المقدمة

تتكون منظومات التبريد والتكييف والتثليج من عناصر عديدة:

الاجزاء الاساسية: مثل الضواغط ، المبخرات، المكثفات، ادوات التمدد والمستلم وغيرها .

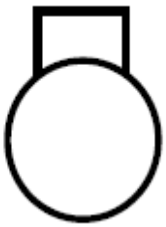
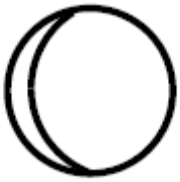
الاجزاء الخدمية: مثل مستلم سائل ،وسيط التبريد ومصيدة الزيت.

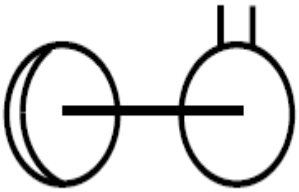
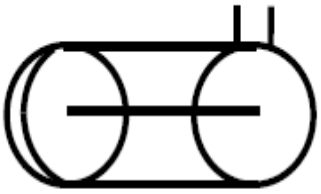
الاجزاء التي تستخدم للسيطرة :مثل الموقتات الزمنية ومنظم درجات الحرارة وغيرها.

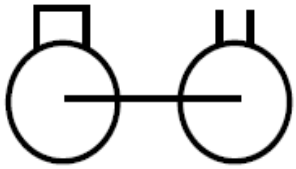
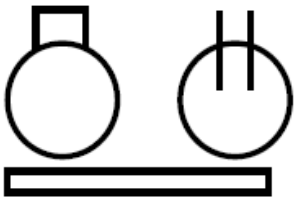
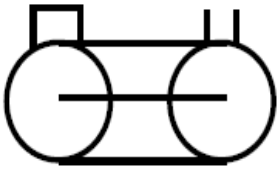
ولصعوبة رسوم معظم هذه الاجزاء بالتفصيل الدقيق،تم استعاذة برموز بسيطة متفق عليها عالميا لتصبح لغة العاملين في مجال التبريد والتثليج. وهذه الرموز هي:

الرموز الميكانيكية

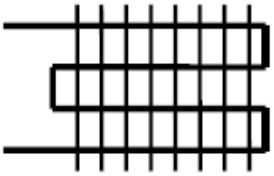
رموز الضاغطات :

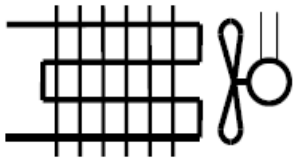
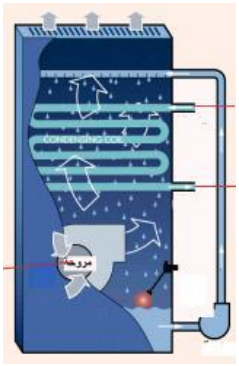
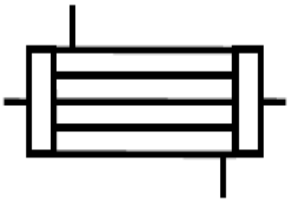
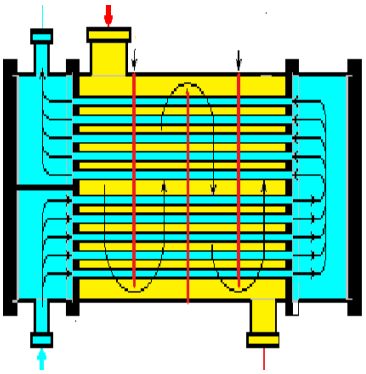
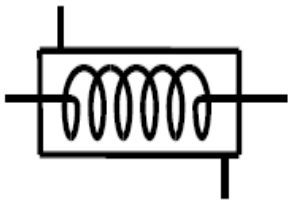
العنصر	نموذج	الرمز
الضاغط بصفة عامة Compressor , regular		
ضاغط دوراني ، علبة المرافق مغلقة، ادارة بسير Compressor, rotary, enclosed crankcase, belted		

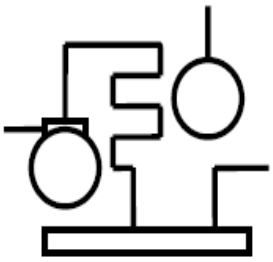
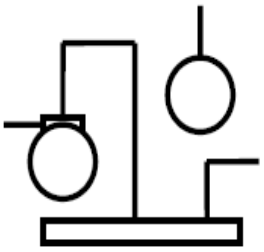
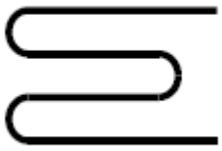
محرك مع ضاغط دوراني ، إدارة مباشرة Motor Compressor, rotary, enclosed crankcase Direct connection		
محرك مع ضاغط دوراني ، علبة المرافق محكمة الغلق إدارة مباشرة Motor Compressor, rotary, Direct connection Sealed crankcase		
ضاغط ترددي ، علبة المرافق مفتوحة ، إدارة بسير Compressor, open crankcase reciprocating , belted		
ضاغط ترددي ، علبة المرافق مفتوحة ، إدارة مباشرة Compressor, open crankcase reciprocating , direct connection		

ضاغط ترددي ، علبة مباشرة Motor Compressor, enclosed crankcase reciprocating , direct connection		
ضاغط ترددي ، علبة المرافق مغلقة ، إدارة بسير Motor Compressor, open crankcase, reciprocating , belted		
ضاغط ترددي ، علبة المرافق محكمة الغلق ، إدارة مباشرة Motor Compressor, sealed crankcase, reciprocating , direct connection		

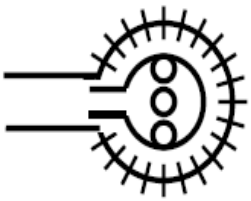
رموز المكثفات :

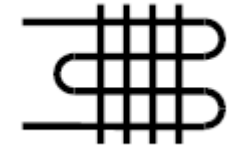
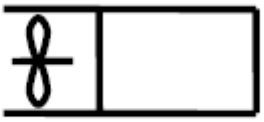
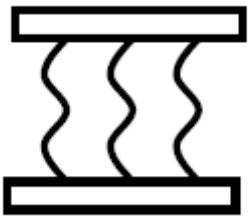
العنصر	نموذج	الرمز
مكثف مزعنف مبرد بالهواء ، حمل حر Finned air cooled condenser, static		

		مكثف مزعنف مبرد بالهواء ، حمل قسري Finned air cooled condenser, forced air
		مكثف تبخيري Evaporative Condenser
		مكثف مبرد بالماء ذو غلاف و أنابيب Water cooled condenser, Shell and tube
		مكثف مبرد بالماء ذو غلاف و ملف Water cooled condenser, Shell and coil

وحدة تكثيف مبردة بالهواء Air cooled condensing unit		
وحدة تكثيف مبردة بالماء Water cooled condensing unit		
ملف أنبوبي Coil		

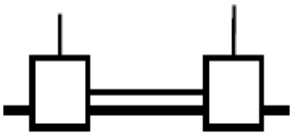
رموز المبخرات :

العنصر	نموذج	الرمز
مبخر دائري، مزعنف، نوع سقف Finned circular evaporator, ceiling type		

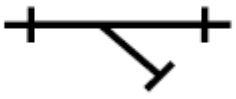
مبخر مبرد بالهواء ، حمل حر Natural convection, Finned type Evaporator		
مبخر مبرد بالهواء ، مزعنف حمل قسري Forced convection Evaporator		
مبخر متشعب ، لوحي Plate coil Evaporator		

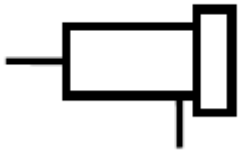
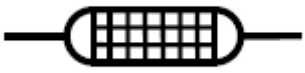
رموز بعض عناصر التبريد :

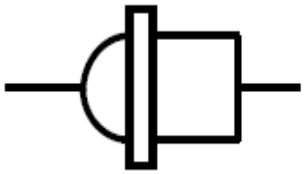
العنصر	نموذج	الرمز
وحدة تبريد بالتغطيس Immersion cooling unit		

برج تبريد Cooling tower		
مبادل حراري Heat exchanger		
زجاجة بيان Sight glass		

رموز بعض المصائد :

العنصر	نموذج	الرمز
مجفف Drier		
مصفاة Strainer		

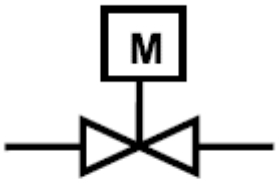
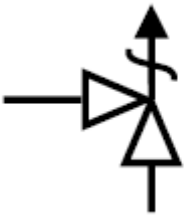
		مجفف و مصفاة Strainer and drier
		مرشح و مصفاة Filter and strainer
		مرشح خطي Line Filter
		مصيدة قشور Scale trap
		مصيدة بكيس Basket trap

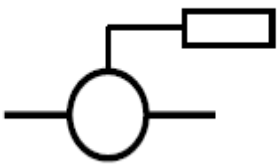
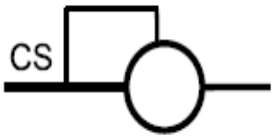
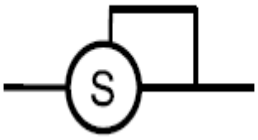
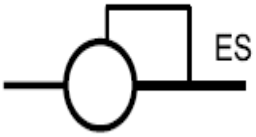
رجوع إلى الغلاية Boiler return		
مصيدة بعوامة Float trap		
مصيدة بثرموستات و عوامة Traps, thermostatic		

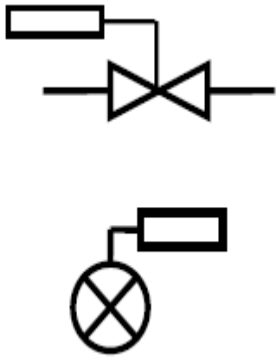
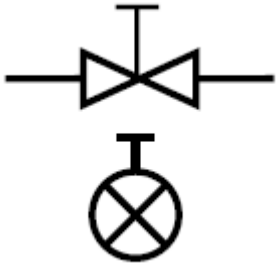
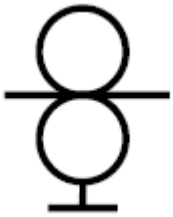
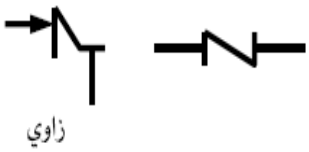
رموز الصمامات :

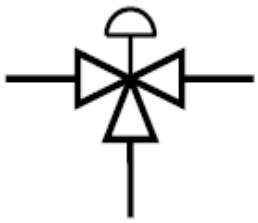
العنصر	نموذج	الرمز
صمام بعوامة للجانب العالي High side float valve		

		صمام بعوامة للجانب المنخفض low side float valve
		صمام بوابي gate valve
		صمام كروي Globe valve
		صمام محمي Lock shield valve
		جزرة إيقاف Plug

		صمام منظم للضغط Pressure regulating valve
		صمام مخفض للضغط Pressure- reducing valve
		صمام ، تحكم بمحرك Motor operated valve
		صمام تصريف Relief valve
		صمام مشغل بملف كهربائي Solenoid valve

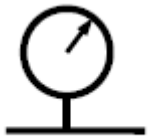
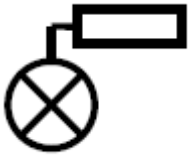
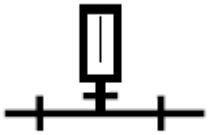
		صمام تنظيم ضغط المبخر ، ثرموستاتي ، نوع خانق Valve, evaporator pressure regulating, Thermostatic throttling type
		صمام سحب الضاغط ، محدد للضغط ، نوع خانق (جانب الضاغط) Valve, compressor suction pressure limiting, Thermostatic throttling type(compressor side)
		صمام تنظيم ضغط المبخر ، ثرموستاتي ، فعل إطباقي Valve, evaporator pressure regulating, Thermostatic snap action
		صمام سحب الضاغط ، محدد للضغط ، نوع خانق (جانب الضاغط) Valve, evaporator pressure regulating, throttling type(evaporator side)

صمام تمدد ثرموستاتي Thermostatic expansion valve		
صمام تمدد يدوي Hand expansion valve		
صمام ضغط ثابت Constant pressure valve		
صمام عدم ارجاع Check valve		
صمام اتوماتيكي ذو اتجاهين 2-way automatic valve		

صمام اتوماتيكي ذو ثلاثة اتجاهات 3-way automatic valve		
صمام خط هواء Air line valve		
مزيل هواء Air eliminator		

رموز بعض اجهزة التحكم والقياس :

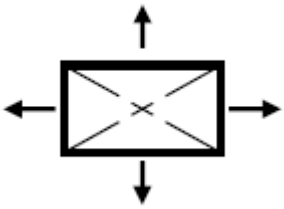
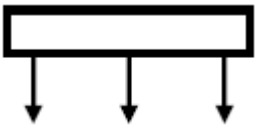
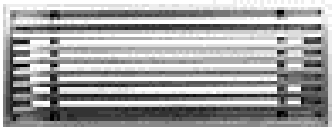
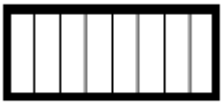
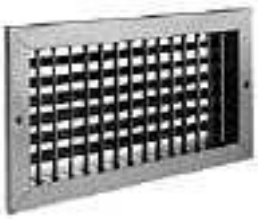
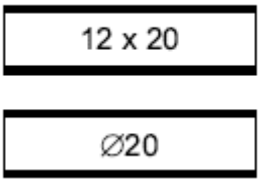
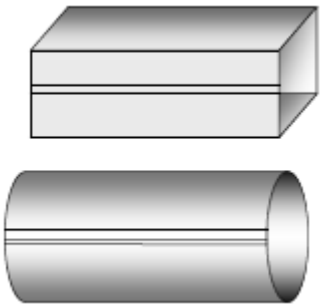
العنصر	نموذج	الرمز
مفتاح ضغط Pressure switch		
مفتاح ضغط مزدوج Dual pressure switch		

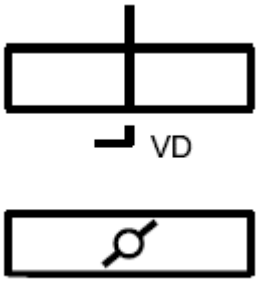
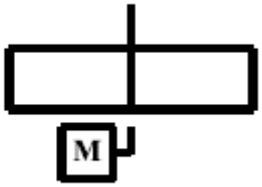
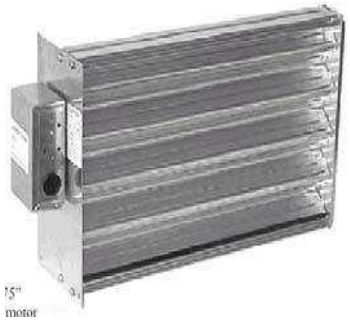
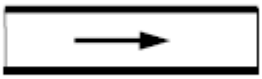
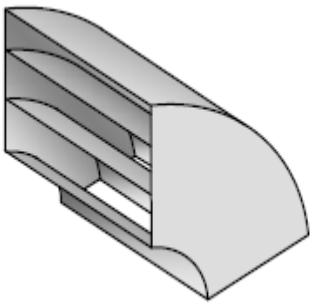
جهاز قياس (ضغط او درجة الحرارة) gauges		
ثرموستات thermostat with remote bulb		
ثرموستات ذاتي الاحتواء Self-contained thermostat		
بصيلة حرارية Thermal bulb		
ثرمومتر thermometer		

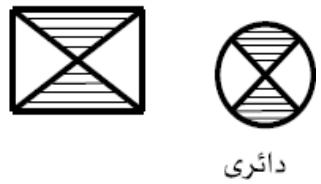
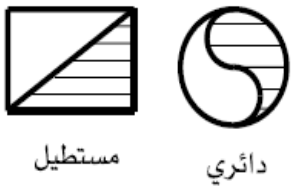
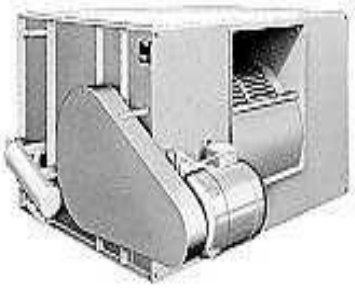
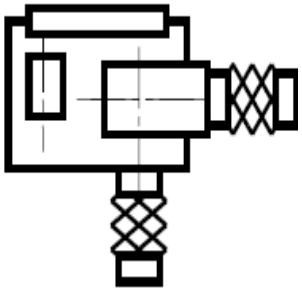
رموز بعض عناصر التكييف والتهوية :

العنصر	نموذج	الرمز

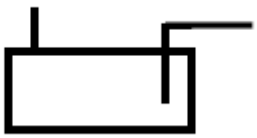
		راديتور عادية
		راديتور
		وحدة تدفئة بأرياش Unit heater (propeller)
		وحدة تدفئة (مروحة طرد مركزي، مسقط رأسي) Unit heater (centrifugal)
		وحدة تهوية (مسقط رأسي) Unit ventilator

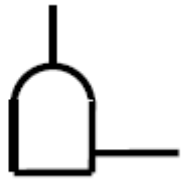
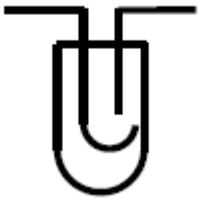
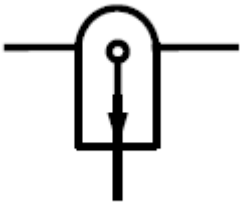
		ناشرة سقف دائرية Circular ceiling diffuser
		ناشرة سقف مربعة Square ceiling diffuser
		ناشرة مستقيمة Linear diffuser
		شبكة سطح Floor register
		المسلك (العرض x العمق او القطر) Duct

		منظم خانق (تحكم يدوي) Manual volume damper
		منظم خانق (تحكم اوتوماتيكي) Automatic volume damper
		اتجاه الجريان او التدفق Direction of flow
		وصلة مرنة Flexible connection
		مسلك ذو ريش Turning duct section

مقطع لمسلك امداد Supply duct section		
مقطع لمسلك تصريف او اعادة تمرير Return, exhaust or out side duct section		
مروحة ومحرك مع وقاء للسير Fan and motor with belt guard		
مروحة ومحرك Fan and motor		

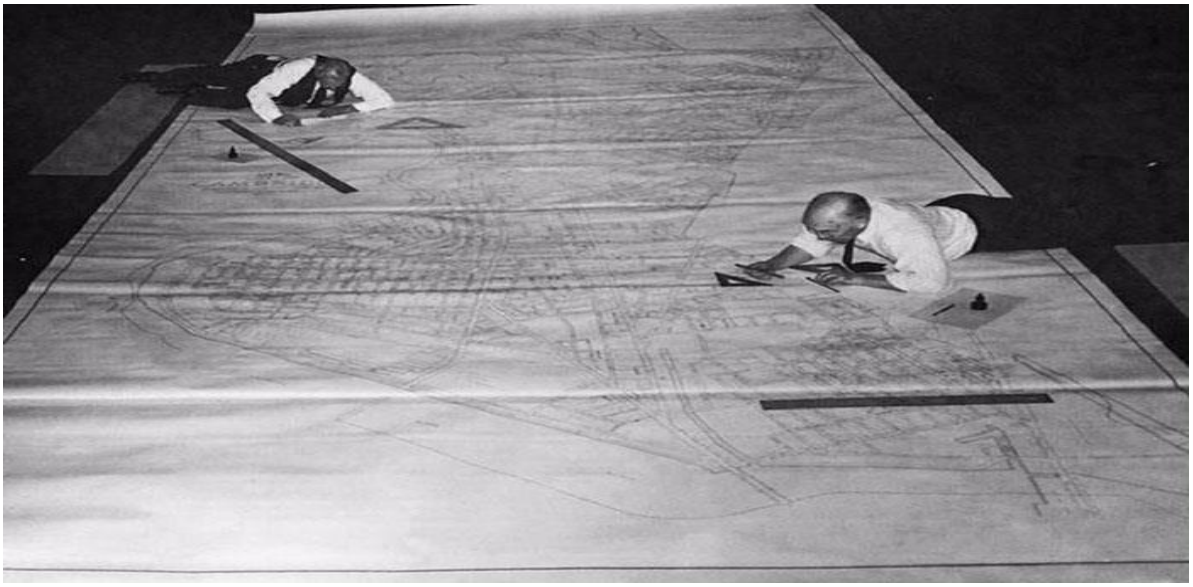
رموز بعض العناصر الاخرى

العنصر	نموذج	الرمز
مستقبلة افقية Horizontal receiver		

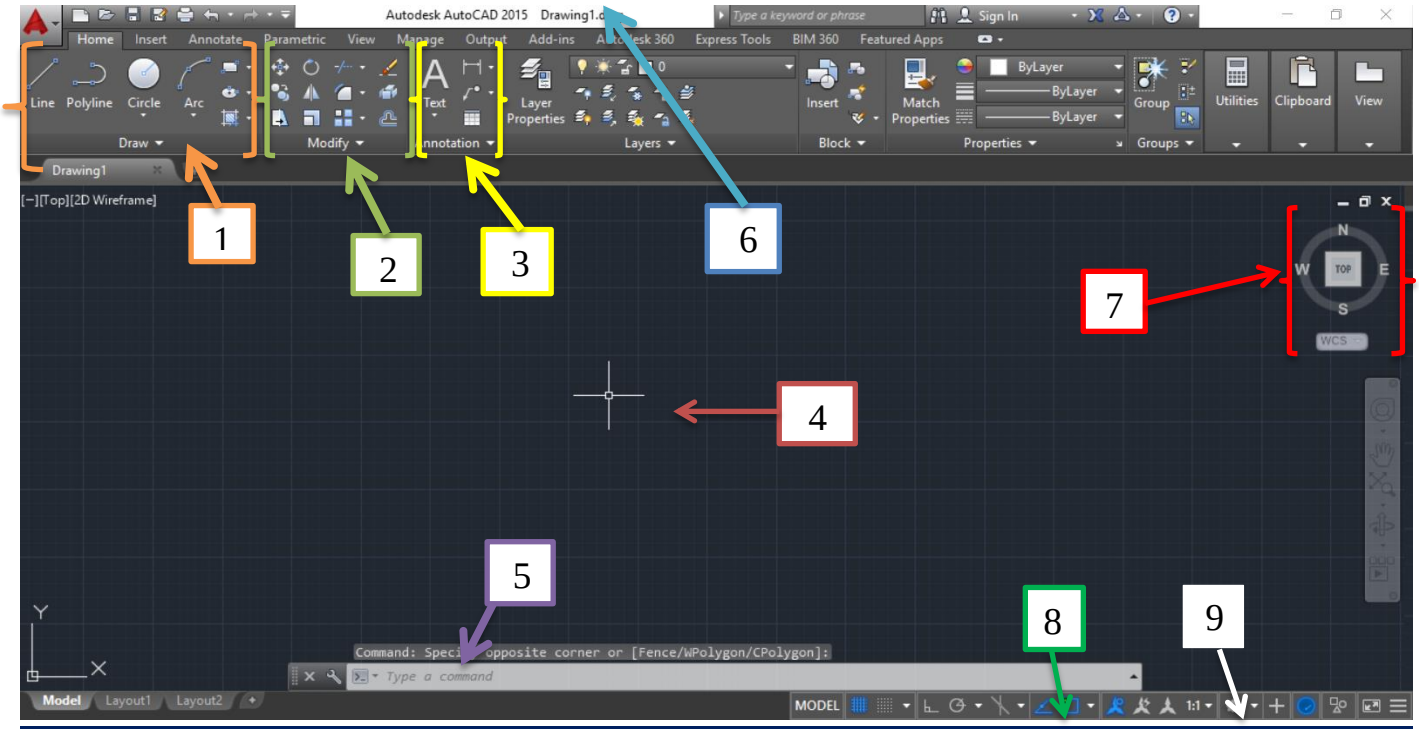
		مستقبلة رأسية Vertical receiver
		مركم/ خزان تجميع accumulator
		مضخة pump
		فاصل زيت Oil separator

استخدام برنامج الاتوكاد لرسم خرائط توزيع التكييف التهوية في الاماكن المغلقة

تعريف برنامج الاتوكاد (AutoCAD): هو برنامج للرسم وتصميم بمساعدة الحاسوب يدعم إنشاء الرسومات ثنائية وثلاثية الأبعاد، يعتبر من اكثر البرامج التصميم الأكثر انتشارًا في العالم لما يوفره من وقت وجهد. يوضح الشكل(١) الحياة قبل اختراع برنامج الاتوكاد.



الشكل(١): رسم الخرائط قبل اختراع الاتوكاد.



الشكل(٢): واجهة برنامج الاتوكاد

واجهة البرنامج:

اجزاء البرنامج كما موضح في الشكل (٢):

1- أدوات الرسم الأساسية Basic Drawing Tools.

2- أدوات التعديل الأساسية Basic Editing Tools.

3- أدوات اضافية Extra Tools.

4- المؤشر Cursor.

5- سطر الأوامر Command Line.

6- الاسم Name.

7- البوصلة والمنظور Compass and Perspective.

8- خيارات الصور Snapping Options.

9- مساحة العمل Workspace.

اوامر الرسم:

الأمر Line (إنشاء الخطوط)

لإنشاء الخطوط في أوتوكاد. فإن البرنامج يوفر طرقاً مختلفة. وسنقو بشرح أكثر هذه الطرق استخداماً.

الوصول إلى الأمر Line

- من شريط القوائم الرئيسي Draw ➤ Line.
- النقر على الأيقونة في شريط أدوات الرسم.
- كتابة الحرف L في سطر الأوامر ثم الضغط على Enter.

المسافة المباشرة

تعد هذه الطريقة أسرع الطرق لرسم الخطوط المتعامدة في أوتوكاد. بما أن معظم الخطوط في الرسومات المعمارية هي خطوط متعامدة فإنه من المتوقع أن تكون هذه الطريقة أكثر الطرق استعمالاً، قد لا تكون هذه الطريقة دقيقة في حالة الخطوط المائلة على الأفقي أو الرأسي.لإنشاء خط بهذه الطريقة قم بالخطوات التالية:

1- قم بتفعيل الأمر بأحد الطرق السابقة.

2- ستظهر الرسالة التالية في سطر الأوامر:

LINE Specify first point:

يطلب أوتوكاد تحديد النقطة الأولى للخط. لاحظ أن المؤشر قد تغير شكله ليخبرك بأن عليك انتقاء نقطة. قم بانتقاء النقطة الأولى في منطقة الرسم بالضغط على زر الفأرة الأيسر.

3- بعد انتقاء النقطة الأولى ستظهر لك الرسالة التالية:

Specify next point or [Undo]:

ويطلب منك تحديد النقطة التالية. أدخل طول الخط في سطر الأوامر وقم بتوجيه المؤشر بالاتجاه الذي تريد أن يكون على الخط.ثم اضغط على الزر Enter.

4- بعد انتقاء النقطة الثانية ستظهر لك الرسالة التالية:

Specify next point or [Undo]:

ويطلب تحديد النقطة التالية. قم بعمل الخطوة السابقة إذا أردت أن ترسم خطاً. وإذا أردت التوقف اضغط على Enter .

بعض الامثلة:

١- **الخط الافقي Horizontal Line** : من شريط ادوات الرسم الاساسية **Draw ⟹ Line**

Or

Command: Line

Specify First Point: 0,0

Specify Next Point or [Undo]: 500,0

Specify Next Point or [Undo]: *Cancel*

٢- **الخط العمودي Vertical Line** **:** من شريط ادوات الرسم الاساسية **Draw ⟹ Line**

Or

Command: Line

Specify First Point: 0,0

Specify Next Point or [Undo]: 0,500

Specify Next Point or [Undo]: *Cancel*

٣- خط مائل Inclined Line : من شريط ادوات الرسم الاساسية

Draw ⟹ Line

Or

Command: Line

Specify First Point: 400,400

Specify Next Point or [Undo]: @700<45

Specify Next Point or [Undo]: *Cancel*

Note

(@)Means the First Point Will be Reference Point for the Second Point

٤- الدائرة Circle : من شريط ادوات الرسم الاساسية

Draw ➡ Circle

Or

Command: Circle

Specify Center Point for Circle or [3p/2p/Ttr (Tan Tan Radius)]: 1000,1000

Specify Radius of Circle or [Diameter]: 500

٥- القوس Arc : من شريط ادوات الرسم الاساسية

Draw ➡ Arc

Or

There Are Many Methods to Draw Arc:

- 3 Points

Command: Arc

Specify Start Point of Arc or [Center]: 500,500

Specify Second Point of Arc or [Center/End]: 1000,400

Specify End Point of Arc: 1400,1000

- Draw .. Arc.. (Center , Start , End)

Command: Arc Specify Start Point of Arc or [Center]: C Specify Center Point of Arc: 0,0

Specify Start Point of Arc: 1000,0

Specify End Point of Arc or [Angle/Chord Length]: 0,1000

- Draw .. Arc ..(Center, Start, Angle)

Command: Arc Specify Start Point of Arc or [Center]: _C Specify Center Point of Arc: 500,500

Specify Start Point of Arc: @500,0

Specify End Point of Arc or [Angle/Chord Length]: _A Specify Included Angle: 90

٦- **المستطيل** **Rectangle** : من شريط ادوات الرسم الاساسية **Draw ⇨ Rectangle**

Or

Command: Rectangle

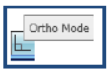
Specify First Corner Point or [Chamfer/Elevation/Fillet/Thickness/Width]:

200,200

Specify Other Corner Point or [Area/Dimensions/Rotation]: @200,400

استخدام وضع التعامد (Ortho)

قد يكون من المفيد جداً تحديد حركة المؤشر أفقياً ورأسياً. بمعنى أن مؤشر أوتوكاد سيتحرك فقط في الاتجاه الرأسي أو الأفقي. فعلى سبيل المثال إذا قمت برسم خط فإن المؤشر سيتحرك أفقياً ورأسياً وبالتالي تستطيع إنشاء خطوط أفقية و رأسية بسرعة، وستظهر لك الفائدة الكبيرة في اختصار الوقت عند استخدام وضع التعامد مع الأوامر الأخرى من أوتوكاد، تستطيع تنشيط وضع التعامد بالطرق التالية:



- النقر على زر في شريط المعلومات.
- الضغط على F8.
- كتابة Ortho في سطر الأوامر.

اوامر التعديل:

الامر Move : يستخدم هذا الامر لنقل العناصر الرسومية في ورقة الرسم الى اماكن جديدة

Modify ➡ Move

Or

Command: Move

Specify Base Point or [Displacement]< Displacement >: 10,10

Specify Second Point or< *use first point as dispacement* >:

الامر Copy : يستخدم هذا الامر لنسخ العناصر الرسومية في ورقة الرسم الى اماكن جديدة.

Modify ➡ Copy

Or

Command: Copy

Specify Base Point or [Displacement/M0de]< displacement >: 10,10

Specify Second Point or [Array] < *use first point as dispacement* >:

الامر Rotate **:** يقوم هذا الامر بتدوير العناصر الرسومية المختارة حول نقطة بزاوية معينة

Modify ➡ Rotate

Or

Command: Rotate

Specify Base Point: 10

Rotate Specify Rotation Angle or [Copy Reference] < 0 >:

الامر Erase **:** يقوم هذا الامر بمحي العناصر الرسومية

Modify ➡ Erase

Or

Command: Erase

Erase 1 Found

الامر Offset **:** يستخدم هذا الامر لرسم عنصر يوازي المختار بمسافة محددة

Modify ➡ Offset

Or

Command: Offset

Specify Base Point or [Displacement/M0de]< displacement >: 10,10

Specify Offset Distance or [Through/Earse/Lare] < $through$ >:

Specify Point On Side To Offset or [Exit/Mulitpe/Undo] < $exit$ >:

الامر Mirror **:** يقوم هذا الامر بصنع مرآة للعنصر حيث يطلب اولا اختيار العنصر.

Modify ➡ Mirror

Or

Command: Mirror

Specify First Point of Mirror Line: Specify Second Point Of Mirror Line

Earse Source Objects?[Yes/No] $< n >$:

الامر Trim **:** يقوم هذا الامر بقص الزيادات من خط ما عند حافة محددة.

Modify ➡ Trim

Or

Command: Trim

[Fence/ Crossing/Project/Edge/Erase/Undo]:E

Select Object to Tirm or Shift – Select To Extend or

[Fence/ Crossing/Project/Edge/Erase/Undo]: *Cancel*

الامر Extend **:** وهو مشابه لامر Trim من حيث الاسلوب ومعاكس له بالوظيفة التي يؤديها حيث يقوم بتمديد العناصر باتجاه حافة محدده.

Modify ➡ Extend

Or

Command: Trim

[Fence/ Crossing/Project/Edge/Erase/Undo]:P

Enter A Projectection Option [None/Ucs/ View] $< ucs >$: N

Select Object to Extend Or Shift –Select to Tirm Or

[Fence/ Crossing/Project/Edge/Erase/Undo]: *Cancel*

الامر Fillet **:** يستخدم في الامرلتحويل التقاء عنصرين الى التقاء بقوس دائري.

Modify ➡ Fillet

Or

Command: Fillet

Specify First Point Or [Undo/Polyline/Raduis/Trim/Multiple]: R

Specify Oppsite Corner or [Fence/Wpolygon/ Cpolygon]: *Cancel*

الامر Scale **:** يقوم هذا الامر بتكبير او تصغير الشكل على لوحة الرسم بشكل فعلي.

Modify ➡ Scale

Or

Command: Scale

Specify Scale Factor or [Copy/Reference]: R

Specify Reference Length< 1.0000 > or Specify Scond Point :

الامر Stretch : يقوم هذا الامر بمط العناصر المختارة من جهة الاختيار.

Modify ➡ Stretch

Or

Command: Stretch

```
Select objects to stretch by crossing-window or crossing-pc
Select objects: Specify opposite corner: 1 found
Select objects:
Specify base point or displacement:
```

الامر Array **:** يستخدم هذا الامر لانشاء مصفوفة من العناصر أو الاشكال المختارة ، بتكرار العناصر او الشكل المختار عددا من المرات بمسافات منتظمة وفق شكلين اساسين هما.

مصفوفة مستطيلة : يتم إحداث نسخ من العناصر وفق أسطر وأعمدة بمسافات محددة.

المصفوفة الدائرية : يتم إحداث نسخ من العناصر وفق دائرة أو قوس دائري .

Modify ➡ Array

Or

Command: Array

Select Objects:

Enter The Type of Array [Rectangular/Polar] <R>:

Enter the Number of Rows (---) <1>:

Enter the Number of Columns (|||)

Enter the Distance between Rows or Specify Unit Cell (---):

Specify the Distance between Columns (|||)

Specify Center Point of Array:

Enter The Number of Items In The Array:

Specify the Angle to Fill (+=Ccw, -=Cw) <360>: Rotate Arrayed Objects? [Yes/No] <Y>:

وصلات ربط مجاري الهواء

Air-ducting filtting

المقدمة:

تستخدم مجاري الهواء كما هو معروف لنقل الهواء المكيف من منظومات التكييف إلى الفضاء المكيف، وبالعكس. وتتكون مجاري الهواء من مجاري الهواء المستقيمة إضافة إلى العديد من وصلات الربط ووصلات تغيير الاتجاه ومآخذ الهواء، وترتبط شبكات الهواء في نهاياتها بموزعات الهواء مثل ناشرات الهواء السقفية أو شبابيك الهواء الجدارية وغيرها، ولغرض إتقان رسم مجاري الهواء يجب التعرف على رسم مكونات ووصلات مجاري الهواء. في جميع الأشكال أدناه يجب أخذ مقياس رسم بمقدار 1:10 كي نستطيع رسم الشكل في ورقة A4.

وصلات مجاري الهواء Air-Ducting Filtting

تتكون وصلات مجاري الهواء من التالي:

١- الانحناءات Bends

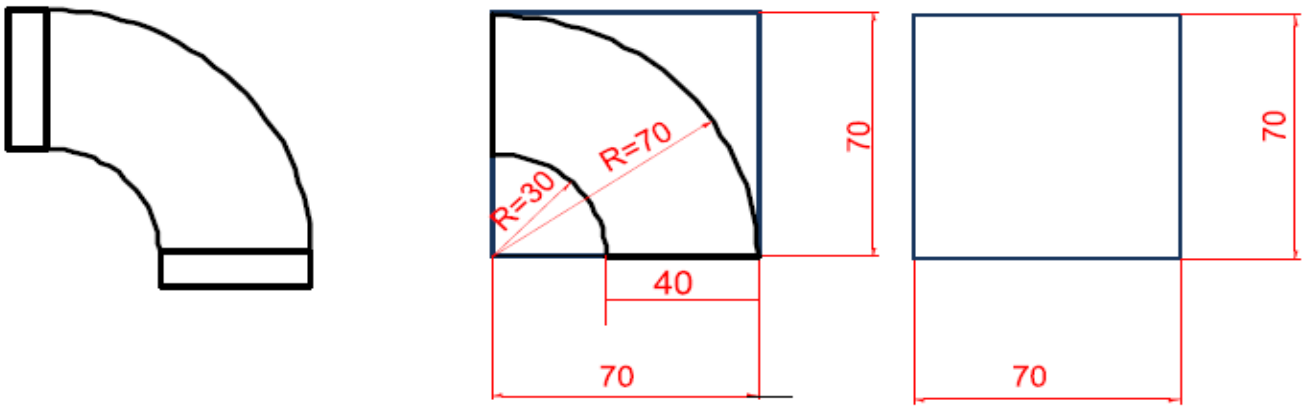
يستفاد منها لتغيير اتجاه الهواء بثبوت أبعاد مجرى الهواء، وقد تكون الانحناءات مستطيلة الشكل، وتكون إما قائمة أو على شكل قوس، وقد يكون الانحناء دائري المقطع ومن الممكن أن يتكون من قطعة واحدة أو عدد من القطع

أ- **انحناء مربع مقوس**:إذا فرضنا أن مقطع المجرى (W) الذي يتم عليه الانحناء هو 40 سم، نرسم مربع يساوي بعده ما يلي:

بعد المربع = ل + $\frac{3}{4}$ل= 40 + 30 = 70 سم

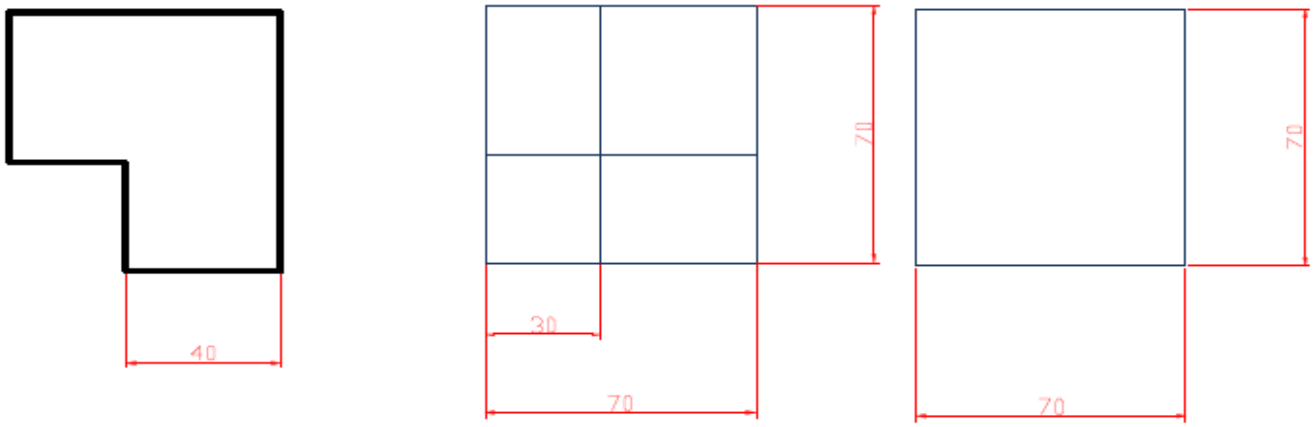
$$L_{sq} = W + \frac{3}{4}W = 40 + 30 = 70\ cm$$

يرسم القوس الأول بقطر 30 سم من ركن المربع، بعد ذلك يرسم قوس آخر من نفس المركز بقطر 70 سم، بعد ذلك نصل بين نهايتي القوسين ونقوم بعدها بمسح الخطوط المساعدة، وكما هو مبين في الشكل (2-1).



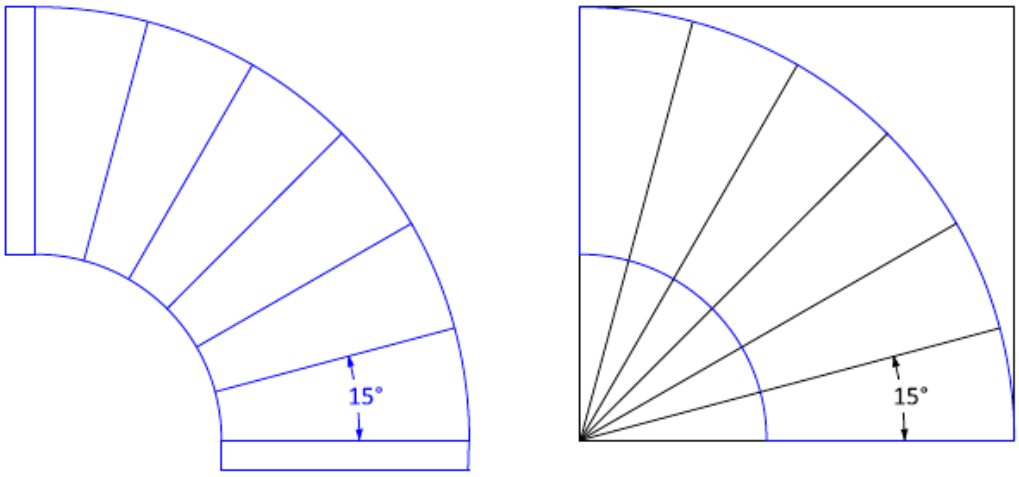
شكل 2-1 رسم انحناء لمجرى هواء مستطيل الشكل عرضه 40 سم.

رسم انحناء قائم لمجرى هواء مستطيل: إذا فرضنا إن مقطع المجرى الهوائي يساوي 40 سم، نتبع الخطوات أعلاه في رسم المربع بعد ذلك نرسم خط عمودي على بعد 30 سم من الضلع الأفقي للمربع، ثم نقوم برسم خط آخر على بعد 30 سم من الضلع العمودي للمربع وتقاطعهما يحدد شكل الانحناء، ثم نمسح الخطوط المساعدة وكما هو مبين في الشكل (2-2).

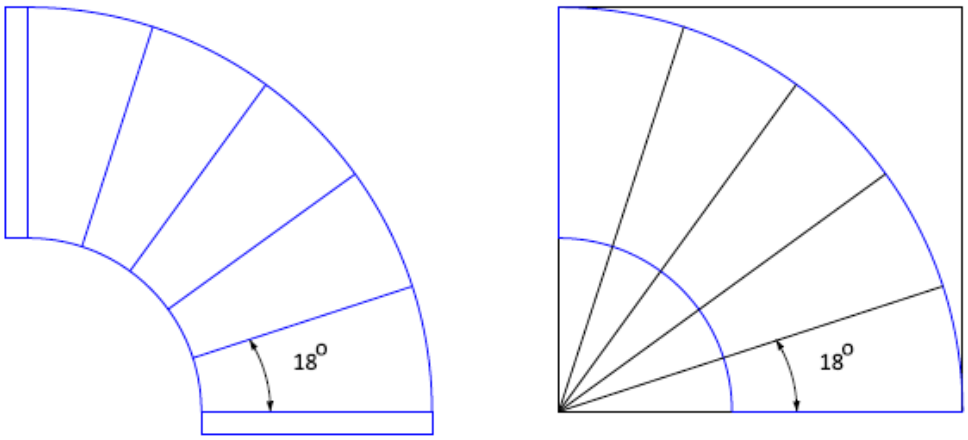


شكل 2-2 رسم انحناء قائم لمجرى هواء مستطيل

ب- انحناء لمجرى هواء دائري قائم يتكون من ستة قطع: نرسم مجرى هواء مقوس وكما تم شرحه في الفقرة أ، ثم نقسم الزاوية القائمة إلى ستة أقسام، وبهذا يكون قياس زاوية كل قطعة يساوي 15 درجة، بعد ذلك نصل بين تقاطع خطوط الزوايا ببعضها البعض، حيث يبين الشكل (2-3) أسلوب رسم انحناء لمجرى هواء دائري يتكون من ستة قطع، وآخر يتكون من خمسة قطع، في حين يبين الشكل (2-4) انحناء لمجرى هواء دائري يتكون من ثلاثة قطع.

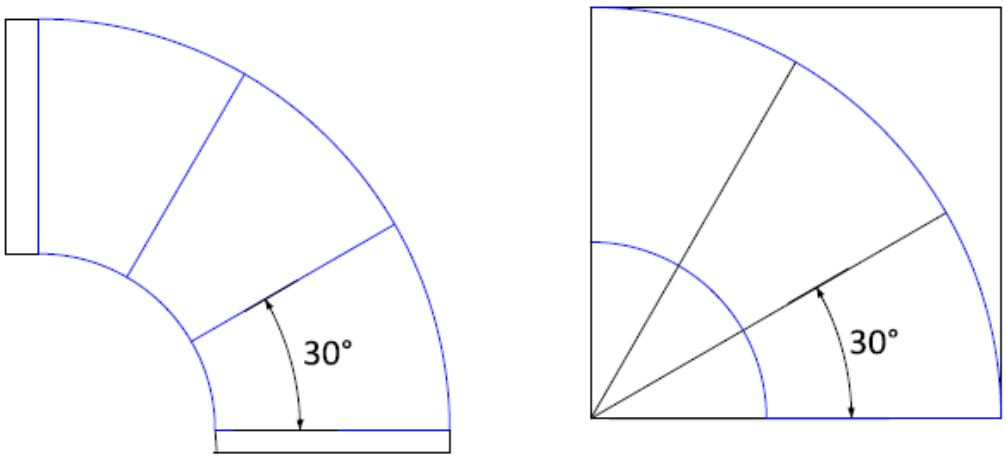


أ- أنحناء دائري ذي ستة قطع



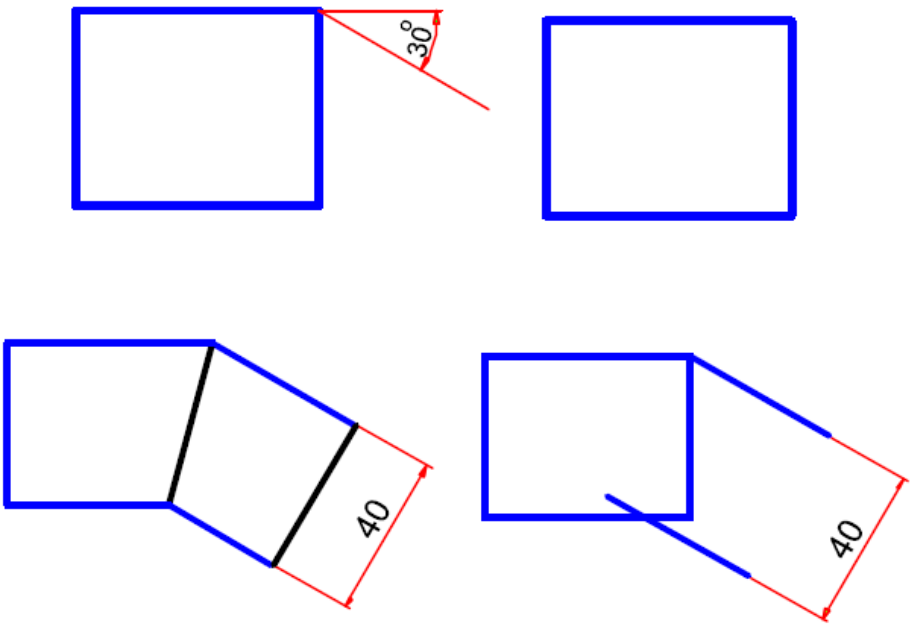
ب انحناء دائري ذي خمسة قطع

شكل 2-3 رسم انحناء دائري لمجري هواء يتكون من ستة قطع وآخر يتكون من خمسة قطع.

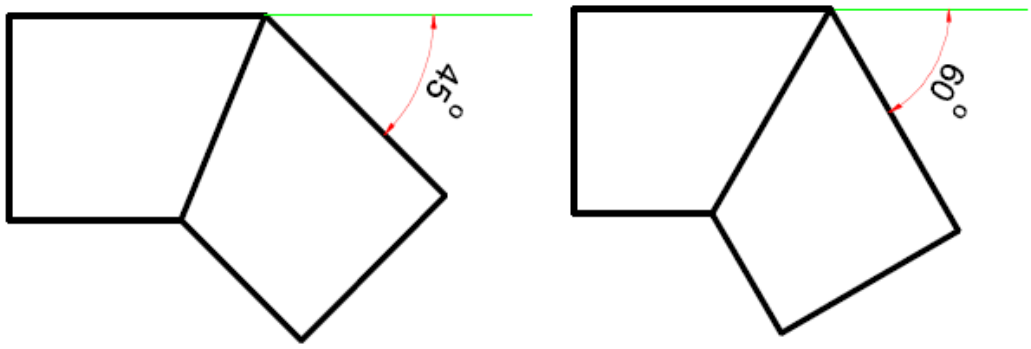


شكل 2-4 انحناء لمجرى هواء دائري يتكون من ثلاثة قطع

ت- انحناء لمجرى هواء مستطيل بزاوية معينة: لرسم انحناء لمجرى هواء مستطيل ولتكن الزاوية 30 درجة، نتبع الخطوات التالية، نرسم مجرى هواء أفقي وليكن عرضه 40 سم، ثم نرسم من الركن العلوي لمجرى الهواء خط مائل بزاوية 30 درجة، ثم نرسم خط عمودي على الخط المائل ونقيس مسافة بقدر عرض مجرى الهواء، بعد ذلك نرسم من نهاية الخط القائم خط موازي للضلع المائل، ونصل تقاطع الخطين المائلين مع المجرى الرئيس بخط يمثل مفصل الانحناء، ويبين الشكل (2-5) أسلوب رسم مجرى الانحناء بزاوية 30 درجة، وانحنائين آخرين بعدة زوايا.



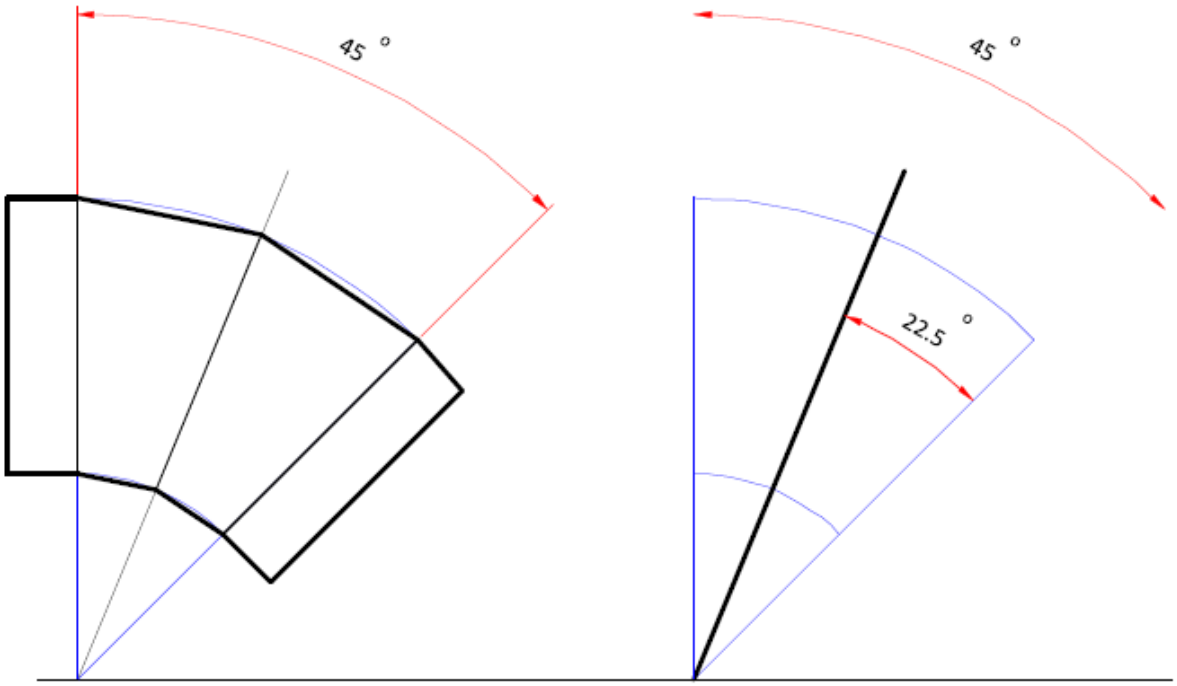
أ- أسلوب رسم انحناء لمجرى هواء مستطيل بزاوية 30 درجة.



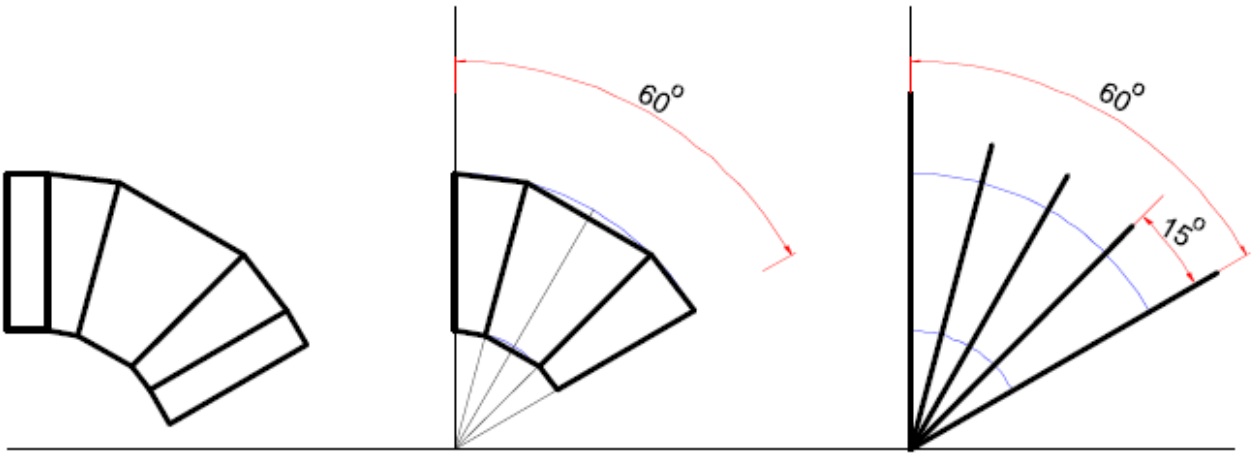
ب- انحناء بزاويتي 60 و 45 درجة

شكل 2-5 رسم انحناء بزاوية معينة لمجرى هواء مستطيل

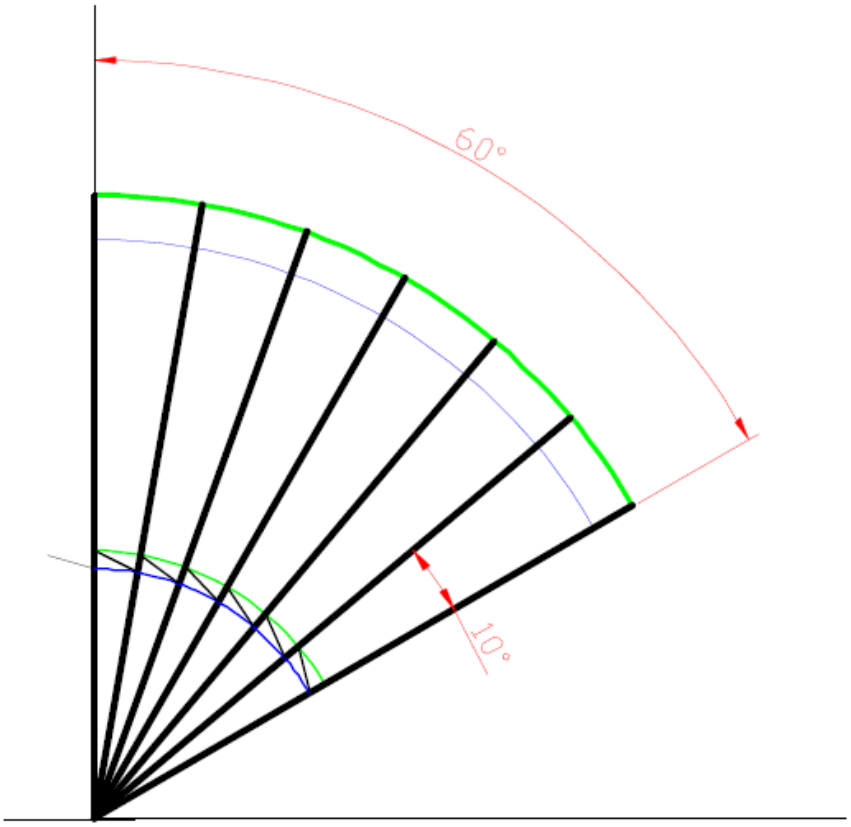
ث- انحناء بزوايا مختلفة لمجرى هواء دائري: نتبع الخطوات ذاتها المذكورة في رسم انحناء مجرى الهواء الدائري المذكورة في الفقرة (2-1-1 ت)، ويبين الشكل (2-6) انحناءات بزوايا مختلفة لمجرى هواء دائري.

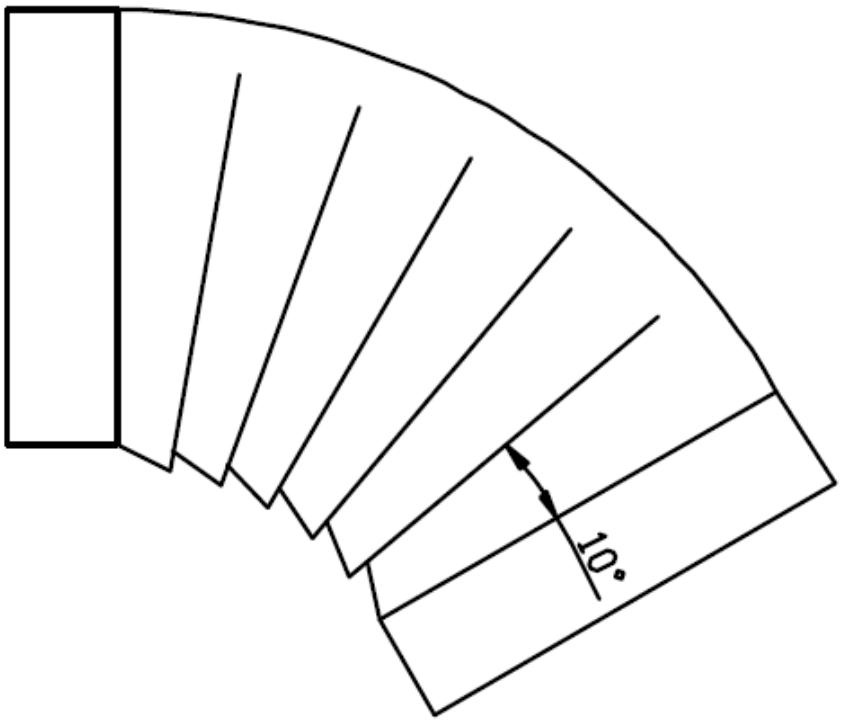


أ-أنحناء لمجرى هواء دائري بزاوية 45 من قطعتين



ب-انحناء لمجرى هواء دائري بزاوية 60 درجة من ثلاثة قطع.





ت-أنحناء هواء دائري بزاوية 60 درجة من قطعة واحدة

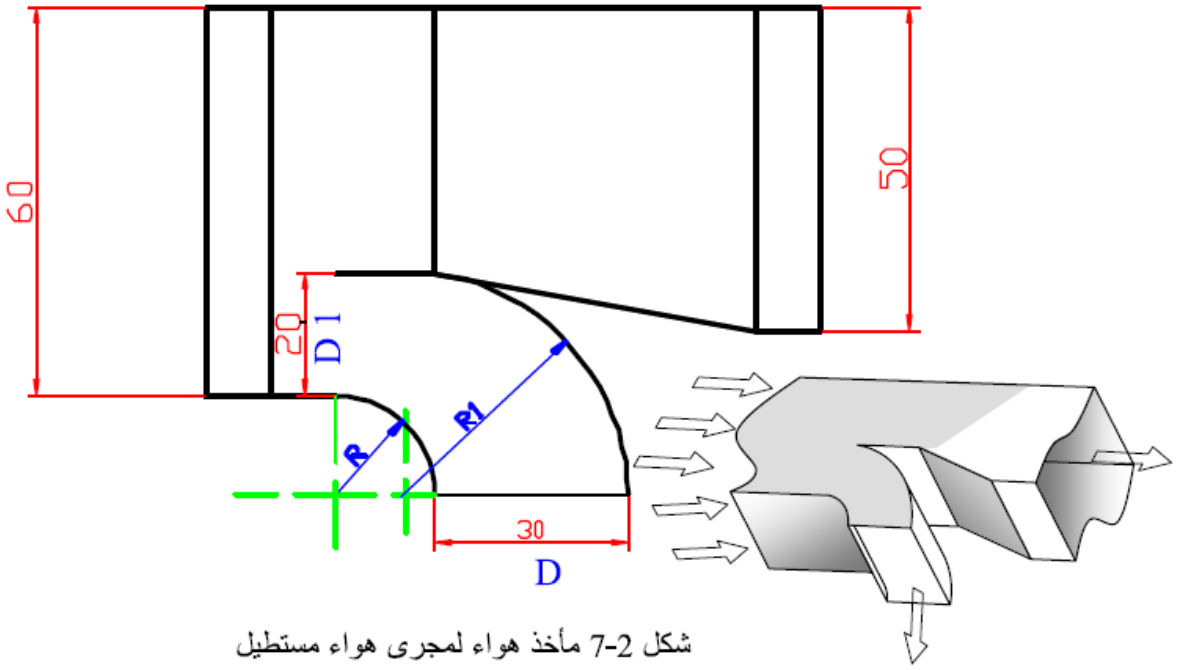
شكل 2-6 انحناء بزوايا مختلفة لمجرى هواء دائري

٢-١-٢ مأخذ الهواء Air Takeoff

يستخدم مأخذ الهواء في تفرعات مجاري الهواء، حيث يقوم مجرى الهواء الرئيسي بنقل الهواء من منظومات التكييف، ثم يقوم بعد ذلك بالتفرع لتوزيع الهواء إلى الغرف، ويمكن أن يحتوي المجرى على فرع واحد، أو فرعان من نقطة واحدة. وتقسم مجاري الهواء إلى مجاري مستطيلة أو دائرية المقطع، وسنبدأ بمأخذ الهواء مستطيلة المقطع.

أ- **مأخذ هواء منحني لمجرى هواء مستطيل المقطع:**

لرسم مجرى الهواء المبين في الشكل (2-7) نتبع الخطوات التالية:



شكل 2-7 مأخذ هواء لمجرى هواء مستطيل

- نحدد نصف القطر R الذي يحدد القوس الصغير لمجرى الهواء وكما يلي:

$$R = \frac{3}{4}D$$

فلو فرضنا أن D يساوي 30 سم، بهذا يكون نصف القطر R يساوي

$$R = \frac{3}{4} \times 30 = 22{,}5 \text{ cm}$$

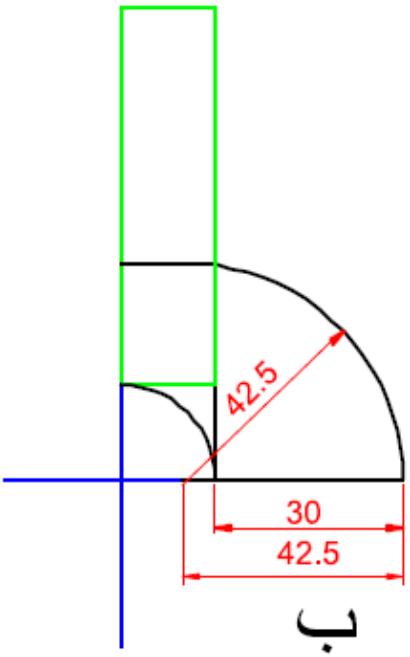
- بعد ذلك نحدد نصف القطر R1 وكما يلي:

$$R_1 = D_1 + \frac{3}{4}D$$

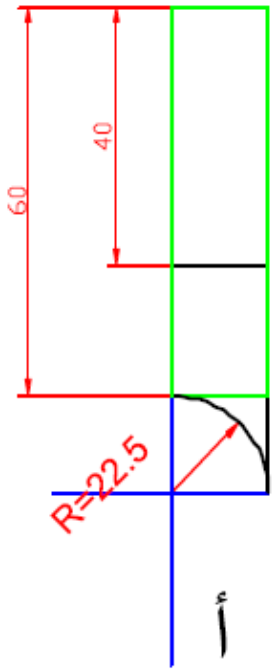
فلو كان فتحة المأخذ D1 تساوي 20 سم، أي أن نصف القطر R1 يساوي

$$R_1 = 20 + 22.5 = 42.5 \text{ cm}$$

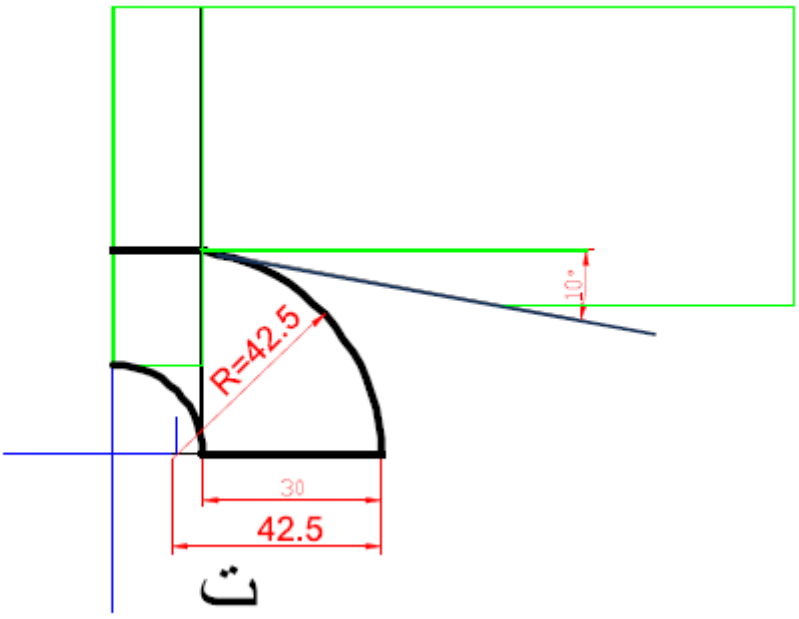
- نرسم جزء مجرى الهواء الذي عرضة 60 سم، ثم نحدد عرض المأخذ والذي يساوي 20 سم، من نهاية مجرى الهواء ننزل مسافة بقدر R والتي تساوي 22.5 سم، من نهاية الخط نرسم ربع دائرة، نصف قطرها 22.5 سم، وكما هو مبين في الشكل (2-8 أ).
- من نهاية القوس نضع بُعد المجرى الفرعي والذي يساوي D أو 30 سم، بعد ذلك نقيس مسافة بعكس الاتجاه مقدارها R_1 أو كما تم حسابها والتي تساوي 42.5 سم، من نهاية الخط نرسم القوس الخارجي والذي يساوي R_1 أو 42.5 سم، وكما هو مبين في الشكل (2-8 ب).
- نرسم مماس للقوس الخارجي بزاوية مقدارها 10 درجة، ونمد الخط العلوي لمجرى الهواء الرئيس، من نهاية الخط الأفقي ننزل مسافة مقدارها بقدر الفرع الأفقي للمجرى، والتي تساوي 50 سم، من نهاية الخط نرسم خط أفقي إلى أن يتقاطع مع الخط المائل، وكما هو مبين في الشكل (2-8 ت).
- نرسم الشكل النهائي للمأخذ بخط سميك ونقوم بمسح الخطوط المساعدة، وكما هو مبين في الشكل (2-8 ث).



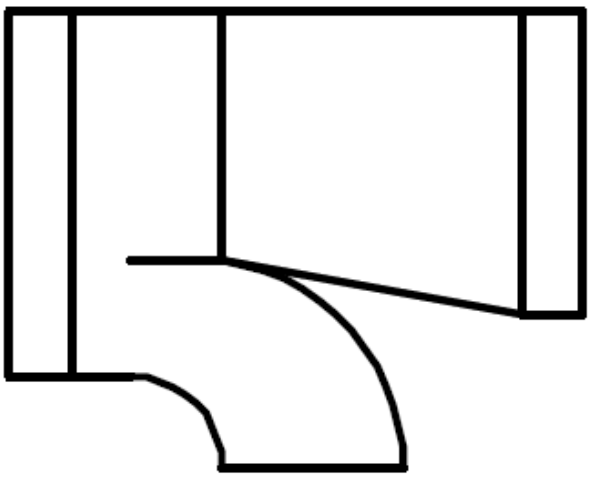
ب



أ



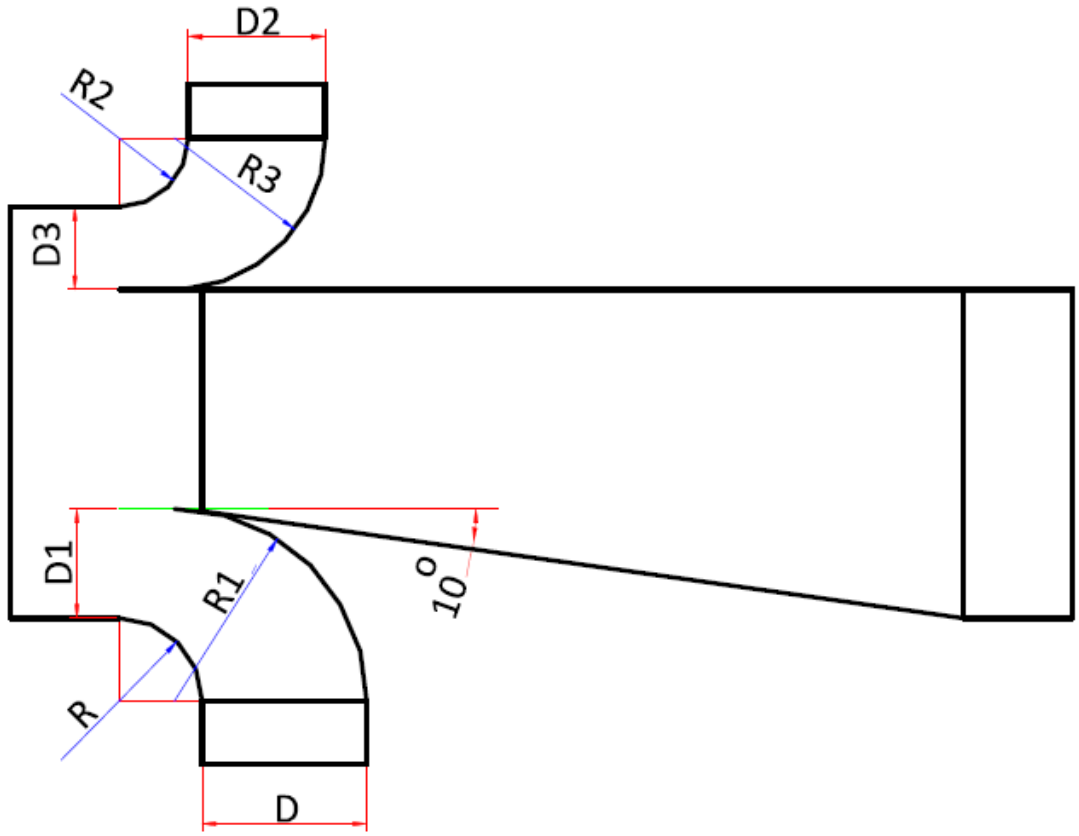
ت



ث

شكل 2-8 طريقة رسم مأخذ هواء لمجرى مستطيل

ب- **مأخذ هواء بفرعين**: لرسم مأخذ هواء بفرعين نتبع الأسلوب المتبع في (2-1-2 أ)، ويبين الشكل (2-9) أسلوب رسم مجرى هواء بفرعين.



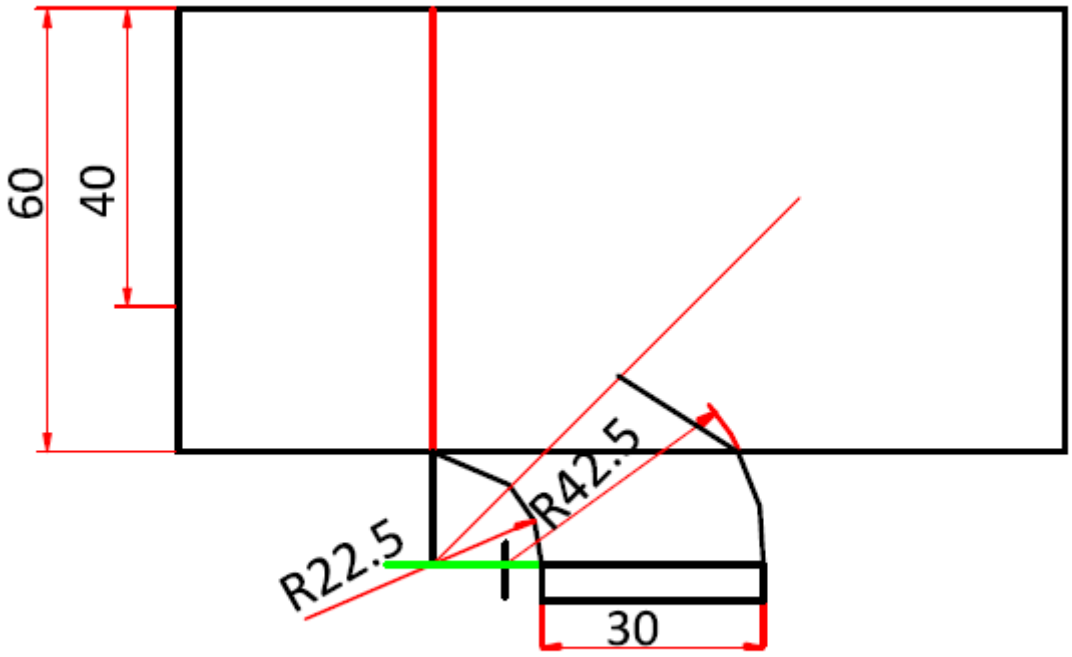
شكل 2-9 رسم مأخذ هواء مستطيل بفرعين

$$R = \frac{3}{4}D \qquad R_2 = \frac{3}{4}D_2$$

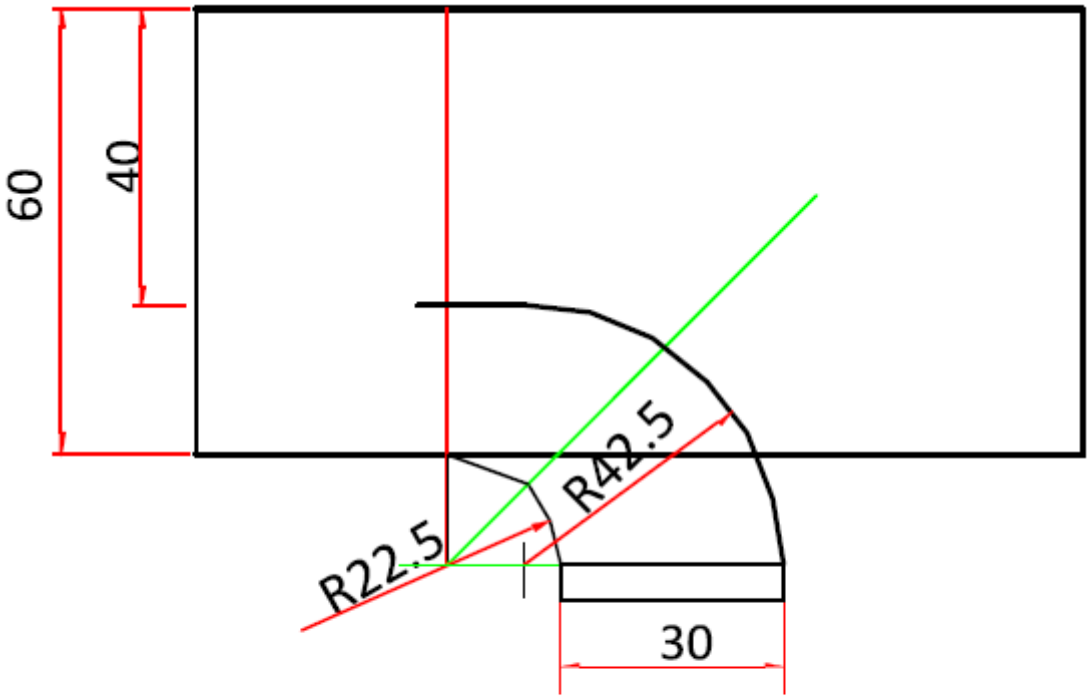
$$R_1 = D_1 + \frac{3}{4}D \qquad R_3 = D_3 + \frac{3}{4}D_3$$

ت- **مأخذ هواء لمجرى هواء مستطيل المقطع لأشكال مختلفة**: يبين الشكل (2-10) أسلوب رسم بعض أنواع مآخذ الهواء.

ث- **مأخذ هواء دائري لمجرى دائري المقطع**: يمكن أن يكون الفرع الذي يتفرع من المجرى الرئيسي عمودياً أو مائلاً بزاوية مقدارها 45 درجة عن المجرى الرئيسي، حيث يبين الشكل (2-11) طريقة رسم مأخذ هواء لمجرى هواء دائري عمودي على المجرى الرئيسي وآخر يميل بزاوية مقدارها 45 درجة عن مجرى الهواء الرئيسي.

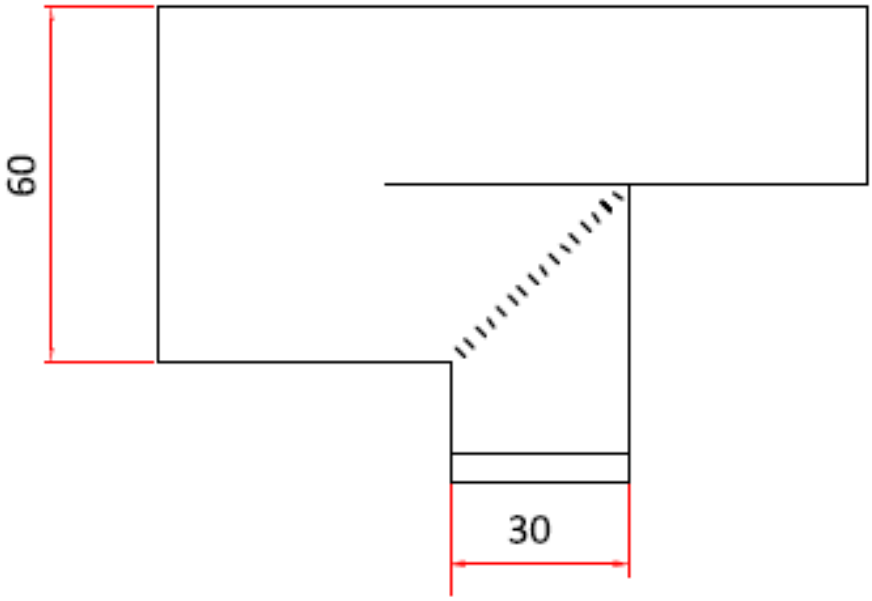


أ- ماخذ هواء خارجي مع موجه للهواء

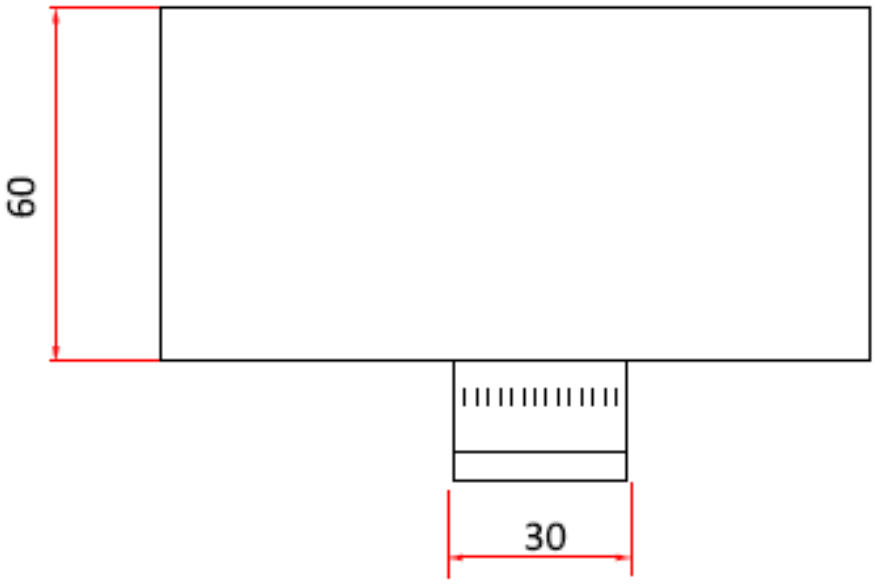


شكل 2-10 أ مأخذ هواء لمجرى هواء مستطيل

ت- مأخذ هواء داخلي

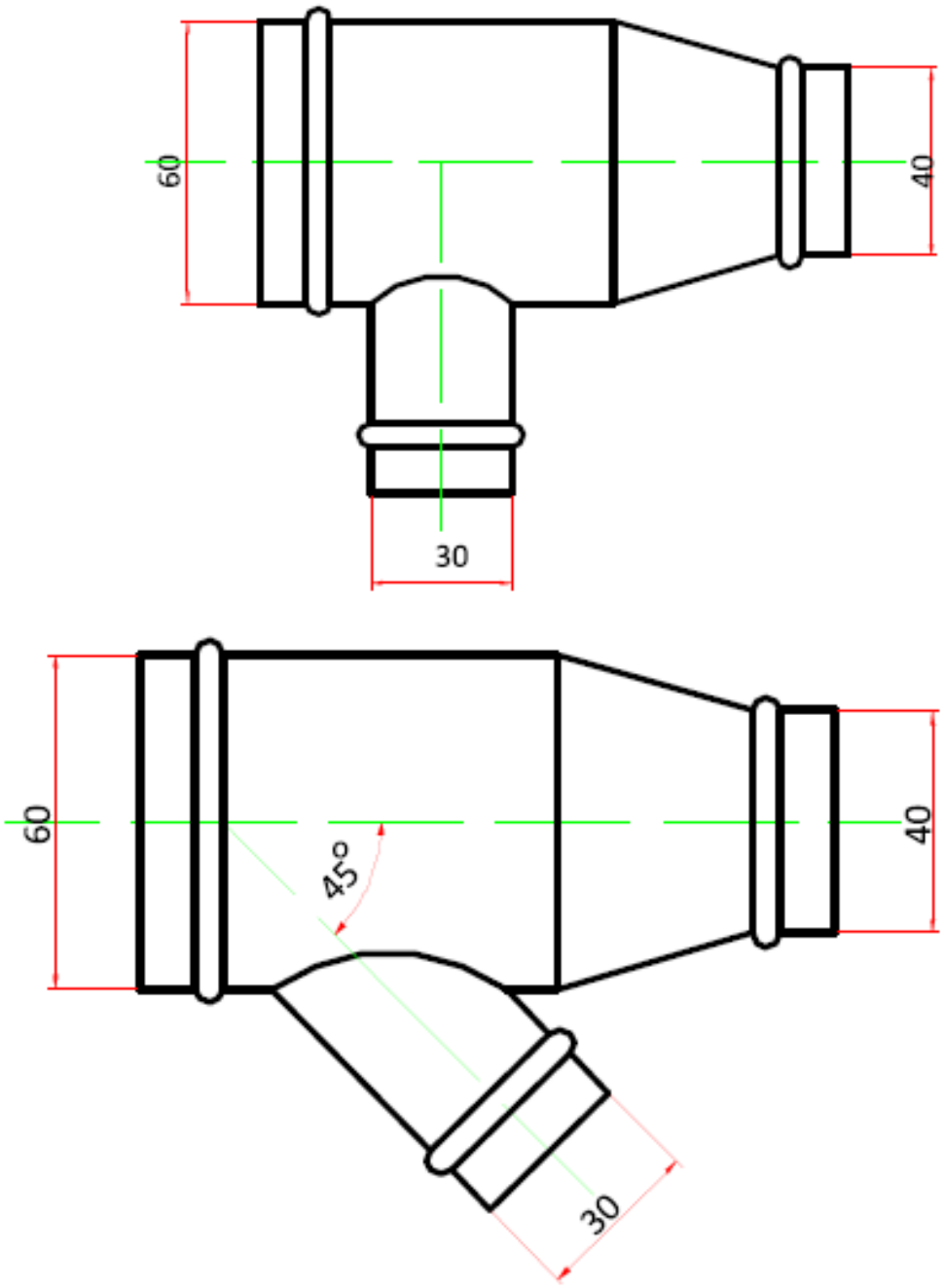


ت-مأخذ هواء قائم مع موجهات للهواء بزاوية 45 درجة



ث- مأخذ هواء قائم خارجي

شكل 2-10 ب مأخذ هواء لمجرى هواء مستطيل



شكل 2-11 مأخذ هواء لمجرى دائري المقطع

٣-١-٢ تفرغ مجرى الهواء Air-Ducting Branches

ممكن أن يتفرع مجرى الهواء الرئيسي إلى فرعين ثانويين متعامدين على مجرى الهواء الرئيسي، وقد يكون مجرى الهواء مستطيل أو دائري المقطع، وسنوضح أولاً طريقة رسم تفرع لمجرى هواء مستطيل المقطع.

أ- تفرع مجرى هواء مستطيل المقطع: نتبع الخطوات التالية لرسم تفرع مجرى هواء مستطيل المقطع وهي مشابهة تماماً لرسم مأخذ هواء بفرعين، ولرسم التفرع المبين في الشكل (2-12) نتبع ما يلي:

- نبدأ بإعادة تعريف التفرع بالرموز وكما هو مبين في الشكل (2-12 ب)، ومنه نستخرج أنصاف أقطار الأقواس اللازمة لرسم التفرع وكما يلي:

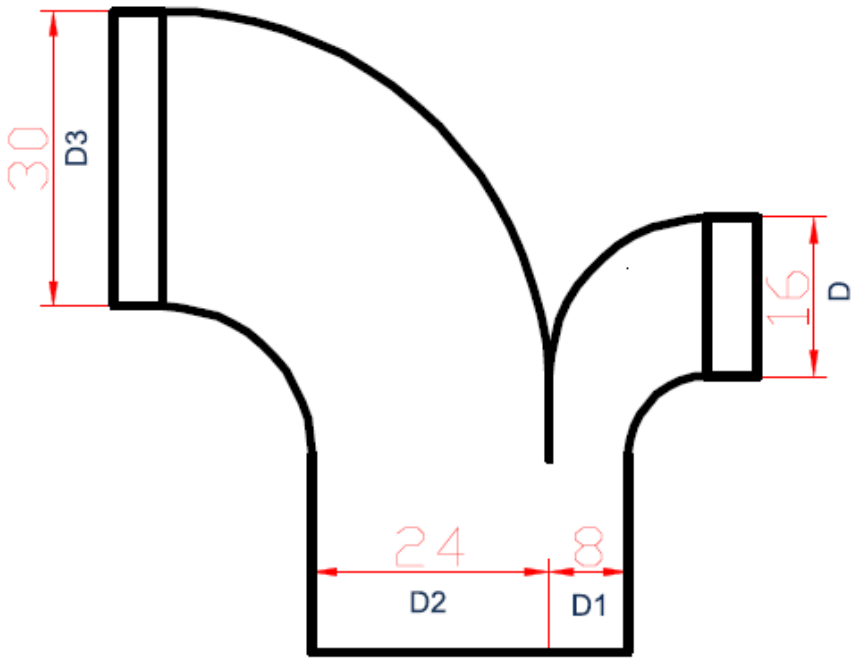
$$R = \frac{3}{4}D = \frac{3}{4}16 = 12 \qquad R_2 = \frac{3}{4}D_2 = \frac{3}{4}24 = 18$$

$$R_1 = D_1 + \frac{3}{4}D = 8 + \frac{3}{4}16 = 24 \qquad R_3 = D_3 + \frac{3}{4}D_2 = 30 + \frac{3}{4}24 = 48$$

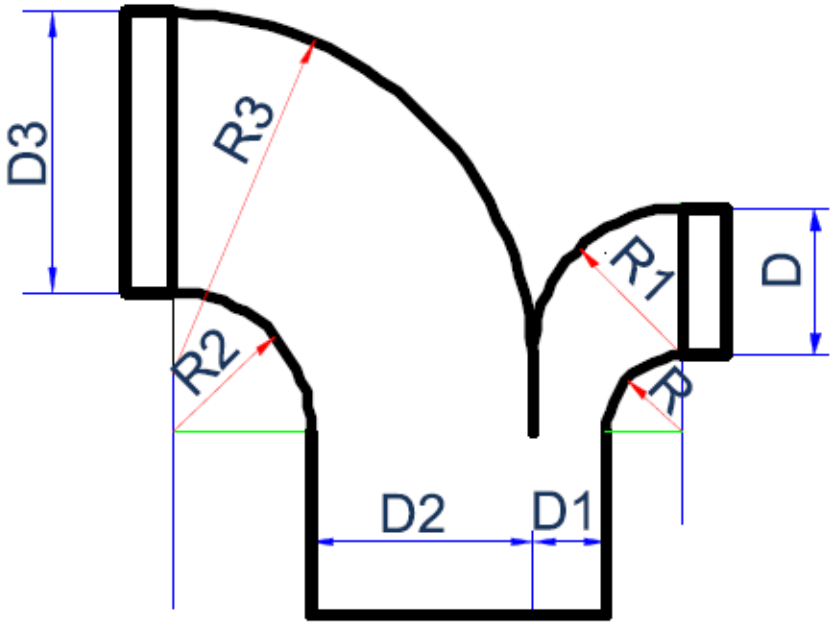
أي أن أبعاد أنصاف الأقطار ستكون كما يلي:

R_3	R_2	R_1	R
48	18	24	12

- من القياسات أعلاه نبدأ برسم مجرى الهواء بالأبعاد الموضحة على الشكل (2-12 أ) والأقطار التي تم حسابها وكما هو مبين في الشكل (2-13).
- نرسم مستطيل طول قاعدته يساوي العرض الذي يتم عليه التفرع، ويساوي ارتفاعه مجموع اكبر D وأكبر نصف قطر للقوس السفلي، أي أن الاختيار يتم بين R و R_2. (أي أن طول قاعدة المستطيل من الشكل (2-12 أ) تساوي (24+8= 32 سم)، وارتفاعه يساوي (D_3 +R_2). وبهذا يكون ارتفاع المستطيل يساوي 15+30=45 سم، وكما هو مبين في الشكل(2-13 أ).
- نرسم التفرع بشكل مستطيلات وكما هو مبين في الشكل (2-13 ب).
- نرسم الأقواس حسب أنصاف الأقطار التي تم استخراجها، ثم نمسح الخطوط المساعدة للحصول على الشكل النهائي للتفرع وكما هو مبين في الشكل (2-12).

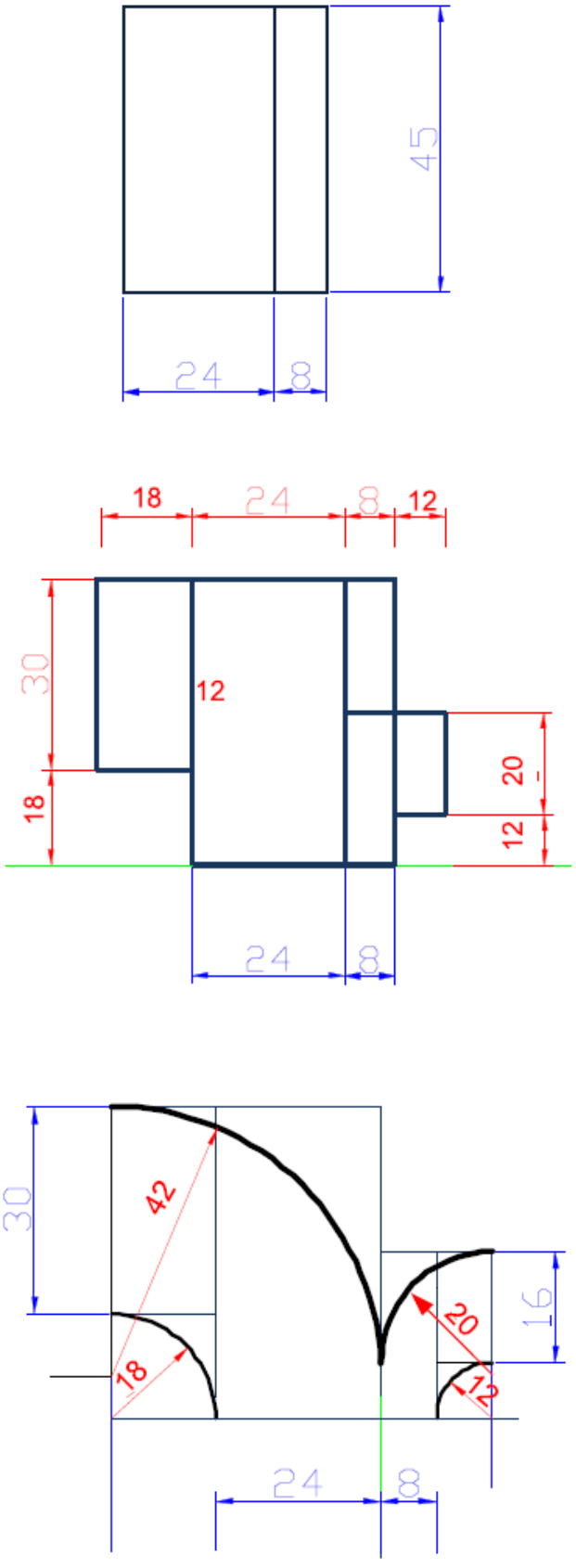


أ- تعريف التفرع بالقياسات



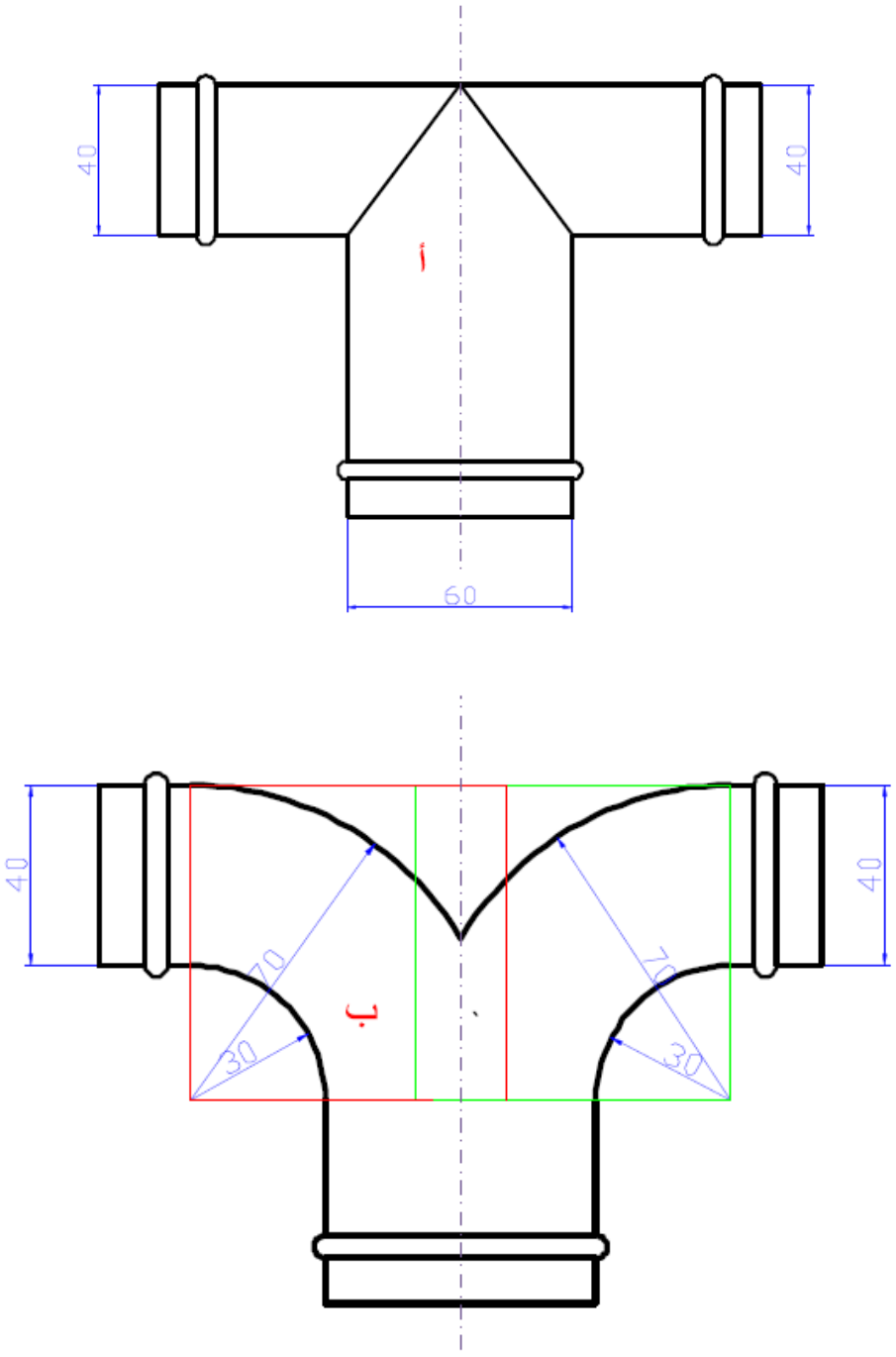
ب- تعريف التفرع بالرموز

شكل 2-12 تفرع مجرى هواء مستطيل المقطع



شكل 2-13 طريقة رسم تفرع لمجرى هواء مستطيل

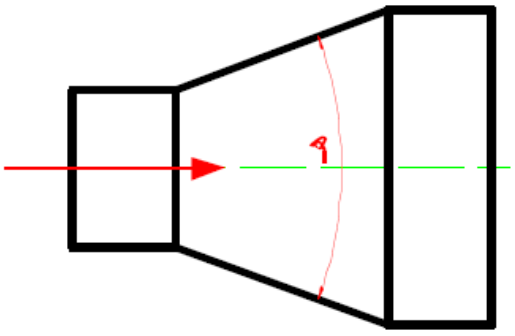
ت- تفرع لمجرى هواء دائري المقطع: يبين الشكل (2-14) طريقة رسم تفرع لمجرى هواء دائري المقطع، ويوضح الشكل (2-14 أ) تفرع قائم في حين إن الشكل (2-14 ب) يوضح تفرع مقوس لمجرى هواء دائري المقطع.



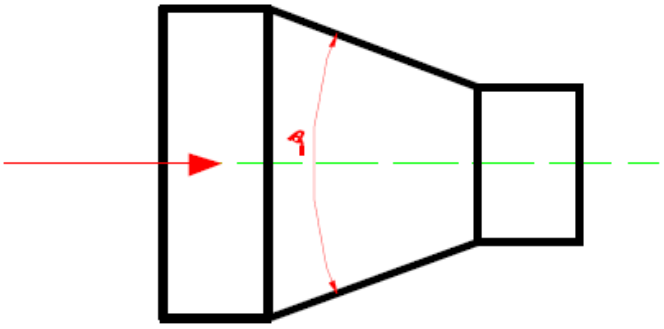
شكل 2-14 تفرع لمجرى هواء دائري المقطع.

٢-١-٤ تغيير قياس مجرى الهواء (Change Of Air-Ducting Measurements)

يتم في بعض الأحيان توسع أو تقلص تدريجي لمجرى الهواء لتقليل أو زيادة سرعة الهواء أو في بعض الأحيان يحدث التوسع لتثبيت شبابيك وناشرات الهواء ويبين الشكل (2-15) توسع وتقلص تدريجي لمجرى الهواء.



أ- توسع لمجرى هواء

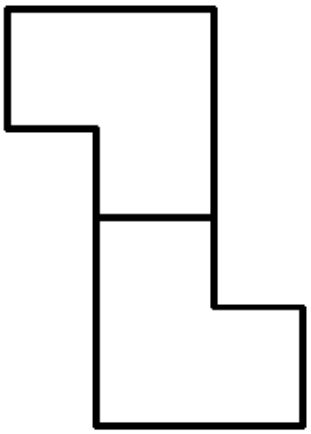


ب – تقلص لمجرى هواء

شكل 2-15 توسع وتقلص لمجرى هواء

٢-١-٥ تغيير اتجاه مجرى الهواء Direction Change Air-Ducting

في بعض الأحيان يضطر المصمم إلى تغيير اتجاه مجرى الهواء لتجنب ألأعمدة الكونكريتية أو بعض العوارض التي لايمكن لمجرى الهواء اختراقها، ويتم تغيير مجرى الهواء بواسطة وصلة على شكل حرف (Z)، وكما هو مبين في الشكل (2-16).



شكل 2-16 وصلة تغيير اتجاه مجرى الهواء

٢- ٢ معدات توزيع الهواء Air Terminal Equipment's

تتكون أدوات توزيع الهواء في الغرف من نوعين رئيسيين هما ناشرات الهواء السقفية وشبابيك الهواء، ولكل منهما استخدامه، وتستخدم في توزيع الهواء على الغرفة بشكل منتظم، ولاختيار مُعدات توزيع الهواء وأعدادها ومواقعها تأثير كبير على جودة توزيع الهواء داخل الغرفة.

٢-٢-١ مواقع معدات توزيع الهواء Diffusers Locations

يتم اختيار مواقع ناشرات الهواء اعتماداً على عددها وأبعاد الغرفة، فلو فرضنا أن لدينا 9 من ناشرات الهواء يُراد توزيعها في غرفة بأبعاد (12 م طول و 8 م عرض)، وكما هو مبين في الشكل (2-17)، فمن المفروض أن توزع ثلاثة صفوف وثلاثة أعمدة، ويتم اختيار الأبعاد على أساس الوحدات X على الطول و Y على العرض، ويكون عدد X و Y كما يلي:

عدد X = 2 × عدد ناشرات الهواء طولياً = 3×2 = X6

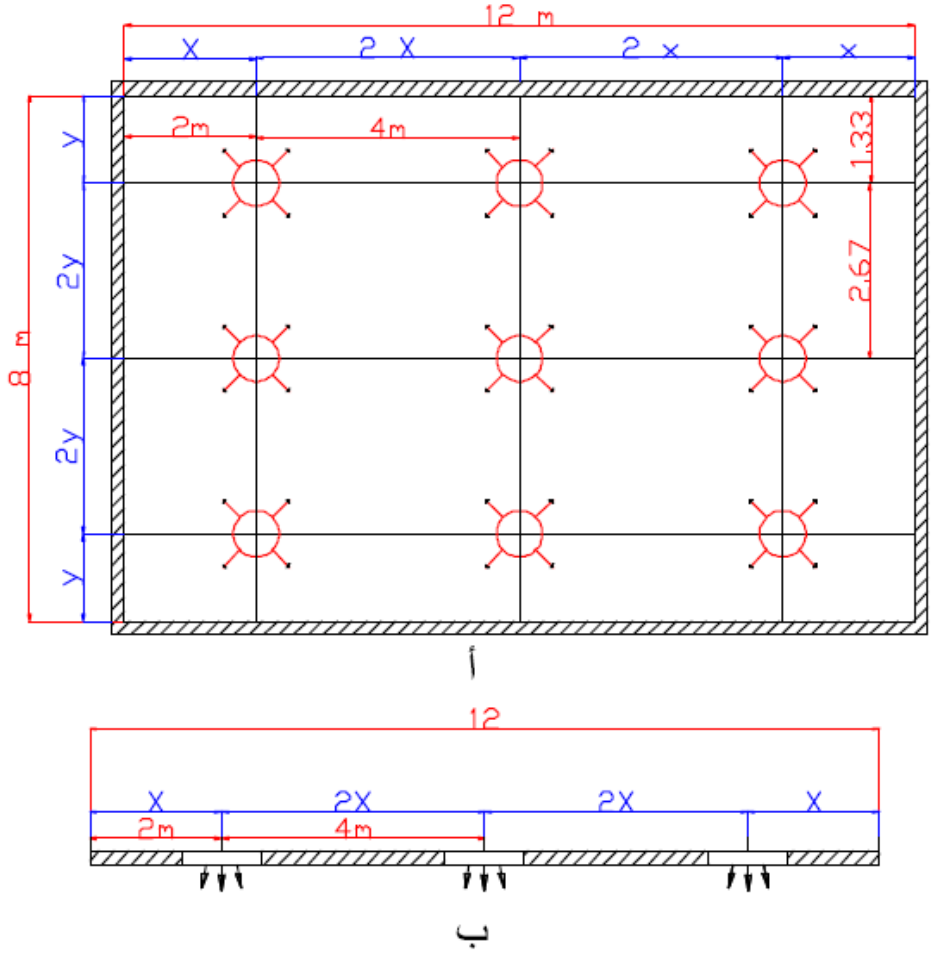
عدد Y = 2× عدد ناشرات الهواء عرضياً = 3×2= Y6

إذن قيمة X= $\frac{\text{طول الغرفة}}{\text{عدد } X} = \frac{12}{6} =$ 2 م

و قيمة Y= $\frac{\text{عرض الغرفة}}{\text{عدد } Y} = \frac{8}{6} =$ 1.33 م

وحسب ما هو موضح في الشكل (2-17 أ) يبعد الناشر الأول طولياً عن الجدار بمسافة 2 م، في حين أن المسافة بين ناشر وآخر تساوي (X 2) أي تساوي 4 م، وهكذا وبالنسبة للمسافة العرضية فيبعد

الناشر الأول عن الجدار بمسافة 1.33 م والمسافة العرضية بين ناشر وآخر تساوي 2.67، ويصح القول على شبابيك الهواء الموضحة في الشكل (2-17 ب).



Shop drawing

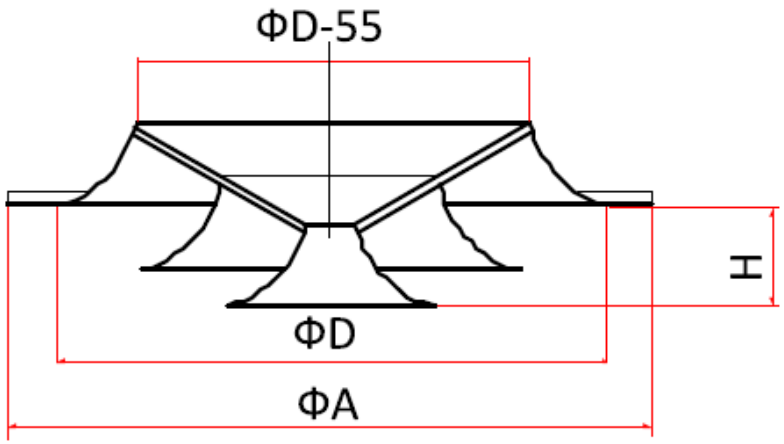
٢-٢-٣ طريقة رسم معدات توزيع الهواء

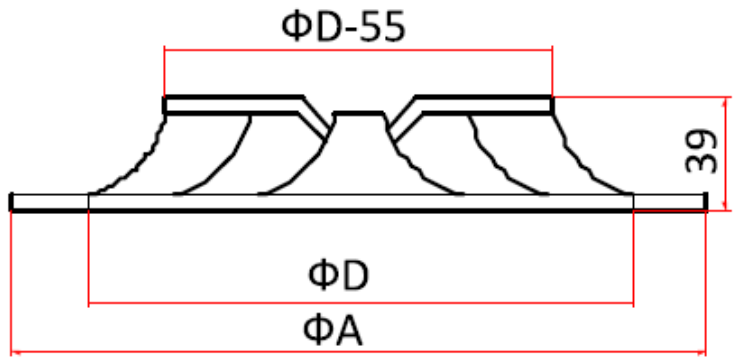
Air Terminal Equipment's Drawing Methods

أ- **ناشرات الهواء السقفية Ceiling Diffuser**: تختلف ناشرات الهواء بإبعادها وأشكالها، لكنها تشترك بأنها تثبت في السقف الثانوي للغرفة، وتتصل بمجرى الهواء، وغالباً ما يكون أبعاد شباك الهواء أكبر من أبعاد مجرى الهواء، لذا يجب عمل توسع في مجرى الهواء قبل تثبيت ناشر الهواء عليه. يتم اختيار ناشرات الهواء اعتماداً على النشرات الفنية للشركات الصانعة، حيث لا يمكن أن يتم تصنيع الناشرات اعتماداً على أبعاد المصمم، وإنما يجب أن يتبع المصمم الأبعاد القياسية للشركات، ويبين الشكل (2-18) طريقة رسم ناشرات الهواء

السقفية اعتماداً على النشرات الفنية للشركات. في حين أن الشكل (2-19) يبين بعض أنواع ناشرات الهواء السقفية، والشكل (2-20) يبين طريقة تثبيت ناشرات الهواء بمجرى الهواء.

ب- **شبابيك الهواء Air Grills:** وتثبت عادة خلال الجدار، ويتم اختيار ارتفاعها وأبعادها اعتماداً على المصمم وكمية الهواء المجهزة للغرفة، وهنالك أنواع عديدة من شبابيك توزيع الهواء، تختلف باختلاف أحجامها وألوانها، ويبين الشكل (2-21) مقاطع في بعض أنواع شبابيك الهواء في حين أن الشكل (2-22) متطلبات نصب شباك الهواء في الجدار، والشكل (2-23) يبين طريقة تثبيت شبابيك توزيع الهواء في الجدران.

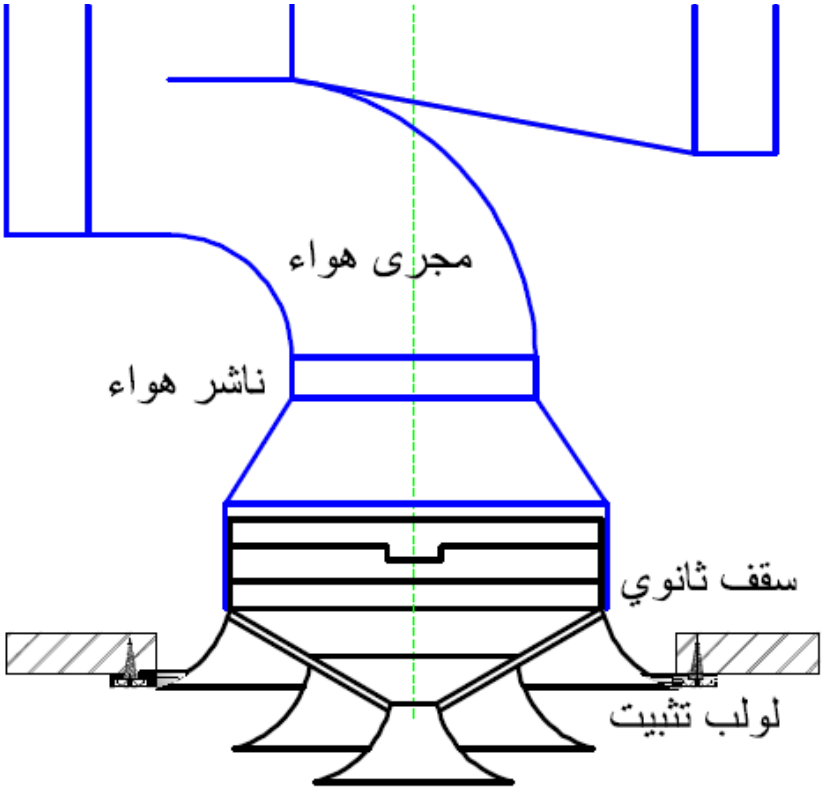




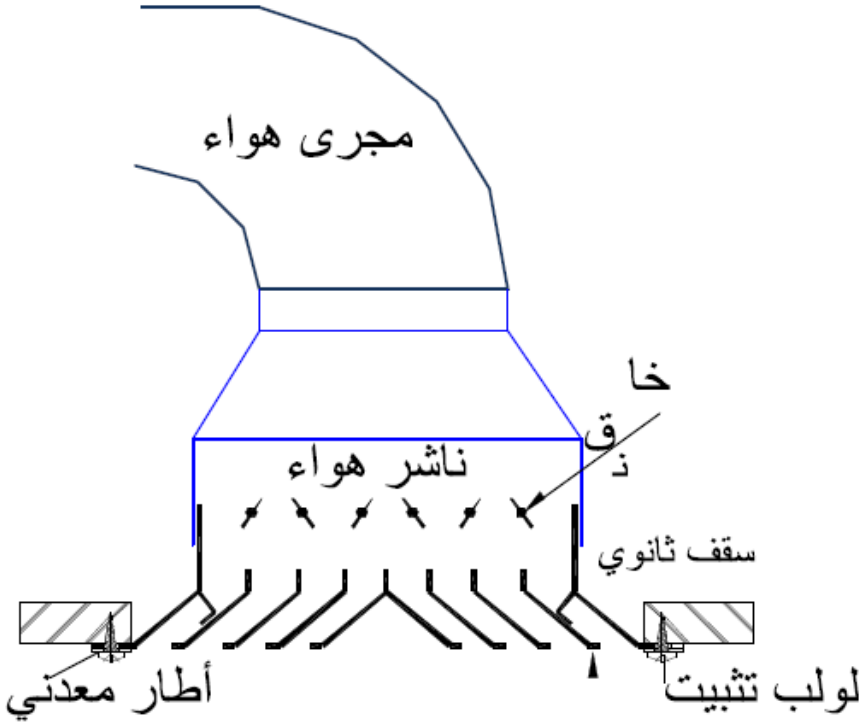
Size	D(mm)	A (mm)	H (mm)	CD-1	CD-2 Aef(m^2)	Size	ΦD-52 (mm)	ΦD+24 (mm)	ΦD+11 (mm)
1	192	224	30	0,0085	0,0090	1	140	216	203
2	248	300	45	0,0157	0,0167	2	196	272	259
3	304	356	60	0,0257	0,0282	3	252	328	315
4	360	412	75	0,0381	0,0422	4	308	384	371
5	416	468	90	0,0536	0,0618	5	364	440	427
8	472	542	98	0,073	0,0812	6	420	496	483
7	528	598	112	0,0955	0,1037	7	476	552	539
8	584	654	126	0,1150	0,1235	8	532	608	595

شكل 2-18 رسم ناشرات الهواء السقفية وجدول بالأبعاد

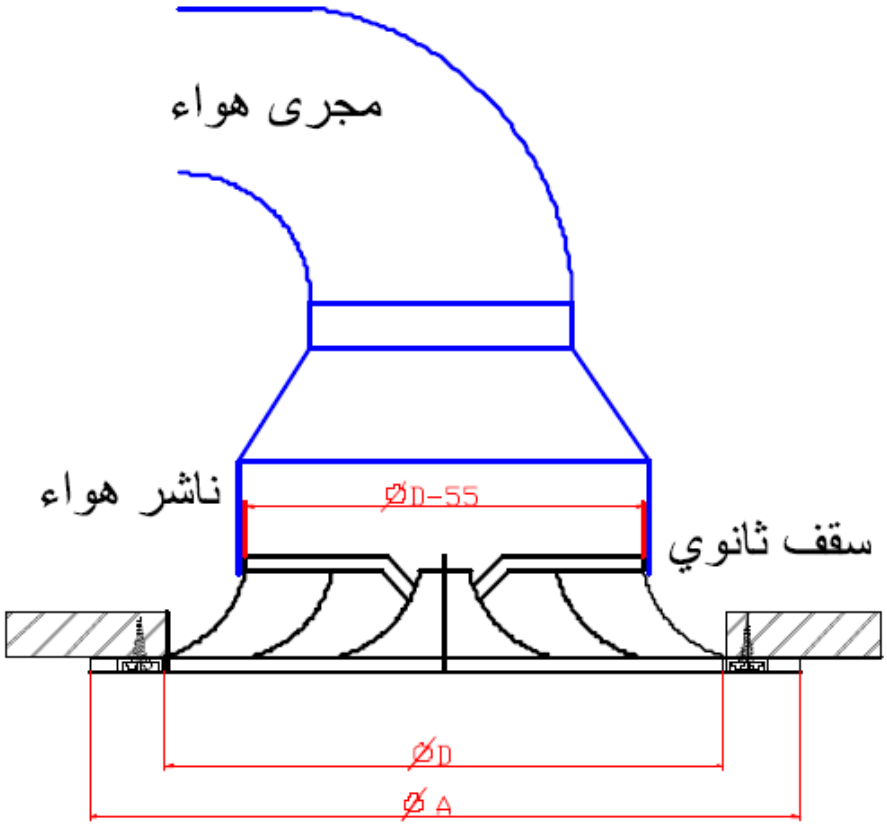
شكل 2-19 بعض أنواع ناشرات الهواء السقفية



شكل 2-20 أ تثبيت ناشر الهواء في السقف الثانوي



شكل 2-20 ب تثبيت ناشر الهواء في السقف الثانوي



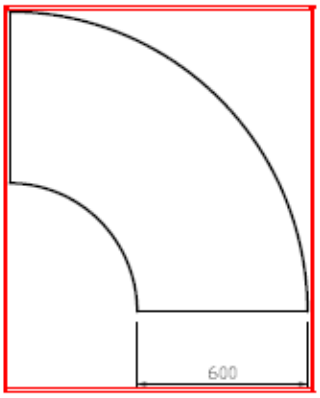
شكل 2-20 ت تثبيت ناشر الهواء في السقف الثانوي

٣- رسم وصلات ربط مجاري الهواء

يستخدم برنامج الأوتوكاد في رسم وصلات الربط في مجاري الهواء وسنتعلم هنا رسم بعض من هذه الوصلات.

٣-١ رسم انحناء لمجرى الهواء

لرسم الانحناء الذي عرضه 600 ملم وارتفاعه 300 ملم والمبين في الشكل (3-1) نتبع الخطوات التالية:



الشكل 3-1 انحناء قائم لمجرى هواء مستطيل المقطع

- نحدد أبعاد المربع المساعد لرسم الانحناء باستخدام المعادلات المذكورة في الفصل الثاني وكالآتي:

طول ضلع المربع الخارجي يساوي L يحسب من المعادلة (3-1) وكما يلي:

$$L = D + \frac{3}{4}D \quad \text{.....(1-3)}$$

حيث أن:

L	طول ضلع المربع المساعد، وكذلك نصف قطر القوس الخارجي للانحناء	ملم
D	عرض الانحناء القائم	ملم

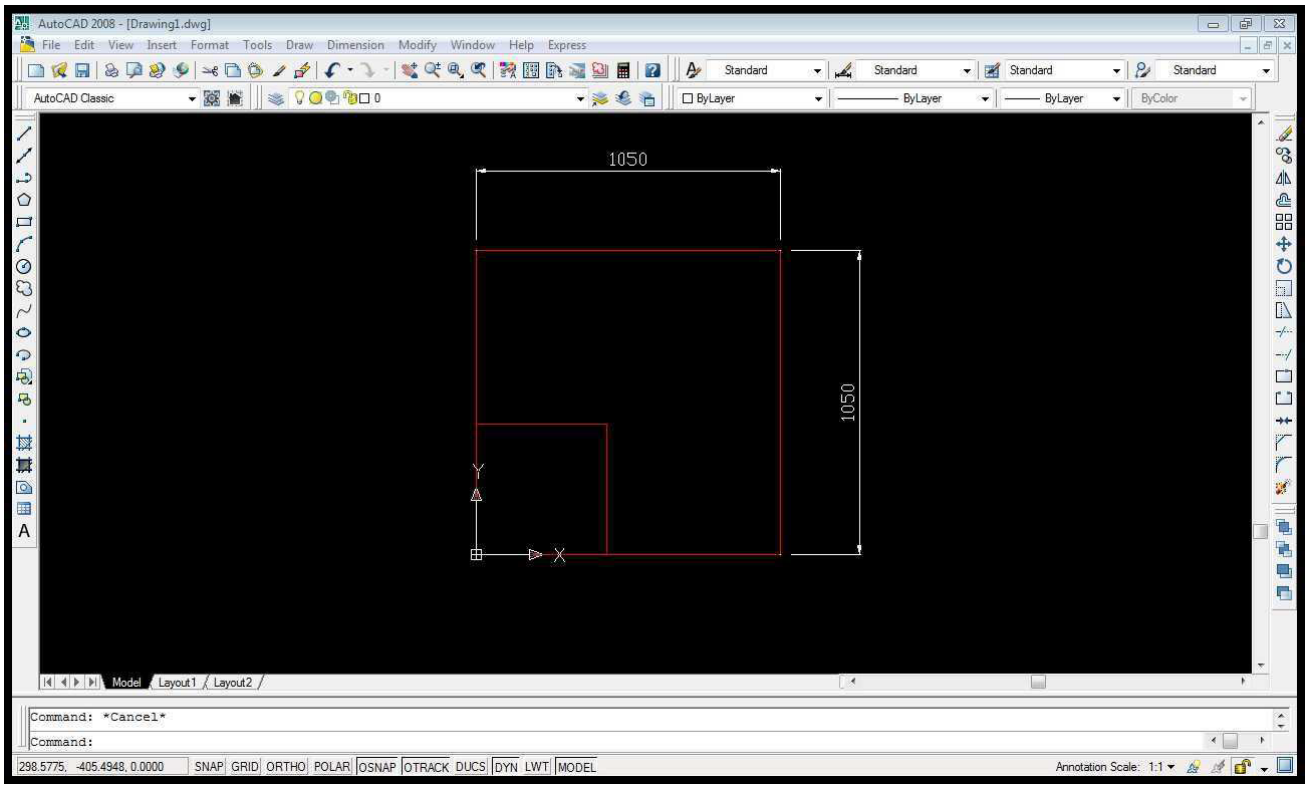
$$L = 600 + \frac{3}{4}600 = 1050 = R_1$$

إما طول ضلع المربع المساعد الداخلي والذي يساوي نصف قطر القوس الداخلي فيحسب من المعادلة

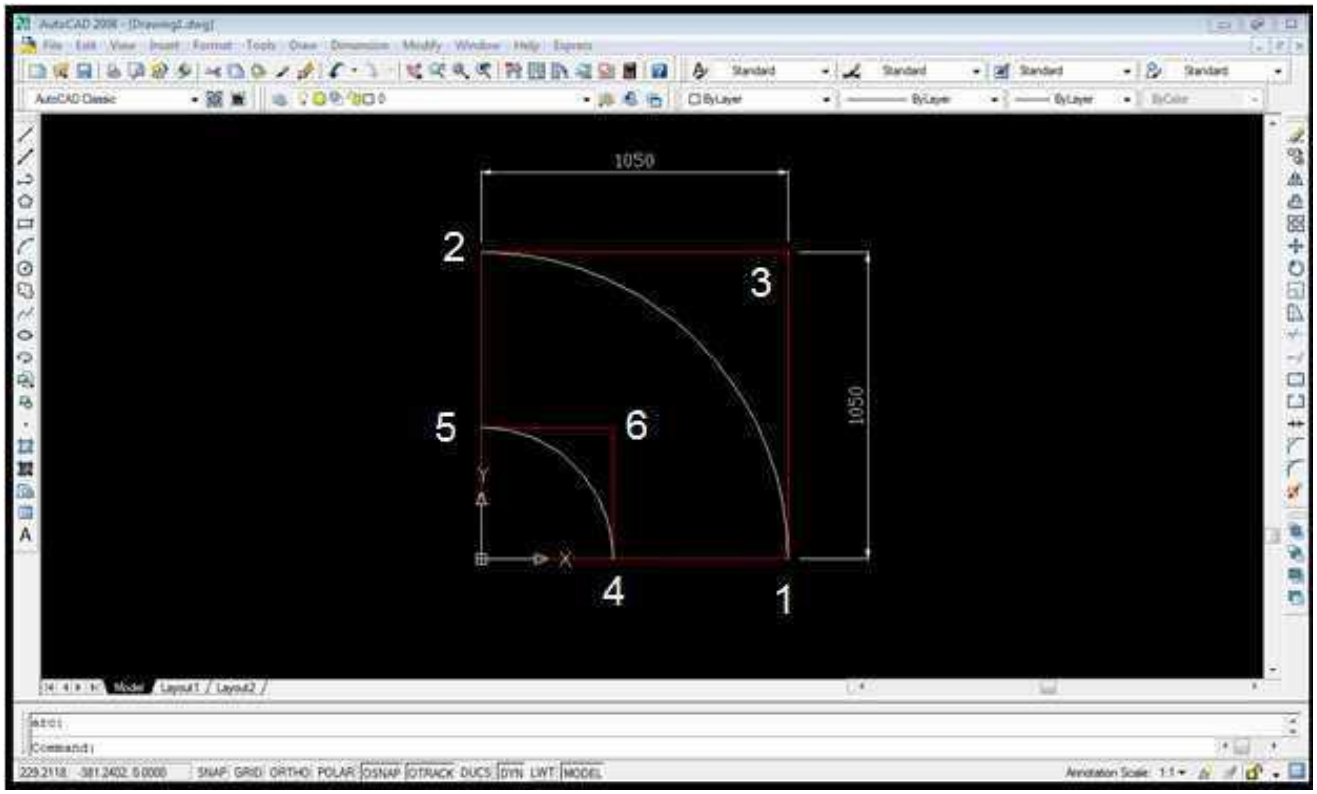
$$R_2 = \frac{3}{4}D \quad \text{.....(2-3)}$$

$$R_2 = \frac{3}{4}600 = 150\ \text{mm}$$

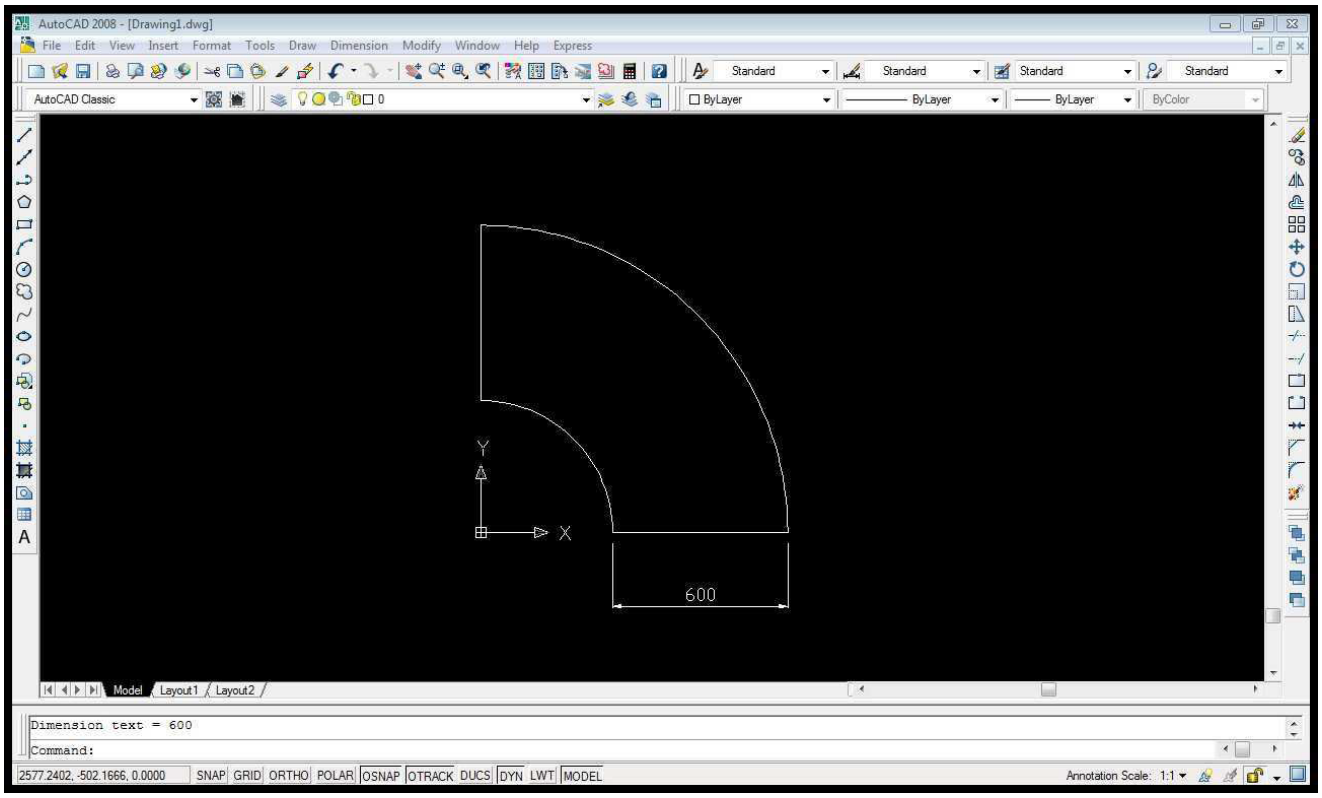
نبدأ برسم الأقواس التي تمثل الانحناء ونختار رسم القوس من Draw من شريط الأدوات ثم Arc ثم Start, End, Radius أي من هذا الاختيار نحتاج الى تحديد بداية القوس ونهايته ونصف قطره، بعد اختيار طريقة رسم القوس نؤشر بالفارة على النقطة 1 في الشكل (4 أ) ثم نضغط الزر الأيسر ثم نؤشر على النقطة 2 ونضغط زر الفارة الأيسر ثم نؤشر على النقطة 3 وتضغط زر الفارة الأيسر ثم ENTER وبهذا يكتمل رسم القوس الخارجي للانحناء، نعيد عملية اختيار القوس ثم نؤشر على النقطة 4 ونضغط زر الفارة الأيسر ثم النقطة 5 ونضغط على زر الفارة وأخيرا نحدد النقطة ونضغط على زر الفارة الأيسر ثم ENTER وكما مبين في الشكل (4 ب)، ثم نحذف المربعات المساعدة وكما مبين في الشكل (4 ت).



شكل 4 أ رسم المربعات المساعدة



شكل 4 ب رسم القوسين الداخلي والخارجي للانحناء



شكل 4 ت حذف المربعات المساعدة وتوصيل نهايات الأقواس بخطوط مستقيمة

٣-٢ رسم انحناء لمجرى هواء دائري المقطع يتكون من عدة قطع

لرسم مجرى هواء دائري قطره 600 ملم نتبع الخطوات المعتمدة في رسم مجرى هواء قائم الى أن نصل الى الخطوة المبينة في الشكل (7-6 ب). ولرسم انحناء مجرى هواء دائري مكون من ستة قطع نتبع الخطوات التالية:

- نختار أيقونة مصفوفة العناصر عندها ستظهر النافذة المبينة في الشكل (5 أ). وتختص هذه النافذة على رسم مصفوفة مستطيلة تتكون من عدد من الصفوف Rows ومجموعة من الأعمدة Columns ويظهر من الشكل إن المصفوفة تتكون من أربعة صفوف وأربعة أعمدة، ويمكن من نافذة المصفوفة المستطيلة أن نحدد البعد بين الصفوف والأعمدة، وبعد ذلك يمكن اختيار العنصر الذي نرغب في تكراره من أيقونة اختيار الشكل للتكرار، وبعد الانتهاء من تحديد ما هو مطلوب يمكننا مشاهدة العملية قبل التنفيذ من أيقونة المشاهدة الأولية، وإذا كانت عملية أنشاء المصفوفة المستطيلة صحيحة نضغط على موافق، وإلا نعيد تصيح العملية مرة أخرى.

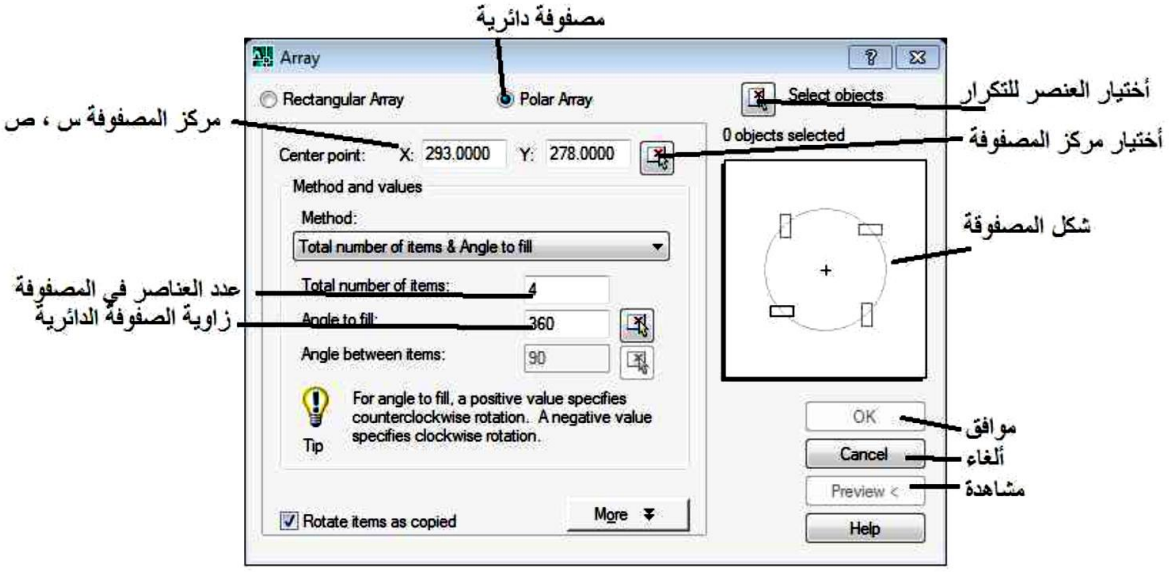
شكل 5 أ النافذة الخاصة بأيقونة مصفوفة العناصر والتي تمثل المصفوفة المستطيلة.

ويمكن أيضاً إنشاء مصفوفة دائرية عن طريق التأشير على نقطة المصفوفة الدائرية المبينة في الشكل (5 ب)، ويتطلب إنشاء مصفوفة دائرية ما يلي: أ- اختيار مركز المصفوفة Center points ويتم ذلك إما عن طريق كتابة الإحداثيات مباشرة أو عن طريق اختيار الأيقونة المجاورة لنقطتي

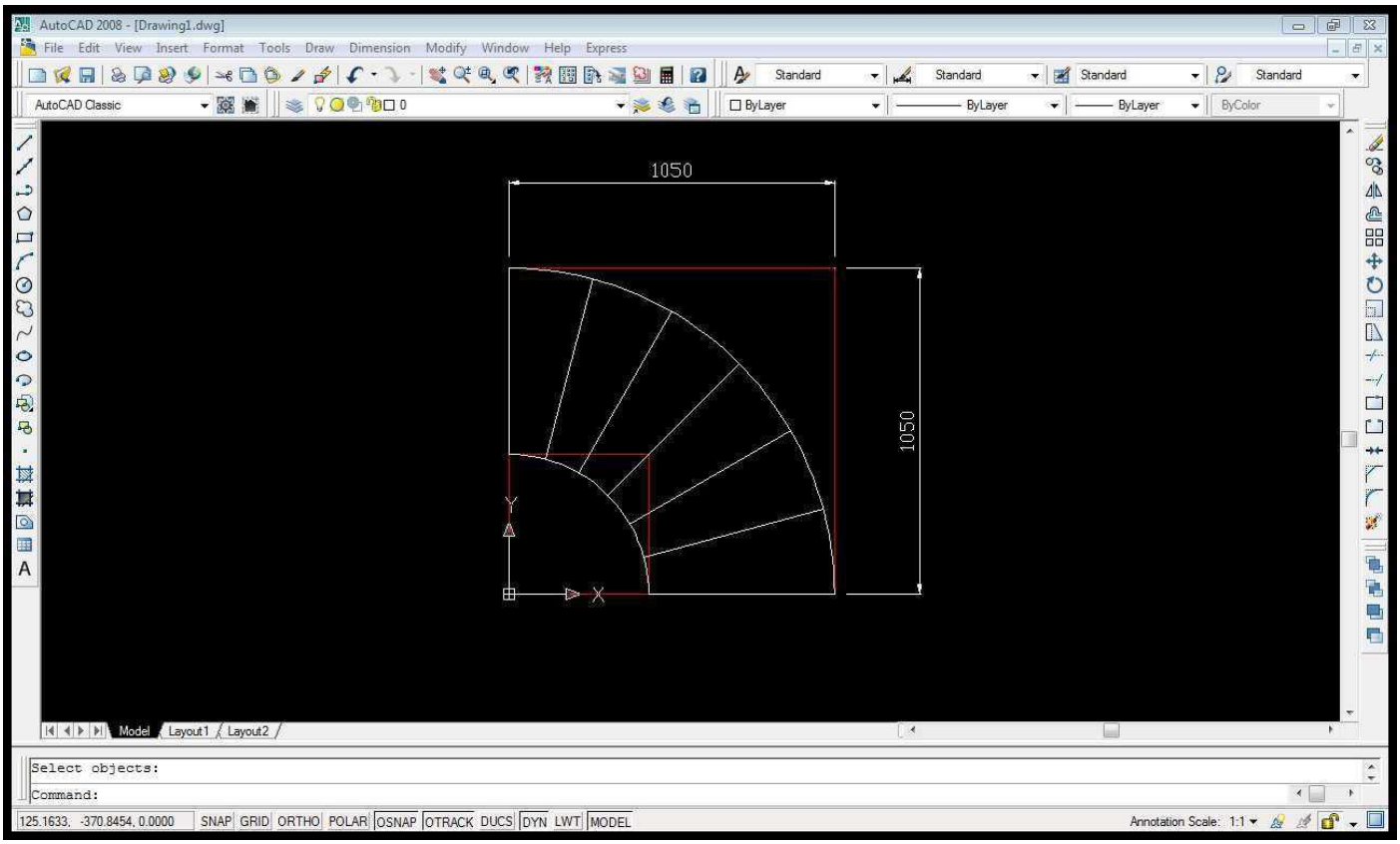
الإحداثيات والتأشير عليها في لوحة الرسم وضغط الزر الأيسر للفأرة، ب- اختيار زاوية المصفوفة Angle to Fill وتتراوح من أكبر من صفر إلى اصغر أو تساوي 360 درجة، ت- عدد العناصر في المصفوفة الدائرية Total Number of Items ويمكن الاستعاضة عن عدد العناصر بالزاوية المحصورة بين كل عنصر Angle Between Items ث- اختيار العنصر الذي نرغب في تكراره

وذلك عن طريق الضغط على الأيقونة المجاورة لكلمة Select Object، بعد الانتهاء من العمليات أعلاه يمكننا مشاهدة شكل المصفوفة قبل التنفيذ وكما ذكرنا سابقاً.

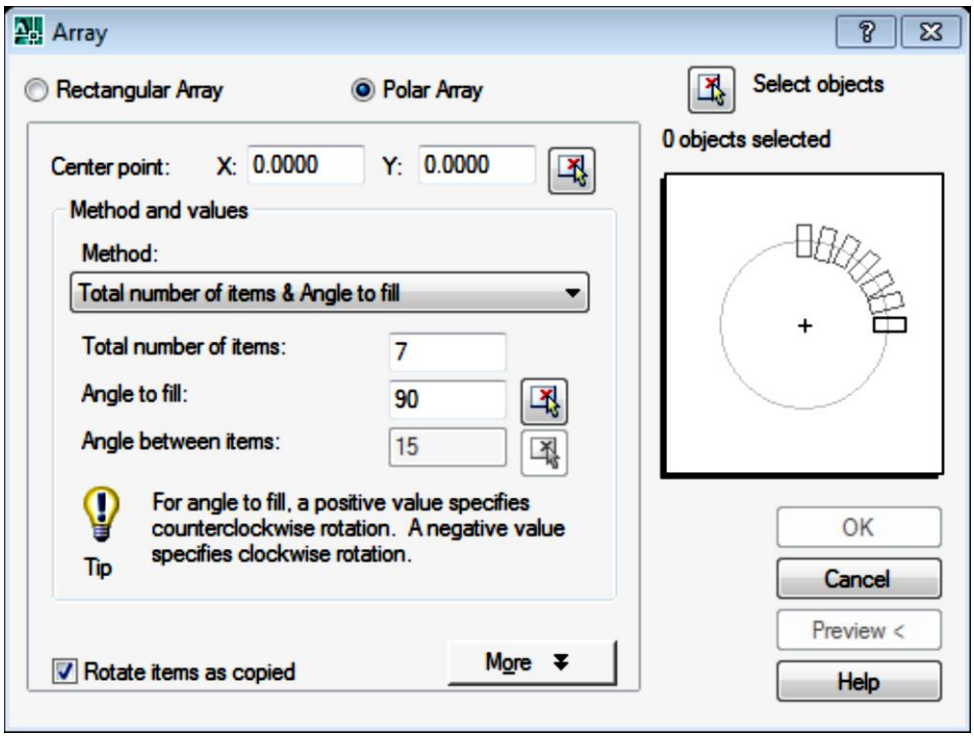
ولتطبيق ما ذكر اعلاه على الرسم المطلوب نتبع ما يلي: أ- نضغط على أيقونة اختيار مركز المصفوفة ثم نؤشر بالفأرة على النقطة 1 كما في الشكل (5 ت) ونضغط الزر الأيسر، عندها سيتحدد مركز المصفوفة، ب- نختار زاوية المصفوفة وبما أن الانحناء قائم نؤشر على النافذة ونكتب الرقم 90، ت- نختار عدد عناصر المصفوفة والتي تساوي عدد قطع مجرى الهواء مضافاً إليه واحد، أي بما أن عدد قطع الانحناء تساوي 6 فالعدد الذي سوف نكتبه في شاشة عدد عناصر المجموعة سيكون 6+1 =7، أو يمكن كتابة قيمة الزاوية بين عناصر المصفوفة وتساوي زاوية المصفوفة 90 مقسومة على عدد العناصر 6 ويكون الناتج 15 درجة. ويبين الشكل (5 ث) نافذة مصفوفة العناصر بعد أجراء العمليات أعلاه.



شكل 5 ب نافذة المصفوفة الدائرية

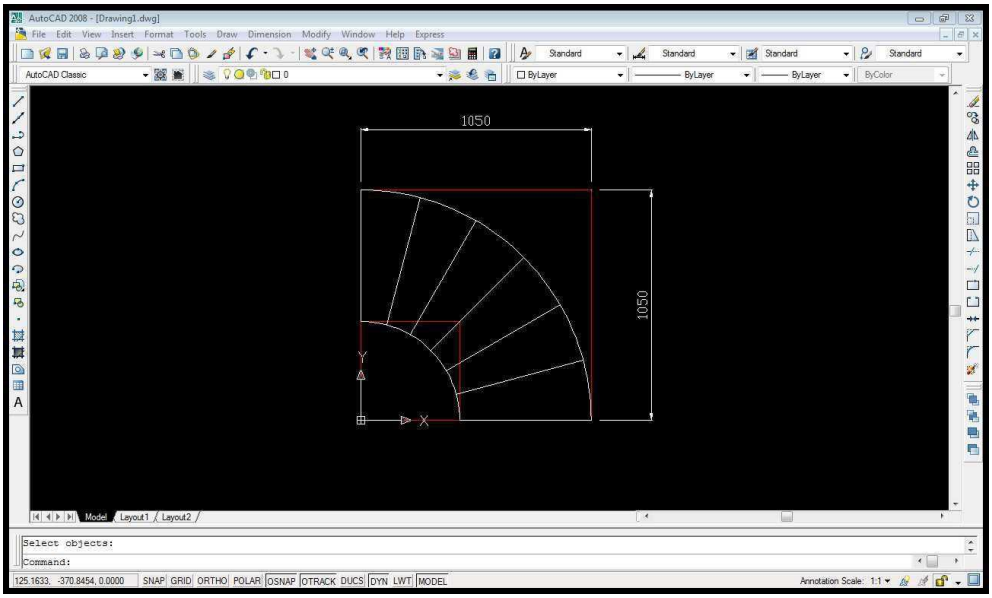


شكل 5 ت مركز المصفوفة



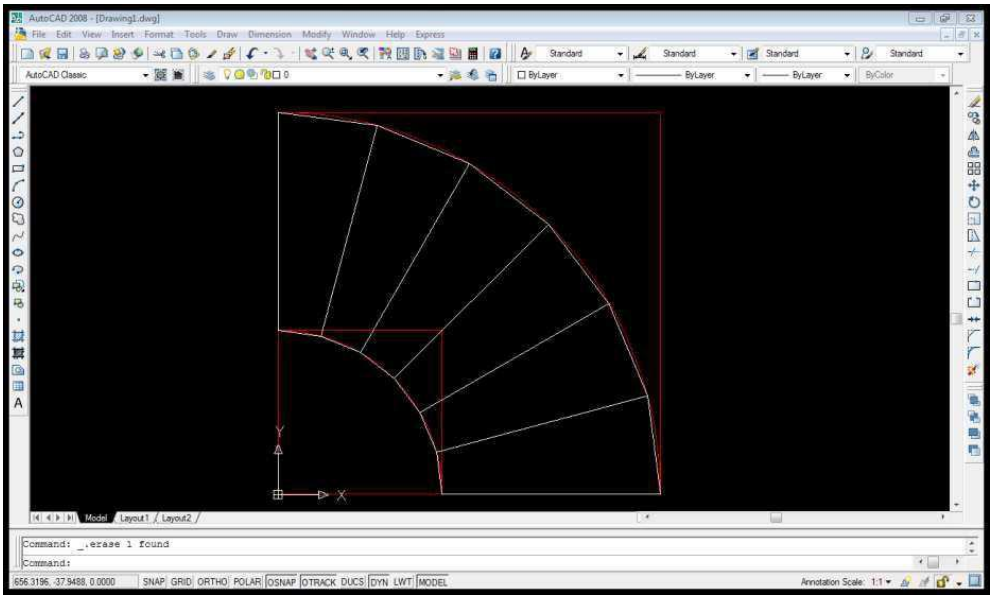
شكل 5 ث نافذة عناصر المصفوفة بعد تحديد المطلوب

بعد الانتهاء من المشاهدة الأولية للمصفوفة نضغط على أيقونة موافق ونحصل على الشكل (5 ج) والذي من خلاله تم تقسيم المنحني القائم الى 6 قطع.

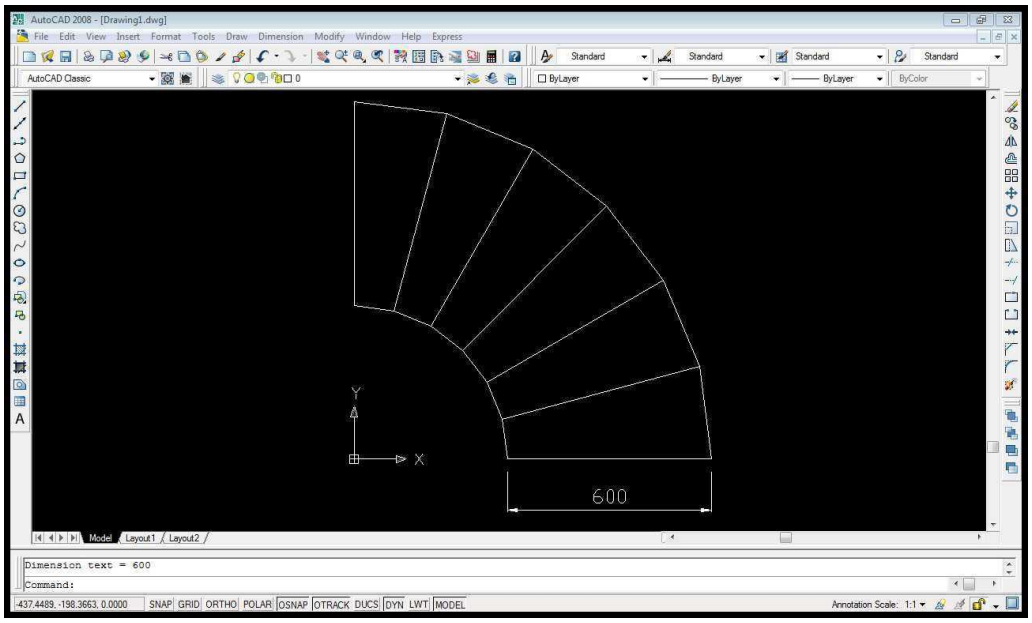


شكل 5 ج تقسيم المنحني القائم الدائري الى ستة قطع

لإتمام الرسم نضغط على أيقونة رسم الخط المستقيم نصل بين الأطراف العليا للمستقيمات المقسمة للانحناء، ونعيد العملية على الأطراف السفلى للمستقيمات المقسمة للانحناء وكما هو مبين في الشكل (5 ح). بعد ذلك نحذف الأقواس والخطوط المساعدة لنحصل على الشكل النهائي للانحناء الدائري القائم المكون من ستة قطع وكما هو مبين في الشكل (7-7 خ).



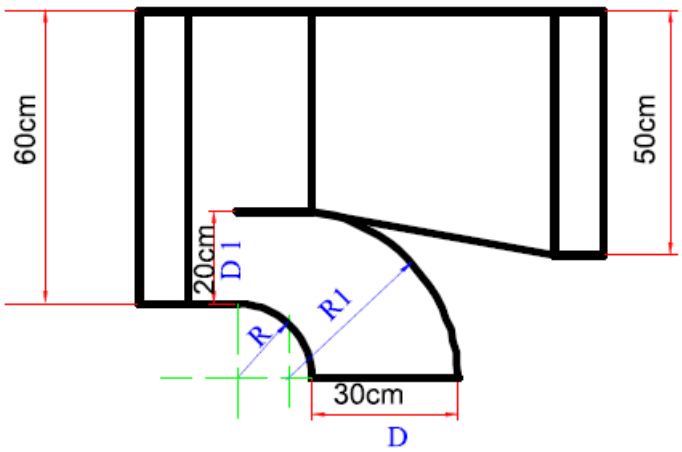
شكل 5 ح توصيل الأطراف العليا والسفلى للمستقيمات المقسمة للانحناء



شكل 5 خ الشكل النهائي للانحناء الدائري القائم المكون من ستة قطع

٣-٣ رسم مأخذ هواء لمجرى مستطيل المقطع

لرسم مأخذ الهواء المبين في الشكل (6) نتبع الخطوات التالية:



شكل 6 مأخذ هواء لمجرى مستطيل المقطع (الأبعاد بالسنتمتر)

من المعادلة التالية يمكننا حساب نصف قطر القوس الصغير **R**

$$R = \frac{3}{4}D$$

$$R = \frac{3}{4} \times 30 = 22.5$$

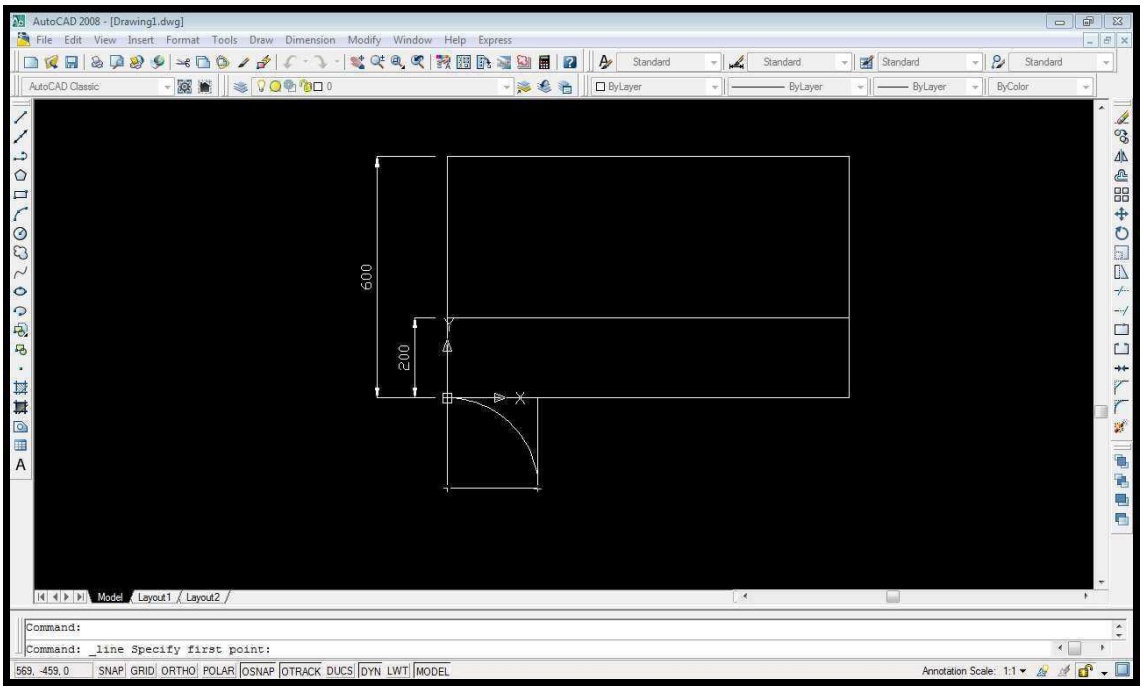
في حين نستخدم المعادلة أدناه لحساب نصف قطر القوس الكبير R_1.

$$R1 = D1 + \frac{3}{4}D$$

$$R1 = 20 + \frac{3}{4} \times 30 = 42.5$$

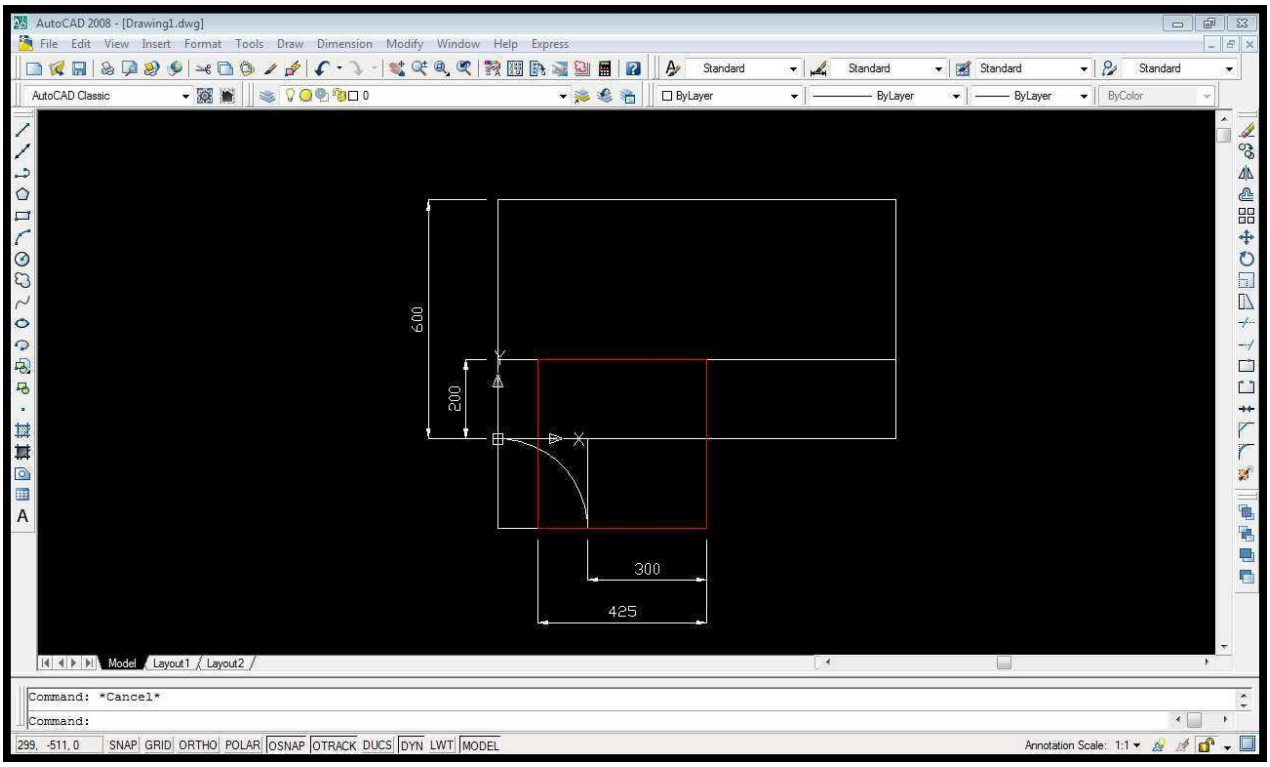
نبدأ برسم مستطيل ارتفاعه يساوي عرض مجرى الهواء والذي يساوي 600 ملم، وعرضه يساوي مره ونصف بقدر ارتفاعه، أي أن: طول المستطيل يساوي 1.5 × 600= 900 ملم.

نفتت المستطيل كما تعلمنا سابقاً، ثم نستخدم أيقونة الإزاحة ونكتب عرض المأخذ الداخلي D_1 والذي يساوي 200 ملم، وكما هو مبين في الشكل (6 أ)، بعد ذلك نرسم مربعاً مساعداً أسفل المستطيل الرئيس طول ضلعه يساوي نصف قطر القوس الصغير R، ثم نرسم القوس كما تعلمنا (بداية، نهاية ، نصف قطر)، وكما هو مبين في الشكل (6 أ).



شكل 6 أ رسم المستطيل الرئيس والمربع المساعد والقوس الصغير.

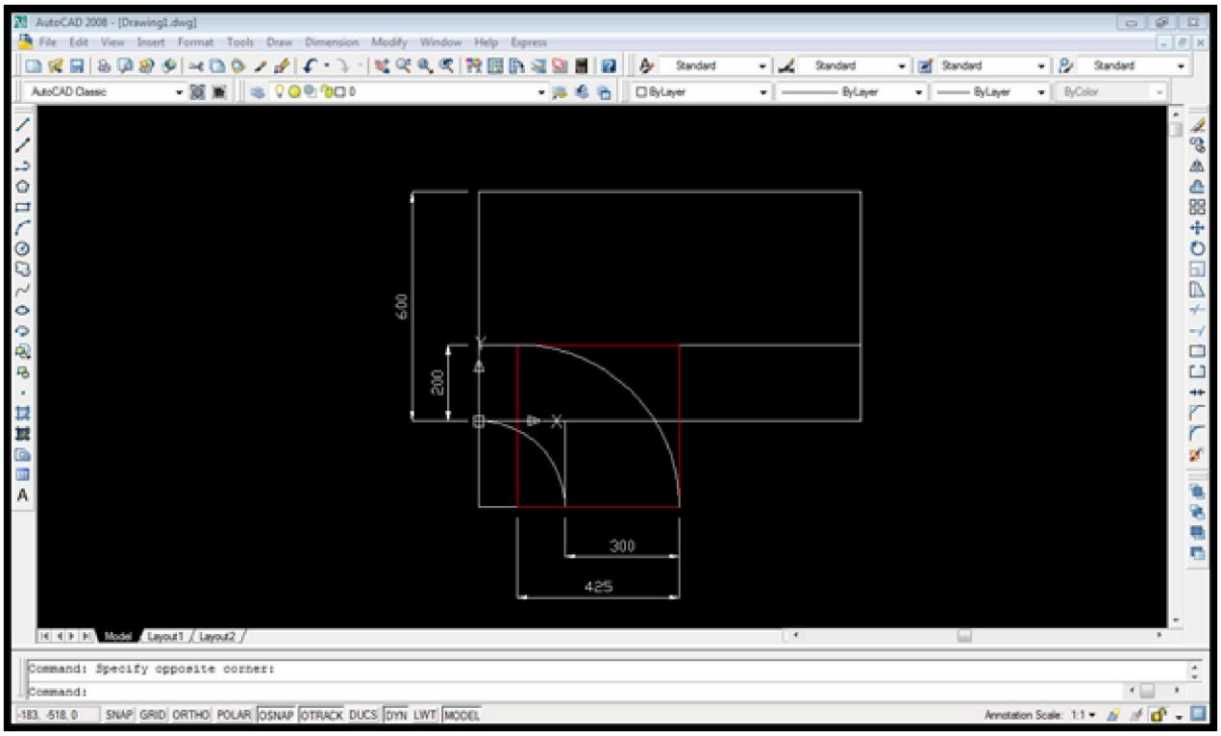
بعد الانتهاء من رسم القوس الصغير، نبدأ برسم مستقيم طوله (300 +) ملم (والذي يمثل عرض تفرع مجرى الهواء D) يبدأ من نهاية القوس الصغير ويتجه نحو اليمين، ومن نهاية المستقيم نبدأ برسم خط طوله يساوي (425 –)ملم (يتجه نحو اليسار) والذي يساوي طول نصف قطر القوس الكبير R_1، نهاية المستقيم يمثل مركز القوس الكبير وكما هو مبين في الشكل (6 ب).



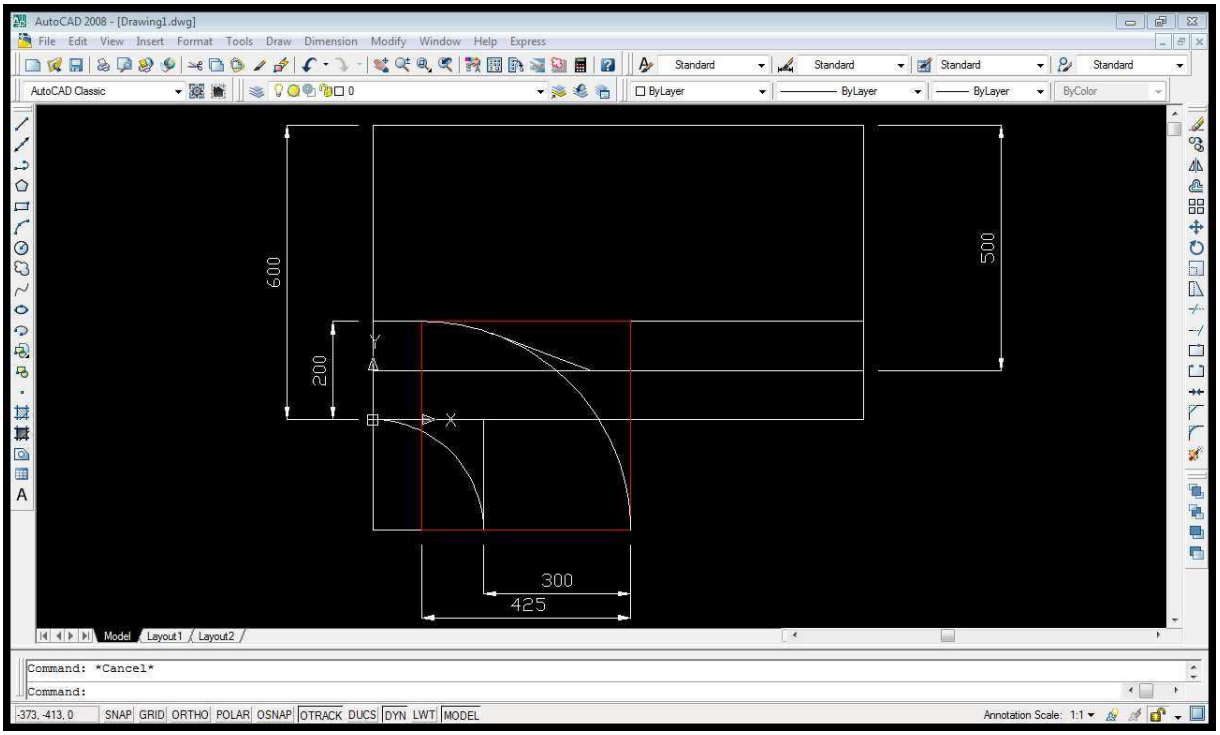
شكل 6 ب طريقة تحديد مركز القوس الكبير R_1

بعد تحديد مركز القوس الكبير نرسم مربعاً مساعداً طول ضلعه يساوي 425 ملم أي بقدر نصف قطر القوس الكبير R_1، نبدأ برسم القوس كما تعلمنا، وتكون بداية القوس عند النقطة 1 (الركن الأيمن السفلي للمربع) ونهايته النقطة 2 (الركن العلوي الأيمن للمربع المساعد) ونصف قطره يساوي 425 ملم والذي يساوي R_1 . وكما هو مبين في الشكل (6 ت).

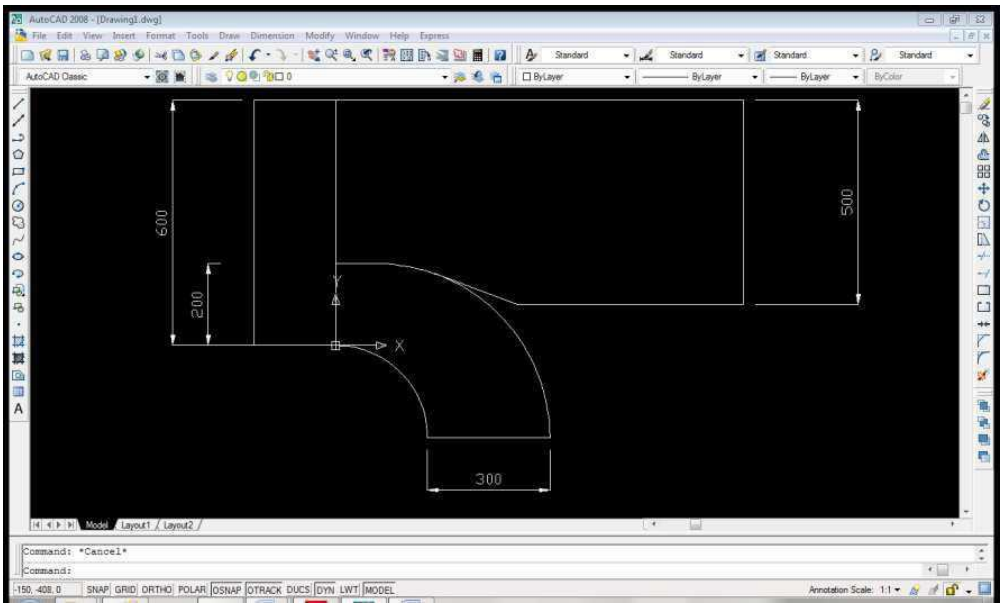
بعد رسم القوس الكبير نستخدم أيقونة الإزاحة لرسم الطرف الثاني من مأخذ الهواء والذي عرضه يساوي 500 ملم، ثم نرسم مماساً للقوس الكبير بزاوية مقدارها 10 درجة، وكما هو مبين في الشكل (6 ث)، وأخيراً نمسح الخطوط والمربعات المساعدة لنحصل على الشكل النهائي للتفرع وكما هو مبين في الشكل (6 ج).



شكل 6 ت رسم المربع المساعد والقوس الكبير



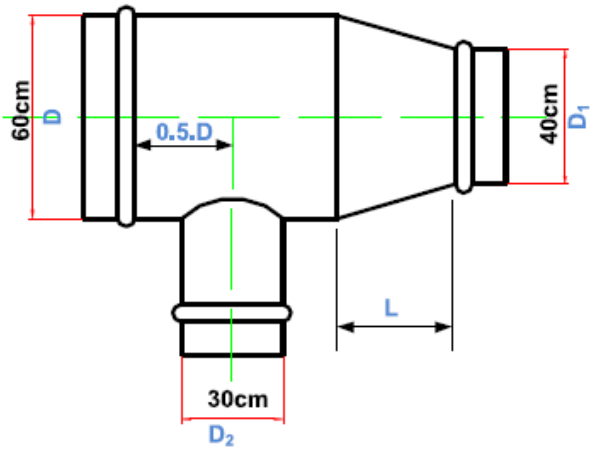
شكل 6 ث رسم المماس والعرض الثاني لمأخذ الهواء



شكل 6 ج الشكل النهائي لمأخذ الهواء

٣-٤ رسم مأخذ هواء دائري قائم

يبين الشكل (7) مأخذ هواء دائري قائم، المطلوب رسم الشكل باستخدام برنامج الأوتوكاد.

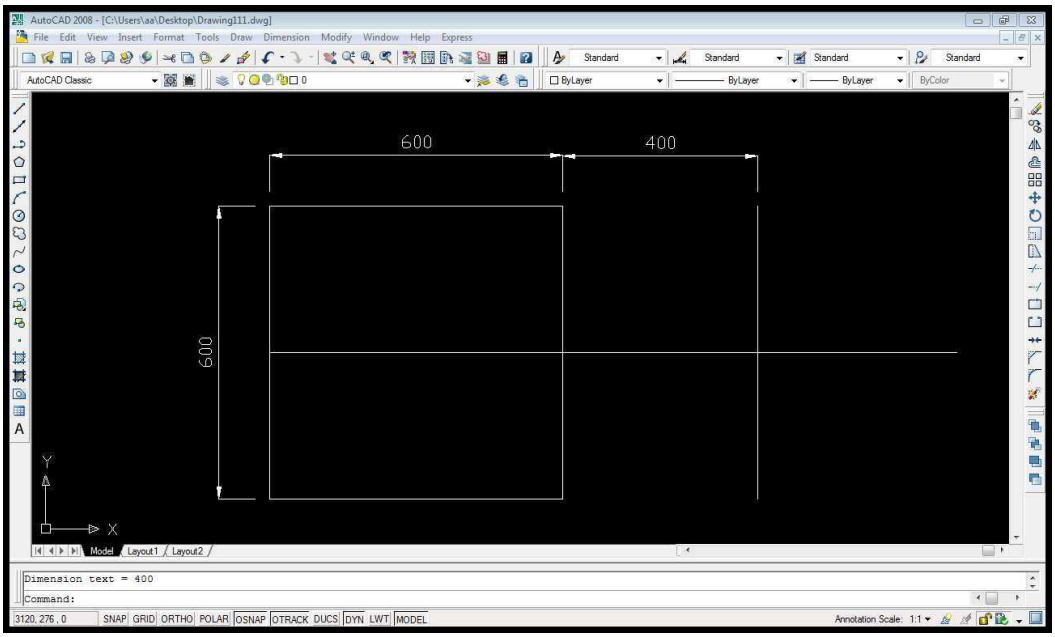


شكل 7 مأخذ هواء دائري قائم

نتبع الخطوات التالية: نرسم مربعاً طول ضلعه يساوي قطر مجرى الهواء الرئيسي، ثم نفتت المربع ونرسم محور المربع وكما هو مبين في الشكل (7 أ)، بعد ذلك نرسم البعد الأفقي للمصغرة L والتي تحسب من المعادلة التالية وتساوي بعد الحساب 400 ملم:

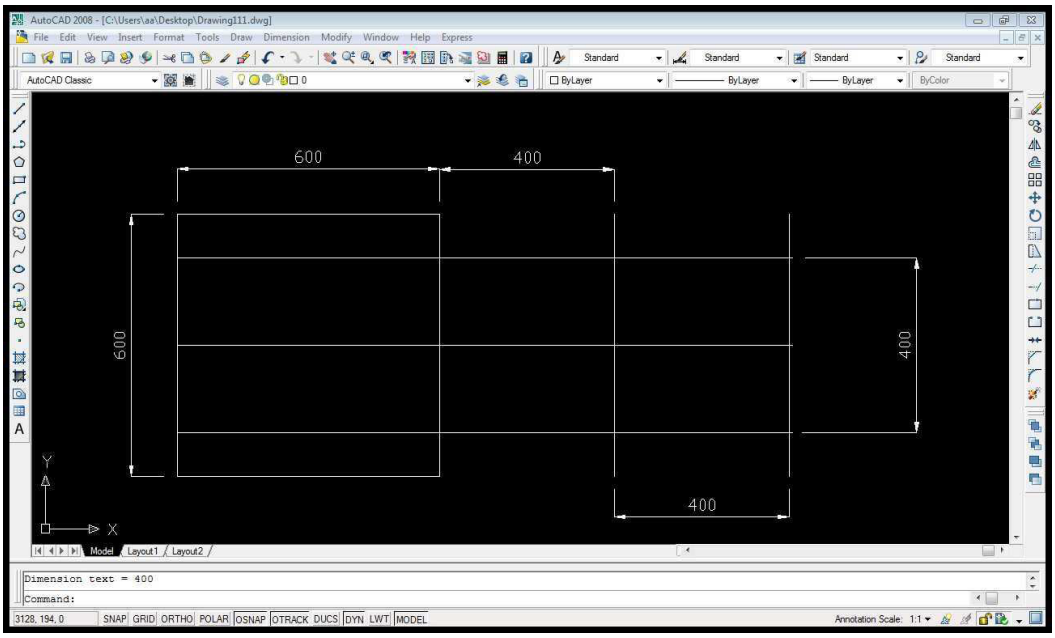
$$L = 2 \times (D - D_1).$$

$$L = 2 \times (600 - 400) = 400$$

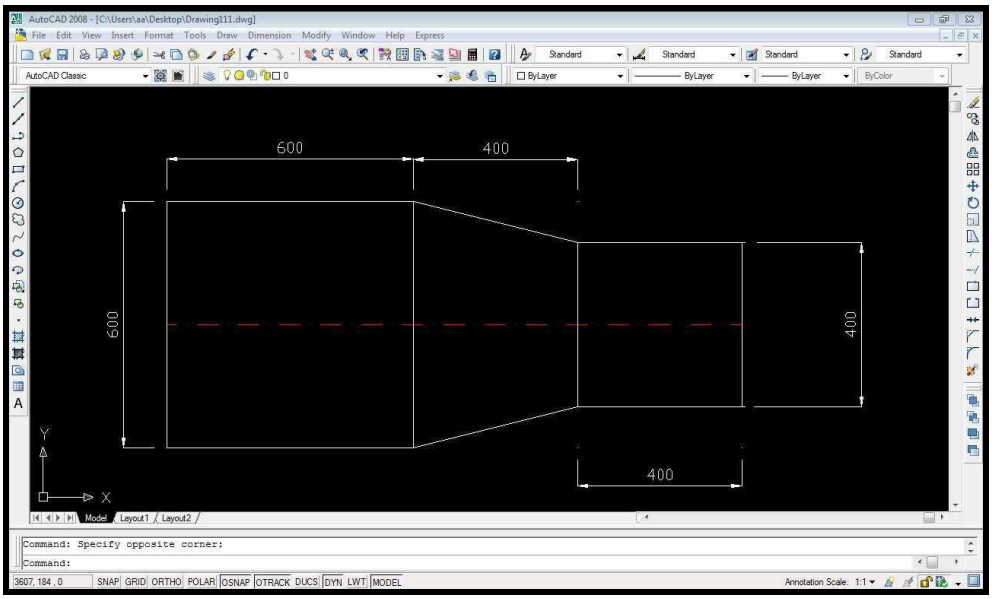


شكل 7 أ رسم مجرى الهواء الرئيس والبعد الأفقي للمصغرة

نختار أيقونة الإزاحة ونضغط عليها ونكتب نصف قطر المجرى الثاني للمأخذ D_1 والذي يساوي 400 ملم، ثم نؤشر على خط المحور ونضغط زر الفأرة الأيسر ونعين خطين أفقيين أعلى وأسفل المحور، بعد ذلك نضغط مرة ثانية على أيقونة الإزاحة ونكتب قطر المجرى D_1 والذي يساوي 400 ملم لنحدد طول المجرى الأيمن للتفرع وكما هو مبين في الشكل (7 ب). بعد ذلك نصل النقطة 1 بالنقطة 2 بواسطة الفأرة، والنقطة 3 بالنقط 4، ثم نمسح الخطوط الزائدة والمساعدة، وكما هو مبين في الشكل (7 ت).

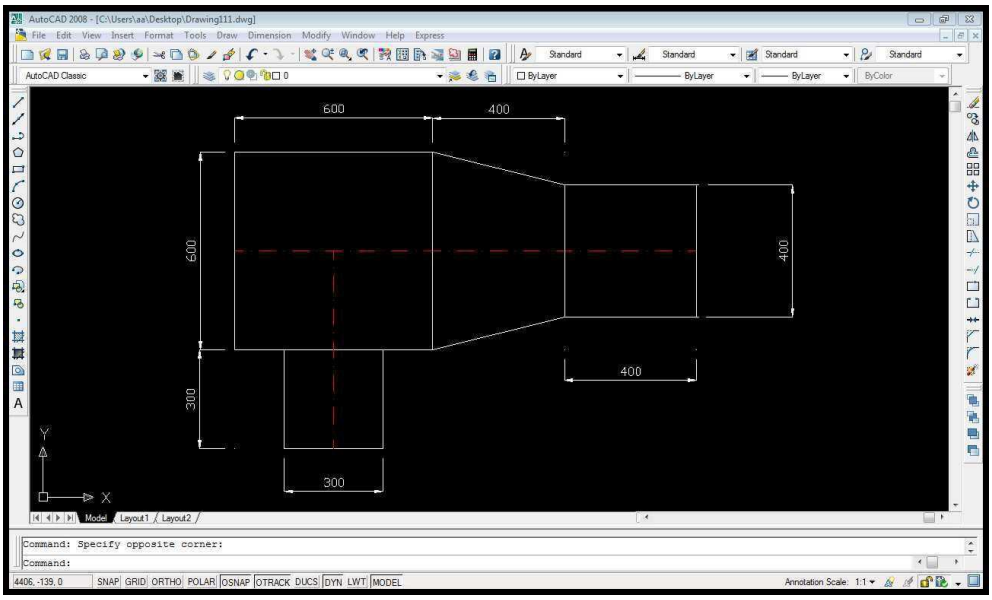


شكل 7 ب رسم أبعاد مجرى الهواء الأيمن للتفرع



شكل 7 ت رسم الخطوط المائلة ومسح الخطوط الزائدة والمساعدة

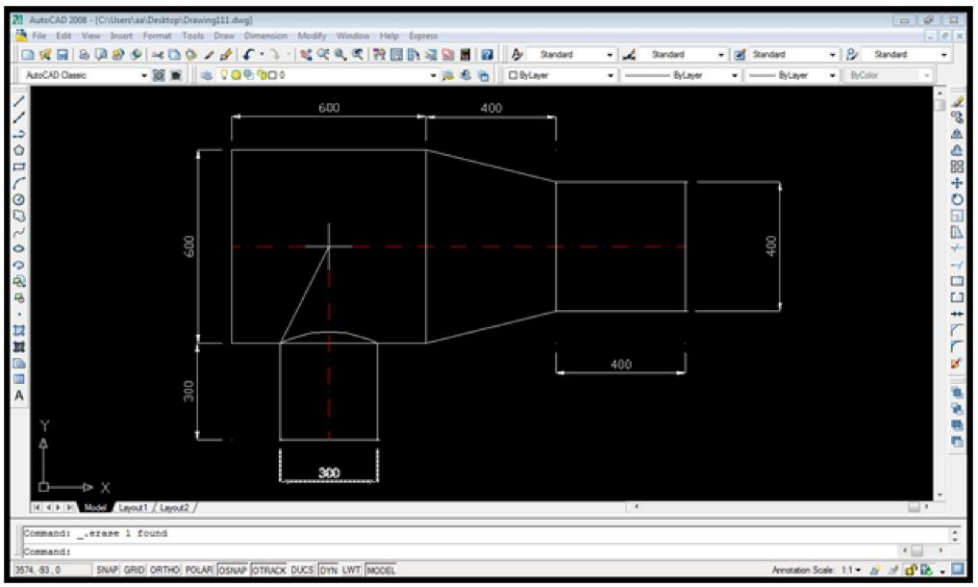
لرسم التفرع ننصف المسافة الأفقية للمجرى الرئيسي بواسطة أيقونة الإزاحة ونرسم خط عمودي يمثل منتصف المجرى الرئيسي، ثم نرسم بواسطة أيقونة الإزاحة مجرى الهواء الفرعي والذي يساوي قطره 300 ملم وكما هو مبين في الشكل (7 ث)، ثم نحذف الخطوط المساعدة والزائدة.



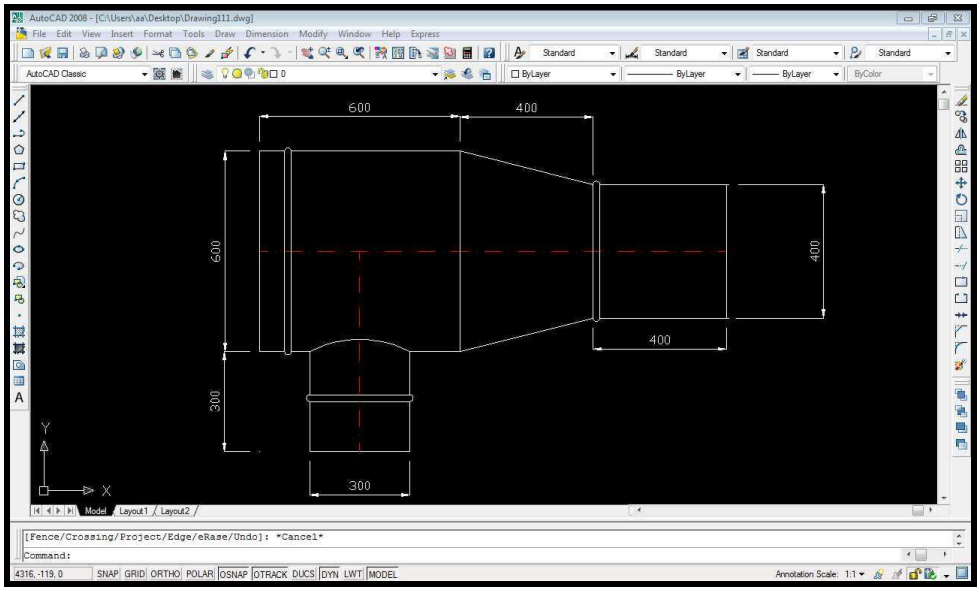
شكل 7 ث رسم مجرى الهواء الفرعي

وأخيراً لرسم القوس الذي يمثل منطقة اتصال مجرى الهواء الفرعي بمجرى الهواء الرئيسي، نختار من شريط الأدوات DRAW ثم نختار كلمة قوس Arc ثم نختار رسم قوس ونختار Arc ثم Start, End, Radius أي من هذا الاختيار نحتاج الى تحديد بداية القوس ونهايته ونصف

قطره، بعد اختيار طريقة رسم القوس نؤشر بالفارة على النقطة 1 في الشكل (7 ج)، ثم نضغط الزر الأيسر ثم نؤشر على النقطة 2 ونضغط زر الفارة الأيسر وأخيراً نؤشر على النقطة 3 ونضغط زر الفأرة الأيسر، ثم نمسح الخط الواصل بين النقطتين 1 و 2 وكما هو مبين في الشكل (7 ج).
بعد ذلك نرسم محددات دخول مجرى الهواء وغالبا ما تكون المسافة بين الخطين اللذات يمثلان المصدر تساوي 20 ملم، ثم نختار أيقونة التدوير لتقويس نهايات الخطوط وكما هو مبين في الشكل (7 ح)، وبهذا يكون الرسم قد أنجز.



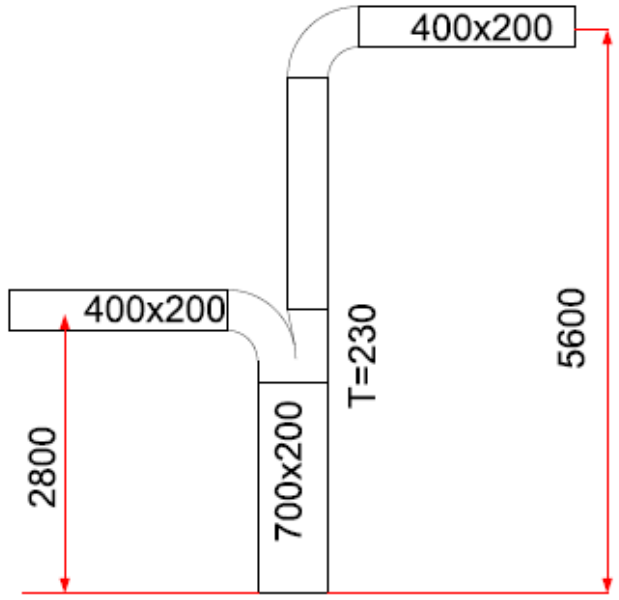
شكل 7 ج رسم القواس الذي يمثل منطقة اتصال المجرى الفرعي بالمجرى الرئيسي



شكل 7 ح رسم محددات دخول مجرى الهواء وتقويس نهايات الخطوط

٣-٥ اسقاط مجاري الهواء

لرسم مجرى الهواء البسيط المبين في الشكل (8) نتبع الخطوات التالية:



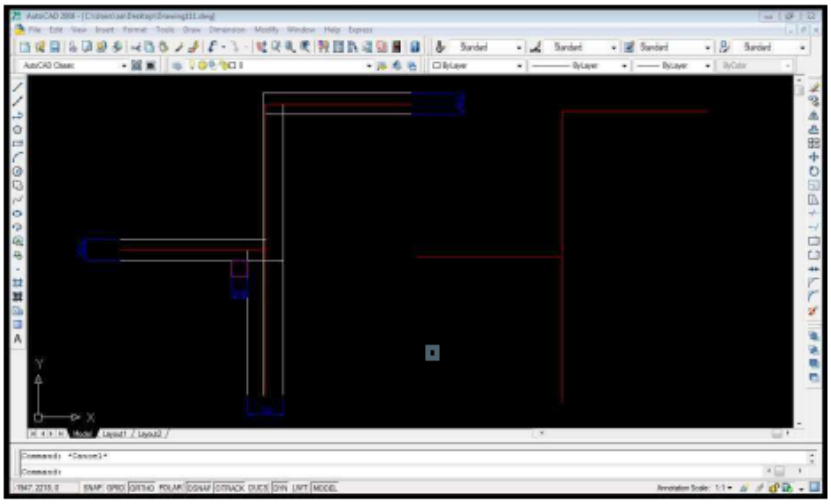
شكل 8 مجرى هواء بسيط

نرسم مجرى الهواء بخط مفرد ثم نحدد أبعاد مجرى الهواء وكما تعلمنا بواسطة أيقونة الإزاحة وكما هو مبين في الشكل (8 أ). ثم نرسم أولاً مأخذ الهواء ونتبع الخطوات التالية، أ- حساب القوس الصغير R القوس الكبير R_1 هنا D يساوي عرض التفرع ويساوي 400 ملم و D_1 يساوي عرض العنق T ويساوي 700-320= 380 ملم.

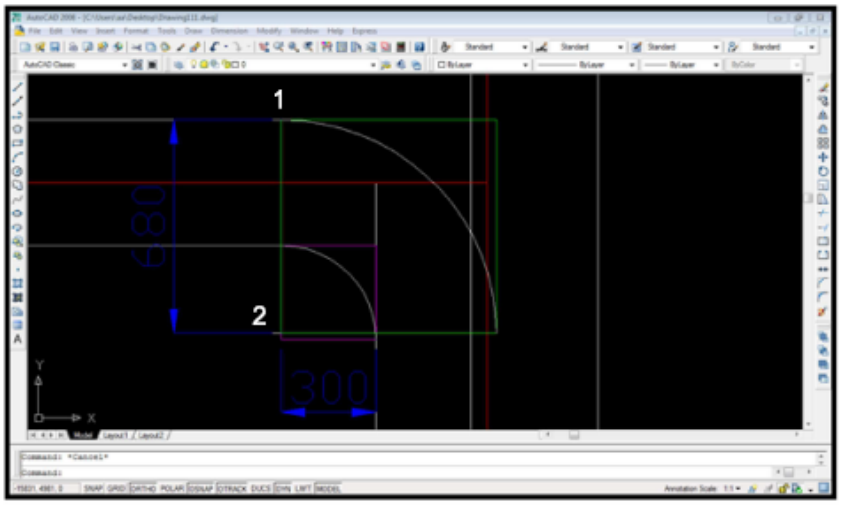
$$R = \frac{3}{4}400 = 300$$

$$R1 = 380 + \frac{3}{4}300 = 680$$

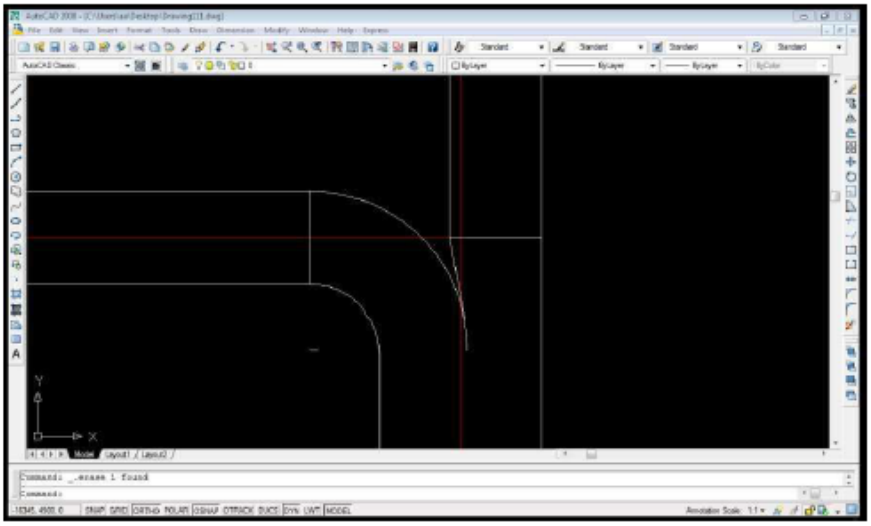
نرسم المربع المساعد الصغير الذي طول ضلعه يساوي 300 وكما هو مبين في الشكل (8 أ)، بعد ذلك نرسم القوس الصغير كما تعلمنا سابقاً، من نهاية القوس نرسم عمود على النقطة 1 في الشكل (8 ب) ومن النقطة 1 ننزل الى الأسفل مسافة مقدارها 680 ملم والتي تساوي R_1 عندها تقع النقطة 2 والتي تمثل مركز القوس الكبير R_1 من هذه النقطة نرسم المربع المساعد الكبير ثم نرسم القوس الكبير وكما تعلمنا وكما هو موضح في الشكل (8 ب). وبعد حذف المربعات والمستقيمات المساعدة نحصل على التفرع وكما هو مبين في الشكل (8 ت).



شكل 8 أ رسم مجرى الهواء بشكل مفرد ثم رسم المجرى بخطوط مزدوجة



شكل 8 ب تحديد المربعين المساعدين



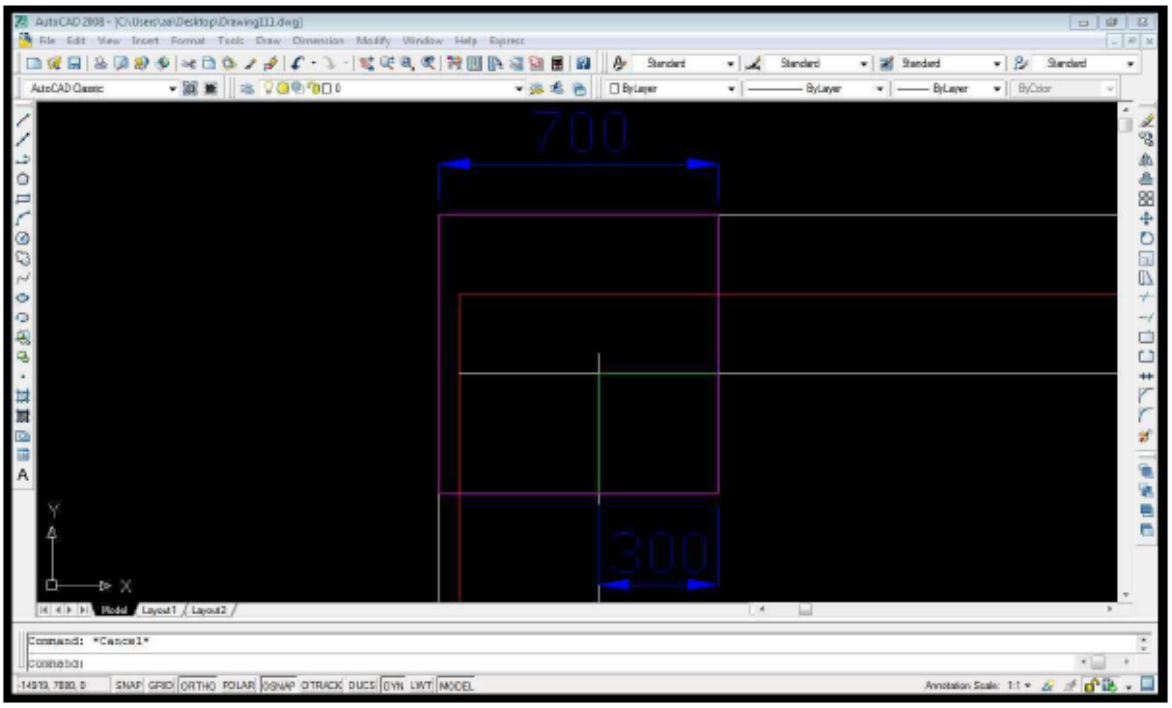
شكل 8 ت مأخذ الهواء بعد حذف الخطوط المساعدة

بعد ذلك نرسم المنحني القائم، ويجب رسم مربعين مساعدين أيضاً ويمكن حساب أبعاد المربع المساعد الصغير للانحناء القائم كما يلي

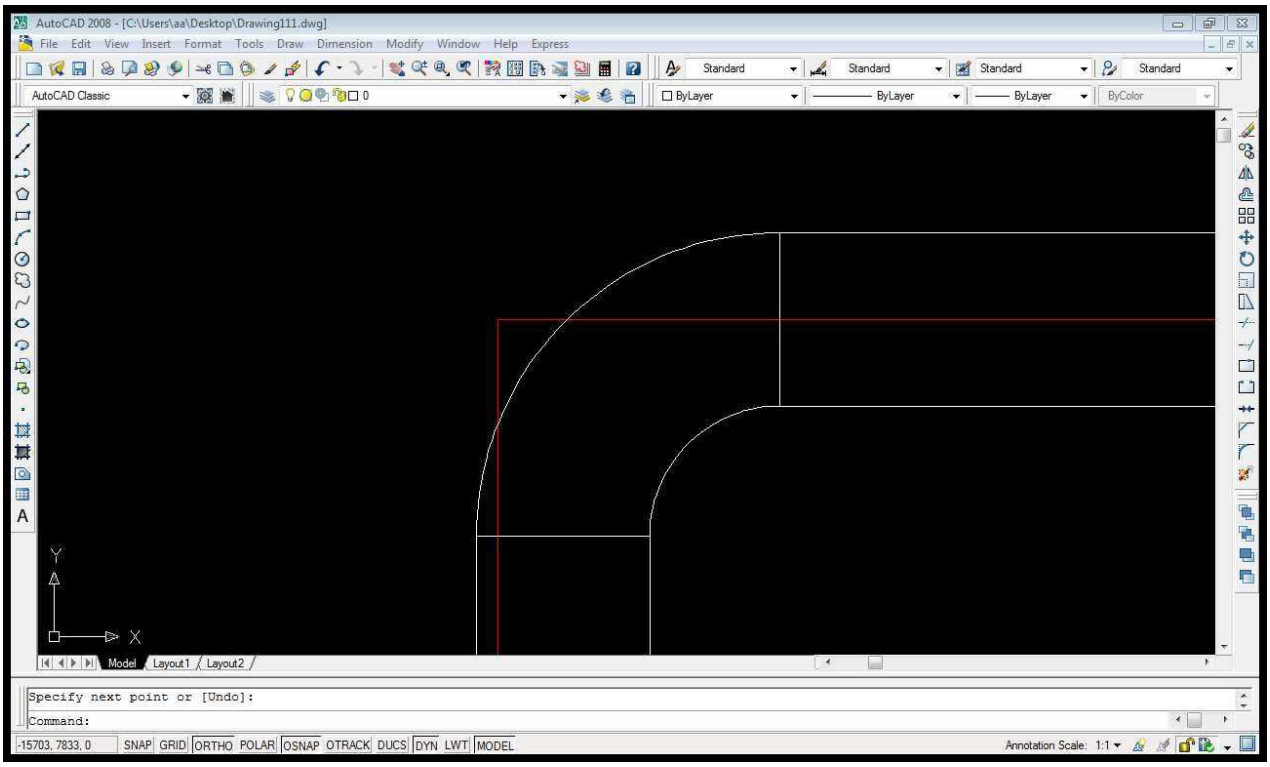
$$\boldsymbol{R = \frac{3}{4}400 = 300}$$

$$\boldsymbol{R1 = 400 + \frac{3}{4}400 = 700}$$

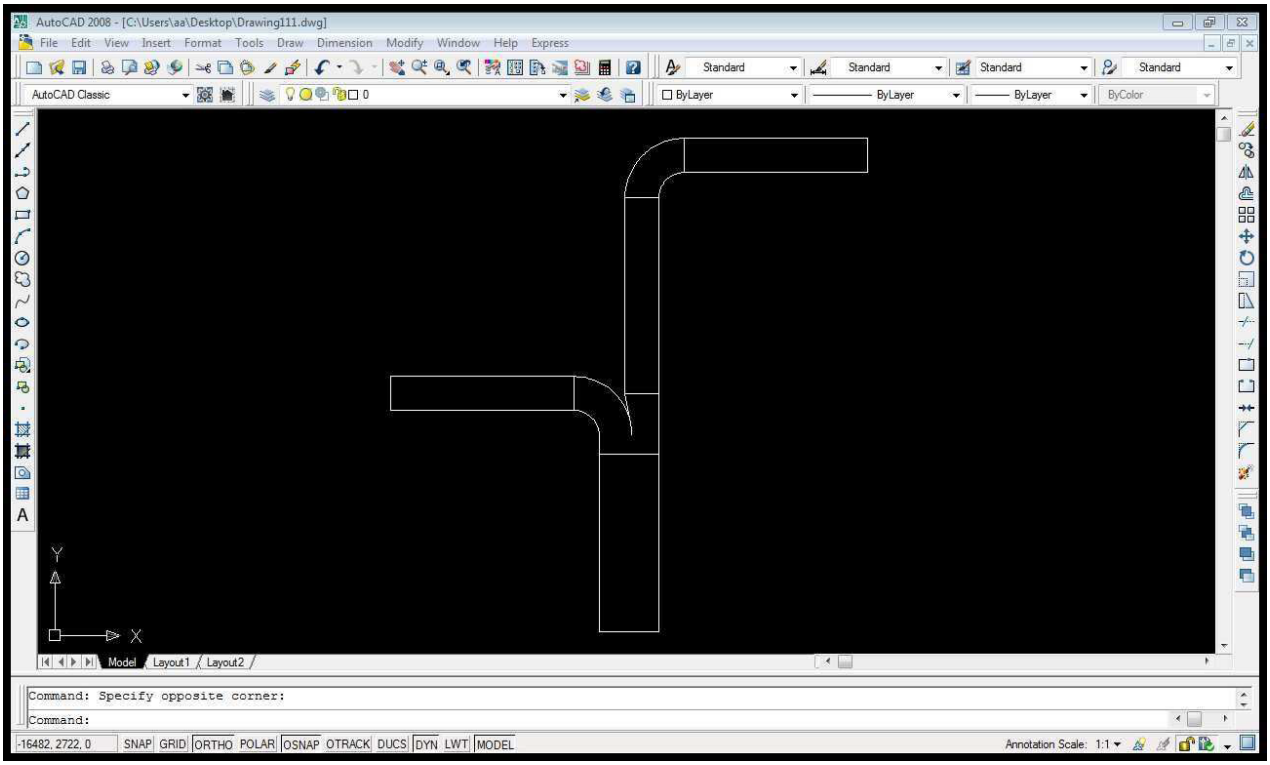
بعد ذلك نرسم المربعان المساعدان وكما هو موضح في الشكل (7-13 ث)، ثم نرسم القوس الصغير والقوس الكبير ونزيل الخطوط والمربعات المساعدة ونحصل على الانحناء القائم وكما هو مبين في الشكل (8 ج)، وأخيراً نحصل على مجرى الهواء البسيط المبين في الشكل (7-13 ح).



شكل 8 ث رسم المربع المساعد الصغير ومن ثم المربع المساعد الكبير

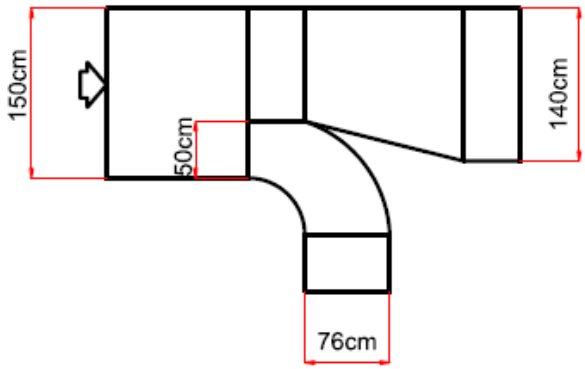


شكل 8 ج الانحناء القائم بعد حذف الخطوط والمربعات المساعدة



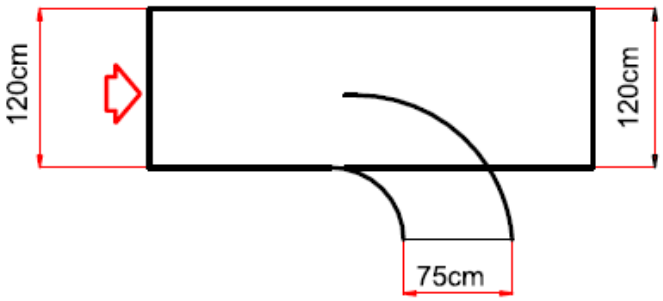
شكل 8 ح الشكل النهائي لمجرى الهواء البسيط

- إرسم مأخذ الهواء القياسي المبين في الشكل 1



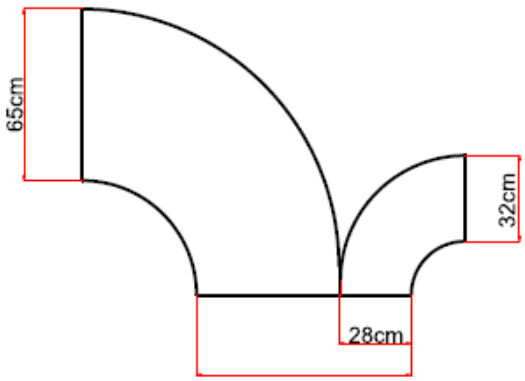
شكل 1 مأخذ هواء مثالي

- إرسم التفرع المبين في الشكل 2



شكل 2 مأخذ هواء

- إرسم التفرع المبين في الشكل 3



شكل 3 تفرع مجرى هواء

تسقيط مجاري الهواء Ducting Layout

٣-١ شبكات مجاري الهواء Ducting Network

بعد أن تم التعرف على كيفية رسم عناصر شبكات مجاري الهواء وملحقاتها، سنتعرف على كيفية إسقاط مجاري الهواء خلال البناية، ولتسهيل الرسم سندرج الجدول (3-1)، الذي يوضح رموز مجاري الهواء التي يتم تداولها. يرسم المسقط الأفقي لمجرى الهواء عادة، ليبين من خلاله أبعاد مجرى الهواء، حيث يرمز لارتفاع مجرى الهواء بالحرف H، وعادة لا يوضح هذا البعد في المسقط أفقي، ويرمز لعرض مجرى الهواء بالحرف W والذي يوضح في الرسم، أي أن المسقط الأفقي لشبكة مجاري الهواء تعتمد على طول المجرى وعرضه، ويرسم المصمم شبكة مجاري الهواء بخط مفرد ويقوم الرسام بإعادة رسمها بخطين، وسنتطرق أولاً إلى رسم مجرى الهواء بخط واحد.

يبين الشكل (3-1) مخطط لبناية، وضع المصمم عليه مسار مجاري الهواء وأبعاد مقاطع المجرى ويبين الشكل ناشرات الهواء السقفية، وتحدد أطوال مجاري الهواء اعتماداً على أبعاد البناية.

المطلوب من هذا المثال هو رسم مجرى الهواء بخطين، وسيتم رسم مجاري الهواء بخطين لثلاثة أنواع من مجاري الهواء، هي مجرى الهواء ذو المقطع المستطيل يحتوي على مأخذ هواء مثالي ومجرى هواء دائري ومجرى هواء مستطيل المقطع يحتوي على مأخذ هواء اعتيادي.

يختلف مأخذ الهواء المثالي الذي تم التطرق إليه في الفصل الثاني عن مأخذ الهواء الاعتيادي بأن الثاني أكثر سهولة في التصنيع، ورغم أن كفاءتهما في توزيع الهواء متقاربة، إلا انه في العراق يفضل استخدام مأخذ الهواء المثالي.

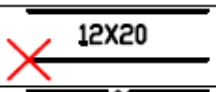
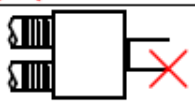
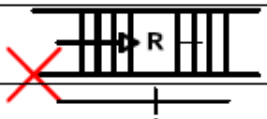
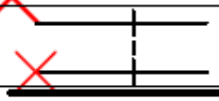
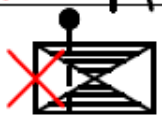
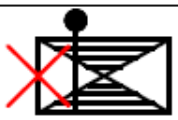
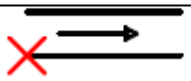
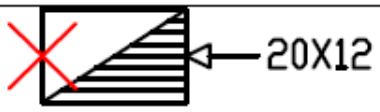
٣-٢ تسقيط مجاري الهواء Ducting Layout

من الشكل (3-1) يمكن أن نبين الآتي:

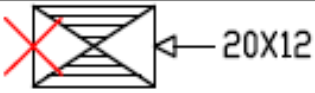
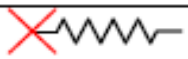
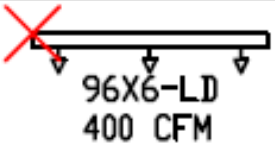
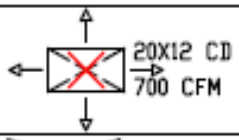
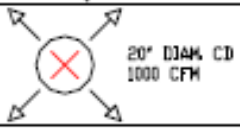
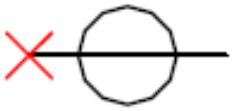
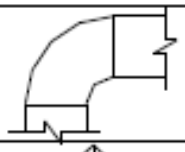
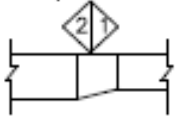
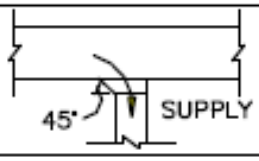
- يكون توزيع الأبعاد بحيث أن الرقم الأول من اليسار يمثل عرض مجرى الهواء والرقم الثاني من اليسار يمثل ارتفاع مجرى الهواء، أي عندما يكتب البعد 500×700، فهذا يعني أن عرض مجرى الهواء هو 700 ملم وارتفاعه 500 ملم.
- ويلاحظ في الرسم الرمز T والذي يمثل عرض عنق مأخذ الهواء.
- أبعاد مجاري الهواء بوحدات المليمتر، في حين أبعاد البناية بوحدات السنتيمتر.
- المستطيلات باللون الزرق تمثل مناطق سحب الهواء.

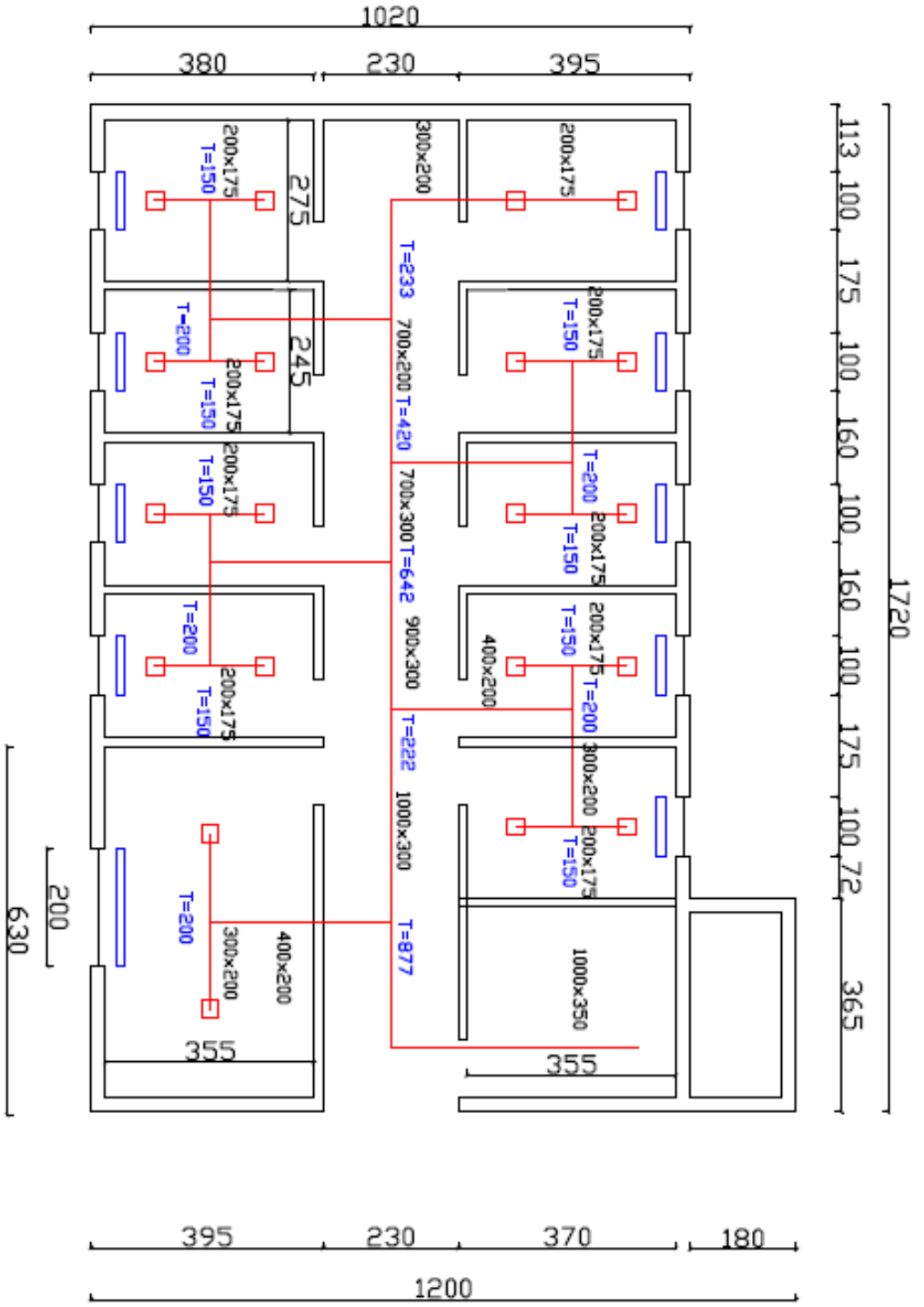
يبين الشكل (3-2) طريقة رسم مجرى هواء بخطين باستخدام مأخذ هواء مثالي مع مقطع في البناية يبين مسار مجرى الهواء للمسقط الأمامي، ولكي يكتمل الرسم يجب وضع جميع التفاصيل المطلوبة في الرسم، بينما يبين الشكل (3-3) أنواع التفاصيل الواجب إضافتها إلى الرسم، أما الشكل (3-4) فهو مسقط لشبكة الهواء المبينة في الشكل (3-1) بخطين لمجرى هواء دائري، في حين أن الشكل (3-5) يبين تفاصيل نصب شبكة الهواء.الشكل (3-6) يوضح طريقة رسم مجرى هواء بخطين باستخدام مأخذ هواء اعتيادي، في حين أن الشكل (3-7) يبين تفاصيل نصب الشبكة.

جدول 3-1 رموز وصلات مجاري الهواء

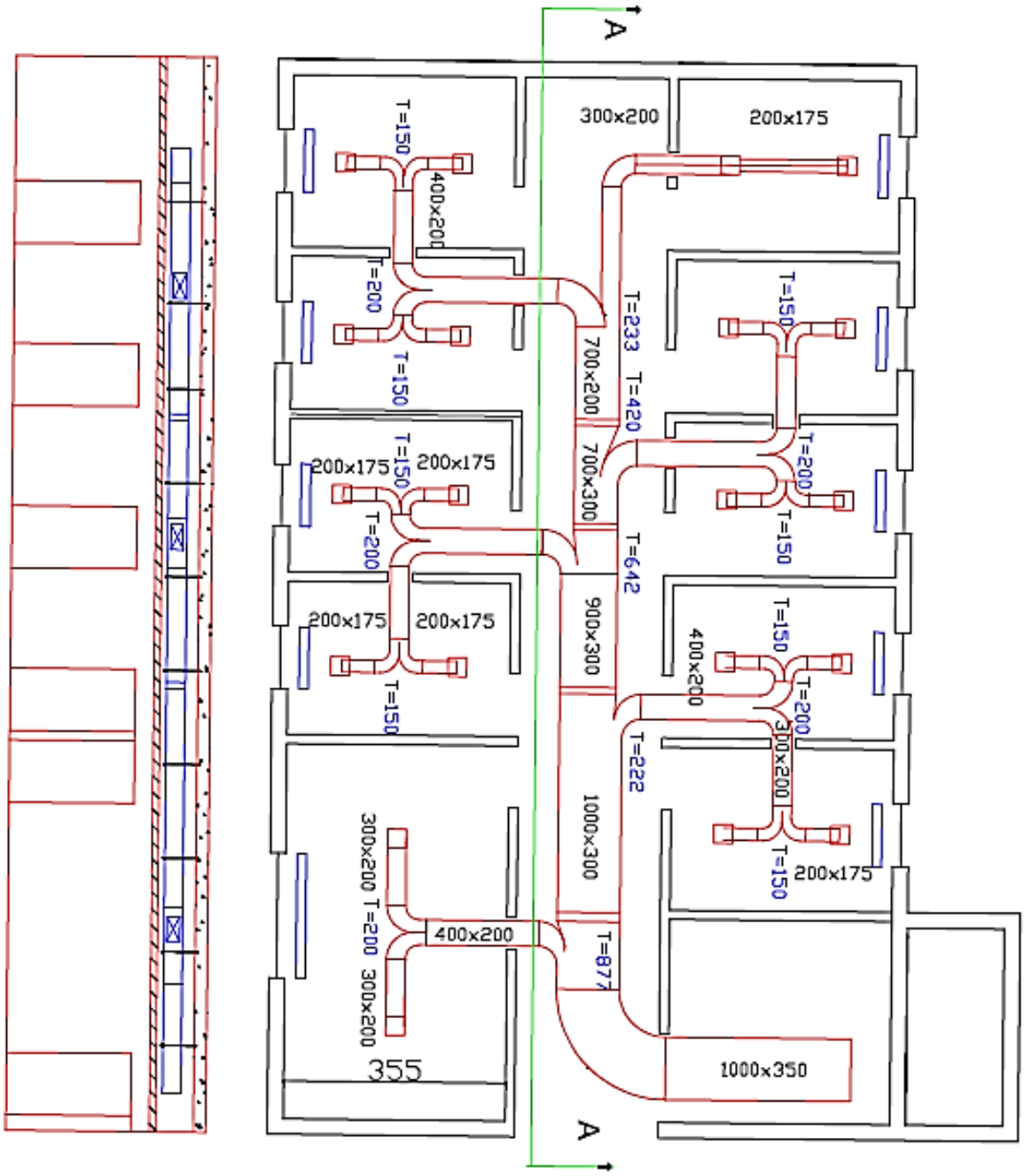
الاسم	شكل الوصلة
مجرى هواء	
وصلة مرنة	
صندوق خلط	
هبوط مجرى الهواء	
صعود مجرى الهواء	
مخمد مانع لانتقال النار	
محول لاتجاه الهواء	
محول سفلي لاتجاه الهواء	
محول علوي لاتجاه الهواء	
اتجاه الجريان	
مجرى هواء راجع	
مقطع مجرى الهواء الراجع	

ملحق جدول 3-1 رموز وصلات مجاري الهواء

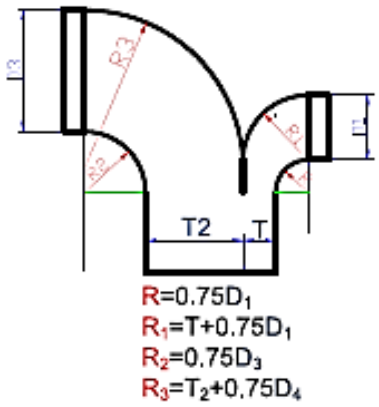
الاسم	شكل الوصلة
مجرى تجهيز الهواء	
مقطع مجرى تجهيز الهواء	
مجرى هواء مرن	
مأخذ هواء	
ناشر هواء شريطي	
ناشر هواء مربع سقفي	
ناشر هواء دائري سقفي	
مجرى هواء دائري	
انحناء مزعنف	
انحناء عادي	
توسع في مجرى الهواء	
مأخذ هواء عمودي	



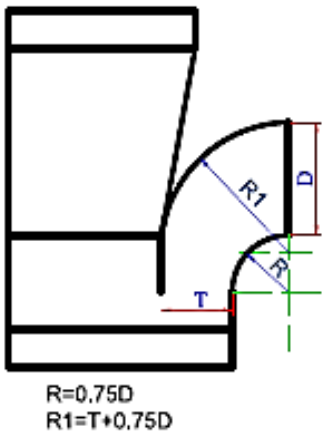
شكل 3-1 المسقط الأفقي لمجرى هواء ضمن بناية بسيطة



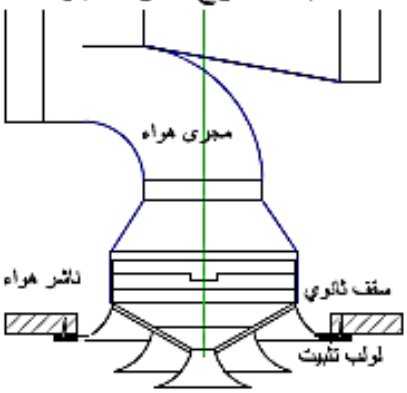
شكل 3-2 المسقط الأفقي مع مقطع أمامي لمجرى هواء بخطين مع مأخذ هواء مثالي ضمن بناية بسيطة



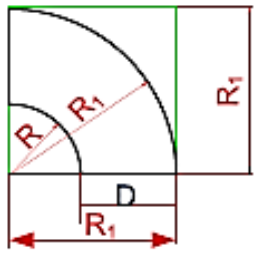
تفصيل 2 تفرع مجرى الهواء



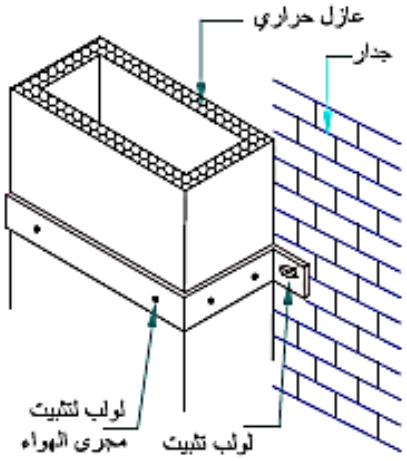
تفصيل 1 ماخذ الهواء



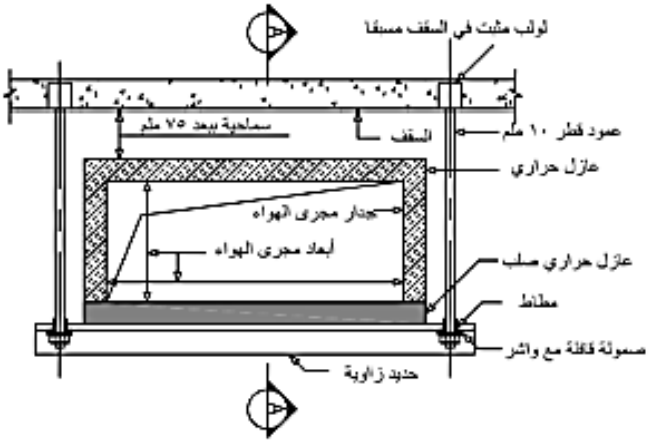
تفصيل 4 تثبيت ناشر الهواء السقفي



تفصيل 3 انحناء مجرى الهواء

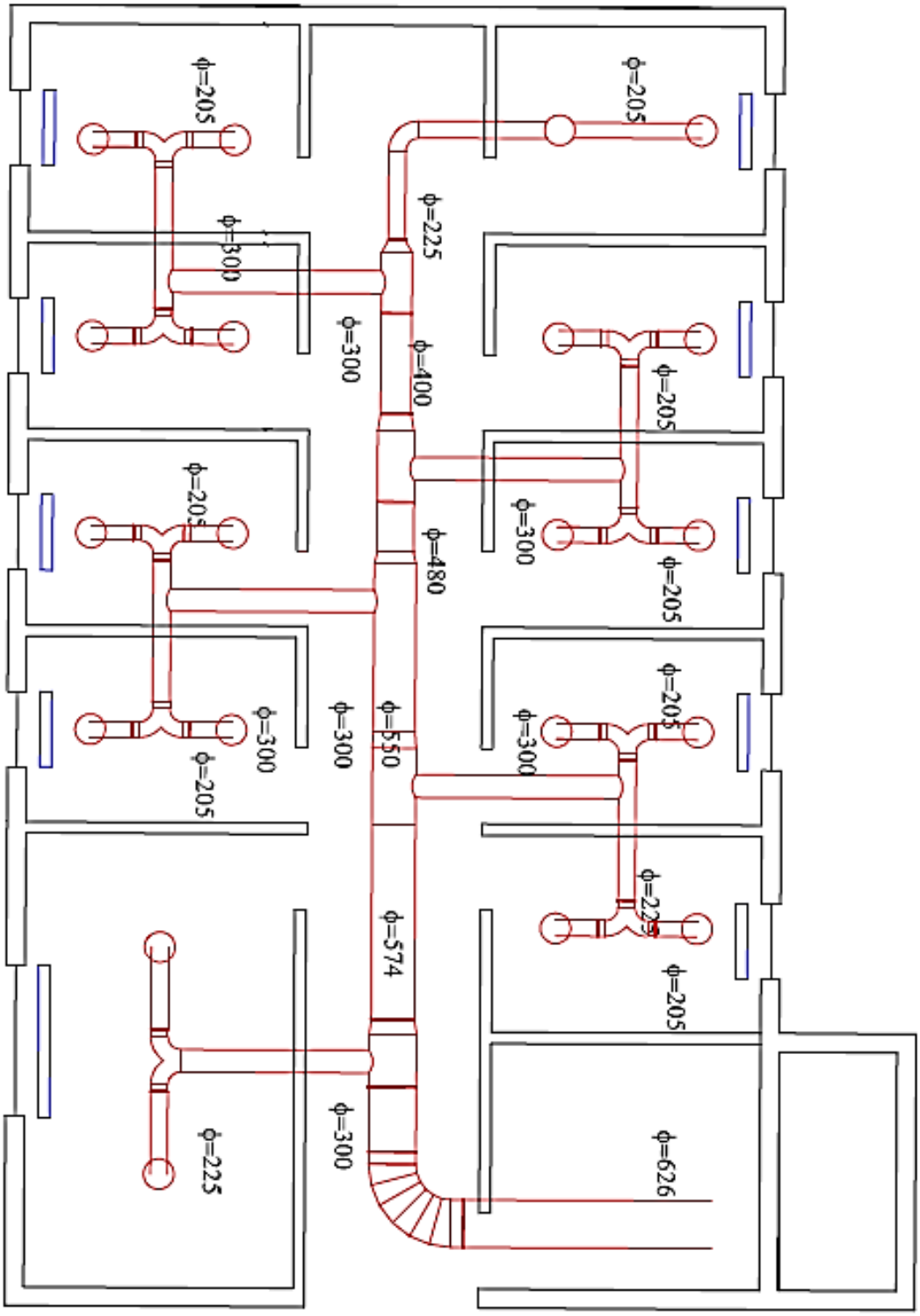


تفصيل 6 تثبيت مجرى الهواء في الجدار

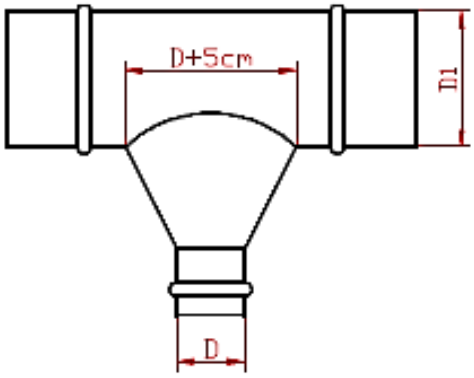


تفصيل 5 تعليق مجرى الهواء في السقف

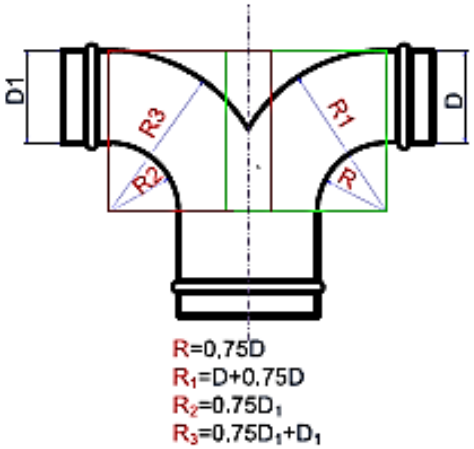
شكل 3-3 تفاصيل نصب شبكة مجاري الهواء التابع للشكل (3-2)



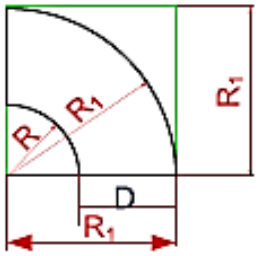
شكل 3-4 مسقط لشبكة مجرى هواء داتري المقطع



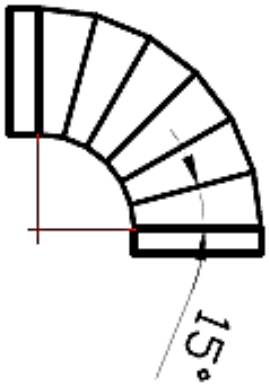
تفصيل 2ماخذ الهواء



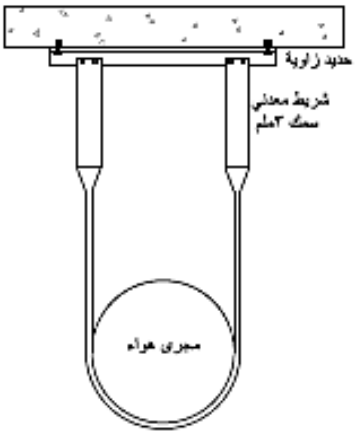
تفصيل 1 تفرع مجرى الهواء



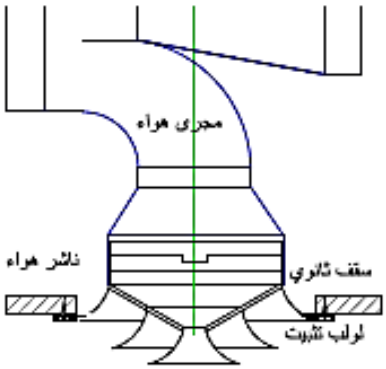
تفصيل 4 أنحناء قطر صغير



تفصيل 3 انحنا قطر كبير

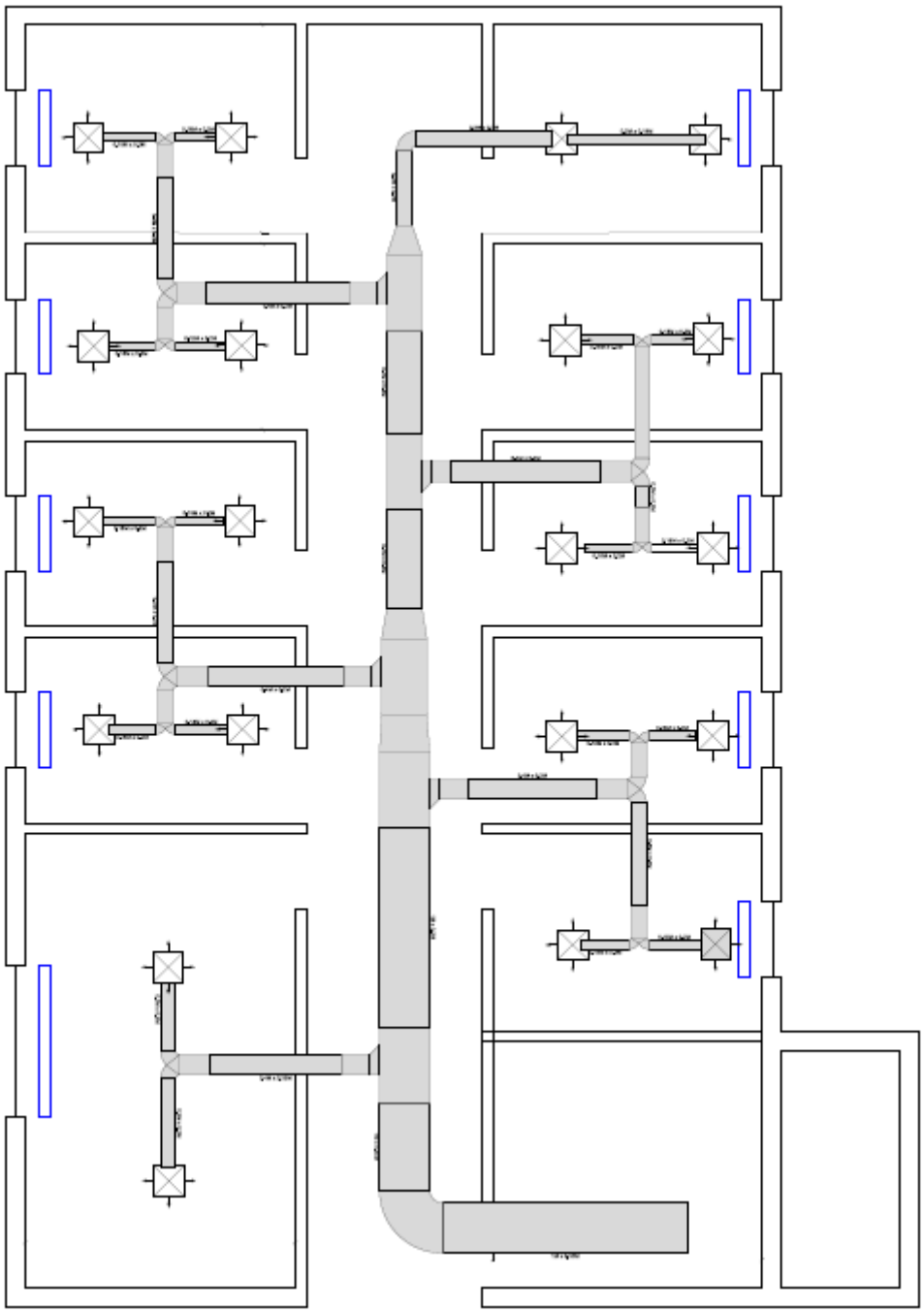


تفصيل 5 تعليق مجرى الهواء في السقف

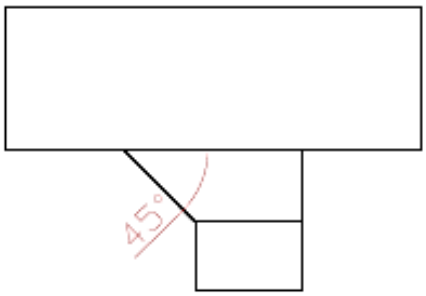


تفصيل 6 تثبيت ناشر الهواء

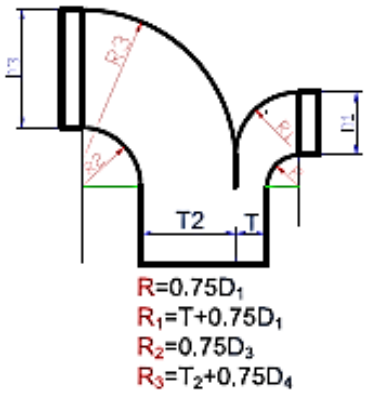
شكل 3-5 تفاصيل نصب شبكة الهواء في الشكل (3-4)



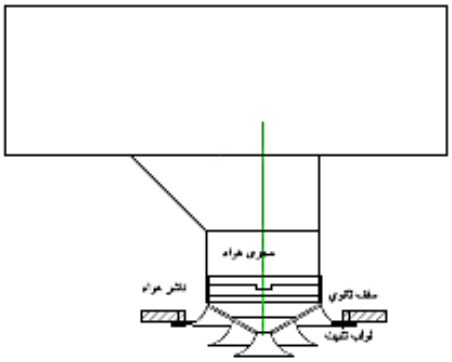
شكل 3-6 مسقط لشبكة هواء مستطيل المقطع ذو مأخذ اعتيادي



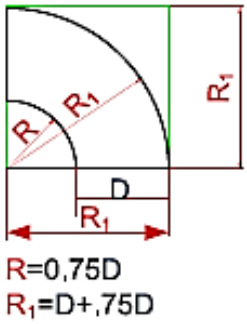
تفصيل 1 ماخذ الهواء



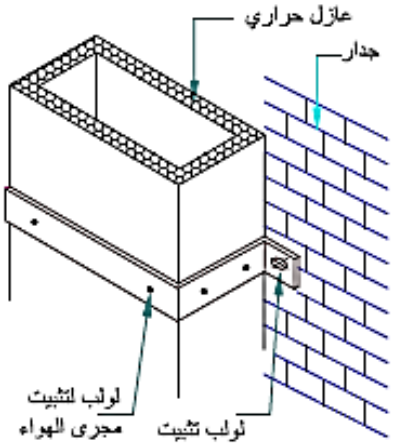
تفصيل 2 تفرع مجرى الهواء



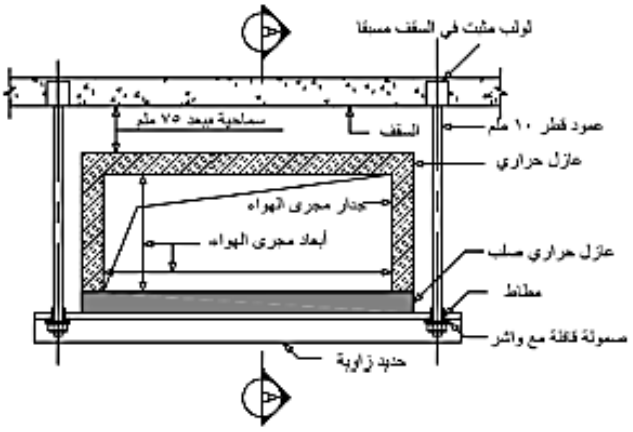
تفصيل 4 تثبيت ناشر الهواء السقفي



تفصيل 3 انحناء مجرى الهواء



تفصيل 6 تثبيت مجرى الهواء في الجدار



تفصيل 5 تعليق مجرى الهواء في السقف

شكل 3-7 تفاصيل نصب شبكة الهواء في الشكل (3-6)

٣-٣ تسمية الرموز والمصطلحات Terms And Symbols Names

لغرض الاستفادة القصوى من لوحة الرسم يعمد إلى الإشارة إلى مكونات شبكة مجاري الهواء برموز معينة متفق عليها عالمياً بدلاً من كتابة كلمات قد تكون طويلة نسبياً، ويجب الإشارة إلى الرموز والمصطلحات في جدول خاص، يبين نوع الرمز وعدد وقياس ونوع ما يشير إليه الرمز، ويبين الجدول (3-2) الرموز المستخدمة في رسم شبكات الهواء. في حين يبين الشكل (3-8) مخطط وضعت الرموز عليه، ويجب الإشارة إلى أن الرموز والأبعاد توضع على المخطط النهائي للوحة الرسم، في حالة وضع الرموز فقط دون توضيح الأبعاد لغرض توضيح الرموز بشكلها النهائي فقط، يوضح الجدول (3-3) تفاصيل الرموز.

جدول 3-2 الرموز المستخدمة في الإشارة إلى أجزاء شبكة الهواء

المصطلح	المعنى باللغة الإنكليزية	المعنى باللغة العربية
ACH	Air Cooled Chiller	مثلج ماء مبرد بالهواء
AHU	Air Handling Unit	وحدة مناولة الهواء
BR	Boiler	مرجل
CDU	Condensing Unit	وحدة تكثيف
CET	Closed Type Expansion Tank	صمام تمدد مغلق
CF	Ceiling Fan	مروحة سقفية
CH	Chiller	مثلج ماء
DG	Door Grill	شباك يثبت في الباب
EAD	Exhaust Air Diffuser	ناشر سحب الهواء
EAG	Exhaust Air Grill	شباك سحب الهواء
EF	Exhaust Fan	مروحة سحب الهواء
FCU	Fan Coil Unit	وحدة مروحة وملف
HV	Heating and Ventilating Unit	وحدة تدفئة وتهوية
HWB	Hot Water Boiler	مرجل ماء ساخن
LCD	Linear Air Diffuser	ناشر هواء شريطي
MB	Mixing Box	صندوق خلط
P	Pump	مضخة
RF	Return Fan	مروحة الهواء الراجع
SAD	Supply Air Diffuser	ناشر تزويد الهواء
SAG	Supply Air Grill	شباك تزويد الهواء
UC	Unit Cooler	وحدة تبريد
UH	Unit Heater	وحدة تدفئة
VCD	Volume Control Damper	مخمد للسيطرة على حجم الهواء
WCH	Water Cooled Chiller	مثلج ماء مبرد بالماء