

# Máquinas eléctricas

## Catálogo de ensayos

Prevee fallos inesperados

Optimiza el rendimiento de tus equipos

Encuentra soluciones adaptadas a cada tipo de máquina



# Ensayos a máquinas eléctricas



## ACEITES LUBRICANTES

### Básico

Aspecto visual y color

Viscosidad a 40°C

Agua (Concentración)

Espectro FTIR (Oxidación, Nitración)

PQ Index

Contenido en Metales de desgaste, contaminación y aditivación

### Estándar

*Todo lo incluido en el básico y:*

TAN (Número Ácido Total)

Contaje Partículas Contaminantes

### Motor

*Todo lo incluido en el estándar y:*

Índice de viscosidad (incluye viscosidad cinemática a 40°C y 100°C)

P. Inflamación

### Compresores

*Todo lo incluido en motor y:*

Demulsibilidad

### Engranajes, multiplicadoras y turbinas hidráulicas

*Todo lo incluido en compresores menos:*

P. Inflamación

### Otros ensayos disponibles

- Contenido en agua (kf) • Ph • TBN
- Densidad • Separación de emulsiones
- Factor de disipación dieléctrica (tangente  $\delta$ )
- Ferrografía directa y óptica • Resistividad
- Punto de inflamación en vaso cerrado
- Rigidez dieléctrica • Tensión interfacial
- Filtrabilidad • Antiherrumbre • Cenizas
- Insolubles en héptano • Cesión de aire

### RECONOCIMIENTOS

CEIS cuenta con los siguientes reconocimientos



## CONTACTO

+34 916 169 710

comercial@ceis.es

www.ceis.es



# Ensayos a máquinas eléctricas



## FLUIDOS DIELECTRICOS

### Líquidos aislantes

- Aceite silicona y minerales aislantes
- Ésteres sintéticos • Ésteres naturales

### Equipos refrigerados con aceite aislante

- Transformadores • Reactancias
- Bornas • Transformadores de medida
- Reguladores de tomas en carga
- Disyuntores • Cables de alta tensión
- Aparata de aceite conexión y control
- Centros de Datos (Data-centers)

### Usos

- Aceites nuevos
- Mantenimiento equipos rellenos de líquido aislante
- Evaluación estado tratamiento del aceite

### Ensayos disponibles

- Análisis gases disueltos • Tensión interfacial
- Aspecto Visual e Índice de Color • Densidad
- Azufre potencialmente Corrosivo
- Determinación de DBDS • Contenido agua
- Compuestos furánicos disueltos por HPLC
- Resistividad en corriente continua
- Sedimentos y lodos precipitables
- Espectrometría Infrarroja • Punto de fluidez
- Viscosidad cinemática a 40°C
- Estabilidad a la oxidación
- Factor de pérdidas dieléctricas (Tg d)
- Índice de neutralización • Pasivantes (IG 39)
- Inhibidores a la Oxidación • Stray gassing
- Determinación PCBs
- Carbono tipo por IR • Punto de congelación
- Recuento de partículas
- Punto de inflamación. Método Pensky-Martens en vaso cerrado
- Tensión de Ruptura Dieléctrica (Rigidez)

## CONTACTO



+34 916 169 710



comercial@ceis.es



www.ceis.es

### RECONOCIMIENTOS

CEIS cuenta con los siguientes reconocimientos



# Sobre los ensayos

## Ensayo

## Norma

## Descripción

**Análisis de gases disueltos  
Método de extracción a vacío  
con bomba Toepler**

UNE EN 60567:2012  
Apdo. 7.2, 7.5, 8 y 9

El análisis de gases disueltos permite diagnosticar el estado de los equipos eléctricos rellenos de aceite.

**Compuestos furánicos  
disueltos por HPLC Método B  
de extracción**

UNE EN 61198:1996

Los derivados furánicos son compuestos específicos de la descomposición de la celulosa, mediante el análisis de furanos se evalúa la degradación de aislamiento celulósico.

**Aspecto Visual y color**

ISO 2049:1996

El color de un aceite aislante es una propiedad que puede ser útil para realizar una evaluación comparativa para ver síntomas de degradación y/o contaminación.

**Contenido en agua por  
valoración volumétrica de  
Karl-Fischer**

UNE-EN 60814:99

El contenido en agua tiene un impacto significativo en el sistema de aislamiento y en el estado del aceite. Influye en la tensión de ruptura dieléctrica del aceite, el aislamiento sólido y la tendencia al envejecimiento del líquido aislante.

**Determinación de la Tensión  
de ruptura dieléctrica**

UNE-EN 60156:97

La tensión de ruptura mide la capacidad del aceite a soportar solicitaciones eléctricas, siendo una de las principales funciones de aceite contenido en el equipo. Un descenso en este parámetro suele ser provocado por la presencia de contaminantes principalmente agua y partículas.

**Determinación del Factor de  
Perdidas Dieléctricas (Tg  $\delta$ )**

UNE-EN 60247:04

Este parámetro es muy sensible a la presencia de contaminantes polares, productos de envejecimiento o coloides en el aceite.

**Determinación del Índice de  
Neutralización**

PE ACE 04 Rev 06

Mediante la medida del índice de neutralización (acidez) es un indicador de la degradación de un aceite aislante. El aumento de la acidez aceite usado se debe a la formación de productos de oxidación ácidos. Los ácidos y otros productos de oxidación, junto con el agua y los contaminantes sólidos, afectan a las propiedades dieléctricas. Los ácidos tienen impacto en la degradación de los materiales celulósicos y también pueden ser responsables de la corrosión de las partes metálicas del transformador.

**Recuento y distribución de  
partículas por tamaños**

UNE-EN 60970:2008

La presencia de un elevado contenido en partículas puede ser síntoma de contaminación física que puede ser debida a diversos factores

**Índice de neutralización,  
acidez por el método  
colorimétrico**

IEC 62021-2:2007

Es posible determinar la acidez del aceite aislante mediante una valoración colorimétrica con indicadores que cambian de color al alcanzarse un pH determinado.

## Ensayo

## Norma

## Descripción

Determinación de la acidez.  
Métodos de ensayo para  
aceites no minerales aislantes

UNE-EN 62021-3:2015

La medida de acidez para aceites no minerales

Espectrometría Infrarroja

PT-QUI-27 REV01

Se basa en la absorción de la radiación infrarroja, permite determinar factores como presencia de contaminantes, degradación, aditivos y la huella característica del aceite.

Análisis del contenido en  
Policlorobifenilos (PCBs) en  
aceite mineral aislante por  
cromatografía de gases con  
columnas capilares

UNE-EN 61619:04

Los policlorobifenilos (PCB's) se usaron como aislantes a mediados del siglo XX debido a su alta estabilidad térmica, resistencia e inflamabilidad. Posteriormente se detectó que eran peligrosos para la salud, por lo que se prohibió su uso a partir de 1986. El Real Decreto 1378/1999, de 27 de agosto y su modificación el Real Decreto 228/2006 se establece la definición de los equipos que contienen PCBs y las medidas de gestión y eliminación.

Compatibilidad de aceites  
minerales aislantes

UNE EN 60422:2013

El estudio de compatibilidad de aceites minerales aislantes, tiene como objetivo evaluar la viabilidad de las mezclas de aceites no usados de diferentes orígenes.

Compuestos de azufre  
corrosivo en líquidos aislantes  
nuevos y usados (DBDS)

UNE EN 62697-1:2013

Es un método cuantitativo para determinar de forma cuantitativa la formación de compuestos de azufre corrosivo, dibencildisulfuro (DBDS).

Detección del azufre  
potencialmente corrosivo

UNE-EN 62535:2009

Es un método cualitativo para determinar la formación de depósitos de sulfuro de cobre en una pletina cobre y sobre la superficie de papel celulósico.

Determinación del contenido  
en Pasivante

UNE EN 60666:2011

El pasivante es un aditivo específico cuyo objetivo es evitar o retrasar el ataque producido por el azufre corrosivo.

Sedimentos y lodos  
precipitables

UNE EN 60422:2013

En el caso de aceites fuertemente envejecidos, puede producir la precipitación de lodos, este parámetro permite evaluar la el alcance de la degradación.

Determinación de viscosidad  
cinemática a 40°C y a -30°C

UNE EN ISO 3104:1996

La viscosidad es un factor importante en el control de la disipación del calor. Analizando este parámetro se evalúa el envejecimiento y la oxidación del aceite.

Índice de viscosidad

ISO 2909:2002

El índice de viscosidad permite caracterizar la viscosidad cinemática en función de la temperatura entre 40°C y 100°C

Densidad

UNE EN ISO 3675:1999

Mediante la medida de la densidad del aceite se puede evaluar la idoneidad del uso de aceites minerales aislantes en ambientes fríos.

## Ensayo

## Norma

## Descripción

**Punto de Congelación**

ISO 3016:1994

El punto de congelación evalúa la capacidad de un aceite de fluir a baja temperatura.

**Punto de inflamación. Método Pensky-Martens en vaso cerrado**

UNE EN ISO 2719:2003

El punto de inflamación es un factor importante en la seguridad en la operación de un equipo eléctrico, en aceites aislantes se requiere un adecuado y alto punto de inflamación.

**Detección de aditivos específicos Inhibidores a la Oxidación**

UNE EN 60666:2011

La presencia de aditivos antioxidantes mejoran la estabilidad a la oxidación, el seguimiento de este parámetro en aceites aditivados es importante para evitar una degradación acelerada del aceite.

**Tensión interfacial de soluciones de agentes de superficie. Método del estribo o del anillo**

UNE EN 14210:2004

La tensión interfacial mide la relación entre el aceite y el agua, es un indicador de la presencia de contaminantes polares solubles y productos de la degradación.

**Estabilidad a la oxidación aceites no inhibidos (Tipo U)**

UNE EN 61125:1996

La estabilidad a la oxidación proporciona información sobre el comportamiento del aceite en condiciones aceleradas de envejecimiento. Este estudio se realiza en presencia un flujo de aire constante y un catalizador de cobre metálico a 120°C. En el caso de aceites no inhibidos es de 164h.

**Estabilidad a la oxidación aceites inhibidos (Tipo I)**

UNE EN 61125:1996

Este estudio se realiza en presencia un flujo de aire constante y un catalizador de cobre metálico a 120°C. En el caso de aceites inhibidos es de 500h.

**Estabilidad a la oxidación ésteres**

UNE EN 61125:1997

Los ésteres son propensos a oxidación si están abiertos a la atmósfera, mediante el ensayo de estabilidad a la oxidación se puede evaluar su comportamiento.

**Determinación del contenido de hidrocarburos aromáticos de los nuevos aceites minerales aislantes**

IEC 60590: 1977

Mediante la determinación de los hidrocarburos aromáticos se caracteriza el tipo de aceite mineral.

**Determinación del porcentaje de carbono tipo**

Procedimiento interno

La proporción de hidrocarburos aromáticos, parafínicos o nafténicos, condiciona las propiedades finales del fluido tales como la resistencia a la oxidación, el punto de congelación o inflamación, etc.

**Determinación de metales en aceites dieléctricos**

ASTM D5185-05

La presencia de ciertos elementos en el aceite aislante está determinada por el contenido en ciertos aditivos, por la composición del aceite, la entrada de contaminantes o el estado del equipo.

## Ensayo

## Norma

## Descripción

Stray Gassing

UNE 60296:2020

El ensayo de tray gassing permite evaluar la formación de gases bajo estrés termico en presencia de aire y nitrógeno en presencia de un catalizador de cobre. Se ha demostrado que ciertos aceites pueden producir gases a baja temperatura, dando lugar a errores en los diagnósticos produciendose la interpretación de un falso funcionamiento anormal del equipo.

Permitividad eléctrica

UNE EN 60247:2004

La constante dieléctrica o permitividad representa la cantidad de energía electroestática que puede ser almacenada por unidad de volumen y por unidad de gradiente de potencial.

Código ISO de Limpieza

ISO 4406:1999

Indica la presencia de contaminación por partículas en el fluido y su clasificación en tres grupos por tamaño.

Resistividad en corriente continua

UNE EN 60247:2004 +  
ERRATUM: 2005

La resistividad es una medida de la polarización dieléctrica y de la conductividad del fluido. Variaciones con respecto al valor especificado pueden indicar contaminación del mismo.

Ensayo de Tensión de ruptura en aceite ante impulso

ASTM D3300

Esta prueba determina el voltaje de ruptura dieléctrica de los líquidos aislantes en condiciones de impulso.

Viabilidad de la regeneración del aceite

Procedimiento interno

Este estudio prodecimentado por CEIS, permite realizar la simulación en laboratorio de un tratamiento del aceite y evaluar las características finales del aceite una vez regenerado.

Viabilidad de la pasivación del aceite

Procedimiento interno

Este estudio permite evaluar la idoneidad de la realización de un aditivado de un aceite no pasivado.

Toma de muestra de aceite en equipos eléctricos rellenos de aceite

UNE-EN 60567:2012  
Apdo.4 IEC  
60475:2011 Apdo. 4.2.

CEIS es el único laboratorio acreditado a nivel nacional para la realizar la toma de muestras en máquinas eléctricas, lo que asegura una correcta toma de muestras en los equipos.

Aspecto visual y color

ASTM D 1500

El color y el aspecto del aceite lubricante pueden indicarnos el nivel de oxidación o de contaminación física del mismo

Índice de viscosidad ( incluye viscosidad cinemática a 40°C y 100°C)

ASTM D-2270

Indica la variación de viscosidad que experimenta el fluido entre dos temperaturas de referencia. El valor del índice de viscosidad sugiere el rango de temperatura útil del lubricante.

Ensayo	Norma	Descripción
TAN (Número Ácido Total)	ASTM D-664	El valor de la acidez del lubricante se determina por valoración potenciométrica. Puede utilizarse con guía de control de calidad en la formulación del mismo o como medida de la degradación oxidativa en aceites en servicio.
Agua (Concentración)	ASTM D-6304	El contenido en agua del aceite lubricante se determina mediante reacción Karl Fischer. Elevados contenidos en agua pueden provocar corrosión y desgaste prematuros debido a una pérdida del poder lubricante del fluido.
Contaje Partículas Contaminantes	ISO 4406	El código ISO determina la distribución de partículas por tamaños presentes en el fluido. Fluidos contaminados, con códigos ISO elevados, pueden indicar desgaste de los componentes del sistema.
Espectro FTIR (Oxidación, Nitración)	Procedimiento interno	El análisis molecular de lubricantes por espectroscopía FT-IR nos proporciona información del estado de degradación del fluido por reacciones de oxidación o nitración.
PQ Index	ASTM D-8184	Permite efectuar una estimación rápida de la presencia o no de partículas de desgaste de tipo ferromagnético en el fluido.
Contenido en Metales de desgaste, contaminación y aditivación	ASTM D-5185	Se determinan mediante espectroscopía atómica, ICP-OES, los elementos presentes en el aceite. Ciertos metales pueden proceder de un desgaste anómalo del equipo; mediante la cuantificación de algunos elementos es posible determinar el consumo de aditivos; la presencia de algunos elementos puede indicar entrada de contaminación en el equipo.
Formación/estabilidad de espuma	ASTM D 892	Se evalúa la capacidad de formación de espumas del lubricante. La tendencia a formar espumas puede ser un problema grave en ciertos equipos. Un lubricación inadecuada, cavitación o pérdida por desbordamiento del lubricante pueden producir fallos mecánicos.
P. Inflamación	ASTM D-93	El punto de inflamación indica la tendencia del fluido a formar una mezcla inflamable con el aire. Debe ser determinado para obtener información sobre la seguridad el sistema y puede proporcionar información sobre contaminantes presentes en el lubricante.
Contenido en agua (kf)	ASTM D-6304	El contenido en agua del aceite lubricante se determina mediante reacción Karl Fischer. Elevados contenidos en agua pueden provocar corrosión y desgaste prematuros debido a una pérdida del poder lubricante del fluido.

Ensayo	Norma	Descripción
Color	ASTM D 1500	El color y el aspecto del aceite lubricante pueden indicarnos el nivel de oxidación o de contaminación física del mismo.
Densidad	ASTM D1298	Es un parámetro condicionado por la calidad del crudo. La relación masa/volumen del fluido es específica para cada tipo de aplicación y afecta a factores como almacenamiento, manipulación o combustión.
Separación de emulsiones	ASTM D-1401	Este parámetro proporciona información de la capacidad del aceite para separarse del agua en situaciones en las que se ha producido contaminación y mezcla de ambos fluidos.
Formación espumas	ASTM D 892	Se evalúa la capacidad de formación de espumas del lubricante. La tendencia a formar espumas puede ser un problema grave en ciertos equipos. Una lubricación inadecuada, cavitación o pérdida por desbordamiento del lubricante pueden producir fallos mecánicos.
Ftir (nitrición, oxidación)	Procedimiento interno	El análisis molecular de lubricantes por espectroscopía FT-IR nos proporciona información del estado de degradación del fluido por reacciones de oxidación o nitrición.
Viscosidad	ASTM D-445	El correcto funcionamiento de los equipos lubricados depende, en gran medida, de la viscosidad del fluido utilizado. Viscosidades bajas pueden producir desgastes en la máquina por falta de película lubricantes. Viscosidades altas producen calentamientos por fricción en el fluido.
Índice de viscosidad	ASTM D-2270	Indica la variación de viscosidad que experimenta el fluido entre dos temperaturas de referencia. El valor del índice de viscosidad sugiere el rango de temperatura útil del lubricante.
Contenido metales de desgaste, contaminación, aditivación	ASTM D-5185	Se determinan mediante espectroscopía atómica, ICP-OES, los elementos presentes en el aceite. Ciertos metales pueden proceder de un desgaste anómalo del equipo; mediante la cuantificación de algunos elementos es posible determinar el consumo de aditivos; la presencia de algunos elementos puede indicar entrada de contaminación en el equipo.
Factor de disipación dieléctrica (tangente $\delta$ )	IEC 60247	En lubricantes en los que se requieren altas prestaciones con respecto al aislamiento eléctricos es importante determinar este parámetro. Su valor es muy sensible a la presencia de contaminantes polares, productos de envejecimiento o coloides en el aceite.

Ensayo	Norma	Descripción
Ferrografía directa	Procedimiento interno	El objetivo de la ferrografía de lectura directa es diagnosticar la condición operacional de una máquina en base a la cantidad y el tamaño de las partículas de carácter ferromagnético presentes en el aceite. Un aumento de la concentración de este tipo de partículas puede indicar fallo en el equipo.
Ferrografía óptica	Procedimiento interno	El objetivo de la ferrografía de lectura directa es diagnosticar la condición operacional de una máquina en base a la cantidad y tipo de partículas observadas en el aceite. En un funcionamiento normal las máquinas muestran una concentración y tipo de partículas constante. Un incremento en la concentración acompañado de un cambio de tamaño y severidad del tipo de partículas puede indicar un fallo en el equipo.
pH	ASTM D-7946	Los lubricantes nuevos y usados pueden contener compuestos ácidos presentes en forma de aditivos, productos de degradación formados durante el funcionamiento del equipo tales como productos de oxidación o componentes formados por combustión de gases. El valor de i-pH es una medida de la cantidad de sustancias ácidas y su valor de acidez en unas condiciones dadas. Se utiliza como medida de la degradación de un lubricante en servicio.
Punto de inflamación en vaso cerrado	ASTM D-93	La capacidad del aceite lubricante para formar mezclas inflamables con el aire es un parámetro importante que puede condicionar las aplicaciones del fluido en cierto tipo de equipos o sistemas.
Resistividad	IEC 60247	Algunos lubricantes deben tener propiedades dieléctricas específicas adecuadas a los equipos o sistemas en los que trabajan. La resistividad es una medida de la polarización dieléctrica y de la conductividad del fluido. Variaciones con respecto al valor especificado pueden indicar contaminación del lubricante.
Rigidez dieléctrica	IEC 60156	En fluidos lubricantes con requisitos dieléctricos específicos es importante controlar la tensión de ruptura, tanto en ensayos de recepción como en mantenimiento. La presencia de contaminantes, agua o partículas, puede reducir de forma notable el valor de este parámetro.
TAN	ASTM D-664	El valor de la acidez del lubricante se determina por valoración potenciométrica. Puede utilizarse con guía de control de calidad en su formulación o como medida de la degradación oxidativa en aceites en servicio.

Ensayo	Norma	Descripción
TBN	ASTM D-2896	Se determina la cantidad de sustancias alcalinas presentes en el fluido mediante valoración con ácidos. La evolución del valor de este parámetro indica el estado de degradación del aceite en servicio.
Tensión interfacial	ASTM D-971	La tensión interfásica en aceites aislantes proporciona información sobre pequeñas cantidades de contaminantes polares solubles y productos de oxidación. Este ensayo se aplica a aceites en servicio como indicador del grado de degradación del fluido.
Filtrabilidad	ISO 13357	Indica la capacidad que tiene el fluido de ser filtrado. El aceite se hace pasar por un filtro en condiciones de presión y temperatura determinadas y se registra el tiempo y el volumen alcanzado.
Antiherrumbre	ASTM D-665	En algunos equipos tales como engranajes o turbinas de vapor, pueden producirse mezclas del fluido con agua cuando ésta ingresa en el sistema lo que puede provocar oxidación de las partes metálicas. Este ensayo indica la capacidad del aceite inhibido para prevenir esta oxidación.
Cenizas	ASTM D-482	La cantidad de cenizas que quedan tras calcinación del aceite proporciona información de si el producto es apto para ciertas aplicaciones. Las cenizas provienen de compuestos metálicos solubles en agua o aceite así como partículas contaminantes.
Insolubles en heptano	ASTM D-6560	La determinación de compuestos solubles en heptano nos indica la cantidad de asfaltenos presentes en el fluido. Los asfaltenos son moléculas orgánicas de elevado peso molecular que quedan como residuos el crudo y productos del petróleo. En combustión producen humos negros y normalmente van asociadas a grandes cantidades de azufre, nitrógeno y metales.
Cesión de aire	ASTM D-3427	La mezcla del aceite con aire en algunos equipos tales como cojinetes, engranajes o bombas puede producir burbujas pequeñas de aire en el aceite. Si el tiempo en el que estas burbujas se eliminan no es el adecuado, pueden producirse caídas de presión o incompleta formación de la capa lubricante.

## CONTACTO



+34 916 169 710



comercial@ceis.es



www.ceis.es