أساسيات القياس

علم القياس: هو إجراء عملية القياس مع تحديد نسبة الخطأ المترتبة على عملية القياس ويشمل هذا العلم جميع النواحي النظرية والعملية في القياس. والقياس هو عملية مقارنة يستخدم فيها جهاز دقته معلومة للتوصل إلى معرفة مقدار كمية أو مقدار متغير أو تحديد حالة ما. وفي أي عملية قياس لا بدّ من تحويل طاقة لتشغيل الجهاز ولا يتم ذلك عادةً بدون التأثير على حالة الشيء الذي يراد استنباط معلومات عنه.

أصبح الاتجاه العام هو محاولة استخدام الأجهزة الكهربائية و الالكترونية وأهمية الأجهزة الالكترونية تزداد مع زيادة الحاجة إلى الدقة في القياس والحاجة إلى أجهزة دقيقة يمكن استغلالها في الصناعة في عمليات القياس والمراقبة.

دقة القياس: (Accuracy)

هي قدرته على إعطاء قراءة تكون أقرب إلى القراءة الحقيقية (العيارية) وكلما أعطى الجهاز قراءة أقرب إلى المقدار الحقيقي كان الجهاز دقيقاً. وتعتبر الدقة مقياساً لدرجة الخطأ في النتيجة النهائية المقاسة.

الضبط : (Precision)

هو مقدرة الجهاز على إعطاء نفس القراءة عند تكرار عملية القياس بنفس الجهاز وكلما كان الجهاز مضبوطاً كلما كانت القراءات التي يعطيها لنفس الكمية عند تكرار القياس متقاربة مع بعضها.

مثال للتوضيح: عند استخدام ترمومتر عياري لقياس درجة حرارة سائل، وُجد أنها تساوي 65°C وعند استخدام ترمومتر زئبقي وجدت الحرارة 64.5°C ووجد أن الترمومتر الزئبقي يعطي نفس القراءة عند تكرار القياس وبالتالي نستطيع القول أن الترمومتر الزئبقي مضبوط ومحكم لأنه أعطى نفس النتيجة عند

CamScanner

الإهمال تتضمن الأخطاء الصفرية. ومن الأخطاء لدى المستجدين أيضاً عدم معرفة استخدام الأجهزة متعددة التدريج.

الأخطاء السابقة لا يمكن معالجتها حسابياً ولكن يمكن تجنبها بالاهتمام والعناية ومعرفة اتخاذ القرارات الصحيحة وتسجيلها بالممارسة والتمرين وبكل الأحوال يجب عدم الاكتفاء بقراءة واحدة بل أخذ ثلاث قراءات على الأقل مختلفة لنفس الكمية وبعد إطفاء الجهاز وتشغيله.

٢- **الأخطاء الرتيبة**: أخطاء تحدث من عيوب الأجهزة والأخطاء البيئية التي تحدث من تأثير الوسط المحيط بالأجهزة. الأولى متأصلة في أجهزة القياس نسبة للأجهزة الميكانيكية المتحركة التي تتأثر بالاحتكاك وينشأ من ذلك ما يعرف بخطأ الاحتكاك ومن الأخطاء التي تحدث نتيجة قدم الجهاز مثل ضعف المغناطيس الدائم في الغلفانومتر.

الثانية هي أخطاء المؤثرات الخارجية مثل الآثار الحرارية وأثر الرطوبة أو الضغط الجوي والمجالات الكهربائية والمغناطيسية على الأجهزة، وهذه الأخطاء يمكن التخلص منها بأخذ الاحتياطات اللازمة ومعالجة الظروف المحيطة بالأجهزة قبل استخدامها.

٣- **الأخطاء العشوائية**: هي الأخطاء التي لا يعرف سببها وتكون موجودة دائماً حتى بعد التخلص من كل الأخطاء الرتيبة وبالرغم من أن الأخطاء العشوائية في التجارب التي يخطط لها تخطيطاً دقيقاً تكون عادةً صغيرة لكنها ذات أهمية بالغة بمجرد كانت الدقة العالية مطلوبة.

لن يكون من السهل معرفة أسباب هذه الفروقات في القراءات ولكن يمكننا أن نقلل من الآثار المترتبة عليها بزيادة عدد القراءات وإيجاد المتوسط الحسابي الذي يعطي أحسن تقريب للمقدار الحقيقي للكمية المقاسة.

كخلاصة نستطيع القول إن أخطاء القياس الرتيبة تؤثر في الدقة وأخطاء القياس العشوائية تؤثر في الضبط والإحكام. سنفترض حالات توضيحية لما سبق:

CamScanner

تكرار القياس ولكن دقته : 65-64.5=0.5°C حيث 0.5 تعبر عن الخطأ في المدى وقيمة الخطأ هذه تعبر عن دقة القياس.

خطأ القياس: (Error)

هو الفرق بين مقدار الكمية المقاسة والمقدار الحقيقي (العياري) للكمية. ومن المهم جداً معرفة مصادر الخطأ وكيفية تقليل آثارها وقد تتطلب القياسات الدقيقة اختيار الأجهزة المناسبة وإجراء العديد من القياسات للتوصل إلى نتائج دقيقة.

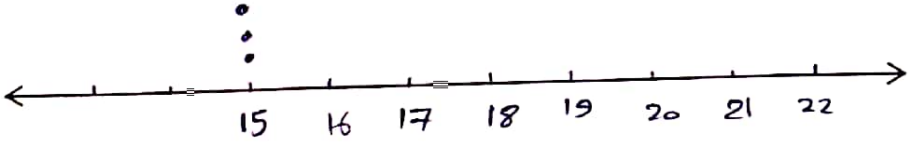
مصادر أخطاء القياس متعددة، بعضها من الأجهزة وطرق استخدامها والبيئة التي يعمل فيها الجهاز وبعضها من الشخص الذي يقوم بعملية القياس لافتقاره للخبرة أو بسبب عادات مكتسبة وبعض الأخطاء لها أسباب عشوائية غير معروفة يمكن التقليل من مقاديرها بتكرار عملية القياس واستخدام الوسائل الإحصائية لحسابها.

يمكن تصنيف أخطاء القياس وحصرها في ثلاث مجموعات هي:

١- **الخطأ الإجمالي:** هذا النوع من الخطأ يتضمن الأخطاء الإنسانية في قراءة واستخدام وتسجيل وحساب نتائج القياس. هذه الأخطاء كثيراً ما تحدث ويمكن توقعها وتجنبها، ومن هذه الأخطاء عدم التطابق (تحدث لافتقاره الخبرة عند قراءة موقع مؤشر بالنظر إلى المؤشر والتدريج بزاوية معينة بدلاً من أن يكون خط الرؤية والمؤشر والتدريج على مستقيم واحد). ومن الأخطاء الشائعة عدم اختيار الجهاز المناسب للقياس مثلاً اختيار فولتميتر مقاومة غير عالية لقياس الجهد بين طرفي مقاومة عالية وتكون النتيجة وجود خطأ يعرف بخطأ أثر التحميل، وهناك أخطاء تنتج من

CamScanner

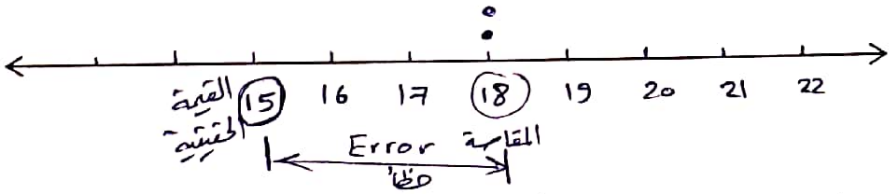
الحالة الأولى:



لتكن القيمة الحقيقية 15

ويعطي الجهاز القيمة 15 كقراءة وبعد تكاراها عدة مرات يعطي نفس القراءة. في هذه الحالة تكون القراءة نفسها القيمة الحقيقية وبالتكرار أيضاً فهي الحالة المثالية وتعتبر غير موجودة .

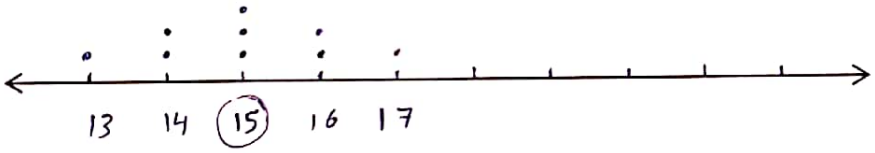
الحالة الثانية:



القيمة الحقيقية 15

القيمة المقاسة 18 وتكرار القياس يعطي نفس القراءة ، نستنتج أن القياس مضبوط وغير دقيق، والخطأ الموجود خطأ رتيب، ويمكن طرحه من القراءات وتحييده لمعرفة القيمة المقاسة بشكل صحيح.

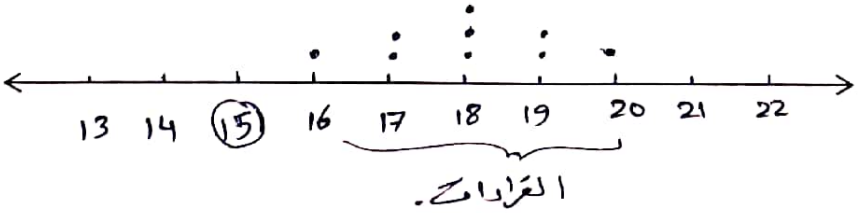
الحالة الثالثة:



القيمة الحقيقية 15

القيمة المقاسة : بعض القراءات 15 وبعض القراءات أكبر من 15 وبعضها أصغر من 15 ، وبما أن النتائج غير قريبة من بعضها عند التكرار فالقياس غير مضبوط ولكنها قريبة من القيمة الحقيقية. هنا الخطأ الموجود عشوائي ولمعرفة القيمة المقاسة كنتيجة نأخذ المتوسط الحسابي للقيم .

الحالة الرابعة:



القيمة الحقيقية 15

القيمة المقاسة : بعض القراءات 18 وبعض القراءات أكبر من 18 وبعضها أصغر من 18 ، وبما أن النتائج غير قريبة من بعضها عند التكرار فالقياس غير مضبوط وغير قريبة من القيمة الحقيقية فهو غير دقيق أيضاً. هنا نوعي الخطأ العشوائي والرتيب موجودين.

CamScanner

مثال توضيحي:

ليكن لدينا هذين القياسين:

$$A = (2.52 \pm 0.02)\ cm$$

$$B = (2.58 \pm 0.05)\ cm$$

إذا كانت القيمة الحقيقية 2.5 cm فأي القياسين أكثر دقة وأي القياسين هو الأكثر ضبطاً.

الحل: في الحالة A القيمة 2.52 هي متوسط القراءات والخطأ العشوائي 0.02 . في الحالة B متوسط القراءات هو 2.58 والخطأ العشوائي 0.05 .

لكي نحكم على دقة القياس نقارن بين متوسط القراءات للحالتين مع القيمة الحقيقية وبالتالي نلاحظ أن 2.52 في الحالة A هو القيمة الأقرب للحقيقية وبالتالي الحالة A هي الأكثر دقة.

ولكي نحكم على الضبط نقارن قيمة الخطأ العشوائي للحالتين أي منهما أقل قيمة للتفاوت تكون الأكثر ضبطاً وبالتالي أيضاً الحالة A الأكثر ضبطاً.

CamScanner

Subject: المحاضرة /3/ مقرر أجهزة القياس / السنة الثانية Date:

تحليل خطأ القياس: يمكن تقليل الأخطاء في القياس إذا قمنا بقياس الأطوال مثلاً باستخدام أجهزة قياس دقيقة، ولا تعتبر الأخطاء الصغيرة دقة قياس أكبر. فتؤخذ النسبة المئوية بين الخطأ والقيمة الحقيقية في الاعتبار وتسمى النسبة المئوية للخطأ وهي:

$$E = \frac{|\text{القيمة القارئة} - \text{القيمة الحقيقية}|}{\text{القيمة الحقيقية}} \times 100$$

مثال: درجة حرارة الجو 10°C وهي القيمة الحقيقية وعند قياسي بالترمومتر كانت 11°C

$$\Rightarrow E = \frac{|11-10|}{10} \times 100 = 10\%$$

* المعايرة: (Calibration) معايرة الجهاز هي عملية تحديد دقته وهذا يكون لتوثيق دقة أداء الأجهزة وإسنادها إلى المعايير الدولية أو الوطنية وإيجاد وتسجيل العلاقة بين القيمة الحقيقية والقارئة وإلغاء الخطأ وإلى النظام الدولي S.I.

دقة القياس مهمة في الصناعات عموماً من أجل جودة الانتاج والأمان.

تقوم المعايرة بإعطاء الوثوقية للقراءات المعطاة.

لمعايرة جهاز ما يجب مقارنته بجهاز يعطي نفس المقادير بدقة عالية معروفة وللحفاظ على دقة القياسات يجب القيام بالمعايرة بشكل منتظم.

الطريقة الوحيدة للتحقق فيما إذا كان خرج الجهاز يتوافق بدقة مع مواصفاته هي إعطاء هذه الأداة قيمة دخل معروفة وقياس إشارة الخرج المقابلة.

ولذلك يستخدم جهاز معايرة للعملية، يجب أن يكون الجهاز المستخدم للمعايرة أكثر دقة من الجهاز الذي تقوم معايرته باستخدامه.

تتم معايرة أجهزة المعايرة بشكل منتظم من خلال مقياس مرجعي أكثر دقة يحتفظ به معهد القياس الوطني.

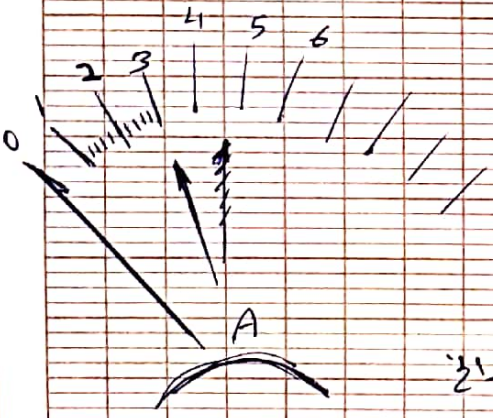
Subject: Date:

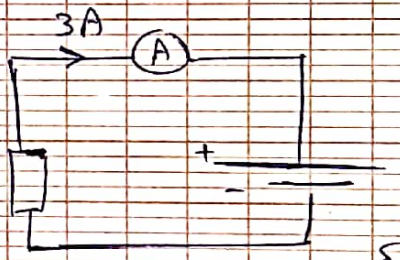
* المقدرة على التمييز (Resolution)

- أصغر فترة زمنية أو أصغر فترة عليه قياس أو تشفير بواسطة جهاز القياس. أي أنه أصغر تغير عليه للآلة كشفه (أصغر تغير في إشارة الدخل).
- بزيادة المقدرة على التمييز يتم إعطاء تفاصيل أكثر وشرح لدراسة لمكان أصغر.
- أجهزة القياس المختلفة، المقدرة على التمييز لها مختلفة.
- يمكن القول أيضاً أن المقدرة على التمييز هي المقدرة على الفصل بين صورتين صغيرتين متلاصقتين فإذا كانت مقدرة الجهاز مثلاً الأومميتر ركوب (راسم الإشارة) غير عالية فإنه يرى صورتين متلاصقتين تقريباً كأنهما صورة واحدة.

وكلما كانت المقدرة على التمييز عالية كانت الآلة أكثر قدرة على فصل صور متقاربة ولإظهارها واضحة.

مثال توضيحي:





ليكن جهاز الأوميتر ohmmeter موصل على عنصر دارة كهربائية كما في الشكل، عند تيار 3A بالنظر إلى مقياس الجهاز نلاحظ أن بين كل مقياسين أخذ من 1 إلى 2 ومن 2 إلى 3 ... إلخ مقسم إلى 5 تقسيمات فكل تقسيمة تمثل (0,2 A).

* إذا كان الجهاز قادراً على كشف تغير (0,1 A) عندها يكون الـ Resolution هو (0,1 A) وإذا كان قادراً على كشف تغير عند (0,01 A) عندها تكون قدرته على التمييز هي 0,01 A.

مثال 2: ليكن لدينا مقياس لـ ohmmeter مؤلف من 60 تقسيمة ويعطي قراءة كاملة للمقياس هي (12 A).

عليه للآلة قراءة ما يصل إلى $\frac{1}{4}$ أو 0,25 من تقسيم المقياس بدرجة معقولة من الدقة. ما هي المقدرة على التمييز؟!

Admin

Object: ..... Date: .....

الحل:

$A\ 0,2 = \frac{1}{5}$ = تقسيمة الملي من الواحدة

وكما في المسألة فرضاً سنطبع الآلة قراءة ربع تقسيمة.

القدرة على التمييز $\Rightarrow 0,2 \times 0,25 = 0,05A$

⇓

Resolution.

إذاً عليكم للآلة كشف أي تغير يعادل (0,05A) من الدقة. هو ما يسمى القدرة على التمييز.

Admin

CamScanner

Subject: Date:

حساسية الجهاز (Sensitivity): هي نسبة الإشارة الخارجة إلى التغير في الدخل. وتختلف تعريف الحساسية حسب نوع الجهاز

مثلاً: الغلفانومتر عليه أن يكشف تيار صغير. تعرف الحساسية (Si) في هذه الحالة بنسبة مقدار الانحراف بالميليمتر أو السنتيمتر (d) إلى شدة التيار بالميكرو أمبير (I)

$$Si = \frac{d\ (mm)}{i\ (\mu A)}$$

وعندما نستخدم نفس الجهاز السابق لقياس القولط تكون الحساسية عبارة عن نسبة الانحراف إلى فرق الجهد بالميلي فولط

$$S_V = \frac{d\ (mm)}{V\ (m.V)}$$

عموماً: $S = \frac{\text{change in output (التغير في الخرج)}}{\text{change in input (التغير في الدخل)}}$

مثال: مقياس درجة حرارة ذو مقاومة (Pt100) عندما تتغير درجة الحرارة من 0°C ← 50°C تتغير مقاومة الترمومتر من 100 ← 119,4 (ohm)

ما هي حساسية الترمومتر؟

$$S = \frac{\text{التغير في الخرج (المقاومة)}}{\text{التغير في الدخل (درجة الحرارة)}} = \frac{119,4 - 100}{50 - 0}$$

$$\Rightarrow S = 0,388\ \frac{ohm}{°C}$$