



Transformadores de Potencia
Power Transformers

Hasta 120 MVA / Hasta 245 kV
Up to 120 MVA / Up to 245 kV

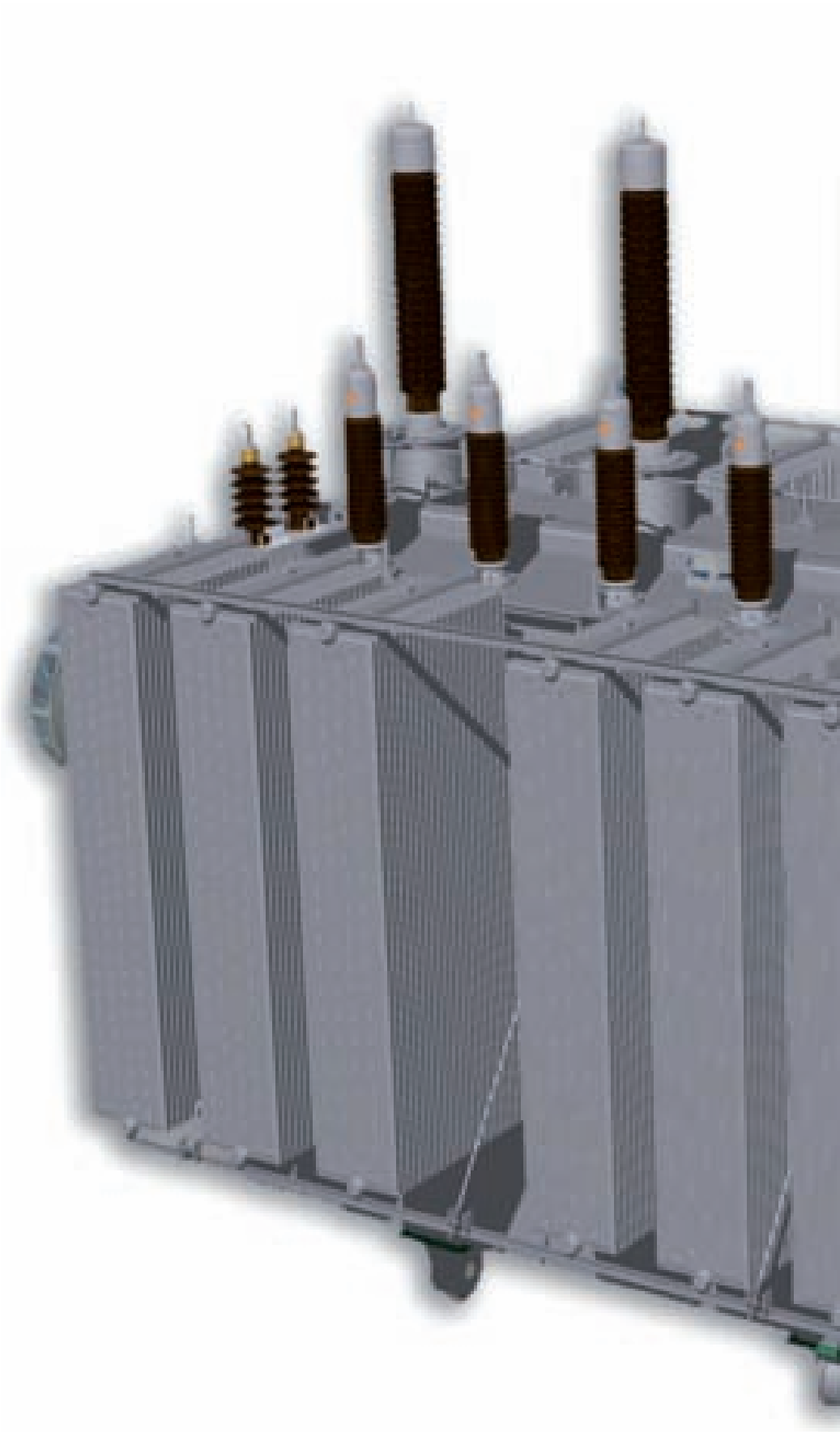


Introducción

Desde que en 1973 IMEFY inició la fabricación de transformadores de distribución en líquidos dieléctricos (aceite y silicona) y posteriormente en resina epoxi, ha mantenido un crecimiento constante hasta situarse con una potencia de 120 MVA y tensión de 245 kV. Para ello dispone de los medios más avanzados a nivel de Ingeniería y Fabricación, así como un equipo humano altamente cualificado. Esto ha permitido crecer tanto a nivel nacional como internacional, teniendo máquinas instaladas en los cinco continentes. Por todo ello IMEFY, pertenece a varios grupos de trabajo dentro del ámbito nacional e internacional donde se elabora la normativa para este tipo de maquinaria.

IMEFY posee en sus Laboratorios de Control de Materia Prima y Producto Terminado, la más alta tecnología para realizar los controles y ensayos más exhaustivos que requieren las Normas Nacionales e Internacionales, para productos utilizados en la fabricación de transformadores. Dada la alta cualificación del personal, como la precisión de los equipos, todos ellos avalados por Certificados de Calibración de Laboratorios Oficiales, los Laboratorios de IMEFY, son reconocidos por sus clientes con el máximo grado de Calidad y Fiabilidad.

Alemania, Arabia Saudita, Argelia, Argentina, Brasil, Camerún, Chile, Costa Rica, Croacia, Dinamarca, Ecuador, Egipto, Filipinas, Francia, Grecia, Holanda, Hungría, Italia, Libano, Malasia, Marruecos, Países Bajos, Perú, Portugal, Reino Unido, U.K., Rumania, Singapur, Sri Lanka, Sudáfrica, Suecia, Taiwan, Túnez, U.A.E., Uruguay, Venezuela



Introduction

Since 1973, when IMEFY began manufacturing oil-filled and silicone insulated distribution transformers, followed a bit later by cast-resin insulated distribution transformers, our company has continuously grown up to power ratings of 120 MVA and voltage ratings up to 245 kV. To undertake this expansion, IMEFY has the most sophisticated engineering and manufacturing resources available, as well as a highly qualified team. In this way we could grow both at national and international level, and our products are installed in all five continents. Moreover, IMEFY collaborates actively in several national and international working groups where the standards for this type of equipment are developed.

IMEFY's raw-material and final product laboratories are equipped with the latest and best technology in order to carry out the most severe checks and tests requested by national and international standards for equipment used to manufacture transformers. Due to the high qualification of its personnel and the high accuracy level of the equipment – all endorsed by the calibration certificates issued by official laboratories – the high-quality and reliable IMEFY test laboratories have been appraised by our customers for years.

Germany, Saudi-Arabia, Algeria, Argentina, Brazil, Cameroon, Chile, Costa Rica, Croatia, Denmark, Ecuador, Egypt, Philippines, France, Greece, Netherlands, Hungary, Italy, Lebanon, Malaysia, Morocco, Peru, Portugal, United Kingdom, Rumania, Singapore, South Africa, Sweden, Taiwan, Tunis, United Arab Emirates, Uruguay, Venezuela.

El núcleo magnético está construido con tres o cinco columnas de sección circular y culatas planas.

Está fabricado con chapa de acero al silicio de grano orientado, laminado en frío de bajas pérdidas específicas.

El sistema elegido para el montaje del núcleo es el conocido como step-lap a fin de reducir al mínimo tanto las pérdidas como la corriente de vacío y contribuir durante el funcionamiento del transformador a reducir el nivel de ruido.

Las culatas son prensadas mediante vigas de hierro, diseñadas de modo que permiten una adecuada disposición mecánica de apriete, y configuradas geoméricamente de forma óptima desde el punto de vista eléctrico para reducir al mínimo las pérdidas adicionales debidas al flujo de dispersión de la cabeza de los arrollamientos.

Dichas estructuras reducen las vibraciones internas de la parte activa y con ello el nivel sonoro.

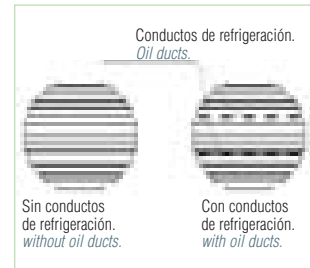
The magnetic core consists of three or five legs with a circular cross-section and flat laminated cores.

It is made of cold-rolled, grain-oriented silicon sheet steel with very low no-load losses.

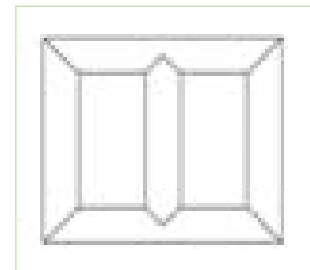
The method selected for core assembly is the so-called step-lap method in order to reduce both the no-load losses and the no-load current to a minimum, and to minimise the noise level during transformer operation.

The laminated cores are pressed together with steel frames designed to provide a suitable mechanical pressure.

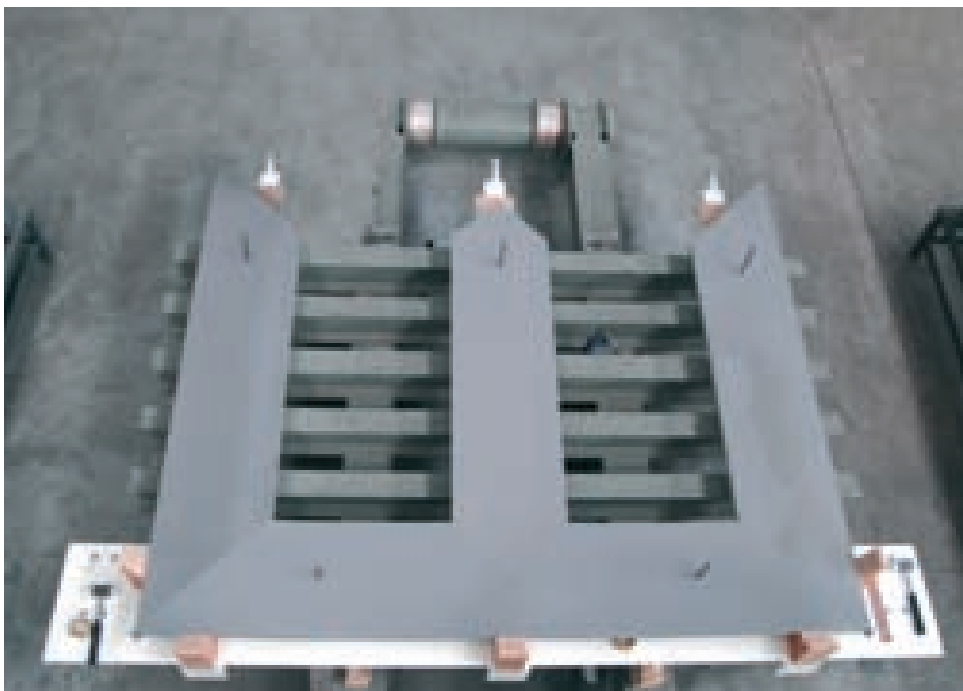
From the electrical point of view, their geometrical design is optimal, reducing the additional losses produced by the leakage flux of the winding heads to a minimum.



Sección de núcleo.
Core sections.



Disposición de chapas.
Core lamination method.





La parte más importante del transformador son los devanados, los cuales están fabricados normalmente con pletina de cobre, que cumple con la normativa UNEEN 1977, y con materiales aislantes (cilindros, listones, distanciadores, etc...) de alta calidad (normalmente calidad 3052, según norma IEC 641-1).

Para el diseño de los devanados se tiene en cuenta:

- Posibles esfuerzos de cortocircuito.
- Capacidad para soportar impulso.
- Capacidad para distribuir tensiones.
- Capacidad de refrigeración.

Considerando lo anterior y teniendo en cuenta algún otro requisito para transformadores especiales (niveles de sobrecarga, condiciones medioambientales....), los devanados se pueden diseñar básicamente de las maneras siguientes:

- Devanado en capas.
- Devanado en hélice.
- Devanado en disco.

The most important part of the transformer are the windings, which are normally made of flat copper according to EN 1977, as well as of insulating materials (cylinders, strips, spacers, etc.) of high-quality (normally quality 3052 according to IEC 641-1).

For the construction of windings, the following must be considered:

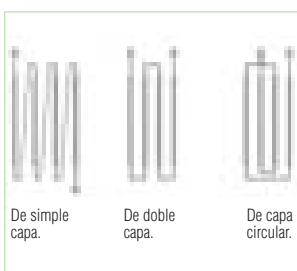
- Possible short-circuit stress
- Impulse withstand capacity
- Voltage distribution capacity
- Cooling capacity

In consideration of the above factors and further requirements for special transformers (overload level, environmental conditions...), the windings can basically be designed as follows:

- Layer windings
- Helical windings
- Disc windings



Devanado en disco continuo
Transformador 50 MVA 45kV.
Single disc winding
Transformer 50 MVA 45kV.



Devanado en capas.
Layer windings.



Montaje *Assembling*

Technology

El montaje del transformador se realiza por personal cualificado y de acuerdo a las instrucciones de diseño validadas por técnicas analíticas y de software.

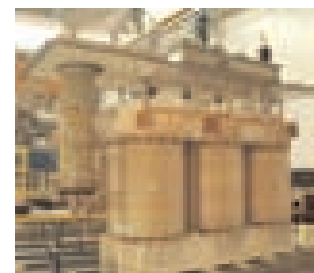
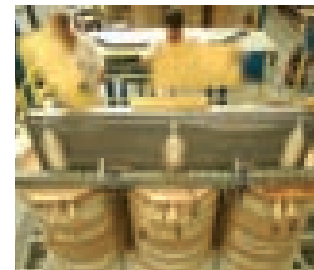
El montaje es donde confluyen todos los elementos descritos anteriormente (núcleo, bobinados, cuba) y su ejecución representa el proceso más crítico de la fabricación del transformador.

Por ello, en esta fase, **IMEFY** desarrolla técnicas de control operacional que son aplicables al 100% de los transformadores para garantizar una ejecución de los trabajos que presente una fiabilidad del cumplimiento de los requisitos.

Transformer assembling is made by qualified personnel and according to design instructions which are validated by analytical techniques and software.

Assembling is where all the elements aforesaid (core, windings, tank) join themselves, and its execution represents the most critical process in the transformer manufacture.

*For this reason, in this stage **IMEFY** develops techniques of process test which are applicable to 100% of transformers in order to guarantee a correct execution of works and a reliability of requirements observance.*



Parte activa Transformador 16 MVA 45kV±2x7,5%. Devanado disco continuo con regulación.
Transformador 16 MVA 45kV±2x7,5% active part. Continuous interlacing winding.



Para cumplir con la regulación solicitada, **IMEFY** puede realizar los arrollamientos de regulación de dos formas:

a) Inversión

Se realiza un devanado continuo entrelazado, con número de tomas igual a la mitad de los escalones de regulación solicitados.

b) Regulación gruesa y fina

Se realizan dos devanados; uno en hélice, diseñado para la mitad del rango de regulación, unido a otro diseñado como en el caso de inversión.

To meet the regulation requirements, IMEFY can supply two types of control windings:

a) Inversion

One continuous interleaved winding, with the number of taps equal to half of the requested regulation steps.

b) Coarse-step and fine-step control

Two windings; one designed as helical winding for half of the regulation range, combine with another winding according to the inversion principle.



El principal cometido de las cubas de los transformadores de potencia es proteger las partes activas de los mismos (bobinado, núcleo, etc...), así como dotar al transformador de la estanqueidad necesaria para evitar fugas de líquido aislante y refrigerante y la penetración de humedad y cuerpos extraños.

La cuba debe ser diseñada y fabricada para poder soportar los esfuerzos producidos durante el funcionamiento normal y anormal del transformador, verificándose a través de los ensayos de vacío y sobrepresión.

La cuba es fabricada con planchas de hierro laminado, calidad ST-44 según norma UNE-EN 10025 con espesores de 6 mm y 40 mm.

Las planchas son reforzadas mediante el uso de perfiles soldados a las paredes de la cuba.

La cantidad, calidad y dimensiones de los perfiles son diseñados mediante el empleo de herramientas informáticas validadas. Los refuerzos pueden ser horizontales, verticales o mixtos y siempre garantizan la ausencia de deformaciones permanentes durante la vida activa del transformador.

El proceso de ensamblaje de todos los componentes de la cuba (perfiles, planchas, refuerzos, etc...) se realiza con avanzados sistemas de soldadura y por técnicos especialistas y homologados por entidades acreditadas.

Una vez ensamblados todos los componentes, toda la rebaba y herrumbre se elimina mediante chorro de arena silíceo o granalla metálica para permitir una correcta adherencia de la pintura.

El sistema de pintura standard cumple los requisitos de la norma UNE 20175.

No obstante **IMEFY** dispone de sistemas alternativos (galvanizado, etc...), siempre utilizados bajo acuerdo contractual Cliente – **IMEFY**.

The main function of the tank is to protect the active parts of the transformer (windings, core, etc.) and to make the transformer as tight as necessary to prevent loss of insulating and cooling liquid as well as ingress of humidity and foreign bodies.

The tank must be designed and manufactured to withstand the normal and abnormal operating conditions of the transformer. This performance must be verified by no-load and overpressure tests.

The tank is made of rolled steel plates, quality ST-44 according to EN 10025, with a thickness of 6mm and 40mm.

These plates are reinforced by steel profiles welded to the tank walls.

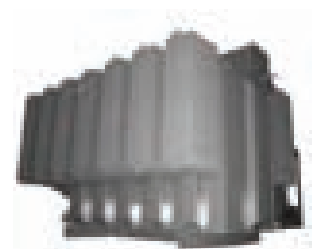
The number, quality and dimensions of the steel profiles are configured by means of suitable IT-procedures. The reinforcements can be arranged in horizontal, vertical or mixed position, preventing permanent deformations throughout the entire service life of the transformer.

All tank components (profiles, plates, reinforcements, etc.) are assembled by specialists certified by accredited institutes, and using the most advanced welding systems.

Once assembled, any rust or burr is removed from the components by sand or shot-blasting.

Our standard painting system meets the requirements of the standard UNE 20175.

*However, **IMEFY** also has alternative systems (galvanising, etc.) which are subject to agreement between the customer and **IMEFY**.*



Sistemas de refrigeración Cooling systems

Technology



La transformación de la energía que realiza un transformador conlleva unas pérdidas que se presentan en forma de calor, el cual produce un aumento de la temperatura del transformador.

La disipación de este calor se puede realizar mediante sistemas de refrigeración, los cuales son determinados normalmente por el Cliente, y se elige en función de la capacidad del transformador y de las circunstancias del lugar de la instalación.

Los sistemas de refrigeración se clasifican de la manera siguiente:



1º letra	2º letra	3º letra	4º letra
Medio de refrigeración que están en contacto con los devanados.		Medio de refrigeración que están con el sistema de refrigeración externo.	
Tipo de medio	Tipo de refrigeración	Tipo de medio	Tipo de refrigeración

1.ONAN:	Refrigeración de aceite natural	(ON)	
	Refrigeración de aire natural	(AN)	Radiadores
2.ONAF:	Refrigeración de aceite antural	(ON)	
	Refrigeración de aire forzada	(AF)	Ventiladores
3.OFAN:	Refrigeración de aceite forzada	(OF)	Bombas de aceite
	Refrigeración de aire natural	(AN)	Radiadores
4.OFAF:	Refrigeración de aceite forzada	(OF)	Bombas de aceite, aerotermos
	Refrigeración de aire forzada	(AF)	Bombas de aceite, aerotermos
5.OFWF:	Refrigeración de aceite forzada	(OF)	Bombas de aceite, aerotermos
	Refrigeración de agua forzada	(WF)	Intercambiadores

Incluido en el método OFAF está el ODAF. Un flujo directo (D) de aceite a través de los devanados se usa para aumentar la eficiencia del sistema de refrigeración. En este caso la refrigeración se lleva a cabo por aceite directo y aire forzado (ODAF).

Energy conversion in a transformer produces thermal losses which increase the transformer temperature.

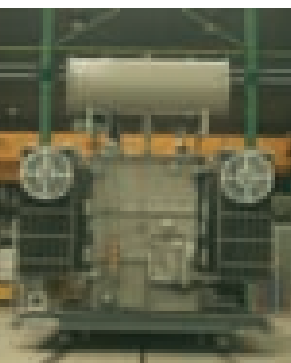
Heat dissipation can take place via cooling systems, which are normally defined by the customer and selected in accordance with the transformer rating and the conditions at site.

The cooling systems are classified as follows:

1st letter	2nd letter	3rd letter	4th letter
Cooling medium in contact with the windings		Cooling medium that is in the contact with the external cooling systems	
Type of medium	Type of circulation	Type of medium	Type of circulation

1.ONAN:	Natural oil cooling	(ON)	
	Natural air cooling	(AN)	Radiators
2.ONAF:	Natural oil cooling	(ON)	
	Forced air cooling	(AF)	Fans
3.OFAN:	Forced oil cooling	(OF)	Oil pumps
	Natural air cooling	(AN)	Radiators
4.OFAF:	Forced oil cooling	(OF)	Oil pumps, aerothermo
	Forced air cooling	(AF)	Oil pumps, aerothermo
5.OFWF:	Forced oil cooling	(OF)	Oil pumps, aerothermo
	Forced water cooling	(WF)	Interchangers

The OFAF method includes ODAF as well. A direct oil flow (D) between the windings is used to increase the efficiency of the cooling system. In this case cooling is done with direct oil and forced air (ODAF).



IMEFY dispone de "Registro de Empresa" según UNE-EN-ISO 9001 auditado por AENOR e IQNET.

El Laboratorio de materias primas está altamente equipado para la realización de los siguientes ensayos:

1. Chapa magnética

Según normas UNE-EN 10107 y UNE-EN 10280

2. Conductores

Control de rigidez dieléctrica según UNE-EN 60317 y UNE-EN 60851. Control de adherencia y flexibilidad. Control dimensional.

3. Protección anticorrosiva

Control de adherencia según UNE-EN-ISO 2409. Control de espesores según UNE-EN-ISO 2808. Ensayo de embutición según UNE-EN-ISO 1520. Ensayo de dureza Presoz UNE-EN-ISO 1522. Ensayo de brillo especular según UNE-EN-ISO 2813. Ensayo de caída masa de acuerdo a UNE-EN-ISO 6272. Ensayo de plegado según UNE-EN-ISO 1519. Ensayo de niebla salina de acuerdo con UNE-EN-ISO 60068-11. Adherencia por tracción UNE-EN 4624.

4. Elementos Epoxídicos y Cerámicos

Tensión soportada a frecuencia industrial. Control dimensional. Determinación de la línea de fuga. Choque térmico de acuerdo a UNE-EN 60137 y UNE-EN 60085. Ensayos de porosidad.

5. Sobrepresión y Vacío

Ensayos realizados de acuerdo a procedimientos específicos y siempre bajo acuerdo Cliente-IMEFY.

6. Ensayos de líquidos dieléctricos

Aceite: Tensión de perforación según UNE-EN 60156. Contenido en agua según UNE-EN 60814. Tensión superficial según UNE 21320-6. Pérdidas dieléctricas según UNE-EN 60247 y UNE 21322. Contenido en PCBs según UNE-EN 61619. Número de neutralización según UNE 21320-3. Densidad según UNE 21320-4. Ensayos cromatográficos de gases de acuerdo a norma UNE-EN 60567.

7. Otros ensayos

Verificación de los circuitos auxiliares. Rigidez dieléctrica de los aislantes sólidos según UNE-EN 60243-1. Envejecimiento de materiales. Programación térmica de las centralitas de temperatura. Humedad de los materiales realizado con higrómetro. las centralitas de temperatura. Humedad de los materiales realizado con higrómetro.

IMEFY is a company certified according to EN-ISO 9001, audited by AENOR and IQNET.

The raw-material test laboratory is perfectly equipped for the following tests:

1. Magnetic sheet-steel

to EN 10107 and EN 10280

2. Conductors Dielectric

strength test to IEC 60317 and IEC 60851.

Adherence and flexibility tests. Determination of dimensions.

3. Corrosion Protection

Cross-cut test to EN ISO 2409. Thickness test to

EN ISO 2808. Cupping test to EN ISO 1520.

Persoz pendulum damping test to EN ISO 1522.

Specular gloss test to EN ISO 2813. Impact

resistance test to EN ISO 6272. Bend test to

EN ISO 1519. Salt mist test to IEC 60068-2-11.

Pull-off test for adhesion to EN ISO 4624.

4. Cast-resin and ceramic materials

Power-frequency voltage test. Dimensional

test. Determination of creepage path.

Thermal shock test to IEC 156 and IEC 85.

Permeability test.

5. Overpressure and no-load operation

Tests according to special procedures as agreed between the customer and IMEFY.

6. Test of insulating liquids

Oil: Breakdown voltage to IEC 156. Water

content to IEC 733 and IEC 60814. Surface

tension to UNE 21320-6. Dielectric losses to

IEC 247 and IEC 250. PCB content to IEC

61619. Neutralisation number to IEC 296.

Density to UNE 21320-4. Chromato graphic

test of gases to IEC 567.

7. Othertests

Checking auxiliary circuits. Dielectric strength

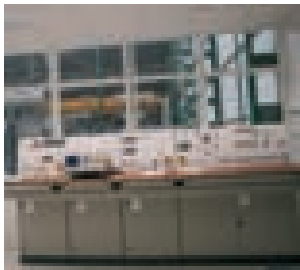
of solid insulating materials to IEC 60243-

1. Material ageing. Thermal behaviour of

temperature sensors. Material humidity

check with hygrometer.





Todos los transformadores son sometidos a los denominados ensayos individuales según el apartado 10.1.1. de la norma UNE-EN 60076-1. Estos ensayos son:

- Medida de la resistencia de los arrollamientos.
- Medida de la relación de transformación y verificación del acoplamiento.
- Medida de la impedancia de cortocircuito y de las pérdidas debidas a la carga.
- Medida de las pérdidas y de la corriente en vacío.
- Ensayo de los cambiadores de tomas de regulación en carga (si el transformador está provisto del mismo).

De acuerdo con la norma UNE-EN 60076-3 se realizan los siguientes ensayos:

- Ensayo dieléctrico de tensión aplicada a frecuencia industrial.
- Ensayo dieléctrico de tensión inducida de corta duración.

A petición del cliente, también se pueden realizar los ensayos siguientes:

Según UNE-EN 60076-2:

- Ensayo de calentamiento.

Según UNE-EN 60076-3:

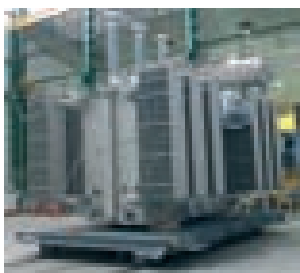
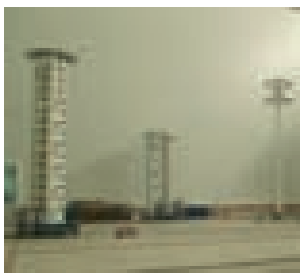
- Ensayo con impulso tipo rayo pleno.
- Ensayo con impulso tipo rayo cortado.
- Ensayo con impulso tipo maniobra.

Según UNE 60076-1:

- Medida de los armónicos de la corriente de vacío.
- Medida de la impedancia(s) homopolar(es) en transformadores trifásicos con al menos un arrollamiento en estrella.

Según UNE 60076-10:

- Determinación del nivel de ruido.
- Los métodos de ensayo para los ensayos que especificamos a continuación serán objeto de acuerdo entre el fabricante y el cliente:
- Medida de la capacitancia entre arrollamientos y tierra, y entre los arrollamientos.
 - Medida de la resistencia de aislamiento de los arrollamientos.
 - Medida del factor de disipación (tg d) de las capacidades del sistema de aislamiento.
 - Medida de la potencia absorbida por ventiladores y bombas (si el transformador tuviera algún tipo de refrigeración forzada).
 - Ensayo del funcionamiento de los distintos accesorios del transformador.



All transformers are routine-tested as follows according to Clause 10.1.1. of IEC 60056-1

- Measurement of the winding resistance
- Measurement of voltage ratio and verification of coupling.
- Measurement of impedance voltage and load losses
- Measurement of no-load losses and no load current
- Test of tap changer under load (if the transformer is equipped accordingly)

The following tests must be performed to IEC 60076-3:

- Power-frequency voltage test
- Induced impulse voltage test

On the customer's request, the following test are also possible:

To IEC 60076-2:

- Temperature-rise test

To IEC 60076-3:

- Test at full lightning impulse voltage
- Test at chopped impulse voltage
- Test at switching impulse voltage

To IEC 60076-1:

- Harmonics measurement of no-load current
- Measurement of zero impedance for three-phase trans-formers with at least one winding in star connection.

To IEC 60076-10:

- Sound level measurement

The test methods for the following tests are subject to agreement between the customer and IMEFY.

- Measurement of the winding-to-earth as well as winding-to-winding capacitance.
- Measurement of the winding insulation resistance.
- Measurement of the leakage factor (tg J) of the insulating system capacitance.
- Measurement of the power consumption of fans and pumps (for transformers with forced cooling).
- Function test of the transformer accessories.

IMEFY, S.L. aplica una política de continuo desarrollo a sus productos y se reserva el derecho de realizar cambios en las especificaciones y características técnicas sin previo aviso. El contenido del presente catálogo no tiene otro alcance que el simplemente informativo, sin valor de compromiso alguno. Para cualquier información consulte con IMEFY S.L.

IMEFY applies a policy of continuous development of its products and reserves the right to make changes in the specifications and technical characteristics without prior notice. The present catalogue has no other objective than to give information without any compromise. For further information please contact IMEFY.



**INDUSTRIAS MECANO ELÉCTRICAS
FONTECHA YÉBENES, S.L.**

POLÍGONO INDUSTRIAL "LA CAÑADA".
Av. Siglo XXI s/n
E-45470 Los Yébenes. Toledo (Spain)
Tel.: +(34) 925 32 03 00
Fax: +(34) 925 32 10 00
E-mail: imefy@imefy.com
<http://www.imefy.com>

Departamento de Exportación
Export Department
E-mail: export@imefy.com

