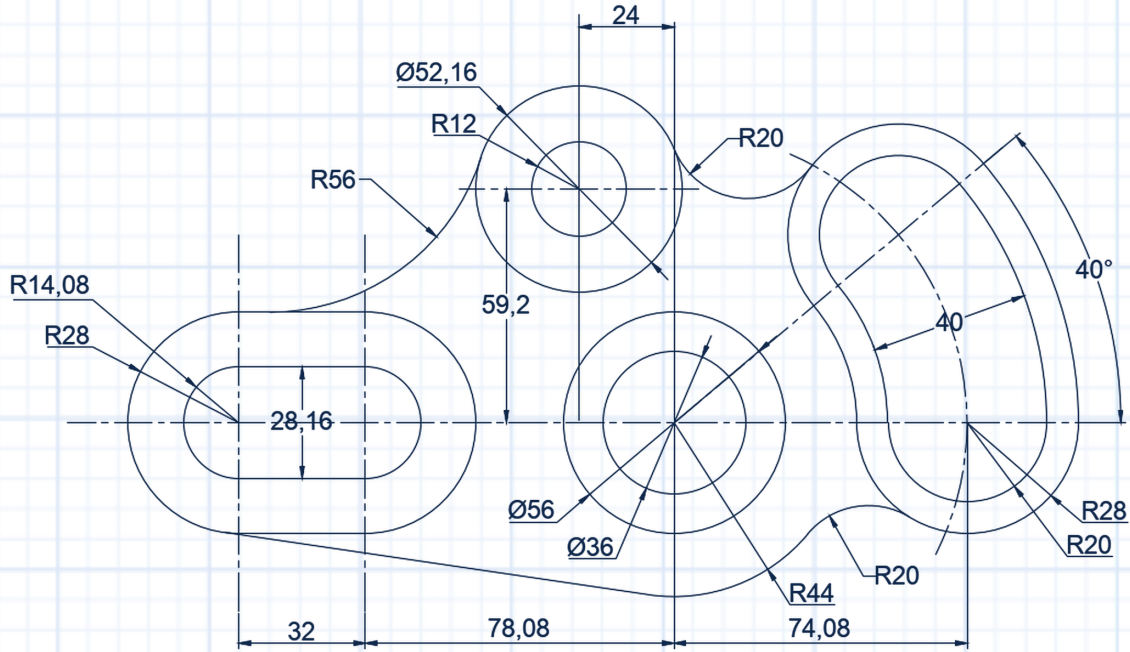




مساق الرسم الهندسي المحوسب

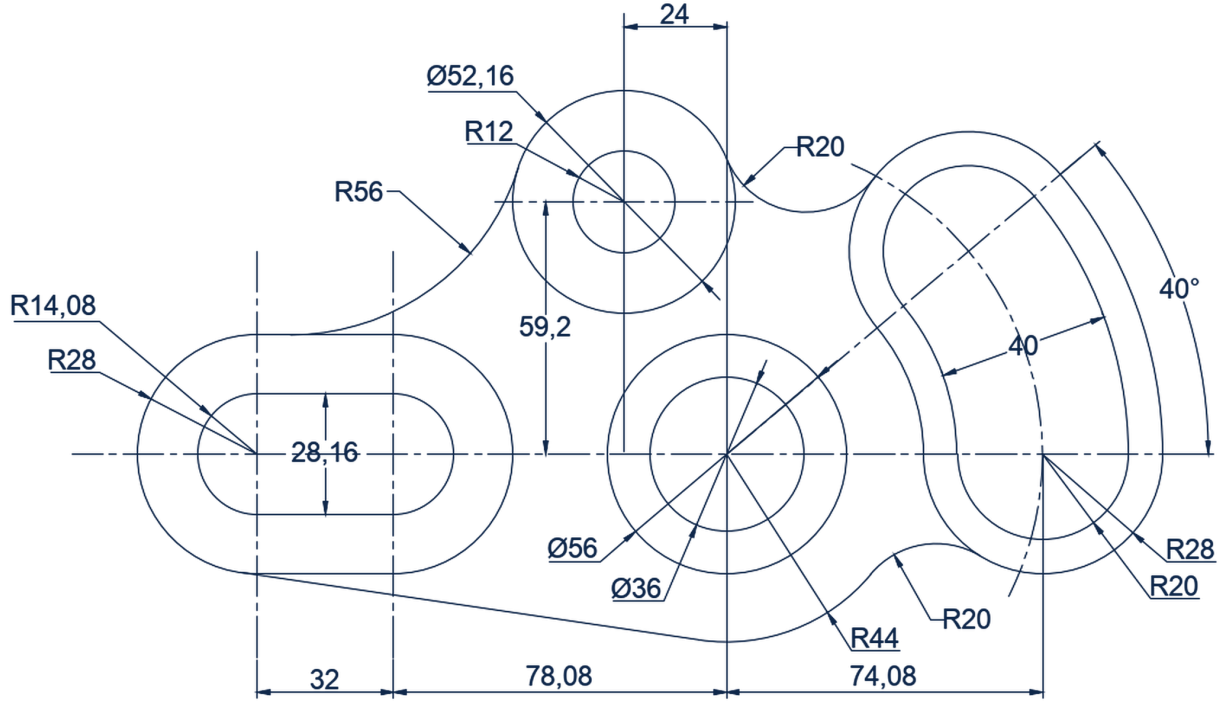
الدوائر والمماسات

شرح الرسمة (01) خطوة بخطوة، وتطبيقات على الرسومات (02) إلى (06)

إعداد: م. رلا فكري عبد اللطيف

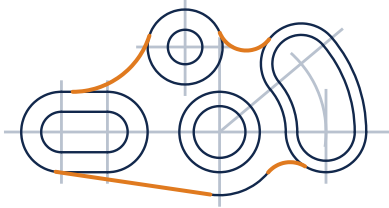
الرسمه اللي رح نشتغل عليها

هذه الرسمه فيها كل الحالات اللي بنحتاجها: دوائر لها مراكز، خطوط تلمس دوائر، وأقواس تصل بين دائرتين أو بين دائرة وخط.



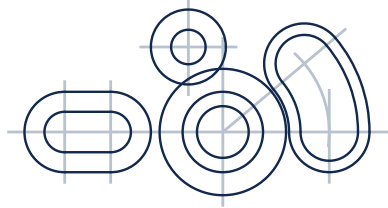
الرسمه (01) كما هي في اللوحه. كل الأبعاد بالمليمتر.

طريقة الشغل في ثلاث مراحل



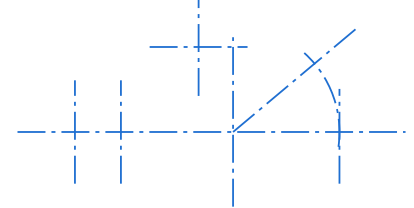
3. التوصيلات

الخطوط والأقواس المماسه



2. الدوائر

نرسم كل دائرة على مركزها



1. المحاور والمراكز

نحدد مراكز الدوائر والعلاقة بينها

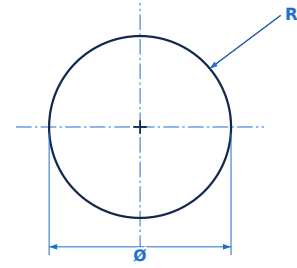
لماذا بهذا الترتيب؟

الخطوط والأقواس المماسه لا يمكن رسمها قبل وجود الدوائر التي تلمسها، والدوائر لا يمكن رسمها قبل معرفة مراكزها. لذلك نبدأ دائماً بالمحاور.

1 قواعد أساسية لقراءة الرسمة

قبل ما نرسم، لازم نفهم شو بتعني الرموز المكتوبة جنب كل دائرة.

الرمز	معناه	مثال من الرسمة
R	نصف القطر: من المركز إلى محيط الدائرة.	R44 ، R28
Ø	القطر: من طرف الدائرة إلى الطرف المقابل. يُكتب أحياناً d . القطر = $2 \times$ نصف القطر.	Ø36 ، Ø56
+	مركز الدائرة: نقطة تقاطع المحورين.	عند كل دائرة
- · -	خط المحور (Center line): خط متقطع (شرطة طويلة ونقطة) يمر بمركز الدائرة.	المحور الأفقي الرئيسي



انتبهي لـ R و Ø

إذا كان البعد **Ø56** فنصف القطر **28**، وليس **56**. في AutoCAD استخدم **Center, Diameter** مع Ø، و **Center, Radius** مع R.

الفاصلة في الأرقام

في هذه الرسمة الفاصلة تعني فاصلة عشرية: **78,08** هي نفسها **78.08**. في AutoCAD نكتب دائماً النقطة . وليس الفاصلة.

محاور المراكز

كل دائرة أو قوس في الرسمة له مركز، وكل مركز يقع على تقاطع محورين. المحاور هي "الهيكل" الذي نبني عليه الرسمة، والأبعاد في الرسمة تقيس غالباً المسافة بين المحاور، مثل **32** و **78,08** و **74,08**.

2 انتبهي للوحدات

تحت الرخصة مكتوب **All Units in Millimeters** يعني كل الأبعاد بالمليمتر. ونحن نرسم في AutoCAD بالسنتيمتر، لذلك نحول كل رقم قبل ما نكتبه.

القاعدة

1 سم = 10 ملم. للتحويل من ملم إلى سم: **نقسم على 10**، يعني ننقل الفاصلة العشرية خانة واحدة لليسار.

مثال 1: بُعد عادي

$$78,08 \text{ mm} \rightarrow 78,08 \div 10 = 7.808 \text{ cm}$$

مثال 2: قطر نحتاج نصفه

$$\varnothing 52,16 \text{ mm} \rightarrow \varnothing 5.216 \text{ cm} \rightarrow R = 5.216 \div 2 = 2.608 \text{ cm}$$

الزوايا لا تتحول

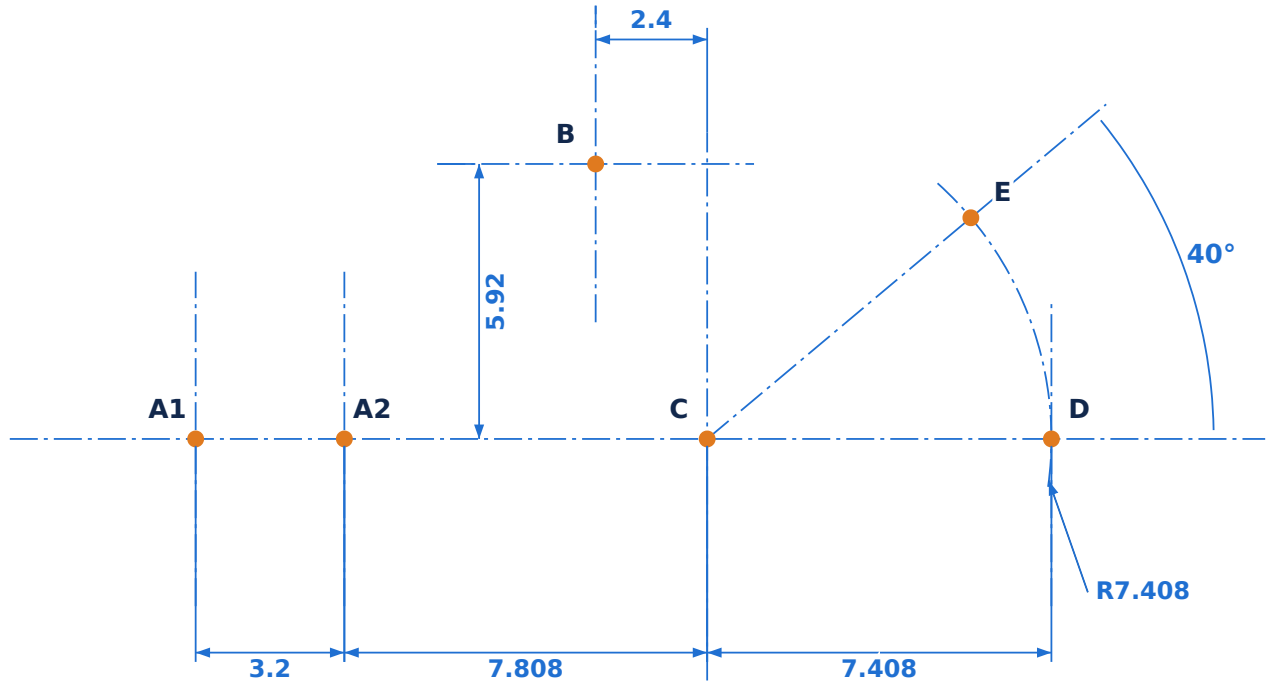
الزاوية 40° تبقى 40° . التحويل للأطوال فقط.

كل أبعاد الرخصة (01) بعد التحويل

البُعد في الرخصة	ماذا يقيس	بال cm
32	بين مركزي المجرى المستقيم	3.2
78,08	من المركز الثاني للمجرى إلى مركز الدائرة الوسطى	7.808
74,08	من مركز الدائرة الوسطى إلى طرف المجرى المنحني	7.408
24 و 59,2	موقع مركز الدائرة العلوية (أفقياً ورأسياً)	2.4 و 5.92
R28 و R14,08 (عرض 28,16)	المجرى المستقيم: الخارجي والداخلي	2.8 و 1.408
R12 و Ø52,16	الدائرة العلوية: الخارجية والفتحة	1.2 و Ø5.216
Ø36 و Ø56	الدائرة الوسطى	Ø3.6 و Ø5.6
R44	القوس الكبير أسفل الدائرة الوسطى	4.4
R20 و R28 (عرض 40)	المجرى المنحني: الخارجي والداخلي	2.0 و 2.8
R56	القوس بين المجرى المستقيم والدائرة العلوية	5.6
R20 (مرتين)	القوسان الصغيران بجانب المجرى المنحني	2.0

3 المرحلة الأولى: المحاور والمراكز

أول شيء نبحث عن المحور الرئيسي: هنا هو الخط الأفقي الذي تمر عليه أغلب المراكز. ثم نحدد مكان كل مركز بالنسبة له.



المحاور والمراكز بالسنتيمتر. سقينا المراكز بحروف لنسهل الشرح.

المركز	مكانه	كيف نحدده
A1	بداية المحور الرئيسي	نقطة البداية
A2	على المحور الرئيسي	يمين A1 بمسافة 3.2
C	على المحور الرئيسي	يمين A2 بمسافة 7.808
D	على المحور الرئيسي	يمين C بمسافة 7.408
B	فوق المحور الرئيسي	يسار C بـ 2.4 وفوق المحور بـ 5.92
E	على قوس حول C	بعده عن C هو 7.408 وبزاوية 40°

خطوات رسم المحاور في AutoCAD

- 1 شغلي **Ortho** ، واضغطي **Line** ، وارسمي خطًا أفقيًا طويلًا (مثلًا 26). هذا المحور الرئيسي.
- 2 ارسمي خطًا عموديًا يقطعه قرب بدايته. نقطة التقاطع هي **A1**.
- 3 **Offset** للخط العمودي بمسافة 3.2 لليمين ← محور **A2**.
- 4 **Offset** لمحور **A2** بمسافة 7.808 لليمين ← محور **C**.
- 5 **Offset** لمحور **C** بمسافة 7.408 لليمين ← محور **D**.
- 6 للمركز **B**: **Offset** لمحور **C** بمسافة 2.4 لليسار، و **Offset** للمحور الرئيسي بمسافة 5.92 لأعلى. تقاطع الخطين هو **B**.
- 7 للمركز **E**: من **C** ارسمي خطًا بزاوية 40° . اضبطي **Polar** على **10, 20, 30, 40...** وحركي الماوس حتى تظهر 40° ، ثم اكتب طولًا (مثلًا 11).
- 8 ارسمي دائرة **Center, Radius** مركزها **C** ونصف قطرها 7.408. تقاطعها مع خط الـ 40° هو **E**، وتمر أيضًا بـ **D**. هذه الدائرة هي محور المجرى المنحني.

نوع خط المحاور

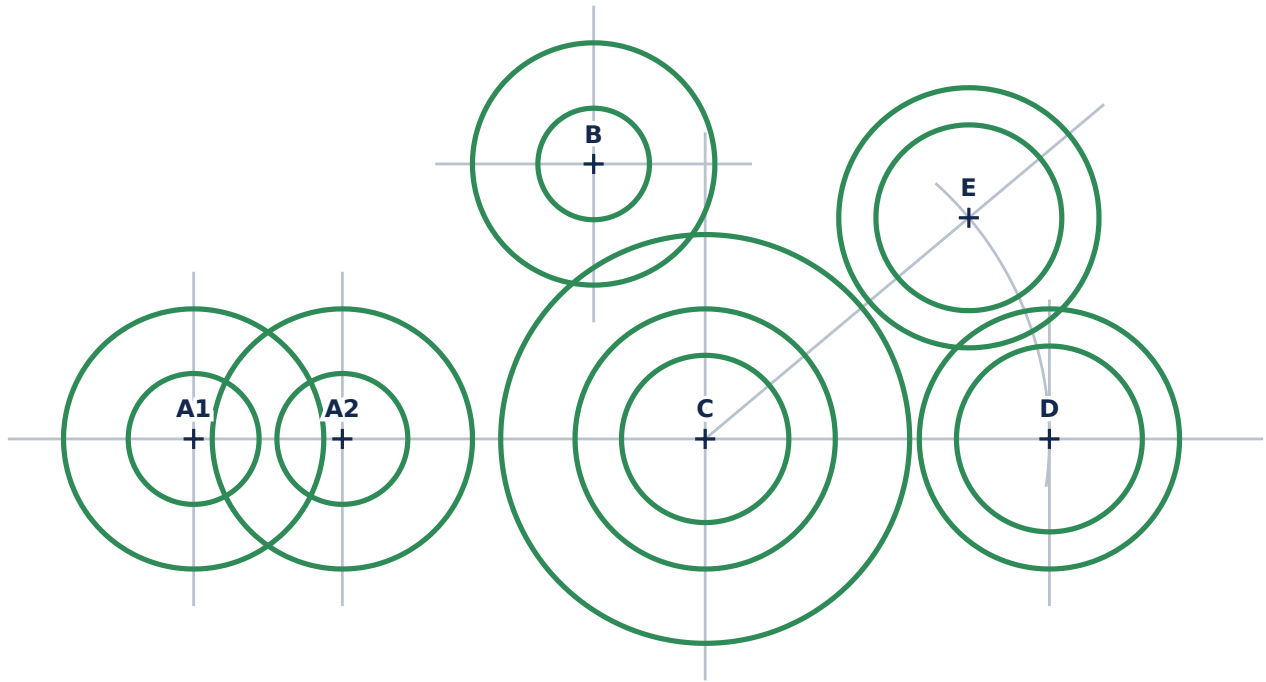
حدّدي كل خطوط المحاور، ومن **Properties** غيّري **Linetype** إلى **CENTER**. وإذا ظهر الخط متصلًا، عدّلي **Linetype scale**.

تحقّقي قبل ما تكلمي

المسافة من **A1** إلى **D** لازم تساوي $3.2 + 7.808 + 7.408 = 18.416$ سم.

4 المرحلة الثانية: الدوائر

الآن على كل مركز نرسم دوائره كاملة. لا تقلقي إذا تداخلت الدوائر، الزائد نقصه في النهاية.



كل الدوائر على مراكزها (بالأخضر).

المركز	في الرسمة	الأداة	نكتب (cm)
A2 و A1	R14,08 و R28	Center, Radius	1.408 و 2.8
B	Ø52,16	Center, Diameter	5.216
B	R12	Center, Radius	1.2
C	Ø36 و Ø56	Center, Diameter	3.6 و 5.6
C	R44	Center, Radius	4.4
E و D	R20 و R28	Center, Radius	2.0 و 2.8

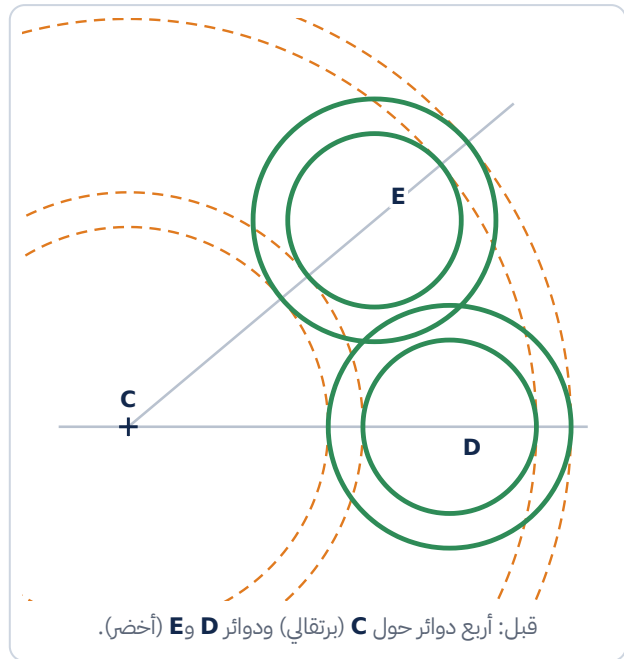
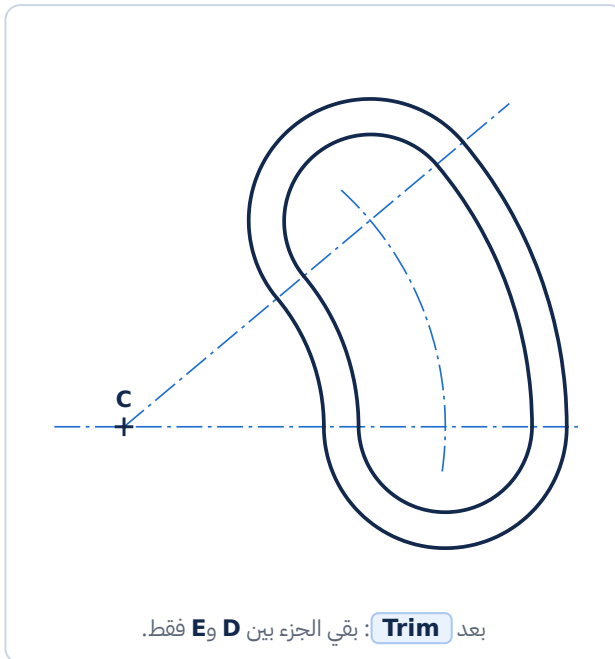
التقاط المركز

عند اختيار المركز قربي الماوس من تقاطع المحورين حتى تظهر علامة **Intersection**، ثم اضغطي.

المجرى المنحني

المجرى المنحني محوره قوس حول **C** نصف قطره **7.408**، من 0° إلى 40° . الفتحة الداخلية عرضها **4.0**، يعني **2.0** على كل جهة من المحور. والإطار الخارجي **2.8** على كل جهة.

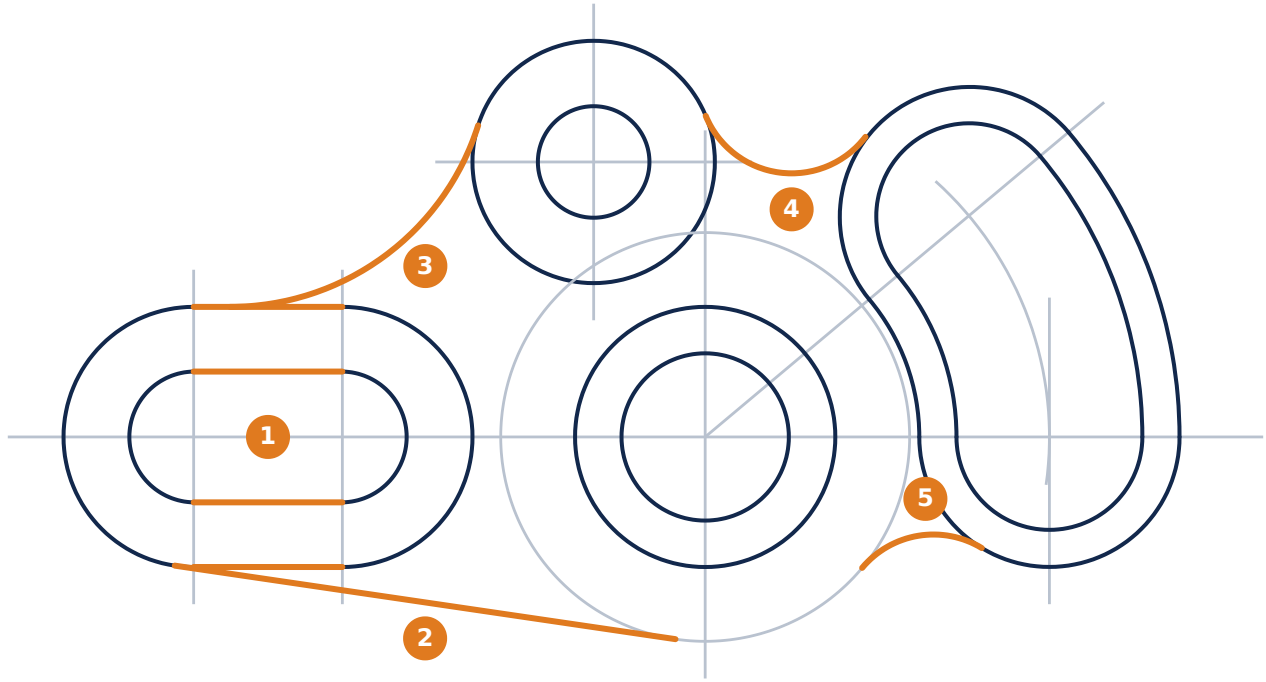
الدائرة حول C	الحساب	نصف القطر (cm)
الحافة الخارجية القريبة	$7.408 - 2.8$	4.608
حافة الفتحة القريبة	$7.408 - 2.0$	5.408
حافة الفتحة البعيدة	$7.408 + 2.0$	9.408
الحافة الخارجية البعيدة	$7.408 + 2.8$	10.208



- 1 ارسمي الدوائر الأربع حول **C** بأنصاف الأقطار في الجدول.
- 2 ارسمي على **D** وعلى **E** دائرتين: **2.8** و **2.0** (رسمناهم في الصفحة السابقة).
- 3 بأداة **Trim** قَصِّي كل جزء خارج المجرى: الأقواس حول **C** تبقى فقط بين المحور الأفقي وخط الـ 40° ، ومن دوائر **D** و **E** يبقى النصف الخارجي فقط.

5 المرحلة الثالثة: ماذا بقي من الرسمة؟

بعد الدوائر بقي فقط الأجزاء التي تصل بين الدوائر. بالبرتقالي في الرسمة تحت.



الأجزاء الباقية مرقمة. الرمادي أجزاء دوائر سنقصها لاحقاً.

رقم	الجزء	نوع الحالة	الحل
1	خطوط المجرى المستقيم	خط مماس لدائرتين متساويتين	Tangent + Line
2	الخط السفلي من A1 إلى R4.4	خط مماس لدائرتين مختلفتين	Tangent + Line
3	القوس R56	قوس مماس لخط ودائرة	TTR أو الحساب
4	القوس R20 العلوي	قوس مماس لدائرتين	TTR أو الحساب
5	القوس R20 السفلي	قوس مماس لدائرتين	TTR أو الحساب

ما معنى مماس (Tangent)؟

الخط أو القوس يلمس الدائرة في نقطة واحدة فقط ولا يقطعها، فيكون الانتقال من الدائرة إليه ناعماً بلا كسرة.

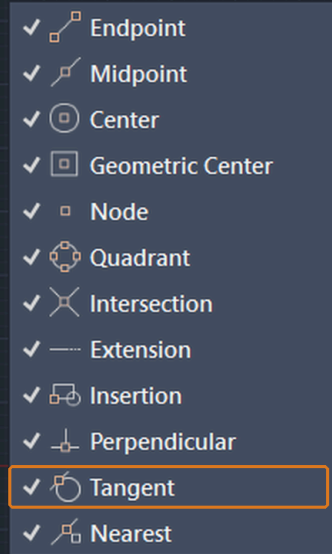
6 الحالة الأولى: خط مماس لدائرتين

الخط يبدأ مماسًا لدائرة وينتهي مماسًا لدائرة أخرى. لا نحتاج أي حساب، فقط نفعل الالتقاط **Tangent**.

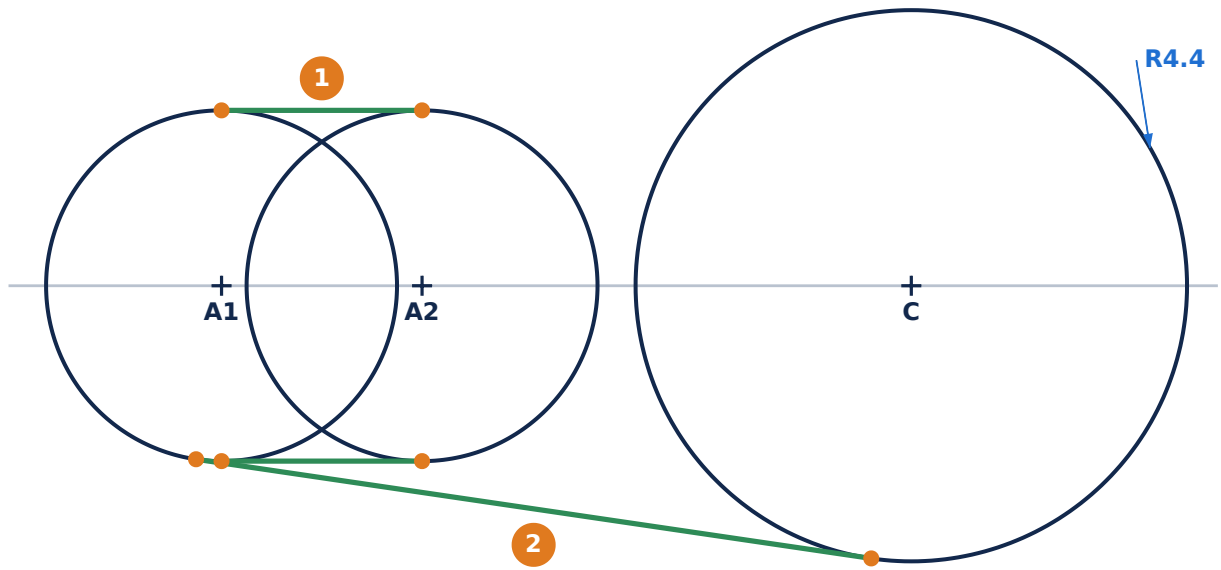
- 1 من الشريط السفلي افتحي السهم ▼ بجانب **Object Snap** وفعلّي **Tangent**. أو أثناء الرسم اضغطي **Shift** + الزر الأيمن واختاري **Tangent**.
- 2 اضغطي **Line**.
- 3 قربي الماوس من الدائرة الأولى في الجهة التي يلمسها الخط حتى تظهر علامة **Tangent**، واضغطي.
- 4 قربي الماوس من الدائرة الثانية في نفس الجهة حتى تظهر العلامة، واضغطي. ثم **Enter**.

مكان الضغط مهم

لكل دائرتين أكثر من خط مماس (من فوق ومن تحت). AutoCAD يختار المماس الأقرب لمكان ضغطتك.



فعلّي **Tangent** من قائمة **Object Snap** في الشريط السفلي.



1 خطا المجري بين A1 وA2، و 2 الخط السفلي من دائرة A1 إلى دائرة R4.4. النقاط البرتقالية هي نقاط التماس.

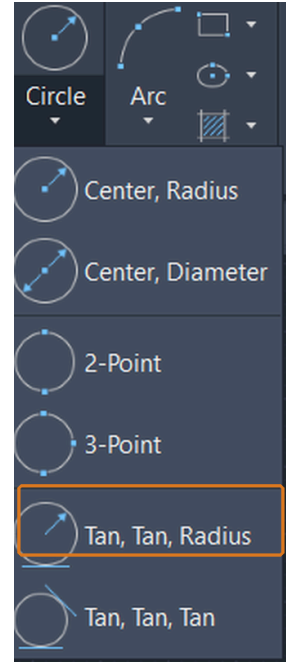
رقم	الدائرة الأولى	الدائرة الثانية	اضغطي من جهة
1	A1 (2.8) ثم (1.408)	A2 (نفس نصف القطر)	فوق، ثم كرري من تحت
2	A1 (2.8)	C (4.4)	تحت

7 الحالة الثانية: قوس مماس

القوس يلمس عنصرين معًا: دائرتين، أو دائرة وخط. عندنا طريقتان: أمر جاهز في AutoCAD، أو الحساب والإنشاء الهندسي.

الطريقة الأولى: Tan, Tan, Radius

- 1 افتحي السهم ▼ تحت **Circle** واختاري **Tan, Tan, Radius**.
- 2 اضغطي على العنصر الأول قريبًا من مكان التماس.
- 3 اضغطي على العنصر الثاني قريبًا من مكان التماس.
- 4 اكتبي نصف قطر القوس ثم **Enter**. تظهر دائرة كاملة تلمس العنصرين.
- 5 بأداة **Trim** قصي الجزء الزائد من الدائرة، وأيضًا أجزاء الدوائر التي أصبحت خارج الشكل.



من ▼ تحت **Circle**

رقم	العنصر الأول	العنصر الثاني	Radius
3	الخط العلوي للمجرى المستقيم	الدائرة B (Ø5.216)	5.6
4	الدائرة B (Ø5.216)	دائرة E الخارجية (R2.8)	2
5	دائرة C الكبيرة (R4.4)	دائرة D الخارجية (R2.8)	2

إذا طلعت الدائرة في المكان الغلط

AutoCAD يختار الحل الأقرب لمكان ضغطتك. اضغطي **Ctrl + Z** وأعيدي الأمر، واضغطي أقرب لنقطة التماس الصحيحة. وإذا ظهرت رسالة **Circle does not exist** فتأكدي من رقم نصف القطر.

لماذا نتعلم طريقة الحساب أيضًا؟

TTR سريع، لكنه لا يُظهر لك أين مركز القوس. طريقة الحساب تعطيك المركز بالضبط، وتنفع في الرسم اليدوي، وتساعدك تتأكدي من نتيجة **TTR**.

8 الطريقة الثانية: الحساب والإنشاء الهندسي

الفكرة: مركز القوس المماس يبعد عن مركز كل دائرة مسافة بهذه المسافات، ونقطة تقاطعها هي مركز القوس **O**.

نرمز لنصف قطر القوس المطلوب بـ r ، ولنصف قطر الدائرة الموجودة بـ R .

قوس بين خط ودائرة

نعامل الخط بطريقة خاصة: مركز القوس يبعد عن الخط مسافة r .

$R + r$ + Offset r

Offset للخط بمسافة r ، ودائرة مساعدة حول الدائرة.

قوس محدب

القوس يحيط بالدائرتين ويحسبهما. الدائرتان داخل القوس.

$r - R$

نصف قطر الدائرة المساعدة = نصف قطر القوس - نصف قطر الدائرة.

قوس مقعر

القوس يصل بين الدائرتين من الخارج. الدائرتان خارج القوس.

$R + r$

نصف قطر الدائرة المساعدة = نصف قطر الدائرة + نصف قطر القوس.

العناصر الموجودة — دوائر وخطوط مساعدة — القوس المطلوب

الخطوات العامة

- 1 حدد نوع القوس من الرسمة: مقعر أم محدب؟
- 2 احسب نصف قطر كل دائرة مساعدة بالقانون المناسب.
- 3 ارسمي الدوائر المساعدة على مراكز الدوائر الموجودة (Center, Radius).
- 4 نقطة تقاطع الدوائر المساعدة هي **O**، مركز القوس. إذا كان فيه تقاطعان، اختاري القريب من مكان القوس في الرسمة.
- 5 ارسمي دائرة مركزها **O** ونصف قطرها r . ستلمس العنصرين بالضبط.
- 6 احذفي الدوائر المساعدة، وقصّي الزائد بـ **Trim**.

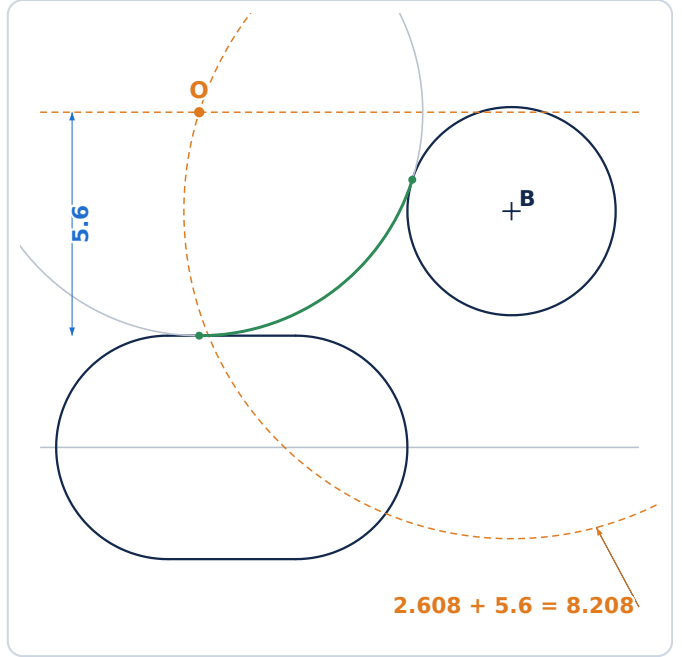
في الرسمة (01)

الأقواس الثلاثة كلها مقعرة: **R56** و **R20** و **R20**. لذلك نستخدم القانون **$R + r$** .

3 القوس R56 بين خط ودائرة

العنصران: الخط العلوي للمجرى المستقيم، والدائرة **B**. نصف قطر القوس $r = 5.6$.

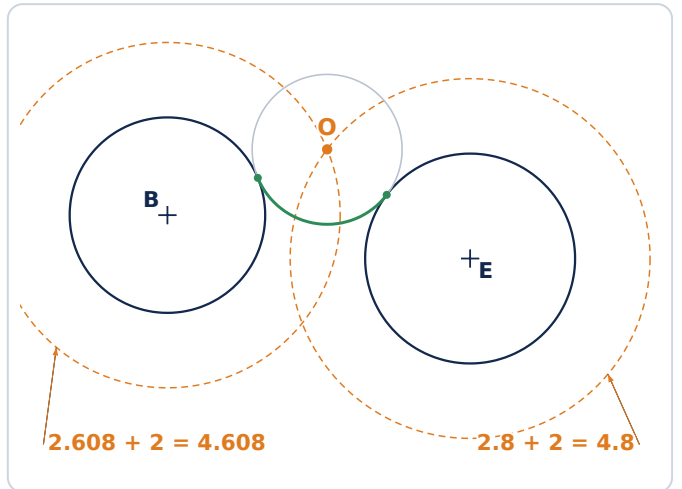
- 1 **Offset** للخط العلوي للمجرى بمسافة 5.6 لأعلى ← خط مساعد.
- 2 دائرة مساعدة مركزها **B**:
 $2.608 + 5.6 = 8.208$
- 3 تقاطع الخط المساعد مع الدائرة المساعدة (من جهة اليسار) هو **O**.
- 4 دائرة مركزها **O** ونصف قطرها 5.6.
- 5 احذف المساعدات، و **Trim** لتبقي القوس الأخضر فقط.



4 القوس R20 العلوي بين دائرتين

العنصران: الدائرة **B** ($R = 2.608$) ودائرة **E** الخارجية ($R = 2.8$). نصف قطر القوس $r = 2$.

- 1 دائرة مساعدة حول **B**:
 $2.608 + 2 = 4.608$
- 2 دائرة مساعدة حول **E**:
 $2.8 + 2 = 4.8$
- 3 التقاطع العلوي هو **O**.
- 4 دائرة مركزها **O** ونصف قطرها 2.
- 5 احذف المساعدات و **Trim**.



5 | القوس R20 السفلي بين دائرتين

العنصران: دائرة **C** الكبيرة ($R = 4.4$) ودائرة **D** الخارجية ($R = 2.8$). نصف قطر القوس $r = 2$.

1 دائرة مساعدة حول **C**:

$$4.4 + 2 = 6.4$$

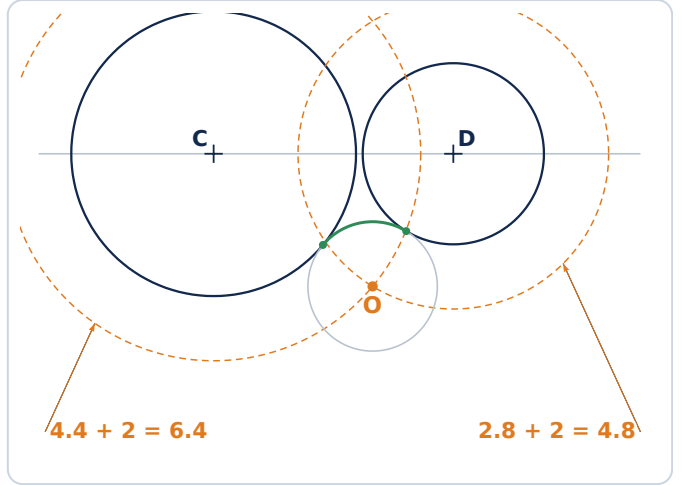
2 دائرة مساعدة حول **D**:

$$2.8 + 2 = 4.8$$

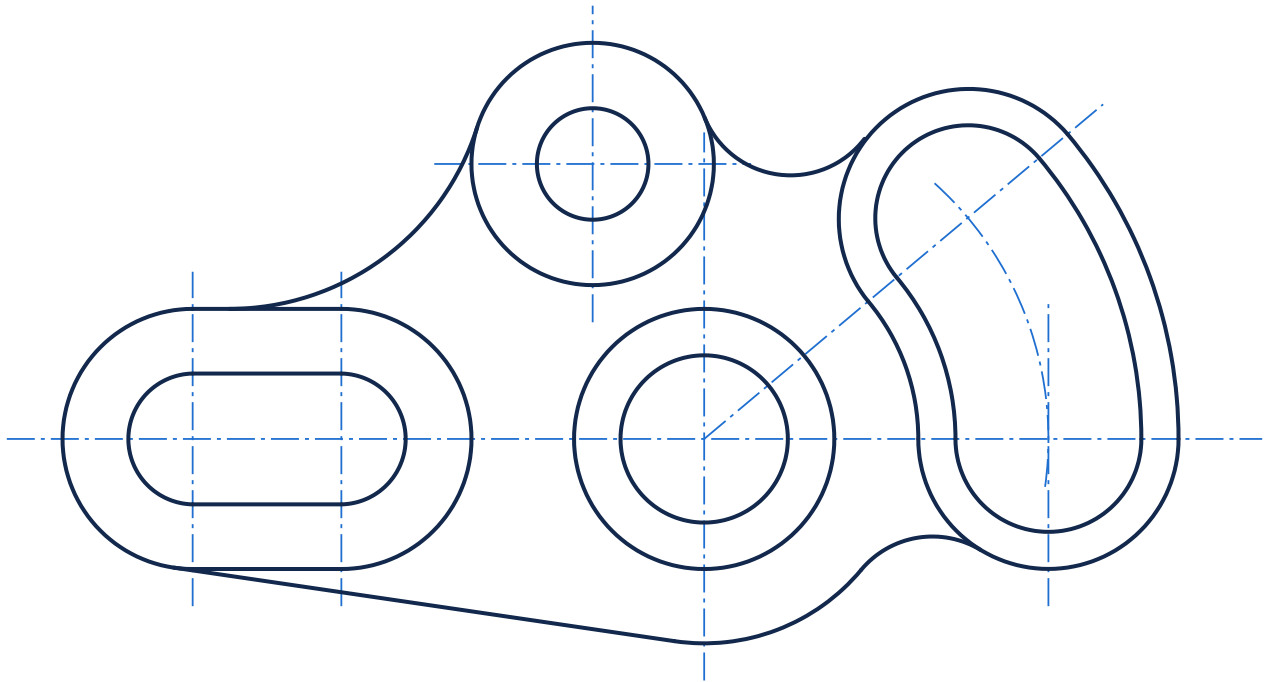
3 التقاطع السفلي هو **O**.

4 دائرة مركزها **O** ونصف قطرها 2.

5 احذف المساعدات و **Trim**.



آخر خطوة: نقص كل ما زاد ونتأكد أن الرسمة تطابق اللوحة.

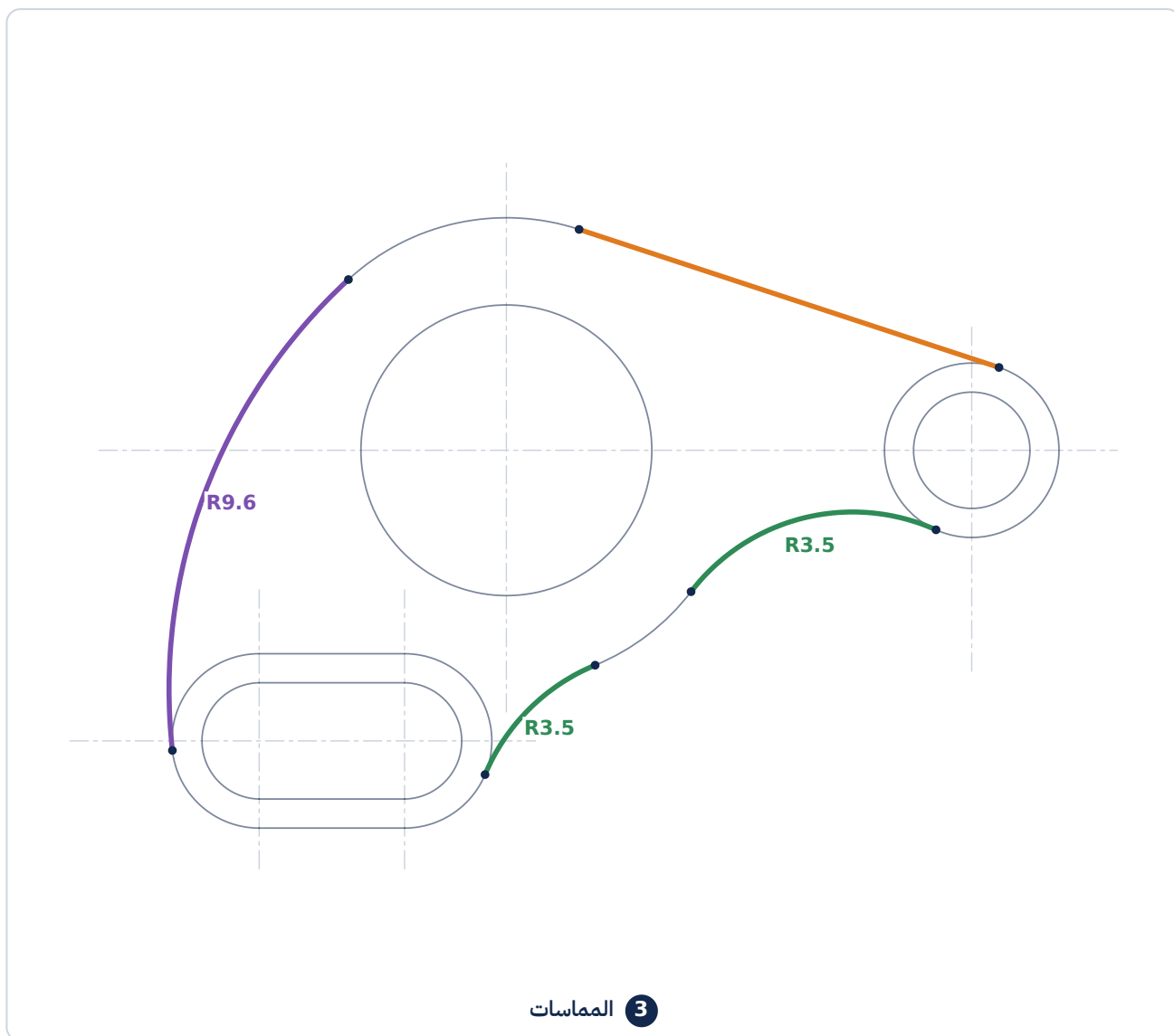
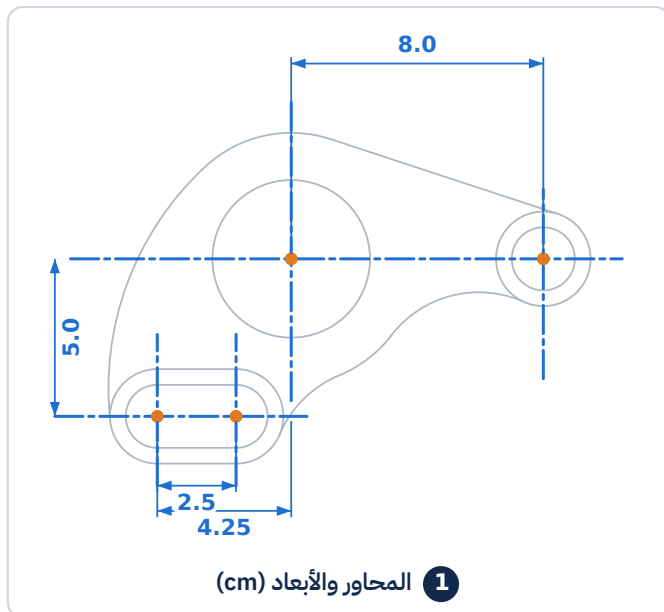
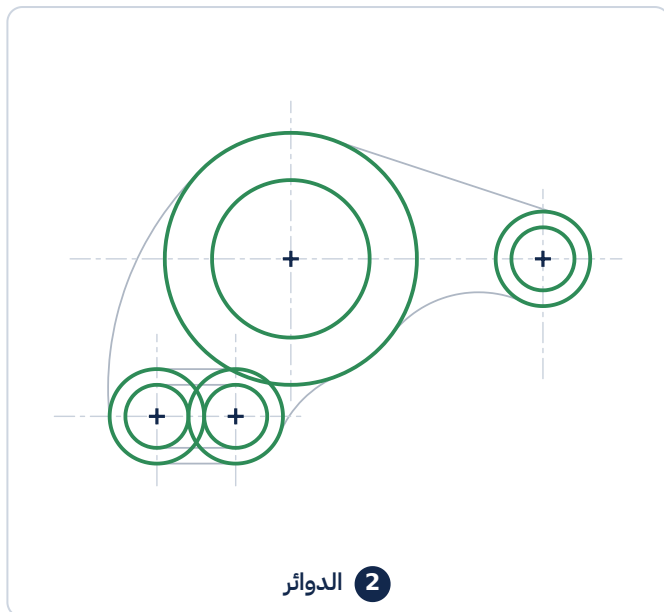


الرسمة (01) كاملة بعد القص.

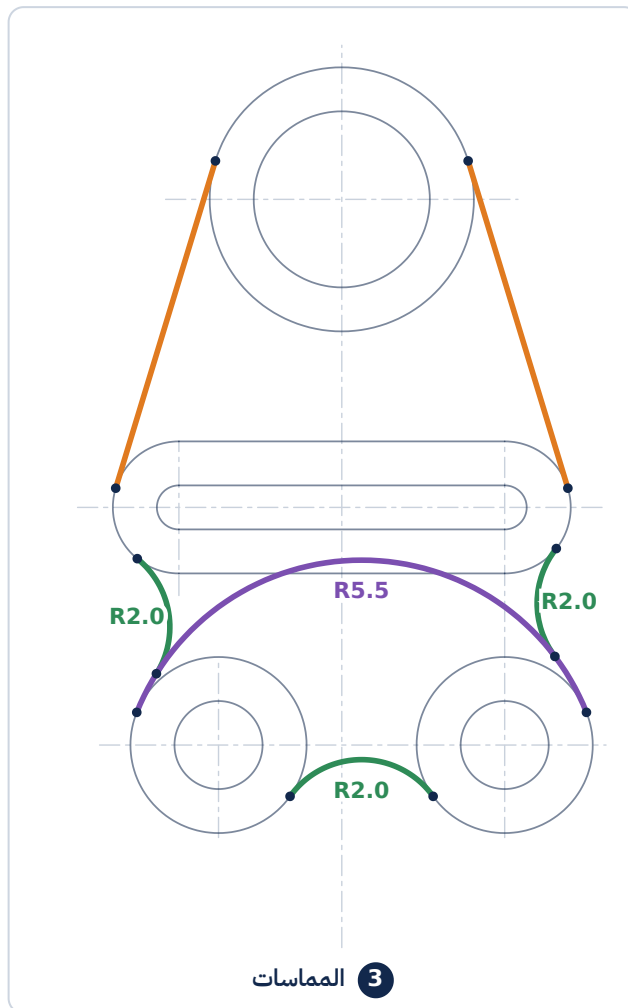
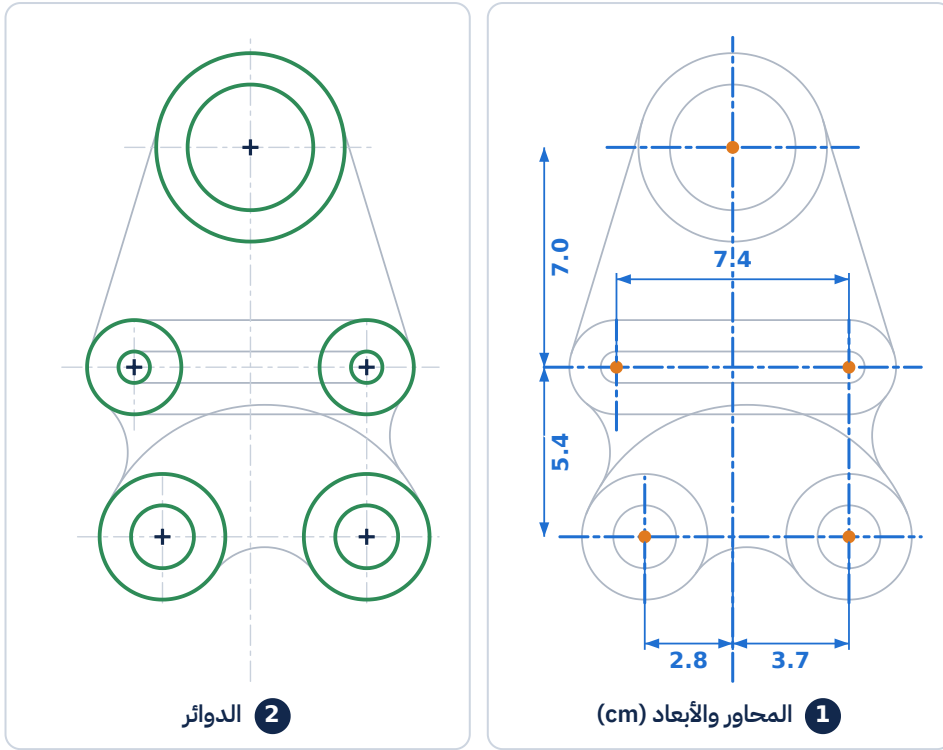
- 1 **Trim** لدائرة **R4.4**: يبقى فقط القوس السفلي بين الخط 2 والقوس 5.
- 2 **Trim** لدوائر **A1** و **A2**: يبقى النصف الخارجي من كل دائرة مع خطوط المجري.
- 3 احذفي كل الدوائر والخطوط المساعدة البرتقالية.
- 4 تأكدي أن خطوط المحاور من نوع **CENTER**، وأن الدوائر **B** و **Ø56** و **Ø36** بقيت كاملة.
- 5 استخدمي **Z** ثم **E** لترى الرسمة كاملة، وقارنيها باللوحة.

ملخص

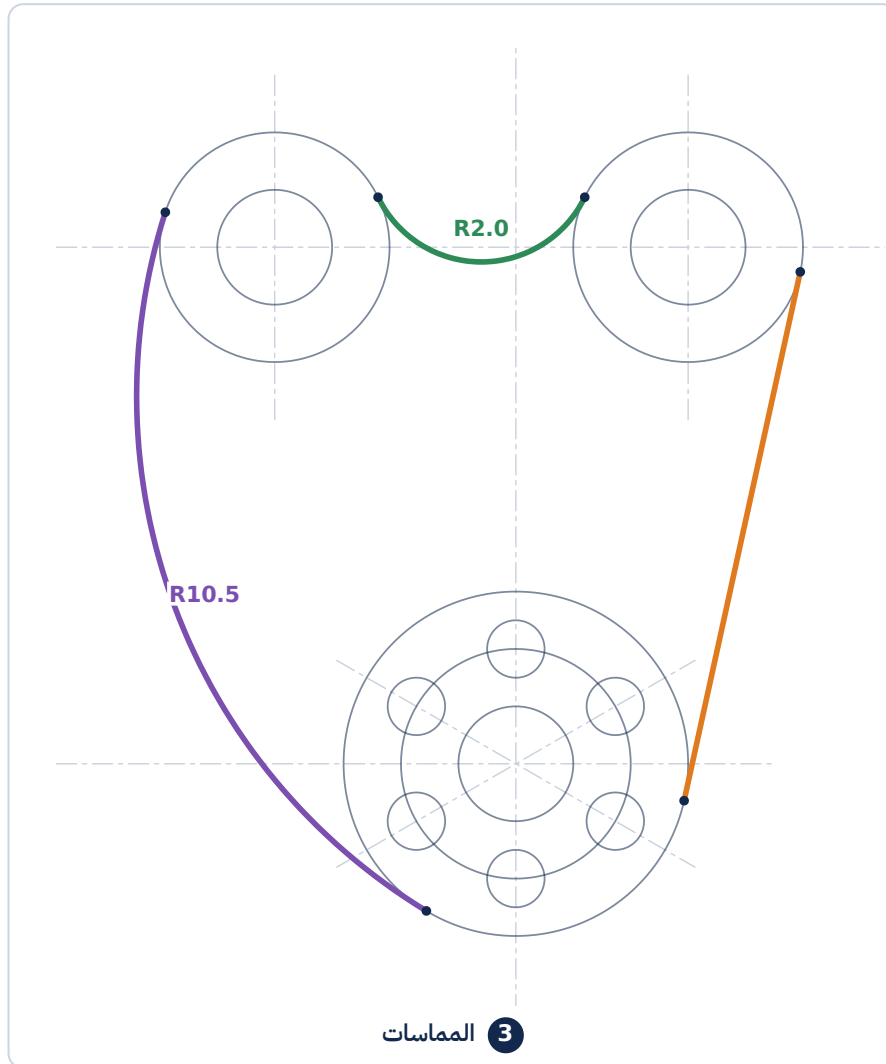
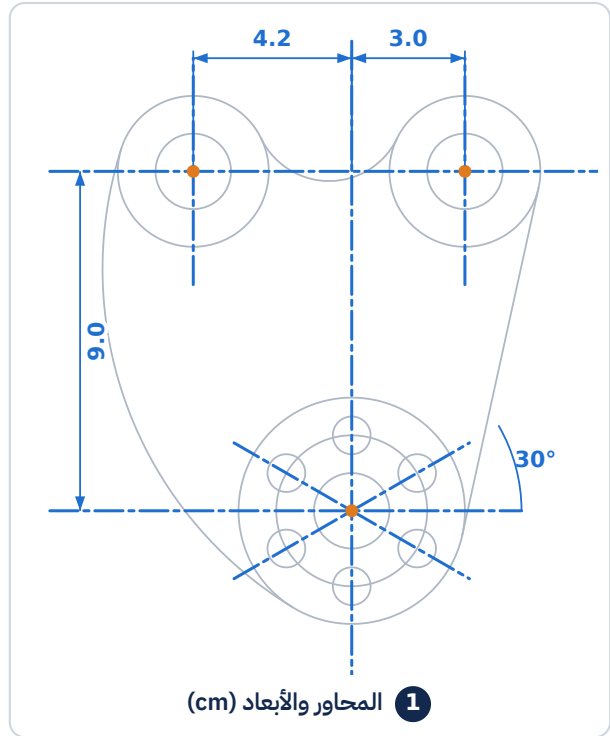
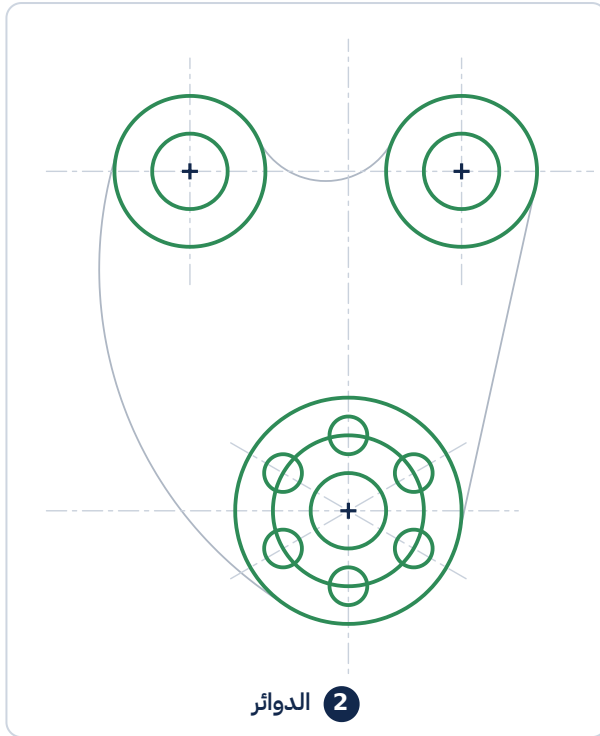
أريد أن...	الطريقة
أحوّل بُعدًا من ملم إلى سم	أقسم على 10
أعرف نصف القطر من Ø	أقسم القطر على 2
أحدد مكان مركز	Offset للمحاور بالمسافات، والتقاطع هو المركز
أرسم خطًا يلمس دائرتين	Line + Tangent
أرسم قوسًا يلمس عنصرين بسرعة	Tan, Tan, Radius ثم Trim
أجد مركز قوس مقعر	دوائر مساعدة بنصف قطر R + r
أجد مركز قوس محدب	دوائر مساعدة بنصف قطر r - R



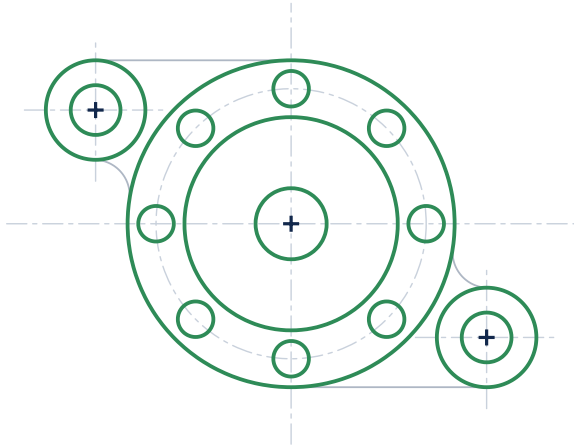
خط مماس — قوس مقعر — قوس محدب — محاور



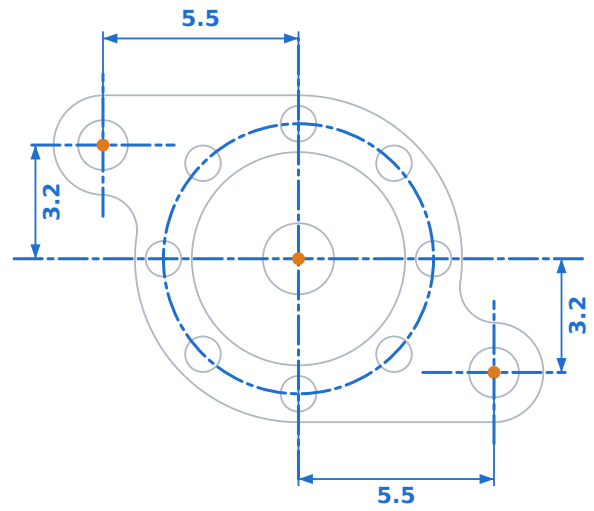
خط مماس — قوس مقعر — قوس محدب — محاور



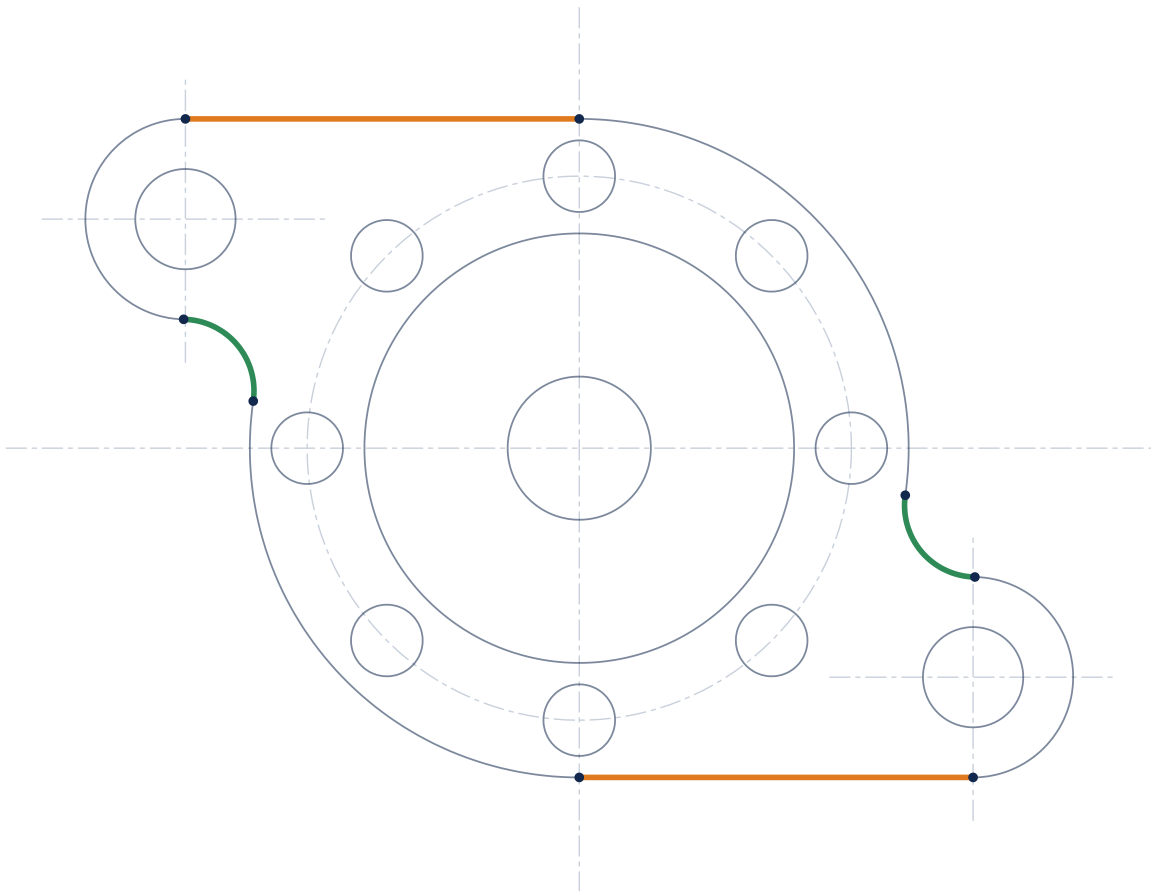
خط مماس — قوس مقعر — قوس محدب — محاور



2 الدوائر

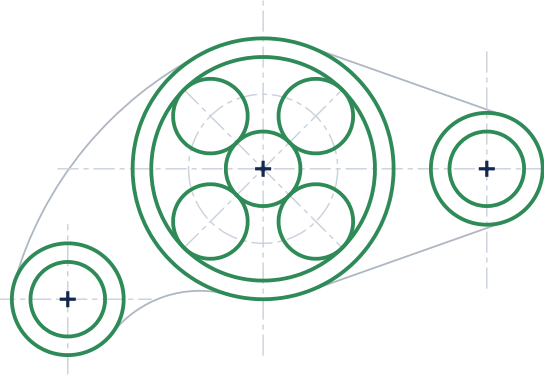


1 المحاور والأبعاد (cm)

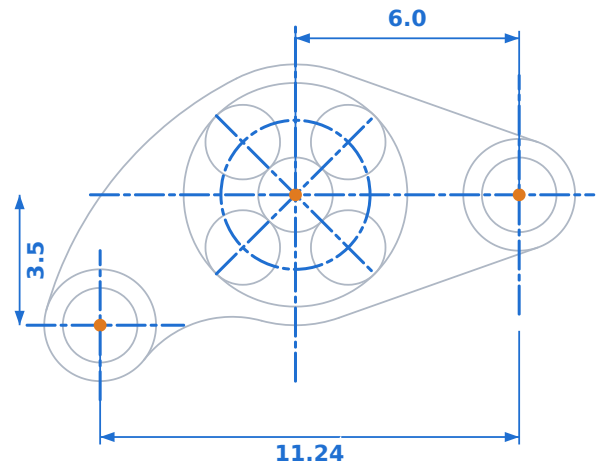


3 المماسات

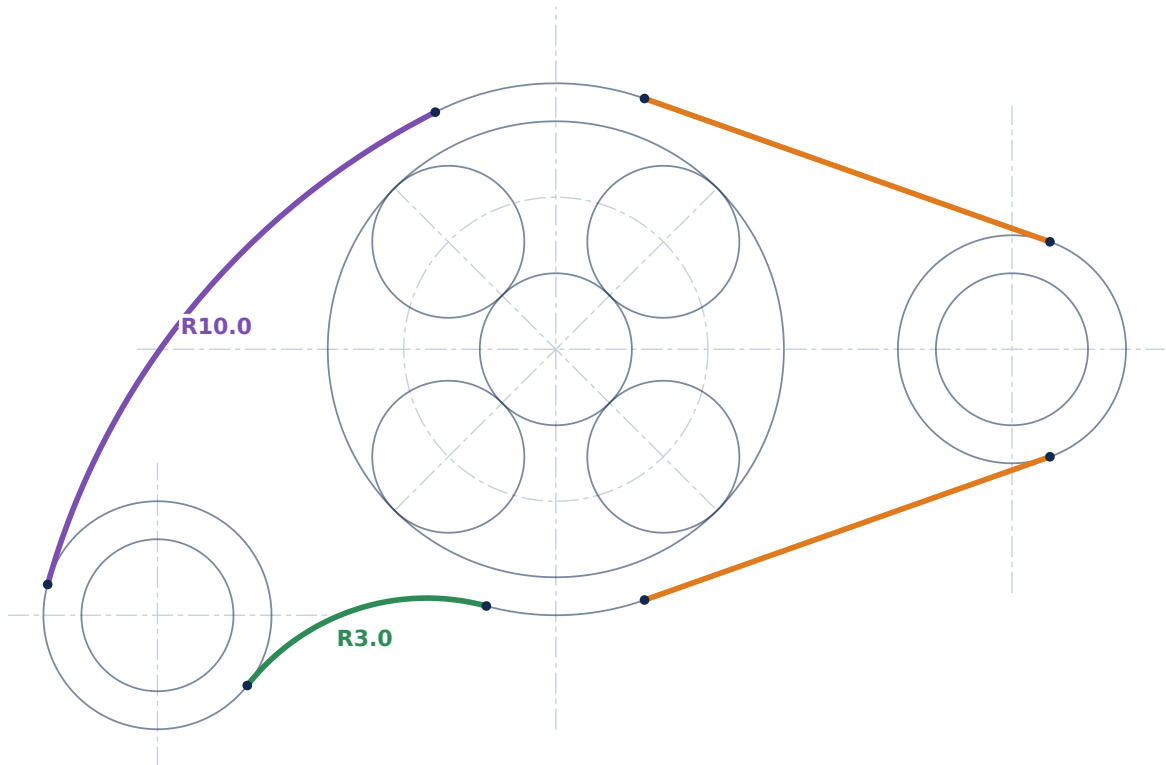
خط مماس — قوس مقعر — قوس محدب — محاور



2 الدوائر



1 المحاور والأبعاد (cm)



3 المماسات

خط مماس — قوس مقعر — قوس محدب — محاور