



Electrotecnia

Medición de Aislación

2023

Objetivos:

- Determinar el estado de la aislación de una máquina eléctrica.
- Realizar Informe del Ensayo.-

Consignas:

- El alumno debe presentar el trabajo impreso de la siguiente manera:
- Carátula con los datos del alumno y del grupo.
- Informe del Ensayo con los siguientes puntos:
 - a. Objetivo de la Práctica.
 - b. Fundamento Teórico.
 - c. Circuito utilizado.
 - d. Perspectiva del circuito con los instrumentos empleados.
 - e. Características de los instrumentos y/o elementos.
 - f. Maniobra Operativa.
 - g. Tabla de Valores Obtenidos.
 - h. Representación gráfica de los valores obtenidos.
 - i. Aplicaciones.
 - j. Precauciones a tener en cuenta.
 - k. Normas a consultar.
 - l. Síntesis y Conclusiones.

APELLIDO Y NOMBRE: _____

APROBACIÓN: _____

FIRMA: _____

FECHA: _____



ELECTROTECNIA

Laboratorio Experimental 2023

Trabajo Práctico N° 13:
Medición de Aislación

Alumno:.....

Comisión:.....

Grupo:.....

ASIGNATURA: ELECTROTECNIA		CURSO: 3°		SEMESTRE: 5°	
ALUMNO	FOTO	NOMBRE Y APELLIDO:			
		Legajo N°:	ESPECIALIDAD: ING. INDUSTRIAL	AÑO: 2023	GRUPO N°:
DOCENTES	Prof. Tit.	Ing. Alejandro FARA			
	J.T.P.	Ing. José CORBACHO			
	J.T.P.	Ing. Orlando ROMERO			
	J.T.P.	Ing. David MOLINA			
	Ayte Ad Honorem				
TRABAJO PRÁCTICO DE LABORATORIO N°		13	DENOMINACIÓN DEL PRÁCTICO: Medición de Aislación		
			OBJETIVOS: Ver carátula		
FECHA DE ENTREGA		REVISIÓN N°	FECHA	FIRMA	
___/___/___		1°:	___/___/___		
		2°:	___/___/___		
		APROBACIÓN	___/___/___		
INTEGRANTES DE LA COMISIÓN					
1.-		6.-			
2.-		7.-			
3.-		8.-			
4.-		9.-			
5.-		10.-			
OBSERVACIONES				FIRMA DOCENTE	
.....					
.....				REVISIÓN N°	FECHA
.....				REV. 3	24/02/20
.....				REV. 4	24/02/22
.....				REV. 5	01/08/23
.....					



1. Generalidades

En toda máquina, equipo o instalación eléctrica se tiene materiales conductores destinados a facilitar la circulación de la corriente eléctrica; y materiales aisladores que se oponen a la circulación de la corriente entre puntos que se encuentran a distinta tensión.

Los aisladores utilizados en electrotecnia no son dieléctricos perfectos: cuando se encuentran sometidos a una tensión eléctrica, se produce a través de ellos una corriente de conducción, la que no sigue caminos definidos, razón por la cual se la llama corriente de dispersión.

Por resistencia de aislación de una máquina, aparato o instalación debe entenderse:

- a. La resistencia eléctrica que cada elemento conductor de la misma tiene con respecto a tierra.
- b. La resistencia eléctrica entre partes de la máquina, aparato o instalación que en el funcionamiento se encuentran a tensiones diferentes.

Elegido un material aislante adecuado para un determinado equipo eléctrico, sus propiedades pueden variar en el transcurso del tiempo, siendo la humedad, la temperatura y el estado de limpieza superficial aislante, los factores decisivos que pueden disminuir y aún anular las primitivas condiciones de funcionamiento y seguridad del equipo.

Al respecto se reproducen en el siguiente cuadro de valores mínimos permisibles de la resistencia de aislación de transformadores (usados en los E.E.U.U.) medida con megóhmetro entre los arrollamientos y tierra.-

Tensión normal del arrollamiento [kV]	Indicación leída en [MΩ] a				
	20°C	30°C	40°C	50°C	60°C
66 o más	1200	600	300	150	75
22 a 44	1000	500	250	125	65
6.6 a 19	800	400	200	100	50
Menos de 6,6	400	200	100	50	25

Estos valores traducen una regla práctica por la cual para variaciones de la temperatura de 10°C la resistencia de aislación de los transformadores varía en la relación 2:1.

Teniendo en cuenta que 50°C es una temperatura común de los arrollamientos de un transformador en servicio, puede observarse la gran diferencia que existe entre la correspondiente resistencia de aislación y aquella medida en frío a 20 °C.-

Esta tabla o la correspondiente regla anteriormente enunciada tiene una aplicación práctica muy importante, cuando no ha resultado posible medir “en caliente” la resistencia de aislación de un transformador: dicha resistencia puede deducirse del valor medido “en frío”, con una aproximación aceptable.-

La acumulación de humedad y suciedad en la superficie del material aislante disminuye mucho la rigidez dieléctrica superficial (caso de los aisladores de porcelana y vidrio), afectando la aislación sus propiedades aislantes.

Teniendo en cuenta el papel importante que desempeñan los aisladores en la seguridad de los equipos eléctricos y las posibilidades de una disminución peligrosa de su resistencia de aislación, se comprende la necesidad de realizar mediciones periódicas



preventivas, llamadas de “rutina”, para determinar puntos débiles en la aislación y evitar posibles averías y accidentes personales. Los resultados de estos ensayos deben ser anotados en tablas análogas a la ya mencionada, para tener así una historia del estado de aislación de la máquina, aparato e instalación eléctrica.-

En las medidas de aislamiento con corriente alterna debe tomarse en cuenta la capacidad de la instalación. Las medidas de aislamiento con corriente alterna son dependientes de la capacidad, porque las corrientes de capacidad dan lugar a desviaciones erróneas en un instrumento sensible ya que dependen de la forma de la curva y de la frecuencia, de la tensión de medida y además de las propiedades del dieléctrico. Por lo tanto, deben evitarse las medidas de aislamiento con corriente alterna y hacerse en lo posible con corriente continua.-

2. Resistencia de aislamiento

Como están influenciadas por la humedad y fenómenos electroquímicas y la tensión, deben tenerse en cuenta las siguientes normas para su medición:

- 2.1. Deben hacerse en lo posible con la tensión de servicio o por lo menos con 100V (> 1kV)
- 2.2. Con C.C. y con relación a tierra debe unirse al polo negativo de la fuente a la línea que se prueba, siempre que ésta sea posible; en C.A. debe tenerse en cuenta, la capacidad.
- 2.3. Si en estas pruebas se quiere medir no solo el aislamiento entre conductores, deben desconectarse las lámparas, motores, etc. dejando conectadas las protecciones o interruptores. Los circuitos series deben estar abiertos solo en un punto, que debe procurarse en la mitad de la instalación.
- 2.4. El estado de aislamiento, de una instalación de baja tensión, es satisfactorio, cuando las pérdidas de intensidad en el segmento entre dos protecciones no sobrepasan 1mA. El valor del aislamiento en un trozo de línea, debe como mínimo 1000 Ω/V de servicio. Así para 220V, será de 220000 Ω (0,22 MΩ); debe evitarse medir con C.A. por la capacidad, que produce desviaciones en los instrumentos sensibles.
- 2.5. Cuanto más largo sea un conductor, menor es la resistencia de aislamiento.
- 2.6. Depende de la humedad, temperatura, tensión y longitud de la instalación.

3. Resistencia de aislación instantánea

$$R_{A(t)} = \frac{E}{I_{T(t)}}$$

E= tensión continua

I_{T(t)}= corriente total que toma la aislación.

R_{A(t)}= resistencia de aislación.

$$I_T = i_g + i_a + i_c + i_q$$

i_g= corriente de carga de la capacitancia geométrica.

i_a= corriente de absorción.

i_c= corriente de conducción o de fuga.

i_q= corriente de descargas parciales

**4. Relación de absorción dieléctrica (RAD)**

$$RAD = \frac{R_{a(60s)}}{R_{a(30s)}}$$

$R_{a(60s)}$ = resistencia de aislación medida a los 60s.

$R_{a(30s)}$ = resistencia de aislación medida a los 30s.

5. Índice de polarización

$$IP = \frac{R_{a(10min)}}{R_{a(1min)}}$$

$R_{a(10min)}$ = resistencia de aislación medida a los 10 minutos.

$R_{a(1min)}$ = resistencia de aislación medida al minuto de aplicada la tensión E.

6. Instrumentos utilizados

6.1. Megóhmetro: es el instrumento de medición que se utiliza para medir resistencias de aislación eléctrica. Este instrumento provee uno o varios niveles de tensión de ensayo "E", que se seleccionan a voluntad, cuyos valores se deben mantener lo suficientemente estables durante el tiempo necesario para efectuar las mediciones. El valor de la resistencia de aislación medida, se lee directamente en la escala correspondiente.

6.2. Voltímetro y amperímetro con fuente de c.c. estabilizada.

7. Valores de Tensión continua de ensayo

Tensiones Alternas Nominales del equipamiento " U_n "[V]	Tensiones Continuas de Ensayo "E"[V]
$U_n \leq 110$	100 a 250
$110 < U_n \leq 660$	500 a 1000
$660 < U_n \leq 1000$	500 a 2500
$1000 < U_n \leq 3300$	1000 a 5000
$3300 \leq U_n$	2500 a $E_{m\acute{a}x}$ (*)

Tabla N° 1

$E_{m\acute{a}x} = 1.3.U_n$ para equipamiento en uso

$E_{m\acute{a}x} = 0,95.U_E$ para equipamiento usado

U_E = Tensión eficaz alterna de ensayo a frecuencia industrial de corta duración (aprox. 1min). Prescripto en la norma para equipamiento sin uso.



ELECTROTECNIA

Laboratorio Experimental 2023

Trabajo Práctico N° 13:

Medición de Aislación

Alumno:.....

Comisión:.....

Grupo:.....

8. Medición de resistencia de aislación

La obtención de valores bajos de resistencia de aislación, puede indicar algún defecto o falla de la aislación de un equipamiento nuevo o recién reparado, o bien, en el caso de equipamiento en servicio, la necesidad de cambio o reparación de este.

Sin embargo, el ensayo de medición única es excluyente en cuanto a que si para una aislación, sea nueva o en uso, se determinan valores menores que los mínimos recomendados, dicha aislación tiene un estado que es cuestionable. Sin embargo la corrección por temperatura es imprescindible en el ensayo de medición única.

8.1. Medición única

El valor obtenido por este ensayo deberá ser mayor o igual al indicado por la norma en particular para el equipamiento ensayado. De no ser así o no existir tal valor especificado deberá cumplirse lo siguiente:

$$R_{A(20^{\circ}C)} \leq R_{A(20^{\circ}C)min}$$

Siendo:

$R_{A(20^{\circ}C)}$ =resistencia de aislación medida y referida a 20°C

$R_{A(20^{\circ}C)min}$ = resistencia de aislación mínima admisible a 20°C

8.2. Absorción directa

Una vez realizado el ensayo y salvo especificación de la norma correspondiente se verificará lo siguiente:

8.2.1. La curva de resistencia de aislación en función del tiempo, mostrará un incremento continuo del valor de resistencia medido.

8.2.2. La relación de absorción dieléctrica (RAD) y el Índice de Polarización (IP) indicarán la condición en que se encuentre la aislación, según lo establecido en la tabla siguiente:

Relación de Absorción Dieléctrica (RAD)	Índice de Polarización (IP)	Clasificación del estado de la aislación
$RAD < 1,1$	$IP < 1$	PELIGROSO
$1,1 < RAD < 1,25$	$IP < 1,5$	CUESTIONABLE
$1,25 < RAD < 1,4$	$1,5 < IP < 2$	ACEPTABLE
$1,4 < RAD < 1,6$	$2 < IP < 3$	BUENO
$RAD > 1,6$	$3 < IP < 4$	MUY BUENO
	$IP > 4$	EXCELENTE



ELECTROTECNIA

Laboratorio Experimental 2023

Trabajo Práctico N° 13:

Medición de Aislación

Alumno:.....

Comisión:.....

Grupo:.....

8.3. Saltos de tensión

Una vez que se ha realizado este ensayo de acuerdo a las prescripciones que la norma hace, se verificará lo siguiente:

8.3.1. Las curvas de la resistencia de aislación – tiempo para los diferentes valores de tensión de ensayo, quedarán agrupadas en una banda relativamente estrecha.

8.3.2. Los valores de la resistencia de aislación para distintos niveles de tensión.

9. Métodos de ensayo

Los tres métodos descriptos no son equivalentes ni complementarios, sino que son tres maneras diferentes de evaluar la resistencia de aislación eléctrica.

El de medición única es excluyente por cuanto si el valor medido es inferior al recomendado la aislación tendrá un estado cuestionable.

El de saltos de tensión es efectivo para detectar fallas incipientes o presencia de humedad u otros contaminantes que ponen en evidencia al incrementar la tensión aplicada.

9.1. Ensayo de medición única

El ensayo consiste en realizar una lectura de la resistencia de aislación a los 60s de aplicada la tensión continua de ensayo “E”

Al mismo tiempo se mide la temperatura de la aislación en un punto o en varios de manera de obtener un valor representativo de dicha temperatura.

El valor de resistencia así obtenido se corrige por temperatura a 20°C. Siendo:

$$R_{A(20^{\circ}C)} \leq R_{A(20^{\circ}C)min}$$

9.2. Ensayo de Absorción dieléctrica

El ensayo se realiza aplicando la tensión de ensayo “E” y midiendo a partir del instante inicial, la resistencia de aislación cada 10 s hasta completar el primer minuto. Para mediciones simplificadas se pueden obviar las lecturas cada 10 s y relevar directamente el valor de la resistencia de aislación a los 30 s y al minuto.

Los valores así obtenidos se grafican en función del tiempo y se calcula el valor de la relación de absorción dieléctrica RAD, dado por la fórmula:

$$RAD = \frac{R_{a(60s)}}{R_{a(30s)}}$$

A partir del primer minuto se continúa con la aplicación de la tensión de ensayo midiendo por cada minuto hasta llegar a los 10 minutos. Los valores así obtenidos permiten trazar la curva resistencia – tiempo y obtener el índice de polarización aplicando la ecuación:

$$IP = \frac{R_{a(10min)}}{R_{a(1min)}}$$

Luego se evalúan los resultados por la tabla del punto 8.2.2

9.3. Ensayos con saltos de tensión

Para este ensayo el Megóhmetro debe tener dos o más niveles de tensión de ensayo. Los niveles de tensión aplicados deben cumplir con lo indicado en la tabla 1 punto 7



ELECTROTECNIA

Laboratorio Experimental 2023

Trabajo Práctico N° 13:

Medición de Aislación

Alumno:.....

Comisión:.....

Grupo:.....

Se aplican los niveles de tensión disponibles con valores sucesivos y crecientes. Para cada uno de estos niveles se mide cada 10s la resistencia de aislación a partir de su instante inicial hasta llegar a los 60s.

Con los valores obtenidos se realiza la curva resistencia-tiempo.

**ELECTROTECNIA****Laboratorio Experimental 2023**

Trabajo Práctico N° 13:

Medición de Aislación

Alumno:.....

Comisión:.....

Grupo:.....

10. Valores mínimos para resistencia de aislación para 40°C

RESISTENCIA DE AISLAMIENTO [$M\Omega$]	TIPO DE MÁQUINA
$R(1 \text{ minuto}) = kV + 1$	Para bobinados fabricados antes de 1970, todos los bobinados de campo y otros no descriptos abajo.
$R(1 \text{ minuto}) = 100$	Para armaduras DC y estatores AC contruidos después de 1970.
$R(1 \text{ minuto}) = 5$	Para máquinas de bobinado aleatorio y conformado y con tensiones menores a 1kV.

Para máquinas rotativas en general:

$$R_A[M\Omega] = \frac{\textit{Tensión nominal}}{1000 + \textit{potencia en HP o kVA}}$$