



**Jornada Calibración Industrial**

**Práctica: Calibración y Verificación ELÉCTRICA**

Colabora:



*Valencia*

**31 Marzo 2022**

## EL PROCESO DE CALIBRACIÓN

- Qué es y cómo se realiza una calibración
- Qué NO es una calibración
- Cómo elegir el patrón, capacidad de medida
- Interpretación del Certificado

## VERIFICACIÓN DE ESPECIFICACIONES

- Fabricante, Norma o Proceso
- Errores y Cálculos
- Intervalos de control y verificación

## COFFE-BREACK

## PRÁCTICA

- Métodos de medida
- Bucles de corriente. Ejemplo bucle 4...20 mA (2, 3 y 4 hilos)
- Calibración y Verificación de transmisores de medida.



**Nombre** RAFAEL JUAN JIMÉNEZ VILLAR

**Cargo** RESPONSABLE TÉCNICO Y SISTEMAS

**E-mail** rafael.jimenez@caltex.es

## FORMACIÓN ACADÉMICA

- Licenciado en Ciencias Físicas
- Ingeniero Superior en electrónica
- Ingeniero en telecomunicaciones

## EXPERIENCIA PROFESIONAL

- MÁS DE 15 AÑOS EN LABORATORIO ACREDITADO (17025)
  - Responsable técnico del laboratorio
  - Responsable de calidad
  - Responsable de I+D (proyectos CDTI)

## EL PROCESO DE CALIBRACIÓN

- Qué es y cómo se realiza una calibración
- Qué NO es una calibración
- Cómo elegir el patrón, capacidad de medida
- Interpretación del Certificado

## VERIFICACIÓN DE ESPECIFICACIONES

- Fabricante, Norma o Proceso
  - Errores y Cálculos
  - Intervalos de control y verificación
- 
- COFFE-BREACK

# EL PROCESO DE CALIBRACIÓN

## SEGÚN EL VIM (Vocabulario Internacional de Metrología)

Operación que bajo condiciones especificadas establece, en una primera etapa, **una relación entre los valores y sus incertidumbres** de medida asociadas obtenidas a **partir de los patrones de medida, y las correspondientes indicaciones con sus incertidumbres asociadas** y, en una segunda etapa, utiliza esta información para establecer una relación que permita obtener un resultado de medida a partir de una indicación

**NOTA 1** Una calibración puede expresarse mediante una declaración, una función de calibración, un diagrama de calibración, una curva de calibración o una tabla de calibración. En algunos casos, puede consistir en una corrección aditiva o multiplicativa de la indicación con su incertidumbre correspondiente.

**NOTA 2** Conviene **no confundir la calibración con el ajuste** de un sistema de medida, a menudo llamado incorrectamente “autocalibración”, **ni con una verificación** de la calibración.

**NOTA 3** Frecuentemente se interpreta que únicamente la primera etapa de esta definición corresponde a la calibración.



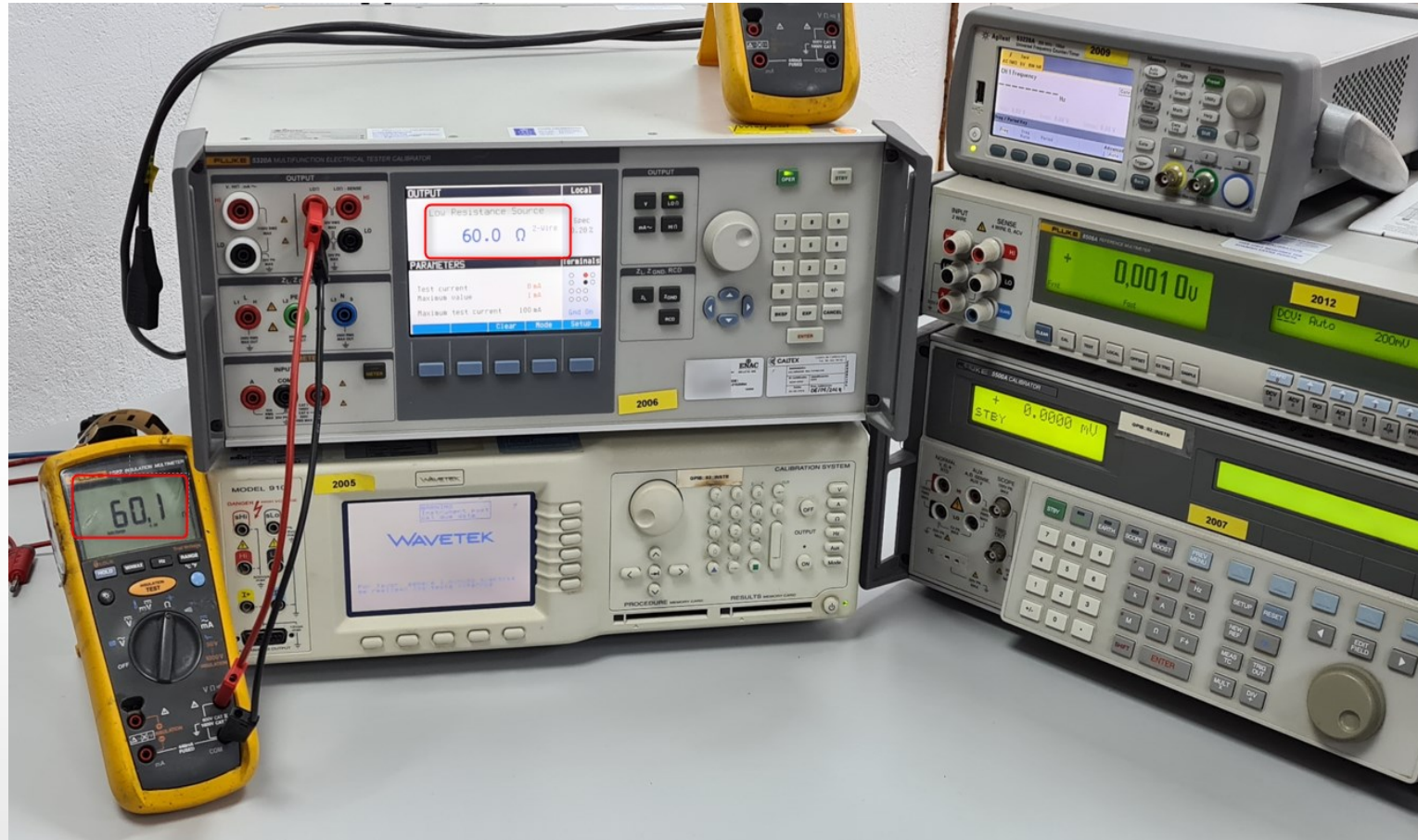
# Qué es y cómo se realiza una calibración



# Qué es y cómo se realiza una calibración

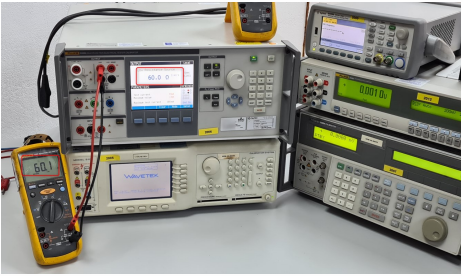
Importante al realizar cualquier medida, **posibles aportaciones al error.**

- Los cables
- La impedancia del instrumento
- La temperatura de la sala
- La calibración del patrón
- Resolución del instrumento
- Repetibilidad del instrumento
- Otras...





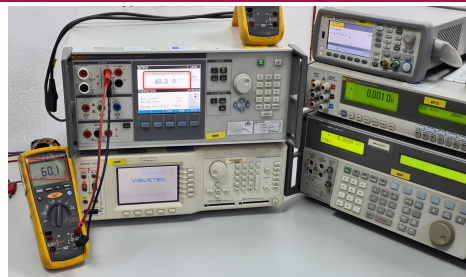
# Qué es y cómo se realiza una calibración



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN	
Certificate of Calibration	
<b>Número</b> Number	[Redacted]
<b>Página</b> Page	1 de 5 of pages
<b>CALTEX SISTEMAS, S.L</b> <b>LABORATORIO DE CALIBRACIÓN</b> Av. Juan de La Cierva, nº 10 (N7). 46980 Paterna (VALENCIA) Tel.: 96 182 99 02 – Fax: 96 143 82 72 e-mail: caltex@caltex.es Web: http://www.caltex.es	
	
<b>OBJETO</b> <i>Item</i>	<b>PINZA AMPERIMETRICA</b> PINZA AMPERIMETRICA (INCORPORA MULTÍMETRO)
<b>MARCA</b> <i>Mark</i>	<b>FLUKE</b>
<b>MODELO</b> <i>Model</i>	<b>376</b>
<b>IDENTIFICACION</b> <i>Identification</i>	CÓDIGO : FLUKE-376 + 40430027WS Nº SERIE : [Redacted]
<b>SOLICITANTE</b> <i>Applicant</i>	[Redacted]
<b>FECHA/S DE CALIBRACIÓN</b> <i>Date/s of calibration</i>	08/03/2022 a 09/03/2022
<b>Signatario/s autorizado/s</b> <i>Authorized signatory/ies</i>	<b>Rafael Juan Jiménez</b> 2022-03-09 12:15+02:00 miércoles, 9 de marzo de 2022
<b>Responsable del centro</b>	
<p>Este certificado se expide de acuerdo con las condiciones de la acreditación concedida por ENAC que ha comprobado las capacidades de medida y su trazabilidad a patrones nacionales o internacionales.            ENAC es el firmante del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo (MLA) de calibración de European Cooperation for Accreditation (EA) y de International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC).            Este certificado no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio de calibración CALTEX SISTEMAS.</p> <p>This certificate is issued in accordance with the conditions of accreditation granted by ENAC which has assessed the measurement capability of the laboratory and its traceability to national standards.            ENAC is one of the signatories of the Multilateral Agreement of the European Cooperation for Accreditation (EA) and the International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC).            This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing laboratory CALTEX SISTEMAS.</p>	
	
 CALTEX colabora con el medio ambiente, IMPRESIÓN A DOBLE CARA	
LE-FPC-00-02 Ver. 37	



# Qué es y cómo se realiza una calibración



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
Certificate of Calibration

ENAC  
Nº 159/LC10.113

Nombre  
Número

Página  
de 5 páginas

**CALTEX SISTEMAS, S.L.**  
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN  
Avda. de la Cierva, 10, 46100 Paterna (Valencia)  
Tel.: 91 82 99 02 - Fax: 91 82 99 02

**CALTEX**

OBJETO  
FINZA AMPERIMETRIC (INCORPORA AULA TINETO)

Marca  
FLUX

Modelo  
376

IDENTIFICACIÓN  
Identificación: C00001 FLUX 376 + 440007163  
Nº SERIE: 440007163

SOLICITANTE

Aplicante

FECHAS DE CALIBRACIÓN  
Calibration Dates: 08/03/2022 a 09/03/2022

Responsable del centro  
Rafael Juan Jiménez  
2022-03-09 12:15+02:00

Fecha de emisión  
Date of issue: miércoles, 9 de marzo de 2022

Responsible of the center

El presente certificado es válido para el instrumento de medida que se indica en el encabezamiento de este documento, siempre que el instrumento de medida se mantenga en condiciones de funcionamiento y se mantenga en condiciones de uso adecuadas.

Este certificado es válido para el instrumento de medida que se indica en el encabezamiento de este documento, siempre que el instrumento de medida se mantenga en condiciones de funcionamiento y se mantenga en condiciones de uso adecuadas.

Los valores e incertidumbres reportados en este documento, corresponden al momento y condiciones de las medidas.

Los valores e incertidumbres reportados en este documento, corresponden al momento y condiciones de las medidas.

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN



Página 2 de 5 páginas  
Page of pages

El resultado de las medidas incluidas en el presente certificado ha sido obtenido aplicando el procedimiento N°.

*The measurement results reported in this certificate were obtained following procedures N°.*

LE-PC-02 LE-PC-06 LE-PC-10 LE-PC-12 LE-PC-17

### TRAZABILIDAD :

Los patrones de referencia del laboratorio garantizan la trazabilidad ya que han sido calibrados en laboratorios acreditados ENAC o firmante de los acuerdos de reconocimiento mutuo o institutos nacionales de metrología.

*Traceability is thought reference standards :*

**PATRÓN**

2012

### CONDICIONES DE CALIBRACIÓN :

Temperatura 23,8 ~ 22,2 °C Humedad Relativa 36,3 ~ 29,6 %Hr

Medidas realizadas en las instalaciones permanentes del laboratorio de Caltex Sistemas.

### PATRONES EMPLEADOS DURANTE LA CALIBRACIÓN:

Los patrones de trabajo que el laboratorio ha utilizado para realizar las calibraciones han sido calibrados internamente mediante comparación, con los patrones de referencia que el laboratorio dispone.

**PATRONES**

2005, 2007, 2011

### NOTAS:

En las medidas de corriente mediante tenaza, se hizo pasar el conductor a través de la misma según indica el manual del fabricante.

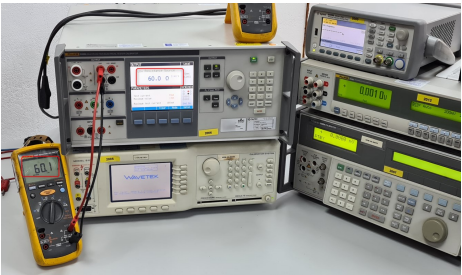
### INCERTIDUMBRES :

Las contribuciones consideradas para el cálculo de la incertidumbre han sido todas las que afectan al método de calibración, incluyendo la resolución y la estabilidad a corto plazo del instrumento en calibración. No ha sido considerada la componente relativa a la estabilidad a largo plazo.

La incertidumbre expandida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura k que se indica en la tabla de resultados, que para una distribución normal, corresponde a una probabilidad aproximada del 95 %. El cálculo se ha efectuado conforme a la guía europea EA-4/02 M:2013.

Los valores e incertidumbres reportados en este documento, corresponden al momento y condiciones de las medidas.

# Qué es y cómo se realiza una calibración



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
Certificate of Calibration

**ENAC**  
Nº 159/LECI0-115

**CALTEX SISTEMAS, S.L.**  
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN  
Avda. Juan de la Cierva, s/n, 46100 Paterna (Valencia)  
Tel. 91 82 99 02 - Fax 91 82 99 02  
Email: info@caltex.es

**CALTEX**

**OBJETO**  
FINZA AMPERIMETRICA  
FINZA AMPERIMETRICA (INCORPORA MULTIMETRO)

**MARCA**  
FLUX

**MODELO**  
376

**IDENTIFICACION**  
Identificador: C00001 FLUX-376 + 440007003  
Nº SERIE:

**VOLTAJE**  
Aplicar:

**FECHAS DE CALIBRACIÓN**  
8/9/2022 a 9/9/2022

**Responsable del centro**  
Rafael Juan Jiménez  
2022-03-09 12:15:02:00

**Fecha de emisión**  
09 de marzo de 2022

**Responsable del centro**  
Rafael Juan Jiménez  
2022-03-09 12:15:02:00

**El resultado de las medidas incluidas en el presente certificado ha sido obtenido aplicando el procedimiento N°:**  
IE-PC02 (IE-PC08, IE-PC10, IE-PC12, IE-PC17)

**TRAZABILIDAD:**  
Las referencias de calibración de los instrumentos se encuentran en el manual de instrucciones de los instrumentos. Las referencias de calibración de los instrumentos se encuentran en el manual de instrucciones de los instrumentos. Las referencias de calibración de los instrumentos se encuentran en el manual de instrucciones de los instrumentos.

**CONDICIONES DE CALIBRACIÓN:**  
Temperatura: 23,8 - 22,2 °C Humedad Relativa: 36,3 - 29,4 %

**RECONOCIMIENTOS EMPLAZADOS DURANTE LA CALIBRACIÓN:**  
Los patrones de trabajo que el laboratorio ha utilizado para realizar las calibraciones han sido calibrados internamente mediante comparación con los patrones de referencia que el laboratorio dispone.

**PATRONES**  
2004, 2007, 2011

**NOTAS:**  
En las medidas de corriente mediante fuerza, se han pasado al conductor a través de la misma según indica el manual del fabricante.

**INCERTIDUMBRES:**  
Las incertidumbres reportadas para el objeto de la certificación han sido todas las que afectan al resultado de la calibración, incluyendo la resolución y la estabilidad a corto plazo del instrumento en calibración. No se han considerado la componente relativa a la estabilidad a largo plazo.

La incertidumbre expuesta en los datos reportados en este documento ha sido calculada por el factor de cobertura k que se indica en la lista de resultados, así como una distribución normal, correspondiente a una probabilidad aproximada del 95 %. El cálculo se ha efectuado conforme a la guía europea EA-402 M(2011).

Los valores e incertidumbres reportados en este documento, corresponden al momento y condiciones de las medidas.

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
Certificate of Calibration

**ENAC**  
Nº 159/LECI0-115

**CALTEX SISTEMAS, S.L.**  
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN  
Avda. Juan de la Cierva, s/n, 46100 Paterna (Valencia)  
Tel. 91 82 99 02 - Fax 91 82 99 02  
Email: info@caltex.es

**CALTEX**

**OBJETO**  
FINZA AMPERIMETRICA  
FINZA AMPERIMETRICA (INCORPORA MULTIMETRO)

**MARCA**  
FLUX

**MODELO**  
376

**IDENTIFICACION**  
Identificador: C00001 FLUX-376 + 440007003  
Nº SERIE:

**VOLTAJE**  
Aplicar:

**FECHAS DE CALIBRACIÓN**  
8/9/2022 a 9/9/2022

**Responsable del centro**  
Rafael Juan Jiménez  
2022-03-09 12:15:02:00

**Fecha de emisión**  
09 de marzo de 2022

**Responsable del centro**  
Rafael Juan Jiménez  
2022-03-09 12:15:02:00

**El resultado de las medidas incluidas en el presente certificado ha sido obtenido aplicando el procedimiento N°:**  
IE-PC02 (IE-PC08, IE-PC10, IE-PC12, IE-PC17)

**TRAZABILIDAD:**  
Las referencias de calibración de los instrumentos se encuentran en el manual de instrucciones de los instrumentos. Las referencias de calibración de los instrumentos se encuentran en el manual de instrucciones de los instrumentos. Las referencias de calibración de los instrumentos se encuentran en el manual de instrucciones de los instrumentos.

**CONDICIONES DE CALIBRACIÓN:**  
Temperatura: 23,8 - 22,2 °C Humedad Relativa: 36,3 - 29,4 %

**RECONOCIMIENTOS EMPLAZADOS DURANTE LA CALIBRACIÓN:**  
Los patrones de trabajo que el laboratorio ha utilizado para realizar las calibraciones han sido calibrados internamente mediante comparación con los patrones de referencia que el laboratorio dispone.

**PATRONES**  
2004, 2007, 2011

**NOTAS:**  
En las medidas de corriente mediante fuerza, se han pasado al conductor a través de la misma según indica el manual del fabricante.

**INCERTIDUMBRES:**  
Las incertidumbres reportadas para el objeto de la certificación han sido todas las que afectan al resultado de la calibración, incluyendo la resolución y la estabilidad a corto plazo del instrumento en calibración. No se han considerado la componente relativa a la estabilidad a largo plazo.

La incertidumbre expuesta en los datos reportados en este documento ha sido calculada por el factor de cobertura k que se indica en la lista de resultados, así como una distribución normal, correspondiente a una probabilidad aproximada del 95 %. El cálculo se ha efectuado conforme a la guía europea EA-402 M(2011).

Los valores e incertidumbres reportados en este documento, corresponden al momento y condiciones de las medidas.

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN



Página 3 de 5 páginas  
Page of pages

### Función medidor de TENSIÓN CONTINUA

RANGO	VALOR APLICADO PATRÓN	UNIDAD	LECTURA UBT (Unidad)	ERROR (Unidad)	U (95%) (Unidad)	Factor de cobertura (k)
500	50,0	mV	50,0	0,000	0,058	2,0
	- 50,0	mV	- 50,0	0,000	0,058	2,0
	250,0	mV	250,0	0,000	0,063	2,0
	450,0	mV	450,0	0,000	0,070	2,0
	- 450,0	mV	- 450,1	- 0,100	0,070	2,0
600	60,0	V	60,0	0,000	0,058	2,0
	- 60,0	V	- 60,0	0,000	0,058	2,0
	300,0	V	299,8	- 0,200	0,063	2,0
	540,0	V	539,9	- 0,100	0,073	2,0
	- 540,0	V	- 540,0	0,000	0,073	2,0
1000	700,0	V	700	0,00	0,58	2,0
	900,0	V	900	0,00	0,58	2,0
	- 900,0	V	- 900	0,00	0,58	2,0

### Función medidor de TENSIÓN ALTERNA

RANGO	VALOR APLICADO PATRÓN	UNIDAD	MODIFI	LECTURA UBT (Unidad)	ERROR (Unidad)	U (95%) (Unidad)	Factor de cobertura (k)
600	60,0	V	50 Hz	60,0	0,000	0,099	2,0
	60,0	V	500 Hz	59,9	- 0,100	0,099	2,0
	230,0	V	50 Hz	230,0	0,00	0,29	2,0
	380,0	V	50 Hz	380,1	0,10	0,37	2,0
	540,0	V	50 Hz	540,3	0,30	0,48	2,0
	540,0	V	500 Hz	539,4	- 0,60	0,48	2,0
1000	700,0	V	50 Hz	701	1,00	0,82	2,0
	900,0	V	50 Hz	901	1,00	0,92	2,0
	900,0	V	500 Hz	900	0,00	0,92	2,0

# Qué no es una calibración

La calibración no es:

## Una mera comparación

- Un ajuste o “puesta a cero”
- Una verificación
- Un control

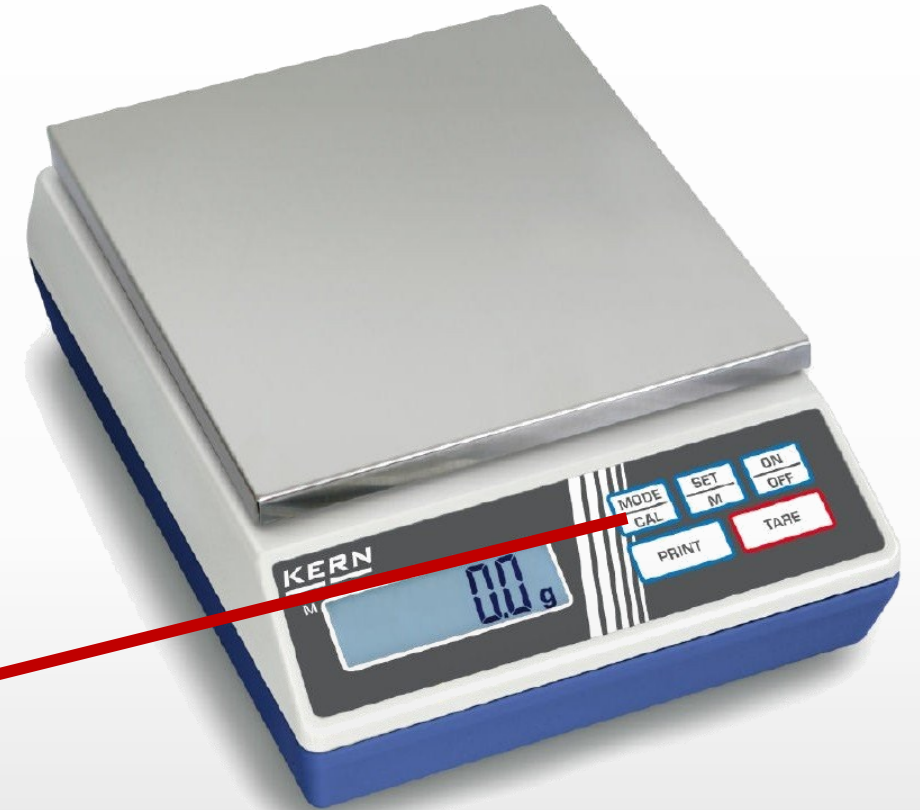
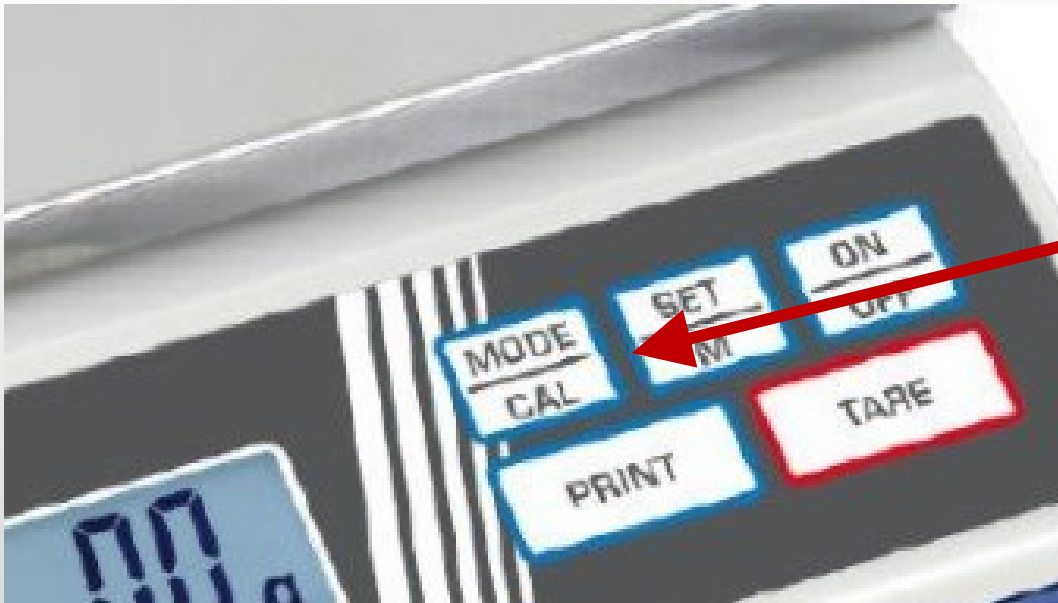


AIRDATA-1 Calibration Sheet			
AIRDATA-1 Serial Number: [REDACTED]			
Reference: Druck DPI145/R Pneumatic pressure standard / Aeronautical Option Serial Number 145040			
Altitude (Feet)	Tolerance (Feet) +/-	Reference	[REDACTED]
-1000	20	-1450	1450
0	20	-10	-10
500	20	618	617
1000	20	944	948
1500	25	1535	1534
2000	30	2055	2054
3000	30	3041	3041
4000	35	4062	4061
6000	40	6075	6074
8000	60	8072	8071
10000	80	10002	10001
12000	90	12187	12188
14000	100	14501	14500
16000	110	16310	16309
18000	120	18177	18179
20000	130	20069	20070
22000	140	22458	22451
25000	155	25629	25619
30000	180	30006	29979
35000	205	35259	35219
Airspeed (mph)		Reference	[REDACTED]
25		27.5	28
50		53.4	53
75		72.3	73
100		102.2	102
150		151.4	157
200		202.3	208
250		248.5	248
300		300.3	300
350		351.5	351
400		391.4	391

# Qué no es una calibración

La calibración no es:

- Una mera comparación
- **Un ajuste o “puesta a cero”**
- Una verificación
- Un control





La calibración no es:

- Una mera comparación
- Un ajuste o “puesta a cero”

**Una verificación**

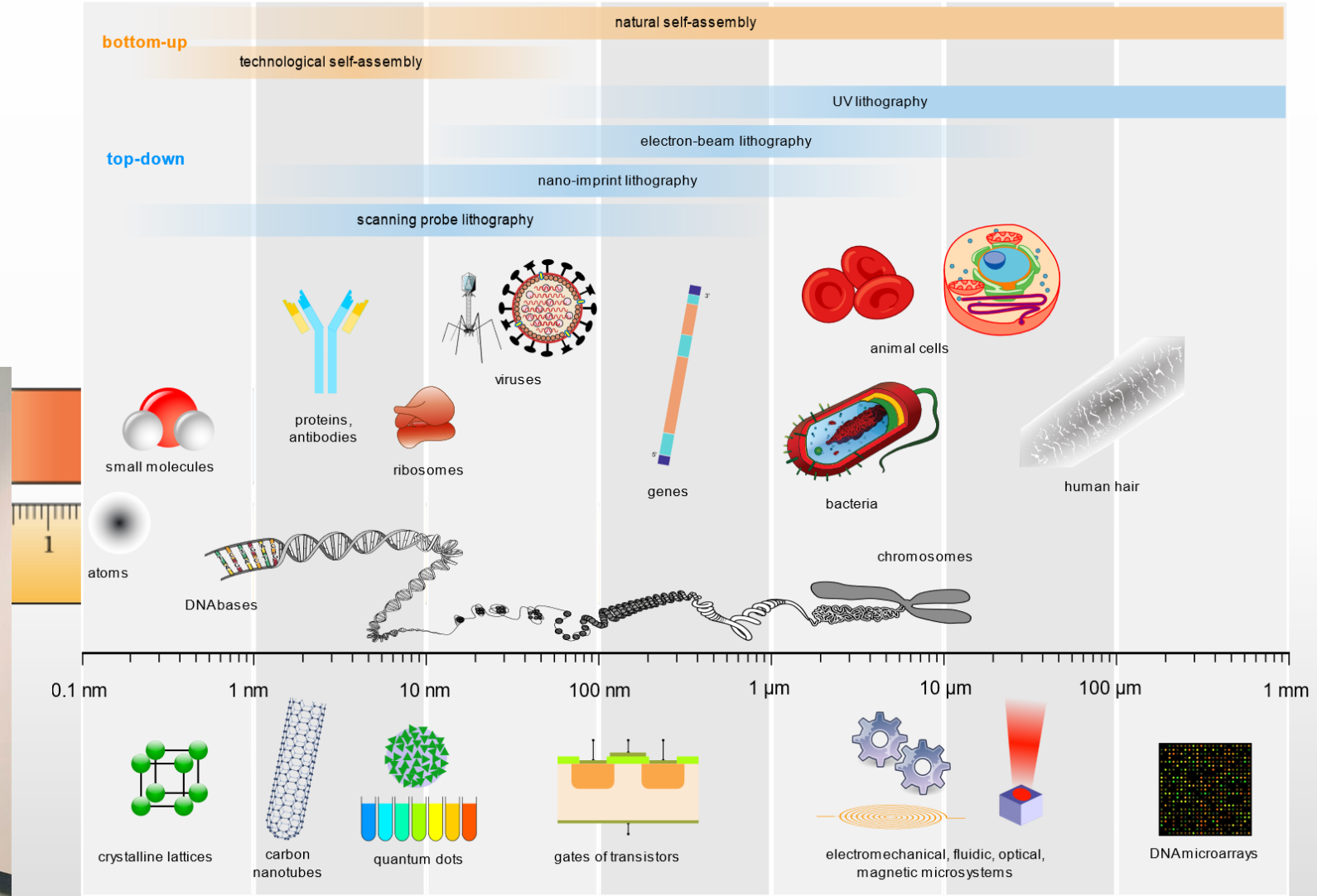
**Un control**

Especificaciones: Termómetro de infrarrojos Fluke 64 MAX

Características principales	64 MAX
Rango de temperatura	-30 °C a + 600 °C (-22 °F a 1112 °F)
Precisión (geometría de calibración con temperatura ambiente de 23 °C +/- 2 °C)	± 1,0 °C o ± 1,0 % de lectura, la mayor de ambas ± 2,0 °C a -10 °C a 0 °C ± 3,0 °C a -30 °C a -10 °C
Resolución óptica	20 : 1 (calculado al 90 % de energía)
Tiempo de respuesta (95 %)	< 500 ms (95 % de la lectura)
Respuesta espectral	8 a 14 micras



# Cómo elegir el patrón, capacidad de medida



## INSTRUMENTO



Wika T32.1S.000

Pt100 / 4 hilos / Rango de medición 0 ... 150 °C / Temperatura ambiente 33 °C	
Entrada Pt100, VM < 200 °C	±0,100 K
Salida ±(0,03 % de 150 K)	±0,045 K
TK <sub>entrada</sub> ±(0,06 K + 0,015 % de 150 K)	±0,083 K
TK <sub>salida</sub> ±(0,03 % de 150 K)	±0,045 K
Error de medición (típico) $\sqrt{\text{entrada}^2 + \text{salida}^2 + \text{TK}_{\text{entrada}}^2 + \text{TK}_{\text{salida}}^2}$	±0,145 K
Error de medición (máximo) (entrada + salida + TK <sub>entrada</sub> + TK <sub>salida</sub> )	±0,273 K

## PATRÓN



Fluke 754 con soporte HART

Corriente CC	30,000 mA	0,01% + 5 µA	0,015% + 7 µA
	110,00 mA	0,01% + 20 µA	0,015% + 30 µA

$$\text{Especificación: } \frac{0,01}{100} \cdot 20 \text{ mA} + 0,005 \text{ mA} = 0,007 \text{ mA}$$

$$\text{En unidades de temperatura: } 0,007 \text{ mA} \cdot \frac{150 \text{ °C} - 0 \text{ °C}}{20 \text{ mA} - 4 \text{ mA}} = 0,065 \text{ °C}$$



# Wika T32.1S.000



## Fluke 754 con soporte HART

- La Gestión de Procesos Metrológicos. AENOR 2004
- OIML G 19, The role of measurement uncertainty in conformity assessment decisions in legal metrology

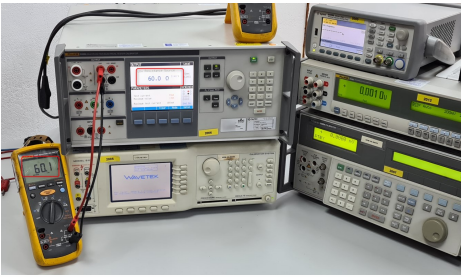
$$3 < \frac{T}{U} < 10$$

- T, Tolerancia (Lo que quiero controlar)
- U, Incertidumbre (Lo que controla)

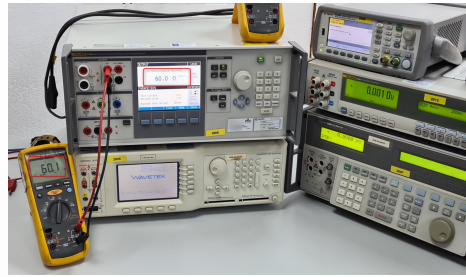
En nuestro caso  $\frac{0,273\text{ }^{\circ}\text{C}}{0,065\text{ }^{\circ}\text{C}} = 4,2$







CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN	
Certificate of Calibration	
Número Number	
Página Page	1 de 5 of pages
<b>CALTEX SISTEMAS, S.L</b>	
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN Av. Juan de La Cierva, nº 10 (N7). 46980 Paterna (VALENCIA) Tel.: 96 182 99 02 – Fax: 96 143 82 72 e-mail: <a href="mailto:caltex@caltex.es">caltex@caltex.es</a> Web: <a href="http://www.caltex.es">http://www.caltex.es</a>	
	
OBJETO <i>Item</i>	PINZA AMPERIMETRICA PINZA AMPERIMETRICA (INCORPORA MULTÍMETRO)
MARCA <i>Mark</i>	FLUKE
MODELO <i>Model</i>	376
IDENTIFICACION <i>Identification</i>	CÓDIGO : FLUKE-376 + 40430027WS Nº SERIE :
SOLICITANTE <i>Applicant</i>	
FECHA/S DE CALIBRACIÓN <i>Date/s of calibration</i>	08/03/2022 a 09/03/2022
Signatario/s autorizado/s <i>Authorized signatory/ies</i>	Fecha de emisión <i>Date of issue</i>
 	Rafael Juan Jiménez 2022-03-09 12:15+02:00 miércoles, 9 de marzo de 2022
Responsable del centro	
<small>Este certificado se expide de acuerdo con las condiciones de la acreditación concedida por ENAC que ha comprobado las capacidades de medida y su trazabilidad a patrones nacionales o internacionales. ENAC es el firmante del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo (MLA) de calibración de European Cooperation for Accreditation (EA) y de International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) Este certificado no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio de calibración CALTEX SISTEMAS.</small>	
<small>This certificate is issued in accordance with the conditions of accreditation granted by ENAC which has assessed the measurement capability of the laboratory and its traceability to national standards. ENAC is one of the signatories of the Multilateral Agreement of the European Cooperation for Accreditation (EA) and the International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC). This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing laboratory CALTEX SISTEMAS.</small>	
<small> CALTEX colabora con el medio ambiente, IMPRESIÓN A DOBLE CARA</small>	
<small>LE-FPC-00-02 Ver. 37</small>	



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
Certificate of Calibration

ENAC  
Nº 159/LC10.113

Nombre  
Cálculo

Página  
1 de 5 páginas

**CALTEX SISTEMAS, S.L.**  
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN  
Av. Juan de la Cierva, 10, 46100 Paterna (Valencia)  
Tel. +34 961 82 99 02 - Fax +34 961 82 99 02  
www.caltex.es

**CALTEX**

OBJETO  
PILA AMPERIMÉTRICA  
PILA AMPERIMÉTRICA (INCORPORA UNA TENAZA)

MARCA  
FLUX

MODELO  
376

IDENTIFICACIÓN  
C00001 FLUX 376 + 440007163  
Nº SERIE: 440000000

SOLICITANTE  
[Redacted]

FECHAS DE CALIBRACIÓN  
8/9/2022 a 9/9/2022

Calidad de calibración

Responsable autorización  
Rafael Juan Jiménez  
2022-03-09 12:15+02:00

Fecha de emisión  
09 de marzo de 2022

Responsable del centro  
[Redacted]

El presente certificado es válido para el instrumento de medida que se indica en el encabezamiento de este documento, siempre que el instrumento de medida se mantenga en condiciones de funcionamiento y se mantenga en condiciones de conservación y mantenimiento adecuadas. El presente certificado es válido para el instrumento de medida que se indica en el encabezamiento de este documento, siempre que el instrumento de medida se mantenga en condiciones de funcionamiento y se mantenga en condiciones de conservación y mantenimiento adecuadas. El presente certificado es válido para el instrumento de medida que se indica en el encabezamiento de este documento, siempre que el instrumento de medida se mantenga en condiciones de funcionamiento y se mantenga en condiciones de conservación y mantenimiento adecuadas.

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN



Página 2 de 5 páginas  
Page of pages

El resultado de las medidas incluidas en el presente certificado ha sido obtenido aplicando el procedimiento N°.

*The measurement results reported in this certificate were obtained following procedures N°.*

LE-PC-02 LE-PC-06 LE-PC-10 LE-PC-12 LE-PC-17

### TRAZABILIDAD :

Los patrones de referencia del laboratorio garantizan la trazabilidad ya que han sido calibrados en laboratorios acreditados ENAC o firmante de los acuerdos de reconocimiento mutuo o institutos nacionales de metrología.

*Traceability is thought reference standards :*

**PATRÓN**

2012

### CONDICIONES DE CALIBRACIÓN :

Temperatura 23,8 ~ 22,2 °C Humedad Relativa 36,3 ~ 29,6 %Hr

Medidas realizadas en las instalaciones permanentes del laboratorio de Caltex Sistemas.

### PATRONES EMPLEADOS DURANTE LA CALIBRACIÓN:

Los patrones de trabajo que el laboratorio ha utilizado para realizar las calibraciones han sido calibrados internamente mediante comparación, con los patrones de referencia que el laboratorio dispone.

**PATRONES**

2005, 2007, 2011

### NOTAS:

En las medidas de corriente mediante tenaza, se hizo pasar el conductor a través de la misma según indica el manual del fabricante.

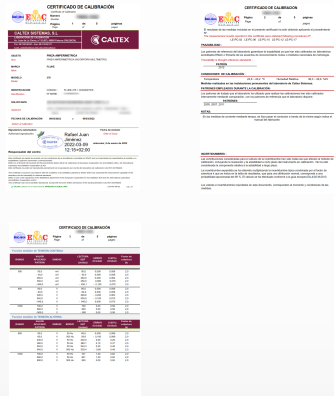
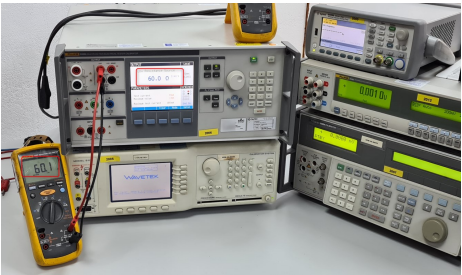
### INCERTIDUMBRES :

Las contribuciones consideradas para el cálculo de la incertidumbre han sido todas las que afectan al método de calibración, incluyendo la resolución y la estabilidad a corto plazo del instrumento en calibración. No ha sido considerada la componente relativa a la estabilidad a largo plazo.

La incertidumbre expandida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura k que se indica en la tabla de resultados, que para una distribución normal, corresponde a una probabilidad aproximada del 95 %. El cálculo se ha efectuado conforme a la guía europea EA-4/02 M:2013.

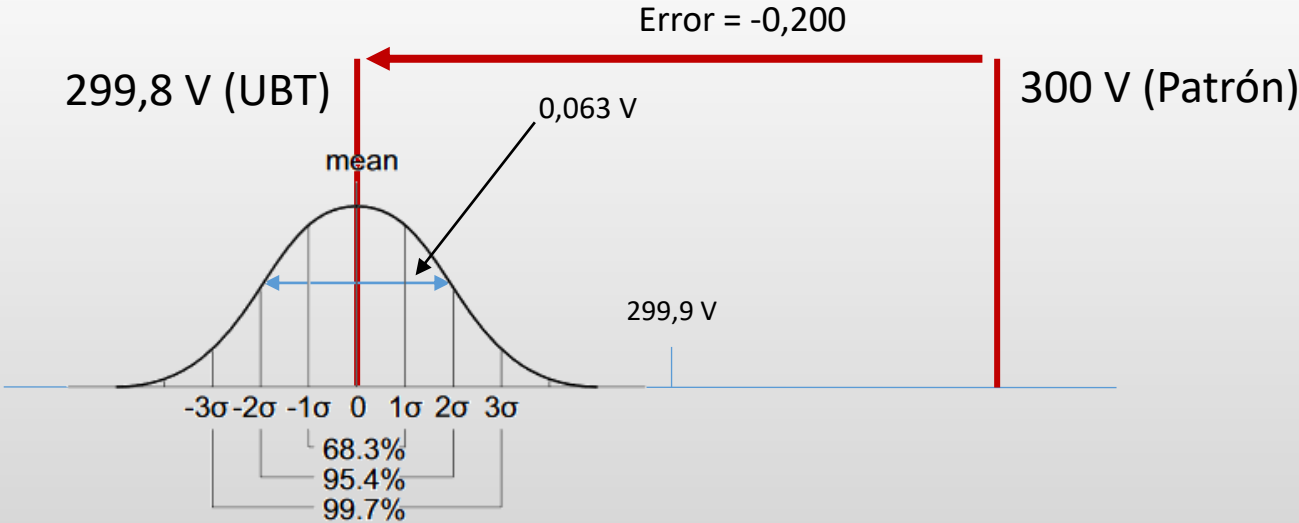
Los valores e incertidumbres reportados en este documento, corresponden al momento y condiciones de las medidas.

# Interpretación del Certificado



RANGO	VALOR APLICADO PATRÓN	UNIDAD	LECTURA UBT (Unidad)	ERROR (Unidad)	U (95%) (Unidad)	Factor de cobertura (k)
500	50,0	mV	50,0	0,000	0,058	2,0
	- 50,0	mV	- 50,0	0,000	0,058	2,0
	250,0	mV	250,0	0,000	0,063	2,0
	450,0	mV	450,0	0,000	0,070	2,0
	- 450,0	mV	- 450,1	- 0,100	0,070	2,0
600	60,0	V	60,0	0,000	0,058	2,0
	- 60,0	V	- 60,0	0,000	0,058	2,0
	300,0	V	299,8	- 0,200	0,063	2,0
	540,0	V	539,9	- 0,100	0,073	2,0
	- 540,0	V	- 540,0	0,000	0,073	2,0

UBT: Unidad Bajo Test



## EL PROCESO DE CALIBRACIÓN

- Qué es y cómo se realiza una calibración
- Qué NO es una calibración
- Cómo elegir el patrón, capacidad de medida
- Interpretación del Certificado

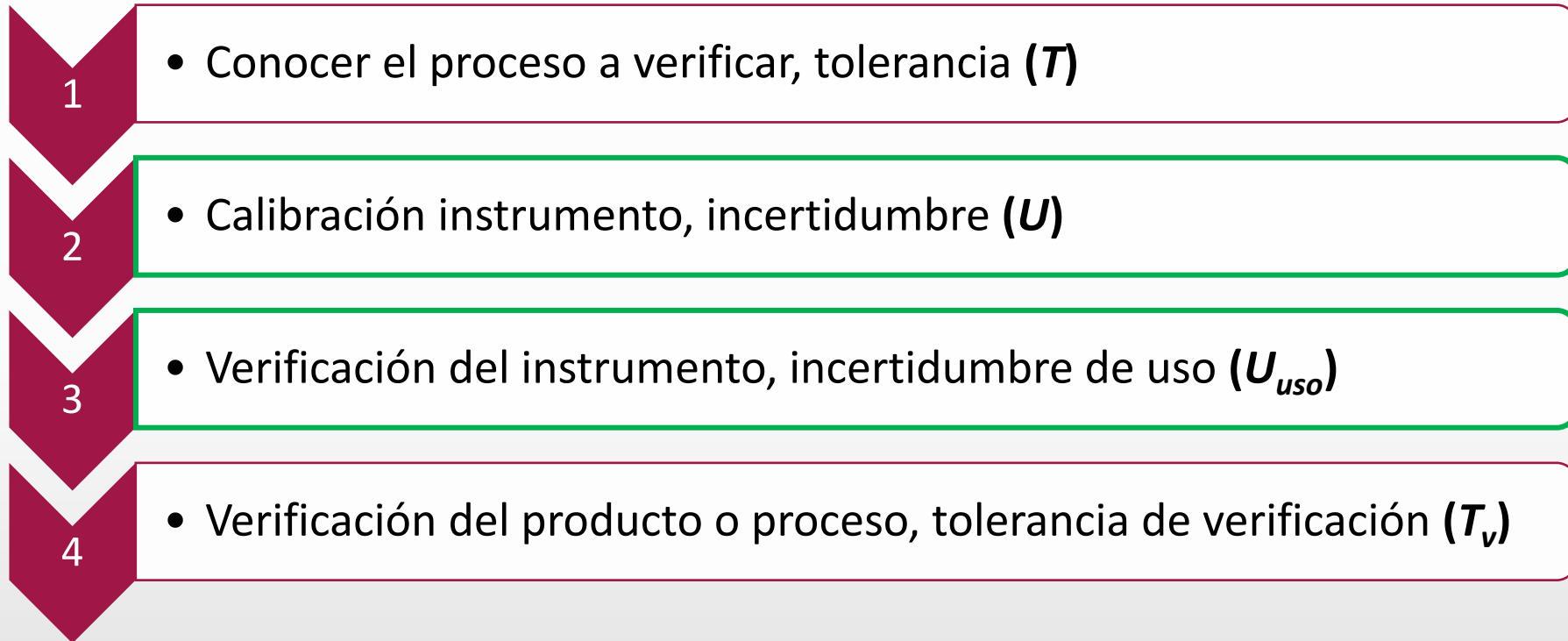
## VERIFICACIÓN DE ESPECIFICACIONES

- Fabricante, Norma o Proceso
  - Errores y Cálculos
  - Intervalos de control y verificación
- 
- COFFE-BREACK

# VERIFICACIÓN DE ESPECIFICACIONES



# VERIFICACIÓN DE ESPECIFICACIONES



1

•Conocer el proceso a verificar, tolerancia ( $\tau$ )

2

•Calibración instrumento, incertidumbre ( $U$ )

3

•Verificación del instrumento, incertidumbre de uso ( $U_{uso}$ )

4

•Verificación del producto o proceso, tolerancia de verificación ( $\tau_v$ )

## TOLERANCIA

Se trata de la **máxima desviación aceptable** por el usuario para su producto, componente o instrumento.

La tolerancia **es definida por el usuario** en función de las necesidades del producto.

## PROCEDENCIA DE ESPECIFICACIONES/TOLERANCIA

1 • Conocer el proceso a verificar ( $T$ )2 • Calibración instrumento ( $U$ )3 • Verificación del instrumento ( $U_{uso}$ )4 • Verificación del producto o proceso ( $T_v$ )

**NORMA:** Ejemplo EN 837-1 (Clase 1,6)  
Para un manómetro de 40 bar  $T=0,64$  bar



**PROCESO:** Ejemplo Pasteurizar Leche,  
entre 72 °C y 78 °C [ $T= 6$  °C] durante 15 segundos.



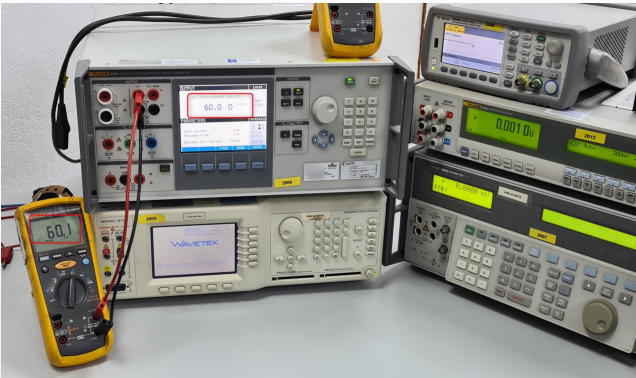
**FABRICANTE:** El fabricante establece una especificación en el instrumento.

En 200 V sería,  $T= 200 V \cdot \frac{0,5}{100} + 0,1 \cdot 2 = 1,2 V$

Función	Rango	Resolución	Precisión $\pm$ ([% de la lectura] + [recuentos])
Milivoltios de CC	600 mV	0,1 mV	0,5 % + 2
	6 V	0,001 V	
Voltios CC	60 V	0,01 V	0,5 % + 2
	600 V	0,1 V	



- 1
- 2
- 3
- 4
- Conocer el proceso a verificar ( $T$ )
  - Calibración instrumento ( $U$ )
  - Verificación del instrumento ( $U_{uso}$ )
  - Verificación del producto o proceso ( $T_v$ )



## FUENTES DE ERROR CALIBRACIÓN MULTÍMETRO

Error	DESCRIPCION	CÁLCULO
Los cables de conexión	La impedancia de los cables puede que añada resistencia a la medida	Se valora con la impedancia por metro
Impedancia del instrumento bajo calibración	Las impedancias del patrón e instrumento tienen que estar adaptadas, si no este puede cargar al patrón	Cálculo usando la ley de Ohm
Condiciones ambientales	A diferentes temperaturas el instrumento tiene un comportamiento diferente.	Especificaciones del fabricante
Calibración del patrón	Calibración del patrón usado.	<b>Incertidumbre de uso</b> del patrón
Resolución del instrumento	En los digitales, el valor más pequeño que puede variar.	Especificaciones del fabricante, $\frac{1}{2}$ de la resolución
Repetibilidad del instrumento	Se repite el mismo valor y se observa si mide siempre los mismo.	Desviación estándar



1 • Conocer el proceso a verificar ( $T$ )2 • Calibración instrumento ( $U$ )3 • Verificación del instrumento ( $U_{uso}$ )4 • Verificación del producto o proceso ( $T_p$ )

Error	DESCRIPCION	CÁLCULO
Los cables de conexión	La impedancia de los cables puede que añada resistencia a la medida	Se valora con la impedancia por metro
Impedancia del instrumento bajo calibración	Las impedancias del patrón e instrumento tienen que estar adaptadas, si no este puede cargar al patrón	Cálculo usando la ley de Ohm
Condiciones ambientales	A diferentes temperaturas el instrumento tiene un comportamiento diferente.	Especificaciones del fabricante
Calibración del patrón	Calibración del patrón usado.	Incertidumbre de uso del patrón
Resolución del instrumento	En los digitales, el valor más pequeño que puede variar.	Especificaciones del fabricante
Repetibilidad del instrumento	Se repite el mismo valor y se observa si mide siempre los mismo.	Desviación estándar

## FUENTES DE ERROR CALIBRACIÓN MULTÍMETRO

$$\text{Error} = \text{Valor Leído} - \text{Valor Patrón}$$

$$E_{Cal} = (I + e_{Cables} + eIm_{pedancia} + eTe_{mp} + eRe_s + eRe_p) - (IPa_{trón} + ePa_{trón})$$

- $E_{cal}$ , Error de la calibración
- $I$ , Indicación del instrumento
- $I_{Patron}$ , Indicación del patrón
- $e_x$ , los diferentes errores NO CORREGIBLES

¡¡A POR LA INCERTIDUMBRE !!  $E = \sqrt{E_a^2 + E_s^2}$

- 1 • Conocer el proceso a verificar ( $T$ )
- 2 • Calibración instrumento ( $U$ )
- 3 • Verificación del instrumento ( $U_{uso}$ )
- 4 • Verificación del producto o proceso ( $T_v$ )



Error	DESCRIPCION	CÁLCULO
Los cables de conexión	La impedancia de los cables puede que añada resistencia a la medida	Se valora con la impedancia por metro
Impedancia del instrumento bajo calibración	Las impedancias del patrón e instrumento tienen que estar adaptadas, si no este puede cargar al patrón	Cálculo usando la ley de Ohm
Condiciones ambientales	A diferentes temperaturas el instrumento tiene un comportamiento diferente.	Especificaciones del fabricante
Calibración del patrón	Calibración del patrón usado.	Incertidumbre de uso del patrón
Resolución del instrumento	En los digitales, el valor más pequeño que puede variar.	Especificaciones del fabricante
Repetibilidad del instrumento	Se repite el mismo valor y se observa si mide siempre los mismo.	Desviación estándar

## FUENTES DE ERROR CALIBRACIÓN MULTÍMETRO

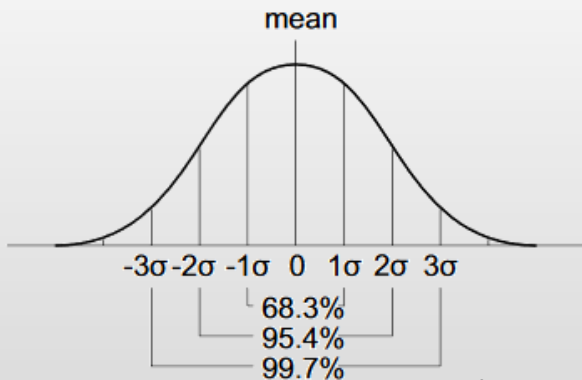
$$E_{cal} = (I + e_{Cables} + e_{Impedancia} + e_{Temp} + e_{Res} + e_{Rep}) - (IPa_{trón} + ePa_{trón})$$



$$u_{cal}^2 = u_{cables}^2 + u_{impedancia}^2 + u_{temp}^2 + u_{res}^2 + u_{rep}^2 + u_{patrón}^2$$



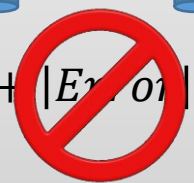
Hay que pasar todos al 68,3%



$$u_{cal} = \sqrt{\left(\frac{e_{cables}}{\sqrt{3}}\right)^2 + \left(\frac{e_{impedancia}}{\sqrt{3}}\right)^2 + \left(\frac{e_{Temp}}{\sqrt{3}}\right)^2 + \left(\frac{e_{res}}{2\sqrt{3}}\right)^2 + (e_{rep})^2 + \left(\frac{e_{patrón}}{2}\right)^2}$$

En eléctrico

$$u_{cal} = \sqrt{\left(\frac{e_{cables}}{\sqrt{3}}\right)^2 + \left(\frac{e_{impedancia}}{\sqrt{3}}\right)^2 + \left(\frac{e_{Temp}}{\sqrt{3}}\right)^2 + \left(\frac{e_{res}}{2\sqrt{3}}\right)^2 + (e_{rep})^2 + \left(\frac{e_{patrón}}{2}\right)^2 + |Error|}$$



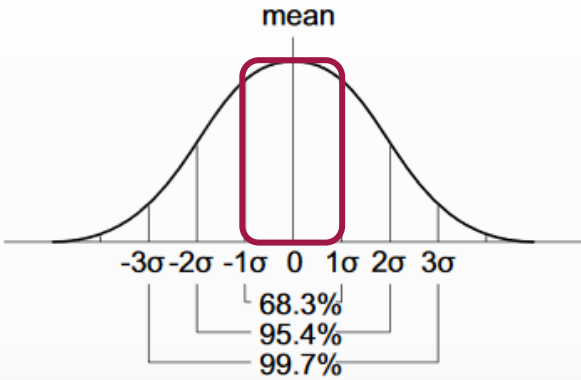
## FUENTES DE ERROR CALIBRACIÓN MULTÍMETRO

- 1
- 2
- 3
- 4
- Conocer el proceso a verificar ( $T$ )
  - Calibración instrumento ( $U$ )
  - Verificación del instrumento ( $U_{uso}$ )
  - Verificación del producto o proceso ( $T_v$ )



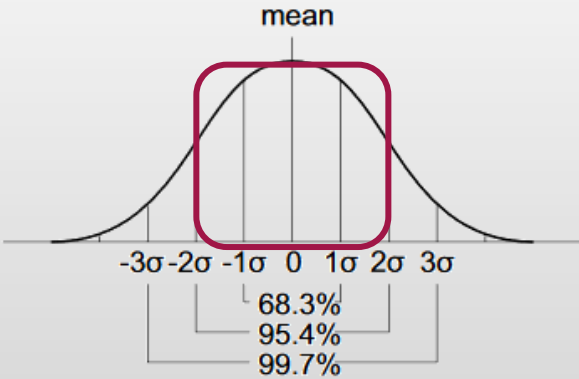
Error	DESCRIPCION	CÁLCULO
Los cables de conexión	La impedancia de los cables puede que añada resistencia a la medida	Se valora con la impedancia por metro
Impedancia del instrumento bajo calibración	Las impedancias del patrón e instrumento tienen que estar adaptadas, si no este puede cargar al patrón	Cálculo usando la ley de Ohm
Condiciones ambientales	A diferentes temperaturas el instrumento tiene un comportamiento diferente.	Especificaciones del fabricante
Calibración del patrón	Calibración del patrón usado.	<b>Incertidumbre de uso del patrón</b>
Resolución del instrumento	En los digitales, el valor más pequeño que puede variar.	Especificaciones del fabricante
Repetibilidad del instrumento	Se repite el mismo valor y se observa si mide siempre los mismo.	Desviación estándar

$$u_{cal} = \sqrt{\left(\frac{e_{cables}}{\sqrt{3}}\right)^2 + \left(\frac{e_{impedancia}}{\sqrt{3}}\right)^2 + \left(\frac{e_{Temp}}{\sqrt{3}}\right)^2 + \left(\frac{e_{res}}{2\sqrt{3}}\right)^2 + (e_{rep})^2 + \left(\frac{e_{patrón}}{2}\right)^2}$$



Incertidumbre expandida

$$U = 2 \cdot u_{cal}$$



## DONDE ESTÁ LA INCERTIDUMBRE EXPANDIDA

$$U = 2 \cdot u_{cal}$$

- 1 • Conocer el proceso a verificar ( $T$ )
- 2 • Calibración instrumento ( $U$ )
- 3 • Verificación del instrumento ( $U_{uso}$ )
- 4 • Verificación del producto o proceso ( $T_v$ )



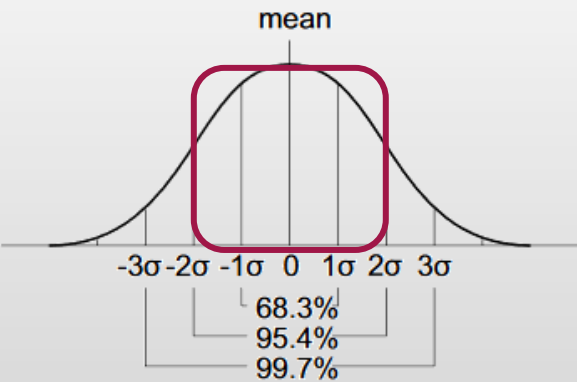
**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
Certificate of Calibration

Número  
Page 1 de 5 páginas

**CALTEX SISTEMAS, S.L.**  
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN  
Av. Juan de La Cierva, nº 10 (Nº): 46988 Paterna (VALENCIA)  
Tel: 96 182 99 02 - Fax: 96 143 82 72  
Email: info@caltex.es

**OBJETO**  
Item PINZA AMPERIMETRICA  
MARCA  
Mark FLUKE  
MODELO  
Model 376  
IDENTIFICACION  
Identification CÓDIGO : FLUKE-376 + 40430027WS  
Nº SERIE :  
SOLICITANTE  
Applicant  
FECHA/S DE CALIBRACIÓN  
Date/s of calibration 08/03/2022 a 09/03/2022  
Signatario/s autorizado/s  
Authorized signatory/ies Rafael Juan Jiménez  
2022-03-09 12:15+02:00  
miércoles, 9 de marzo de 2022  
Fecha de emisión  
Date of issue  
Responsable del centro  
Este certificado se expide de acuerdo con las condiciones de la acreditación concedida por ENAC que ha comprobado las capacidades de medida y su trazabilidad a patrones nacionales o internacionales.  
ENAC es el firmante del Acuerdo de Reconocimiento Mútuo (MRA) de calibración de European Cooperation for Accreditation (EA) y de International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC).  
Este certificado no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio de calibración CALTEX SISTEMAS.  
This certificate is issued in accordance with the conditions of accreditation granted by ENAC which has assessed the measurement capability of the laboratory and its traceability to national standards.  
ENAC is one of the signatories of the Multilateral Agreement of the European Cooperation for Accreditation (EA) and the International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC).  
This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing laboratory CALTEX SISTEMAS.  
CALTEX calibra con el medio ambiente. IMPRESIÓN A DOBLE CARA LE-FPC-00-02 Ver. 37

RANGO	VALOR APLICADO PATRÓN	UNIDAD	LECTURA UBT (Unidad)	ERROR (Unidad)	U (95%) (Unidad)	Factor de cobertura (k)
500	50,0	mV	50,0	0,000	0,058	2,0
	- 50,0	mV	- 50,0	0,000	0,058	2,0
	250,0	mV	250,0	0,000	0,063	2,0
	450,0	mV	450,0	0,000	0,070	2,0
	- 450,0	mV	- 450,1	- 0,100	0,070	2,0
600	60,0	V	60,0	0,000	0,058	2,0
	- 60,0	V	- 60,0	0,000	0,058	2,0
	300,0	V	299,8	- 0,200	0,063	2,0
	540,0	V	539,9	- 0,100	0,073	2,0
	- 540,0	V	- 540,0	0,000	0,073	2,0



1 • Conocer el proceso a verificar ( $T$ )

2 • Calibración instrumento ( $U$ )

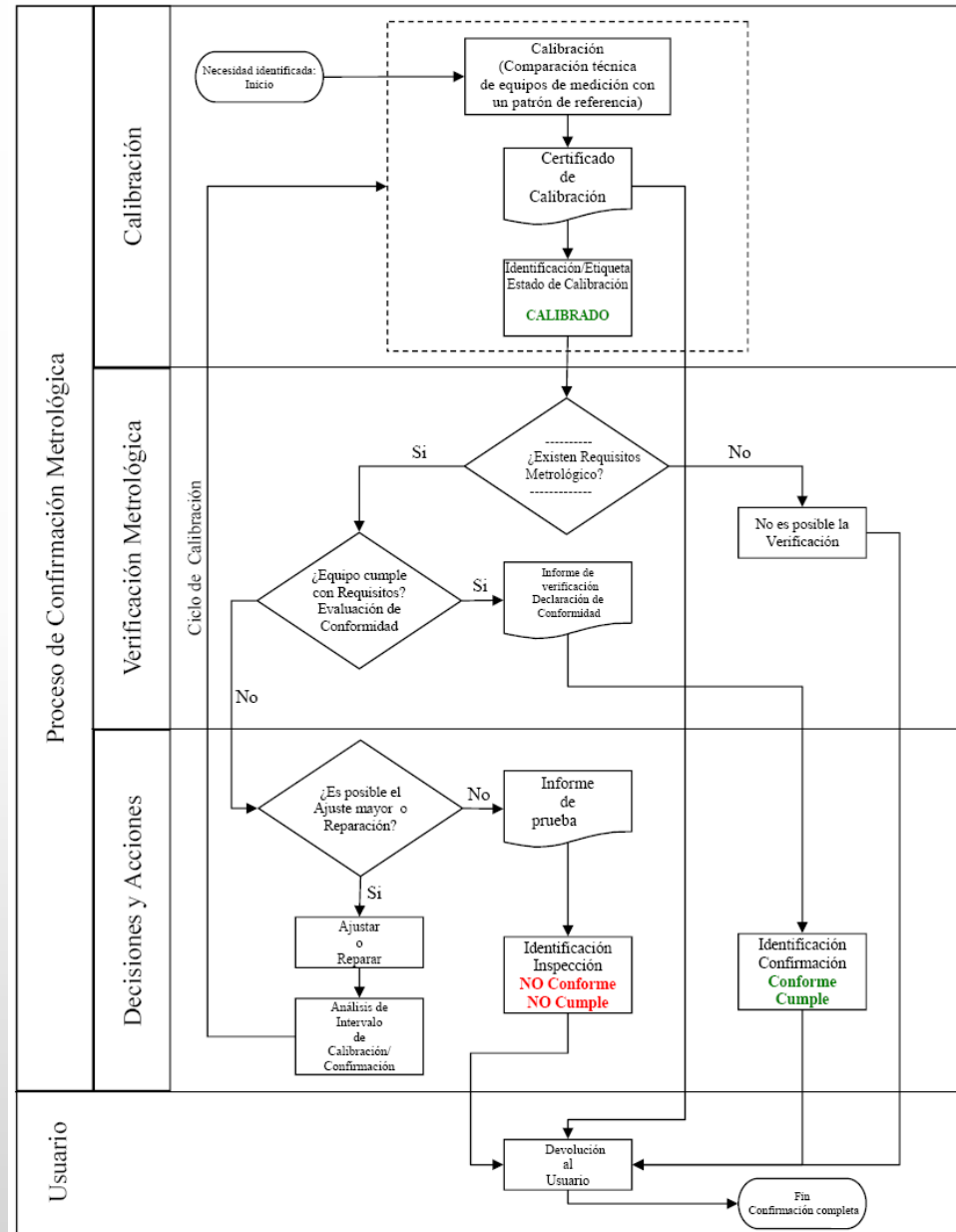
3 • Verificación del instrumento ( $U_{uso}$ )

4 • Verificación del producto o proceso ( $T_v$ )

YA TENGO EL CERTIFICADO  
¿QUÉ HAGO AHORA?



## CONFIRMACIÓN METROLÓGICA

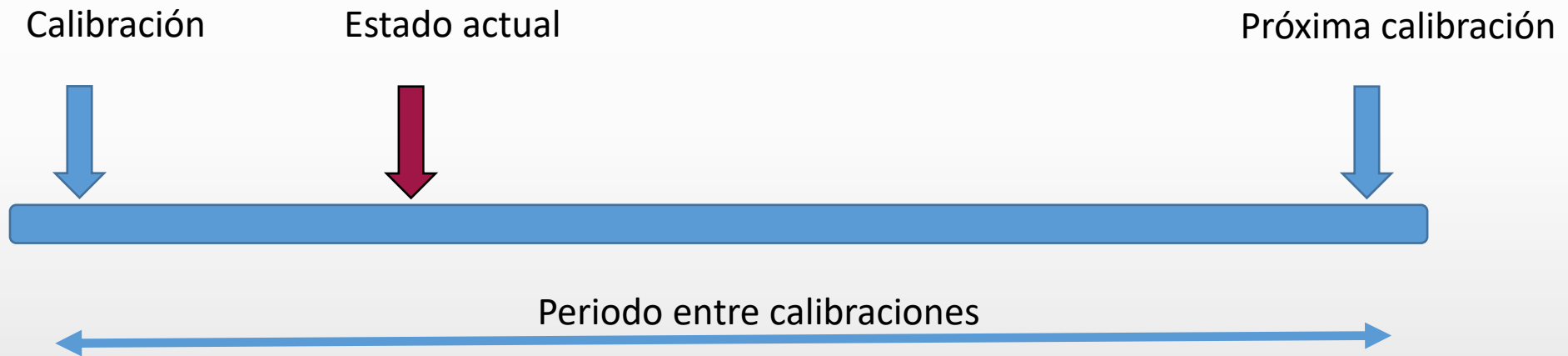


Fuente: ISO 10012:2003

- 1 • Conocer el proceso a verificar ( $T$ )
- 2 • Calibración instrumento ( $U$ )
- 3 • Verificación del instrumento ( $U_{uso}$ )
- 4 • Verificación del producto o proceso ( $T_v$ )

## CÁLCULO DE LA INCERTIDUMBRE DE USO

$$U_{uso} = U_{cal} + U_1 + U_2 + ....$$

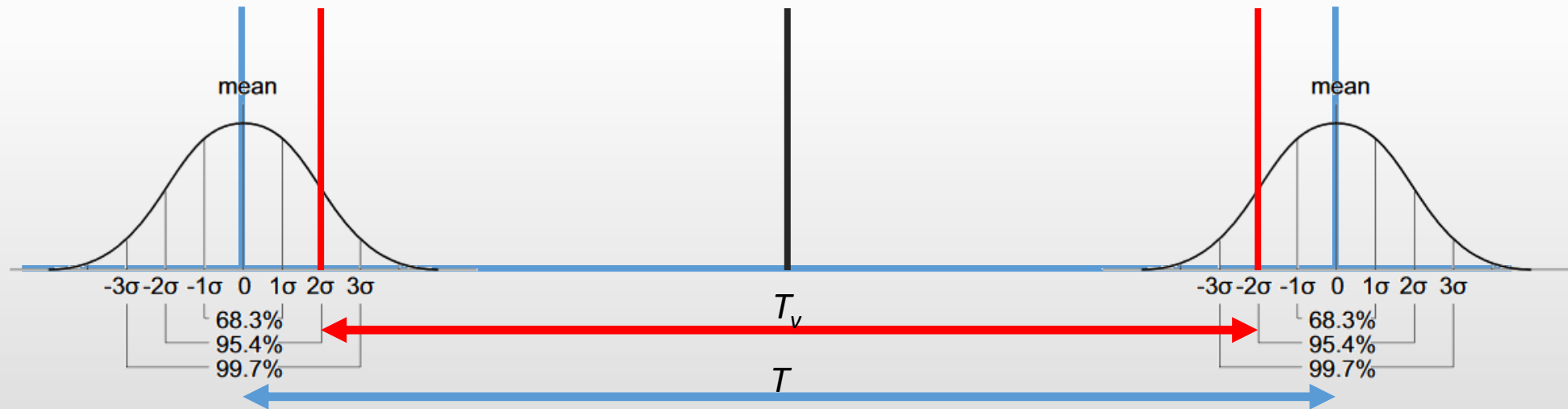


- 1 • Conocer el proceso a verificar ( $T$ )
- 2 • Calibración instrumento ( $U$ )
- 3 • Verificación del instrumento ( $U_{uso}$ )
- 4 • Verificación del producto o proceso ( $T_v$ )

## TOLERANCIA DE VERIFICACIÓN

Fuente: UNE-EN ISO 14253-1:2015

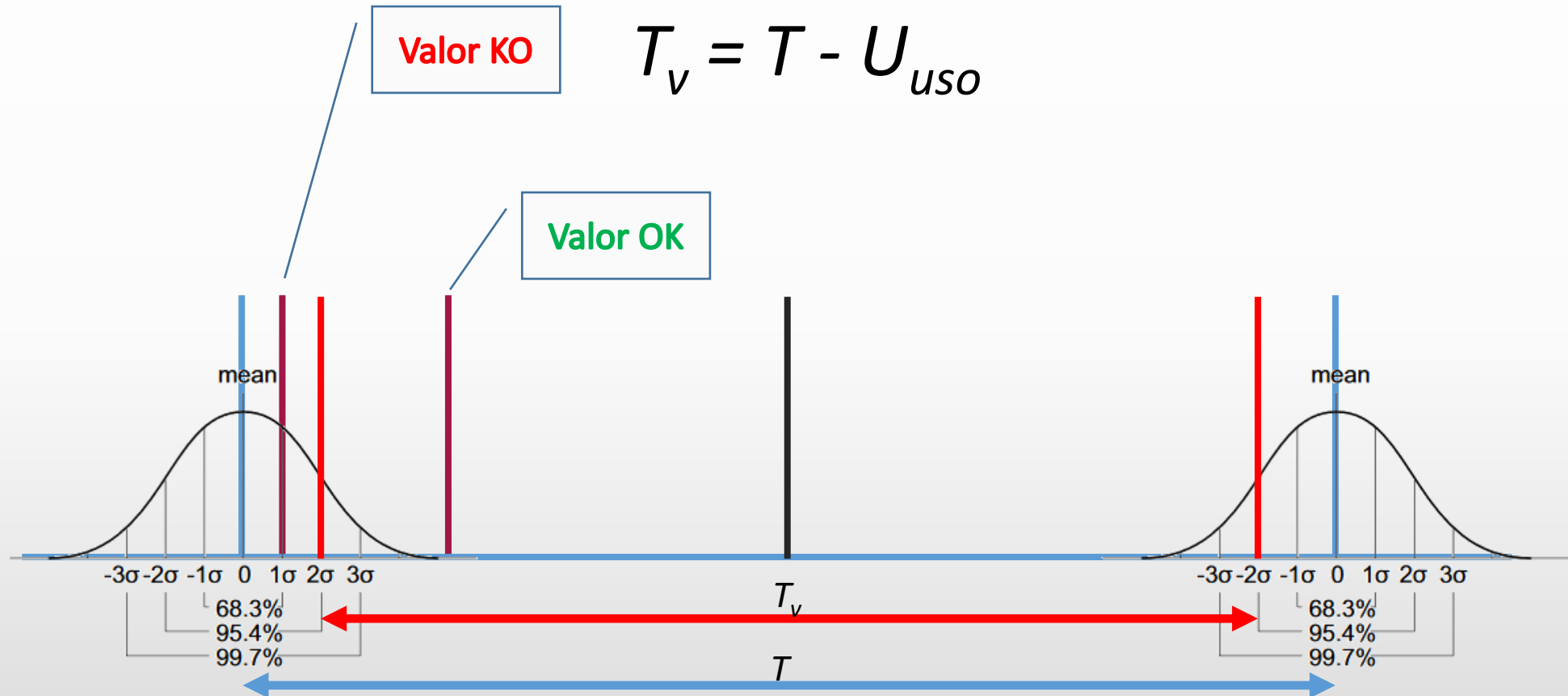
$$T_v = T - U_{uso}$$



- 1 • Conocer el proceso a verificar ( $T$ )
- 2 • Calibración instrumento ( $U$ )
- 3 • Verificación del instrumento ( $U_{uso}$ )
- 4 • Verificación del producto o proceso ( $T_v$ )

## TOLERANCIA DE VERIFICACIÓN

Fuente: UNE-EN ISO 14253-1:2015





  
**Femto**  
C A L I B R A C I Ó N



## EL PROCESO DE CALIBRACIÓN

- Qué es y cómo se realiza una calibración
- Qué NO es una calibración
- Cómo elegir el patrón, capacidad de medida
- Interpretación del Certificado

## VERIFICACIÓN DE ESPECIFICACIONES

- Fabricante, Norma o Proceso
- Errores y Cálculos
- Intervalos de control y verificación

- COFFE-BREACK

- Métodos de medida
- Bucles de corriente. Ejemplo bucle 4...20 mA (2, 3 y 4 hilos)
- Calibración y Verificación de transmisores de medida.

# PRÁCTICA

**PROCESO:** Ejemplo Pasteurizar Leche,  
entre 72 °C y 78 °C [ $T= 6\text{ °C}$ ] durante 15 segundos

CALIBRAMOS A 75 °C



## INSTRUMENTO

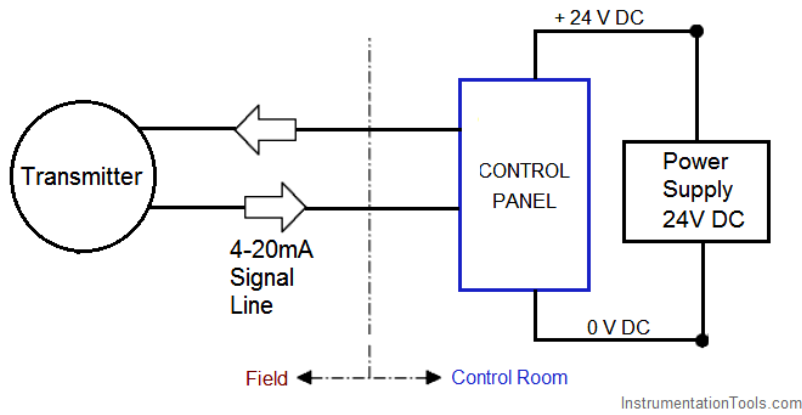


Wika T32.15.000

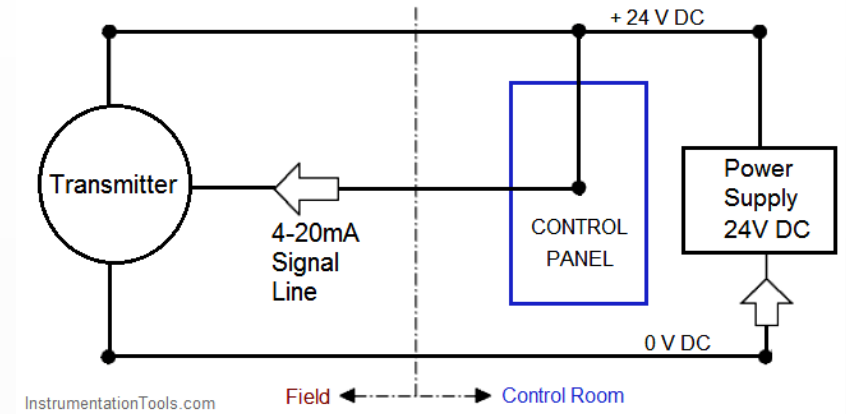
Pt100 / 4 hilos / Rango de medición 0 ... 150 °C /  
Temperatura ambiente 33 °C

Entrada Pt100, VM < 200 °C	±0,100 K
Salida ±(0,03 % de 150 K)	±0,045 K
TK <sub>entrada</sub> ±(0,06 K + 0,015 % de 150 K)	±0,083 K
TK <sub>salida</sub> ±(0,03 % de 150 K)	±0,045 K
Error de medición (típico) $\sqrt{\text{entrada}^2 + \text{salida}^2 + \text{TK}_{\text{entrada}}^2 + \text{TK}_{\text{salida}}^2}$	±0,145 K
Error de medición (máximo) (entrada + salida + TK <sub>entrada</sub> + TK <sub>salida</sub> )	±0,273 K

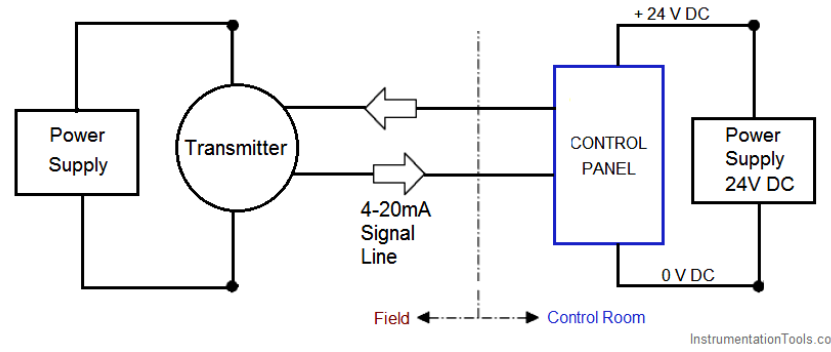
Two wire Loop Powered Transmitters



Current Sink Transmitter, Non Isolated (3 wire)



Fully isolated (4 wire)



LEE LA TEMPERATURA PATRÓN



GENERA UNA TEMPERATURA

INSTRUMENTO A CALIBRAR  
LEE TEMPERATURA Y TRASMITE 4...20 mA



PATRÓN LECTURA BUCLE 4...20 mA

4 mA  $\rightarrow$  -40 °C

20 mA  $\rightarrow$  85 °C

## REGISTROS EXPERIMENTALES

Lectura Patrón Temp (°C) [T <sub>p</sub> ]	Lectura Calibrador (mA) [L]	Transformación mA → °C [T <sub>i</sub> ]	Cálculo Error (°C) [T <sub>i</sub> -T <sub>p</sub> ]	U(k=2) (°C)
75,00	18,720	75	0,0	0,75



# PRÁCTICA

## POST - CALIBRACIÓN

Lectura Patrón Temp (°C) [T <sub>p</sub> ]	Lectura Calibrador (mA) [L]	Transformación mA → °C [T <sub>i</sub> ]	Cálculo Error (°C) [T <sub>i</sub> -T <sub>p</sub> ]	U(k=2) (°C)
75,00	18,720	75	0,0	0,75

UNA VEZ CALIBRADO CALCULAMOS LA INCERTIDUMBRE DE USO

INCERTIDUMBRE DE USO (U<sub>uso</sub>)

$$U_{uso} = U_{cal} + U_{deriva} + U_{temp}$$

Datos de exactitud				
Entrada + salida según DIN EN 60770				
Tipo de sensor de entrada	Coefficiente de temperatura promedio (CT) por cada 10 K de cambio de temperatura ambiente en el rango de -40 ... +85 °C <sup>1)</sup>	Desviación de medición en condiciones de referencia según DIN EN 60770, NE 145, válida con 23 °C ±3 K	Influencia de las resistencias del conductor	Estabilidad a largo plazo al cabo de 1 año
Pt100 <sup>2)</sup> / JPt100 / Ni100	±(0,06 K + 0,015 % VM)	-200 °C ≤ VM ≤ 200 °C: ±0,10 K VM > 200 °C: ±(0,1 K + 0,01 % IVM-200 KI) <sup>3)</sup>	4 hilos: sin efecto (0 ... 50 Ω por hilo)	±60 mΩ o 0,05 % del VM, se aplica el valor mayor



---

# GRACIAS

---

**Caltex Sistemas S.L. | Tu proveedor único en calibración**

---

Av. Juan de la Cierva y Codorníu 10, Parque tecnológico de Paterna (Valencia) CP: 46980 - Spain  
TLF: +34 961 82 99 02

