

UNIVERSIDAD TECNOLOGICA NACIONAL  
FACULTAD REGIONAL AVELLANEDA

**GUIA DE LABORATORIO**  
PRACTICAS DE ENSAYOS EN EL UTNLAT

UTNLAT

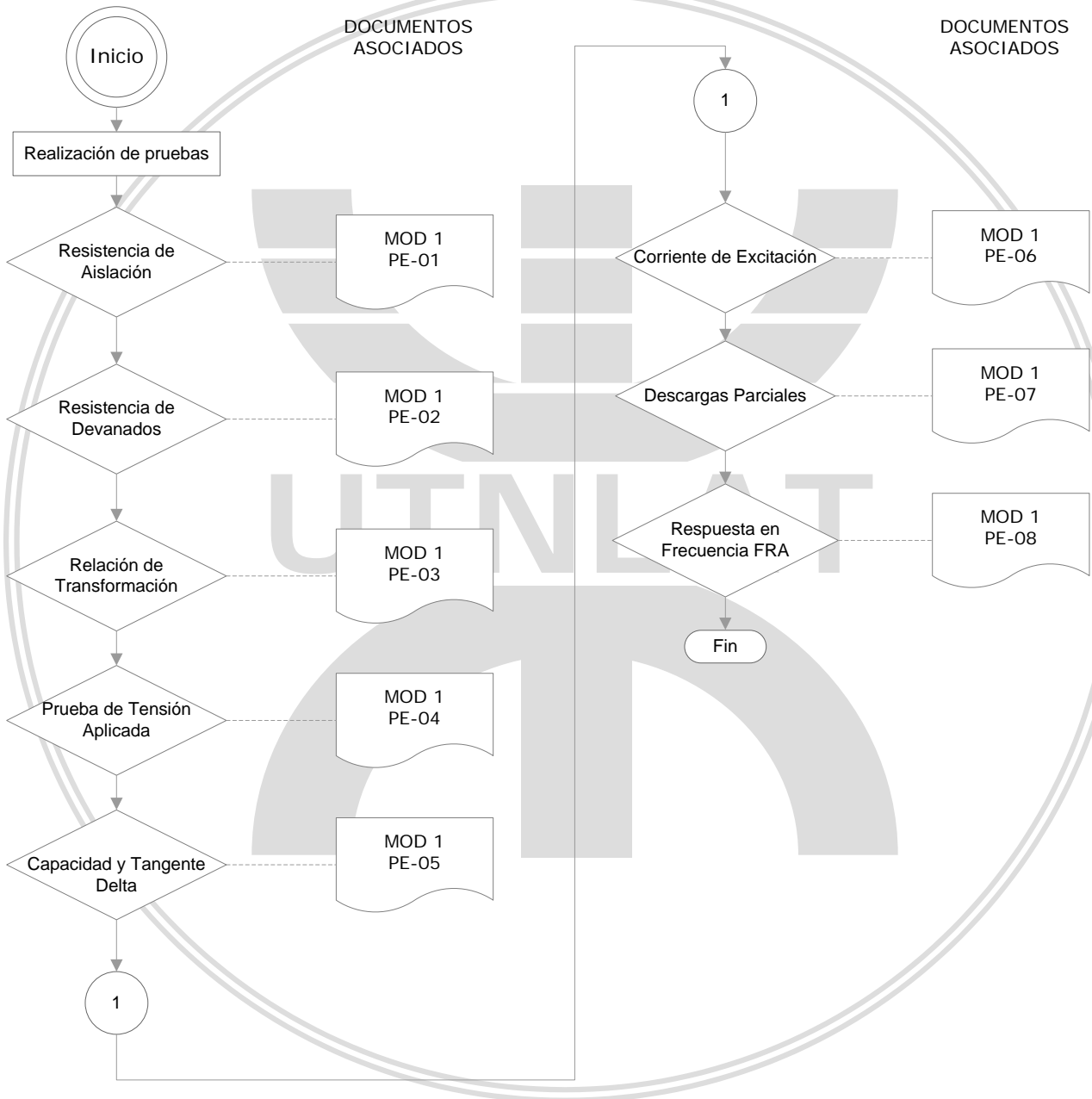
TEMA:  
TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCION Y POTENCIA  
- ENSAYOS EN CAMPO -

PARTE I - Rev.01

*Vigente desde Septiembre de 2007*

DIAGRAMA  
 DE FLUJO PRUEBAS

DIAGRAMA  
 DE FLUJO PRUEBAS



Autor INDUCOR INGENIERIA S.A ([www.inducor.com.ar](http://www.inducor.com.ar)). Reproducción total o parcial, permitida solo para fines académicos del UTNLAT, con citación expresa de la fuente de origen. Uso y difusión comercial prohibidos.

UTNLAT: Dr. Melo 1583 - (1824) Lanús - Bs. As. - (54-11) 4249-7756 [utnlat@fra.utn.edu.ar](mailto:utnlat@fra.utn.edu.ar) - [utnlat@inducor.com.ar](mailto:utnlat@inducor.com.ar)

[www.utnlat.com.ar](http://www.utnlat.com.ar)

	Pág.
1. OBJETIVO	2
2. ALCANCE	2
3. DEFINICIONES	2
4. GENERALIDADES	2
4.1. INDICE DE POLARIZACION	2
4.2. RESISTENCIA DE AISLACION DEL NUCLEO	2
4.3. RELACION DE ABSORCION DIELECTRICA	2
4.4. SALTOS DE TENSION	2
4.5. PROCEDIMIENTO	3
4.5.1. Precauciones antes de iniciar la prueba	3
4.5.2. Conexiones y medidas a realizar en el transformador bajo prueba	3
4.5.2.1. Tensión de ensayo	3
4.5.2.2. Precauciones en el desarrollo de la prueba	2
4.5.3. Precauciones al finalizar el ensayo	3
4.5.4. Lecturas	4
5. DOCUMENTOS DE REFERENCIA	4
6. ANEXOS	5
6.1. INSTRUMENTAL UTILIZADO EN ESTA PRACTICA	5
6.2. CORRECCION POR TEMPERATURA	6



ELEMENTOS DE PROTECCION PERSONAL (EPP) REQUERIDOS EN ESTA PRACTICA

DE USO OBLIGATORIO PARA	CASCO PLASTICO	GUANTES AISLANTES	GUANTES DE CUERO	ANTEOJOS PLASTICOS	PROTECTOR FACIAL	BOTINES SEGURIDAD
TODOS LOS INTEGRANTES						
QUIENES CONEXIONES		CLASE 1 - 7,5KV				
DISPONER EN EL LUGAR DE ENSAYO						
VALLAS SEÑALIZACION	TARIMA AISLANTE	CADENA PTA A TIERRA	BASTON DE RESCATE	DETECTOR DE TENSION	PERTIGA DE DESCARGA	MATAFUEGO
						PRIMEROS AUXILIOS

Autor INDUCOR INGENIERIA S.A ([www.inducor.com.ar](http://www.inducor.com.ar)). Reproducción total o parcial, permitida solo para fines académicos del UTNLAT, con citación expresa de la fuente de origen. Uso y difusión comercial prohibidos.

UTNLAT: Dr. Melo 1583 - (1824) Lanús - Bs. As. - (54-11) 4249-7756 [utnlat@fra.utn.edu.ar](mailto:utnlat@fra.utn.edu.ar) - [utnlat@inducor.com.ar](mailto:utnlat@inducor.com.ar)

[www.utnlat.com.ar](http://www.utnlat.com.ar)

MODULO  
MOD-001 Rev1

TRANSFORMADORES DE POTENCIA Y DISTRIBUCION  
-ENSAYOS EN CAMPO -

PRACTICA DE ENSAYO  
PE- 01 Rev1

MEDIDA DE RESISTENCIA DE AISLACION

## 1. OBJETIVO

Conocer el procedimiento a seguir para la medida de la Resistencia de Aislación (RA), así como el equipo, las precauciones y todo aquello que involucre esta prueba.

Se realizarán mediciones complementarias del INDICE DE POLARIZACION y SALTOS DE TENSION.

### TRANSFORMADOR BAJO ENSAYO:

Tipo: Distribución Trifásico – en aceite -Cu

Potencia: 315 KVA – (Potencia asignada según IEC 60076-1 – Pto.: 4.1; refiere a la carga permanente).

Relación: 13,2 / 0,4 KV.

Grupo: Dyn11. (Según IEC60076-Pto6: MT triángulo / BT estrella – neutro accesible - BT retrasado 330° de MT).

Conmutador de 5 posiciones: Pos 1(+5%) - Pos 2(+2,5%) – Pos 3(0%) – Pos 4(-2,5%) – Pos 5(-5%)

## 2. ALCANCE

Aplicable a transformadores de distribución y potencia.

## 3. DEFINICIONES

Los términos se utilizan según las definiciones dadas en la normativa de referencia.

## 4. GENERALIDADES

La medición de la resistencia de aislación, tiene por objeto determinar si los elementos dieléctricos que constituyen el transformador, se encuentran libres de humedad y contaminación.

El resultado de esta prueba, indica si el transformador es apto para ser sometido a las subsiguientes pruebas de aislación o no.

### 4.1. INDICE DE POLARIZACION

La relación entre la medición de la RA del minuto 10, sobre la medición del minuto 1, es conocida como índice de polarización (IP). Esta magnitud proporciona como su nombre lo indica, un índice de la calidad de la aislación ensayada.

Tiene principal importancia ante valores de RA menores a 5 G .

Se puede tomar como referencia mínima para su evaluación la Std. IRAM 2325:

Relación de Absorción dieléctrica	Índice de polarización	Clasificación del estado de la aislación – Std IRAM 2325
$RAD < 1.1$	$IP < 1.0$	Peligroso
$1.1 \leq RAD \leq 1.25$	$IP < 1.5$	Cuestionable
$1.25 \leq RAD \leq 1.4$	$1.5 \leq IP \leq 2.0$	Aceptable
$1.4 \leq RAD \leq 1.6$	$2.0 \leq IP \leq 3.0$	Bueno
$1.6 \leq RAD$	$3.0 \leq IP \leq 4.0$	Muy bueno
	$4.0 \leq IP$	Excelente

Tabla 1. Estado de la aislación eléctrica IRAM 2325 – base experimental)

### 4.2. RESISTENCIA DE AISLACION DEL NUCLEO

En caso de que el núcleo tenga una puesta a tierra exterior a través de un pasatapa, o caja de bornes, la aislación del núcleo se verifica aplicando 1 kV CC durante un minuto. El resultado no debe ser inferior a 1 G .

### 4.3. RELACION DE ABSORCION DIELECTRICA (RAD)

En la relación entre la resistencia de aislación medida a los 60 s y la medida a los 30 s. Tiene principal importancia en valores bajos de IP. (Ensayo complementario). Sus conclusiones se hallan en la tabla 1.

### 4.4. SALTOS DE TENSION (Generalmente aplicable sobre aislaciones del tipo sólidas)

Se aplican 5 escalones de tensión, de 1 minuto de duración cada uno, con incrementos iguales, sucesivos y crecientes, hasta llegar a la tensión final de ensayo.

Para cada uno de estos niveles, se mide cada 10 s la resistencia de aislación a partir de su instante inicial, hasta llegar a los 60 s.

Con los valores medidos para cada valor de tensión de ensayo, se trazan curvas del tipo resistencia-tiempo.

Para una aislación en buen estado, los valores de resistencia de aislación medidos para distintos niveles de tensión, tenderán a estabilizarse, o variar levemente, pero no mostrarán una disminución sustancial con el aumento de la tensión aplicada.

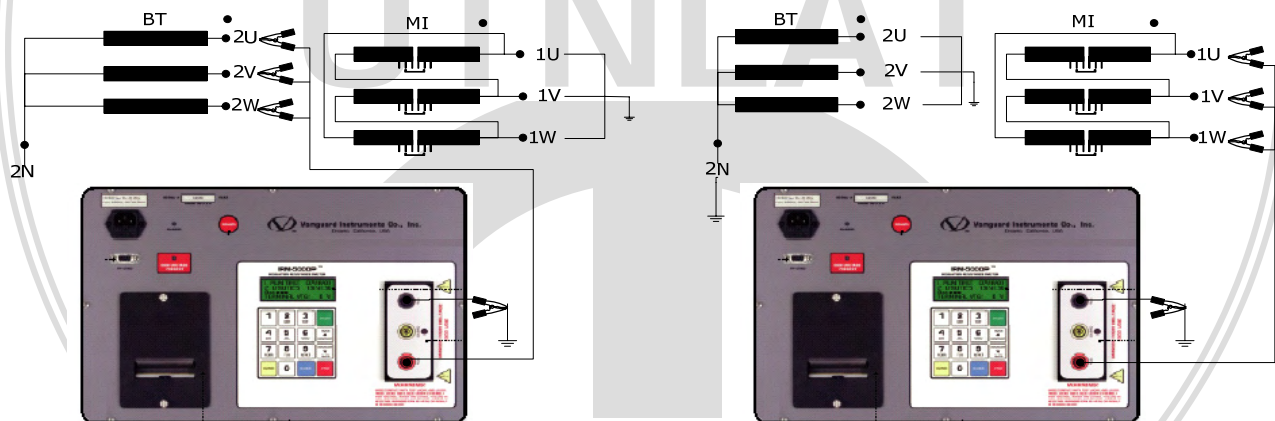
#### 4.5. PROCEDIMIENTO

##### 4.5.1. Precauciones antes de iniciar el ensayo

Verificar ausencia de tensión, puestas a tierra en bornes de la maquina y bloqueos.  
Retirar luego la puesta a tierra de la muestra. (Use EEP).  
Observar que los terminales de MT se encuentre libres de otras conexiones.  
Observar que los terminales de BT se encuentre libres de otras conexiones.  
Vallar la zona de trabajo como medida de seguridad impidiendo el acceso hacia partes que serán energizadas con tensión de prueba.  
Conectar el cable de tierra del equipo de medición a la cuba del transformador. (también a tierra).  
Cortocircuitar entre si los tres aisladores pasantes del bobinado de MT (libres de tierra).  
Cortocircuitar entre si los tres aisladores pasantes del bobinado de BT (libres de tierra).  
Condiciones ambientes tales como presencia de humedad y polvo pueden afectar los resultados y falsear las mediciones.  
Tomar nota de las siguientes temperaturas: Bobinado + Aceite.+ Ambiente

##### 4.5.2. Conexiones y medidas a realizar en el transformador bajo prueba

Cortocircuitar entre si, pero en forma independiente del resto, todos los devanados primarios, secundarios y terciarios (si existen).  
Conectar las puntas del equipo para evaluar la resistencia de aislación entre los diferentes devanados, y entre cada uno de ellos respecto a tierra. Es decir: MT/TIERRA, BT/TIERRA, MT/BT.  
Si existieran devanados, las mediciones sobre estos, deberían también ser incluidas.



##### 4.5.2.1. Tensión de Ensayo

Es importante tener en cuenta que la tensión CC a aplicar, no debe exceder el valor de cresta o pico de la tensión de CA correspondiente al ensayo de tensión aplicada. (ANSI C57 12.90 Num. 10.11.3).  
En transformadores inmersos en líquido aislante, y teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente, se aplicará el mayor valor permisible entre los disponibles en el equipo de ensayo (p. ej. 5, 2.5, 1 ó 0.5 kV CC).

##### 4.5.2.2. Precauciones en el desarrollo de la prueba

Después de la adquisición de datos y antes de cambiar de ubicación las puntas de prueba, el tiempo de descarga del equipo debe ser respetado con el fin de evitar situaciones de riesgo. (Use EEP).

##### 4.5.3. PRECAUCIONES AL FINALIZAR EL ENSAYO

Verificar ausencia de tensión del equipo de ensayo.  
Descargar los bobinados mediante pértiga de descarga.  
Retirar los cables de conexión del equipo de ensayo (Use EEP)  
Observar que los terminales de MT se encuentre libres de otras conexiones.

MODULO  
MOD-001 Rev1

TRANSFORMADORES DE POTENCIA Y DISTRIBUCION  
-ENSAYOS EN CAMPO -

PRACTICA DE ENSAYO  
PE- 01 Rev1

MEDIDA DE RESISTENCIA DE AISLACION

Observar que los terminales de BT se encuentre libres de otras conexiones.  
Colocar la puesta a tierra en bornes MT de la muestra.  
Retirar el vallado de la zona de trabajo.

#### 4.5.4. Lecturas

Durante la aplicación de la tensión de ensayo, las lecturas deberán ser tomadas en diferentes instantes de tiempo: al transcurrir un minuto y posteriormente minuto a minuto hasta los 10 minutos.

Los datos se consignarán detalladamente en el protocolo de ensayo con formato correspondiente.

Para poder basarnos en criterios de aceptación o rechazo según normativas vigentes, las lecturas deberán ser luego corregidas a valores de 20°C, según la siguiente tabla:

Factores de Corrección de Resistencia de Aislación a 20 °C  
(Transformadores sumergidos en aceite)

°C	Factor de Corrección	°C	Factor de Corrección	°C	Factor de Corrección	°C	Factor de Corrección
0	0.2500	14	0.6596	27	1.6187	41	4.2566
1	0.2580	15	0.7067	28	1.7345	42	4.5610
2	0.2679	15.6	0.7400	29	1.8585	43	4.8871
3	0.3885	16	0.7573	30	1.9800	44	5.2365
4	0.3306	17	0.8114	31	2.1337	45	5.6000
5	0.3600	18	0.8694	32	2.2863	46	6.0121
6	0.3796	19	0.9316	33	2.4498	47	6.4420
7	0.4067	20	1.0000	34	2.6249	48	6.9026
8	0.4358	21	1.0690	35	2.8000	49	7.3961
9	0.4670	22	1.1461	36	3.0137	50	7.8500
10	0.5000	23	1.2280	37	3.2292	51	8.4916
11	0.5361	24	1.3158	38	3.4601	52	9.0987
12	0.5745	25	1.4000	39	3.7007	53	9.7492
13	0.6156	26	1.5107	40	3.9500	54	10.4463

Un posible criterio de aceptación se establece en la tabla 1 enunciada, usando el índice de polarización, pero en ningún caso las mediciones al transcurrir un minuto podrán ser menores a:

**1 G : para transformadores de distribución (IRAM 2250)**

La condición de aceptación para una medición de la RA, está dada según la Norma IRAM 2325 [Ref. 1], por la siguiente formula:

$$R_{Amin\ 20^{\circ}C} = 4 \times (Un + 1)$$

Un: Tensión nominal del equipamiento en kV.

RA min 20°C: Resistencia mínima de aislación referida a 20° C en MΩ.

## 5. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

Std. IRAM 2325 Aislación Eléctrica – Guía para la evaluación de su estado por mediciones de su resistencia.

Std. IEC 60085-2004 Aislación Eléctrica – Clasificación térmica

Std. IEEE 62-1995 (R2005) Guía para la realización de ensayos en campo

Std. IEC 60076-3-2000 Transf. de Potencia – Niveles de Aislación y ensayos dieléctricos.

Manual de uso del equipo.

Nota: Las normas mencionadas y el manual de uso del equipo, pueden ser consultadas en la sede del UTNLAT.

## 6. ANEXOS

### 6.1. INSTRUMENTAL UTILIZADO EN ESTA PRACTICA

Medidor analizador automático de aislación, marca **VANGUARD INSTRUMENTS CO.** Modelo **IRM 5000 P.**  
 PARAMETROS DE MEDICION: RESISTENCIA DE AISLACION – INDICE DE POLARRIZACION -CORRIENTE DE FUGA –  
 CAPACIDAD – SALTOS DE TENSION – DESCARGA DIELECTRICA.



<b>RESISTANCE RANGE</b>	$\pm 5\%$ 1 M-ohm to 1 T-ohm @ 5 kV $\pm 20\%$ 100 k-ohm to 1 M-ohm @ 5 kV $\pm 20\%$ 1 T-ohm to 5 T-ohm @ 5 kV
<b>TEST VOLTAGE (Vdc)</b>	500 V, 1000 V, 2500 V, 5000 V
<b>SHORT-CIRCUIT CURRENT</b>	2 mA max
<b>LEAKAGE-CURRENT</b>	0.03 nA to 1.0 mA
<b>CAPACITANCE RANGE</b>	0.01 uF to 10.0 uF (Test voltage >100 Vdc)
<b>VOLTAGE READING</b>	50-1250 Vac (rms) or DC
<b>CAPACITOR DISCHARGE</b>	<2 Sec/uF, automatic discharge at the end of test



MODULO  
 MOD-001 Rev1

TRANSFORMADORES DE POTENCIA Y DISTRIBUCION  
 -ENSAYOS EN CAMPO -

PRACTICA DE ENSAYO  
 PE- 01 Rev1

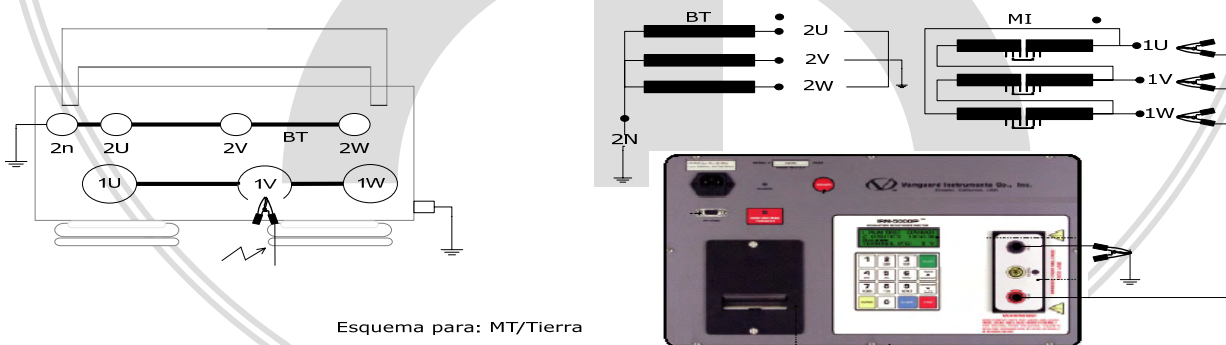
MEDIDA DE RESISTENCIA DE AISLACION

6.2. PROTOCOLO DE ENSAYO

NUMERO	FECHA:	SERIE N°	TEMP °C		REALIZADO POR:
			Ambiente	Aceite:	

Tiempo	Tensión de Ensayo (CC)	RA (M Ω) leído MT/Tierra	RA (M Ω) Leído BT/Tierra	RA (M Ω) leído MT/BT	RA (M Ω) Corregido MT/Tierra	RA (M Ω) Corregido BT/Tierra	RA (M Ω) Corregido MT/BT
30 seg	5KV						
60 seg	5KV						
2 min	5KV						
3 min	5KV						
4 min	5KV						
5 min	5KV						
6 min	5KV						
7 min	5KV						
8 min	5KV						
9 min	5KV						
10 min	5KV						
IP	5KV						
RAD	5KV						
					GRAFICAR RA=f(t)	GRAFICAR RA=f(t)	GRAFICAR RA=f(t)

NOTA: Realizar un gráfico adicional de saltos de tensión para:  $\Delta V$ : 0,5 KV y  $\Delta t$ : 1 minuto.



Esquema para: MT/Tierra

CONCLUSIONES: