AENOR Empresa Registrada ER-046/1/95

IQNet CERTIFIED QUALITY SYSTEM

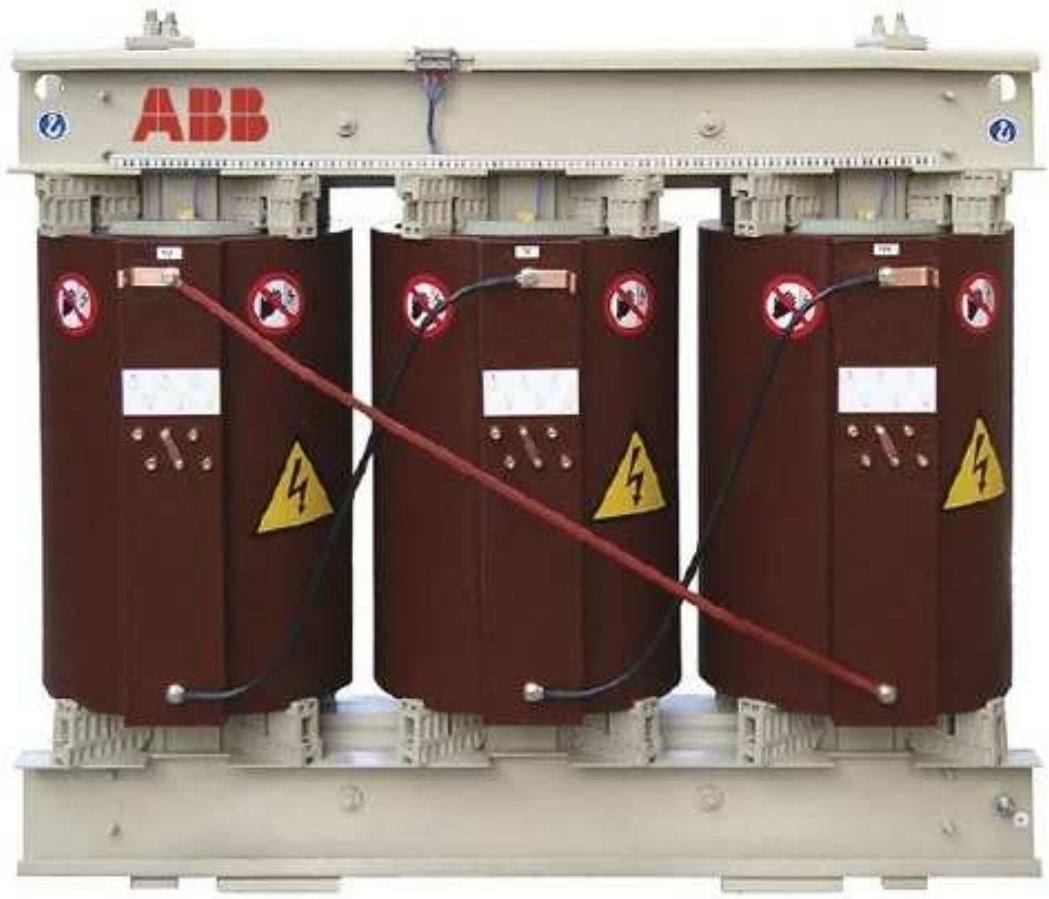
ECA Gestión Medioambiental 23/MA/07/00

EMAS VALIDATED INFORMATION E-AR-0000011

ENAC ENSAYOS Nº 262 / LE 591

MANUAL DE INSTRUCCIONES PARA TRANSFORMADORES DE AISLAMIENTO SECO

(MITS/97)



ABB

MANUAL DE INSTRUCCIONES

Estimado cliente:

Ha adquirido Vd. un transformador tipo seco encapsulado marca Asea Brown Boveri, de calidad contrastada y que le ofrece una serie de ventajas:

- Buena resistencia a los cortocircuitos.
- Arden con dificultad.
- Autoextinguibles.
- Insensibles a la humedad.
- Gran inercia térmica.
- Mínimas descargas parciales.
- Diseño compacto.
- Menores gastos de instalación.
- Bajo mantenimiento.

POR FAVOR LEA ATENTAMENTE ESTAS INSTRUCCIONES ANTES DE LA PUESTA EN SERVICIO DEL TRANSFORMADOR

MANUAL DE INSTRUCCIONES

Estimado cliente:

Ha adquirido Vd. un transformador tipo seco encapsulado marca Asea Brown Boveri, de calidad contrastada y que le ofrece una serie de ventajas:

- Buena resistencia a los cortocircuitos.
- Arden con dificultad.
- Autoextinguibles.
- Insensibles a la humedad.
- Gran inercia térmica.
- Mínimas descargas parciales.
- Diseño compacto.
- Menores gastos de instalación.
- Bajo mantenimiento.

POR FAVOR LEA ATENTAMENTE ESTAS INSTRUCCIONES ANTES DE LA PUESTA EN SERVICIO DEL TRANSFORMADOR

ÍNDICE

1. DISEÑO, FABRICACIÓN Y ENSAYOS
   1.1 Ensayos individuales o de rutina
   1.2 Ensayos de tipo y especiales
2. CERTIFICADOS Y HOMOLOGACIONES. POLÍTICA DE CALIDAD
   2.1 Certificado de Registro de Empresa
   2.2 Certificación Ambiental
   2.3 Acreditación del laboratorio de ensayos
   2.4 Certificaciones de producto obtenidas
   2.5 Política de calidad
3. PROTOCOLO DE ENSAYO
4. FIABILIDAD Y SEGURIDAD
5. DETALLES CONSTRUCTIVOS
6. TRANSPORTE Y MANIPULACIÓN, RECEPCIÓN Y ALMACENAMIENTO
   6.1 Recepción
   6.2 Transporte y manipulación
   6.3 Almacenamiento
7. INSTALACIÓN
   7.1 Lugar de emplazamiento y protección de las personas
   7.2 Protecciones para el transformador
      7.2.1 Protección contra sobreintensidades y sobrecalentamientos
      7.2.2 Ventilación de la celda del transformador
      7.2.3 Sistemas de extinción de incendios
      7.2.4 Protección contra sobretensiones
8. CONEXIONES
   8.1 Acoplamiento
   8.2 Acoplamiento en paralelo

9. PREVENCIÓN DE RUIDOS Y DE DESCARGAS DISRUPTIVAS
9.1 Ruidos
9.2 Descargas disruptivas
10. REVISIONES ANTES DE LA PUESTA EN SERVICIO
10.1 Revisiones
10.2 Puesta en servicio
11. MANTENIMIENTO
11.1 Frecuencia de las revisiones
11.2 Precauciones
11.3 Revisiones
11.4 Pares de apriete de las conexiones.
12. MEDIO AMBIENTE
12.1 Introducción
12.2 Política ambiental
12.3 Impacto ambiental del transformador en servicio
12.3.1 Consumo de energía eléctrica.
12.3.2 Emisión de ruido.
12.3.3 Aumento de temperatura circundante.
12.4 Impacto ambiental en situaciones de emergencia.
12.5 Residuos.
12.6 Incendio.
13. REPARACIONES
14. ACCESORIOS
14.1 Protección térmica
15. ANOMALÍAS EVENTUALES Y SOLUCIONES RECOMENDADAS
16. PLACA DE CARACTERÍSTICAS
17. GARANTÍA
18. NOTAS

MANUAL DE INSTRUCCIONES

1. DISEÑO, FABRICACIÓN Y ENSAYOS

El transformador de tipo seco, cuyo protocolo de ensayos se adjunta, fabricado por Asea Brown Boveri, S.A. ha sido diseñado y construido para cumplir con las **Normas** de obligado cumplimiento según el **Reglamento Electrotécnico de Alta Tensión**, en vigor en la fecha de su fabricación y ensayos, así como con las especificaciones del cliente.

Para la comprobación de lo anterior se han realizado los siguientes ensayos:

1.1 Ensayos individuales o de rutina (acreditados por ENAC con el nº 262/LE 591)

	NORMAS		
	UNE-EN	**CEI**	**CENELEC**
– Medida de la resistencia de los arrollamientos	60.076-1	60076-1	HD398-1
– Medida de la relación de transformación y comprobación del acoplamiento	60.076-1	60076-1	HD398-1
– Medida de las pérdidas debidas a la carga y tensión en cortocircuito	60.076-1	60076-1	HD398-1
– Medida de las pérdidas y de la corriente en vacío	60.076-1	60076-1	HD398-1
– Ensayo de tensión aplicada a frecuencia industrial	60.076-3	60076-3	HD398-3
– Ensayo de tensión inducida	60.076-3	60076-3	HD398-3
– Medida de las descargas parciales	EN 60.076-11	60.076-11	HD464

1.2 Ensayos de tipo y especiales (acreditados por ENAC con el nº 262/LE 591).

Otros ensayos como son los de tipo y especiales pueden realizarse en el laboratorio de ensayos de Asea Brown Boveri. Estos ensayos son efectuados normalmente para constatar la calidad en cambios de diseño y proceso. También se realizan bajo pedido por requerimiento de nuestros clientes.

Estos ensayos son:

	NORMAS		
	UNE-EN	**CEI**	**CENELEC**
– Calentamiento	60076-2/ EN 60076-11	60076-2/60076-11	HD464
– Impulso tipo rayo	60076-3/ EN 60076-11	60076-3/60076-11	HD398-3
– Nivel sonoro	60076-10	60076-10	-

Entre los ensayos especiales que podemos realizar en nuestras instalaciones están:

- Medida de la impedancia homopolar.
- Medida del aislamiento.
- Medida de los armónicos de la corriente en vacío.
- Medida de la capacidad en paralelo de los arrollamientos y la tag. δ.
- Medida de la protección anticorrosiva.

Estos ensayos son realizados siguiendo las normas UNE, CEI e IEEE /ANSI correspondientes y los procedimientos de ensayo internos a disposición de nuestros clientes.

El laboratorio de ensayos de Asea Brown Boveri, S.A. cumple con la norma UNE-EN-ISO/CEI 17025.

2. CERTIFICADOS Y HOMOLOGACIONES. POLÍTICA DE CALIDAD

2.1 Certificado de registro de empresa.

El certificado de Registro de Empresa ***Nº ER-046/1/95***, concedido por AENOR, en fecha 21.02.95, garantiza que nuestro Sistema de Aseguramiento de Calidad cumple con la norma UNE-EN-ISO 9001 y aplicado desde la fase de diseño y desarrollo hasta el servicio posventa, establece los criterios de gestión y los procedimientos y procesos que garantizan la entrega de transformadores libres de defectos, incluyendo en esa sistemática a los proveedores, y aplicando los conocimientos y enseñanzas que se derivan de la investigación, los ensayos de tipo y los especiales, lo que permite garantizar la homogeneidad del diseño de los componentes del producto, los procedimientos de fabricación y ensayos, la formación del personal y la mejora continua de todo el proceso.

2.2 Certificación ambiental.

El certificado ambiental nº **023/MA/07/00** concedido por ECA (Entidad de Certificación y Aseguramiento) garantiza que el sistema de gestión ambiental cumple con la norma UNE-EN-ISO 14001 y se aplica a las fases de diseño, producción, servicio posventa y reparación de transformadores, desarrollándose según lo expresado por ABB en su política ambiental. Además Asea Brown Boveri, S.A. de Zaragoza esta adherida al Reglamento CE 761/2001 (EMAS) con el número (E-AR-0000011).

2.3 Acreditación del laboratorio de ensayos.

Acreditación del laboratorio de ensayos para la realización de los ensayos de rutina y tipo definidos en este manual y concedido por ENAC con el nº 262/LE591, lo cual indica que el laboratorio de ensayos cumple con la norma UNE-EN-ISO/CEI 17025.

2.4 Certificaciones de producto obtenidas.

Los certificados de producto obtenidos en laboratorios independientes son:

- Certificado de **clase F1 "Comportamiento frente al fuego"** obtenido en prueba homologada según CENELEC-HD 464 S1/A3 (Noviembre 1992), con fecha 07.07.97 en el laboratorio del C.E.S.I. **nº prueba: BC-97/022127**.

- Certificado de **clase C1 "Climática"** según CENELEC-HD S1 1988/A2:1991 Anexo ZB.2 obtenido en ABB Trafo BB GmbH con fecha 29.03.94, **nº prueba: KI 715 W 009**.

- Certificado de **clase E2 "Condensación y humedad"**, según CENELEC-HD 464 S1:1988/A2.1991, Anexo ZA.2.2A obtenido en ABB Trafo BB GmbH con fecha 29.03.94 **nº prueba: KI 715 W 009**.

- Aptitud para soportar cortocircuitos según la norma IEC 60076-5 obtenido en C.E.S.I. con fecha 01.03.01, **nº certificado: MP-A1/006927.**

- Certificado de **clase C2 "Climática"**, según CENELEC HD464 S1:1988/A2 1991, obtenido en LGAI con el **nº 20020462**, con fecha 29.03.01

- Certificado de ensayos de cualificación sísmica realizado por VIRLAB, S.A. con el **nº 210971,** con fecha 25.09.01

- Certificado de ensayos de vibraciones realizado por VIRLAB, S.A. con el **nº221001** con fecha de 18.06.02.

- Certificado de **clase C2 "Climática"** según CENELEC HD464 S1:1988/A2.1991, obtenido en LGAI con **nº certificado: 22020105**, con fecha 31.07.02.

- Aptitud para soportar cortocircuitos según la norma IEC 60076-5 obtenido en LABEIN con fecha 16.04.04, **nº certificado: B125-04-AR-EE-01.**

- Aptitud para soportar cortocircuitos según la norma IEC 60076-5 obtenido en LABEIN con fecha 08.10.04, **nº certificado: B125-04-BM-EE-01.**

- Certificado de **clase C2 "Climática"** según la norma EN 60726:2003 Anexo ZB3 método 1, obtenido en APPLUS con **nº certificado:4039843**, con fecha 29.11.04.

- Certificado de ensayos de vibraciones realizado por VIRLAB, S.A. con el **nº241154** con fecha de 14.02.05

- Certificado de ensayos de vibraciones realizado por VIRLAB, S.A. con el **nº251175** con fecha de 19.09.05.

- Aptitud para soportar cortocircuitos según la norma IEC 60076-5 obtenido en LABEIN con fecha 09.01.06, **nº certificado: B125-06-AD-EE-01.**

2.5 Política de calidad.

ABB

POLÍTICA DE CALIDAD

Nuestro criterio de calidad más importante es la satisfacción de nuestros clientes

Sus necesidades serán satisfechas por nuestros compromisos y productos conforme a los términos acordados. Cada entrega de producto y cada acción de cara al cliente debe crear una recomendación para negocios posteriores.

Aseguraremos que todos nuestros empleados sean fuente de calidad y productividad a través de:

- Programas de mejora de la calidad resultantes de la motivación alcanzada a través de la confianza, respeto, participación y reconocimiento.
- La educación y formación proporcionadas para asegurar que cada empleado entiende, apoya y contribuye al logro de una **calidad total**.
- Producir económicamente la calidad de los servicios y productos que satisfagan plenamente las necesidades y expectativas de los clientes.

Nos aseguraremos de que nuestros proveedores sean una extensión de nuestro negocio. Serán seleccionados, valorados y reconocidos en base a su contribución de valor potencial y real para satisfacer las exigencias de nuestro objetivo de calidad total.

Nos adheriremos a las norma UNE-EN ISO 9001, que perfilan las exigencias para el aseguramiento de la calidad en nuestro negocio y nos comprometemos al cumplimiento de los requisitos del cliente, legales, normativos y reglamentarios.

Director General

ABB Asea Brown Boveri, S.A.

3. PROTOCOLO DE ENSAYO

Toda la información relativa a los ensayos a que ha sido sometido el transformador se recoge en el Protocolo de Ensayo que acompaña a la información del transformador.

En este protocolo figuran datos tan importantes como las pérdidas en vacío y en carga, así como la tensión de cortocircuito, la corriente en vacío y el nivel de descargas parciales.

Todos los transformadores sin exclusión fabricados por Asea Brown Boveri, S.A. tienen su protocolo de ensayos personalizado y se guarda en nuestros archivos durante un periodo mínimo de 13 años, quedando a disposición de nuestros clientes por si lo consideran necesario.

El protocolo de ensayos cumple con la norma UNE-EN-ISO/CEI 17025 y está identificado con el logotipo de ENAC y el nº de acreditación 262/LE591, lo que significa que los ensayos objeto del documento están acreditados por este organismo.

4. FIABILIDAD Y SEGURIDAD

El transformador que, como demuestran los ensayos, sale de fábrica libre de defectos está preparado para dar servicio durante toda su vida útil.

Es necesario que se mantenga ese nivel de fiabilidad durante su manejo, almacenamiento, transporte, se ponga en servicio con las verificaciones adecuadas y las protecciones que establecen los **Reglamentos de A.T.**, y su mantenimiento siga las reglas que se dan más adelante.

Así mismo, es preciso que en su instalación se tomen las medidas necesarias para la protección del personal que, habitual o circunstancialmente, trabajen en su entorno y se evite la proximidad al mismo a toda persona ajena a su funcionamiento.

¡ATENCIÓN!

PONER ESPECIAL ATENCIÓN A LAS RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD

- **SEÑALIZACIÓN**

Seguir las indicaciones de la señalización que lleva el transformador **.**

- **NORMATIVA**

Dar cumplimento a los requisitos de protección y de seguridad recogidos en los reglamentos de Alta Tensión de la legislación española (o de cada país) y la Normativa de las CC.AA. (o de cada país), en vigor en esta fecha.

- **EXTINCIÓN DE INCENDIOS**

No es necesario un dispositivo de recogida del líquido dieléctrico ni sistemas de extinción de incendios. Estos transformadores deberán instalarse de forma que el calor generado no suponga riesgo de incendios para los materiales próximos.

5. DETALLES CONSTRUCTIVOS

El transformador seco puede ser suministrado con o sin envolvente. Su sistema de refrigeración puede ser por circulación de aire natural (AN) o mediante aire forzado a base de ventiladores adosados (ANAF).

Su sistema de aislamiento está diseñado para soportar 100 K en el conductor medio y una temperatura máxima de 155ºC, según la clase F definida en las normas UNE-EN 60076-2 y CEI 60076-2.

Así mismo, los detalles constructivos cumplen con la norma UNE 21538 y se adaptan a los requisitos técnicos de las especificaciones de nuestros clientes.

Las condiciones normales de funcionamiento son:

- altitud ≤1000 m.
- Temperatura ambiente:
  - -5ºC hasta +40ºC (clase C1)
  - -25ºC hasta +40ºC (clase C2)

Se deben especificar por parte del cliente todas aquellas condiciones ambientales que no sean las normales, con objeto de incorporar en el diseño las variaciones necesarias.

6. TRANSPORTE, MANIPULACIÓN, RECEPCIÓN Y ALMACENAMIENTO

6.1 Recepción.

El transformador se suministra totalmente montado y preparado para su conexión a las líneas de A.T. y B.T. dentro de una protección de plástico (transformadores sin envolvente) que los cubre y protege del polvo y la lluvia.

En algunos casos la conexión larga del triangulo puede ir desmontada para evitar daños en el transporte.

Al recibir el transformador, bien en el almacén del cliente, bien en el lugar de emplazamiento, deberá examinarse lo siguiente:

- Que las características del transformador, indicadas en la Placa de Características coinciden con las del Protocolo de Ensayos, y éstas, a su vez, con las del pedido.
- Observar si lleva las señales de seguridad.
- Comprobar el estado general de la máquina. Ausencia de golpes en fases encapsuladas y conexiones.
- El estado de la pintura comprobando la ausencia de descorchones, rayaduras, etc. en envolvente si llevara o en partes metálicas.
- Comprobar todos los accesorios con los que va provisto el transformador (ruedas, termómetro, etc.). Si se observara en ellos cualquier daño, o se hubiera extraviado alguno durante el transporte, deberá darse cuenta inmediata al transportista y al fabricante para determinar de quién es la responsabilidad y estimar los costes que este hecho pudiera causar.
- Antes de desembalar el transformador, especialmente en los meses fríos o cuando la diferencia de temperatura entre el local y el ambiente es apreciable, se dejará pasar un periodo de tiempo prudencial (8 a 24 horas) para que la temperatura del transformador se equilibre con la del local. De esta forma se evitarán condensaciones indeseables en la superficie del transformador.

IMPORTANTE:

- *En caso de encontrar alguna anomalía en la recepción del transformador debe ponerse inmediatamente en contacto con el fabricante. Si en un plazo de 5 días, éste no recibe un parte de anomalías o defectos encontrados, se entiende que el transformador se encuentra en perfectas condiciones, y el fabricante no será responsable de lo que pueda ocurrir al transformador durante su funcionamiento y sus consecuencias.*

6.2 Transporte y manipulación.

Durante el traslado del transformador no debe empujarse apoyándose sobre las bobinas, ni sobre las conexiones. Con este objeto, el transformador lleva cuatro anillas en los perfiles de base de las ruedas para enganchar los cables para el arrastre. Si fuera preciso empujar, puede hacerse apoyándose en las bridas que fijan el circuito magnético.

Sobre las bridas superiores llevan 4 cáncamos ó agujeros para su suspensión, esto puede hacerse con eslingas que formen un ángulo de 50-70º desde los cáncamos, o en el techo de la envolvente del transformador.

- La placa de características indica el peso total del transformador, dato que ha de tenerse en cuenta para determinar los elementos de elevación.

- El agujero de los ganchos o cáncamos de elevación tiene un diámetro mínimo de 40 mm.

- La base y los elementos de refrigeración (en caso de ventiladores) están diseñados para que el transformador pueda moverse empleando una palanca y no impiden la maniobra; pero ha de cuidarse que no se empuje sobre las fases encapsuladas. En caso de utilizarse palancas, se recomienda utilizar topes de madera para la protección de estos elementos.

6.3 Almacenamiento.

El transformador seco está previsto para la instalación interior. No almacenar en intemperie.

El transformador, si no va a ser puesto en servicio inmediatamente, debe ser almacenado teniendo en cuenta las siguientes recomendaciones:

6.3.1 La temperatura en el lugar de almacenamiento no debe ser inferior a -25ºC (clase C1 y C2).

Cuando para los transformadores de clase C1 se prevea un **almacenamiento prolongado** a temperaturas inferiores a -25ºC deberá consultarse al fabricante.

6.3.2 El lugar será seco, limpio y bien ventilado.

Este tipo de transformador cuando quede en almacén, debe permanecer cubierto con su embalaje de plástico.

En lugares especialmente húmedos se recomienda la colocación de bolsas con productos absorbentes de la humedad cerca de las bobinas, así como una adecuada ventilación.

6.3.3 Para la elevación y transporte del transformador se tendrá en cuenta lo indicado en el apartado 6.2.

6.3.4 En el transporte y manipulación se tendrán en cuenta las indicaciones del apartado 6.2. No se presionará sobre las fases encapsuladas y conexiones, ni sobre las bornas y se evitará dañar la pintura.

6.3.5 En caso de elevar y transportar el transformador con carretilla elevadora, las palas de ésta se pasarán por el interior de los perfiles de acoplamiento de las ruedas, protegiendo los elementos de refrigeración (en caso de ventiladores) contra posibles daños ocasionados por el soporte de la máquina elevadora.

6.3.6 Si el transformador está equipado con bornas enchufables, hay que asegurarse de que conserva el protector cónico que garantiza que los contactos de las bornas se mantengan limpios y sin daños.

Asea Brown Boveri no se responsabiliza de los posibles daños si las condiciones de almacenamiento no son respetadas.

7. INSTALACIÓN

La instalación del transformador no es responsabilidad del fabricante del mismo. Ha de realizarse de acuerdo con la legislación vigente aplicable a la misma y siguiendo los consejos que el fabricante proporciona.

Hay que tener en cuenta las siguientes observaciones en la instalación de la máquina:

- Montar la conexión larga del triangulo atornillándola sobre los bornes libres de las bobinas externas (Ver tabla sección11).
- Colocar a tierra las partes metálicas sin tensión, mediante el tornillo que a tal efecto se dispone.
- Conectar el neutro de B.T. a tierra cuando sea preceptivo o lo exija el sistema de protección por faltas a tierra.
- Asegurar una buena conexión de las bornas y puentes, así como una buena sujeción de cualquier parte móvil del transformador.
- En transformadores con doble relación en A.T. o B.T. asegurarse de que está conectado a la correspondiente tensión de red o de salida.
- Comprobar si la posición del conmutador es la correcta de acuerdo con la red.
- Consultar la placa de características cuando se cambie la posición.
- Conectar la protección térmica según el esquema suministrado.
- Repasar el apriete de todos los tornillos según tabla del capítulo 11.4.

El paso de corriente eléctrica por los arrollamientos así como la magnetización del circuito magnético producen pérdidas eléctricas que se transforman en calor. Para evitar que este calor se acumule en el transformador, con los riesgos que esto lleva consigo, el transformador está diseñado para que de forma natural se refrigere, no obstante es necesario que en el lugar del emplazamiento se permita la ventilación adecuada.

El transformador está diseñado y construido para soportar condiciones anormales de sobretensiones y sobreintensidades, incluso las de un cortocircuito en el secundario; pero es necesario que se limiten en magnitud y duración con los elementos adecuados.

7.1 Lugar de emplazamiento y protección de las personas.

Las condiciones del lugar de instalación, su diseño, tanto por razones técnicas como para protección y seguridad de personas y bienes, quedan definidas en los **Reglamentos de Alta Tensión** de la legislación española (o de cada país) y la **Normativa de las C.C.A.A.** (o de cada país), en vigor en esta fecha.

Así mismo, hay que tener en cuenta las instrucciones de la Empresa Eléctrica que, conocedora de la reglamentación, también conoce las particularidades del sistema al que el transformador va conectado.

Hay que preparar para el transformador una base horizontal y capaz de soportar su peso sin deformaciones. El peso total viene indicado en la Placa de Características.

Es también necesario inmovilizar las ruedas al objeto de evitar cualquier movimiento durante el funcionamiento.

7.2 Protecciones para el transformador.

Aunque los **Reglamentos de A.T**., indican qué protecciones debe llevar, se recuerdan aquí las más fundamentales para asegurar la fiabilidad del transformador y su servicio.

7.2.1 Protección contra sobreintensidades y sobrecalentamientos.

Es necesario proteger el transformador contra los efectos térmicos y dinámicos que producen las sobreintensidades y cortocircuitos.

Para ello se utilizará un interruptor automático o cortacircuitos fusibles, que deben tener en cuenta las sobrecargas que puedan preverse y calibrados para que no puedan circular corrientes superiores a 1,5 o 2 veces la intensidad asignada (ver placa de características).

7.2.2 Ventilación de la celda del transformador.

Como ya se ha indicado es necesario permitir la ventilación adecuada para limitar el calentamiento del transformador más allá de los límites permitidos por las normas.

Si el transformador se monta dentro de una celda, hay que asegurar en ella la buena ventilación y el buen dimensionamiento de la entrada y salida del aire.

El transformador ha de estar como mínimo a 100 mm de las paredes de la celda y sus conexiones de A.T. y B.T. a una distancia mínima del techo y las paredes de la misma de 350 mm.

Las superficies de entrada, E y la salida S, deben tener como mínimo en m^2, las superficies que dan las fórmulas siguientes:

$$E = P / 5{,}4 \quad H \qquad\qquad S = 1{,}15E$$

Siendo:

H = Distancia entre los centros de las aberturas, expresada en metros.

P = La suma de las pérdidas en vacío y a plena carga del transformador en kW.

NOTA: Esta fórmula es válida para una temperatura ambiente máxima de 40ºC y una altitud máxima de 1000 m.

Deberá evitarse:

- Que la temperatura del aire ambiente exceda las condiciones señaladas por las normas.
- Instalar el transformador en locales reducidos con persianas o paredes metálicas expuestas a pleno sol.
- Aspirar o expulsar, en el mismo local del transformador el aire destinado a enfriarlo.
- Instalar el transformador en locales destinados a otros usos; en particular aquellos en que existan aparatos que trabajen a temperaturas elevadas: calderas, generadores de vapor, etc.
- Si la instalación del transformador no puede hacerse en locales en los que la ventilación natural sea suficiente, se debe prever una ventilación forzada.

7.2.3 Sistemas de extinción de incendios.

No es necesario un dispositivo de recogida del líquido dieléctrico ni sistemas de extinción de incendios. Estos transformadores deberán instalarse de forma que el calor generado no suponga riesgo de incendios para los materiales próximos.

7.2.4 Protección contra sobretensiones.

Para la protección contra las sobretensiones, tanto de frecuencia industrial como de origen atmosférico, deben utilizarse pararrayos de resistencia variable, cuyas características son función del Nivel de Aislamiento del transformador y de las características de la red, y con una adecuada puesta a tierra de acuerdo con los **Reglamentos de A.T.** en cada país.

En este punto es indispensable la colaboración con la Compañía Eléctrica a cuyo sistema se conecte el transformador.

8. CONEXIONES

8.1 Acoplamiento.

El transformador deberá conectarse a los circuitos de A.T. y B.T. con conexiones fijadas de forma que no ejerzan esfuerzos sobre las bornas, sección suficiente para evitar calentamientos excesivos y, al mismo tiempo, tengan posibilidades de dilatación.

Es importante asegurarse de la buena conexión y apriete de toda la tornillería.

IMPORTANTE

Debe comprobarse que la posición del conmutador es la correcta y, si se trata de un transformador multitensión, que el arrollamiento de A.T. está conectado a la tensión que va a ser la de servicio.

¡LOS CONMUTADORES DEBERÁN ACCIONARSE SIEMPRE SIN TENSIÓN!

- Así mismo hay que asegurarse, con un ohmímetro y en todas las posiciones del conmutador, que hay continuidad en el circuito y que los puentes están bien sujetos en la posición de trabajo.

- La envolvente ó brida inferior del transformador se conectará a tierra de forma eficaz y permanente por medio de los tornillos de puesta a tierra situados en la parte inferior derecha de las dos caras de la envolvente ó brida inferiores opuestas y de mayor dimensión. El conductor de la puesta a tierra deberá dimensionarse de acuerdo con los **Reglamentos de A.T.** de cada país y en función de las características del transformador.

8.2 Acoplamiento en paralelo.

Si el transformador tiene que acoplarse en paralelo con otros transformadores, debe revisarse si cumple las condiciones de compatibilidad que exigen las normas, tanto en lo referente a las tensiones, la posición de los conmutadores, la tensión de cortocircuito y al grupo de conexiones. Ver normas nºs CEI 60076-4 y CEI 60606-4.

- Idénticas tensiones y frecuencias nominales (tolerancia en tensión 0,5%).
- Pertenecer al mismo grupo vectorial.
- Idéntica tensión de cortocircuito (tolerancia ±10%).
- Relación de potencias (máximo) 3/1 en régimen continuo.

9. PREVENCIÓN DE RUIDOS Y DE DESCARGAS DISRUPTIVAS

9.1 Ruidos.

- Al conectar el transformador a la red se comprobará que la posición del conmutador, y la conexión del arrollamiento de A.T., en su caso, se corresponden con la tensión de servicio. De otro modo se puede sobresaturar el circuito magnético y aumentar notablemente el ruido.

- Comprobar que las cuatro ruedas del transformador están firmemente apoyadas en el suelo.

- No colocar rejillas o protecciones sujetas a las partes metálicas del transformador.

- Colocar cables de B.T. flexibles sujetos con soportes aislantes.

Potencia nominal kVA	Nivel de potencia acústica dB(A) (UNE 21538)	
	Hasta 24 kV	36 kV
50	59	-
100	59	-
160	62	66
250	65	67
400	68	69
630	70	71
1000	73	73
1600	76	76
2500	81	81

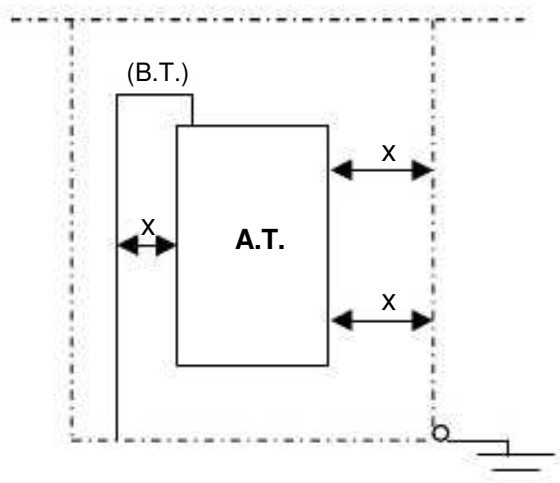
Los valores de nivel de potencia acústica indicados en la tabla son los máximos admisibles y se determinan en base a los valores de presión acústica medidos en los ejes del transformador en cuatro posiciones a 0,3 m según la norma UNE-EN 60076-10.

9.2 Descargas disruptivas.

Para evitar las descargas disruptivas guardar las distancias indicadas en la tabla, entre A.T. y B.T. o partes metálicas.

Estas distancias son:

TENSIÓN MÁS ELEVADA PARA EL MATERIAL (kV)	DISTANCIA (X) (mm) Desde partes aisladas
12	50
24	120
36	200



Es muy importante conservar la distancia mínima **x** desde las partes aisladas del arrollamiento ó conexiones de A.T. a las partes metálicas o B.T., para evitar posibles averías.

Para distancias entre partes no aisladas de A.T. y partes metálicas o B.T. se tomarán los valores indicados en el Reglamento de A.T. o normativa aplicable en cada país.

Asea Brown Boveri no se responsabiliza del posible fallo si esta distancia no es respetada.

MUY IMPORTANTE

El aislamiento de las bobinas no garantiza la seguridad de las personas ante contactos accidentales, por este motivo estos transformadores se instalarán separados de los lugares de fácil acceso.

En el recubrimiento de las bobinas se colocan señales de peligro y advertencia bien visibles.

10. REVISIONES ANTES DE LA PUESTA EN SERVICIO

10.1 Revisiones.

El transformador se suministra terminado y preparado para su instalación pero antes de su puesta en servicio hay que proceder a las siguientes revisiones:

- Se verificarán todas las recomendaciones indicadas en los capítulos: 7. Instalación, 8. Conexiones, y 9. Prevención de ruidos y de descargas disruptivas.

- Así mismo se atenderá a la limpieza del mismo utilizando para tal efecto un aspirador que elimine el polvo adherido.

- Verificar el dispositivo de protección térmica (ver cap. 14 "Accesorios").

- Verificar la resistencia de aislamiento según tabla.

Aislamiento entre:	Tensión de ensayo	Valor mínimo en MΩ
A.T./B.T.	5.000 v	1 por kV A.T.
A.T./Masa	5.000 v	1 por kV A.T.
B.T./Masa	2.000 v	2

10.2 Puesta en servicio.

Una vez conectado el transformador a la red de A.T.:

- Se aplicará tensión sin carga, observándolo durante una hora. Durante ese tiempo no deben producirse anomalías.

- Después de un periodo prolongado de almacenamiento o desconexión, se recomienda conectar primero el transformador unas 4 horas en vacío para que con el calor del núcleo pierda la posible humedad acumulada en el transformador. Después de este periodo se puede poner en funcionamiento normal.

- Se medirá la tensión en bornas de B.T. para comprobar la tensión de salida correspondiente según la relación de transformación.

- Aplicar la carga progresivamente, hasta su potencia nominal y prestar atención a la elevación de temperatura.

11. MANTENIMIENTO

11.1 Frecuencia de las revisiones.

Anual: ambientes normales.

Trimestral: ambientes contaminados por polvo o humos industriales, así como los transformadores situados en parques eólicos y sometidos a vibraciones.

11.2 Precauciones.

Se tomarán las medidas exigidas por la legislación vigente. Entre ellas recordamos las siguientes como las más importantes.

Antes de proceder al examen o mantenimiento del transformador:

- Se desconectarán los interruptores de A.T. y B.T. dejando el transformador fuera de servicio.
- Con una pértiga aislante se pondrán a tierra los pasatapas del transformador, para asegurar que no queda carga estática en el mismo.
- Se cortocircuitan a continuación los pasatapas o bornes y se pondrán a tierra.

11.3 Revisiones.

- Revisión y apriete de tornillos, conexiones y puentes de cambio de tensión.
- Limpieza del polvo adherido a las superficies con un aspirador o soplado con aire o nitrógeno secos (presión máxima 3 Kg/cm^2). Puede utilizarse una botella de nitrógeno en las condiciones normales de suministro dotada de manoreductor.
- Comprobación del dispositivo de protección térmica que incluye las sondas (tipo Pt100 o termistores) y la centralita de medida (ver capítulo 14 "Accesorios").

¡ATENCIÓN!

Este transformador es de bajo mantenimiento

Todo lo indicado anteriormente no exime del cumplimiento de las exigencias establecidas por la Legislación vigente sobre los Centros de transformación para:

Proteger las personas y la integridad y funcionalidad de los bienes que pueden resultar afectados por las mismas instalaciones.

Esta inspección debe hacerse en todos los transformadores, y en los de menos de diez años desde su fabricación, en contacto con el fabricante, que debe conocer los resultados para recomendar acciones correctoras en su caso.

11.4 Pares de apriete de las conexiones

INSTRUCCIONES PARA LA REALIZACIÓN DE UNIONES ATORNILLADAS EN BAJA Y ALTA TENSIÓN

CONEXIONES ATORNILLADAS DE B.T.

	Interior	Exterior	
Calidad de la tortillería	8.8	8.8	Inox. A2 ó A4
Lubricante para tornillo y tuerca	Aceite SAE 30 ó 40 Grasa de vaselina	Grasa de bisulfuro de molibdeno (M_OS_2)	
Tornillo / Tuerca	Pares de apriete (Nm)		
M 8	10	15	20
M 10	20	30	40
M 12	40	60	75
M16	80	120	140

Cuando alguna o ambas barras a unir, sean de aluminio, es necesario eliminar la capa de óxido de aluminio mediante cepillado o lijado con “Scoth Brite” o similar. Esta capa es prácticamente invisible y de una gran resistividad, por lo que su presencia impide la realización de un buen contacto. Esta operación debe repetirse si por alguna causa se desmontan las barras de conexión.

Una vez limpio, aplicar una capa muy fina de grasa especial para contactos eléctricos. Seguidamente efectuar la conexión y apretar los tornillos de acuerdo con la tabla anterior.

Las uniones aluminio/cobre deben llevar placa bimetálica.

Los pares de apriete que se indican en la tabla son los correspondientes a tornillos engrasados.

Pueden utilizarse aceite de engrase o grasa blanca de vaselina, al objeto de no ensuciar el entorno de la conexión.

En tornillería de inoxidable o galvanizada en caliente, debe utilizarse grasa de bisulfuro de molibdeno. Debe limpiarse el excedente que sobre después del apretado.

CONEXIONES ATORNILLADAS DE A.T.

Tornillo/tuerca	M6	M8	M10	M12	M16
Par de apriete (Nm)	5	10	20	40	100

Los tornillos de A.T. no deben engrasarse porque están atornillados con latón.

12. MEDIO AMBIENTE

12.1 Introducción.

Asea Brown Boveri, S.A., en su planta de Zaragoza, tiene implantado y certificado un Sistema de Gestión Ambiental según la norma UNE-EN-ISO 14001 y el Reglamento CE 761/2001 (EMAS) y ha identificado los posibles accidentes, incidentes y situaciones que pueden producir efectos Ambientales perjudiciales para el Medio Ambiente.

El Sistema de gestión Ambiental se aplica tanto en los procesos de fabricación como en el funcionamiento del producto tal y como se expone en la política Ambiental.

Nuestro compromiso es de mejora continua y dentro de este contexto ofrecemos a nuestros clientes información ambiental que afecta al producto y desarrollamos en los puntos 3, 4 y 5 de este capítulo. Esta información está basada en nuestros conocimientos actuales siempre con el compromiso de perfeccionarla a medida que estos aumenten.

Les indicamos también que existe una amplia y extensa gama de legislación en continua evolución, lo que dificulta ofrecer una visión actualizada de la misma. No obstante, encontrarán legislación de la comunidad europea, del propio país y de las comunidades autónomas y Ayuntamientos.

El dpto. de Calidad y Medio Ambiente de Asea Brown Boveri Zaragoza se pone a disposición de sus clientes para cuantas consultas y ayuda requieran respecto al Medio Ambiente.

12.2 Política ambiental.

ABB

POLÍTICA AMBIENTAL

Nuestro criterio sobre el Medio Ambiente es el respeto por la Naturaleza y la vida

Todas las actividades, procesos y servicios, están encaminados al cumplimiento de los requisitos ambientales, a la mejora continua y a la prevención de la contaminación.

Nos comprometemos a:

- Cumplir los requisitos reglamentarios y la legislación.
- Evitar la contaminación a la atmósfera, al agua y del suelo.
- Evolucionar hacia un sistema de mejora continua en materia de Medio Ambiente.
- Minimizar y prevenir los efectos ambientales perjudiciales.
- Establecer, revisar y publicar los objetivos, metas y declaración ambiental.
- Minimizar la producción de residuos y procurar emplear materias reutilizables.
- Actualizar la Política ambiental, hacerla pública y accesible interna y externamente.
- Involucrar a proveedores y empresas subcontratadas.

Nos aseguraremos que estos aspectos mencionados son comprendidos y asumidos en todos los niveles de la organización, mediante programas de formación, sensibilización y mejora continua.

Nos adherimos a las Norma UNE-EN ISO 14001 Reglamento CE 761/2001 (EMAS) y Reglamentos del Sistema de Gestión ambiental aplicables que perfilan los requisitos ambientales en nuestro negocio.

Director General

ABB Asea Brown Boveri, S.A.

Impacto ambiental

Es cualquier acción transformadora ocasionada directamente por las actividades, productos y servicios de una organización en el medio ambiente, sea perjudicial o beneficiosa.

12.3 Impacto ambiental del transformador en servicio.

Impactos ambientales identificados con el transformador en servicio:

- Consumo de energía eléctrica.
- Emisión de ruido.
- Aumento de la temperatura circundante.

12.3.1 Consumo de energía eléctrica.

El transformador es una máquina eléctrica estática que tiene un rendimiento aproximadamente de un 98%. Este 2% de potencia perdida se invierte en pérdidas en su circuito magnético y en los arrollamientos.

Estas pérdidas se disipan en calor al ambiente circundante y están limitadas y sujetas a cumplimiento de Normas y/o a especificaciones de nuestros clientes.

12.3.2 Emisión de ruido.

El transformador lleva un circuito magnético que por efecto de la magnetoestricción provocada por el flujo magnético emite un ruido que puede ser molesto para las personas, así como vibraciones que se transmiten por el suelo o estructuras provocando ruidos en lugares próximos a la ubicación del mismo.

El nivel sonoro de los transformadores está regulado por las normas UNE-EN/CEI correspondientes, así como por reglamentaciones de los ayuntamientos y dependen de si el mismo está ubicado en zonas urbanas o industriales.

Podemos limitar su impacto si seguimos las instrucciones indicadas en el capítulo 9MITS/97.

12.3.4 Aumento de la temperatura circundante.

La disipación de pérdidas en el núcleo magnético y en los arrollamientos se convierte en un aumento de la temperatura circundante al transformador que a su vez se disipa en el medio favorecido por la temperatura circundante mas baja.

La nula emisión de gases o pérdidas de líquido refrigerante hace mínimo su impacto ambiental.

12.4 Aspectos ambientales en situación de emergencia.

El transformador seco posee las ventajas de no contener ningún tipo de líquido refrigerante, por lo que no tiene fugas y por tanto, no es necesario ningún dispositivo especial de recogida de líquidos.

Consumo elevado de energía.

Causas: Alimentación excesiva de tensión o de corriente.

Excesivo nivel de ruido.

Causas: Alimentación excesiva de tensión. Aflojamiento del núcleo magnético. Objetos extraños cerca del transformador, mala ubicación del transformador cerca de objetos reflectantes. Mal asentamiento. Conexionado rígido en B.T.

Excesivo calentamiento.

Causas: Alimentación excesiva de tensión o de corriente, objetos cercanos que impidan la refrigeración natural y/o cegamiento de canales de refrigeración por cuerpos extraños.

Incendio.

Causas: Deficiente funcionamiento del transformador. Cortocircuito interno.

El transformador es autoextinguible.

Gases de combustión.

Causas: Incendio.

Estos gases no son perjudiciales ni para la salud ni para el medio ambiente.

12.5 Residuos.

Este tipo de transformador no genera residuos en su funcionamiento normal.

El embalaje y/o los palets con los que se puede suministrar el transformador son de madera y se pueden reutilizar o reciclar según su estado. Así mismo, el embalaje estándar es de plástico reciclable.

¡Por Favor sea respetuoso con el Medio Ambiente.
Recicle o reutilice estos productos!

Durante su mantenimiento no se generan residuos y al final de su vida pueden generarse los siguientes:

- *Arrollamientos encapsulados*. Puede recuperarse la chatarra de aluminio o cobre si se destruye el recubrimiento de resina. La resina se gestiona como un residuo urbano inerte y el cobre o el aluminio pueden reciclarse.

- *Arrollamientos de B.T. de cobre o aluminio*. Pueden reciclarse eliminando el recubrimiento de aislamiento adherido a su superficie.

- La *chapa magnética* puede eliminarse como chatarra o reciclarse.

- Las *bridas, envolventes, ruedas, tornillería* y en general las partes metálicas pueden eliminarse como chatarra o reciclarse.

12.6 Incendio.

Este transformador es autoextinguible y arde con dificultad, no obstante se deberán tener en cuenta las siguientes medidas para su extinción:

¡ATENCIÓN!
No utilizar AGUA para intentar combatir el fuego

MEDIOS DE EXTINCIÓN: Dióxido de carbono
Espuma
Polvo seco

13. REPARACIONES

- Si el transformador en su funcionamiento presentara alguna anomalía, deberá comunicarse al fabricante que dará las instrucciones oportunas.

- Si la verificación del transformador exigiera su reparación o modificación, estas operaciones serán realizadas por el fabricante.

ATENCIÓN

Cuando el transformador que reciba este dañado debe comunicarse urgentemente a fábrica (ver hoja 42 de este manual). Puede ser importante tomar fotografías antes de descargar el transformador y reflejar las anomalías en el CRM del transportista.

NOTA:

En caso de no seguirse estas instrucciones el fabricante original deja de ser responsable del funcionamiento del transformador y su fiabilidad. Esta responsabilidad recae en el reparador.

14. ACCESORIOS

El transformador va dotado de los accesorios siguientes de acuerdo con las Normas en vigor o especificaciones del cliente:

- ☒ Placa de características.
- ☒ Dos terminales de tierra.
- ☒ Señalizaciones de seguridad.
- ☒ Protección térmica. Sensores de temperatura montados en un alojamiento ubicados en las fases de B.T. (centralita para medida de temperatura; opcional).
- ☐ Ventiladores.
- ☐ Envolvente.

14.1 Protección térmica.

La protección térmica o centralita se suministra convenientemente embalada y sujeta junto con el transformador para que nuestros clientes la instalen donde sea conveniente.

Se utilizan 2 sistemas de protección térmica, los cuales son:

- Protección a base de termistores con señal de alarma y disparo en centralita. Esquema 1.
- Protección a base de sondas Pt100 con medida y señales de alarma y disparo en centralita. Esquema 2.

Las instrucciones para el ajuste de las centralitas y el cambio para las señales de alarma y disparo están indicadas en la información que se suministra adjunta a la centralita.

Las temperaturas de ajuste aconsejadas de los niveles de alarma y disparo para un calentamiento medio en el arrollamiento de 100 K y una temperatura ambiente máxima de 40ºC para clase F son:

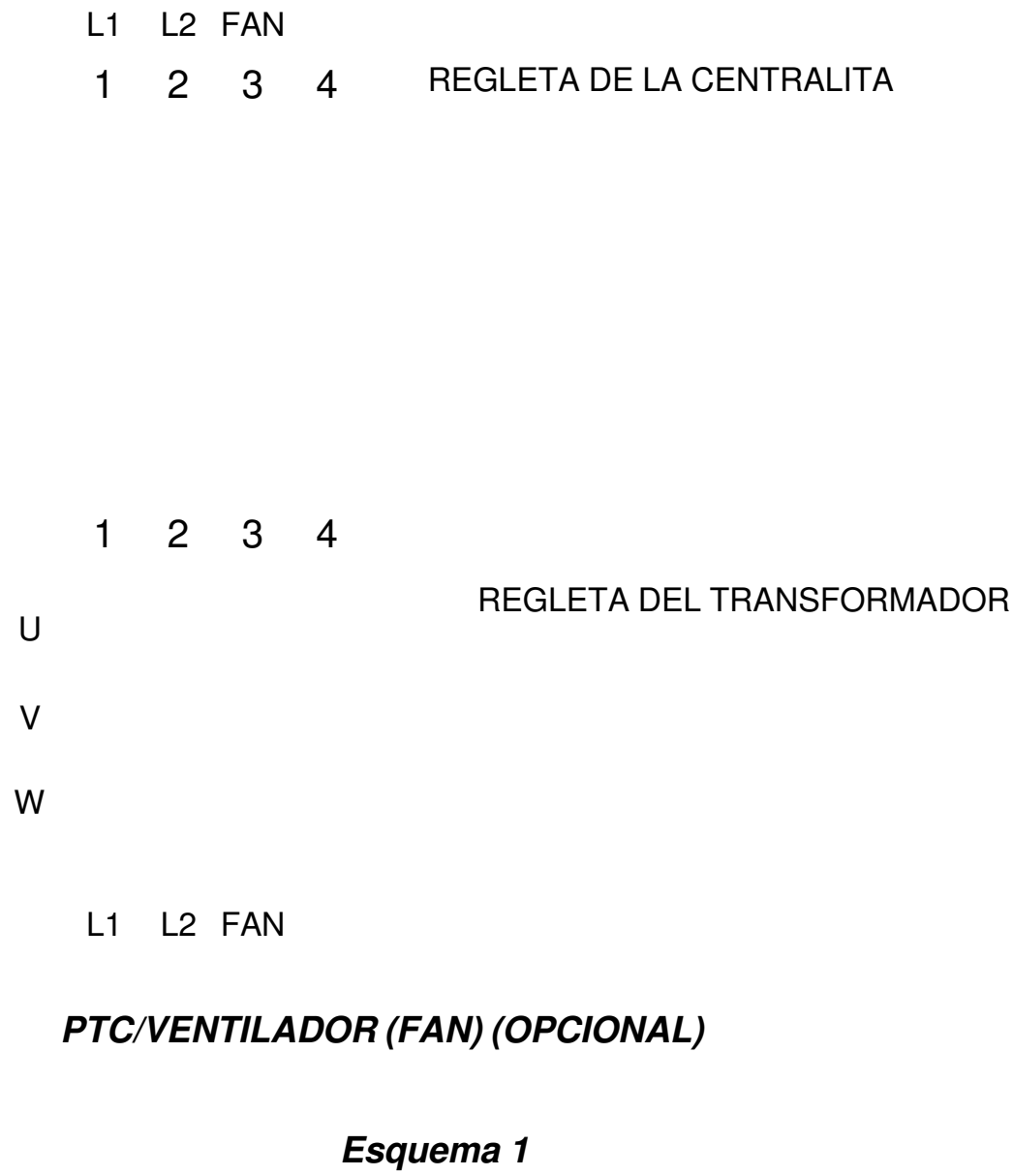
	Sonda Pt100	Termistor	
Alarma (ºC)	130	130	Azul-Azul
Disparo (ºC)	150	150	Negro-Negro
Ventiladores (Conex/desconex.) (ºC)	120/110	110	Marrón-Marrón

Para clase H las temperaturas indicadas se incrementan 20ºC.

INTERCONEXIÓN ENTRE TRANSFORMADOR Y CENTRALITA

La interconexión entre la regleta del transformador y la centralita se hace con tres o cuatro hilos.

Deben conectarse las fichas marcadas con 1, 2 y 4 (3 opcional) en el transformador y en la centralita.



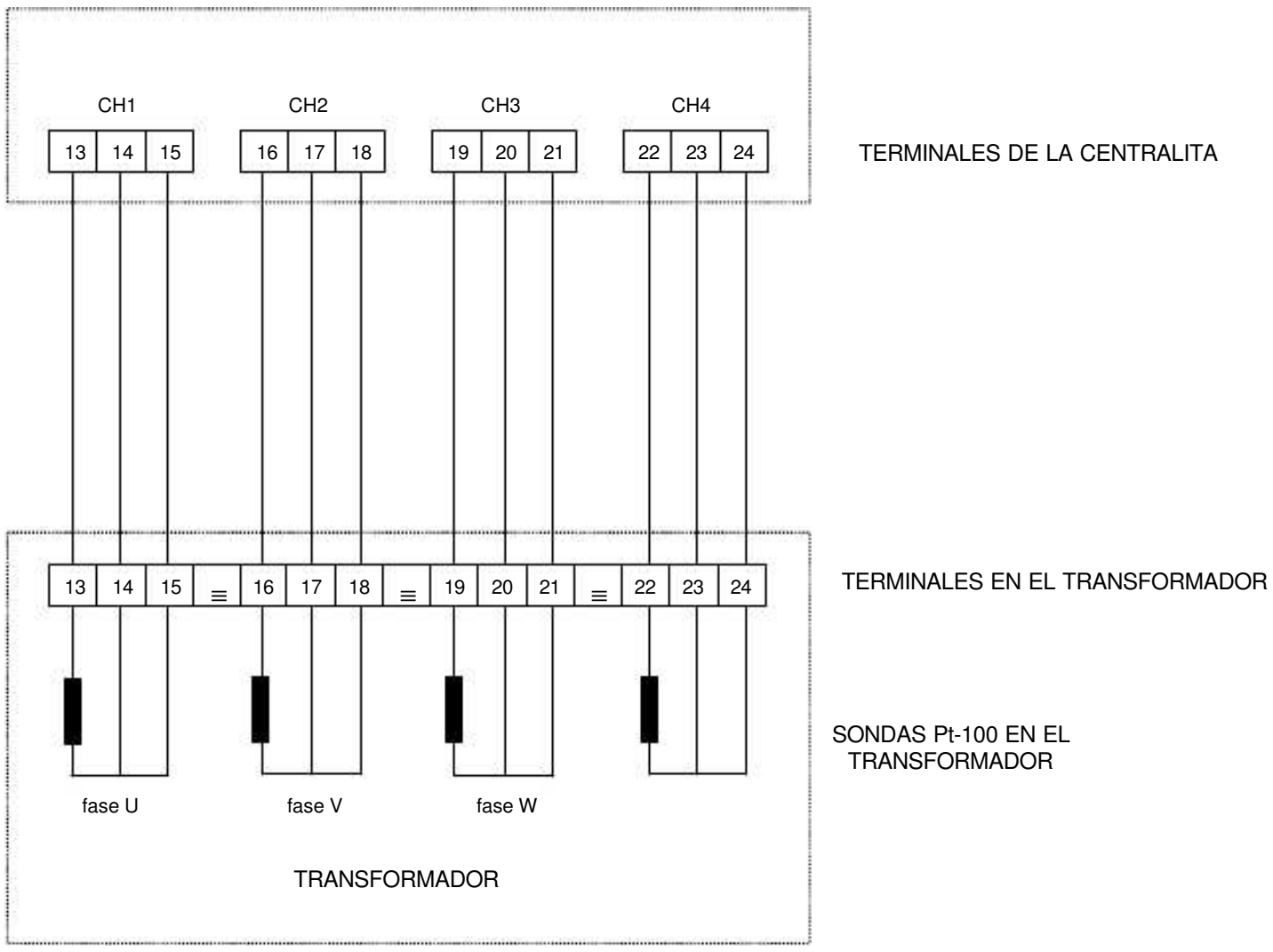
Esquema 1

INTERCONEXIÓN ENTRE TRANSFORMADOR Y CENTRALITA

El transformador incluye tres o cuatro sondas Pt-100, una por fase, que se conectarán a la centralita. La conexión de las tres sondas Pt-100 desde el transformador a la centralita se efectúa con nueve o doce hilos.

Los nueve terminales del transformador y la centralita se numeran igual.

El canal 1 de la centralita corresponde a la fase U del transformador, el canal 2 a la fase V y el canal 3 a la W.



CH4 *–Cuarta sonda en núcleo (opcionales)*

Esquema 2

Estas interconexiones pueden variar en función del modelo de centralita utilizada. La numeración indicada en la regleta siempre coincide con la indicada en la centralita.

15. ANOMALÍAS EVENTUALES Y SOLUCIONES RECOMENDADAS

Por si durante el funcionamiento, o en las revisiones periódicas, se encontrase alguna anomalía resumimos éstas y sus soluciones en la siguiente tabla:

SÍNTOMAS	ELEMENTOS AFECTADOS CAUSAS PROBABLES	SOLUCIONES
Resistencia de aislamiento baja	**Dieléctrico.** Presencia de humedad en superficie de arrollamientos.	Limpiar con aire seco. Ventilar.
	Dieléctrico. Envejecimiento, suciedad.	Contactar con el fabricante. Limpiar con aire seco.
En la conexión del transformador dispara el automático de protección	**Bobinados.** Defecto de los bobinados.	Contactar con el fabricante.
	Conmutador de tomas	
	Tensión primaria no coincide con la posición del conmutador.	Verificar que la posición del conmutador coincide con la tensión primaria.
	Fusibles	
	Mal calibrado.	Cambiar el fusible.
	Relés de protección	
	Mal reglaje de la temporización y/o de la intensidad.	Revisar temporización y reglaje de intensidad.
Tensión secundaria anormal	**Tensión primaria**	
	Ausencia de tensión primaria.	Revisar instalación y contactar con la Cía. Eléctrica.
	Conmutador de tomas	
	Mal posicionamiento.	Cambiar posicionamiento

SÍNTOMAS	ELEMENTOS AFECTADOS CAUSAS PROBABLES	SOLUCIONES
	Bobinados	
	No existe continuidad en los bobinados.	Contactar con el fabricante.
Tensión muy baja	**Tensión primaria**	
	Muy baja	Revisar instalación y contactar con la Cía Eléctrica.
Tensión muy alta	**Tensión primaria**	
	Muy alta	Revisar instalación y contactar con la Cía Eléctrica.
Tensión desequilibrada	**Conmutador de tomas**	
	Mal posicionado en alguna fase.	Revisar posición de los 3 conmutadores.
		Revisar instalación y contactar con la Cía Eléctrica.
	Fusible	
	Fundido	Cambiar fusible.
	Bobinados	
	No existe continuidad en los bobinados.	Contactar con el fabricante.
	Instalación de B.T.	
	Desequilibrio de cargas.	Revisar instalación de B.T.
	Mal acoplamiento.	Verificar conexiones de B.T.

SÍNTOMAS	ELEMENTOS AFECTADOS CAUSAS PROBABLES	SOLUCIONES
Disparos intempestivos durante el funcionamiento	**Termómetro**	
	Mal funcionamiento.	Verificar. Cambiar.
	Mal regulados el disparo y la alarma.	Verificar reglaje. Corregir
	Sondas Pt100 o termistores	
	Defecto de las sondas o termistores.	Comprobar sondas o termistores.
	Bobinados	
	Perforación de aislantes.	Contactar con el fabricante.
	Fusible	
	Fundido	Cambiar fusible.
	Relés	
	Mal temporizados.	Revisar temporización.
Temperatura de marcha anormal	**Local de instalación**	
	Ventilación insuficiente.	Revisar aireación del local.
	Temperatura ambiente elevada.	
	Red de B.T.	
	Sobrecargada.	Verificar posibles aumentos de potencia y descargar el Transformador.
Nivel sonoro alto	**Núcleo magnético**	
	Tensión de alimentación alta	Ajustar el conmutador o regulador.
	Accesorios flojos	
	Mal montaje de elementos que producen vibraciones.	Repasar. Reapretar.

SÍNTOMAS	ELEMENTOS AFECTADOS CAUSAS PROBABLES	SOLUCIONES
	Poca distancia a las paredes	Eliminar elementos.
	Elementos reflectantes.	Estudio de la zona.

16. PLACA DE CARACTERÍSTICAS

Todos los transformadores llevan su correspondiente placa de características que identifica y define las características esenciales del mismo.

Esta placa está colocada (salvo indicación expresa de nuestros clientes) en el lado de B.T. remachada, pegada o atornillada sobre la brida superior, en un soporte soldado o en la envolvente del transformador.

17. GARANTÍA

El Director de Calidad de Asea Brown Boveri, S.A., Transformadores de Distribución, centro de Zaragoza, en su nombre y representación

Certifica:

Que el transformador cuyo protocolo se adjunta, ha sido fabricado y ensayado conforme a las especificaciones del pedido, normas y códigos aplicables con resultados satisfactorios.

En consecuencia,

Garantiza:

Contra todo defecto de fabricación al citado transformador, durante un periodo de doce meses a partir de su puesta en servicio o dieciocho meses a partir de la fecha de expedición.

El alcance de esta garantía no cubre los efectos producidos por malos tratos o uso indebido del transformador.

Director de Calidad
Asea Brown Boveri, S.A.