ResearchGate

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: https://www.researchgate.net/publication/349481364

Engineering Surveying Lectures, Notes and Solutions

Book · January 2019

CITATIONS
0

READS
7,014

1 author:

Alaa Jaleel Naji
University of Al-Qadisiyah
14 PUBLICATIONS **27** CITATIONS

SEE PROFILE

All content following this page was uploaded by Alaa Jaleel Naji on 21 February 2021.

The user has requested enhancement of the downloaded file.

University of AL Qadisiyah

Roads & Transport Department

Engineering Surveying

Lectures, Notes and Solutions

ALAA JALEEL NAJI

2019-2020

المحتويات

ت	الموضوع	رقم الصفحة
١	الزوايا والاتجاهات	١
٢	التضليع و المضلعات	٢١
٣	تصحيح المضلعات	٣٢
٤	المساحات	٤٧
٥	حجم الأعمال الترابية	٥٨
٦	المنحنيات الافقية	٧٢
٧	المنحنيات الرأسية	٨٥

المصادر

١. هندسة المساحة، عباس زيدان خلف، الجامعة التكنلوجية، قسم البناء و الانشاءات.

٢.تقنية مدنية، مساحة، المملكة العربية السعودية، المؤسسة العامة للتعليم الفني و التدريب المهني.

٣. دليل حساب المساحات و الكميات، المملكة العربية السعودية، الإدارة العامة للمساحة و الخرائط.

٤. المساحة الأرضية ٣، توقيع المنحنيات.

٥. مبادئ المساحة المستوية و الطبوغرافية، محمود حسني عبد الرحيم و محمد رشاد الدين مصطفى، كلية الهندسة، جامعة الإسكندرية.

Al-Qadisiyah University
Collage of Engineering
Roads and Transport Department

Engineering Surveying

الزوايا والاتجاهات

Angles and Directions

Alaa Jaleel Naji

الزوايا (Angles)

الغرض الرئيسي في اي عمل من اعمال المساحة هو تحديد مواقع نقاط على او بالقرب من سطح الارض وذلك من خلال اخذ القياسات المطلوبة واجراءالقياسات اللازمة لتحويل تلك القياسات الى معلومات نهائية ترسيمية او رقيمية،القياسات في إعمال المساحة تصنف إلى:

1 . قياسات خطية linear measurements

A. المسافة المائلة - slope distance

B. المسافة الأفقية - Horizontal distance

C. المسافات الشاقولية - vertical distance

2 .قياسات زاوية Angular measurements

A. الزاوية الأفقية Horizontal angle

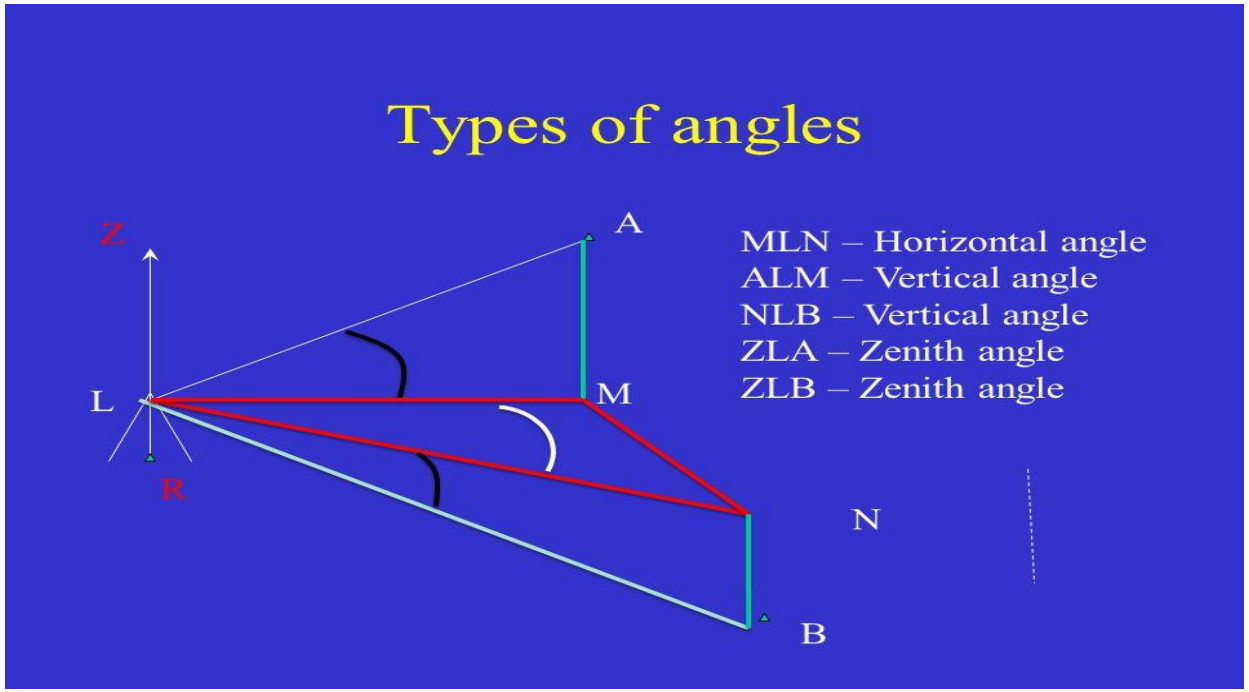
B. الزاوية الشاقولية (العمودية). vertical angle

انواع الزوايا Types of Angles

1. **الزاوية الأفقية :**هي عن الزاوية التي تتكون من خلال تقاطع خطين في مستوى افقي.

2. **الزاوية العمودية :**هي الزاوية التي تتكون من خلال تقاطع خطين في مستوى شاقولي.

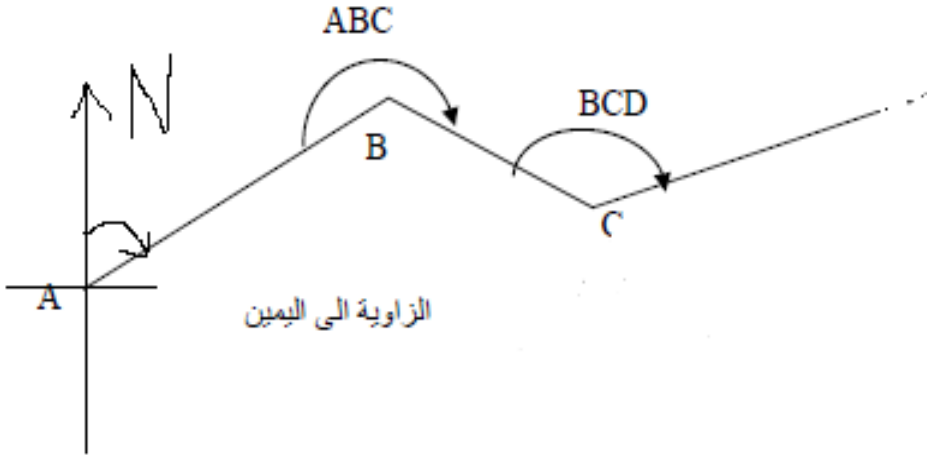
3 . **Zenith angle :**هي عبارة عن زاوية تقاس في مستوى شاقولي ايضا الا انها تقاس نسبة الى خط شاقولي يمر في نقطة الرص.

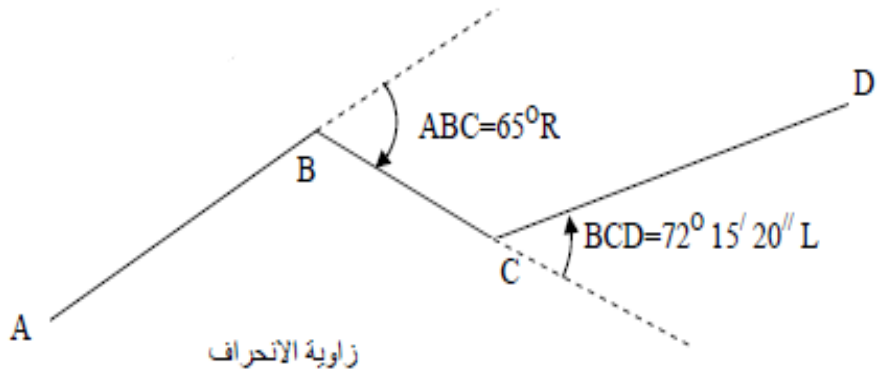


أنواع الزوايا الأفقية (Types of horizontal angles)

1. الزاوية الى اليمين " Angle to the right"

وهي عبارة عن الزاوية المقاسة باتجاه عقرب الساعة من الضلع السابق إلى الضلع اللاحق، ولذلك قياسها يتراوح من (0 - 360) .





2 . زاوية الانحراف " Deflection Angle"

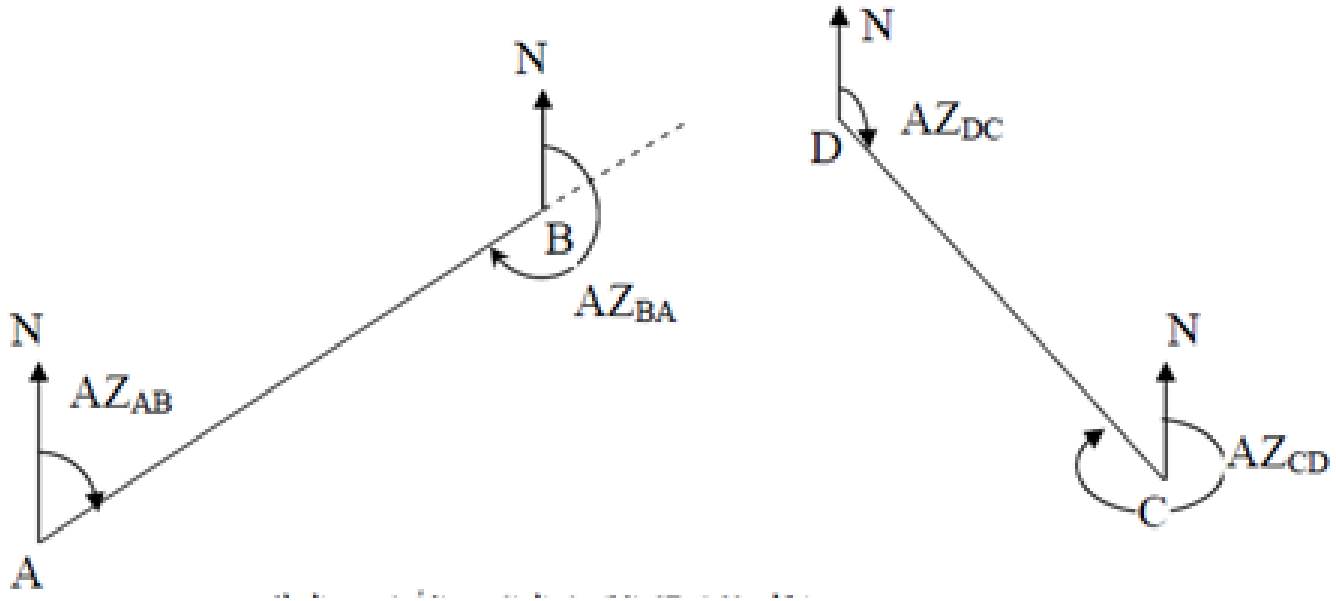
وهي عبارة عن الزاوية المقاسة من امتداد الضلع السابق الى الضلع اللاحق لذلك تتراوح قيمتها من (0 - 180)

F. AZ.(لاحق)= F.AZ. (سابق) ± D. Angle

الاتجاهات (Directions)

اتجاه الخط (Direction of a line):

أن اتجاه أي خط هوالزاوية الافقية المقاسة بين الخط المرجعي (meridian) الى الخط المراد تعين اتجاهه مع ذكراتجاه الدوران مع عقرب الساعة او عكس عقرب الساعة.

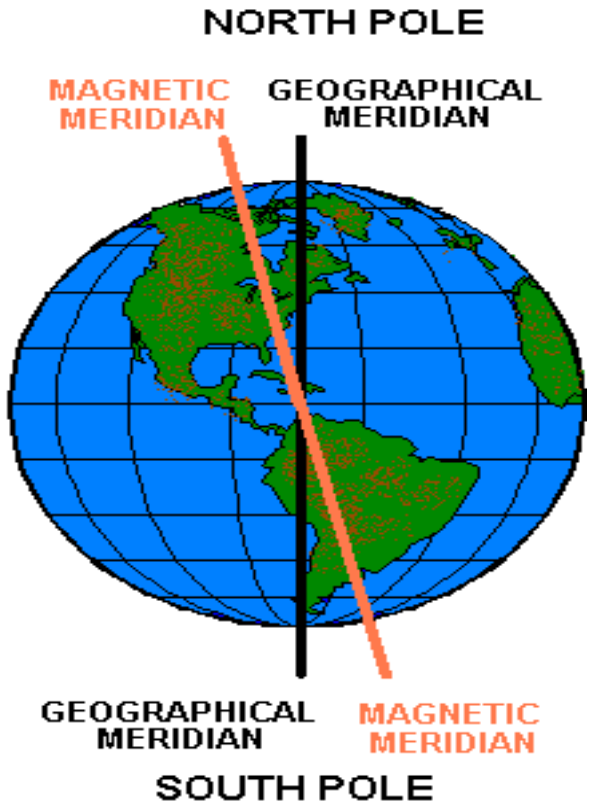


انواع الخطوط المرجعية (Types of Meridian)

1 . الهجير الحقيقي true meridian

هو عبارة عن الخط الواصل بين القطب الشمالي north pole و القطب الجنوبي south pole.

وان قيمته تبقى ثابتة في إي نقطة على سطح الأرض ولا يتغير مع الوقت.

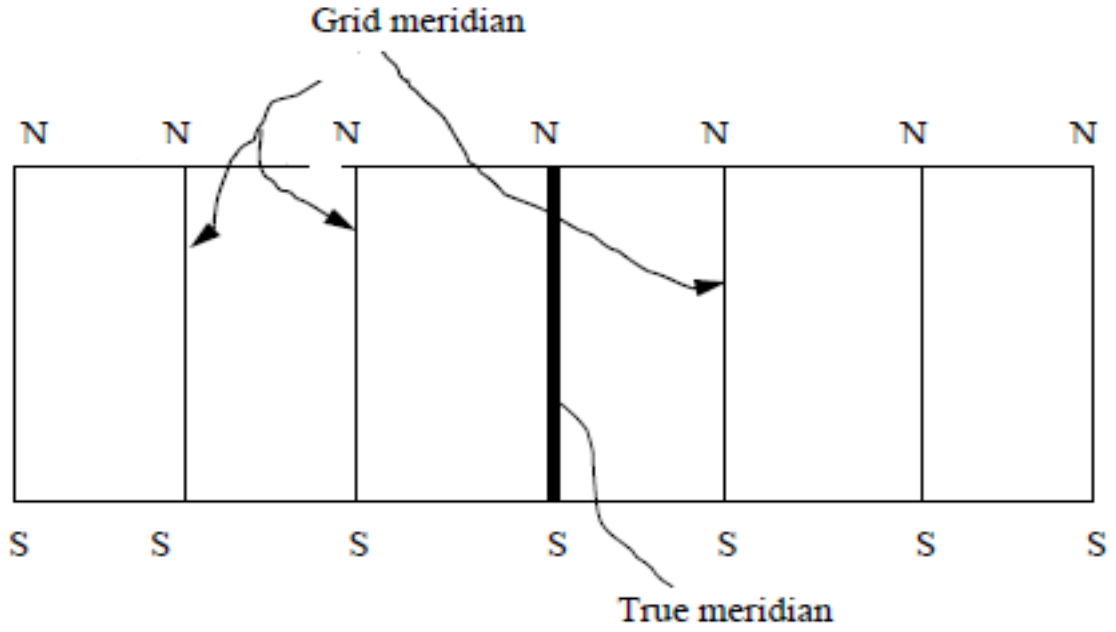


2 .الاتجاه المغناطيسي Magnetic Meridian

ان محور الكرة الارضية يشير الى الشمال الحقيقي دائما ويوجد يوجد محور اخر ايضا ينحرف عنه قليلا هو المحور المغناطيسي حيث ان القطب الشمالي المغناطيسي لا ينطبق على القطب الشمالي الحقيقي. يستفاد من هذه الخاصية في عمل البوصلة المغناطيسية حيث ان الابرة المغناطيسية للبوصلة عندما تكون حرة الحركة تشير الى الشمال دائما ويتم التصحيح بين الشمال المغناطيسي و الشمال الحقيقي بحساب زاوية الانحراف المغناطيسي.

3 . الاتجاه التربيعي Grid Meridian

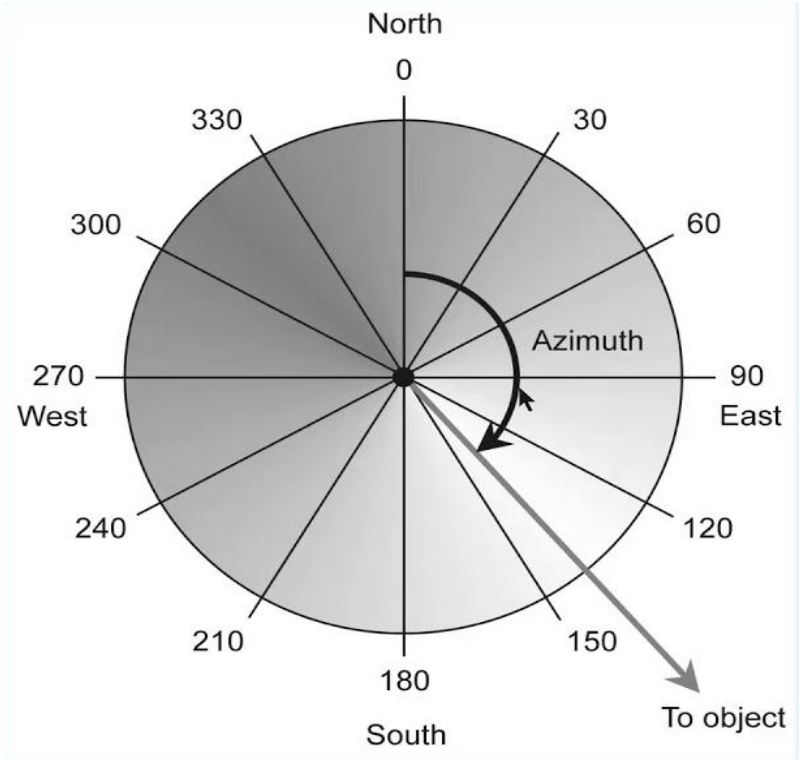
اذا كان المطلوب اجراء عملية مسح واسعة لمنطقة معينة، فان عملية المسح تتطلب اجراء رسوم و خرائط للمنطقة، و لكي ترسم الخارطة يجب تعيين الشمال وسط المنطقة و يعتبر الشمال الحقيقي، لذلك يتم يرسم خط الشمال الحقيقي وسط الخلرطة ثم تعين خطوط موازية لهذا الخط بصورة حسابية او وهمية، ان هذه الخطوط الوهمية تشيرو تمثل الاتجاه التربيعي و الفائدة منه حساب نقاط الاحداثيات الواقعة على او ما بين الخطوط و كذلك يستفاد منه عندما يراد تصحيح اتجاه خط معين نسبة الى الاتجاه الشمالي الحقيقي.



انظمةتعين الاتجاهات (Types of Direction System)

اولا: الاتجاه الدائري Azimuth

في هذا النظام الاتجاه الدائري هو الزاوية الافقية المقاسة من الهجير الشمالي مع اتجاه عقارب الساعة دائما، ويعتبر النظام الاكثر شيوعا لتمثيل الاتجاهات.



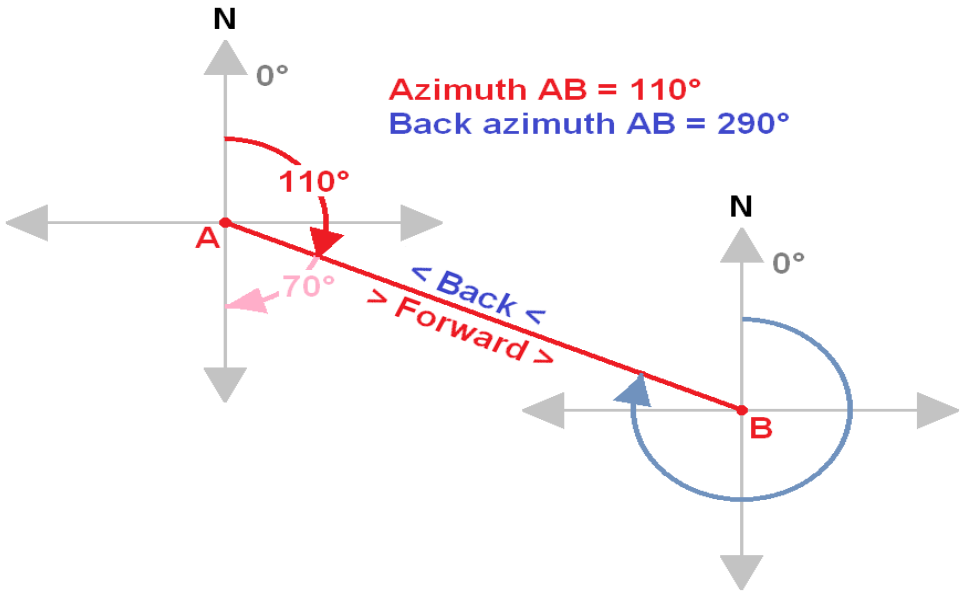
من اهم خواص النظام الدائري :

1 . الاتجاة الامام Forward Azimuth

هي الزاوية الافقية المحصورة بين نقطة الرصد و نقطة التوجيه بحيث تقع نقطة التوجيه امام نقطة الرصد.

2 . الاتجاه الخلفي Backward Azimuth

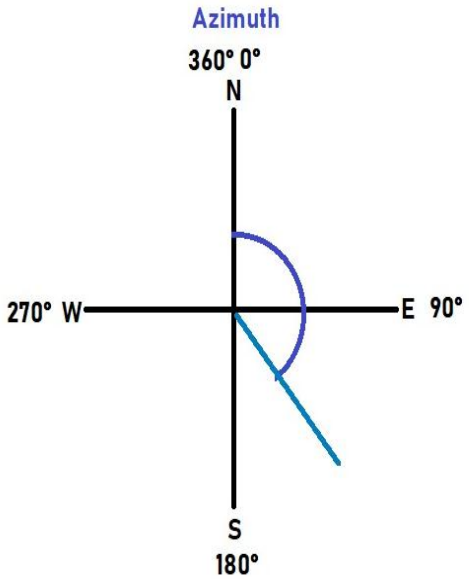
هي الزاوية الافقية المحصورة بين نقطة الرصد و نقطة التوجيه بحيث تقع نقطة التوجيه خلف نقطة الرصد.

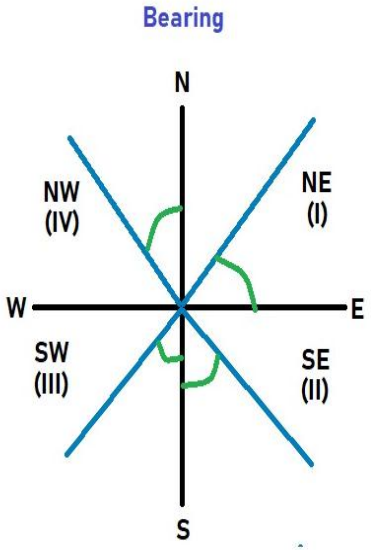


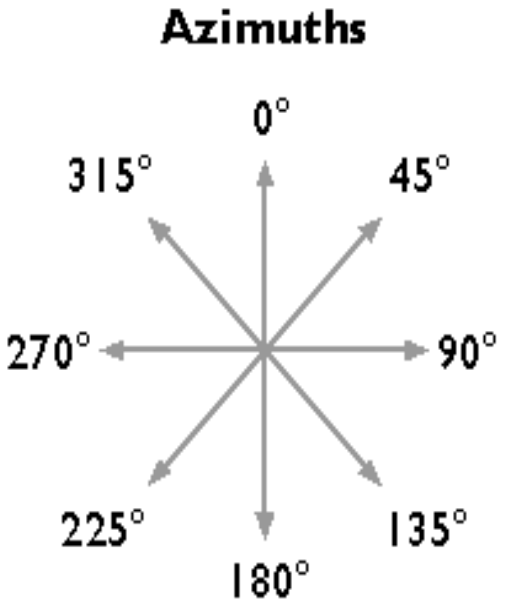
Backward = Forward ±180

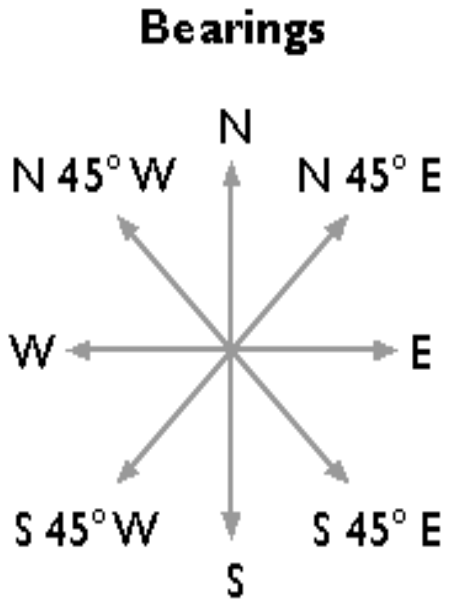
ثانيا: الاتجاه ربع الدائري Bearing

في هذا النظام الاتجاه الربع دائري هو الزاوية الافقية المقاسة من الشمال اوالجنوب باتجاه اوعكس عقارب الساعة، و تتراوح مقدارها (0-90).







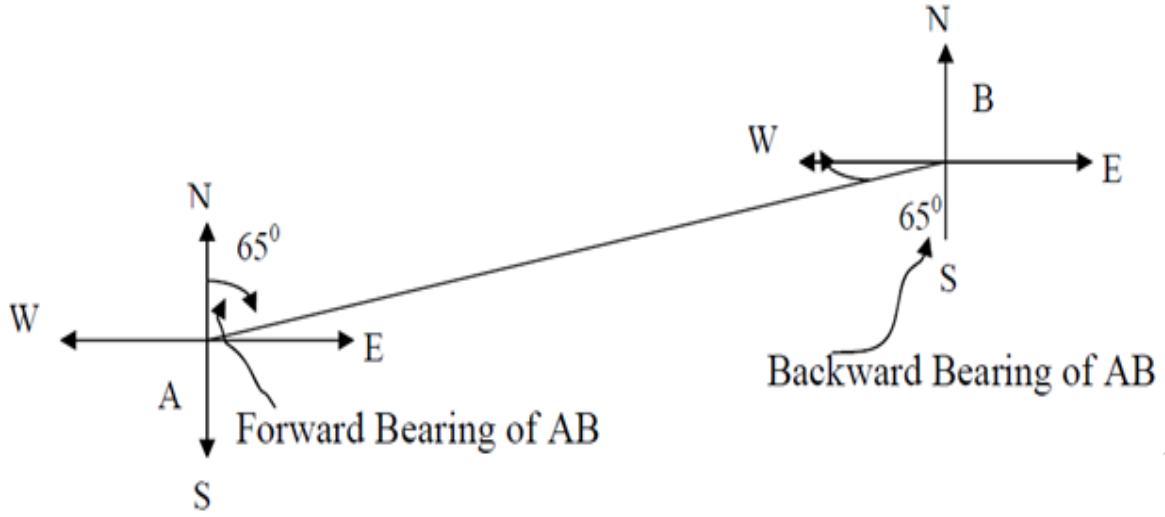


العلاقة بين الاتجاه الدائري و الربع دائري

quadrant	*quadrant letters*	*Numerical value*
From 0° to 90°	NE	bearing = azimuth
From 90° to 180°	SE	bearing= 180° - azimuth
From 180° to 270°	SW	bearing= azimuth – 180°
From 270° to 360°	NW	bearing= 360° - azimuth

الاتجاه الربع دائري الخلفي

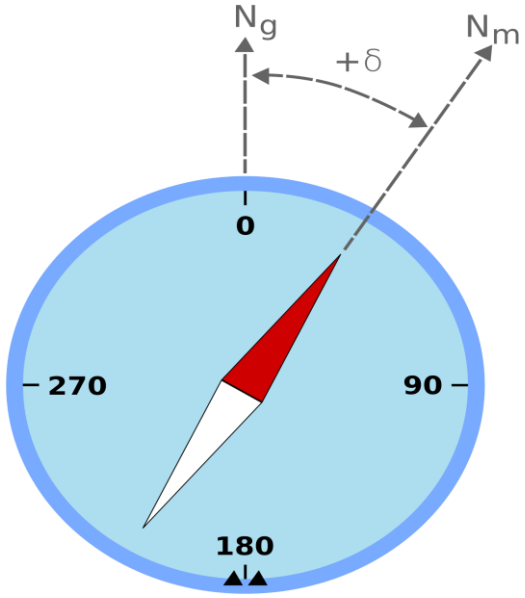
الاتجاه ربع الدائري الخلفي يساوي الاتجاه ربع الدائري الأمامي في المقدار ويعاكسه في الاتجاه .



العلاقة بين الاتجاه الحقيقي و الاتجاه المغناطيسي

عندما يكون الانحراف المغناطيسي شرقا فان الاتجاه الحقيقي يكون اكبر من الاتجاه المغناطيسي بمقدار زااوية الانحراف اما اذا كان الانحراف المغناطيسي غربا فان الاتجاه الحقيقي يكون اصغر من الاتجاه المغناطيسي بمقدار زاوية الانحراف ايضا.

اذا اريد تحويل الاتجاه الربع الدائري المغناطيسي اى الاتجاه ربع الدائري الحقيقي او بالعكس يفضل اولاتحويل الاتجاه ربع الدائري الى الاتجاه الدائري م تحويل اللاتجاه الدائري المغناطيسي الى الاتجاه الدائرالحقيقي او بالعكس.



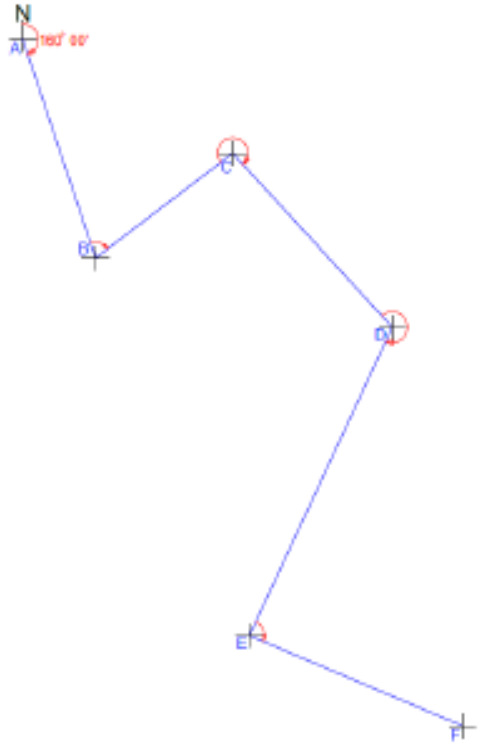
Geodetic AZ.= Magnetic AZ. ± Magnetic Declination

مثال: في المضلع أدناه تم قياس الزوايا التالية بطريقة الزاوية إلى اليمين فكانت كالآتي:

$ABC = 88^\circ\ 20'$, $BCD = 250^\circ\ 15'$,

$CDE = 265^\circ\ 25'$, $DEF = 82^\circ\ 10'$

فإذا كان اتجاه الضلع AB = 160° 00" جد اتجاهات الخطوط الأخرى.



الحل: نبدأ من الضلع AB:

أمامي $AB = 160^\circ \rightarrow BA = 160 + 180 = 340^\circ$

$BC = BA + \text{Angle to the right}$

$BC = 340^\circ + 88^\circ\ 20' = 428^\circ\ 20'$

$BC = 428^\circ\ 20' - 360^\circ = 68^\circ\ 20'$

$\rightarrow CB = 68^\circ\ 20' + 180 = 248^\circ\ 20'$

$CD = CB + \text{Angle to the right} = 248^\circ\ 20' + 250^\circ\ 15' = 498^\circ\ 35'$

$\therefore CD = 498^\circ\ 35' - 360 = 138^\circ\ 35' \rightarrow DC = 138^\circ\ 35' + 180 = 318^\circ\ 35'$

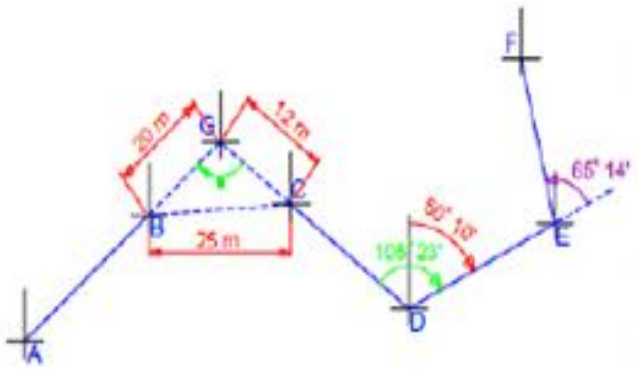
$DE = DC + \text{Angle to the right} = 318^\circ\ 35' + 265^\circ\ 25' = 584^\circ\ 00'$

$\therefore DE = 584^\circ\ 00' - 360 = 224^\circ\ 00 \rightarrow ED = 224^\circ\ 00 - 180 = 44^\circ\ 00'$

$EF = ED + \text{Angle to the right} = 44^\circ\ 00' + 82^\circ\ 10' = 126^\circ\ 10'$

$\therefore$ اتجاهات الأضلاع هي:

$AB = 160^\circ\ 00'$, $BC = 68^\circ\ 20'$, $CD = 138^\circ\ 35'$, $DE = 224^\circ\ 00'$, $EF = 126^\circ\ 10'$



مثال: في المضلع ABCDEF المبين أدناه إذا كان اتجاه الضلع DE = 50° 10'، احسب اتجاه الأضلاع AB, CD, EF.

الحل: الزاوية 65° 14' هي زاوية انحراف يساري من امتداد الضلع السابق DE إلى الضلع اللاحق EF.

الزاوية 105° 23' هي زاوية إلى اليمين من الضلع السابق CD إلى الضلع اللاحق DE مع عقرب الساعة وهي زاوية داخلية.

زاوية θ هي زاوية داخلية مطلوب إيجادها ويتم ذلك باستخدام قانون الجيب وكالآتي:

$25^2 = 20^2 + 12^2 - 2*20*12*\cos\theta \rightarrow \theta = 99° 42' 54'' \approx 99° 43'$

EF = DE – deflection angle to left = 50° 10' – 65° 14' = - 15° 4' +360

∴ EF = 344° 56'

DC = DE + External angle at D = 50° 10' + (360 – Internal angle at D)

DC = 50° 10' + (360 - 105° 23') = 304° 47' = DG

GD = DG – 180 = 304° 47' – 180 = 124° 47' = CD

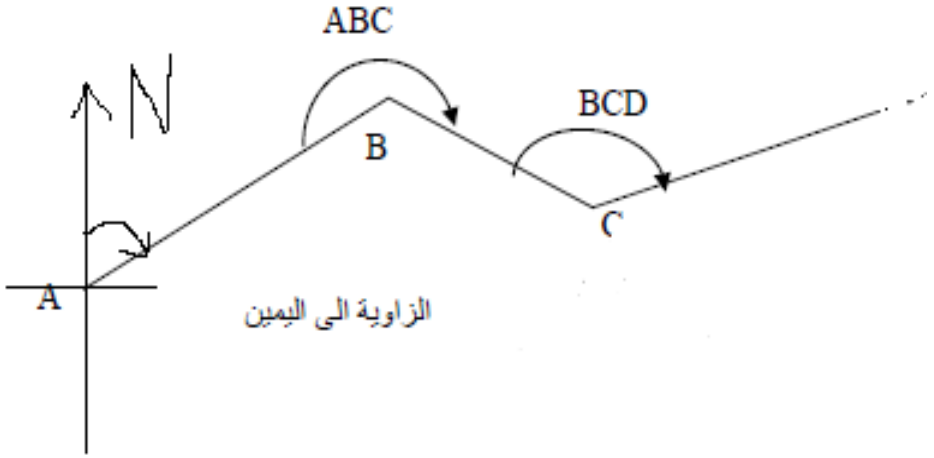
GB = GD + θ = 124° 47' + 99° 43' = 224° 30' = BA

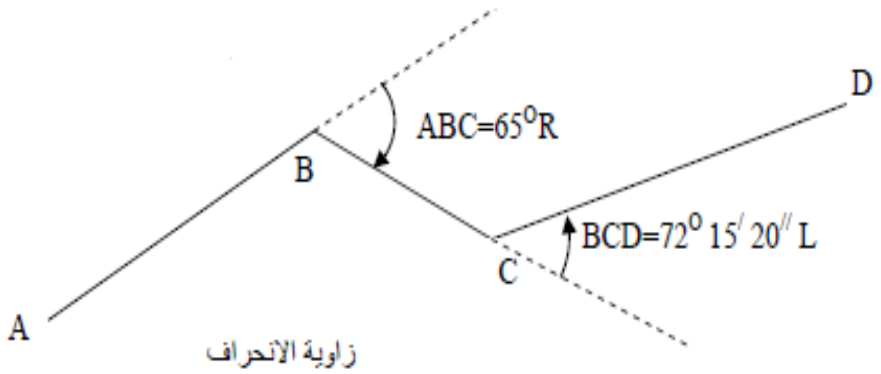
AB = BA – 180 = 224° 30' – 180 = 44° 30'

1. الزاوية الى اليمين "Angle to the right"

وهي عبارة عن الزاوية المقاسة باتجاه عقرب الساعة من الضلع السابق إلى الضلع اللاحق، ولذلك قياسها يتراوح من (0 - 360) .

F. AZ.(لاحق)= B.AZ. (سابق) ± Angle to the right



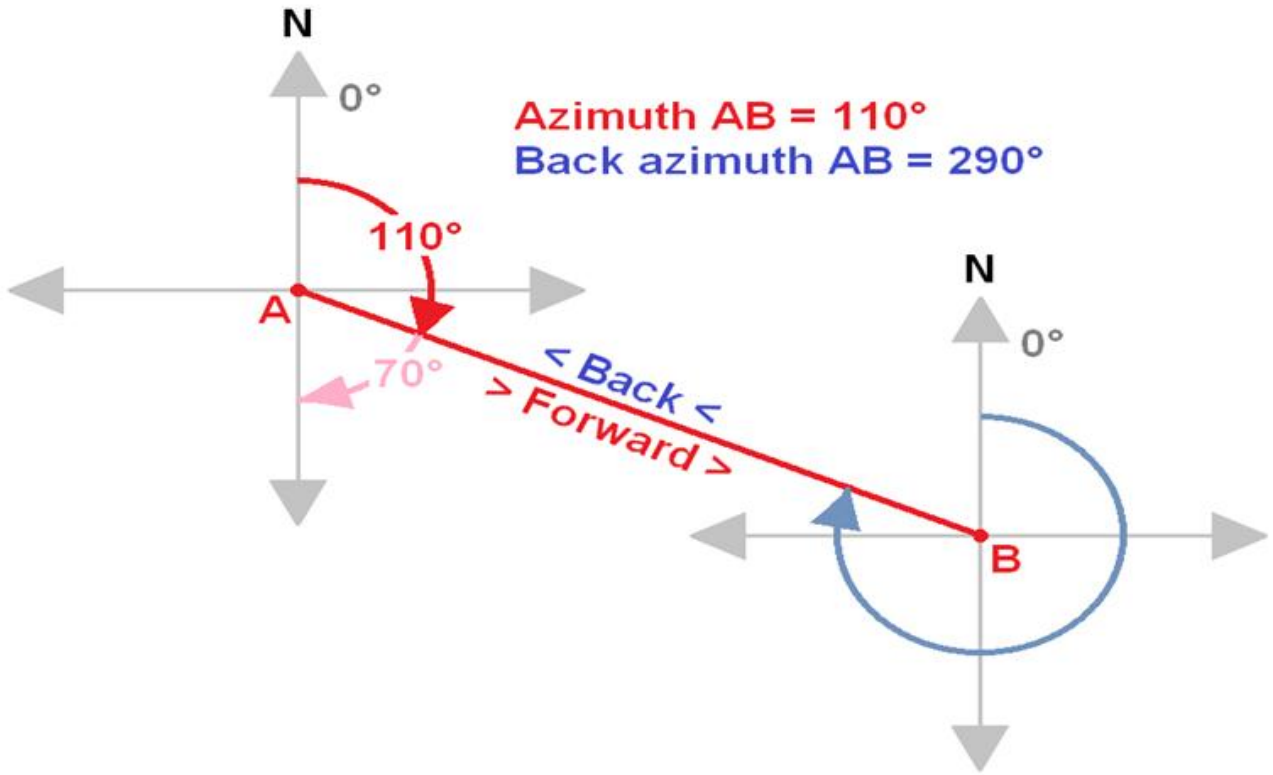


2 . زاوية الانحراف "Deflection Angle"

وهي عبارة عن الزاوية المقاسة من امتداد الضلع السابق الى الضلع اللاحق لذلك تتراوح قيمتها من (0 - 180)

F. AZ.(لاحق)= F.AZ. (سابق) ± D. Angle

العلاقة بينالاتجاه الامامي و الاتجاه الخلفي في النظام الدائري



Backward = Forward ±180

مثال: جرى قياس الزوايا التالية بطريقة الزاوية إلى اليمين فكانت كالآتي:

ABC = 136° 14' 20", BCD = 172° 16' 40", CDE = 96° 37' 10",

DEF = 217° 54' 30", EFG = 81° 10' 20", FGH = 168° 46' 50",

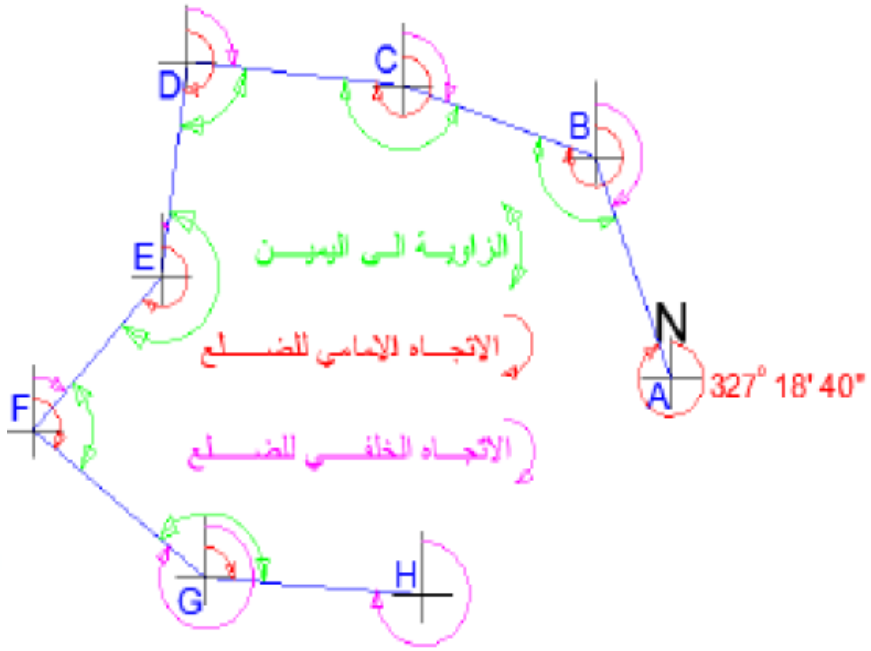
فاذا علمت ان اتجاه الخط AB = 237°18'40"

المطلوب : 1 – رسم تقريبي للمضلع تعين فيه الاتجاهات لكل ضلع وكذلك الزوايا بين الاضلاع

2 – ايجاد اتجاه الخط GH

AB= 327°18'40"

BA= 327°18'40" - 180°



∴ BA = 147° 18' 40"

BC = BA + Angle to the right

BC = 147° 18' 40" + 136° 14' 20" = 283° 33' 00"

∴ CB = 283° 33' 00" – 180 = 103° 33' 00"

CD = 103° 33' 00" + Angle to the right = 103° 33' 00" + 172° 16' 40"

CD = 275° 49' 40" ➔ DC = 275° 49' 40" – 180 = 95° 49' 40"

DE = DC + Angle to the right = 95° 49' 40" + 96° 37' 10" = 192° 26' 50"

∴ ED = 192° 26' 50" – 180 = 12° 26' 50"

EF = ED + Angle to the right = 12° 26' 50" + 217° 54' 30" = 230° 21' 20"

FE = 230° 21' 20" – 180 = 50° 21' 20"

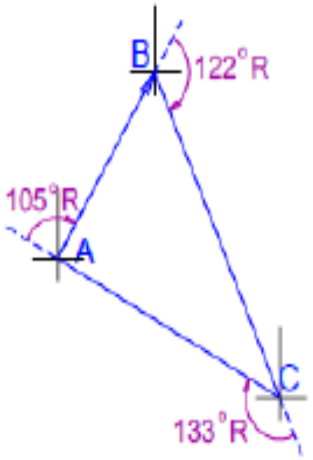
FG = EF + Angle to the right = 50° 21' 20" + 81° 10' 20" = 131° 31' 40"

GF = 131° 31' 40" + 180 = 311° 31' 40"

GH = GF + Angle to the right = 311° 31' 40" + 168° 46' 50" = 480° 18' 30"

∴ GH = 480° 18' 30" – 360 = 120° 18' 30" ← الاتجاه المطلوب

مثال: تم مسح المضلع التالي بطريقة زاوية الانحراف بمعلومية اتجاه الضلع AB = 45° 00' وكانت هذه الزوايا هي: ABC = 122° R, BCA = 133° R, CAB = 105° R المطلوب إيجاد اتجاه CA.



AB = 45° 00'

BC = AB + Def. Angle to R. = 45° + 122° = 167°

CA = BC + Def. Angle to R. = 167° + 133° = 300°

AB = CA + Def. Angle to R. = 300° + 105° = 405°

∴ AB = 405° – 360 = 45° 00' ∴ O.K

مثال: تم قياس الزوايا التالية بطريقة زاوية الانحراف وكانت كالآتي:

Station	From	To	Deflection angle
A	E	B	142° 25' L
B	A	C	135° 40' L
C	B	D	105° 35' R
D	C	F	48° 30' R

فإذا كان اتجاه الضلع EA = 320°، فما هي اتجاهات الأضلاع الأخرى.

الحل:

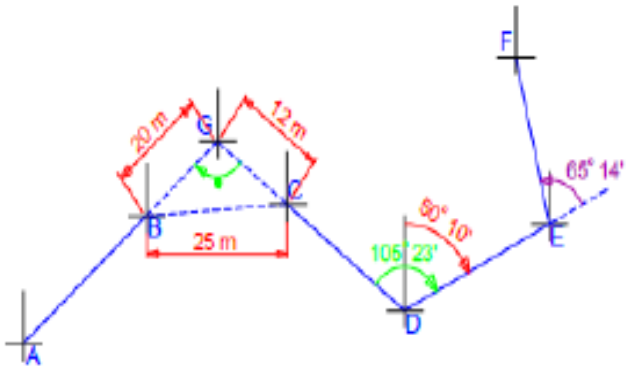
EA = 320° → AB = EA – Deflection angle to left = 320° – 142° 25'

AB =177° 35'

BC = AB – Deflection angle to left = 177° 35' – 135° 40' = 41° 55'

CD = BC + Deflection angle to right = 41° 55' + 105° 35' = 147° 30"

DA = CD + Deflection angle to right = 147° 30' + 48° 30' = 196° 00"



مثال: في المضلع ABCDEF المبين أدناه إذا كان اتجاه الضلع DE = 50° 10'، احسب اتجاه الأضلاع AB, CD, EF.

الحل: الزاوية 65° 14' هي زاوية انحراف يساري من امتداد الضلع السابق DE إلى الضلع اللاحق EF.

الزاوية 105° 23' هي زاوية إلى اليمين من الضلع السابق CD إلى الضلع اللاحق DE مع عقرب الساعة وهي زاوية داخلية.

زاوية θ هي زاوية داخلية مطلوب إيجادها ويتم ذلك باستخدام قانون الجيب وكالآتي:

$25^2 = 20^2 + 12^2 - 2*20*12*\cos\theta \rightarrow \theta = 99° 42' 54'' \approx 99° 43'$

EF = DE – deflection angle to left = 50° 10' – 65° 14' = - 15° 4' +360

∴ EF = 344° 56'

DC = DE + External angle at D = 50° 10' + (360 – Internal angle at D)

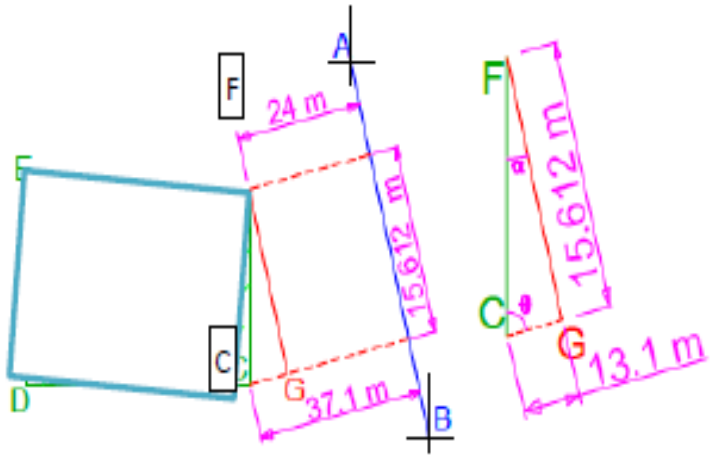
DC = 50° 10' + (360 - 105° 23') = 304° 47' = DG

GD = DG – 180 = 304° 47' – 180 = 124° 47' = CD

GB = GD + θ = 124° 47' + 99° 43' = 224° 30' = BA

AB = BA – 180 = 224° 30' – 180 = 44° 30'

مثال: من خط المسح AB أخذت القياسات الخطية (Offsets) لتثبيت سياج مستطيل الشكل CDEF،



فإذا علمت ان اتجاه الخط AB = 170° 05'، فما هو اتجاه الضلع DE, CD.

الحل: في المثلث CFG القائم الزاوية في G

$$\theta = \tan^{-1}\frac{15.612}{13.1} = 50^\circ$$

$$\alpha = 180 - (90 + \theta) = 40^\circ$$

اتجاه FG = اتجاه AB = 170° 05' (لأن FG يوازي AB)

FC = FG + α = 170° 05' + 40° = 210° 05' ➔ CF = FC – 180 = 30° 05'

الزاوية FCD زاوية قائمة = 90° (لان زوايا المستطيل قائمة)

الزاوية الخارجية = 360° - 90° = 270° (زاوية من اليمين من CF إلى CD)

CD = CF+ Ext. angle to right = 30° 05' + 270° = 300° 05' ➔ DC = 120° 05'

DE = DC – Internal angle to left = 120° 05' – 90 = 30° 05'

Al-Qadisiyah University
Collage of Engineering
Roads and Transport Department

التضليع و المضلعات

Traversing & traverses

Alaa Jaleel Naji

التضليع Traversing

أهم الطرق العلمية في المساحة المستوية لعمل نظام سيطرة افقية في المشاريع الهندسية الإنشائية هي طريقة التضليع، لذلك فان الغرض الأساسي من التضليع هو تحديد الأفقية لنقاط (X,Y) الإحداثيات جديدة معرفة وموزعة بشكل جيد في موقع المشروع.

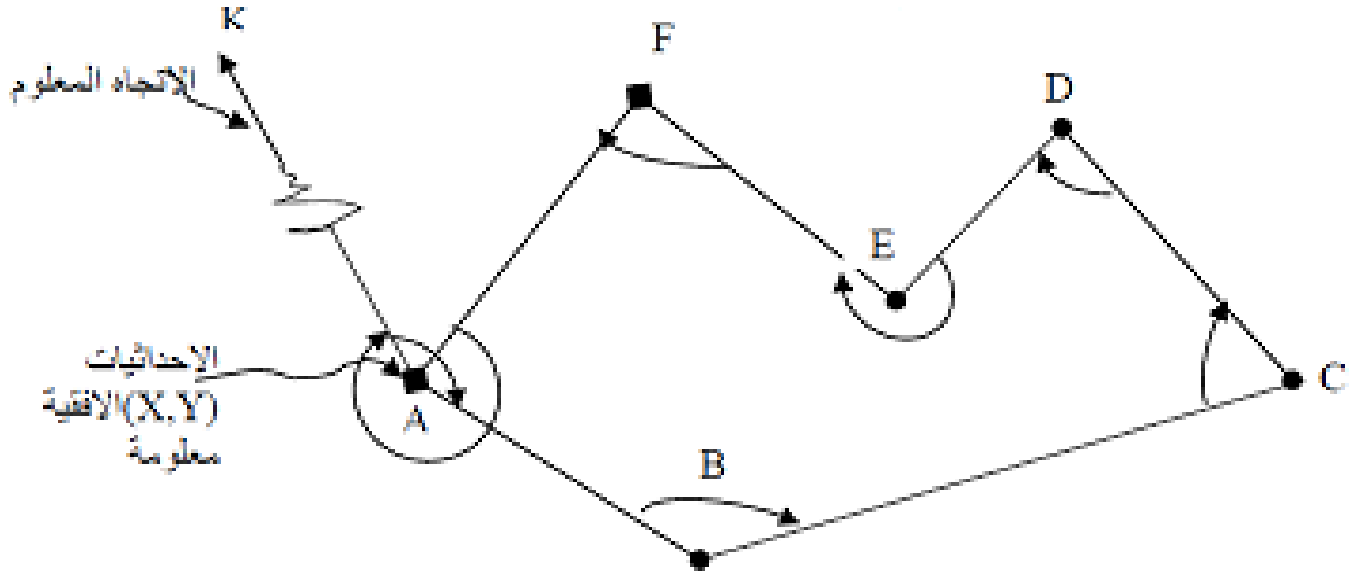
المضلعات Traverses

هو ربط مجموعة من النقاط الارضية و التي تسمى نقاط السيطرة الاساسية و التي تكون ذات احداثيات معينة مع بعضها البعض الاخر بواسطة خطوط معينة تسمى اضلاع المضلع، بحيث ارتباط هذه الضلاع مع بعضها يؤدي الى تكوين حدود لمنطة مساحية (ارض خدمية، ارض زراعية، ..... الخ) و بالتالي حدود المضلع تكون ذات اتجاهات معينة و اطوال معينة يمكن الايتفادة منها في ايجاد الاحداثيات لنقاط السيطرة، تحصر هذه الخطوط مع بعضها زوايا (زوايا الى اليمين او زوايا انحراف) يستفاد منها في معرفة اتجاهات الاضلاع الاخرى عند توفر اتجاه ضلع واحد.

أنواع المضلعات Types of traverses

اولا: المضلع المغلق closed Traverse-loop Traverse

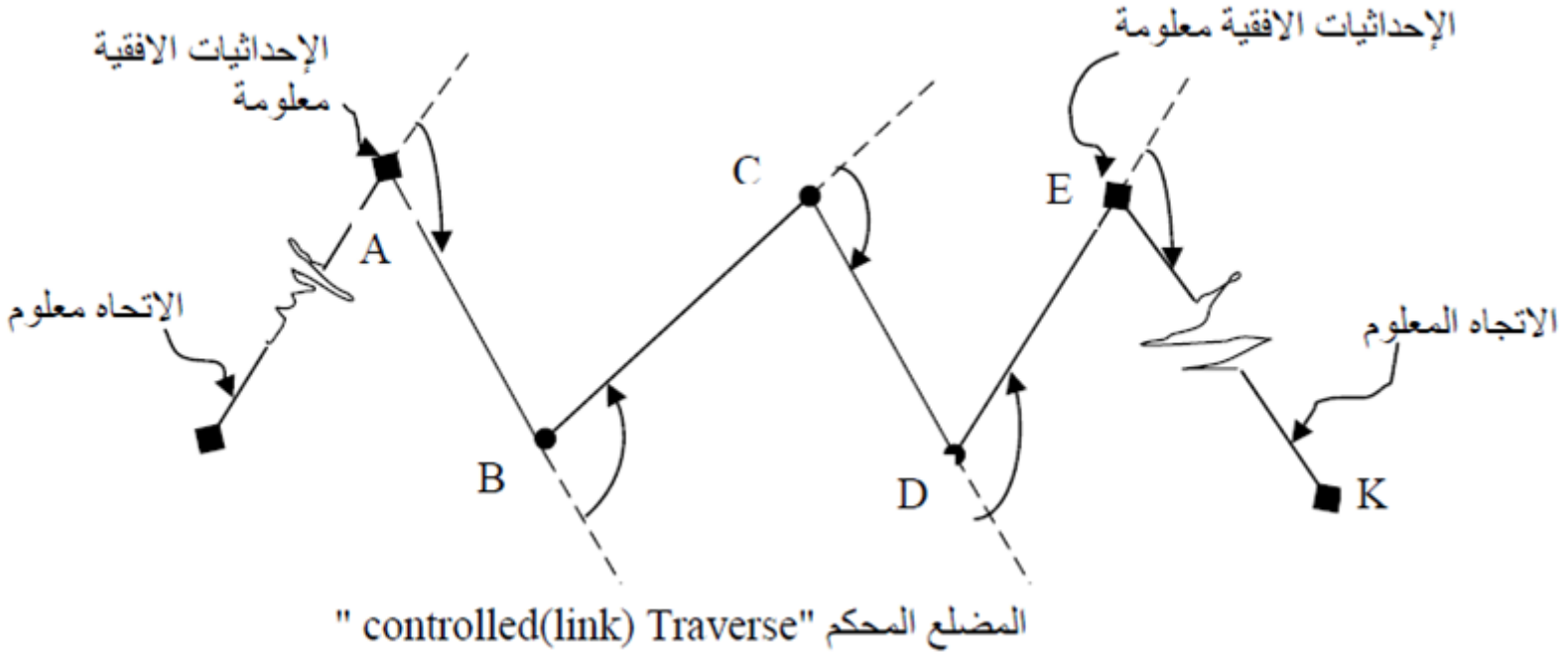
يبدأ المضلع بنقطة معلومة الإحداثيات الأفقية (نقطة سيطرة أفقية) وينتهي بنفس النقطة البداية وذلك بهدف السيطرة على احتمالية حصول أخطاء معينة في اطوال الاضلاع او اتجاهاتها او الزوايا الافقية او في تعين احداثياتها بدقة، في هذا النوع من المضلعات يتوفر اتجاه ضلع معلوم و يعتبر من افضل انواع المضلعات يستخدم عندما تكون هناك سهولة بالعمل الحقلي تسمح بالعودة للنقطة التي بدأ منها المضلع، التصحيح الذي يجري على هذا المضلع يشمل (الاتجاهات، الزوايا و الاحداثيات).



المضلع المغلق "loop Traverse"

ثانيا: المضلع المحكم (closed Traverse-controlled(link) Traverse)

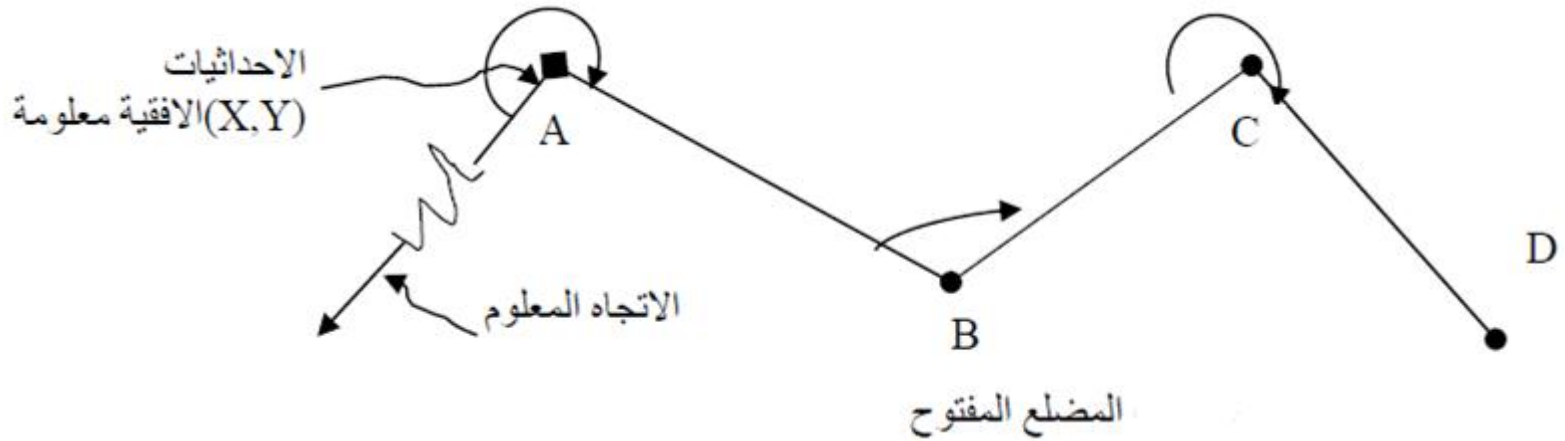
يبدأ هذا المضلع بنقطة معلومة الاحداثيات و ينتهي بنقطة معلومة الاحداثيات و اتجاه معلوم او اتجاهين،احتمال حصول الاخطاء واردة و يمكن تصحيحه بطرق معينة يشمل التصحيح (الاتجاهات و الزوايا) و يستخدم هذا النوع عندما يكون من الصعوبة العودة الى نقطة البداية و مطلوب دقة عالية.



المضلع المحكم "controlled(link) Traverse"

ثالثا: المضلع المفتوح Open traverse

يبداء المضلع بنقطة معلومة الاحاثيات و ينتهي بنقطة مجهولة الاحداثيات و يوجد اتجاه ضلع واحد معلوم، تكون الاخطاء في هذا النوع من المضلعات اكبر من النوعين السابقين و اذا حصل خطأ معين لا يمكن تصحيحه و يسمى ايضا المضلع الحر او غير المقيد.



المضلع المفتوح

الاحداثيات Coordinates

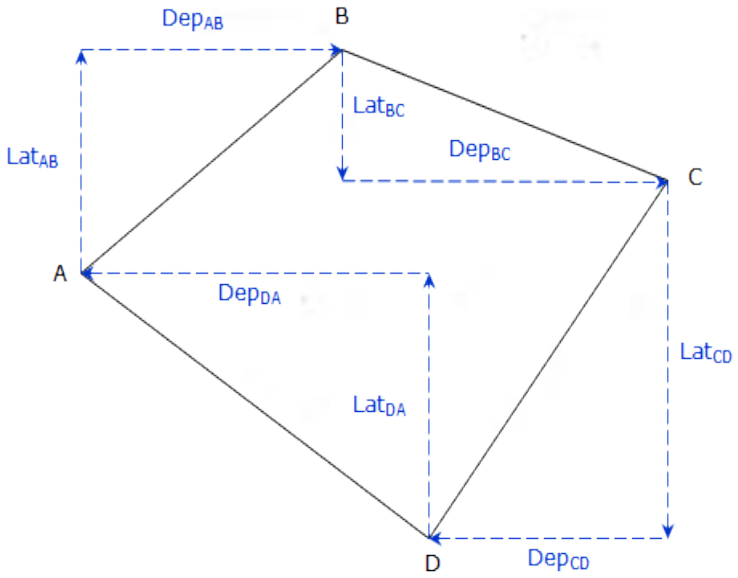
و هي واحدة من اهم العمليات المساحية، الغرض منها تعيين مواقع النقاط الارضية في المستوي نسبة الى المحاور الاعتيادية (X,Y)، ان نقاط المضلع (نقاط السيطرة) تملك احداثيات معينة نسبة الى المحاور الاعتيادية و نسبة الى نقطة اصل معلومة الاحداثيات، تتم تعين الاحداثيات على مبدا التشريق و التشميل.

التشميل Northing

هو مسقط اي ضلع من المضلع نسبة الى الشمال North، هذا المسقط يسمى المركبة الرأسية للضلع Latitude و يرمز له احيانا ΔN.

التشريق Easting

هو مسقط اي ضلع من المضلع نسبة الى الشرق East، هذا المسقط يسمى المركبة االافقية للضلع Departureو يرمز له احيانا ΔE.



$$\text{Latitude (Lat)} = L \cos Az.$$

$$\text{Departure (Dep)} = L \sin Az.$$

حيث ان:

L = طول الضلع المطلوب حساب Lat, Dep له.

Az. = الاتجاه الدائري الكامل للضلع (من الشمال مع عقرب الساعة) وحسب الأرباع السابقة.

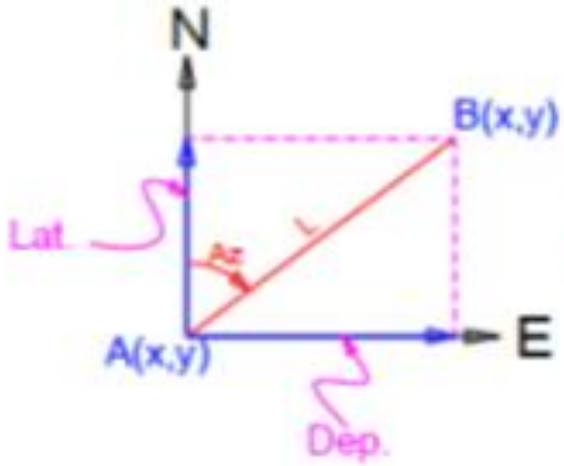
Lat = المركبة الرأسية للضلع (مع الإشارة)

Dep = المركبة الأفقية للضلع (مع الإشارة)

- إشارة Lat, Dep تعتمد على Az. وقيمة الدالة المثلثية (sin, cos) الخاصة به.

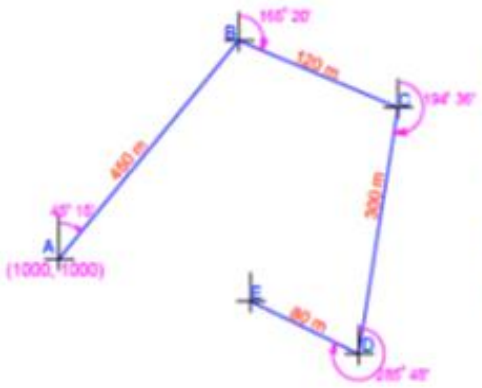
وعندما يراد استخراج إحداثيات نقطة لاحقة:

$$x_{(\text{لاحق})} = x_{(\text{سابق})} \pm \text{Dep.} \qquad \& \qquad y_{(\text{لاحق})} = y_{(\text{سابق})} \pm \text{Lat.}$$



مثال: للمضلع أدناه، جد إحداثيات النقاط B, C, D, E إذا كانت

إحداثيات النقطة A = (1000, 1000) m



Line AB

Dep.=L sin Az.=450 sin 45° 15'= 319.6 m

Lat.=L cos Az.=450 cos 45° 15'= 316.8 m

$x_B = x_A$ + Dep.= 1000 + 319.8=1319.8

$y_B = y_A$ + Lat.= 1000 + 316.8=1316.8

B (1319.8, 1316.8) m

Line BC

Dep. = L sin Az. = 120 sin 165° 20' = 30.4 m

Lat. = L cos Az. = 120 cos 165° 20' = -116.09 m

$x_C = x_B$ + Dep.= 1319.8 + 30.4 = 1350 m

$y_C = y_B$ + Lat.= 1316.8 – 116.09 = 1200.71 m

C (1350, 1200.71) m

Line CD

Dep. = L sin Az. = 300 sin 194° 36' = - 75.62 m

Lat. = L cos Az. = 300 cos 194° 36' = - 290.31 m

$x_D = x_C$ + Dep.= 1350 – 75.62 = 1274.38 m

$y_D = y_C$ + Lat.= 1200.71 – 290.31 = 910.4 m

D (1274.38, 910.4) m

Line DE

Dep. = L sin Az. = 80 sin 285° 48' = - 76.98 m

Lat. = L cos Az. = 80 cos 285° 48' = 21.78 m

$x_E = x_D$ + Dep.= 1274.38 – 76.98 = 1197.4 m

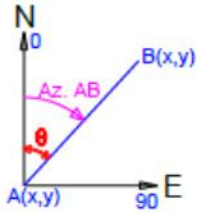
$y_E = y_D$ + Lat.= 910.4 + 21.78 = 932.18 m

E (1197.4, 932.18) m

ملاحظة: إذا كان طول الضلع واتجاهه مجهولان والمعلوم هو إحداثيات نقاطه، فيمكن إيجاد طول الضلع والاتجاه باستخدام القانون التالي:

$$L_{AB} = \sqrt{(\Delta x)^2 + (\Delta y)^2}$$ where: $\Delta x = x_B - x_A$, $\Delta y = y_B - y_A$

$$\theta = \tan^{-1}\frac{\Delta x}{\Delta y}$$

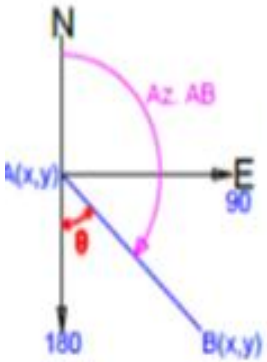


حيث ان الزاوية θ هي الزاوية المحصورة بين الشاقول والخط المطلوب إيجاد اتجاهه، ويستفاد من هذه الزاوية في حساب اتجاه الضلع Azimuth.

$\Delta x = x_B - x_A$ ➔ $\Delta x = +$

$\Delta y = y_B - v_A$ ➔ $\Delta v = +$

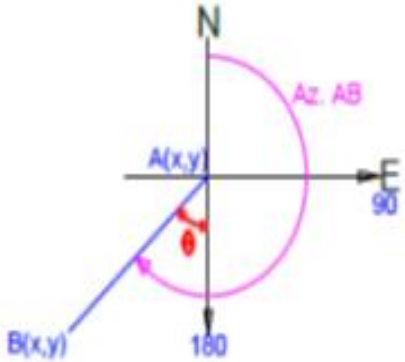
$$\theta = \tan^{-1}\frac{\Delta x}{\Delta y} \Rightarrow \theta = + \rightarrow \theta = \text{Az. AB}$$



$\Delta x = x_B - x_A \rightarrow \Delta x = +$

$\Delta y = y_B - y_A \rightarrow \Delta y = -$

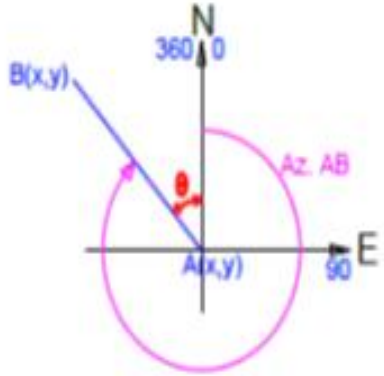
$\theta = \tan^{-1}\frac{\Delta x}{\Delta y} \Rightarrow \theta = - \rightarrow \text{Az. AB} = 180 - \theta$



$\Delta x = x_B - x_A \rightarrow \Delta x = -$

$\Delta y = y_B - y_A \rightarrow \Delta y = -$

$\theta = \tan^{-1}\frac{\Delta x}{\Delta y} \Rightarrow \theta = + \rightarrow \text{Az. AB} = 180 + \theta$

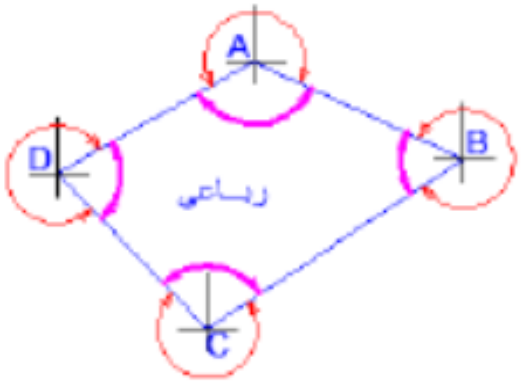


$\Delta x = x_B - x_A \rightarrow \Delta x = -$

$\Delta y = y_B - y_A \rightarrow \Delta y = +$

$\theta = \tan^{-1}\frac{\Delta x}{\Delta y} \Rightarrow \theta = - \rightarrow \text{Az. AB} = 360 - \theta$

الزوايا الداخلية و الخارجية للمضلع



ان قيم كل من الزوايا الداخلية والخارجية في المضلع هي:

مجموع الزوايا القياسية الداخلية $\sum \text{Internal Standard Angles} = (n-2)*180$

مجموع الزوايا القياسية الخارجية $\sum \text{External Standard Angles} = (n+2)*180$

حيث ان n تمثل عدد الأضلاع أو عدد الزوايا

كل ركن من أركان المضلع يحتوي على زاوية داخلية وزاوية خارجية بحيث ان:

لكل ركن من أركان المضلع: الزاوية الداخلية + الزاوية الخارجية = $360°$

مثال: إذا كان اتجاه الأضلاع في المضلع ABCDA كما يأتي:

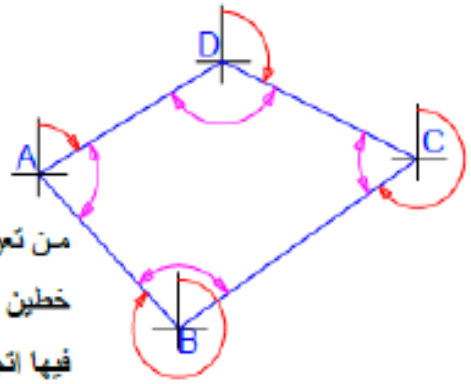
AB = 130° 14', BC = 50° 20', CD = 305° 15', DA = 220° 10'

احسب الزوايا الداخلية للمضلع؟

الحل: يجب أولاً رسم المضلع بشكل تقريبي اعتماداً على الاتجاهات المعطاة.

من الاتجاهات الأمامية المعطاة يمكن استخراج قيم الاتجاهات الخلفية وكما يلي:

Line	Forward Dir.	Backward Dir.
AB	130° 14'	310° 14'
BC	50° 20'	230° 20'
CD	305° 15'	125° 15'
DA	220° 10'	40° 10'



من تعريف الزاوية الأفقية هي المدى المحصور بين اتجاهي خطين من نفس النقطة، لذلك نلاحظ كل نقطة من المضلع سيكون فيها اتجاهين للرصد، ان فرق هذين الاتجاهين يعطي زاوية قد تكون داخلية أو خارجية حسب الرسم أعلاه.

Point	خطوط الرصد	اتجاه خط الرصد	الزاوية الداخلية = أمامي – خلفي
A	أمامي AB	130° 14'	130° 14' - 40° 10' = 90° 4'
	خلفي AD	40° 10'	
B	أمامي BC	50° 20'	50° 20' - 310° 14' = - 259° 54' + 360 = 100° 6'
	خلفي BA	310° 14'	
C	أمامي CD	305° 15'	305° 15' - 230° 20' = 74° 55'
	خلفي CB	230° 20'	
D	أمامي DA	220° 10'	220° 10' - 125° 15' = 94° 55'
	خلفي DC	125° 15'	

للتحقق من الحسابات يجب جمع الزوايا التي تم الحصول عليها من الحسابات ويجب أن تساوي [(n-2)*180]

360° = [(4-2)*180] = 2)*180]

مجموع الزوايا = 94° 55' + 74° 55' + 100° 6' + 90° 4' = 360° ∴O.K

Al-Qadisiyah University
Collage of Engineering
Roads and Transport Department

تصحيح المضلعات

traverses Correcting

Alaa Jaleel Naji

تصحيح المضلعات

في المضلعات المفتوحة لا يوجد اي نوع من التصحيح اما المضلعات المغلقة لكل نوع هناك عمليات تصحيح معينة.

المضلع المحكم: في المضلع المحكم تتوفر المعطيات التالية:

- اتجاه Azimuth ضلعين و عادة يكون الضلع الاول و الاخير.
- الزوايا الافقية مابين الاضلاع، تكون اما زاوية الة اليمين او زاوية الانحراف.
- احداثيات نقطتين في المضلع، النقطة الاولى و الاخيرة.
- اطوال اضلاع المضلع.

لاجراء عملية التصحيح في المضلع، بواسطة اتجاه الضلع الاول المعلوم نقوم بحساب اتجاه جميع الاضلاع الاخرى للمضلع بطريقة (الزاوية لليمين او زاوية الانحراف) من ضمنها اتجاه المضلع الاخير (المعلوم الاتجاه)، فاذا كانت القيمة المحسوبة للضلع الاخير مساوية لقيمة الضلع المعطاة فان اتجاه جميع اضلاع المضلع صحيحة.

اما اذا كانت القيمة المحسوبة للضلع الاخير غير مساوية لقيمة الضلع المعطاة فان اتجاه جميع اضلاع المضلع تحتاج تصحيح و هناك خطأ يسمى الخطأ الزاوي Angular Error و يحسب من المعادلة التالية:

Angular Error = Calculated AZ. _ Given AZ.

يتم توزيع قيمة الخطأ الزاوي Angular Error على اضلاع المضلع بشكل تراكمي بحيث تصحيح اتجاه الضلع الاول مساوي للصفر و تصحيح الضلع الاخير مساوي لقيمة الخطأ الزاوي و يكون ال تصحيح عكس الاشارة.

Angular Error for one side = Angular Error * $\frac{k-1}{n-1}$

K = تسلسل الضلع من الاول الى الاخير.

n = عدد اضلاع المضلع.

يتم تصحيح الاتجاهات باستخدام المعادلة التالية:

الاتجاه المصحح للضلع = الاتجاه المحسوب + مقدار التصحيح (عكس اشارة الخطأ)

لاجراء عملية التصحيح لاحداثيات نقاط المضلع، بواسطة التقطة الاولى المعلومة نقوم بحساب احداثيات جميع نقاط المضلع الاخرى من ضمنها النقطة الاخيرة للمضلع (المعلومة)، فاذا كانت القيمة المحسوبة لاحداثيات النقطة الاخيرة مساوية لقيمة النقطة المعطاة فان احداثيات جميع نقاط المضلع صحيحة، اما اذا كانت القيمة المحسوبة للنقطة الاخيرة غير مساوية لقيمة النقطة المعطاة فان احداثيات جميع نقاط المضلع تحتاج تصحيح و هناك خطأ يسمى الخطأ الاحداثي و يحسب من المعادلة التالية:مجموع المسافات الكلية

Error in Coordinate (X) = Calculated (X) _ Given (X)

Error in Coordinate (Y) = Calculated (Y) _ Given (Y)

لحساب مقدار التصحيح لكل نقطة نستخدم قانون البوصلة Compass Rule

مقدار التصحيح =Error in Coordinate * $\frac{\text{المسافة الافقية بين النقطة المجهولة و النقطة المعلومة}}{\text{مجموع المسافات الكلية}}$

الاحداثي

يتم حساب الاحداثيات المصححة حسب المعادلة التالية:

Corrected Coordinate (X,Y)= (مقدار التصحيح الاحداثي *- 1) + Error in Coordinate (x,y)

مثال: في الشكل التالي، تم قياس الزوايا التالية بطريقة الزاوية إلى اليمين فكانت كالآتي:

ABC = 88° 20', BCD = 250° 15', CDE = 265° 25', DEF = 82° 10'

فإذا كان اتجاه الضلع AB = 160° 00'، EF = 126° 14' وكانت أطوال الأضلاع BC = 100 m, CD = 100 m, DE = 120 m وكانت إحداثيات النقطة B(1000,1000)، E(1075.7,875.7)

أ. احسب الإحداثيات المصححة للنقطتين D, C

ب. استخرج طول واتجاه الضلع BE

ت. إذا كانت المسافة من النقطة B إلى الركن رقم 1 تساوي 35 m والزاوية إلى اليمين CB1=42°

استخرج إحداثيات الركن رقم 1.

F. AZ. (لاحق) = F.AZ. (سابق) + D. Angle

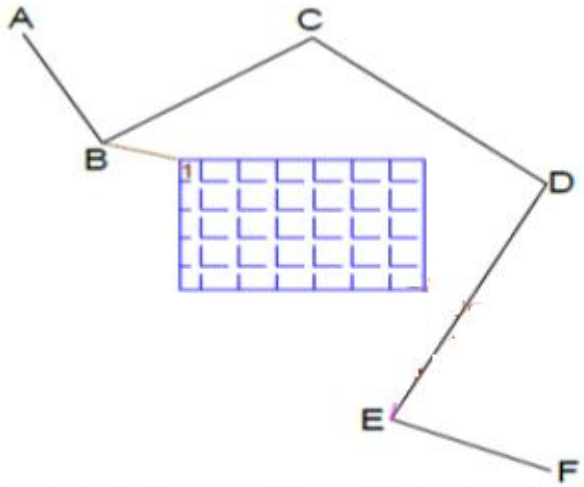
F. AZ. (لاحق) = B.AZ. (سابق) + A. Right

Backward = Forward ± 180

الحل:

الفرع أ:

١. إيجاد اتجاهات جميع الأضلاع إبتداءاً من الضلع AB.



AB = 160° 00' → BA = 340°

BC = BA + ABC = 340 + 88° 20'

BC = 428° 20' – 360 = 68° 20'

CB = 68° 20' + 180 = 248° 20'

CD = CB + BCD

= 248° 20' + 250° 15' = 498° 35'

∴ CD = 138° 35' → DC = 318° 35'

DE = DC + CDE = 318° 35' + 265° 25' = 584° 00'

∴ DE = 224° 00' → ED = 44° 00'

$EF = ED + DEF = 44° 00' + 82° 10' = 126° 10'$

Angular Error = Calculated Az. EF – Given Az. EF

$= 126° 10' – 126° 14' = – 0° 4'$

٢. توزيع الخطأ الزاوي على الأضلاع:

$n = 5$ (عدد الأضلاع)

Angular Error $= – 0° 4'$ $K = 1, 2, 3, 4, 5$

مقدار التصحيح $(AB) = – 0° 4' * \frac{1-1}{5-1} = 0$

مقدار التصحيح $(BC) = – 0° 4' * \frac{2-1}{5-1} = – 0° 1'$

مقدار التصحيح $(CD) = – 0° 4' * \frac{3-1}{5-1} = – 0° 2'$

مقدار التصحيح $(DE) = – 0° 4' * \frac{4-1}{5-1} = – 0° 3'$

مقدار التصحيح $(EF) = – 0° 4' * \frac{5-1}{5-1} = – 0° 4'$

٣. اتجاهات الأضلاع المصححة:

الاتجاه المصحح $AB = 160° + 0 = 160°$

الاتجاه المصحح $BC = 68° 20' + (– 0° 1'*–1) = 68° 21'$

الاتجاه المصحح $CD = 138° 35' + (– 0° 2'*–1) = 138° 37'$

الاتجاه المصحح $DE = 224° 00' + (– 0° 3'*–1) = 224° 03'$

الاتجاه المصحح $EF = 126° 10' + (– 0° 4'*–1) = 126° 14'$

٤. إيجاد إحداثيات النقاط C, D, E إبتداءاً من نقطة B (1000, 1000):

Line BC:

L = 100 m, Az = 68° 21'

Dep. = L sin Az. = 100 sin 68° 21' = 92.945 m

Lat. = L cos Az. = 100 cos 68° 21' = 36.894 m

$x_C = x_B$ + Dep.= 1000 + 92.945 = 1092.945 m

$y_C = y_B$ + Lat.= 1000 + 36.894 = 1036.894 m

C (1092.945, 1036.894) m

Line CD:

L = 100 m, Az = 138° 37'

Dep. = L sin Az. = 100 sin 138° 37' = 66.11 m

Lat. = L cos Az. = 100 cos 138° 37' = - 75.03 m

$x_D = x_C + Dep. = 1092.945 + 66.11 = 1159.055$ m

$y_D = y_C + Lat. = 1036.894 - 75.03 = 961.864$ m

D (1159.055, 961.864) m

Line DE:

L = 120 m, Az = 224° 3'

Dep. = L sin Az. = 120 sin 224° 3' = - 83.434 m

Lat. = L cos Az. = 120 cos 224° 3' = - 86.248 m

$x_E = x_D + Dep. = 1159.055 - 83.434 = 1075.62$ m

$y_E = y_D + Lat. = 961.864 - 86.248 = 875.615$ m

E (1075.62, 875.615) m

لكن إحداثيات نقطة E المعطاة في السؤال هي (1075.7, 875.7) ← ∴ هنالك خطأ في الإحداثي السيني وخطأ في الإحداثي الصادي.

Error in x-coordinate = 1075.62 – 1075.7 = - 0.08 m

Error in y-coordinate = 875.615 – 875.7 = - 0.085 m

٥. توزيع خطأ الإحداثي السيني والصادي على إحداثيات النقاط B, C, D, E باستخدام قانون البوصلة.

Point B:

مقدار تصحيح الإحداثي السيني x = $- 0.08 * \frac{0}{320} = 0$

مقدار تصحيح الإحداثي الصادي y = $- 0.085 * \frac{0}{320} = 0$

Point C:

مقدار تصحيح الإحداثي السيني x = $- 0.08 * \frac{100}{320} = - 0.025$ m

مقدار تصحيح الإحداثي الصادي y = $- 0.085 * \frac{100}{320} = - 0.026$ m

Point D:

مقدار تصحيح الإحداثي السيني x = - 0.08 * $\frac{200}{320}$ = - 0.05 m

مقدار تصحيح الإحداثي الصادي y = - 0.085 * $\frac{200}{320}$ = - 0.053 m

Point E:

مقدار تصحيح الإحداثي السيني x = - 0.08 * $\frac{320}{320}$ = - 0.08 m

مقدار تصحيح الإحداثي الصادي y = - 0.085 * $\frac{320}{320}$ = - 0.085 m

٦. حساب الإحداثيات المصححة للنقاط باستخدام قانون التصحيح التالي:

B (1000, 1000) m

Point C:

Correct (x) = 1092.945 + [-0.025 * -1] = 1092.97 m

Correct (y) = 1036.894 + [-0.026 * -1] = 1036.92 m

∴ C (1092.97, 1036.92) m

Point D:

Correct (x) = 1159.055 + [-0.05 * -1] = 1159.105 m

Correct (y) = 961.864 + [-0.053 * -1] = 961.917 m

∴ D (1159.105, 961.917) m

Point E:

Correct (x) = 1075.62 + [-0.08 * -1] = 1075.7 m

Correct (y) = 875.615 + [-0.085 * -1] = 875.7 m

∴ E (1075.7, 875.7) m

إلى هنا تم حل الجزء الأول من السؤال فرع (أ)

الفرع (ب) إيجاد طول الخط BE واتجاهه:

B (1000, 1000), E (1075.7, 875.7)

$\Delta x = x_E - x_B$ ➔ $\Delta x = 1075.7 - 1000 = 75.7$ m

$\Delta y = y_E - y_B$ ➔ $\Delta y = 875.7 - 1000 = -124.3$ m

$$L_{BE} = \sqrt{(\Delta x)^2 + (\Delta y)^2} = \sqrt{(75.7)^2 + (-124.3)^2} = 145.537\text{m}$$

$$\theta_1 = \tan^{-1}\frac{\Delta x}{\Delta y} = \tan^{-1}\frac{75.7}{-124.3} \quad \Rightarrow \theta = -31^\circ\ 20'\ 31''$$

➔ Az. AK = 180 - θ_1 = 148° 39' 29"

الفرع (ت) من السؤال: إلى اليمين BC = 68° 21'; CB1 = 42°

BC = 68° 21' + 42° = 110° 21' = B1

∴ طول الضلع B1 = 35 متر ، اتجاه الضلع B1 = 110° 21'

Dep. = L sin Az = 35 sin 110° 21' = 32.815 m

Lat. = L cos Az = 35 cos 110° 21' = - 12.171 m

$x_1 = x_B$ + Dep.= 1000 + 32.815 = 1032.815 m

$y_D = y_K$ + Lat.= 1000 – 12.171 = 987.829 m

∴ 1 (1032.815, 987.829) m

المضلع المغلق: في المضلع المغلق احتمالية حصول خطأ في عملية التضليع قد ياخذ نطاق اوسع من المضلع المحكم، اذ ان الخطأ الحاصل قد يكون على النحو التالي :

- اخطاء في قيم الاتجاه الدائري Azimuth للاضلاع.
- اخطاء في قيم الزوايا الافقية مابين الاضلاع(داخلية او خارجية).
- اخطاء في احداثيات النقاط الارضية في المضلع.

يتم التعامل مع هذه الاخطاء و تصحيحها بالشكل التالي:

اولا:اخطاء الزوايا الافقية: في هذا النوع من المضلعات تعطى الزوايا الافقية (داخلية او خارجية) في السؤال لغرض استخراج اتجتهات الاضلاع او تستخرج من الفرق في اتجاهات الاضلاع، يتم حساب مجموع الزوايا الداخلية او الخارجية للمضلع و مقارنتها بالمعادلات التالية:

مجموع الزوايا القياسية الداخلية $\sum \text{Internal Standard Angles} = (n-2)*180$

مجموع الزوايا القياسية الخارجية $\sum \text{External Standard Angles} = (n+2)*180$

فاذا كانت المجموع الكلي للزوايا المحسوبة مساوي لمجموع الزوايا القياسية، يعني ذلك ان الزوايا المحسوبة في المضلع صحيحة. اما اذا كان هناك اختلاف بين القيم المحسوبة و القيم القياسية القيمة المحسوبة للضلع الاخير غير مساوية لقيمة الضلع المعطاة فان اتجاه جميع اضلاع المضلع تحتاج تصحيح و هناك خطأ يسمى الخطأ الزاوي Angular Error و يحسب من المعادلة التالية:

Error in Angles = ∑ Calculated Angles _ ∑ Given Angles

يوزع مقدار الخطأ الزاوي على عدد زوايا المضلع

مقدار تصحيح كل زاوية $= \frac{Error\ in\ Angles}{no.\ of\ Angles}$

تحسب القيم الصحيحة لكل زاوية من المعادلة التالية:

Correct Angle = Calculated Angles +(مقدار التصحيح * -1)

ثانيا: اخطاء اتجاهات الاضلاع Azimuth

تعطى اتجاهات المضلع مباشرة في السؤال او تحسب من خلال الزوايا الافقية، لذلك عملية تصحيح الزوايا الافقية تسبق تصحيح اتجاهات الاضلاع، فاذا كانت الزوايا الافقية صحيحة او مصححة فان الاتجاهات تكون صحيحة.

ثالثا:اخطاء الاحداثيات

بعد اجراء عملية تصحيح اتجاهات المضلع و اطوال اضلاعه (اخطاء شريط القياس) يتم حساب احداثيات اركان المضلع اعتمادا على المركبات الافيقية و الراسية Lat.& Dep. و يجري التاكد من صحة الاحداثيات كالتالي:

$$\Sigma \text{ Lat.} = 0 \quad \& \quad \Sigma \text{ Dep.} = 0$$

اذا كان مجموع المركبات الرأسية و الافقية لا يساوي صفر، فهذا يعني وجود خطأ في الاحداثيات و يجري تصحيحه باستخدام احد القوانين التالية:

قانون البوصلة Compass Rule

مقدار تصحيح المركبة=Error in (Lat. & Dep.)* $\frac{L}{\sum L}$

Correct (Lat. & Dep.)= Calculated (Lat. & Dep.)+(مقدار تصحيح * -1)

L = طول الضلع المراد تصحيحه.

Σ L = مجموع اطوال اضلاع المضلع المغلق.

قانون الترانزيت Transit Role

مقدار تصحيح (Dep.)=Error in (Dep.)* $\frac{|Dep.|}{\sum|Dep.|}$

مقدار تصحيح (Lat.)=Error in (Lat.)* $\frac{|Lat.|}{\sum|Lat.|}$

Correct (Lat. & Dep.)= Calculated (Lat. & Dep.)+(مقدار تصحيح * -1)

مثال: اوجد الإحداثيات الصحيحة للنقاط B, C, D, E, F إذا كانت إحداثيات النقطة A(1000,1000) وكانت أطوال الأضلاع واتجاهاتها كما في الجدول أدناه:

الخط	الطول(m)	Azimuth
AB	405.24	106° 20' 00"
BC	336.6	57° 54' 30"
CD	325.13	335° 29' 00"
DE	212.91	219° 29' 00"
EF	252.19	266° 55' 00"
FA	237.69	219° 40' 00"

الحل:

الخط	الطول(m)	Azimuth	Dep = L sin Az.	Lat = L cos Az.
AB	405.24	106° 20' 00"	388.885	- 113.964
BC	336.6	57° 54' 30"	385.167	178.827
CD	325.13	335° 29' 00"	- 134.915	295.816
DE	212.91	219° 29' 00"	- 135.379	- 164.326
EF	252.19	266° 55' 00"	- 251.825	- 13.565
FA	237.69	219° 40' 00"	- 151.722	- 182.967
Σ	1769.76		0.211	- 0.179

بما ان المجموع الجبري للمركبة الرأسية والمركبة الأفقية لا يساوي صفر

∴ هنالك خطأ في كلا المركبتين ← يتم استعمال إحدى الطريقتين السابقتين لغرض إجراء التصحيح.

تصحيح المركبات الأفقية Dep.:

Line AB: مقدار تصحيح المركبة (مع الإشارة) $= 0.211 * \frac{405.24}{1769.76} = 0.048$

Line BC: مقدار تصحيح المركبة (مع الإشارة) $= 0.211 * \frac{336.6}{1769.76} = 0.04$

Line CD: مقدار تصحيح المركبة (مع الإشارة) $= 0.211 * \frac{325.13}{1769.76} = 0.0387$

Line DE: مقدار تصحيح المركبة (مع الإشارة) $= 0.211 * \frac{212.91}{1769.76} = 0.0254$

Line EF: مقدار تصحيح المركبة (مع الإشارة) $= 0.211 * \frac{252.19}{1769.76} = 0.03$

Line FA: مقدار تصحيح المركبة (مع الإشارة) $= 0.211 * \frac{237.69}{1769.76} = 0.0283$

∴ المركبات الأفقية المصححة:

AB = 388.885 + [0.048 * -1] = 388.837 m

BC = 285.167 + [0.04 * -1] = 285.127 m

CD = - 134.915 + [0.0387 * -1] = - 134.945 m

DE = - 135.379 + [0.0254 * -1] = - 135.405 m

EF = - 251.825 + [0.03 * -1] = - 251.855 m

FA = - 151.722 + [0.0283 * -1] = - 151.75 m

Σ = 0.00

تصحيح المركبات الزاوية:

Line AB: مقدار تصحيح المركبة (مع الإشارة) = $-0.179 * \frac{405.24}{1769.76} = -0.041$

Line BC: مقدار تصحيح المركبة (مع الإشارة) = $-0.179 * \frac{336.6}{1769.76} = -0.034$

Line CD: مقدار تصحيح المركبة (مع الإشارة) = $-0.179 * \frac{325.13}{1769.76} = -0.0329$

Line DE: مقدار تصحيح المركبة (مع الإشارة) = $-0.179 * \frac{212.91}{1769.76} = -0.0215$

Line EF: مقدار تصحيح المركبة (مع الإشارة) = $-0.179 * \frac{252.19}{1769.76} = -0.0255$

Line FA: مقدار تصحيح المركبة (مع الإشارة) = $-0.179 * \frac{237.69}{1769.76} = -0.024$

∴ المركبات الزاوية المصححة:

AB = - 113.964 + [-0.041 * -1] = - 113.923 m

BC = 178.827 + [-0.034* -1] = 178.861 m

CD = 295.816 + [-0.0329 * -1] = 295.849 m

DE = - 164.326 + [-0.0215 * -1] = - 164.304 m

EF = - 13.565 + [-0.0255 * -1] = - 13.540 m

FA = - 182.967 + [-0.024 * -1] = - 182.943 m

Σ = 0.00

Al-Qadisiyah University
Collage of Engineering
Roads and Transport Department

المساحات
Areas

Alaa Jaleel Naji

المساحة Area

هي عملية اسقاط سطح الارض على مستوى افقي، و بعبارة اخرى هي رسم و تحديد المسقط الافقي لقطعة الارض، وتعد من اكثر التطبيقات المستخدمة في المساحة المستوية لتحديد مساحات الاعمال الانشائية و اعمال الطرق و حساب كميات الحفر و الدفن.

طرق قياس المساحة Methods of Measuring Area

1. **القياسات الحقلية. Filed Measurements**

هنالك عدد من الطرق يتم اعتمادها لغرض تحديد مساحة قطعة الأرض المطلوبة من القياسات الحقلية اعتمادا على طبيعة حدود قطعة الأرض أذا كانت عبارة عن خطوط مستقيمة أو متموجة

أهم هذه الطرق :

- تقسيم قطعة الأرض إلى أشكال هندسية بسيطة (مثلث ،مستطيل ، شبه منحرف).
- اقامة الأعمدة من الحدود المتموجة على خط مستقيم.
- طريقة الإحداثيات. coordinates method

2 . القياسات من الخرائط. Map Measurements

هنالك أساليب وطرق متعددة لتحديد المساحة

- تقسيم مساحة المنطقة المطلوبة الى أشكال هندسية (مثلث ،مستطيل ، شبه منحرف)
- حساب عدد المربعات التي تشغليها المنطقة المطلوبة من خلال استخدام شبكة grid من المربعات الصغيرة مرسومه بصورة متقنه على ورقة شفافة
- تحديد الإحداثيات الأفقية للنقاط التي تمثل حدود المنطقة باستخدام ال coordinates method (تحديد المساحة بطريقة الإحداثيات)
- استخدام البلانميتر Planimeter

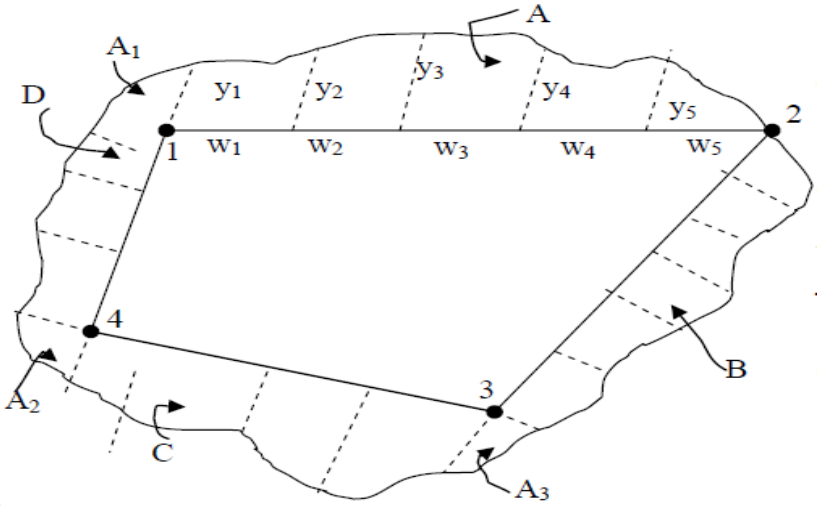
حساب المساحة بإقامة الأعمدة على خطوط مستقيمة

في الطبيعة غالبا ما تكون حدود قطعة الأرض المراد تحديد مساحتها عبارة عن خطوط متموجة (curved غير مستقيمة) في هذه الحالة يتم تحديد المساحة بأتباع الخطوات الآتية : -

- عمل مضلع داخل قطعة الارض بحيث يكون اقرب الى حدود المساحة الكلية.
- تقسيم الخط المستقيم (أضلاع المضلع)إلى أجراء ذات أبعاد متساوية وفي حالة وجود تغير ملحوظ في الانحناء يتم اخذ نقاط إضافية يتم قياس أبعادها.
- إقامة أعمدة على الخط المستقيم من حدود قطعة الأرض وقياس أطوال الأعمدة .
- يتم تحديد مساحة هذه الأجزاء (A,B,C.D) بتطبيق إحدى الطريقتين:

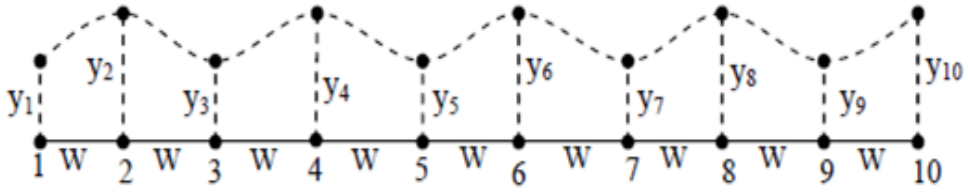
A . قاعدة شبه المنحرف Trapezoidal Rule

B . قاعدة سمبسون Simpson Rule



قاعدة شبه المنحرف Trapezoidal Rule

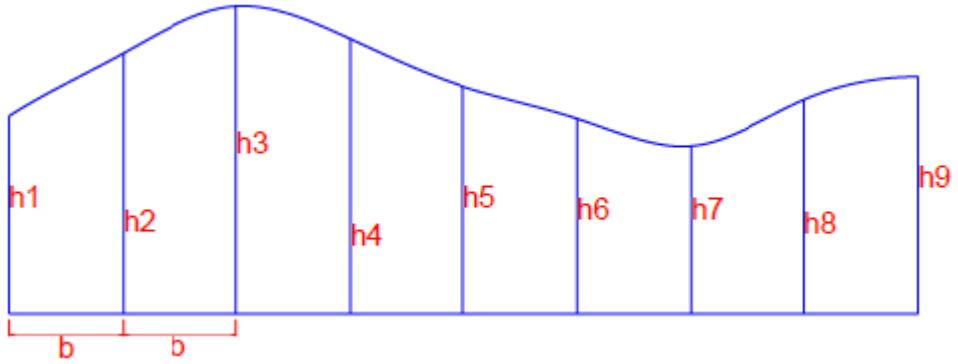
- يعتبر التعرج الموجود في الحدود الطبيعية خطوط مستقيمة.



$$Area = \frac{w}{2}\left[y_1 + y_n + 2\sum_{i=2}^{n-1} y_i \right]$$

قاعدة سمبسون Simpson Rule

- يعتبر التعرج الموجود في الحدود الطبيعية منحني من الدرجة الثانية.
- يجب ان يكون عدد الاعمدة المقامة من خط المستقيم فردي.



$$A_S = \frac{b}{3}\left[h_1 + h_n + 4\left(\sum h_{even}\right) + 2\left(\sum h_{odd}\right) \right]$$

حساب المساحة بطريقة الاحداثيات

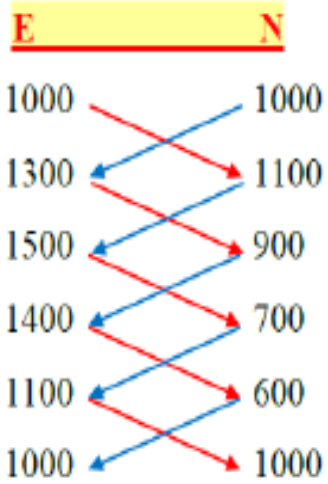
ويتم حساب مساحة الشكل الهندسي (أو المقطع العرضي) بعد معرفة إحداثيات نقاطه، ويتم حساب ضعف المساحة باستخدام القانون التالي:

$$2A = \left|(E_1N_2 + E_2N_3 + ... + E_nN_1) - (N_1E_2 + N_2E_3 + ... + N_nE_1)\right|$$

مثال: المضلع ABCDE اوجد مساحة الشكل إذا علمت ان إحداثيات نقاطه هي كالتالي:

A (1000, 1000), B (1300, 1100), C (1500, 900), D (1400, 700), E (1100, 600)

الحل:



$2A = |(1000*1100+1300*900+1500*700+1400*600+1100*1000) -$

$(1000*1300+1100*1500+900*1400+700*1100+600*1000)|$

$2A = 320000\ m^2 \rightarrow A = 160000\ m^2$

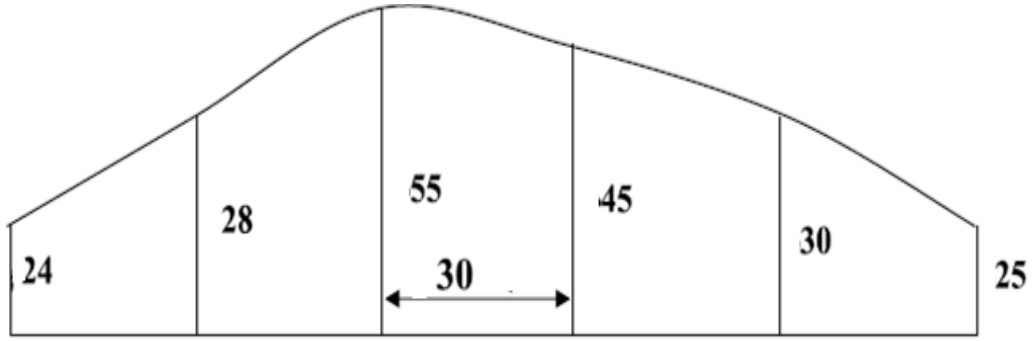
مثال : احسب مساحة قطعة الارض الموضحة بالشكل ادناه بالطريقة المناسبة.

الحل:

ممكن حساب مساحة الاقسام الخمسة

الاولى بقانون سمبسون و الجزء الاخير

بقانون شبه المنحرف.



$$A_S = \frac{b}{3}[h_1 + h_n + 4(\sum h_{even}) + 2(\sum h_{odd})]$$

$$\boldsymbol{As = \frac{30}{3}\,[28 + 25 + 4 * (55 + 30) + 2 * (45)] = 4830 M^2}$$

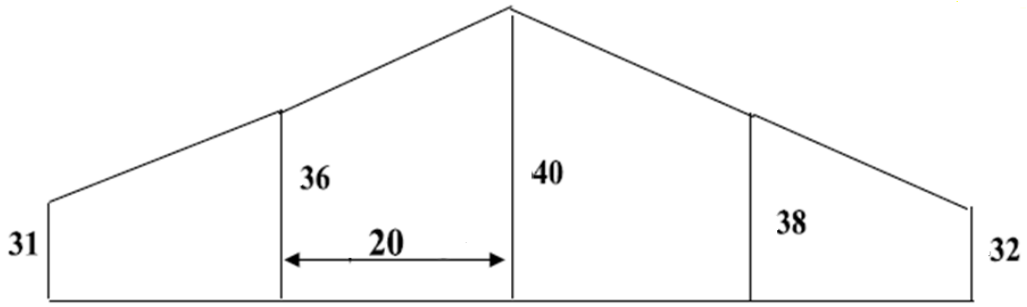
$$\boldsymbol{AT = \frac{24 + 28}{2} * 30 = 780\ M^2}$$

Total Area = 4380 +780 = 5610 M^2

مثال : احسب مساحة قطعة الارض الموضحة بالشكل ادناه بالطريقة المناسبة.

الحل:

نستخدم قاعدة شبه المنحرف لايجاد المساحة الكلية.



$$Area = \frac{w}{2}\left[y_1 + y_n + 2\sum_{i=2}^{n-1} y_i \right]$$

$$\boldsymbol{AT = \frac{20}{2}[31 + 32 + 2(36 + 40 + 38] = 2910\ M^2}$$

حساب المساحة بالبلانميتر

ويتم حساب المساحة باستخدام جهاز البلانيميتر عن طريق حساب عدد الدورات التي يقطعها ذراع الجهاز لكي يدور حول المساحة المعينة والمطلوب معرفة مساحتها ومن ثم يتم حساب المساحة الكلية باستخدام القانون التالي:

$$a = K.N$$

$$A = \frac{a * n * m}{10000}$$

N = قراءة النهاية – قراءة البداية

حيث ان:

a: تمثل مساحة القطعة أو الخارطة بوحدات cm^2

K: ثابت البلانيميتر (100)

N: تمثل عدد الدورات (فرق القراءة بين القراءة والأخيرة)

A: تمثل المساحة بوحدات المتر المربع

n: تمثل مقلوب مقياس الرسم الأفقي

m: تمثل مقلوب مقياس الرسم العمودي

مثال: استخدم جهاز البلانيميتر لقياس مساحة مقطع عرضي رسم بمقياس رسم أفقي $\frac{1}{200}$ ومقياس عمودي $\frac{1}{100}$ فإذا كانت قراءة البداية تساوي 1.236 دورة وقراءة النهاية تساوي 6.745 دورة، احسب مساحة المقطع بالأمتار المربعة.

الحل:

عدد الدورات = قراءة النهاية – قراءة البداية = 6.745 – 1.236 = 5.509 دورة

$$a = K.N = 100 * 5.509 = 550.9\ cm^2$$

$$A = \frac{a*n*m}{10000} = \frac{550.9*200*100}{10000} = 1101.8\ m^2$$

استخدام جهاز البلانيميتر لقياس مساحة مرسومة بمقياس رسم 1/1000, حيث وضعت نقطة التثبيت خارج حدود القطعة. و أخذت قراءة أولية فكانت n_i=2.815 وقراءة نهائية فكانت n_f=6.143. ولغرض حساب ثابت الجهاز (C). رسم مربع طول ضلعه 10cm ووضعت نقطة التثبيت خارجة ثم أخذت قراءة أولية فكانت, n_{ci}=1.608 وقراءة نهائية فكانت n_{cf}=2.572 فكم تكون مساحة القطعة بالأمتار المربعة على الأرض؟

الحل :

A = 100 cm2

K = 100 / (2.572-1.608) = 103.73 cm2

a = K * N

a = 103.73 * (6.143 -2.815) = 345.21 cm2

A = 345.21 * 100 = 34521 m2

Al-Qadisiayh University
Collage of Engineering
Roads and Transports Department

Engineering Surveying

Volume of earth work حجم الأعمال الترابية

Alaa Jaleel Naji

حجم الأعمال الترابية Volume of earth work

وتحسب حجوم الأعمال الترابية من حفر وردم بعدة طرق تعتمد على طبيعة عمليات الحفر والردم وعلى البيانات المتحصل عليها من الأعمال الميدانية، اهم التطبيقات الهندسية التي تتطلب حساب حجوم الاعمال الترابية:

اولا: اعمال الطرق

و تسمى أيضا المشاريع الخطية كون الطول في هذه المشاريع كبير جدا مقارنة مع العرض، في هذا النوع من المشاريع لغرض حساب الاعمال الترابية من حفر و ردم اللازمة للحصول على الانحدار التصميمي للخط المركزي للطرق او سكك الحديد او قنوات الري يتم عمل مقاطع عرضية مسافات محددة (بشكل عام كل 25 م) و تحسب الاعمال الترابية بطريقة مساحة النهاية او الطريقة الموشورية.

ثانيا: تسوية الاراضي

يمكن تقسيم المشاريع الهندسية التي يتطلب فيها العمل إلى تسوية الأرض إلى :

أ . مشاريع يتطلب فيها تسوية سطح الأرض بحيث تصبح (سطح مستوي) ارتفاعه معلوما مسبقا مثل المشاريع الانشائية، في هذا النوع من المشاريع لغرض حساب اعمال الحفر او الدفن للمنسوب المطلوب نقسم الأرض الى شبكة مربعات و نحسب حجوم الاعمال الترابية بطريقة شبكة المربعات.

ب . مشاريع تكون الأرض فيها منخفضة في مناطق و مرتفعة في أخرى مثل اعمال التسوية للأراضي الزراعية التي لغرض الري بطريقة السيح، حيث تتساوى حجم الحفر و الدفن.

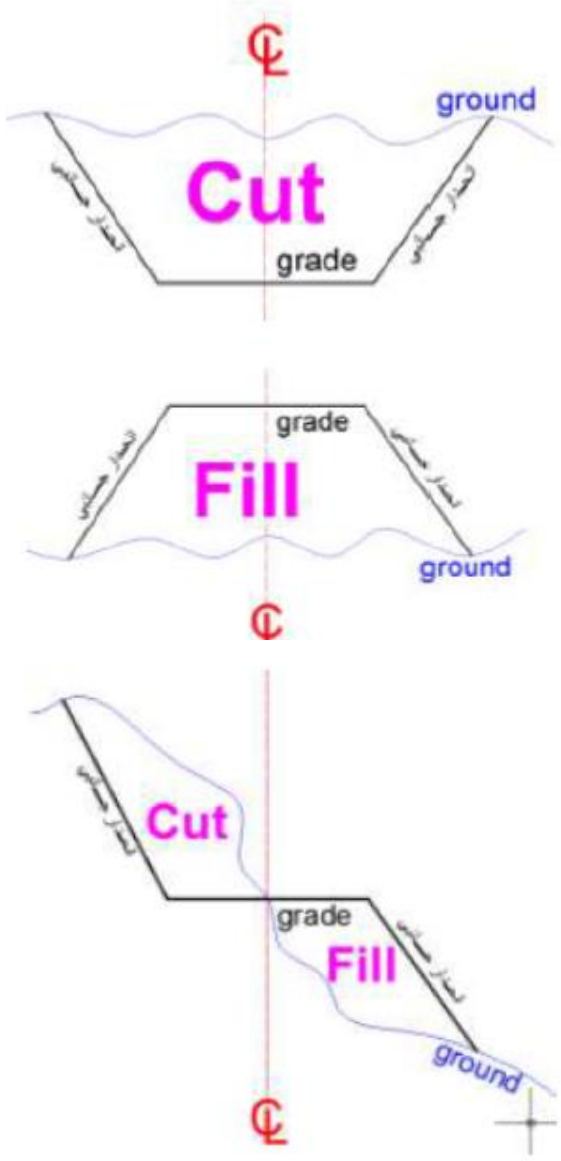
ج . في العديد من المشاريع الهندسية يتم تحديد مناطق معينة (مقالع) لغرض جلب التربة منها لأغراض الدفن اللازمة في المشروع، في هذه الحالة ولغرض تحديد حجم الحفريات التي تمت في المقلع يتم عمل شبكة مربعات في المقلع ويتم تحديد ارتفاعات أركان الشبكة قبل أجراء أعمال الحفريات وبعد الانتهاء من أعمال الحفريات ويتم حساب حجم الأعمال الترابية بطريقة شبكة المربعات.

د . الحفريات اللازمة لأنشاء انابيب الماء و المجاري، في هذه المشاريع يتم عمل مقطع طولي على امتداد الخط المركزي للأنابيب و بمعرفة الانحدار التصميمي للخط المركزي المقترح و كذلك عرض الخندق يتم حساب حجم الاعمال الترابية.

مساحة المقاطع العرضية Cross-section Area

يتم الحصول على المقطع الطولي لسطح الأرض على امتداد الخط المركزي للمشروع باستخدام التسوية الطولية، حيث تحسب مناسيب النقاط على فترات معينة كل 100 م تدعى بالمحطات ثم يرسم المقطع الطولي لسطح الأرض و يسمى خط الأرض و يرسم معه المقطع الطولي لخط الانشاء على امتداد الخط المركزي و يسمى خط الانشاء و يتم الحصول على المقطع العرضي لسطح الأرض و الذي يكون عموديا على المقطع الطولي باستخدام عملية التسوية العرضية حيث تحسب مناسيب النقاط على جانبي الخط المركزي يمينا و يسارا. ثم يرسم المقطع العرضي كل 20 م لو 50 م او حسب المواصفات المطلوبة.

أنواع المقاطع العرضية



1 . مقطع حفر Cut Section

حيث يكون سطح الأرض اعلى منسوبا من سطح الانشاء.

2 . مقطع دفن Full Section

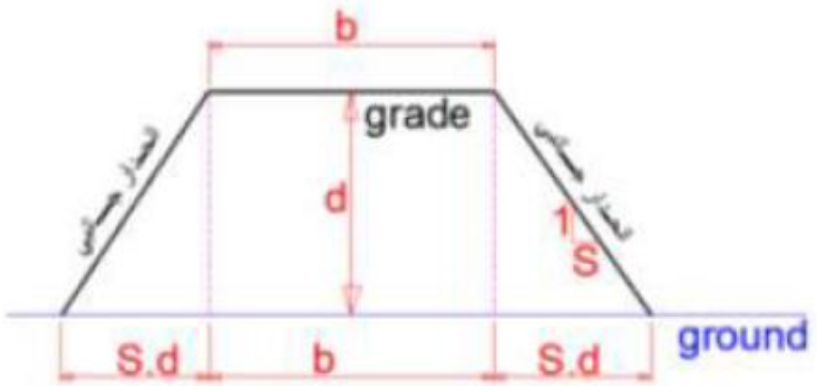
حيث يكون سطح الأرض اوطئ منسوبا من سطح الانشاء.

3 . مقطع جانبي Side-Hill Section

حيث يكون سطح الأرض اعلى منسوبا في جانب من سطح الانشاء و اوطئ منسوبا من جانب اخر، أي انه يحتوي على حفر و ردم في نفس الوقت.

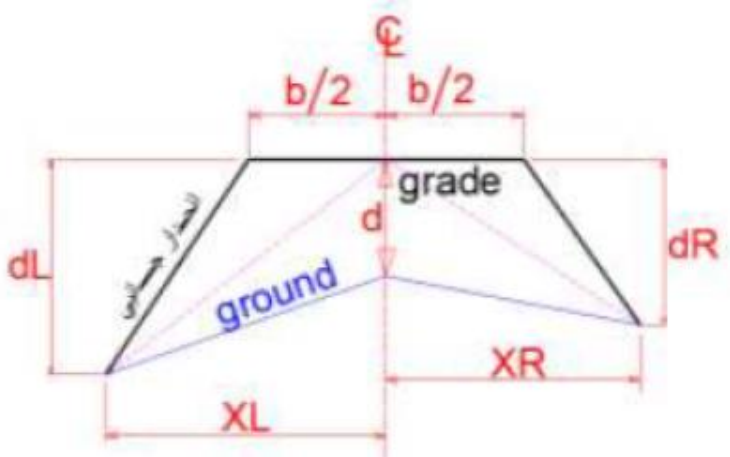
حساب مساحة المقطع العرضي

1 . مقطع عرضي ذي مستو (منسوب واحد)



$$A = d(b+S.d)$$

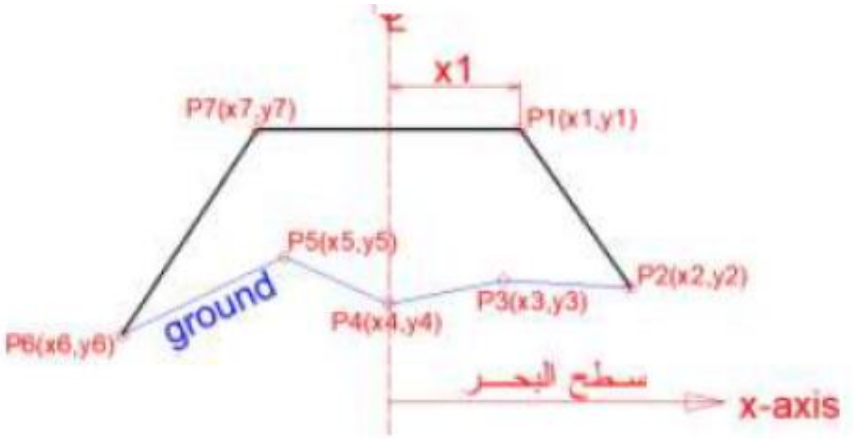
2 . مقطع عرضي ذي ثلاث مستويات (ثلاث مناسيب)



$$\boldsymbol{A = \frac{1}{2}\left[\frac{b}{2}(dR + dL) + d(XR + XL)\right]}$$

3 . مقطع عرضي متعدد المستويات (مناسيب متعددة)

لحساب مساحة المقطع العرضي متعدد المناسيب نستخدم طريقة الاحداثيات و التي يمكن حساب المساحة لكل أنواع المقاطع.



حساب حجوم الاعمال الترابية

أولا: طريقة مساحة النهاية End-Area method

أكثر الطرق استخداما لحساب حجم الأعمال الترابية في الطرق هي طريقة مساحة النهاية يصطلح عليها أيضا طريقة معدل مساحة النهاية، هذه الطريقة يتم حساب حجم الأعمال الترابية بين كل مقطعين عرضيين متتاليين بتطبيق العلاقة الرياضية:

$$V_E = \frac{L}{2}(A_1 + A_2)$$

L=المسافة الأفقية (على امتداد الخط المركزي) بين المقطعين العرضيين 2,1

A1,A2 = مساحة المقطع العرضي 2,1 على التوالي

في حالة عدد مقاطع nو على مسافات متساوية L يحسب الحجم من خلال المعادلة:

$$T.V = L\left(\frac{A_1 + A_n}{2} + A_2 + A_3 + \ldots\ldots + A_{n-1}\right)$$

وفي حالة A_1 او A_2 تساوي صفر فان الحجم يحسب بشكل هرم : $V = \frac{1}{3} L*A$

ثانيا: طريقة الموشورPrizimoidal method

عندما يتطلب الأمر حساب الحجم بشكل دقيق لكون أعمال الحفريات غالية كما هي الحالة في المناطق الصخرية يتم حساب الحجم بالطريقة الموشورية من خلال المعادلة:

$$V_p = \frac{L}{6}(A_1 + 4A_m + A_2)$$

L=المسافة الأفقية (على امتداد الخط المركزي) بين المقطعين العرضيين 2,1

A1,A2 = مساحة المقطع العرضي 2,1 على التوالي

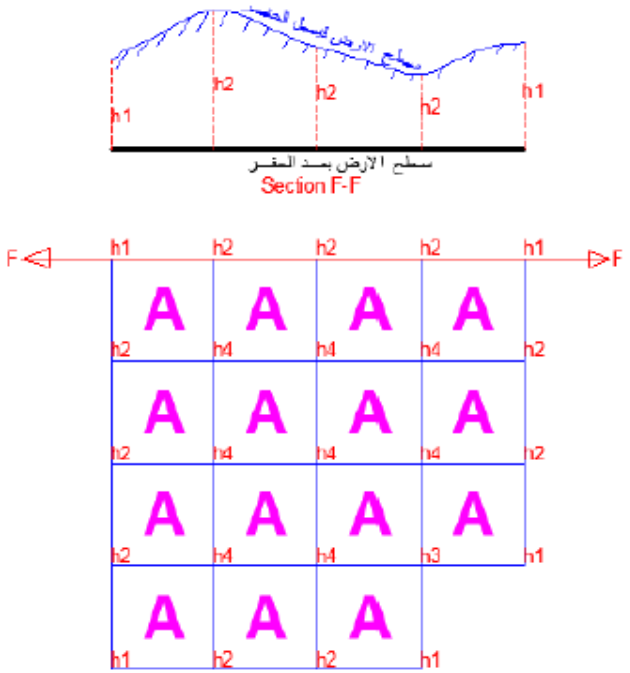
A_m : مساحة المقطع الوسطي المحسوب في منتصف المسافة بين A1,A2

اذا كان عدد المقاطع n فرديا نستخدم المعادلة التالية:

$$V_T = \frac{L}{3}[A_1 + A_n + 4(A_2 + A_4 + \dots A_{n-1}) + 2(A_3 + A_5 + \dots A_{n-2})]$$

ثالثا: طريقة احجام المقالع او حفر الإعارة

تستخدم عملية تسوية لشبكة مربعات تشكل مساحة المقلع حيث تؤخذ مناسيب اركان المربعات قبل الحفر و بعد الحفر،و بذلك يمكن الحصول على أعماق الحفر في كل ركن من اركان المربعات و هكذا يمكن حساب الحجم الكلي للحفر من مجموع حاصل ضرب متوسط عمق الحفر لكل مربع في مساحة المربع الواحد باستخدام القانون التالي:



$$T.V = A\left(\frac{\sum h_1 + 2\sum h_2 + 3\sum h_3 + 4\sum h_4}{4}\right)$$

A تمثل مساحة المربع الواحد

مثال1: الجدول التالي يمثل عملية التسوية العرضية لطريق عرضه 24 م ، احسب حجم الاعمال الترابية للطريق باستخدام الطريقة الموشورية و طريقة مساحة النهاية.

Station	Cross-section Left	C.L	Right	ملاحظات
10+00	$\frac{f\,8.6m}{24.9m}$	$\frac{f\,8.4m}{0.0m}$	$\frac{f\,4.2m}{18.3}$	مقدار القطع (c) أو الدفن(f) / المسافة الأفقية من الخط المركزي cL
10+30	$\frac{f\,4.6m}{18.9m}$	$\frac{f\,2.8m}{0.0m}$	$\frac{f\,1.4m}{14.1m}$	

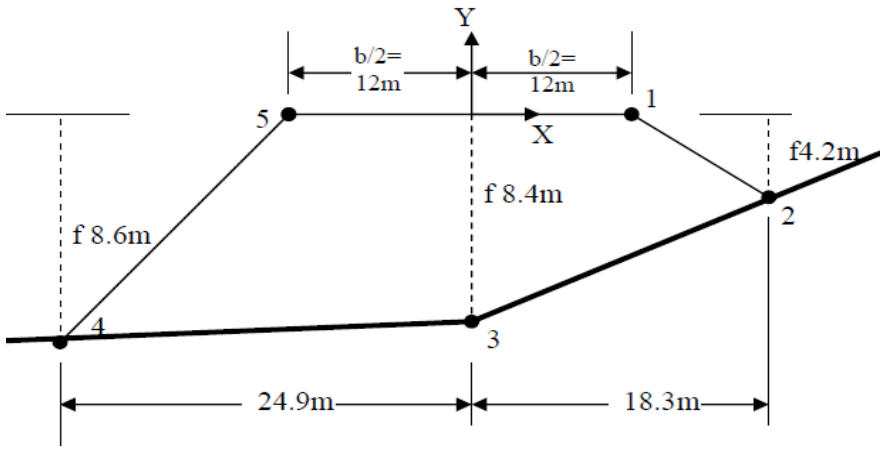
الحل:

أولا :طريقة مساحة النهاية

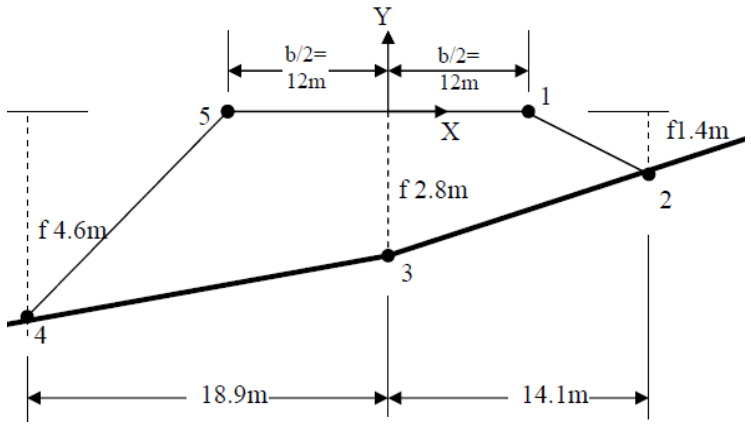
1 . حساب المقطع العرضي في المحطة00 +10 =10+00Aبطريقة الإحداثيات

$$A = \frac{1}{2}\left[\frac{b}{2}(dR + dL) + d(XR + XL)\right]$$

$$A = \frac{1}{2}\left[\frac{24}{2}(8.6 + 4.2) + 8.4(24.9 + 18.3)\right] = 258.24\ m^3$$



2 . حساب المقطع العرضي في المحطة30 +10 =A10+00بطريقة الإحداثيات



$$A = \frac{1}{2}\left[\frac{24}{2}(4.6 + 1.4) + 2.8(18.9 + 14.1)\right] = 82.2\ m^2$$

3 . حساب حجم الدفن

$$V_E = \frac{L}{2}(A_1 + A_2)$$

$$V_E = \frac{30}{2}(258.24 + 82.2) = 5106.6\ m^3$$

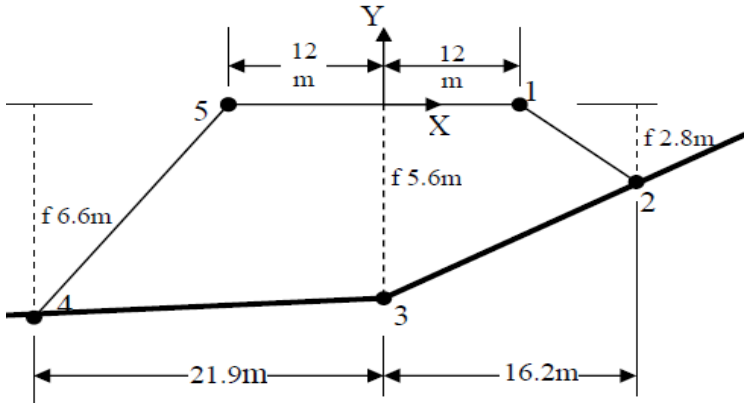
ثانيا: الطريقة الموشورية

1. حساب مساحة المقطع العرضي

Station	Cross-section		
	Left	cL	Right
10+15	$\frac{f\,6.6m}{21.9m}$	$\frac{f\,5.6m}{0.0m}$	$\frac{f\,2.8m}{16.2m}$

$$A = \frac{1}{2}\left[\frac{24}{2}(6.6 + 2.8) + 5.6(21.9 + 16.2)\right] = 163.08\ m^2$$

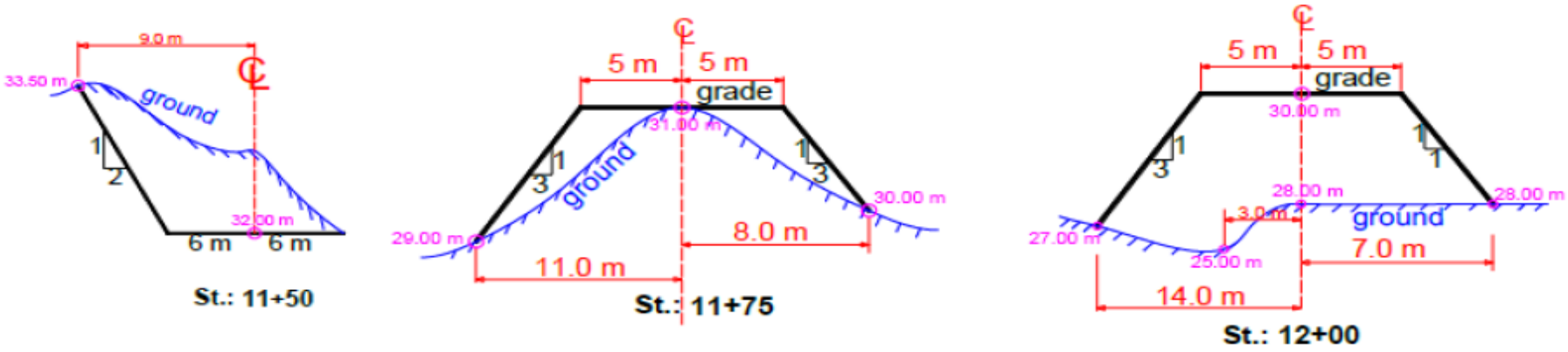
2 . حساب حجم الدفن



$$V_p = \frac{L}{6}(A_1 + 4A_m + A_2)$$

$$V_p = \frac{30}{6}(258.24 + 4*163.08 + 82.2) = 4963.8\ m^3$$

مثال2: احسب الحجوم الترابية للحفر و الردم للمقاطع المبينة في الشكل ادناه.

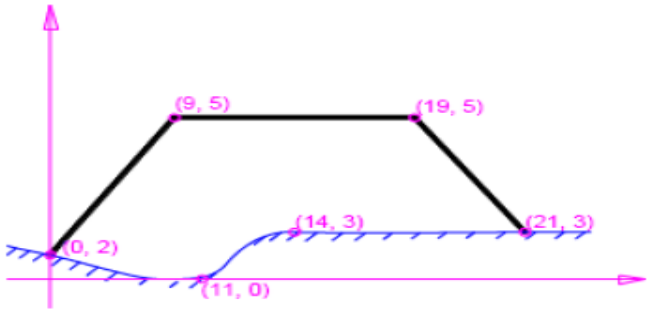


$$A_{cut} = \frac{1.5*15}{2} - \frac{1.5*3}{2} = 9\,m^2$$

$$A_{F1} = \frac{1}{2}\left[\frac{b}{2}(dR + dL) + d(XR + XL)\right] = \frac{1}{2}\left[\frac{10}{2}(1+2) + 0(11+8)\right] = 7.5\,m^2$$

A_{F2}:

N	0	9	19	21	14	11	0
E	2	5	5	3	3	0	2



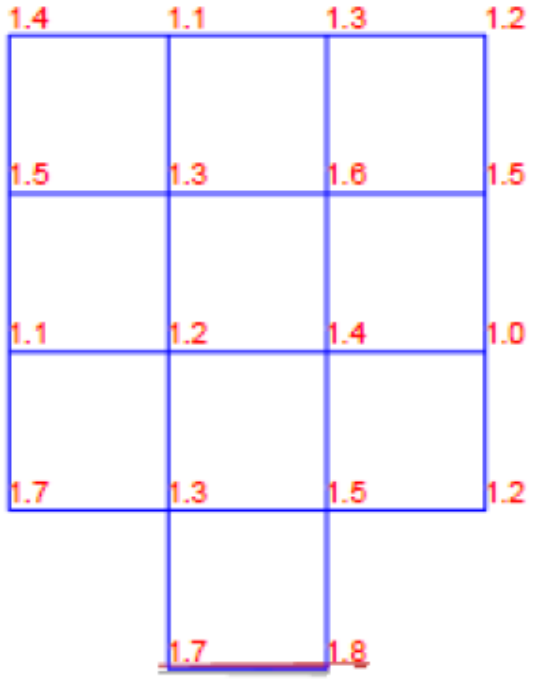
$$2A_{F2} = |(45 + 57 + 63 + 22) - (18 + 95 + 105 + 42 + 33)|$$

$$A_{F2} = 53\ m^2$$

$$V_{fill} = L\left(\frac{A_{F1} + A_{F2}}{2}\right) + \frac{A_{F1}}{3}L = 25\left(\frac{7.5 + 53}{2}\right) + \frac{7.5}{3} * 25 = 818.75\,m^3$$

$$V_{cut} = \frac{A_{cut}}{3} * L = \frac{9}{3} * 25 = 75\,m^3$$

مثال3: أجريت عملية تسوية لشبكة مربعات تشكل مساحة مقلع قبل و بعد الحفر، طول الضلع للمربع الواحد 20 م و أعماق الحفر للمربعات كما مبين في الشكل ادناه. احسب الحجم الكلي للحفر في هذا المقلع؟



$$T.V = A\left(\frac{\sum h_1 + 2\sum h_2 + 3\sum h_3 + 4\sum h_4}{4}\right)$$

$$A = 20*20 = 400\ m^2$$

$$\sum \boldsymbol{h_1} = (1.4 + 1.7 + 1.7 + 1.8 + 1.2 + 1.2) = 9\ \text{m}$$

$$\boldsymbol{2}\sum \boldsymbol{h_2} = 2(1.3 + 1.1 + 1.5 + 1.1 + 1 + 1.5) = 15\ \text{m}$$

$$\boldsymbol{3}\sum \boldsymbol{h_2} = 3(1.3 + 1.5) = 8.4\ \text{m}$$

$$\boldsymbol{4}\sum \boldsymbol{h_2} = 4(1.3 + 1.6 + 1.4 + 1.2) = 22\ \text{m}$$

$$T.V = 400\ \left(\frac{9+15+8.4+22}{4}\right) = 5440\ m^3$$

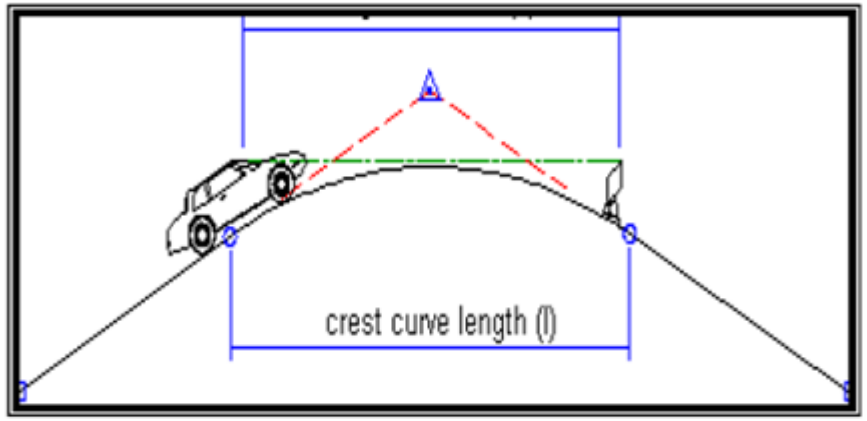
Al-Qadisiayh University
Collage of Engineering
Roads and Transports Department

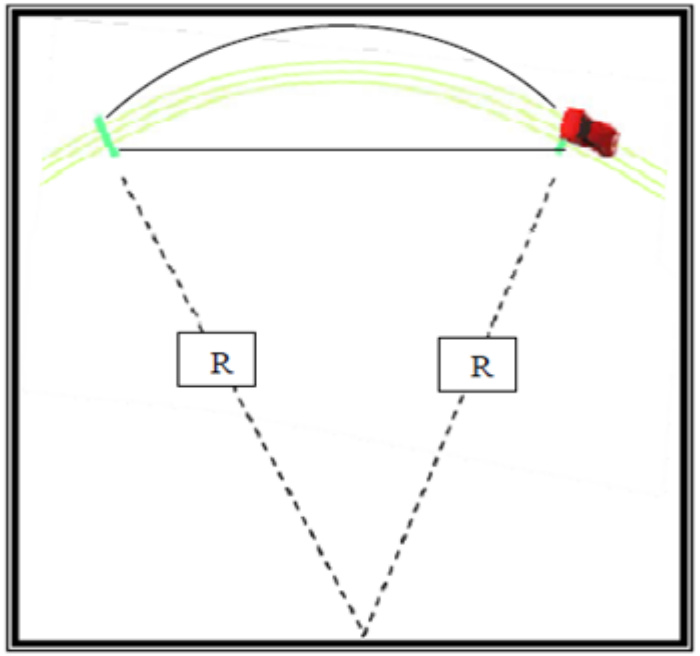
Engineering Surveying

Curves المنحنيات

Alaa Jaleel Naji

المنحنيات : هي اشكال ذات علاقة رياضية محددة نستطيع بها ان نصل بين خطين مستقيمين وذلك بتغيير زاوية سير احد الخطين تغييرا تدريجيا حتى يلتقي بالخط الاخر، وتعتبر دراسة المنحنيات ذات أهمية كبيرة في المشاريع الهندسية ذات المحاور الطولية التي يتصل بعضها ببعض مثل الطرق و سكك الحديد و خطوط الانابيب. نستخدم المنحنيات في المشاريع الهندسية لتغير اتجاه خط مستقيم الى اتجاه اخر سواء كان ذلك في المستوى الافقي (المنحنيات الافقية) او المستوى الرأسي (المنحنيات الرأسية)



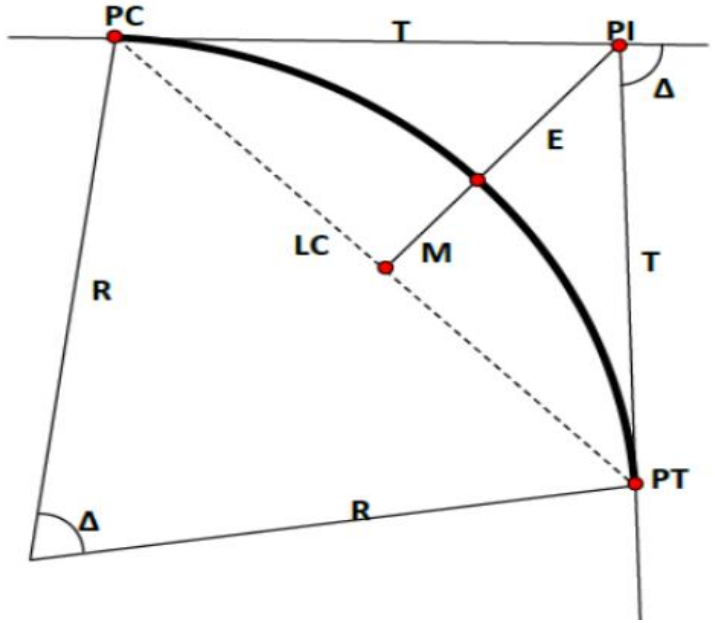


المنحني الافقي Horizontal Curves

في حالة تقاطع خطين مستقيمين في المستوى الافقي فان المنحني الذي يصل المستقيمين يسمى المنحني الافقي و يصل المنحني الافقي المحورين لتفادي التغير المفاجئ في الانحراف.

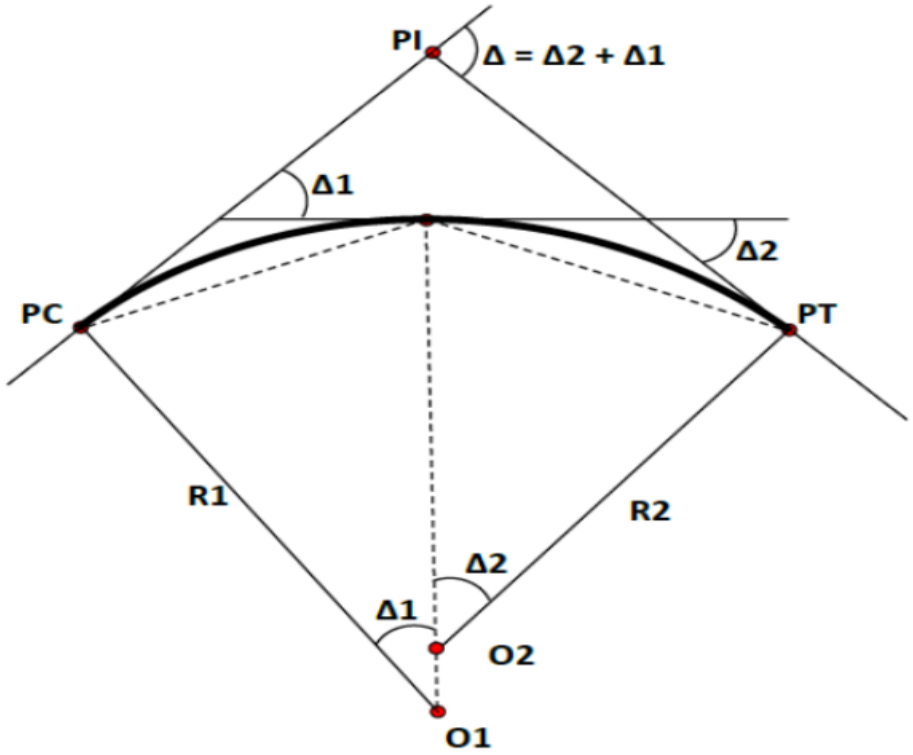
1 . المنحني الدائري البسيط Simple Circular Curve

قوس من دائرة نصف قطرها ثابت يصل بين خطين مستقيمين متقاطعين و يكون مماس لهما، يكون له نصف قطر واحد و زاوية مركزية واحدة.



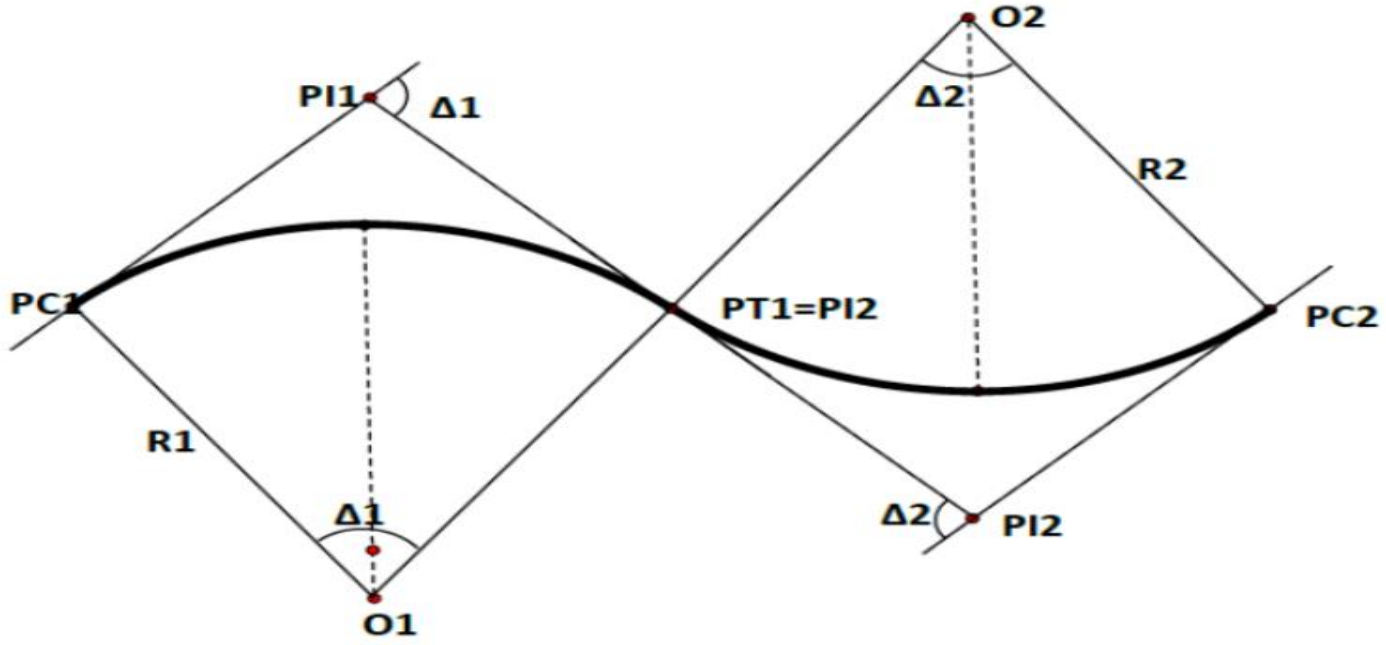
2 . المنحنى الدائري المركب Compound Circular curve

منحني مكون من قوسين دائريين او اكثر و نصفي قطريهما مختلف ولهما نفس اتجاه الانحناء أي ان مراكز الاقواس الدائرية في جهة وحدة و له زاويتين مركزيتين او اكثر و يستخدم هذا النوع من المنحنيات في الحالات التي تكون فيها الأراضي جبلية و وعرة لتفادي كميات الحفر او عمل انفاق و عند ودود موانع لا يمكن ازالتها.



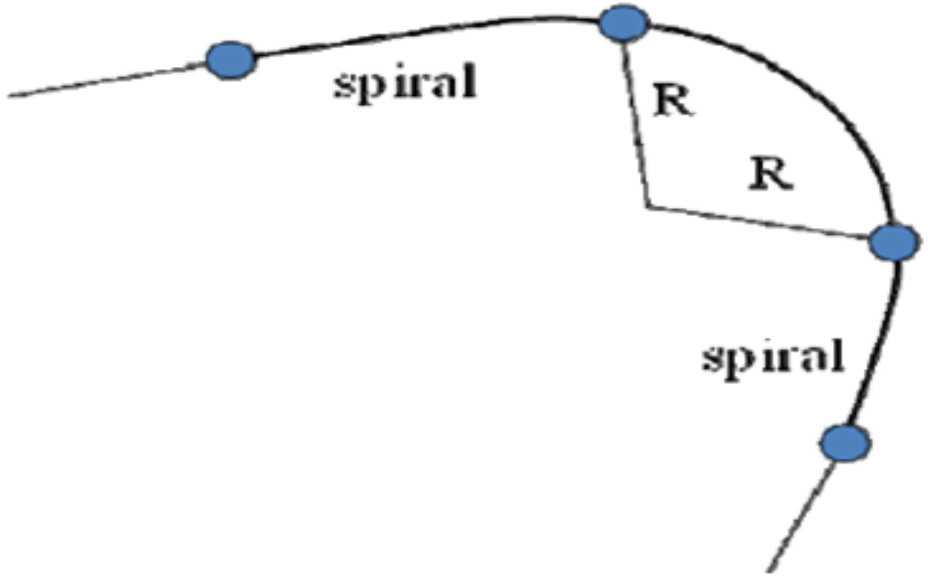
3 . المنحني المعكوس Revers Circular Curves

منحني مركب أيضا ولكن اتجاه التقوس في احد القوسين معاكس لاتجاه التقوس الذي يليه أي ان مركزي كل منحنيين متتالين ليس في جهة واحدة، وانصاف الأقطار قد تكون متشابهة او مختلفة و يستخدم هذا النوع من المنحنيات لإيصال طريقين متوازيين او شبه متوازيين في الطرق الفرعية حيث حركة المرور بطيئة جدا، لان الانعكاس المفاجئ غير مطلوب في الطرق السريعة، لذا يجب ان نتجنب ما امكن استعمال هذه المنحنيات على الطرق السريعة و قصر استعمالها على الطرق الجانبية و الفرعية.



4 . المنحني الانتقالي Spiral Curve

منحني غير دائري يتغير قطره تدريجيا من أي نقطة علي، ويبدأ بنصف قطر قيمته لا نهائية عند نقطة التماس الأولى و يصغر نصف القطر تدريجيا الى ان يصل الى طول قطر المنحنى الأصلي عند نقطة اتصاله بالمنحنى الدائري ثم يزداد طول نصف القطر الى ان يصل قيمته لا نهائية عند نقطة التماس الثانية حيث يتطابق مع المستقيم التالي. تستعمل المنحنيات الانتقالية في كثير من مشاريع الطرق و خصوصا السريعة و السكك الحديد للتخلص من الانحناء المفاجئ عند الانتقال من الخط المستقيم الى المنحني.



Elements of Simple Circle Curve عناصر المنحني الدائري البسيط

PC- Point Curvature.

PI – Point of Intersection.

PT – Point Tangency.

T – Tangent Length.

R – Radius of arch.

Δ - Angle of Deflection.

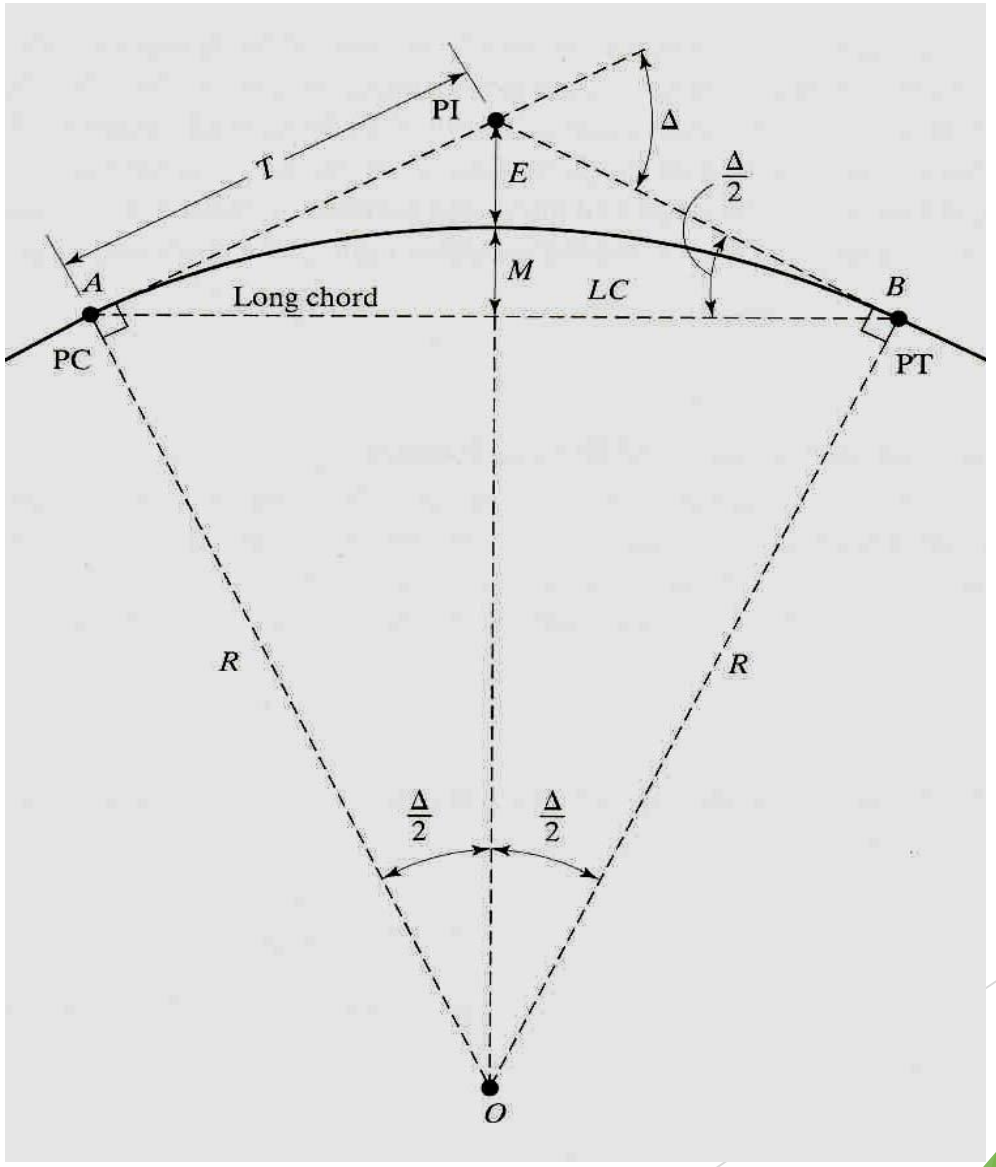
LC – Length of Long Chord.

E – External distance.

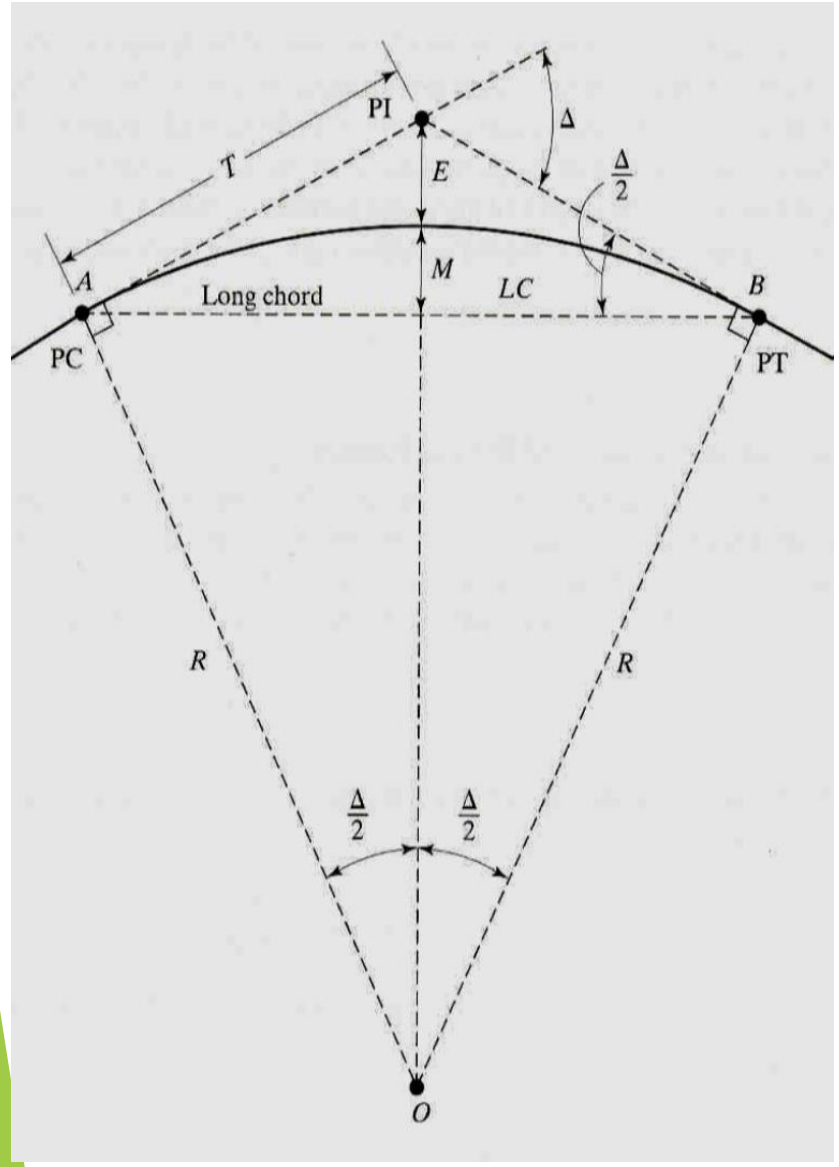
M – The Middle Distance.

L – The Length of Horizontal Curve.

D – The Degree of Curvature.



خواص المنحني الدائري البسيط



1 . طول المماسين متساويين و هما عموديين على نصفي قطر القوس في PC & PT

2 . العمود النازل من مركز القوس ينصف الزاوية المركزية و طول الوتر.

3 . زاوية الانحراف الكلية بين المماسين تساوي الزاوية المركزية المساوية للقوس المحصور بين نقطتي التماس.

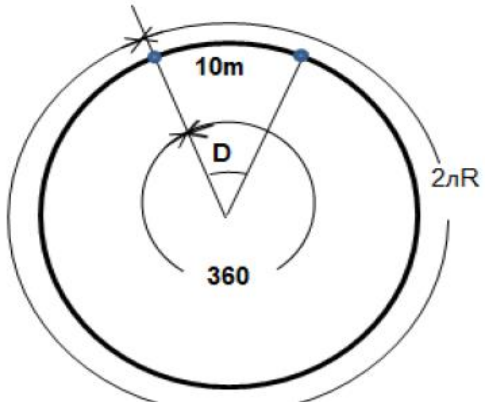
4 . الزاوية المماسة بين المماس الأول او الثاني و أي وتر تساوي نصف الزاوية المركزية المقابلة لذلك الوتر.

العلاقات الرياضية الخاصة بعناصر المنحنى الدائري البسيط

1 . درجة القوس Degree of Curvature

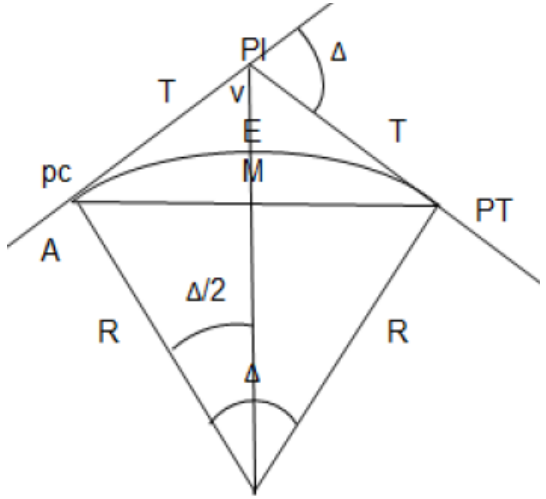
تعرف درجة التقوس بانها الزاوية المركزية التي تقابل قوسا دائري طوله 10 م.

$$\frac{D}{10} = \frac{360°}{2\pi R} \Rightarrow D = \frac{573}{R}$$



2. طول القوس The Length of Horizontal Curve

$$\frac{L}{\Delta°} = \frac{360°}{2\pi R} \Rightarrow L = \frac{\pi R \Delta°}{180°}$$



3 . طول المماس Tangent Length.

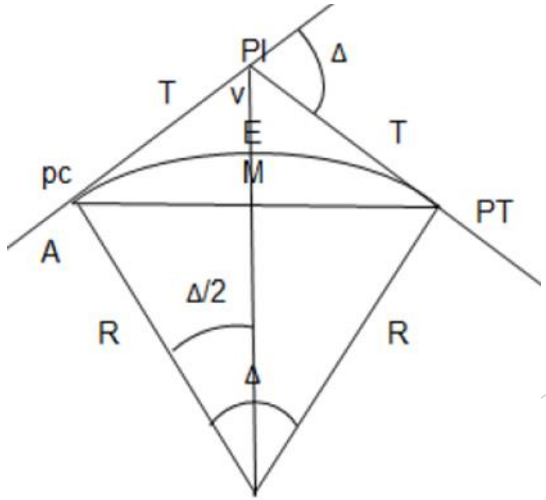
$$\tan\frac{\Delta}{2}=\frac{T}{R} \Rightarrow T=R*tan\frac{\Delta}{2}$$

4 . طول الوتر Length of Long Chord.

$$\text{Sin}\frac{\Delta}{2}=\frac{LC/2}{R} \Rightarrow LC=2R*Sin\frac{\Delta}{2}$$

4 . المسافة الخارجية External distance.

$$\text{Cos}\frac{\Delta}{2}=\frac{R+E}{R} \Rightarrow E=R*(\frac{1}{\text{Cos}\frac{\Delta}{2}}-1)$$



5 . المسافة الوسطية The Middle Distance.

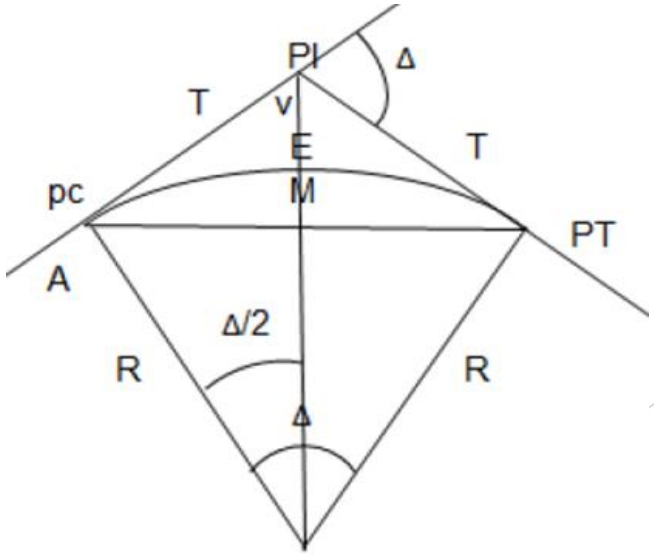
$$\text{Cos}\,\frac{\Delta}{2} = \frac{R-M}{R} \quad \Rightarrow \quad M = R * (1 - \text{Cos}\,\frac{\Delta}{2})$$

6 . محطة بداية المنحني Sta. (PC) Point Curvature.

Sta. of (PC) = Sta. of (PI) - T

7 . محطة نهاية المنحني Sta. (PT) Point Tangency.

Sta. of (PT) = Sta. of (PC) + L



مثال1: احسب عناصر المنحني الدائري البسيط و محطاته الرئيسية اذا علمت ان زاوية الانحراف الكلية Δ= 60 30 ، وطول الوتر LC = 50 m، و محطة نقطة بداية المنحني تساوي PC = 26+30 M

$$LC = 2R * Sin\frac{\Delta}{2} \quad \Rightarrow \quad 50 = 2R * Sin\frac{60\ 30}{2} \quad \Rightarrow \quad R = 49.63\ m$$

$$L = \frac{\pi R \Delta^\circ}{180^\circ} \quad \Rightarrow \quad L = \frac{\pi * 49.63 * 60^\circ 30'}{180^\circ} \quad \Rightarrow \quad L = 52.41\ m$$

$$T = R * tan\frac{\Delta}{2} \quad \Rightarrow \quad T = 49.63 * tan\frac{60^\circ 30'}{2} \quad \Rightarrow \quad T = 28.94\ m$$

$$E = R * \left(\frac{1}{Cos\ \frac{\Delta}{2}} - 1\right) \quad \Rightarrow E = 49.63 * \left(\frac{1}{Cos\ \frac{60^\circ 30'}{2}} - 1\right) \Rightarrow E = 7.82\ m$$

$$M = R * \left(1 - Cos\ \frac{\Delta}{2}\right) \Rightarrow M = 49.63 * \left(1 - Cos\ \frac{60^\circ 30'}{2}\right) \Rightarrow M = 6.76\ m$$

Sta. of (PT) = Sta. of (PC) + L ⇨ Sta. of (PT) = 26+30+ (52.41)=26+82.41

Sta. of (PI)= Sta. of (PC) + T ⇨ Sta. of (PI)= 26+30+(28.94)=26+58.94m

مثال2: منحنى دائري درجة التقوس D=3° احسب نصف قطره اذا كان:

أ - طول القوس المقابل 20 م.

ب - طول الوتر المقابل 20 م.

الحل :

$$\frac{D}{20} = \frac{360°}{2\pi R} \Rightarrow \frac{3°}{20} = \frac{360°}{2\pi R} \Rightarrow R = 381.97\ m$$

$$\sin\frac{\Delta}{2} = \frac{LC/2}{R} \Rightarrow \sin\frac{3°}{2} = \frac{20/2}{R} \Rightarrow R = 382.02\ m$$

Al-Qadisiayh University
Collage of Engineering
Roads and Transports Department

Engineering Surveying

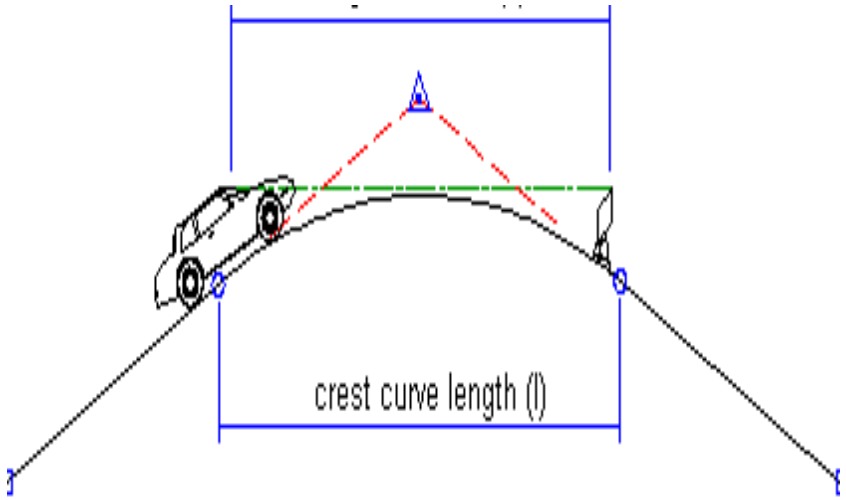
Vertical Curves المنحنيات الرأسية

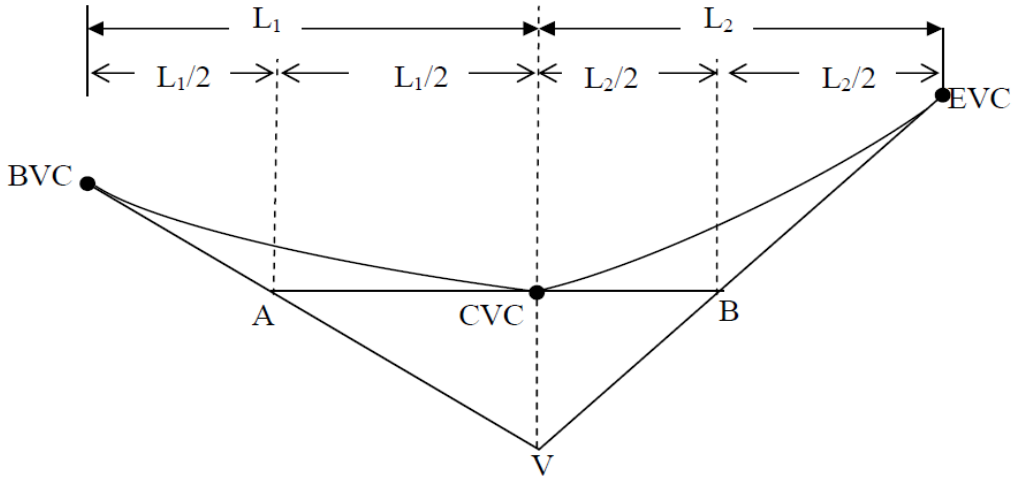
Alaa Jaleel Naji

المنحنيات الرأسية : عندما يتقاطع المستقيمان عند زاوية تقاطع في المستوى الرأسي فان المنحني الذي يصل المستقيمين يسمى منحنى رأسي، تستخدم المنحنيات الرأسية من اجل الربط بين خطين لهما انحداران مختلفان لغرض اجراء تغيير تدريجي في الحركة الرأسية للمركبات المستخدمة للطريق وهي بذلك تحقق الأمان و الراحة و الجمالية لمستخدمي الطرق. تتخذ المنحنيات الرأسية عادة شكل قطع مكافئ بسيط يكون محوره رأسيا وقد وجد انه احسن المنحنيات التي تصل الانحدارين نظرا لسهولة تطبيقه و لخواصه الهندسية التي تتفق و متطلبات المنحني الرأسي، و تقسم المنحنيات الرأسية بصورة عامة الى قسمين.

١ . المنحنيات الرأسية المتناظرة Symmetrical Vertical Curve

٢. المنحنيات الراسية غير المتناظرة Unsymmetrical Vertical Curve





Vertical Curve المنحني الرأسي

P.V.I : Point Vertical Intersection.

P.V.C : Point Vertical Curvature.

P.V.T : Point Vertical Tangency.

g1,g2 :Algebraic Longitudinal Slops

L: length of Vertical curve.

A: Algebraic Difference in grades

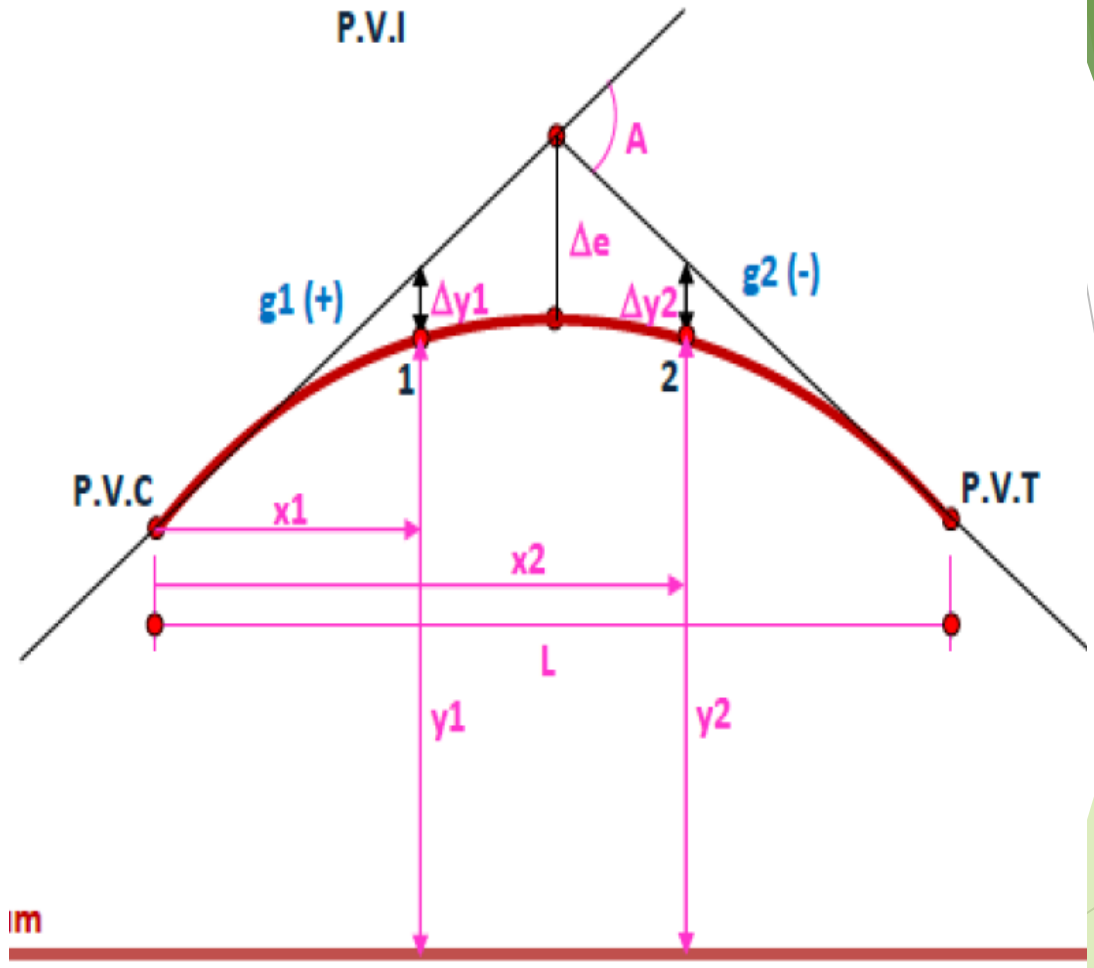
r : Rate of change in grades.

Δe: Difference in elevation at P.V.I

Y : Elevation of a point in curve.

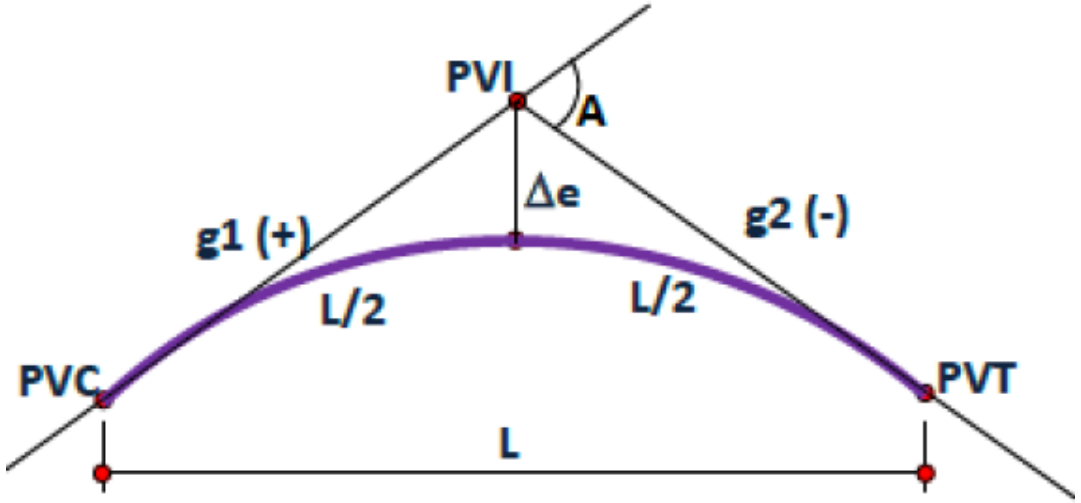
X: Horizontal Distance at a Station.

ΔY: Difference in elevation between tangent and curve.



المنحنيات الرأسية المتناظرة Symmetrical Vertical Curve

هو المنحني الرأسي الذي تكون فيه المسافة الافقية من محطة البدئ P.V.C الى محطة نقطة التقاطع الرأسي P.V.I تساوي المسافة الافقية من محطة التقاطع الرأسي P.V.I الى محطة التماس الرأسي P.V.T و يعتمد طول المنحنى الرأسي على:



١ . معدل تغيير الانحدار (g1,g2)

2 . طبوغرافية المنطقة.

٣ . السرعة على الطريق.

٤ . التصنيف الوظيفي للطريق.

٥ . نوع المنحني المستخدم (مقعر او محدب).

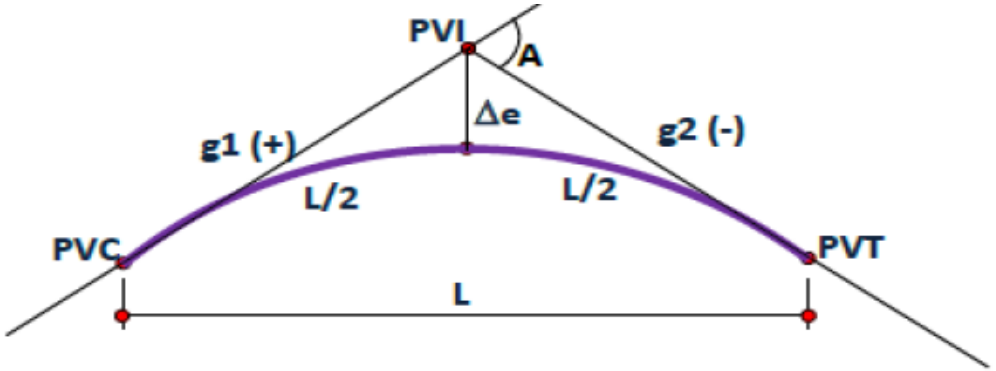
٦ . مسافة الرؤيا.

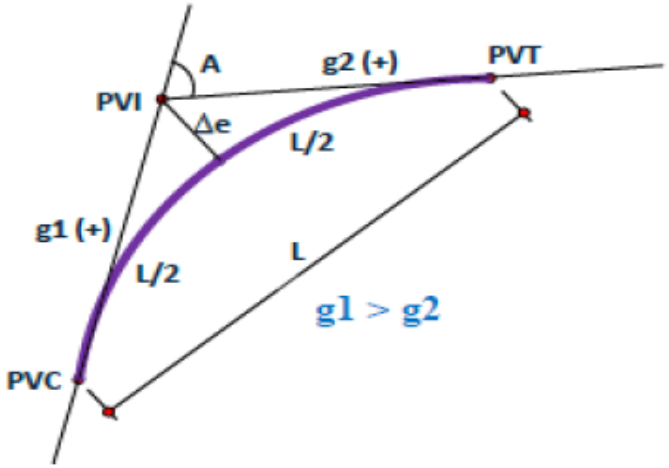
أنواع المنحني الرأسي Types of Vertical Curve

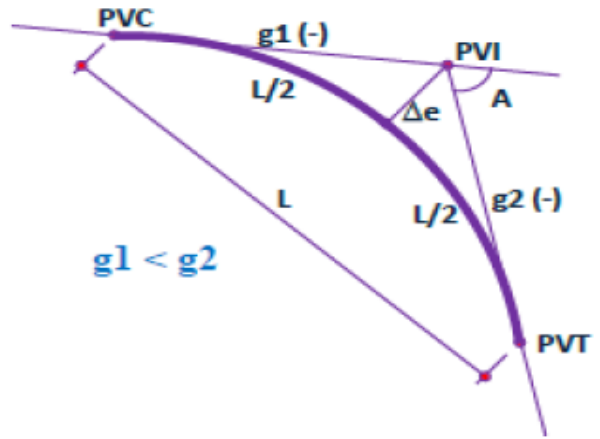
يقسم المنحني الرأسي حسب ميول المحورين اللذين يربطهما الى:

١ . المنحني الرأسي المحدب Convex Vertical curve

يكون للمنحني شكل مرتفع او قمة و تكون قيم (Δe, ΔY, r, A) سالبة ويكون على ثلاث أنواع:

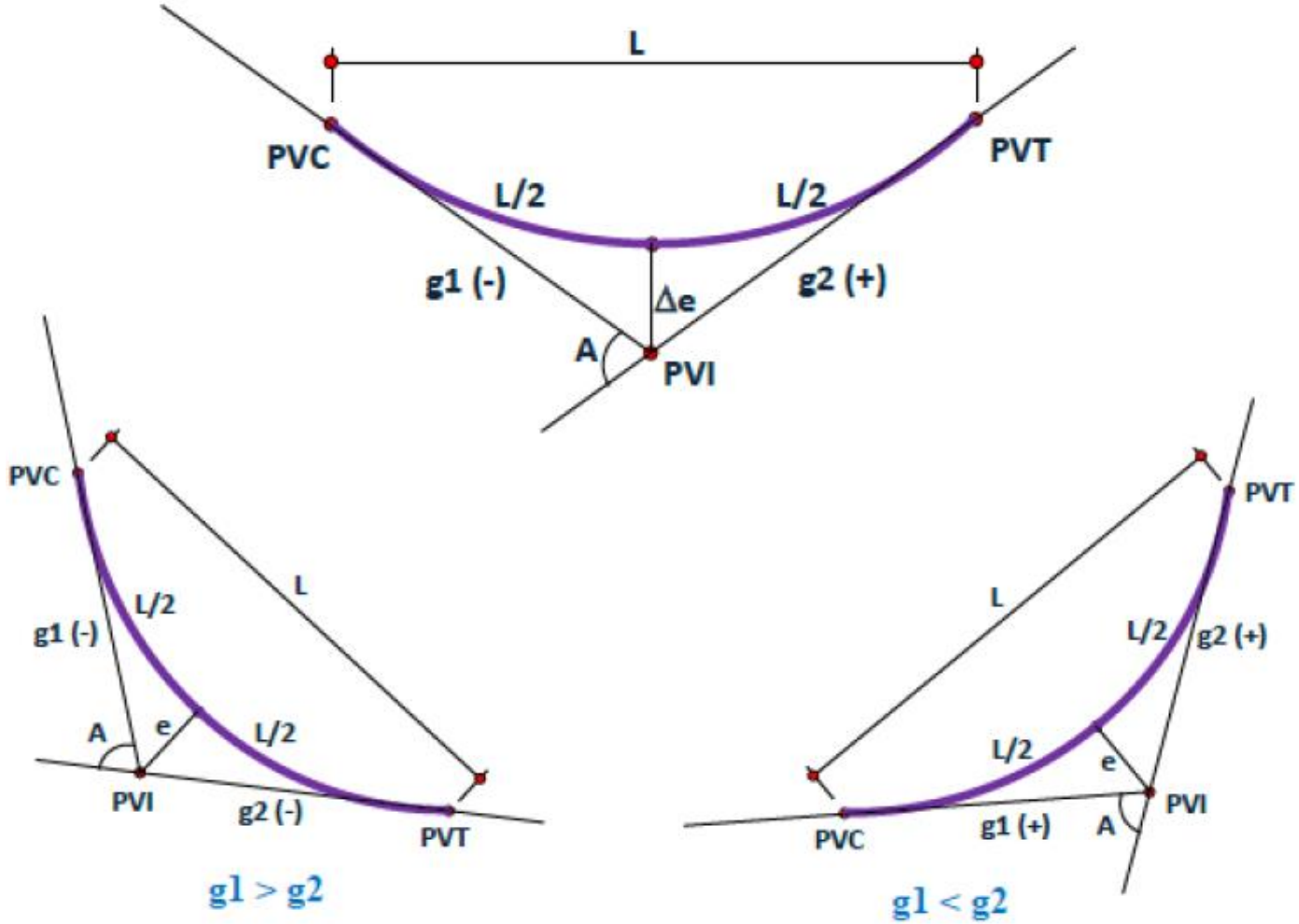






٢ . المنحني الرأسي المقعر Concave Vertical Curve

يكون للمنحني شكل وادي او منخفض و تكون قيم (Δe, ΔY, r, A) موجبة ويكون على ثلاث أنواع:



حساب عناصر المنحني الرأسي المتناظر

P.V.I : Point Vertical Intersection.

P.V.C : Point Vertical Curvature.

P.V.T : Point Vertical Tangency.

g1,g2 :Algebraic Longitudinal Slops

L: length of Vertical curve.

A = g1 - g2

$$r = \frac{A}{L} = \frac{g1 - g2}{L}$$

Δe: Difference in elevation at P.V.I

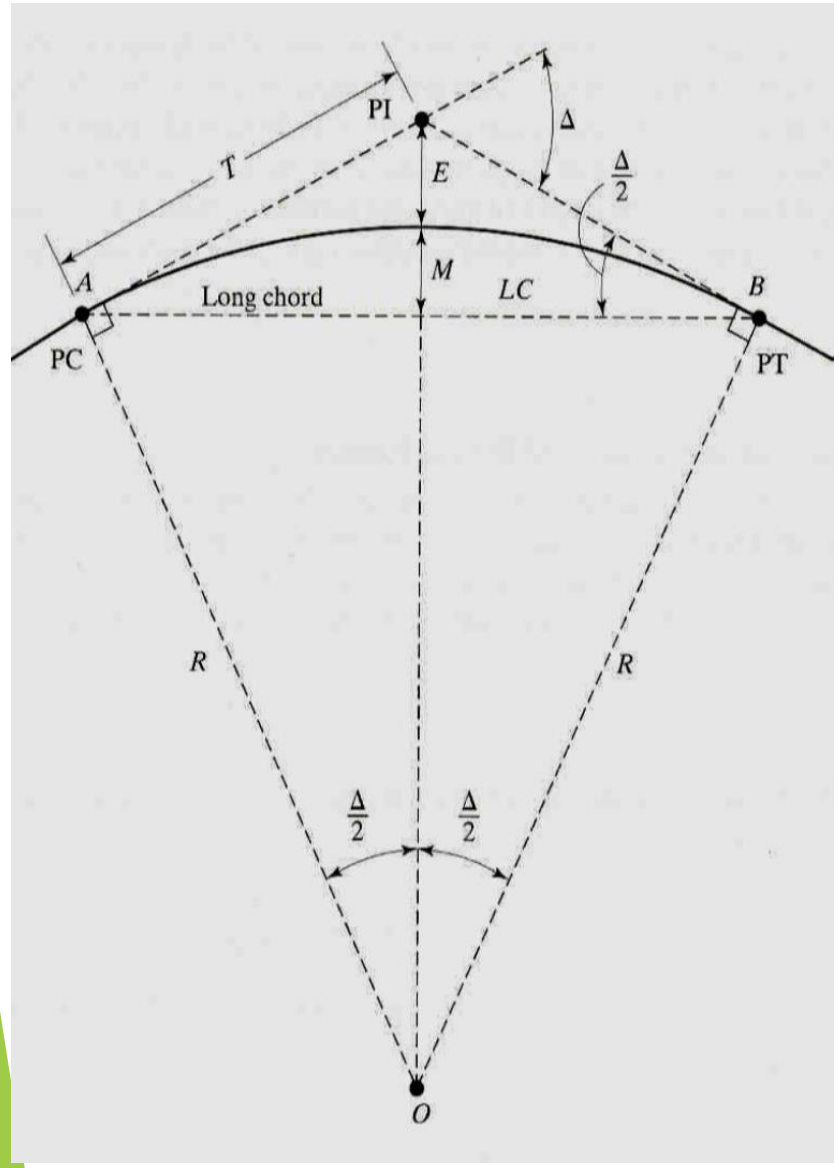
Y : Elevation of a point in curve.

X: Horizontal Distance at a Station.

ΔY: Difference in elevation between tangent and curve.

$$\Delta y = \frac{r}{2} * x^2$$

خواص المنحني الدائري البسيط



١ . طول المماسين متساويين و هما عموديين على نصفي قطر القوس في PC & PT

٢ . العمود النازل من مركز القوس ينصف الزاوية المركزية و طول الوتر.

٣ . زاوية الانحراف الكلية بين المماسين تساوي الزاوية المركزية المساوية للقوس المحصور بين نقطتي التماس.

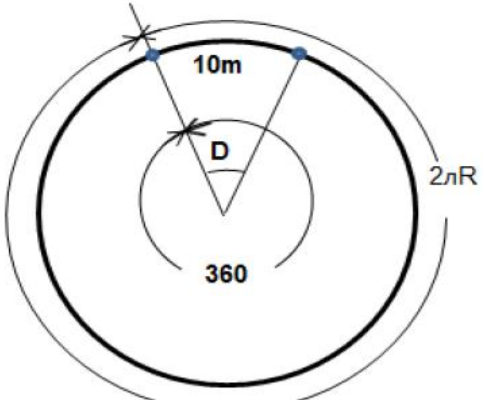
٤ . الزاوية المماسة بين المماس الأول او الثاني و أي وتر تساوي نصف الزاوية المركزية المقابلة لذلك الوتر.

العلاقات الرياضية الخاصة بعناصر المنحنى الدائري البسيط

١ . درجة القوس Degree of Curvature

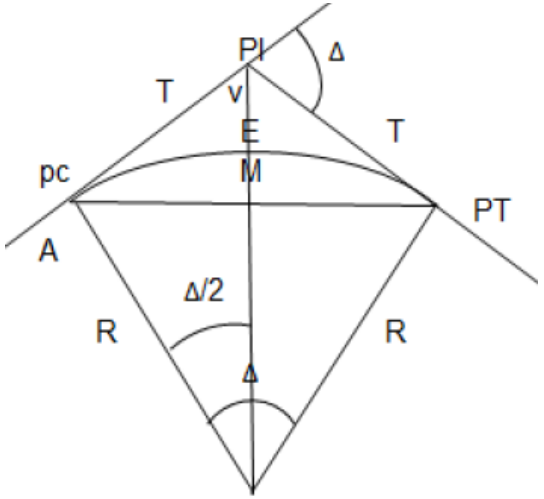
تعرف درجة التقوس بانها الزاوية المركزية التي تقابل قوسا دائري طوله ١٠ م.

$$\frac{D}{10} = \frac{360°}{2\pi R} \Rightarrow D = \frac{573}{R}$$



٢. طول القوس The Length of Horizontal Curve

$$\frac{L}{\Delta°} = \frac{360°}{2\pi R} \Rightarrow L = \frac{\pi R \Delta°}{180°}$$



٣ . طول المماس Tangent Length.

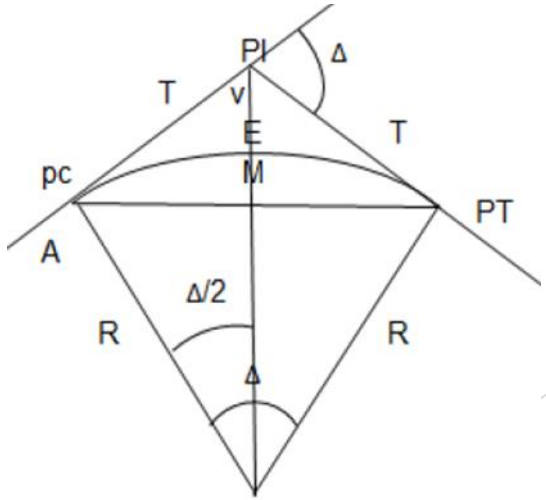
$$\tan\frac{\Delta}{2} = \frac{T}{R} \quad \Rightarrow \quad T = R * tan\frac{\Delta}{2}$$

٤ . طول الوتر Length of Long Chord.

$$\text{Sin}\frac{\Delta}{2} = \frac{LC/2}{R} \quad \Rightarrow \quad LC = 2R * Sin\frac{\Delta}{2}$$

٤ . المسافة الخارجية External distance.

$$\text{Cos}\frac{\Delta}{2} = \frac{R+E}{R} \quad \Rightarrow \quad E = R * (\frac{1}{\text{Cos}\frac{\Delta}{2}} - 1)$$



٥ . المسافة الوسطية The Middle Distance.

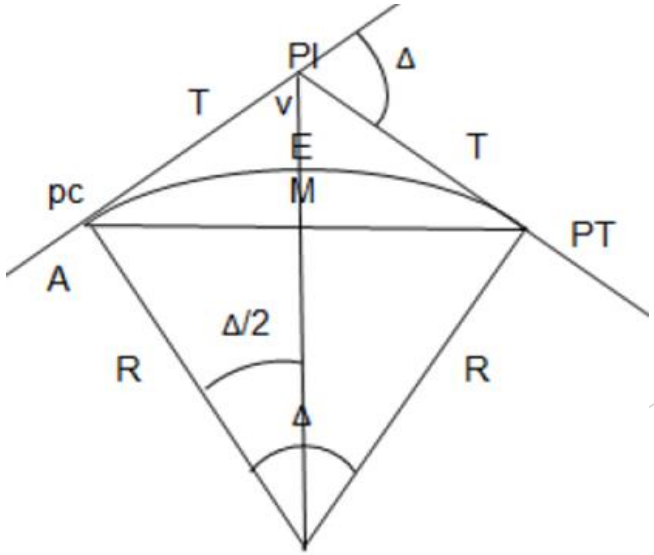
$$\text{Cos}\,\frac{\Delta}{2} = \frac{R-M}{R} \quad \Rightarrow \quad M = R * (1 - \text{Cos}\,\frac{\Delta}{2})$$

٦ . محطة بداية المنحني Sta. (PC) Point Curvature.

Sta. of (PC) = Sta. of (PI) - T

٧ . محطة نهاية المنحني Sta. (PT) Point Tangency.

Sta. of (PT) = Sta. of (PC) + L



مثال١: احسب عناصر المنحني الدائري البسيط و محطاته الرئيسية اذا علمت ان زاوية الانحراف الكلية ٣٠ ٦٠ =Δ ، وطول الوتر LC = 50 m، و محطة نقطة بداية المنحني تساوي PC = 26+30 M

$$LC = 2R * Sin\frac{\Delta}{2} \quad \Rightarrow \quad 50 = 2R * Sin\frac{60\ 30}{2} \quad \Rightarrow \quad R = 49.63\ m$$

$$L = \frac{\pi R \Delta^\circ}{180^\circ} \quad \Rightarrow \quad L = \frac{\pi * 49.63 * 60^\circ 30'}{180^\circ} \quad \Rightarrow \quad L = 52.41\ m$$

$$T = R * tan\frac{\Delta}{2} \quad \Rightarrow \quad T = 49.63 * tan\frac{60^\circ 30'}{2} \quad \Rightarrow \quad T = 28.94\ m$$

$$E = R * (\frac{1}{Cos\ \frac{\Delta}{2}} - 1) \quad \Rightarrow E = 49.63 * (\frac{1}{Cos\ \frac{60^\circ 30'}{2}} - 1) \Rightarrow E = 7.82\ m$$

$$M = R * (1 - Cos\ \frac{\Delta}{2}) \Rightarrow M = 49.63 * (1 - Cos\ \frac{60^\circ 30'}{2}) \Rightarrow M = 6.76\ m$$

Sta. of (PT) = Sta. of (PC) + L ⇨ Sta. of (PT) = 26+30+ (52.41)=26+82.41

Sta. of (PI)= Sta. of (PC) + T ⇨ Sta. of (PI)= 26+30+(28.94)=26+58.94m

مثال٢: منحنى دائري درجة التقوس D=3° احسب نصف قطره اذا كان:

أ - طول القوس المقابل ٢٠ م.

ب - طول الوتر المقابل ٢٠ م.

الحل :

$$\frac{D}{20} = \frac{360°}{2\pi R} \Rightarrow \frac{3°}{20} = \frac{360°}{2\pi R} \Rightarrow R = 381.97\ m$$

$$\sin\frac{\Delta}{2} = \frac{LC/2}{R} \Rightarrow \sin\frac{3°}{2} = \frac{20/2}{R} \Rightarrow R = 382.02\ m$$

View publication stats