

Q1 تم اجراء التسوية التفاضلية من اجل عمل راقم تسوية جديد (C)

point	B.S (m)	F.S (m)	Elevation (m)
BM1	٠,١٥٠		٥٠,٠٠٠
TP1	١,١٤٨	١,٧٤١	
C	١,٢٥٠	٢,١٧٥	
TP1	٢,٢٠٠	٠,٣٦٣	
BM1		٠,٤٧٤	

احسب افضل قيمة لارتفاع (C) والخطا القياسي لها.

Q2 الجدول ادناه يمثل القياسات الحقلية لعمال التسوية لعمل مقطع طولي "profile" على امتداد الخط المركزي لمشروع معين .

Level setup	Observed station	Rod reading m	Elevation m
١	0+00	٢,٥٥٠	٥٠,٠٠٠
	0+10	٢,٥٣٠	
	0+20	٢,٤٨٠	
	0+30	٢,٣٥٠	
٢	0+30	٢,٦٢٠	
	0+40	١,٥٧٠	
	0+50	٢,١٨٠	
٣	0+50	٢,١٩٠	
	0+60	٢,٤٧٠	
٤	0+60	٢,٤٤٠	
	0+70	٢,٥٩٠	
	0+80	٢,٨٩٠	

فاذا طلب ان يمر الخط المركز المقترح بالمحطة (٠+٤٠) وان تكون نسبة تغير انحداره (+.2%). احسب مقدار القطع او الدفن لجميع المحطات.

٣-٥ اجهزة قياس الزاوية

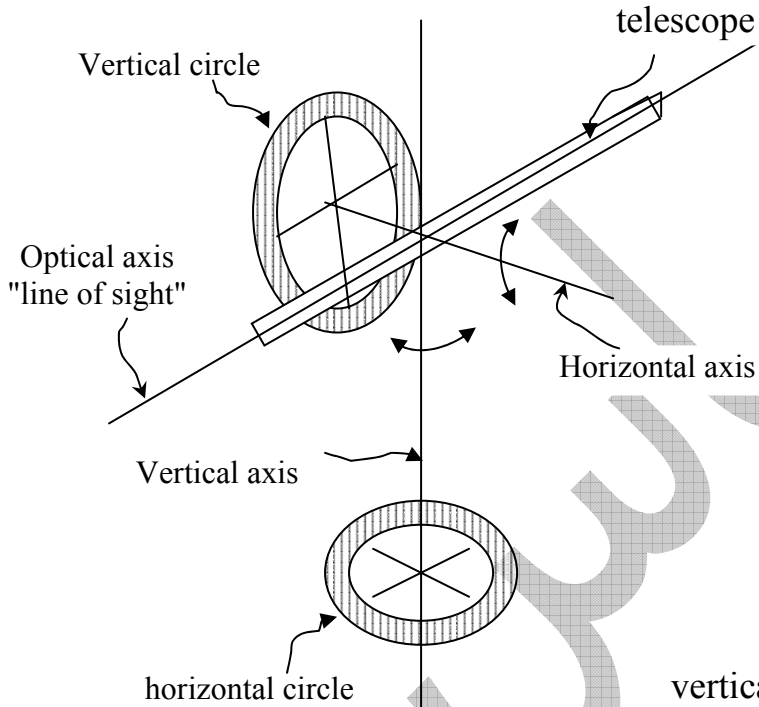
Angle measuring instruments (Theodolite & Total station)

ان الاجهزة المستخدمة في المساحة في قياس الزوايا الافقية والعمودية. هي جهاز الثيودوليت Theodolite وجهاز المحطة الكاملة "Total station".

١-٣-٥ المكونات الاساسية لاجهزة قياس الزوايا

-: Basic parts of Angle measuring instruments

جميع اجهزة قياس الزوايا (Theodolite & Total station) تتالف من العناصر (المكونات) (elements) الاساسية الاتية [شكل 5-12] :-



- ١- التلسكوب telescope
الغرض الاساسي للتلسكوب العدسي تثبيت خط النظر، حيث يكون خط النظر مطابق الى المحور العدسي " optical axis " للتلسكوب .
- ٢- المحور الافقي " Horizontal axis " حيث يتم حولة دوران التلسكوب (خط النظر) في مستوى شاقولي " vertical plane "
- ٣- المحور الشاقولي " vertical axis " حيث يتم حولة دوران التلسكوب (خط النظر) في مستوى افقي " horizontal plane "
- ٤- دائرة افقية " horizontal circle " لقياس الزوايا الافقية "horizontal angles"
- ٥- دائرة عمودية (شاقولية) vertical circle لقياس الزوايا العمودية (الشاقولية) vertical angles
- ٦- فقاعة دائرية circular bubble level و فقاعة انبوبية " plate bubble " في مستوى الدائرة الافقية حيث يتم وزن جهاز الثيودوليت بشكل تقريبي او لا باستخدام الفقاعة الدائرية ومن ثم يتم وزن الجهاز بشكل نهائي باستخدام الفقاعة الانبوبية ، وعند ذلك يصبح مستوى الدائرة الافقية افقي .
- ٧- فقاعة " level index " (قبان) مربوطة بالدائرة العمودية وذلك لإزالة إي ميلان "inclination" للدائرة العمودية " vertical circle " بحيث يكون مستوى الدائرة العمودية مستوى شاقولي . في معظم الأجهزة في الوقت الحاضر يتم إجراء ذلك تلقائياً "Automatically" اعتماداً على مبدأ مشابه إلى أجهزة التسوية الأوتوماتكية "Automatic level"
- ٨- رأس الموازنة "leveling head" يحتوي على ثلاث لوابب "leveling screws" لموازنة الجهاز.

شكل (٥-١٢) المكونات الاساسية لجهاز قياس الزوايا theodolite & total station

٢-٣-٥ المبادئ الأساسية لجهاز قياس الزوايا

"Basic principles of Angle measuring instruments"

عندما يتم نصب و وزن جهاز الثيودوللايت او جهاز المحطة الكاملة Total station، فإذا كان الجهاز بحالة (بشكل) ممتازة " in perfect adjustment " يجب توفر الشروط (المبادئ) الآتية شكل [5-12] :-

- ١- خط النظر " line of sight "، المحور الأفقي " horizontal axis " والمحور الشاقولي " vertical axis " تكون متعامدة " perpendicular " .
- ٢- المحور الأفقي " horizontal axis " يكون عمودي على الدائرة العمودية " vertical circle "
- ٣- المحور الشاقولي vertical axis يكون عمودي على الدائرة الأفقية horizontal circle

٣-٣-٥ الحركات الأفقية والعمودية horizontal and vertical motions

١-٣-٣-٥ الحركات الأفقية horizontal motions

هنالك نوعان من الحركة الأفقية لجهاز الثيودوللايت حول محورة الشاقولي vertical axis :-

١- الحركة العليا :- upper motion

يتم تنظيم (السيطرة) الحركة العليا بواسطة :-

- أ- مفتاح الحركة العليا (السريعة) " upper motion screw clamp "
 - ب- مفتاح الحركة العليا البطيئة upper – tangent screw
- عندما يتم دوران جهاز الثيودوللايت حول محورة الشاقولي " vertical axis " باستخدام الحركة العليا upper motion فان قراءة الدائرة الأفقية horizontal circle تتغير مع تغير اتجاه التلسكوب .

عندما يراد التوجيه إلى نقطة معينة باستخدام الحركة العليا ، يتم ذلك بخطوتين

" two steps " :-

- (a) فتح مفتاح الحركة العليا السريعة ويتم التوجيه بشكل تقريبي إلى النقطة المطلوبة ومن ثم يتم قفل مفتاح الحركة العليا السريعة " upper motion screw clamp "
- (b) يتم استخدام مفتاح الحركة العليا البطيئة upper – tangent screw للتوجيه المضبوط على النقطة المطلوبة .

٢- الحركة السفلى lower motion

يتم تنظيم (السيطرة) الحركة السفلى بواسطة :-

- أ- مفتاح الحركة السفلى (السريعة) lower motion screw
 - ب- مفتاح الحركة السفلى (البطيئة) lower tangent screw
- عندما يتم تدوير " rotation " جهاز الثيودوللايت حول محوره الشاقولي vertical axis باستخدام الحركة السفلى فان قراءة الدائرة الأفقية horizontal circle تبقى ثابتة ولا تتغير مع تغير اتجاه التلسكوب .

عندما يراد التوجيه الى نقطة معينة باستخدام الحركة السفلى ، فان ذلك يتم بخطوتين " two steps" :-

- ١ . يتم فتح الحركة السفلى السريعة ويتم التوجيه بشكل تقريبي الى النقطة المطلوبة ومن ثم يتم قفل مفتاح الحركة السفلى السريعة "lower-motion screw"
- ٢ . يتم استخدام مفتاح الحركة السفلى البطيئة "lower-tangent screw" للتوجيه المضبوط على النقطة المطلوبة .

٢-٣-٥ الحركة العمودية (الشاقولية) vertical motion

يتم تنظيم (السيطرة على) الحركة الشاقولية (دوران rotation) للتلسكوب حول المحور الافقي horizontal axis بواسطة :-

- (١) مفتاح الحركة الشاقولية (السريعة) " vertical-motion screw"
 - (٢) مفتاح الحركة الشاقولية البطيئة " vertical-tangent screw"
- عندما يتم دوران التلسكوب حول المحور الافقي " horizontal axis" باستخدام الحركة الشاقولية (العمودية) vertical-motion فان قراءة الدائرة العمودية .
" vertical circle " تتغير مع تغير اتجاه التلسكوب في المستوى الشاقولي "vertical plane"

عندما يراد قياس الزاوية العمودية "vertical angle" الى نقطة معينة ، فان ذلك يتم بخطوتين " two steps" :-

- (a) فتح مفتاح الحركة الشاقولية (السريعة) ويتم التوجيه بشكل تقريبي الى النقطة المطلوبة ومن ثم يتم قفل مفتاح الحركة الشاقولية (السريعة) " vertical-motion screw" .
- (b) يتم استخدام مفتاح الحركة الشاقولية البطيئة "vertical-tangent screw" للتوجيه المضبوط الى النقطة المطلوبة ، عند ذلك يتم اخذ قراءة الدائرة العمودية "vertical circle"

٤-٥ نصب جهاز قياس الزوايا (الثيودولايت و المحطة الكاملة)

setting up a theodolites & Total station

عند نصب جهاز التسوية "level" نكون غير معنيين بالنقطة الارضية التي نصب جهاز التسوية عليها ، وعند اتمام وزن "leveling" جهاز التسوية يعتبر نصب الجهاز قد تم ويمكن المباشرة باخذ قراءات مسطرة التسوية .

اما في حال استخدام جهاز الثيودولايت او جهاز المحطة الكاملة Total station فان النقطة الارضية "survey point" التي يتم نصب الجهاز عليها هي كل شئ لانها ببساطة تمثل راس الزاوية الافقية وكذلك راس الزاوية العمودية اللتان يتم قياسهما باستخدام جهاز الثيودولايت . لذلك عند نصب جهاز الثيودولايت على نقطة ارضية مثل "P" يجب تحقيق امرين

مهمين :-

تسمى محطة



*** النقطة الارضية P يجب ان تكون مؤشر بشكل جيد
الجهاز "theodolite station"

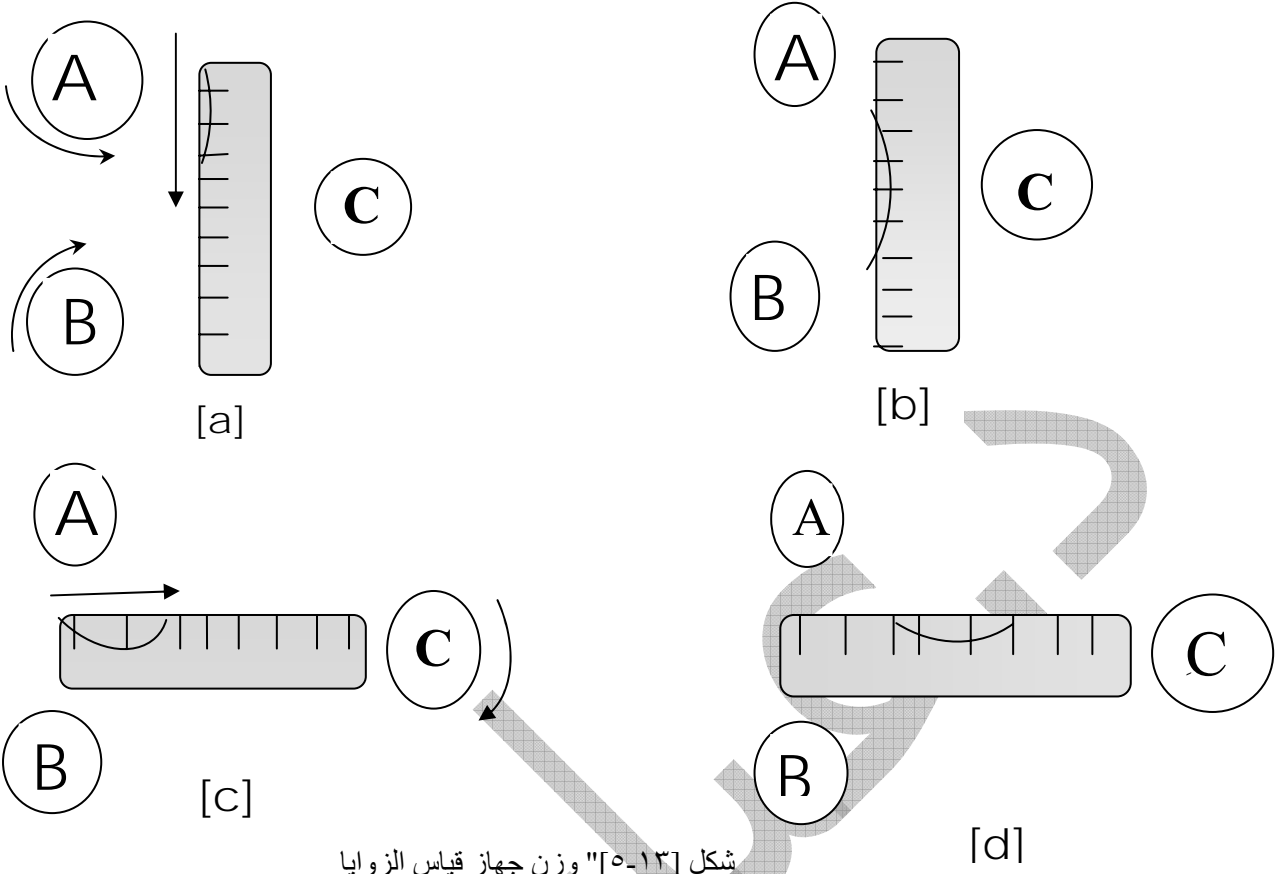
أ- وزن "leveling" جهاز التويودلايت
 ب- مركزة "centering" جهاز التويودلايت على النقطة الارضية "P" ، اي حصول تسامت ما بين مركز الجهاز ومركز (منتصف) النقطة "P" ، اي ان خيط الشاهول "plumb bob" الساقط من مركز جهاز التويودلايت يمر في مركز (منتصف) النقطة الارضية "P" ، سوف يطلق على هذه الحالة تسامت الجهاز مع النقطة الارضية "P".

اي انه عندما يقال ؛ قد تم نصب جهاز التويودلايت على النقطة "P" فان هذا يعني قد تم وزن جهاز التويودلايت وفي نفس الوقت ان مركز جهاز التويودلايت متسامت مع النقطة الارضية "P" المنصوب عليها الجهاز.

وعليه يمكن اتباع الاسلوب التالي في نصب جهاز التويودلايت وجهاز المحطة الكائنة

-: Total station

١. فتح وتثبيت ارجل الركيزة "Tripod" بطول يتلائم مع الشخص الراسد [يكون ارتفاع الركيزة ، $\approx 1.5m-1.6m$ فوق الارض] .
 ٢. ربط خيط الشاهول plumb bob براس الركيزة ، بالرغم من توفر تسامت عدسي في جهاز التويودلايت ، الا انه يفضل عمل تسامت اولي للجهاز مع النقطة الارضية باستخدام الشاهول او رمي ثقل صغير (حصوة) .
 ٣. مع الحفاظ على افقية سطح الركيزة يتم نصب الركيزة فوق النقطة "P" بشكل تقريبي باستخدام الشاهول او رمي حصوة.
 ٤. ربط جهاز التويودلايت بالركيزة "Tripod".
 ٥. مركزة "centering" الجهاز على النقطة "P" وذلك من خلال جعل تقاطع شعيرات منظار التسامت العدسي في منتصف النقطة باستخدام لوالب الموازنة.
 ٦. وزن الجهاز باستخدام الفقاعة الدائرية "circular bubble" وذلك من خلال تغيير طول ارجل الركيزة .
 ٧. وزن جهاز التويودلايت باستخدام الفقاعة الانبوبية "plate bubble" باتباع الاسلوب المبين في الشكل (١٣-٥) وعلى النحو الاتي :
- أ- تدوير "rotation" التويودلايت الى ان تصبح الفقاعة الانبوبية موازية الى الخط الواصل بين لولبين من لوالب الموازنة "leveling screws" وليكن B,A كما مبين في الشكل (5-13a) . يتم تحريك الفقاعة الى المركز من خلال تدوير نفس اللولبين B,A الى الداخل او الخارج .



شكل [١٣-٥] "وزن جهاز قياس الزوايا (theodolite & totalstation)"

- ب- تدوير **rotating الثيودلايت** ب 90° الى ان تصبح الفقاعة الانبوبية متعامدة مع الخط الواصل بين اللولبين وليكن B,A كما مبين في الشكل (5-13c). يتم تحريك الفقاعة الى المركز من خلال تدوير اللولب C فقط.
- ت- تدوير **الثيودلايت** باي اتجاه ، يجب ان تبقى الفقاعة الانبوبية في المركز وبخلافه يتم تكرار الخطوات ا،ب،ت لحين الحصول على وزن ممتاز **جهاز الثيودلايت**.

٨. التأكد من تسامت (مركزية) **الثيودلايت** مع النقطة الارضية من خلال منظار التسامت العدسي ، بخلافه يتم فتح جهاز الثيودلايت من الركيزة "Tripod" بشكل جزئي بسيط (loosening) يسمح بحركة انتقالية للثيودلايت لحين الحصول على تسامت (مركزة) الثيودلايت مع النقطة الارضية "P". بعد ذلك يتم اعادة ربط الثيودلايت بشكل جيد .

٩. التأكد من وزن الجهاز ، وبخلافه يتم تكرار الخطوات (٧،٨) لحين تحقيق الاثنين معا ،اي لحين الحصول على تسامت ووزن ممتازين لجهاز **الثيودلايت**.

١٠. اصبح الان جهاز **الثيودلايت** جاهز لقياس الزوايا الافقية والعمودية **المطلوبة**.

5-5 أنواع اجهزة الثيودلايت types of theodolites

تقسم اجهزة الثيودلايت الى نوعين :

1. **Optical-reading theodolites** "ثيودلايت ذات القراءة العدسية" التي يتم فيها اخذ القراءة بواسطة مايكروسكوبات "microscopes" داخلية.
2. **Digital theodolites** "ثيودلايت رقمي" التي يتم فيها تحويل القراءة الكترونيا الى حاله رقميه "digital" وتعرض بصيغة ارقام .

5-6 اجهزة الثيودلايت ذات القراءة العدسية **Optical-reading theodolites**

تصنف الاجهزة ذات القراءة العدسية الى نوعين :

1. ثيودلايت تكرر Optical-reading repeating theodolites
2. ثيودلايت اتجاهات Optical-reading directional theodolites

5-6-1 **Optical-reading repeating theodolites** ثيودلايت التكرار

وهي اجهزة الثيودلايت التي تحتوي على مفتاحين للحركة الافقية ؛ مفتاح الحركة العليا "upper-motion screw" ومفتاح الحركة السفلى "lower-motion screw". لها القدرة على تكرار "repeating" قياس الزاوية الافقية من خلال الاحتفاظ بالقيمة التراكمية لقراءة الدائرة الافقية باستخدام مفتاح الحركة السفلى "lower-motion screw". ان اصغر قراءة "least count" لاجهزة الاتجاهات بشكل عام اصغر من least count لاجهزة التكرار ، الا انه بالامكان زيادة الاتقان في قياس الزاوية الافقية باستخدام اجهزة التكرار من خلال قياس الزاوية لعدة مرات.

5-6-2 **Optical-reading directional theodolites** ثيودلايت الاتجاهات

وهي اجهزة الثيودلايت التي تحتوي على مفتاح واحد فقط للحركة الافقية ، الا وهو مفتاح الحركة العليا "upper-motion screw". لذلك في هذا النوع من الاجهزة لا يمكن الاحتفاظ بقيمة تراكمية لقراءة الدائرة الافقية وان الدائرة الافقية تتغير مع تغير اتجاه التلسكوب في المستوى الافقي . على اية حال فان اجهزة الاتجاهات اكثر اتقانا من اجهزة التكرار .

5-7 **Electronic Digital Theodolite** الثيودلايت الالكتروني الرقمي

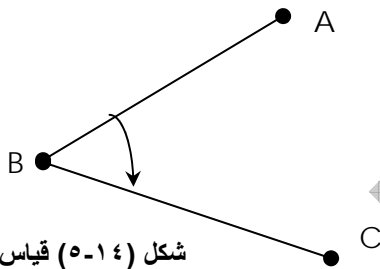
في هذه الاجهزة يتم تحويل قراءة الدائرة الافقية والدائرة العمودية الى حالة رقمية "digital" الكترونيا وتعرض بصيغة ارقام "numbers" تلقائيا Automatically وهذا يزيل الطلب لقراءة يدوية "manual" كما هي الحالة في الاجهزة الاعتيادية .

التصميم الاساسي والمظهر العام لهذة الاجهزة مشابهة (نفسه) للاجهزة الاعتيادية الذي تم شرحه سابقا ، وان الفرق الاساسي هو في كيفية (اسلوب) اخذ القيمة الزاوية " Angular value " وعرضها خارجيا بصيغة ارقام .

٥-٨ قياس الزاوية الافقية بطريقة التكرار

"measuring Horizontal angle by repetition method"

يتم قياس الزاوية الافقية بطريقة التكرار وذلك من خلال استخدام ثيودولايت التكرار " optical –reading repeating theodolite " اسلوب قياس الزاوية الافقية الى اليمين ABC Angle to the right المبينة في الشكل (٥-١٤) بطريقة التكرار لاربع مرات (عدد التكرار $N=4$) يتم وفق الجدول الحقلي (جدول (٥-١)) وعلى النحو الاتي :-



شكل (٥-١٤) قياس الزاوية الافقية ABC

١. نصب جهاز الثودلايت على المحطة B بنفس الاسلوب الذي تم شرحه سابقا في (٥-٤)
٢. وضع التلسكوب بشكل مباشر

["face left" F.L=D "direct"]
[الدائرة العمودية الى اليسار]

ومن ثم جعل الدائرة الافقية تقرا $00^000'00''$ ، يمكن اجراء ذلك على النحو الاتي:-

- (a) تدوير Turn مفتاح " knob " المايكروميتر الى ان تصبح قراءة المايكروميتر " $0^00''$ micrometer
 - (b) فتح المفتاح الحركة الافقية العليا وكذلك مفتاح الحركة الافقية السفلى .
 - (c) النظر من خلال العدسة العينية للمايكروميتر وتدوير حلقة الدائرة الافقية الى ان تصبح القراءة 0^0 تقريبا.
 - (d) قفل مفتاح الحركة العليا ، ومن ثم يستخدم مفتاح الحركة العليا البطيئة "upper-tangent screw" للحصول على القراءة 0^0 بشكل مضبوط.
 - (e) قفل مفتاح الحركة السفلى "lower-motion screw"
- (٣) توجيه التلسكوب (خط النظر) الى المحطة A (From station). بحيث تبقى قراءة الدائرة الافقية ثابتة دون تغيير.

يمكن اجراء ذلك على النحو الاتي:-

- (a) توضيح الشعيرات crosshairs

(b) فتح مفتاح الحركة السفلى "lower-motion screw" وكذلك فتح مفتاح الحركة الشاقولية "vertical-motion screw" توجيه التلسكوب الى المحطة A، وذلك من خلال النظر من فوق التلسكوب مباشرة ومن ثم النظر من خلال التلسكوب الى ان يتم رؤية النقطة A، وضح صورة النقطة A بعد ان يتم رؤية صورة واضحة للنقطة A يتم قفل مفتاح الحركة السفلى وكذلك مفتاح الحركة الشاقولية.

(c) يستخدم مفتاح الحركة السفلى البطيئة "upper-tangent screw" لجلب "bring" الشعرية الشاقولية vertical cross hair الى مركز النقطة A.

ومن ثم يستخدم مفتاح الحركة الشاقولية البطيئة "vertical -tangent screw" لجلب "bring" الشعرية الافقية Horizontal cross hair الى مركز "center" النقطة A

(d) يتم تكرار الخطوة (c) اعلاه الى ان يصبح مركز النقطة A يمثل نقطة تقاطع الشعرية الافقية "Horizontal cross hair" و الشعرية الشاقولية vertical cross hair

(e) التأكد من وضوح صورة النقطة A وكذلك وضوح صور الشعيرات cross hairs في نفس الوقت .

٤ . توجيه التلسكوب (خط النظر) الى المحطة C [To station] بنفس الاسلوب الذي تم اتباعه في الخطوة (٣) اعلاه باستخدام مفتاح الحركة العليا وكذلك مفتاح الحركة العليا البطيئة بدلا من مفتاح الحركة السفلى وكذلك مفتاح الحركة السفلى البطيئة على التوالي.

٥ . قراءة وتسجيل قراءة الدائرة الافقية "H.C.R=Horizontal circle reading" للتكرار الاول فقط [H.C.R=120°45'00"] كما هو مبين في الجدول (١-٥)

٦ . تدوير " rotation" التلسكوب حول المحور الافقي horizontal axis بمقدار ١٨٠° من خلال فتح مفتاح الحركة الشاقولية "vertical-motion screw" الى ان يصبح التلسكوب في وضع المقلوب

[Face right F.R = R"Reverse" الدائرة العمودية الى اليمين]

ومن ثم يتم قفل مفتاح الحركة الشاقولية "vertical-motion screw".
٧ . يتم تكرار الخطوات (٣ و٤) اعلاه للحصول على قيمة الزاوية للتكرار الثاني حيث انه في التكرار الاول كان التلسكوب في وضع مباشر [D] وفي التكرار الثاني كان التلسكوب في وضع مقلوب [R].

٨ . تدوير " rotation" التلسكوب حول المحور الافقي horizontal axis بمقدار ١٨٠° من خلال فتح مفتاح الحركة الشاقولية "vertical-motion screw" الى ان يصبح التلسكوب في وضع مباشر "Direct" D .

٩ . يتم تكرار الخطوات (٣ و٤ و٦ و٧ و٨) لكل تكرار بين اضافيين [R,D] على ان يتم اخذ وتسجيل القراءة الاخيرة [(في المحطة) H.C,R=123°0'30"]

Theodolite station	From station	To station	Repetition No.	Telescope D or R	H.C.R
B	A		٠	D	0°00'00"
		C	١	D	120°45'00"
			٤	R	123°0'30"

جدول (٥-١) قياس زاوية افقية بطريقة التكرار

١٠. يتم حساب الزاوية الافقية وعلى النحو الاتي:

(a) حساب القيمة التقريبية للزاوية "θ"
 $\theta = \text{قراءة الدائرة الافقية للتكرار (١)} - \text{قراءة الدائرة الافقية للتكرار (٠)}$
 $\theta = H.C.R_1 - H.C.R_0 = (123^{\circ}45'00'') - (0^{\circ}00'00'') = 120^{\circ}45'00''$

(b) حساب عدد الدورات "NC"
 $NC = N * \theta / 360^{\circ}$
 حيث ان $N = \text{عدد مرات تكرار قياس الزاوية} = 4$

$$NC = \frac{4[120^{\circ}45'00'']}{360^{\circ}} = \frac{483^{\circ}}{360^{\circ}} = 1.34167$$

عدد الدورات = 1 (يؤخذ العدد الصحيح فقط) $NC = 1$

(c) حساب قيمة الزاوية θ

$$\frac{[360^{\circ} * Nc] + (\epsilon)}{N} = \theta$$

$$\therefore \theta = \frac{H.R.C_N + [NC * 360^{\circ}]}{4} = \frac{H.C.R_4 + [1 * 360^{\circ}]}{4}$$

$$\theta = \frac{123^{\circ}00'00'' + 360^{\circ}}{4} = \frac{483^{\circ}00'30''}{4} = 120^{\circ}45'7.5''$$

$$\therefore \hat{A}BC = 120^{\circ}45'7.5''$$

٥-٩ قياس الزاوية الافقية بطريقة الاتجاهات

"Measuring horizontal angle by Directional Method"

يتم قياس الزاوية الافقية بطريقة الاتجاهات باستخدام ثيوذلايت الاتجاهات

Optical-reading Directional Theodolite

اسلوب قياس الزاوية الافقية الى اليمين "ABC" Angle to the right والمبينه

في الشكل (٥-١٤) بطريقة الاتجاهات ولمجموعتين Two sets من القراءات ، الاولى

(first set) تبدأ بالقراءة (0^{00'00''}) والثانية [second set] تبدأ بالقراءة

(90^{00'00''}) وفق الجدول الحقلي (٥-٢) وعلى النحو الاتي:-

١. نصب جهاز التيودولاييت على المحطة B بنفس الاسلوب الذي تم شرحه سابقا في (٤-٥)
٢. جعل وضع التلسكوب بشكل مباشر [F.L=D "face left"]
["direct"] [الدائرة العمودية الى اليسار]
٣. توجيه التلسكوب الى المحطة A باستخدام مفتاح الحركة العليا "upper-motion screw" ومفتاح الحركة العليا البطيئة "upper-tangent screw" وكذلك مفتاح الحركة الشاقولية "vertical motion screw" ومفتاح الحركة الشاقولية البطيئة "vertical-tangent screw" وجعل "set" قراءة الدائرة الافقية [H.C.R=0°00'00"]
٤. توجيه التلسكوب (خط النظر) الى المحطة "station" C باستخدام نفس مفتاتيح الحركة في الخطوة ٣ اعلاه، ثم تؤخذ قراءة الدائرة الافقية وتسجل (H.C.R=75°09'30").
٥. جعل التلسكوب في وضع مقلوب "Reverse" R
["Face right F.R = R"Reverse"] [الدائرة العمودية الى اليمين]
٦. توجيه التلسكوب (خط النظر) الى المحطة "station" C باستخدام نفس مفتاتيح الحركة في الخطوة ٣ اعلاه، ثم تؤخذ قراءة الدائرة الافقية ويتم ويسجلها (H.C.R=255°09'38") هذه القراءة يجب ان تختلف عن القراءة في الخطوة ٤ بمقدار ١٨٠° + او- عدد قليل من الثواني لجهاز اصغر قراءة فيه (جهاز T2) least count=1"
٧. توجيه التلسكوب (خط النظر) الى المحطة "station" A باستخدام نفس مفتاتيح الحركة في الخطوة ٣ اعلاه، ثم تؤخذ قراءة الدائرة الافقية وتسجل (H.C.R=180°00'05")
٨. في الخطوات (١-٧) تم انجاز العمل للحصول على المجموعة الاولى (R,D) first set من القياسات للزاوية <ABC للحصول على المجموعة الثانية (R,D) second set والذي يبدأ بالقراءة (90°00'00") ، يتم تكرار العمل وفق الاتي:-
٩. توجيه التلسكوب في وضع مباشر D الى المحطة A ، باستخدام نفس مفتاتيح الحركة في الخطوة ٣ ، وجعل "set" الدائرة الافقية (H.C.R=90°00'00")
١٠. يتم تكرار الخطوات (٤ و٥ و٦ و٧) على ان يتم تسجيل القراءات في الخطوات (٤ و٦ و٧).

Theodolite station	Observed station	Telescope D or R	H.C.R	Angle to the Right ABC
B	A	D	0 ⁰⁰ /00 ^{//}	
		R	180 ⁰⁰ /05 ^{//}	
	C	D	75 ⁰⁹ /30 ^{//}	75 ⁰⁹ /30 ^{//}
		R	255 ⁰⁹ /38 ^{//}	75 ⁰⁹ /33 ^{//}
	A	D	90 ⁰⁰ /00 ^{//}	
		R	269 ⁰⁵ /51 ^{//}	
	C	D	165 ⁰⁹ /32 ^{//}	75 ⁰⁹ /32 ^{//}
		R	345 ⁰⁹ /28 ^{//}	75 ⁰⁹ /37 ^{//}

جدول (٥-٢) قياس الزاوية الافقية بطريقة الاتجاهات

١١. يتم حساب افضل قيمة للزاوية ABC والخطاء القياسي لها على النحو الاتي:-

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + X_4}{4}$$

$$\therefore ABC = \frac{[75^{\circ}09'30"] + [75^{\circ}09'33"] + [75^{\circ}09'32"] + [75^{\circ}09'37"]}{4}$$

$$\therefore ABC = 75^{\circ}09'33"$$

$$V_1 = X_1 - \bar{X} = [75^{\circ}09'30"] - [75^{\circ}09'33"] = -3"$$

$$V_2 = X_2 - \bar{X} = 0", V_3 = X_3 - \bar{X} = -1"$$

$$V_4 = X_4 - \bar{X} = +4"$$

$$\delta_{xi} = \sqrt{\frac{v_1^2 + v_2^2 + v_3^2 + v_4^2}{4-1}} = \sqrt{\frac{9+0+1+16}{3}}$$

$$\delta_{xi} = 2.944$$

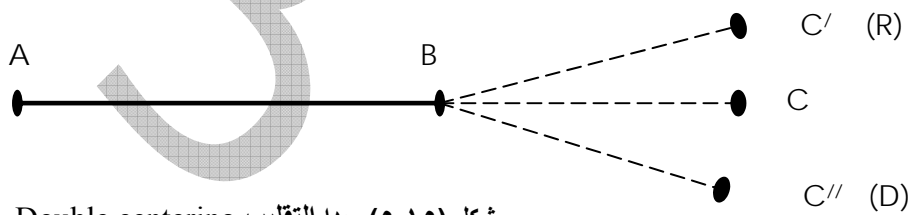
$$\delta_x = \frac{\delta_{xi}}{\sqrt{n}} = \frac{2.944}{\sqrt{4}} = 1.47"$$

$$\therefore \delta_x = \pm 1.5"$$

$$\therefore ABC = 75^{\circ}09'33" \pm 1.5"$$

٥-١٠ مبدأ التقليل Double centring

يجب دائما استخدام مبدأ التقليل عند قياس الزوايا الفقية والعمودية ، القياس الاول يكون التلسكوب في وضع مباشر D و القياس الثاني يكون التلسكوب في وضع مقلوب R وذلك للتقليل (ازالة) الاخطاء المنتظمة الناتجة من الجهاز لذلك عند تكرار القياس يكون عدد القياسات = 2(R,D) او 4(2R,2D)..... وهكذا. لتوضيح مبدأ التقليل، في الشكل (٥-١٥)

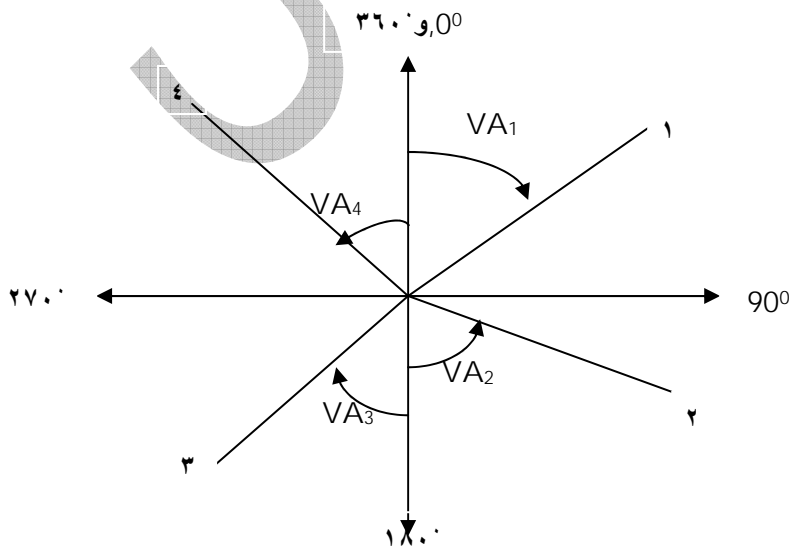


شكل (٥-١٥) مبدأ التقليل Double centering

- لغرض تعيين موقع النقطة C على الارض بحيث يمثل امتداد الخط المستقيم AB تم استخدام ثيودولايت وعلى النحو الآتي:-
١. نصب جهاز الثيودولايت على المحطة B
 ٢. توجيه التلسكوب وهو في وضع مباشر "D" الى المحطة A. قلب التلسكوب بحيث يصبح بوضع مقلوب "R" ويتم تثبيت النقطة C'.
 ٣. توجيه التلسكوب وهو في وضع مقلوب "R" الى المحطة A. قلب التلسكوب بحيث يصبح بوضع مباشر "D" ويتم تثبيت النقطة C''.
 ٤. تنصيف المسافة C'', C' [C'' C'/2] لتعين موقع النقطة C المطلوبة .

١-٥ قياس الزاوية العمودية Measuring vertical angle

في اجهزة التويودلايت بشكل عام قراءة (V.C.R=0°00'00") نحصل عليها عند توجيه التلسكوب شاقوليا الى الاعلى وان قراءة (V.C.R=90°00'00") نحصل عليها عندما يكون التلسكوب افقي ويوضع مباشر "D" [=] Face left الدائرة العمودية الى اليسار]. قراءة (V.C.R=270°00'00") نحصل عليها عندما يكون التلسكوب افقي وبوضع مقلوب "R" [=] Face right الدائرة العمودية الى اليمين]. كما مبين في الشكل (٥-١٦)



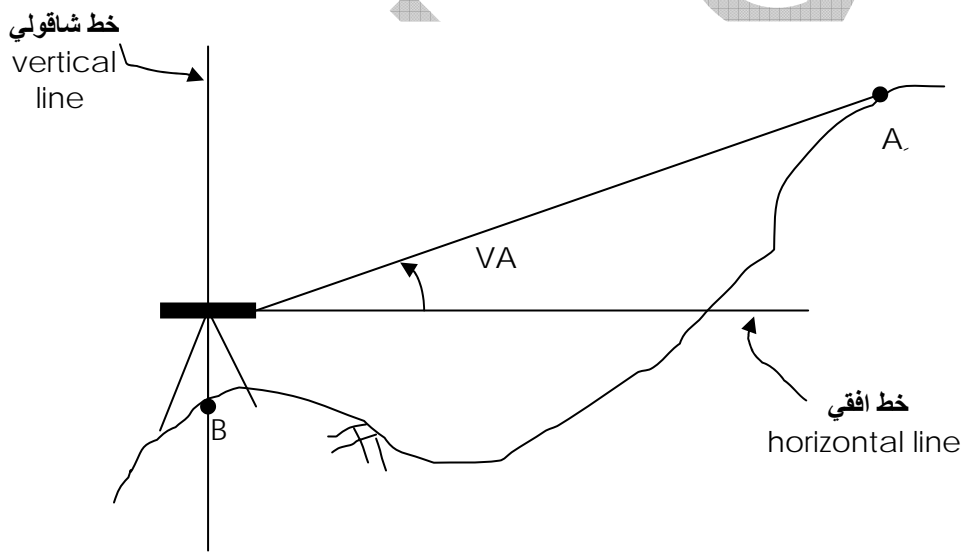
شكل (٥-١٦) قراءة الدائرة العمودية V.C.R

اشارة الى الشكل (٥-١٦) وان الزاوية العمودية (VA) تتراوح ما بين (-٩٠) الى (+٩٠) يمكن حساب الزاوية العمودية "vertical Angle" (VA) وكما مبين في الشكل [5-16] وعلى النحو الاتي :-

a- اذا كانت قراءة الدائرة العمودية اصغر من او تساوي 180 [V.C.R ≤ 180]
 $V.A = 90^0 - (V.C.R) \dots \dots \dots (5-1)$

b- اذا كانت قراءة الدائرة العمودية اكبر من 180 [V.C.R > 180]
 $V.A = (V.C.R) - 270^0 \dots \dots \dots (5-2)$

فاذا كانت القيمة (+) فانها زاوية ارتفاع elevation angle
 واذا كانت القيمة (-) فانها زاوية انخفاض depression angle
 اسلوب قياس الزاوية العمودية الى النقطة A المبينة في الشكل [5-17] يتم على النحو الاتي :-



شكل (٥-١٧) قياس الزاوية العمودية

- ١- نصب جهاز التيودلايت على المحطة B
- ٢- توجيه التلسكوب وهو في وضع مباشر "D" الى المحطة A وذلك باستخدام مفتاح الحركة العليا (او السفلى) وكذلك مفتاح الحركة الشاقولية .
 يستخدم مفتاح الحركة الافقية البطيئة ومفتاح الحركة الشاقولية البطيئة لضبط توجيه خط النظر بحيث يصبح مركز النقطة A يمثل نقطة تقاطع الشعيرة الافقية
 Horizontal cross hair والشعيرة الشاقولية vertical cross hair .
 تؤخذ قراءة الدائرة العمودية vertical circle reading وتسجل

د.عباس زيدان

$$[V.C.R = 70^{\circ}00'10'']$$

٣- قلب التلسكوب وجعله في وضع مقلوب "R" ويتم التوجيه الى النقطة A بنفس الاسلوب السابق .

$$[V.C.R = 289^{\circ}59'44'']$$

٤- في الخطوات [3,2] تم انجاز العمل للحصول على قيمتين للزاوية العمودية ؛ الاولى والتلسكوب في وضع مباشر "D" والثانية والتلسكوب في وضع مقلوب "R".

فاذا طلب اربع [4] قيم للزاوية العمودية [2R,2D] يتم تكرار الخطوات [3,2] وتسجل قراءات الدائرة العمودية الجديدة ، وكما هو مبين في الجدول الحثلي [3-5].

Theodolite station	Observed station	Telescope D or R	V.C.R	Vertical Angle VA
B	A	D	70 ⁰⁰ /10''	١٩ ⁰⁵⁹ /50''
		R	289 ⁰⁵⁹ /44''	١٩ ⁰⁵⁹ /44''
		D	70 ⁰⁰ /12''	١٩ ⁰⁵⁹ /48''
		R	289 ⁰⁵⁹ /42''	١٩ ⁰⁵⁹ /42''

جدول(٣-٥) قياس الزاوية العمودية

- ٥- يتم حساب vertical Angle [VA] لكل قياس للدائرة العمودية [V.C.R] باستخدام المعادلات [5-1][5-2] وكما هو مبين في الجدول [3-5] اعلاه.
- ٦- يتم حساب افضل قيمة للزاوية العمودية (VA) والخطا القياسي لها وعلى النحو الاتي:-

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + X_4}{4}$$

$$\therefore ABC = \frac{[19^0 59' 50''] + [19^0 59' 44''] + [19^0 59' 48''] + [19^0 59' 42'']}{4} = 19^0 59' 46''$$

$$V_1 = X_1 - \bar{X} = 4'',$$

$$V_2 = X_2 - \bar{X} = -2'', V_3 = X_3 - \bar{X} = -2''$$

$$V_4 = X_4 - \bar{X} = -4''$$

$$\delta_{xi} = \sqrt{\frac{v_1^2 + v_2^2 + v_3^2 + v_4^2}{4-1}} = \pm 3.65'' \Rightarrow$$

$$\delta_x = \frac{\delta_{xi}}{\sqrt{n}} = \frac{3.65}{\sqrt{4}} = \pm 1.8''$$

$$\therefore VA = 19^0 59' 46'' \pm 1.8''$$