مادة: أجهزة قياس الفرقة الثانية انتاج

اعداد

أم.د/ معتز بالله حسن عطا

المحاضرة الثانية عن بعد

2-2 وحدات قياس الزوايا والميول (Measurement units for angles)

وحدة قياس الزوايا في النظام الإنجليزي هي الدرجة (^{o})، و تناظر الدورة الكاملة على محيط الدائرة زاوية مقدارها 360 درجة. و تنقسم الدرجة الواحدة إلى ستين دقيقة ($1^{o} = 60'$) ، كما تنقسم الدقيقة إلى ستين ثانية ($1' = 60''$)، لذلك يسمى هذا النظام بالنظام الستيني. أما في النظام المتري فتقاس الزوايا بوحدة الرديان (rad) حيث تناظر الدورة الكاملة على محيط الدائرة زاوية مقدارها 2π رديان ،حيث π هي النسبة التقريبية بين محيط الدائرة و قطرها($\pi \approx \frac{22}{7}$)،يسمى هذا النظام بالنظام الدائري. و للتحويل بين النظامين الإنجليزي و المتري في الزوايا، يمكن استخدام إحدى العلاقتين الآتيتين تبعاً لاتجاه التحويل:

$$\text{الزاوية بالتقدير الدائري (رديان)} = \text{الزاوية بالتقدير الستيني } (^{o}) \times \frac{2\pi}{360}$$

$$\text{الزاوية بالتقدير الستيني } (^{o}) = \text{الزاوية بالتقدير الدائري (رديان)} \times \frac{360}{2\pi}$$

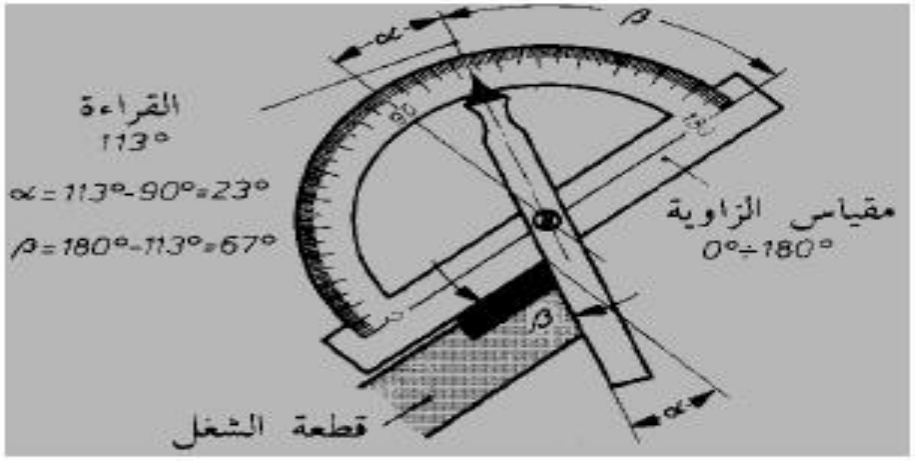
و على ذلك فالزاوية القائمة (90) تكافئ ($\frac{\pi}{2}$ رديان) والزاوية المستقيمة (180) تناظر (π رديان). أما وحدة قياس الميول فتعطى كنسبة تبعاً للوحدات المستخدمة، ففي النظام المتري تستخدم وحدة (مم/م).

2- 3 معدات و محددات قياس الزوايا

1 -2 -2 المنقلة البسيطة (Simple Protractor)

من أبسط معدات القياس المباشر للزوايا المنقلة البسيطة، شكل (2-2)، التي يمكن بواسطتها قياس الزوايا بالدرجات بحساسية تصل إلى نصف أو ربع الدرجة في الأنواع الجيدة منها. و عند قراءة المنقلة، يجب التأكد على أي سطح من أسطح المشغولة ترتكز ساق القياس. فعلى سبيل المثال، أن تكون قيمة إحدى الزوايا على المشغولة تساوي 115، بينما القيمة التي يشير إليها المؤشر 65 ، فتكون قيمة القياس الصحيحة في هذه الحالة هي : 90 + (90 - 65) = 115. ويوضح الشكل (2-3) مثالاً لكيفية تحديد قيم الزاويتين α (ميل سطح الشغلة على المستوى الرأسي) و β (ميل سطح الشغلة على المستوى الأفقي) باستخدام قراءة مأخوذة بواسطة المنقلة البسيطة.

الشكل (2-2): المنقلة البسيطة.

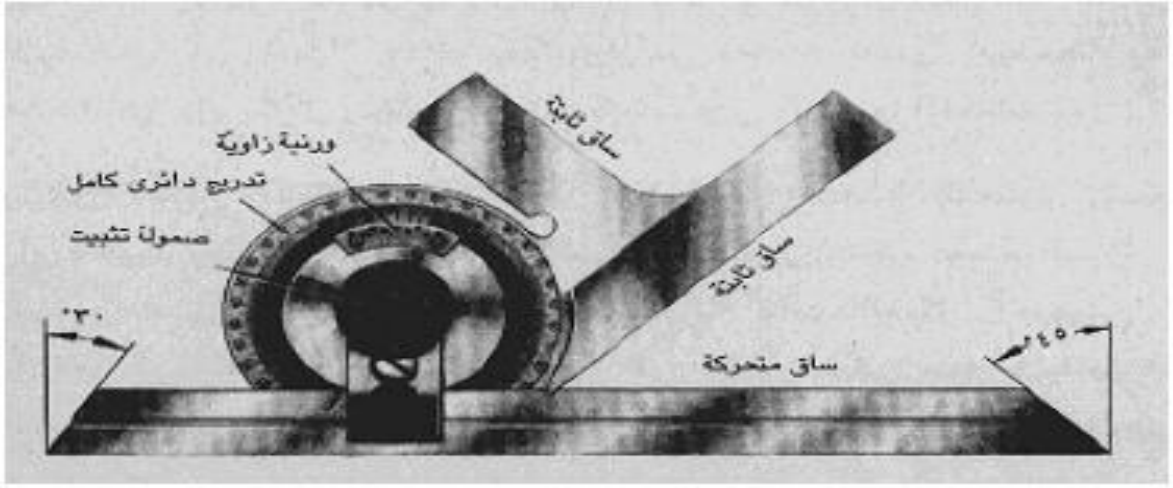


الشكل (2-3): تحديد الزوايا بواسطة المنقلة البسيطة.

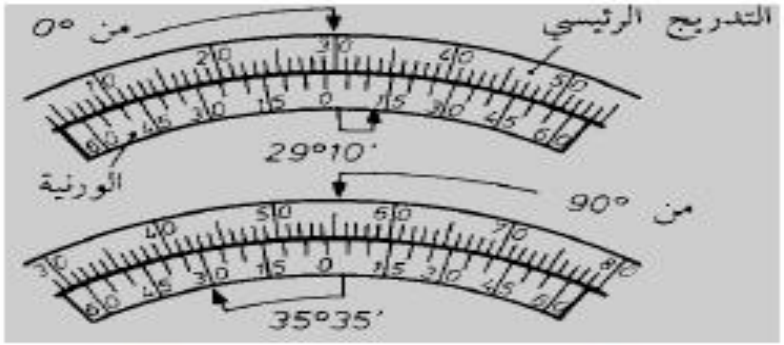
أما المنقلة الشاملة (Universal Bevel Protractor) فهي إحدى الأشكال المتطورة للمنقلة البسيطة. و تتكون أجزاؤها الأساسية من الساق المتحركة و ساقين ثابتتين و تدريج دائري كامل و ورنيتين تضم كلاً منها 12 قسماً على جانبي خط الصفر و صامولة تثبيت كما هو مبين في شكل (2-4). و حساسية الورنية هي الفرق بين تقسيم التدريج الرئيس و تقسيم الورنيه و هو يساوي $5' = \frac{1}{12}^{\circ}$.

أما الساق المتحركة فهي قابلة للحركة في الاتجاه الطولي و ينتهي أحد طرفيها بحافة قياس بزاوية 45° بينما ينتهي الأخر بحافة قياس بزاوية 30°.

و تُحسب الدرجات من الصفر أو من 90°، حسبما يتم الضبط، و حتى خط الصفر للورنيه، ثم يتجه القارئ إلى أسفل على الورنية في نفس الاتجاه حتى يجد خط تقسيم على التدريج الرئيس يقابل خط تقسيم على الورنية فيقرأ منه الدقائق كما هو مبين بالشكل (2-5).

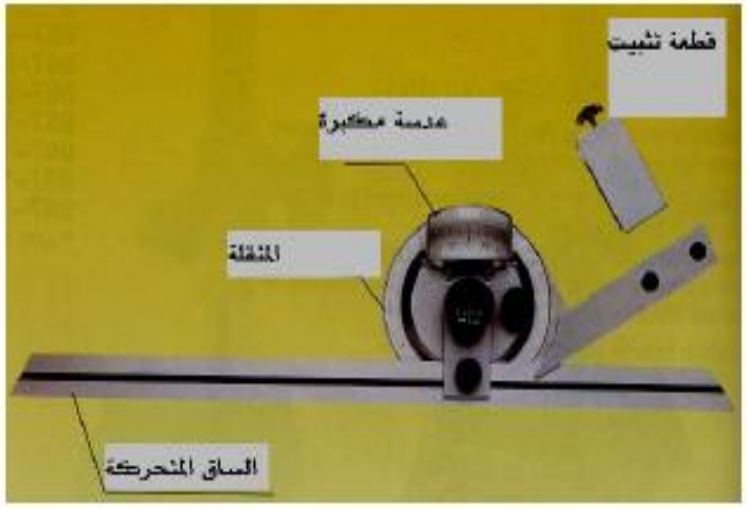


الشكل (2-4): المنقلة الشاملة



الشكل (2-5): قراءة الزوايا بواسطة المنقلة الشاملة.

و تتم القراءة على المنقلة البصرية الشاملة (Universal Optical Protractor) المبينة في شكل (2-6) بواسطة نظام عدسات بصرية يمكنها إظهار قيمة الزاوية المقاسه مكبرة على شاشة معتمة. ويجب الانتباه عند قراءة قيمة الزاوية و تحديد أي جانب بدأ منه القياس، كي يمكن الحصول على قيمة الزاوية الصحيحة. ومن خلال التكبير الذي يبلغ ثلاثين ضعفاً، يمكن قراءة قيمة زاوية حتى 5' دون اللجوء إلى الورنيه.



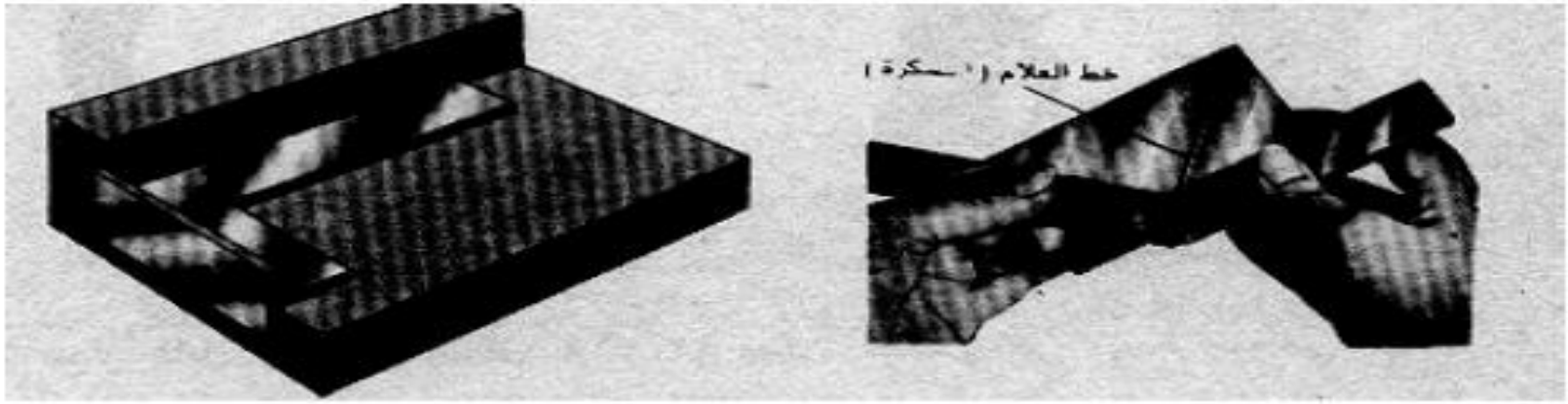
الشكل (2-6): المنقلة البصرية الشاملة.

3-2-2 محددات قياس الزوايا (Angle Gauges)

يتوافر العديد من أشكال محددات قياس الزوايا التي تستخدم لفحص زوايا الأسطح المائلة. و من أكثر هذه المحددات استعمالاً هي الزاوية المسطحة ذات الزاوية القائمة (90°)، والتي تصنع من خامة لينة أو مصلدة كما هو مبين في شكل (2-7). و توجد أيضاً محددات زوايا واسعة الاستخدام ذات زوايا أخرى مثل 120 (الزاوية المسدسة)، و 135 (زاوية الشطب) الموضحة في شكل (2-8).

الشكل (2-7): الزاوية القائمة

و تنتشر كذلك زاوية الضبط القائمة (شكل (2-8) التي يوجد على ضلعها القصير مصد يتم الارتكاز به على حافة الإسناد و ذلك لزيادة دقة فحص المشغولة.



الشكل (2-8): زاوية الشطوب و زاوية ضبط قائمة بمصد أثناء فحص بعض المشغولات.

4-2-2 قوالب قياس الزوايا (Angle Gauge Blocks)

هي قوالب من الفولاذ اسفينية الشكل تستخدم كتجسيد لمقاسات الزوايا (شكل (2-9))، حيث يشكل سطحاً القياس فيها زاوية معينة تكون محفورة على أحد السطحين. ويمكن تكوين مجموعات منها مثل قوالب قياس الأطوال للزوايا من صفر إلى 99° بتدرج يعتمد على أطقم القوالب المتاحة. و تستخدم هذه القوالب لاختبار المحددات و العدد و المشغولات و كذلك لضبط المكنات و المثبتات و أدلة التشغيل.

وتتنوع أطقم قوالب الزوايا عدداً و مقاساً، فعلى سبيل المثال، يوجد طاقم يتكون من 16 قالباً مقسمة إلى ثلاثة فئات كالتالي:

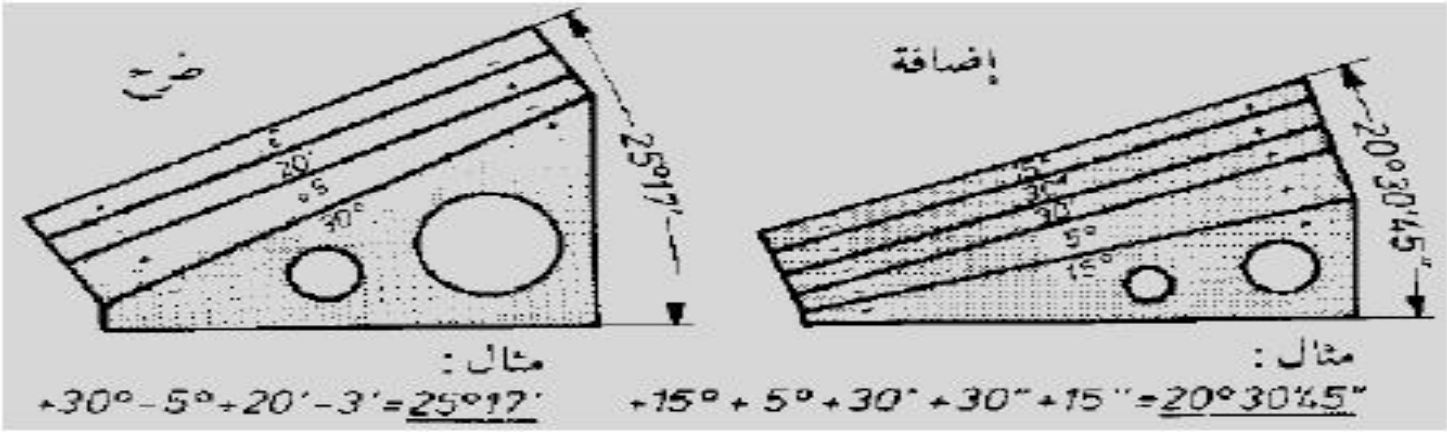
ستة قوالب بزوايا تبلغ:1,3,5,15,30,45 درجة ($^{\circ}$)

خمسة قوالب بزوايا تبلغ :1,3,5,20,30 دقيقة (')

خمسة قوالب بزوايا تبلغ :1,3,5,15,30 ثانية (")

الشكل (2-9): قوالب قياس الزوايا

و هناك طريقتان لتجميع قوالب الزوايا لقياس زاوية معينة، ففي طريقة الإضافة يتم تجميع القوالب بحيث يكون اتجاه ميل السطح المائل لجميع القوالب واحداً. و في هذه الحالة تكون الزاوية الناتجة هي مجموع زوايا كل قالب. أما في طريقة الطرح، توضع بعض القوالب في اتجاه معاكس لبعضها البعض، و بالتالي تكون الزاوية عبارة عن الفرق بين مجموع زوايا القوالب في اتجاه الميل الرئيس و مجموع الزوايا في الاتجاه الآخر. و تتضح كلتا الطريقتين من المثال الموضح بالشكل (2-10).



الشكل (2-10): استخدام قوالب قياس الزوايا بطريقتي الإضافة و الطرح.

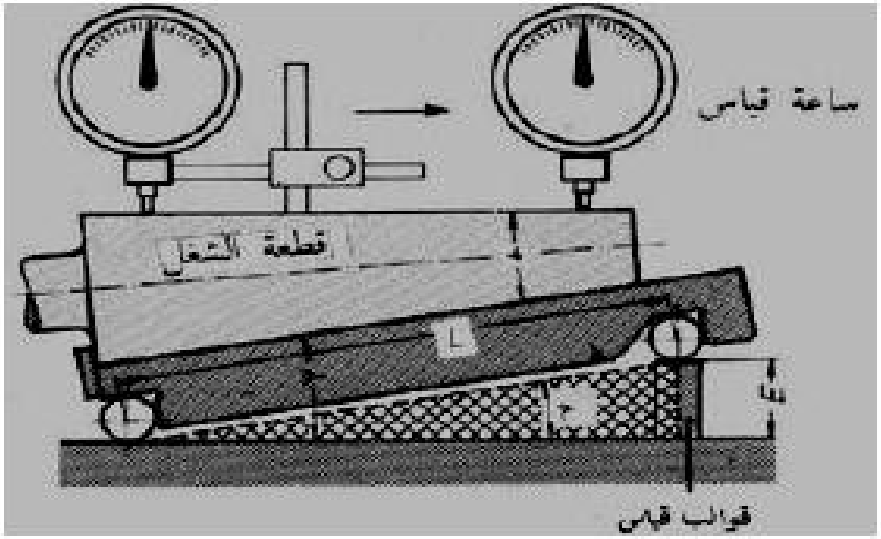
2-3 معدات قياس الميل (Insturements for slope measurements)

نظراً لأن قياس الزوايا بطريقة مباشرة ليس بسهولة قياس الأطوال، لذا يفضل في حالات كثيرة الاستعاضة عن ذلك بقياس المسافات (الإحداثيات) التي تنشأ عن هذه الزوايا. و يمكن عن طريق تلك المسافات حساب النسب المثلثية للزاوية المطلوبة و بالتالي إيجاد قيمتها. و فيما يلي عرض لبعض و سائل القياس التي تستخدم لهذا الغرض.

1-3-2 قضيب جيب الزاوية (Sine Bar)

يُستخدم قضيب جيب الزاوية (شكل (2-11)) لتحديد قيمة جيب الزاوية (جا = sin) لسطح مائل و بالتالي يمكن حساب قيمة زاوية الميل. ويتكون قضيب الجيب من مسطرة و بكرتين أسطوانيتين ذواتا قطرين متساويين، بينهما مسافة 100 أو 200 أو 300 مم. و لإجراء القياس يوضع السطح المائل للمشغولة على سطح القضيب كما في شكل (2-12)، ثم يتم رفع أحد طرفي القضيب تدريجياً ،بواسطة عدد من قوالب القياس، حتى يصبح سطح المشغولة أفقيا. ويمكن التأكد من ذلك عن طريق ساعة قياس ميول الأسطح التي يجب أن تُعطي قراءة قيمتها صفراً إذا مر مجسها عل سطح أفقي تماماً. عند هذا الوضع تكون زاوية ميل سطح المشغولة مساوية لزاوية ميل قضيب القضيب على الأفقي (α).

الشكل (2-11): قضيب جيب الزاوية.



الشكل (2-12): قياس زاوية استدقاق المخروط بواسطة قضيب جيب الزاوية.

و بناءً على ذلك يمكن حساب جيب الزاوية ($\sin\alpha$) من العلاقة:

$$\sin\alpha = \frac{E}{L}$$

حيث: E هو ارتفاع قوالب القياس، L هي المسافة بين بكرتي القضيب (= طول قضيب القياس).

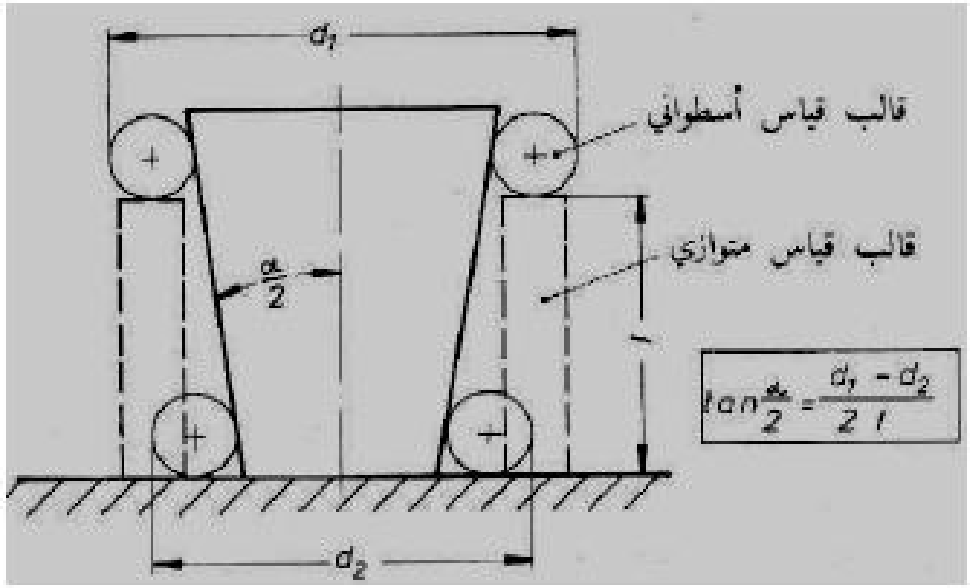
فإذا كانت المسافة بين بكرتي القياس للقضيب المستخدم (L) = 100 مم، و ارتفاع قوالب القياس (E) = 37.623 مم، فيمكن حساب جيب زاوية المخروط ($\sin\alpha$) كالتالي:

$$\sin\alpha = \frac{E}{L}$$
$$= \frac{37.623}{100} = 0.37623$$

و باستخدام الآلة الحاسبة نجد أن:

$$\alpha = 22.1°$$
$$\alpha = 22° 6' 1"$$

ويوضح شكل (2-13) مثالاً عملياً اخر لقياس زاوية استدقاق المخروط بواسطة قوالب قياس الأطوال المتوازية و قوالب القياس الأسطوانية، و هي عبارة عن اسطوانات قياسية مصنوعة من نفس الخامات و بنفس دقة و جودة قوالب القياس التقليدية، و يكون محفوراً عليها أبعادها (5 مم ، 10مم، ...). و تمتاز هذه القوالب بدقتها العالية عند استخدامها لقياس مشغولات ذات أسطح اسطوانية أو مُستدقة حيث أن استدارة أسطحها يضمن الدقة العالية لتلامسها مع الأسطح المقاسه. ويمكن من الشكل استنتاج العلاقة التالية بين ظل الزاوية ($\tan\frac{\alpha}{2}$) و أبعاد المخروط:



الشكل (2-13): قياس زاوية استدقاق مخروط باستخدام قوالب القياس المتوازية والاسطوانية.

$$\tan\frac{\alpha}{2}=\frac{d_1-d_2}{2l}$$

حيث، d_2, d_1 : هما القطران الأكبر و الأصغر مضافاً لهما ضعف قطر قالب القياس الاسطواني (D)

l : ارتفاع المخروط مطروحاً منه قطر قالب القياس الاسطواني (D).

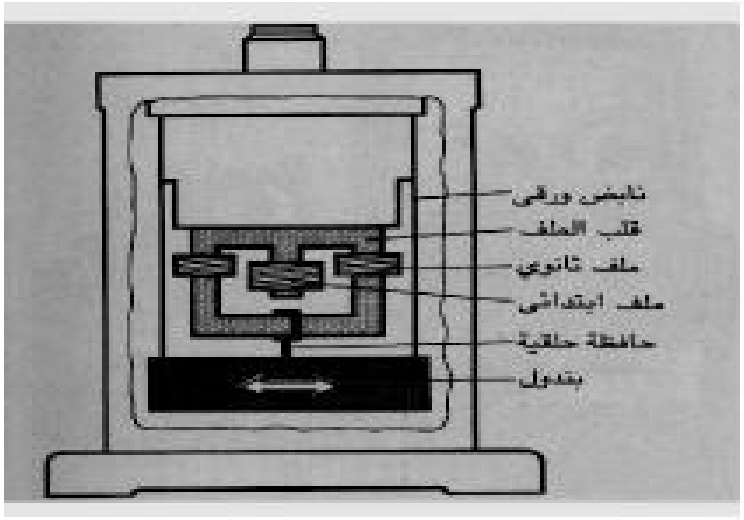
2-3-2 ميزان الاستواء (Level Gauge)

يكثر استخدام ميزان الاستواء (ميزان الماء) بشكل رئيس في التركيبات و تأسيس الماكينات، فبواسطته يمكن اختبار أحد الأسطح فيما إذا كان أفقياً أو رأسياً ، كما يمكن استخدامه في قياس بعض الميول البسيطة. و يتكون ميزان الاستواء (Block level) الموضح في شكل (2-14) من الجسم الخارجي الذي تتعامد أسطحه مع بعضها البعض، و أنبوب ذي شكل برميلي أو مقوس مملوء بالأثير أو الكحول (وليس بالماء) إلى حد أن تبقى بداخلها فقاعة هوائية صغيرة تستقر دائماً في أعلى نقطة. فإذا كان السطح المراد اختباره أفقياً (أو رأسياً) استقرت الفقاعة الهوائية في منتصف الأنبوبة، أما إذا كان السطح مائلاً استقرت الفقاعة في أعلى نقطة للميل و بالتالي يمكن تحديد اتجاه ميل السطح. و يوجد تدريج على السطح الخارجي للأنبوبة لتحديد قيمة الميل بحساسية تتراوح من 0.03 إلى 0.5 مم لكل متر من الطول وذلك تبعاً لنوعية الميزان المستخدم. ويتم اختبار دقة قياس ميزان الاستواء بوضعه على سطح مستو ثم يدار بمقدار 180، وفي كلا الوضعين يجب أن يعطي الميزان نفس قيمة القراءة. و توجد أيضاً المناقل الرقمية (Digital Protractors) التي تشبه موازين الاستواء و لكنها تعطي قيمة الميل بالدرجة. و هذه النوعية تمتاز بدقتها العالية حيث أن قيمة زاوية الميل المقاس تؤخذ مباشرة من الشاشة الموجودة بالمنقلة كما يتضح من شكل (2-15).

الشكل (2-14): ميزان الاستواء.

3-4-2 مقياس الميول الإلكتروني (Electronic Level Gauge)

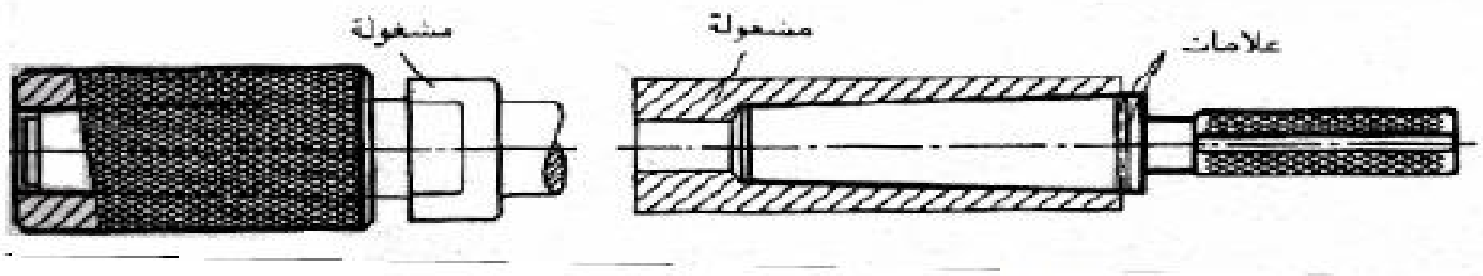
يُستخدم جهاز قياس الميول الإلكتروني عند الحاجة لحساسية قياس عالية تصل إلى "1. ويحتوي الجهاز على بندول معلق بواسطة نابضين ورقيين على حامل مثبت على غلاف رأس القياس. و عندما يميل سطح القياس، يُغير البندول من وضعه فيتغير وضع الحلقة المثبتة على البندول بالنسبة للضلع الأوسط لقلب الملف، و ينتج عن ذلك تغير المجال المغناطيسي مما يتسبب في إثارة تيار في الملف. ويكون مقدار هذا التيار المتولد مؤشراً لدرجة الميل، ويتم معايرة الجهاز ليعطي قيمة الميل مباشرةً بوحدات الميل المتعارف عليها و ذلك على مبين رقمي أو ذي مؤشر تبعاً لطراز الجهاز. و يعرض شكل (2-17) رسماً تخطيطياً مبسطاً للمكونات الأساسية لمقياس الميول الإلكتروني من الداخل.



الشكل (2-17): مقياس الميول الإلكتروني.

4-4-2 محددات فحص الاستدقاق (Tapering Inspection Gauges)

يستخدم هذا النوع من المحددات لفحص الاستدقاقات الداخلية و الخارجية للمشغولات التي تحتوي على أشكال مخروطية، وهي نوعان خارجية و سدادية و كلاهما مبين بشكل (2-18). و يتم فحص استدقاقات العدد مثل المثاقب الحلزونية و عدد التفريز و أعمدة التجويف وذلك بواسطة محددات فحص الاستدقاق الخارجية ،أما التجاويف المخروطية الشكل فيتم فحصها باستخدام محددات الاستدقاق السدادية.



الشكل (2-18): محدد استدقاق سدادي ومحدد استدقاق خارجي

ويُراعى قبل استخدام هذه المحددات أن يوضع خط بالطباشير الدهني على الاستدقاق الخارجي للمحدد أو للمشغولة في الاتجاه المحوري ثم تدار المشغولة و المحدد فوق بعضهما البعض في اتجاه معاكس و بهذه الطريقة يمكن التأكد من دقة انتظام الاستدقاق، فإذا كان منتظما انمحى خط الطباشير بشكل منتظم أيضاً. أما إذا وجدت مواضع لم يحدث فيها هذا الانتظام، دل ذلك على عدم تلامس السطح المستدق و محدد الفحص و بالتالي عدم انتظام شكل السطح المراد فحصه.