



Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino.  
Dirección General del Agua

**Mancomunidad de los Canales del Taibilla.**

**MCT-ET-02.001**

Enero 2.009

Revisión 1.0.

# **ESPECIFICACIONES TECNICAS BÁSICAS PARA TRANSFORMADORES DE POTENCIA**

# ESPECIFICACIONES TECNICAS BÁSICAS PARA TRANSFORMADORES DE POTENCIA

## INDICE

1. Objeto.....	3
2. Generalidades sobre transformadores.....	3
3. Características.....	4
3.1. Tomas para regulación de la tensión.....	6
3.2. Impedancia de cortocircuito.....	6
3.3. Niveles de aislamiento .....	7
3.4. Pérdidas y corrientes de vacío .....	7
3.5. Aptitud para soportar cortocircuitos.....	8
3.6. Designación de los bornes .....	9
4. Maniobras.....	9
5. Ventilación.....	9
6. Compensación de energía reactiva.....	10
7. Accesorios .....	10
8. Ensayos.....	11
8.1. Comprobación de la placa de características.....	12
8.2. Ensayo de descargas parciales.....	12
9. Información técnica.....	12
10. Garantías.....	13
11. Excepciones a este Pliego de Prescripciones técnicas.....	14
12. Forma de envío.....	14
13. Montaje y puesta en servicio.....	14
14. Correspondencia con otras normas e instrucciones.....	15

## **1. OBJETO**

El presente documento tiene por objeto establecer las especificaciones técnicas básicas que deben cumplir los transformadores trifásicos de potencia, a utilizar en las instalaciones de la Mancomunidad de los Canales del Taibilla, para la distribución de energía eléctrica en baja tensión.

## **2. GENERALIDADES SOBRE TRANSFORMADORES**

Los transformadores se dimensionarán teniendo en cuenta las siguientes prescripciones:

- La potencia de los transformadores se calculará sin tener en cuenta la instalación de condensadores que mejoren su rendimiento, mayorándose al menos en un 25%.
- Se evitará conectar más de un transformador por embarrado de entrega de potencia.
- En caso de instalaciones con una presencia significativa de armónicos, esta circunstancia se tendrá en cuenta para el dimensionado de los transformadores debido a los sobrecalentamientos previsibles. Se realizará un estudio de desclasificación del transformador por distorsión armónica.
- Cada transformador dispondrá de protección contra defectos a tierra de la instalación que alimenta.

Los transformadores serán trifásicos con devanados de cobre. Podrán ser de aislamiento seco encapsulado (en resina o al vacío) o en baño de aceite. Irán equipados con aquellos dispositivos e instrumentos que garanticen un funcionamiento de la máquina totalmente seguro salvaguardando la vida de la misma.

Así mismo dichos dispositivos garantizarán el cumplimiento de la legislación vigente.

### 3. CARACTERÍSTICAS

En lo que respecta a las especificaciones y características no detalladas en el contenido de esta especificación técnica, los transformadores objeto del presente documento se ajustarán a lo que se dispone a continuación:

#### TRANSFORMADORES LLENADO INTEGRAL

- Transformadores de un arrollamiento primario (de alta tensión) y un arrollamiento secundario (de baja tensión), según Norma UNE 21428-1
- Transformadores de un arrollamiento primario (de alta tensión) con dos tensiones asignadas y un arrollamiento secundario (de baja tensión), según Norma UNE 21428-1-1
- Transformadores de un arrollamiento primario (de alta tensión) y un arrollamiento secundario (de baja tensión) con dos tensiones asignadas, según Norma UNE 21428-1-2

#### TRANSFORMADORES AISLAMIENTO SECO

- UNE 20178, UNE 20101, UNE 21538-1 (1996).
- CEI-726 (1982), CEI 76-1 a 76-5.
- CENELEC HD 538-1 S1: "Transformadores trifásicos de distribución de tipo seco".
- DIN 42523 "Cast Resin Dry Type Transformers"

Cumplirán las características siguientes:

- Instalación interior
- Clase de protección térmica F (155°C)
- Dispondrán de refrigeración AN
- Arrollamiento de BT bobinado en banda impregnado junto con el circuito magnético de resina.

- Arrollamiento de MT realizado en hilo aislado con bobinado continuo de gradiente lineal sin entrecapas, encapsulado y moldeado en vacío en resina epoxi ignifugada por carga activa de sílice y alúmina tratada.

Los transformadores se especifican para servicio continuo.

Dispondrán de al menos 5 tomas de regulación sobre tapa del lado de Alta Tensión y llevarán neutro rígido a tierra en los sistemas de 400 V ó 690 V.

Todos los transformadores serán del tipo Dyn11, admitiéndose del tipo Yzn11 para potencias no superiores a 160 KVA, y se indicarán en placa las características siguientes:

- Tensión de cortocircuito
- Resistencia de cortocircuito
- Reactancia de cortocircuito
- Pérdidas en el cobre
- Pérdidas en el hierro
- Curvas de rendimiento
- Clase de aislamiento
- Tensiones de pruebas aplicada y de impulso.
- Nivel de ruido.

Los transformadores de potencia se dispondrán en compartimientos individuales con separaciones de obra manteniendo las condiciones de exclusividad, accesibilidad, ventilación y protección del polvo y la intemperie.

Los transformadores de llenado integral serán herméticos para potencias de hasta 1.250 KVA, y con depósito de expansión para potencias superiores a 1.250 KVA.

El emplazamiento, asimismo, de los transformadores deberá ofrecer accesibilidad directa para su carga/descarga en camión con autogrúa y con corto recorrido horizontal sobre ruedas propias.

### 3.1. TOMAS PARA REGULACIÓN DE LA TENSIÓN

Todos los transformadores deben estar provistos de un dispositivo que permita variar la relación de transformación estando éstos sin tensión. Debe actuar sobre el arrollamiento de AT y su mando - **situado sobre tapa** - debe ser accesible desde el exterior. Sus posiciones deben estar marcadas de forma indeleble y serán fácilmente legibles.

De forma general las posiciones de regulación serán cinco.

Excepcionalmente la Mancomunidad de los Canales del Taibilla podrá solicitar otras o más tomas de regulación.

En los transformadores de doble tensión asignada en el primario para proceder al cambio de una tensión asignada a la otra, deberán incorporar un dispositivo que permita, sin tensión, el cambio citado. Su mando - **situado sobre tapa** - debe ser accesible desde el exterior y sus posiciones deben estar marcadas de forma indeleble y serán fácilmente legibles

### 3.2. IMPEDANCIA DE CORTOCIRCUITO

Los valores de la impedancia de cortocircuito a la temperatura de referencia de 75° C y para la intensidad asignada definida por la toma principal, son los siguientes:

TENSIÓN MAS ELEVADA PARA EL MATERIAL	≤630 kVA %	>630 kVA %
12, 17,5 y 24 (kV)	4	6
36 (kV)	4,5	6

### 3.3. NIVELES DE AISLAMIENTO

Los niveles de aislamiento mínimo son:

ARROLLAMIENTO DE	(*) TENSIÓN PRIMARIA ASIGNADA (U <sub>r</sub> ) kV	TENSIÓN MÁS ELEVADA PARA EL MATERIAL (U <sub>m</sub> ) kV	TENSIÓN SOPORTADA DE CORTA DURACIÓN 1 min. A FRECUENCIA INDUSTRIAL kV	TENSIÓN SOPORTADA A IMPULSOS TIPO RAYO kV
AT	5	12	28	75
	11			
	12	17,5	38	95
	13,2			
	15,4			
	16			
	9,5 - 16,455			
	15,4 - 20			
	20			
25	24	50	125	
BT	---	36	70	170
	0,420	1,1	10	20

(\*) En los casos de doble tensión primaria, se considera como tensión nominal de la red la mayor de ellas

### 3.4. PÉRDIDAS Y CORRIENTES DE VACÍO

Potencia asignada  (kVA)	U <sub>m</sub> ≤ 24 kV				
	Pérdidas en vacío 100 % de U <sub>r</sub> (W)	Pérdidas Debidas a la Carga a 75° C (W)		(*) I <sub>0</sub> al 100 % de U <sub>r</sub> (A)	(*) I <sub>0</sub> al 110 % de U <sub>r</sub> (A)
		a 420 V	A 242 V		
50	190	1100	---	3,5	7,5
100	320	1750	---	2,5	6,0
160	460	2350	1750	2,3	5,5
250	650	3250	2450	2,0	5,0
400	930	4600	3550	1,8	4,8
630	1300	6500	5000	1,6	4,5
1000 (K=0,75)	1700	10500	8400	1,3	3,6
1000 (K=1)	1700	10500	11550	1,3	3,6

**ESPECIFICACIONES TECNICAS BÁSICAS PARA TRANSFORMADORES DE POTENCIA**  
MCT-ET-02.001

Potencia asignada  (kVA)	$U_m = 36 \text{ kV}$				
	Pérdidas en vacío 100 % de $U_r$ (W)	Pérdidas Debidas a la carga a 75° C (W)		(*) $I_0$ al 100 % de $U_r$ (A)	(*) $I_0$ al 110 % de $U_r$ (A)
		a 420 V	a 242 V		
50	230	1250	—	3,8	10,0
100	380	1950	—	3,0	8,0
160	520	2550	1900	2,5	7,0
250	780	3500	2600	2,4	6,0
400	1120	4900	3700	2,2	5,5
630	1450	6650	5100	1,8	5,0
1000 (K=0,75)	2000	10500	8400	1,5	4,0
1000 (K=1)	2000	10500	11550	1,5	4,0

La relación entre las pérdidas en vacío medidas al 110 % y al 100 % de la tensión asignada no debe exceder de 1,45.

### 3.5. APTITUD PARA SOPORTAR CORTOCIRCUITOS

Los transformadores estarán proyectados y construidos para soportar sin deterioro los efectos térmicos y dinámicos de los cortocircuitos exteriores en las condiciones especificadas en la Norma UNE-EN 60076-5.

Los valores de las sobreintensidades y su duración serán:

POTENCIAS ASIGNADAS (kVA)	VALORES DE LA SOBREINTENSIDAD (valor eficaz simétrico expresado en múltiplos de la intensidad asignada) (*)	DURACIÓN (s)
HASTA 630 (12, 17,5 y 24 kV)	25	2
HASTA 630 (36 kV)	22,2	
1000	16,7	

En cualquier caso, la pérdida de potencia activa no podrá superar el 2 % de la nominal, antes del fallo.

### 3.6. DESIGNACIÓN DE LOS BORNES

Mirando el transformador desde el lado de baja tensión, los bornes de baja tensión se designa de derecha a izquierda, por los símbolos siguientes:

N - 2U - 2V - 2W

El símbolo N corresponde al borne neutro.

Mirando el transformador desde el lado de alta tensión los bornes de alta tensión se designan de izquierda a derecha, por los símbolos siguientes:

1U - 1V - 1W

## 4. MANIOBRAS

Deberá existir un sistema de enclavamientos mecánicos o eléctricos que no permitan maniobras tales como:

- Conectar la red de tensión directamente a tierra.
- Dar tensión con la instalación en corto circuito o a tierra.
- Acceder a partes activas.
- Alimentar secundarios de transformadores desde de otra fuente que pueda provocar la aparición de tensiones peligrosas en el primario del transformador.
- Alimentar un mismo transformador en bucle cerrado. Es decir con dos líneas en paralelo.

## 5. VENTILACIÓN

Las salas de transformador dispondrán de ventilación, teniendo que realizar el Adjudicatario un estudio de la ventilación, teniendo en cuenta una obturación mínima del 50% de las rejillas de admisión.

Las rejillas de ventilación dispondrán de filtros para evitar la entrada de polvo.

## 6. COMPENSACIÓN DE ENERGIA REACTIVA

Se prescribe la instalación de baterías de condensadores fijas para cada transformador de potencia, debiendo tener en cuenta en su diseño, la posible presencia de armónicos en la instalación.

## 7. ACCESORIOS

Como mínimo dispondrán de los siguientes:

- Placas de características según normas. Una colocada en el lado de BT de la máquina y otra para colocar en puerta celda.
- Etiquetas.
- 4 cáncamos de elevación del conjunto y de las partes extraíbles.
- 4 ruedas orientables a 90 °, bidireccionales, y sus correspondientes calzos.
- 2 tomas de tierra.
- Se utilizarán terminales de conexión de potencia preconfigurados que permitan el soporte del cable, sin transmitir esfuerzos mecánicos a los aisladores y faciliten las mediciones de su aislamiento de forma independiente.

En el caso de los transformadores de aislamiento seco, contarán además con:

- Equipo de detección de temperatura compuesto de:
  - Una sonda de temperatura por fase con un cable de 10 m de longitud.
  - Termómetro digital con indicador cíclico de temperatura de los devanados, relés para dos niveles de temperatura ajustables, alarma y disparo y control ventilación forzada. Cada relé tendrá dos contactos auxiliares, N/A, libres de tensión cableados a bornes.
  - Indicador cíclico digital de temperatura de los devanados.
  - Señalización luminosa de alarma y disparo con pulsador de rearme.
  - Los relés y el indicador cíclico irán dentro de un armario situado en la sala de cuadros contigua al transformador. Se alimentará a 230 V ca, dispondrá de entrada de cables por la parte inferior y tendrá una protección IP 44.

Los transformadores con aislamiento en aceite, deberán ir provistos de:

- Válvula de sobrepresión
- Relé de protección (presión y temperatura)
- Visor de aceite

Si estos superan los 1.250 kVA, será necesario dotarlos de:

- Depósito de expansión
- Nivel de aceite
- Desecador
- Relé Buchholz

## 8. ENSAYOS

Se realizarán todos los ensayos de rutina indicados por las normas CEI y UNE aplicables y se entregarán los protocolos correspondientes. Como mínimo se harán:

- Comprobación de la placa de características.
- Medida de la resistencia de los arrollamientos.
- Medida de la relación de transformación.
- Verificación del grupo de conexión.
- Medida de la tensión de cortocircuito y pérdidas en el cobre.
- Medida de la intensidad en vacío.
- Medida de las pérdidas e intensidad en vacío para una tensión del 110 % de la nominal.
- Medida de las pérdidas en plena carga.
- Ensayo dieléctrico de tensión aplicada a frecuencia industrial.
- Ensayo de nivel de ruido.
- Control de las dimensiones principales y de acabado.
- Funcionamiento de las sondas de temperatura.
- Ensayo de descargas parciales.

La Mancomunidad de los Canales del Taibilla podrá exigir además de los ensayos indicados los siguientes que se realizarían igualmente según CEI y UNE:

- Ensayos de impulso.
- Ensayos de calentamiento.

- Ensayos de corrientes capacitivas.

Si la Mancomunidad de los Canales del Taibilla lo exige, todos los instrumentos que formen parte o se utilicen en los trabajos del contrato, serán calibrados por una autoridad independiente.

Toda la mano de obra, materiales, aparatos e instrumentos para los ensayos en fabrica, serán proporcionados por el Adjudicatario.

El Adjudicatario avisará a la Dirección de Obra de las fechas previstas para pruebas, con diez días de anticipación.

### **8.1. COMPROBACIÓN DE LA PLACA DE CARACTERÍSTICAS.**

La placa de características será de acero inoxidable con un grosor comprendido entre 0,8 y 1,2 mm, habiéndose realizado todas las inscripciones por grabado o punzonado con un relieve no inferior a 0,2 mm.

### **8.2. ENSAYO DE DESCARGAS PARCIALES**

La medida de las descargas parciales se ha de realizar según se indica en la Norma UNE 20178.

El nivel máximo de estas descargas parciales ha de ser de 10 pC en cualquiera de las series.

## **9. INFORMACIÓN TÉCNICA**

La Mancomunidad de los Canales del Taibilla ha de recibir, como mínimo, la siguiente documentación, para aprobación o información:

- Planos de dimensiones, en planta y alzados.
- Placa de características.
- Manuales de puesta en servicio y mantenimiento.
- Protocolo de ensayos de cada transformador suministrado

- Folletos descriptivos de los accesorios, sondas, etc.
- Hoja de datos del transformador, debidamente cumplimentada.

## **10. GARANTÍAS**

El Adjudicatario garantiza el transformador y accesorios contra todo defecto de diseño, fabricación y montaje durante 24 meses a partir de la puesta en marcha.

Si aparece algún defecto durante el periodo de garantía, el Adjudicatario del transformador esta obligado a efectuar las modificaciones, reparaciones o sustituciones necesarias, libres de cargo para la Propiedad, incluyendo materiales, mano de obra y desplazamientos.

Cuando el Adjudicatario no actuara de forma inmediata para subsanar el defecto, y esto supusiera grave perjuicio, la Propiedad podrá actuar directamente, previa notificación al Adjudicatario, pudiendo detraerse el cargo que corresponda, de la certificación final.

El plazo de garantía de cualquier material que haya sido sustituido durante el plazo de garantía empezará a contar a partir de la fecha de su sustitución.

Además de las garantías propias de funcionamiento, el equipo estará sujeto a las siguientes garantías operacionales:

- Rendimiento.
- Constantes eléctricas.
- Potencia.
- Calentamiento.

## **11. EXCEPCIONES A ESTE PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS**

Las excepciones o variaciones a este Pliego de Prescripciones técnicas, deberán comunicarse por escrito y en un solo documento que recoja todas las desviaciones con referencia al punto contradictorio.

## **12. FORMA DE ENVÍO**

El transformador estará preparado para el transporte y almacenamiento en intemperie, hasta su montaje y puesta en servicio, lo que puede suceder hasta 12 meses después de la entrega.

En cualquier caso, en el caso de los transformadores de llenado integral, inmediatamente antes de su puesta en servicio, se han de verificar los valores de rigidez dieléctrica y aislamiento del aceite

## **13. MONTAJE Y PUESTA EN SERVICIO**

El montaje y puesta en servicio será realizado por personal especializado del Adjudicatario, bajo su entera responsabilidad en el aspecto técnico, si bien sometiéndose enteramente a la disciplina de la Dirección de Obra y a las instrucciones que, para que el mejor desarrollo de los trabajos, sean dictadas por la persona responsable de la obra.

Si la Dirección de Obra lo exige, todos los instrumentos que formen parte o se utilicen serán calibrados por una autoridad independiente.

Toda la mano de obra, materiales, aparatos, instrumentos, etc., para la realización de los ensayos in situ serán proporcionados por el Adjudicatario.

## **14. CORRESPONDENCIA CON OTRAS NORMAS E INSTRUCCIONES**

Este documento incorpora disposiciones de otras publicaciones por su referencia, con o sin fecha. Estas referencias normativas se citan en los lugares apropiados del texto de la norma y se relacionan a continuación. Las revisiones o modificaciones posteriores de cualquiera de las publicaciones referenciadas con fecha, sólo se aplican a esta norma cuando se incorporan mediante revisión o modificación. Para las referencias sin fecha se aplica la última edición de esa publicación.

- UNE-EN 10130 - Productos planos laminados en frío de acero bajo en carbono para embutición o conformación en frío. Condiciones técnicas de suministro
- UNE-EN 50180 - Pasatapas para transformadores sumergidos en líquido aislante para tensiones comprendidas entre 1 kV y 36 kV y de 250 A a 3.150 A
- UNE-EN 50386 - Pasatapas para transformadores sumergidos en líquido aislante hasta 1 kV y de 250 A hasta 5 kA UNE-EN 50387 - Pasabarras para transformadores sumergidos en líquido aislante hasta 1 kV y de 1,25 kA hasta 5 kA
- UNE-EN 60076-1 -Transformadores de potencia. Parte 1: Generalidades
- UNE-EN 60076-2 -Transformadores de potencia. Parte 2: Calentamiento
- UNE-EN 60076-3 -Transformadores de potencia. Parte 3: Niveles de aislamiento, ensayos dieléctricos y distancias de aire
- UNE-EN 60076-5 -Transformadores de potencia. Parte 5: Aptitud para soportar cortocircuitos
- UNE-EN 60076-10 -Transformadores de potencia. Parte 5: Aptitud para soportar Cortocircuitos
- UNE-EN 60156 - Líquidos aislantes. Determinación de la tensión de ruptura dieléctrica a frecuencia industrial. Método
- UNE-EN 60551 - Determinación del nivel de ruido de los transformadores y reactancias
- UNE-EN 60814 - Líquidos aislantes. Papeles y cartones impregnados en aceite. Determinación del contenido en agua
- UNE-EN ISO 1519 - Pinturas y barnices. Ensayo de plegado (mandril cilíndrico)

- UNE-EN ISO 1520 - Pinturas y barnices. Ensayo de embutición. (ISO 1520:1999)
- UNE-EN ISO 1522 - Pinturas y barnices. Ensayo de la amortiguación del péndulo. (ISO 1522:1998, incluyendo Corrigendo 1:1998)
- UNE-EN ISO 2409 - Pinturas y barnices. Ensayo de cote por enrejado. (ISO 409:1992)
- UNE-EN ISO 2808 - Pinturas y barnices. Determinación del espesor de película. (ISO 2802: 1997)
- UNE-EN ISO 2813 - Pinturas y barnices. Determinación del brillo especlar de películas de pinturas no metálicas a 20°
- UNE-EN ISO 6272 - Pinturas y barnices. Ensayo de caída de una masa. (ISO 6272:93)
- UNE-EN ISO 7253 - Pinturas y barnices. Determinación de la resistencia a la niebla salina neutra. (ISO 7253: 1996)
- UNE 20110 - Guía de carga para transformadores sumergidos en aceite. (CEI 354:1972)
- UNE 20158 - Marcado de los bornes y tomas de los transformadores de potencia. (CEI 616:1978)
- UNE 21127 - Tensiones normales. (CEI 38:1983)
- UNE 21301 - Tensiones nominales de las redes eléctricas de distribución pública en baja tensión. (HD 472:1989) (CEI 38:1983 mod)
- UNE 21305 - Evaluación y clasificación térmica del aislamiento eléctrico. (HD 566 S1:1990) (CEI 85:1984)
- UNE 21320-5 - Fluidos para aplicaciones electrotécnicas. Prescripciones para aceites minerales aislantes nuevos para transformadores y aparata de conexión. (CEI 296:1982 + M1:1986)
- UNE 21320-6 - Fluidos para aplicaciones electrotécnicas. Determinación de la tensión interfásica de los aceites minerales aislantes frente al agua. Método del anillo (ISO 6295)
- UNE 21322 - Métodos para la determinación de la permitividad y del factor de pérdidas dieléctricas de los aislantes eléctricos a frecuencias industriales, audibles y radioeléctricas
- UNE 21428-1 - Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en baja tensión de 50 a 2.500 kVA, 50 Hz, con tensión mas elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 1: Requisitos generales
- UNE 21428-1-1 - Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en baja tensión de 50 a 2.500 kVA, 50 Hz, con tensión mas

elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 1: Requisitos generales.

Sección 1: Requisitos para transformadores multitensión en alta Tensión

- UNE 21428-1-2 - Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en baja tensión de 50 a 2.500 kVA, 50 Hz, con tensión mas elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 1: Requisitos generales. Sección 2: Requisitos para transformadores bitensión en baja Tensión
- UNE 21428-6 - Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en baja tensión de 50 a 2.500 kVA, 50 Hz, con tensión mas elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 6: Requisitos y ensayos relativos a las cubas de llenado integral
- UNE 48103 - Pinturas y barnices. Colores normalizados
- UNE 48148 - Contenido en el metil-etil-cetona , empleado como disolvente de las pinturas y barnices
- UNE 66020-1 - Procedimientos de muestreo para la inspección por atributos. Parte 1: Planes de muestreo para las inspecciones lote por lote, tabulados según nivel de calidad aceptable (NCA)
- INTA 160604 - Resistencia a la niebla salina
- HD 428 (serie ) - Three phase oil – immersed distribution transformers