وزارة التخطيط
الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية
دائرة التقييس/قسم المقاييس

1/1/2021

حسابات اللاتأكدية في مجال القياسات الكهربائية

“Estimation of Uncertainty in Electrical measurements”

دراسة مقدمة من:
م. ر.مهندسين : جوان رياض طه

الفهرس

ت	المحتويات	رقم الصفحة
-1	الهدف من الدراسة	I
-2	الخلاصة	II
-3	مقدمة عامة	III
الفصل الاول: مفهوم اللاتأكدية في نتيجة القياس واهميته		
-4	اهمية اللاتأكدية – موقعه من مواصفة اعتماد المختبرات	1
-5	مقارنة بين لاتأكدية في مختبرات الفحص والمعايرة	2
-6	مفهوم اللاتأكدية وانواعها	3
-7	Numerical example	5-6
الفصل الثاني: اهم مكونات التي تؤثر في حساب لاتأكدية القياس		
-8	الجزء الاول:مبدأ تكرارية لأختبار واستقرار نتائج القياس	7-8
-9	الجزء الثاني	9
-10	مثال تطبيقي:معايرة ديجيتال مالتيميتر	10
-11	مصادر وعناصر اللاتأكدية الاكثر شيوعا وتأثيرا	11
-12	تطبيق لاتأكدية من نوع-A– TYPE	12
-13	مصادر وعناصر اللاتأكدية الاكثر شيوعا من نوع -- TYPE B	13-19
-14	الاحترازات المقترحة لتفادي اخطاء الكابلات المستخدمة	16
-15	الاستنتاجات	20
-16	نموذج كامل لشهادة المعايرة مع نتائجها	21-22
-17	الفهرس	23

إطار الدراسة:

نود ان نبين بأن هذه الدراسة " طرق حساب اللاتأكدية في مجال القياسات الكهربائية" قد قدمت ضمن الخطة السنوية لقسم المقاييس لسنة 2021

الحدود الزمانية: تم اعداد الدراسة من 1- 2-2021 الى 10-11- 2021

الحدود المكانية: أعدت هذه الدراسة النظرية في دائرة التقييس /قسم المقاييس /شعبة القياسات الكهربائية والالكترونية.

الهدف من الدراسة:

ان الهدف من هذه الدراسة هو تعلم كيفية حساب اللاتأكدية في مجال القياسات الكهربائية ومدى أهميتها وما هي مكونات العناصر (الاخطاء) التي تكّون اللاتأكدية والتي تبين نسبة الشك في القيم المقاسة ونسبة الخطأ فيها للحصول على اقرب قيمة حقيقية تعتمد في قياسات المجال الكهربائي.

الخلاصة:

إن مخرجات هذه الدراسة تعد في غاية الاهمية لطيف واسع من اطياف مجتمعنا سواء على الصعيد العلمي او الخدمي لانها ببساطة تعرض لمفهوم اللاتأكدية في نتيجة القياس اذ لايمكن اعطاء قيمة قياس بدون ان يذكر بجانبها قيمة الشك منها وحيث ان المتعاملين مع نتائج القياس سواء المستوى العلمي كمراكز الابحاث والجامعات او على المستوى الخدمي كجهات تجارية والتنظيمية والانتاجية وغيرها مما لاشك فيه سيحتاجون الى معرفة اصح وادق قيمة لنتيجة القياس الصادرة عن اجهزة القياس التي يستخدمونها ولن يتحقق ذلك الا عندما يضاف الى نتائج القياس قيم اللاتأكدية المصاحبة لها، فمن هنا تكمن اهميتها وما تنتهي إليه من مخرجات.

قائمة المختصرات والتعاريف

acronyms	Full Name	Meaning
R	Resistance	مقاومة الكهربائية
m	milli (measure unit)	1 ملي =1000 وحدة (قياس ثانوية)
Ω	ohm	وحدة قياس المقاومة الكهربائية
N.V	Normal value	القيمة الاسمية:القيمة المعتمدةالاعتبارية للكمية المراد قياسها كالقيمة الموجودة على المقاومة
M.V	Measured value	القيمة المقاسة:مقدار القيمة الاسمية بعد قياسها بوسيلة قياس مناسبة
A.V.	Actual value	القيمة الفعلية: القيمة المقاسة بوسيلة القياس الدقيقة مضاف لها التصحيح اللازم لتكون اقرب الى القيمة الحقيقة
Corr.	correction	التصحيح: يؤخذ دائما من شهادة معايرة الجهاز المرجعي ويتم جمعه معالقيمة المقاسة وهو معكوس اشارة الخطأ
U	Uncertainty	اللاتأكدية: مقدار الشك الحاصل في نتيجة القياس
UUT	UNIT Under Test	الجهاز المراد معايرته
DMM	Digital Multimeter	جهاز قياس متعدد الاغراض رقمي
U_A	Uncertainty type “A”	لاتأكدية من نوع ---A---
U_B	Uncertainty type “B”	لاتأكدية من نوع -----B----
Spec.	Specification of ONE - year	مواصفات السنوية للجهاز من الكتالوك
S.D	Standard Deviation	الانحراف المعياري:متوسط الحسابي لمجموع عشرة قراءات مقسوم على عددها تحت الجذر التربيعي
K	Coverage factor	معامل التغطية: هو معامل يضاف الى لاتأكدية المركبة لتوسعتها
T-Cal.	Calibration temperature	درجة الحرارة التي تتم عندها المعايرة 23±1 س°

الفصل الاول

مفهوم اللأتأكدية في نتيجة القياس وأهميته

❖ أهمية اللاتأكدية ... موقعه من الاعتماد

إن من اهم الموضوعات المتعلقة بعلم المترولوجيا (علم القياس) هو موضوع اللاتأكدية في نتيجة القياس (uncertainty) حيث تختص الدراسة بالتعريف بهذا العلم واهميته وإعطاء نبذة سريعة عن تاريخه منذ بدء الاشارة اليه في بداية حقبة التسعينات من القرن المنصرم ثم تتطرق الدراسة الى طرق تقدير قيمة اللاتأكدية في نتائج القياس سواء في الجانب الذي يحتاج الى الطرق لاحصائية منها ويعالج مفهوم الاخطاء العشوائية (type-A -) او الجانب الذي لا يحتاج الى الطرق الاحصائية بل يعتمد على مصادر الخطأ الموجودة في مكونات منظومة القياس نفسها وهو مايعرف ب (type –B-) وسوف تستعرض الدراسة مصادر كل جانب منها والعناصر التي تتكون منها ميزانية اللاتأكدية وطريقة حساب كل عنصر فيها وصولا الى قيمة اللاتأكدية الموسعة (Expanded Uncertainty) التي يتم التعامل بها في انشطة المختبرات المعتمدة وفقا للشروط والمتطلبات المنصوص عليها في مواصفات الاعتماد ذات الصلة ومنها على سبيل المثال المواصفة الدولية : ISO 17025 :2017 . [1]

جميع القياسات مهما بلغت دقة وحداثة منظومة القياس تحتوي على قدر من الخطأ .. وأهم مصادره: الانسان – المقيس – نظام القياس المستخدم – الظروف المحيط

قال دائما أن هناك مقدار لعدم التأكد في نتيجة القياس تعرف مترولوجيا بـ اللايقين في نتيجة القياس .

- اتفق عالميا وصار أمرا إلزاميا في شهادات المعايرة أن نتيجة أي عملية قياس لا تكتمل إلا إذا كانت مصحوبة بمقدار اللايقين في هذه النتيجة:

مثلا: $R = (100.004\ \Omega \pm 3\ m\Omega)$ [2]

ومصداقية الاختبارات/المعايرات التي يجريها المعمل على عدد من العوامل ويختلف مدى اسهامها في قيمة اللايقين الكلية لنتائج القياس اختلافا مؤثرا طبقا لنوعية الاختبار وعلى المعمل أن يأخذ في الاعتبار تلك العوامل : [1]

البند 5-4-6-1

على مختبر المعايرة أو الاختبار الذي يقوم بمعايرة أجهزته بنفسه - أن يكون لديه إجراءً لتقدير الارتياب في القياس لجميع المعايرات بأنواعها وأن يطبق الإجراء.

البند 5-4-6-2

على المختبرات الخاصة بالاختبار أن يكون لديها إجراءات لتقدير الارتياب في القياس و أن يطبق ذلك الإجراء .

البند 5-4-6-3

عند تقدير الارتياب في القياس ، فإنه يجب الأخذ في الحسبان جميع عناصر الارتياب التي لها أهمية في الحالة المحددة ، وذلك باستخدام طرائق ملائمة للتحليل.

مقارنة بين اللأتأكدية في مختبرات الفحص والمعايرة

الموضوع	مختبر الفحص	مختبر المعايرة
إعداد اجراء اللأتأكدية مكتوب	إلزامي	إلزامي
التحقق من صحة البرامج المصممة لتقديره	إلزامي	إلزامي
إدراجه في شهادات التي تمنح للزبون	إلزامي في حالة: ▪ طلب الزبون بشكل صريح ▪ قيمته تؤثر على قبول او رفض القيمة المقاسة	إلزامي في جميع الحالات
إمكانية الاطلاع عليه من قبل الزبون وابداء الرغبة في معاينته او التحقق من نتائجه	إلزامي	إلزامي
تنفيذه داخل المختبر والاحتفاظ بنتائجه	إلزامي	إلزامي

❖ تمهيد .. مفهوم .. ومصطلحات أساسية

اللأتأكدية Uncertainty :[3]

اللايقين – الشك – الريبة – عدم التيقن – اللاتأكدية – عدم الموثوقية – اللاضمانية – التشكك – عدم التأكد – الريبة في القياس.

- **فما المترولوجيا؟[3]**

علوم القياس وفنونه ...(Science and Arts of Measurement)

- **ثلاثية المترولوجيا الشهيرة[3]:**

- العلمي Scientific Metrology

- الصناعي Industrial Metrology

- القانوني Legal Metrology

- نظرا لأهمية عنصر اللاتأكدية في نتائج القياس أصدر أول دليل أيزو لتقدير قيمة اللايقين في عام 1993 بعنوان:[8]

ISO Guide to the Expression of Uncertainty in Measurements

وقد أصدرته الهيئة الفنية الاستشارية في مجال المترولوجيا:

ISO Technical Advisory Group on Metrology

من أشهر الإصدارات الدولية في مجال الارتياب:(ISO/TAG4/WG3[9]

The Expression of Uncertainty and Confidence in Measurement (M3003)

أصدرتها هيئة خدمات الاعتماد بالمملكة المتحدة UKAS سنة 1997

Numerical example

Expression	Example	Note
Nominal Value	**N.V = 1 Ω**	**It is the named (written) value of on the resistance (subjected to be measured accurately)**
Measured value (Indicated or displayed)	**M.V = 1.004 Ω**	**It is the average value of 10 measurements taken by the reference standard (Master) (digital multimeter)**
Actual Value (Accurate Value)	**A.V = 1.007 Ω (1.004 + 0.003) (M.V + Corr.)**	**It is the actual final value of this resistance (subjected to be reported in the calibration certificate)**

Expression	Example	Note
Error	= N. V – A. V = 1.0 – 1.007 = - 0.007 Ω	It is the error value in the nominal value of the device مقدار الخطأ في قيمة هذه المقاومة
Correction	Corr. = - (Error) Corr. = - (- 0.007) Corr. = + 0.007 Ω	It is the correction value needed to be added for the value of the device التصحيح المراد إضافته الى القيمة الاسمية لهذه المقاومة
Final Reported Value	X = A.V ± U X = 1.007 Ω ± 0.002 Ω	Final form of the calibration result in calibration certificate) الشكل النهائي لاستعراض النتيجة في شهادة المعايرة
Expanded Uncertainty	U = ± 2 mΩ $U = K\sqrt{(u_A^2 + u_B^2)}$	Expanded uncertainty الارتياب الموسع *UA*: Type A of uncertainty *UB:* Type B of uncertainty *K:* Coverage factor (*K* = 2 for 95% of Confidence level) مقدار الارتياب في نتيجة القياس بمستوى ثقة 95%
Span (Range)	1.005 Ω ≤ R ≤ 1.009 Ω R = |1.005 – 1.009| Ω R = |0.004| Ω	The range (span) that the true value located in between قيمة المدى التي تقع داخله القيمة الحقيقية للمقاومة المقاسة

الفصل الثاني

اهم مكونات التي تؤثر في حساب اللاتأكدية القياس

الجزءالاول:

مبدأ التكرارية لاختبار استقرار نتائج القياس - Repeatability

*** الهدف:**

التعرف على مستوى دقة نتائج القياس من جهة الثبات والاستقرارية.

- تقييم تأثير الأخطاء العشوائية على طريقة القياس .. وتقدير اللأتأكدية Type A

- بيان مدى دقة الاتفاق بين نتائج قياسات متتالية للمقيس الواحد تحت نفس الظروف للحكم على استقرار الأداء

❖ **Conditions:**

- **Same Measured.** — **نفس المقيس**
- **Same procedure.** — **نفس خطوات القياس**
- **Same Operator** — **نفس المعايـر**
- **Same Equipment** — **نفس اجهزة القياس**
- **Same Environments** — **نفس المكان والظروف**
- **Short / equal intervals** — **نفس الفترات البينية قصيرة**

ملاحظة:-

مبدأ التكرار لاختبار ديمومة وثبات نتائج القياس -Reproducibility هوعملية إعادة القياس (تكرار)أكثر من مرة بشروط محددة للتأكد من ديمومة وثبات ورسوخ النتائج المحصول عليها.

- **الهدف:**
  - **التأكد من ديمومة واستقرار نتائج طريقة القياس عن طريق تكرارنفس النتائج بتغيير بعض شروط التكرارية.**
  - **التأكد من أن طريقة القياس ستعطي نفس النتائج في أي مختبر وبأي فرق عمل.**

- **الشروط الخمس [1]**
  - **Identical sample** نفس الجهاز المراد اختباره
  - **Same procedure** نفس خطوات طريقة العمل
  - **Different Operator** تغير القائم بالمعايرة
  - **Different Equipment** تغير الأجهزة والمعدات المستخدم
  - **Different location (lab or production line)** تغير الموقع أو المختبر

- **ماذا نعني بضرورة التحقق من صحة البرامج المعدة لتقدير اللأتأكدية؟هذه العملية تسمى Validation ومنصوص عليها بالمواصفة[1] بند رقم: 2-7-4-5.. و يقصد بذلك:**

- **اختبار البرنامج المعد لتقدير اللأتأكدية والمعد بواسطة المختبر باستخدام شيت إكسل مثلا للتأكد من أن النتائج المحصول عليها سليمة وتخلو من الأخطاء تماما**

- **يكون ذلك عن طريق مقارنة نتائج البرنامج مع النتائج اليدوية (لأكثر من شخص) وتوثيق نتيجة المقارنة بضم النتائج لبعضها في شكل سجلات تقدم إلى فريق التقييم خلال زيارات الاعتماد.**

- **فيما يلي احتمالات وأسباب حدوث أخطاء في شيت إكسل:**
  - **خلال حساب الانحراف المعياري 11 خانة بدلا من 10 خانات**
  - **خطأ في كتابة المعادلات**
  - **خطأ في استخدام الأقواس**
  - **خطأ في تعريف وتحديد الخلايا داخل الشيت**

الجزء الثاني:

❖ **المصادر العشوائية لمقدار اللاتأكدية:Type A(Random Errors)**

- **يقصد بها عناصر اللأتأكدية العشوائية غير المفهومة السبب والتي يتغيرتأثيرها بشكل عشوائي مهما حاولنا تثبيت كافة ظروف القياس**

- **مثال لها: تغير القراءات التلقائي الذي يحدث على شاشة جهاز القياس دون أسباب معروفة مما يؤثر على قيمة المتوسط الحسابي المأخوذ لعدد من القراءات• هذا النوع من الأخطاء لايمكن تصحيحه ولكن يمكن تقديره باستخدام الطرق الإحصائية .**

❖ **المصادر النظامية لمقدار اللاتأكدية :Type B (Systemic Error)**

- **يقصد بهاعناصراللاتأكدية النظامية المفهومة السبب والتي لها تأثيرثابت لا يتغير مهما حاولنا إعادة النتائج أكثر من مرة**

- **مثال لها: مصدر الشك الناتج من استخدام الكابلات – والناتج من حدوث انسياق Drift في مخرجات الجهاز – والناتج من قوة تحليل الشاشة ...**

- **هذا النوع من الأخطاء يمكن تقديره باستخدام عمليات حسابية والاستفادة من خبرات العاملين وفهمهم لمنظومة القياس – كما سيتضح لاحقا**

مثال تطبيقي: معايرة ديجيتال مالتيميتر

Calibration of DMM

Client Requested #:	*****
Calibration Date:	*****
Master_Calibrated By:	**UMA @ (23 ± 1) C**
Lab_Temperature:	**(23 ± 2) C**
Relative Humidity:	**(50 ± 10) %**
Unit Under Test:	**$6^{1/2}$ Digital Multimeter (HP-3458A, s/n: ……)**
Master Used:	**Fluke-5522A Multifunction Calibrator**
Approved by:	**Eng. *****

- جهازال(Multimeter) هو جهاز لقياس الفولتية والتيار والمقاومة.

❖ مصادر وعناصر الارتياب الأكثر شيوعا وتأثيرا

The Most Common Sources of Uncertainty in Measurements

1- أستقرارية وثبات النتائج خلال تسجيلها أثناء العمل

Stability of reading during the process

2- شهادات معايرة الأجهزة المستخدمة في منظومة القياس

Calibration certificate of the reference standard used

3- مواصفات وخصائص (كتالوجات) الأجهزة المستخدمة

Specifications of the Manufacturer (Accuracy in Catalog)

4-قوة تحليل شاشة الأجهزة المستخدمة

Resolution power of UUT

5- التأثير السلبي لكابلات التوصيل المستخدمة

Cables used: loading – different terminal material

6- تغيرات الظروف البيئية حول بيئة القياس

Changes in environmental conditions

7- الانسياق(الانحراف) الحادث في القيمة المرجعية المستخدمة

Drift in the reference value since last calibration

Type-A Evaluation "Repeatability (*UA*)"

سجلت 10 قراءات
لمقاومة مجهولة قيمتها 100 أوم
والمطلوب تعيين قيمة اللايقين بسبب خطأالعشوائي المسبب لاختلاف القراءات العشرة والذي سيتم إضافته الى لايقين – Type B كما سيتضح لاحقا

Example(100Ω):

n =10

S = 0.00182574 Ω

U(A) =S/√10= 0.57735×10^{-3} Ω

Normal

Divisor = 1

U(A) = 0.57735mΩ

مصادر و عناصر الارتياب الأكثر شيوعا من نوع -- Type B
The Most Common Sources of Uncertainty

- شهادات معايرة الأجهزة المستخدمة في منظومة القياس - Cert. of calibration
- مواصفات وخصائص (كتالوجات) الأجهزة المستخدمة - Specification
- قوة تحليل شاشة الأجهزة المستخدمة – Resolution
- التأثير السلبي لكابلات التوصيل المستخدمة - Loading – emf
- تغيرات الظروف البيئية حول بيئة القياس - Enviro
- الانحراف الحادث في القيمة المرجعية المستخدمة – Drift
- أي عناصر إضافية تطلبها المواصفة ذات الصلة أو خبرة المستخدم

1- العنصر الأول... شهادات معايرة الأجهزة المستخدمة (U_{B1})

هنا يتوجب علينا الآتي:

- استخدام قيمة الخطأ الوارد لتصحيح استخدامات الجهاز [2].
- استخدام قيمة اللاتأكدية وإضافته إلى مقدار الشك الخاص بك .

كيف يمكن تنفيذ هاتين الخطوتين .. عمليا.

* تحديد قيمة التصحيح المطلوب إضافته عند استخدام جهازك في نقطة محددة. على سبيل المثال:

- Standard Value (from Cal. Lab) = 100.000 V
- Indicated Value (UUT), (your device) = 99.987 V
- Error (deviation) of UUT = Ind. – Stand = - 0.013 V
- Correction of UUT = + 0.013 V

2-العنصر الثاني..مواصفات(كتالوجات)الأجهزة المستخدمة- (U_{B2}) Specifications of the used device(std.)

- **هنا يتوجب علينا الآتي:**
  - الحصول على نسخة واضحة من كتالوج الجهاز ودراسة محتوياته.[7]
  - استخدام صفحة خصائص الجهاز لتحديد مقدار اللاتأكدية الواجب إضافته.

العملية الحسابية المرتبطة بكتالوج الجهاز

تحديد قيمة لايقين الـ Spec المطلوب إضافته في ميزانية اللايقين عند استخدام جهازك في نقطة محددة (50.000 V) مثلا في مدى (100 V):

- 1-year Spec. = ± 30 ppm
  = (30E -6) x 50 V = 1.5E -3 V = 1.5 mV

- 1-year Spec. = ± 0.02 %
  = (0.02 / 100) x 50 V = 0.01 V = 10 mV

* 1-year Spec = ± (5ppm of reading + 12 ppm of range)
  = (5E -6) x 50 V + (12E -6) x 100 V
  = 1.45E -3 V = 1.45 mV

- 1-year Spec = ± (5ppm of reading + 12 µV)
  = (5E -6) x 50 V + (12E -6) V
  = 2.62E -4 V = 0.262 mV

- 1-year Spec = ± (5ppm of reading + 3 count)
  = (5E -6) x 50 V + (3 x 0.001) V
  = 3.25E -3 V = 3.25 mV

Divisor = Root 3
= 2 @ (95%)
= 3 @ (99%)

3 - العنصر الثالث .. قوة تحليل شاشة الأجهزة المستخدمة – (U_{B3})

هنا يتوجب علينا الآتي:

- ضبط شاشة الجهاز على قوة التحليل المناسبة للقيمة المقاسة
- إضافة اللاتأكدية الناشيء عن الخطأ المحتمل في قوة التحليل للاتأكدية الكلية.

العملية الحسابية المرتبطة تأثير ال Resolution

تحديد قيمة لاتأكدية الـ Resolution المطلوب إضافته لميزانية اللاتأكدية عند نقطة محددة:

- Indicated Value (UUT), (customer device) = 100.194V
- Error Resolution = (0.001 V) / 2

لاحظ هنا:

- خطأ قوة التحليل غير مرتبط بقيمة الرقم الأخير في الشاشة
- خطأ قوة التحليل يعتمد على ترتيب الرقم الأخير في الشاشة (موقعه بالنسبة لوحدةالقياس الظاهرة على الشاشة).

4- العنصر الرابع .. التأثير السلبي لكابلات التوصيل - (U_{B4})

يتوجب علينا الآتي:

- اتخاذ احترازات مختبرية لإهمال هذا التأثير قدر الامكان.

- إضافة اللاتأكدية الناشيء عن هذا الخطأ في حالات خاصة.

الاحترازات المقترحة لتفادي أخطاء الكابلات المستخدمة :

- استخدام كابلات قصيرة قدر الامكان لتقليل احتمالات الفقد خلالها.
- استخدام خاصية التصفير (إن وجدت)في أجهزتك المرجعية بعمل short على الأطراف وتصفير شاشة الجهاز باستخدام الكابلات المتوقع استخدامها.
- استخدام كابلات مغلفة shielded لإضعاف فرصة التداخل الغير مرغوب من الموجات الكهرومغناطيسية المحيطة ببيئة القياس.
- توصيل جميع نقاط الأرضي للأجهزة ببعضها.
- توصيل جميع نقاط Guard للأجهزة ببعضها.
- اتباع الشروط الخاصة والمنهجية المحددة التي توفرها بعض الكتالوجات للحصول على أفضل طريقة قياس.
- استخدام كابلات متساوية الطول والنوع عبر كافة التوصيلات.
- لن تحتاج إضافة تأثير emf للكابلات المستخدمة إلا في حالة معايرات الجهودالمستمرة فقط وفي الأمدية الصغيرة نسبيا التي تقل عن(100 فولت)مثلا.
- عند استخدامك كابلات شركة Fluke يمكن اعتبار الخطأ الناتج عن emf مساويا (1.3µv) "مصرح بها في مواصفات الكابلات"

العنصر الخامس .. تغيرات الظروف البيئية حول منظومة القياس - (U_{B5})

Changes of the Environmental Conditions

- **هنا يتوجب علينا الآتي:**

- معرفة كل من درجة حرارة (معايرة) الجهاز و (استخدام) الجهاز
- محاولة جعل الفرق في درجتي الحرارة قليلا ولا يتعدى الـ 3 درجات.
- إضافة اللاتأكدية الناشيء عن هذا الفرق في حال اضطرارنا لذلك.

العنصر السادس .. الانحراف الحادث في القيمة المرجعية المستخدمة – U_{B6}

Effect of the drift in the device used

- **هنا يتوجب علينا الآتي:**

- الحصول على آخر شهادتين معايرة للجهاز المرجعي
- تحديد قيمة الخطأ في كل شهادة لنفس الخاصية وايجاد الفرق بينهما
- إضافة اللاتأكدية الناشيء عن هذا الفرق إلى الميزانية الإجمالية للايقين .

العمليات الحسابية المرتبطة بهذا الانحراف[1]

تحديد قيمة الخطأ المتوقع سنويا نتيجة الـ drift في خاصية الجهاز أو
قيمته المرجعية المستخدمة في المعايرات باستخدام بيانات آخر شهادتين معايرة لهذا الجهاز:

- Reported Value @ 2012 = 99.993 V
- Reported Value @ 2015 = 99.987 V
- Annual Drift Error = ((99.987 – 99.993) / 3) = - 0.002 (V/year)

- الخطأ المتوقع عند استخدام الجهاز في المعايرات بعد نحو عام من آخر معايرة =0. 002-

- الخطأ المتوقع عند استخدام الجهاز في المعايرات بعد نحو عامين من آخر معايرة =0. 004-

- الخطأ المتوقع عند استخدام الجهاز في المعايرات بعد نحو 3 أعوام من آخر معايرة =0. 006-

والآن تحديد قيمة الارتياب الناتج من هذا الخطأ والناتج عن الـ drift بعدعام مثلا (توزيع مستطيل):

U (B6) = - 0.002V / √3 = - 0.00115 V

والآن .. تجميع جميع العناصر معا (Type A + Type B)

Combined Uncertainty (U_c)(6&5)

$$UC = \sqrt{(\quad U^2_A + U^2_{B1} + U^2_{B2} + U^2_{B3} + U^2_{B4+\ldots..})}$$

- لاحظ أن هذا المقدار من اللاتأكدية يمثل مستوى ثقة في نتائج القياسات بنسبة 68% فقط لأنه اعتمد على خاصية الـ (الانحراف المعياري) دون توسعة لجميع مصادره المشار إليها سابقا.

- لاحظ أن هذا النوع من اللاتأكدية يسمى أحيانا اللايقين المعياري Standard uncertainty .

- لاحظ أن معظم أنشطة المعايرة تتطلب زيادة مستوى الثقة في نتائج المعايرة من خلال استخدام معامل توسعة K تتحدد قيمته حسب مستوى الثقة المطلوب الحصول عليه .. كما يلي:

K = 1 (for 68% of confidence level)

K = 2 (for 95% of confidence level)

K3= (for 99% of confidence level)

وأخيرا .. تعيين قيمة اللايقين الموسع للتحكم في مستوى الثقة المطلوب

Expanded Uncertainty (Uexp): (6&5)

$$U_{exp.} = K.U_{c.}$$

الاستنتاجات

ملاحظات ختامية :

1) إضافتك تأثير الـ .Spec الخاصة بالجهاز يعفيك تماما من البحث عن أو إضافةالأخطاء التالية:

- **خطأ الخطية Linear Error.**
- **خطأ تغير درجة حرارة المختبر طالما كانت متوافقة مع سماحية درجة حرارةالمختبر المرجعي .. مثلا:**

T _Cal (England) = 22 ± 2 C .... (20 – 24)

T_using (your lab) = 23 ± 2 C .... (21 – 25)

لاحظ أن معظم الكتالوجات تتطلب إضافة التأثير الحراري في حالة اختلاف درجةحرارة المعايرة عن حرارة الاستخدام بمقدار يزيد عن 5C ±

- **خطأ تحميل الجهاز Loading Error**
- **خطأ التأثير الكهروحراري بين أطراف الجهاز والكابلات Thermal emf**
- **خطأ الشحنات الكهروستاتيكية الناشئة من التشغيل Electrostatic charges.**
- **ممنوع إجراء تقريب خلال خطوات حساب اللايقين ويسمح بتقريب واحد فقطفي الناتج النهائي Uexp .. مثلا: 0.17532 تصبح 0.18 وهكذا**

(1)

❖ **عند كتابة قيمة الاتأكدية النهائية يكتفى فقط بإظهار رقمين مثلا: 0.18 A**

واخيـــــــــــــرا... محصلة هذه الدراسة تكون على هيئة شهادة المعايرة التي تعطى للزبون كما يلي:

Calibration Certificate

Central Organization for Standardization and Quality Control (COSQC)

Metrology Department/Electrical &Electronic Section/Electrical Lab.

Box13032 Aljadria street,Baghdad ,Tel:7765180 E-cosqc@cosqc.gov.iq

Certificate No : ELE/ no.of utt /yyyy

Date of issue: dd / mm / yyyy

Customer	
Name:	----------
Address:	--------

Item under calibration		
Description		
Manufacturer:		
Model:		
Serial number:		
Other identification:		
Date of reception:	**Order No.:**	
Condition of reception:		

Standard(s) used in the calibration			
Description:			
Manufacturer:			
Model:			
Serial number:			
Other identification:	**Code No.:**		

Calibration information	
Date of calibration:	dd / mm / yyyy **Due to** dd / mm / yyyy
Place of calibration:	Electrical Lab.
Method(s) of calibration:	PRO TC-012-2
Calibrated quantity:	----------
Results of calibration:	Attached a complete result in **Annex 1** of this certificate.
Measurement uncertainty:	The reported expanded uncertainty is based on Guide **JCGM 100:2008(GUM).** Standard Uncertainty multiplied by coverage factor **k=2** to give confidence level of **95%.**
Metrological traceability:	The traceability of measurement results to the **SI** units is issued by the National standard maintained at Central Organization for Standardization and Quality Control through Calibration certificate (**GILV-0024,GILV-0091**) issued by **UME** Calibration in **(01-2016),(02/2016)**
Environmental conditions of calibration:	Temperture : ºC Humidity %
Observations, opinions or recommendations:	تؤخذ النتائج المعايرة بنظر الاعتبار

Khulood khalid

Approved by: Head of Metrology Dept.

This Certificate is issued in accordance with the laboratory accreditation requirements. It provides traceability of measurement to recognized national standards, and to the units

Of measurement realized at the COSQC or other recognized national standards laboratories. This certificate may not be reproduced other than in full by photographic process. This certificate refers only to the particular item submitted for calibration.

Central Organization for Standards and Quality Control
(COSQC)
Electrical & Electronic Section
Electrical Lab.

Accredited Lab
IQAS
Accreditation no. CL 007

Certificate No.: ELE /???? / yyyy
Date of issue: dd / mm / yyyy
Date of calibration: dd / mm /yyyy

AC V @55Hz

Applied Value	Measured Value	Deviation (Error)	Exp. Uncertainty

ACA @55Hz

Applied Value	Measured Value	Deviation (Error)	Exp. Uncertainty

Approved by: ***Calibrated By:*** ***Revised By:***

******** ******** *********

dd . mm . yyyy

This Certificate is issued in accordance with the laboratory accreditation requirements. It provides traceability of measurement to recognized national standards, and to the units of measurem realized at the COSQC or other recognized national standards laboratories. This certificate may not be reproduced other than in full by photographic process. This certificate refers only to th particular item submitted for calibration.

التوصيات

من خلال هذه الدراسة نوصي جميع مختبرات المعايرة التي تعتمد على تطبيق المواصفة آيزو 17025/ 2017 الخاصة بتأهيل مختبرات الفحص والمعايرة ان تتأكد من طرق حسابات اللاتأكدية الخاصة بكل مختبر عن طريق تطبيق جميع عناصر اللآتأكدية التي تؤثر بصورة مباشرة على قيم نتائج الزبون وذلك لضمان دقة وجودة نتائج وطرق الفحص/المعايرة لتعزيز رضا الزبون.

المصـــــادر

1- ISO /IEC 17025 International standard “General requirement for the competence of testing & Calibration laboratory”.

2- Calibration certificate of digital DMM calibrated by UMA in turkey of primary device of electrical lab in COSQC.

3- المعجم الدولي للمترولوجيا "المفاهيم الاساسية والعامة والمصطلحات المتعلقة بها" الطبعة الثالثة2012 ترجمة: م. اسامة احمد ملحم/طبعة اولى 2017

4- Catalogue of standard calibrator &DMM “1-year spec.”

5- EURAMET cg-15 version 3.0(02/2015)
“Guideline on the calibration of digital DMM”.

6- “A beginner’s guide to uncertainty of measurement “
By Stephanie Bell / issue 2 “NPL”.

7- “Catalogue of standard DMM 8508A.

8- ISO Guide to the Expression of Uncertainty in Measurements
وقد أصدرته الهيئة الفنية الاستشارية في مجال المترولوجيا :
ISO Technical Advisory Group on Metrology.

9- من أشهر الإصدارات الدولية في مجال الارتياب:(ISO/TAG4/WG3)
The Expression of Uncertainty and Confidence in Measurement (M3003).