجاري الهواء من مقطع دائري إلى مضلع، أو بالعكس لظروف خاصة إما بالبناء أو الحيز المتوافر.

ولذلك تمّ عمل جدول (٢–٢) المقاطع المكافئة، وهو خاص لحساب قياسه وتحويله من مقطع مضلع إلى مقطع دائري وبالعكس، حيث يلاحظ من الجدول أن العمود على يسار

الجدول الظاهر باللون الوردي، يمثل عرض المقطع المضلع المكافىء، والصف الأول على الجدول الظاهر باللون الأزرق، يمثل ارتفاع المقطع المضلع المكافئ، وبينما الأرقام داخل الجدول التي باللون الأخضر الفاتح فتمثل أقطار المقطع المكافىء الدائري، والأرقام جميعها بالمليمتر.

مثال (٢-٣)

نفرض أنه يوجد مجرى هواء ذو مقطع مضلع قياس (٧٠٠×٥٠٠)، بالاستعانة بالجدول (٢-٢) استخرج القطر المكافىء.

الحل: يمثل الرقم الأول العرض واما الرقم الثاني فيمثل الارتفاع ومن تقاطع قيمة العرض والارتفاع في الجدول يكون القطر المكافئ هو (٦٤٠)مم.

سؤال

استخرج القطر المكافىء لمجاري الهواء الآتية من الجدول (٢-٢):

١- مجرى هواء مضلع قياس(١٢٠٠×٦٠٠).

٢- مجرى هواء مضلع قياس(١٥٠٠×٨٠٠).

الجدول (٢–٢): تحويل المقطع الدائري إلى مستطيل مكافىء وبالعكس.

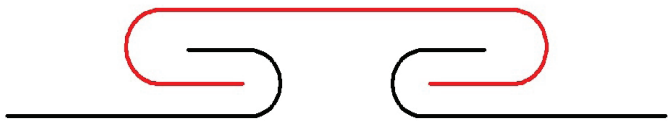
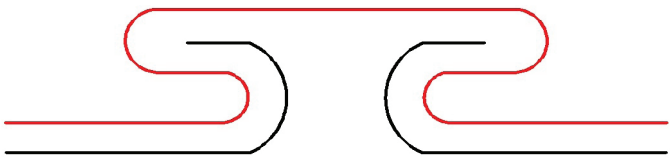
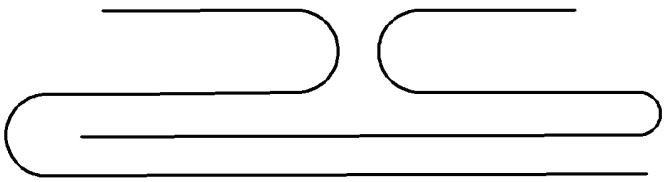
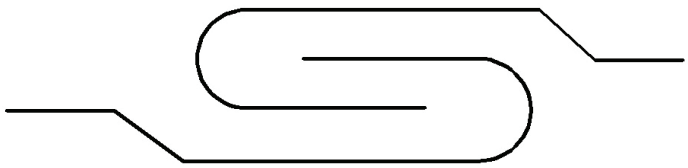
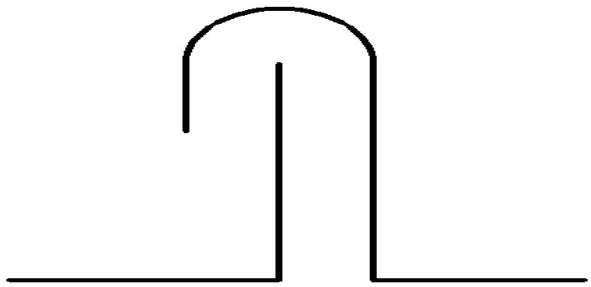
العرض (ملم)	الارتفاع (ملم)													
	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500
200	220	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
300	270	330	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
400	300	380	440	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
500	340	420	490	550	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
600	370	460	530	600	660	—	—	—	—	—	—	—	—	—
700	390	490	570	640	710	770	—	—	—	—	—	—	—	—
800	410	520	610	690	760	820	870	—	—	—	—	—	—	—
900	430	550	640	730	800	870	930	890	—	—	—	—	—	—
1000	450	570	670	760	840	910	980	1040	1090	—	—	—	—	—
1100	470	600	700	800	880	950	1020	1090	1150	1200	—	—	—	—
1200	490	620	730	830	910	990	1070	1130	1200	1260	1310	—	—	—
1300	510	640	760	860	950	1030	1110	1180	1240	1310	1370	1420	—	—
1400	520	660	780	890	980	1070	1150	1220	1290	1350	1420	1470	1530	—
1500	540	680	800	910	1010	1110	1180	1260	1330	1400	1460	1530	1580	1640
1600	550	700	830	940	1040	1130	1220	1300	1370	1440	1510	1570	1460	1690
1700	560	720	850	960	1070	1160	1250	1340	1410	1490	1560	1620	1480	1740
1800	580	730	870	990	1100	1190	1290	1370	1450	1530	1600	1670	1730	1790
1900	590	750	890	1010	1120	1220	1320	1410	1490	1570	1640	1710	1780	1840
2000	600	770	910	1030	1150	1250	1350	1440	1520	1600	1680	1750	1820	1890
2200	630	800	950	1080	1200	1300	1410	1500	1590	1680	1760	1830	1910	1980
2400	650	830	980	1120	1240	1350	1460	1560	1650	1740	1830	1910	1990	2060

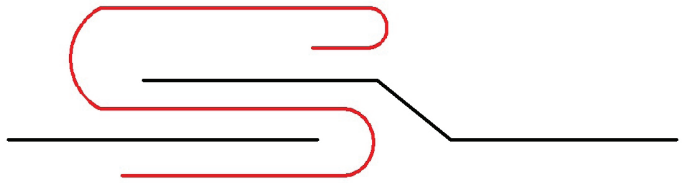
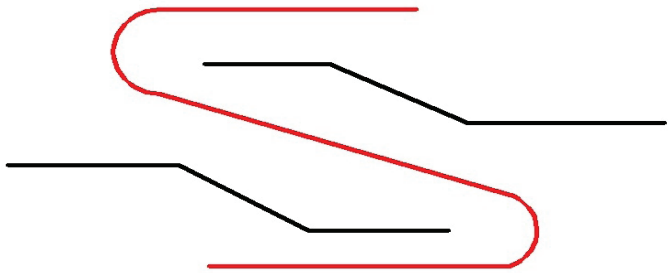
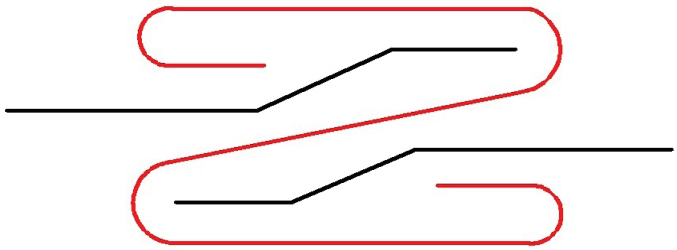
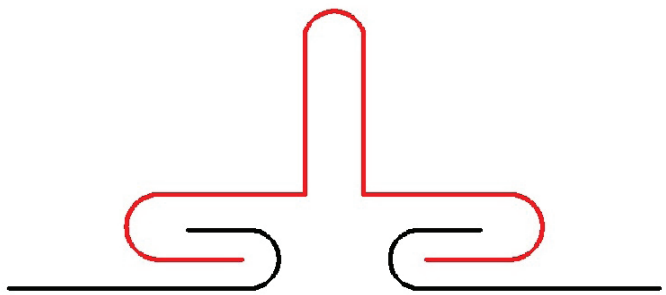
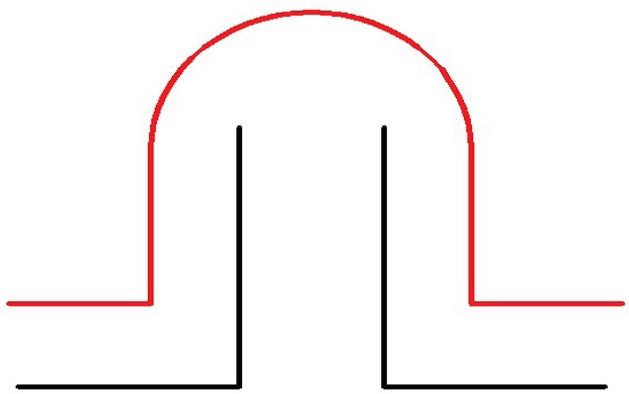
القيم داخل الجدول تبين قطر المقطع الدائري (ملم).

رابعًا طرق توصيل مجاري الهواء

توصَل قطع التوصيل مع مجاري الهواء بطرق ميكانيكية بوساطة وصلات تصنع من مادة مجرى الهواء، وتشكل هذه الوصلات بشكل انزلاقي أو تركيب بين المجرى وقطع الوصل أو بين مجريي هواء، ومن هذه الطرق ما هو موضّح في الجدول (٢–٣) الآتي:

الجدول (٢–٣): وصلات مجاري الهواء.

اسم الطريقة	مقطع التوصيل
وصلة حرف السي	
انزلاق مزدوج	
وصلة رباط تقوية	
وصلة بتسبرغ	
وصلة رأسيّة	

وصلة زر تخريم ذي قفل طبقي	
وصلة حرف الإس	
وصلة تقوية	
وصلة حرف السي	
وصلة حرف التي	

خامسًا رسم المساقط لمجاري الهواء وقطع الوصل

لرسم مساقط مجاري الهواء وقطع الوصل بنوعيها المضلع والدائري المقطع، يعتمد في الأساس على تخيلك للشكل وفهمه، ومن الأفضل اتباع الخطوات الآتية لرسم المساقط:

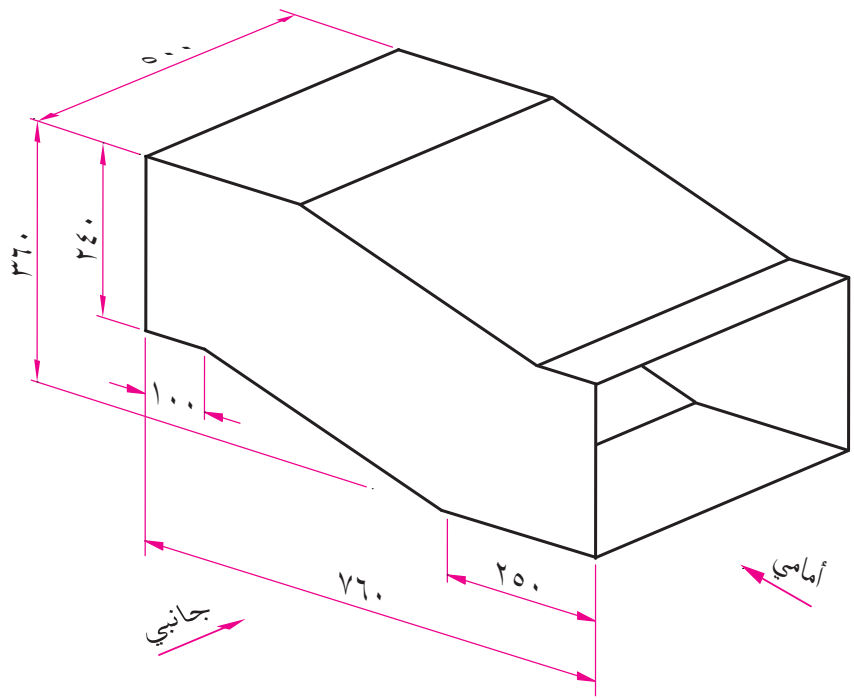
١ ذو المقطع المضلع

أ – دراسة الأبعاد والقياسات المعطاة في الشكل (٢–١٢).

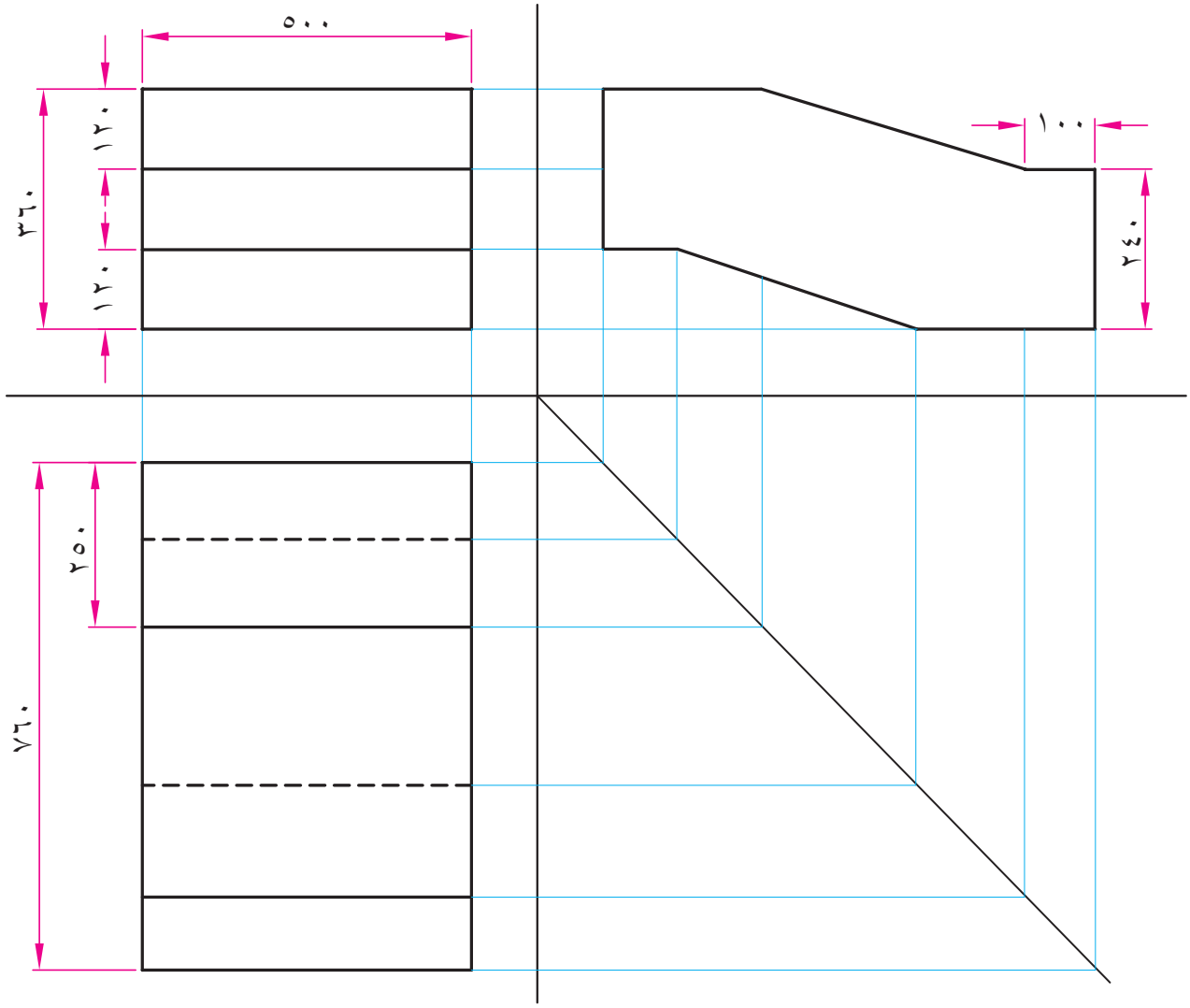
ب– دراسة مقياس الرسم المطلوب والأغلب يكون تصغيرًا؛ لأن قياسات مجاري الهواء كبيرة.

جـ– نرسم أولًا المسقط الذي لا يوجد فيه تدريج في المستوى، على سبيل المثال نرسم المسقط الجانبي أولًا كما في الشكل (٢–١٣)، حيث نلاحظ عدم وجود خطوط متصلة داخل الشكل.

د – نرسم خطوط الإسقاط من المسقط المرسوم باتجاه المساقط الأخرى؛ لرسمها بطريقة الاستنتاج كما درسناها في الصف الأول ثانوي.



الشكل (٢–١٢): منظور تحويلة مضلعة.



الشكل (٢–١٣): مساقط التحويلة المضلعة.

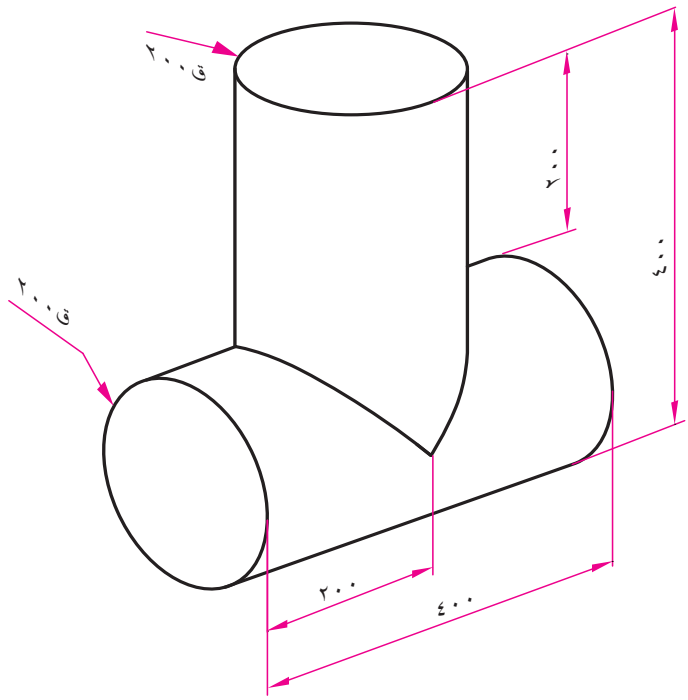
٢ المجرى ذو المقطع الدائري

أ – دراسة الأقطار والأطوال المعطاة للشكل كما في الشكل (٢–١٤).

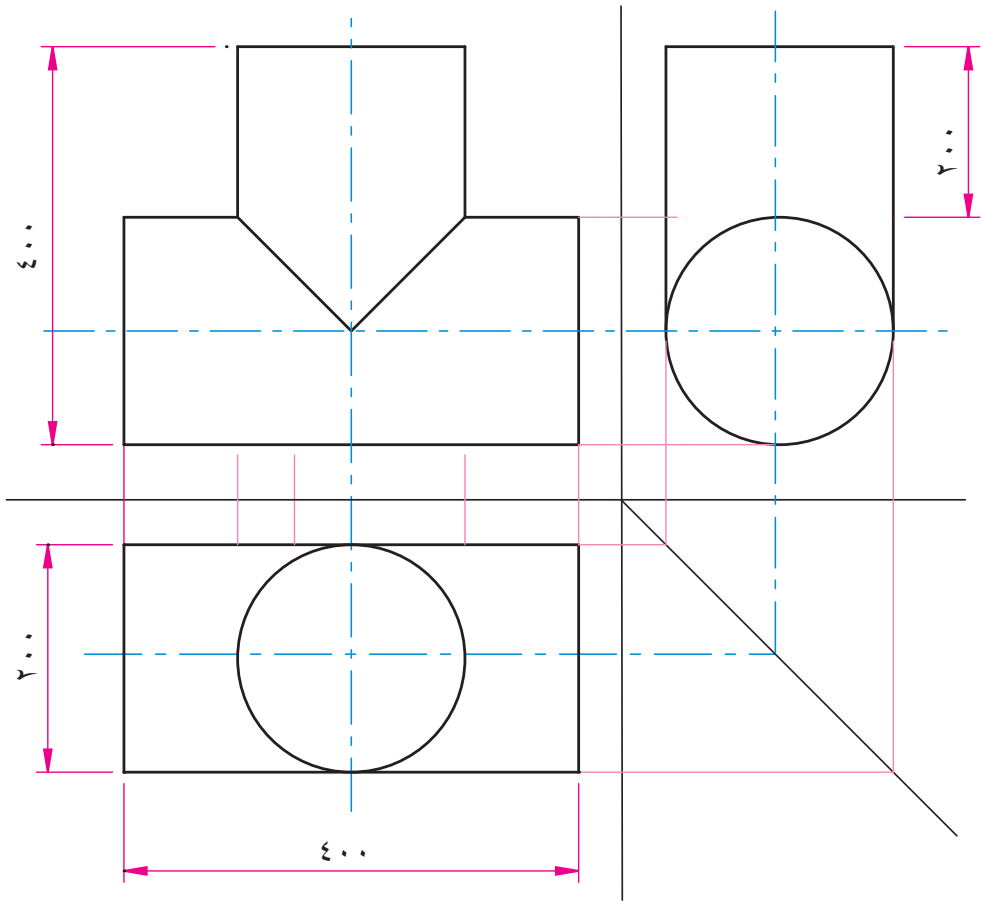
ب– دراسة مقياس الرسم المطلوب، والأغلب يكون تصغيرًا؛ لأن قياسات مجاري الهواء كبيرة.

جـ– تحديد خطوط المركز (المنتصف) للدوائر، ثم رسمها، أي نبدأ برسم المسقط الذي فيه الدوائر ورسمها.

د – نرسم خطوط الإسقاط وخطوط المركز أو المنتصف من المسقط المرسوم باتجاه المساقط الأخرى، لرسمها كما في الشكل (٢–١٥).



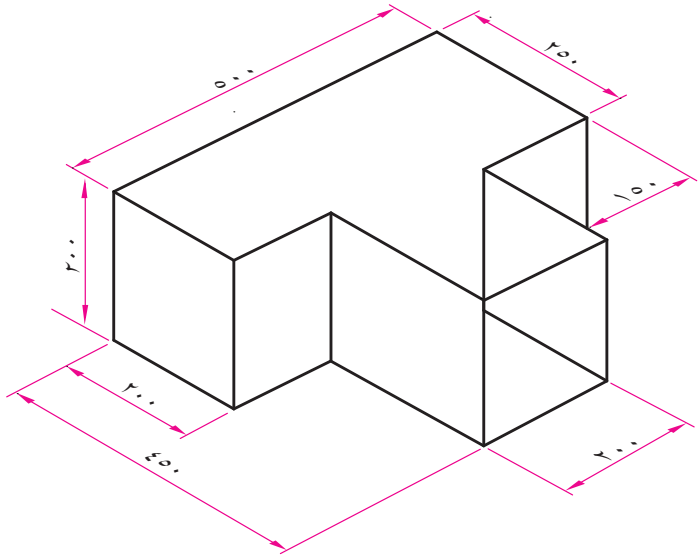
الشكل (٢–١٤): وصلة تي ذات مقطع دائري.



الشكل (٢–١٥): المساقط لمجرى الهواء الدائري.

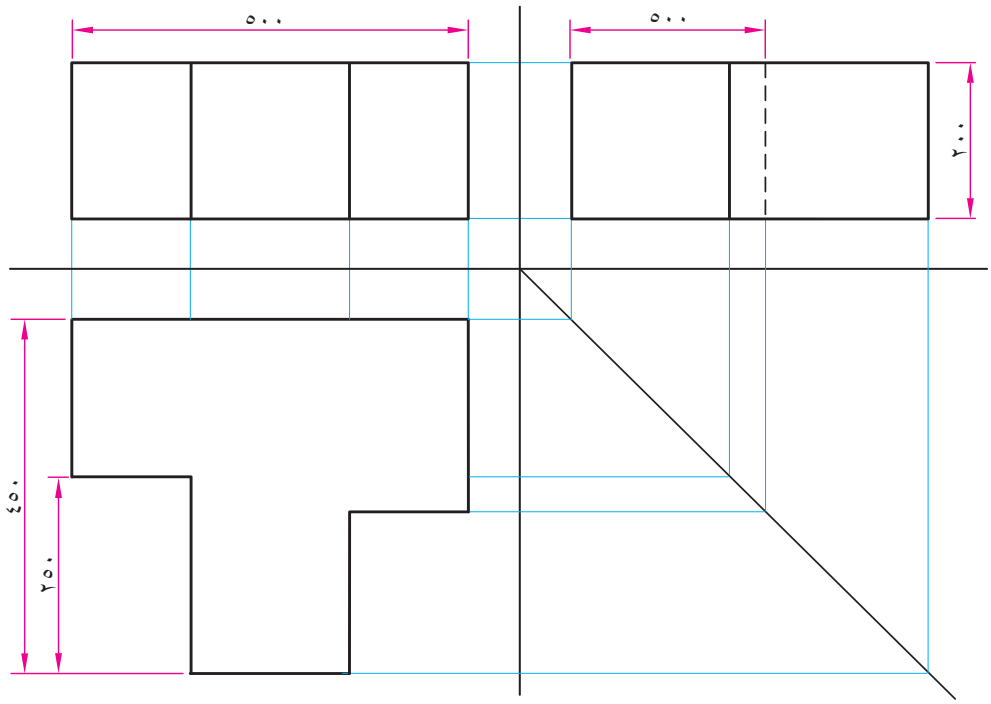
مثال (٢–٤)

يبين الشكل (٢–١٦) منظورًا أيزومتريًّا لقطعة مجاري هواء، وهي وصلة تي.
المطلوب: رسم المساقط الثلاثة (الأمامي والجانبي والأفقي) بمقياس رسم (١:١٠٠)، علمًا أن الأبعاد جميعها بالمليمترات.



الشكل (٢–١٦): وصلة (تي) ذات مقطع مضلع.

الحل



٣ رسم مساقط شبكات مجاري الهواء الساخن

شبكات مجاري الهواء الساخن مجموعة من مجاري الهواء وقطع الوصل التي درسناها سابقًا، حيث عرّفنا مساقطها، وفهمنا كيفية قراءتها ورسمها.

ولرسم مساقط شبكات مجاري الهواء الساخن، يفضل اتباع الخطوات الآتية:

أ – تقسيم الشبكة إلى مجموعة من القطع، وترقيم كل قطعة.

ب– دراسة الأبعاد والقياسات للشبكة.

جـ– معرفة مقياس الرسم المطلوب.

د – البدء في رسم المسقط السهل، والأفضل البدء برسم المسقط الأفقي، لعدم وجود أي تنقيص أو تدريج في الأسطح.

هـ– البدء في رسم مساقط القطع من اليمين أو من اليسار بالترتيب قطعة تلو الأخرى، حسب الترتيب في الشبكة.

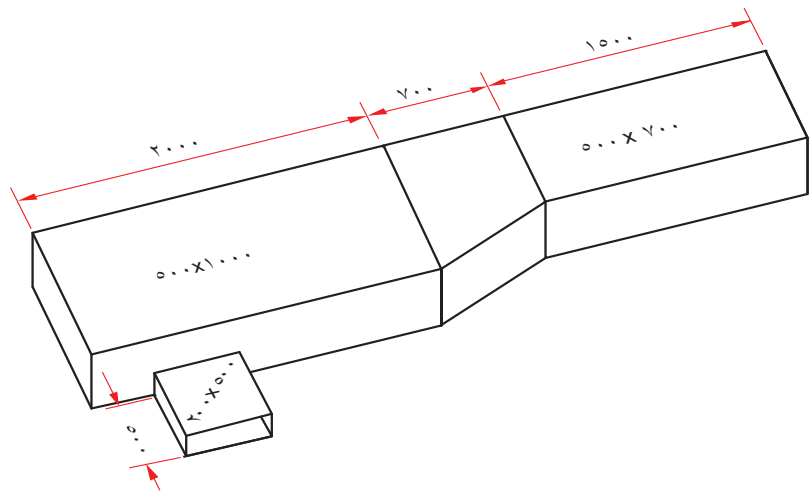
و – رسم خطوط الإسقاط جهة المساقط الأخرى، لرسمها بطريقة الاستنتاج كما درسناها في الصفّ الأول الثانوي.

والمثال (٢–٥) يبيّن منظورًا أيزومتريًّا لجزء من شبكة مجاري هواء رُسمت مساقطها.

مثال (٢–٥)

يبيّن الشكل (٢–١٧) منظورًا أيزومتريًّا لجزءٍ من شبكة مجاري هواء.

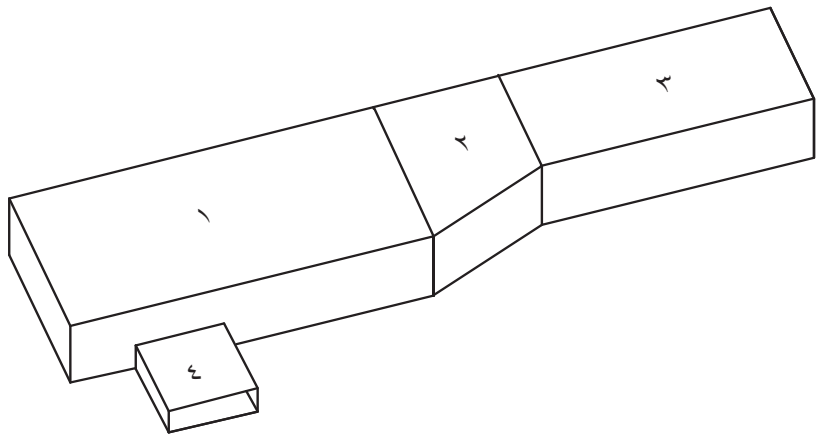
المطلوب: رسم المساقط الثلاثة بمقياس رسم (١ : ٥٠).



الشكل (٢–١٧): منظور أيزومتريّ لجزءٍ من شبكة مجاري هواء.

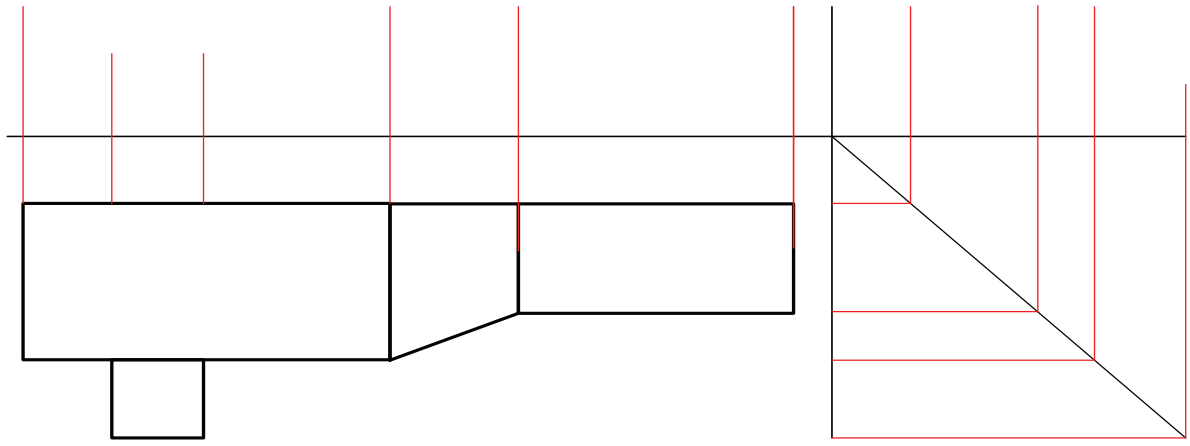
الحل

١ – نرقّم قطع الوصل على الشكل حسب عددها كما في الشكل (٢–١٨).



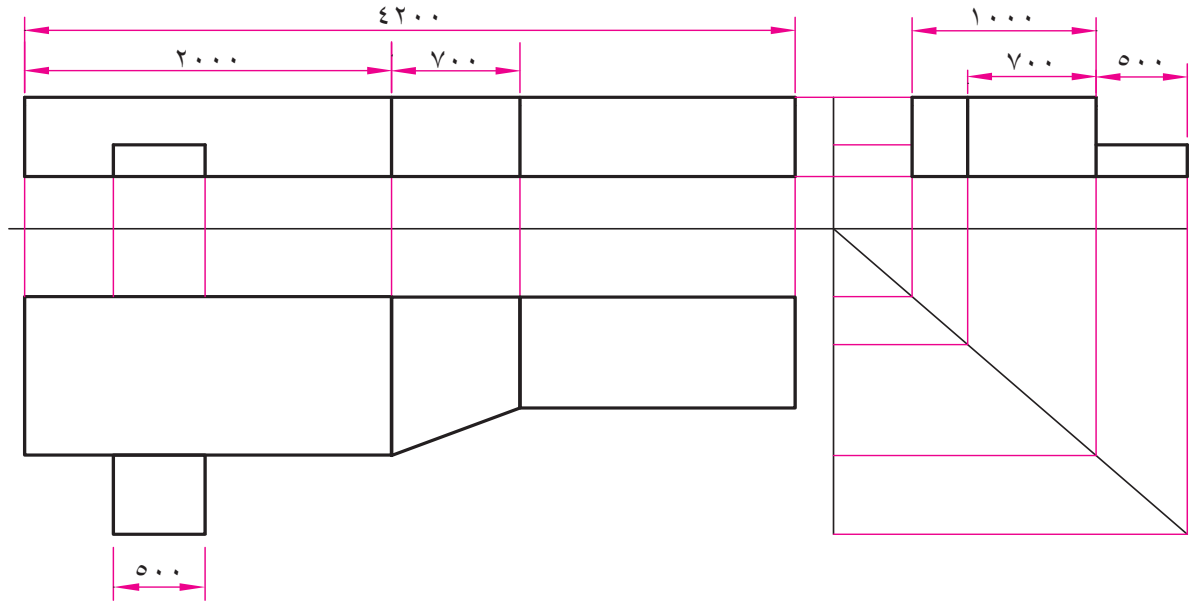
الشكل (٢–١٨): وضع ترقيم على الشكل.

٢ – نبدأ برسم المسقط الأفقي للشبكة قطعة تلو الأخرى، بمقياس الرسم المطلوب كما في الشكل (٢–١٩).



الشكل (٢–١٩): المسقط الأفقي.

٣ – استنتاج المسقطين ورسمهما، حسب الأبعاد على الشكل، وحسب مقياس الرسم كما في الشكل (٢–٢٠).



الشكل (٢–٢٠): المسقط الأفقي.

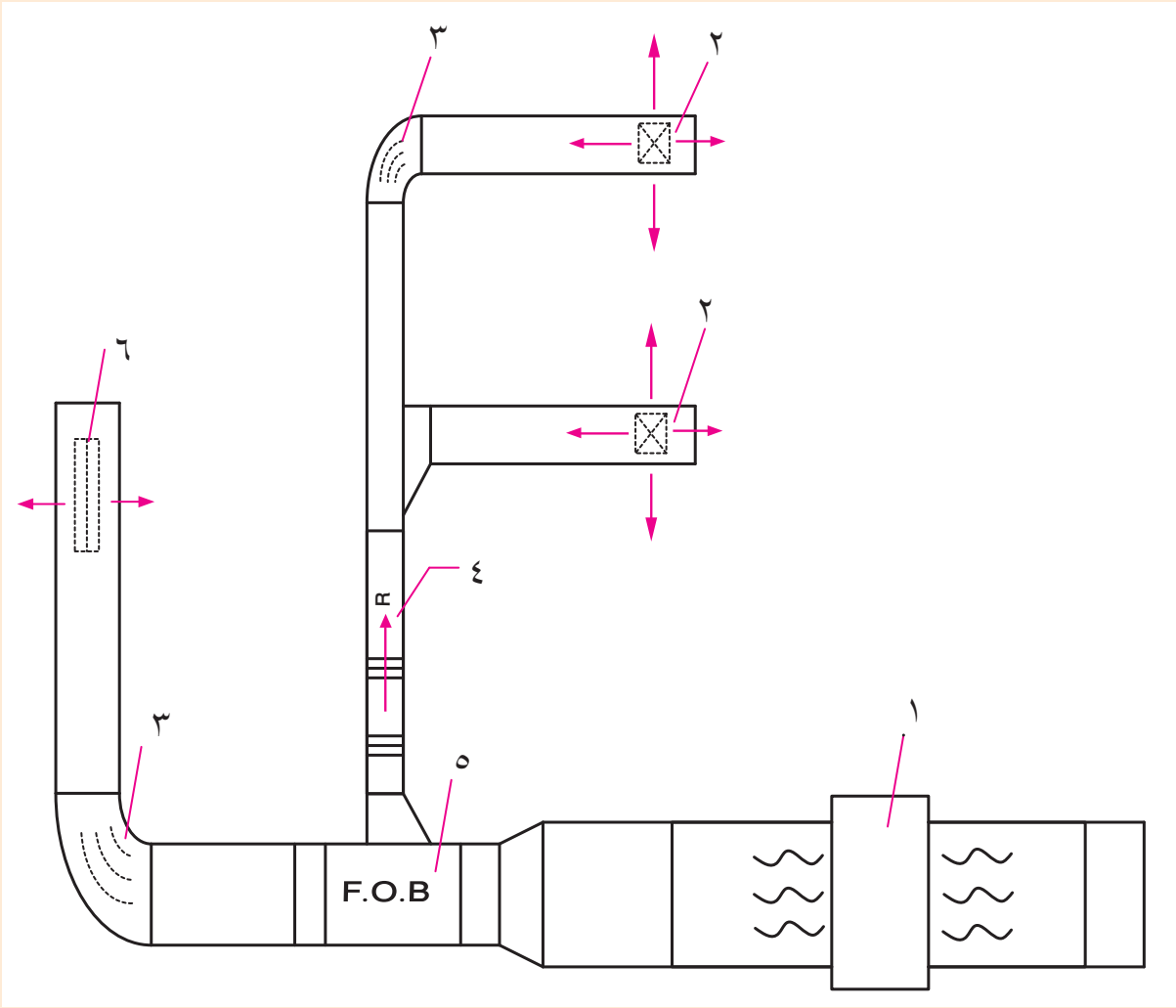
التقويم الذاتي

بعد دراسة هذه الوحدة، قيّم نفسك بما يناسب قدراتك وفق عناصر الأداء الآتية:

الرقم	عناصر الأداء	مستوى الأداء			
		ضعيف	مقبول	ضعيف	ممتاز
١	أستطيع قراءة الرموز والمصطلحات.				
٢	أستطيع رسم الرموز والمصطلحات.				
٣	أستطيع دراسة مخطط رسم بالمصطلحات.				
٤	أرسم نظام تدفئة بالهواء الساخن.				
٥	أستخدم البحث العلمي في الوصول إلى المعلومات.				
٦	أرسم القطع والوصلات الخاصة بالهواء الساخن.				
٧	أميّز بين المساقط المختلفة في الرسم.				
٨	أتعاون مع الزملاء في البحث العلمي.				
٩	أستخدم المقاييس المختلفة في الرسم.				
١٠	أستخدم البرمجيات الخاصة بالرسم.				
١١	أختار من عدة بدائل متاحة.				
١٢	أوزّع المساقط حسب اللوحة.				
١٣	أستخدم مقياس الرسم المناسب في الرسم.				
١٤	أحُلّ التمارين في نهاية الوحدة الدراسية.				
١٥	أتابع المعلومات الحديثة في التخصص.				

١ – يوضّح الشكل (٢–٢١) مسقطًا أفقيًّا لمخطط مجاري هواء ساخن، رُسمت بوساطة الرموز والمصطلحات المشار إليها بالأرقام من (١) إلى (٦).

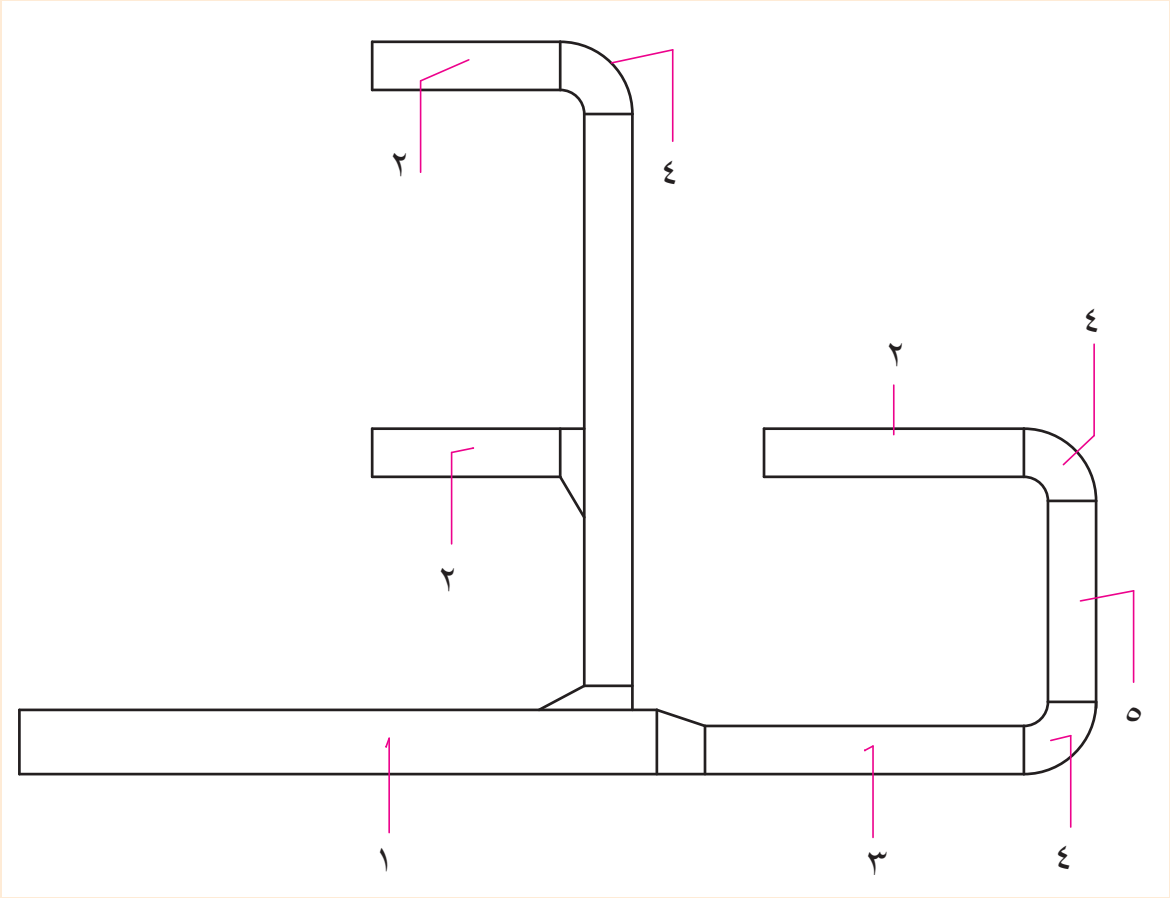
المطلوب: كتابة أسماء هذه الرموز.



الشكل (٢–٢١): مخطط شبكة مجاري هواء ساخن.

٢ – يبيّن الشكل (٢–٢٢) مسقطًا أفقيًّا لمجرى هواء ساخن.

المطلوب: رسم الشكل بمقياس رسم مناسب بالرموز المصطلح عليها في الرسم، علمًا بأنّ مكوّنات الشكل مبيّنة في الجدول المرفق.

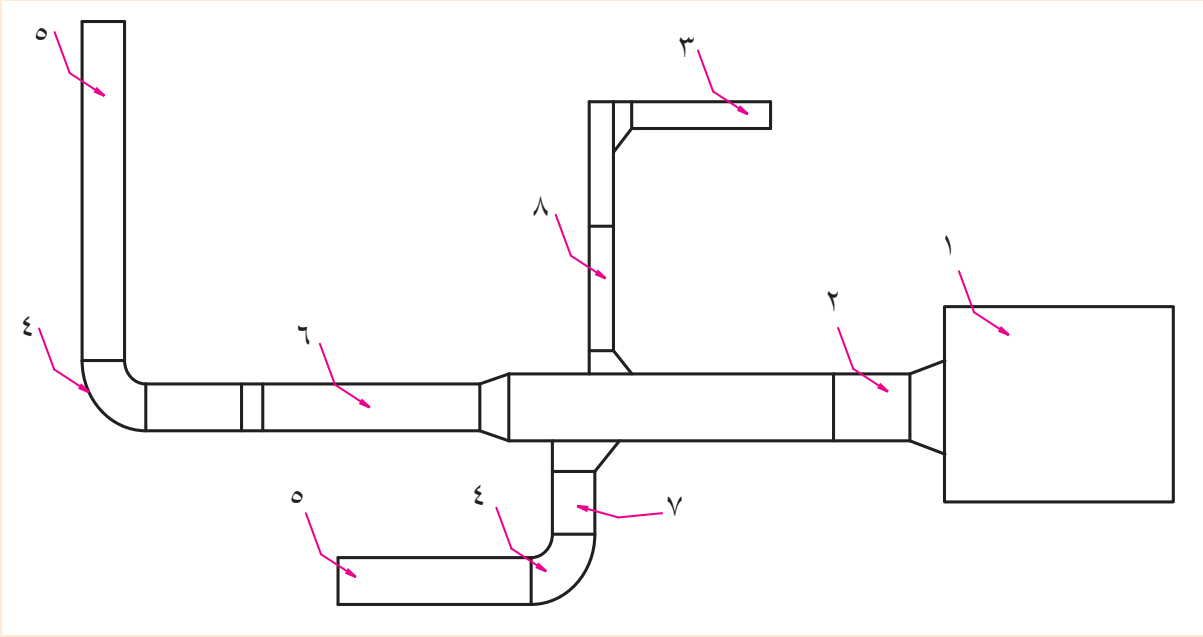


الشكل (٢–٢٢): مخطط شبكة هواء ساخن.

الرقم	اسم الرمز	الرقم	اسم الرمز
١	اتّجاه مجرى الهواء	٢	ناشر ومزوّد دائري
٣	ناشر ومزوّد مربّع	٤	كوع ذو صفائح توجيه
٥	صعود مائل لجريان الهواء	.....	.....

٣ – يبيّن الشكل (٢–٢٣) مسقطًا أفقيًّا لجزء من شبكة مجاري تدفئة بالهواء الساخن، أشير إليها بالأرقام المبيّنة على الرسم.

المطلوب: إعادة رسم هذه الشبكة بالرموز والمصطلحات المتعارف عليها كما في الجدول المرفق بمقياس رسم مناسب، وأخذ القياسات من الشكل نفسه.

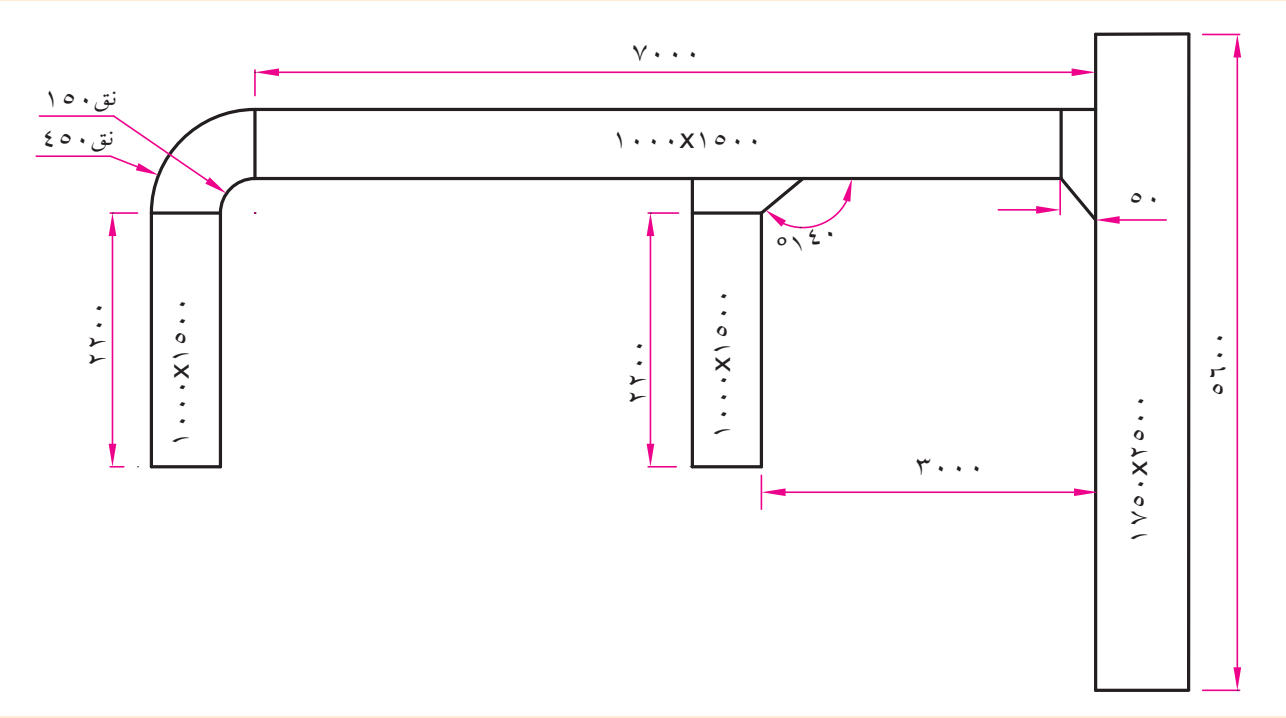


الشكل (٢–٢٣): شبكة مجاري تدفئة بالهواء الساخن.

الرقم	اسم الرمز	الرقم	اسم الرمز
١	وحدة تدفئة بمروحة طاردة مركزيّة	٢	وصلة مرنة
٣	ناشر ومزوّد سقفي دائري	٤	كوع ذو صفائح توجيه
٥	ناشر ومزوّد سقفي مربع	٦	اتجاه جريان الهواء
٧	منظّم خنق حجمي للهواء (يدوي التحكم)	٨	هبوط مائل لجريان الهواء

٤ – يبيّن الشكل (٢–٢٤) مسقطًا أفقيًّا لجزء من شبكة مجاري تدفئة بالهواء الساخن، حسب الأبعاد المبيّنة.

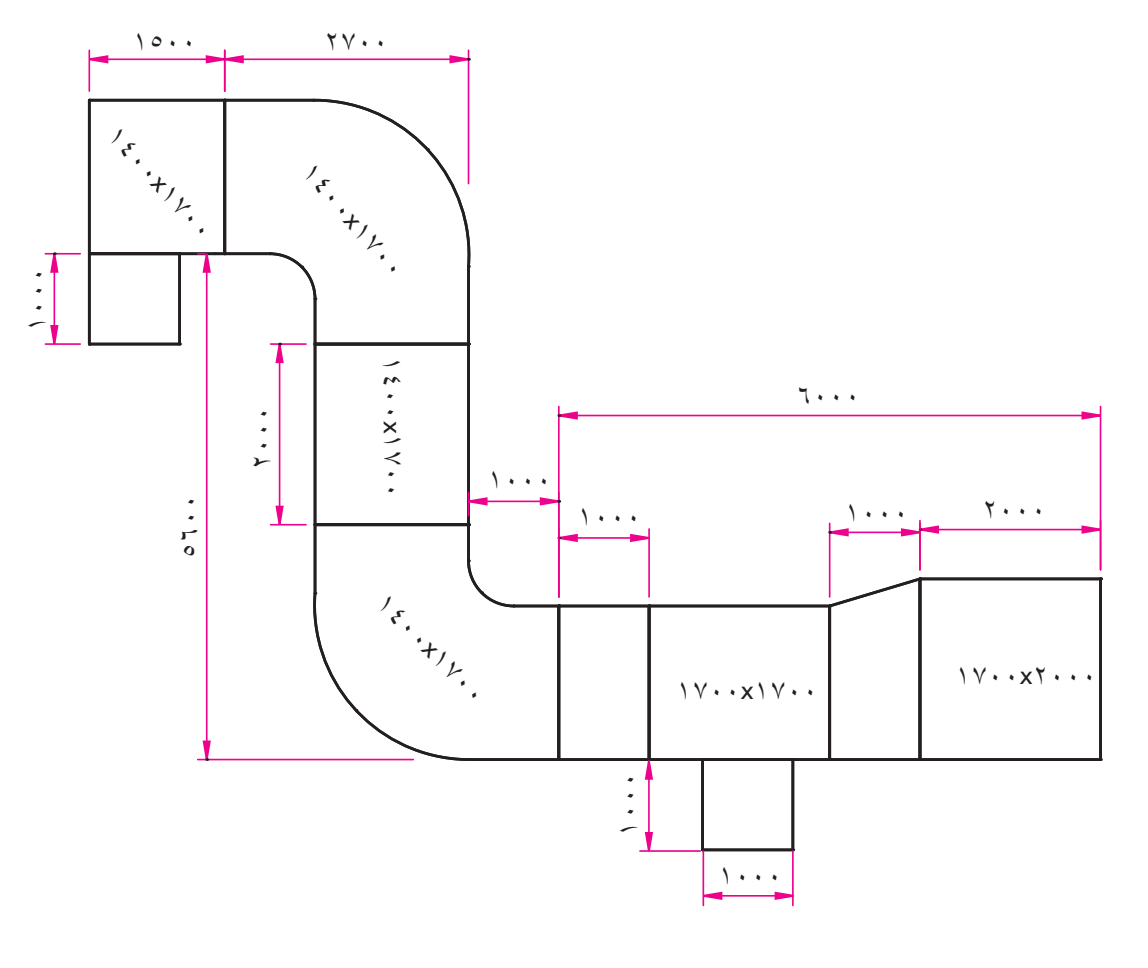
المطلوب: ارسم المسقطين الأمامي والجانبي بمقياس رسم (١ : ٥٠).



الشكل (٢–٢٤): المسقط الأفقي لمجرى هواء.

٥ – يبيّن الشكل (٢–٢٥) مسقطًا أفقيًّا لجزء من شبكة مجاري تدفئة بالهواء الساخن، وحسب القياسات.

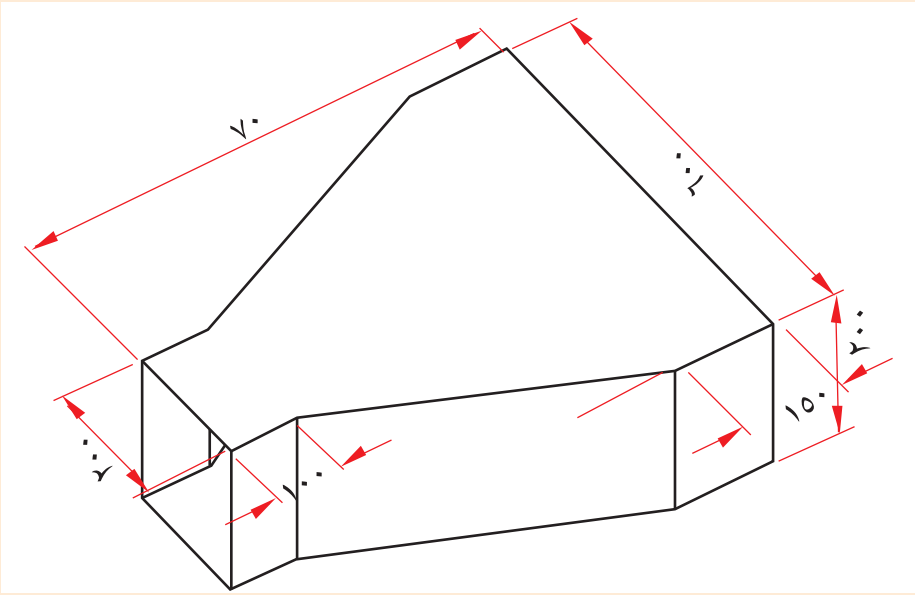
المطلوب: ارسم بمقياس رسم (١ : ١٠٠) المساقط الثلاثة (الأمامي والجانبي والأفقي).



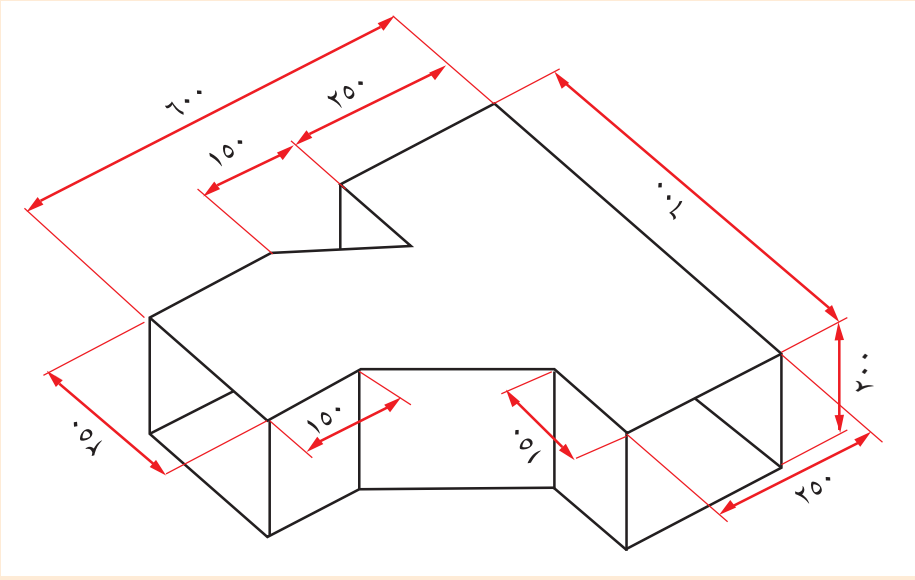
الشكل (٢–٢٥): شبكة مجاري هواء ساخن.

٦ – تبيّن الأشكال (٢–٢٦/ أ، ب، جـ،د) مناظير أيزومترية لقطع وصل مجاري هواء، ادرس الأشكال المذكورة.

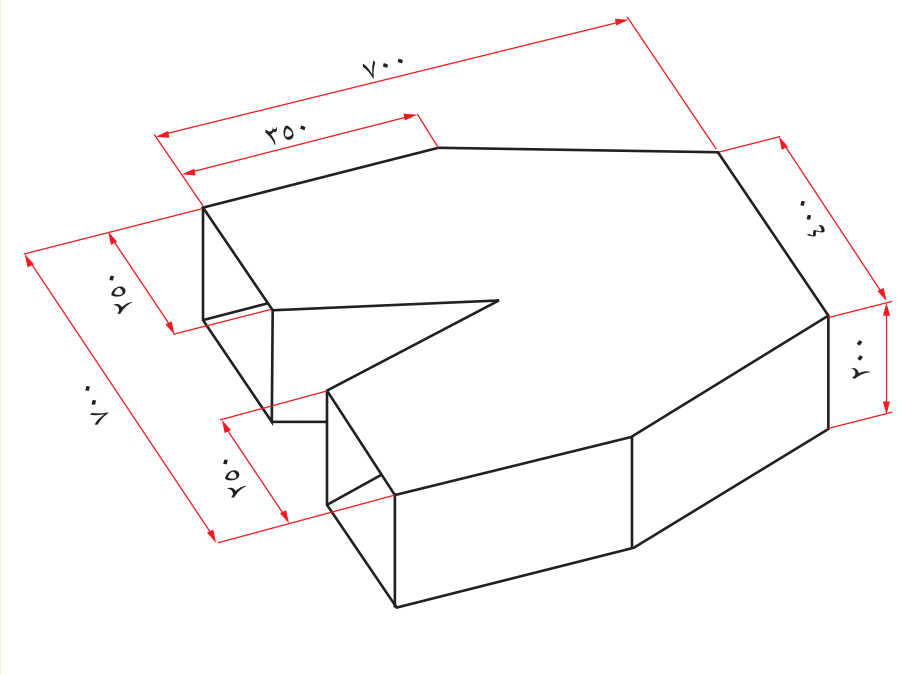
المطلوب: رسم المساقط الثلاثة (الأمامي والجانبي والأفقي) بمقياس رسم (١ : ١٠).



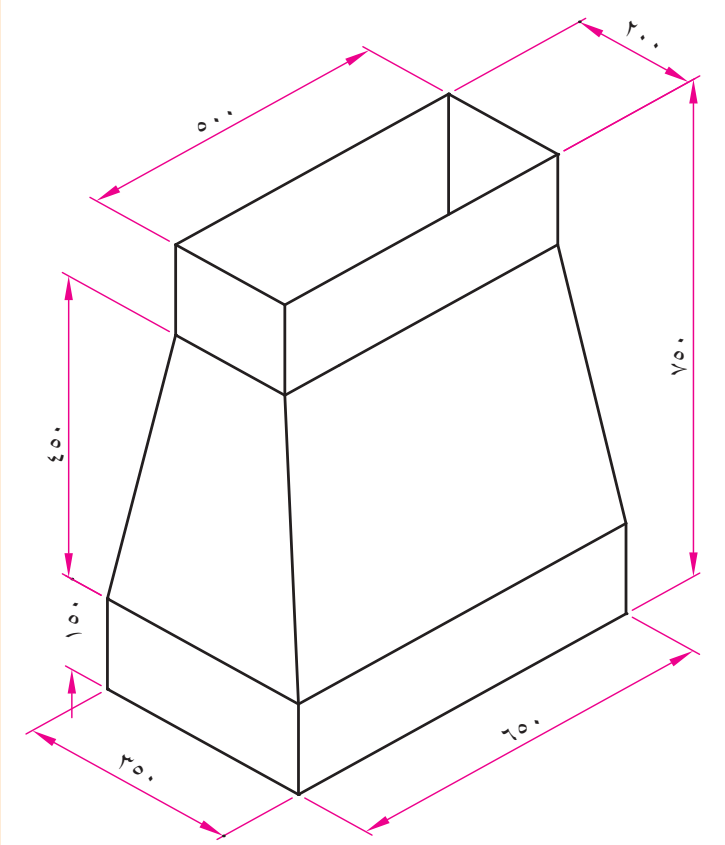
الشكل (٢–٢٦/ أ).



الشكل (٢–٢٦/ ب).



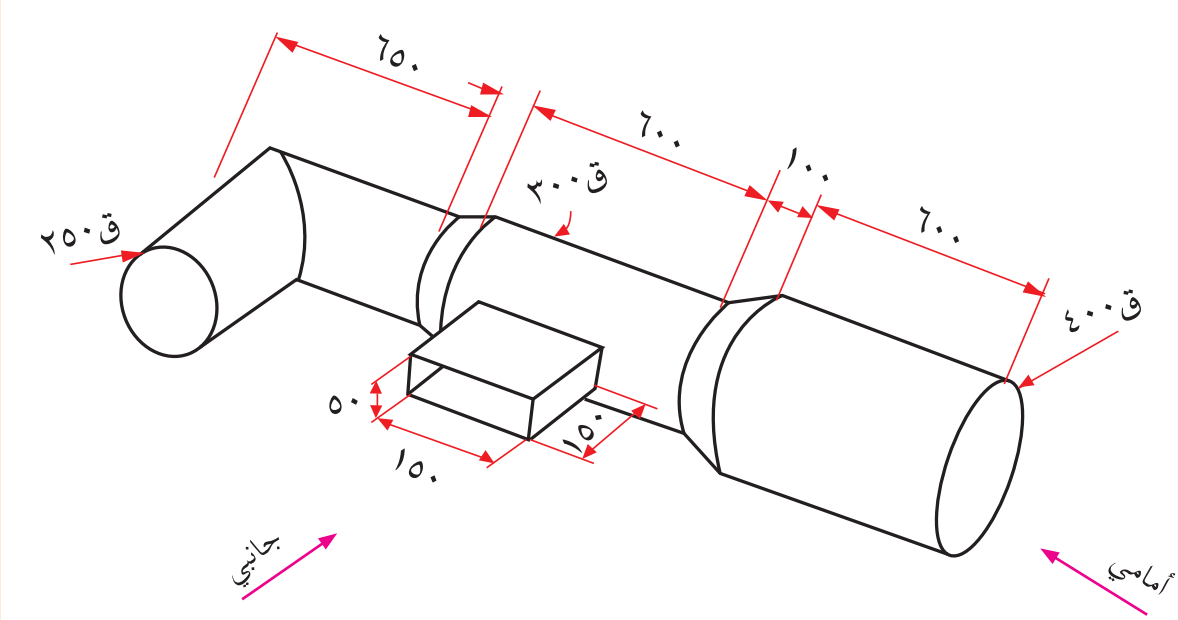
الشكل (٢-٢٦/ جـ).



الشكل (٢-٢٦/ د).

٧ – يبيّن الشكل (٢–٢٧) منظورًا أيزومتريًّا لجزء من شبكة مجاري هواء ذي مقطع دائري، وحسب القياسات المبينة على الرسم.

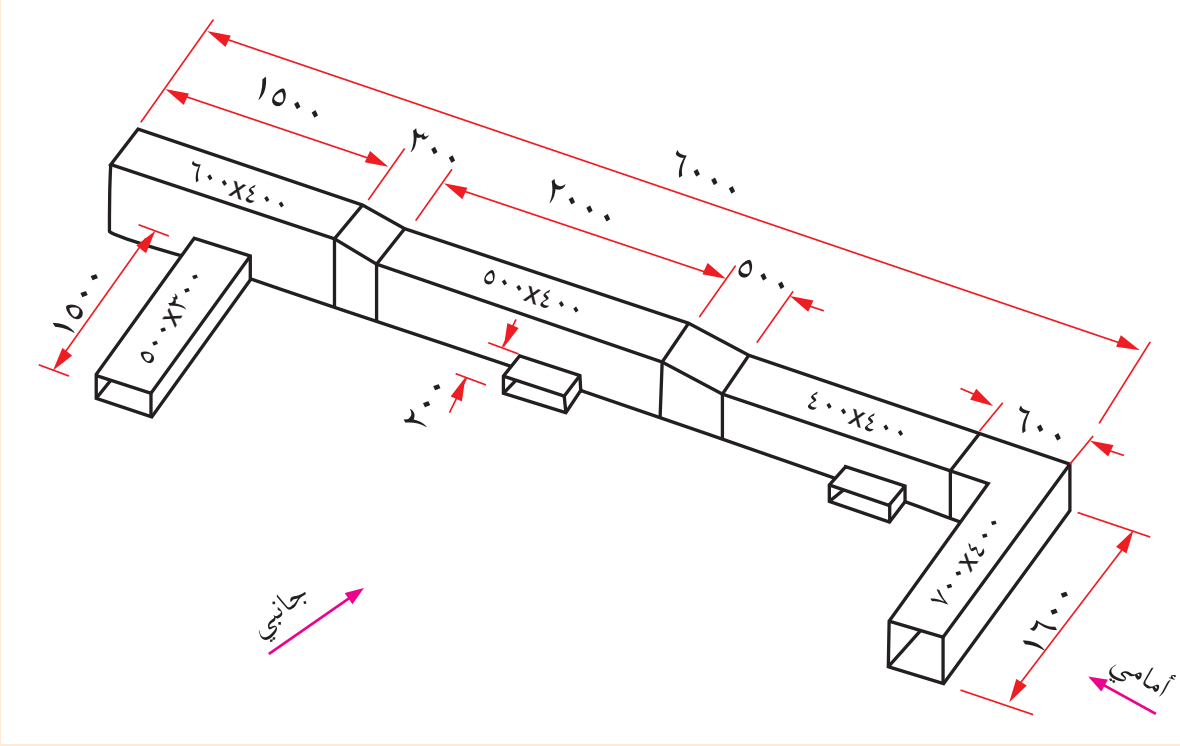
المطلوب: ارسم بمقياس رسم (١ : ١٠) المساقط الثلاثة (الأمامي والجانبي والأفقي).



الشكل (٢–٢٧): مجرى هواء ذو مقطع دائري.

٨ – يبيّن الشكل (٢–٢٨) منظورًا أيزومتريًّا لجزء من شبكة مجاري التدفئة بالهواء الساخن، حسب القياسات المبينة على الشكل، مع ملاحظة أن فتحات توزيع الهواء مع السطح السفلي لمجاري الهواء وقياساتها (١٠٠×٥٠).

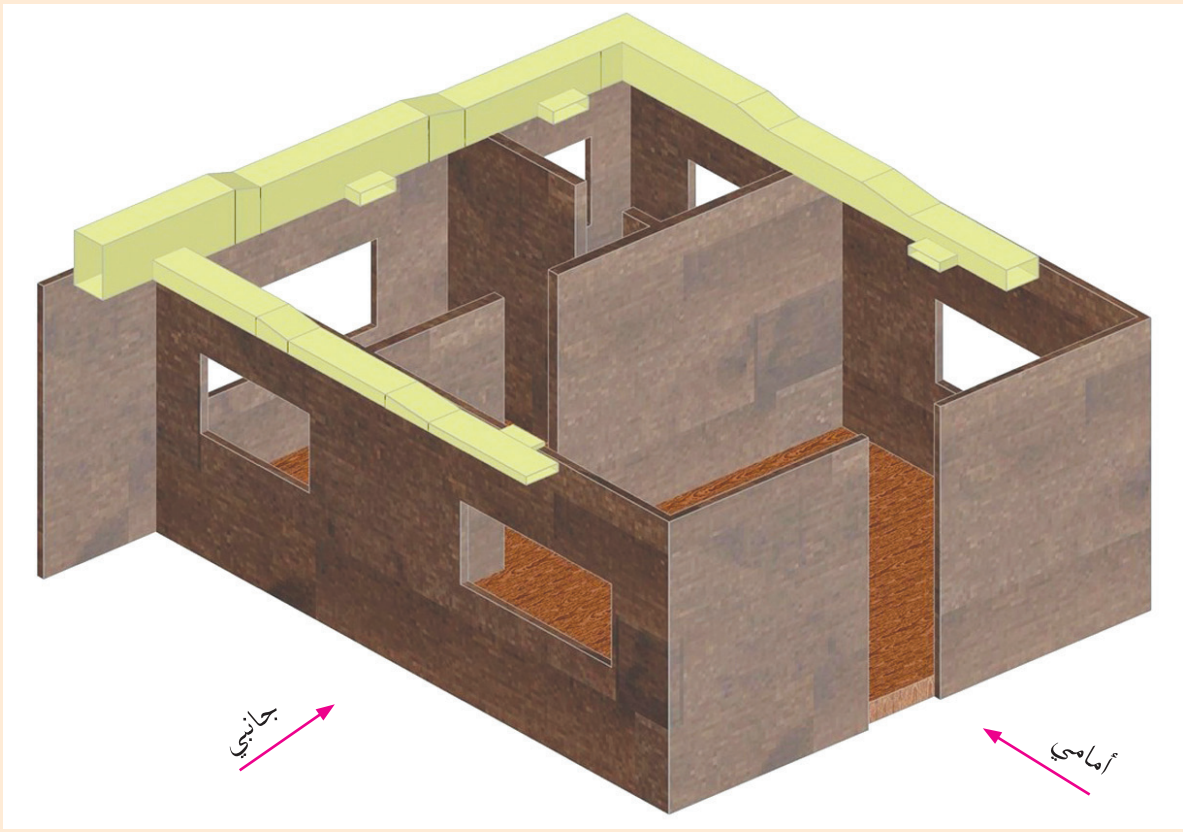
المطلوب: ارسم المساقط الثلاثة (الأمامي والجانبي والأفقي).



الشكل (٢–٢٨): شبكة مجاري هواء.

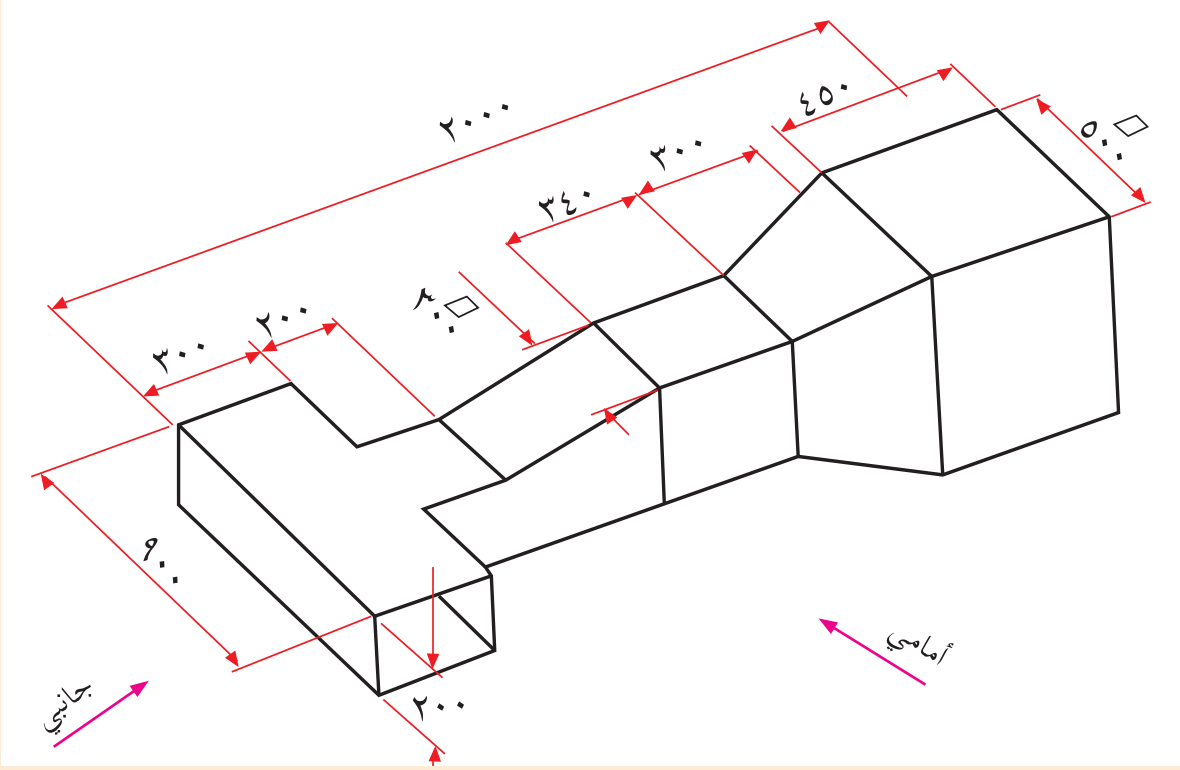
٩ – يبيّن الشكل (٢–٢٩) منظورًا أيزومتريًّا لجزء من شبكة مجاري التدفئة بالهواء الساخن، وجزء من البناء.

المطلوب: ارسم المسقطين (الأمامي والأفقي) للشبكة بمقياس رسم مناسب.



الشكل (٢–٢٩): شبكة مجاري تدفئة بالهواء الساخن.

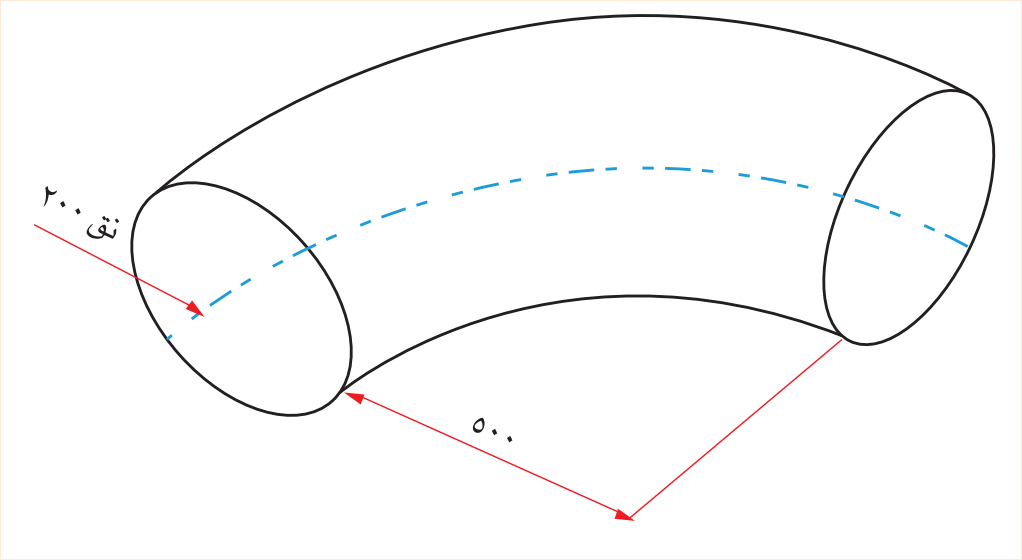
١٠- يبيّن الشكل (٢-٣٠) منظورًا أيزومتريًّا لجزء من شبكة مجاري التدفئة بالهواء الساخن.
المطلوب: ارسم المسقطين (الأمامي والأفقي) للشبكة بمقياس رسم (١:١٠).



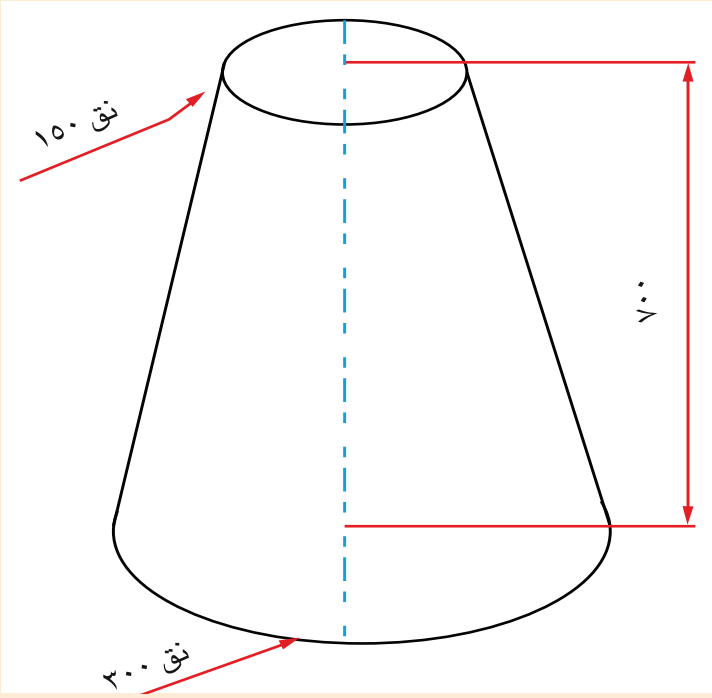
الشكل (٢-٣٠): منظور لشبكة مجاري هواء.

١١ – تبيّن الأشكال (٢–٣١/ أ، ب، جـ،د) مناظير أيزومترية لقطع وصل مجاري الهواء الدائرية، ادرس الأشكال والقياسات عليها جيّدًا.

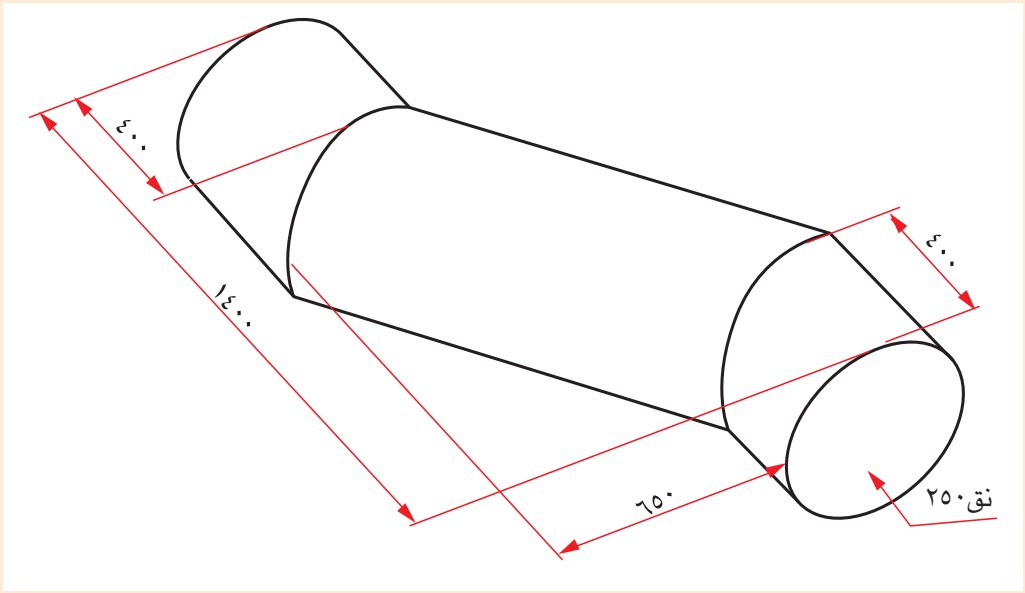
المطلوب: ارسم المساقط الثلاثة (الأمامي والجانبي والأفقي) لكل شكل بمقياس رسم (١ : ١٠).



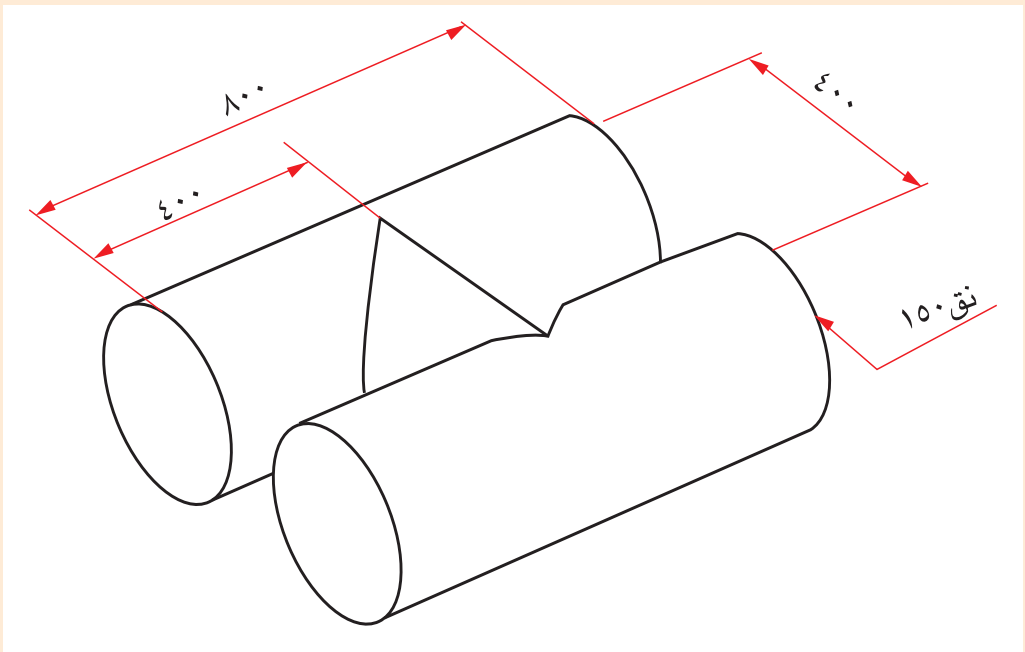
الشكل (٢–٣١/ أ).



الشكل (٢–٣١/ب).



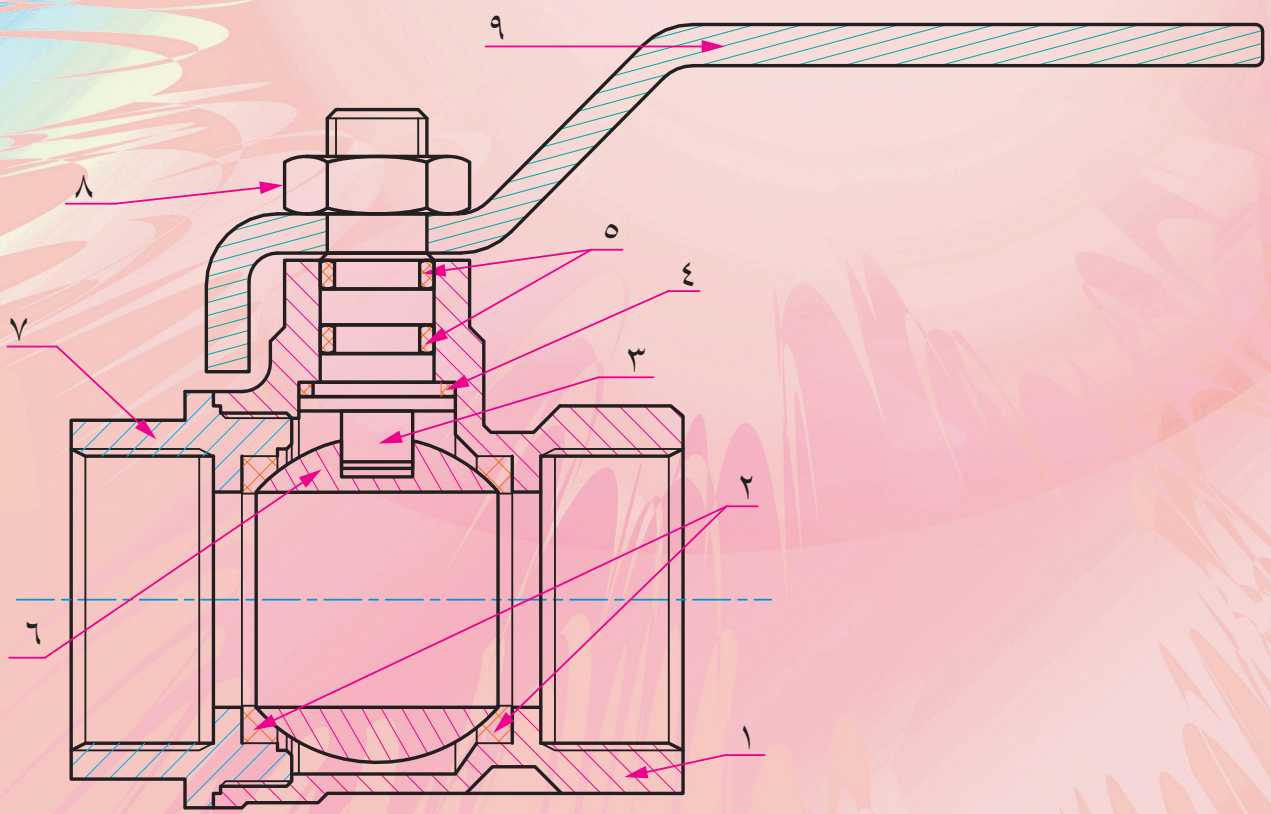
الشكل (٢-٣١/ جـ).



الشكل (٢-٣١/ د).

الوحدة الثالثة ٣

الرسم التجميعي والتفصيلي



- ما الفرق بين الرسم التجميعي والرسم التفصيلي؟
- ما فائدة عملية القطع التي أجريت على القطع الميكانيكية الموضحة في الصمّام الكروي؟

نتاجات الوحدة الأولى

ستتعرف في هذه الوحدة طريقة تجميع عدّة قطع مع بعضها بعضًا بالرسم، كما ستتمكن من فك أجزاء وحدة ميكانيكية ورسم مساقط بعض القطع المكونة لها. وقد تمّ تقسيم هذه الوحدة إلى:

الجزء الأول: وفيه تمّ توضيح الأساسيات الضرورية للرسم التجميعي والتفصيلي، مثل القطاع، وخطوط التهشير، والأجزاء التي لا تهشر، ورموز التهشير لبعض المواد، ورموز القطع الطويلة، والقطاع الكامل والقطاع النصفي، ورسم البراغي والصواميل.

الجزء الثاني: وفيه ستقرأ رسوم أكثر من قطعة محدّدة في الوقت نفسه، وستدرس العلاقة بين هذه الأجزاء وتجميعها وفقًا للأبعاد المعطاة على كل قطعة؛ لتكوين وحدة ميكانيكية متكاملة أو جزء منها، حيث يُظهر الرسم تداخل هذه القطع وموضع كل قطعة بالنسبة لغيرها من القطع، كما يُظهر الرسم طريقة تجميع هذه القطع وتجاورها وربطها مع بعضها.

الجزء الثالث: وفيه ستفكّ القطع، وتفصل كل قطعة عن الأخرى، ثمّ تعرّف المساقط والقطاعات الضرورية لكلّ قطعة بصورة منفصلة؛ ليتسنى إبراز التصوّرات جميعها اللازمة لشكل الأجزاء المكونة للوحدة في لوحات رسم منفصلة.

يتوقّع منك بعد دراسة هذه الوحدة أن:

- تتعرّف مفهوم القطع وأهميته وشكله.
- ترسم خط القطع وخطوط التهشير والخطّ المتقطع.
- تحدّد الأجزاء التي لا تهشر عند قطعها، وترسمها.
- تتعرّف رموز تهشير بعض المواد.
- تطبّق مفهوم المحاذاة على الرسم.
- ترسم القطع المسننة.
- تتعرّف رموز القطع في الأجزاء الطويلة.
- ترسم القطاعات بمختلف أنواعها.
- تقرأ القطاعات.
- تتعرّف مفهوم الرسم التجميعي وأهدافه.

- ترقّم الأجزاء الميكانيكية.
- تجمّع الوحدات الميكانيكية.
- تتعرّف مفهوم الرسم التفصيلي وأهمّيته.
- تتعرّف إجراءات الرسم التفصيلي.
- تتعرّف لوحة الرسم التفصيلي.
- ترسم المساقط والقطاعات اللازمة لرسم كل جزء رسمًا تفصيليًّا.

أولًا أساسيات الرسم التجميعي والتفصيلي

تعدّ الموضوعات الآتية المدخل إلى الرسم التجميعي والتفصيلي، فلن تتمكن دونها من رسم الوحدات الميكانيكية مجمّعة بطريقة هندسية سليمة، أو حتى مساقط أو قطاعات مكونات الوحدة الميكانيكية.

فالرسم التجميعي أو التفصيلي –على سبيل المثال– يحتاج إلى معرفة القطاع وخطوط التهشير، وخط القطع والأجزاء التي لا تهشر؛ حتى لا تُقطع وتُهشّر في أثناء التنفيذ.

١ القطاع وأهمّيته

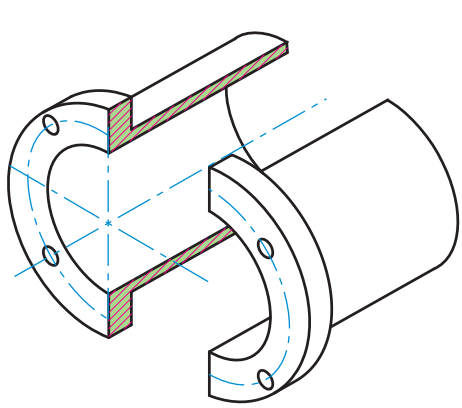
القطاع (Sectional view) هو رسم هندسي ثنائي الأبعاد، يبيّن المناطق المجوفة والمناطق المصمتة، وينتج من عملية القطع (Section) للجسم الهندسي، والقطع عملية تخيلية تتكوّن من عدة مراحل، هي:

أ – تمرير مستوى قاطع يعمل على قطع جسم هندسي، مرورًا بالمواضع المراد إظهارها.

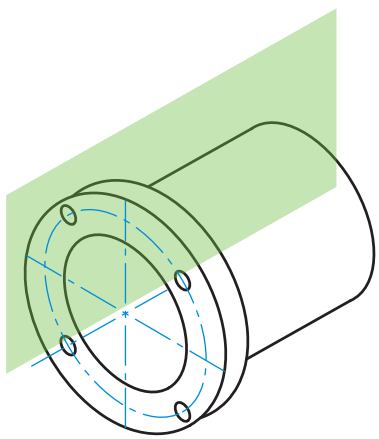
ب– إزالة الجزء المحصور بين الناظر ومستوى النظر.

جـ– النظر بشكل عمودي إلى الجزء المقطوع الموجود خلف مستوى القطع.

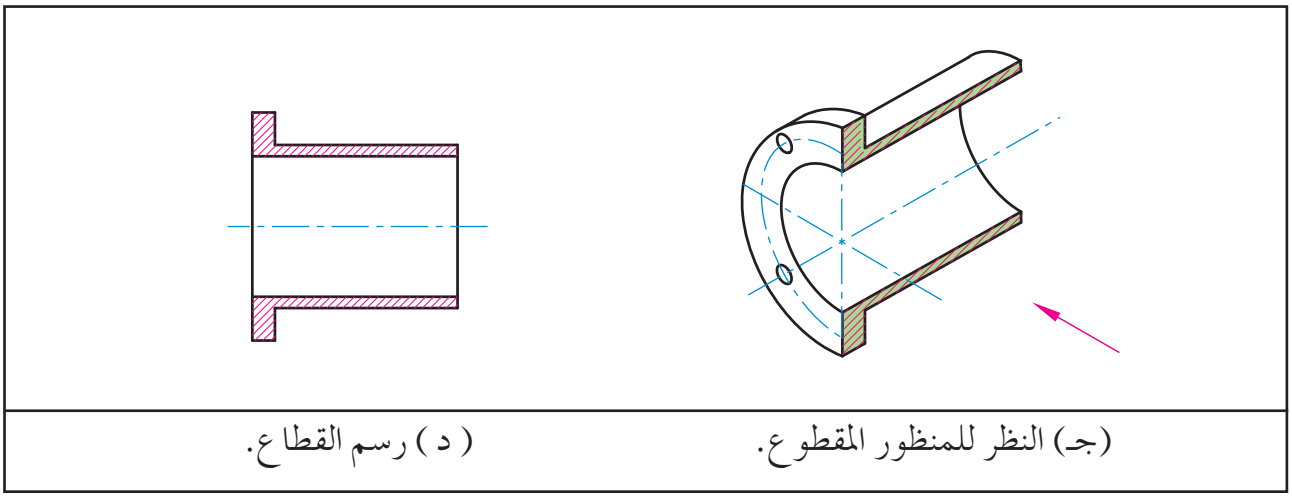
د – رسم القطاع، والشكل (٣–١) يبيّن هذه المراحل.



(ب) المنظور بعد القطع.



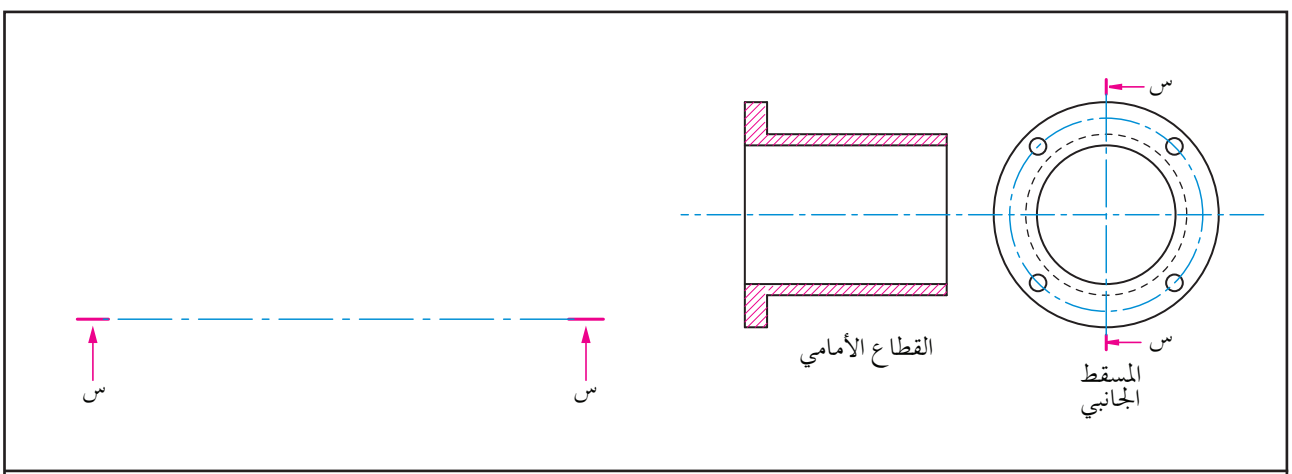
(أ) مستوى القطع.



(جـ) النظر للمنظور المقطوع. (د) رسم القطاع.

الشكل (٣–١): مفهوم القطاع.

إن المستوى القاطع (Sectional plane) مستوى وهمي يعمل على قطع الجسم، ويتم تمثيل المستوى القاطع على المساقط بخط قطع (Cutting line)، كما يمكن تمثيل المستوى القاطع الذي أدّى إلى تشكيل القطاع الأمامي في المنظور الموضح في الشكل (٣–١) على المسقط الجانبي، كما يبيّن الشكل (٣–٢/ أ).



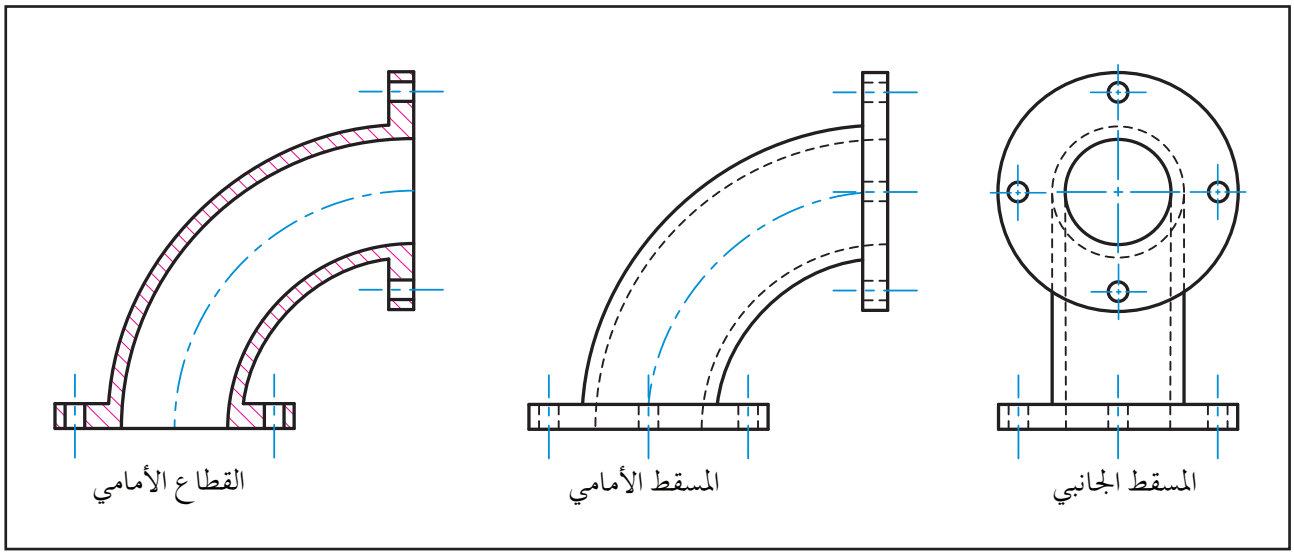
(أ) تمثيل خط القطع على المسقط. (ب) خط القطع.

الشكل (٣–٢): تمثيل خط القطع.

خطّ القطع هو خطّ محوري ينتهي عند طرفيه بخطين سميكين بسمك (٠,٨مم)، ويكتب عند طرفيه حرفان متشابهان بجانب سهمين يشيران إلى اتجاه النظر بعد عملية القطع، حيث يستخدم للدلالة على مستوى القطع كما هو مبين في الشكل (٣–٢/ب)، كما يستعمل خط القطع لوضعه على المساقط ليدل على:

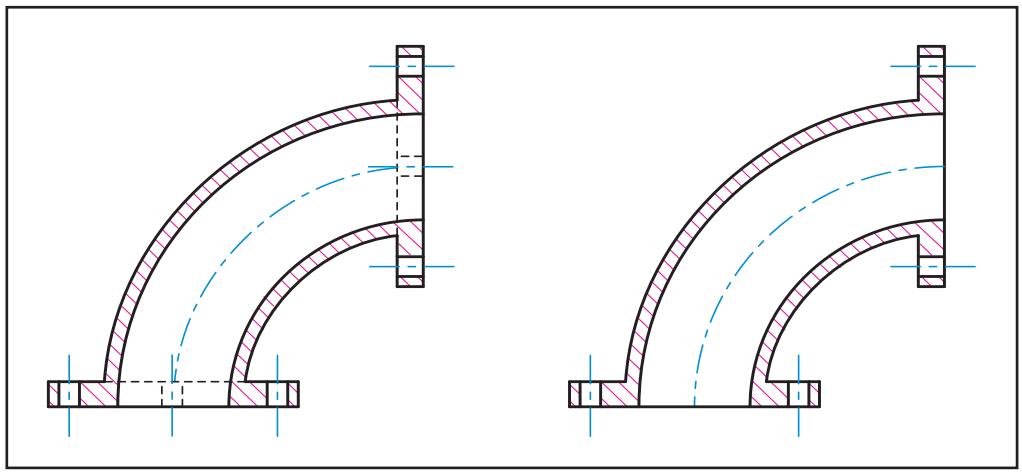
- المناطق التي تمر بها مستويات القطع في الأجسام (الخط المحوري).
- الجهة المراد إسقاطها بعد عملية القطع في الجسم (الأسهم تدل على الجهة).

والهدف الرئيس للقطاعات في الرسومات الهندسية هو تسهيل قراءة الرسم للحصول على المعلومات المتعلقة بالأبعاد، ففي بعض الرسومات الهندسية المحتوية على عدد كبير من الخطوط المتقطعة، يكون من الصعب قراءتها، وعليه عدم إعطاء بعض التفصيلات المتعلقة بها. الشكل (٣–٣) يبيّن الفرق بين قراءة المسقط الأمامي المحتوي على خطوط متقطعة، أو القطاع الأمامي، حيث أن خط القطع هو الذي يحدد شكل القطاع الذي يؤدي إلى التخلص من الخطوط المتقطعة، التي كانت تشكل عائقًا في قراءة الرسم، وتجعل الأجزاء الداخلية أكثر وضوحًا، فإذا قطع المسقط الأمامي في الشكل (٣–٣)، فإن الأجزاء الداخلية المصمتة تظهر وعليها خطوط التهشير، أما الأجزاء المجوّفة، فتبقى كما في الشكل (٣–٣) الذي يبيّن القطاع الأمامي لقطعة الوصل.



الشكل (٣–٣): قراءة المسقط الأمامي.

لا تظهر الخطوط المتقطعة (Dashed lines) غالبًا على القطاعات بعد رسمها؛ لأنها قد تؤدي إلى تعقيد شكل القطاع، علمًا بأن الهدف من القطاع تسهيل قراءة الرسم المحتوي على خطوط متقطعة، والشكل (٣–٤) يبيّن أهميّة إزالة الخطوط المتقطعة عن القطاع.

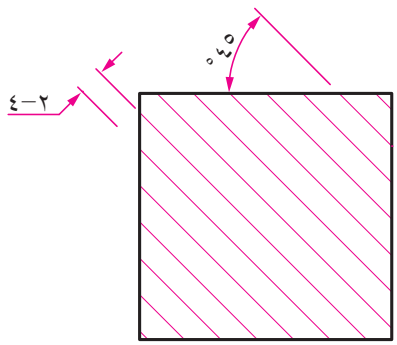


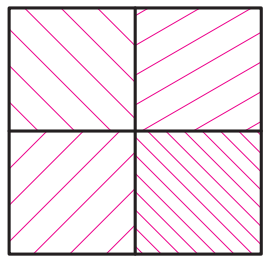
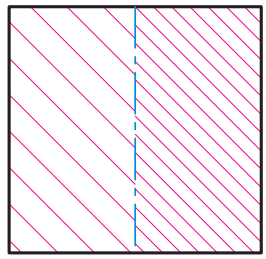
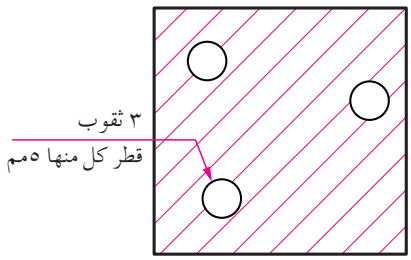
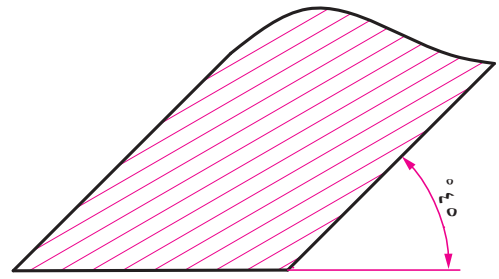
الشكل (٣–٤): قراءة القطاع الأمامي.

لاحظ أن هذه الخطوط المتقطعة زائدة، ولا تضيف معلومات إلى الرسم، بل تؤدي إلى تشويش في التداخل بين خطوط التهشير والخطوط المتقطعة.

٢ خطوط التهشير

خطوط التهشير (Hatching lines) واحدة من أنواع خطوط الرسم الرئيسة، التي يتم بوساطتها التمييز بين الأسطح المصمتة عن تلك المجوفة التي تشكلت ذهنيًّا بفعل عملية القطع. و عند التهشير يجب مراعاة القواعد الآتية:

الرقم	قاعدة التهشير	الشكل التوضيحي
١	ترسم خطوط التهشير باتجاه واحد وبزاوية (٤٥°)، وتكون المسافة بين خطوط التهشير متساوية من (٢–٤) مم، وذلك عندما يكون السطح المقطوع سطحًا واحدًا، كما في الشكل (١).	 الشكل (١).

٢	ترسم خطوط التهشير بزوايا مختلفة في حال أن القطاع يتكوّن من عدّة قطع، فضلًا عن أنّه يمكن تغيير البعد بين خطوط التهشير كما في الشكل (٢).	 الشكل (٢).
٣	إذا كان القطاع عند مستويين متوازيين (أي مستوى متنقل)، فيجب ألا تنطبق خطوط التهشير على بعضها في كلا المستويين، لذلك يتم تغيير المسافة بين خطوط التهشير، أو تغيير زاوية الميل كما في الشكل (٣).	 الشكل (٣).
٤	عندما يتطلّب الأمر كتابة البُعد في مكان يحتوي على خطوط التهشير، فيترك مكان البعد خاليًا من خطوط التهشير، حتى لا يحدث أي تشويش ما بين الخطوط المختلفة للرسم، كما في الشكل (٤).	 الشكل (٤).
٥	إذا كانت خطوط القطع المراد تهشيرها مرسومة بزاوية (٤٥°)، فيفضل رسم خطوط التهشير بزاوية ميل (٣٠°) كما في الشكل (٥).	 الشكل (٥).

٣ أنواع القطاعات

تصنف القطاعات على أساس الحالة التي يمرّ فيها مستوى القطع في المجسم المراد قطعه في أنواع عدة مختلفة، منها:

أ – **القطاع الكامل** (Full Section View).

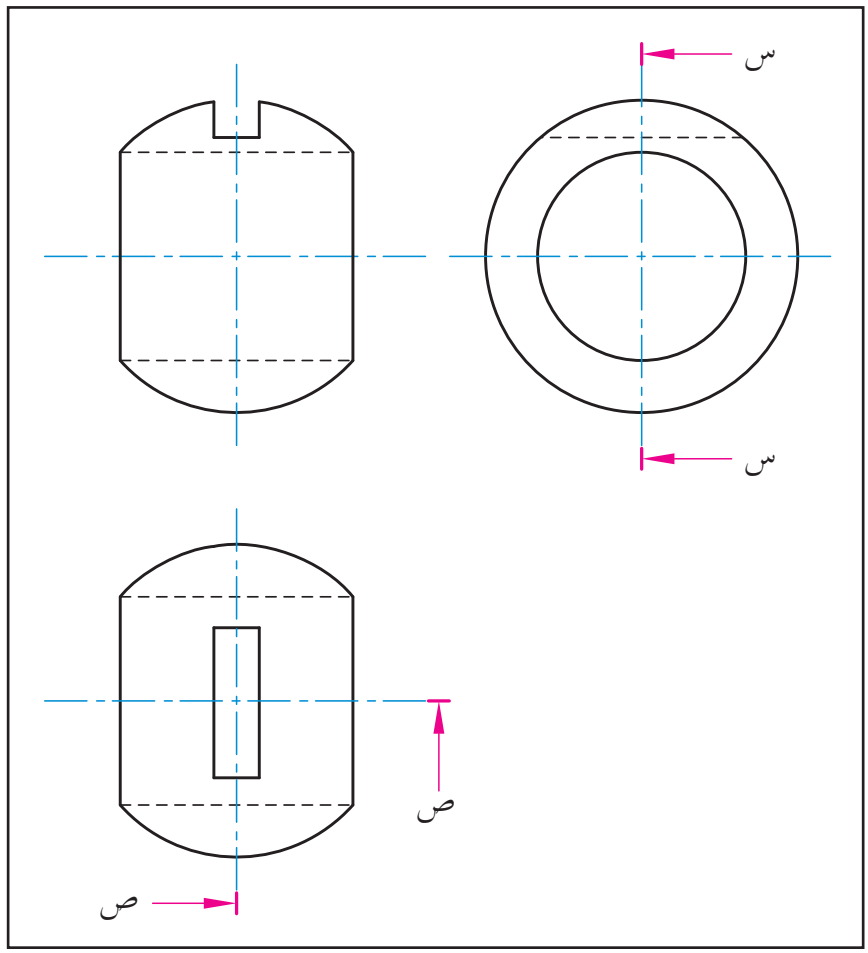
يعدّ القطاع الكامل من أكثر القطاعات استخدامًا، فإذا تخيّلت أن الجسم قد قُطع إلى نصفين، وتمّ إبعاد نصف كامل من الجسم، فإن المسقط الناتج من القطع يسمّى قطاعًا كاملًا، وتقسم القطاعات الكاملة والموازية للمستويات الثلاثة الأساسية إلى:

١ . القطاع الأمامي الكامل (Full Sectional Elevation).

٢ . القطاع الأفقي الكامل (Full Sectional Plan).

٣ . القطاع الجانبي الكامل (Full Sectional Side View).

يبيّن الشكل (٣–٥) القطاع الأمامي الكامل، ويسمى أيضًا القطاع الأمامي (س–س).



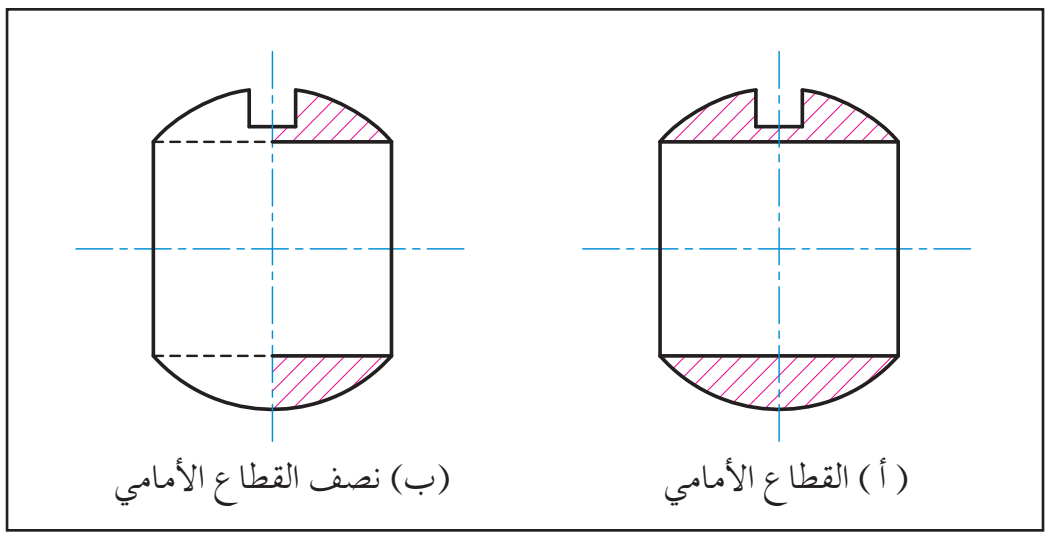
الشكل (٣–٥): مساقط كرة الصمّام للمحبس الكروي.

سنتطرّق إلى هذين النوعين من خلال الشكل (٣–٦)، الذي يمثل مساقط كرة الصمّام للمحبس الكروي الموضح على واجهة هذه الوحدة.

ب– القطاع النصفي أو نصف القطاع (Half Section View).

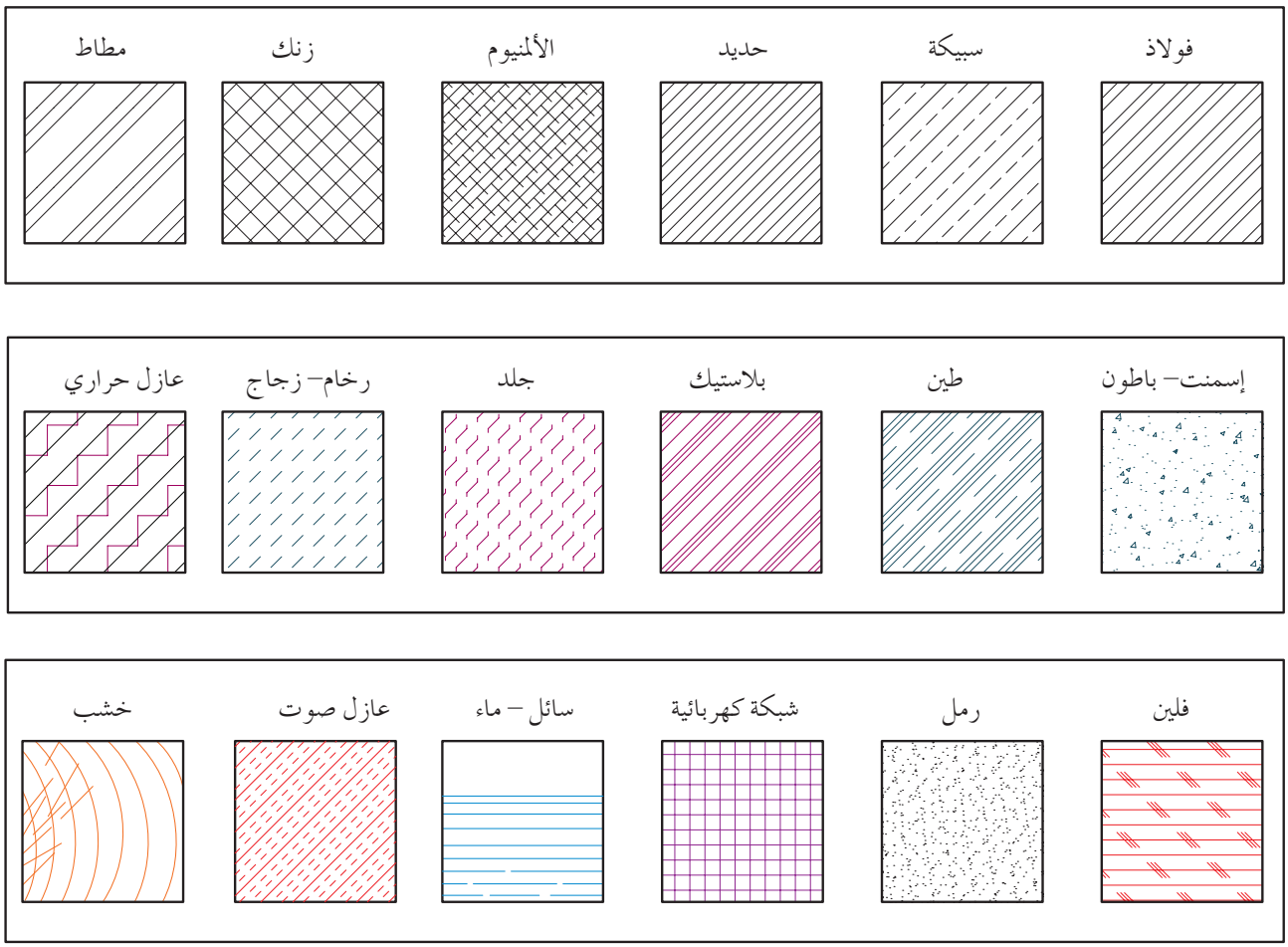
أما نصف القطاع، فهو تخيلك للجسم وقد أزيل ربعه بمستويين متعامدين يمران بمحوري التماثل، وينتج من ذلك مسقط أمامي نصفه قطاع والنصف الآخر مسقط كما في الشكل (٣–٦/ب) الذي يبين القطاع النصفي الأمامي، ويسمى أيضًا نصف القطاع (ص– ص)، ويستخدم في حالة المجسّمات المتماثلة التي يكون من الضروري إظهار أجزاء المجسّم الداخلية والخارجية.

يبيّن الشكل (٣–٦) القطاع الأمامي ونصف القطاع الأمامي لكرة صمّام المحبس الكروي.



الشكل (٣–٦): القطاع.

الجدول (٣–١): رموز التهشير للمواد الهندسية.

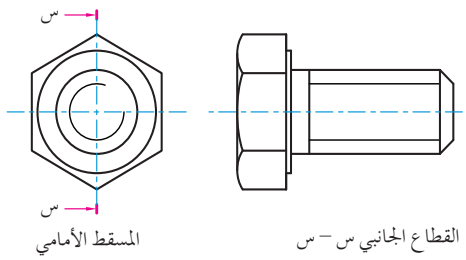
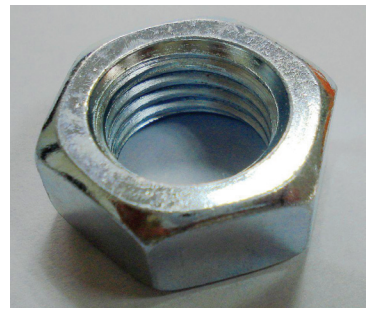
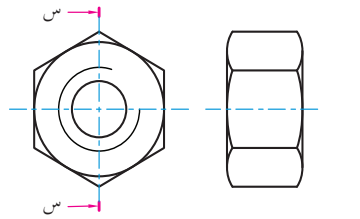
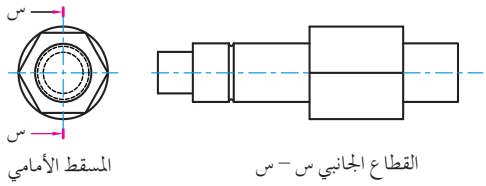
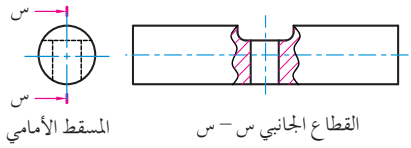
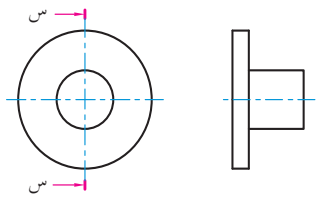
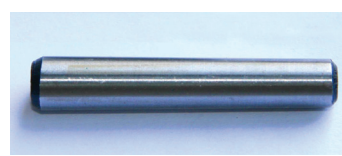
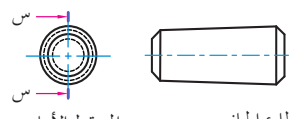


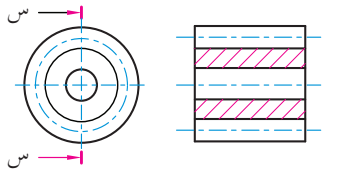
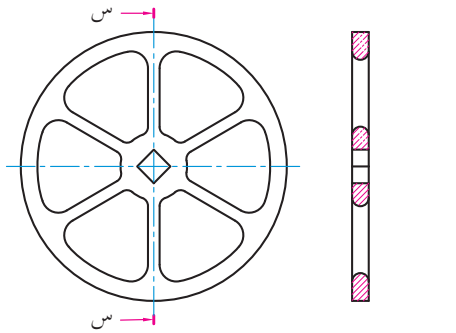
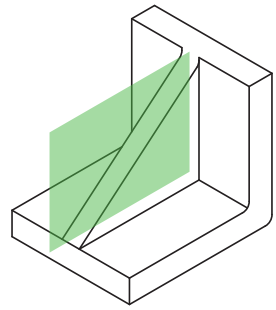
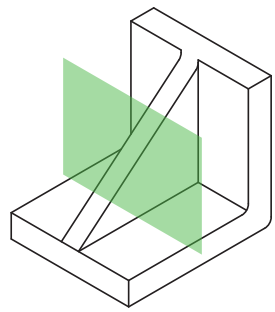
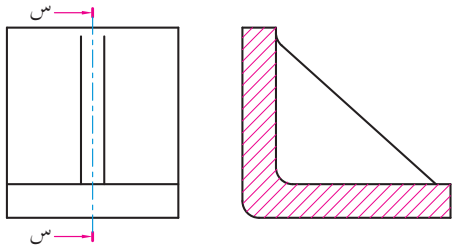
يلاحظ أن الجدول (٣–١) لا يغطي المواد جميعها المستخدمة في التصنيع، وهذا يستدعي من المصممين وضع المواصفات الدقيقة في جدول مواصفات القطع الذي يظهر الرسومات التجميعية.

٤ الأجزاء التي لا تهشر عند قطعها

تُجرى عملية قطع الأجسام لإظهار ما بداخلها من تجاويف أو ثقوب أو مجارٍ، ولكن في حال الأجزاء التي لا تخفي في داخلها شيئًا فلا داعي لقطعها؛ لذا فقد اصطلح دوليًّا على عدم تهشير بعض القطع الميكانيكية عند قطعها في الرسم الصناعي، وهي مبينة في الجدول (٣–٢) الآتي:

الجدول (٣–٢): الأجزاء التي لا تهشر عند القطع.

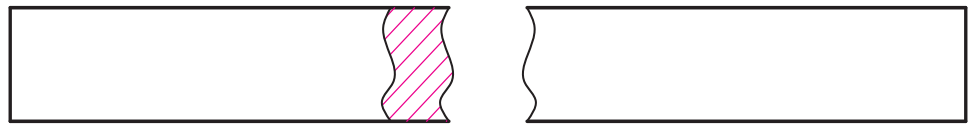
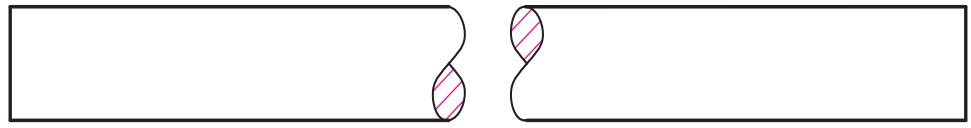
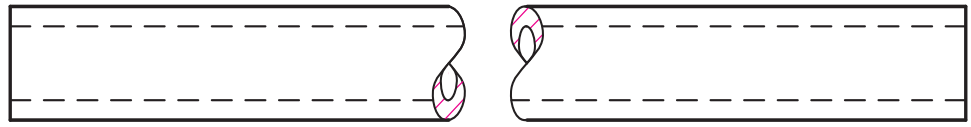
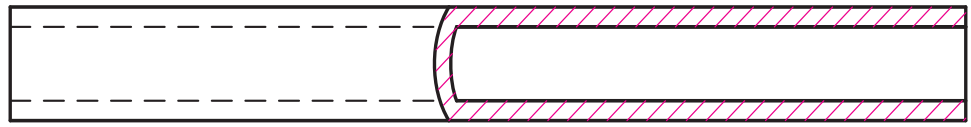
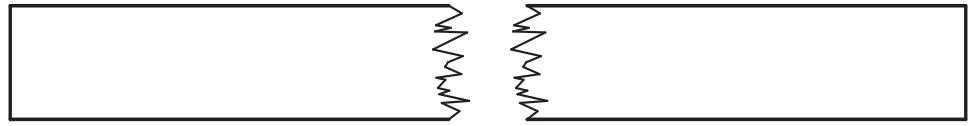
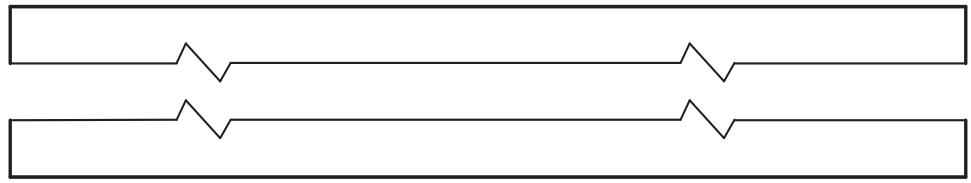
البراغي (Bolts /screws) ما لم تكن مجوّفة		
الصواميل (nuts)		
الأعمدة المصمتة (Solid Shafts) لا تقطع ما لم تكن بها مجاري الخوابير		
المقابض (Hanlde)		
التباشيم (Rivets) ما لم تكن مجوّفة		
الأوتاد المسلوبة **(مسامير التثبيت)** (Taper Pin Joint)		

أسنان التروس (Teeth Of Gears)		
الخوابير (Keys) لا تهشر في القطع الطولي، أما في القطاع العرضي، فتهشر.		
أذرع الطارات والبكرات والحذافات (Wheels، Pulleys and Flywheels) لا تهشر حين يمرّ خط القطع في اتجاه موازٍ لمحور أذرعها.		
الأعصاب (Ribs) لا تهشر إذا قطعت في اتجاه موازٍ لسطحها، ولكنها تهشر عند قطعها في اتجاه عمودي على سطحها.	 	

٥ رموز القطع للقطع الطويلة وأشكالها

ليس من الضروري رسم الأجزاء الطويلة كالأنابيب التي لها شكل المقطع نفسه بطولها الحقيقي؛ لأنها قد تؤثر في مقياس الرسم؛ مما يجعل أبعاد القطع الأخرى صغيرة، لذلك من الأفضل قطع هذه الأجزاء الطويلة، وتحريك أطرافها لتكون بجانب بعضها مع وضع البعد الحقيقي عليها، يبين الجدول (٣-٣) اصطلاحات القطع لبعض الأجزاء المتعارف على طولها.

الجدول (٣-٣): اصطلاحات القطع الطويلة.

مقطع مستطيل	
مقطع دائري	
أنابيب	
أنابيب	
مقطع مستطيل خشبي	
مقطع عام	

٦ البراغي والصواميل والقطع المسننة

يمثّل سن اللولب برسم القطر الأساسي خطًّا كاملًا سميكًا ورسم القطر الإضافي خطًّا رفيعًا، وقد يكون سن اللولب خارجيًّا أو داخليًّا.

أ – **القطاع الكامل** (Full Section View).

يمثّل البرغي سن لولب خارجي، يُرسم كالآتي:

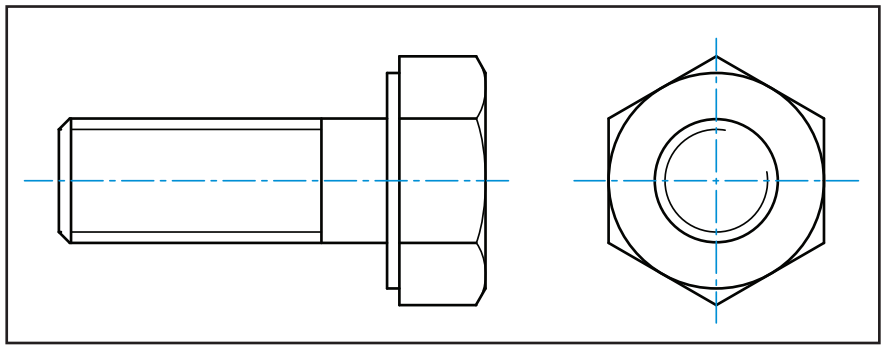
١. ارسم خطين متوازيين سميكين متصلين، يمثّل البعد بينهما القطر الرئيس للبرغي.

٢. ارسم خطين متوازيين رفيعين متصلين، البعد بينهما يمثّل القطر الثانوي للبرغي.
القطر الثانوي الذي يمثّل جذر السن كنسبة (٠,٨٥) من قطر البرغي الرئيس.

٣. ارسم المحيط الخارجي للبرغي بدائرة سميكة في المسقط الجانبي.

٤. ارسم محيط جذر السن داخل الدائرة السميكة بما يقارب أربعة أخماس دائرة بخط رفيع ومتصل.

والشكل (٣–٧) يوضّح هذه الخطوات.



الشكل (٣–٧): الرسم الاصطلاحي لأسنان البرغي.

تكتب مواصفات البراغي بدلالة القطر الخارجي وخطوط السن وطول البرغي وطول الجزء المسنن كالآتي:

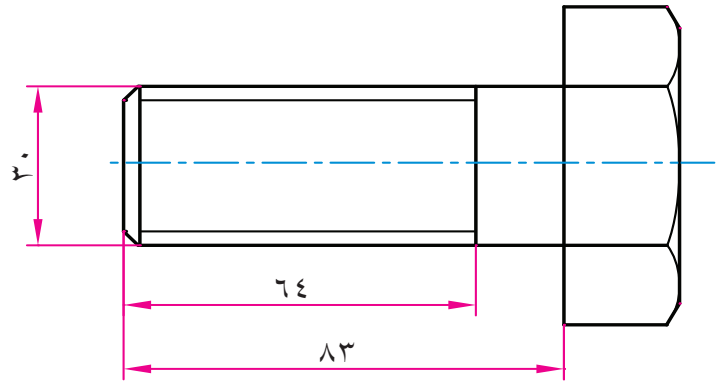
م ٣٠ × ٨٠ × ٦٤ × ٣

أي أن:

– القطر الخارجي ٣٠ مم، – الخطوة ٣ مم،

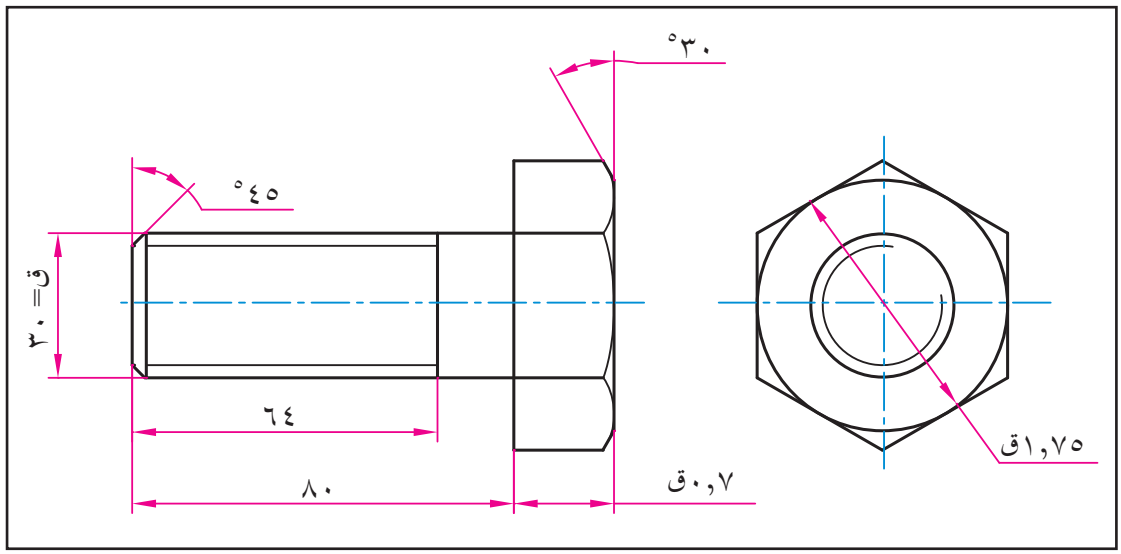
– طول البرغي ٨٠ مم، – طول الجزء المسنن ٦٤ مم.

والشكل (٣–٨) يوضّح ذلك:



الشكل (٣–٨): مواصفات البراغي.

أما رؤوس البراغي سداسية الرأس، فترسم بالأبعاد التقريبية المأخوذة بالنسبة للقطر الخارجي (∅) لأسنان البراغي، ويبين الشكل (٣–٩) أبعاد البرغي المتري بدلالة قطره (∅) أو (ق) والشطفات.



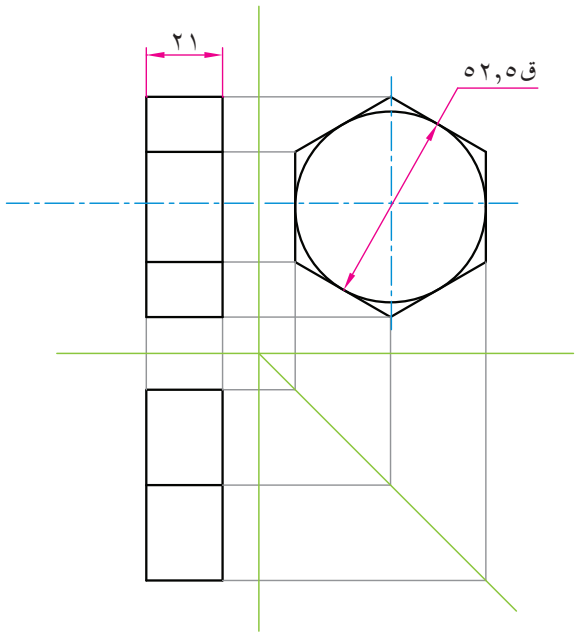
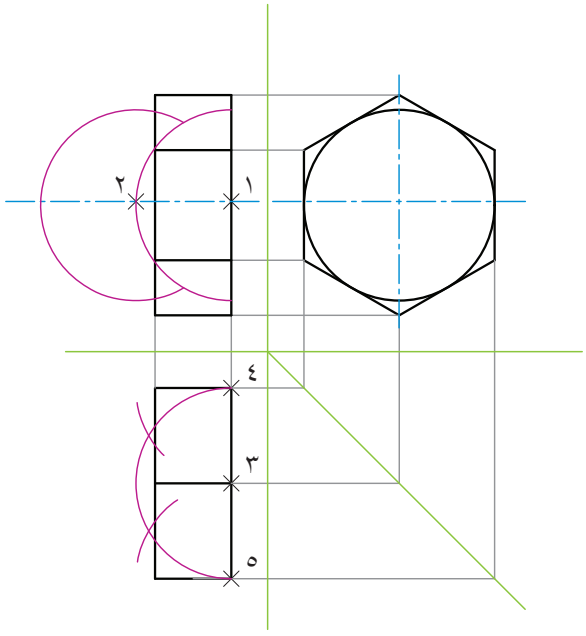
الشكل (٣–٩): أبعاد البرغي ذي الرأس السداسي.

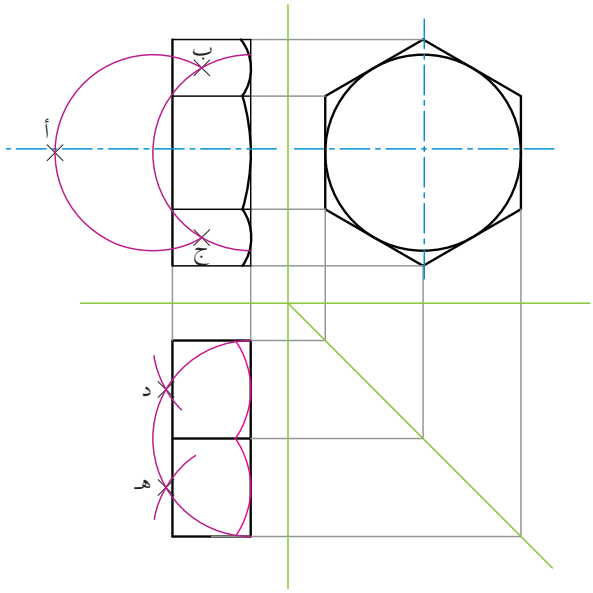
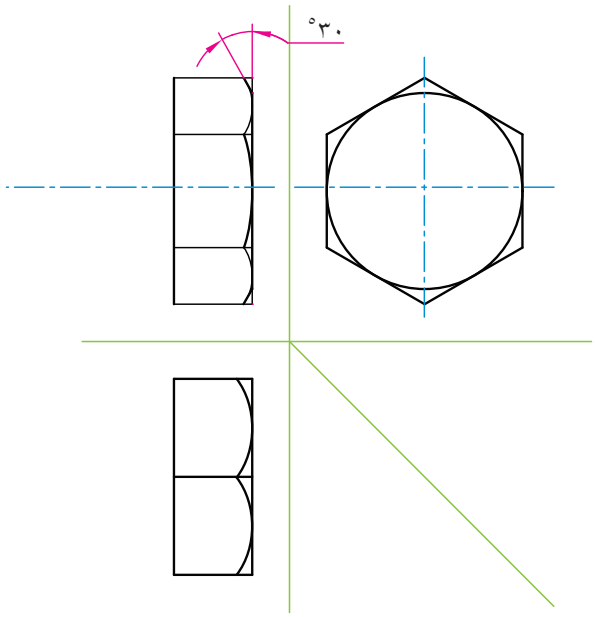
والمثال الآتي يوضّح رسم البرغي ذي الرأس السداسي.

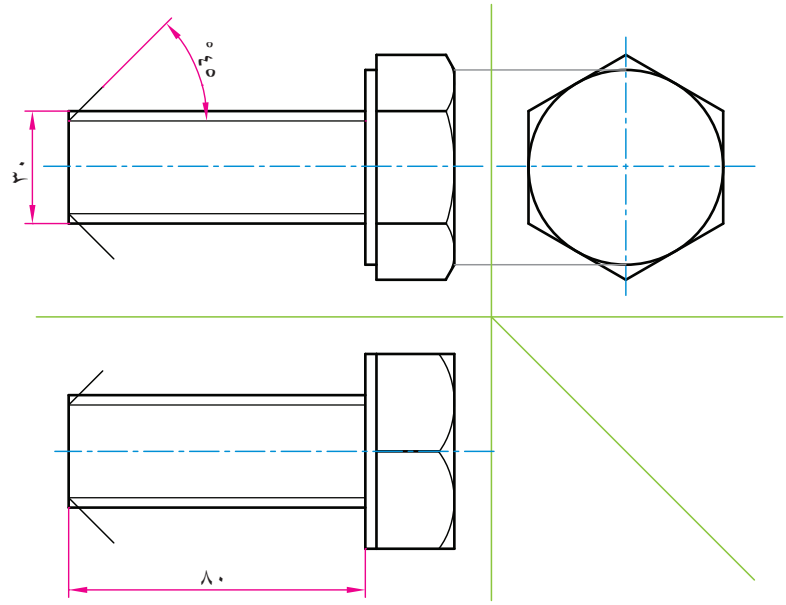
مثال (٣–١)

ارسم البرغي السداسي الرأس (م ٣٠ × ٨٠ × ٦٤ × ٣).

الحل

الرقم	خطوات العمل	الرسم التوضيحي
١	كما في الشكل (١). ارسم دائرة المسقط الجانبي بقطر (١,٧٥ق). ارسم الشكل السداسي مستخدمًا المثلث (٦٠). ارسم المسقط الأمامي مستخدمًا خطوط الإسقاط. ارسم المسقط الأفقي مستخدمًا خطوط الإسقاط. سمك رأس البرغي يساوي (٠,٧ق).	 الشكل (١).
٢	كما في الشكل (٢). افتح الفرجار فتحة تساوي نصف قطر دائرة المسقط الجانبي. ركز الفرجار في النقطة (١)، وارسم قوسًا. ركز الفرجار في النقطة (٢)، وارسم قوسًا يقطع القوس السابق. ركز الفرجار في النقطة (٣)، وارسم قوسًا. ركز الفرجار في النقطتين (٤) و(٥)، وارسم قوسًا يقطع القوس السابق.	 الشكل (٢).

٣	كما في الشكل (٣). حدّد على نقاط التقاطع بين الأقواس على المسقط الأمامي (أ) و(ب) و(ج). ركز الفرجار في النقطة (أ)، وارسم القوس الكبير. ركز الفرجار في النقطتين (ب) و(ج)، وارسم القوسين الصغيرين. حدّد على نقاط التقاطع بين الأقواس على المسقط الأفقي (د) و(هـ). ركز الفرجار في النقطتين (د) و(هـ)، وارسم قوسين.	 الشكل (٣).
٤	كما في الشكل (٤). ارسم شطفتي رأس البرغي في المسقط الأمامي بزاوية (٣٠°). لاحظ أن رأس البرغي في المسقط الأفقي لا توجد له شطفة.	 الشكل (٤).
٥	كما في الشكل (٥). امسح الخطوط الزائدة داخل رأس البرغي وخارجه في المسقطين الأمامي والأفقي. ارسم الخطوط التي تمثل القطر الخارجي (ق) وقطر الجذر للبرغي (٠,٨٥ق) في المسقطين الأمامي والأفقي. ارسم شطفتين لبداية الرأس المسنن للبرغي بزاوية (٤٥°) في المسقطين الأمامي والأفقي.	



الشكل (٥).

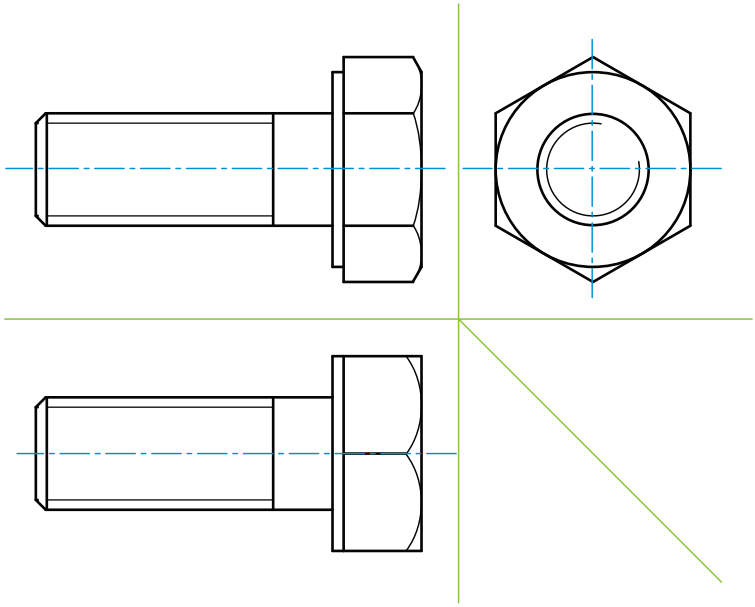
٦ كما في الشكل (٦).

ارسم خطًّا يمثّل حدود انتهاء الجزء المسنن.

امسح الخطوط الزائدة داخل الجزء المسنن وخارجه.

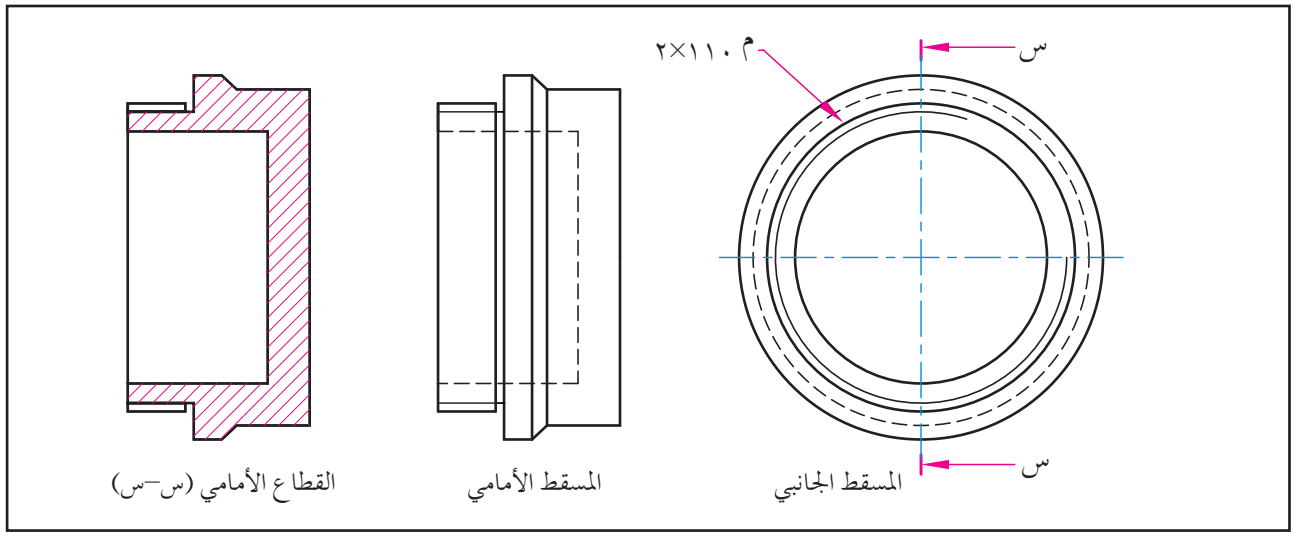
ارسم دائرة القطر الخارجي للبرغي على المسقط الجانبي.

ارسم أربعة أخماس دائرة الجذر للبرغي.



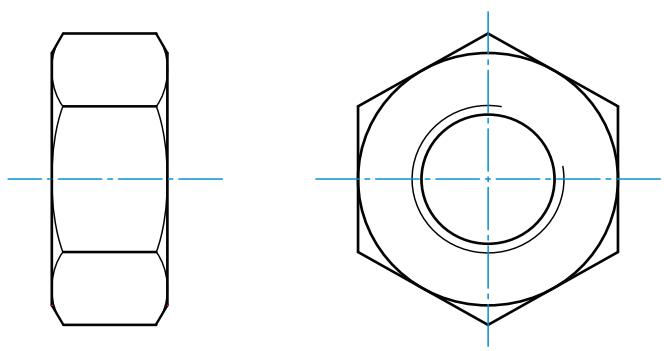
الشكل (٦).

ب- **السن الخارجي للقطعة**: ويشبه البرغي حيث يمثّل الجزء الأساس السميك قطر السن الخارجي، أما القطر الإضافي الداخلي الرفيع، فيساوي (٠,٨٥) من القطر الخارجي، ويرسم السن في المسقط الأمامي والقطاع كما هو موضح بالشكل (٣-١٠)، أما في المسقط الجانبي، فيرسم القطر الخارجي للسن دائرة كاملة سميكة الخط، والقطر الإضافي (٤/٥) دائرة رفيعة الخط كما هو مبين في الشكل (٣-١).



الشكل (٣-١٠): تمثيل السن الخارجي.

جـ- **الصواميل**: يرسم القطر الأساسي (القطر الداخلي) للصامولة خطًّا كاملًا عاديًّا، ويرسم قطر جذر السن (القطر الإضافي) خطًّا رفيعًا، ويرسم القطر الداخلي (ق١) بحيث يساوي ٠,٨٥ من القطر الإضافي (ق)، ويرمز للسن بالرمز (م) أي مسنن، وإذا أضيف القطر إلى رمز السن، يصبح شكل الرمز (م ق) مثل (م١٠)، وتعني جزءًا مسنّنًا قطره ١٠ مم، وترسم الصامولة كما في رسم رأس البرغي، فالصامولة السداسية كما في الشكل (٣-١١)، حيث يكون المحيط الداخلي للصامولة دائرة سميكة في المسقط الجانبي، ويكون محيط جذر السن دائرة رفيعة بما يقارب أربعة أخماس دائرة بخط متصل.



الشكل (٣-١١): صامولة سداسية.

تكتب مواصفات الصامولة بدلالة القطر والخطوة كما في البراغي، وذلك كالآتي:

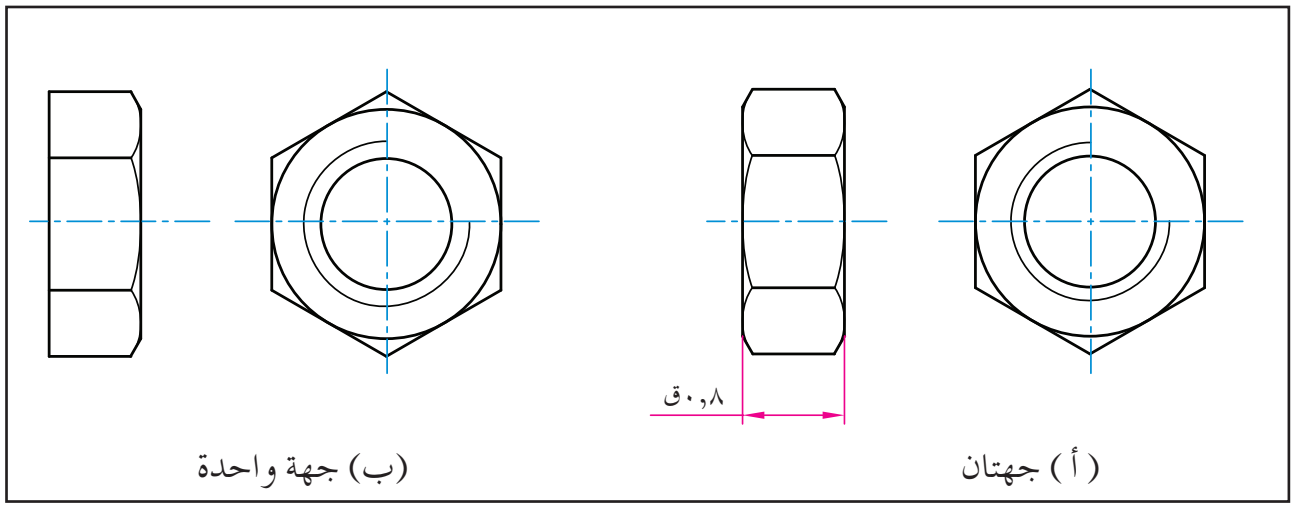
م ١٠ × ١,٥

أي أن:

– القطر الإضافي (١٠) مم.

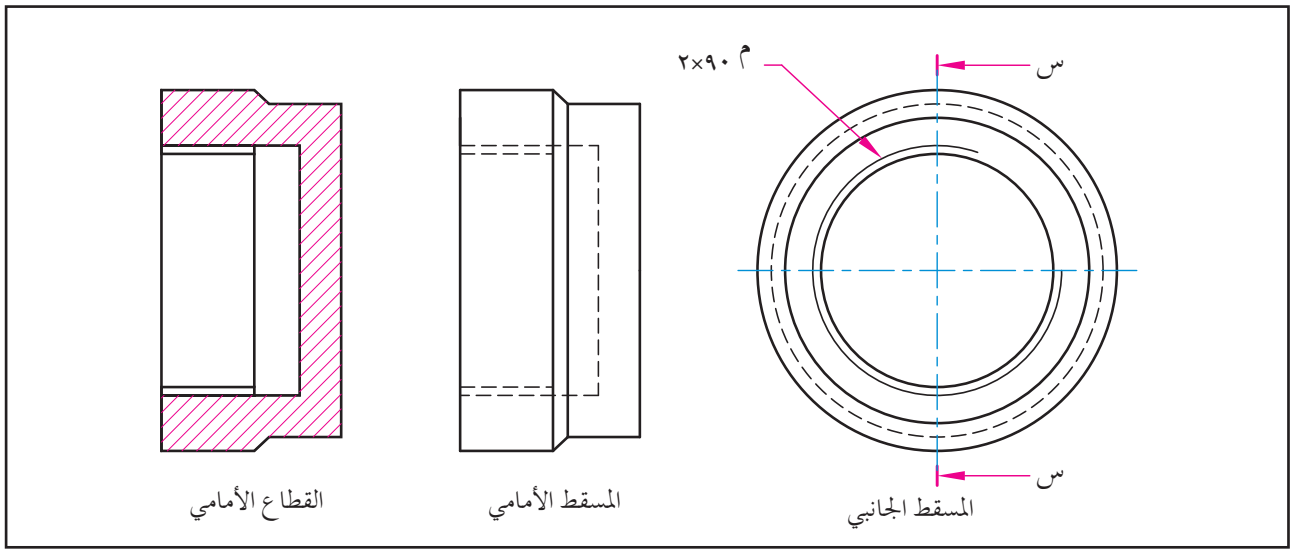
– الخطوة (١,٥) مم.

أما شكل الصامولة السداسية، فيشبه رأس البرغي السداسي، وترسم بالطريقة نفسها باستثناء سمك الصامولة حيث تساوي (٠,٨)، وقد تكون الصامولة مشطوفة من جهتين أو من جهة واحدة كما في الشكل (٣–١٢).



الشكل (٣–١٢): الصامولة السداسية مشطوفة من الطرفين.

د – **السن الداخلي**: يشبه الصامولة حيث يمثل القطر الأساسي السميك قطر السن الداخلي، ويساوي (٠,٨٥) من القطر الخارجي الإضافي الرفيع، ويرسم السن في المسقط والقطاع كما في الشكل (٣–٦)، أما في المسقط الجانبي، فيرسم القطر الخارجي الإضافي الرفيع (٥/٤) دائرة، أما القطر الداخلي السميك، فيرسم دائرة كاملة كما هو مبين في الشكل (٣–١٣)

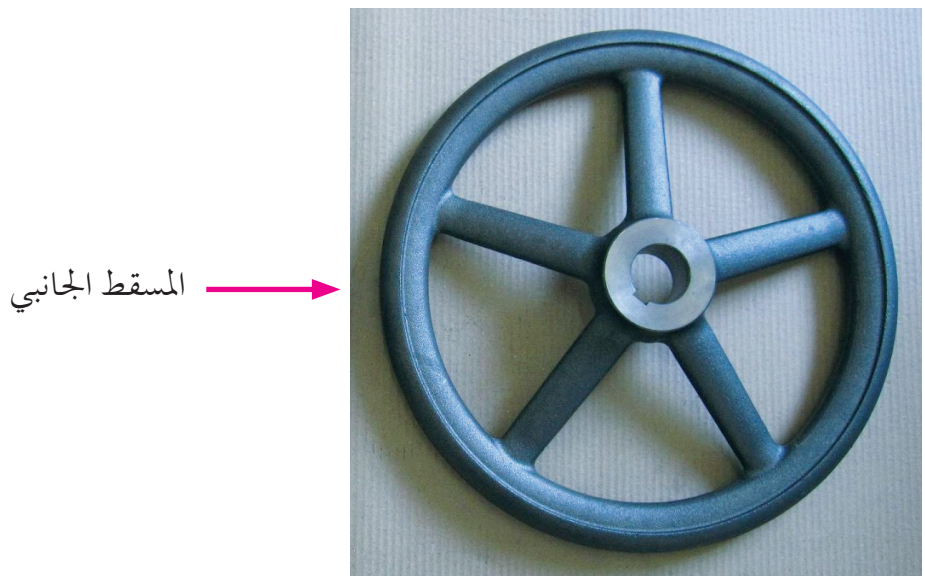


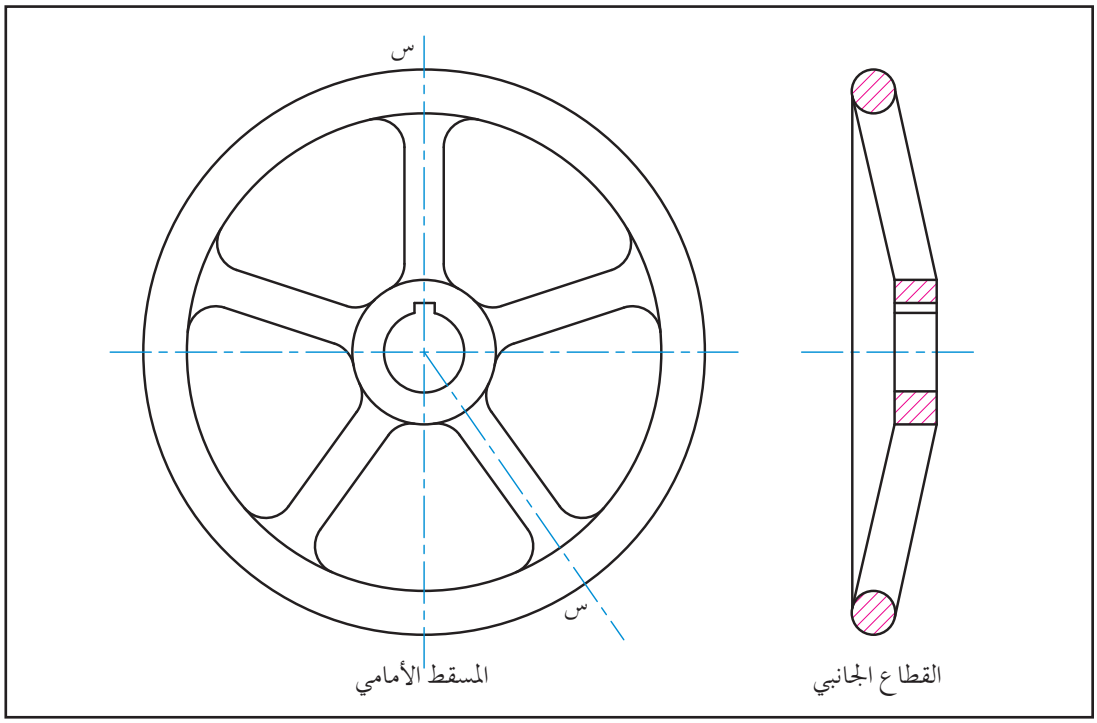
الشكل (٣–١٣): تمثيل السن الداخلي.

٨ المحاذاة

المحاذاة (Aligned): عملية يتم خلالها رؤية جزء من جسم مركب على زاوية ما بالنسبة للمحور الرئيس، بحيث يظهر هذا الجزء وكأنه يقع على خط محوري مستقيم؛ وتحتاج بكثرة إلى تطبيق المحاذاة عند رسم أذرع الطارات للصمّامات وعند رسم الثقوب في الوصلات المشفهة كذلك.

والشكل (٣–١٤) يبين طارة فردية الأذرع ومسقطها الأمامي وقطاعها الجانبي.





الشكل (٣–١٤): طارة فردية الأذرع ومسقطها الجانبي وقطاعها الأمامي.

يمكن ملاحظة ما يأتي:

أ – الأجزاء المركبة على زوايا مختلفه يجب أن تكون متماثلة حتى تجرى المحاذاة.

ب– يظهر في القطاع أو المسقط تماثل حول محور الدوران.

جـ– يزداد وضوح المسقط أو القطاع بسبب التماثل.

د – تتم المحاذاة في القطع التي فيها زوج متماثل أو عدد فردي من الأجزاء المتماثلة.

ومن القطع التي تطبق فيها المحاذاة:

أ – الجسم الدائري المحتوي على أعصاب متماثلة، عددها فردي حول محور الدوران.

ب– الطارات المحتوية على أذرع متماثلة، عددها فردي حول محور الدوران.

جـ– الجسم الفردي المحتوي على ثقوب متماثلة، عددها فردي حول محور الدوران.

ثانيًا الرسم التجميعي (Assembly Drawing)

الرسم التجميعي (Assembly Drawing) هو رسم وحدة ميكانيكية مكونة من عدة أجزاء، بحيث يحتوي الرسم على الأجزاء جميعها المكونة للوحدة، لبيان كل جزء ميكانيكي بالنسبة لبقية أجزاء الوحدة الميكانيكية.

١ أهداف الرسم التجميعي

يهدف الرسم التجميعي إلى الآتي:

أ – بيان وضع الأجزاء الميكانيكية بالنسبة لبعضها.

ب– بيان طريقة تركيب الأجزاء الميكانيكية (يساعد الفني على فكّ وتركيب أي جزء في الصيانة الدورية أو الطارئة).

جـ– مساعدة الفني على كيفية عمل الوحدة الميكانيكية المرسومة.

د – التعرف إلى مدى ملاءمة ودقة أبعاد الأجزاء الميكانيكية بعد تجميعها.

هـ– توضيح أجزاء المعدات التي يصعب رؤيتها أو الوصول إليها (حيث يستعمل في الكتالوجات المرفقة مع المعدات، وبالتالي يعطي العامل الفني المعلومات اللازمة للفك والتركيب، والتحذيرات التي يجب تجنبها في أثناء القيام بعملية الصيانة أو تشغيل المعدات)، وبالتالي يتفادى العامل الوقوع في الخطأ عند اعتماده على التجربة، والخطأ في حال عدم توفر الرسم التجميعي للمعدات.

و – يعطي الكتالوج الفني فرصة اختيار أدوات الماكنة التي تناسبه وطريقة فكها (فإذا وجد العامل مثلًا أن طريقة الفك والتركيب معقدة تؤدي إلى زيادة الوقت اللازم، فسيلجأ إلى اختيار طريقة أخرى يكون الفك والتركيب فيها أسهل، مما يؤدي إلى سهولة الصيانة، وتقليل الوقت الضائع).

ز – يعطي الرسم التجميعي معلومات عن طريقة تصنيع وإنتاج الوحدة الميكانيكية (من خلال عمل كل جزء والمعلومات الفنية)، بحيث يقوم الفني بالحصول على هذه الأجزاء بالتصنيع المحلي إذا تعذر الحصول عليها من الشركة المنتجة.

ح – يساعد الرسم التجميعي الذي تستعمل فيه الرموز والمصطلحات (الرسوم التخطيطية) على بيان طريقة التجميع الأنسب للعمل المطلوب، ويكثر استعمال هذا النوع من الرسم في المجالات الفنية ومواقع الشبكة العنكبوتية (إنترنت)، التي تصدر بشكل دوري كوسيلة لنقل التقدم والتطور التكنولوجي.

٢ وضع الأبعاد

في بعض الرسومات التجميعية، توضع الأبعاد جميعها بين المحاور وكل جزء وآخر، لتسهيل معرفة كيفية تثبيت الأجزاء بالنسبة لبعضها.

أ – في البعض الآخر من الرسومات التجميعية، توضع الأبعاد الرئيسة فقط كالتي تبين المسافة بين المحاور، وبالتالي تحديد حركة الوحدات المكونة لهذه الأجهزة.

ب– في الكتالوجات (التخطيطية)، توضع الأبعاد الرئيسة فقط.

جـ– أما غالبية الرسومات التجميعية، فلا تحتاج إلى وضع أبعاد عليها (حيث يُكتفى بذكر مقياس رسم).

٣ ترقيم الأجزاء الميكانيكية

في الرسم التجميعي يجب أن يكون لكل جزء في الوحدة الرئيسة الكاملة رقم (Part Number)، ويعدّ هذا الرقم ثابتًا، حيث يساعد الفني على طلب الجزء بسهولة من الشركة الصانعة، ويساعد على عملية ترتيب المستودعات الفنية من جوانب مختلفة، ولا يتغيّر هذا الرقم إلا إذا طرأ تعديل على الجزء نفسه، حيث يضاف إليه رقم آخر، أما الرقم المتسلسل (Serial Number) في الوحدة التجميعية الواحدة، فيوضع إما حسب أهمية الجزء في الوحدة التجميعية، أو حسب ترتيب تركيب الأجزاء، أو حسب ترتيب فكها.

ويشترط في الرسم التجميعي أن يشتمل على المساقط والقطاعات الكافية للتوضيح والفهم، مع وضع المعلومات اللازمة كالعنوان الرئيس للوحدة، واسم القطع، ونوع المادة المصنوع منها، إضافة إلى ذكر عدد مرات استخدام قطعة محددة في الوحدة التجميعية.

٤ الإجراءات المتبعة في الرسم التجميعي

هناك إجراءات في الرسم التجميعي لإتمام الرسم بشكل صحيح ودقيق وسريع، ومن هذه الإجراءات:

أ – التعرف إلى اسم الوحدة التجميعية، وطريقة عملها، ووظيفة كل جزء.

ب– قراءة الأبعاد، ومقارنة مساقط الأجزاء.

جـ– تجميع الأجزاء الميكانيكية بالتسلسل؛ لتعطي وحدة تجميع كاملة موضحة عليها الأجزاء والمواصفات المطلوبة جميعها داخل الجدول.

الجداول المرفقة لكل رسم تجميعي هي وسيلة لمعرفة البيانات والمواصفات اللازمة للإنتاج والفك والتركيب، وكذلك المستخدمة في الرسم، ونذكر منها رقم القطعة، واسم القطعة، ونوع المادة (معدنها) وعددها، والرقم المتسلسل، واسم المصنع ومن رسمها، والملاحظات ...إلخ.

ومن أجل التوضيح وتسهيل الترتيب، اعتمدنا في هذا الكتاب جدولًا توضيحيًّا وعليه بعض المواصفات منها: رقم القطعة، ومسميات الأجزاء، ونوع مادة الصنع، وعدد القطع، وبالرجوع إليها يتم التجميع حسب التسلسل الأدائي لكل جزء، والترقيم المكتوب لكل قطعة، وهكذا.

رقم القطعة	اسم القطعة	نوع المادة	عدد

١٥ ٤٠ ٢٠ ١٠

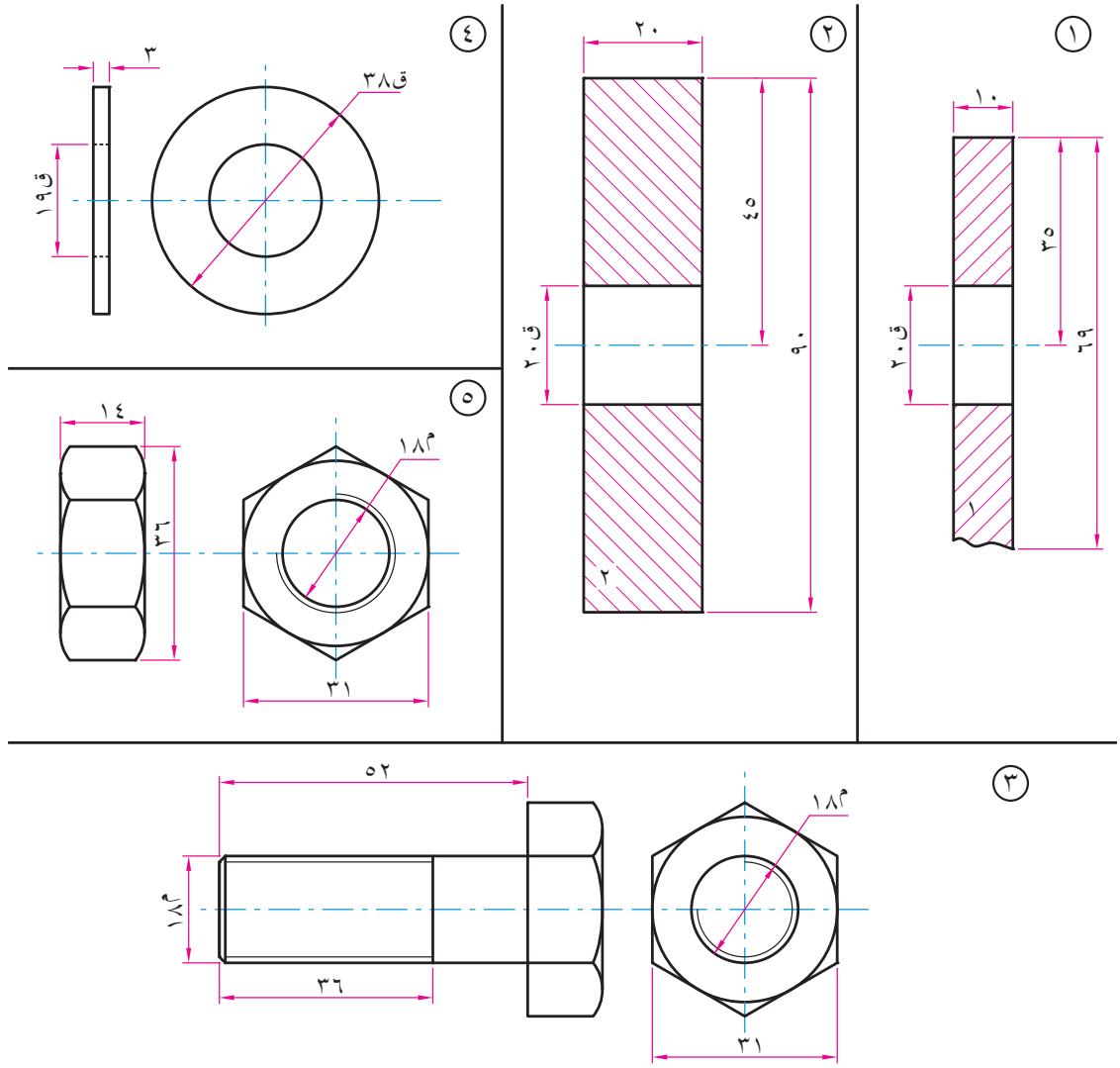
في ما يأتي الإرشادات المختلفة في الرسم التجميعي:

أ – **التعرف إلى اسم الوحدة التجميعية وطريقة عملها ووظيفة كل جزء:** تساعد على معرفة وظيفة الأجزاء والقطع في عملية تجميع، فالأجزاء التي تقوم بآلية عمل محددة يتم تجميعها معًا؛ لإنجاز الهدف الذي صممت من أجله، والمثال (٣–٢) يوضح كيف تُجمع قطعتان من

المعدن، الأولى قاعدة والثانية جزء من محرك، بوساطة برغي سداسي وحلقة وصامولة، فبهذه الطريقة يتم تثبيت تنصيف (وجمع) القاعدة مع المحرك ببرغي وصامولة وحلقة؛ لحماية القطعة وتأمين التثبيت.

مثال (٣–٢)

الشكل (٣–١٥) يبين مقطعين لقطعتين معدنيتين (مصمتة) مثقوبة وبرغي وحلقة وصامولة.
المطلوب: قراءة الرسومات، ومعرفة وظيفة كل جزء منها وترتيبه، وكيفية تجميعها وربطهما بوساطة برغي نافذ وحلقة وصامولة.

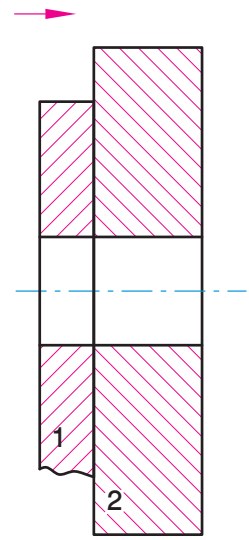


الشكل (٣–١٥): أجزاء ميكانيكية مفصلة.

رقم القطعة	اسم القطعة	نوع المادة	عدد
١	قطعة ١	حديد	١
٢	قطعة ٢	حديد	١
٣	برغي سداسي	حديد	١
٤	حلقة (روندیلّة)	حديد	١
٥	صامولة سداسية	حديد	١

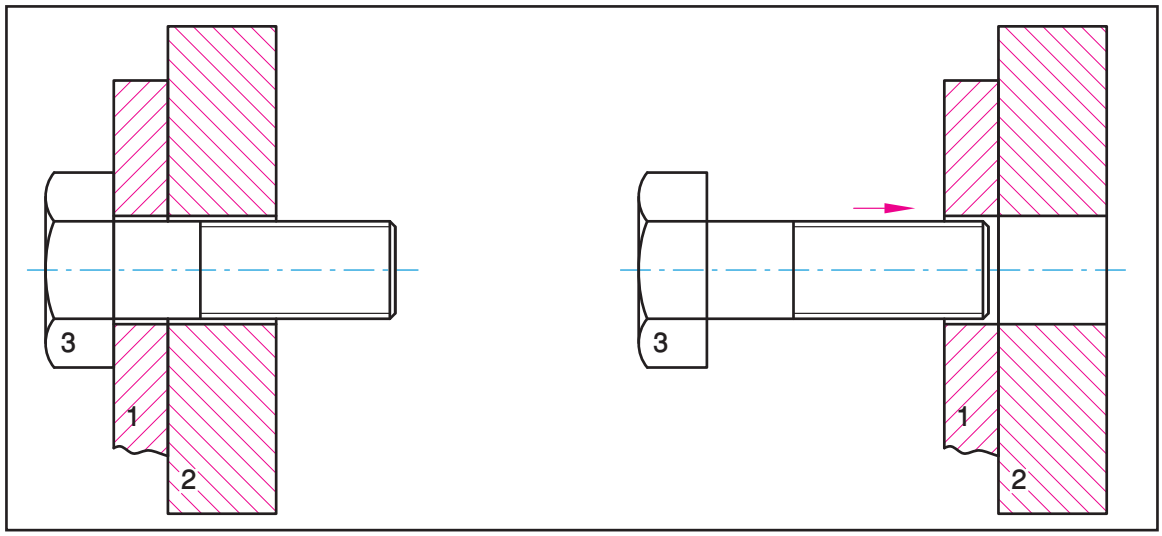
الحل

بعد بيان الأبعاد جميعها للقطعتين والبرغي والحلقة والصامولة، يتم الاستعداد لرسم القطع مجمعة (الرسم التجميعي)، وذلك بدراسة المقاطع والمساقط المعطاة حسب ترتيب القطع في الجدول، أو على المقاطع المرسومة وهكذا، تُتَّبع خطوات الرسم التجميعي بالترتيب (ترتيب القطعتين على بعضهما حسب خط المركز). الشكل (٣-١٦) يبين طريقة مطابقة قطعتي المعدن.



الشكل (٣-١٦) مقطع للقطعتين.

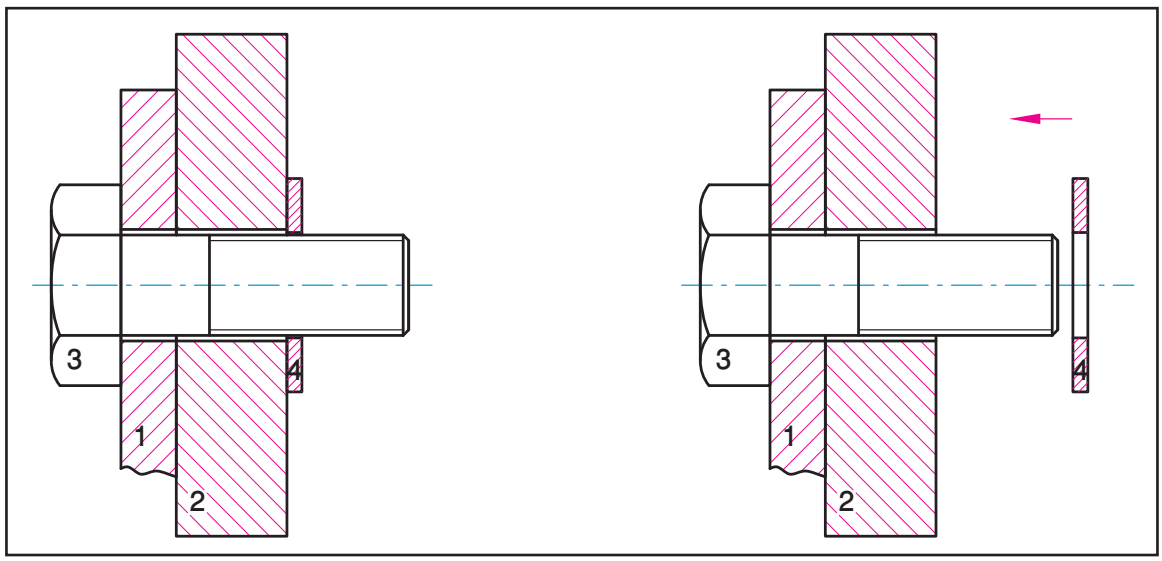
وضع البرغي داخل القطعتين في الفراغ وعلى خط المركز كما في الشكل (٣–١٧).



(أ) البرغي في حالة المطابقة والتركيب (ب) البرغي مجمّعة

الشكل (٣–١٧): مقطع برغي.

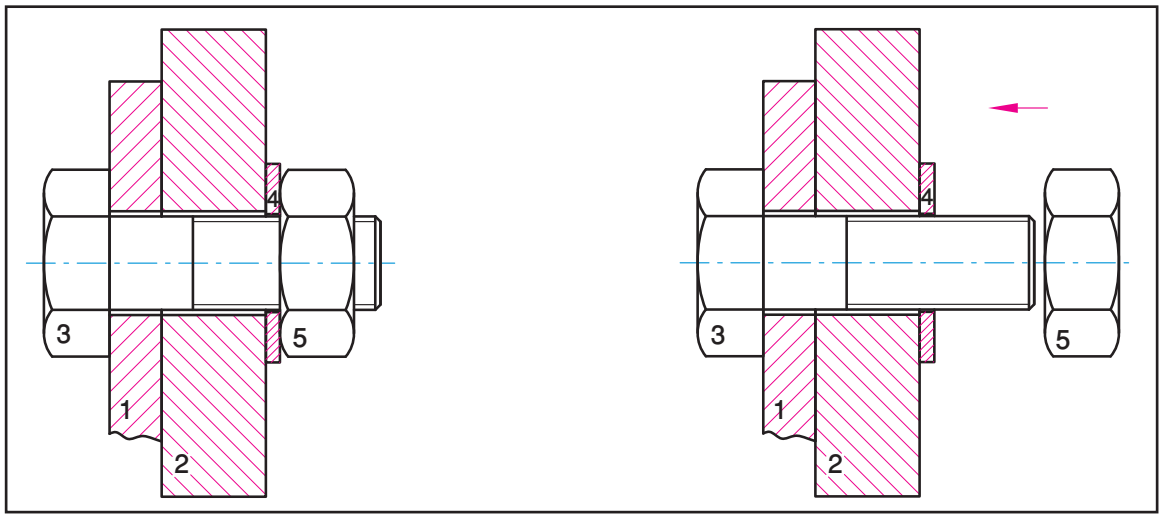
وضع الحلقة داخل البرغي وعلى خط المركز كما في الشكل (٣–١٨).



(أ) الحلقة في حالة المطابقة والتركيب (ب) الحلقة مجمّعة

الشكل (٣–١٨): مقطع حلقة.

ربط القطعتين بالصامولة مع البرغي كما في الشكل (٣–١٩).



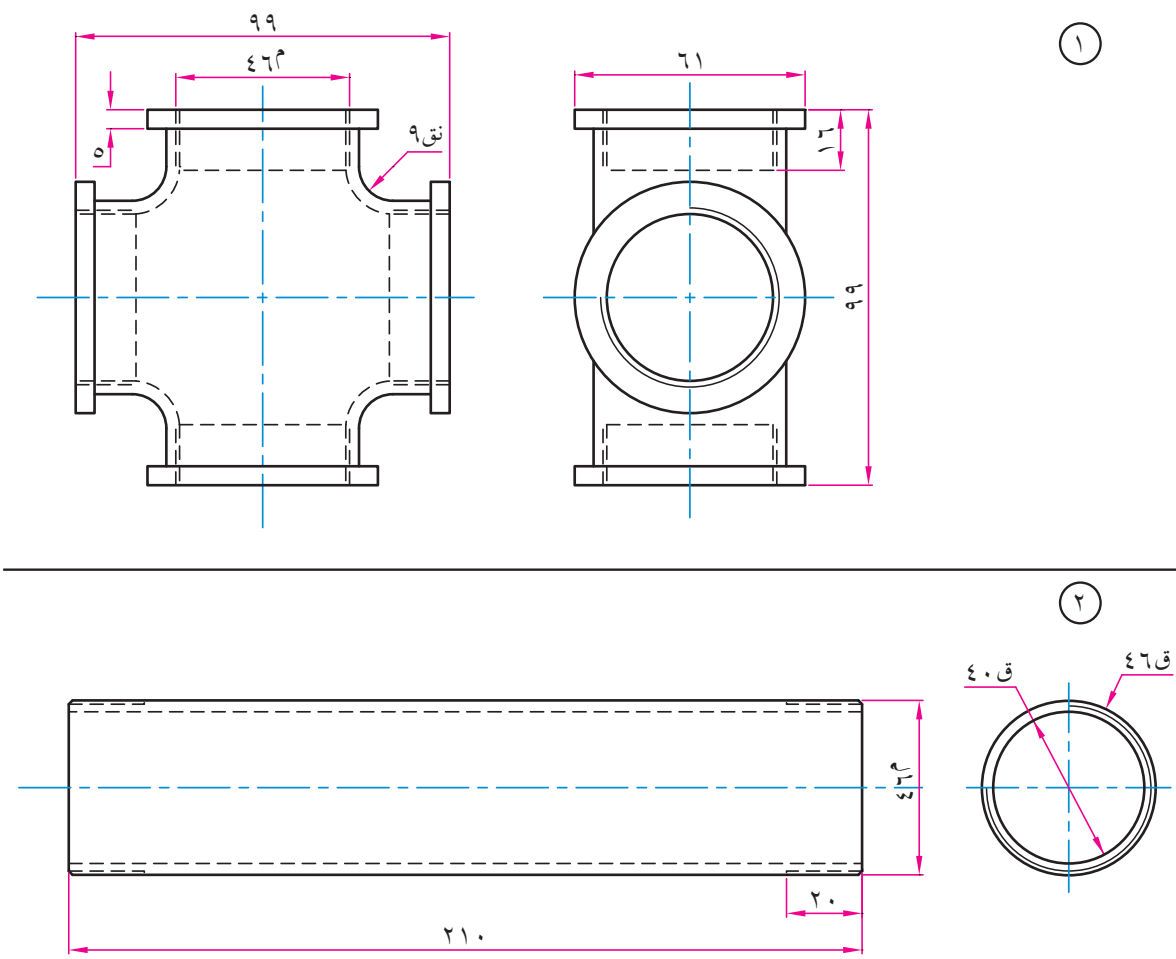
(أ) صامولة في حالة المطابقة والتركيب (ب) صامولة مجمّعة

الشكل (٣–١٩): مقطع صامولة.

ب– **قراءة الأبعاد ومقارنة مساقط الأجزاء**: إن قراءة الأبعاد لها دور كبير في الرسم التجميعي، فالأجزاء التي أبعادها متشابهة (وأقطار ثقوبها) يتم تجميعها معًا وذلك لتطابقها في الأبعاد والشكل أيضًا، كما أن عملية مقارنة المساقط تساعد على زيادة معرفة الأجزاء خلال عملية التجميع، من حيث تتبع شكل القطعة الأولى من القطعة الثانية، والمثال (٣–٣) يوضح ذلك:

مثال (٣–٣)

يبيّن الشكل (٣–٢٠) قطعة وصل على شكل مصلب مع شبكة أنابيب.
المطلوب: تجميع هذه الأجزاء حسب الأبعاد الموضوعة على الأجزاء في قطاع أمامي كامل بمقياس رسم (١:١).

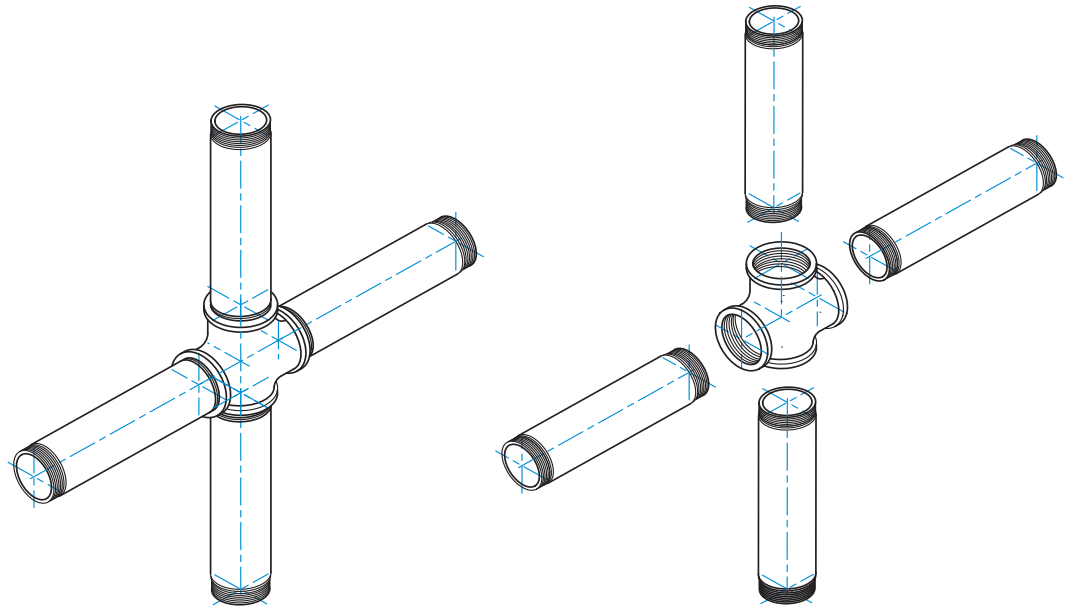


الشكل (٣–٢٠): مصلب أنابيب.

رقم القطعة	اسم القطعة	نوع المادة	عدد
١	مصلب أنابيب	حديد	١
٢	أنبوب	حديد	٤

الحل

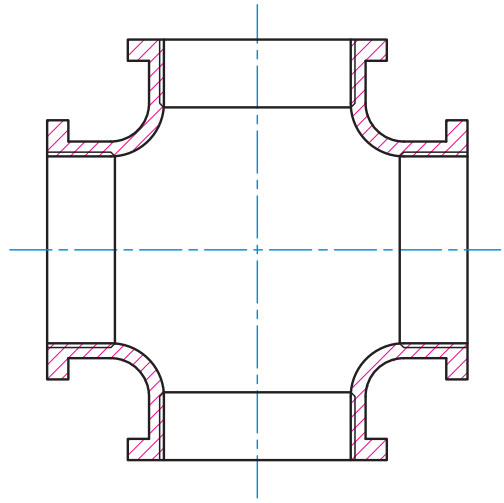
يمثل الشكل (٣–٢١) كيفية تجميع قطعة الوصل مع الأنابيب.



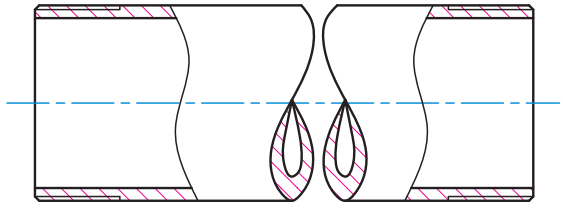
الشكل (٣–٢١): قطعة الوصل مع الأنابيب.

خطوات الحل

١– ارسم مقطعًا أماميًّا كاملًا لقطعة الوصل والأنابيب، مبيّنًا فيها التسنين الداخلي والخارجي كما في الشكلين (٣–٢٢) و(٣–٢٣).

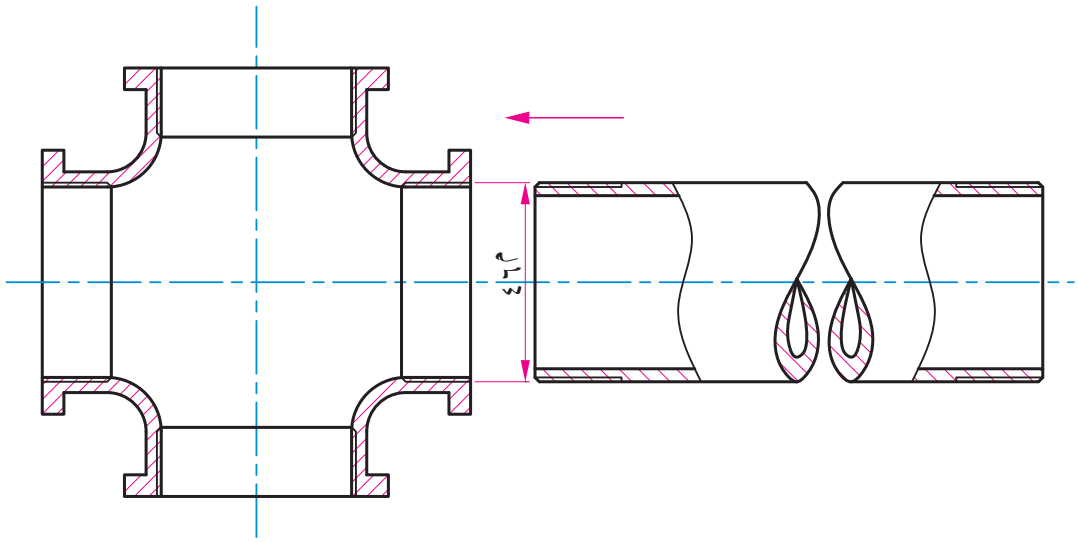


الشكل (٣–٢٢): مقطع أمامي كامل لقطعة الوصل.



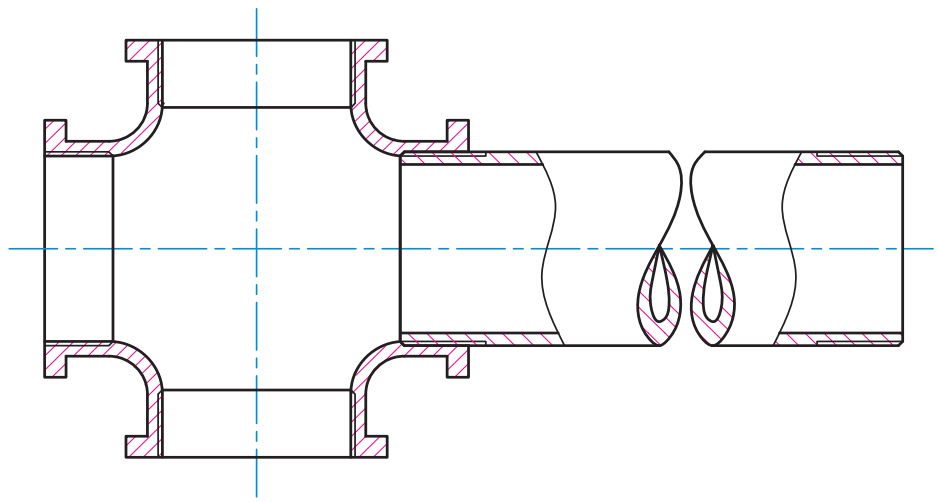
الشكل (٣–٢٣): مقطع أمامي كامل للأنبوب.

٢- طابق القطر الخارجي للأنبوب مع قطعة الوصل لجمع القطع مع بعضها معًا كما في الشكل (٣-٢٤) و(٣-٢٥) :



الأنبوب في حالة المطابقة والتركيب

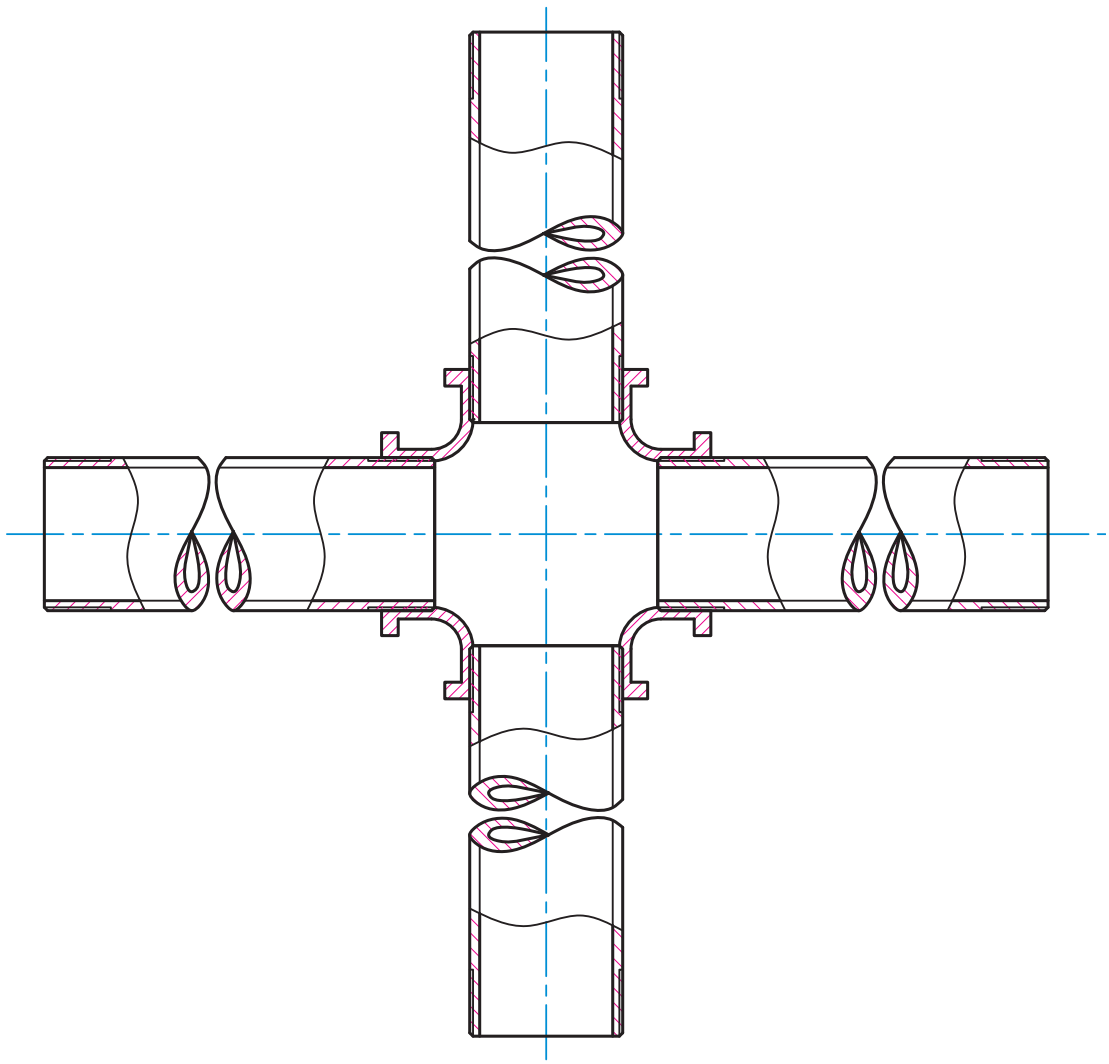
الشكل (٣-٢٤): مطابقة القطر الخارجي للأنبوب مع قطعة الوصل.



الأنبوب مجمع مع قطعة الوصل

الشكل (٣-٢٥): مقطع مـجمع.

٣- اجمع قطع الأنابيب مع قطعة الوصل المطلوبة كما في الشكل (٣-٢٦):



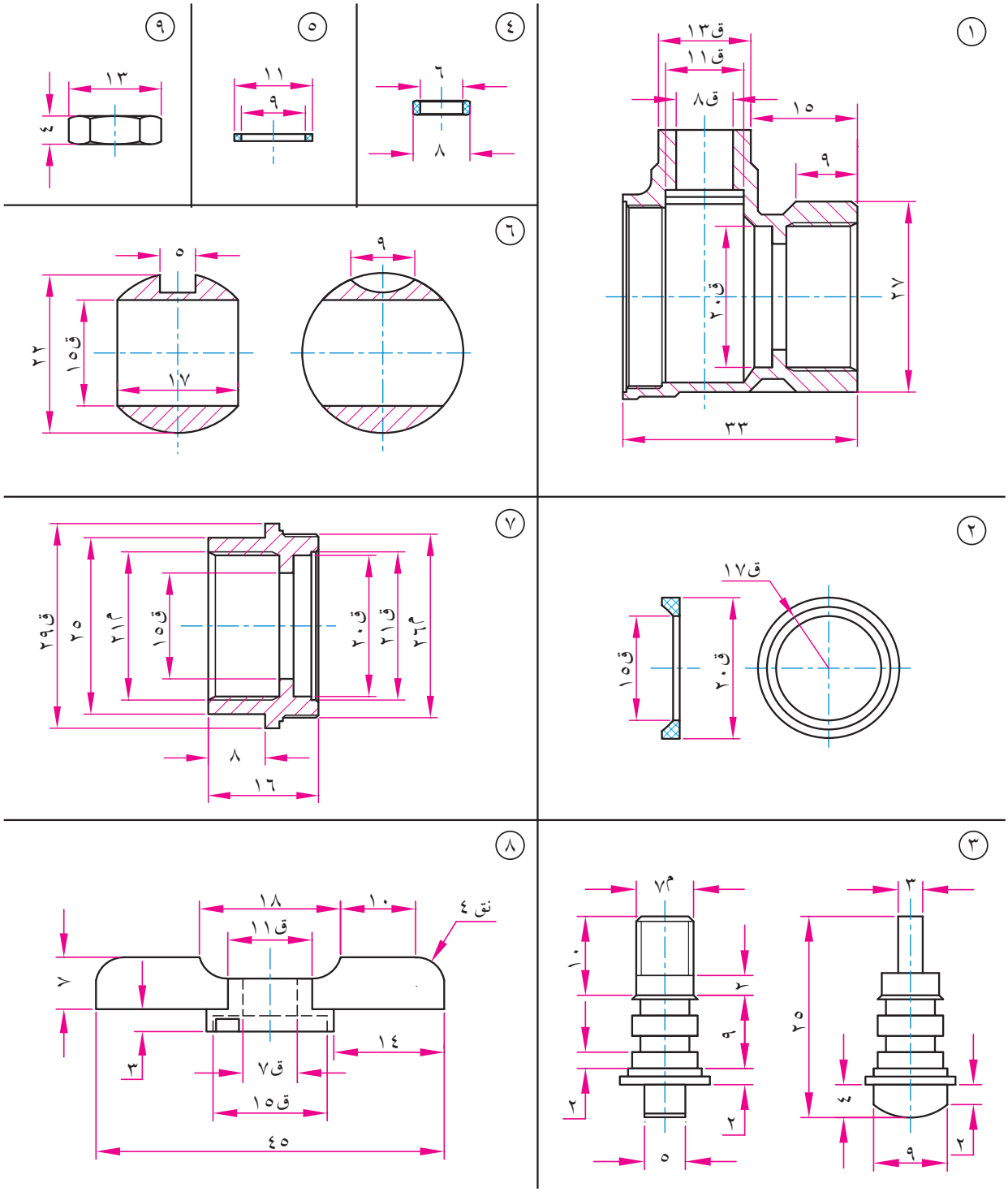
الشكل (٣-٢٦): مقطع مجمع.

جـ- تجميع الأجزاء بالتسلسل لتعطي وحدة تجميع كاملة موضحة عليها الأجزاء والمواصفات المطلوبة جميعها داخل جدول:

مثال (٣-٤)

يبين الشكل (٣-٢٧) الأجزاء الميكانيكية لصمّام كروي مقطوعة قطاعًا أماميًّا.

المطلوب: تجميع أجزاء الصمّام حسب الأبعاد قطاعًا أماميًّا بمقياس رسم (١ : ١).



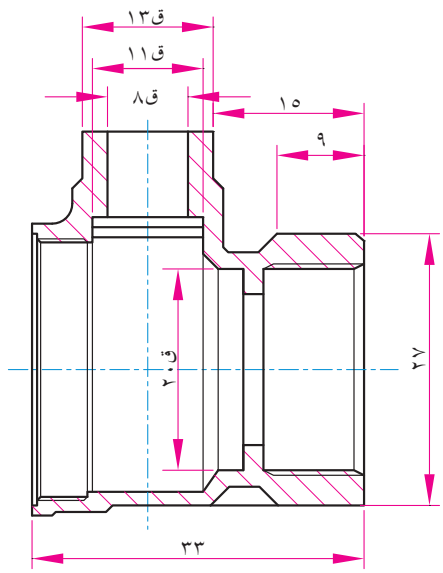
الشكل (٣–٢٧): أجزاء صمّام كروي.

رقم القطعة	اسم القطعة	نوع المادة	عدد
١	جسم الصمّام	حديد	١
٢	حافظة	تيلفون	٢
٣	عمود الصمّام	حديد	١
٤	حلقة	مطاط	١
٥	حلقة	مطاط	٢
٦	كرة الصمّام	حديد	١
٧	صامولة إحكام الصمّام	حديد	١
٨	يد تحكم	حديد	١
٩	صامولة شدّ	حديد	١

الحل

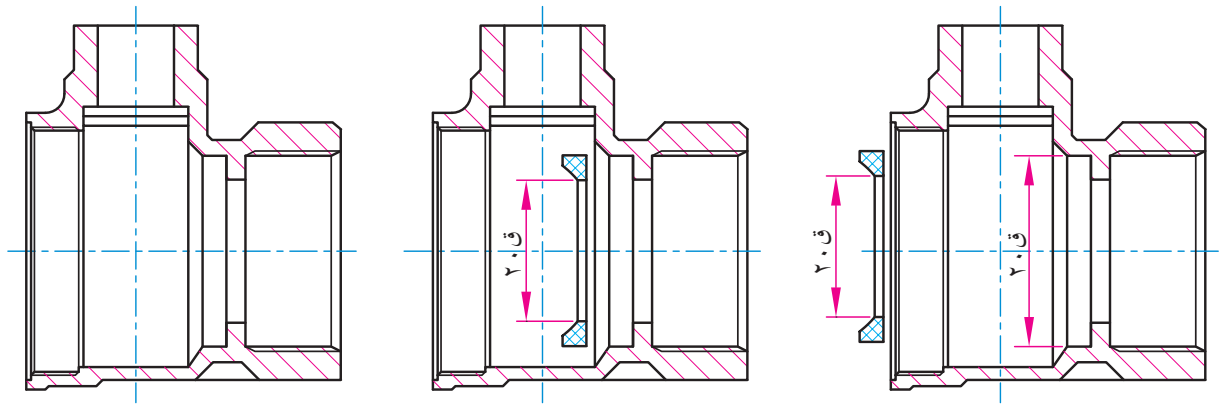
١- الجدول الموجود يساعد على معرفة كل جزء من أجزاء الصمّام الكروي وترتيبه؛ لذلك يجب قراءة الجدول والتمعّن فيه.

٢- ارسم الجسم، لأن الأجزاء جميعها تُجمع داخل الجسم، كما في الشكل (٣-٢٨):



الشكل (٣-٢٨): قطاع أمامي لجسم صمّام كروي.

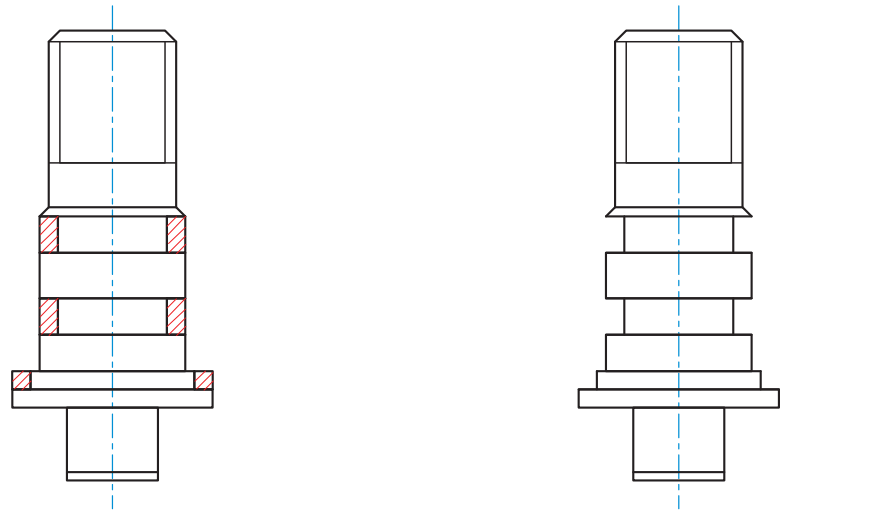
٣- القطر الخارجي للجسم مطابق لقطر القطعة رقم (٢) الخارجي، لذلك هذه القطعة مركبة في الجسم ضمن البعد نفسه، والشكل (٢-٢٩) يوضح ذلك:



(أ) الحافظة في حالة المطابقة (ب) الحافظة في حالة التركيب (جـ) الحافظة مجمّعة.

الشكل (٣-٢٩): تجميع الحافظة.

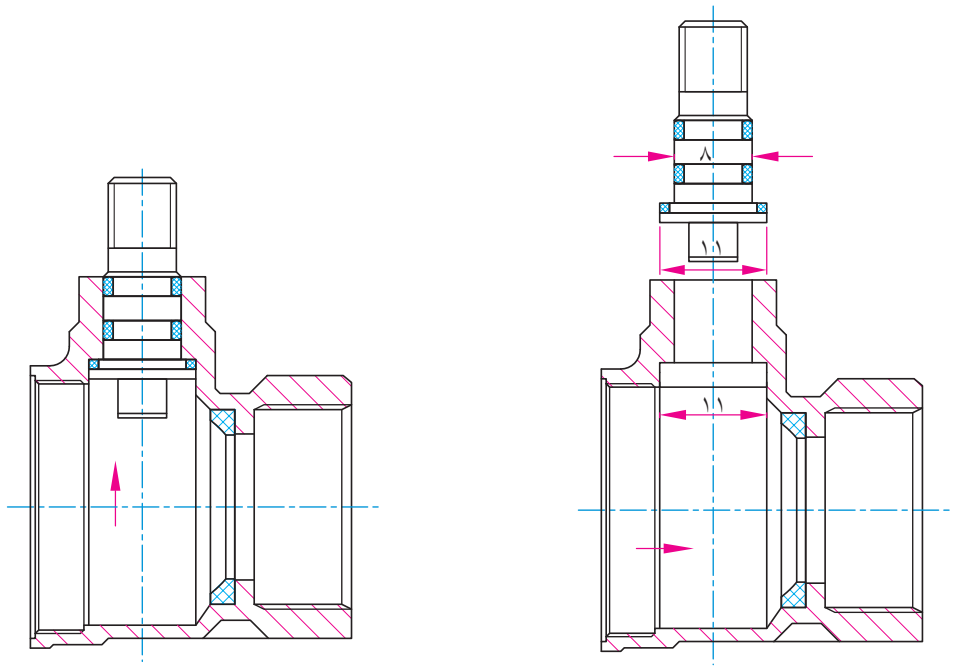
٤- ركب الأجزاء (٤، ٥) الحلقات على عمود صمّام الجزء (٣)؛ لأن الهدف منها إحكام الغلق، ومنع التسرب، والشكل (٣-٣٠) يوضح ذلك:



(أ) الحوافظ في حالة المطابقة والتركيب. (ب) الحوافظ مجمّعة.

الشكل (٣-٣٠): تجميع الحوافظ.

٥- ركب عمود الصمّام الجزء (٣)، وذلك بمطابقة قطر عمود الصمّام الخارجي مع الفتحة العلوية للجسم؛ لأن الهدف منه التحكم في توجيه الكرة، والشكل (٣-٣١) يوضح ذلك:

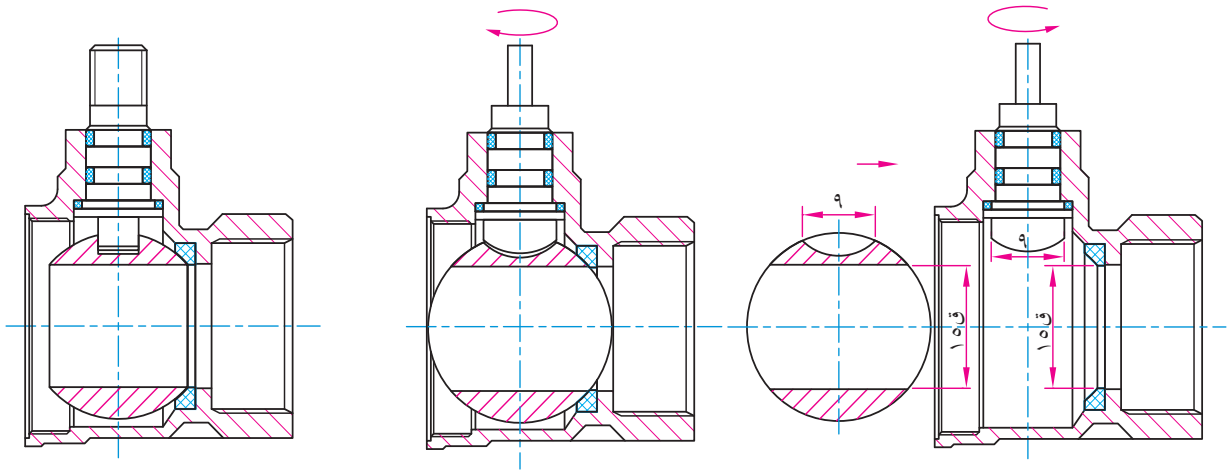


(أ) عمود الصمّام في حالة المطابقة والتركيب.

(ب) عمود الصمّام مجمع.

الشكل (٣-٣١): تجميع عمود الصمّام.

٦- ركب كرة الصمّام داخل الجسم وملاصقة للحافظة؛ لأن الهدف منها تمرير الماء والغلق بإحكام كما في الشكل (٣-٣٢):



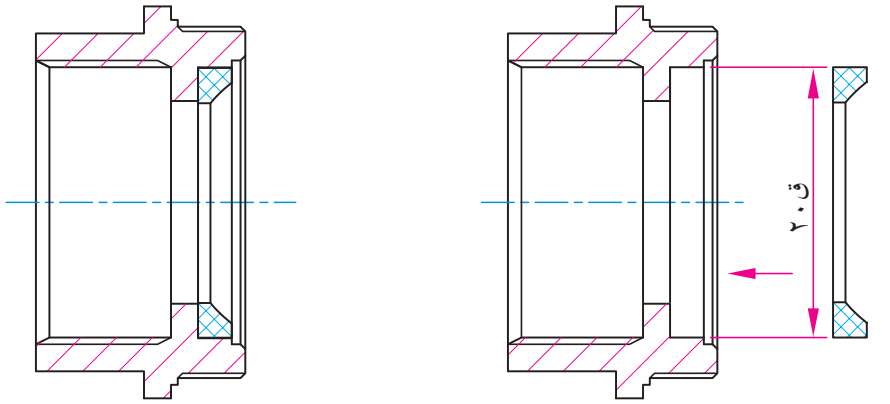
(أ) كرة الصمّام في حالة المطابقة .

(ب) الكرة في حالة التركيب.

(جـ) الكرة مجمّعة في حالة الفتح.

الشكل (٣-٣٢): تجميع كرة الصمّام.

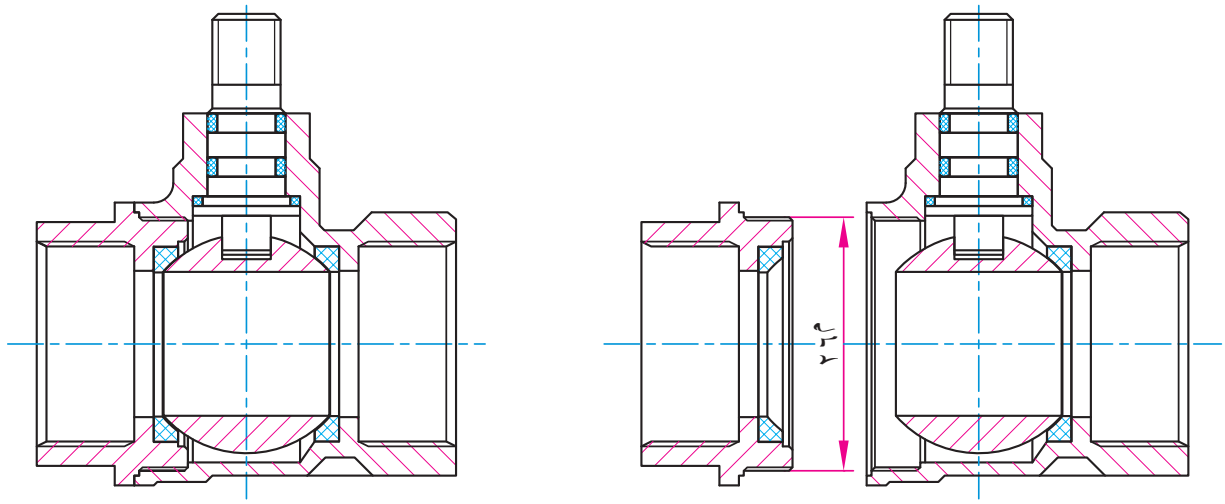
٧- ركب الحافظة الأخرى الجزء (٢) داخل الجزء (٧) صامولة إحكام صمّام؛ لضمان إحكام الإغلاق للصمّام، والشكل (٣-٣٣) يوضح ذلك:



(أ) الحافظة في حالة المطابقة والتركيب. (ب) الحافظة مجمّعة.

الشكل (٣-٣٣): تجميع الحافظة.

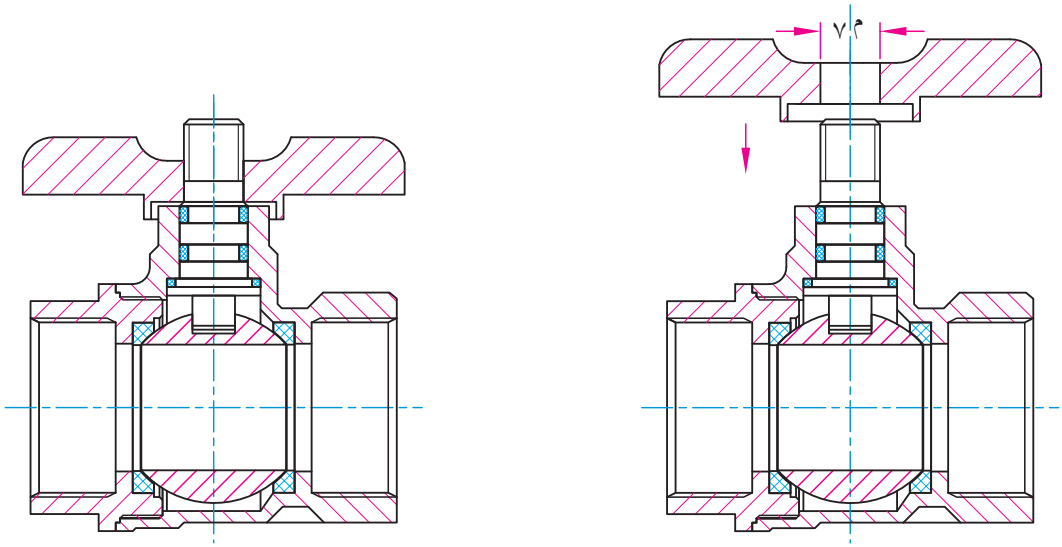
٨- ركب صامولة إحكام الصمّام الجزء (٧) التي قطرها (٢٦ملم) على الجسم من الجنب الذي له القطر (٢٦ملم) مع الحافظة، لإحكام الإغلاق للفتحة من الجهة الأخرى للصمّام، والشكل (٣-٣٤) يوضح ذلك:



(أ) صامولة الإحكام في حالة المطابقة والتركيب. (ب) صامولة الإحكام مجمّعة.

الشكل (٣-٣٤): تجميع صامولة إحكام الصمّام.

٩- ركب يد التحكم الجزء (٧) التي قطرها (م٧) على عمود الصمّام المركب على الجسم من الجزء العلوي الذي قطره (م٧)، والهدف منه التحكم في اتجاه جريان المائع، والشكل (٣-٣٥) يوضح ذلك:

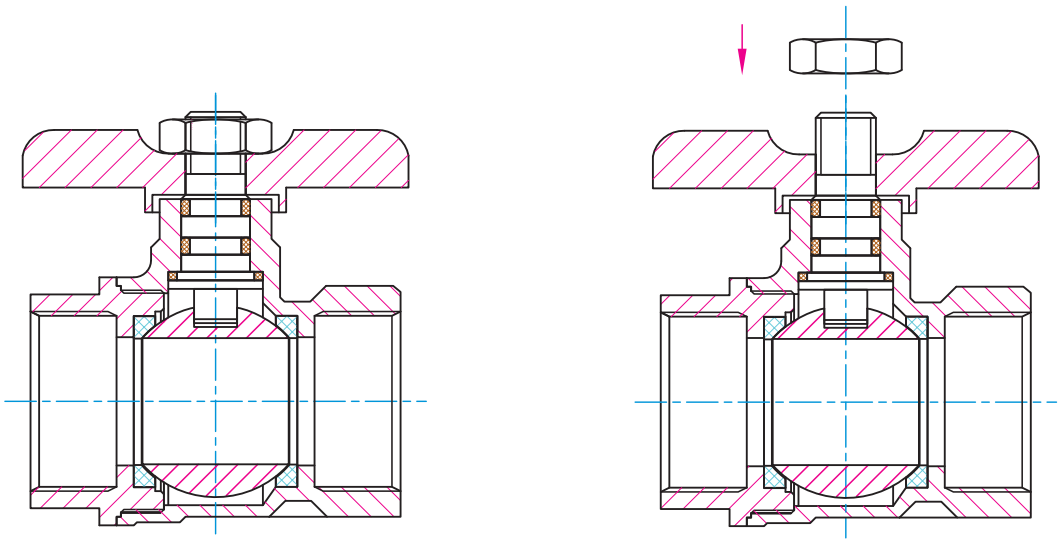


(أ) يد التحكم في حالة المطابقة والتركيب.

(ب) يد التحكم مجمّعة.

الشكل (٣-٣٥): تجميع يد التحكم.

١٠- ركب صامولة الشدّ الجزء (٨) على عمود الصمّام أعلى يد تحكم الصمّام من الجزء العلوي، والهدف إحكام الشد على يد التحكم، والشكل (٣-٣٦) يوضح ذلك:

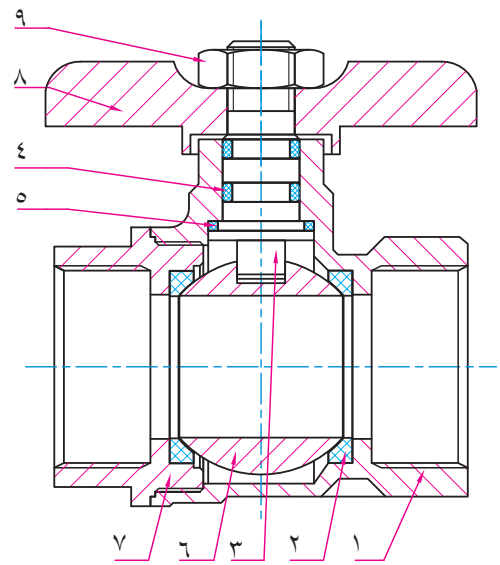


(أ) صامولة الشد في حالة المطابقة والتركيب.

(ب) صامولة الشد مجمّعة.

الشكل (٣-٣٦): تجميع صامولة الشد.

١١- ضع أرقام الأجزاء كما في الشكل (٣-٣٧)، الذي يوضح القطاع الأمامي الكامل المجمع لصمّام الكروي، وهو المطلوب:



الشكل (٣-٣٧): الصمّام مرقم.

ثالثًا الرسم التفصيلي (Detailed Drawing)

من خلال الرسم التفصيلي (Detailed Drawing)، تظهر الأجزاء جميعها التي تتكوّن منها الوحدة الميكانيكية بشكل مستقل.

١ مفهوم الرسم التفصيلي

هو ذلك الرسم الذي يعطي الجزء الميكانيكي المطلوب رسمه وصفًا دقيقًا شاملًا للتفاصيل كلها من حيث الشكل والأبعاد ونوع مادة التصنيع اللازمة والحجم، فضلًا عن نعومة السطوح المطلوبة خلال عمليات الإنتاج وكذلك التفاوت المناسب.

ويمكن أن نعدّ الرسم التفصيلي للجزء الميكانيكي الواحد رسمًا كاملًا وناجحًا، إذا استطاع الفنيّ من خلال دراسته له أن يستخلص منه بشكل مباشر المعلومات الضرورية جميعها لإنتاج هذا الجزء.

٢ الهدف من الرسم التفصيلي

أ – بيان الأجزاء التي تكون متداخلة مع بعضها بعضًا وتوضيحها في الرسم التجميعي.

ب– الحصول على منتج مطابق للمواصفات المطلوبة جميعها.

جـ– تحديد الطريقة الإنتاجية المجدية اقتصاديًّا.

د– تحديد نوع العمليات المطلوبة للحصول على المنتج.

٣ الطرق المتّبعة في إعداد الرسم التفصيلي

تختلف الطرائق المتّبعة في إعداد الرسم التفصيلي من بلد لآخر ومن مصنع لآخر، وقد تظهر مثل هذه الاختلافات حتى في البلد الواحد، أمّا الطريقتان الشائعتان في إعداد الرسم التفصيلي، فهُما:

أ – وجود الرسم التفصيلي للأجزاء المكوّنة للوحدة على لوحة رسم واحدة، وقد تُرسم الأجزاء وفقًا للخط التجميعي لها، أو حسب مادة التصنيع أو طريقة الإنتاج.

ب– إعداد لوحة رسم تفصيلية مستقلة لكلّ جزء ميكانيكي كبر حجمه أو صغر، مع بيان المعلومات اللازمة جميعها للتنفيذ في جدول خاص على تلك اللوحة.

٤ اجراءات الرسم التفصيلي

في بداية عملية الرسم التفصيلي، يجب مراعاة ما يأتي:

أ – قراءة القطعة المجمعة المراد رسمها رسمًا تفصيليًا مع ملاحظة الشكل النهائي لها، وترتيب القطع في الرسم المجمع.

ب– فكّ القطع للحصول على كل قطعة بمفردها لعمل رسم تفصيلي لها.

جـ– فرز القطع ذات القياسات العالمية التي لا حاجة لرسم تفصيلي لها.

د – تحديد عدد المساقط أو القطاعات الضرورية اللازمة لكل قطعة.

هـ– عدم تكرار المساقط أو القطاعات.

و – عدد المساقط أو القطاعات أقلّ ما يمكن.

ز – الرسم التفصيلي كافٍ لإظهار التفاصيل جميعها.

ح– تحديد عمليات التشغيل والجودة النهائية للقطعة، وكتابتها على اللوحة.

ط– اختيار مقياس الرسم المناسب لكلّ قطعة مهما كانت قياساتها، وذلك لتسهيل إنتاج القطعة.

ي– معرفة الجداول والرموز الخاصة بالقطع ذات المواصفات العالمية الثابتة، مثل البراغي والصواميل وحلقات الإحكام والخوابير.

ك– تعبئة جدول الرسم التفصيلي بالمعلومات التامة.

٥ لوحة الرسم التفصيلي

تحتوي لوحة الرسم التفصيلي التي ستقوم بإعدادها خلال تنفيذ الأمثلة والتمارين على الآتي:

أ – عدد المساقط الضرورية كالقطاعات والمساقط المساعدة، على أن تكون جميعها كافية وتامة، وتراعى فيها البساطة لسهولة قراءتها.

ب– الأبعاد مع ملاحظة تمام الأبعاد ووضوحها.

جـ– اسم القطعة.

د – العدد المطلوب من هذه القطعة.

هـ– مقياس الرسم لهذه القطعة.

و – طريقة الإسقاط (نظام الزاوية الأولى أو نظام الزاوية الثالثة).

والشكل (٣–٣٨) يبيّن لوحة رسم تفصيلي لقطعة ميكانيكية موضّحة عليها مكونات هذه اللوحة.

الشكل (٣–٣٨): لوحة رسم تفصيلي.

يُحصل على اسم القطعة ونوع المادة وعدد القطع من جدول الرسم التجميعي.

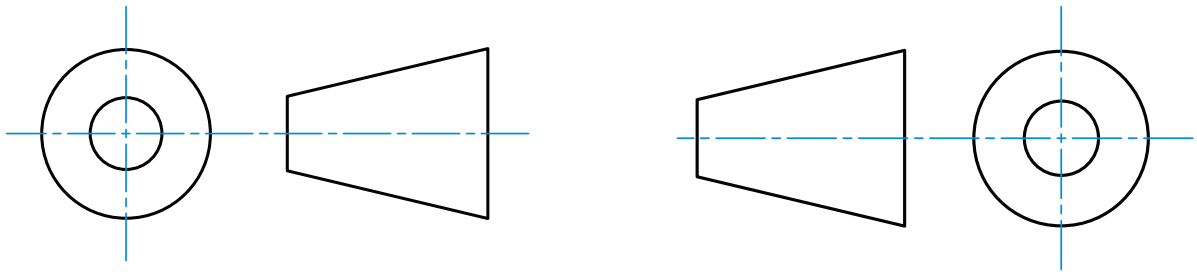
ويُحدَّد مقياس الرسم بناءً على حجم القطعة، فالقطع الصغيرة يتم تكبيرها والقطع الكبيرة يتم تصغيرها.

أما بالنسبة لطريقة الإسقاط، فكما تعلمت في المستوى الدراسي الثاني من مادّة الرسم الصناعي هنالك طريقتان للإسقاط، هما:

أ – نظام الإسقاط في الزاوية الأولى.

ب– نظام الإسقاط في الزاوية الثالثة.

والشكل (٣–٣٩) يبيّن رموز كل من نظامي الإسقاط.

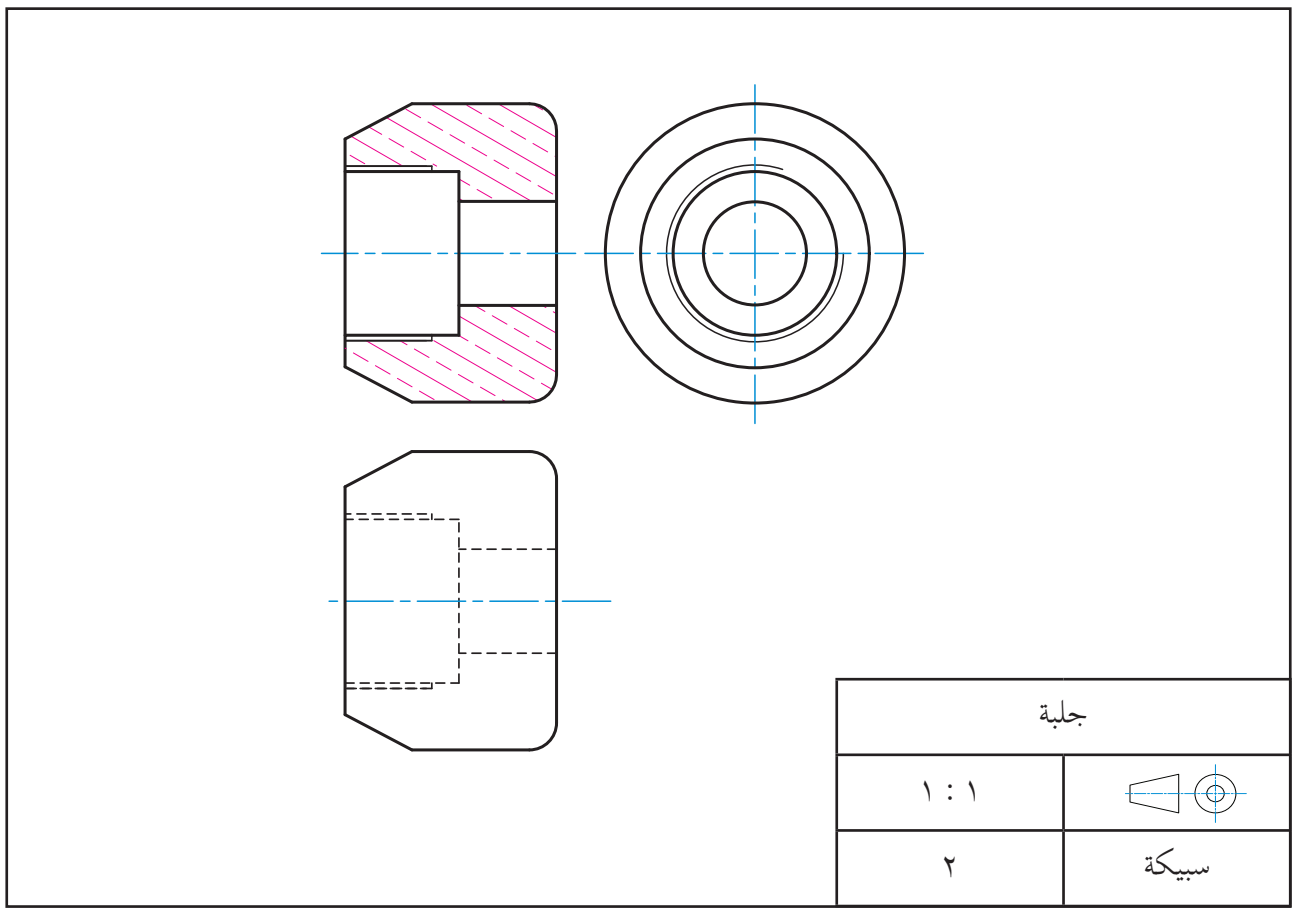


(أ) نظام الزاوية الأولى.

(ب) نظام الزاوية الثالثة.

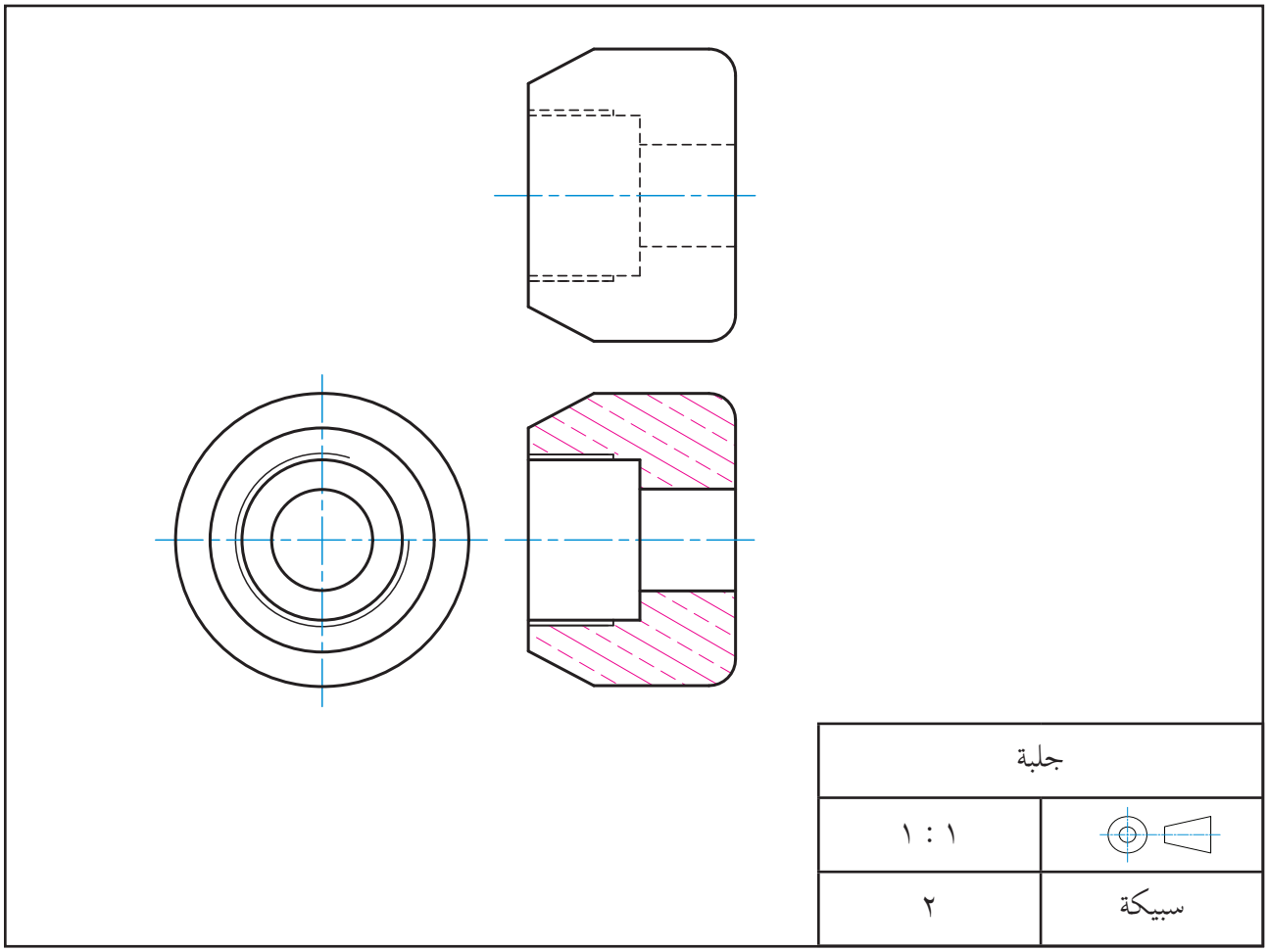
الشكل (٣–٣٩): طريقتا الإسقاط.

والشكل (٣–٤٠) يبيّن مساقط صامولة الإحكام لصمّام الزاوية، رُسمت بنظام الزاوية الأولى.



الشكل (٣–٤٠): الرسم بنظام الزاوية الأولى.

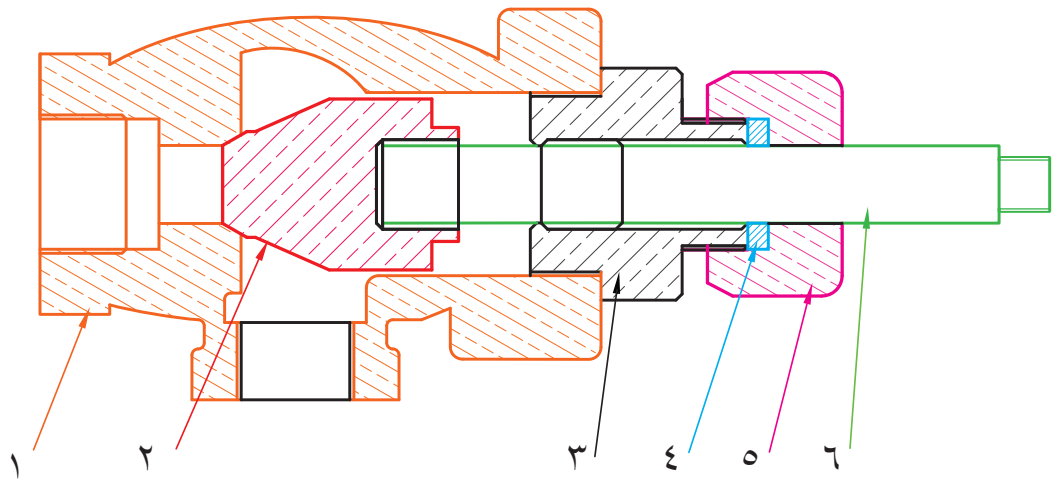
أمّا الشكل (٣–٤١)، فيبيّن المساقط لصامولة الإحكام نفسها، وقد رسمت بنظام الزاوية الثالثة.



الشكل (٣–٤١): الرسم بنظام الزاوية الثالثة.

٦ قراءة الرسم المجمع المقطوع

نعني بقراءة القطاعات التعرف إلى نوع القطاع، وما يهدف له هذا القطاع من أهميّة للتعرف إلى أهم التفاصيل الداخلية التي يصعب معرفتها إلا بعمل هذا القطاع، وإذا نظرت إلى الشكل (٣–٤٢) الذي يمثل صمّام زاوية، حيث تم تهشير كل قطعة بطريقة تختلف عن الأخرى للتمييز بين القطع.



الشكل (٣-٤٢): صمّام زاوية.

رقم القطعة	اسم القطعة	نوع المادة	عدد
١	جسم الصمّام	سبيكة	١
٢	مكبس	سبيكة	١
٣	غطاء الصمّام	سبيكة	١
٤	حافظة	سبيكة	١
٥	صامولة إحكام	سبيكة	١
٦	عمود الصمّام	فولاذ	١

ولرسم أجزاء هذا الصمّام تفصيليًا، لابدّ من القراءة أوّلًا؛ للتعرّف إلى طريقة فكّ الأجزاء عن بعضها، وتتم كما يأتي:

أ - فكّ صامولة الإحكام رقم (٥) والمثبتة مع غطاء الصمّام رقم (٣) بوساطة التسنين، وتنفصل بعد ذلك تلقائيًا الحافظة رقم (٤).

ب- فكّ غطاء الصمّام رقم (٣) والمثبّت مع جسم الصمّام رقم (١) بوساطة التسنين، ممّا يتيح المجال لإخراج العمود رقم (٦) والمكبس رقم (٢) معًا، حيث يتمّ فكّ العمود عن المكبس بوساطة التسنين.

وبذلك تكون الأجزاء الستة للصمّام (١، ٢، ٣، ٤، ٥، ٦) منفصلة عن بعضها بعضًا تمهيدًا لرسمها تفصيليًّا.

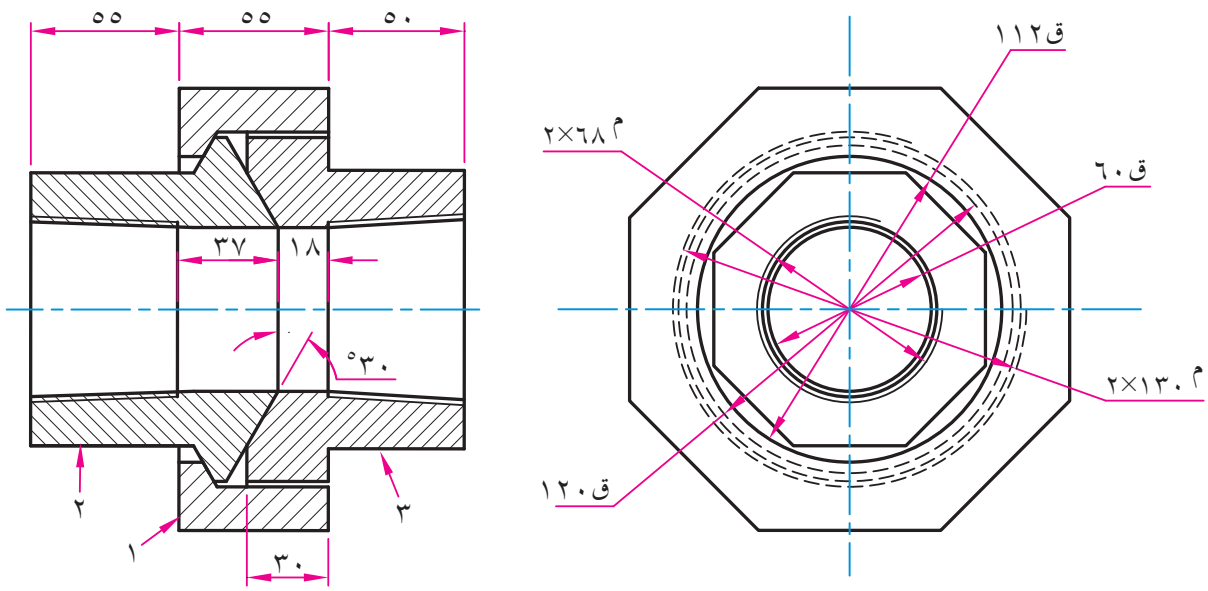
٧ أمثلة على الرسم التفصيلي

الأمثلة الآتية توضّح الإجراءات المتّبعة في الرسم التفصيلي، وشكل لوحة الرسم التفصيلي، وإعداد الجدول الخاص به، وتعبئته وتنفيذ الرسم التفصيلي لأجزاء الوحدة الميكانيكية.

مثال (٣–٥)

يبيّن الشكل (٣–٤٣) قطاعًا أماميًّا ومسقطًا جانبيًّا لشدّ وصل (Union).

المطلوب: رسم تفصيلي يوضح أجزاء شدّ الوصل حسب الجدول، وبمقياس رسم مناسب.



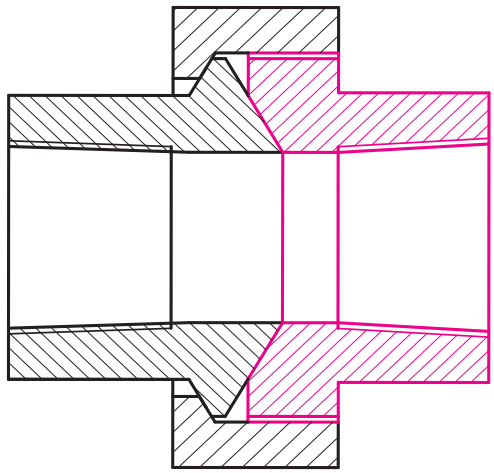
الشكل (٣–٤٣): شدّ وصل.

رقم القطعة	اسم القطعة	نوع المادة	عدد
١	صامولة شد الوصل	حديد	١
٢	فلنجة	حديد	١
٣	فلنجة الشدّ	حديد	١

الحل

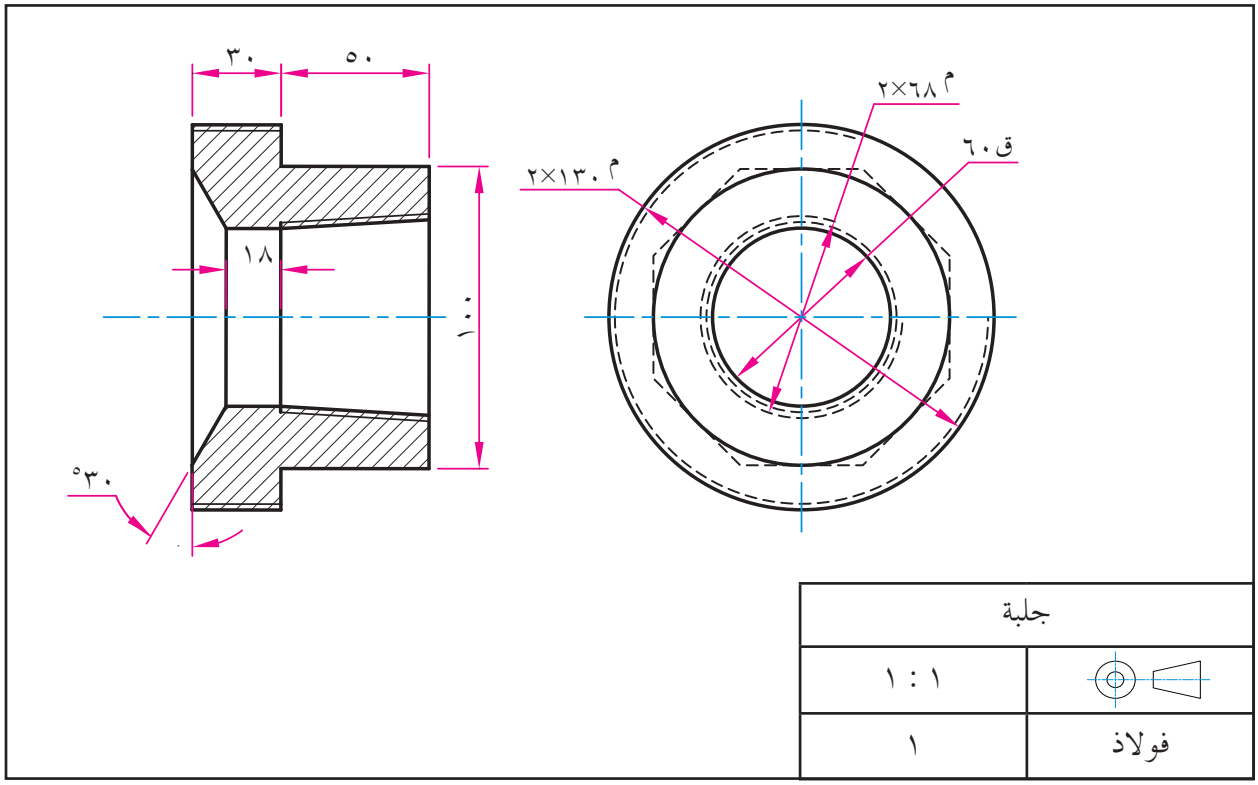
حتّى تتمكن من إنجاز الرسم التفصيلي لكلّ جزء من شدّ الوصل، لا بد من تجزئة هذه الوحدة إلى القطع المكونة لها، حيث تتمّ عملية التجزئة (الفك) كما يأتي:

١ – فكّ الجزء رقم (١) الذي يثبّت القطعتين (٢ و٣)، ممّا يؤدي إلى فصل القطعة رقم (٣)، والجزء رقم (٣) يظهر في الشكل (٣–٤٤) باللون الأحمر في القطاع الأمامي.



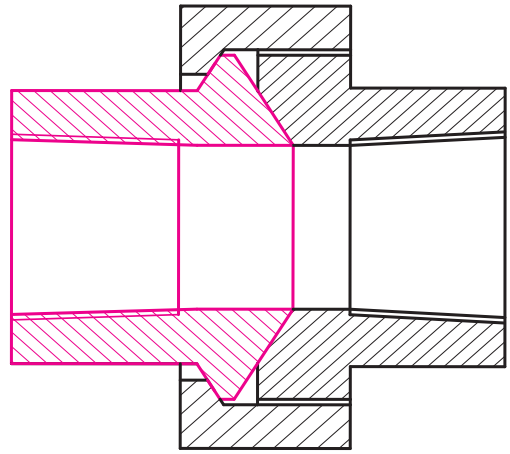
الشكل (٣–٤٤): القطعة (٣) في الرسم التجميعي.

يُرسم القطاع الأمامي والمسقط الجانبي تفصيليًّا للقطعة رقم (٣) المفكوكة، كما في الشكل (٣–٤٥).



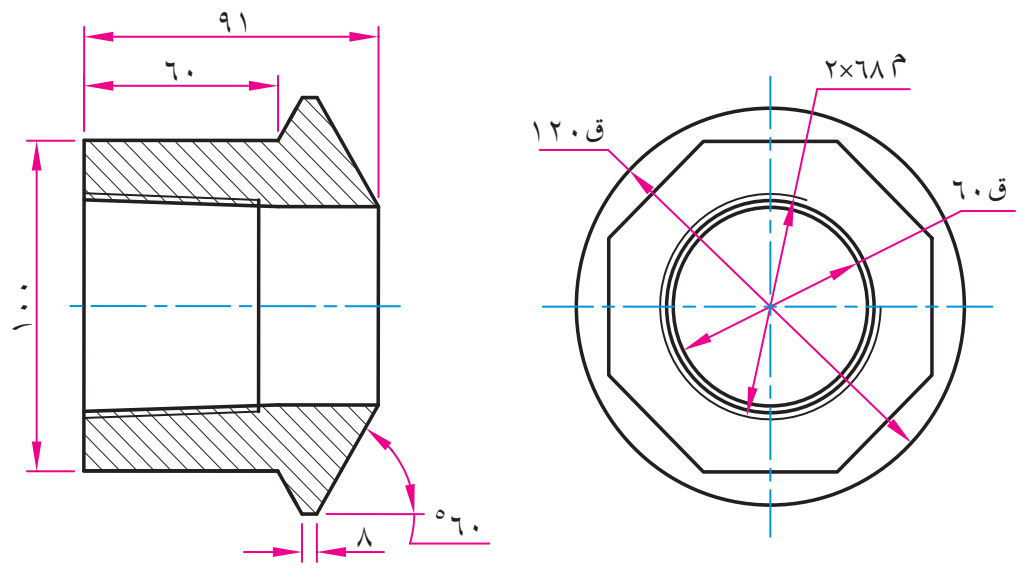
الشكل (٣–٤٥): الرسم التفصيلي لذكر الشدّ.

٢ – سحب الجزء رقم (٢) من القطعة (١)؛ ليظهر في الشكل (٣–٤٦) باللون الأحمر في القطاع الأمامي.



الشكل (٣–٤٦): القطعة (٢) في الرسم التجميعي.

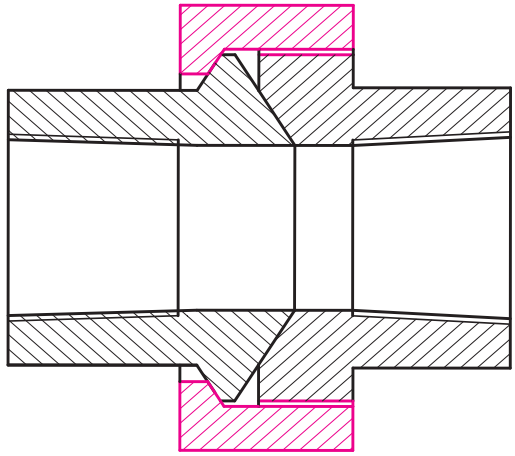
بعد نزع القطعة (٢) من مكانها، يُرسم القطاع الأمامي والمسقط الجانبي تفصيليًّا لها كما في الشكل (٣–٤٧).



صمولة الشد	
١ : ١	
١	فولاذ

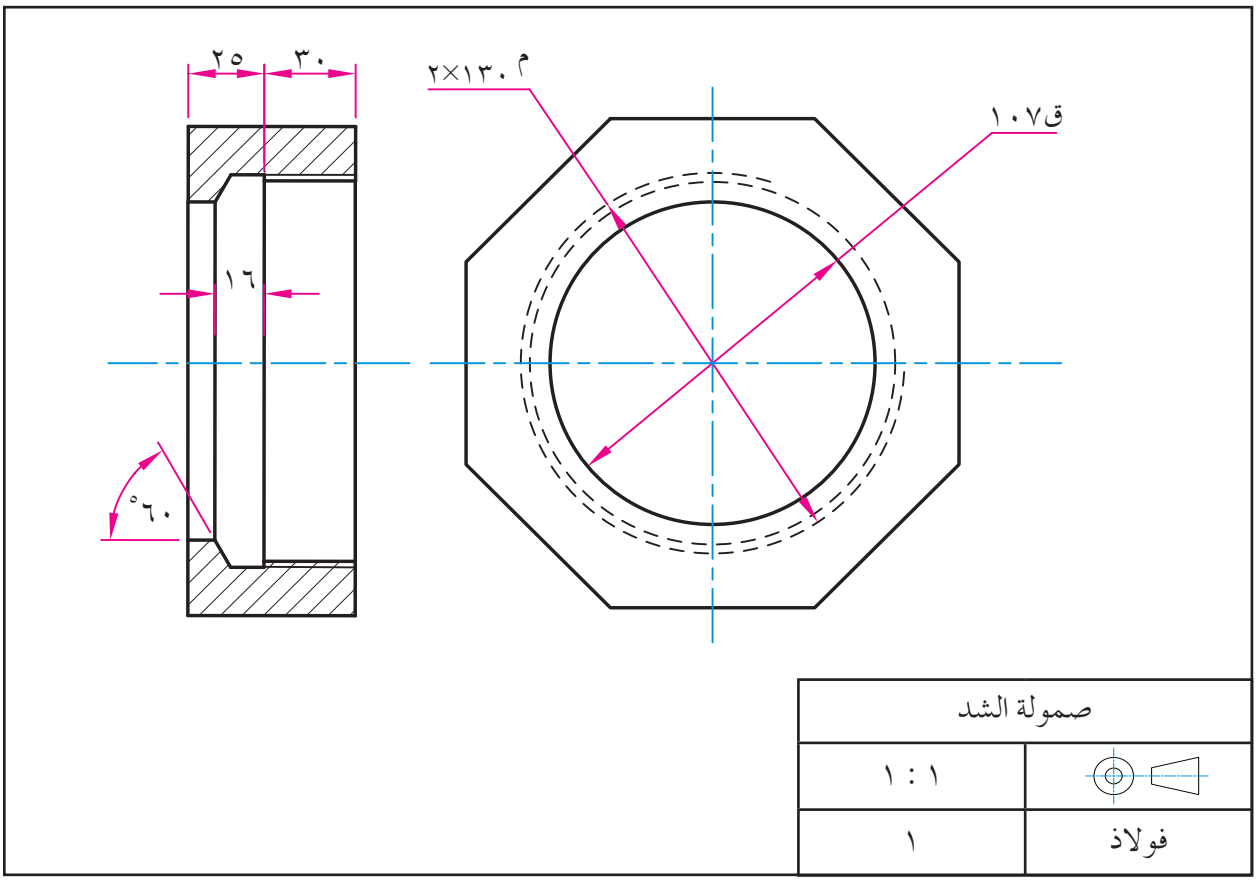
الشكل (٣–٤٧): الرسم التفصيلي للقطعة (٢).

٣ – بعد سحب الأجزاء (٢ و٣) يبقى الجزء رقم (١)، أي صامولة الشدّ، حيث تظهر في الشكل (٣–٤٨) باللون الأحمر في القطاع الأمامي.



الشكل (٣–٤٨): صمولة الشدّ في الرسم التجميعي.

بعد نزع الصمولة من مكانها يُرسم القطاع الأمامي والمسقط الجانبي تفصيليًّا كما في الشكل (٣–٤٩).

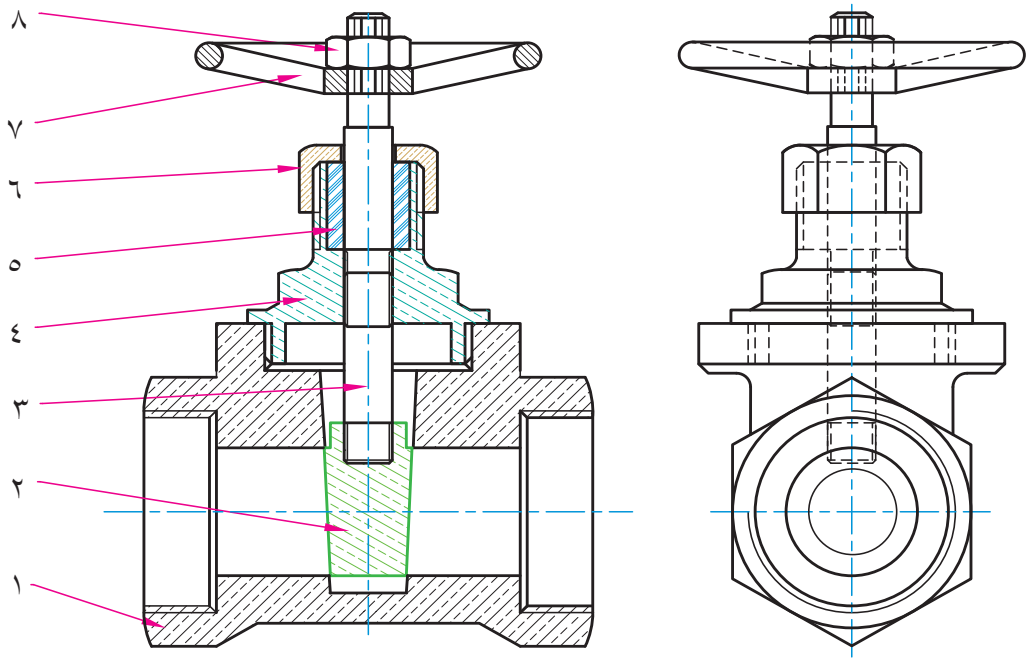


صمولة الشد	
١ : ١	
١	فولاذ

الشكل (٣–٤٩): الرسم التفصيلي للقطعة (١).

تمرين (٣–١)

يبيّن الشكل (٣–٥٠) قطاعًا أماميًّا لصمّام بوّابة. المطلوب رسم القطاع الأمامي والمسقط الجانبي بمقياس رسم مناسب.



الشكل (٣–٥٠): صمّام بوّابة.

رقم القطعة	اسم القطعة	نوع المادة	عدد
١	جسم الصمّام	سبيكة	١
٢	بوّابة الصمّام	سبيكة	١
٣	عمود الصمّام	فولاذ	١
٤	غطاء الصمّام	سبيكة	١
٥	حافظة	مطاط	١
٦	صامولة الصمّام	سبيكة	١
٧	يد الصمّام	حديد	٢
٨	صامولة سداسية	حديد	١

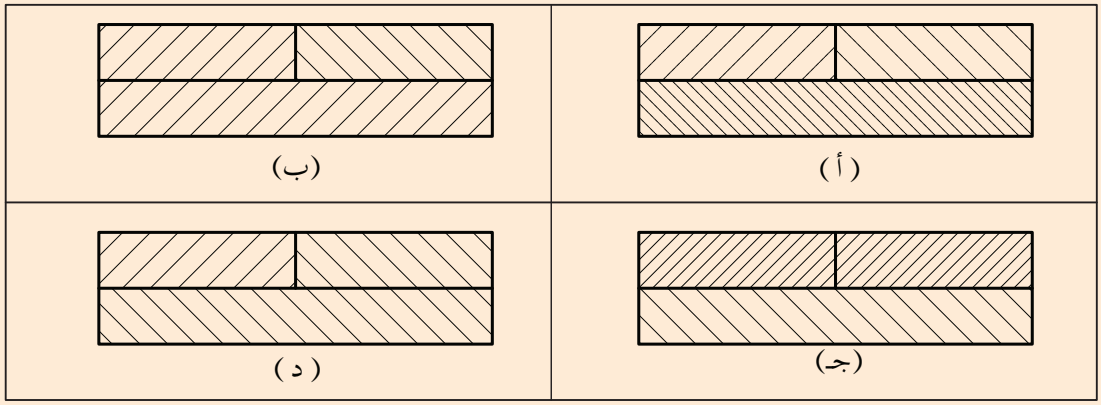
التقويم الذاتي

يمكنني بعد دراسة هذه الوحدة أن:

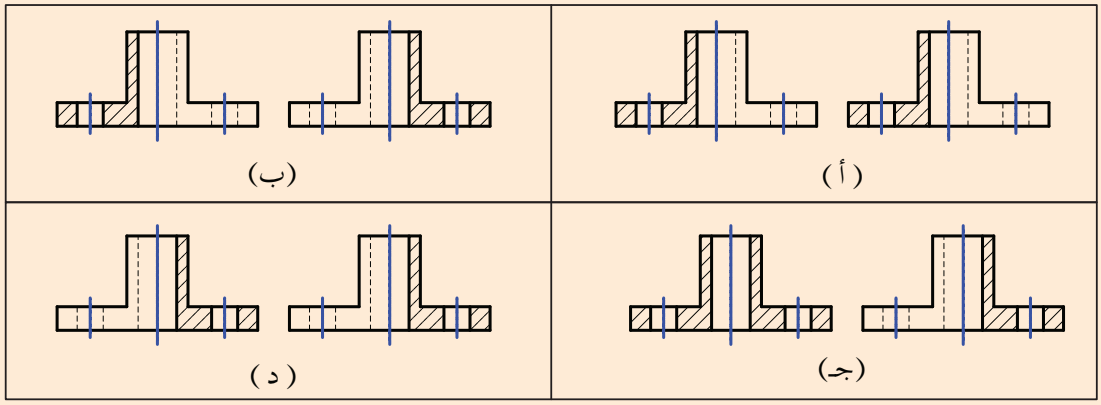
الرقم	عناصر الأداء	مستوى الأداء			
		ضعيف	مقبول	جيد جدًا	ممتاز
١	أتعرّف مفهوم القطع.				
٢	أحدّد أهميّة القطاع.				
٣	أتعرّف شكل القطاع.				
٤	أرسم خطّ القطع.				
٥	أرسم خطوط التهشير.				
٦	أبيّن تأثير الخط المتقطع في رسم القطاع.				
٧	أرسم القطاعات بمختلف أنواعها.				
٨	أقرأ القطاعات.				
٩	أحدّد الأجزاء التي لا تهشّر عند قطعها، وأرسمها.				
١٠	أتعرّف رموز تهشير بعض المواد.				
١١	أطبّق مفهوم المحاذاة على الرسم.				
١٢	أطبّق مفهوم التماثل على الرسم.				
١٣	أرسم القطع المسننة.				
١٤	أتعرّف رموز القطع في الأجزاء الطويلة.				
١٥	أستخدم أمر القطع في برمجية أتوكاد.				
١٦	أتعرف خواص خط القطع في البرمجية واستخداماته.				
١٧	أستخدم أمر تكوين القطاع في البرمجية، وأضعه في مكانه الصحيح.				
١٨	أضبط خطوط الرسم في القطاع باستخدام البرمجية.				

١ – اختر الشكل الصحيح الذي يمثّل كلًّا مما يأتي:

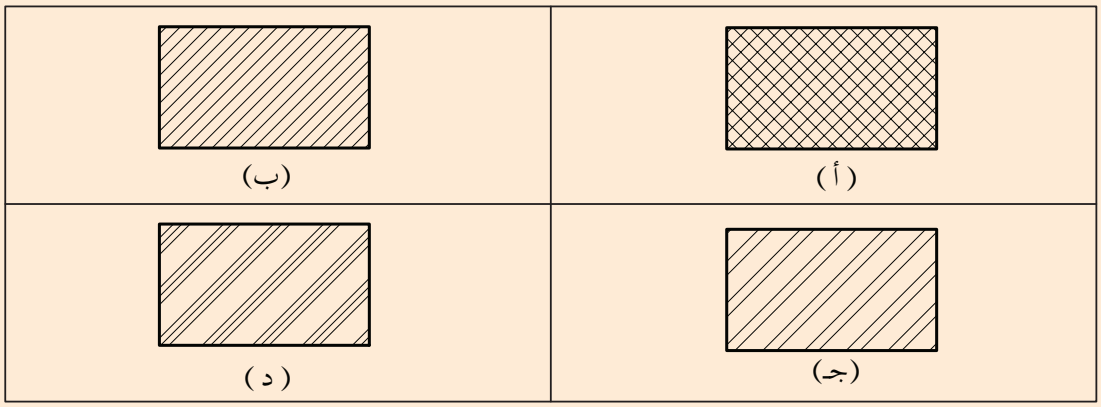
أ – القطاع في ثلاث قطع متجاورة.



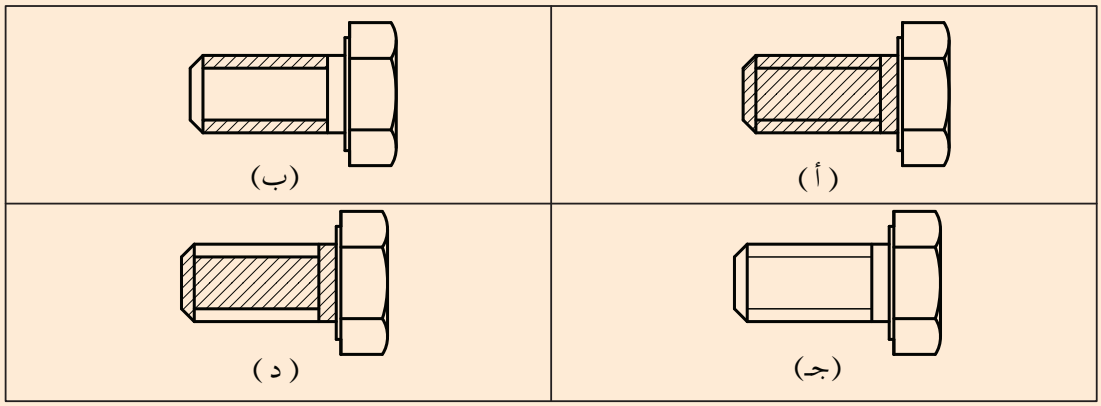
ب– نصف القطاع.



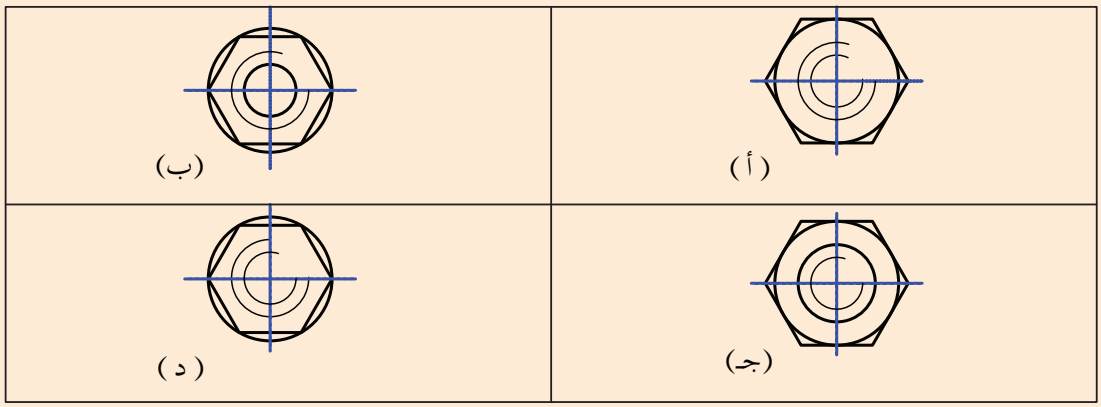
جـ– المطاط.



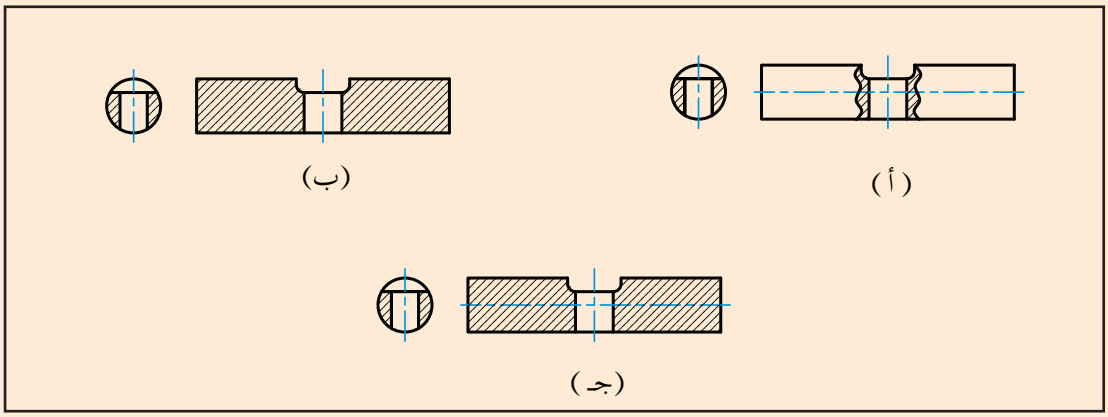
د – قطاع في برغي.



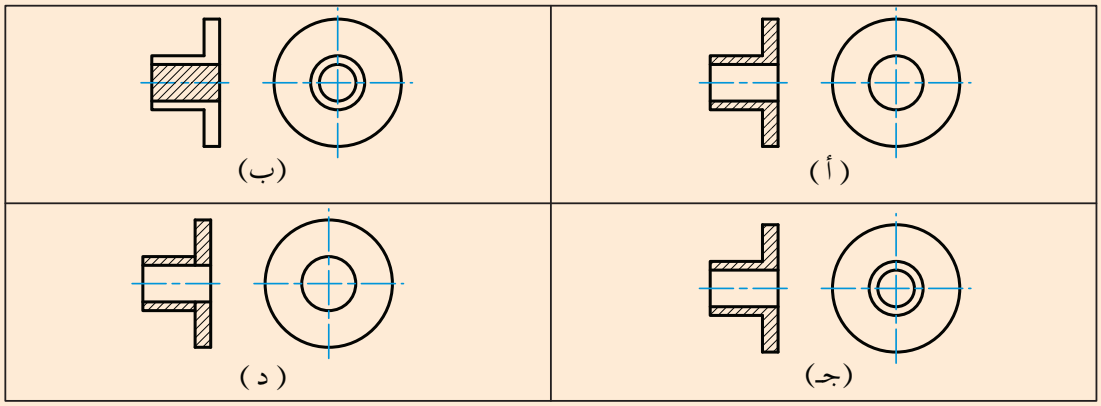
هـ– مسقط صامولة.



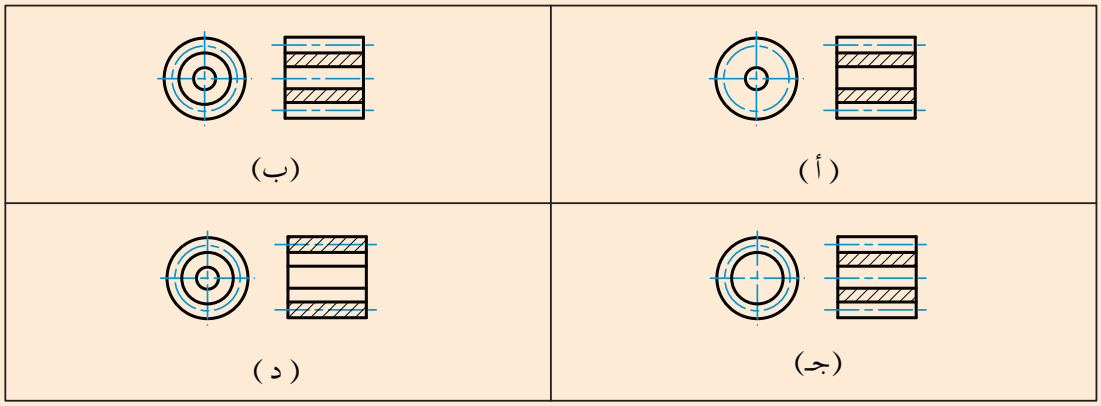
و– القطاع الأمامي والقطاع الجانبي في مقبض.



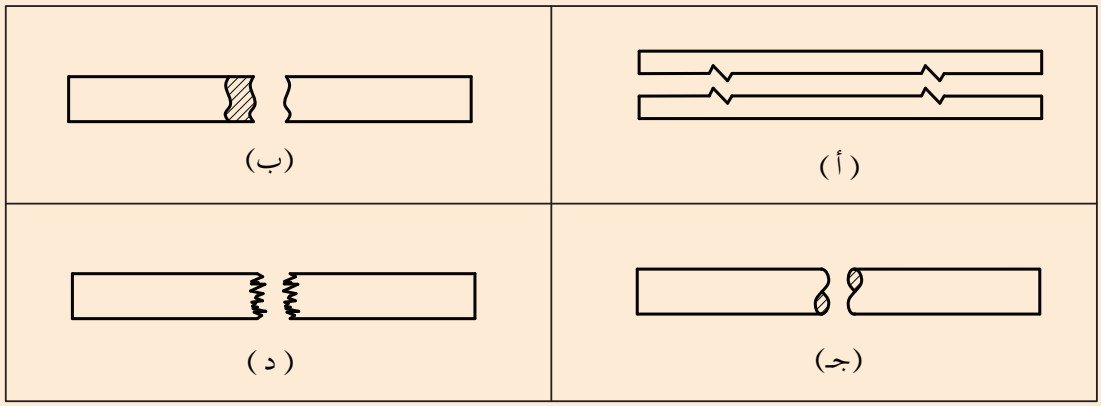
ز – برشام مجوّف مقطوع.



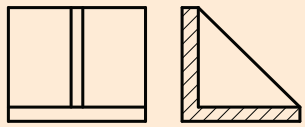
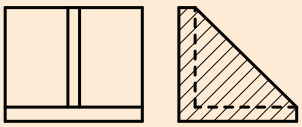
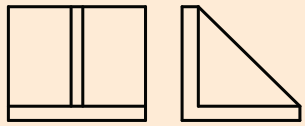
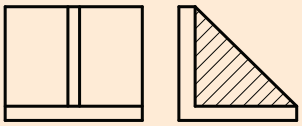
ح – ترس عدل.



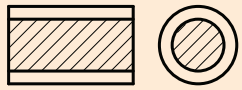
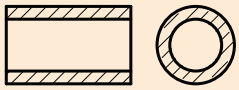
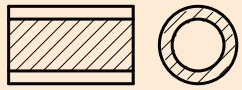
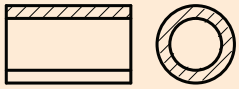
ط– المقطع العام للقطع الطويلة.



ي- قطاع في عصب موازٍ لسطحه.

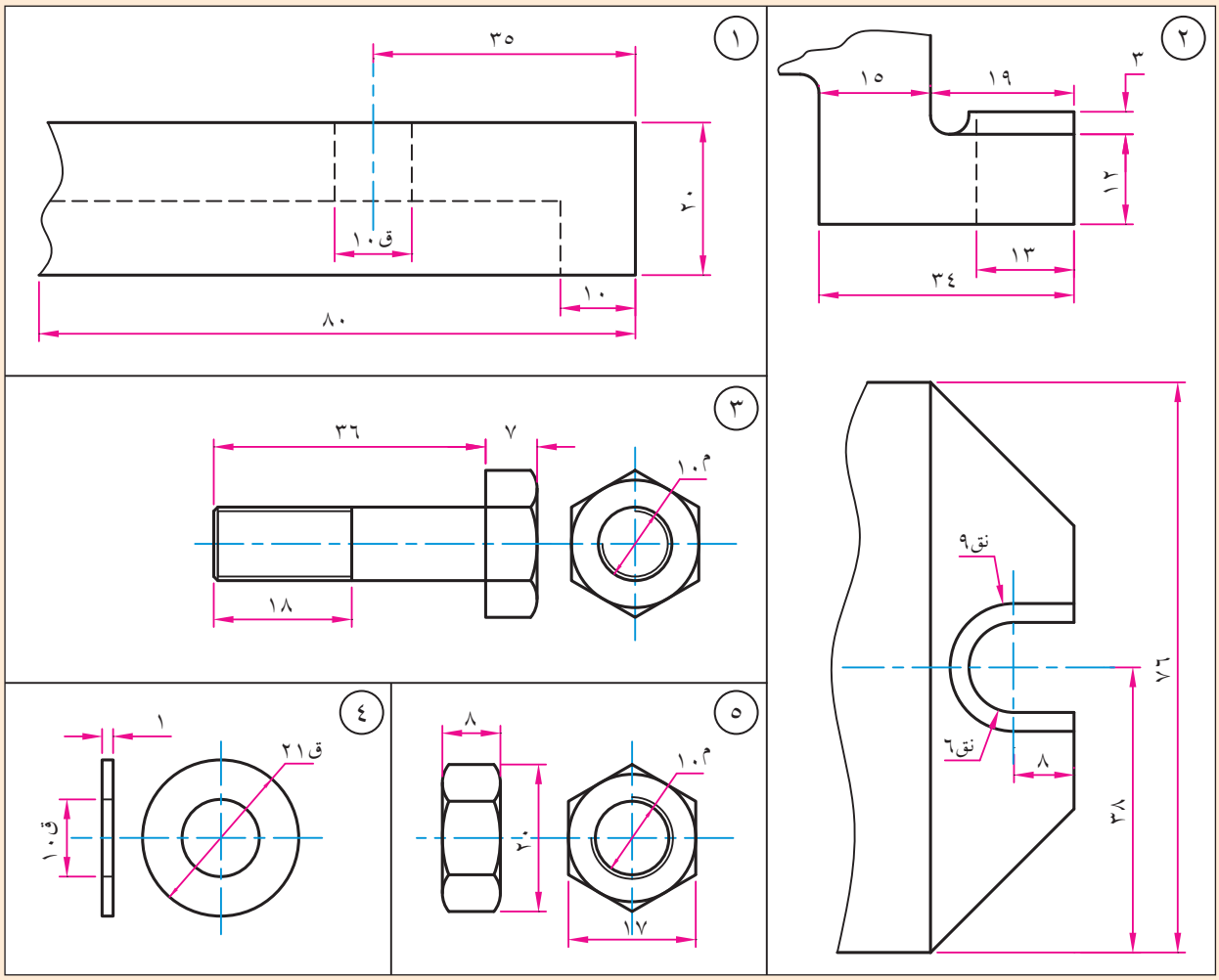
 (أ)	 (ب)
 (جـ)	 (د)

ك- قطاع أمامي وجانبي في أنبوب.

 (أ)	 (ب)
 (جـ)	 (د)

٢ – يبيّن الشكل (٣–٥١) أجزاء لقاعدة البرغي.

المطلوب: تجميع هذه الأجزاء حسب الأبعاد في مقطع أمامي بمقياس رسم (١ : ١).

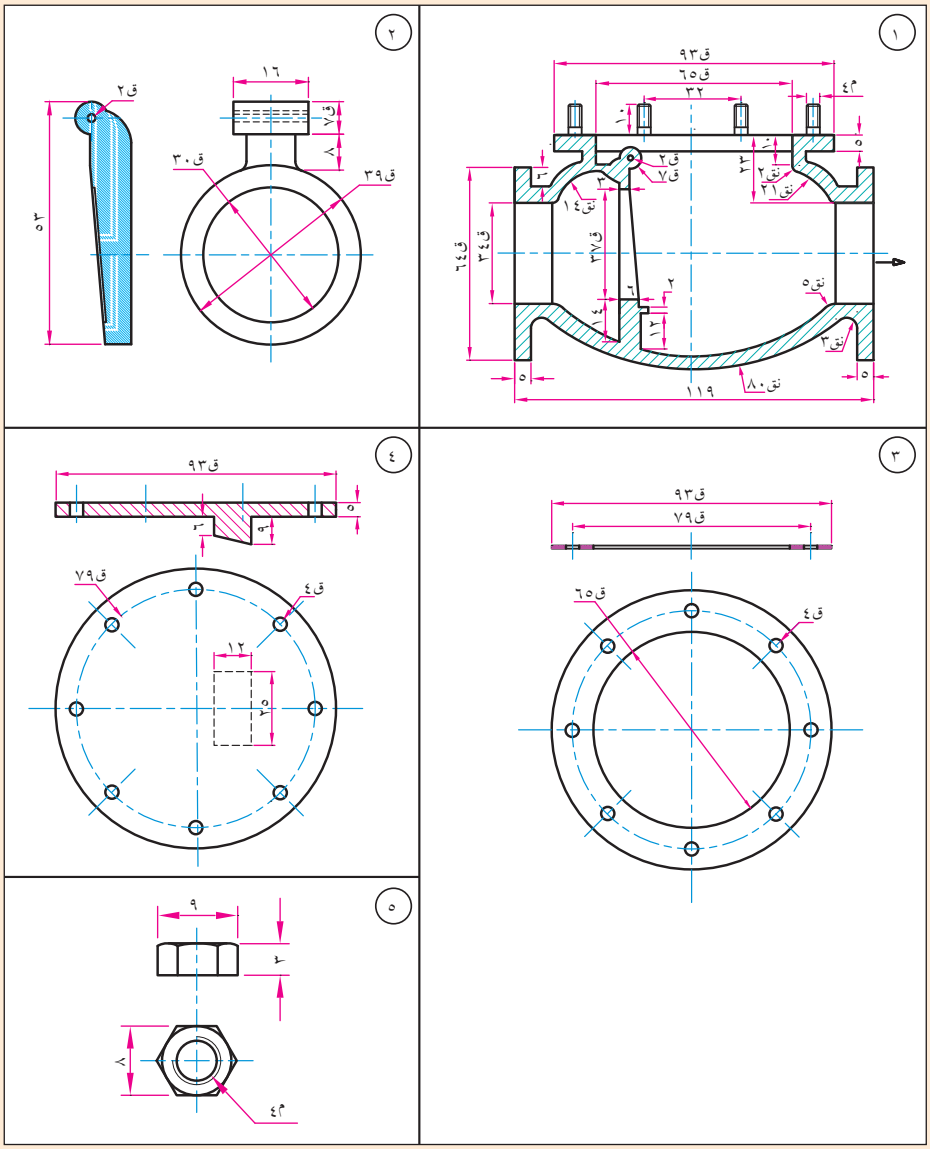


الشكل (٣–٥١): قاعدة برغي.

رقم القطعة	اسم القطعة	نوع المادة	عدد
١	قاعدة	حديد	١
٢	قاعدة مضخة	حديد	١
٣	برغي سداسي	حديد	١
٤	حلقة	حديد	١
٥	صامولة سداسية	حديد	١

٣ – يبيّن الشكل (٣–٥٢) قطاعًا أماميًّا لردّاد ماء.

المطلوب: تجميع هذه الأجزاء حسب الأبعاد في مقطع أمامي بمقياس رسم (١ : ١).

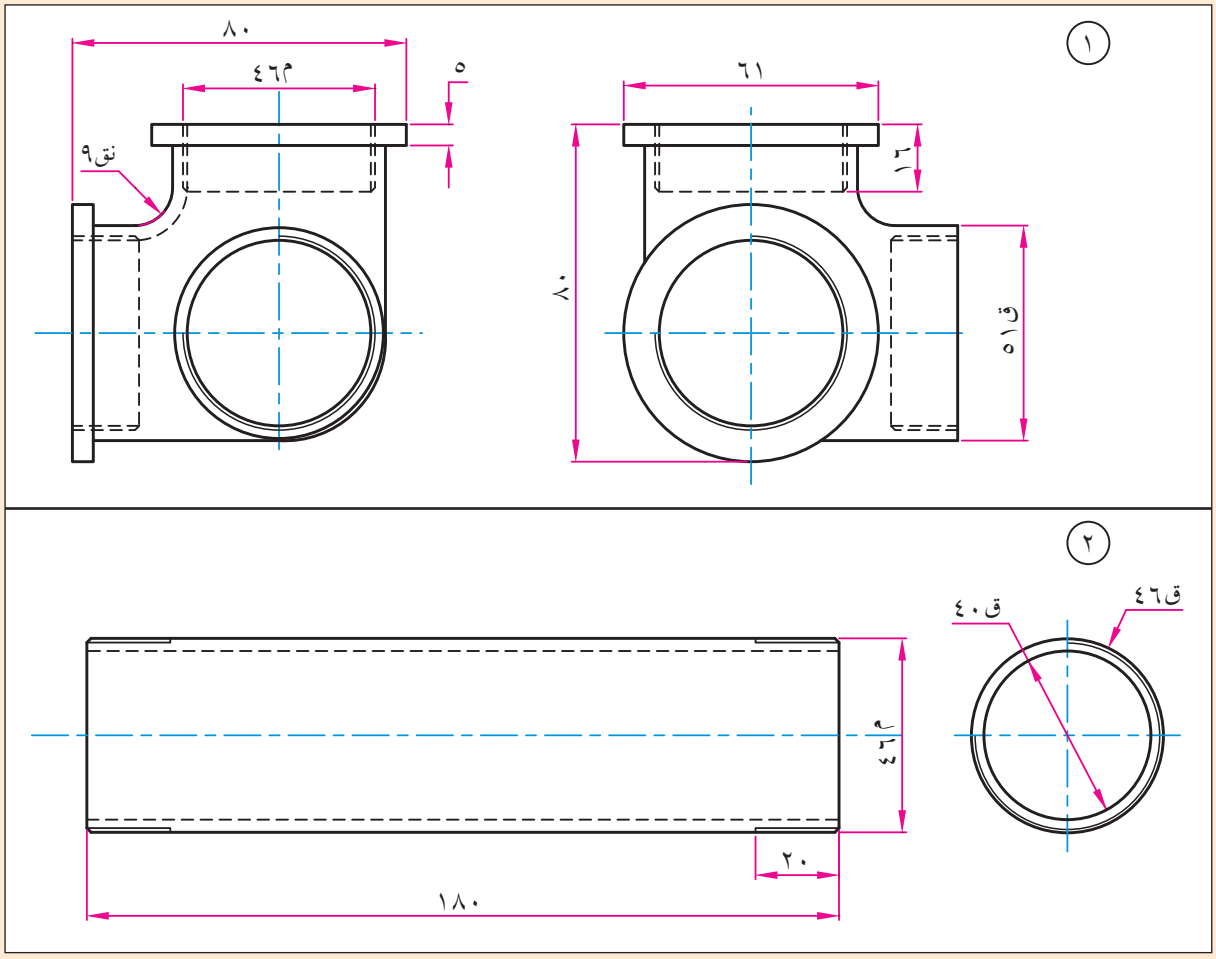


الشكل (٣–٥٢): ردّاد ماء.

رقم القطعة	اسم القطعة	نوع المادة	عدد
١	جسم الصمّام	سبيكة	١
٢	قرص التوجه	سبيكة	١
٣	حافظة	مطاط	١
٤	غطاء الصمّام	سبيكة	١
٥	صامولة سداسية	حديد	٨

٤ – يبيّن الشكل (٣–٥٣) أجزاء لكوع بفتحة جانبية (مثلث قطع وصل) مع أنابيب شبكة.

المطلوب: تجميع هذه الأجزاء حسب الأبعاد في مقطع أمامي بمقياس رسم (١ : ١٠).

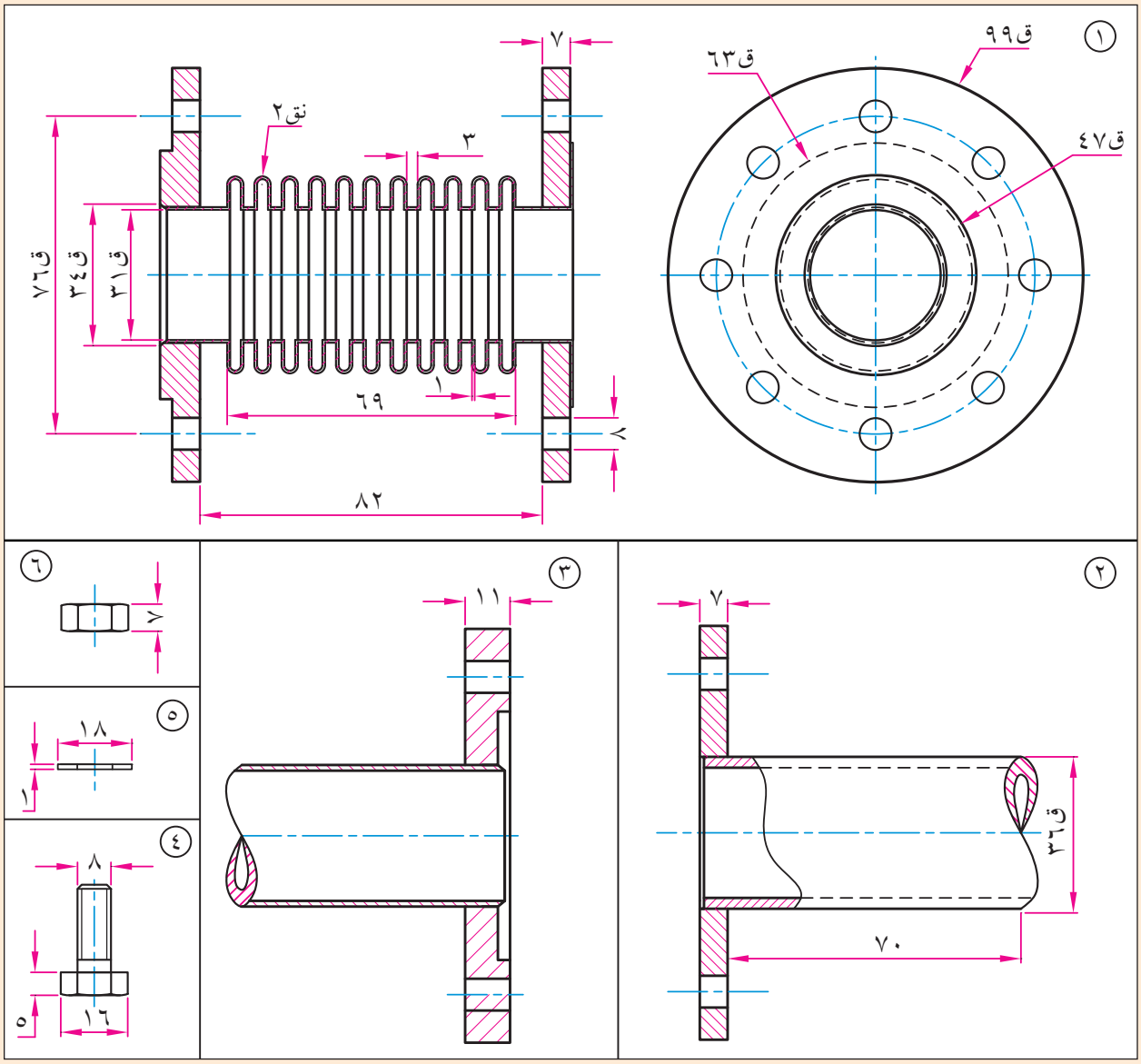


الشكل (٣–٥٣): كوع بفتحة جانبية.

رقم القطعة	اسم القطعة	نوع المادة	عدد
١	كوع زاوية صاعد	حديد	١
٢	أنبوب	حديد	٣

٥ – يبيّن الشكل (٣–٥٤) أجزاءً لوصلة تمدّد.

المطلوب: تجميع هذه الأجزاء حسب الأبعاد في قطاع أمامي بمقياس رسم (١ : ١).



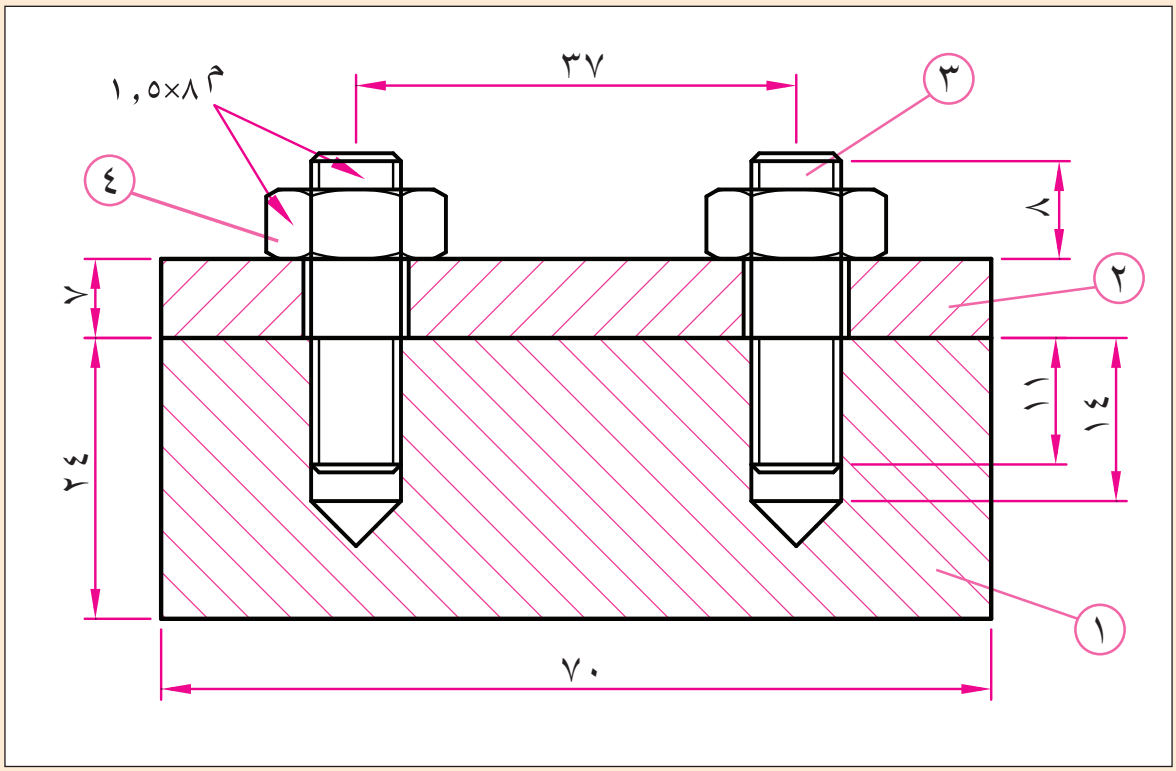
الشكل (٣–٥٤): وصلة تمدّد.

رقم القطعة	اسم القطعة	نوع المادة	عدد
١	أسطوانة تمدّد	ألمنيوم	١
٢	حلقة توصيل	حديد	١
٣	حلقة توصيل	حديد	١

٤	برغي سداسي	حديد	٨
٥	حلقة	حديد	٨
٦	صامولة سداسية	حديد	٨

٦ – يبيّن الشكل (٣–٥٥) قطعًا ميكانيكية مجمّعة.

المطلوب: رسم قطاع أمامي للأجزاء كلها حسب الجدول المرفق وبمقياس رسم مناسب.

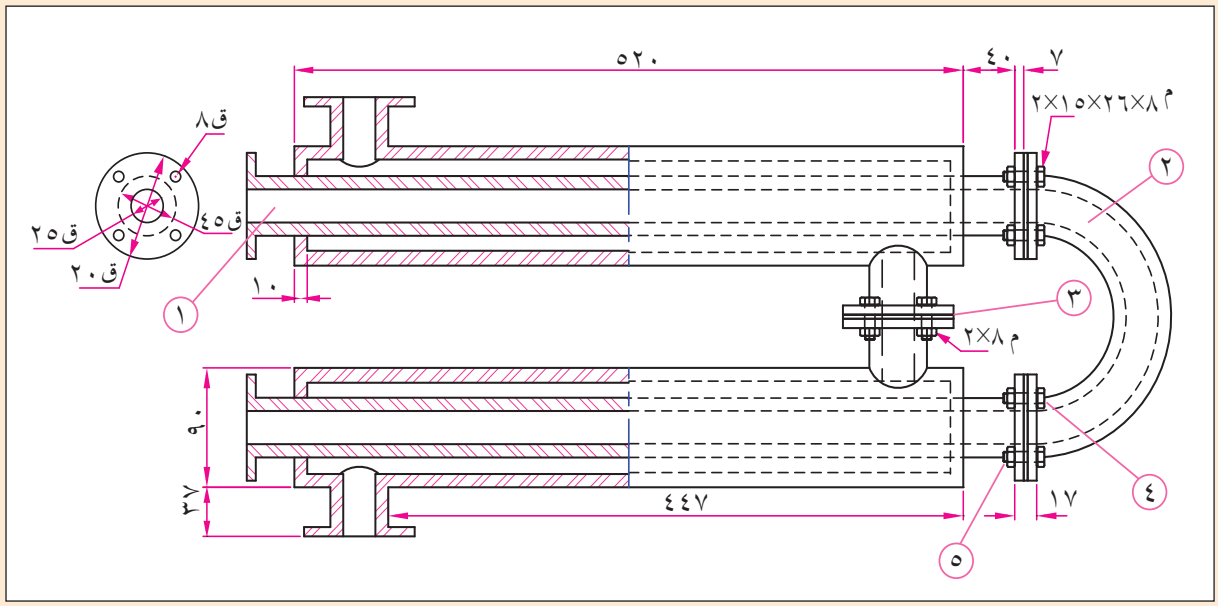


الشكل (٣–٥٥): قطع ميكانيكية مجمّعة.

رقم القطعة	اسم القطعة	نوع المادة	عدد
١	قاعدة	حديد	١
٢	جزء من مقعد محرّك	حديد	١
٣	برغي جاويط	فولاذ	٢
٤	صامولة سداسية	فولاذ	٢

٧ – يبيّن الشكل (٣–٥٦) أجزاءً ميكانيكية لمبادل حراري مجمّع.

المطلوب: رسم قطاع أمامي لأجزاء المبادل الحراري كلّها حسب الجدول المرفق وبمقياس رسم مناسب.

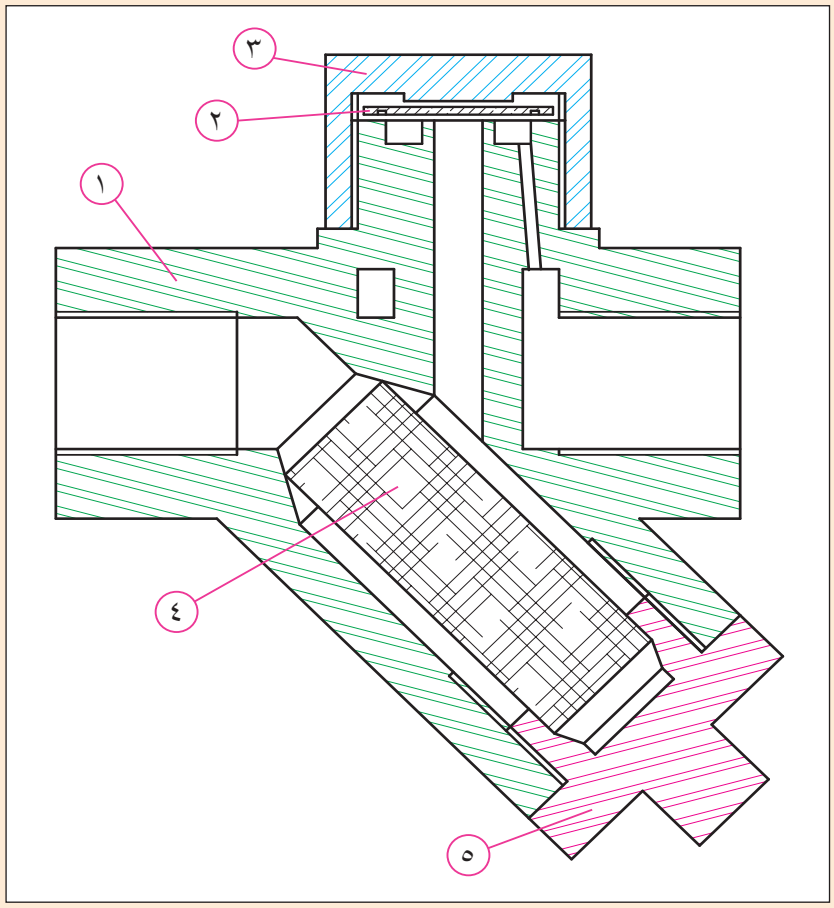


الشكل (٣–٥٦): مبادل حراري مجمّع.

رقم القطعة	اسم القطعة	نوع المادة	عدد
١	المبادل الأنبوبي	فولاذ	٢
٢	وصلة المبادل	فولاذ	١
٣	مانع تسرب	مطاط	٣
٤	برغي	فولاذ	١٢
٥	صامولة سداسية	فولاذ	١٢

٨ – يبيّن الشكل (٣–٥٧) أجزاءً ميكانيكية لمصيدة بخار مجمّعة.

المطلوب: رسم قطاع أمامي لأجزاء المصيدة كلّها حسب الجدول المرفق، وبمقياس رسم مناسب، مستخدمًا مسطرة القياس؛ للحصول على الأبعاد من الشكل.



الشكل (٣–٥٧): مصيدة بخار مجمّعة.

رقم القطعة	اسم القطعة	نوع المادة	عدد
١	جسم المصيدة	فولاذ	١
٢	قرص المصيدة	فولاذ	١
٣	غطاء القرص	مطاط	١
٤	مصفاة معدنية	فولاذ	١
٥	غطاء المصفاة	فولاذ	١

قائمة المصطلحات GLOSSARY

ANGLE GLOBE VALVE	صمّام جلدة زاوية
ANGLE MULTI–PURPOSE VALVE (SHUTOFF، BALBNCING AND CHECK)	صمّام زاوية متعدّد الاستعمال (إغلاق، موازنة، فحص)
ANGLE STOP AND CHECK VALVE	صمّام زاوية (إيقاف وفحص)
BALL VALVE	صمّام كروي
BOILER BLOW DOWN	تفريغ المرجل
BOILER FEED WATER	تعويض الماء للمرجل
BUTTERFLY VALVE	صمّام فراشة
CHECK VALVE	صمّام فحص
CHECK VALVE، SPRING LOADED	صمّام فحص، ذو ثقل زمبركي
CONDENSER WATER RETURN	راجع ماء المكثّف
CONDENSER WATER SUPPLY	مزوّد ماء المكثّف
COOLING COIL	ملف تبريد
DIFFRENTIAL PRESSURE–REDUCING REGULATOR	منظم تخفيض الضغط (تفاضلي)
DOMESTIC COLD WATER	مياه باردة للمنزل
DOMESTIC HOT WATER	مياه ساخنة للمنزل
DOMESTIC HOT WATER RETURN	مياه راجعه ساخنة منزلية
ELECTRIC COIL	ملف كهرباء
FIXED ORIFICE STEAM TRAP	مصيدة بخار ذات فتحة ثابتة
FLOAT&THERMOSTATIC STEAM TRAP	مصيدة البخار الثيرموستاتية ذات العوامة
FLOW MEASURING AND BALANCING VALVE	صمّام فحص وقياس الجريان
FOOT VALVE	صمّام القدم
GATE VALVE	صمّام بوّابة

GLOBE VALVE	صمّام جلدة
HEAT EXCHANGER، PLATE	صفائح المبادل الحراري
HEAT EXCHANGER، SHELL&TUBE	مبادل حراري (ذو الغلاف والأنبوب)
HEATING COIL	ملف تسخين
HIGH PRESSURE STEAM	بخار ذو ضغط عالٍ
HIGH PRESSURE STEAM CONDENSATE	بخار ذو ضغط عالٍ للمكثّف
HOT WATER RETURN	راجع ماء ساخن
HOT WATER SUPPLY	مزوّد ماء ساخن
INVERTED BUCKET STEAM TRAP	مصيدة البخار ذات الدلو المقلوب
LOW PRESSURE STEAM	بخار ذو ضغط منخفض
LOW PRESSURE STEAM CONDENSATE	بخار ذو ضغط منخفض للمكثّف
MEDIUM PRESSURE STEAM	بخار ذو ضغط متوسط
MEDIUM PRESSURE STEAM CONDENSATE	بخار ذو ضغط متوسط للمكثّف
MULTI– PURPOSE VALVE (SHUTOFF،BALANCING AND CHECK)	صمّام متعدّد الاستعمال (إغلاق، موازنة، فحص)
NEEDLE VALVE	صمّام إبري
PINCH VALVE	صمّام ذو قرص
PIPNG FLOW DIRECTION	اتجاه الجريان
PIPING HEATE TRACED	خط تتابع التسخين
PLUG VALVE	صمّام إيقاف
PRESSURE INDICATOR	قياس الضغط
PRESSURE–REDUCING REGULATOR	منظم تخفيض الضغط
PRESSURE REGULATOR	منظم ضغط

PUMP	مضخّة
PUMPED CONDENSATE	مضخّة للتكثيف
QUICK CLOSING VALVE	صمّام سريع الإغلاق
QUICK OPENING VALVE	صمّام سريع الفتح
SAFETY OR RELIEF VALVE	صمّام الأمان
SHUTOFF COCK	مانع تسرّب
THERMODYNAMIC (DISK) STEAM TRAP	مصيدة بخار ثيرموديناميةٍ (قرص)
THERMOSTATIC STEAM TRAP BIMETALLIC BELLOWS	مصيدة البخار الثيرموستاتية ذات المعدنين
THREE–WAY VALVE	صمّام ثلاثي الاتجاه
UNIT HEATER	وحدة تدفئة
VARIABLE ORIFICE (PISTON) STEAM TRAP	مصيدة بخار متغيرة الفتحة (ذات مكبس)

قائمة المراجع

أولاً المراجع العربية

١ – زعموط، محمود، **المرجع في الرسم**، دار الشروق للنشر والتوزيع، عمان – الأردن، ٢٠٠١م.

٢ – أحمد، سفيان، والدوس، زينب، **الرسم الهندسي – تمارين وتطبيقات**، مكتبة المجتمع العربي للنشر والتوزيع، عمان – الأردن، ٢٠١١م.

٣ – أحمد، سفيان، **الرسم الهندسي**، مكتبة المجتمع العربي للنشر والتوزيع، عمان – الأردن، ٢٠٠٨م.

٤ – مواقع إلكترونية متعدّدة على شبكة الإنترنت.

ثانيًا المراجع الأجنبية

1 - Simmons, Colin, and Maguire, Dennis, and Phelps, Neil, **Manual of Engineering, Drawing**, Elsevire, ltd., Oxford uk, 2009.

2 - Reddy, Venkata, **Text book of Engineering Deawing**, BSP BS Publication, 2008.

تمّ بحمد الله تعالى