

## قياس المسافة (الجزء الثاني)

### Distance Measurement

4. القياس غير المباشر بالإعتماد على خاصية انتشار الأمواج الإليكترونيومغناطيسية، وذلك باستخدام القائس الإلكتروني (EDM).  
4.1. مقدمة.

يمكن قياس المسافات ضمن الشبكات الجيوديزية باستخدام الطرق المباشرة والطرق غير المباشرة. يعتمد القياس المباشر للمسافات على الإستخدام المباشر للأداة القياس على طول الخط المستقيم بين النقطتين المحددين للمسافة، ومن أدوات القياس المستخدمة ذكر الشريط القماشي أو المعدني. هذه الطريقة قديمة وتحتاج إلى جهدٍ كبير، لذا يتم استخدامها ضمن الشبكات الأفقية التي لا تزيد أطوال أضلاعها عن  $0.5\text{ km}$ .

يمكن أن نعتبر قياس المسافة باستخدام الأمواج الإليكترونيومغناطيسية قياساً مباشراً، لأن هذا القياس يعتمد على إرسال موجة معدلة بصيرية أو راديوية في مسار خط رصد المسافة بين النقطتين المحددين للمسافة المذكورة. ويعتبر قياس المسافات باستخدام قائس المسافات الإلكتروني أحد ث طريقة لقياس أطوال أضلاع الشبكات الجيوديزية، وهي طريقة بسيطة ودقيقة وسريعة واقتصادية. ومن هنا نجد الاستخدام الهائل لهذه الطريقة في قياس المسافات الطويلة والقصيرة ضمن جميع أنواع الشبكات الجيوديزية.

#### 24. تصنیف أجهزة قیاس المسافات. Classification of EDM Instruments.

تندرج الأجهزة الإلكترونية لقياس المسافات (EDM) ضمن مجموعتين أساسيتين هما:

المجموعة الأولى: أجهزة إلكتروبصيرية نستخدمها لقياس المسافات حتى  $14 \div 16\text{ km}$ .

(Elektro-Optical Instruments that transmit either modulated laser or infra-red Light).

المجموعة الثانية: أجهزة ميكروموجية نستخدمها لقياس المسافات حتى عدة عشرات من الكيلومترات.

(Radiowaves Instruments which transmits microwaves with wavelengths)

وعلى نحوٍ مشابهٍ يمكن تصنیف طرق القياس المعتمدة على ظاهرة تداخل الأمواج الإليكترونيومغناطيسية الراديوية والبصرية ضمن طرق القياس المباشر للمسافات. تُستخدم ظاهرة تداخل الأمواج الراديوية في قياس المسافات باستخدام الأقمار الصناعية، ويمكن استخدام ظاهرة تداخل الأمواج البصرية في قياس المسافات عالية الدقة المستخدمة لضبط ومعايرة الأجهزة الإلكترونومغناطيسية.

## 24. القياس غير المباشر للمسافات باستخدام الأمواج الإلكترومغناطيسية المعدلة.

### أ. ملاحظات أولية:

منذ السبعينيات استخدم المساحون قائسي المسافات الإلكترونية لقياس المسافات، فتتحدد المسافة المقاسة بهذه الأجهزة بالاعتماد على الزمن اللازم لذهاب وإياب الموجة الإلكترونية على طول المسافة، وعلى معرفة سرعة انتشار موجة القياس في الهواء.

لقياس المسافة باستخدام القائس الإلكتروني نعتمد على ظاهرة انتشار المستقيم للأمواج الإلكترونية في الفراغ بسرعةٍ منتظمة وثابتة، وطبعاً تتغير هذه الميزات نسبياً في طبقات الجو المحيطة بالأرض. إذاً لإجراء القياسات الصحيحة يجب تحديد سرعة انتشار الأمواج في الهواء، ومن ثم إدخال التصحيحات المناسبة الناتجة عن تغير الظروف الجوية (الضغط الجوي، الحرارة، الرطوبة، ..... الخ).

من المجال الكامل للأمواج الإلكترونية تم اختيار مجالين قليلي التأثير بالظروف الجوية، وهما: . مجال الطيف المرئي والأشعة تحت الحمراء: بطول موجةٍ يتراوح بين ( $0.35 \div 1.1 \text{ mm}$ )، ندعوه هذا المجال باسم الأمواج الإلكتروبصريّة.

. مجال الأمواج الميكروية: بطول يتراوح بين ( $0.8 \div 20 \text{ mm}$ )، ونسميه الأمواج الراديوية.

تتأثر سرعة انتشار الأمواج الإلكترونية، من مجال الطيف المرئي والأشعة تحت الحمراء ومن مجال الأمواج الراديوية، بالدرجة نفسها بالضغط الجوي وبحرارة الهواء. ويكون تأثير رطوبة الهواء على تغير سرعة انتشار الأمواج البصرية في الهواء أصغر منه بـ (100 مرة) في حالة الأمواج الراديوية. كما تتأثر الأمواج الميكروية بظاهرة انعكاس الأشعة على سطح الأرض أو على الأبنية المجاورة والأشجار وغيرها، وهذا يؤثر سلبياً طبعاً على دقة القياس. إذاً تقيس الأجهزة التي تعتمد على المجال الراديوي المسافات بدقةٍ أدنى من الأجهزة التي تعتمد الأمواج البصرية، ومع ذلك نستخدمها لقياس المسافات الطويلة ضمن الشبكات الأساسية (قد تصل المسافات هنا إلى 120 كم)، كمثال على هذه الأجهزة نذكر قائس المسافات الإلكتروني *Sial* المصنوع في شركة *Simens - Albis* السويسرية.

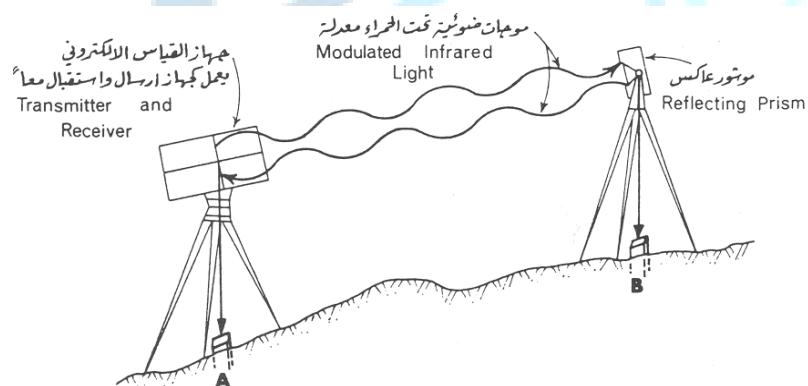
عموماً ننصح باستخدام الأجهزة الإلكترونية لقياس المسافات ضمن الشبكات التفصيلية ذات الأضلاع حتى 15 كم.



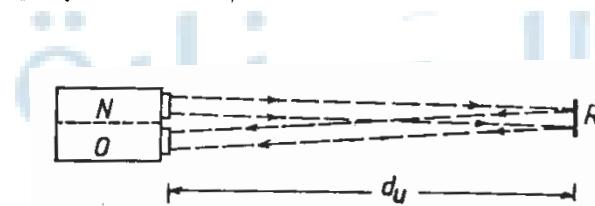
### Principles of EDM Operation

تتكون مجموعة القائس البصري من الأجزاء التالية:  
مرسل، أداة عاكسة، مستقبل، جهاز قياس.

لقياس طول ضلع ما باستخدام قائس المسافات الإلكتروني ثبت الجهاز (المزود بالمرسل والمستقبل وجهاز القراءة) فوق النقطة المحددة للطرف الأول من الضلع، وثبت فوق النقطة المحددة للطرف الثاني من الضلع العاكس، الذي يتكون من مجموعةٍ من المواشير العاكسة لحزمة الأمواج [كما هو مبين في الشكل (5) والشكل (6)].



الشكل (5): قاعدة قياس المسافة باستخدام القائس الإلكتروني وبصري.



$N$  : جهاز إرسال الأمواج الإلكترونية ،  $O$  : جهاز استقبال الأمواج المرتدة ،  
 $R$  : عاكس أحادي (أو مجموعة عواكس) ،  $d_u$  : المسافة المقايسة.

الشكل (6): قاعدة قياس المسافة باستخدام القائس الإلكتروني وبصري.

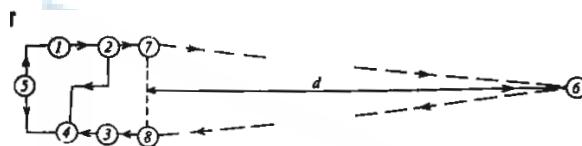
Generalised EDM procedure



جامعة  
المنارة

MANARA UNIVERSITY

كما يبين الشكل (7) مخطط نظام القائس الإلكتروني بصري.

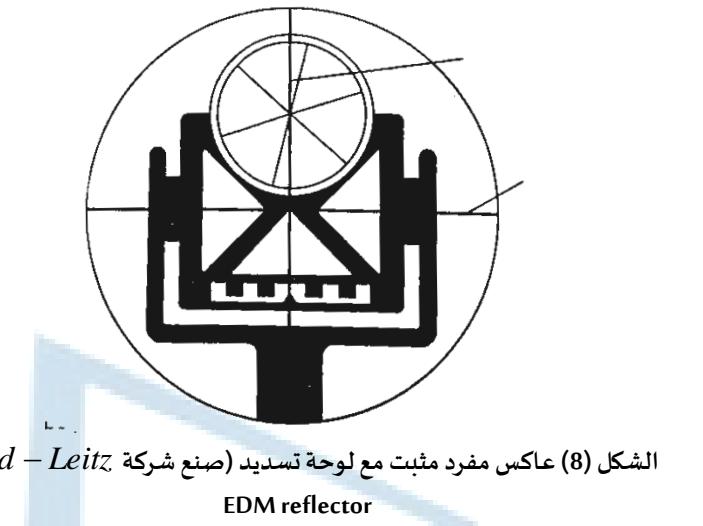


- 1- منبع الأمواج الضوئية.
- 2- جهاز تعديل حزمة الأشعة الضوئية.
- 3- صمام استقبال (تجميع) الشعاع الضوئي المنعكس.
- 4- جهاز قياس انحراف الطور للموجة المرسلة بالمقارنة مع الموجة المنكسة.
- 5- منبع طاقة تشغيل قائس المسافات.
- 6- العاكس (مفرد أو مجموعة عواكس).
- 7- نظام بصري للموجة المرسلة.
- 8- نظام بصري للموجة المنكسة.

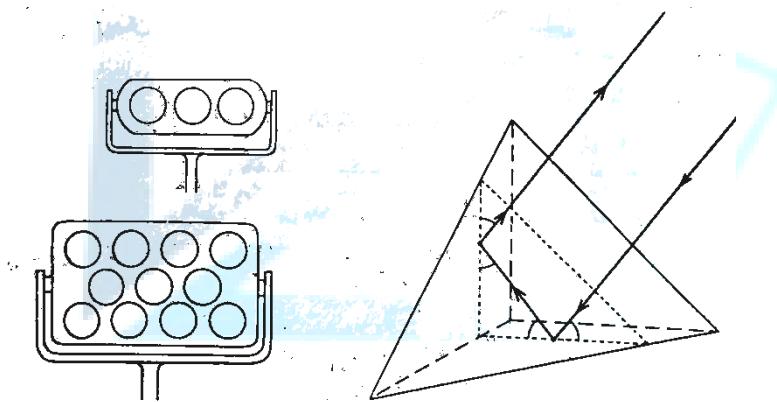
الشكل (7): مخطط نظام قائس المسافات الإلكتروني بصري.

تخضع حزمة الأشعة المنبعثة من المنبع الضوئي 1 إلى التعديل عند مرورها بالمعدل الخاص 2 ، بعد المرور من النظام البصري 7 تستمر حزمة الأشعة باتجاه العاكس المثبت فوق نقطة نهاية الصisel المقاس. وتنعكس من مجموعة المواشير 6 لتصل إلى المستقبل 3 . ولقياس الزمن اللازم لذهاب الموجة الإلكترونوصيرية وعودتها يجب تحديد لحظي الانطلاق والعودة، لهذا الهدف يخدم تعديل موجة القياس المحمولة ( البصرية أو الميكروموجية ) . فبعد مساف طوله  $U^{2d}$  (المسافة ذهاباً وإياباً) يتعرض الإرسال المعدل إلى انحراف في الطور، بالاعتماد على ذلك يتحدد زمن ذهاب الموجة وعودتها على نحو غير مباشر. ويتم قياس انحراف الطور للموجة ضمن الجهاز 4 ، الذي تمر به الموجة الخارجة والموجة المنكسة.

يتتألف العاكس عادةً من مجموعة مواشير ثلاثة عاكسة ذات ثلاثة جدران مستقيمة متعامدة مع بعضها البعض [الأشكال (8) و (9) و (10)]. فينعكس الشعاع الوارد إلى نقطة معينة من المنشور عند جدران المنشور الداخلية المتعامدة، ويعود باتجاه عواكس موازٍ تماماً لاتجاه الورود.



الشكل (8) عاكس مفرد مثبت مع لوحة تسديد (صنع شركة Wild-Leitz).  
EDM reflector



الشكل (9): مجموعة عاكس لقياس المسافات الطويلة  
ضمن المنشور

وكما ذكرنا سابقاً يرتبط قياس المسافة باستخدام القائس الإلكتروني بصري بقياس الزمن  $T$ ، الذي تستغرقه الموجة الإلكترومغناطيسية في الذهاب والإياب على طول خط التسديد. أي:

$$d = \frac{T}{2} \cdot v \quad (2-4)$$

حيث:

$T$ : زمن ذهاب الموجة وعودتها،

$v$ : سرعة انتشار موجة القياس في الهواء ضمن ضغط وحرارة محددين.

ويقاس الزمن بطريقة غير مباشرة من خلال تعديل موجة القياس المحمولة. في الأجهزة الإلكتروبصريّة يتم استخدام التعديل الجيبي للموجة، حيث تُزود الأجهزة بمعدلات من نوع كبير أو بوكيلس.



#### 10. جهاز المحطة الشاملة (Total Station Instrument).

النوع المتطور من أجهزة المحطة الشاملة (Total Station) عبارة عن نظام إلكتروني متكامل، يتتألف من تيودوليت إلكتروني (لقياس الزاويتين الرأسية والأفقية) وجهاز قياس مسافات إلكتروني، وهي مزودة بآلية تسجيل البيانات الإلكترونية وتخزينها وبحاسوب صغير.



الشكل (11): جهاز المحطة الشاملة. *Total Station Instrument.*

توجد المحطة الشاملة على أشكالٍ متعددة. فمنها ما هو مكون من وحداتٍ منفصلة متوافقةٍ مع بعضها (Modular)، ومنها ما تشكل أجزاءً وحدةً متكاملةً (Self Obtained). ويسمح بعض هذه الأجهزة بإجراء العديد من العمليات الحسابية ميدانياً، وبعضها مصممٌ بحيث يتم التعامل مع المعلومات الميدانية (المسجلة أوتوماتيكياً) في المكتب بالإستعانة بحواسوبٍ يمكن من إجراء الحسابات وأعمال الرسم الضرورية أحياناً. يجدر بالذكر هنا أنه يمكن الاستعانة ببرامج الأوتوكاد (auto CAD) لأعمال الرسم وإخراج المخططات والخرائط المتنوعة.



#### 1.10. مجالات استخدام وعيوب أجهزة المحطة الشاملة.

هناك مجالات متعددة لـلإفادة من أجهزة المحطة الشاملة، منها:

المسح التفصيلي،

المشاريع الهندسية (توقيع المنشآت والطرق وخطوط الصرف والمياه وأقنية الري ... الخ)،

التضليل الجيوديزي،

أعمال المسح الدقيق، والمسح الطبوغرافي بكل أنواعه.

ومن عيوب هذه الأجهزة نذكر:

يصعب إجراء التحقيق الميداني أثناء أخذ القياسات، إذ لابد من العودة إلى المكتب وإخراج الحسابات والرسومات ومن ثم إجراء تحقيق شامل،

يجب استخدام فيلتر خاص عند رصد الشمس، كي لا تتعرض وحدة قياس المسافة للعطب،

أحياناً تتعكس الإشارة الكهرومغناطيسية من العوائق (جسم أو سطح عاكس)، ما يؤدي إلى حدوث أغلالٍ في نتائج القياسات.

