

# Ensayos dieléctricos de Transformadores

Andrés Granero



Los presentes ensayos dieléctricos para Transformadores están basados en la norma IEC 60076 – 3 e IEC 60076 – 11 y forman parte de los ensayos denominados “individuales”.

## 1.- Ensayo dieléctrico por tensión aplicada

### 1.1.- Definición

Tensión aplicada: se trata de la tensión monofásica que se aplica a uno de los devanados del transformador, estando los demás conectados a masa.

### 1.2.- Descripción del ensayo

El ensayo por tensión aplicada debe llevarse a cabo con una tensión alterna monofásica de forma sinusoidal y que tenga la frecuencia adecuada, es decir, por lo menos igual al 80% de la frecuencia nominal.

La tensión de ensayo debe ajustarse al siguiente cuadro, teniendo en cuenta la clase de aislamiento especificada del transformador, siempre que el fabricante y el comprador no hayan acordado ningún valor en concreto.

La plena tensión de ensayo debe aplicarse durante 60 segundos entre el devanado sometido a prueba, y todas las bornas de los demás devanados, el circuito magnético, el chasis o la envolvente del transformador, conectados juntos a tierra.

El ensayo será satisfactorio si no se produce ninguna caída de la tensión durante el ensayo

Tensión más elevada para el material $U_m$	Tensión soportada asignada de impulso tipo rayo	Tensión soportada asignada inducida de corta duración o aplicada con CA
kV (valor eficaz)	kV (valor de cresta)	kV (valor eficaz)
3,6	20	10
7,2	40	20
12	60	28
17,5	75	38
24	95	50
	125	
36	145	70
	170	
52	250	95
60	280	115
72,5	325	140
100	380	150
123	450	185
145	550	230
170	650	275
	750	325

NOTA – Las líneas punteadas pueden requerir ensayos adicionales fase a fase para demostrar que se cumplen las tensiones soportadas fase a fase requeridas.

Tabla 1: Tensiones soportadas asignadas para arrollamientos de transformador con tensión más elevada para el material con  $U_m \leq 170$  kV. Serie I basada en la práctica europea (IEC 60076-3, Tabla 2)

Tensión más elevada para el material $U_m$	Tensión soportada asignada de impulso tipo rayo		Tensión soportada asignada inducida de corta duración o aplicada con CA	
	kV (valor de cresta)		kV (valor eficaz)	
	Transformadores de distribución (nota 1) y de clase I (nota 2)	Transformadores de clase II (nota 3)	Transformadores de distribución y de clase I	Transformadores de clase II
15	95	110	34	34
	125	—	40	—
26,4	150	150	50	50
36,5	200	200	70	70
48,3	250	250	95	95
72,5	350	350	140	140
121		350		140
		450		185
145		550		230
		650		275
169		750		325

NOTA 1 – Los transformadores de distribución transfieren energía eléctrica desde un circuito de distribución primario a otro de distribución secundario.

NOTA 2 – Los transformadores de potencia de clase I incluyen arrollamientos de alta tensión de  $U_m \leq 72,5$  kV.

NOTA 3 – Los transformadores de potencia de clase II incluyen arrollamientos de alta tensión de  $U_m \geq 121$  kV.

Tabla 2: Tensiones soportadas asignadas para arrollamientos de transformador con tensión más elevada para el material, con  $U_m \leq 169$  kV. Serie II basada en la práctica de Norteamérica (IEC 60076-3, Tabla 3)

### 1.3.- Función del ensayo

Comprobar la resistencia dieléctrica de todos los devanados del transformador, a frecuencia industrial (50 Hz), con respecto a la masa y a los demás devanados.

El esquema de principio del transformador queda modificado de la siguiente forma:

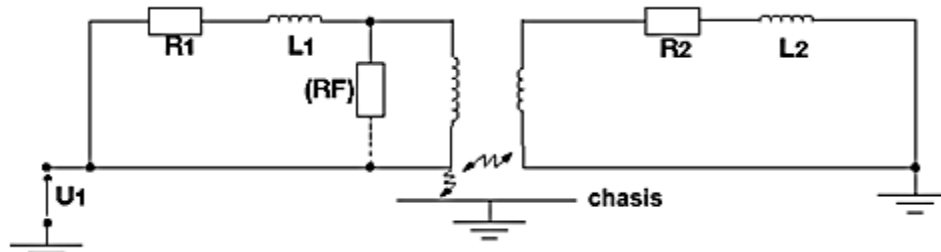


Figura 1: Esquema de principio del ensayo dieléctrico por tensión aplicada

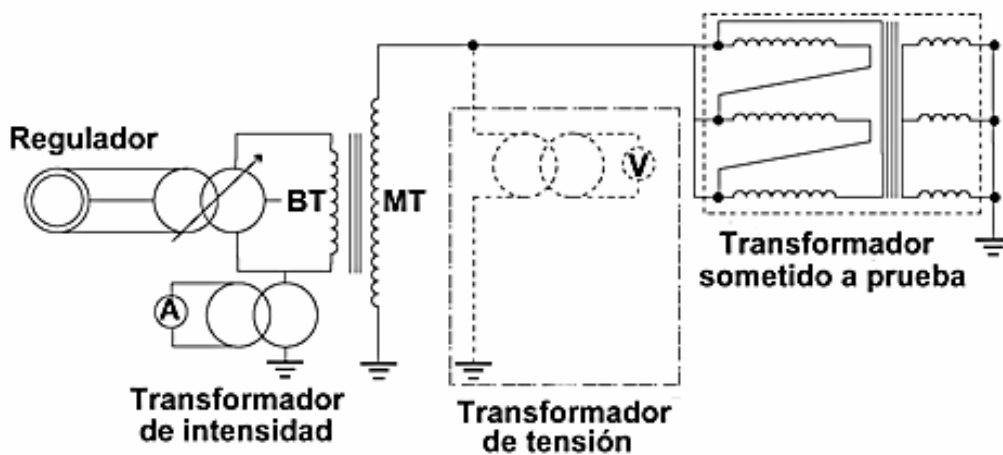
### 1.4.- Modalidades

El ensayo por tensión aplicada se realiza con una tensión monofásica de 50 Hz, cuya amplitud fija la norma en función de la clase de aislamiento del transformador.

La tensión se aplica sucesivamente a cada devanado durante 60 s., estando todas las bornas de los demás devanados y las partes metálicas conectadas a tierra.

La medida de la tensión se realiza directamente utilizando un puente divisor de tensión o un transformador de tensión.

### 1.5.- Esquema de montaje



Transformador de tensión: relación de transformación = 1.000.

Figura 2: esquema de montaje para el ensayo dieléctrico por tensión aplicada

## **2.- Ensayo dieléctrico por tensión inducida**

### **2.1.- Definiciones**

- Aislamiento uniforme de un devanado de transformador: es el aislamiento de un devanado en el que todas las extremidades conectadas a las bornas del transformador tienen la misma tensión a la frecuencia industrial.
- Tensión  $U_m$ : es la tensión más elevada de una red a la que puede conectarse el devanado, teniendo en cuenta su aislamiento. En la práctica, se refiere a la tensión de aislamiento del transformador.

### **2.2.- Descripción del ensayo**

El tipo de ensayo por tensión inducida depende básicamente del tipo de devanado del transformador.

El ensayo por tensión inducida que se describe en esta norma indica que debe aplicarse, a las bornas de un devanado del transformador, una tensión alterna próxima a la forma sinusoidal.

La tensión de ensayo debe ser igual al doble del valor de la tensión asignada, y no debe sobrepasar la tensión asignada de resistencia de corta duración a frecuencia industrial (ver tablas 1 y 2), entre bornas de línea de un devanado trifásico.

La frecuencia de ensayo debe ser superior a la frecuencia nominal para evitar saturaciones (corriente magnetizante excesiva).

A no ser que se especifique lo contrario, la duración del ensayo a plena tensión será de 60 segundos para cualquier frecuencia de ensayo que sea inferior o igual al doble de la frecuencia asignada.

Cuando la frecuencia de ensayo sea superior al doble de la frecuencia asignada, la duración del ensayo será de:

$$[120 \times (\text{frecuencia asignada} / \text{frecuencia de ensayo})] \text{ segundos, con un mínimo de 15 s.}$$

El ensayo de un devanado trifásico se efectúa preferentemente con tensiones trifásicas equilibradas inducidas en las 3 fases del devanado. Si el devanado tiene neutro accesible, éste puede conectarse a tierra durante el ensayo. El ensayo por tensión inducida será satisfactorio si no se produce ninguna caída de la tensión de ensayo.

### **2.3.- Función del ensayo**

Este ensayo permite detectar uno o varios fallos entre las espiras de los devanados (Por ejemplo: fallo entre ① y ②, ③ y ④, o un fallo entre fases).

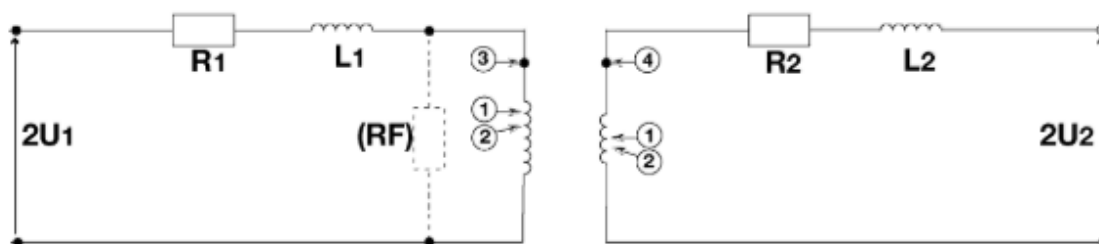


Figura 3: Esquema de principio del ensayo dieléctrico por tensión inducida

#### 2.4.- Modalidades

Estando abierto el devanado MT, el devanado BT se alimenta a  $2 \times U_{\text{nominal}}$ . Para evitar que se sature el circuito magnético del transformador, la frecuencia utilizada para el ensayo será de 200 Hz o 150 Hz, dependiendo de la plataforma que se utilice.

La duración máxima del ensayo es:

$$(120 \times 50) / 200 = 30 \text{ s. con una frecuencia de ensayo de 200 Hz.}$$

$$(120 \times 50) / 150 = 40 \text{ s. con una frecuencia de ensayo de 150 Hz.}$$

#### 2.5.- Esquema de montaje

Se considera que el transformador funciona correctamente cuando no se produce ninguna caída de tensión o desviación amperimétrica.

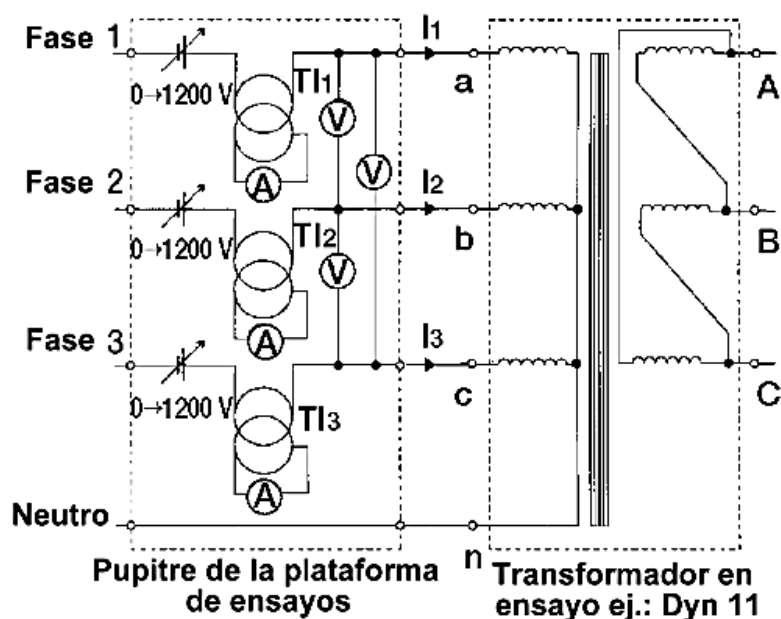


Figura 4: Esquema de montaje del ensayo dieléctrico por tensión inducida