



**Title: Tensión de ruptura en aceite mineral empleando el equipo megger ots 60pb
 para determinar su calidad y utilizarse en transformadores**

Authors: ESCAMILLA-RODRÍGUEZ, Frumencio, LAGUNA-CAMACHO Juan Rodrigo, RÍOS-HERNÁNDEZ, Sara Anahí and JIMÉNEZ-CRISTÓBAL, Juan Daniel

Editorial label ECORFAN: 607-8695
BCIERMMI Control Number: 2021-01
BCIERMMI Classification (2021): 271021-0001

Pages: 11
RNA: 03-2010-032610115700-14

ECORFAN-México, S.C.
 143 – 50 Itzopan Street
 La Florida, Ecatepec Municipality
 Mexico State, 55120 Zipcode
 Phone: +52 1 55 6159 2296
 Skype: ecorfan-mexico.s.c.
 E-mail: contacto@ecorfan.org
 Facebook: ECORFAN-México S. C.
 Twitter: @EcorfanC

www.ecorfan.org

Holdings		
Mexico	Colombia	Guatemala
Bolivia	Cameroon	Democratic
Spain	El Salvador	Republic
Ecuador	Taiwan	of Congo
Peru	Paraguay	Nicaragua

Introducción

Uno de los problemas que enfrentan los equipos de transformación de energía, como es el caso de los transformadores empleados en CFE, es el medio de enfriamiento o aislamiento mediante gas o aceite. En el caso de aceite es necesario caracterizarlo y verificar su calidad. Esto ha propiciado el desarrollo de diferentes pruebas físicas, químicas y eléctricas que marcan los parámetros de las características del aceite y en su conjunto ofrecen un diagnóstico de la calidad del aceite para la adecuada operación del transformador. Una de las buenas prácticas para verificar la calidad del aceite es la prueba de rigidez dieléctrica.

Justificación

Es importante conocer a tiempo la calidad del fluido (aceite mineral) para proteger al equipo eléctrico en un sistema de potencia.

La realización de este trabajo se debe a la escasa información sobre la prueba de rigidez dieléctrica en los libros que se refieren al análisis de los sistemas de potencia. Este trabajo será de gran apoyo a los estudiantes de ingeniería eléctrica ya que se presentan los resultados de las prácticas de rigidez dieléctrica del aceite mineral desarrolladas en el laboratorio de FIME Poza Rica Ver.

Se propone la evaluación de aceite mineral nuevo, en servicio y contaminado por el medio ambiente o degradado por medio de la prueba de rigidez dieléctrica con el equipo Megger OTS60PB del Laboratorio de la FIME Poza Rica de la Universidad Veracruzana dando a conocer los resultados de las pruebas desarrolladas como prácticas de laboratorio.

Normatividad IEC 60156 y ASTM D1816

La norma IEC 60156 recomienda usar un vaso de prueba separado para cada tipo de fluido aislante que se debe probar. Llenarlos cubrirlos luego almacenarlos en un lugar seco. La norma ASTM D1816 especifica al uso de un solvente hidrocarburo seco tal como el queroseno, No usar solventes con un bajo punto de ebullición, ya se evaporan rápidamente. Use trapos limpios y libres de pelusa para limpiar el vaso. Se debe evitar tocar los electrodos en el interior durante el limpiado, y se debe verificar que estén libres de picaduras o rayas que pueden hacer que se reduzcan los valores de tensión de ruptura.

En la normatividad también se considera el aspecto visual



Núm. Comparador de color	Color	Condición del aceite
0.0 - 0.5	Claro	Aceite nuevo
0.5 - 1.0	Amarillo pálido	Buen aceite
1.0 - 2.5	Amarillo	Aceite con tiempo de servicio
2.5 - 4.0	Amarillo brillante	Condiciones marginales
4.0 - 5.5	Ámbar	Mala condición
5.5 - 7.0	Marrón	Condición crítica (necesita regeneración)
7.0 - 8.5	Marrón oscuro	Condición extrema (necesita ser cambiado)


Metodología

1. Verter la muestra de aceite.
2. Limpie los electrodos y todas las partes circundantes que entren en contacto con la muestra de aceite a ensayar.
3. Establecer el espacio entre los electrodos de acuerdo con el requisito de la especificación de ensayo emprendido.

El OTS 60PB es un equipo de pruebas de aceite dieléctrico portátil de 0 - 60 kV. Su tamaño y peso lo hacen adecuado para la evaluación en sitio de la calidad del aceite aislante.



Este equipo es amigable y muestra en pantalla el tipo de prueba a seleccionar de acuerdo a la norma como se muestra en la tabla.

Prueba estándar	IEC156, EN60156, AS 1767, BS 5730, IP 295, NFC 27, SABS 555 y UNE 21
Forma del electrodo	
Espacio del electrodo	2.5 mm

4. Seleccione la opción deseada y proceda según lo indicado en las instrucciones que siguen en la pantalla.

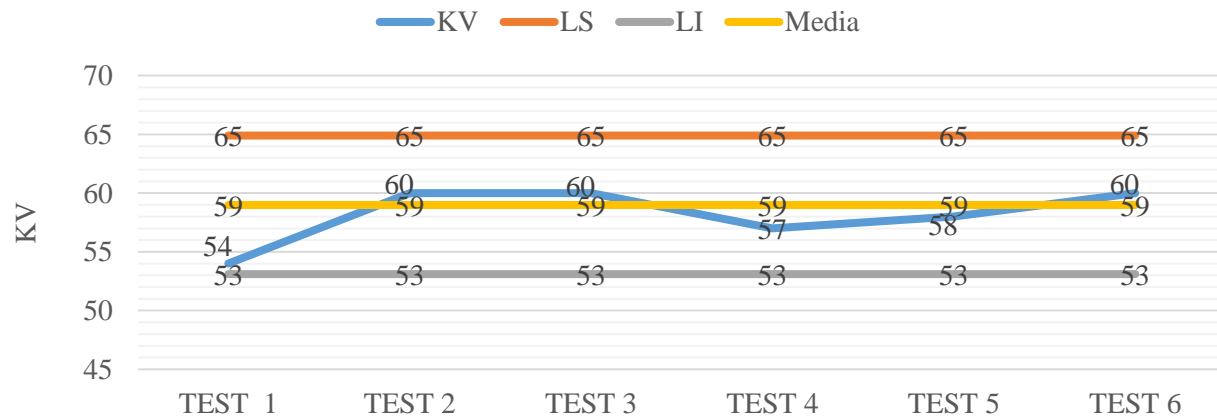
OPTIONS	
BS 148: 1984	
BS 5730 a: 1979	
BA 5874: 1980	
IEC 156: 1973	
▲ ▼	SELECT

Primera práctica con la norma UNE 21- 309- 89

Como primer caso se consideró aceite mineral nuevo. Se realizaron dos prácticas bajo la norma UNE 21, en donde las condiciones de humedad y temperatura se muestran en tablas, así como los resultados de las lecturas del voltaje de ruptura. Se inicia la práctica de acuerdo al protocolo para inicio de la prueba, la secuencia la indica.

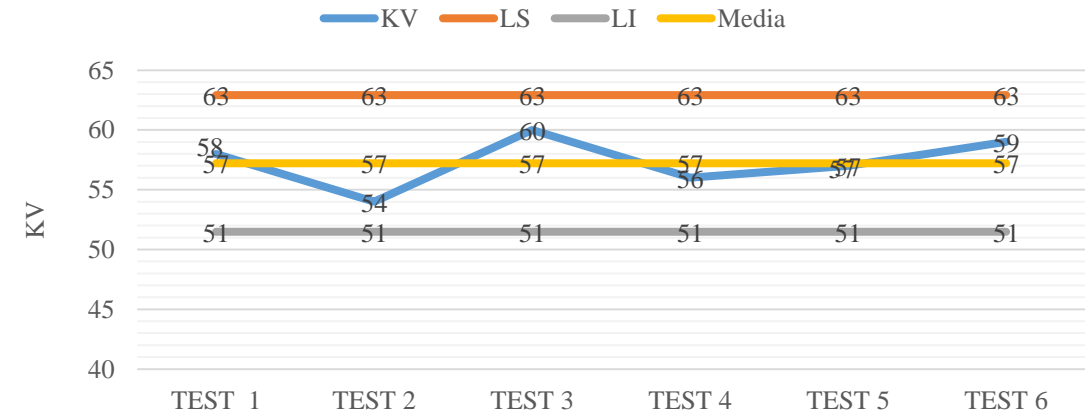
TEMP		HUMEDAD		FECHA	
28 °C		80%		16/10/2019	
	kV	LS	LI	Media	Ds
1	54	65	53	59	2%
2	60				
3	60				
4	57				
5	58				
6	60				

PRUEBA UNE 21 IEC 60156



TEMP		HUMEDAD		FECHA	
28 °C		80%		16/10/2019	
	kV	LS	LI	Media	Ds
1	58	63	51	57	4%
2	54				
3	60				
4	56				
5	57				
6	59				

PRUEBA
UNE 21 IEC 60156



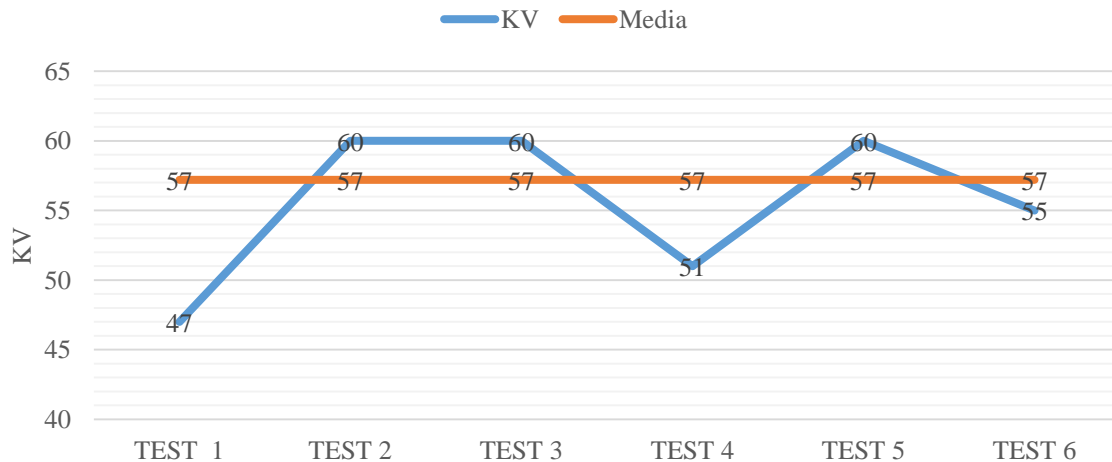
UNE 21 Practica 1 y 2. Esta prueba está dentro de los parámetros de la norma IEC 60156, porque la desviación estándar no pasa del 4% del límite superior e inferior (Fuente: Elaboración propia)

Se realizaron las prácticas 3 y 4 bajo la norma BS 148, en donde las condiciones de humedad y temperatura se muestran en tablas, así como los resultados de las lecturas del voltaje de ruptura. Se utiliza una muestra del mismo transformador y la práctica se lleva a cabo de acuerdo al protocolo de inicio de la prueba. Esta norma cuenta con la opción “paso/fallo” y muestra los seis resultados, la media e indica si el aceite es la calidad correcta.

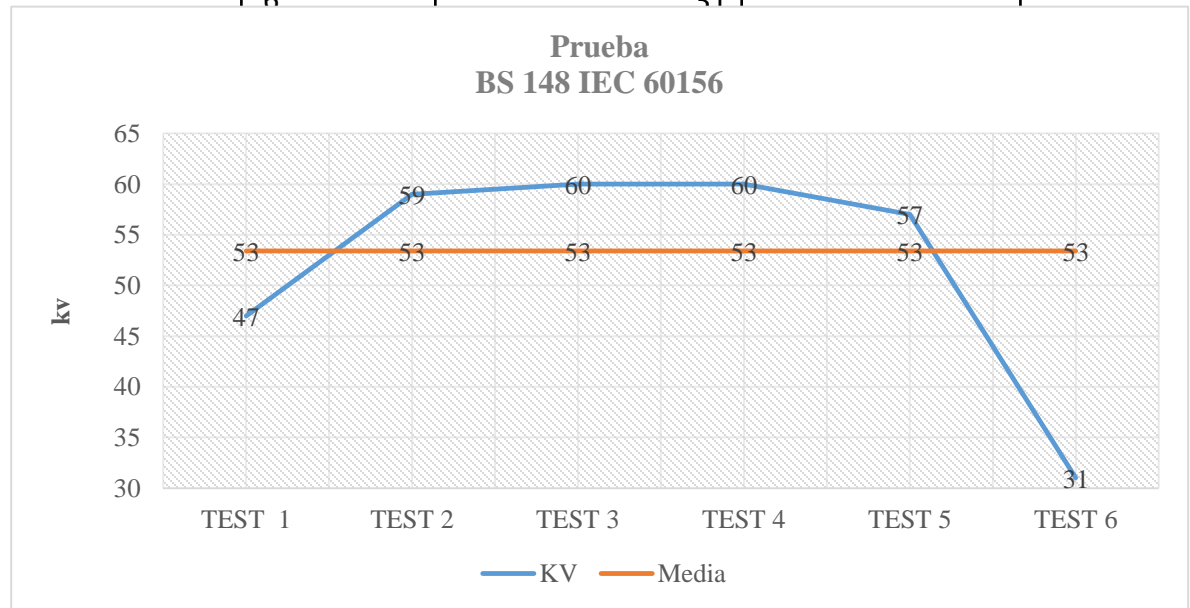
TEMP	HUMEDAD	FECHA
26°C	67%	18/10/2019
	kV	Media
1	47	56
2	60	
3	60	
4	51	
5	60	
6	55	

TEMP	HUMEDAD	FECHA
26 °C	67%	18/10/2019
	kV	Media
1	47	53
2	59	
3	60	
4	60	
5	57	
6	31	

PRUEBA
BS 148 IEC 60156



Prueba
BS 148 IEC 60156

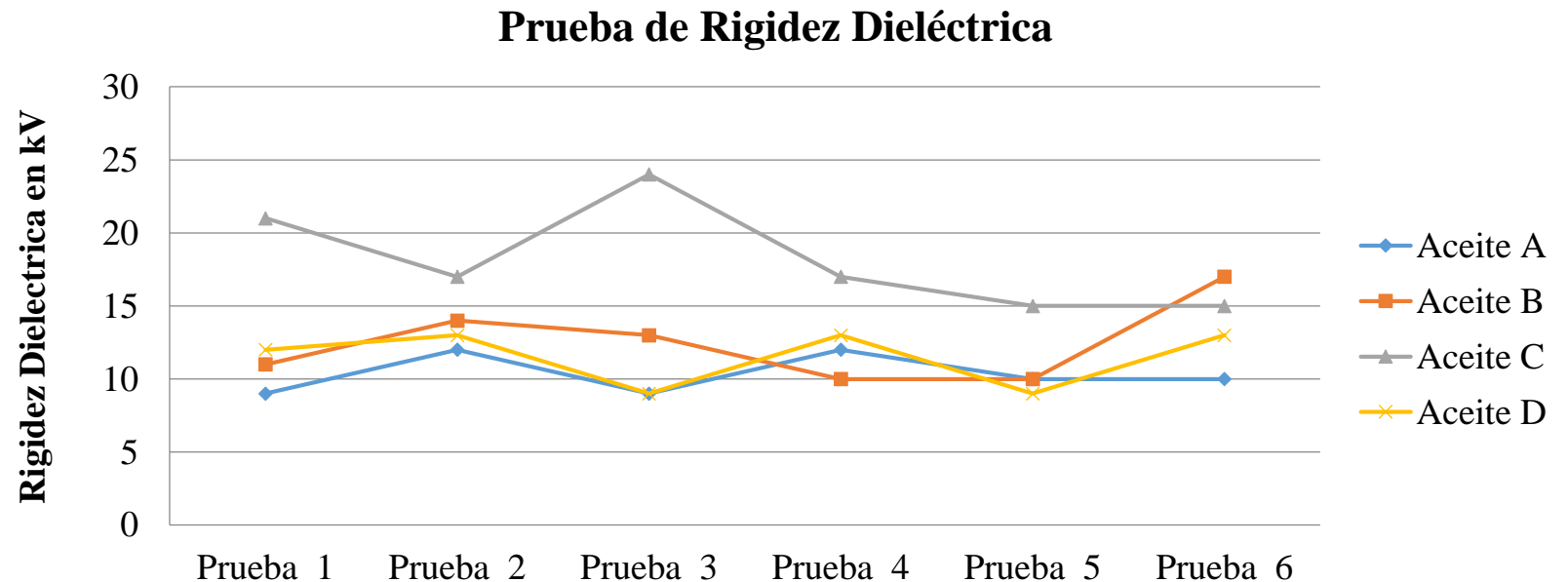


BS 148 practica 3 y 4. Resultado de aceite en servicio que también cumple con los parámetros de la norma

En este segundo caso se hicieron cuatro prácticas y todas resultaron de calidad incorrecta. Esto fue bajo la norma BS 148, en donde las condiciones de humedad y temperatura se muestran en tablas, así como los resultados de las lecturas de la tensión de ruptura. Se utiliza unas muestras de aceite contaminado y la práctica se lleva a cabo de acuerdo al protocolo. Esta norma cuenta con la opción “paso/fallo” y muestra los 6 resultados, la media y el resultado del estado del aceite mineral.

Después se analizó en conjunto las 4 practicas mediante una matriz comparativa y se graficaron los resultados.

	Practica 5	Practica 6	Practica 7	Practica 8
1	9	11	21	12
2	12	14	17	13
3	9	13	24	9
4	12	10	17	13
5	10	10	15	9
6	10	17	15	13
Tensión promedio	10 kV	13 kV	18 kV	12 kV



La Grafica muestra la variación de la rigidez dieléctrica de las prácticas 5, 6, 7 y 8 consideradas aceite A, aceite B, aceite C y aceite D respectivamente de las cuales la prueba de aceite C se puede considerar de calidad adecuada por su tensión de ruptura.

Por último, se realizó una práctica 9 a otro aceite mineral degradado para observar su comportamiento con o sin suministro de calor. Este aceite no paso la prueba UNE 21 (5 minutos) en condiciones normales (15°C) y se decidió suministrarle calor, realizando nuevamente la práctica. Esto se llevó a cabo incrementando su temperatura en 5 grados, por lo tanto, fueron consideradas las siguientes lecturas de temperatura, 25°C, 30°C, 35°C y 40°C.

Temperatura	26 °C
Humedad	66%
Viento	11 km/hr
Desviación	S= 1.366
Estándar	$s/\bar{x} = 0.132$
Capacidad Dieléctrica	
1	9 kV
2	12 kV
3	9 kV
4	12 kV
5	10 kV
6	10 kV
Tensión promedio: 10 Kv	

	Aceite 15°C	Aceite 25°C	Aceite 30°C	Aceite 35°C	Aceite 40°C
1	10	42	54	39	41
2	10	50	52	60	48
3	9	35	50	50	40
Tensión promedio	10kV	42 kV	52 kV	50kV	43kV

Como el aceite se enfriaba muy rápido, la primera lectura fue 40°C y posteriormente 35°C, 30°C y 25°C, dando unos resultados que podemos observar en la siguiente tabla, hasta cierto punto esperado, porque se disminuyó la cantidad de humedad.

Conclusión

Después de hacer el análisis de los resultados de tensión de ruptura de aceite mineral podemos concluir lo siguiente:

Las practicas realizadas bajo la norma UNE 21, están dentro de los parámetros de la norma. Ningún resultado excede el 10% del valor de la media por lo tanto es válido el resultado. De acuerdo a los parámetros de la norma, el aceite se encuentra en buenas condiciones para su uso.

Al aplicar la norma BS 148 la cual da la opción paso/fallo en las practicas 3 y 4, donde se utilizó aceite en servicio, se encontró que las dos muestras cumplen con la norma, ya que en la pantalla del equipo se observa el resultado al aplicar dicha norma (paso/fallo).

Para la practica 5 se empleó aceite contaminado bajo la norma BS 148, el resultado falla, así como también las practicas 6, 7 y 8.

Para practica 9 se retomó el aceite empleado en las prácticas 5, 6, 7 y 8 y al suministrarle calor, mejoro la tensión de ruptura del aceite de forma considerable.

De acuerdo a los resultados de las prácticas y a la confrontación de resultados con los parámetros de las normas, el equipo OTS60PB opera correctamente y se llegó a la conclusión de que todo resultado de la operación del equipo es confiable, que se deben seguir las instrucciones del manejo de las muestras de aceite ya que cualquier contaminación por pequeña que sea, puede afectar negativamente el resultado de la prueba, por lo tanto se genera un diagnóstico erróneo de las condiciones del aceite.

References

- I. Megger Limited Archcliffe Road Dover. (2003). *La guía de Megger sobre las pruebas de ruptura dieléctrica de aceites de aislamiento*. España.
 - II. CFE. (2003). *Manual de procedimientos de prueba de campo para equipo de subestaciones de distribución*. México, D.F.: CFE SDD.
 - III. TRAF0 ELETTR0 SRL. (2015). *TRAF0 ELETTR0*. From <http://www.trafoelettro.com/esp/aceite.html>
-
- I. Porrugas Beltrán, L. H. (2009). *Manual de Prácticas del Laboratorio de Máquinas Eléctricas*. Veracruz, Veracruz, México.
 - II. Jorge Luis Ceballos Sánchez, Ernesto García Maldonado (2013). “*Análisis Técnico del líquido contenido como Refrigerante y aislante en Transformadores*”. *Tesis (Ingeniero Electricista)*. Instituto Politécnico Nacional.
 - III. Víctor Martínez García (1985). “*Fabricación y usos de los Aceites Lubricantes*”. *Tesis (Ingeniero Químico Industrial)* Instituto Politécnico Nacional.
-
- <https://es.scribd.com/document/342706827/Aceites-Minerales-Aislantes-Para-Transformadores-y-Aparamenta-de-Conexión>
- I. Norma IEC 60156 (por sus siglas en ingles *International Electrotechnical Commission*)
 - II. Norma ASTM D181 (por sus siglas in ingles *American Society for Testing and Materials*)



ECORFAN®

© ECORFAN-Mexico, S.C.

No part of this document covered by the Federal Copyright Law may be reproduced, transmitted or used in any form or medium, whether graphic, electronic or mechanical, including but not limited to the following: Citations in articles and comments Bibliographical, compilation of radio or electronic journalistic data. For the effects of articles 13, 162,163 fraction I, 164 fraction I, 168, 169,209 fraction III and other relative of the Federal Law of Copyright. Violations: Be forced to prosecute under Mexican copyright law. The use of general descriptive names, registered names, trademarks, in this publication do not imply, uniformly in the absence of a specific statement, that such names are exempt from the relevant protector in laws and regulations of Mexico and therefore free for General use of the international scientific community. BCIERMMI is part of the media of ECORFAN-Mexico, S.C., E: 94-443.F: 008- (www.ecorfan.org/booklets)