

# Transformadores de medida y protección

## Normas IEC

Daniel Slomovitz

Instituto de Ingeniería Eléctrica

Facultad de Ingeniería

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA

2021

# Normas principales IEC

- IEC 61869-1 Generalidades
- IEC 61869-2 Transformadores de corriente
- IEC 61869-3 Transformadores de voltaje inductivos
- IEC 61869-5 Transformadores de voltaje capacitivos



IEC 61869-1

Edition 1.0 2007-10

# INTERNATIONAL STANDARD

# NORME INTERNATIONALE

**Instrument transformers –  
Part 1: General requirements**

**Transformateurs de mesure –  
Partie 1: Exigences générales**

*Si este documento no tiene el membrete y logo de UNIT en color rojo, es una copia no autorizada*



**Table 2 – Rated primary terminal insulation levels for instrument transformers**

Highest voltage for equipment $U_m$ (r.m.s.) kV	Rated power-frequency withstand voltage (r.m.s.) kV	Rated lightning impulse withstand voltage (peak) kV	Rated switching withstand voltage (peak) kV
0,72	3	---	
1,2	6	---	
3,6	10	20 40	
7,2	20	40 60	
12	28	60 75	
17,5	38	75 95	
24	50	95 125	
36	70	145 170	
52	95	250	
72,5	140	325	
100	185	450	
123	185	450	

72,5	140	325	
100	185	450	
123	185	450	
	230	550	
145	230	550	
	275	650	
170	275	650	
	325	750	
245	395	950	
	460	1 050	
300	395	950	750
	460	1 050	850
362	460	1 050	850
	510	1 175	950
420	570	1 300	950
	630	1 425	1 050
550	630	1 425	1 050
	680	1 550	1 175
800	880	1 950	1 425
	975	2 100	1 550

NOTE 1 For exposed installations it is recommended to choose the highest insulation level.

NOTE 2 In the case of instrument transformers intended to be installed in GIS, the rated power frequency withstand voltage levels according to IEC 62271-203 may be different.

NOTE 3 For alternative levels, see IEC 60071-1.

## 7.1 General

### 7.1.1 Classification of tests

The tests specified in this standard are classified as follows:

- **Type test:** a test made on equipment to demonstrate that all equipment made to the same specification complies with the requirements not covered by routine tests.
- **Routine test:** a test to which each individual piece of equipment is subjected. Routine tests are for the purpose of revealing manufacturing defects. They do not impair the properties and reliability of the test object.
- **Special test:** a test other than a type test or a routine test, agreed on by manufacturer and purchaser.

---

PZA. INDEPENDENCIA 812-P2-MONTEVIDEO-URUGUAY-TP: 2901 2048\*-TF:2902 1681  
E-mail:unit-iso@unit.org.uy - www.unit.org.uy

---

---

INSTITUTO URUGUAYO DE NORMAS TECNICAS

---

– 34 –

61869-1 © IEC:2007

- **Sample test:** A selected type or special test performed on one or more complete instrument transformers out of a specified production batch.

### 7.1.2 List of tests

The list of tests is given in Table 10.

**Table 10 – List of tests**

T e s t s	Subclause
Type tests	7.2
Temperature-rise test	7.2.2
Impulse voltage test on primary terminals	7.2.3
Wet test for outdoor type transformers	7.2.4
Electromagnetic Compatibility tests	7.2.5
Test for accuracy	See specific requirements standard
Verification of the degree of protection by enclosures	7.2.7
Enclosure tightness test at ambient temperature	7.2.8
Pressure test for the enclosure	7.2.9

<b>Routine tests</b>	<b>7.3</b>
Power-frequency voltage withstand tests on primary terminals	7.3.1
Partial discharge measurement	7.3.2
Power-frequency voltage withstand tests between sections	7.3.3
Power-frequency voltage withstand tests on secondary terminals	7.3.4
Test for accuracy	7.3.5
Verification of markings	7.3.6
Enclosure tightness test at ambient temperature	7.3.7
Pressure test for the enclosure	7.3.8
<b>Special tests</b>	<b>7.4</b>
Chopped impulse voltage withstand test on primary terminals	7.4.1
Multiple chopped impulse test on primary terminals	7.4.2
Measurement of capacitance and dielectric dissipation factor	7.4.3
Transmitted overvoltage test	7.4.4
Mechanical tests	7.4.5
Internal arc fault test	7.4.6
Enclosure tightness test at low and high temperatures	7.4.7
Gas dew point test	7.4.8
Corrosion test	7.4.9
Fire hazard test	7.4.10



# IEC 61869-1

## 3.4.6

### **burden**

admittance (or impedance) of the secondary circuit expressed in siemens (or ohms) and power factor

**NOTE** The burden is usually expressed as the apparent power in volt-amperes absorbed at a specified power-factor and at the rated secondary voltage or current.

# INTERNATIONAL STANDARD

# NORME INTERNATIONALE

Instrument transformers –  
Part 2: Additional requirements for current transformers

Transformateurs de mesure –  
Partie 2: Exigences supplémentaires concernant les transformateurs de courant

INTERNATIONAL  
ELECTROTECHNICAL  
COMMISSION

COMMISSION  
ELECTROTECHNIQUE  
INTERNATIONALE

PRICE CODE  
CODE PRIX **XB**

ICS 17.220.20

ISBN 978-2-83220-293-7

Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.  
Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.

# Definición del error

## 3.4 Definitions related to accuracy

### 3.4.3 ratio error

$\varepsilon$

Definition 3.4.3 of IEC 61869-1:2007 is applicable with the addition of the following note:

Note 201 to entry: The current ratio error, expressed in per cent, is given by the formula:

$$\varepsilon = \frac{k_r I_s - I_p}{I_p} \times 100 \%$$

where

$k_r$  is the rated transformation ratio;

$I_p$  is the actual primary current;

$I_s$  is the actual secondary current when  $I_p$  is flowing, under the conditions of measurement.

An explicative vector diagram is given in 2A.1.

---

PZA. INDEPENDENCIA 812-P2-MONTEVIDEO-URUGUAY-TP: 2901 2048\*-TF:2902 1681

# Clases de precisión (medida)

## 5.6 Rated accuracy class

### 5.6.201 Measuring current transformers

#### 5.6.201.1 Accuracy class designation for measuring current transformers

For measuring current transformers, the accuracy class is designated by the highest permissible percentage of the ratio error ( $\epsilon$ ) at rated primary current and rated output.

#### 5.6.201.2 Standard accuracy classes

The standard accuracy classes for measuring current transformers are:

0,1 – 0,2 – 0,2S – 0,5 – 0,5S – 1 – 3 – 5

# Cargas de ensayo

## 5.6.201.3 Limits of ratio error ( $\epsilon$ ) and phase displacement for measuring current transformers

For classes 0,1 – 0,2 – 0,5 and 1, the ratio error and phase displacement at rated frequency shall not exceed the values given in Table 201 where the burden can assume any value from 25 % to 100 % of the rated output.

For classes 0,2S and 0,5S the ratio error and phase displacement at the rated frequency shall not exceed the values given in Table 202 where the burden can assume any value from 25 % and 100 % of the rated output.

For class 3 and class 5, the ratio error at rated frequency shall not exceed the values given in Table 203 where the burden can assume any value from 50 % to 100 % of the rated output. There are no specified limits of phase displacement for class 3 and class 5.

For all classes, the burden shall have a power-factor of 0,8 lagging except that, when the burden is less than 5 VA, a power-factor of 1,0 shall be used, with a minimum value of 1 VA.

NOTE In general the prescribed limits of ratio error and phase displacement are valid for any given position of an external conductor spaced at a distance in air not less than that required for insulation in air at the highest voltage for equipment ( $U_m$ ).

# Límites de error

**Table 201 – Limits of ratio error and phase displacement for measuring current transformers (classes 0,1 to 1)**

Accuracy class	Ratio error				Phase displacement							
	± %				± Minutes				± Centiradians			
	at current (% of rated)				at current (% of rated)				at current (% of rated)			
	5	20	100	120	5	20	100	120	5	20	100	120
0,1	0,4	0,2	0,1	0,1	15	8	5	5	0,45	0,24	0,15	0,15
0,2	0,75	0,35	0,2	0,2	30	15	10	10	0,9	0,45	0,3	0,3
0,5	1,5	0,75	0,5	0,5	90	45	30	30	2,7	1,35	0,9	0,9
1	3,0	1,5	1,0	1,0	180	90	60	60	5,4	2,7	1,8	1,8

# Límites de error

**Table 202 – Limits of ratio error and phase displacement for measuring current transformers (classes 0,2S and 0,5S)**

Accuracy class	Ratio error					Phase displacement									
	± %					± Minutes					± Centiradians				
	at current (% of rated)					at current (% of rated)					at current (% of rated)				
	1	5	20	100	120	1	5	20	100	120	1	5	20	100	120
0,2 S	0,75	0,35	0,2	0,2	0,2	30	15	10	10	10	0,9	0,45	0,3	0,3	0,3
0,5 S	1,5	0,75	0,5	0,5	0,5	90	45	30	30	30	2,7	1,35	0,9	0,9	0,9

**Table 203 – Limits of ratio error for measuring current transformers (classes 3 and 5)**

Class	Ratio error	
	± %	
	at current (% of rated)	
	50	120
3	3	3
5	5	5

# norma española

UNE-EN 61869-3

Septiembre 2012

<b>TÍTULO</b>	<p><b>Transformadores de medida</b></p> <p><b>Parte 3: Requisitos adicionales para los transformadores de tensión inductivos</b></p> <p><i>Instrument transformers. Part 3: Additional requirements for inductive voltage transformers.</i></p> <p><i>Transformateurs de mesure. Partie 3: Exigences supplémentaires concernant les transformateurs inductifs de tension.</i></p>
<b>CORRESPONDENCIA</b>	<p>Esta norma es la versión oficial, en español, de la Norma Europea EN 61869-3:2011, que a su vez adopta la Norma Internacional IEC 61869-3:2011.</p>
<b>OBSERVACIONES</b>	<p>Esta norma anulará y sustituirá a las Normas UNE-EN 60044-2:1999, UNE-EN 60044-2/A1:2001 y UNE-EN 60044-2/A2:2004 antes de 2014-08-17.</p>



# Definición de error

## 3.4 Definiciones relativas a la precisión

### 3.4.3 error de relación, $\varepsilon$ :

Se aplica la definición 3.4.3 de la Norma IEC 61869-1:2007 con el texto complementario siguiente:

El error de relación (error de tensión), expresado en porcentaje, viene dado por la fórmula:

$$\varepsilon = \frac{k_r \times U_S - U_P}{U_P} \times 100 [\%]$$

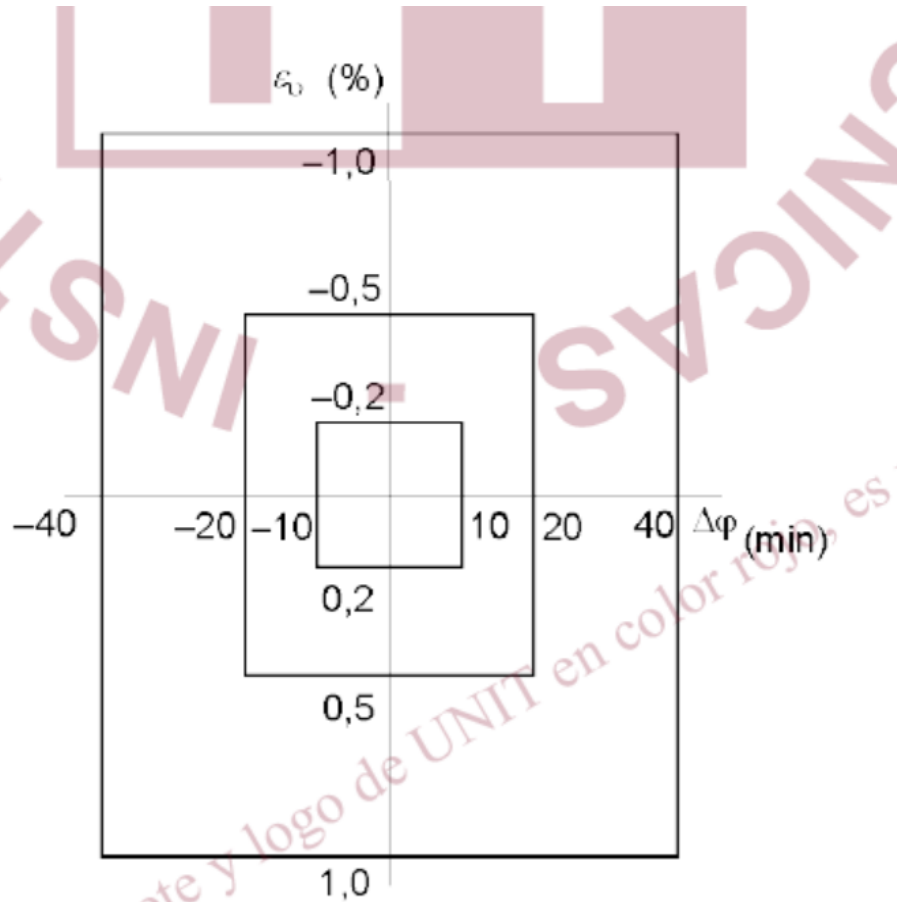
donde

$k_r$  es la relación de transformación asignada;

$U_P$  es la tensión primaria real;

$U_S$  es la tensión secundaria real cuando se aplica  $U_P$  en las condiciones de medida.

# Límites de error



# Potencia de precisión

## 5.5 Potencia de de precisión

### 5.5.301 Valores de potencia de precisión

Los valores normalizados de la potencia de precisión para un factor de potencia 1, expresados en voltamperios, son

1,0 – 2,5 – 5,0 – 10 VA (rango de carga I)

Los valores normalizados de la potencia de precisión para un factor de potencia 0,8 inductivo, expresados en voltamperios, son

10 – 25 – 50 – 100 VA (rango de carga II)

La potencia de precisión de un transformador trifásico debe ser la potencia de precisión por fase.

NOTA 301 Para un transformador dado, siempre que uno de los valores de potencia de precisión sea normalizado y esté asociado con una clase de precisión normalizada, pueden declararse otras potencias de precisión, que podrán no ser normalizadas pero que estarán asociadas con otras clases de precisión normalizadas.

### 5.5.302 Potencia térmica límite asignada

La potencia térmica límite asignada debe especificarse en voltamperios, siendo los valores asignados:

25 – 50 – 100 VA y sus múltiplos de diez,

referidos a la tensión secundaria asignada y con un factor de potencia 1.

# Clases de precisión

## 5.6.301.2 Clases de precisión normalizadas de los transformadores de tensión para medida

Las clases de precisión normalizadas para los transformadores de tensión inductivos monofásicos para medida son

0,1 – 0,2 – 0,5 – 1,0 – 3,0

NOTA 301 Una guía sobre las clases de precisión apropiadas se incluirá en un futuro anexo.

## 5.6.301.3 Límites de los errores de tensión y de desfase de los transformadores de tensión para medida

El error de tensión y el desfase a la frecuencia asignada no deben superar los valores dados en la tabla 301 para todas las tensiones comprendidas entre el 80% y el 120% de la tensión asignada y para todas las cargas comprendidas entre

- 0 VA y 100% de la carga de precisión con un factor de potencia 1, para el rango de carga I;
- 25% y 100% de la carga de precisión con un factor de potencia 0,8 inductivo, para el rango de carga II.

Los errores deben determinarse en los bornes del transformador y deben incluir los efectos de cualquier fusible o resistencia que sean partes integrantes del transformador.

Para los transformadores con tomas en el arrollamiento secundario, los requisitos de precisión se refieren a la mayor relación de transformación, salvo especificación en contra.

# Límite de errores (medida)

Tabla 301 – Límites de los errores de tensión y de desfase de los transformadores de tensión para medida

Clase	Error de tensión (relación) $\epsilon_u$ ± %	Desfase $\Delta\phi$	
		± Minutos	± Centirradiares
0,1	0,1	5	0,15
0,2	0,2	10	0,3
0,5	0,5	20	0,6
1,0	1,0	40	1,2
3,0	3,0	No especificado	No especificado

NOTA Cuando los transformadores tengan dos arrollamientos secundarios separados, debe admitirse la interdependencia mutua. Es necesario especificar un rango de potencia de salida para cada arrollamiento en ensayo y cada uno de ellos debería satisfacer los requisitos de precisión dentro de este rango con los arrollamientos no ensayados cargados con cualquier carga entre cero y el valor asignado.

Si no se proporciona especificación de los rangos de potencia de salida, estos rangos deben ser del 25% al 100% de la potencia de precisión para cada arrollamiento.

Si uno de los arrollamientos está cargado sólo ocasionalmente durante períodos cortos de tiempo, o si se utiliza solamente como un arrollamiento de tensión residual, su efecto sobre los otros arrollamientos puede despreciarse.

# Carga de ensayo

## 7.2.6 Ensayo de precisión

### 7.2.6.301 Ensayos de tipo de precisión de los transformadores de tensión para medida

Para verificar la conformidad con el apartado 5.6.301.3, deben efectuarse ensayos de tipo al 80%, 100% y 120% de la tensión asignada, a la frecuencia asignada y con valores de potencia de salida según la tabla 305 a un factor de potencia 1 (rango I) o a un factor de potencia 0,8 inductivo (rango II).

Tabla 305 – Rangos de carga para los ensayos de precisión

Rango de carga	Valores preferentes de la potencia de precisión VA	Valores de potencia de ensayo % (de la precisión)
I	1,0 – 2,5 – 5 – 10	0 y 100
II	10 – 25 – 50 – 100	25 y 100

# norma española

UNE-EN 61869-5

Septiembre 2012

## TÍTULO

Transformadores de medida

**Parte 5: Requisitos adicionales para los transformadores de tensión capacitivos**

*Instrument transformers. Part 5: Additional requirements for capacitor voltage transformers.*

*Transformateurs de mesure. Partie 5: Exigences supplémentaires concernant les transformateurs condensateurs de tension.*

## CORRESPONDENCIA

Esta norma es la versión oficial, en español, de la Norma Europea EN 61869-5:2011, que a su vez adopta la Norma Internacional IEC 61869-5:2011.

# Potencias

## 5.5 Potencia de precisión

### 5.5.501 Valores de las potencias de precisión

Los valores preferentes de potencia de precisión con un factor de potencia 1, expresados en voltamperios, son

1,0 – 2,5 – 5,0 – 10 VA (rango de carga I)

donde la precisión está especificada desde el 0% hasta el 100% de la carga de precisión.

Los valores preferentes de potencia de precisión con un factor de potencia de 0,8 inductivo, expresados en voltamperios, son

10 – 25 – 50 – 100 VA (rango de carga II)

donde la precisión está especificada desde el 25% hasta el 100% de la carga de precisión.

NOTA 501 Para un transformador dado, siempre que uno de los valores de potencia de precisión sea normalizado y este asociado con una clase de precisión normalizada, pueden declararse otras potencias de precisión, que pueden ser valores no normalizados pero asociados con otras



# Clases de precisión

## 5.6 Clase de precisión asignada

### 5.6.501 Requisitos de precisión de los transformadores de tensión capacitivos para medida

#### 5.6.501.1 Designación de la clase de precisión

Para transformadores de tensión capacitivos de medida, la clase de precisión se designa mediante el porcentaje de error de tensión máximo admisible a la tensión asignada y con la carga de precisión, prescrito para la clase de precisión correspondiente.

#### 5.6.501.2 Clases de precisión normalizadas

Las clases de precisión normalizadas para transformadores de tensión capacitivos monofásicos de medida son

0,2 – 0,5 – 1,0 – 3,0

### 5.6.501.3 Límites del error de tensión y del desfase

El error de tensión y el desfase no deben superar los valores dados en la tabla 501 (véase también la figura 501) para la clase de precisión apropiada y a cualquier valor de temperatura y frecuencia dentro de los rangos de referencia y con cargas del 0% al 100% del valor asignado para el rango I de carga de precisión o con cargas del 25% al 100% del valor asignado para el rango II de carga de precisión. Los errores deben determinarse en los bornes del transformador de tensión capacitivo y deben incluir los efectos de cualquier fusible o resistencia, cuando se suministren como una parte integrante del TTC.

Para transformadores con tomas en el arrollamiento secundario, los requisitos de precisión se refieren a la relación de transformación más elevada, salvo especificación en contra.

Tabla 501 – Límites del error de tensión y del desfase para los transformadores de tensión capacitivos de medida

Clase de precisión	Error de tensión (de relación) $\epsilon_u$ $\pm$ %	Desfase $\Delta\phi$	
		$\pm$ Minutos	$\pm$ Centirradiares
0,2	0,2	10	0,3
0,5	0,5	20	0,6
1,0	1,0	40	1,2
3,0	3,0	No especificado	No especificado

NOTA 501 La carga de entrada de un puente compensado es muy baja ( $\rightarrow 0$ ) (es decir, la impedancia de entrada es muy alta).

NOTA 502 El factor de potencia de la carga de precisión está de acuerdo con el apartado 5.5.

NOTA 503 Para TTCs con dos o más arrollamientos secundarios, si uno de los arrollamientos está cargado solo ocasionalmente, durante periodos cortos de tiempo, o si se utiliza solamente como un arrollamiento de tensión residual, su efecto sobre los otros arrollamientos puede despreciarse.

Tabla 511 – Puntos de control de la precisión (ejemplo)

Arrollamiento(s) secundario(s)	Tensión de control	Rangos de ensayo de la potencia de precisión			
		%			
		Rango I Factor de potencia 1 Valores normalizados de potencia de precisión		Rango II Factor de potencia 0,8 (inductivo) Valores normalizados de potencia de precisión	
		1 a 10 VA		10 a 100 VA	
		Medida	Protección	Medida	Protección
Un arrollamiento de medida	$1 \times U_{Pr}$	0	–	25	–
		100	–	100	–
Un arrollamiento de protección	$0,05 \times U_{Pr}$	–	0	–	25
		–	100	–	100
	$F_V \times U_{Pr}$	–	0	–	25
		–	100	–	100
Un arrollamiento de medida y un arrollamiento de protección	Medida $1 \times U_{Pr}$	0	0	25	0
		100	100	100	100
	Protección $0,05 \times U_{Pr}$	0	0	0	25
		100	100	100	100
	Protección $F_V \times U_{Pr}$	0	0	0	25
		100	100	100	100

NOTA 501 Notas para el circuito equivalente:

- El circuito equivalente puede utilizarse si en los ensayos de tipo, se ha demostrado que la diferencia entre los resultados del ensayo de precisión efectuado sobre un transformador completo y el ensayo efectuado sobre el circuito equivalente es inferior al 20% de los límites de la clase de precisión.
- Para formar el circuito equivalente puede utilizarse el condensador real o condensadores diferentes. Si se utilizan condensadores diferentes pueden ajustarse a los valores reales medidos.

**FIN**