

Transformadores Tipo Seco Refrigerados por Aire

Esta línea de negocio de **ITELVA INGENIEROS S.A.C.**, está dedicada al **diseño y fabricación de transformadores tipo seco refrigerados por aire**, en el rango de 10 kVA a 500 kVA, orientados a aplicaciones de distribución, aislamiento y control en baja tensión. Fabricamos hasta 1,2 kV bajo IEEE y menores a 3,6 kV bajo IEC, con opciones de enfriamiento natural o forzado según condiciones de servicio e instalación, para los sectores utilities, minería, energía e industria, priorizando continuidad operativa, seguridad y cumplimiento normativo.

Diseñamos y fabricamos transformadores tipo seco con criterio de fabricante, visión de activo, rigor normativo IEC o IEEE, con desempeño térmico y dieléctrico verificable, incorporando como diferencial una **tecnología de aislamiento del devanado basada en impregnación/encapsulado con resina mediante proceso Dip & Bake / Múltiple Dip (inmersión y horneado)**, que permite:

- **Protección del sistema de aislamiento** frente a humedad y contaminación superficial, mejorando la estabilidad dieléctrica en ambientes muy severos (industriales, mineros y marinos).
- **Control de calidad repetible** sobre el proceso (pre-secado, impregnación, drenado, curado y recubrimiento), reduciendo vacíos y defectos que pueden reducir la protección dieléctrica o degradación prematura.
- **Diseño orientado a ventilación y mantenibilidad**, con opciones de enfriamiento AN y AN/AF según pérdidas requeridas, restricciones de instalación y grado IP del gabinete.

Experiencia e Innovación

Tecnologías de bobinado ofrecidas (según norma del proyecto):

- **IEC:** *Transformador seco con sistema de impregnación en resina (impregnation system).*
- **IEEE:** *Transformador seco con arrollamientos encapsulados en resina (resin-encapsulated windings).*
- **Proceso industrial ITELVA:** Dip & Bake / Multiple Dip (inmersión y horneado) como método de impregnación/encapsulado.

ITELVA diseña y fabrica transformadores tipo seco conforme a la norma IEC 60076-11 (transformadores tipo seco) o IEEE C57.12.01 (Norma IEEE para requisitos generales aplicables a transformadores tipo seco de distribución y potencia.) y ejecución de ensayos conforme IEEE C57.12.91 (Código de ensayos estándar IEEE para transformadores tipo seco de distribución y potencia).

TRANSFORMADORES TIPO SECO REFRIGERADOS POR AIRE



Según su aplicación especial **ITELVA**, diseña y fabrica transformadores tipo seco:

Donde predomina la seguridad eléctrica, térmica y mecánica:

IEC 61558-2-4: 2021

Requisitos particulares y ensayos para transformadores de aislamiento y unidades de alimentación que incorporan transformadores de aislamiento para aplicaciones generales.

IEC 61558-2-15:2022

Requisitos particulares y ensayos para transformadores de aislamiento destinados a sistemas IT (aislado de tierra) médicos para el suministro de locales médicos.

Factor K/Armónicos, cargas no lineales

IEEE Std. 110-2018

Práctica recomendada IEEE para establecer la capacidad de transformadores de potencia y distribución, sumergidos en líquido y tipo seco, cuando suministran corrientes de carga no sinusoidales.

Autotransformadores, para arranque de motores

NEMA ICS 2-2000 (R2020)

Controladores, contactores y relés de sobrecarga, con tensión nominal de 600 V.

IEC 60947-4-1: 2023

Contactores y arrancadores de motor - Contactores y arrancadores de motor electromecánicos.

ALCANCE DE FABRICACIÓN

A) Condiciones de servicio

- Altitud: hasta **5500 m.s.n.m.**
- Temperatura del aire de enfriamiento: **≤40°C** (máxima instantánea), **30°C** (mes más caliente), **20°C** (promedio anual), **-25°C** (exterior mínimo), **-5°C** (interior mínimo).
- Humedad relativa: HR < 93% (sin condensación directa sobre bobinas).
- Tensiones y corriente de carga: aproximadamente sinusoidal (**declarar condiciones no usuales (armónicos, cargas no lineales, ambiente agresivo).**
- **Condiciones no usuales** (relevantes para ventilados): polvo abrasivo, vapores corrosivos, niebla salina, humedad excesiva, entre otros.

Para proyectos fuera de las condiciones usuales (altitud elevada, temperatura ambiente extrema, alta contaminación o restricciones severas de ventilación), **ITELVA** provee ingeniería de aplicación para derating o rediseño térmico/dieléctrico, y definición del esquema de ventilación/enclosure.

B) Datos nominales

- Potencia nominal: **10 a 500 kVA** (servicio continuo).
- Fases: monofásico y trifásico.
- Frecuencia: **50/60 Hz** (según proyecto).
- Tensiones nominales: **hasta 1.2 kV (IEEE) o menor a 3.6 kV (IEC).**
- Sistema de enfriamiento: **AN (natural)** como estándar, **AN/AF (forzado)** como opción (ventiladores comandados por control térmico) para incremento de capacidad, ambientes severos o restricciones de ventilación del recinto.
- Gabinetes/enclosures metálicos: con IP ofertables (según aplicación) y diseño de ventilación compatible con IP y mantenimiento (filtros, rejillas, laberintos, etc.).
- Clases térmicas: En IEC, letras **F (155°C), H (180°C), N (200°C), R (220°C)**. En IEEE, sistemas de aislamiento en temperatura **155°C / 180°C / 200°C / 220°C.**
- Conductor: cobre o aluminio.
- Instrumentación térmica: PT100 / PTC; controlador/relé térmico; contactos de alarma y disparo; mando de ventiladores (si aplica).

C) Tecnología del devanado

Proceso estándar **ITELVA**: Dip & Bake / Múltiple Dip (Inmersión y Horneado / Múltiples Inmersiones) para lograr bobinas impregnadas/encapsuladas en resina, según el marco contractual:

- **IEC**: “sistema de impregnación en resina”.
- **IEEE**: “arrollamientos encapsulados en resina”

ENSAYOS DE RUTINA (FAT) POR NORMA (IEC vs IEEE)

Ensayo de rutina (FAT)	IEC 60076-11	IEEE C57.12.01/IEEE C57.12.91
Resistencia de devanados	Rutina (14.2.1)	Rutina (Tabla de ensayos)
Relación de transformación	Rutina (14.2.2)	Rutina (ratio)
Verificación de fase / grupo vectorial	Rutina (incluida en 14.2.2)	Rutina (polaridad y relación de fase)
Impedancia de cortocircuito + pérdidas en carga	Rutina (14.2.3)	Rutina (impedance voltage + load loss)
Pérdidas en vacío + corriente de excitación	Rutina (14.2.4)	Rutina (no-load loss + excitation current)
Ensayo dieléctrico de tensión aplicada	Rutina (14.2.5), típicamente 60 s	Rutina; procedimiento y duración en C57.12.91
Ensayo dieléctrico de tensión inducida	Rutina (14.2.6): $2 \times V$, 60 s (ajuste si $f > 2f_r$).	Rutina; duración 7200 ciclos o 60 s (lo menor)
Resistencia de aislamiento (IR)	No figura como rutina explícita en 14.2 (se incluye si lo exige la especificación)	Rutina en tabla IEEE.
Descargas parciales (DP)	Condicionado: rutina cuando $U_m \geq 3,6$ kV	Condicionado: rutina cuando $U_m > 1,2$ kV

ITELVA suministra transformadores tipo seco refrigerados por aire (10–500 kVA) para aplicaciones de distribución, aislamiento y control, fabricados para baja tensión hasta 1,2 kV bajo IEEE y baja tensión < 3,6 kV bajo IEC, con bobinas impregnadas/encapsuladas mediante proceso Dip & Bake / Multiple Dip. La conformidad se verifica mediante ensayos de rutina (FAT) y documentación técnica trazable al estándar aplicable.