

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL AVELLANEDA

GUIA DE LABORATORIO
PRACTICAS DE ENSAYOS EN EL UTNLAT

UTNLAT

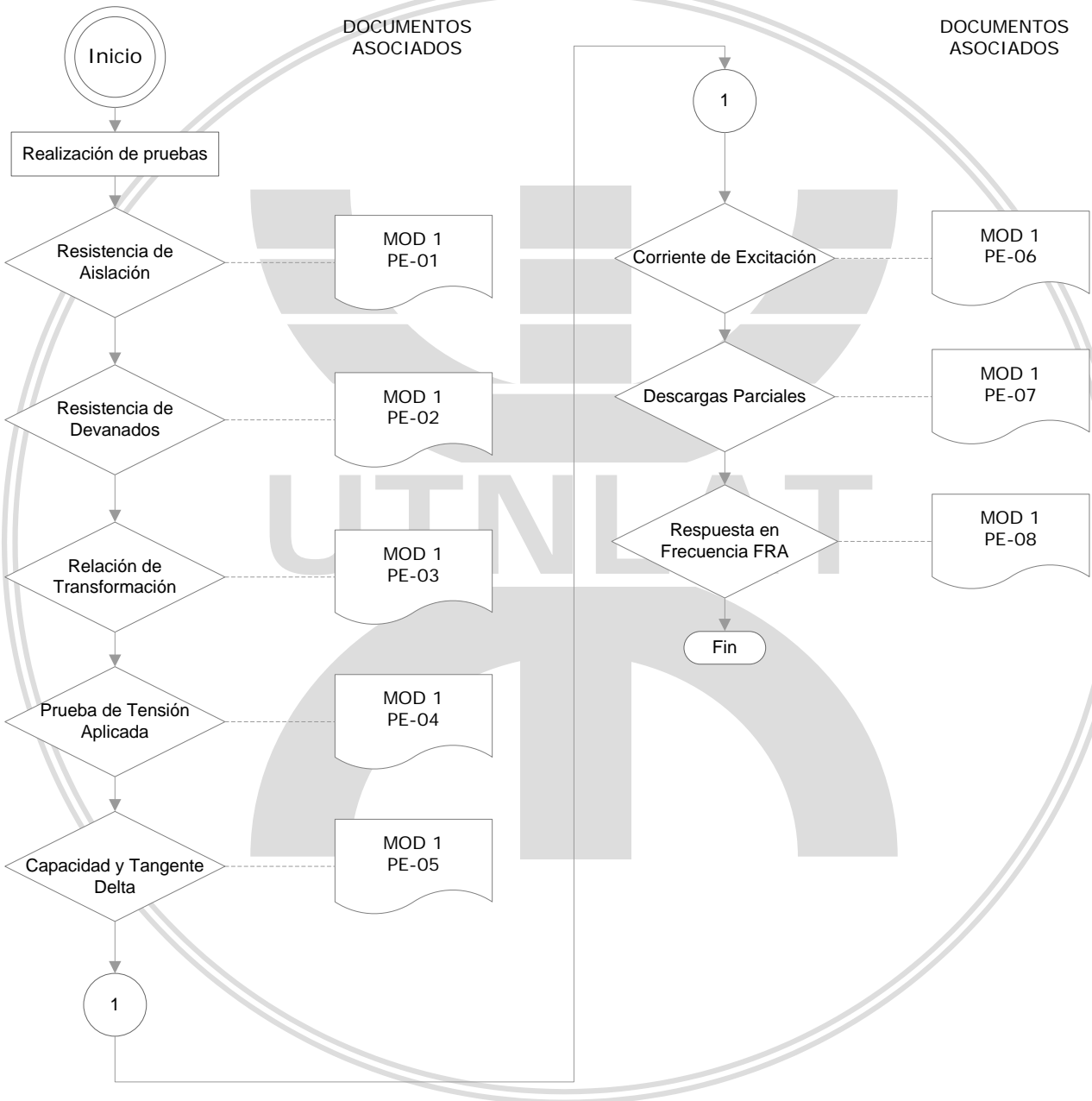
TEMA:
TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCION Y POTENCIA
- ENSAYOS EN CAMPO -

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). 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 - utnlat@inducor.com.ar

www.utnlat.com.ar

MODULO
MOD-001 Rev1

TRANSFORMADORES DE POTENCIA Y DISTRIBUCION
- ENSAYOS EN CAMPO -

PRACTICA DE ENSAYO
PE-03 Rev1

MEDICION DE RELACION DE TRANSFORMACION - COMPROBACION DE
POLARIDAD Y GRUPO DE CONEXION

	Pág.
1. OBJETIVO	2
2. ALCANCE	2
3. DEFINICIONES	2
4. CONTENIDO	2
4.1. GENERALIDADES	2
4.2. MÉTODOS	2
4.2.1. Medidor digital microprocesador (TTR)	2
4.2.2. Relación por el método del Voltmetro	2
4.2.3. Polaridad por pulso Inductivo	2
4.3. PRECAUCIONES ANTES DE INICIAR EL ENSAYO	3
4.4. CIRCUITO DE ENSAYO	3
4.5. PROCEDIMIENTO	3
4.6. PRECAUCIONES AL FINALIZAR EL ENSAYO	3
4.7. RESULTADOS	3
5. DOCUMENTOS DE REFERENCIA	4
6. ANEXOS	4
6.1. INSTRUMENTAL UTILIZADO EN ESTA PRACTICA	4
6.2. CARACTERISTICAS TECNICAS DEL EQUIPO UTILIZADO	4
6.2.1. Ejemplo de reporte	4
6.3. GRUPO VECTORIAL DE UN TRANSFORMADOR	5
6.4. PROTOCOLO DE ENSAYO	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						
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). 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 - utnlat@inducor.com.ar

www.utnlat.com.ar

MODULO
MOD-001 Rev1

TRANSFORMADORES DE POTENCIA Y DISTRIBUCION
- ENSAYOS EN CAMPO -

PRACTICA DE ENSAYO
PE-03 Rev1

MEDICION DE RELACION DE TRANSFORMACION - COMPROBACION DE
POLARIDAD Y GRUPO DE CONEXION

1. OBJETIVO

Ensayo de relación de transformación, grupo de conexión y polaridad del transformador, mediante el uso de un medidor micro-procesado automático, clase 0,1 %.

Otras variables a determinar:

Relación de espiras / Porcentaje de error: su resultado según normas.

Corriente de excitación en la prueba; equilibrio de corrientes de excitación entre fases.

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 triangulo – 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 las normativas de referencia.

4. CONTENIDO

4.1. GENERALIDADES

Con esta prueba se verifica la relación matemática, entre el número de espiras primarias y secundarias que posee el transformador. Es una prueba muy exacta, y con ella podemos detectar espiras en corto circuito en alguno de los devanados del transformador, como así también encontrar problemas de contactos en el cambiador de tomas. (de existir)

Cuando el transformador está en vacío, la relación de espiras es igual a la relación de tensiones en la derivación correspondiente.

Durante el ensayo de relación de transformación también se verifica la polaridad, el grupo vectorial (grupo de conexión) y la corriente de excitación a la tensión de prueba.

4.2. METODOS

4.2.1. (Empleado) MEDIDOR TRIFASICO DIGITAL MICROPROCESADO (TTR)

Las mediciones de relación de transformación y corriente de excitación a la tensión de prueba, se realizarán en todas las derivaciones (taps de conmutación), y en todas las fases, siguiendo las instrucciones del manual de operación del instrumento. (Fig 1)

Simultáneamente, la polaridad y el grupo vectorial son verificados empleando la selección de vectores y el comparador lógico de fases incorporado en el instrumento.

4.2.2. (Alternativo) RELACION POR EL METODO DEL VOLTIMETRO

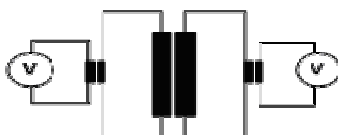
Empleando dos voltímetros (usar transformadores de tensión si es necesario), y una fuente de tensión estable de CA, se toman al menos cuatro lecturas simultáneas intercambiando los instrumentos para compensar su error (fig. 1). El promedio de las lecturas será comparado con los límites de tolerancias permisibles.

Las mediciones deben extenderse en general a todos los devanados de una maquina, y en particular para verificar el correcto funcionamiento de los conmutadores de tomas que la misma posea (derivaciones con relaciones ascendentes o descendentes en porcentajes definidos en la placa característica de la maquina).

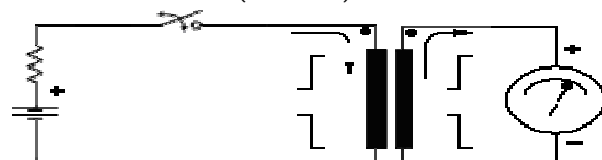
4.2.3. (Alternativo) POLARIDAD POR PULSO INDUCTIVO

Se realiza el circuito detallado en la fig.2, usando una batería de 1,5 a 12 V, y un instrumento analógico de bobina móvil (CC), en el devanado de BT, con la sensibilidad suficiente para obtener una pequeña deflexión o indicación. Al cerrar el interruptor, se aplica un pulso de corriente que entra por el borne marcado por asterisco. Si en el lado de BT, el borne con asterisco es homologo del anterior, el pulso de corriente trasferido, hará deflectar a la aguja en sentido positivo

MÉTODO DEL VOLTÍMETRO FIG 1
(Alternativo)



POLARIDAD POR PULSO INDUCTIVO FIG 2
(Alternativo)



MODULO
MOD-001 Rev1

TRANSFORMADORES DE POTENCIA Y DISTRIBUCION
- ENSAYOS EN CAMPO -

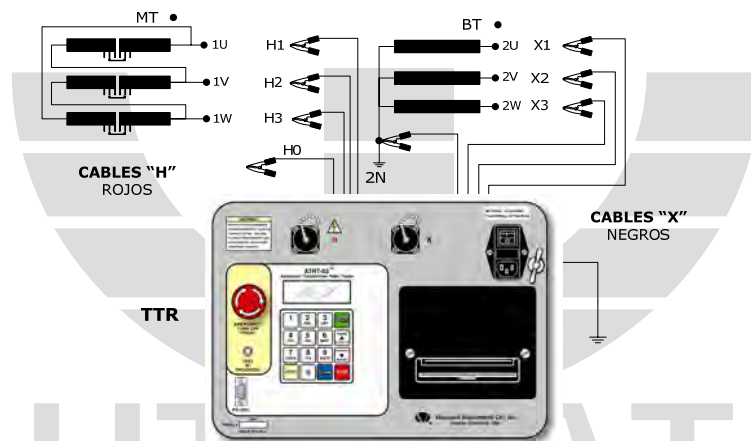
PRACTICA DE ENSAYO
PE-03 Rev1

MEDICION DE RELACION DE TRANSFORMACION - COMPROBACION DE
POLARIDAD Y GRUPO DE CONEXION

4.3. PRECAUCIONES ANTES DE INICIAR EL ENSAYO

Verificar ausencia de tensión, puestas a tierra en bornes de la maquina y bloqueos.
Retirar 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.
Verificar / Conectar a tierra el neutro del bobinado e BT.
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).

4.4. CIRCUITO DE ENSAYO



4.5. PROCEDIMIENTO

Verificadas las condiciones de seguridad, conectar los cables denominados H1-H2-H3 y X1-X2-X3 a los bornes 1U -1V-1W y 2U-2V-2W respectivamente.
Conectar el cable X0 al borne 2n, y el H0 dejarlo flotante.
Seguir cuidadosamente las instrucciones de conexionado y operación secuencial detalladas en el manual de operación del equipo.
Ingrese al menú de "DIAGNOSTICO" del equipo para que el sistema determine automáticamente cualquier error de conexión en que haya incurrido (inversión o cortes de cables – grupo de conexión erróneo, etc.).
Verificar los topes eléctricos y/o mecánico al alcanzar los taps extremos.
La tensión empleada para este ensayo no debe superar los **100V** (programar el equipo).
La relación de transformación, corriente de excitación, y ángulo, serán registradas para cada derivación.
Cada medición deberá ser consignada en el protocolo de relación de transformación respectivo.

4.6. 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.
Observar que los terminales de BT se encuentre libres de otras conexiones.
Colocar la puesta a tierra en bornes de la muestra.
Retirar el vallado de la zona de trabajo.

4.7. RESULTADOS

Luego de conocer la relación nominal para cada bobinado /derivación (si hubiere), estas serán comparadas con las impresas en la placa característica de la maquina, y se verificará que estén dentro de las tolerancias permitidas por la norma aplicable en cada caso.

Las mediciones realizadas, podrían mostrar diferencias del valor inicial de fábrica pero no se podrá exceder la tolerancia limite de 0.5% dada por normas nacionales e internacionales. (Transformadores de Potencia: IEC 60076 Error Rel < 0,5%). El equipo calculará automáticamente este error para cada fase.

Las corrientes de excitación por fases, deben mostrar una similitud de valores.

El grupo vectorial detectado por el equipo deberá ser Dyn11.

Las polaridades de los bobinados deberán ser mostradas con el signo (+) (equivalente a: "en fase")

MODULO
MOD-001 Rev1

TRANSFORMADORES DE POTENCIA Y DISTRIBUCION
-ENSAYOS EN CAMPO -

PRACTICA DE ENSAYO
PE-03 Rev1

MEDICION DE RELACION DE TRANSFORMACION - COMPROBACION DE
POLARIDAD Y GRUPO DE CONEXION

5. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

ANSI/IEEE C57.12.90 IEEE Standard Code for Liquid-immersed Distribution, Power, and Regulating transformers.
IEC 60076-1, Medición de relación de transformación y desplazamiento de fase. Numeral 10.3
NTC 471 "Prueba de Relación de Transformación. Verificación de polaridad y desplazamiento de fase
Manual de operación del equipo ATRT-03.

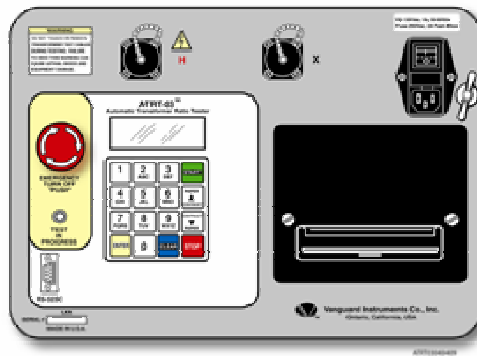
Nota: Las normas mencionadas y el manual de uso del equipo, pueden ser consultadas en la sede del UTNLAT.

6. ANEXOS

6.1. INSTRUMENTAL UTILIZADO EN ESTA PRACTICA

Medidor automático trifásico de relación de transformación, marca *Vanguard Instruments Co* – (USA), modelo: **ATRT-03**. Año 2007.

Mediciones complementarias: Cálculo de error de relación en % - Angulo de fase – Polaridad – Grupo de conexión - Corriente de excitación – Emisor de protocolos in situ.



6.1.1.

Ejemplo de Reporte

TRANSFORMER TEST RESULTS			
DATE: 11/27/08		TIME: 08:38:24	
COMPANY:	VANGUARD	STATION:	918F
CIRCUIT:	129A	OPERATOR:	HAI
WTR:	GE	TEST VOLTAGE:	40 VOLTS
MODEL:	12000 208	PHASE:	DELTA 4-0-4
SN#:	FC09943 67P	WTR:	DELTA 4-0-4
KVA RATING:	500	H TAP:	12000
OPERATOR:	HAI	H VOLTAGE:	012.000
TEST VOLTAGE = 40 VOLTS			
PHASE: DELTA 4-0-4			
H TAP:	12000	H VOLTAGE:	012.000
H TAP:	12000	H VOLTAGE:	000.200
PHS. R. RATIO	MA	%DIFF	C-RATIO
A	+100.04 0002	00.11	99.9288
B	+100.06 0002	00.12	99.9288
C	+100.04 0002	00.11	99.9288

1. Fecha y hora del ensayo.
2. Tensión de ensayo utilizada 40 V.
3. Tipo de transformador ensayado triángulo / estrella.
4. Tensión en el tap de AT 12,000 V (H).
5. Tensión en el tap de BT 208 V (X).
6. Relación teórica calculada (C_RATIO) 99.9288
7. Relación medida – Corriente de excitación - diferencia de relación en %.
 - Fase A: Ratio=100.05, Ext Current= 0002 mA, % Diff= 0.12
 - Fase B: Ratio=100.06, Ext Current= 0002 mA, % Diff= 0.13
 - Fase C: Ratio=100.06, Ext Current= 0002 mA, % Diff= 0.13
8. Polaridad de bobinado: "+" ó en fase.

6.2. CARACTERISTICAS TECNICAS DEL EQUIPO UTILIZADO

Tipo: Medidor trifásico de relación de transformación –ángulo –polaridad – grupo de conexión y corriente de excitación; portátil, automático

TENSIÓN DE ENTRADA 120/240 VAC

RANGO DE RELACIÓN DE MEDICIÓN 0.800 a 15000.00

EXACTITUD DE RELACIÓN DE ESPIRAS

- o 0.800-999: ± 0.1 %
- o 1000 – 1499: ± 0.2%
- o 1500 – 1999: ± 1.0%
- o 2000 – 15000: ± 2.0%

CALIBRACIÓN No requiere

MODULO
MOD-001 Rev1

TRANSFORMADORES DE POTENCIA Y DISTRIBUCION
- ENSAYOS EN CAMPO -

PRACTICA DE ENSAYO
PE-03 Rev1

MEDICION DE RELACION DE TRANSFORMACION - COMPROBACION DE
POLARIDAD Y GRUPO DE CONEXION

TENSIÓN DE EXCITACIÓN 8 VAC, 40 VAC, 100 VAC
CORRIENTE DE EXCITACIÓN 0 a 2 Amperios
EXACTITUD DE CORRIENTE $\pm 2\%$ de lectura (± 1 Dígito)
MEDICIÓN DE ÁNGULO DE FASE 0-360 Grados
EXACTITUD DE ÁNGULO DE FASE ± 1 Grado (± 1 Dígito)
PANTALLA LCD: amplitud de 4 líneas de 20 caracteres
REPORTE IMPRESO: Impresora térmica de 4,5 pulgadas
INTERFASE A PC con RS-232C, 19,200 baudios
MEMORIA: Almacena 200 registros completos de pruebas del transformador.
TEMPERATURA de funcionamiento: -20° C a 55° C - Almacenaje: -40 C a 65° C

6.3. GRUPO VECTORIAL DE UN TRANSFORMADOR

Acorde con las normas IEC, (IRAM 2053-2) todo transformador debe poseer una placa de datos característicos, conteniendo sus especificaciones y grupo de conexión que definen a la maquina.

Uno de estos datos es la configuración del bobinado y el código de desplazamiento de las fases.

Este código sigue una secuencia de letras y números, que definen la configuración de las tres fases de cada grupo de bobinados (ejemplo: triángulo -triángulo // triángulo-estrella).

Los símbolos para cada bobinado son anotados en orden descendente, según su nivel de tensión.

Las letras en mayúscula definen altas tensiones y las letras en minúscula definen bajas o intermedias tensiones.

Si el punto neutro de un bobinado estrella o zig-zag, está accesible (borne externo), la indicación será **N** para las altas tensiones, y **n** para las bajas tensiones

Por ultimo, el número final indica el "30° multiplicador", que señala el retraso para tensiones simples o de fase entre las bobinas.

Ejemplo:

Y (estrella) = **Y** (alta tensión) ó **y** (baja tensión).

D (triángulo) = **D** (alta tensión) o **d** (baja tensión).

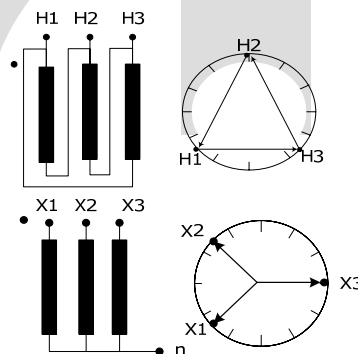
Ejemplo de configuración: **Dyn11**


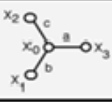
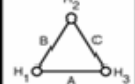
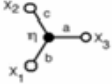
D: Indica que el bobinado de AT está conectado en configuración triángulo (delta en inglés). (dado que el bobinado triángulo no tiene neutro la N nunca aparece después de la D)

y: Indica que el bobinado de BT está en estrella (Star en inglés).

n: Indica que el bobinado de BT tiene punto neutro accesible (borne externo).

11: Indica que el desplazamiento entre fases es 330° en atraso entre el bobinado estrella y el triángulo.



TRANSFORMER CONFIGURATION		EXT. JUMPER	PHASE	WINDING TESTED		CAL. TURN RATIO	VECTOR GROUP	NOTES
HIGH-VOLTAGE WINDING (H)	LOW-VOLTAGE WINDING (X)			HIGH VOLTAGE WINDING	LOW VOLTAGE WINDING			
		—	A	H ₁ -H ₃	X ₀ -X ₃	$\frac{V_H \cdot \sqrt{3}}{V_x}$	Dyn11	
			B	H ₂ -H ₁	X ₀ -X ₁			
			C	H ₃ -H ₂	X ₀ -X ₂			
		H ₃ -H ₂ H ₁ -H ₃ H ₂ -H ₁	A	H ₁ -H ₃	X ₂ -X ₃	$\frac{V_H \cdot \sqrt{3}}{V_x}$	Dy11	NO ACCESSIBLE NEUTRAL ON WYE WINDING
			B	H ₂ -H ₁	X ₃ -X ₁			
			C	H ₃ -H ₂	X ₁ -X ₂			

MODULO
 MOD-001 Rev1

TRANSFORMADORES DE POTENCIA Y DISTRIBUCION
 - ENSAYOS EN CAMPO -

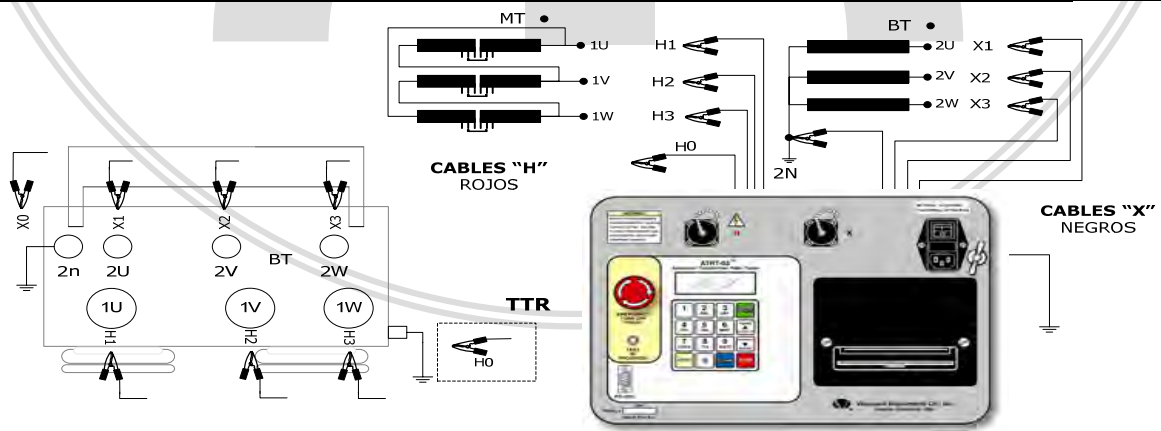
PRACTICA DE ENSAYO
 PE-03 Rev1

MEDICION DE RELACION DE TRANSFORMACION - COMPROBACION DE
 POLARIDAD Y GRUPO DE CONEXION

6.4. PROTOCOLO DE ENSAYO

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

Prueba	Posic. TAP	Bobinado / Conexiones	Relación teórica	Relación Medida	%Error	Corriente (m A)	Angulo (°)
1	1 (+5%)	1U-1V, 2U-2n H1-H2, X1-X0					
		1V-1W, 2V-2n H2-H3, X2 X0					
		1W-1U, 2W-2n H3-H1, X3 X0					
2	2 (+2,5%)	1U-1V, 2U-2n H1-H2, X1-X0					
		1V-1W, 2V-2n H2-H3, X2 X0					
		1W-1U, 2W-2n H3-H1, X3 X0					
3	3 0%	1U-1V, 2U-2n H1-H2, X1-X0					
		1V-1W, 2V-2n H2-H3, X2 X0					
		1W-1U, 2W-2n H3-H1, X3 X0					
4	4 (-2,5%)	1U-1V, 2U-2n H1-H2, X1-X0					
		1V-1W, 2V-2n H2-H3, X2 X0					
		1W-1U, 2W-2n H3-H1, X3 X0					
5	5 (-5%)	1U-1V, 2U-2n H1-H2, X1-X0					
		1V-1W, 2V-2n H2-H3, X2 X0					
		1W-1U, 2W-2n H3-H1, X3 X0					



CONCLUSIONES: