جـــامـــعـــة المـــنـــارة
قسم الهندسة المدنية
المساحة الهندسية

العام الجامعي
٢٠٢٤-٢٠٢٥
المحاضرة (٢)

تعيين إحداثيات نقاط المعالم والتفاصيل

أ. د. إياد اسماعيل فحصة

العام الجامعي

٢٠٢٤-٢٠٢٥

المحاضرة (٣)

جَامعة المَنارة
MANARA UNIVERSITY

١ استخدام الطريقة القطبية

٢ بعض أشكال المضلعات المستخدمة في الحياة العملية

٣ استخدام المسائل الأساسية والتقاطعات في حساب الإحداثيات

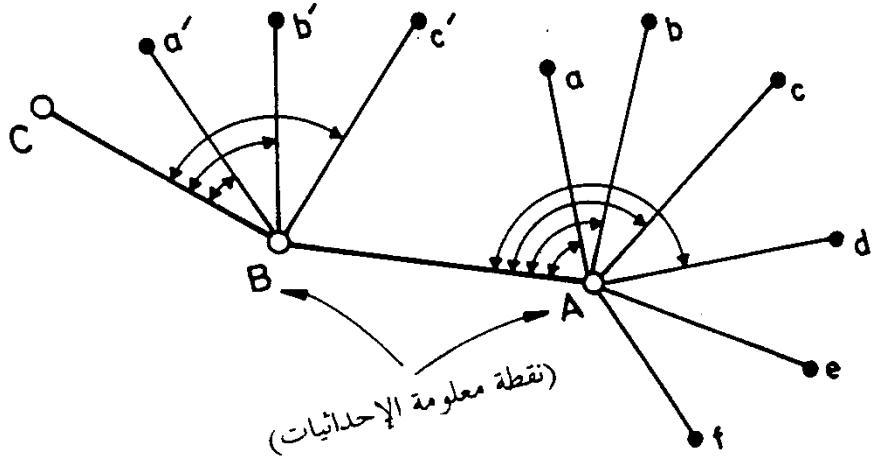
٤ استخدام المضلع الحلقي في المساحة التفصيلية

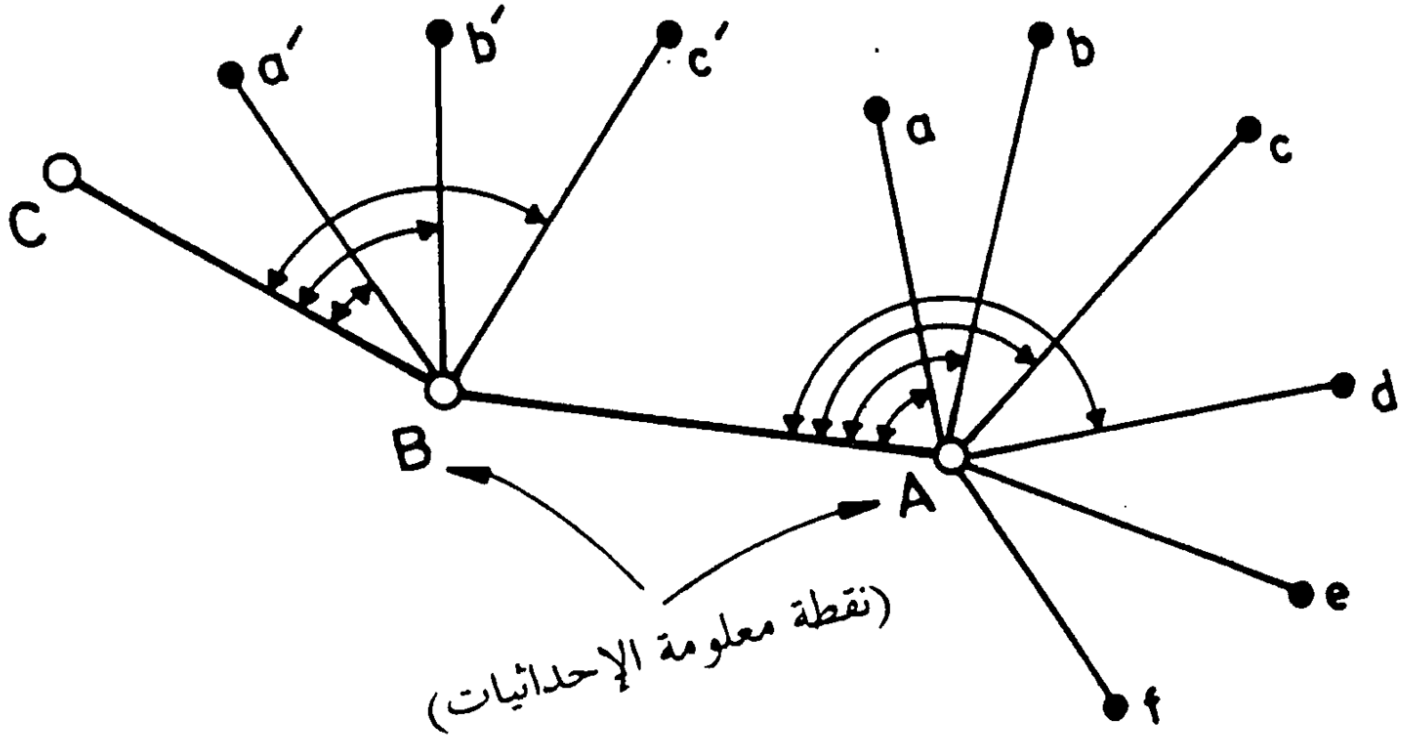
١

استخدام الطريقة القطبية

يمكن استخدام الطريقة القطبية في إيجاد إحداثيات النقاط الممثلة للمعالم المختلفة بجوار أضلاع المضلعات (التي أصبحت بعد حساب إحداثياتها خطوطاً أساسيةً).

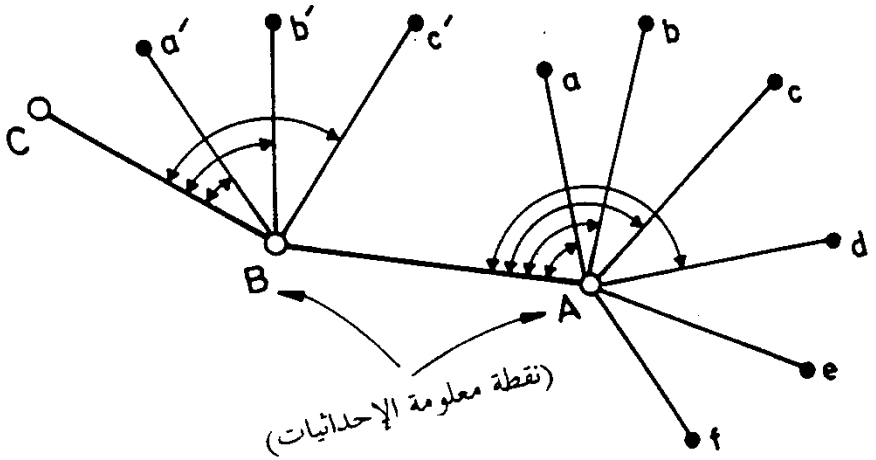
ويتم ذلك بتثبيت جهاز المحطة الشاملة في أحد طرفي خط المضلعات، ورصد النقاط المجاورة وقياس الزوايا الأفقية والمسافات إلى هذه النقاط. كما يظهر في الشكل الآتي:





تعيين المواقع والتفاصيل الأفقية باستخدام الطريقة القطبية

وعلى سبيل المثال:



في الشكل أدناه بقياس المسافة الأفقية D_{Aa}

والزاوية الأفقية BAa نستطيع حساب

الإحداثيات الأفقية للنقطة a من العلاقتين:

$$X_a = X_A + D_{Aa} \cdot \sin \alpha_{Aa}$$

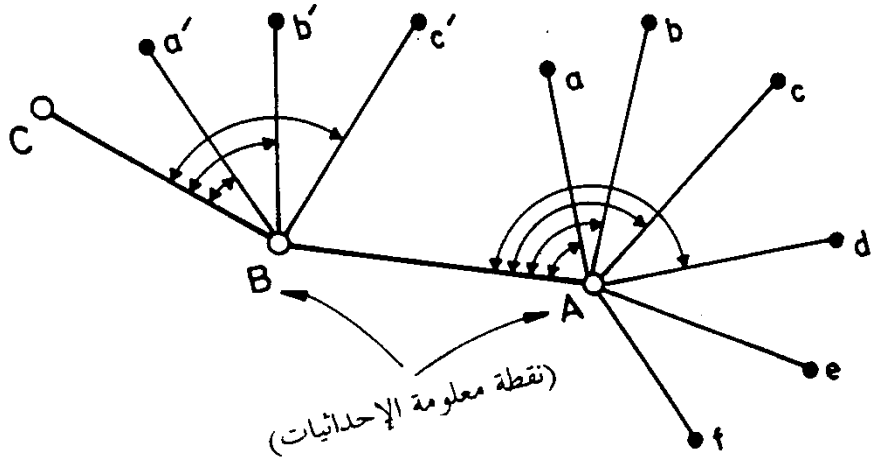
$$Y_a = Y_A + D_{Aa} \cdot \cos \alpha_{Aa}$$

حيث:

$$\alpha_{Aa} = \alpha_{AB} + \angle BAa$$

ثم ننتقل بالجهاز إلى رأس المضلع B ونقيس الزوايا (انطلاقاً من القاعدة BA أو القاعدة BC) والمسافات الأفقية إلى النقاط (a', b', c').

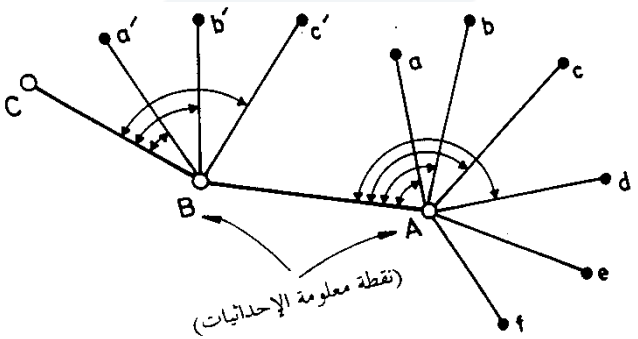
وبهذه الطريقة نحسب إحداثيات النقاط الجديدة المعبرة عن التفاصيل.



ملاحظة هامة

تُعتبرُ نقاط تقاطع المماسات الممثلة لمشروع طريق معين من بين النقاط الهامة في مشاريع الطرق.

وتُعتبرُ زوايا (رؤوس) العقارات المختلفة من النقاط الهامة التي يتم حساب إحداثياتها استناداً إلى رؤوس المضلعات المجاورة، وتُحسَبُ بالطريقة القطبية.



ملاحظات هامة

تزداد نقاط المضلعات في المناطق الكثيفة بالتفاصيل والمعالم المختلفة كالمدن والقرى والمجمعات الصناعية والمو اقع الحضرية المكتظة بالمعالم المختلفة.

وترتبط نقاط حدود المناطق الواسعة دوماً بنقطتي قاعدة ربط على الأقل، وتغلق على نقطتي ربط.

ولايزيد عموماً طول المضلع المفتوح عن 2 Km. ونورد فيما يلي عدداً من أنواع المضلعات القوية والضعيفة .

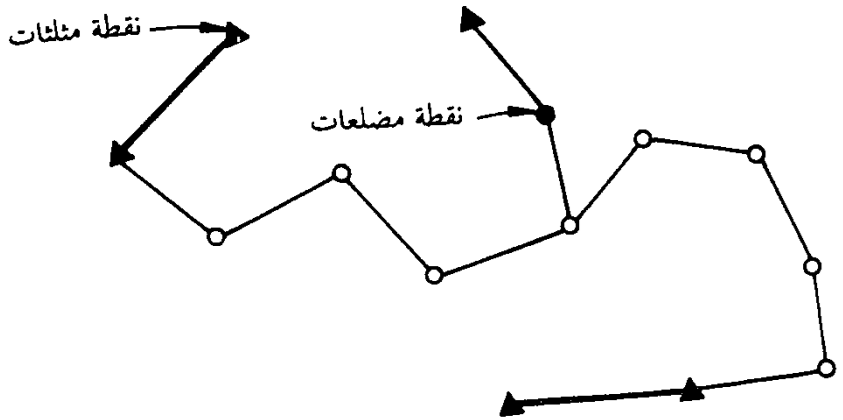
جَامعة المَنارة
MANARA UNIVERSITY

٢

بعض أشكال المضلعات المستخدمة في الحياة العملية

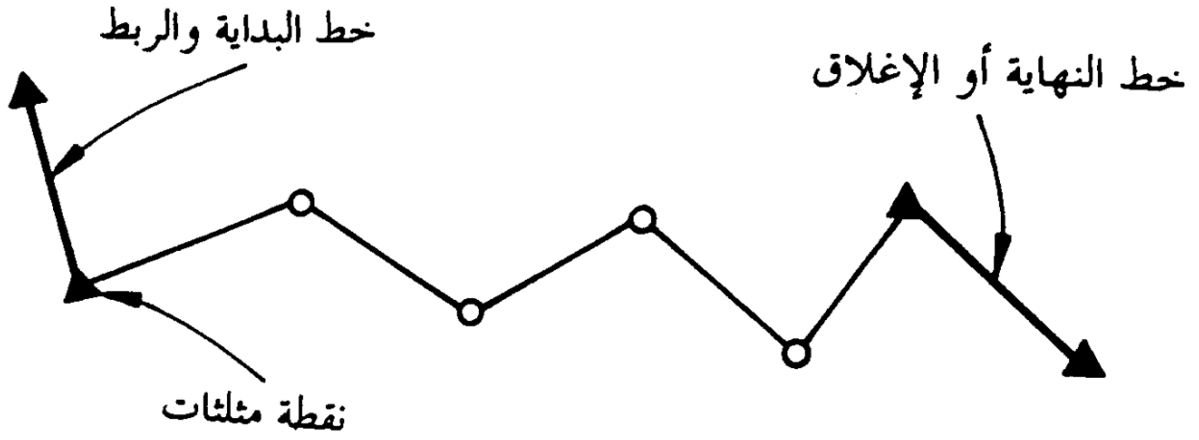
ونورد فيما يلي بعض أشكال المضلعات المستخدمة في الحياة العملية:

١. مضلع مفتوح طويل يبدأ بربطه بنقطتين معلومتين، ويتم غلقه على نقطتين معلومتين كل 2 Km أو 3 Km.



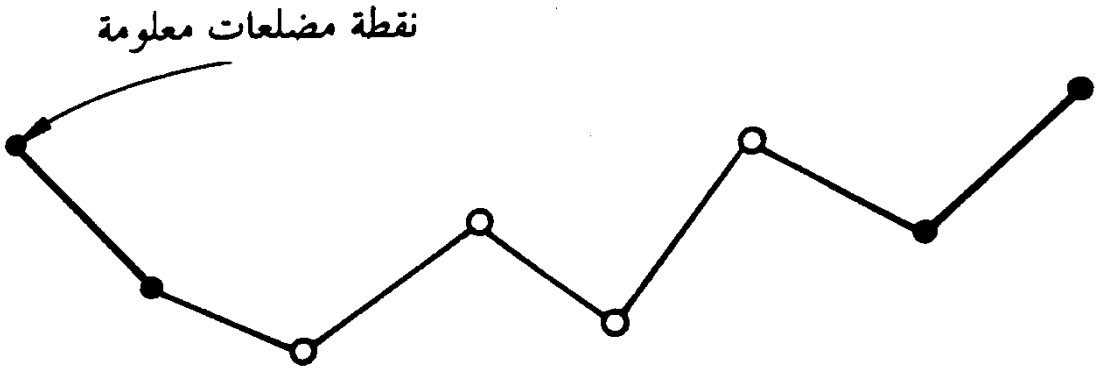
ونورد فيما يلي بعض أشكال المضلعات المستخدمة في الحياة العملية:

٢. مضلع قوي أو رئيسي (زوج نقاط مثلثات للربط وزوج آخر للإغلاق.



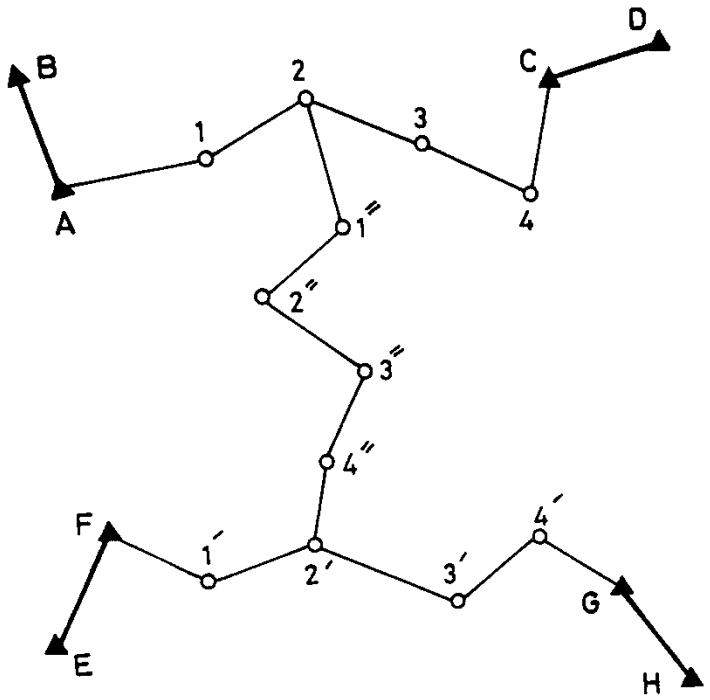
ونورد فيما يلي بعض أشكال المضلعات المستخدمة في الحياة العملية:

٣ . مضلع ثانوي وضعيف نسبياً (زوج من نقطتي مضلعات معلومة للربط وزوج من نقطتي مضلعات معلومة للإغلاق).



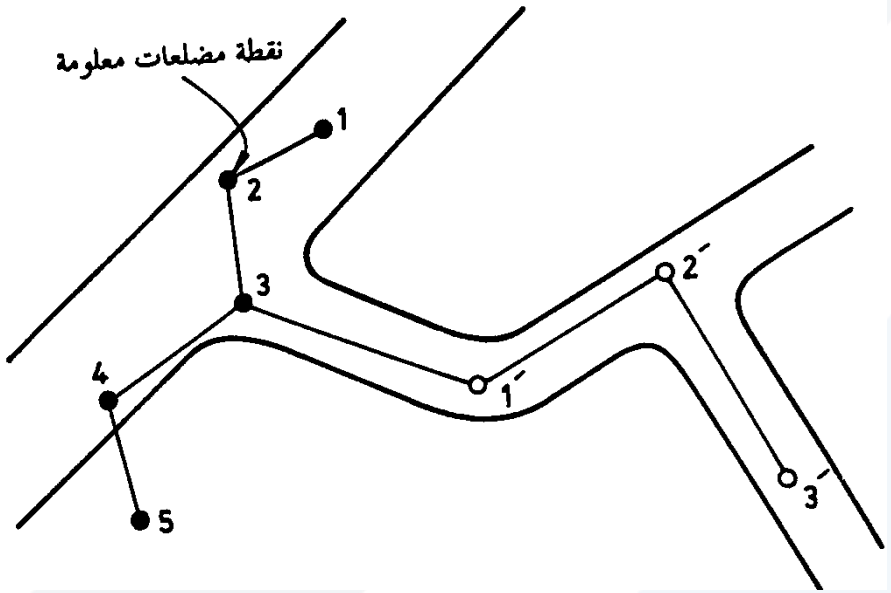
ونورد فيما يلي بعض أشكال المضلعات المستخدمة في الحياة العملية:

٤. المضلعان $AB1234CD$ و $EF1'2'3'4'GH$ قويان (رئيسيان)، والمضلع $21''2''3''4''2'$ ضعيف أو ثانوي.



ونورد فيما يلي بعض أشكال المضلعات المستخدمة في الحياة العملية:

٥ ـ مضلع فرعي $3\,1'2'3'$ يحدث في بعض مشاريع مسح المدن. حيث تتفرع شوارع فرعية وقصيرة من شارع رئيسي قريب.



ونورد فيما يلي بعض أشكال المضلعات المستخدمة في الحياة العملية:

٦ . وتُستخدَمُ المضلعات الحلقية في إنشاء مخططات طبوغر افية لمو اقع المشاريع الإسكانية والصناعية الختلفة. ويبين الشكل التالي القياسات التي يتم إنجازها استناداً إلى رؤوس مضلع حلقي لغايات عمل مسح تفصيلي لموقع يضم مبنى كبير مع مايحيط به من تفاصيل (أشجار، شوارع، أعمدة تليفون، سياج، حديقة، ساحات، ..... الخ.

جَامعة المَنارة
MANARA UNIVERSITY

٣

المسألتان الأساسيتان في المساحة

المسألتان الأساسيتان في المساحة

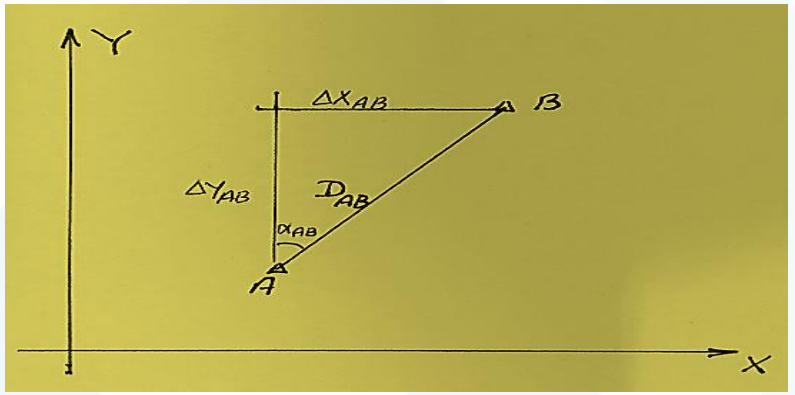
يصادف المهندس المساح عموماً مسألتان أساسيتان في الحياة العملية:

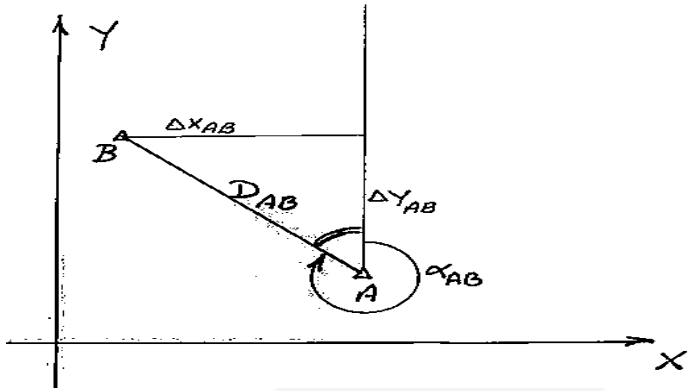
١. المسألة المباشرة (الأولى):

وتتضمن حساب إحداثيات نقطة مرصودة اعتماداً على نقطة معلومة ومسافة وسمت.

المعطيات: إحداثيات نقطة الوقوف، وسمت الضلع الواصل من نقطة الوقوف إلى النقطة المرصودة، وطول الضلع الواصل بين النقطتين.

المطلوب: حساب إحداثيات النقطة المرصودة المجهولة، والتحقق من صحة الحساب.





المسألتان الأساسيتان في المساحة

المسألة المباشرة

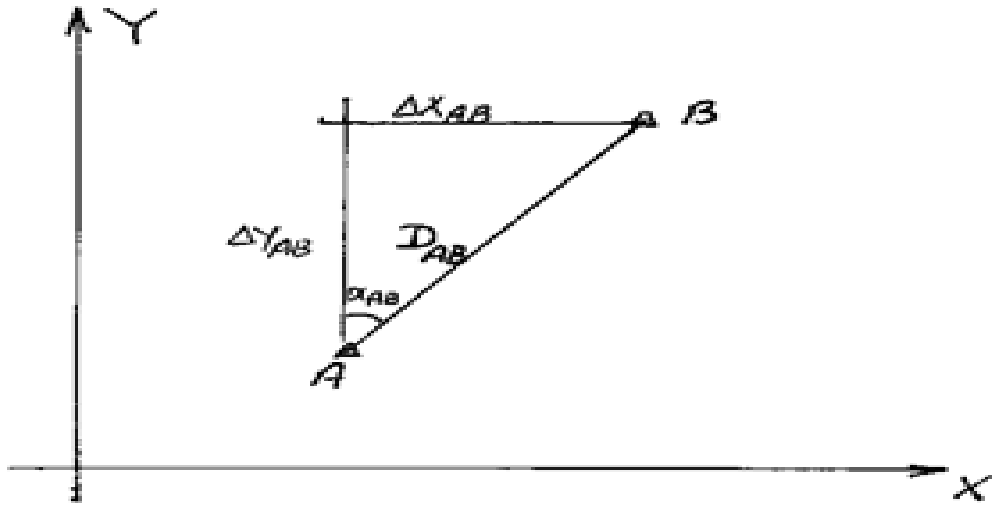
مثال (١)

المعطيات:

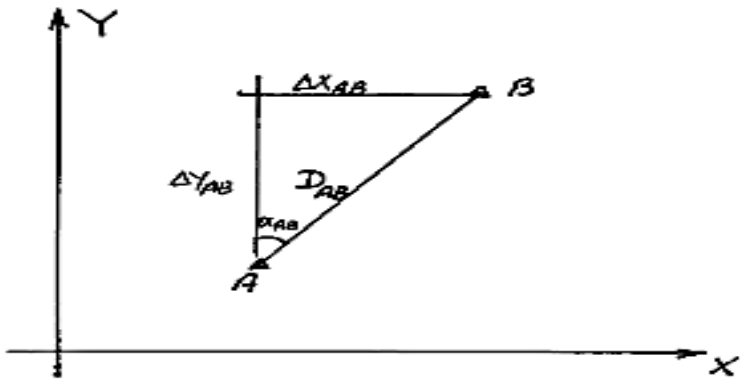
إحداثيات نقطة الوقوف: $A(20500.00\ ,\ 15000.00)m.$.

وسمت الضلع الواصل من نقطة الوقوف إلى النقطة المرصودة $\alpha_{AB}=45.6678\ gr$.

وطول الضلع الواصل بين النقطتين هو $A_{AB}=1685.020\ m$.



المسألتان الأساسيتان في المساحة



الحل

من الشكل أعلاه يمكن استنتاج العلاقتين الآتيتين:

$$\Delta X_{AB} = X_B - X_A = A_{AB} \cdot \sin \alpha_{AB}$$
$$\Delta Y_{AB} = Y_B - Y_A = A_{AB} \cdot \cos \alpha_{AB}$$

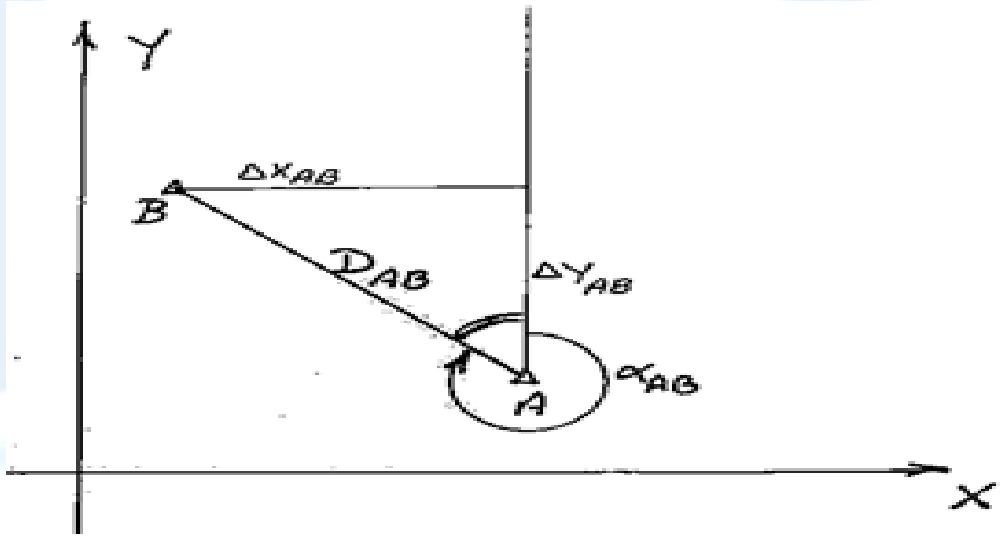
وبعد التعويض:

$$\Delta X_{AB} = X_B - X_A = D_{AB} \cdot \sin \alpha_{AB} = 1685.020 \cdot \sin 45.6678_{GR} = 1107.713\, m \Rightarrow$$
$$X_B = 20500.00 + 1107.713 = 21607.713\, m.$$
$$\Delta Y_{AB} = Y_B - Y_A = D_{AB} \cdot \cos \alpha_{AB} = 1685.020 \cdot \cos 45.6678_{GR} = 1269.750\ m \Rightarrow$$
$$Y_B = 15000.00 + 1269.750 = 16269.750\, m.$$

المسألتان الأساسيتان في المساحة

المسألة المباشرة

مثال (٢)



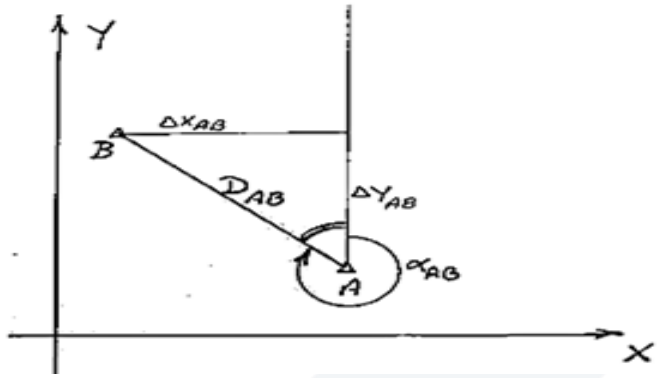
المعطيات:

إحداثيات نقطة الوقوف: $A\,(20500.00\ ,\ 15000.00)\,m.$.

وسمت الضلع الواصل من نقطة الوقوف إلى النقطة المرصودة $\alpha_{AB} = 345.6678\ gr.$.

وطول الضلع الواصل بين النقطتين هو $D_{AB} = 1685.020\ m$.

المسألتان الأساسيتان في المساحة



من الشكل أعلاه يمكن استنتاج العلاقتين الاتيتين:

$$\Delta X_{AB} = X_B - X_A = A_{AB} \cdot \sin \alpha_{AB}$$

$$\Delta Y_{AB} = Y_B - Y_A = A_{AB} \cdot \cos \alpha_{AB}$$

وبعد التعويض:

$$\Delta X_{AB} = X_B - X_A = D_{AB} \cdot \sin \alpha_{AB} = 1685.020 \cdot \sin 345.6678_{GR} = -1269.750\, m \Rightarrow$$

$$X_B = 20500.00 - 1269.75 = 19230.250\, m.$$

$$\Delta Y_{AB} = Y_B - Y_A = D_{AB} \cdot \cos \alpha_{AB} = 1685.020 \cdot \cos 345.6678_{GR} = 1107.713\, m \Rightarrow$$

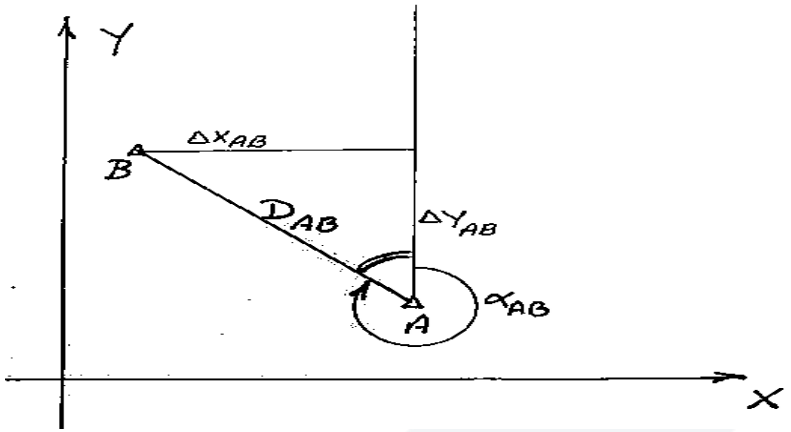
$$Y_B = 15000.00 + 1107.713 = 16107.713\, m.$$

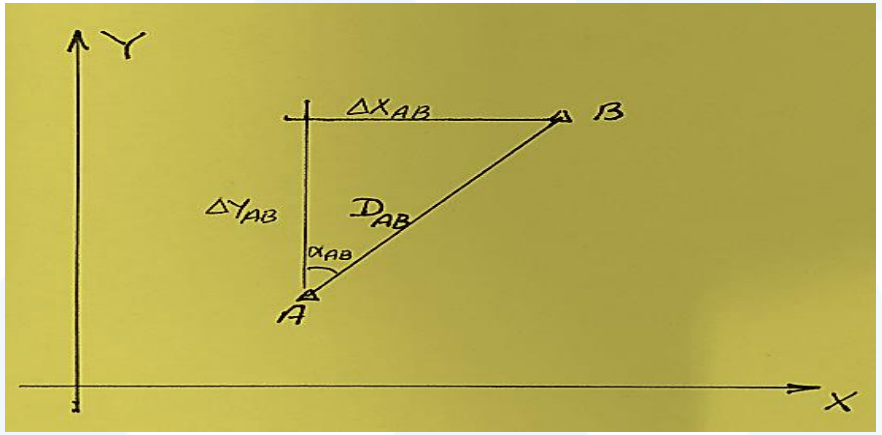
٢.المسألة العكسية (الثانية):

وتتضمن حساب المسافة والسمت اعتماداً على إحداثيات نقطتين.

المعطيات: إحداثيات نقطتي المرصد والنقطة المرصودة.

المطلوب حساب سمتي الذهاب والإياب، والمسافة بين النقطتين.





المسألةالعكسية (مثال عددي)

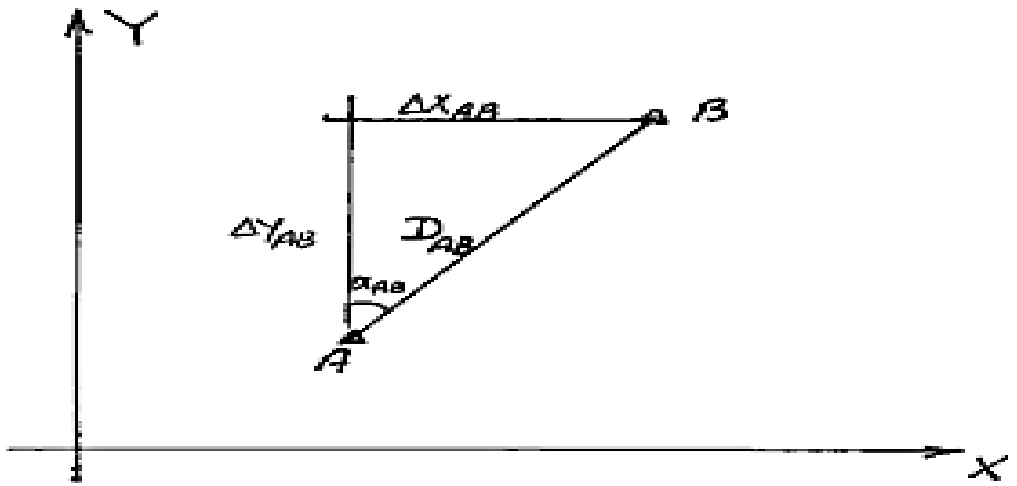
المعطيات: إحداثيات نقطتي المرصد والنقطة المرصودة.

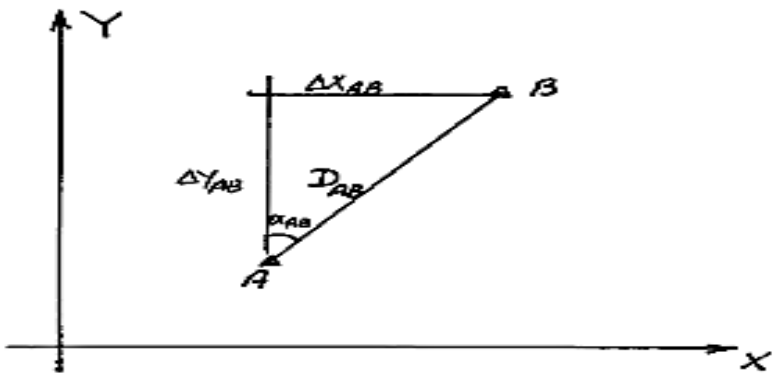
$A(20500.000\ ,\ 15000.000)\,m.$

$B(21607.713\ ,\ 16269.750)\,m.$

المطلوب حساب سمتي الذهاب والإياب، والمسافة بين النقطتين.

$$\alpha_{AB}\ ,\ \alpha_{BA}\ ,\ D_{AB}=?$$





$$\Delta X_{AB} = X_B - X_A > 0 \quad , \quad \Delta Y_{AB} = Y_B - Y_A > 0$$

$$\alpha = \alpha' = arc\tan\frac{X_B - X_A}{Y_B - Y_A}$$

$$\alpha_{AB} = \arctan\frac{21607.713 - 20500.000}{16269.750 - 15000.000} = \arctan\frac{1107.713}{1269.750} = 45.6678\ gr.$$

$$\alpha_{BA} = \arctan\frac{20500.000 - 21607.713}{15000.000 - 16269.750} = \arctan\frac{-1107.713}{-1269.750} = (45.6678 + 200) = 245.6678\ gr.$$

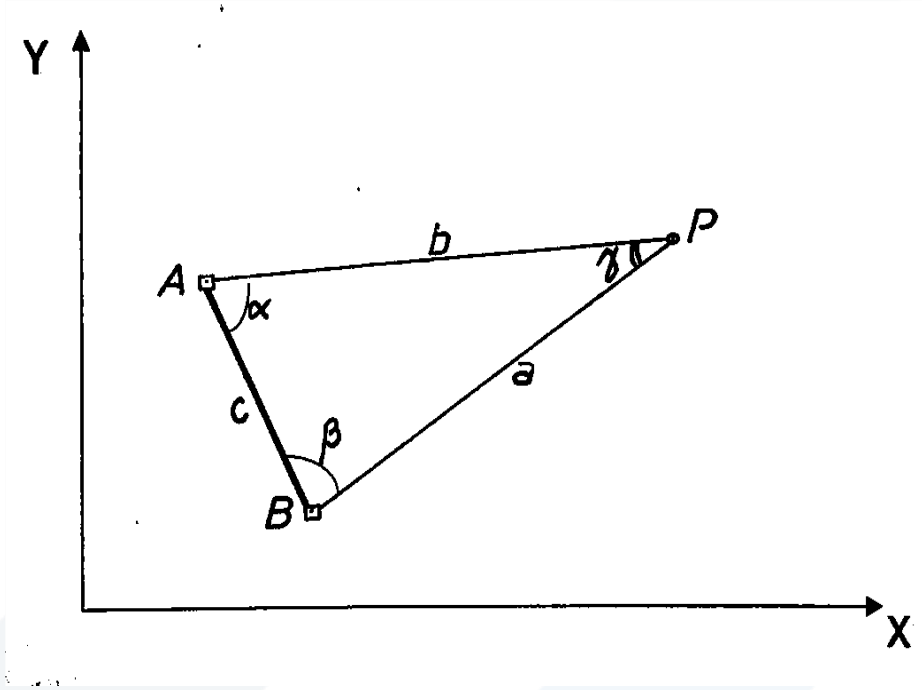
$$\alpha_{BA} = \alpha_{AB} \pm 200\ gr.$$

$$A_{AB} = \sqrt{(X_B - X_A)^2 + (Y_B - Y_A)^2} = 1685.020\ m.$$

٤

استخدام التقاطعات في حساب الإحداثيات

تعيين الموقع الأفقي للنقطة التقاطعية (P)
باستخدام طريقة التقاطع الزاوي الأمامي



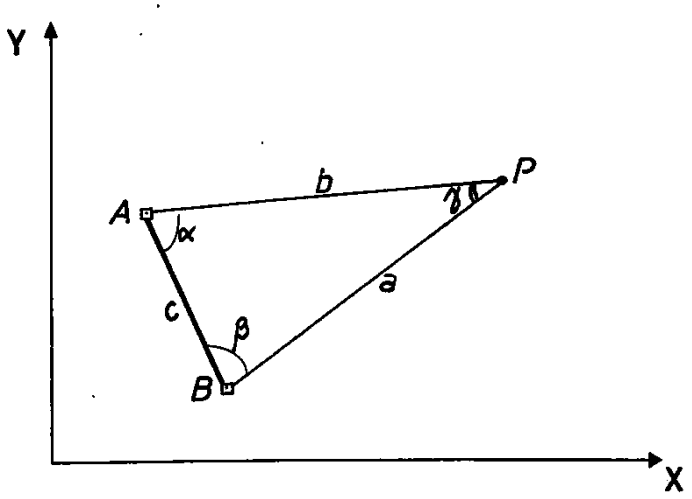
المعطيات:

الإحداثيات الأفقية لنقطتي القاعدة A و B.

$$(X_A, Y_A, X_B, Y_B)$$

القياسات:

الزاويتان الأفقيتان α فوق النقطة A و β فوق النقطة B.



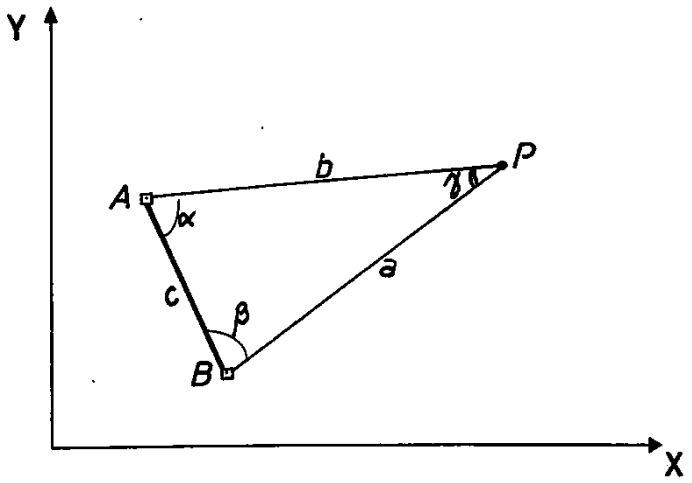
الحسابات العددية:

١. نحسب طول القاعدة $\overline{AB}$.

٢. نحسب قيمة الزاوية الأفقية عند النقطة التقاطعية P باستخدام العلاقة:

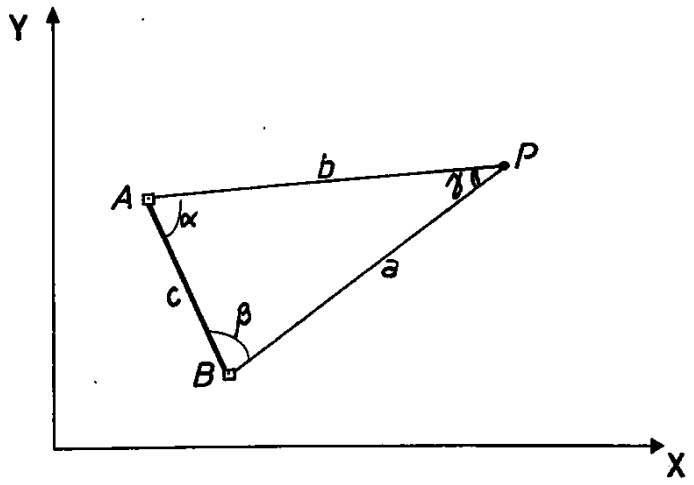
$$\gamma = 200 - (\alpha + \beta)$$

٣. من علاقة الجيوب نحسب المسافة a أو b كالتالي:



$$\frac{a}{\sin\alpha} = \frac{b}{\sin\beta} = \frac{\overline{AB}}{\sin\gamma} \Rightarrow$$

$$a = \overline{AB} \cdot \frac{\sin\alpha}{\sin\gamma} \quad , \quad b = \overline{AB} \cdot \frac{\sin\beta}{\sin\gamma}$$

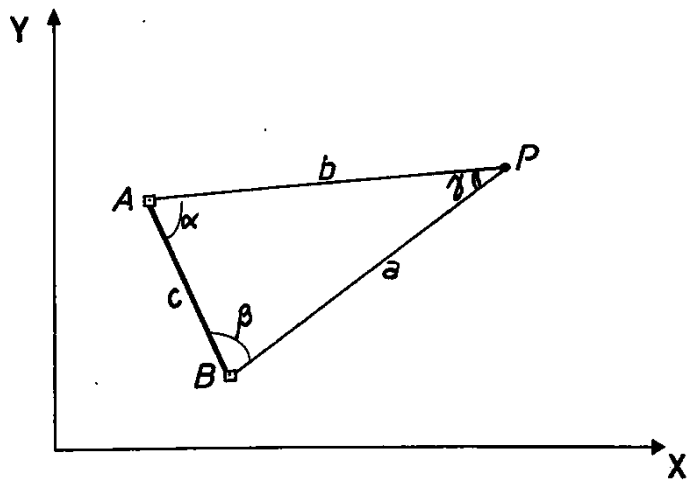


٤. نحسب سمت الضلع AP أو الضلع BP من العلاقتين التاليتين:

$$\alpha_{AP} = \alpha_{AB} - \alpha$$

$$\alpha_{BP} = (\alpha_{BA} + \beta) - 400\ gr$$

٥. نحسب الإحداثيات الأفقية للنقطة التقاطعية P من العلاقتين التاليتين:



$$X_P = X_A + b \cdot \sin \alpha_{AP}$$
$$Y_P = Y_A + b \cdot \cos \alpha_{AP}$$

أو من العلاقتين:

$$X_P = X_B + a \cdot \sin \alpha_{BP}$$
$$Y_P = Y_B + a \cdot \cos \alpha_{BP}$$

تمرين

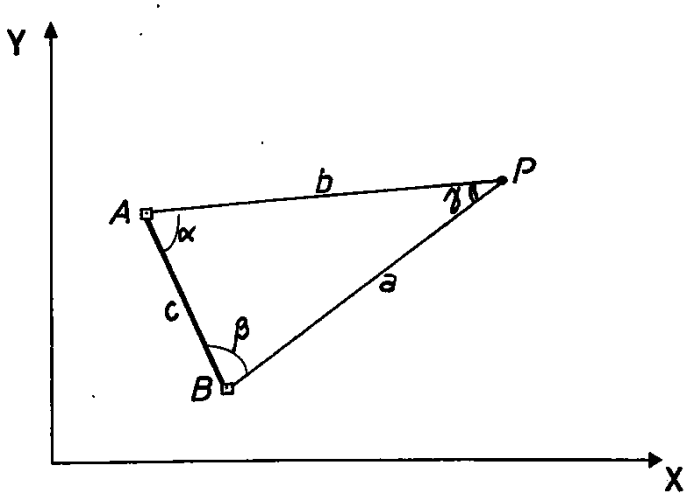
لإيجاد الإحداثيات الأفقية للنقطة التقاطعية P باستخدام التقاطع الزاوي الأمامي انطلاقاً من نقطتي القاعدة:

$$A\,(-194500.00\ ,\ 98600.00)\ m$$
$$B\,(-194200.00\ ,\ 98250.00)\ m$$

تم قياس الزاويتين الأفقيتين:

$$\alpha = 68.2304\ gr$$
$$\beta = 55.4320\ gr$$

يطلب حساب الإحداثيات الأفقية للنقطة P.

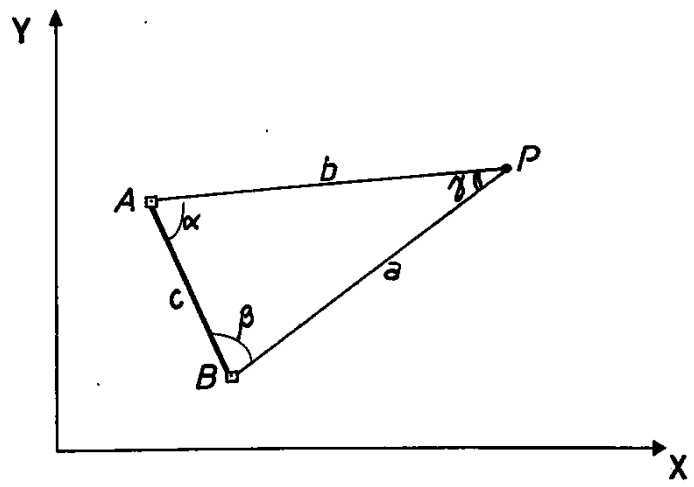


الحسابات:

١. $\overline{AB} = \sqrt{(-194200-(-194500))^2+(98250-98600)^2} = 460.977\ m$

٢. $\gamma = 200-(68.2304+55.4320) = 76.3376\ gr$

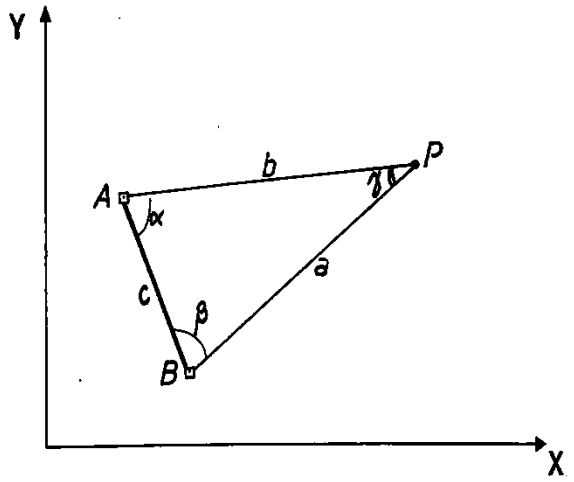
٣.



$$a = \overline{AB}\cdot\frac{\sin\alpha}{\sin\gamma} = 434.423\ m$$

$$b = \overline{AB}\cdot\frac{\sin\beta}{\sin\gamma} = 378.391\ m$$

٤.



$$\alpha_{AB} = \arctan \frac{-194200+194500}{98250-98600} = -45.11255 + 200 = 154.88745 \ gr$$

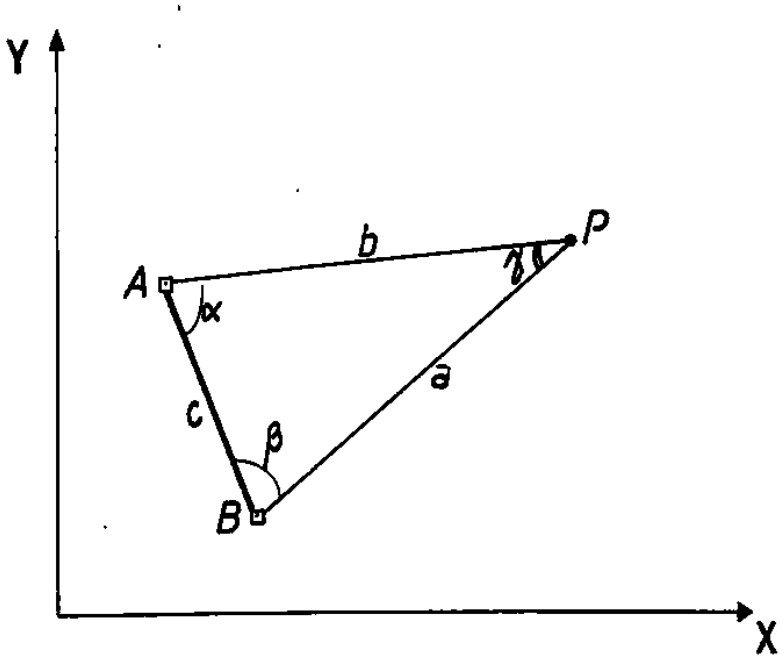
$$\alpha_{AP} = 154.88745 - 68.2304 = 86.65705 \ gr$$

$$\alpha_{BA} = 154.88745 + 200 = 354.88745 \ gr$$

$$\alpha_{BP} = (354.88745 + 55.4320) - 400 = 10.31945 \ gr$$

تعيين الموقع الأفقي للنقطة التقاطعية (P)

باستخدام طريقة التقاطع الخطي



المعطيات:

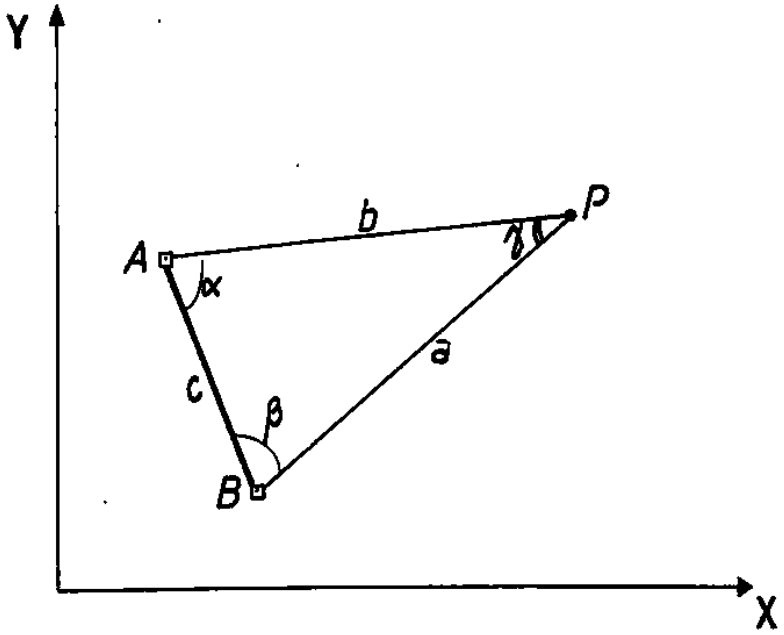
إحداثيات نقطتي القاعدة AB .

القياسات:

المسافتان الأفقيتان a و b .

تعيين الموقع الأفقي للنقطة التقاطعية (P)

باستخدام طريقة التقاطع الخطي



طريقة الحساب:

نحول الحالة الموجودة إلى حالة تقاطع زاوي أمامي.

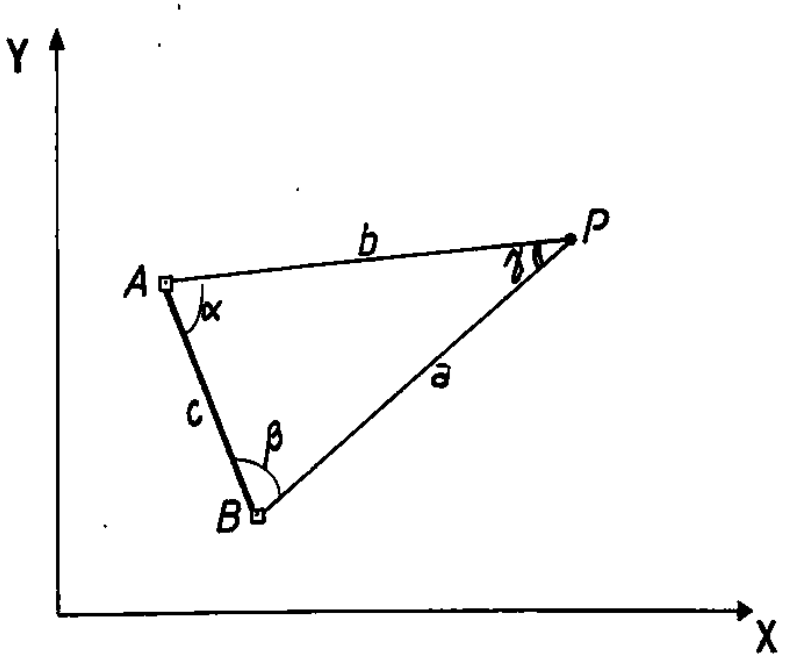
ولهذه الغاية نحسب قيمتي الزاويتين α و β من قانون التجيب الآتي:

$$a^2 = b^2 + c^2 - 2 \cdot b \cdot c \cdot \cos\alpha \Rightarrow$$

$$\cos\alpha = \frac{b^2 + c^2 - a^2}{2 \cdot b \cdot c}$$

تعيين الموقع الأفقي للنقطة التقاطعية (P)

باستخدام طريقة التقاطع الخطي



طريقة الحساب:

نحول الحالة الموجودة إلى حالة تقاطع زاوي أمامي.

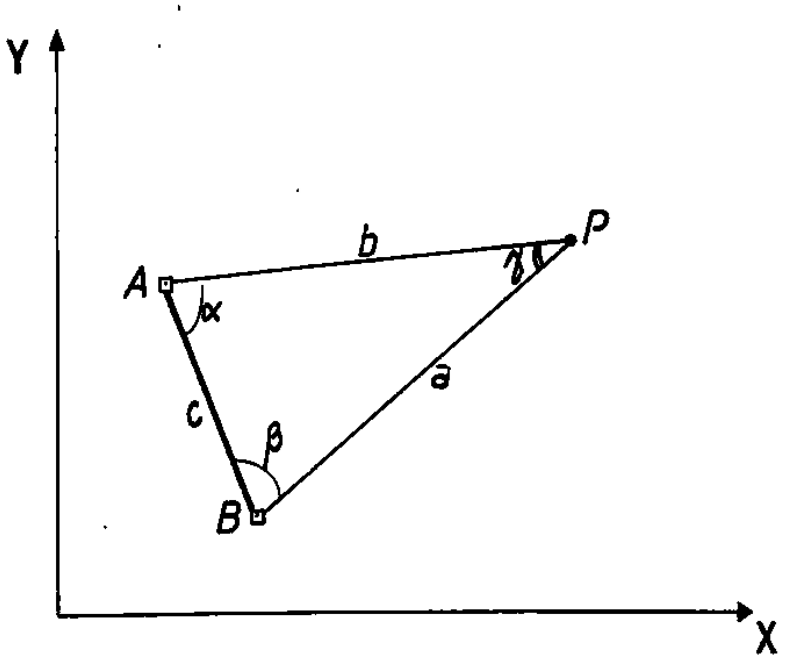
ولهذه الغاية نحسب قيمتي الزاويتين α و β من قانون التجب الآتي:

$$b^2 = a^2 + c^2 - 2 \cdot a \cdot c \cdot \cos\beta \Rightarrow$$

$$\cos\beta = \frac{a^2 + c^2 - b^2}{2 \cdot a \cdot c}$$

مثال تعيين الموقع الأفقي للنقطة التقاطعية (P)

باستخدام طريقة التقاطع الخطي



المعطيات:

إحداثيات نقطتي القاعدة AB .

A (-194500.00 , 98600.00)

B (-194200.00 , 98250.00)

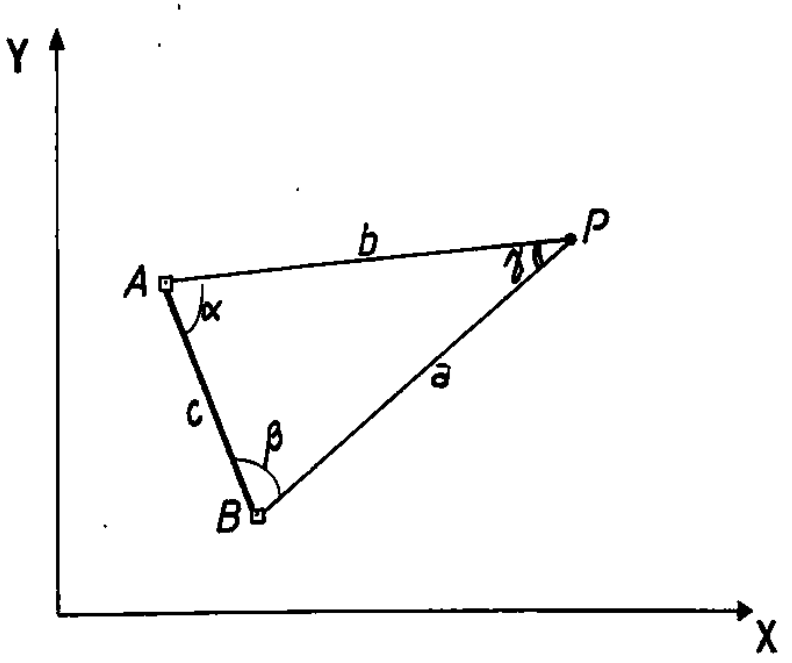
القياسات:

المسافتان الأفقيتان a و b .

a = 434.423 m , b = 378.391 m

تعيين الموقع الأفقي للنقطة التقاطعية (P)

باستخدام طريقة التقاطع الخطي



طريقة الحساب:

نحول الحالة الموجودة إلى حالة تقاطع زاوي أمامي.

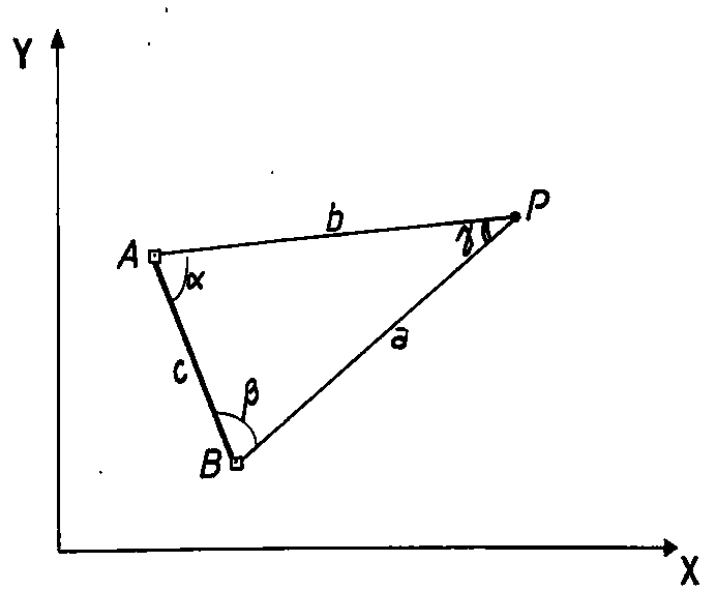
ولهذه الغاية نحسب قيمتي الزاويتين α و β من قانون التجب الآتي:

$$\cos\beta=\frac{a^2+c^2-b^2}{2\cdot a\cdot c}\Rightarrow$$

$$\beta=55.4320\ gr$$

تعيين الموقع الأفقي للنقطة التقاطعية (P)

باستخدام طريقة التقاطع الخطي



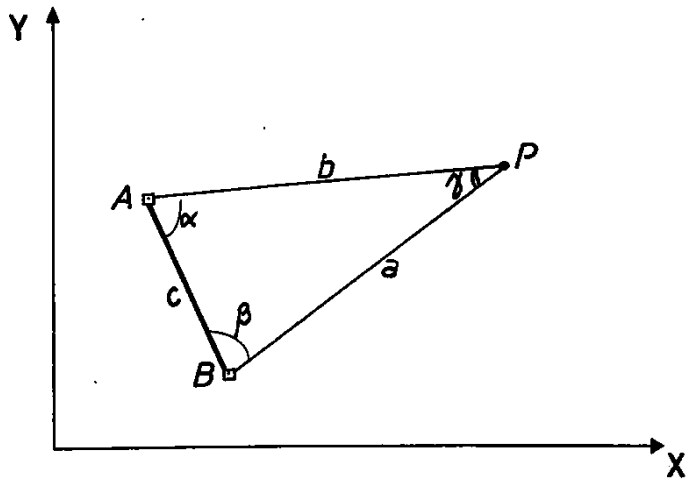
طريقة الحساب:

نحول الحالة الموجودة إلى حالة تقاطع زاوي أمامي.

ولهذه الغاية نحسب قيمتي الزاويتين α و β من قانون التجب الآتي:

$$\cos\alpha = \frac{b^2 + c^2 - a^2}{2 \cdot b \cdot c} \Rightarrow$$

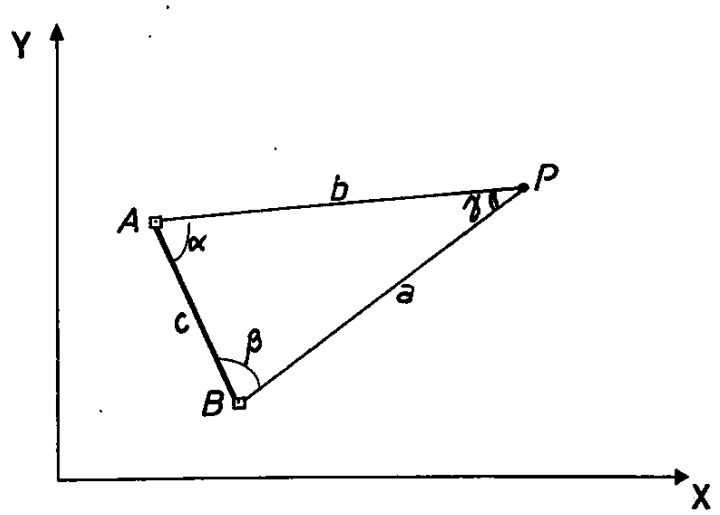
$$\alpha = 68.2304\ gr$$



نحسب سمت الضلع AP أو الضلع BP من العلاقتين التاليتين:

$$\alpha_{AP} = \alpha_{AB} - \alpha$$

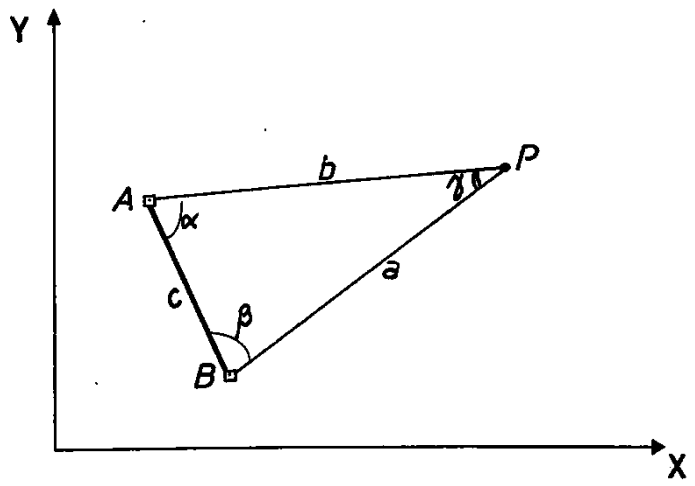
$$\alpha_{BP} = (\alpha_{BA} + \beta) - 400\ gr$$



$$\overline{AB} = \sqrt{(-194200-(-194500))^2+(98250-98600)^2} = 460.977\ m$$

$$\gamma = 200-(68.2304+55.4320) = 76.3376\ gr$$

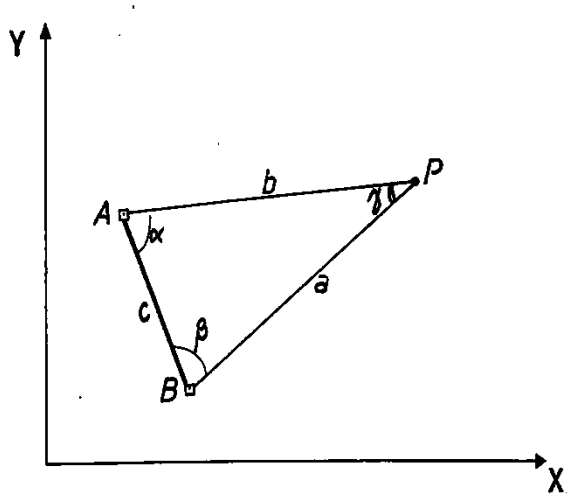
نحسب الإحداثيات الأفقية للنقطة التقاطعية P من العلاقتين التاليتين:



$$X_P = X_A + b \cdot \sin \alpha_{AP}$$
$$Y_P = Y_A + b \cdot \cos \alpha_{AP}$$

و من العلاقتين:

$$X_P = X_B + a \cdot \sin \alpha_{BP}$$
$$Y_P = Y_B + a \cdot \cos \alpha_{BP}$$



$$\alpha_{AB} = \arctan \frac{-194200+194500}{98250-98600} = -45.11255 + 200 = 154.88745 \ gr$$

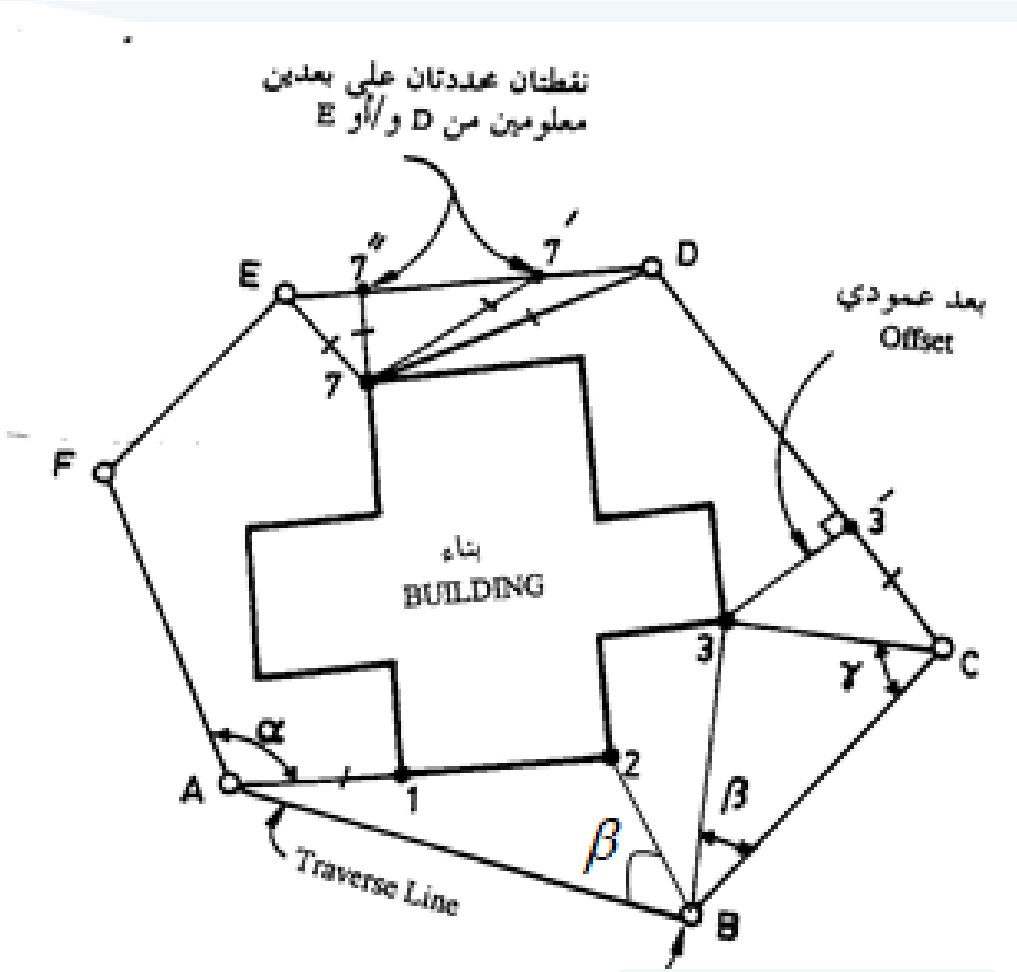
$$\alpha_{AP} = 154.88745 - 68.2304 = 86.65705 \ gr$$

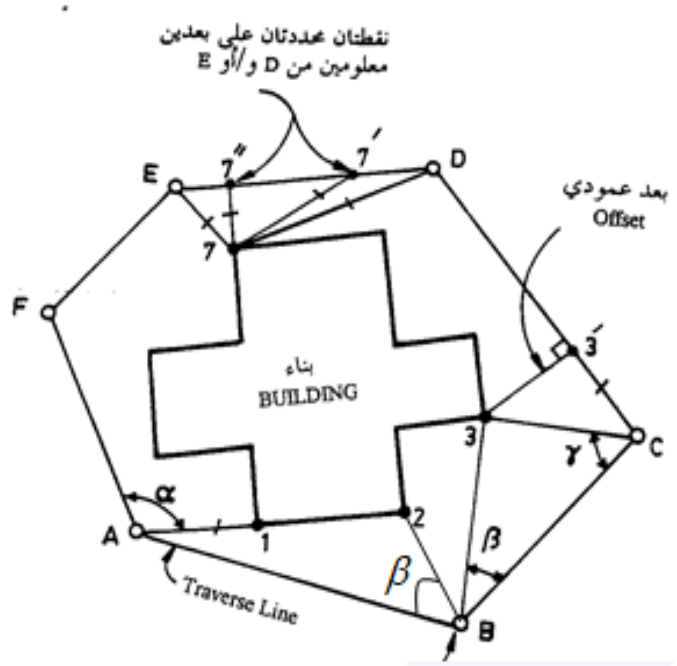
$$\alpha_{BA} = 154.88745 + 200 = 354.88745 \ gr$$

$$\alpha_{BP} = (354.88745 + 55.4320) - 400 = 10.31945 \ gr$$

٥

استخدام المضلع الحلقي في أعمال المسح التفصيلي


نقطتان معدتان على بعدين
معلومين من D و/أو E
بعد عمودي
Offset
بناء
BUILDING
Traverse Line
A
B
C
D
E
F
1
2
3
7
7'
7''
3'
α
β
β
γ



١. تم تحديد موقع الزاوية 1 من المبنى

بقياس الزاوية α والمسافة A-1.

فنحسب إحداثيات النقطة 1 بالطريقة القطبية.

٢. تم تحديد موقع النقطة 2 بقياس

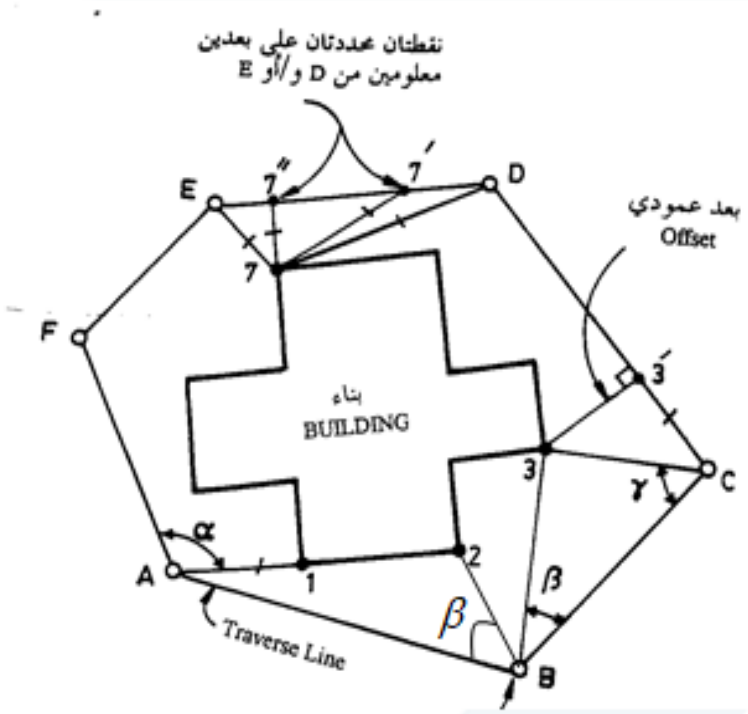
الزاويتين α , β .

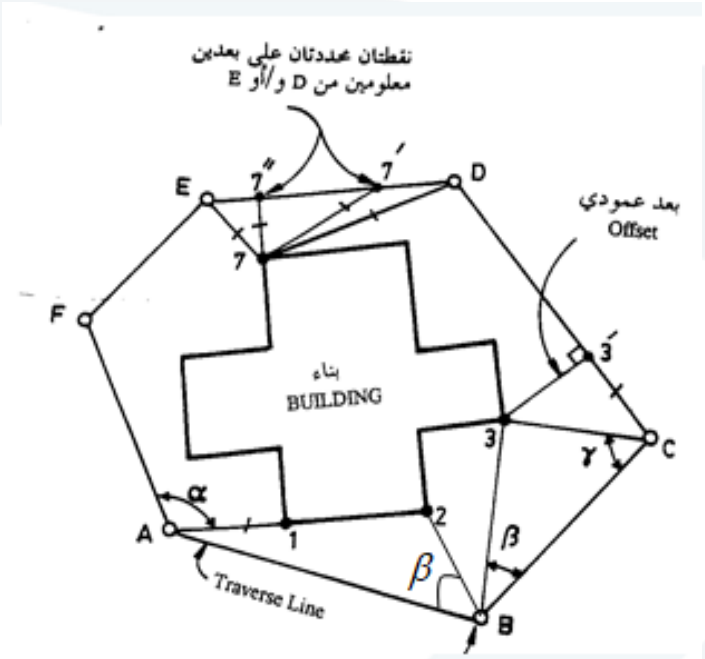
فنحسب إحداثيات النقطة 2 بالتقاطع الزاوي الأمامي.

٣. تم تحديد موقع النقطة 3 بقياس طول العمود $3\,3'$ والمسافة $C\,3'$ او المسافة $D\,3'$.

٤. تم تحديد موقع النقطة 7 بقياس مسافتين من نقطتين محددتين على خط أساسي $D\,7$ و $E\,7$ أو $7\,7'$ و $7\,7''$.

فنحسب إحداثيات النقطة بالتقاطع الخطي.

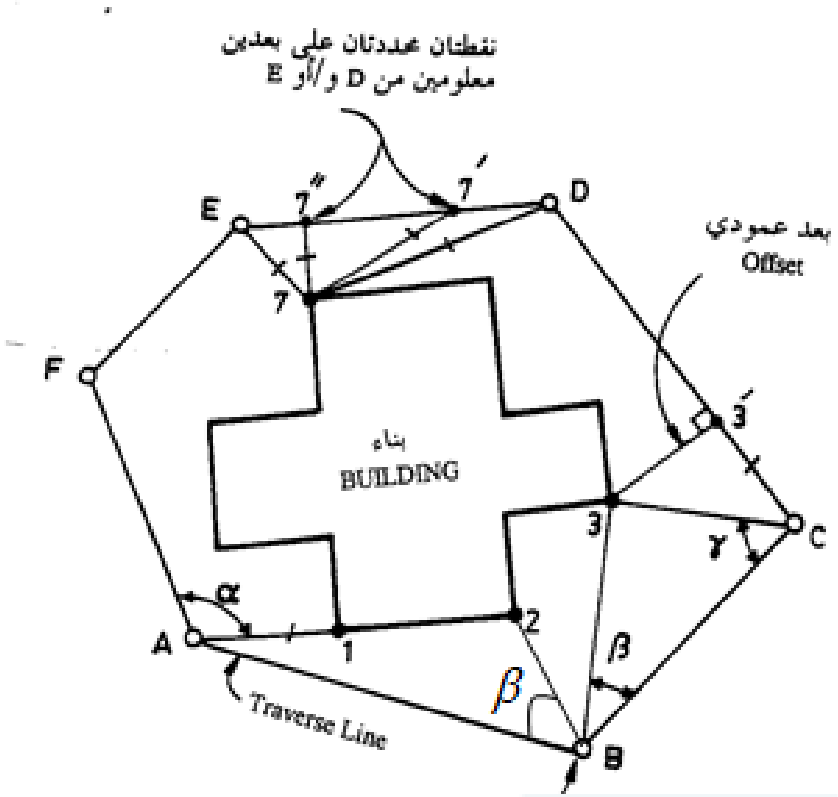




مثال عددي

لتعيين إحداثيات النقاط 1 و2 و3 و7
من العقار المبين بالشكل تم قياس العناصر
الهندسية الضرورية لذلك (انطلاقاً من نقاط المضلع
الحلقي المبينة إحداثيات نقاطه في الجدول المرفق).
المطلوب حساب إحداثيات النقاط المذكورة أعلاه.

النقطة	A	B	C	D	E	F
X (m)	480.00	540.00	575.00	540.00	490.00	465.00
Y (m)	500.00	480.00	510.00	560.00	560.00	535.00



العناصر المقاسة

- لتعيين النقطة (1) بالطريقة القطبية:

$$\alpha = 125.7762\ gr. \quad , \quad D_{A-1} = 20.000\ m.$$

- لتعيين النقطة (2) بالطريقة القطبية:

$$\beta = 50.0000\ gr. \quad , \quad D_{B-2} = 22.361\ m.$$

- لتعيين النقطة (3) بالتقاطع الزاوي الأمامي:

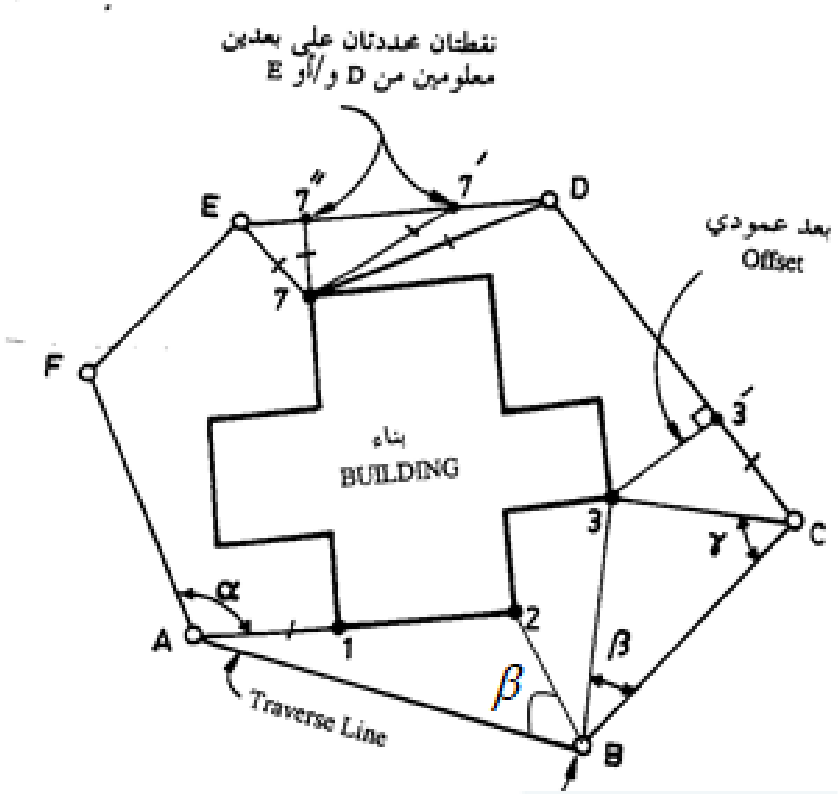
$$\beta = 45.8541\ gr. \quad , \quad \gamma = 55.6262\ gr.$$

- لتعيين النقطة (7) بالتقاطع الخطي:

$$D_{D-7} = 41.231\ m. \quad , \quad D_{E-7} = 14.142\ m.$$

حساب إحداثيات نقاط المنشأة الهندسية:

- لتعيين النقطة (1) بالطريقة القطبية:



$$\alpha = 125.7762\ gr.\ ,\ D_{A-1} = 20.00\ m.$$

$$\alpha_{AF} = \arctan\frac{\Delta X_{AF}}{\Delta Y_{AF}} = 400 - \left|-25.7762\right|$$

$$\alpha_{AF} = 374.2238\ gr.$$

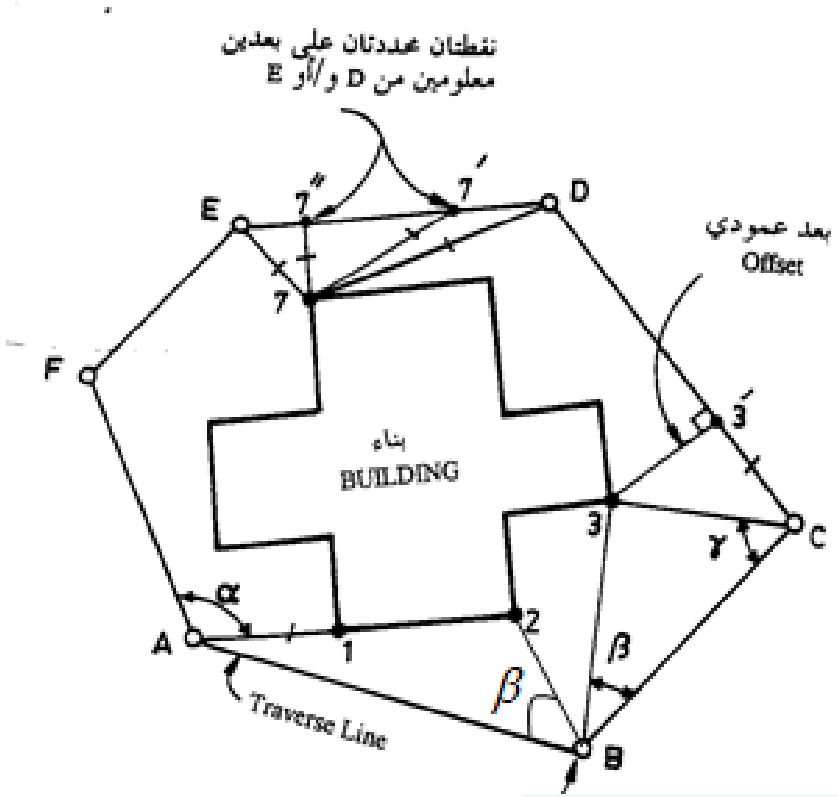
$$\alpha_{A-1} = \alpha_{AF} + \alpha - 400 = 100.0000\ gr.$$

$$X_1 = X_A + D_{A-1}\cdot\sin\alpha_{A-1} = 500.00\ m$$

$$Y_1 = Y_A + D_{A-1}\cdot\cos\alpha_{A-1} = 500.00\ m$$

حساب إحداثيات نقاط المنشأة الهندسية:

- لتعيين النقطة (2) بالطريقة القطبية:



$$\beta = 50.000\ gr.\ ,\ D_{B-1} = 22.36\ m.$$

$$\alpha_{BA} = \arctan\frac{\Delta X_{BA}}{\Delta Y_{BA}} = 400 - \left|-79.5167\right|$$

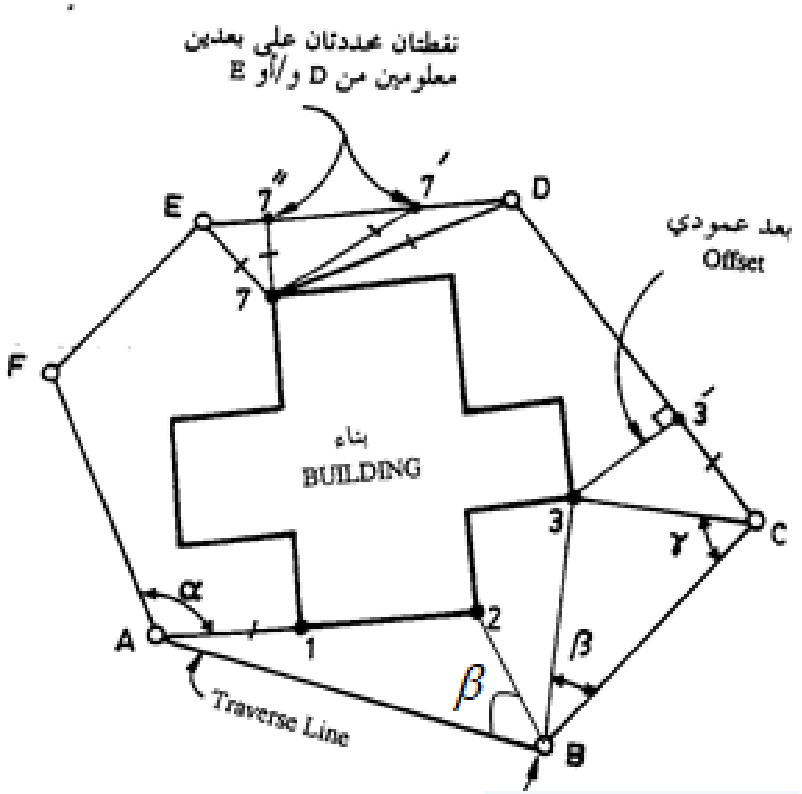
$$\alpha_{BA} = 320.4833\ gr.$$

$$\alpha_{B-2} = \alpha_{BA} + \beta = 370.4833\ gr.$$

$$X_2 = X_B + D_{B-2}\cdot\sin\alpha_{B-2} = 530.00\ m$$

$$Y_2 = Y_B + D_{B-2}\cdot\cos\alpha_{B-2} = 500.00\ m$$

حساب إحداثيات نقاط المنشأة الهندسية:



- لتعيين النقطة (3) بالتقاطع الزاوي الأمامي:

$$\beta = 45.8541\ gr.\ ,\ \gamma = 55.6262\ gr.$$

$$\alpha_{BC} = \arctan\frac{\Delta X_{BC}}{\Delta Y_{BC}} = 54.8875\ gr.$$

$$D_{BC} = \sqrt{\Delta X_{BC}^2 + \Delta Y_{BC}^2} = 46.098\ m.$$

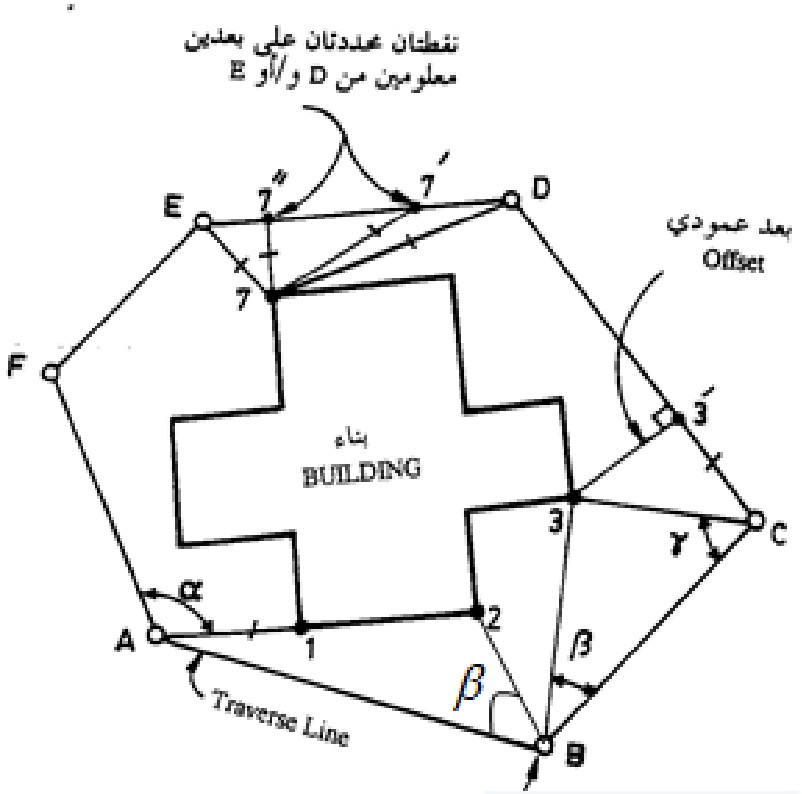
$$\varphi = 200 - (\beta + \gamma) = 98.5197\ gr.$$

$$\frac{D_{BC}}{\sin\varphi} = \frac{D_{B-3}}{\sin\gamma} \Rightarrow$$

$$D_{B-3} = D_{BC} \cdot \frac{\sin\gamma}{\sin\varphi} = 35.355\ m.$$

حساب إحداثيات نقاط المنشأة الهندسية:

- لتعيين النقطة (3) بالتقاطع الزاوي الأمامي:



$$\beta = 45.8541\ gr.\ ,\ \gamma = 55.6262\ gr.$$

$$\varphi = 200 - (\beta + \gamma) = 98.5197\ gr.$$

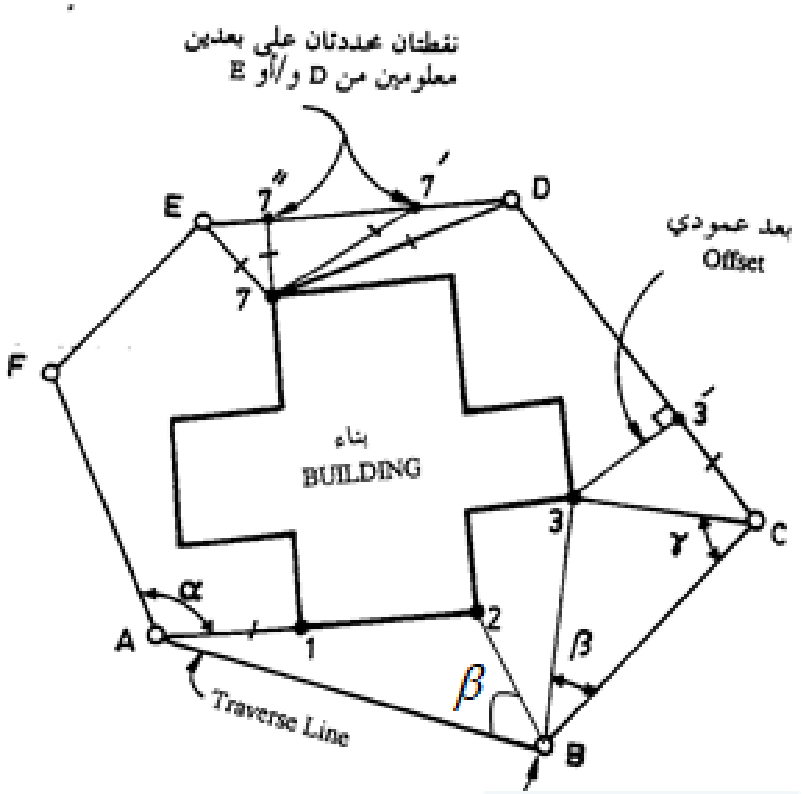
$$D_{BC} \cdot \frac{\sin\gamma}{\sin\varphi} = 35.355\ m.$$

$$\alpha_{B-3} = \alpha_{BC} - \beta = 9.0334\ gr.$$

$$X_3 = X_B + D_{B-3} \cdot \sin\alpha_{B-3} = 545.00\ m$$

$$Y_3 = Y_B + D_{B-3} \cdot \cos\alpha_{B-3} = 515.00\ m$$

حساب إحداثيات نقاط المنشأة الهندسية:



- لتعيين النقطة (7) بالتقاطع الخطي:

$$D_{D-7}=41.23\ m\ ,\ D_{E-7}=14.14\ m$$

$$D_{DE}=\sqrt{\Delta X_{DE}^{2}+\Delta Y_{DE}^{2}}=50.00\ m.$$

$$D_{DE}^{2}=D_{D-7}^{2}+D_{E-7}^{2}-2\cdot D_{D-7}D_{E-7}\cdot\cos\beta_{7}\Rightarrow$$

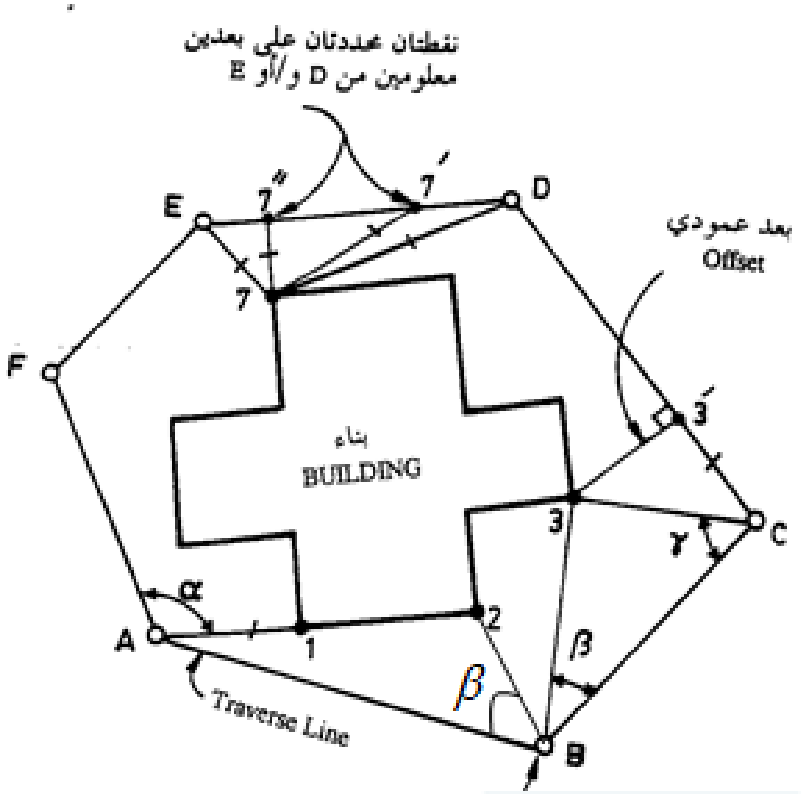
$$\beta_{7}=134.4042\ gr.$$

$$\frac{\sin\beta_{7}}{D_{DE}}=\frac{\sin\beta_{E}}{D_{D-7}}\Rightarrow\sin\beta_{E}=\frac{D_{D-7}}{D_{DE}}\cdot\sin\beta_{7}$$

$$\beta_{E}=49.9984\ gr.$$

حساب إحداثيات نقاط المنشأة الهندسية:

- لتعيين النقطة (7) بالتقاطع الخطي:



$$D_{E-7} = 14.14 \ , \ \beta_E = 49.9984 \ gr.$$

$$\alpha_{ED} = \arctan \frac{\Delta X_{ED}}{\Delta Y_{ED}} = 100.0000 \ gr.$$

$$\alpha_{E-7} = \alpha_{ED} + \alpha_E = 149.9984 \ gr.$$

$$X_7 = X_E + D_{E-7} \cdot \sin \alpha_{E-7} = 500.00 \ m.$$

$$Y_7 = Y_E + D_{E-7} \cdot \cos \alpha_{E-7} = 550.00 \ m.$$

انتهت المحاضرة