

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA



**“DISEÑO DE UNA SALA DE PRUEBAS DE RUTINA
PARA TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN”**

INFORME DE SUFICIENCIA

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO ELECTRICISTA**

**PRESENTADO POR:
JESÚS BELLIDO CENTENO**

**PROMOCIÓN
1979-II
LIMA – PERÚ
2002**

A la Universidad Nacional de Ingeniería.

**A mi esposa, hijos y familia, por su comprensión y
apoyo demostrados en todo momento.**

**“DISEÑO DE UNA SALA DE PRUEBAS DE RUTINA
PARA TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN”**

SUMARIO

El presente informe de suficiencia trata sobre el diseño de una sala de pruebas de rutina para transformadores de distribución, lo que implica que previamente se deben conocer: El tipo de empresa o entidad para la cual se diseña la sala de pruebas, las potencias máximas de los transformadores que se van a probar y las características de las pruebas que se van a realizar.

El diseño de la sala corresponde a un taller de reparación y/o rebobinado de transformadores de distribución de hasta 500 KVA de potencia nominal y 22,9 KV de tensión nominal.

Se han tomado en cuenta los antecedentes del taller y la reglamentación vigente para desarrollar el tema, y se ha obtenido como resultado una propuesta de diseño en la cual se indican: La distribución de planta del taller y las dimensiones de la sala de pruebas, la evaluación y selección del equipamiento requerido, la selección de los equipos de protección y del sistema de puesta a tierra, la selección y descripción de las pruebas de rutina y los equipos que se requieren para cada caso, así como la evaluación económica en la cual se proponen dos alternativas para el equipamiento y la selección.

ÍNDICE

	Página
INTRODUCCIÓN	8
CAPÍTULO I	
DISTRIBUCIÓN DE PLANTA	10
1.1. Antecedentes	10
1.2. Descripción del taller y su distribución de planta actual	11
1.3. Plan de operaciones de la reparación de un transformador	11
1.4. Dimensionamiento de la sala de pruebas	13
1.4.1. Nivel de producción estimado	14
1.4.2. Nivel de tensión de pruebas	14
1.4.3. Dimensiones de los transformadores	14
1.4.4. Dimensiones de los equipos e instrumentos requeridos	17
1.4.5. Apreciación final	17
CAPITULO II	
EQUIPAMIENTO BÁSICO REQUERIDO	18
2.1. Herramientas	20
2.2. Equipos	20
2.2.1. Especificaciones técnicas de los equipos	21
2.3. Instrumentos	24
CAPÍTULO III	
PROTECCIÓN Y PUESTA A TIERRA	25
3.1. Protección de los circuitos de abastecimiento eléctrico	25
3.2. Protección del personal	25

3.3. Sistema de puesta a tierra	26
3.4. Resistencia máxima de las conexiones a tierra	26
3.5. Sistema de puesta a tierra seleccionado	27
3.6. Especificaciones técnicas	28
3.7. Cálculo de la resistencia a tierra	29

CAPITULO IV

DESCRIPCIÓN DE LAS PRUEBAS DE RUTINA	32
---	-----------

QUE SE EJECUTARÁN

4.1. Prueba de la resistencia de aislamiento	33
4.2. Prueba de la rigidez dieléctrica del aceite aislante	35
4.3. Prueba de la relación de transformación y polaridad	36
4.4. Prueba de la resistencia óhmica de los arrollamientos	37
4.5. Prueba de vacío del transformador	39
4.6. Prueba de cortocircuito del transformador	40
4.7. Prueba de tensión aplicada	41
4.8. Prueba de tensión inducida	42

CAPITULO V

EVALUACIÓN ECONÓMICA	44
-----------------------------	-----------

5.1. Información Preliminar	44
5.2. Alternativas	44
5.3. Alternativa 1	45
5.4. Alternativa 2	47
5.5. Elección de la alternativa más conveniente	51
5.6. Análisis Económico – Financiero	51

CONCLUSIONES	58
ANEXOS	
ANEXO A	60
Resultados reales de protocolos de pruebas	
ANEXO B	74
Catálogos de equipos e instrumentos de laboratorio	
ANEXO C	92
Cuadros de la norma técnica peruana 370.002	
ANEXO D	96
Propuesta económica	
ANEXO E	145
Planos	
BIBLIOGRAFÍA	146

INTRODUCCIÓN

El grado de desarrollo de un país también se puede medir por el grado de desarrollo alcanzado por su sector eléctrico. En el Perú se han logrado significativos avances en este sector, entre los cuales podemos destacar.

- La operación del Sistema Interconectado Nacional.
- El coeficiente de electrificación a nivel nacional que es del 73 %.

Sin embargo, aún existe mucho por mejorar, como por ejemplo lo relacionado al tema que será tratado en el presente informe de suficiencia.

Se ha observado que en muchas ciudades del país, no existen empresas que presten servicios especializados en la ejecución de pruebas de rutina de los transformadores de distribución, con la garantía requerida y a precio razonable.

Estos transformadores son los más utilizados por los usuarios finales de la energía eléctrica.

El presente informe, pretende servir como guía para que las empresas o personas interesadas en hacer realidad la implementación de una sala de pruebas de rutina, para transformadores de distribución, tenga a su alcance la información básica requerida.

En el primer capítulo se determinan las dimensiones de la sala de pruebas lo cual se hace basándose en criterios técnicos. Se adjuntan 3 planos.

El segundo capítulo comprende la selección de las herramientas, equipos e instrumentos necesarios, para la ejecución de las pruebas.

El tercer capítulo está relacionado al nivel de seguridad con que debe contar el taller, por lo tanto se tratan los temas de protección mecánica de la sala, protección de los circuitos eléctricos y el sistema de puesta a tierra.

En el cuarto capítulo se enumeran las pruebas de rutina que se ejecutarán en los transformadores, se hace una breve descripción de cada una de ellas y se mencionan los equipos requeridos en cada caso.

El quinto capítulo trata de la evaluación económica cuyo objetivo es calcular el costo del servicio que se va prestar.

El informe finaliza con las conclusiones, los anexos con temas relacionados al mismo y la bibliografía.

CAPITULO I DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

En el presente capítulo se va a determinar el tamaño físico de la infraestructura requerida de una sala de pruebas de rutina para transformadores de distribución de hasta 500 KVA. Debemos definir entonces que, cuando nos referimos a una: “Sala de pruebas de rutina para Transformadores de distribución”, tendrá el significado que se menciona a continuación.

Es un ambiente cerrado, especialmente diseñado, construido y equipado cuyo propósito principal es servir para la ejecución de pruebas de calidad que se consideran básicas, en determinado tipo de transformadores, denominados transformadores de distribución o sea aquellos cuya potencia nominal es menor o igual a 500 KVA.

1.1. Antecedentes

Debemos señalar que al diseñar una sala de pruebas de rutina para transformadores, se debe tomar en cuenta que esta; generalmente, forma parte de una estructura mayor que puede ser:

- Una Planta industrial en la cual se fabrican transformadores.
- Un taller especializado de reparación y / o rebobinado de transformadores.
- Un laboratorio especializado.

El presente informe se refiere al caso particular mencionado en segundo lugar, por lo tanto, el objetivo principal será: Diseñar una sala de pruebas de rutina para transformadores de distribución, para un taller especializado de reparación y / o rebobinado de transformadores de este tipo.

Se asume entonces que el taller existe y que se dedica al rubro antes mencionado, es conveniente entonces, hacer una breve descripción de la planta que ocupa el taller y su distribución actual.

1.2. Descripción del taller y su distribución de planta actual

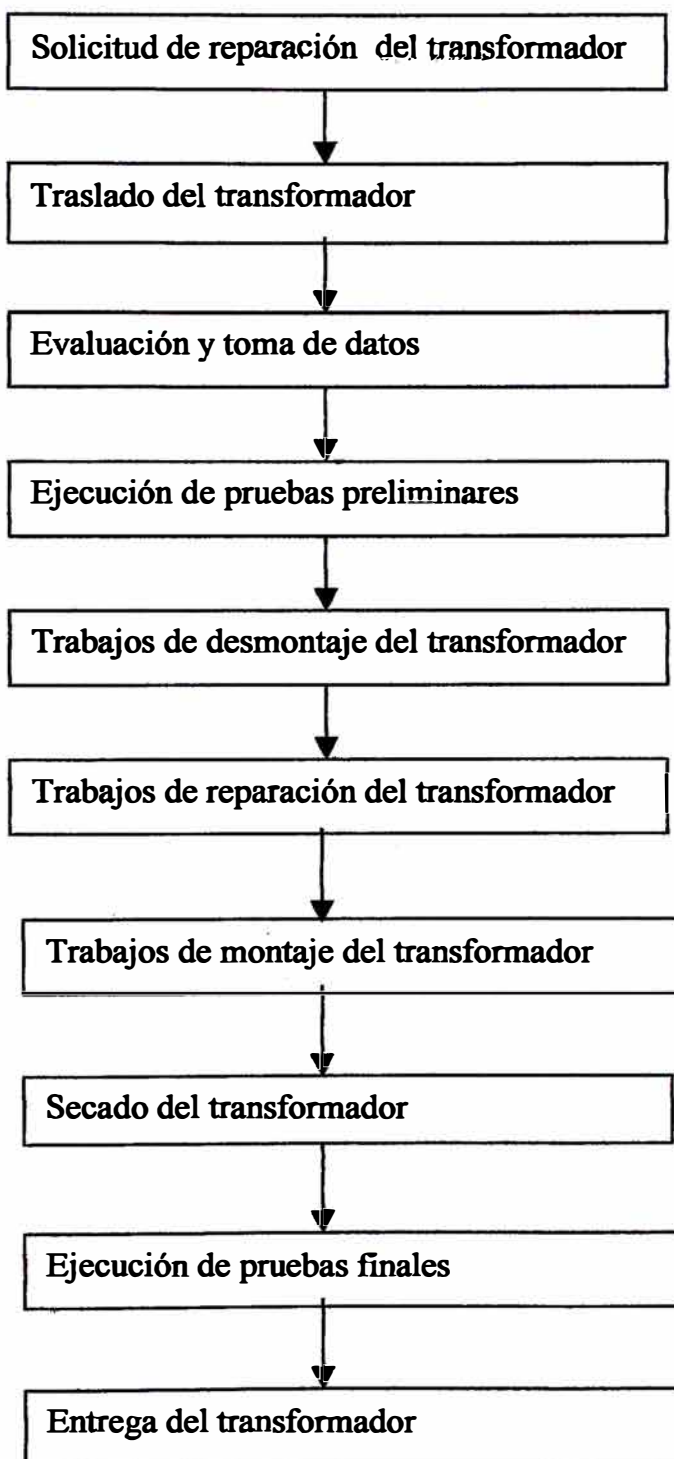
El taller está ubicado en el distrito de Tarapoto, Provincia y Departamento de San Martín y cuenta con un área total de 450 m², el terreno es de forma rectangular y sus dimensiones son: 15 m de frente x 30 m de fondo y está ubicado en la esquina donde se cruzan el Pasaje Cuzco y el Jirón Cuzco de la indicada ciudad. Actualmente el área de trabajo está techado y es de 5 m x 10 m y es donde se realizan todas las labores correspondientes a la reparación y rebobinado de transformadores, ver planos SPR-1, SPR-2.

Se debe señalar que actualmente el taller no cuenta con una sala de pruebas para transformadores ni con el equipamiento completo para tal fin, por lo que las pruebas que se realizan son muy restringidas.

1.3. Plan de operaciones de la reparación de un transformador

La reparación de un transformador en el taller antes mencionado, comprende el plan de operaciones indicado en la siguiente página.

En este plan de operaciones, está comprendido el proceso de reparación del transformador propiamente dicho. Un transformador que está en proceso de reparación, sigue una secuencia de pasos, la cual a su vez puede requerir pasar por la sala de pruebas como mínimo en dos oportunidades (pruebas de proceso y pruebas finales) y un número de pruebas adicionales que dependerá del tamaño y tipo del transformador y también de los acuerdos previamente establecidos con el cliente.

Plan de operaciones de la reparación de un transformador

Todo transformador, al concluir su proceso de fabricación y / o reparación es sometido a un conjunto de pruebas, denominadas pruebas de rutina, cuyo propósito es verificar que ha sido correctamente diseñado y construido, así como también para determinar los parámetros eléctricos que caracterizan a dicho transformador, los resultados de estas pruebas se anotan en un documento denominado Protocolo de Pruebas (Ver anexo A).

En forma similar, cuando un transformador presenta una falla, este deberá ser sometido a un conjunto de pruebas que nos permitan determinar el tipo y origen de la misma. Del resultado de estas pruebas, se determina si el transformador requiere de una reparación total la que comúnmente se denomina, rebobinado del transformador, al concluir dicho proceso de reparación, también deberá ser sometido a las pruebas de rutina, cuyos resultados indicarán la calidad de los trabajos realizados.

Un transformador reparado deberá tener las mismas características eléctricas que un transformador nuevo y ofrecer la garantía requerida para prestar un servicio con la misma duración, eficiencia y calidad. De lo mencionado se concluye que es recomendable que un taller especializado en la reparación de transformadores cuente en sus instalaciones con una sala de pruebas de rutina.

1.4. Dimensionamiento de la sala de pruebas

El tamaño deberá ser el menor posible, ya que la factibilidad de la implementación de la sala de pruebas, dependerá de los costos. Los límites en cuanto a las dimensiones los obtendremos tomando en cuenta los siguientes criterios técnicos:

- Nivel de producción estimado
- Nivel de tensión de pruebas
- Dimensiones de los transformadores

- Dimensiones de los equipos e instrumentos requeridos.

1.4.1. Nivel de producción estimado

Se refiere al número de unidades que se pueden probar, en un determinado período de tiempo. Para el caso particular, se han revisado los registros de trabajos realizados, determinándose que el máximo número de transformadores reparados por mes fue de 4 unidades.

1.4.2. Nivel de tensión de pruebas

Tratándose de pruebas de rutina para transformadores de distribución las tensiones utilizadas son del orden de los 20 Kilovoltios, esto limita las dimensiones de la sala de pruebas, especialmente en el sentido vertical, la altura libre mínima de la sala de pruebas será de 6 m.

1.4.3. Dimensiones de los transformadores

Aquí los límites los obtenemos teniendo en cuenta que se ha especificado que las pruebas serán realizadas solo en transformadores de distribución cuya potencia aparente sea menor o igual a 500 KVA.

La recepción, traslado y manipuleo de estas unidades, nos da idea de las distancias requeridas, especialmente en el sentido horizontal y también de la resistencia mecánica del piso.

En la Tabla 1.1 se indican las características de los transformadores trifásicos con potencias hasta 80 KVA, fabricados por DELCROSA, para tensiones de hasta 24 KV y 1000 msnm, cuya ejecución con conservador de aceite es solo para tensiones mayores a 15 KV.

En la Tabla 1.2 se indican las características de los transformadores trifásicos con potencias de 100 a 500 KVA, fabricados por DELCROSA, para tensiones hasta 24 KV y 1000 msnm.

En la Tabla 1.3 se indican las características de los transformadores trifásicos con potencias de 50 a 500 KVA, fabricados por ASEA BROWN BOVERI S. A. , y que cumplen las siguientes especificaciones:

Tensión de prueba / BIL AT : 28 / 75 KV.

Altura: 1000 msnm. ; 60 Hz

TABLA 1.1
Transformadores trifásicos fabricados por DELCROSA S. A.

POT. APARENTE KVA	LARGO mm	ANCHO mm	ALTURA mm	PESO TOT. kg
25*	680	615	1100	250
50*	770	660	1100	350
80	850	690	1150	420

(*) Tanque liso.

TABLA 1.2**Transformadores trifásicos fabricados por DELCROSA S. A.**

POT. APARENTE	LARGO	ANCHO	ALTURA	PESO TOT.
KVA	mm	mm	mm	kg
100	920	690	1250	510
160	980	720	1350	690
250	1110	780	1450	950
315	1240	850	1450	1000
400	1250	1000	1600	1480
500	1250	1000	1700	1550

TABLA 1.3**Transformadores trifásicos fabricados por ASEA BROWN BOVERI S. A.**

POT. APARENTE	LARGO	ANCHO	ALTURA	PESO TOT.
KVA	mm	mm	mm	kg
50	955	485	930	280
100	1070	595	985	425
160	1190	710	1115	560
200 – 250	1275	755	1170	805
320	1425	790	1350	1020
400 – 500	1490	870	1645	1900

1.4.4. Dimensiones de los equipos e instrumentos requeridos

Se ha recopilado información referente a los equipos e instrumentos de laboratorio que se requieren en una sala de pruebas para transformadores, la que consiste en catálogos, manuales y folletos que se adjuntan en el anexo B.

En dicha información se observa que los modernos equipos e instrumentos, son compactos y de dimensiones relativamente pequeñas.

1.4.5. Apreciación final

No existe una norma o regla que determine matemáticamente las dimensiones de una sala de pruebas para transformadores; por lo tanto, se deberán tomar en cuenta los criterios técnicos mencionados en 1.4.1 , 1.4.2 , 1.4.3 , 1.4.4 además del criterio profesional del diseñador para determinar las dimensiones físicas de la sala de pruebas.

Por ello se concluye que el área de 15 x 30 metros con que cuenta el taller es suficiente para satisfacer todos los requerimientos. En esta área se construirán un conjunto de ambientes cuya parte principal será la sala de pruebas propiamente dicha y que además estará conformada por : Oficina, almacén, servicios higiénicos, taller, sala de pintura, almacén de productos terminados, zona de despacho de productos terminados; ver planos SPR-1, SPR-2, SPR-3.

CAPITULO II EQUIPAMIENTO BÁSICO REQUERIDO

El equipamiento básico requerido, estará constituido por todos los recursos físicos que son necesarios para la realización de las pruebas; se excluyen los correspondientes a la infraestructura, que ya han sido detallados en el capítulo I.

Estos recursos se pueden dividir en: Herramientas, equipos e instrumentos.

Para la evaluación y selección de los elementos, se deben tener en cuenta las características de los transformadores que se van a probar y las pruebas que se van a realizar; de los primeros se determinan los límites de las magnitudes que se deben medir y la capacidad de los equipos que se deben utilizar como fuentes de alimentación o de excitación, en los segundos se deben definir claramente los objetivos de cada una de las pruebas y basándose en ellos se determinan los instrumentos requeridos para realizar las mediciones y los rangos de los mismos.

También se deben tener en cuenta los registros de ensayos realizados en salas de prueba existentes, con resultados reales declarados en los correspondientes protocolos de pruebas (Ver anexo A).

En el siguiente cuadro se indican las magnitudes y los rangos de las mismas, que normalmente se miden al realizar pruebas de transformadores y corresponden al caso particular del presente informe.

TABLA 2.1

Magnitudes y rangos de los parámetros que normalmente se miden en las pruebas de transformadores

Prueba	Magnitud a medir	Rango
1 Resistencia de aislamiento (Valor mínimo)	Resistencia Eléct.	1,22 M Ω – 23,9 M Ω
2 Rigidez dieléctrica del aceite	KV/cm	240 KV/cm
3 Relación de transformación	<u>Nº de vueltas del Prim.</u> Nº de vueltas del Sec.	
Polaridad	Aditiva o sustractiva	
4 Resistencia óhmica de los arrollamientos	Resistencia Eléct.	m Ω a Ω
5 Vacío	Tensión Corriente Frecuencia Potencia	220 V - 380 V 0 - 20 A 60 Hz 100 W - 1 900 W
6 Cortocircuito	Tensión Corriente Frecuencia Potencia	0 - 1 000 V 0 - 30 A 60 Hz 0 - 10 000 W
7 Tensión aplicada	Tensión Corriente Frecuencia	0 - 380 V 0 - 20 A 60 Hz
8 Tensión inducida	Tensión Corriente Frecuencia	440 V - 760 V 0 - 20 A 120 Hz

2.1. Herramientas

Son las que utilizaremos para realizar acciones tales como Subir, bajar, trasladar, desmontar el transformador, desarmar piezas, etc.

Las herramientas requeridas son las siguientes:

- Polipasto con capacidad de 3 toneladas
- Puente de 3.5 m de ancho por 4.0 m de alto con capacidad de 3 toneladas
- 4 Polines de 1 1/2 "φ x 2 m.
- 1 juego de llaves mixtas milimétricas
- 1 juego de llaves mixtas en pulgadas
- 1 juego de alicates
- 1 juego de desarmadores
- 1 Martillo
- 1 Juego de cinceles
- 1 Pistola para soldar
- 1 Par de guantes aislantes
- 1 Llave francesa de 12"

2.2. Equipos

Son los que nos permitirán ejecutar determinadas pruebas y efectuar mediciones de las mismas, y son los siguientes:

1 Espinterómetro, Marca Instronic, Modelo ARD 60 – 15.

1 Medidor digital de relación de transformación (DTR), Marca AEMC Instruments, Modelo 8500.

1 Fuente de alimentación, trifásica, para pruebas de tensión inducida, compuesta de:

Un generador sincrónico, trifásico, 10 KVA, 380 V, 120 Hz, con excitación

independiente y un motor eléctrico, trifásico, de: 15 HP, 380 V, 1800 RPM.

1 Transformador auxiliar, trifásico, de 25 KVA, 60 – 120 Hz, Tensión primaria: 380 V, Tensión secundaria: Regulable en forma continua de 0 a 1000 V, el cual se utilizará para las pruebas de: Cortocircuito, vacío, tensión aplicada y tensión inducida.

1 Transformador de aislamiento monofásico de: 7,5 KVA, 60 Hz, 380 / 50 000 V, el cual se utilizará para la prueba de tensión aplicada.

2.2.1. Especificaciones técnicas de los equipos

En cada caso, las especificaciones técnicas indicadas, corresponden a los equipos seleccionados.

2.2.1.1. Especificaciones técnicas del espinterómetro

Marca: Instronic

Modelo: ARD 60-15

Aplicación: Medición de la rigidez dieléctrica en líquidos aislantes.

Características:

- Aparato, fabricado de acuerdo con las normas ASTM D 1816/74, VDE y ASTM D 877/67.
- Máxima tensión de medición: 60 KV rms.
- Transformador de alta capacidad, libre de distorsión armónica.
- Control de velocidad electrónico, con llave selectora de tres posiciones (0,5 ; 2,0 y 3,0 KV/seg) y una tercera velocidad (Aproximadamente 20 seg del final de la escala) de retorno a cero.
- Cuba de cristal acrílico convencionalmente accesible, permitiendo la observación de la medida y de los electrodos durante el ensayo.
- Compartimiento específico para la cuba, que permite el accionamiento del equipo,

solamente cuando la tapa protectora está colocada, garantizando la protección del operador.

- Accesorio motorizado para la circulación automática del aceite, de acuerdo con la norma seleccionada, posibilitando operación continua o intermitente.
- Circuito electrónico ultra rápido para desconexión de alta tensión (4 a 8 mseg), a fin de evitar la carbonización del líquido y la oxidación de los electrodos.

Datos Técnicos

- Alimentación: 110/220 V + 10 % , 60 Hz
- Potencia (corto tiempo): 0,6 KVA (máximo)
- Potencia al momento de la descarga: 2 KVA
- Tensión de medida entre electrodos: 0-60 KV rms
- Tensión de medida entre electrodos y tierra: 0-30 KV rms.
- Regulación de tensión: automática con tres velocidades Controladas electrónicamente:
 - 0,5 KV/seg (ASTMD 1816/74)- Electrodo tipo calota.
 - 2,0 KV/seg (VDE 0370)- Electrodo tipo calota.
 - 3,0 KV/seg (ASTMD 877/67)- Electrodo tipo disco.
- Velocidad de retorno a cero: 20 seg (aprox.) para final de escala.
- Temporizador para repetición de nuevo ciclo con base de 1 minuto para ASTMD 1816 E 877 y 2 minutos para VDE 0370.
- Indicación de tensión: A través de Kilovoltímetro digital con circuito de memoria.
- Precisión de indicación: $\pm 1,5$ KV
- Capacidad de la cuba: 0,5 litro
- Dimensiones: Altura = 350 mm Largo = 360 mm Profundidad = 240 mm
- Peso: 25 Kg.

2.2.1.2. Especificaciones técnicas del medidor digital de relación de transformación (D T R)

Marca: AEMC

Modelo: 8500

Nombre: Medidor digital de relación de transformación.

Características: Diseñado para transformadores de potencia, transformadores de potencial y transformadores de corriente.

Muestra simultáneamente la relación de transformación, polaridad y la corriente de excitación.

Rango de relación:

0,8000a 1500,0 : 1

Precisión:

Relación \leq 1000 a 1 : \pm 0,1% de la lectura

Relación $>$ 1000 a 1 : \pm 0,2 % de la lectura

Corriente de excitación:

Rango: 0 - 1000 mA

Precisión: 2% R \pm 2 mA

Frecuencia de excitación: 70 Hz

Abastecimiento de energía: Baterías recargables de NiCd , 230 V , 60 Hz

Duración de las baterías: Mayor a 10 horas en operación continua

Temperatura de operación: 0 °C a 50 °C , 0 a 90 % RH

Dimensiones: 330 x 305 x 152 mm

Peso: 6,4 Kg.

2.3. Instrumentos

Son los que utilizaremos para efectuar las mediciones de los parámetros correspondientes a los resultados de las pruebas, los instrumentos requeridos son los siguientes:

1 Megóhmetro	Megabrás, Modelo MD – 5065 ; 0.5 – 5 KV
1 Multímetro	Fluke, Modelo 187, Digital, true RMS.
1 Puente de Kelvin	Yokogawa, Modelo 276910 ; 0.10 mΩ a 110 Ω
1 Frecuencímetro	Yokogawa, Modelo 203832 ; 20 – 100 Hz, 120 – 240 V
1 Frecuencímetro	Yokogawa, Modelo 203803 ; 100 – 300 Hz, 120 – 240 V
1 Amperímetro de CC	Yokogawa, Modelo 201137; Rango: 1 – 3 – 10 – 30 A
3 Amperímetro de CA	Yokogawa, Modelo 201312; Rango: 0.5 / 1 / 2 / 5 A
1 Voltímetro de CA	Yokogawa, Modelo 201319; Rango: 300 – 750 V
2 Vatímetro	Yokogawa, Modelo 204112; Monofásico, para bajo factor de potencia (0,2), 1 / 5 A, 120 / 240 V
1 Termohigrómetro	Extech, Modelo 445702, digital, ambiental, reloj
1 Barómetro	
1 Cronómetro	
3 Transformadores de corriente multirelación	30 VA, 50-25-10-5 / 5 A
2 Transformadores de tensión,	240 / 380 – 440 – 760 – 880 – 1000 V, 30 VA
1 Reóstato	Yokogawa, Modelo 279112 ; 0 – 4,7 Ohms, 6 Amp.

CAPITULO III PROTECCIÓN Y PUESTA A TIERRA

El sistema de protección comprende todas las medidas de seguridad que se adopten con el fin de proteger en primer lugar a las personas encargadas de operar y manipular los equipos instalados en la sala de pruebas y en segundo lugar a los equipos e instrumentos, en caso de producirse una falla.

3.1. Protección de los circuitos de abastecimiento eléctrico

Los equipos de protección de los circuitos de abastecimiento eléctrico a la sala de pruebas están ubicados en el correspondiente tablero general de distribución denominado TG – 1, la ubicación de dicho tablero está indicada en el plano SPR- 1, dichos equipos de protección son:

1 un. Interruptor disyuntor de 3 x 100 A, 1KV

1 un. Interruptor termomagnético de 3 x 60 A, 600 V.

1 un. Interruptor termomagnético de 3 x 40 A, 600 V.

1 un. Interruptor termomagnético de 3 x 30 A, 600 V.

Además existirán otros elementos de protección en los correspondientes tableros de distribución: TD-1, TD-2 y TD-3 (Ver plano SPR-1)

3.2. Protección del personal

Para la protección contra descargas accidentales, tanto del personal encargado de operar los equipos como de los que presencien las pruebas, se instalará una malla de protección de 2 m de altura, la cual estará soportada por tubos de fierro galvanizado, dicha malla cubrirá todo el perímetro de la sala de pruebas propiamente dicha que es de

6 x 8 m y estará equipada con dos puertas una de 2,5 m de ancho y otra de 3 m de ancho ambas de altura igual al total de la malla, ubicadas como se indica en el plano SPR-1.

La malla estará directamente conectada al sistema de puesta a tierra.

3.3. Sistema de puesta a tierra

La puesta a tierra comprende a toda ligazón metálica directa por medio de un conductor de sección recta suficiente, sin fusible ni protección alguna, entre determinados elementos o partes de la instalación y un electrodo o grupo de electrodos enterrados en el suelo. La puesta a tierra cumplirá los siguientes objetivos:

- Proteger a las personas, limitando la tensión que respecto a tierra puedan alcanzar las masas metálicas.
- Proteger a las personas, equipos y materiales, asegurando la actuación de los dispositivos de protección como pararrayos, descargadores eléctricos de líneas de energía o señal así como interruptores diferenciales.
- Facilitar el paso a tierra de las corrientes de defecto y de las descargas de origen atmosférico o de otro tipo.

El sistema de puesta a tierra constará de las siguientes partes:

Toma de tierra o puesta a tierra.

Línea principal de tierra.

Derivaciones de las líneas principales de tierra.

Conductores de protección.

3.4. Resistencia máxima de las conexiones a tierra

Para la determinación de la resistencia de las conexiones a tierra, se deberán tomar en cuenta entre otras, las posibles averías entre los sistemas de alta y baja tensión, y las

gradientes de potencial peligrosas; en cualquier caso no deberá superar los valores dados en la tabla 3-1, la cual se ha obtenido del Código Nacional de Electricidad (5).

Estos valores son referenciales y para nuestro caso en particular, se asume que la resistencia requerida deberá tener un valor máximo de 5 ohms y un valor óptimo recomendable de 3 ohm ó menos.

TABLA 3-1
Resistencia máxima de las conexiones a tierra.

Nivel de tensión	Potencia del Transformador: KVA	Resistencia Máxima a tierra: ohm
Primario	-----	25
Secundario	Hasta 50	25
	De 51 a 500	15
	Mayor de 500	10

3.5. Sistema de puesta a tierra seleccionado

El sistema de puesta a tierra seleccionado se muestra en el plano SPR-3 y está compuesto por:

- Una malla de conductor cableado de cobre desnudo, de 70 mm² de sección, las dimensiones de la malla serán de 6m x 6m y estará enterrada en zanjas de 0,4 m de ancho por 0,6 m de profundidad (ver plano SPR-3).
- Cinco varillas de cobre de 5/8" Ø x 2,4 m , enterradas en pozos de 1 m² de sección y directamente conectadas a la malla que se describió anteriormente.
- Un circuito principal de puesta a tierra que estará constituido por un cable desnudo de cobre de 35 mm² de sección, instalado sobre la malla metálica que limita la sala de

pruebas y conectado directamente a la malla de puesta a tierra en los puntos que se indican en el plano SPR-3.

Por lo tanto, los materiales requeridos para el sistema de puesta a tierra serán los que se indican en la tabla 3-2.

TABLA 3-2
Materiales requeridos para el sistema de puesta a tierra

CANT	UNIDAD	DESCRIPCIÓN
5	un	varilla de cobre de 5/8" Ø x 2,4 m
54	m	Cable desnudo de cobre de 70 mm ²
30	m	Cable desnudo de cobre de 35 mm ²
18	un	Sales electrolíticas Thor- gel
30	un	Grampa de bronce (para conectar varillas con cable de 70 mm ²).
5	un	Tubo PVC-SAP de 1"φ x 3 m
6	un	Curva PVC-SAP de 1" φ

3.6. Especificaciones técnicas

El procedimiento para ejecutar la instalación del sistema de puesta a tierra es el siguiente:

- Cavar los pozos de 1 m² de sección y 2,75 m de profundidad.
- Cavar las zanjas de 0,4 m de ancho por 0,6 m de profundidad.
- Cernir la tierra utilizando una zaranda con malla de ½ " y desechar el material grueso.
- Mezclar la tierra cernida con las sales electrolíticas Thor-Gel con la siguiente proporción: 1 dosis de las mencionadas sales (5 kg) por cada m³ de tierra.

- Realizar el relleno de los pozos y las zanjas con capas de 20 cm.
- Después de cada capa , apisonar utilizando una máquina vibradora o manualmente utilizando un pisón.
- Una vez concluido; agregar 20 litros de agua por m³ de tierra y esperar hasta su total absorción.
- Instalar una caja de registro con tapa.

3.7. Cálculo de la resistencia a tierra

La naturaleza del terreno donde se va a instalar la sala de pruebas es del tipo arcilloso con presencia de arena fina y tiene una resistividad promedio de:

$$\rho = 220 \Omega - m$$

Donde:

$$\rho = \text{Resistividad del terreno}$$

Realizando un tratamiento químico electrolítico a la tierra de los pozos, que consiste en que previamente se debe cernir la tierra extraída del pozo y luego aplicar una dosis de sales electrolíticas Thor-Gel, que corresponde a una relación de una caja de 5 kg de las mencionadas sales por cada m³ de tierra, se logra una reducción del 75 % de dicha resistividad, luego:

$$\rho = 0,25 \times 220$$

$$\rho = 55 \Omega - m$$

Con la instalación de una varilla la resistencia a tierra se obtendrá aplicando la siguiente ecuación:

$$R = \frac{\rho}{l}$$

Donde:

R = Resistencia a tierra de la varilla en ohm.

ρ = Resistividad del terreno con tratamiento químico en Ω -m.

l = Longitud del electrodo o varilla en m.

Reemplazando:

$$R = 22,92 \Omega$$

Incrementando el número de varillas a 5 unidades se logra una reducción del 73% del valor de la resistencia a tierra (7), luego:

$$R1 = 6,19 \Omega$$

Donde:

$R1$ = Resistencia equivalente de las 5 varillas

Con la instalación de la malla (ver detalles en el plano SPR-3),su resistencia a tierra se calcula aplicando la siguiente ecuación:

$$R2 = \rho \left(\frac{1}{2D} + \frac{1}{L} \right)$$

Donde:

$R2$ = Resistencia a tierra de la malla en ohm.

ρ = Resistividad del terreno con tratamiento químico Ω -m.

D = Longitud del lado de la malla (malla cuadrada) = 6 m.

L = Longitud total del conductor de la malla = 48 m.

Reemplazando:

$$R2 = 5,73 \Omega$$

$R2$ = Resistencia a tierra de la malla.

Se calcula el equivalente de $R1$ y $R2$, que son dos resistencias en paralelo:

$$\frac{1}{RT} = \frac{1}{R1} + \frac{1}{R2}$$

Reemplazando:

$$R_T = 2,97 \Omega.$$

CAPÍTULO IV DESCRIPCIÓN DE LAS PRUEBAS DE RUTINA QUE SE EJECUTARÁN

Los transformadores se prueban con diversos propósitos, se pueden mencionar entre éstos:

- Verificar que ha sido adecuadamente diseñado y construido.
- Para determinar los parámetros eléctricos equivalentes del transformador y a partir de éstos, hallar la eficiencia o rendimiento del mismo.
- Para determinar el estado de los materiales aislantes y por lo tanto la expectativa de vida útil del transformador.
- Para descartar fallas de fábrica o fallas que pueden haberse producido durante el transporte del transformador.

Por lo tanto, existen diversas clasificaciones sobre los tipos de pruebas que se ejecutan en los transformadores. No se van a enumerar ellas, puesto que como se mencionó en el capítulo I, el presente informe está limitado solo al estudio de las “Pruebas de Rutina” en “Transformadores de distribución”, cuya potencia nominal es menor o igual a 500 KVA.

Las pruebas son las que se mencionan a continuación:

Pruebas básicas

1. Prueba de la resistencia de aislamiento.
2. Prueba de la rigidez dieléctrica del aceite aislante.
3. Prueba de la relación de transformación y polaridad.
4. Prueba de la resistencia óhmica de los arrollamientos.

5. Prueba de vacío del transformador.
6. Prueba de cortocircuito del transformador.
7. Prueba de tensión aplicada.
8. Prueba de tensión inducida.

Pruebas complementarias

Existen otras pruebas que se pueden realizar durante la reparación de un transformador y que a modo de información solo se mencionan:

1. Prueba de control de funcionamiento de todos los accesorios del transformador.
2. Prueba de resistencia de aislamiento de tornillos y herrajes.
3. Prueba de factor de disipación del aislamiento.

Las pruebas básicas se describen a continuación.

Especificaciones para la ejecución de las pruebas

Las instalaciones y las conexiones de los conductores eléctricos requeridos para la ejecución de las pruebas, serán del tipo temporal y se realizarán en el momento de la prueba.

Se utilizarán conductores aislados de alta flexibilidad y de sección adecuada para cada aplicación, provistos de terminales de cobre o mordazas de acuerdo al nivel de tensión y corriente de la prueba.

Al concluir la prueba, todos los circuitos deberán ser desenergizados y los conductores utilizados deberán ser desconectados y retirados para su almacenaje.

4.1. Prueba de la resistencia de aislamiento

Tiene como objetivo determinar el valor de la resistencia de aislamiento de los devanados del transformador, estos indicadores determinarán el grado de humedad e

impurezas que contienen los aislamientos y en ocasiones también pueden determinar defectos severos en los mismos.

Fundamento

La resistencia de aislamiento es el valor de la resistencia en megohms que presenta un aislamiento al aplicarle un voltaje de corriente directa, durante un tiempo determinado. Es un valor referencial para comparación con mediciones posteriores.

La resistencia de aislamiento también es una medida de la corriente de disipación a través del aislamiento y sobre la superficie.

Normalmente, los valores mínimos recomendados por las Normas para la resistencia de aislamiento (6) se obtienen de la siguiente ecuación:

$$R = (1 \text{ Megohmio} / \text{KV}) + 1 \text{ Megohmio}$$

Donde el término: (1 Megohmio / KV) se debe multiplicar por la tensión admisible correspondiente al arrollamiento que se está midiendo. (Este valor es el indicado en los cuadros 5 y 6 de la Norma Técnica Peruana 370.002).

La resistencia de aislamiento depende de los siguientes factores:

Temperatura del devanado

Tiempo de duración de la prueba

Valor del voltaje aplicado.

Existen dos conceptos que se deben tomar en cuenta como indicadores de la resistencia de aislamiento y que son: el índice de polarización (Ip) y la relación de absorción dieléctrica (Rad)

Índice de polarización

Se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$Ip = \frac{R_{10m}}{R_{1m}}$$

Donde:

I_p = Índice de polarización

R_{10m} = Resistencia medida a los 10 minutos

R_{1m} = Resistencia medida a 1 minuto

Resultados:

$I_p < 1,5$ Significa mal aislamiento

$I_p > 2$ Significa buen aislamiento

Relación de absorción dieléctrica

Se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$Rad = \frac{R_{60}}{R_{30}}$$

Donde:

Rad = Relación de absorción dieléctrica

R_{60} = Resistencia medida a los 60 segundos

R_{30} = Resistencia medida a los 30 segundos

Resultados

$Rad < 1,1$ Significa mal aislamiento

$Rad > 1,25$ Significa buen aislamiento.

Instrumento requerido

Megóhmetro digital inteligente Megabrás Modelo MD-5065.

4.2. Prueba de la rigidez dieléctrica del aceite aislante

El objetivo de esta prueba es la determinación experimental del valor de la rigidez dieléctrica del aceite aislante del transformador.

Fundamento

En los transformadores, la función del aceite es doble, actúa como aislante y como agente refrigerante (por convección natural).

El valor de la rigidez dieléctrica del aceite está representado por el voltaje al que ocurre la ruptura dieléctrica del aceite entre dos electrodos de prueba, bajo ciertas condiciones predeterminadas.

Los aceites minerales tienden a alterarse (envejecimiento), es decir a oxidarse y a polimerizarse. Estas alteraciones merman las cualidades electrotécnicas del aceite (6). El “envejecimiento” es activado por la temperatura, la humedad y el contacto con el oxígeno del aire, formándose lodo y productos ácidos.

La rigidez dieléctrica de los aceites usados es del orden de los 200 KV/cm, sin embargo pequeñas cantidades de agua (humedad) o de impurezas, hacen descender este valor a su décima parte (6).

Equipo requerido

Espinterómetro Instronic Modelo ARD 60-15

4.3. Prueba de la relación de transformación y polaridad

La prueba de polaridad tiene como objetivos:

- Determinar como se encuentran devanadas, unas con respecto a otras, las bobinas de un transformador y como se han conectado a los bornes o terminales del mismo. La polaridad puede ser aditiva o sustractiva.
- Determinar el desplazamiento angular expresado en grados entre el vector que representa la tensión de línea a neutro de una fase de alta tensión y el vector que representa la tensión de línea a neutro en la fase correspondiente de baja tensión.

La prueba de relación de transformación tiene como objetivo principal:

- **Determinar la relación entre el número de espiras del devanado primario y el número de espiras del devanado secundario y comprobar que el error esté dentro dentro de las tolerancias exigidas por las normas.**

Fundamento

Normas IEC 76-1 y NTP 370.002 (12).

La tolerancia para la relación de transformación en el tap principal para un par específico de devanados debe ser el menor de los siguientes valores:

- a) El $\pm 0,5$ % de la relación de transformación de tensión declarada.
- b) El $\pm 1/10$ de la tensión de cortocircuito porcentual declarada en el tap principal.

La tolerancia para la relación de transformación en otros taps del mismo par de devanados, debe ser acordada entre cliente y fabricante, pero no debe ser menor que los valores mencionados en el párrafo anterior.

La tolerancia para la relación de transformación para un par cualquiera de devanados, debe ser acordada entre cliente y fabricante pero no debe ser menor que los valores mencionados en el primer párrafo.

Equipo requerido

Medidor digital de relación de transformación Marca AEMC Instruments modelo 8500.

4.4. Prueba de la resistencia óhmica de los arrollamientos

El objetivo de esta prueba es:

- **Verificar la continuidad de los circuitos y la simetría de los arrollamientos.**
- **Determinar las pérdidas por efecto Joule.**
- **Calcular la temperatura de los arrollamientos al final de la prueba de calentamiento.**

Fundamento

Según las Normas IEC 76-1 y NTP 370.002 (12).

Se deben registrar la resistencia de cada arrollamiento, los terminales entre los cuales se realizó la medición y la temperatura del arrollamiento.

La prueba deberá efectuarse utilizando corriente continua.

En toda medición de resistencias debe tenerse en cuenta que sean minimizadas los efectos de autoinducción.

En los transformadores de tipo seco la temperatura a anotar es la temperatura media tomada de varias lecturas hechas sobre los termómetros (por lo menos tres) puestos en la superficie del arrollamiento.

En los transformadores sumergidos en aceite se desenergiza el transformador por lo menos durante tres horas, después se determina la temperatura media del aceite, y se considera que la temperatura del arrollamiento es igual a la temperatura media del aceite.

El valor de la resistencia R_2 medida a la temperatura ambiente (T_2), se debe corregir a la temperatura de 75°C (T_1), para esto en el caso de los transformadores con arrollamientos de cobre, se puede aplicar la siguiente expresión (12):

$$R_1 = \frac{(234,5 + T_1)}{(234,5 + T_2)} R_2$$

Donde:

R_1 = Resistencia referida a la temperatura T_1 (75°C).

R_2 = Resistencia medida a la temperatura ambiente T_2 (en $^\circ\text{C}$)

T_1 = Temperatura a la cual se quiere referir el valor de la resistencia medida a la temperatura ambiente en $^\circ\text{C}$.

T_2 = Temperatura del arrollamiento en el momento de la medición de la resistencia R_2 en °C.

Existen dos métodos normalmente usados para realizar esta prueba:

- Método del puente Wheatstone o Kelvin.
- Método de caída de potencial.

El método del puente se utiliza cuando la corriente nominal del arrollamiento es menor a un amperio.

Si la corriente nominal del arrollamiento es mayor que un amperio se puede emplear el método de la caída de potencial.

El puente de Wheatstone se utiliza para medir resistencias de 1 a $1 \times 10^9 \Omega$.

El puente Kelvin se utiliza para medir resistencias de 1×10^{-5} a 1Ω .

Equipo requerido

1 Puente de Kelvin, Yokogawa, Modelo 276910 ; 0,10 m Ω a 110 Ω .

1 Fuente de tensión: Batería de 12 V DC.

1 Reóstato 0 – 4,7 Ω , 6 Amp.

1 Amperímetro de CC, Yokogawa, Modelo 201137 ; 1 / 3 / 10 / 30 A.

1 Multímetro digital Fluke, Modelo 187.

4.5. Prueba de vacío del transformador

Los objetivos de esta prueba son:

- Medir las pérdidas en el núcleo magnético del transformador denominadas pérdidas en vacío.
- Medir la corriente de excitación.

Fundamento

Las pérdidas en vacío del transformador están representadas por la potencia activa absorbida por uno de los arrollamientos cuando este es alimentado con tensión y frecuencia nominal, mientras que el otro o los otros arrollamientos están en circuito abierto.

Equipo requerido

- 1 Fuente de tensión, trifásica, 380 V, 60 Hz.
- 1 Transformador auxiliar, trifásico, 25 KVA, con relación de transformación regulable en el secundario: 380 / 0 – 1000 V.
- 1 Voltímetro de CA, Yokogawa, Modelo 201319 ; 300 – 750 V.
- 1 Frecuencímetro, Yokogawa, Modelo 203832 ; 20 – 100 Hz, 120 / 240 V.
- 3 Amperímetros de CA, Yokogawa, Modelo 201312 ; 0,5 / 1 / 2 / 5 A.
- 3 Transformadores de corriente, multirelación, 50 – 25 – 10 – 5 / 5 A, 30 VA.
- 2 Vatímetros monofásicos para bajo factor de potencia (0,2), Yokogawa, Modelo 204112 ; 1 / 5 A, 120 / 240 V.
- 2 Transformadores de tensión ; 240 / 380 – 440 – 760 – 880 – 1000 V; 30 VA.

4.6. Prueba de cortocircuito del transformador

Los objetivos de esta prueba son:

- Medir las pérdidas en los arrollamientos del transformador, denominadas pérdidas en el cobre.
- Medir la tensión de cortocircuito.

Fundamento

Las pérdidas con carga de los arrollamientos o pérdidas en el cobre están representadas por la potencia activa absorbida por uno de los arrollamientos, el cual es

alimentado con la tensión de cortocircuito a la frecuencia nominal, mientras que en el otro arrollamiento que está en cortocircuito, circula la corriente nominal.

Equipo requerido

El equipo requerido será el mismo que en la prueba de vacío.

4.7. Prueba de tensión aplicada

El objetivo de esta prueba es asegurar que el aislamiento entre los arrollamientos y las partes conectadas a tierra soporten las sobretensiones temporarias y de maniobras que puedan ocurrir cuando está en servicio.

Fundamento

La prueba se efectúa aplicando una tensión alterna monofásica de forma sinusoidal a una frecuencia no menor al 80 % de la nominal.

La tensión debe ser aplicada en forma sucesiva entre cada arrollamiento, sometido a ensayo y los otros arrollamientos, el circuito magnético y el tanque, conectados conjuntamente a tierra.

Se mide el valor de cresta de la tensión de ensayo, este valor dividido entre $\sqrt{2}$ debe estar conforme a los cuadros 5 ó 6 del anexo C.

En el caso de transformadores de tipo seco, se aplica el cuadro 5.

En el caso de transformadores sumergidos en aceite con aislamiento uniforme, se aplica el cuadro 6.

Equipo requerido

1 Fuente de alimentación, trifásica ; 380 V, 60 Hz.

1 Transformador auxiliar, trifásico, 25 KVA, con relación de transformación regulable en el secundario: 380 / 0 – 1000 V.

1 Transformador de aislamiento monofásico: 7,5 KVA ; 380 / 50 000 V, 60 Hz.

1 Voltímetro de CA, Yokogawa, Modelo 201319 ; 300 – 750 V.

1 Frecuencímetro, Yokogawa, Modelo 203832 ; 20 – 100 Hz, 120 – 240 V.

1 Amperímetro de CA, Yokogawa, Modelo 201312 ; 0,5 / 1 / 2 / 5 A.

4.8. Prueba de tensión inducida

El objetivo de esta prueba es probar el aislamiento entre espiras, bobinas, tomas, conexiones de tomas y los bornes de arrollamientos y también en transformadores con aislamiento graduado entre estas partes y tierra.

Fundamento

Se aplica tensión alterna sinusoidal a los bornes de un arrollamiento.

La duración del ensayo, es de 60 segundos para toda frecuencia de ensayo inferior o igual a 2 veces la frecuencia nominal. Si la frecuencia de ensayo pasa del doble de la frecuencia nominal, la duración del ensayo es en segundos, 120 veces la frecuencia nominal dividida por la frecuencia de ensayo ó 15 segundos, tomado el mayor de estos dos valores.

En los arrollamientos con aislamiento uniforme, la tensión desarrollada en los bornes de los arrollamientos de alta tensión debe ser un valor tal que la tensión que se produce en los bornes de salida de estos arrollamientos (ó en una parte cualquiera de los arrollamientos y de las conexiones) sea el valor indicado en los cuadros 5 y 6 de la Norma Técnica Peruana 370.002 (ver anexo C) siempre que este valor no exceda del doble de la tensión nominal.

Equipo requerido

1 Fuente de tensión, regulable, trifásica, 10 KVA, 380 V, 120 Hz (Grupo: Motor eléctrico – Generador síncrono).

1 Transformador auxiliar, trifásico, 25 KVA, 60 – 120 Hz, con relación de

transformación regulable en el secundario: 380 / 0 – 1000 V.

1 Voltímetro de CA, Yokogawa, Modelo 201319 ; 300 – 750 V.

1 Frecuencímetro, Yokogawa, Modelo 203803 ; 100 – 300 Hz, 120 / 240 V.

3 Amperímetros de CA, Yokogawa, Modelo 201312 ; 0,5 / 1 / 2 / 5 A.

3 Transformadores de corriente multirelación: 50 – 25 – 10 – 5 / 5 A, 30 VA.

Compensación

En el caso que la potencia aparente del transformador en prueba fuese de tal magnitud que sobrecargue al generador del grupo (por Ejem. $S \geq 500$ KVA), se conectarán condensadores a la salida del generador y en paralelo con la carga, se debe prever que la potencia conectada (de los condensadores) sea aproximadamente 10 % de la carga y que además posean las siguientes características:

Voltaje nominal: 380 V.

Frecuencia nominal: 120 Hz.

CAPÍTULO V EVALUACIÓN ECONOMICA

En este capítulo se hace una evaluación económica de las alternativas de inversión para la implementación de la sala de pruebas, la selección de una de ellas nos permitirá determinar el costo del servicio a brindar.

5.1. Información preliminar

Para realizar el estudio económico se debe considerar que el taller de reparación y/o rebobinado de transformadores existe y cuenta con parte de la infraestructura requerida, además de los servicios elementales tales como: electricidad, agua, teléfono, etc.

Por lo tanto para el estudio económico solo se van a considerar los costos de los recursos de los cuales carece el taller, que son los siguientes:

Herramientas

Equipos

Instrumentos

Sistema de puesta a tierra.

5.2. Alternativas

Se consideran dos alternativas de inversión para la implementación de la sala de pruebas:

Alternativa 1: Importar los equipos requeridos, ver anexo D.

Alternativa 2: Adquirir los equipos requeridos para la sala de pruebas en el mercado nacional, ver anexo B.

5.3. Alternativa 1: Importación de equipos

Se ha obtenido una propuesta económica de la Empresa Phenix Technologies, de Maryland, EE.UU. especializada en la fabricación de equipos de pruebas y mediciones, de alta tecnología, la cual tiene la capacidad de proveer equipos completos de pruebas de transformadores, sean estos monofásicos o trifásicos y de la capacidad requerida, la información correspondiente a esta propuesta se adjunta al presente informe en el anexo D. En forma concreta los costos indicados en la propuesta son los que se indican en la tabla 5-2 de la página siguiente. Además se deben considerar los equipos indicados en la tabla 5-1, (Los precios incluyen el IGV).

TABLA 5-1
Equipamiento ofertado en el mercado nacional.

Cant.	Unidad	Descripción	C.U. US \$	C. T. US \$
1	un.	Sistema de puesta a tierra combinado de 5 varillas de cobre de 5/8" ϕ x 2,4 m y una malla de cable desnudo de cobre de 70 mm ² dimensiones de la malla: 6 x 6 m.	1 150,00	1 150,00
1	un.	Megóhmetro digital marca Megabrás MD-5065	1 760,00	1 760,00
SUB-TOTAL 1			\$ 2 910,00	

TABLA 5-2**Costos de un Sistema de pruebas de transformadores importado.**

Cant.	Unidad	Descripción	Precio Neto US \$
1	un	<p>Sistema de pruebas de transformadores modelo TTS30-1 para tensiones superiores a 34,5 KV Con impedancia máxima del 6 %, capaz de medir:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Corriente de excitación • Pérdidas en el núcleo • Voltaje de impedancia • Corriente a plena carga • Pérdidas en el cobre • Relación de transformación • Prueba de tensión aplicada • Prueba de tensión inducida • Medición de resistencias 	38 050,00
1	un	AC hipot- 75 KV- 7,5 KVA, para prueba de tensión aplicada.	6 825,00
1	un	Grupo MG- 6,25 KVA- 400 Hz para prueba de tensión inducida.	14 360,00
1	un	Puente para medir relación de vueltas tipo P-Attr-03.	8 900,00
1	un	Puente de resistencias tipo P-ACCU-Trans.	5 300,00
SUB-TOTAL 2			\$ 73 435,00

NOTA: Estos precios no incluyen los costos por transporte y otros como impuestos.

5.4. Alternativa 2: Adquisición de equipos en el mercado nacional

Para esta alternativa se han obtenido cotizaciones o proformas de empresas que se dedican a la venta de los equipos requeridos para implementar la sala de pruebas, y se ha realizado una evaluación y selección de los mismos, cuyos resultados son los que se indican en las tablas siguientes, (Los precios incluyen el IGV).

TABLA 5-3:

Costos de las herramientas en el mercado nacional.

Cant.	Unidad	Descripción	C.U. US \$	C.T. US \$
1	un	Polipasto de 3 toneladas, Yale	355,00	355,00
1	Jgo.	Llaves mixtas 7 – 24 mm	40,58	40,58
1	Jgo.	Llaves mixtas 3/8” – 1”	38,09	38,09
1	Jgo.	Alicates de 3 piezas, marca Stanley	15,80	15,80
1	Jgo.	Desarmadores de 10 piezas, marca Stanley	8,70	8,70
1	un	Martillo de 27 mm, marca Stanley	4,35	4,35
1	Jgo.	Cinceles de 2 piezas, punta plana, Stanley	11,74	11,74
1	un	Pistola para soldar, 100-140 W, Wéller	39,13	39,13
1	un	Guantes dieléctricos, 2 000-4 000 V	34,06	34,06
1	un	Llave francesa de 12”, marca Stanley	10,58	10,58
SUB-TOTAL 3			\$ 558,03	

TABLA 5-4
Costos de los equipos en el mercado nacional.

Cant.	Unidad	Descripción	C. U. US \$	C. T. US \$
1	un	Espinterómetro Marca Instronic, Modelo ARD 60-15	4 200,00	4 200,00
1	un	Medidor digital de relación de transformación DTR, marca AEMC Instruments, Modelo 8 500	3 600,00	3 600,00
1	un	Fuente de tensión regulable, trifásica, compuesta de: Un motor eléctrico, trifásico de 15 HP, 380 V, 1 800 rpm. Un generador sincrónico, trifásico, 10 KVA, 380 V, 120 Hz, con excitación independiente.	7 250,00	7 250,00
1	un	Transformador auxiliar, trifásico, 25 KVA, 60 – 120 Hz, 380 / 0 – 1 000 V.	2 750,00	2 750,00
1	un	Transformador de aislamiento monofásico, 7,5 KVA, 60 Hz, 380 / 50 000 V.	3 150,00	3 150,00
SUB-TOTAL 4			\$ 20 950,00	

TABLA 5-5
Costos de los instrumentos en el mercado nacional.

Cant.	Unidad	Descripción	C. U. US \$	C. T. US \$
1	un.	Megóhmetro digital inteligente marca Megabrás, Modelo MD-5065	1 760,00	1 760,00
1	un.	Multímetro digital Marca Fluke, Modelo 187	655,00	655,00
1	un.	Puente de Kelvin, doble, portátil, Yokogawa Modelo 276910; 0,1 mΩ - 110 Ω	3 481,00	3 481,00
1	un.	Frecuencímetro, Marca Yokogawa, Modelo 203832; 20 – 100 Hz, 120 / 240 V.	885,00	885,00
1	un.	Frecuencímetro, Marca Yokogawa, Modelo 103803; 100 – 300 Hz, 120 / 240 V.	885,00	885,00
1	un	Amperímetro de CC, Marca Yokogawa, Modelo 201137; Rangos: 1 – 3 – 10 – 30 A.	690,30	690,30
3	un	Amperímetro de CA, Marca Yokogawa, Modelo 201312; Rangos: 0,5 – 1 – 2 – 5 A.	737,50	2 112,50
1	un.	Voltímetro de CA, Marca Yokogawa, Modelo 291319; Rangos: 300 / 750 V.	601,80	601,80
2	un.	Vatímetro monofásico para bajo factor de potencia, Marca Yokogawa, Modelo 204112 Rangos: 1 / 5 A, 120 / 240 V.	1 722,80	3 445,60
1	un.	Termohigrómetro digital, Extech, Modelo 445702.	106,79	106,79
1	un.	Cronómetro	40,00	40,00
3	un.	Transformador de corriente multirelación 50 – 25 – 10 – 5 / 5 A, 30 VA.	103,00	309,00
2	un.	Transformadores de tensión 240/ 380- 440-660-760-880-1 000 V; 30 VA	250,00	500,00
1	un.	Reóstato, Yokogawa, Modelo 279112	2 242,00	2 242,00
SUB-TOTAL 5			\$ 17 713,99	

TABLA 5-6**Costo del sistema de puesta a tierra en el mercado nacional.**

Cant.	Unidad	Descripción	C.U. US \$	C.T. US \$
1	un.	Sistema de puesta a tierra combinado de 5 varillas de cobre de 5/8" ϕ x 2,4 m y una malla de cable desnudo de cobre de 70 mm ² y longitud de 6 x 6 m.	1 150,00	1 150,00
SUB-TOTAL 6			\$ 1 150,00	

TABLA 5-7**Resumen de costos correspondientes a la alternativa 2.**

Item	Descripción	C. T. US \$
1	Sub-total 3: Herramientas	558,03
2	Sub-total 4: Equipos	20 950,00
3	Sub-total 5: Instrumentos	17 713,99
4	Sub-total 6: Sistema de puesta a tierra	1 150,00
TOTAL ALTERNATIVA 2		\$ 40 372,02

5.5. Elección de la alternativa más conveniente

Para realizar una comparación, debemos tener en cuenta lo siguiente:

En el caso de la alternativa 1, al costo indicado como sub-total 2 en la tabla 5-2 se deberán agregar los costos de importación tales como: transporte, aduanas, seguros, etc, que representan el 37% del costo de los productos, el costo así determinado se suma con el costo indicado como sub-total 1 en la tabla 5-1, el valor obtenido será el costo total de la alternativa 1:

$$1,37 \times \text{Sub-total 2} = 1,37 \times \$ 73\,435,00 = \$ 100\,605,95$$

$$\text{Sub-total 1} = 2\,910,00 = 2\,910,00$$

$$\text{TOTAL ALTERNATIVA 1} = \$ 103\,515,95$$

En el caso de la alternativa 2 se considera que el taller se implementará con los equipos mencionados en la tabla 5-7, en este caso el costo total de la alternativa 2 es:

$$\text{TOTAL ALTERNATIVA 2} = \$ 40\,372,02$$

Considerando las posibilidades reales de inversión se elige la alternativa 2.

5.6. Análisis económico financiero

Definiciones de términos financieros

TIR: Tasa interna de retorno.

Es la tasa de interés producida por el saldo aún no recuperado de una inversión, de manera que el saldo restante al finalizar la vida de la inversión es igual a cero.

TIRF: Se denomina TIR Financiero cuando se refiere solo al beneficio obtenido por el inversionista inicial.

TIRE: Se denomina TIR Económico cuando los dividendos son recibidos por estos mientras se calcula sobre la inversión requerida por el proyecto.

VAN: Valor actual neto.

Es la sumatoria de los valores actualizados de los costos en que incurren y de los beneficios que recibe el inversionista por razones de su participación en el proyecto. Los costos están medidos por el monto de sus aportes efectuados; sus beneficios por los dividendos recibidos y por la parte que le corresponde del valor de la recuperación del patrimonio del proyecto, a la liquidación del mismo.

Activo Fijo: Valor Actual Neto

Comprende los bienes e inmuebles, o sea bienes de uso o de inversiones, están sujetos a depreciación excepto los terrenos, y comprenden mobiliarios, enseres, instalaciones, edificios, maquinarias. Se dice bienes de uso dado que no son objetos de comercialización, tienen una vida relativamente útil.

Capital de Trabajo: Constituye el conjunto de recursos necesarios en la forma de activos corrientes para la operación normal del proyecto durante un ciclo activo, para una capacidad y tamaño determinado.

Ciclo Productivo: Es el proceso que se inicia con el primer desembolso para cancelar los insumos de la operación y termina cuando se venden los insumos transformados en productos o servicios terminados y se recibe el producto de la venta y queda disponible para la compra de nuevos insumos.

Costo de K de la Empresa: Costo de capital de la empresa: Es la tasa de rendimiento requerida de la empresa que apenas satisfaga a todos los proveedores de capital.

Las principales fuentes de capital son:

- Incremento de pasivos (préstamos, deudas), viene dado por la tasa de descuento que iguala los ingresos netos presentes provenientes de la deuda con el valor actual de los intereses más las amortizaciones.

- **Incremento de patrimonios (Rentas, Reinvertir utilidades), se puede incrementar mediante la emisión de acciones preferenciales, acciones comunes y utilidades retenidas.**

A continuación se presenta el análisis económico financiero en las tablas 5-8 a 5-15, de las cuales se concluye que el proyecto es rentable, dado que se exige un costo de 10 % y rinde 12.94% (TIRE) y 10.96% (TIRF).

TABLA 5-8 : Parametros financieros

Datos		
Inversión:	40372.02	US\$
Vida Útil en años:	5.00	años
Valor Residual	0.00	US\$
Valor Econ Máquina Año 5	5.00%	Inversión
Valor Econ K de Trab Año 5	80.00%	Stock Año 5
Margen Bruto (s/Deprec)	70.00%	Ventas
Gastos Adm. y de Ventas	10.00%	Ventas
Impuesto a la Renta	30.00%	
Stock Capital de Trabajo	25.00%	Ventas
Costo de K Empresa	10.00%	anual
Costo de K Banco	22.80%	anual
Costo de K Accionistas	23.00%	anual

tire	tirf
12.94%	10.96%

Calculo de la Depreciación

Deprec en Línea Recta **8074.40 US\$**

TABLA 5-9: Ventas, Costos de ventas, Gastos

Años	Ventas	Costo de Ventas	Gastos
1.00	17500.00	(3500.00)	(1750.00)
2.00	18000.00	(3600.00)	(1800.00)
3.00	18500.00	(3700.00)	(1850.00)
4.00	19000.00	(3800.00)	(1900.00)
5.00	19500.00	(3900.00)	(1950.00)

**TABLA 5-10 : Analisis de Inversion en Capital de Trabajo
STOCK:**

CONCEPTO	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
COSTO DE VENTAS		(3500.00)	(3600.00)	(3700.00)	(3800.00)	(3900.00)
STOCK DE CAP DE TRAB	(875.00)	(900.00)	(925.00)	(950.00)	(975.00)	(975.00)
VAR INV CAP DE TRAB	(875.00)	(25.00)	(25.00)	(25.00)	(25.00)	0.00

TABLA 5-11 Estado de Ganancias y Perdidas

CONCEPTO	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ventas		17500.00	18000.00	18500.00	19000.00	19500.00
Costo de Ventas		(3500.00)	(3600.00)	(3700.00)	(3800.00)	(3900.00)
Depreciación		(8074.40)	(8074.40)	(8074.40)	(8074.40)	(8074.40)
Utilidad Bruta		5925.60	6325.60	6725.60	7125.60	7525.60
Gastos Adm. y de Vent.		(1750.00)	(1800.00)	(1850.00)	(1900.00)	(1950.00)
Gastos Financieros						
Baja en libros						0.00
Venta Máquina						2018.60
Realización Cap de Trab						780.00
Utilidad antes de Imp.		4175.60	4525.60	4875.60	5225.60	5874.20
Impuesto a la renta		(1252.68)	(1357.68)	(1462.68)	(1567.68)	(2512.26)
Utilidad Neta		2922.92	3167.92	3412.92	3657.92	5861.94

TABLA 5-12: Flujo de Caja Economico

CONCEPTO	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Utilidad Neta		2922.92	3167.92	3412.92	3657.92	5861.94
Depreciación		8074.40	8074.40	8074.40	8074.40	8074.40
Inversión						
Activo fijo	(40372.02)					
Capital de Trabajo	(875.00)	(25.00)	(25.00)	(25.00)	(25.00)	0.00
F DE CAJA ECONÓMICO	(41247.02)	10972.32	11217.32	11462.32	11707.32	13936.34

COSTO DE CAPITAL:	10.00%	anual
VAN ECONÓMICO:	2963.43	US\$\$
TIR ECONÓMICA:	12.94%	anual

bueno por que 12.94>10.0%

se le exigió una tasa de 10.0% y dio un mejor resultado: 12.94% lo cual es bueno

TABLA 5-13: Estructura de Financiamiento del Proyecto

TIPO DE INVERSIÓN INICIAL	APORTE PROPIO	BANCO	TOTAL US\$
ACTIVO FIJO	25000.00	15372.02	40372.02
CAPITAL DE TRABAJO	50.00	825.00	875.00
TOTAL FINANCIAMIENTO	25050.00	16197.02	41247.02
% PARTICIPACION	0.61	0.39	1.00

TABLA 5-14: Financiamiento Bancario

PRINCIPAL:

16197.02

COSTO EFECTIVO:

22.80% anual

CONCEPTO	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
PAGO		(5753.14)	(5753.14)	(5753.14)	(5753.14)	(5753.14)
AMORTIZACIÓN PRINC		(2060.22)	(2529.95)	(3106.77)	(3815.12)	(4684.97)
INTERESES		(3692.92)	(3223.19)	(2646.36)	(1938.02)	(1068.17)
ESCUDO TRIB INTERÉS		1107.88	966.96	793.91	581.41	320.45
F DE CAJA BANCO	16197.02	(4645.26)	(4786.18)	(4959.23)	(5171.73)	(5432.69)

TABLA 5-15: Flujo de Caja Financiero

CONCEPTO	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
FLUJO DE C ECONÓMICO	(41247.02)	10972.32	11217.32	11462.32	11707.32	13936.34
FLUJO DE CAJA BANCO	16197.02	(4645.26)	(4786.18)	(4959.23)	(5171.73)	(5432.69)
FLUJO DE CAJA FINANC	(25050.00)	6327.06	6431.14	6503.09	6535.59	8503.66

COSTO DE CAPITAL:	10.00%	anual
VAN FINANCIERO:	646.73	US\$\$
TIR FINANCIERA:	10.96%	anual

bueno por que $10.96 > 10.0\%$

se le exigió una tasa de 10.0% y dio un mejor resultado: 10.96% lo cual es bueno

CONCLUSIONES

- 1. Un taller especializado en la reparación de transformadores requiere garantizar sus trabajos, aplicando un estricto control de calidad durante el proceso de reparación, esto obliga a que su infraestructura debe contar con una sala de pruebas para transformadores, adecuadamente construida y equipada.**
- 2. La selección de las herramientas, equipos e instrumentos para las pruebas de los transformadores dependerá de los siguientes factores:**
 - **Potencia en KVA.**
 - **Niveles de tensión primario y secundario.**
 - **Impedancia de los transformadores.**
 - **Nivel de precisión de los instrumentos y equipos de prueba.**
 - **Nivel de las tolerancias permitidas por las normas.**
 - **Disponibilidad de los recursos económicos que serán necesarios invertir.**
- 3. Los sistemas de protección en este tipo de instalaciones son muy importantes y necesarios para la seguridad tanto de las personas como de los equipos y por lo tanto, estos han sido considerados tomando en cuenta los aspectos eléctrico y mecánico:**
 - **Protección eléctrica en el tablero general y en los tableros de distribución.**
 - **Protección eléctrica mediante un sistema de puesta a tierra rigurosamente calculado.**
 - **Protección mecánica y eléctrica representada por la malla metálica que limita la sala de pruebas, la cual está sólidamente puesta a tierra.**

4. Conocidas las pruebas de rutina que se ejecutarán se concluye que algunas de ellas requieren la utilización de tensiones que son peligrosas para la vida de las personas y que no son perceptibles por los sentidos tales como la vista, oído, tacto, olfato; por lo tanto la ejecución de las mismas deberá estar a cargo de un especialista.
5. Como resultado de la evaluación económica se ha determinado una alternativa de inversión, basada fundamentalmente en la capacidad de endeudamiento de la empresa.
6. El análisis económico financiero de la alternativa elegida (alternativa 2) , nos muestra: Un $tire = 12.94\%$ y un $tirf = 10.96\%$, ambos superiores a la tasa exigida de 10% (referido al costo de capital de la empresa), lo que denota viabilidad financiera económica de la alternativa 2 en la zona indicada.
7. Los resultados de la evaluación económica indican que el costo requerido para la implementación de una sala de pruebas de transformadores, representado básicamente por el costo de la tecnología, es alto; esto induce a pensar en un alto costo del servicio que se va prestar; sin embargo, se debe tener en cuenta que contar con los modernos equipos que integran la sala de pruebas para transformadores redundará en los siguientes beneficios para la empresa, que justifican la inversión:
 - Convierte a la empresa en competitiva.
 - Mejora de la calidad de los servicios que se prestan.
 - Opción de garantizar los servicios, mediante la emisión de certificados o protocolos de pruebas.
 - Aumento de la cartera de clientes.

ANEXO A

RESULTADOS REALES DE PROTOCOLOS DE PRUEBAS DE TRANSFORMADORES



INGENIERIA INDUSTRIAL APLICADA HOHAGEN HNOS. S.R.L.

PROTOCOLO DE PRUEBAS

OT 2431
CLIENTE

KVA	10	Hz	60	Marca	HH
V1	220	Fases	3φ	Tipo	SECO
V2	220	Conexión	ΔΔ	Número	2431
I1	26,2	Grupo	DΔ0	Año	2000
I2	26,2	Tcc	3,3%	Norma	370002 INTTEC

POLARIDAD CORRECTA

MEDIDA DE LA RELACION DE TRANSFORMACION

POS Conm	TENSIONES COMPARADAS		RELACION TEORICA	U - V	V - W	W - U
	V1	V2		U - V	V - W	W - U
1						
2						
3	220	220		BIEN	BIEN	BIEN
4						
5						

PRUEBA DE VACIO A 60 Hz ALIMENTACION POR BAJA TENSION

TENSION		IR		IS		IT		WATTIMETROS			Pérdidas en el Hierro
K=	5	K=	2	K=	2	K=	2	K= 5			K=
Lect.	V	Lect.	A	Lect.	A	Lect.	A	W1	W2	ΣW	
44	220	0,8	1,6	0,5	1,0	0,6	1,2	4,5	-3	1,5	75 w

PRUEBA DE CORTOCIRCUITO A 60 Hz ALIMENTACION POR ALTA TENSION

POS del Conm	INTENSIDAD		TENSION		WATTIMETROS			PERDIDAS EN EL COBRE		TENSION DE CORTOCIRCUITO			
	K=	2	K=	1	K= 5			K=		a 26 °C	a 75 °C	a 26 °C	a 75 °C
	Lect	A	Lect	V	W1	W2	ΣW	a	a				
1													
2													
3	13,1	26,2	7	7	13	-1	12	120	142	3,18	3,25		
4													
5													

MEDIDA DE LA RESISTENCIA DE AISLAMIENTO

SOBRETENSION APLICADA A FRECUENCIA INDUSTRIAL

SOBRETENSION INDUCIDA A DOBLE TENSION - DOBLE FRECUENCIA

AT-M 3000 M-ohm 2500 V

AT-BT y M: 2,5 KV

TENSION: 440

BT-M 3000 M-ohm 2500 V

BT-AT y M: 2,5 KV

FREC.: 120

AT-BT 3000 M-ohm 2500 V

T-60 seg.

T=60 Seg.

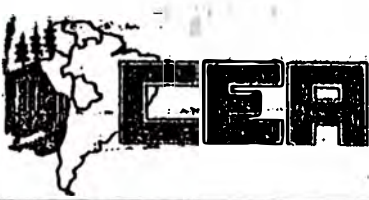
OBSERVACIONES

[Handwritten Signature]
H. W. ...
Ingeniero ...
Op. S. ...

FECHA: 13-04-00

MEDIDO

SUPERVISADO



PROTOKOLO DE PRUEBAS DE TRANSFORMADORES						<input type="checkbox"/> Seco <input checked="" type="checkbox"/> Aceite			
CLIENTE				ENTE L PERU		O.T. N°		30065	
MARCA	CEM	POTENCIA	50 KVA	ALTITUD	1000	msnm			
TIPO	T3DO	VOLTS. AT.	2400	N° DE FASES	3				
N° SERIE	30065	VOLTS. BT.	220 ± 5%	FRECUENCIA	60	Hz			
REFRIG.	ONAN	AMPRS. AT.	72:168	GRUPO					
CL. AISL.	A ₀	AMPRS. BT.	131.21	Tcc	%				
1.- MEDIDA DE LA RESISTENCIA DE AISLAMIENTO						T _d = 21 °C			
DENOMINACION		MEGAOHMIOS		VOLTIOS DC					
ALTA TENSION-MASA		2000		2500					
ALTA TENSION-BAJA TENSION		> 2000		2500					
BAJA TENSION-MASA		2000		2500					
2.- MEDIDA DE LA RESISTENCIA DE LOS ARROLLAMIENTOS									
ALTA TENSION						T _d = 21 °C			
FASES		U - V		V - W		W -		BAJA TENSION	
POS CONM	V	A	Ω	V	A	Ω	V	A	Ω
1									
3			0.06			0.06			0.06
4									
5									
						w-u		23.3	
3.- RELACION DE TRANSFORMACION Y VERIFICACION DE POLARIDAD Y GRUPO									
POS. CONM.	RELACION TEORICA	RELACION MEDIDA			ERROR (%)	POLARIDAD Y GRUPO			
		UV/uv	VW/vw	WU/wu					
1	1.7316	224/129	226/131	228/132	0.13	Bien			
2	1.8181	230/127	226/125	226/125	0.5	"			
3	1.9138	226/118	224/117	226/118	-0.07	"			
4									
5									
4.- MEDIDA DE LA RIGIDEZ DIELECTRICA DEL ACEITE									
T _d (°C)		NORMA		KV		KV / cm			
21		ASTM-D1816-79		33					

5.- PRUEBA EN VACIO									
POS. CONM.	VOLTIOS C = /			AMPERIOS C = 5			WATTS C = 50		
	U-V	V-W	W-U	U	V	W	W1	W2	TOTAL
1									
2	226	224	226	1.1	1.	1.4	18	12	300
3									
4									
5									

6.- PRUEBA EN CORTOCIRCUITO										Ta = 21 °C	
POS. CONM.	VOLTIOS C = /			AMPERIOS C = 217.4			WATTS C = 50			Pcu dIn (WATTS)	Tcc (%)
	U-V	V-W	W-U	U	V	W	W1	W2	TOTAL		
1											
2	2.14	2.15	2.08	0.155	0.14	0.15	3	1	2	1311	3.92
3											
4											
5											

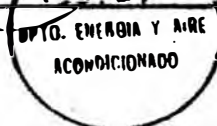
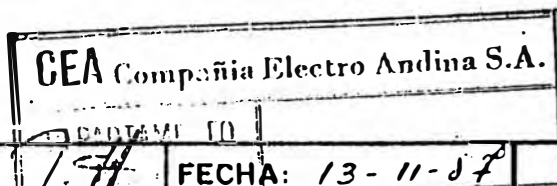
7.- PRUEBA DE TENSION APLICADA							
AT/BT - MASA		SEGUNDOS		BT/AT - MASA		SEGUNDOS	
2.5 KV	0.0015 A	60		2.5 KV	0.0013 A	60	

8.- PRUEBA DE TENSION INDUCIDA			
VOLTIOS	HERTZ	AMPERIOS	SEGUNDOS




9.- RESUMEN				
	PFE a Vn; Fn (WATTS)	PCU a 75°C, In (WATTS)	Tcc a 75°C (%)	Io (%)
CALCULADO				
MEDIDO	286	1573	4.3	4.5
GARANTIZADO			4.5	
TOLERANCIA			±10%	

10.- OBSERVACIONES:

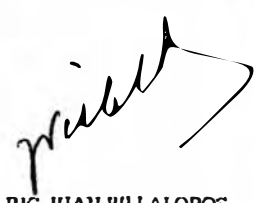


C. E. A. S.A. DPTO. DE CONTROL DE CALIDAD	PROBADO: <i>[Signature]</i>	FECHA: 13-11-87
	SUPERVISION: <i>[Signature]</i>	FECHA:
	CLIENTE: <i>[Signature]</i>	FECHA: 13-11-87






OPERANDINA S.A.

PROTOCOLO DE PRUEBAS		TRANSFORMADOR		No. SERIE 98064-363	
CLIENTE : Sintelperú S.A. (Acometida Media Tensión Nazaret)					
KVA : 100	HERTZ : 60	m.s.n.m. 1,000			
VOL. : 10 000 / 230	FASES : 3	T₀ ° C 60/65			
AMP. : 5.77 / 251	GRUPO : Dyn5	T.c.c. % 4.0			
1.- RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN Y GRUPO DE CONEXIÓN					
POSICIÓN		VOLTIOS	RELACION DE TRANSFORMACIÓN		
		NOMINAL	U - V	V - W	W - U
			o - u	o - v	o - w
1	10500	79.07	79.13	79.14	79.12
2	10250	77.19	77.25	77.27	77.24
3	10000	75.31	75.38	75.39	75.36
4	9750	73.42	73.50	73.51	73.48
5	9500	71.54	71.62	71.63	71.60
2.- PRUEBA EN VACIO					
VOLT.		AMP 50/5		VATIOS	
232		0.89		71.5	wfe= 300
232		0.53		56.5	
228		0.76		15 x 10	x 2
3.- PRUEBAS EN CORTO CIRCUITO					
VOLT.		AMP. 25/5		VATIOS	
240		0.73 x	5	3.65	71.5
					0
					715
					71.5x 5
					x 2
θ 21 °C					
Wcu 75°C = 2164					
Tcc 75°C = 3.99					
4.- PRUEBAS DE AISLAMIENTO					
	VOLT.	HERTZ	SEGUNDOS	RES ULTADO	
41 TENSION INDUCIDA	460 / 20 000	120	60	BIEN	
42 TENSION APLICADA	KV	HERTZ	SEGUNDOS		
A.T.	28	60	60	BIEN	
B.T.	3	60	60	BIEN	
	KV/cm				
53 RIGIDES DIELECTRICA DEL ACEITE	187				
OBSERVACIONES:					
FECHA PROBADO: 06/11/98	 ING. JUAN VILLALOBOS SINTELPERU S.A.		 ING. JULIO ESTRADA TELEFONICA DEL PERU		 ING. OSCAR BECERRA F. OPERANDINA S.A.




OPERANDINA S.A.

PROTOCOLO DE PRUEBAS		TRANSFORMADOR		No. SERIE 98064-364	
CLIENTE : Sintelperú S.A. (Acometida Media Tensión Gonzales Prada)					
KVA : 100	HERTZ : 60	m.s.n.m. 1,000			
VOL. : 10 000 / 230	FASES : 3	T \emptyset ° C 60/65			
AMP. : 5.77 / 251	GRUPO : Dyn5	T.c.c. % 4.0			
1.- RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN Y GRUPO DE CONEXIÓN					
POSICIÓN	VOLTIOS	RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN			
		NOMINAL	U - V o - u	V - W o - v	W - U o - w
1	10500	79.07	79.14	79.14	79.14
2	10250	77.19	77.25	77.27	77.26
3	10000	75.31	75.38	75.39	75.38
4	9750	73.42	73.50	73.51	73.50
5	9500	71.54	71.62	71.63	71.61
2.- PRUEBA EN VACIO					
VOLT.		AMP 50/5		VATIOS	
232		0.76		63	wfe= 290
232		0.46		- 48.5	
228		0.64		14.5 x 10	x 2
3.- PRUEBAS EN CORTO CIRCUITO \emptyset 21 °C					
VOLT.		AMP.25/5		VATIOS	
240		0.715 x	5	3.575	70
					0
					700
				70 x 5	x 2
Wcu 75°C = 2208 Tcc 75°C = 4.07					
4.- PRUEBAS DE AISLAMIENTO					
	VOLT.	HERTZ	SEGUNDOS	RESULTADO	
41 TENSIÓN INDUCIDA	460 / 20 000	120	60	BIEN	
42 TENSIÓN APLICADA	KV	HERTZ	SEGUNDOS		
A.T.	28	60	60	BIEN	
B.T.	3	60	60	BIEN	
	KV/cm				
53 RIGIDES DIELEC. TRICA DEL ACEITE	187				
OBSERVACIONES:					
FECHA : PROBADO: 06/11/98	 ING. JUAN VILLALOBOS SINTELPERU S.A.		 ING. JULIO ESTRADA TELEFONICA DEL PERU		 ING. OSCAR BECERRA F. OPERANDINA S.A.

OPERANDINA S.A.

PROTOCOLO DE PRUEBAS		TRANSFORMADOR		Nº. SERIE 98064-365	
CLIENTE : Sintelperú S.A. (Acometida Media Tensión Huanchaco)					
KVA : 100	HERTZ : 60	m.s.n.m. 1,000			
VOL. : 10 000 / 230	FASES : 3	T _Ø ° C 60/65			
AMP. : 5.77 / 251	GRUPO : Dyn5	T.c.c. % 4.0			
1.- RELACION DE TRANSFORMACION Y GRUPO DE CONEXION					
POSICION	VOLTIOS	RELACION DE TRANSFORMACION			
		NOMINAL	U - V o - II	V - W o - v	W - U o - w
1	10500	79.07	79.12	79.14	79.12
2	10250	77.19	77.26	77.26	77.24
3	10000	75.31	75.36	75.38	75.36
4	9750	73.42	73.49	73.50	73.48
5	9500	71.54	71.61	71.61	71.61
2.- PRUEBA EN VACIO					
VOLT.		AMP 50/5		VATIOS	
232		0.82		70	wf _Ø = 280
232		0.49		- 56	
228		0.68		14 x 10 x 2	
3.- PRUEBAS EN CORTO CIRCUITO Ø 21 °C					
VOLT.		AMP.25/5		VATIOS	
240		0.72 x	5	3.60	70
					0
					700
				70 x 5 x 2	
4.- PRUEBAS DE AISLAMIENTO					
	VOLT.	HERTZ	SEGUNDOS	RESULTADO	
41 TENSION INDUCIDA	460 / 20 000	120	60	BIEN	
42 TENSION APLICADA	KV	HERTZ	SEGUNDOS		
A.T.	28	60	60	BIEN	
B.T.	3	60	60	BIEN	
	KV/cm				
53 RIGIDES DIELEC-TRICA DEL ACEITE	187				
OBSERVACIONES:					
FECHA : PROBADO. 06/11/98 SINTELPERU S.A.		 ING. JUAN VILLALOBOS SINTELPERU S.A.		 ING. JULIO ESTRADA TELEFONICA DEL PERU	
 ING. OSCAR BECERRA F. OPERANDINA S.A.					

OPERANDINA S.A.

PROTOCOLO DE PRUEBAS		TRANSFORMADOR		No. SERIE 98065-366	
CLIENTE : Sintelperú S.A. (Acometida Media Tensión Chimbote)					
KVA : 125	HERTZ : 60	m.s.n.m. 1,000			
VOL.: 13 200 / 230	FASES : 3	T ₀ ° C 60/65			
AMP. : 5.47 / 313.8	GRUPO : Dyn5	T.c.c. % 3.5			
1.- RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN Y GRUPO DE CONEXIÓN					
POSICIÓN	VOLTIOS	RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN			
		NOMINAL	U - V	V - W	W - U
			o - u	o - v	o - w
1	13860	104.4	104.24	104.35	104.26
2	13530	101.89	101.74	101.88	101.82
3	13200	99.4	99.25	99.38	99.32
4	12870	96.92	96.74	96.88	96.83
5	12540	94.43	94.30	94.41	94.37
2.- PRUEBA EN VACIO					
VOLT.		AMP 50/5		VAIOS	
232		1.01		86	wfe = 460
230		0.64		63	
228		0.94		23 x 10	x 2
3.- PRUEBAS EN CORTO CIRCUITO					
VOLT.		AMP. 25/5		VAIOS	
240		0.585	2.925	53	Wcu 75°C = 2083
				-4	490 Tcc 75°C = 3.53
				49 x 5	x 2
4.- PRUEBAS DE AISLAMIENTO					
	VOLT.	HERTZ	SEGUNDOS	RESULTADO	
4.1 TENSION INDUCIDA	460 / 26 400	120	60	15 A BIEN	
4.2 TENSION APLICADA	KV	HERTZ	SEGUNDOS		
A.T.	38	60	60	BIEN	
B.T.	3	60	60	BIEN	
	KV/cm				
5.3 RIGIDES DIELEC-TRICA DEL ACEITE	183				
OBSERVACIONES:					
FECHA : PROBADO: 06/11/98	 ING. JUAN VILLALOBOS SINTELPERU S.A.		 ING. JULIO ESTRADA TELEFONICA DEL PERU		 ING OSCAR BECERRA FI
SINTELPERU S.A.	OPERANDINA S.A.				



PROTOCOLO DE PRUEBAS DE TRANSFORMADORES						Seco <input type="checkbox"/>
						Aceite <input checked="" type="checkbox"/>
CLIENTE	ELECIN				O.T. N°	30008
MARCA	CEA	POTENCIA	160 kVA	ALTITUD	1000	msnm
TIPO	73DO	VOLTS. AT.	10.000 ± 2.25%	N° DE FASES	3	
N° SERIE	30008	VOLTS. BT.	230	FRECUENCIA	60 60HZ	
REFRIG.	ONAN	AMPRS. AT.	9.24	GRUPO	Dy5	
CL. AISL.	A ₀	AMPRS. BT.	401.6	Tcc	%	
1.- MEDIDA DE LA RESISTENCIA DE AISLAMIENTO						Ta = 18 °C
DENOMINACION		MEGAOHMIOS			VOLTIOS DC	
ALTA TENSION - MASA		17.000			5000	
ALTA TENSION - BAJA TENSION		30.000			5000	
BAJA TENSION - MASA		15.000			2500	
2.- MEDIDA DE LA RESISTENCIA DE LOS APROLLAMIENTOS						
ALTA TENSION				Ta = 18 °C		
FASES	U - V		V - W		W - U	
POS. CONM.	V	A	Ω	V	A	Ω
1						
2						
3			10.3			10.3
4						
5						
				BAJA TENSION		
				Ta = °C		
				FASES	mV	A
				u-v		3.8
				v-w		3.8
				w-u		3.8
3.- RELACION DE TRANSFORMACION Y VERIFICACION DE POLARIDAD Y GRUPO						
POS. CONM.	RELACION TEORICA	RELACION MEDIDA			ERROR (%)	POLARIDAD Y GRUPO
		UV / uv	VW / vw	WU / wu		
1	45.65	400 / 8.75	400 / 8.75	401 / 8.85	0.17	R _{12u}
2	44.56	401 / 8.95	398 / 8.95	400 / 9.1	0.35	u
3	43.47	400 / 9.20	400 / 9.20	402 / 9.30	0.08	v
4	42.39	401 / 9.45	399 / 9.45	401 / 9.55	0.42	v
5	41.30	400 / 9.7	399 / 9.65	401 / 9.8	0.33	w
4.- MEDIDA DE LA RIGIDEZ DIELECTRICA DEL ACEITE						
Ta (°C)		N O R M A		K V		KV / cm
18		ASTM D1816 - 79		33		132

1/00094-121

5. - PRUEBA EN VACIO									
POS. CONN.	VOLTIOS C = 1			AMPERIOS C = 1			WATTS C = 100		
	U-V	V-W	W-U	U	V	W	W1	W2	TOTAL
1									
2									
3	230	223	227	11.4	7.6	10.6	5.4	-	540
4									
5									

6. - PRUEBA EN CORTOCIRCUITO										Ta = 17 °C	
POS. CONN.	VOLTIOS C =			AMPERIOS C =			WATTS C = 20			Pcu at In (WATTS)	Tcc (%)
	U-V	V-W	W-U	U	V	W	W1	W2	TOTAL		
1											
2											
3	198	199	199	9.25	9.2	9.2	10	-	2000	2010	3.97
4											
5											

7. - PRUEBA DE TENSION APLICADA					
AT/BT - MASA		SEGUNDOS	BT/AT - MAS. A	SEGUNDOS	
28 KV	0.0015 A	60	2.5 KV	0.002 A	60

8. - PRUEBA DE TENSION INDUCIDA			
VOLTIOS	HERTZ	AMPERIOS	SEGUNDOS

9. - RESUMEN				
	PFE a Vh; Fn (WATTS)	PCU a 75°C, In (WATTS)	Tcc a 75°C (%)	Io (%)
CALCULADO	560	2630	3.95	3
MEDIDO	556	2473	4.06	2.45
GARANTIZADO				
TOLERANCIA	+1/7	+1/7	± 1/10	+ 3/10

10. - OBSERVACIONES			

C. E. A. S.A. DPTO. DE CONTROL DE CALIDAD	PROBADO: <i>M.</i>	FECHA: 09/06/86
	SUPERVISION: <i>M.</i>	FECHA:
	CLIENTE:	FECHA:



Compañía Electro Andina S.A.

1. Calle Comercio 100, Lima, Perú

PROTOCOLO DE PRUEBAS DE TRANSFORMADORES						Seco <input type="checkbox"/>
						Aceite <input checked="" type="checkbox"/>
CLIENTE		IGELSA			C.T. N°	30020
MARCA	CEA	POTENCIA	630 KVA	ALTITUD	1000	msnm
TIPO	73D0	VOLTS. AT.	10,000 ± 2.25%	N° DE FASES	3	
N° SERIE	30020	VOLTS. BT.	230	FRECUENCIA	60	HZ
REFRIG.	ONAN	AMPRS. AT.	36.37	GRUPO	Yd5	
CL. AISL.	A ₀	AMPRS. BT.	1581.43	Tcc	4.1	%
1.- MEDIDA DE LA RESISTENCIA DE AISLAMIENTO						Ta = 27 °C
DENOMINACION		MEGAOHMIOS		VOLTIOS DC		
ALTA TENSION - MASA		1000		5000		
ALTA TENSION - BAJA TENSION		1000		5000		
BAJA TENSION - MASA		500		1250		
2.- MEDIDA DE LA RESISTENCIA DE LOS ARROLLAMIENTOS						
ALTA TENSION			Ta = 27 °C			BAJA TENSION
FASES LOS CONM.	U - V		V - W		W - U	
	V	A	Ω	V	A	Ω
1						
2						
3			/ .27		/ .27	/ .27
4						
5						
						Ta = 27 °C
						FASES
						mV
						A
						mΩ
						U-V
						0.66
						V-W
						0.66
						W-U
						0.66
3.- RELACION DE TRANSFORMACION Y VERIFICACION DE POLARIDAD Y GRUPO						
POS. CONM.	RELACION TEORICA	RELACION MEDIDA			ERROR (%)	POLARIDAD Y GRUPO
		U-V/W/w-u	V-W/U/u-v	W-U/V/v-w		
1	39.53	39.42	39.49	39.50	0.28	Bien
2	39.59	38.56	38.56	38.53	0.16	"
3	37.65	37.68	37.69	37.57	0.21	"
4	36.71	36.70	36.72	36.76	-0.14	"
5	35.77	35.72	35.73	35.73	0.14	"
4.- MEDIDA DE LA RIGIDEZ DIELECTRICA DEL ACEITE						
Ta (°C)		NORMA		KV		KV / cm
27		ASTM-D1816		33		132

PCT-48006/1

5. - PRUEBA EN VACIO									
POS. CONN.	VOLTIOS C = 1			AMPERIOS C = 4			WATTS C =		
	U-V	V-W	W-U	U	V	W	W1	W2	TOTAL
1									
2									
3									
4									
5									

6. - PRUEBA EN CORTOCIRCUITO										Ta = 27°C	
POS. CONN.	VOLTIOS C = 1			AMPERIOS C = 4			WATTS C = 40			Pcu a In (WATTS)	Tcc (%)
	U-V	V-W	W-U	U	V	W	W1	W2	TOTAL		
1											
2											
3	213	215	212	4.8	4.8	4.8	73.5	27		6674	4.04
4											
5											

7. - PRUEBA DE TENSION APLICADA							
AT/BT - MASA		SEGUNDOS		BT/AT - MASA		SEGUNDOS	
28 KV	0.036 A	60		2.5 KV	0.008 A	60	

8. - PRUEBA DE TENSION INDUCIDA			
VOLTIOS	HERTZ	AMPERIOS	SEGUNDOS

9. - RESUMEN				
	PFE a Vn;Fn (WATTS)	PCU a 75°C, In (WATTS)	Tcc a 75°C (%)	Io (%)
CALCULADO		7470	4.2	
MEDIO		7897	4.1	
GARANTIZADO				
TOLERANCIA	+1/7	+1/7	±1/10	+3/10

10. - OBSERVACIONES

C. E. A. S.A. DPTO. DE CONTROL DE CALIDAD	PROBADO: J. H.	FECHA: 22/12/86
	SUPERVISION: <i>my</i>	FECHA:
	CLIENTE:	FECHA:

PROTOCOLO DE PRUEBAS DE TRANSFORMADORES

T 7900

CLIENTE: TELECOM. AMPERS PERU S.A.

DATOS DE PLACA

Tipo	TECE 3218	Vp (Volt)	10000	Alt (msnm) :	1000
No Serie	161702 T1	Ip (Amp)	46.2		
Kva	800	Vs (Volt)	398		
Fases	3	Is (Amp)	1160.5		
Frec (Hz)	60	Grupo	Dyn5		

PERDIDAS EN VACIO

Tension nominal		Volt	398
Corriente en vacio		Amp	7.30
Perdidas en el fierro		Watts	1080

PERDIDAS EN CORTO-CIRCUITO

Corriente nominal		Amp	46.2
Perdidas en el cobre a	21 oC	Watts	8245
Tension de cortocircuito a	21 oC	%	4.72
Perdidas en el cobre a	75 oC	Watts	9966
Tension de cortocircuito a	75 oC	%	4.77

RELACION DE TRANSFORMACION

POS CONM.	TENSION PRIMARIA	TENSION SECUNDARIA	Tolerancias seg. Normas
1	10500	398	Conforme
2	10250	398	Conforme
3	10000	398	Conforme
4	9750	398	Conforme
5	9500	398	Conforme

RESISTENCIA OHMICA A 21 oC Iap: 3

Resistencia Primari (ohmios)	1.52418
Resistencia Secundario (ohmios)	0.00164

AISLAMIENTO

Tension inducida(100Hz-40seg-	796 volt)	Aprobado
Tension Aplic AT/BT y Tierra	28 KV - 1min.	Aprobado
Tension Aplic BT/AT y Tierra	2.5 KV - 1min.	Aprobado

Todos los ensayos se efectuaron segun normas NTP370.002

Observaciones:



Fecha:

[Signature]
ING. Julio ESTRADA R.
02/11/98



[Signature]
Ing. CIP 36717.

CEA Compañía Electro Andina S.A.

PROTOCOLO DE PRUEBAS				T R A F O M I X				ACEITE : X	
CLIENTE : TELECOMUNICACIONES AMPER PERU S.A.						OT : 31532			
CARACTERISTICAS DE LA MAQUINA						POTENCIAL		INTENSIDAD	
Marcas	CEA	Idyn	1.3 KA	Potencia	2 x 100 VA	2 x 15 VA			
Número de Serie	31532	Ith	0.5 KA	Relac. Transformación	10000 / 220 V	5 / 5 A			
Tipo	TMA - 22	Peso	157 Kg	Frecuencia	60 Hz	60 Hz			
Año de Fabricación	1998	Montaje	INTERIOR	Conexión	DELTA ABIERTO	DELTA ABIERTO			
Clase de Aislamiento	Ao	Polaridad	SUSTRACTIVA	Clase de Precisión	1.0	1.0			
Altitud	1000 m.s.n.m.	Norma	IEC Pub. 185 - 186	Nivel de Aislamiento	12 / 28 / 75 KV	12 / 28 / 75 KV			
				Refrigeración	ONAN	ONAN			
1.- MEDIDA DE LA RESISTENCIA DE AISLAMIENTO								T amb = 20 °C	
DENOMINACION		AT - BT (VDC: 5000 V)		AT - Mnsn (VDC: 5000 V)		BT - Mnsn (VDC: 1000 V)			
TRANSFORMADOR - POTENCIAL		80000 M - Ohm.		40000 M - Ohm.		5000 M - Ohm.			
TRANSFORMADOR - INTENSIDAD		250000 M - Ohm.		40000 M - Ohm.		14000 M - Ohm.			
2.- MEDIDA DE LA RESISTENCIA		TRANSFORMADOR DE POTENCIAL				TRANSFORMADOR DE CORRIENTE			
Tamb = 20 °C		U - V : 1.99 K Ω	V - W : 2.05 K Ω	W - U : 4.08 K Ω	R = 116 m Ω	S = 155 m Ω	T = 116 m Ω		
		u - v : 1110 m Ω	v - w : 1110 m Ω	w - u : 2220 m Ω	r - s = 157 m Ω	s - t = 155 m Ω	t - r = 292 m Ω		
3.- VERIFICACION DE LA CLASE DE PRECISION (TRANSFORMADOR DE POTENCIAL)									
% Usx	FASE	CARGA = 100 VA COS φ = 0.8			CARGA = 25.0 VA COS φ = 0.8				
		ERROR DE RELACION (%)	ANGULO DE DESEFAJE (min)	RESULTADO	ERROR DE RELACION (%)	ANGULO DE DESEFAJE (min)	RESULTADO		
80	U - V / u - v	-0.1987	0.754	CONFORME	0.2600	-0.469	CONFORME		
100		-0.2070	1.239	"	0.2460	0.240	"		
120		-0.2370	3.440	"	0.2240	2.090	"		
80	V - W / v - w	-0.2090	0.882	"	0.2500	-0.501	"		
100		-0.2220	1.542	"	0.2370	0.197	"		
120		-0.2760	3.430	"	0.1865	1.836	"		
80	W - U / w - u	-0.7990	1.422	"	0.1063	-1.091	"		
100		-0.8030	1.945	"	0.1032	-0.748	"		
120		-0.8080	2.760	"	0.0917	0.493	"		
4.- VERIFICACION DE LA CLASE DE PRECISION (TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD)									
% Usx	FASE	CARGA = 15 VA COS φ = 0.8			CARGA = 3.75 VA COS φ = 0.8				
		ERROR DE RELACION (%)	ANGULO DE DESEFAJE (min)	RESULTADO	ERROR DE RELACION (%)	ANGULO DE DESEFAJE (min)	RESULTADO		
10	R	-0.4040	7.450	CONFORME	-0.2570	16.570	CONFORME		
20		-0.3780	6.840	"	-0.2480	15.250	"		
100		-0.2420	1.957	"	-0.1628	7.590	"		
120	S / 5 A	-0.4650	9.690	"	-0.1616	6.810	"		
10		S							
20									
100									
120	T								
10		-0.3060	3.610	"	-0.1438	3.000	"		
20		-0.2820	2.840	"	-0.1364	2.910	"		
100		-0.2180	1.137	"	-0.0808	1.632	"		
120	5 / 5 A	-0.2120	0.949	"	-0.0786	1.634	"		
5.- MEDIDA DE LA RIGIDEZ DIELECTRICA DEL ACEITE				Tamb (°C)	NORMA	KV	KV / cm		
				20	ASTM D1816 - 79	41	*****		
6.- PRUEBA TENSION INDUCIDA TC				7.- PRUEBA TENSION INDUCIDA TP					
FASES	INTENSIDAD NOMINAL	SEG.	RESULTADO	TENSION	FRECUENCIA	INTENSIDAD	TIEMPO		
r - s	5 Amp.	60	CONFORME	440 Volt.	120 Hz.	0.25 Amp.	60 Seg.		
8.- PRUEBA DE TENSION APLICADA									
s - t	5 Amp.	60	CONFORME	AT / BT - M	28 KV	14.29 mA	60 SEG.		
				BT / AT - M	2 KV	1.57 mA	60 SEG.		
OBSERVACIONES :									
DPTO. CONTROL DE CALIDAD		DPTO. SALA DE PRUEBA		Fecha	DPTO. TECNICO		CLIENTE		
Revisado Por : Ing. Saúl Pérez R.	Vs. Ho.	Problema : Ing. Marco García	Revisado : Ing. Carlos Barrios	28/10/98 28/10/98	Revisado Por : Ing. Wilber Aragonz	Vs. Ho.	Revisado Por : Ing. Saúl Pérez R.	106. RAFAEL PUMACAYO PERU. 30/10/98	

PRIMERA FABRICA DE TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCION
SALA DE PRUEBAS
CEA S A

ANEXO B

CATÁLOGOS DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO QUE OFRECE EL MERCADO NACIONAL

Aparelho para Teste de Rigidez Dielétrica em Líquidos Isolantes.

APLICAÇÃO

Especialmente indicado para verificação de rigidez dielétrica em líquidos isolantes.

ESPECIFICAÇÕES

- Aparelho nacional, fabricado de acordo com as Normas ASTM D 1816/74, VDE 0370 E ASTM D 877/67, para testes em líquidos isolantes
- Máxima tensão de teste : 60 kV rms.
- Transformador de alta capacidade, livre de distorção harmônica.
- Controle de velocidade eletrônico, com chave seletora de três posições (0,5 ; 2,0 e 3,0 kV/s) e uma terceira velocidade (aprox. 20s. do final de escala) de retorno a zero.
- Cuba de acrílico cristal convencionalmente acessível, permitindo a observação do teste e dos eletrodos durante o ensaio.
- Compartimento específico para a cuba, que permite o acionamento do aparelho somente quando a tampa protetora estiver fechada, garantindo a proteção do operador.
- Acessório motorizado para a circulação automática do óleo, de acordo com a norma selecionada, possibilitando operação contínua ou intermitente.
- Circuito eletrônico ultra-rápido para desligamento de alta tensão (1 a 8 ms), a fim de evitar a carbonização do líquido e a oxidação dos eletrodos, permitindo maior repetibilidade dos testes.

DADOS TÉCNICOS

- Alimentação: 110/220V + 10% 60 Hz
- Potência (curto tempo) : 0,6 kVA (máximo)
- Potência no momento do Spark : 2 kVA
- Tensão de teste entre eletrodos : 0 - 60 kV rms
- Tensão de teste entre eletrodos e terra: 0 - 30 kV rms
- Regulagem de tensão : automática com três velocidades controladas eletronicamente:
 - 0,5 kV/s (ASTM D 1816/74) - Eletrodo tipo calota
 - 2,0 kV/s (VDE 0370) - Eletrodo tipo calota
 - 3,0 kV/s (ASTM D 877/67) - Eletrodo tipo disco
- Velocidade de retorno a zero : 20s (aprox.) para final de escala.
- Temporizador para repetição de novo ciclo com base de 1 minuto para ASTM D 1816 E 877 e 2 minutos para VDE 0370
- Indicação de tensão : através de Kilovoltmetro Digital com circuito de memória
- Precisão de indicação : $\pm 1,5$ kV
- Capacidade da cuba : 0,5 litro
- Dimensões:
 - Altura = 350mm * Largura = 360mm * Profundidade = 240mm
- Peso : 25kg (aprox.)



MODELO AUTOMÁTICO PORTÁTIL

ACESSÓRIOS

- 1 Cuba de acrílico 0,5 litros com calibrador tipo micrometro com tampa com agitador de óleo;
- 1 Par de eletrodos tipo disco;
- 1 Par de eletrodos tipo calota;
- 1 cabo de alimentação com 3 vias para aterramento.

Acondicionamento em caixa de aço pintada em epóxi.

Representante Exclusivo:

INSTRONIC Instrumentos de Testes Ltda.
Av. Dr. Cardoso de Melo, 1.686
04548-005 - São Paulo - SP - Brasil
fone: 55-11-829-9311 * fax: 55-11-820-6037

Divisão ELÉTRICA II - solicite o ramal: 122

Produto fabricado por:

MULT-TEST Instrumentos Elétricos Ltda.

BLOQUEIO

Se durante o ensaio o operador por um motivo qualquer levantar a tampa, ocorrerá um desligamento eletrônico na alta tensão, e não será possível prosseguir o ensaio sem que se retorne a zero o variador de tensão e reinicie a operação.

O mesmo ocorrerá quando faltar alimentação, acionar a chave DESL. A.T. ZERAR.

Caso esteja ensaiando um material com alta resistência de Isolação ou os eletrodos estejam muito distantes ou ainda, ensaiando apenas o aparelho sem cuba, o Kilovoltmetro atingirá aproximadamente 60KV e a alta tensão será desligada automaticamente pela chave fim de curso situada internamente no aparelho.

TRANSFORMADORES

Construídos de núcleo de chapa de ferro-silício de grão orientados, isolados em óleo mineral, montados em caixas metálica selada sendo dois trafos com centro aterrado, os quais fornecem tensão de 30KV entre bucha e terra e 60KV entre bucha e bucha.

Portanto quando se pretende fazer ensaio de tensão aplicada em um objeto aterrado devemos dividir a leitura do kilovoltmetro por dois.

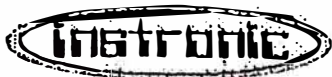
Potência nominal 0,6KVA podendo-se obter até 0,8KVA em curtos períodos.

CIRCUITO ELETRÔNICO

Os controles de velocidade e desligamento é feito através de um cartão tipo "Plug-In" que permite fácil manutenção e garante a interrupção quase que instantânea da alta tensão, evitando a carbonização do líquido sob ensaio.

APLICAÇÕES BÁSICAS

O modelo de aparelho de teste série ARD, foi projetado para testar a rigidez dielétrica em líquidos isolantes em geral.



FUNÇÕES DOS CONTROLES E PREPARAÇÃO DO ARD-60. ANTES DO ENSAIO CUBA:

Lavar com solvente anidrico tal como por exemplo: querosene, nafta, benzina, etc. (não usar thinner, álcool etílico ou qualquer outra substância química que afete o acrílico).

Limpar os eletrodos, hastes e dispositivo agitador (hélice c/eixo) com papel-tecido absorvente. Se os eletrodos e hastes estiverem oxidados, deverão ser retirados da cuba e polidos. Para retirar os eletrodos ou substituí-los deve-se afastar as hastes "C" com uma chave de fenda e solta-los com as mãos e para retirar o dispositivo agitador, basta força-lo em sentido contrário.

A lavagem da cuba deve ser posterior a limpeza e ajustes dos eletrodos e após feita estas operações não deve-se tocar as paredes e partes internas da cuba com as mãos ou objetos sujos a fim de não contaminar o líquido a ser ensaiado.

Recomenda-se sempre que possível enxaguar a cuba antes do ensaio com um pouco do mesmo óleo que pretende-se ensaiar, a fim de eliminar possíveis resíduos. Tratando-se de dia úmido ou local onde a umidade relativa de ar apresenta-se alta ou caso a cuba tenha sido lavada com solventes de secagem muito rápida é bom coloca-la em uma estufa a dar pré-aquecimento (30° a 50° C).

MANUSEIO DA CUBA

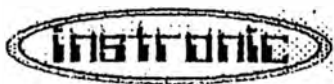
Para soltar os eletrodos "d" basta afastar as hastes com uma chave de fenda introduzindo-a no orifício das manoplas, girando em sentido anti-horário até conseguir uma distância suficiente para desatarraxar os mesmos.

Caso se pretenda tirar as hastes internas continue girando-as no mesmo sentido até notar se soltaram dos suportes, pois sua fixação é somente através de rosca Infinito e sua vedação através de oring's.

Para soltar as manoplas, solte as porcas internas com chave apropriada, sua vedação é através de oring's.

Para montar a cuba usa-se o processo inverso, porém observe que as hastes devem estar perfeitamente alinhadas isto se visualiza com facilidade quando utiliza os eletrodos tipo disco, pois no caso de estar fora de centro estes eletrodos não dão paralelismo entre si.

OBS.: Não transportar ou deslocar o equipamento com a cuba cheia!



EXECUÇÃO DO ENSAIO

01º) Após todos os procedimentos descritos anteriormente, encher a cuba de acrílico a ser ensaiado, de forma que os eletrodos fiquem submersos pelo menos 10mm., abaixo do nível, isto para evitar que a descarga seja fora do líquido isolante.

02º) Deixe em repouso por alguns minutos antes de efetuar os ensaios (vide a norma), pois são os tempos diferentes para cada uma.

03º) Decorrido o tempo de repouso iniciar os ensaios fazendo de 5 ou 6 aplicações para cada amostragem com intervalos de 1 minuto entre testes para normas ASTM e 2 minutos para norma VDE (intervalos que se darão automaticamente ou manualmente) através do temporizador interno, ou se preferir manualmente.

04º) Depois de ter anotado cada valor lido no Kilovoltmetro dependendo da norma exclua-se o primeiro ensaio e tira-se a média do restante.

Exemplo: (ASTMD 1816/74)

Amostra I

1- TESTE 22 KV - Não considerar este ensaio

2- TESTE 19 KV

3- TESTE 21 KV

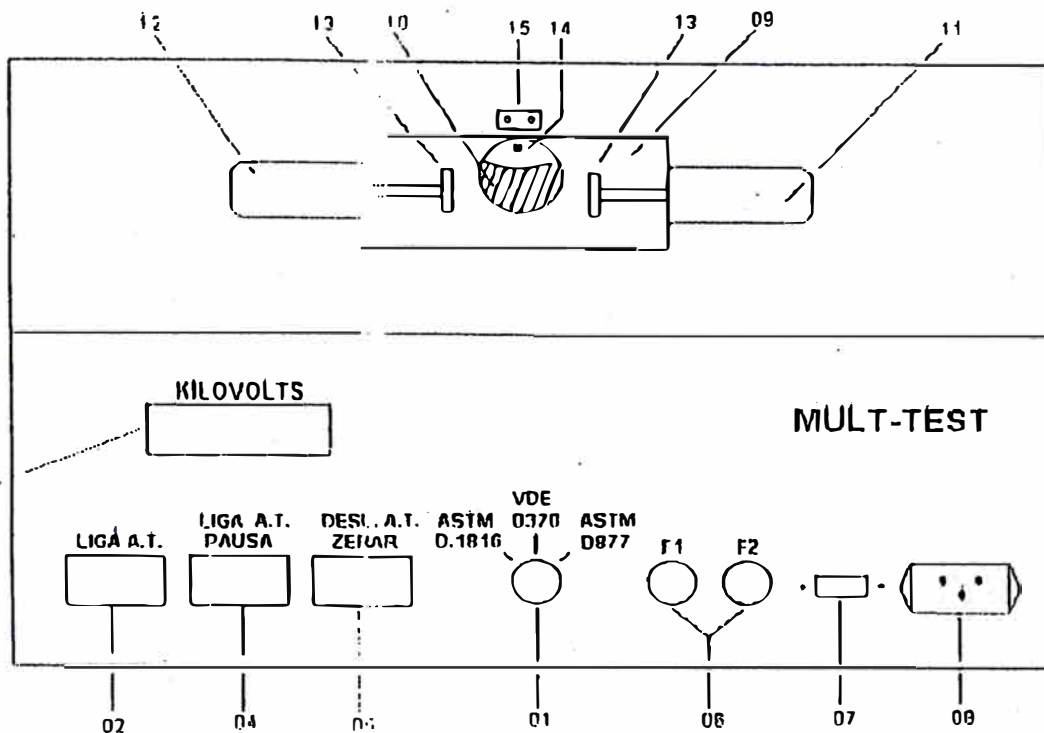
4-TESTE 20 KV - Quantidade de ensaio a considerar = 5 vezes

5-TESTE 18 KV

6-TESTE 20 KV - 19,6 KV Valor médio a considerar como resultado do teste.

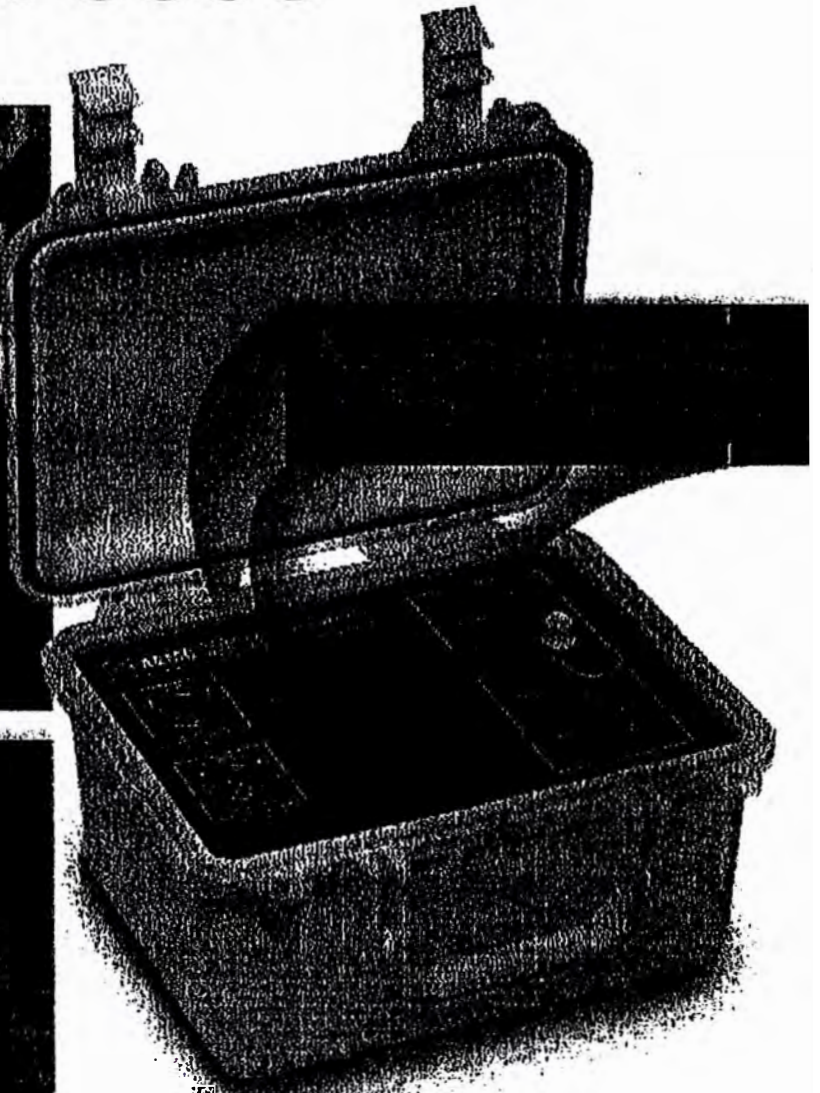
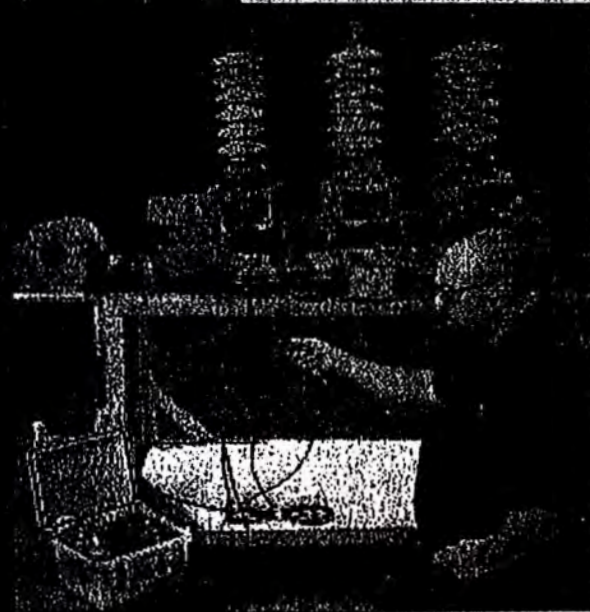
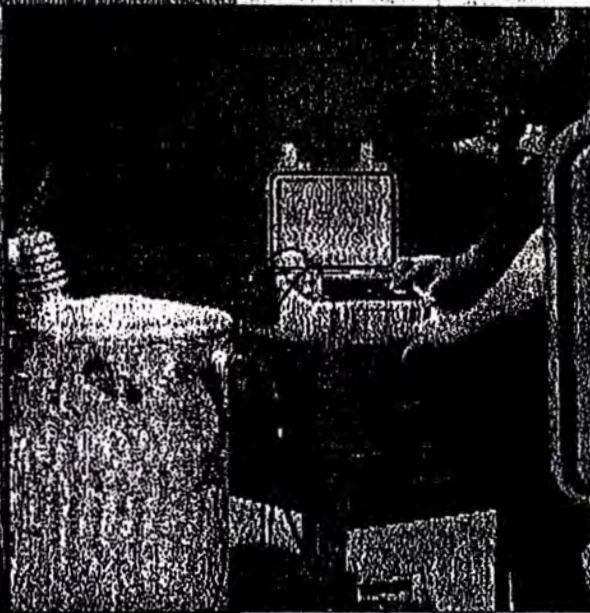
5º) Após término dos ensaios lavar a cuba conforme descrito no item cuba e guardá-la limpa e seca.

Obs.: Não deslocar ou transportar o equipamento com a cuba cheia!



Nº	DENOMINAÇÃO
01 -	Chave seletora de normas.
02 -	Chave geral Liga / Desliga B.T.
03 -	Kilovoltímetro.
04 -	Chave piloto Liga A.T. / Pausa
05 -	Chave e Piloto Desl. A.T. / Zerar
06	Fusível de proteção 5A
07 -	Chave seletora de tensão de alimentação
08 -	Tomada de entrada da alimentação
09 -	Cuba de acrílico
10 -	Motor do agitador
11 -	Manopla variável
12 -	Manopla fixa
13 -	Calotas
14 -	Micro de segurança
15 -	Tomada do motor do agitador .

Digital Transformer Ratiometer **DTR® Model 8500**



- ◆ Designed for Power Transformers, VTs, PTs and CTs
- ◆ Direct readings from 0.8000:1 to 1500.0:1
- ◆ Displays Turns Ratio, Polarity and Excitation Current simultaneously
- ◆ Dual line and battery power supply and operation
- ◆ Displays warnings of incorrect lead connections, reverse polarity, open and short circuits

 **AEMC®**
INSTRUMENTS

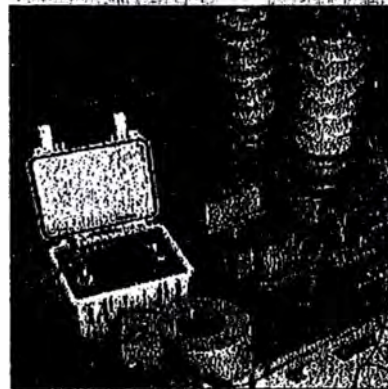
- ◆ Designed for Power Transformers, Potential Transformers and Current Transformers
- ◆ Direct readings from 0.8000:1 to 1500.0:1
- ◆ Displays Turns Ratio, Polarity and Excitation Current simultaneously with high resolution
- ◆ Dual power supply and operation: Integrated rechargeable NiCd battery and AC supply
- ◆ ANSI/IEEE compliant measurement method
- ◆ Microprocessor based for simple operation
- ◆ Easy connection and test set-up: no calibration or balancing required
- ◆ Display warnings of incorrect lead connections, reverse polarity, open and short circuits
- ◆ Large dual line display with adjustable contrast and backlight ensures clear day/night visibility
- ◆ No high voltages - employs low voltage test technique and integrated safety circuit
- ◆ Low battery indication
- ◆ Durable, impact-resistance sealed polypropylene case

The New DTR® Model 8500 from AEMC® Instruments is a portable digital transformer ratiometer designed for on-site testing of power, potential and current transformers. When connected to a non-energized transformer, the DTR® Model 8500 accurately measures primary to secondary turns ratio, while simultaneously displaying polarity and excitation current.

The DTR® is fully automatic and uses an ANSI/IEEE compliant test method. No user calibration, range selection, hand cranking or tedious balancing is required. At each measurement, the DTR® automatically self-calibrates and checks for open windings/connections/circuit breakers, short circuits (excess excitation current), incorrect test lead placement, and reverse polarity. Measurements are displayed quickly and accurately.

The DTR® Model 8500 is designed with operator safety in mind. Tests are performed at low voltage and, unlike other ratiometers, step-down excitation is employed. This method, in conjunction with an integral H/X reverse protection circuit, guards against the generation of hazardous test voltages normally associated with transformer ratio measurement instruments.

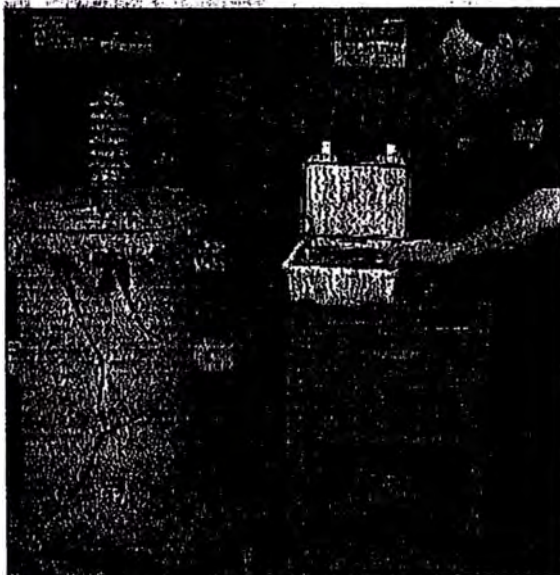
A large, dual line alpha-numeric LCD display with adjustable contrast and backlight guarantees day/night readability. Power is supplied by integral NiCd battery (included) or by AC line. Batteries are charged automatically during AC operation.



CT Ratio Measurement

Both rugged and reliable, the DTR® Model 8500 is built into an attractive, sealed structural polypropylene case designed to withstand the rigors of utility and industrial field use.

Constructed using only the highest quality electrical and mechanical components, the DTR® Model 8500 sets the standard in advanced design, engineering and workmanship, and it will provide the user with years of accurate and reliable measurements.



In the shop or in the field — easy to connect and operate as shown on this 37 KVA transformer (left) and this 3 phase 2000 KVA transformer.

Simple concise operation - clear informative data displays



Selected mode indication



*Automatically self-calibrates
with every use*



Continuity test option selected



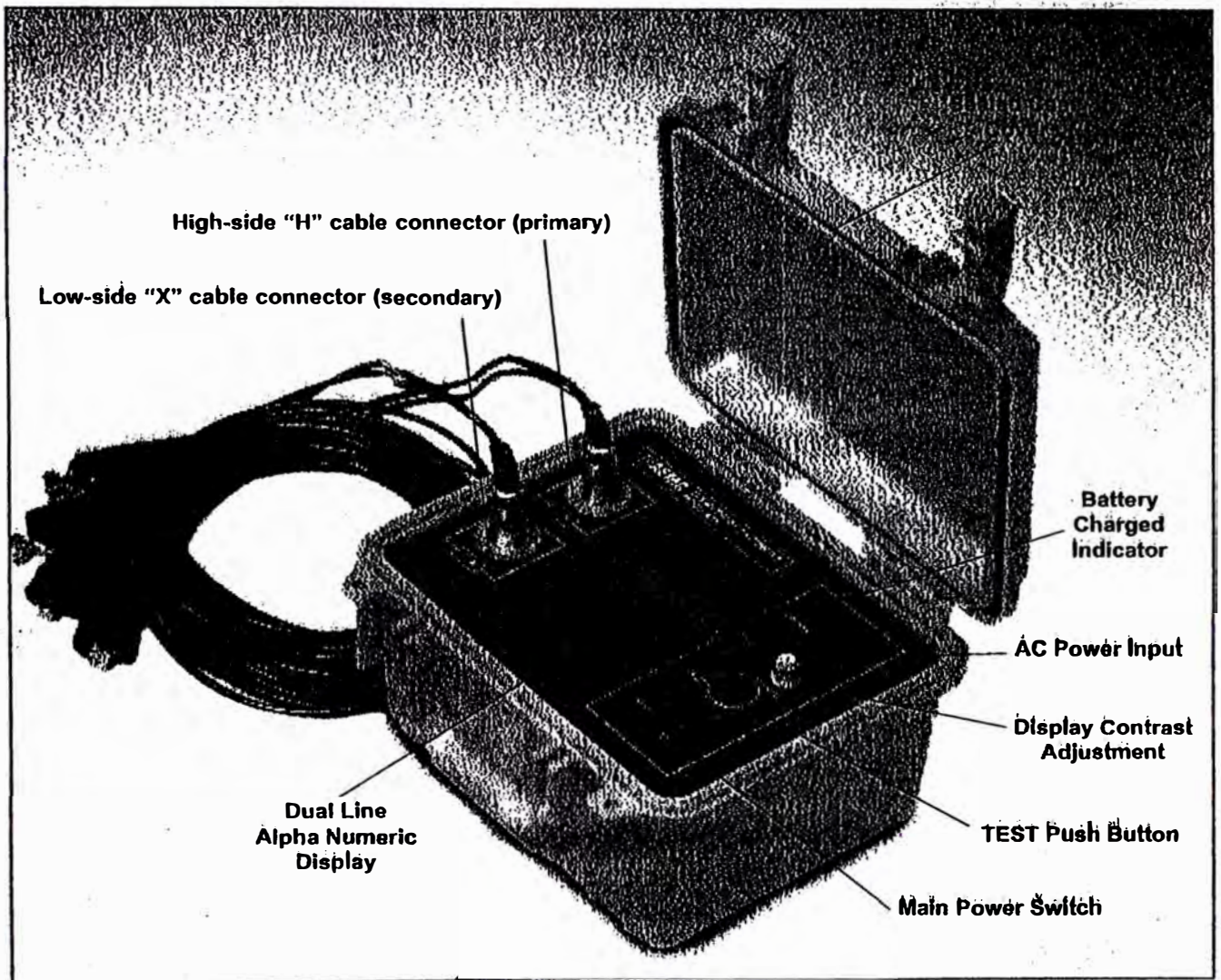
Indicates possible shorts in windings



*Automatically detects and displays
improper cable connections*



Displays ratio and excitation current



Specifications

ELECTRICAL SPECIFICATIONS

Ratio Range:
Autoranging, 0.8000 to 1500.0:1

Accuracy*:
Ratio ≤ 1000 to 1 :
± 0.1% of Reading
Ratio > 1000 to 1 :
± 0.2% of Reading

Excitation Signal:
PT/VT Mode:
44 Vrms maximum

CT Mode:
0-1A Auto Level, 0.1-5 Vrms

Excitation Current Display:
Range:
0-1000 mA

Accuracy:
2% R ± 2 mA

Excitation Frequency: 70 Hz

Display:
LCD Character, 20 x 2, large format,
LED backlight, day/night visible

Measurement Method:
In accordance with
ANSI/IEEE C57.12.90

Power Supply:
Dual operation; rechargeable NiCd
battery and 115/230 V, 50/60 Hz line
supply. DTR* Model 8500 may be
changed from 115/230 V by internal
switch at any time. Units are available
with factory presettings of 115 V or 230 V.

Batteries:
12 V, 5 x 2 NiCd packs, 1300 mAh,
Panasonic P-130SCR or equivalent

Battery Life:
Up to 10 hrs. continuous operation,
DTR* Model 8500 may be used while
recharging

Charging Time:
14 hrs. typical, C/10 rate

Low Battery Indication:
LCD display

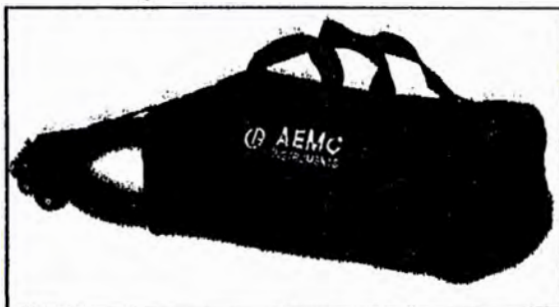
Line Fuse:
115 V:
1.0A, 5 x 20mm, slow acting
230 V:
0.5A, 5 x 20mm, slow acting

Displayed Measurements:
· Turns ratio
· RMS excitation current
· Polarity

Displayed Messages:
· Incorrect Lead Connections
· H/X Reversal
(accidental step-up misconnection)
· Short (excess excitation current)
· Open Circuits
· Circuit Continuity
· Low Battery

* 23° C ± 5° C, 50-70% RH, full battery
charge, no external fields or noise.

MADE IN USA



Durable carrying case for the 15 ft test lead set

MECHANICAL SPECIFICATIONS

Connections: Cannon®
XLR connectors and large
color coded industrial clips

Leads: 15 ft, H & X color
coded, in carrying bag

Display: Dual line alpha-
numeric 3.875 x .875" with
contrast adjustment and
backlight

Operating Temperature:
0° to 50°C (32° to 122°F), 0 to 90% RH
(without condensation)

Case: Heavy duty structural
polypropylene (yellow)

Dimensions: 13 x 12 x 6"
(330 x 305 x 152 mm)

Weight: 14 lb (6.4 Kg)

ORDERING INFORMATION

CATALOG NO.

Digital Transformer Ratio Meter DTR* Model 8500 (factory preset 115 V, 50/60 Hz Input) Cat. #2111.80
includes user manual, AC line cord, test lead set (15 ft) in a carrying bag

Digital Transformer Ratio Meter DTR* Model 8500 (factory preset 230 V, 50/60 Hz Input). Cat. #2116.21
includes user manual, power cord with stripped end (no plug) receptacle,
test lead set (15 ft) in a carrying bag

Accessories

Test lead set (30 ft) in carrying bag. Cat #2118.47

Replacement set of test leads (15 ft). Cat #2118.48

Call the AEMC® Instruments Technical Assistance Hotline for immediate consultation with an applications engineer: (800) 343-1391

Chauvin Amoux, Inc. d.b.a. AEMC® Instruments · 99 Chauncy St. · Boston, MA 02111 USA · (800) 343-1391 · (617) 451-0227 · Fax (617) 423-2952

Visit our website at www.aemc.com

850.BR - 8/00

MEGÓHMETRO DIGITAL INTELIGENTE MEGABRÁS MD-5065

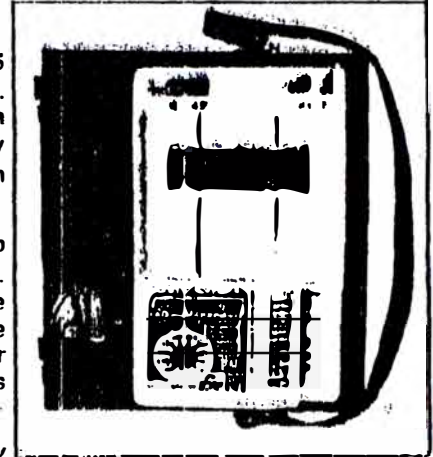
DESCRIPCIÓN

El megóhmetro digital, Inteligente, MEGABRÁS modelo MD-5065 es un equipo de altas prestaciones, robusto y fácil de utilizar. Emplea tecnología de control por microprocesador de probada eficacia, que proporciona mediciones confiables, seguras y precisas de resistencias de aislación de hasta 5.000.000 MΩ, con 10 divisiones de prueba, desde 500 V hasta 5KV.

Diversas funciones automáticas incorporadas a este equipo facilitan su uso y reducen la posibilidad de errores de operación. Posee cronómetro, selección automática del rango óptimo de medición (auto-rango), medición automática de los índices de polarización y absorción, realización automática del ensayo por escalones de tensión, y salida para impresora o para transferir los datos a una computadora o registrador digital.

El resultado de las mediciones se muestra en el display alfanumérico indicando el valor y la unidad de medida, evitando cualquier error de interpretación. Al mismo tiempo, la escala analógica (bar-graph) brinda una visualización más intuitiva de las variaciones.

Todas estas características están reunidas en un equipo robusto y portátil, adecuado para las severas condiciones de trato y ambientales a las que estarán sometidos en el trabajo de campo, incluso en las regiones tropicales.



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

SEGURIDAD DEL OPERADOR

En virtud de las altas tensiones en juego, las consideraciones acerca de la seguridad adquieren relevante importancia. En el diseño de los megóhmetros MEGABRÁS este aspecto ha merecido especial atención:

- **GABINETE.** Inyectado en plástico de alta resistencia dieléctrica. Salvo los bornes de salida, no existen partes conductoras accesibles al operador. Los bornes están montados en la posición más protegida del gabinete.
- **DESCARGA DE LOS POTENCIALES ALMACENADOS.** Cuando el elemento bajo prueba (transformador, cable subterráneo, etc.) tiene una capacidad no despreciable, quedará cargado con alta tensión al finalizar el ensayo. El megóhmetro MD-5065 descarga automáticamente esos potenciales al terminar la medición.
- **INDICADOR LUMINOSO DE ALTA TENSION.** Un "Led" señala la presencia de Alta Tensión en el borne de salida durante la medición, y se mantiene encendido hasta que el proceso de descarga se haya completado.

INMUNIDAD RESPECTO DE CAMPOS ELÉCTRICOS Y MAGNÉTICOS

Para asegurar la inmunidad respecto de las perturbaciones electromagnéticas intensas presentes en las subestaciones y en las proximidades de líneas de alta tensión, los megóhmetros MEGABRÁS están dotados de un efectivo sistema de filtro que impide cualquier alteración significativa provocada por los campos de frecuencia industrial.

ENSAYO DE ESCALONES DE TENSIÓN

El operador selecciona la tensión máxima del ensayo. Durante el primer minuto el megóhmetro la tensión de prueba generada es de 500V. Esa tensión se incrementa en escalones de 500V hasta alcanzar la tensión máxima programada. Cada escalón se aplica durante un minuto, y se mide la resistencia antes de subir al escalón siguiente. El resultado del ensayo se calcula con la fórmula:

$$EET = \frac{R_{max}}{R_{500}}$$

Donde:

EET = Ensayo de escalones de tensión

R_{max} = Resistencia medida con la tensión máxima

R_{500} = Resistencia medida con 500V

IMPRESIÓN Y REGISTRO DE LOS DATOS

Provee una salida serial de datos RS-232 para conectar una impresora (opcional). Se imprimen los valores medidos cada 15 segundos, indicando resistencia, tensión de prueba y tiempo transcurrido. También puede utilizarse para el registro en un colector de datos o una computadora.

PRUEBA DE CONTINUIDAD

Si la resistencia medida es inferior a 100 K Ω se considera que hay continuidad y el megóhmetro lo indica con un sonido intermitente.

APAGADO AUTOMÁTICO

Transcurridos unos 5 minutos después de finalizada la medición el megóhmetro se apaga automáticamente, para evitar la descarga innecesaria de la batería por descuido del operador.

VERIFICACIÓN DEL ESTADO DE CARGA DE LA BATERÍA

El megóhmetro dispone de un sistema de verificación del estado de carga de la batería. La verificación se realiza en las condiciones reales de consumo y sin interrumpir la generación de la tensión de prueba.

GABINETE Y ESTUCHE

El gabinete es de material plástico de alta rigidez dieléctrica y resistencia al impacto. Un robusto estuche de simil-cuero facilita el cómodo y seguro transporte del equipo y es accesorio. Para mayor protección el megóhmetro se opera sin necesidad de retirarlo del estuche.

ALIMENTACIÓN

El megóhmetro MD-5065 se alimenta mediante una batería recargable de NiCd incorporada, con cargador para conectar a la red (90 a 240 Vca).

ACCESORIOS PROVISTOS

- Cables de prueba de alta aislación con punta de alta tensión, y con pinza cocodrilo.
- Cables para los bornes $+R$ y $Guard$.
- Cable para la salida de RS-232.
- Batería recargable de NiCd, incorporada al equipo con su cargador y su cable.
- Estuche de simil-cuero, para protección y transporte del equipo y accesorios.
- Manual de uso en castellano.

DIMENSIONES Y PESO

260 x 155 x 99 mm. 2,9 Kg

CONDICIONES AMBIENTALES

Temperatura de funcionamiento: entre -5°C y $+50^{\circ}\text{C}$

Humedad: hasta 90% HR, sin condensación

MEGABRÁS INDÚSTRIA ELETRÔNICA LTDA.

Rua Baldomero Carqueja, 333 - 05780-260 São Paulo - SP - Brasil

Tel (+5511) 6511-0808 Fax (+5511) 6512-7003 email: vendas@megabras.com Internét: www.megabras.com

TENSIONES DE PRUEBA

Posee 10 tensiones de prueba, seleccionables con llave rotativa, todas negativas respecto del borne de retorno: 500V, 1KV, 1.5KV, 2KV, 2.5KV, 3KV, 3.5KV, 4KV, 4.5KV y 5KV.

RANGOS DE MEDICIÓN - AUTORRANGO

La sensibilidad del amplificador de corriente de este megóhmetro permite lecturas confiables de resistencia de hasta 5.000.000 M Ω @ 5KV. El equipo detecta el valor a medir y encuentra automáticamente el mejor rango para realizar la medición, indicando la unidad en K Ω ($10^3 \Omega$), M Ω ($10^6 \Omega$) o G Ω ($10^9 \Omega$)

CRONÓMETRO

El cronómetro digital incorporado indica en el display el lapso transcurrido desde el inicio de la medición, expresado en minutos y segundos

TENSIONES DE PRUEBA NEGATIVAS

La característica polar de las moléculas de agua provoca el fenómeno conocido como *Electroendosmosis*. Cuando se mide la resistencia respecto de tierra de una muestra que contiene humedad, el valor medido es menor cuando la tensión de prueba aplicada es negativa. Para poner de manifiesto este fenómeno, las tensiones de prueba de este megóhmetro son negativas.

BORNE GUARD

Permite medir resistencias de muy alto valor eliminando el efecto de resistencias parásitas.

MEMORIA

Este megóhmetro posee memoria de lectura, que permite retener el valor medido en el instante determinado por el operador. Se facilita así la realización de ensayos especiales que requieren temporización.

CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO

La corriente de cortocircuito está limitada a 1,2 mA \pm 20 %.

EXACTITUD DE MEDICIÓN

\pm 4% del valor medido (1M Ω a 1.000G Ω @ 5KV)

VOLTIMETRO INCORPORADO

Permite medir la tensión realmente aplicada a la resistencia bajo ensayo.

ÍNDICE DE ABSORCIÓN Y RESISTENCIA DE AISLACIÓN A UN MINUTO

El megóhmetro aplica la tensión seleccionada durante un minuto. Durante el transcurso de la prueba indica el valor instantáneo de la resistencia de aislación y el tiempo transcurrido. Al cumplirse los 60 segundos corta la tensión y muestra en el display el último valor de aislación medido y el *Índice de absorción* calculado con la fórmula:

$$I_a = \frac{R_{60}}{R_{30}}$$

Donde:

I_a - Índice de absorción

R_{60} - Resistencia medida a los 60 segundos

R_{30} - Resistencia medida a los 30 segundos

ÍNDICE DE POLARIZACIÓN Y RESISTENCIA DE AISLACIÓN A DIEZ MINUTOS

El megóhmetro aplica la tensión seleccionada durante diez minutos. Durante el transcurso de la prueba indica el valor instantáneo de la resistencia de aislación y el tiempo transcurrido. Al cumplirse los 600 segundos corta la tensión y muestra en el display el último valor de aislación medido y el *Índice de polarización* calculado con la fórmula:

$$I_p = \frac{R_{10m}}{R_{1m}}$$

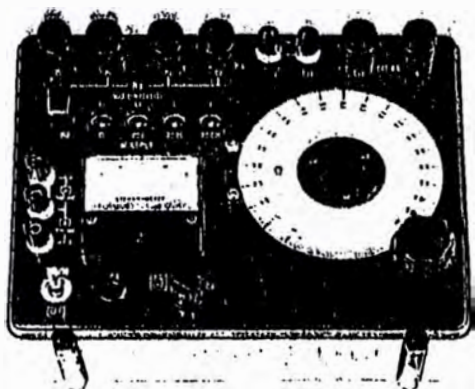
Donde:

I_p - Índice de polarización

R_{10m} - Resistencia medida a los 10 minutos

R_{1m} - Resistencia medida a un minuto

2769 Portable Double Bridge



276910
182 x 226 x 119 mm 2.6 kg
(7-1/4 x 9 x 4-3/4" 5.7 lbs.)

The 2769 is a portable type Kelvin double bridge for measuring resistance from 0.1 mΩ to 110 Ω with four multiplication plugs and one measuring dial.

It features high sensitivity, quick response, a mechanically strong electronic galvanometer, and a bridge power source. With its simple and speedy operation, this bridge is suitable for measurements of coil resistance of rotary machines, contact resistance measurements, and for measuring the resistance of electric cables.

SPECIFICATIONS

Measuring Range: 0.10 mΩ* to 110 Ω
Measuring Dial: 1.00 to 11.00 Ω at x 1
Multipliers: x0.0001*, x0.001, x0.01, x0.1, x1, x10 (Plug-in system)
Min. Division: 0.005 mΩ at x0.0001*, 0.05 mΩ at 0.001, 0.5 mΩ at x 0.01, 5 mΩ at x 0.1, 50 mΩ at x 1, 0.5 Ω at x 10
Accuracy: ±(0.05 Ω x multiplier + 0.01 mΩ) at ambient temperature of 5 to 35°C (41 to 95°F) and operating humidity of less than 85%
Current Rating: 10 A at x0.0001*, 3 A at x0.001, 1 A at x0.01, 0.3 A at x0.1, 0.1 A at x1, 0.01 A at x10
Galvanometer Sensitivity: 20 μV/div.
Power Source: Two 1.5 V batteries (JIS SUM-1, ANSI D, Mono 1.5 V or equivalent) for bridge, and single 9 V battery (JIS 006P, ANSI 6F22, Energiblock 9V or equivalent) for galvanometer

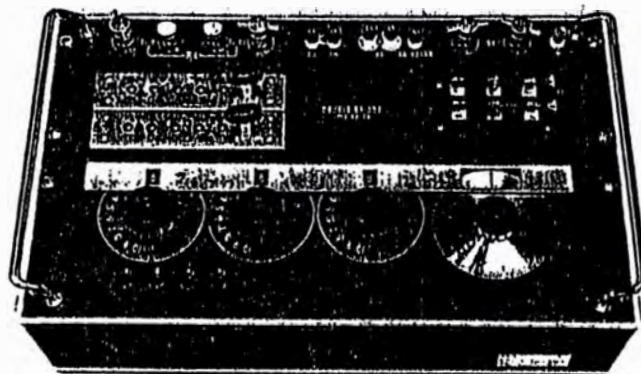
*Note: 2771 External Standard Resistor is required for measurement on 0.1 to 1.1 mΩ ranges and x 0.0001 multiplier settings.

Accessory supplied at no extra cost: B9350AW carrying case

Optional Accessories: 2771 External standard resistor
 2753 Measuring cords
 2754 Clamp device

Ⓢ Bulletin 2700-E

2752 Precision Double Bridge



2752
491 x 310 x 185 mm 11.5 kg
(19-3/8 x 12-1/4 x 7-1/4" 25.3 lbs)

The 2752 is a precision laboratory standard Kelvin bridge for measuring resistance below 100 Ω to an accuracy of ±0.03 to 0.05%. This instrument is used not only for high-precision measurement of resistance but also for measurement of electrical conductivity of conductors and calibration of low resistance instruments.

SPECIFICATIONS

Measuring Range: 0.10000 mΩ to 111.10 Ω in five digits
Measuring Arm: (at Multiplier x 1): 100 mΩ x 10 + 10 mΩ x 10 + 1 mΩ x 10 + (0.05 to 1.05 mΩ)
Minimum Division: 0.00001 mΩ at x 0.001, 0.0001 mΩ at x 0.01, 0.001 mΩ at x 0.1, 0.01 mΩ at x 1, 0.1 mΩ at x 10, and 1 mΩ at x 100
Multiplier: x 0.001, x 0.01, x 0.1, x 1, x 10 and x 100
Accuracy: All resistance of potential leads and current leads less than 10 mΩ/wire:
 ±(0.03% of reading + 1 μΩ) at 20 ± 2.5°C
 ±(0.05% of reading + 1 μΩ) at 10 to 40°C
Current Rating: 30 A at x 0.001, 10 A at x 0.01, 3 A at x 0.1, 0.5 A at x 1, 0.15 A at x 10, 0.05 A at x 100
Case: Grey metal case, with plastic feet and carrying handles
Insulation Resistance: More than 100 MΩ at 500 V DC between the electric circuit and case
Dielectric Strength: 500 V AC for one minute between electric circuit and case

Ⓢ Bulletin 2700-E

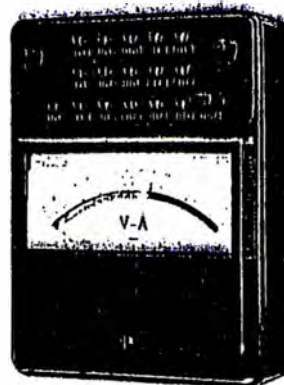
OPTIONAL ACCESSORIES

Name	Model
Galvanometer	2709
Galvanometer	2707
Single Core Slide Resistor	2791
DC Volt-Ammeter	2012
Measuring Cords	2753
Clamp Device	2754

2011 & 2012 Portable Standard DC Ammeters & Voltmeters



2011
195 x 170 x 87 mm 1.7 kg
(7-3/4 x 6-3/4 x 3-1/2" 3.8 lbs)



2012
260 x 180 x 115 mm 2.8 kg
(10-1/4 x 7-1/8 x 4-1/2" 6.2 lbs)

The 2011 and 2012 are moving coil type instruments using a taut-band suspension system. These instruments have excellent reproducibility and are highly resistant to vibration and shock.

- TAUT-BAND SUSPENSION MECHANISM
- NEGLIGIBLE DETERIORATION
- QUICK RESPONSE
- SUPERIOR TEMPERATURE COMPENSATION
- SHOCK RESISTANT

SPECIFICATIONS

Principle: Moving coil type
 Rated Accuracy: $\pm 0.5\%$ of full scale value except high sensitivity ammeters marked (*) in the table below are $\pm 1.0\%$
 Scale Length: Approx. 135 mm (5-3/8")
 Scale Divisions: 100/150
 Optional Accessories: 229101 Carrying case for the 2011
 229201 Carrying case for the 2012
 Country of Origin: All models of 2011 (4 ranges) are manufactured in Singapore, and 2012, in Japan. Country of origin is marked on the rear of each product

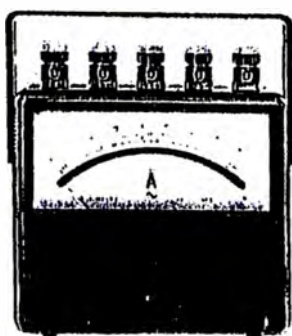
RANGES

Model	Name	Model	Range	Approx. Internal Resistance or Voltage Drop
2011	DC Ammeter	(4 Ranges)	201131 *3/10/30/100 μA	5.1/18.3/7.7/2.5 k Ω 6.8/6.8/2.5/0.88 k Ω 750/750/278/97.5 Ω 23/14/4.7/1.6 Ω 50 mV
			201132 *10/30/100/300 μA	
			201133 0.1/0.3/1/3 mA	
			201134 1/3/10/30 mA	
			201135 10/30/100/300 mA	
			201136 0.1/0.3/1/3 A	
		201137 1/3/10/30 A		
	(1 Range)	201141	(50 mV)	(500 μA)
2011	DC Voltmeter	(4 Ranges)	201138 0.3/1/3/10 V	1 mA (1,000 Ω/V)
			201139 3/10/30/100 V	
		201140 30/100/300/1,000 V		
	(1 Range)	201142	(3 V)	(1 mA)
2012	DC Volt-Ammeter	(17 Ranges)	201200 Voltage: 3/10/30/100/300/1,000 V Current: 1/3/10/30/100/300 mA 1/3/10/30 A, 50 mV	Voltage range: 1 mA (1,000 Ω/V) Current range: 1 mA : 24 mV 300 mA : 51 mV 3 mA : 41 mV 1 A : 53 mV 10 mA : 47 mV 3 A : 56 mV 30 mA : 49 mV 10 A : 75 mV 100 mA : 50 mV 30 A : 100 mV 50 mV : 59 Ω

- Notes:
1. Accuracy is $\pm 0.5\%$ of full scale value except for instruments with the range marked (*) whose accuracy is $\pm 1.0\%$ of full scale value.
 2. For ranges higher than 30 A, use 2215 to 2217 Shunts with 201141 50 mV and on the 50 mV range of 2012 Instrument.

3. For ranges higher than 1,000 V, use 2222 or 2223 Multipliers with 201142 3 V and on the 3 V range of 2012 Instrument.
4. For connecting external shunts, the 50 mV and 17-range Instruments are provided with a pair of special 1.5 m (approx. 5 ft.) leads (0.025 $\Omega \times 2$).

2013 & 2014 Portable Standard AC Ammeters & Voltmeters



2013
195 x 170 x 87 mm 1.7 kg
(7-3/4 x 6-3/4 x 3-1/2" 3.8 lbs)



2014
260 x 180 x 115 mm 4.2 kg
(10-1/4 x 7-1/8 x 4-5/8" 9.3 lbs)

The 2013 and 2014 are moving iron type instruments using a tau-band suspension system. These instruments have excellent reproducibility and are highly resistant to vibration and shock.

SPECIFICATIONS

Principle:	Moving iron type
Rated Accuracy:	±0.5% of full scale value
Scale Length:	Approx. 135 mm (5-3/8")
Frequency Influence:	Within 0.2% of indicated value (45 to 65 Hz)
Optional Accessories:	229101 Carrying case for the 2013 229201 Carrying case for the 2014

RANGES

Model	Name	Model	Range	Approx. Volt-Ampere Loss	Scale Div.
2013	AC Ammeter	201301	20/100 mA	0.3/0.2 VA	100
		201302	50/250 mA	0.5/0.5 VA	100/125
		201303	100/500 mA	0.5/0.5 VA	100
		201304	0.2/1 A	0.4/0.4 VA	100
		201305	0.5/2.5 A	0.5/0.5 VA	100/125
		201306	1/5 A	0.6/0.6 VA	100
		201307	2/10 A	0.7/0.7 VA	100
		201308	5/25 A	1/1 VA	100/125
		201309	10/50 A	1.2/1.8 VA	100
		201310	20/50/100/200 mA	0.4/0.3/0.2/0.3 VA	100
	201311	0.1/0.2/0.5/1 A	0.2/0.3/0.4/0.5 VA	100	
	201312	0.5/1/2/5 A	0.7/0.6/0.5/0.3 VA	100	
	201313	2/5/10/20 A	0.5/0.3/0.6/0.9 VA	100	
	201314	10/20/50/100 A	0.6/0.9/1.7/2.4 VA	100	
201320	AC Ammeter	201320	5 A (for use with external CT)	0.22 VA	100/150
AC Voltmeter	201315	15/30 V	3.8 VA	150	
	201316	30/75 V		150	
	201317	75/150 V		150	
	201318	150/300 V		150	
	201319	300/750 V		150	
201321	AC Voltmeter	201321	150 V (for use with external PT)	3.8 VA	100/150
201328	AC Voltmeter	201328	150/300/600 V	3 3/6 VA	150/120
AC Ammeter	201322	201322	500 A with external 500A/5A CT		100/125
AC 400Hz Ammeter	201323	0.5/1/2/5 A	* 0.7/0.6/0.5/0.3 VA	100	
	201324	2/5/10/20 A		100	
	201325	10/20/50/100 A		100	
AC 400Hz Voltmeter	201326	75/150 V	3.75 VA	150	
	201327	150/300 V		150	
2014	AC Volt-Ammeter	201400	13 Ranges 30/75/150/300/750 V 0.15/0.3/0.75/1.5/3/7.5/15/30 A	4.5 VA in any voltage range 0.15 to 7.5 A : 0.7 VA 15 A : 0.9 VA 30 A : 2 VA	150

Notes: 1. For ranges higher than 100 A, use External Current Transformers with 201320 5 A Instrument.
2. For ranges higher than 750 V, use External Potential Trans-

formers with 201321 150 V Instrument.
3. *The current transformer is built in.
4. **The current and potential transformers are built in.

2041 & 2042 Portable Standard Wattmeters



2041
260 x 180 x 136 mm 2.8 kg
(10-1/4 x 7-1/8 x 5-3/8" 6.2 lbs)



2042
260 x 180 x 136 mm 3.2 kg
(10-1/4 x 7-1/8 x 5-3/8" 7.1 lbs)

The 2041 and 2042 are electro-dynamometer type and use the taut-band suspension system. These instruments are highly reliable, and designed for use in laboratories or factories for precision measurement of power at DC and commercial frequencies up to 1,000 Hz. These instruments are housed in phenol resin cases and shielded with double permalloy sheets to block external magnetic fields.

SPECIFICATIONS

Principle: Electro-dynamometer type
 Rated Accuracy: $\pm 0.5\%$ of full scale value
 Scale Length: Approx. 135 mm (5-3/8")
 Scale Divisions: 120
 Frequency Ranges: 2041; DC, 25 to 1,000 Hz ($\cos\phi = 1.0$)
 DC, 25 to 500 Hz ($\cos\phi = 0.2$)
 2042; DC, 25 to 1,000 Hz ($\cos\phi = 1.0$)
 Frequency Characteristics (at 45 to 65 Hz):
 Variation is less than $\pm 0.2\%$ of indicated value
 Optional Accessory: 229201 Carrying case

RANGES

Model	Name	Model	Range		Power Factor	Approx. Volt-Ampere Loss	
			Current	Voltage		Voltage Circuit	Current Circuit
2041	Portable, Single-Phase Wattmeter	204101	0.2/1 A	120/240 V	1.0	10 mA (100 Ω /V)	0.66/0.56 VA
		204102	1/5 A				0.93/0.84 VA
		204103	5/25 A				1.72/1.69 VA
	Portable, Single-Phase, Low-Power-Factor Wattmeter	204111	0.2/1 A	120/240 V	0.2	20 mA (50 Ω /V)	1.25/1.09 VA
		204112	1/5 A				1.7/1.5 VA
		204113	5/25 A				2.62/2.5 VA
		204121	0.2/1 A	30/60 V		1.25/1.09 VA	
		204122	1/5 A			1.7/1.5 VA	
2042	Portable, Three-Phase Wattmeter	204201	0.2/1 A	120/240 V	1.0	10 mA (100 Ω /V)	0.66/0.56 VA
		204202	1/5 A				0.93/0.84 VA
		204203	5/25 A				1.72/1.69 VA

- Notes: 1. For ranges higher than 25 A, use External Current Transformer with the 2041 or 2042 5 A wattmeter.
 2. For ranges higher than 240 V, use External Potential Transformer.
 3. The 2041 Single-Phase, Low-Power-Factor Wattmeters are

recommended for use with Epstein Iron-Loss Test Sets as well as for measurement of small or low-power-factor power. The rated power factor of 0.2 sets no restriction on the power factor of the measuring circuit. Power measurement can be made at an arbitrary power factor.

2791 Slide Resistors



2791
125 x 510 x 85 mm 2.7 kg
(5 x 20-1/8 x 3-3/8" 6 lbs)

The 2791 is composed of resistance wire with an insulating coating wound on a frame of special ceramic and a sliding brush that maintains contact with the wire. Resistance is continuously variable and can be increased or decreased as desired.

The device permits current and voltage to be accurately adjusted without disconnecting the circuit. The resistor is widely used in testing laboratories and also in industrial tests and inspection of machinery and equipment.

SPECIFICATIONS

Available Models:

Model	Nominal Value	Allowable Input Current
279101	4,800 Ω	0.18 A
279102	1,400 Ω	0.35 A
279103	600 Ω	0.5 A
279105	170 Ω	1.0 A
279108	39 Ω	2.0 A
279110	10 Ω	4.0 A
279112	4.7 Ω	6.0 A

Allowable Deviation: $\pm 20\%$ of nominal value

Insulation Resistance: More than 5 M Ω at 500 V DC between terminal and case

Dielectric Strength: 1,000 V AC for one minute between terminal and case

Ⓢ Bulletin 2700-E

2793 Decade Resistance Boxes



279301
110 x 491 x 140 mm 4.81 kg
(4-3/8 x 19-3/8 x 5-1/2" 0.6 lbs)

The 2793 is a high-accuracy, stable DC variable resistor with 6 dials and is available in two styles: 279301 for medium resistance from 0.1 to 1,111.210 Ω in 1 m Ω steps (best suited for calibration of resistance thermometers or bridges); 279303 for high resistance from 0 to 111.1110 M Ω in 100 Ω steps (suitable for calibration of insulation resistance testers or bridges).

SPECIFICATIONS

279301

- Resistance Range: 0.100 to 1,111.210 Ω
(Minimum resistance is 0.100 Ω)
- Dial Composition: 100 Ω \times 0 to 10, 10 Ω \times 0 to 10, 1 Ω \times 0 to 10, 0.1 Ω \times 1 to 11, 0.01 Ω \times 0 to 10, 0.001 Ω \times 0 to 10
- Resolution: 0.001 Ω
- Accuracy: $\pm(0.01\% + 2 \text{ m}\Omega)$ at temperature $23 \pm 2^\circ\text{C}$, humidity 45 to 75%, and 0.1 W power application
- Max. Allowable Input Power: 0.25 W/step
Within 1 W for overall instrument
- Max. Allowable Input Current: 50 mA (100 Ω steps), 150 mA (10 Ω steps), 500 mA (1 Ω steps), and 1.5 A (0.1 Ω steps)
- Insulation Resistance: More than 500 M Ω at 500 V DC between panel and circuit
- Dielectric Strength: 1,000 V AC for one minute between panel and circuit

279303

- Resistance Range: 0 to 111.1110 M Ω
- Dial Composition: 100 Ω \times 10 + 1 k Ω \times 10 + 10 k Ω \times 10 + 100 k Ω \times 10 + 1 M Ω \times 10 + 10 M Ω \times 10
- Accuracy: 100 Ω , 1 k Ω , 10 k Ω and 100 k Ω steps ... $\pm(0.05\% + 0.05 \Omega)$; 1 M Ω and 10 M Ω steps ... $\pm 0.2\%$
(At temperature $23 \pm 2^\circ\text{C}$, humidity below 75% including residual resistance of approx. 0.05 Ω)
- Max. Allowable Input:
 - 100 Ω step 100 mA
 - 1 k Ω step 30 mA
 - 10 k Ω step 10 mA
 - 100 k Ω step 3 mA (100 to 600 k Ω)
 - 1 M Ω step 2,000 V (700 k Ω to 1 M Ω)
 - 10 M Ω step 2,000 V
- Insulation Resistance: More than $10^{11} \Omega$ at 1,000 V DC between panel and circuit
- Dielectric Strength: 5,000 V DC for one minute between panel and circuit

Ⓢ Bulletin 2700-E

ANEXO C

CUADROS DE LA NORMA TÉCNICA PERUANA 370.002

TRANSFORMADORES DE POTENCIA

CUADROS DE NIVELES DE AISLAMIENTO

Los siguientes cuadros se han tomado de la NORMA TÉCNICA PERUANA 370.002

CUADRO 5

NIVELES DE AISLAMIENTO PARA TRANSFORMADORES QUE NO SON PREVISTOS PARA SOPORTAR ENSAYOS CON ONDAS DE CHOQUE

1	2
Tensión máxima de la red	Tensión de ensayo con frecuencia industrial
KV, eficaces	KV, eficaces
Menos de 1,1	2,5
1,1	3,2
3,6	8,2
7,2	15,4
12	25
17,5	36

CUADRO 6
NIVELES DE AISLAMIENTO PARA LOS TRANSFORMADORES
SUMERGIDOS EN ACEITE PREVISTOS PARA SOPORTAR LOS ENSAYOS
CON ONDAS DE CHOQUE

Serie I (basada sobre la práctica corriente fuera de América del Norte)

Tensión máxima de La red	Tensión de prueba de choque		Tensión de prueba con frecuencia industrial	
	Norma 1	Norma2	Norma 1	Norma 2
KV (eficaz)	KV (eficaz)		KV (eficaz)	
3,6	45		16	
7,2	60		22	
12	75		28	
17,5	95		38	
24	125		50	
36	170		70	
52	250		95	
72,5	325		140	
100	450	300	185	150
123	550	450	230	185
145	650	550	275	230
170	750	650	325	275
245	1050	900	460	395
300	-	1050	-	460
420	-	1425	-	630

El siguiente cuadro se ha tomado de la NORMA TÉCNICA PERUANA 370.002

**CUADRO 11
TOLERANCIAS**

	Tolerancia
1. a) Pérdidas totales b) Pérdidas parciales	+ 1/10 de las pérdidas totales + 1/7 de cada una de las pérdidas parciales a condición de no pasar la tolerancia sobre el total de las pérdidas.
2. Relación de transformación en vacío	El más bajo de los dos siguientes valores: $\pm 1/200$ de la relación especificada, o un porcentaje de la relación especificada igual a 1/10 de la tensión de corto-circuito a la carga nominal en porcentaje.
3. Tensión de corto-circuito a) Para la toma principal i) Transformador con 2 arrollamientos ii) Transformador con más de 2 arrollamientos b) Tomas que no son la toma principal	$\pm 1/10$ de la tensión de corto-circuito especificada para esta toma. $\pm 1/10$ de la tensión de corto-circuito especificada por el primer par de arrollamientos $\pm 1/15$ de la tensión de corto-circuito especificada para el segundo par de arrollamientos. Para los otros pares de arrollamientos la Tolerancia debe ser especificada por un acuerdo. $\pm 1/7$ del valor indicado para cada una de las tomas cuya tensión no difiere en $\pm 5\%$ de la toma principal. Para las otras tomas, la tolerancia debe ser objeto de un acuerdo entre el fabricante y el comprador.
4. Corriente de vacío	+ 3/10 de la corriente en vacío especificada

ANEXO D

- PROPUESTA ECONÓMICA DE LA EMPRESA PHENIX TECHNOLOGIES DE MARYLAND EE. UU. POR UN SISTEMA DE PRUEBAS DE TRANSFORMADORES**
- CATÁLOGOS DE LOS EQUIPOS**

I02-4470-TTS30-Peru

A PROPOSAL PREPARED FOR:
Jesus Bellido Centeno



PHENIX
TECHNOLOGIES

116 Industrial Drive
Accident, MD 21520 USA
(P)301-746-8118,(F)301-895-5570
Web site: www.phenixtech.com

ATTN: Jesus Bellido Centeno
TEL:
FAX:
E-MAIL: jbellidoc@hotmail.com

WARRANTY: 12 Months from shipment
***SHIPMENT:** _12_- _14_ weeks ARO and 100% pre-
payment or 30% payment and confirmed I
L/C .
INCOTERMS: Ex-works Accident, Maryland, USA
Freight Collect
PAYMENT 100% bank transfer with order or 30%
TERMS: with order and remaining 70% balance by
confirmed irrevocable L/C drawn on a
U.S. bank payable against shipping
documents.
VALIDITY: 60 Days

QUOTE DATE: March 8, 2002

QUOTE NUMBER: I02-4470

REF: E-mail 4/5/2002

SALES MANAGER: Al Guild

*Shipment is an approximation and will be confirmed, based on order backlog, after receipt of order.

ITEM	QTY	DESCRIPTION	NET PRICE (US\$)
1.	1	TTS30-1 Transformer Test System Designed for testing single-phase pad- or pole mounted distribution transformers up to and including 34.5 KV class with a maximum impedance of 6%. This system is designed to test in accordance with ANSI / IEEE C57 standards, latest edition.	\$38,050

TESTING CAPABILITY:

- Excitation current measurement
- Excitation loss (no-load loss)
- Impedance voltage measurement
- Full load current measurement
- Copper loss (load loss)
- Turns-ratio (optional)
- Applied potential test (optional)
- Induced potential test (optional)
- Resistance measurement (optional)

SYSTEM CAPACITY: (6% Maximum Impedance)

Single-phase Transformers	No-load Losses	Load Losses	Heat Run
Primary voltages:	-----	34.5 kV	34.5 kV
Secondary voltages:	2400 VAC	-----	-----
Power:5 KVA to	2000 kVA	500 kVA	250 kVA

INPUT POWER SUPPLY:

Main Power 1Ø, 480 volts AC, 60Hz, 70 amps
 Control Power : 1Ø, 120 volts AC, 60 Hz, 20 amps

CONTROLS:

A programmable logic controller (PLC) is at the heart of our state-of-the-art control system. The PLC replaces many relays and other electronic components previously required to control the Transformer Test System. With fewer components which can fail or malfunction, the system reliability is increased considerably. Maintenance, troubleshooting, and service are all made easier by use of the PLC. Each time the system is powered up the PLC runs through a self-test to insure proper operation then continues on to perform a lamp test on the entire system. In addition Transformer Test System operating procedures can be modified by reprogramming the PLC rather than by rewiring the set. This means that optional features can be added in the field at a much lower cost than previously possible.

AC OUTPUTS :

The output voltage is controlled by means of a toroidal-type variable transformer designed and manufactured for this purpose.

Taps	Voltage [Ø/Ø]	Current
1	0-240 VAC	130 AAC
2	0-300	104
3	0-480	65
4	0-600	52
5	0-1000	31
6	0-1600	19
7	0-2400	12

Distortion: less than 5%

Short Circuit Impedance: 10% maximum

Duty: 5 min ON / 15 min off at 30KVA
 continuous at 15KVA

Cooling: natural convection

INSTRUMENTATION:

A high precision measuring system is designed into the test system to enable accurate measurement of losses, voltages, and currents. The hold feature simultaneously freezes all meter readings to allow safe and convenient recording of data.

Voltmeter	4½ digit with 0.5" LED display, selectable between true RMS or average responding ranges: 0-300.0 / 2400 VAC Accuracy ± 0.5% of reading
Currentmeter	4½ digit with 0.5" LED display, true RMS responding. ranges: 0 - 1.000 / 10.00 / 100.0 / 1000 AAC Accuracy ± 0.5% of reading
Wattmeter	One 4¾ digit with 0.5" LED display. ranges: 8 with lowest of 0-399.99 W and highest of 0-3999.9 KW. Accuracy ± 0.5% of reading at 1.0 power factor Accuracy ± 1.5% of reading at 0.3 power factor Accuracy ± 3.0% of reading at 0.1 power factor
Temperature meter	4½ digit with 0.5" LED display. range: 0-199.99 °C Accuracy ± 1 °C

SAFETY AND DESIGN FEATURES:

- Main power circuit breaker with indicator.
- Control power key switch with indicator.
- Motorized control of output voltage with adjustable rate of rise.
- EMERGENCY OFF mushroom switch.
- RAISE and LOWER pushbuttons with OFF ZERO indicator.
- ZERO START interlock with auto return of regulator to zero position.
- Motorized tap selector switch with indicators.
- TEST MODE selector switch with indicator.
- Slow- and fast-acting overload protection.
- Surge protection devices on all meters and relays.
- Flashing red warning light.
- Auto-ranging wattmeter and voltmeter with direct readout.
- HOLD feature to freeze all meter displays for recording data.
- Foot switch for operator safety.
- External interlock provision.
- Fork truck and overhead lifting provisions.
- 5 meter output leads are recesses for operator safety; leads are removable for operator convenience.
- Complete set of instruction manuals with schematics and parts list.

DIMENSIONS (approximate) :**Main cabinet:**

Width: 1220 mm
 Depth: 1600 mm
 Height: 1855 mm
 Weight: 1090 kG.

OPTIONS:

- | | | |
|-----------|---|----------------------------------|
| A. | BCD output on all meters (except hipot) to allow interfacing to customer-supplied Windows compatible computer. All required interface cards and cables are included, along with standard testing software which can guide the operator through the C57/IEC76 testing standard. This program also performs data acquisition and report generation.
<i>Customer must consult factory to determine compatibility of PC with software.</i> | \$3,900 |
| B. | Control console with writing desk and 5m interconnect cables. | \$6,010 |
| C. | AC hipot rated at 75 KV, 7.5 KVA with controls and metering built into main control panel.

Output: 0- 75 KV at 100 mA.
Duty: 1 hour ON/ 1 hour OFF
Metering: One 4½ digit voltmeter and currentmeter with 0.5" LED display.
Accuracy: Accuracy ± 1 % F.S. | \$6,825 |
| D. | MG Set rated 6.25 KVA, 400 Hz for induced potential testing. Includes ON/OFF controls and frequency meter built into control panel.
Type: Common frame. Coupled 4 bearing design.
Noise Level: 85 dbA at 3 feet. | \$14,360 |
| E. | Turns-ratio bridge Type P-Attr-03.
For complete details please visit our web site at: www.phenixtech.com | \$8,900 |
| F. | Resistance bridge Type P-ACCU-Trans.
Input voltage: 115V AC / 60 hZ
Input voltage: 220V AC / 50hZ
For complete details please visit our web site at: www.phenixtech.com | \$4,480
\$5,300 |
| G. | Per day of on-site training commissioning/training.
(Price does not include air fare, travel time, hotel or living expenses.) | \$1,200 |

Thank you for your request for Phenix Technologies test equipment.
 Please feel free to contact me if you require any additional information.

Submitted By: _____

Al Guild
 International Sales Engineer
 Direct USA Phone: 770-233-0992
 Direct USA Fax: 770-233-0991
 e-mail: phenixalg@aol.com

An unsigned copy of this quotation has been transmitted by electronic means. A valid signed copy is on file.

TRANSFORMER TEST SYSTEMS



[Download .pdf](#) [Get Adobe Acrobat Reader \(external\)](#)

[Page 2](#) [Page 3](#) [Page 4](#)
[Products](#) [Home](#)

Note: This Document Contains 4 Pages

Broad Range Covers Most Applications

PHENIX Technologies offers a complete line of Transformer Test Systems, from a small portable unit with a rating of 2.5 kVA to Power Transformer Testing Systems capable of testing transformers with very high voltage and power ratings. The line includes both single and three phase systems for both distribution and power transformers.

The table below lists the kVA rating of the standard systems, and the maximum kVA rating of the transformers that may generally be tested by each system. The maximum kVA rating to be tested is based on a transformer impedance of 6.25%. The power ratings are based on a 25% duty cycle (5 minutes on, 15 minutes off).

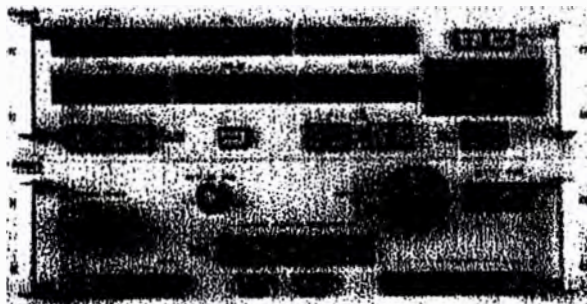
Each System Performs A Wide Variety Of Tests

All Phenix Test Systems are designed to perform transformer tests in accordance with ANSI C57 standards, latest edition. These tests include:

- Excitation current measurement
- Excitation Loss (core loss)
- Impedance voltage measurement
- Full load current
- Copper loss (load loss)
- Temperature Measurement

With the appropriate options additional testing capability includes:

- Applied Potential
- Induced Potential
- Winding Resistance
- Measurement
- Turns Ratio



*Standard
control
panel*

Standard Voltage Outputs									
Model	380V/50(11Z) *	480V/60(11Z) *	1 240V	2 300V	3 480V	4 600V	5 1000V	6 1600V	7 2400V
TTS30-1	80A	70A	130A	104A	65A	52A	31A	19A	N/A
RRS50-1	135A	115A	216A	172A	108A	86A	52A	32A	N/A
TTS100-1	265A	225A	433A	346A	216A	173n	104n	65n	N/A
TTS35	55A	50A	86A	69A	43A	34A	20A	13A	8A
TTS65	105A	85A	156A	125A	78A	62A	37A	23A	15A
TTS100	175A	130A	240A	192A	120A	96A	57A	36A	24A
TTS155	240A	200A	375A	300A	187A	150A	90A	56A	37A

*Note: Other input voltages are available



Weights and Dimensions				
Model	Width	Depth	Ht	Weight
TTS30-1	48" (1,220 mm)	63" (1,600 mm)	73" (1,855 mm)	2,400 lbs. (1,090 kg.)
TTS50-1	48" (1,220 mm)	63" (1,600 mm)	77" (1,960 mm)	2,700 lbs. (1,225 kg.)
TTS100-1	58" (1,474 mm)	84" (2,134 mm)	98" (2,490 mm)	5,400 lbs. (2,455 kg.)
TTS35	48" (1,220 mm)	63" (1,600 mm)	73" (1,855 mm)	2,600 lbs. (1,180 kg.)
TTS65	48" (1,220 mm)	63" (1,600 mm)	77" (1,960 mm)	3,000 lbs. (1,365 kg.)
TTS100	58" (1,474 mm)	84" (2,134 mm)	98" (2,490 mm)	5,400 lbs. (2,452 kg.)
TTS155	58" (1,474 mm)	84" (2,134 mm)	98" (2,490 mm)	6,000 lbs. (2,725 kg.)

Systems Testing Capacity		
Model	Max Testing 1-phase	Capability 3-phase
TTS30-1	500kVA	N/A
TTS50-1	833 kVA	N/A
TTS100-1	1,667 kVA	N/A
TTS35	333 kVA	500kVA
TTS65	580 kVA	1,000 kVA
TTS100	833 kVA	1,500 kVA
TTS155	1,445 kVA	2,500 kVA

*Specifications subject to change without notification

Next Page

Click below to request product brochures from PHENIX Technologies.
Products Brochures

Flexibility/Reliability

A Programmable Logic Controller is at the heart of our state-of-the-art control system. The PLC replaces many relays and other electronic components previously required to control the TTS. With fewer components which can fail or malfunction, system reliability is increased considerably. Maintenance, trouble-shooting, and service are all made easier by the PLC. In addition, TTS operating procedures can be modified by reprogramming the PLC rather than by rewiring the test set. This means that optional features can be added in the field at a much lower cost than previously possible.

Our engineers are continuously monitoring the performance of all components to be sure that those with the highest reliability and accuracy are being used. For example, mercury wetted relays are used rather than the less expensive dry type to insure long term accuracy and reliability.

A Column-Type Variable Transformer (CTVT), designed and manufactured by Phenix, controls regulation of the output

voltage of all systems 100kVA or larger. The Phenix CTVT utilizes carbon rollers for current collection so as to eliminate the problems associated with sliding contacts.

The CTVT is designed with a low voltage difference (less than 0.7 V) between adjacent turns to provide very high resolution on the output. The unique screw and gear drive system eliminates problems caused by stretching or breaking chains.

Instrumentation

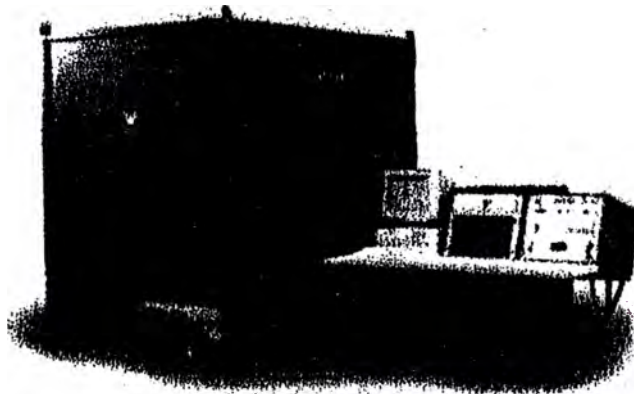
Voltmeter: Three 4½ digit LED displays switch selectable between RMS and Average readings.
 Accuracy: +/- 0.5% of reading + least significant digit

Ammeter: Three 4½ digit LED displays. Ranges: 0-1.00/10.00/100.0/1000A
 Accuracy: +/- 0.5% of reading + least significant digit

Wattmeter: One 4¾ digit LED display with six to eight ranges.
 Accuracy: +/- 0.5% of reading + least significant digit at 1.0 power factor +/- 1.5% of reading + least significant digit at 0.3 power factor +/- 3.5% of reading + least significant digit at .01 power factor

Thermometer: One 4 1/2 digit display
 Range: 0-199.99 degrees C
 Accuracy: +/- 1 degree C

*Specifications subject to change without notification



Transformer Test System with optional instrumentation panel

Safety Features

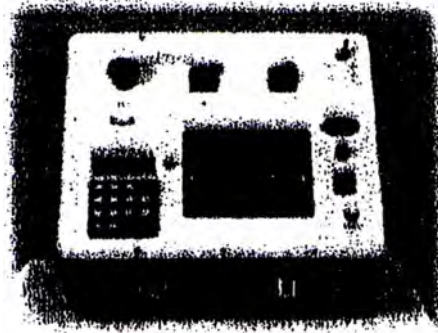
- Zero-start interlock
- Slow- and fast-acting protective devices on power transformer, regulator, measurement system, and other critical components
- Foot switch
- Provision for External Security Circuit with indicator
- Flashing red warning light
- EMERGENCY OFF mushroom switch
- External interlock provision
- Recessed jacks for output leads

Standard Design Features

- Control power key switch with indicator
- Main and control power circuit breakers
- Duty cycle 5 minutes ON/15 minutes OFF at rated power
- Motor-driven tap switch with indicators
- Motorized control of output voltage
- Adjustable rate of rise
- Raise and lower pushbuttons with OFF ZERO indicator
- Test mode selector switch with indicator
- Semi-automatic ranging of wattmeter and voltmeter with direct readout
- Hold feature to freeze all meter displays for recording
- RMS and Average responding voltmeters
- 3-wattmeter method of power measurement
- Voltage sensing leads
- Fork truck and overhead lifting provisions

[Previous Page](#) [Next Page](#)

Click below to request product brochures from PHENIX Technologies.
Products Brochures



Data Acquisition

Phenix Technologies has designed a complete data acquisition system to record all test data and perform the necessary correction calculations per ANSI C57 standards. The system calculates corrected losses, efficiency, regulation, and percent impedance. Time saved by eliminating manual data recording and calculation results in rapid pay back of the system. Computer aided data acquisition is increasingly becoming the standard as customers demand computer generated reports that reduce operator error. The system features Windows-based testing software which builds a database of transformer test results and creates accurate final test reports. The software offers easy step by step instructions to guide the operator through each test procedure. Setup maps for each test are provided to reduce costly mistakes. The Options section allows the software to be easily customized to any hardware the customer may have.

Operator Interface Display (OID)

The OID is available for clear display of

to a computer for acquisition and data basing without the use of computer interface cards. The OID is designed to provide more options with fewer working parts than conventional metering systems. This has proved the Operator Interface Display to be more reliable. Due to the number of circuits and working parts in conventional metering systems, problems which could skew test results could go undetected for long periods of time. The design of the OID groups many functions together so if a small part of the system has a problem it can be immediately detected through the shut down of a larger function, thus insuring accurate, safe testing. The OID features a Microprocessor-Based Calibration system. The system allows the test set to be calibrated through the OID without having to open the system up to calibrate manually.

Computer Control

Automated test system control is also available with custom software which works in conjunction with our PLC based control system. This will allow computer control of testing procedures and data acquisition.

Turns-Ratio Testing

Phenix offers both single and three-phase transformer turns-ratio testing equipment. Each may be rack mounted for installation in the test system or stand alone for versatility (three-phase unit

The automatic three-phase turns-ratio tester features microprocessor-based control, built-in printer, and an RS-232 computer interface in a rugged one-piece design.

Transformer Resistance Measurement

Phenix offers a digital transformer winding resistance ohmmeter which will quickly and accurately measure winding resistance on all types of transformers. Resistance range is from 1 milliohm to 20 ohms.

Control Console

Phenix offers a remote console to contain all instrumentation and controls. This option will allow the controls to be mounted in a protected area or climate controlled room.

Induced Potential Testing

Phenix can incorporate a motor generator with the test system to increase the output frequency to allow double induced testing. This option is used when detection of turn to turn insulation integrity is to be verified.

Applied Potential Testing

Phenix offers a complete line of AC dielectric transformers which may be incorporated with the system controls for a complete hipotential test station. A variety of ratings are available to meet any need. Applied potential testing is necessary to verify insulation integrity in reference to ground.

all instrumentation. The system offers complete programming flexibility. This allows customization for automated testing and the ability to program more safety interlocks to protect the test set as well as the test specimen. Optional tests, such as applied or induced potential can easily be added to the system through use of the function keys. The OID provides easy data transfer to a computer for acquisition and data basing without the use of computer interface cards. The OID is designed to provide more options with fewer working parts than conventional metering systems. This has proved the Operator Interface Display to be more reliable. Due to the number of circuits and working parts in conventional metering systems, problems which could skew test results could go

pictured above).
The single phase test set features a simple to operate, compact, portable, battery operated design. This unit will supply up to 8 hours of continuous testing on a full charge.

[Previous Page](#) [Next Page](#)

Click below to request product brochures from PHENIX Technologies.
Products Brochures

PHENIX Technologies Transformer Test Systems consist of PLC based controls, power source, and all instrumentation necessary for a complete self contained system.

These test centers are used by utilities, manufacturers or repair/rewind shops. Manufacturer's use is for quality control testing and loss verification. Repair shops use these systems for incoming inspection, quality control and rewind verification. These systems may also be used by utilities for inspection of new transformers to confirm manufacturer's quoted losses.

Economics of Transformer Testing

Transformer testing can be a very important economical tool. It provides a precise measurement of the power loss through the transformer which allows the user to calculate the total cost of ownership. Once this loss is known, accurate cost predictions may be easily revised as economic conditions change.

Custom Built To Your Specifications

All Transformer Test Systems form Phenix Technologies are built in our western Maryland facility. This includes fabrication of the cabinet, winding of the power transformer, regulator construction, assembling the components, programming, and final test, this allows us to maintain positive quality control over each step of the process, resulting in a superior test system with an extended service life. We have the capability to offer a custom built system to

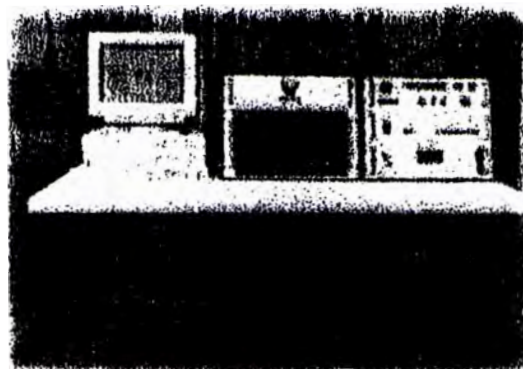
each client. Our design engineers will work with you to develop a test system exactly suited to your requirements.

Test System Ratings

Transformer Test Systems are normally identified according to their maximum kVA output. The three most important parameters to be considered in determining which model will satisfy your application are:

- KVA ratings of transformers to be tested
- Primary and secondary voltages of transformers to be tested
- Impedance of the transformers to be tested

The maximum output power required from the test set is determined by multiplying the highest kVA rating times the highest impedance expected. The range of output voltages available from the test set must also be determined. There are two factors to consider in this regard. First, the output range must be sufficient to include all the low voltage ratings of the transformers to be tested so that no-load losses can be found. In order to perform the loadloss test, the output range must be sufficient to include all the impedance voltages expected. This requires multiplying the



Repair or Replace Aging Transformers

The efficiency of a transformer is dependent on many factors, including the time it has been in service. With loss evaluation data, an accurate decision may be made as to whether it is more economical to repair or replace the transformer. This is especially true of transformers that were designed when energy costs were relatively low.

Incoming Inspection Assures Improved Performance

With a Phenix Transformer Test System an incoming inspection may be easily performed on all new transformers. This insures that the transformers conform to the manufacturer's specifications-and that projected cost savings from using the new transformers will be realized.

Verify Repaired Transformer Will Meet Expectations

Performing tests on a rebuilt transformer will not only verify that the transformer was properly repaired but will also provide a means to project cost savings in the future. This information also provides reference data for future decisions as to whether to repair or replace a transformer.

percent impedance by the
high voltage rating for all
transformers.

Brochure # 20202

PHENIX Technologies
116 Industrial Drive
Accident, MD 21520
Phone (301) 746-8118
Fax (301) 895-5570
<http://www.phenixtech.com>
email: info@phenixtech.com

Previous Page

Click below to request product brochures from PHENIX Technologies.
Products Brochures

SINGLE PHASE TRANSFORMER LOSS EVALUATION SYSTEMS



[Download .pdf](#) [Get Adobe Acrobat Reader \(external\)](#)

[Page 2](#)

[Products](#) [Home](#)

Note: This Document Contains 2 Pages

In recent years, more and more utilities have implemented Loss Evaluation programs to determine the actual full cost of using a particular distribution transformer. This has led to increasing interest in reliable, accurate and easy-to-use loss evaluation systems. PHENIX Technologies manufactures a complete line of loss evaluation systems for single and three-phase distribution transformers and for power transformers.

The three models described here are self contained, movable test systems designed for testing single-phase distribution transformers. Their size makes them particularly well suited for use in the field or the transformer yard, as well as in the shop. Each contains all the features necessary for quick, accurate and reliable testing.

Minimum set-up time is required for these units. Each features digital metering with a "Hold Reading" feature. Safety features include a footswitch, and additional interlock circuit, and overload/short circuit protection.

The following parameters can be easily measured:

- Excitation Current
 - No-Load Losses
 - Impedance Voltage
 - Load Losses
 - Turns Ratio (optional instrument)
- Efficiency and impedance percentage can be calculated from the data taken.

Distribution Transformer Testing

Losses on utility systems are real and

expensive. In fact, the rapid escalation of system costs has made loss costs more significant than initial costs in many cases. This is why there is a determined effort in most utilities to recognize sources of these losses and implement programs to reduce them. Because of the utilities' increased interest in reducing losses, some transformer manufacturers are producing high efficiency distribution transformers. Increased efficiency transformers usually require higher-grade materials and are sold at higher prices than the standard, lower efficiency transformers. However, the operating savings of these more efficient transformers usually more than offset their higher initial costs.

When a decision is made to purchase these higher efficiency distribution transformers, utilities usually require the transformer manufacturer to guarantee these minimum losses. Utilities that purchase distribution transformers on this basis should be in a position to perform loss tests to assure manufacturer's compliance.

In most utilities the practice of repairing, rewinding, or rebuilding older distribution transformers is a standard procedure. Most of these reconditioning programs were started prior to present day emphasis on loss reduction and may not consider a transformer's serviceability based on its efficiency. After a transformer is processed through one of these repair facilities, loss tests should be performed to establish the transformer's efficiency. If a loss reduction program is in progress or anticipated, then a decision can be made to reuse or retire the transformer. Recognition of realistic system investment and energy costs is necessary to make a sound decision on retirement economics.

Standard Features

- Portable, rugged carrying case with handles and cable storage provision (TTS2.5 ONLY)
- Roll-around cabinet with 5" (130mm) diameter wheels and cable hook (TTS5M and TTS10M only)
- MAIN POWER circuit breaker with indicator light
- ON/OFF pushbuttons with indicator light
- Foot switch for operator safety
- Additional external interlock provision with indicator light
- EMERGENCY OFF mushroom switch (TTS5M and TTS10M)
- ZERO-START interlock
- Resettable overload protection
- Three constant kVA taps
- Multi-range digital meters with LCD or LED displays
- Recalibration provisions for all meters
- Digital temperature meter with 15 ft. (4.5m) thermocouple
- HOLD READING switch for all meters
- Four-wire measurement system for accurate readings
- HIGH VOLTAGE ON warning lamp (TTS5M and TTS10M)
- 10 ft. (3m) leads with clips for output power and metering
- 15 ft. (4.5m) input cable, ground cable
- Two operation/maintenance manuals with schematics and parts list



Model TTS2.5

Next Page

Click below to request product brochures from PHENIX Technologies.
Products Brochures

SINGLE PHASE TRANSFORMER LOSS EVALUATION SYSTEMS

Pg. 2

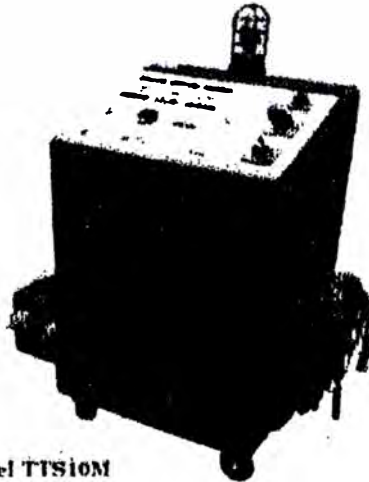
Page 1
Products Home

Technical Data

Model	Input	Output Voltage (Note 2)	Output Smin On/ 15 min Off	Current Continuous
TTS2.5	120 VAC 20AAC	0-125VAC 0-250 0-500	30AAC 15 7.5	20AAC 10 5
TTS5M	208/230VAC 40AAC	0-150VAC 0-300 0-600	50AAC 25 12.5	33AAC 16.5 8.25
TTS10M	208/230VAC 80AAC	0-150VAC 0-300 0-600	100AAC 50 25	67AAC 33.5 16.5

Note 1: All inputs are single-phase, 50/60 Hz. Consult factory for optional inputs.

Note 2: Other outputs can be provided. Consult factory for details.



Model TTS10M

Dimensions/Weights

Model	Width	Depth	Height	Weight
TTS2.5	22.5in/572mm	21in/533mm	16in/406mm	148lbs/67kg
TTS5M	24in/610mm	24in/610mm	40in/1016mm	500lbs/230kg
TTS10M	24in/610mm	24in/610mm	40in/1016mm	750lbs/340kg

Load Loss Test Capability

Impedance Model	2%	3%	4%	5%	6%
TTS2.5	187.5	125	94	75	62.5
	25	16.7	12.5	10	8.3
TTS5M	175	250	188	150	125
	30	20	15	12	10
TTS10M	750	500	376	300	250
	30	20	15	12	10

Key

kVA
kV

Instrumentation

Note: Meter accuracy is +/-0.5% F.S. except temperature is +/- 1deg C

	TTS2.5	TTS5M	TTS10M
Voltmeter (True RMS or Avg)	0-125.0/250/500V	0-150.0/300/600V	0-150.0/300/600V
Currentmeter (True RMS)		0-1.999/19.99/199.9A	
Wattmeter		0-199.9W/1999W/19.99kW	
Thermometer		0-100 deg. C	
Meters	LCD, 3 1/2 digit	LED, 4 1/2 digit	LED, 4 1/2 digit

*Specifications are subject to change without notice.

PHENIX Technologies
116 Industrial Drive
Accident, MD 21520
Phone (301) 746-8118
Fax (301) 895-5570
<http://www.phenixtech.com>
email: info@phenixtech.com

Previous Page

Click below to request product brochures from PHENIX Technologies.
Products Brochures

AUTOMATIC 3 PHASE TRANSFORMER TURNS RATIO TEST SET



Download .pdf Get Adobe Acrobat Reader (external)

**Page 2
Products Home**

Note: This Document Contains 2 Pages

Application

Phenix Technologies' Model PATTR-03 is a microprocessor-based, automatic, single and three phase transformer-turns-ratio tester. The unit is portable, lightweight and ruggedly built for testing transformers in the field or in a laboratory setting.

A PATTR-03 determines transformer turns ratio by precisely measuring the voltages across unloaded transformer windings and then displays the ratio of these voltages (ratios range from 0.8 to 15,000). The unit self-calibrates before each measurement to endure turn-ratio accuracy. The PATTR-03 requires no calibration or temperature compensation. The turns-ratio display accuracy is 0.1% or better.

To prevent an accidental wrong test lead hookup, the unit uses a low level test voltage to verify hookup condition before applying a full test voltage to the test specimen. The unit will run a specific test for each transformer type (id: single phase, delta to Y, Y to delta, delta to delta or Y to Y) without the need to switch test hook-up cables.

In addition to measuring a transformer's turns ratio, the PATTR-03 also measures a transformer's excitation current and its phase angle. It displays the turns-ratio, excitation current and turns ratio accuracy on a 20 character by 4 line back-lighted LCD display. Test results can be immediately printed on a built in 4.5 inch, thermal printer. The



Model PATTR-03

Test Results Printout

A standard feature of the P-ATTR-03 is the built-in printer for hard copy of test results. A sample printout is displayed here.

Windows-based interface program is also provided. See other side

PATTR-03 lets users enter a transformer's nameplate voltages for the turns-ratio calculation and also compares the test result with the calculated ratio and prints out the percent of error for each test. This feature eliminates any error otherwise caused by manual calculation.

Up to 200 transformer test records can be stored in Flash EEPROM. Each test record may contain up to 99 ratio, excitation current, phase angle and nameplate voltage readings. Through the RS232 interface, test results can be recalled and downloaded to an IBM-compatible PC. A Windows based software package is included with the unit. The software allows the operator to test, store and print test results.

Users can also create a test plan for specific transformer. The test plan comprises transformer nameplate voltages for each tap setting. Computed turns ratio is based on nameplate voltages and used later to compare with measured turns ratio.

Optional Features

MULTIPLE POWER SOURCES

The optional model PATTR-03A has all the features of the PATTR-03 with the addition of various power source capability. This unit can operate at 85-264 VAC, 110-370 VDC and 12 VDC (automobile battery).

TRANSFORMER TAP-CHANGING REMOTE CONTROL

The Tap-Changer Remote-Control Box permits users to change transformer taps remotely from the PATTR-03. This eliminates the need to change the transformer's step-up and step-down taps by hand.

for details.

TRANSFORMER TEST RESULTS

DATE: 04/01/95 TIME: 15:20:38

COMPANY:
STATION:
CIRCUIT:
MFR:
MODEL:
S/N:
OPERATOR:

TYPE: SINGLE PHASE XFORMER

TEST H1-H2 AND X1-X2

NAME PLATE VOLTAGE:

H VOLTAGE: 002,200.00

H TAP SETTING:

X VOLTAGE: 000,100.00

X TAP SETTING:

CALCULATED RATIO: 25.00

MEASURED RATIO: 25.008
% DIFF: 00.036%

MEASURED PHASE ANGLE: 000.3 DEG

MEASURED CURRENT: 000.0 MIL-AMP

Next Page

Click below to request product brochures from PHENIX Technologies.
Products Brochures

Page 1 Products Home

Standard Software

The PATTR-03 comes standard with Windows based software. Field test results can easily be downloaded and stored. Computer generated reports are also a feature of the software.

Component Identification

1. Emergency off
2. H connection (high voltage)
3. X connection (low voltage)
4. Input power Connector
5. Ground Stud
6. RS-232C Interface
7. Keypad
8. LCD display
9. Printer

Specifications

Dimensions: 17" L x 13" W x 7" H

(432 mm x 330 mm x 178 mm)

Weight: 14lbs. (31kg.)

Power:

PATTR-03: 120/240 VAC
PATTR-03A: 85-264 VAC,
110-370 VDC, 12 VDC (car
battery)

Ratio-Measuring Ranges: 0.8 to
15,000

Turns-Ratio Accuracy 0.8-
999: $\pm 0.1\%$

1000-1449: $\pm 0.2\%$

1500-1999: $\pm 1.0\%$

2000-15000: $\pm 2.0\%$

Calibration: None Required

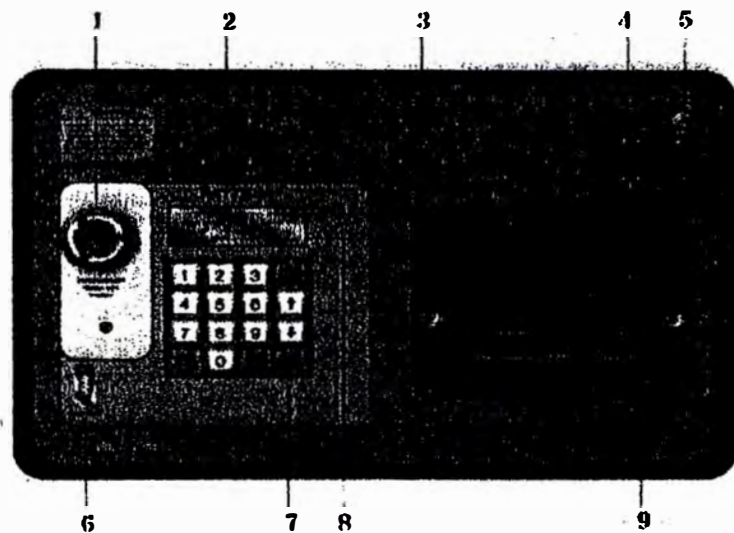
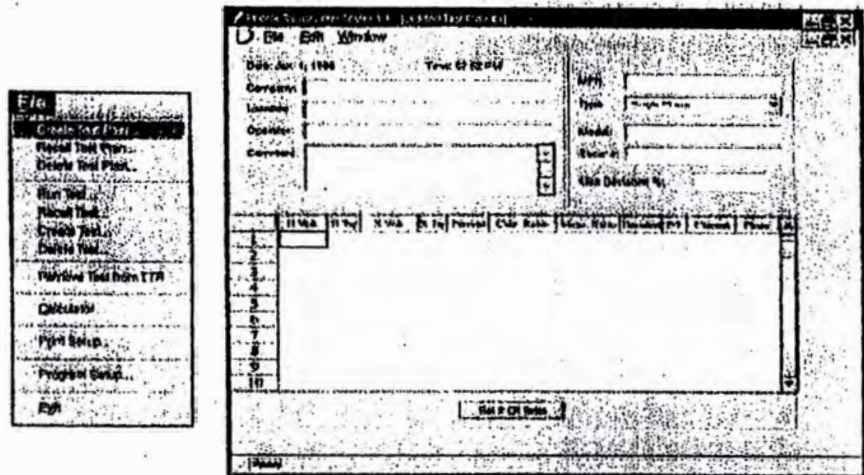
Excitation Voltage: 40 VAC

Display: LCD Screen: 20

Characters wide by 4 lines
(Viewable in bright sunlight)

Current Accuracy: $\pm 2\%$ of
reading (± 1 digit)

Phase-Angle Measurement: 0 to



360 degrees

Phase-Angle Accuracy: ± 1
degree (± 1 digit)

Computer Interface: RS-232C,
19,200 baud

IBM PC Software: Windows-
based, included with purchase
price

Test Storage: Stores 200
Complete transformer test
records. Each test record includes
nameplate voltage, winding turns
ratio, excitation current and
winding phase angle. Data can be
retained for two years.

Temperature: Operating: -20° C
to 55° C; Storage: -40° C to 65°
C

Cables: One 15 ft (5 m) single-
phase cable set

One 15 ft (5 m) three-
phase cable set

One 30 ft (10 m)
extension cable set

One cable-carrying bag
included

Options: Carrying Case,
Transformer Tap-Changer
Remote Control Device

*Specifications subject to change
without notification

Brochure # 20403

PHENIX Technologies
116 Industrial Drive
Accident, MD 21520
Phone (301) 746-8118
Fax (301) 895-5570
<http://www.phenixtech.com>
email: info@phenixtech.com

Previous Page

Click below to request product brochures from PHENIX Technologies.
Products Brochures

AC DIELECTRIC TEST SETS



[Download .pdf](#) [Get Adobe Acrobat Reader \(external\)](#)

[Page 2](#) [Page 3](#) [Page 4](#) [Page 5](#) [Page 6](#)
[Products](#) [Home](#)

Note: This Document Contains 6 Pages

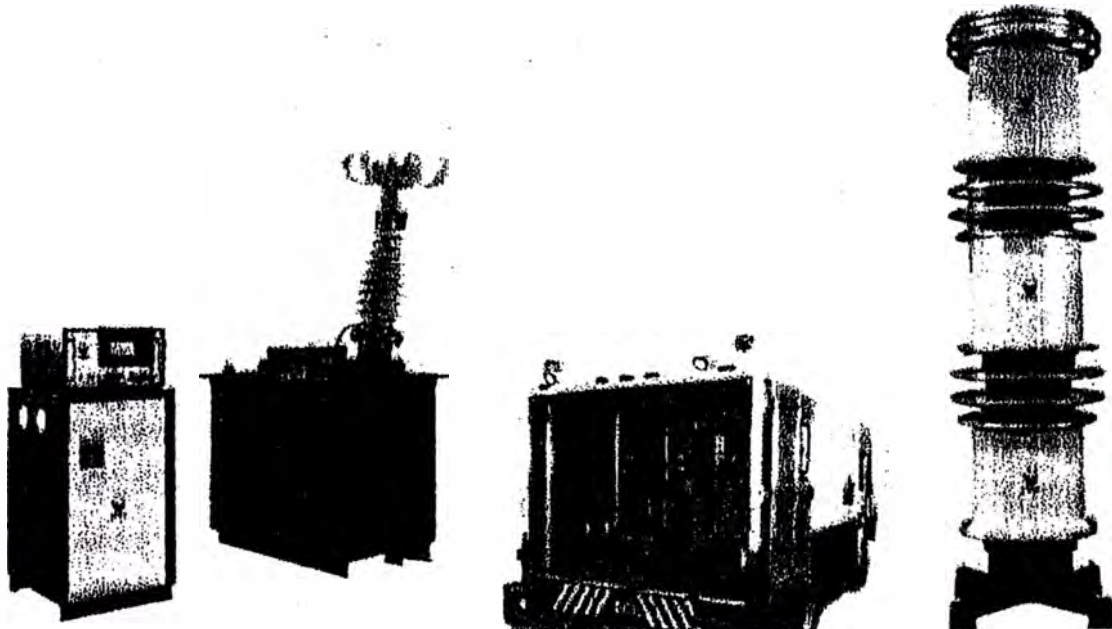
Application

Single-phase AC Dielectric test sets are designed mainly for applied voltage testing of samples such as motors, cables, transformers, switchgear, bushings, fuses, arresters, and so on, according to all applicable national and international standards. The test sets consist of three major components: The high voltage transformer, voltage regulator and control module.

General

PHENIX TECHNOLOGIES offers a complete line of AC Dielectric Test Sets with output voltage and power ratings to meet all testing requirements. Steel tank-type systems are available up to 350 kV with power ratings designed to meet the needs of a particular testing application. In addition, customized systems designed with cascaded transformers are available when higher voltages are required. Is mobility a problem? PHENIX can trailer mount a system to meet your needs.

Along with the units previously mentioned, PHENIX designs and builds a variety of other specialized AC Dielectric Test Sets. Our Aerial Lift Test Set (BK120) is designed in accordance with ANSI A92.2 for testing insulated work platforms and insulated bucket linings. The Automated Test Set for insulating material includes a built-in test cage and test to all national and international standards. Specific literature is available on these and other AC Dielectric test sets.



AC Dielectric Technologies
**150kV Tank type Transformer
with Standard Regulator and 600 C
Control**



Custom Mobile AC Dielectric

**Custom Three Module
Cascade Model 300 kV**

[Next Page](#)

**Click below to request product brochures from PHENIX Technologies.
Products Brochures**

Page 1 Page 3 Page 4 Page 5 Page 6
Products Home

Voltage Measuring

Steel tank type units rated over 100 kV have a high voltage bushing with a built-in measuring tap which allows use of the bushing as a capacitive divider. Units up to 100 kV are supplied with an internal resistive divider. Above 350 kV, units are supplied with free standing capacitive voltage dividers. The low voltage arm of the divider feeds a panel-mounted voltmeter which is peak-responding and calibrated in RMS. Total measuring accuracy in 2% or better of full scale reading when analog meters are provided and better than 1 percent when digital meters are provided.

Safety Features

To provide protection for the test set and test specimen, PHENIX designed an adjustable electronic overload circuit with a total response time of less the 30 milliseconds to provide protection from flashovers and short circuits. The unit is furnished with an input circuit breaker and a backup overload circuit in the primary of the high voltage transformer.

Designed with the safety of the operator in mind, the following safety features are standard on all test sets:

- Controls in a metal enclosure, with provision for a separate ground lead.
- External interlock provision.

Regulator

The regulator is an air insulated, variable autotransformer. It is housed in a rugged steel cabinet, including a main input circuit breaker and a contactor for high voltage ON/OFF. A limit switch is also provided for "zero-start interlock." The regulator is normally located close to the main input supply.

Input Voltage	kVA	L	W	H	Weight	L	W	H	Weight
		Inches	Inches	Inches	Lbs.	mm	mm	mm	kg.
220/240 VAC	7.5	22	24	29	200	559	610	737	91
220/240 VAC	10	22	24	29	220	559	610	737	100
380/415 VAC	20	22	24	41	420	559	610	1041	191
440/480 VAC	20	22	24	29	220	559	610	737	100
380/415 VAC	40	22	24	52	630	559	610	1321	286
440/480 VAC	40	22	24	41	420	559	610	1041	191

Current Measuring

The current is measured at the low potential end of the transformer high voltage winding. Total measuring accuracy is better than 3 percent of full scale reading when analog meters are provided and better than 1 percent when digital meters are provided.

- Surge/transient protection on meters and transformers
- Warning light provision
- Overload circuit adjustable by means of a potentiometer from 10% to 110% of rated current; includes indication light with reset
- Main Power Circuit breaker
- Keyswitch for control power combined with emergency off pushbutton switch
- Zero-start interlock
- Backup overload circuit in the primary of the high-voltage transformer

380/415 VAC	60	32	32	66	980	813	813	1676	445
440/480 VAC	60	22	24	62	630	559	610	1575	286
380/415 VAC	125	42	32	54	52	1067	813	1372	24
440/480 VAC	125	42	32	48	250	1067	813	1219	568
380/415 VAC	200	>42	32	48	1250	1067	813	1219	568
440/480 VAC	200	42	32	42	1200	1067	813	1067	545
380/415 VAC	300	42	32	60	1350	1067	813	1524	614
440/480 VAC	300	42	32	60	1350	1067	813	1067	614

Controls

The control module is available in three versions, 600S (Standard), 600D (Deluxe) and 600C (Computerized) controls.

The control module should be located at a safe distance from the test area.

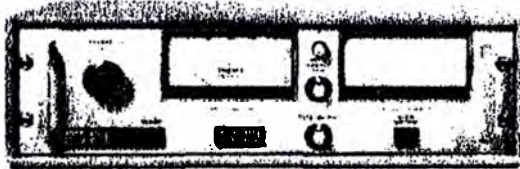
Generally, the controls are housed in a separate unit. They can, however, be incorporated into the regulator cabinet if desired.

[Previous Page](#) [Next Page](#)

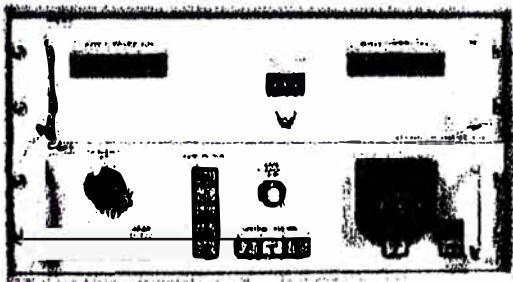
**Click below to request product brochures from PHENIX Technologies.
Products Brochures**

Standard Features of All Controls

- Keyed Emergency OFF Pushbutton Switch, allowing lockout of High Voltage
- Control Power ON Lamp
- External Security Circuit with Security Lamp.
- External Warning provision
- Zero Start Interlock
- High Voltage ON/OFF Pushbuttons with indicator lamps.
- Overload circuit adjustable from 10% to 110% of rated current by means of potentiometer located on the control panel. <30-millisecond response time
- A backup thermal overload is provided in addition to the electronic overload circuit.



Model 600S
 Dimensions: L (mm) W (mm) H (mm) Lbs.
 (kgs) 20 (508) 20 (508) 6 (152) 35
 (16)



Model 600D
 Dimensions: L (mm) W (mm) H (mm) Lbs.
 (kgs) 20 (508) 20 (508) 11.5 (292)
 55 (25)



Standard Features of All Controls

- Meter calibration to NIST Standards.
- Voltmeters are output-connected, peak-responding, calibrated to RMS value.
- Current is measured at the low potential side of the high voltage transformer, and metering is RMS responding.
- Analog Voltmeters are +/- 2% F.S. accuracy.
- Digital Voltmeters are +/- 1% F.S. accuracy.
- Analog Ammeters are +/- 3% F.S. accuracy.
- Digital Ammeters are +/- 1% F.S. accuracy.

Automation Option

As customer demand for computer generated reports is steadily increasing, computer aided data acquisition and automated test systems are becoming the standard. Phenix Technologies continues to be the leader in test set automation.

Phenix offers two interfacing options for our customers.

Option 1--RS-232 Printer Output

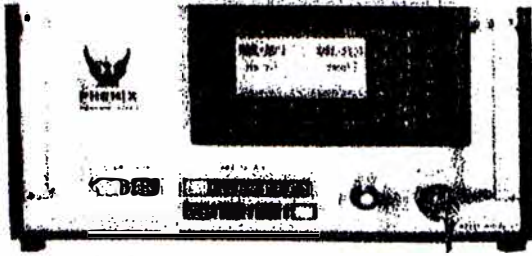
After completion of a test, an ASCII test report is generated and transmitted through the RS-232 serial port. This output may be sent to a printer or captured by a computer. Below is a sample of the data structure which is provided.

Phenix Technologies

	Time (sec)	Voltage (kV)	Current (mA)
Level 1:	50	1.0	120
Level 2:	150	12.0	125
Level 3:	200	14.5	140
Level 4:	250	20.0	160
Level 5:	300	23.0	180

Option 2--RS-232 User Programming Interface

This option allows the end-user to interface directly with the Programmable Logic Controller (PLC). Phenix provides the proper software and documentation, known as MS Windows DDE Server Software, which permits the customer to develop their own custom Windows-based software which they can tailor to their specific needs. If software development is beyond the customer's capabilities, Phenix's in-house software engineers can write the programs required for the end-users specific



requirements.

Model 600C

Dimensions: L (mm) W (mm) H (mm) Lbs.
(kgs)

20 (508) 20 (508) 11.5 (292)

52 (24)

[Previous Page](#) [Next Page](#)

Click below to request product brochures from PHENIX Technologies.
Products Brochures

[Page 1](#) [Page 2](#) [Page 3](#) [Page 5](#) [Page 6](#)
[Products](#) [Home](#)

Control Features

Function	600S	600D	600C
3 Range Analog Voltmeter	Standard	N/A	N/A
Digital Voltmeter	Option	Standard	Standard
Variable Rate of Rise	Standard	Option	Option
5 Pre-Set Rates of Rise	N/A	Standard	Standard
1 Range Analog Ammeter	Standard	N/A	N/A
3 Range Analog Ammeter	Option	N/A	N/A
Digital Ammeter Option	Standard	Standard	
Auto-Voltage	N/A	Option	Standard
Over-Voltage	N/A	Option	Standard
Peak-Memory Voltmeter	N/A	N/A	Standard
Motorized Regulator	Note 1	Standard	Standard
Digital Dwell Timer	N/A	Standard	Standard
RS-232 Interface N/A	N/A	Option	
Shunt Trip Circuit Breaker	Option	Option	Option
Burn Function	Option	Option	Option

Controls--Special Features & Options

- Auto Voltage-programmable control of output voltage with capability to preset test voltages, ramp rates, test duration. Output setting is maintained within 1 percent for time or load changes.
- Over-Voltage-Control for presetting maximum output voltage. Digital preset and reset buttons with indicating light are provided.
- Peak-Memory Voltmeter-Displays failure voltage on the Operator Interface Display (OID). The highest voltage reached will be displayed if there is no failure.
- Motorized Regulation-motorized control of output voltage by means of INCREASED/DECREASED push buttons with indicating lights.
- Digital Dwell Timer-Adjustable timer from .01 seconds to 999 hrs. with ON/OFF pushbuttons. User can select on of the following modes:
 - After preselected time, buzzer comes on and high voltage stays on.
 - After preselected time, high voltage shuts off.
 - After preselected time, high voltage returns to zero and shuts off.
 - After preselected time, high voltage returns to zero and stays on.
- RS-232 Interface-Allows transfer of test results to a computer or serial printer.
- Under-voltage release on main Circuit Breaker-Shuts off main breaker when Emergency OFF pushbutton is activated.
- Burn Function-Allows a selected current to continue after a test failure to aid in determining the exact breakdown point in the test specimen.

High Voltage Transformers

The high voltage transformer is contained in a separate oil-filled enclosure. It has a core of laminated steel and a layer-type winding. To reduce coupling of line interference, a grounded shield* is placed between the high and low voltage windings.

Depending on the test requirements, either a tank or cylinder type transformer can be used. For higher voltage requirements, the cylinder type transformer can be stacked for increased output.

Units of 200kVA or higher may utilize a fixed gap in the magnetic core of the HV transformer to provide the benefit of compensation. This type of transformer is known as a gapped core transformer. By using a gapped core technique, a 50% fixed compensation rate is reached. This maximized the benefit over the entire load range of no load to full capacitive load, by cutting the size of the regulator and input service in half. The reduction in the regulator size reduces the initial cost of the test set while cutting the input service in half greatly reduces long term operating cost.

The HV transformer is normally located inside a test area with the test object for safety reasons.



*Tank type transformer
with vertical bushing*



Cylinder type transformer

[Previous Page](#) [Next Page](#)

**Click below to request product brochures from PHENIX Technologies.
Products Brochures**

AC Dielectric Test Sets

Page 1 Page 2 Page 3 Page 4 Page 6
 Products Home

Specifications* for Selected HV Transformers**

Figures printed in Burgundy indicate cylinder type transformers

kV	Amps	kVA 1 hr.	Cont.	W mm	In.	L mm	In.	H mm	In.	HT mm	In.	LT mm	In.	Weight kg	Lbs.
30	0.250	7.5	5	635	25	635	25	686	27					181	400
30	0.667	20.	14	610	24	711	28	610	24	1118	44			362	800
30	2.000	60.	42	813	32	711	28	635	25	1143	45			4999	1100
50	0.150	7.5	5	635	25	635	25	711	28					181	400
50	0.200	10.	7	635	25	635	25	660	23					150	330
50	0.400	20.	14	711	28	762	30	711	28	1219	48			454	1000
50	1.200	60.	42	762	30	813	32	711	28	1219	48			572	1260
50	2.500	125.	85	1016	40	864	34	737	29	1245	49			953	2100
75	0.100	7.5	5	635	25	635	25	711	28					181	400
75	0.267	20.	14	711	28	813	32	762	30	1372	54			499	1100
75	0.800	60.	42	813	32	1016	40	914	36	1524	60			1134	2500
75	1.667	125.	85	965	38	1016	40	914	36	1524	60			1315	2900
75	4.000	300.	210	1270	50	1118	44	1118	44	1727	68			1678	3700
100	0.075	7.5	5	686	27	686	27	787	31					227	500
100	0.200	20.	14	1092	43	1092	43	1321	52					885	1950
100	0.200	20.	14	813	32	1016	40	1067	42	1676	66			771	1700
100	0.600	60.	42	965	38	1118	44	1168	46	1778	70			1475	3250
100	1.250	125.	85	1016	40	1168	46	1219	48	1829	72			1656	3650
100	3.000	300.	210	1270	50	1219	48	1270	50	1880	74			1906	4200
150	0.050	7.5	5	813	32	1219	48	1321	52	2362	93			1089	2400
150	0.133	20.	14	864	34	1321	52	1372	54	2413	95			1406	3100
150	0.133	20.	14	1143	45	1143	45	1372	54					955	2100
150	0.400	60.	42	965	38	1321	52	1372	54	2413	95			1769	3900
150	0.830	125.	85	1118	44	1372	54	1422	56	2464	97			2041	4500
150	2.000	300.	210	1372	54	1473	58	1422	56	2464	97			2903	6400
200	0.100	20.	14	1194	47	1194	47	1473	58					1082	2380
200	0.100	20.	14	1016	40	1753	69	1575	62	2743	108	3175	125	2268	5000
200	0.3000	60.	42	1067	42	1753	69	1575	62	2743	108	3226	127	2404	5300
200	0.625	125.	85	1270	50	1778	70	1626	64	2794	110	3251	128	3175	7000
200	1.500	300.	210	1626	64	1778	70	1676	66	2946	116	3251	128	4672	10300
250	0.240	60.	42	1270	50	1930	76	1829	72	3175	125	3607	142	4037	8900
250	0.500	125.	85	1372	54	1981	78	1930	76	3175	125	3607	142	4400	9700
250	1.200	300.	210	1626	64	1981	78	1930	76	3200	126	3683	145	5398	11900
300	0.066	20.	14	1600	63	1600	63	2133	84					3000	6600
300	0.200	60.	42	1321	52	2286	90	2083	82	3810	150	4318	170	5557	12250
300	0.417	125.	85	1372	54	2311	91	2184	86	3861	152	4318	170	6123	13500
300	1.000	300.	210	1626	64	2311	91	2184	86	3937	155	4318	170	6713	14800

*Weights and dimensions may vary with final design. **Other ratings available.
 Specifications subject to change without notice.

[Previous Page](#) [Next Page](#)

Click below to request product brochures from PHENIX Technologies.
Products Brochures

Page 1 Page 2 Page 3 Page 4 Page 5
Products Home

Cables

Shielded, multiconductor control cables (6m/20ft.) are provided for connection between the controls, voltage regulator and high voltage transformer. NOTE: the cable between the controls and regulator is only 3m/10ft. when the regulator is not motorized. On units rated at 200kV or higher, the interconnect cables are 9m/30ft. each.

Connectors are mounted on the voltage regulator and high voltage transformer for power interconnection, but non-control power cables must be provided by the customer.

Ground studs are located on the controls, voltage regulator, and high voltage transformer for permanent connection to a station ground.

Quality Assurance

All units are subjected to rigorous factory testing before shipment. A copy of the test report is supplied with each unit. The standard factory test sequence includes:

- No-load test.
- Short-circuit measurement.
- Ratio and polarity test.
- Resistance measurement
- 110 percent overvoltage test at 2 minutes.
- Partial discharge test*
- Flashover test.
- Meter calibration.

**Standard partial discharge level at full voltage is less than 10 picocoulombs. Lower pd levels are available upon special request.*

Additional System Options

- Control desk
 - a. Single-width pedestal only
 - b. Single-width, with writing table
 - c. Double-width, with writing table
- Casters for high-voltage transformer or regulator
- Partial discharge level less than 5pC or 2pC at full rated output voltage
- Extra length cables
- Full kVA taps at various voltage levels (600D & 600C controls only)
- Manual tap selector in HV transformer
- Remote control tap selector in HV transformer
- Units above 200kV with fully rated voltage regulators
- Noise suppressing filter for main supply
- Noise suppressing isolation transformer for main supply
- Protective sphere gap
- Measuring sphere gap
- Memory kV meter

Brochure # 60401

PHENIX Technologies
 116 Industrial Drive
 Accident, MD 21520
 Phone (301) 746-8118
 Fax (301) 895-5570
<http://www.phenixtech.com>
 email: info@phenixtech.com

Previous Page

Click below to request product brochures from PHENIX Technologies.

<http://www.phenixtech.com/acdielectric6.html>

09/04/02

Products Brochures

LIQUID DIELECTRIC TEST SETS



Download .pdf [Get Adobe Acrobat Reader \(external\)](#)

Page 2

Products Home

Note: This Document Contains 2 Pages

Description

PHENIX Technologies' Liquid Dielectric Test Sets are designed to measure the breakdown voltage of insulating fluids used in transformers, capacitors, bushings and related high voltage equipment. The units are portable and may be used for either on-site or laboratory testing. Three standard models rated at 60, 75 and 100 kV are available.

Testing Capability

These test sets are available with several different types of test cells, which are used to hold the liquid during the test. The test sets, with the appropriate test cells, are capable of performing tests to conform to the following standards: ASTM D1816 and D877, IEC 156, BS 148, VDE 0370, and other applicable standards.

Standard Design Features

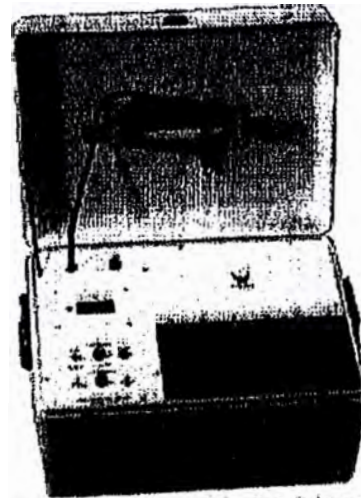
Operating Safety features include an enclosed test chamber with a transparent cover, cover safety switch, and a zero-start interlock on the high voltage output.

Output Voltage is continuously increased from 0 to the breakdown voltage. The rate of rise may be selected at 500, 2000, or 3000 volts per second (LD60) and 2000 volts per second or continuously variable (LD75 and LD100).

Simplified Operation is achieved with the use of cradle contacts for the test cells. The liquid to be tested is placed in the test cell. The test cell is then placed inside the test cage on the cradle contacts.

Single Range digital meter is used to record the breakdown voltage. The meter is reset with a switch.

Operating Controls are conveniently grouped on the front panel. These include a large, easy-to-read meter, on/off switch with pilot lamp, a rate of rise selector switch, plus a start/reset switch. When a breakdown of the liquid occurs, a failure lamp will light and the meter will lock on the breakdown voltage.



Model LD60



Model LD100

Motorized Stirrer is available for testing in accordance with ASTM D1816. A power outlet is located in the test chamber for this test cell. **Optional Accessories:**

- Test cells for the appropriate testing standard
- Calibration meter

Next Page

Click below to request product brochures from PHENIX Technologies.
Products Brochures

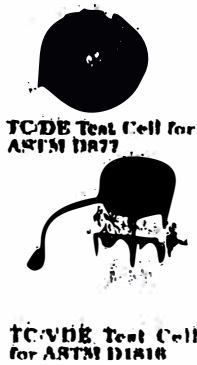
LIQUID DIELECTRIC TEST SETS

Page 1
Products Home

Specifications

Model No.	Input	Output	Rates of Rise	Metering			Size In. (mm)	Weight lb. (kg.)
				Range	Type	Accuracy		
LD60	120 VAC, 60 Hz	0-60 kV, RMS	0.5, 2, 3 kV/s	0-60/0 kV	Digital	±1% FS	21W x 17D x 13H (533)x(432)x(330)	65 (30)
LD75	220 VAC, 50 Hz	0-75 kV, RMS	2 kV/s Variable	0-75.0 kV			32W x 18D x 13H (813)x(457)x(330)	120 (54)
LD100	*Must be specified	0-100 kV, RMS	2 kV/s variable	0-100 kV			36W x 20D x 16H (914)x(508)x(406)	135 (61)

Test Cells



PHENIX offers a complete line of test cells to accommodate all domestic and international testing standards.

Test Standard	Test Electrodes	Gap	Rate of Rise kV/s
ASTM D877 (USA)	Polished brass disc 1.0 in(25mm) dia.	0.1" ±0.0005"	3
ASTM D1816 (USA)	Spherical dome 1.4 in(36mm) dia.	0.040" or 0.080" ±0.001"	0.5
VDE (Germany)	Spherical dome 36mm(1.4 in) dia.	2.5mm ±0.05"	2
IEC (Europe)	Spherical dome 36mm (1.4 in)dia.	2.5 mm ±0.1	2
BSI (UK)	Spherical cap 12.5mm(0.5 in) dia.	2.5 mm ±0.1	2

Comparison Meter

The Model LDCU is a rugged AC voltmeter, which is used to compare the meter calibration of the tester periodically or prior to an actual test. It has a range of 0-60 kV with an accuracy of ±2% full scale. The LDCU can be used to calibrate the LD75 and LD100 up to 60 kV by utilizing electrode extenders.



Model LDCU 60 or LDCU 75 Comparison Meter

Brochure # 10102

PHENIX Technologies
116 Industrial Drive
Accident, MD 21520
Phone (301) 746-8118
Fax (301) 895-5570
<http://www.phenixtech.com>
email: info@phenixtech.com

Previous Page

Click below to request product brochures from PHENIX Technologies.
Products Brochures

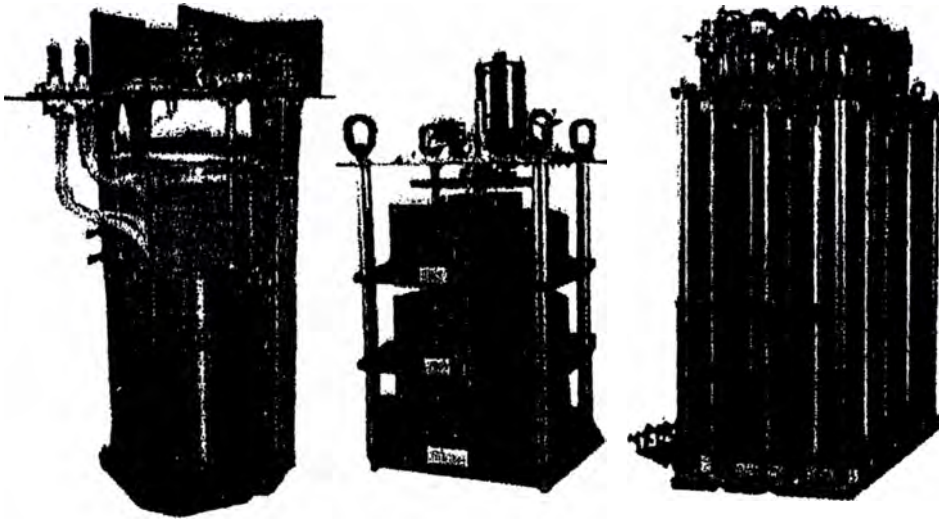
VOLTAGE REGULATORS



Download .pdf Get Adobe Acrobat Reader (external)

**[Page 2](#) [Page 3](#) [Page 4](#) [Page 5](#)
[Products](#) [Home](#)**

Note: This Document Contains 5 Pages



PHENIX Technologies offers an extensive line of voltage regulators. Our models accommodate the enormous variety of electrical equipment in use today. Variable transformers provide an adjustable output voltage wherever a continuous regulation of AC voltages with load is necessary. With standard input voltages from 120 volts to 13.8kkV, and three different transformer designs to choose from, we are sure to have a regulator that meets your specific application.



Next Page

Click below to request product brochures from PHENIX Technologies.
Products Brochures

<p>MECHANICAL FEATURES</p> <ul style="list-style-type: none"> -Single and three phase configurations -Heavy duty design for continuous 100% output -Rotating secondary winding -Copper/Graphite brushes with unique current collection method -Fail safe redundant limit switches -Oil immersed for extrem env. conditions -External drive assembly 	<p>ELECTRICAL FEATURES</p> <ul style="list-style-type: none"> -Single phase capacity up to 2000 kVA -Standard input voltages up to 13.8 kV -Infinite voltage resolution from 0 to 100% output voltage -Low constant impedance from near 0 to 100% -Built in air gap greatly reduces harmonic effects -No solid state components to cause reliability problems
---	--

PHENIX Technologies' toroidal variable transformer assemblies (TOVTs) offer continuously adjustable output voltage for inputs ranging from 120 to 600 volts AC. TOVTs provide output voltage as a percent of input voltage over a range of either 0 to 100% or 0 to 117%. Applications include test equipment and lab instruments, as well as an enormous variety of power supplies.

Description

TOVTs are a simple and efficient autotransformer design distinguished by their unique shape. Copper windings encompass a toroidal, or "doughnut" shaped core, to form a toroidal helix. The outer face of the windings is exposed to provide a path for current collection. A carbon brush traverses the windings by means of the output voltage selector, or "swinger". The swinger originates at the center of the toroid and rotates a maximum of 318 degrees about the face of the transformer. The result is an output voltage which varies linearly in proportion to the angle of rotation of the swinger. By stacking multiple transformers on a common shaft and wiring them in series and/or parallel, the line voltage may be doubled and the current and kVA rating increased accordingly.

Drive

For low kVA applications, TOVT assemblies can be operated manually to provide fingertip voltage control. However, automatic control and larger power ratings too inconvenient to operate by hand require a motor drive. Motorized units contain a chain and sprocket assembly which can be manipulated to modify the swinger speed with respect to motor rpm, thereby increasing or decreasing regulation time. Limit switches are installed at the upper and lower limits of the windings to prevent over-travel of the voltage selector. Furthermore, DC motor drives can be applied in order to obtain a variable rate of rise.

Enclosure

Each unenclosed TOVT unit is equipped with lifting points to provide for movement by overhead crane. Also available are IP21 enclosures, cabinets which contain a protective category designation in accordance with IEC 529. PHENIX IP21 enclosures protect against penetration of solid objects 12 mm in diameter or larger as well as protect against dripping water. Transformer enclosures are constructed of a painted heavy gauge steel. The base of the cabinet rests atop steel skids to provide for transport by forklift.

THREE PHASE - wye connection
INPUT: 240V L-L. OUTPUT: 0-240V or 0-280V L-L

MODEL*	MAX AMPS	H* (in)	W (lbs)
VXF-S3Y	15	22	50
VXD-S3Y	25	22	65
VXB-S3Y	60	26	215
VXB-S6Y	120	43	455
VXB-S9Y	180	60	680
VXB-TW6Y	240	45	910
VXB-TR5Y	300	41	1140

THREE PHASE - wye connection
INPUT: 480v L-L OUTPUT: 0-480V OR 0-560V L-L

MODEL*	MAX AMPS	H* (in)	W (lbs)
VXE-S3Y	9.5	22	60
VXC-S3Y	16	22	75
VXA-S3Y	35	26	200
VXA-S6Y	70	43	425
VXA-S9Y	105	60	635
VXA-TW6Y	140	45	850
VXA-TR5Y	175	41	1065

These listings are not a complete account of the TOVT imots available from PHENIX. After examining your specifications, we can configure a toroidal variable transformer assembly that best meets your needs. TOVT dimensions include transformer assembly only. For prices and enclosure dimensions, contact your local PHENIX representative.

SINGLE PHASE														
INPUT: 120 V		OUTPUT: 0-120V or 0-140V			INPUT: 240V		OUTPUT: 0-240V or 0-280V			INPUT: 480 V		OUTPUT: 0-480V or 0-560V		
MODEL x	WIRING	MAX AMPS#	H* (in)	W (lbs)	MODEL x	WIRING	MAX AMPS#	H* (in)	W (lbs)	MODEL x	WIRING	MAX AMPS#	H* (in)	W (lbs)
VXF-S1	1	15	10	17	VXE-S1	1	9.5	10	20	VXE-S2S	1	9.5	10	40
VXD-S1	1	25	10	22	VXC-S1	1	16	10	25	VXC-S2S	1 series	16	10	50
VXB-S1	1	60	15	75	VXA-S1	1	35	15	70	VXA-S2S	1 series	35	21	135
VXB-S2P	1 parallel	120	21	150	VXA-S2P	1 parallel	70	21	140	VXA-S4SP	1 ser/par	70	32	275
VXB-S3P	1 parallel	180	26	230	VXA-S3P	1 parallel	105	26	215	VXA-S6SP	1 ser/par	105	43	425
VXB-S4P	1 parallel	240	32	305	VXA-S4P	1 parallel	140	32	285	VXA-S8SP	1 ser/par	140	55	565
VXB-S5P	1 parallel	300	38	380	VXA-S5P	1 parallel	175	38	355	VXA-TW4SP	1 ser/par	140	34	570
VXB-S6P	1 parallel	360	43	455	VXA-S6P	1 parallel	210	43	425	VXA-TW5SP	1 ser/par	175	39	710
VXB-S7P	1 parallel	420	49	530	VXA-S7P	1 parallel	245	49	495	VXA-TW6SP	1 ser/par	210	45	850
VXB-S8P	1 parallel	480	55	605	VXA-S8P	1 parallel	280	55	565	VXA-TW7SP	1 ser/par	245	51	990
VXD-TW4P	1 parallel	480	34	610	VXA-TW4P	1 parallel	280	34	570	VXA-TW8SP	1 ser/par	280	56	1130
VXD-S9P	1 parallel	540	60	680	VXA-S9P	1 parallel	315	60	635	VXA-TR6SP	1 ser/par	315	47	1275
VXB-TW5P	1 parallel	600	39	760	VXA-TW5P	1 parallel	350	39	710	VXA-TR8SP	1 ser/par	420	58	1695

x Models are listed as motorized units, manual units readily available
 # Line current, constant load, continuous duty
 * Motorized height, manual units subtract 5"

[Previous Page](#) [Next Page](#)

Click below to request product brochures from PHENIX Technologies.
Products Brochures

<p>MECHANICAL FEATURES</p> <ul style="list-style-type: none"> -Single and three phase configurations -Nickle-plated commutator path -Rolling carbon current collectors -Unique plus/minus design available -Motorized ballscrew drive -Fixed or variable rate of rise -Heavy duty construction -Continuous duty to 40 deg ambient -Upper and lower limit micro switches -Modular design for extensive kVA capacity 	<p>ELECTICAL FEATURES</p> <ul style="list-style-type: none"> -Low turn-to-turn voltage difference (.7 volts max) -Quasi-stepless regulation from 0-100% -Compensation winding on all columns -250% overloaded capability for 1 minute -Impedance approx. 8% in the range of 10-100% output -Step-up available up to 15% rated input voltage -Delta and Wye auto-winding standard -Line separation in DY and YY double-winding available -Operating frequency range from 47-63 Hz -Negligible output distortion
---	---

In order to regulate large throughput powers without the mechanical complexity of ganging variac units, PHENIX offers the Column-Type Variable Transformer (CTVT). With single and three-phase units available, the CTVT provides a continuously adjustable output voltage for inputs from 240 to 600 volts.

Construction

The CTVT is constructed of an outer copper coil, as well as a series of internal compensation coils, both encompassing a laminated steel core. The coils are encapsulated using a process know as vacuum pressure impregnation (VPI) in order to strengthen the column and provide uniform heat transfer. A contact face of the windings is exposed in order to reveal the individual turns. The face is then nickel-plated to provide a wear-resistant and corrosion-free path for current collection. A combination of aluminum and steel structures support the columns and in turn provide for a heavy duty and structurally dependable unit.

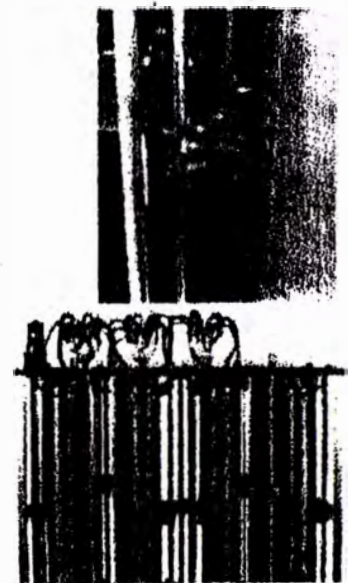
Dependability

The most important feature associated with the PHENIX CTVT is the small turn-to-turn voltage difference across the transformer windings, designed to never exceed .7 volts per turn. In order for a variable transformer to yield continuous, uninterrupted output voltage, the current collector must touch the next winding before leaving the previous one. The potential difference across the collector results in current flow, which in turn results in heat dissipation. CTVTs use 35mm diameter carbon rollers as the current collecting device. In addition to eliminating mechanical problems associated with sliding contacts, the rollers endure greater cycles due to decreased friction. The carbon offers excellent electrical conductivity as well as exceptional thermal withstanding capabilities. When the rollers sit across two windings, a combination of the low potential difference and the resistance characteristics of the contact devices limits current flow throughout the roller. These properties make the PHENIX CTVT ideal for applications in which the rollers are primarily stationary and do not experience frequent or extended travel.

Plus/Minus Design

The PHENIX CTVT uses two types of roller holders. Termed three-holder and four-holder, the first holds 3 carbon rollers and the latter 4. With each roller capable of carrying 25 amps, the face of each column is able to provide up to 100 amps of current. However, the unique double current collector design termed "plus/minus" allows for higher kVA throughput than conventional autotransformer designs. A roller assembly is installed on both sides, but at opposite ends, of the column providing two output circuits for each column, thus doubling the kVA capacity. The plus/minus design is ideal for stabilizer applications in which a buck-boost transformer requires regulation capable of shifting voltage polarity.

DIMENSIONS			
TOVT SERIES	STACK	W (in)	D (in)
A*	Single	14	21
	Twin	28	23
	Triple	42	23
B*	Single	14	21
	Twin	28	23
	Triple	42	23



C +	Single	10	12
D +	Single	10	12
E ++	Single	10	11
F ++	Single	10	11



Three phase 750 kVA CTVT
and full range capacitor bank design

- * Dimensions include individual cooling fans and current chokes
- + Motorized dimensions, manual footprint is 9"W x 10"D
- ++ Motorized dimensions, manual footprint is 8"W x 8"D

Previous Page Next Page

***Click below to request product brochures from PHENIX Technologies.
Products Brochures***

VOLTAGE REGULATORS

[Page 1](#) [Page 2](#) [Page 3](#) [Page 5](#)
[Products](#) [Home](#)

Compensation Winding

Each CTVT contains a compensation winding located beneath the actual commutating winding. This ensures a uniform ampere distribution across the length of the column, providing a much improved regulator impedance characteristic. The result is minimum voltage drop and increased efficiency.

Drive

The motion of the current collectors is accomplished using a motor drive attached to a ballscrew and miter gear assembly. Fixed or variable rate of rise is achieved through the use of an AC or DC gear motor. Common regulation is 0-100% in 1 minute, with faster travel readily available. The use

of high quality miter gears and pillow-block ball bearings linked to a ball-screw drive eliminates problems associated with conventional chaindrives. The result is a mechanically reliable unit, aimed at long life with minimal maintenance.

Enclosure

Each CTVT unit has the capability of being moved by forklift or crane. Also available are IP21 enclosures, as detailed in the PHENIX Toroidal Variable Transformer section. CTVT enclosures are constructed of welded heavy steel to provide a structurally solid frame. The panels are constructed of sheet steel, removable for easy access to any portion of the enclosed

columns. The entire cabinet assembly is painted with extremely durable polyurethane-based paint. Cabinets may also include fan assemblies to provide forced air cooling of the transformers.

Column-type variable transformers implementing plus/minus design are presumed to be used in conjunction with a transformer that contains two primary windings per phase. The model designation for a CTVT is as follows:

CTR[full load column voltage]
 [T = step-up tap][S = line separation]
 - [throughput kVA][P = plus/minus design] - [number of columns][phase]

SINGLE PHASE COLUMN-TYPE VARIABLE TRANSFORMERS

Standard models have a two-wire output, Plus/minus models have a four-wire output

LINE VOLTAGE = 380 volts

MODEL	KVA	AMPS	W (in)	D (in)	H (in)	WT (lb)
CTR380-75-21	75	198	20	19	85	925
CTR380-125-41	125	329	20	35	79	1700
CTR380-125P-21	125	+/-164	20	19	79	1050
CTR380-200-61	200	526	20	51	79	2500
CTR380-200P-41	200	+/-263	19	35	69	1350
CTR380-350P-61	350	+/-461	20	51	73	2400
CTR380-500P-81	500	+/-658	20	68	79	3950

LINE VOLTAGE = 480 volts

MODEL	KVA	AMPS	W (in)	D (in)	H (in)	WT (lb)
CTR480-75-21	75	156	20	19	85	900
CTR480-125-41	125	260	19	35	79	1475
CTR480-125P-21	125	+/-130	19	19	79	775
CTR480-200-61	200	416	19	51	85	2425
CTR480-200P-41	200	+/-208	19	35	71	1375
CTR480-350P-41	350	+/-364	20	35	97	2575
CTR480-500P-61	500	+/-521	20	51	91	3525

THREE PHASE COLUMN-TYPE VARIABLE TRANSFORMERS

Standard wye models have a three-wire + neutral output, Plus/minus wye models have a nine-wire + neutral output.
 Standard delta models have a six-wire output, Plus/minus delta models have a nine-wire output.

LINE VOLTAGE = 380 volts

MODEL	KVA	AMPS	W (in)	D (in)	H (in)	WT (lb)
CTR380-75-3 D	75	66	27	19	69	900
CTR219-75-63Y	75	114	27	35	51	1250
CTR380-200-63D	200	175	28	35	79	2500
CTR219-200-123Y	200	304	28	66	53	2875
CTR380-200P-33D	200	+/- 88	28	19	79	1475
CTR219-200P-63Y	200	+/- 152	28	35	53	1650
CTR380-500P-93D	500	+/-219	27	51	73	3150

LINE VOLTAGE = 480 volts

MODEL	KVA	AMPS	W (in)	D (in)	H (in)	WT (in)
CTR480-75-33D	75	52	27	19	79	1050
CTR277-75-33Y	75	90	28	19	69	1025
CTR480-200-63D	200	139	27	35	85	2450
CTR277-200-93Y	200	241	28	51	63	2800
CTR480-200P-33D	200	+/-69	27	18	85	1250
CTR277-200P-63Y	200	+/- 120	27	35	57	1575
CTR480-500P-63D	500	+/- 174	28	35	91	3550

COLUMN-TYPE VARIABLE TRANSFORMERS WITH STEP-UP TAP

Single phase models have a two-wire output, Three phase models (Wye connection only) have a three-wire + neutral output

MODEL	Phase	Line Vltg	Full Load Output Vltg	No Load Output Vltg	KVA	AMPS	W (in)	D (in)	H (in)	WT (lb)
CTR400T-75-21	1	380	400	422	75	188	20	19	91	1225
CTR525T-175-41	1	480	525	551	175	333	20	35	97	3000
CTR231T-50-33	3	380	400	443	50	74	27	19	55	875
CTR300T-150-63	3	480	520	553	150	167	28	35	69	2750

Previous Page Next Page

MECHANICAL FEATURES

- Single and three phase configuration
- Heavy duty design for continuous 100% output
- Rotating secondary winding
- Copper/Graphite brushes with unique current collection method
- Fail safe redundant limit switches
- Oil immersed for extreme environmental conditions
- External drive assembly

ELECTRICAL FEATURES

- Single phase capacity up to 2000 kVA
- Standard input voltages up to 13.8 kV
- Infinite voltage resolution from 0 to 100% output voltage
- Low constant impedance from near 0 to 100%
- Built in air gap greatly reduces harmonic effects
- No solid state components to cause reliability problems

PHENIX thoma-type variable transformers (THVTs) are ideal for any application in which continuous infinitely variable high voltage/high power is required.

Description

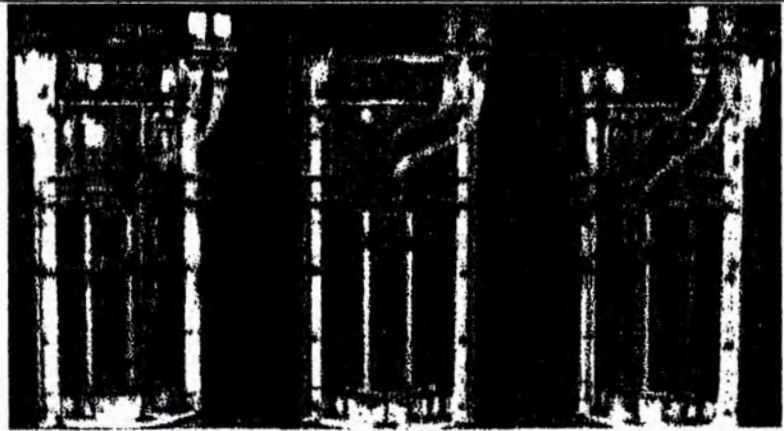
The unique design that makes the THVT so effective is the application of a rotating secondary winding. The secondary winding of the transformer consists of non-insulated copper sound about a fiberglass column. As the THVT is operated, a series of copper/graphite brushes traverse linearly vertical in proportion to the pitch of the rotating secondary winding. Unlike most regulators, in which the current collection device experiences some type of voltage "step" as it travels across the commutator path, the THVT provides stepless voltage variation with infinite resolution as the contact position of the brushes spirals in a helical path throughout the length of the secondary winding. In turn, the brushes are always in contact with the smooth copper and never pass over any edges or sharp corners. This eliminates the frequent inspection and periodic replacement of brushes and provides for a more maintenance-free unit.

Enclosure

Each THVT is immersed in an oil-filled chamber to provide heavy-duty, continuous output in even the most extreme environmental conditions. The tank is designed to withstand the vacuum procedure used to displace air from the transformer and provide a contamination free operating environment. A temperature gauge, oil level gauge, and pressure relief valve is installed on each unit. Lifting lugs located on top of the tank provides for transport by over head crane.

Drive

Each THVT is driven by a DC gear motor. The motor and drive train assembly is located on top of the tank header to provide for easier maintenance, if required. Three phase models contain a clutch and gear train assembly which mechanically interlocks the three individual units to provide common three-phase regulation. However, the use of the PLC controlled clutches allows for individual phase control.



Three phase 3 MVA THVT

Controls

Optional controls and metering are available to accommodate a PHENIX voltage regulator. Each assembly can be custom designed to best match your equipment capabilities and your metering requirements. Standard components include analog or digital voltmeter and ammeter, on/off controls with "zero-start" interlock, raise/lower controls, input circuit breaker, and main contactor.

Stabilizers

The fact that electrical equipment operates best at its nominal design voltage provides for an excellent application of voltage regulators. Our stabilizers incorporate the PHENIX variable transformer line with the use of a buck/boost transformer as well as state-of-the-art controls and metering to provide an automated regulated output voltage of +/- 1% with typical input fluctuations of +/- 15%. With a near constant line voltage being supplied to critical equipment, results include reduced maintenance, increased operating efficiency, and lengthened equipment life.

Commitment

All PHENIX voltage regulators are designed and manufactured in the United States, with parts and service readily available. When more than general customer maintenance is required, the PHENIX field service organization has experienced technicians readily available to perform on-site assistance. As always, PHENIX is committed to quality, leadership, innovation, technology, and service in all areas of our business. We understand the ever changing needs of the electrical industry and will carry out commitment well into the future as we gladly continue to service our customers with high voltage, high current, and high power test systems and components.

Brochure # 70104

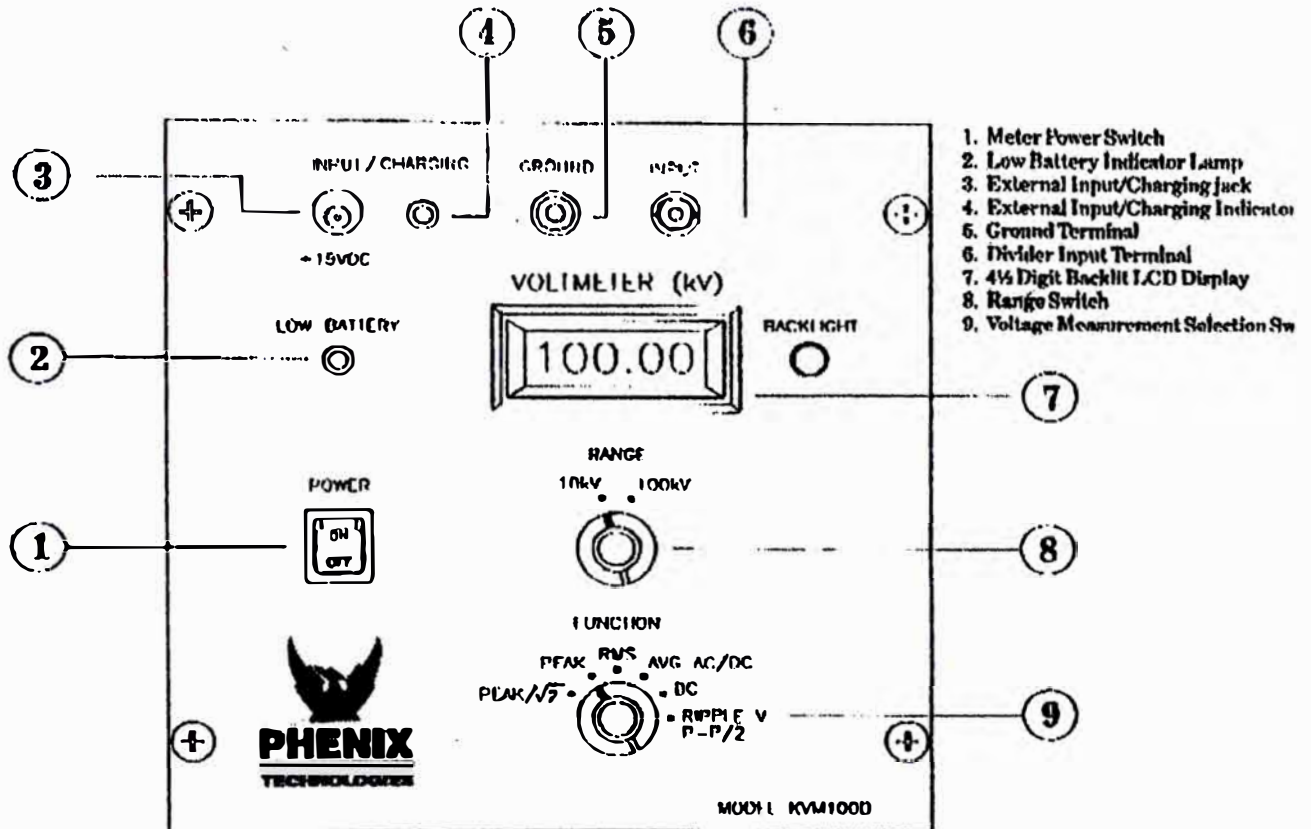
PHENIX Technologies
116 Industrial Drive
Accident, MD 21520
Phone (301) 746-8118
Fax (301) 895-5570
<http://www.phenixtech.com>
email: info@phenixtech.com

Previous Page

Click below to request product brochures from PHENIX Technologies.
Products Brochures

Divider Impedance	
	KVM 100
Resistance:	380 Mohms
Capacitance:	< 200pF
Divider Ratio:	10000:1

Control Panel Layout



Brochure # 90600

PHENIX Technologies
 116 Industrial Drive
 Accident, MD 21520
 Phone (301) 746-8118
 Fax (301) 895-5570
<http://www.phenixtech.com>
 email: info@phenixtech.com

Click below to request product brochures from PHENIX Technologies.
Products Brochures

ANEXO E: PLANOS

SPR-1

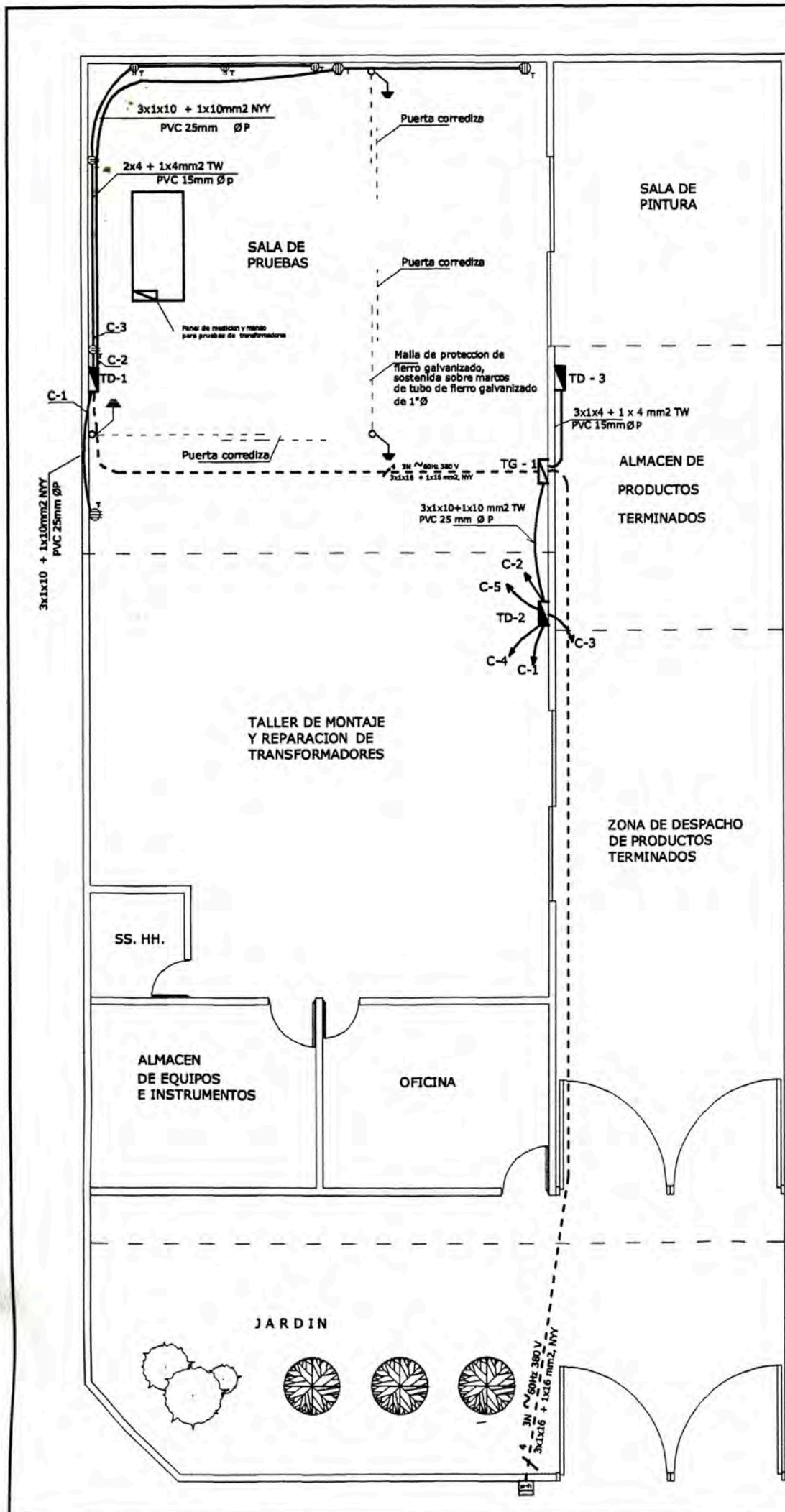
PLANO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS

SPR-2

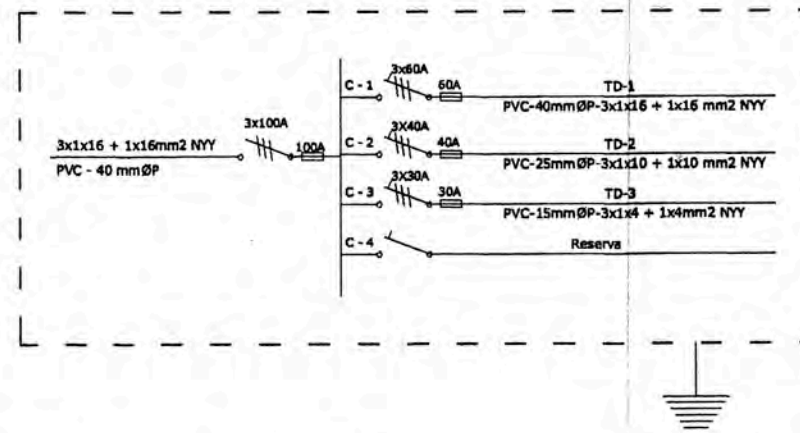
PLANO DE UBICACIÓN DE MÁQUINAS Y EQUIPOS

SPR-3

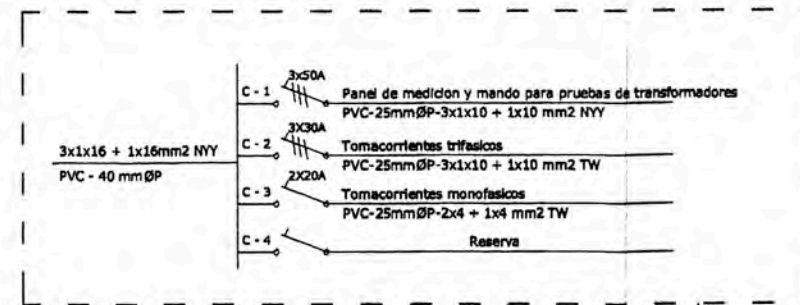
PLANO DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA



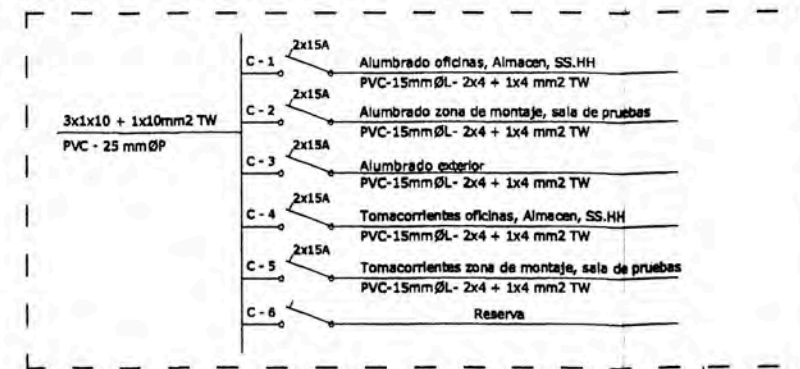
ESQUEMA DE PRINCIPIO DEL TG-1



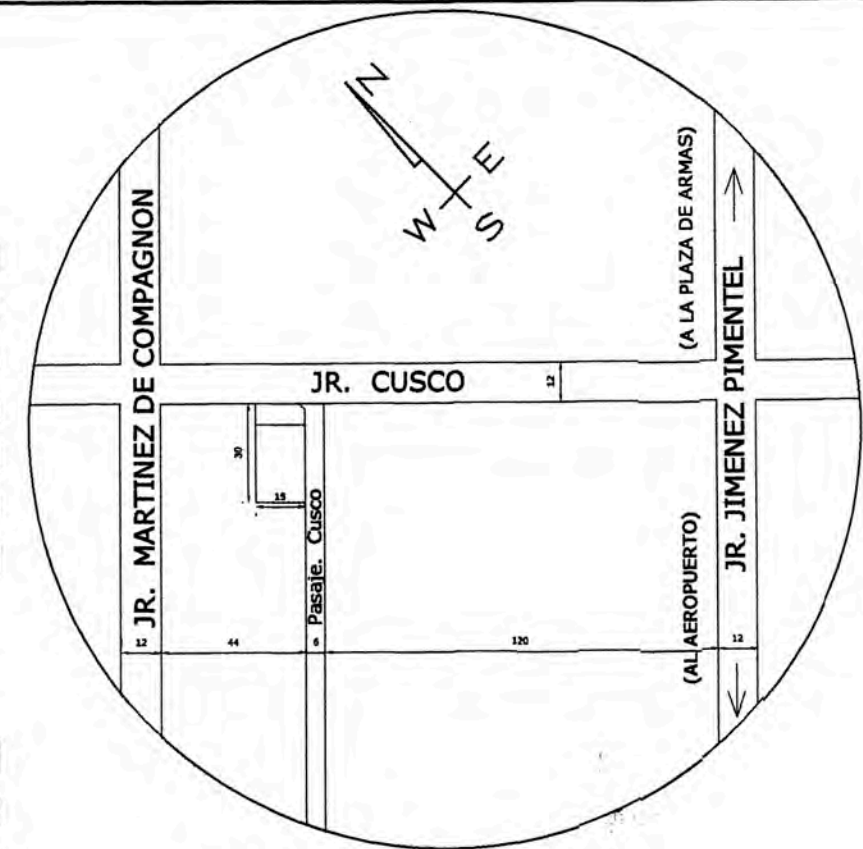
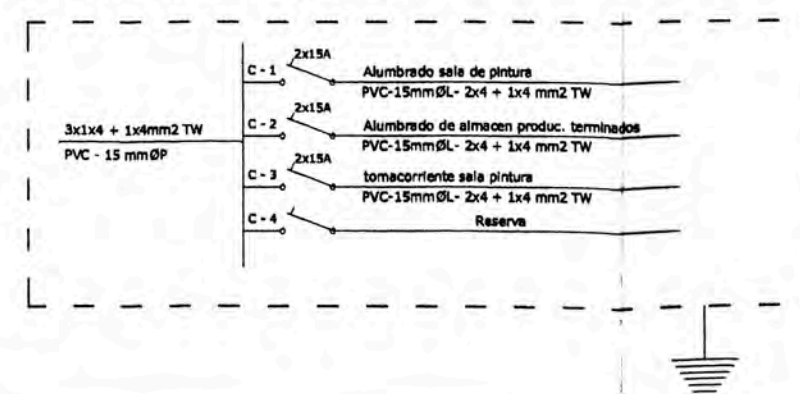
ESQUEMA DE PRINCIPIO DEL TD-1



ESQUEMA DE PRINCIPIO DEL TD-2



ESQUEMA DE PRINCIPIO DEL TD-3



PLANO DE UBICACION

Districto : Tarapoto
 Provincia : San Martín
 Departamento : San Martín
 Área del Terreno : 450 m²
 Área techada : 375 m²
 Área libre : 75 m²

SÍMBOLO	DESCRIPCION
	Puesta a tierra
	Tablero de distribución
	Tablero General
	Tomacorriente trifásico puesta a tierra
	Tomacorriente monofásico puesta a tierra
	Contador de Watt-hora
	Cortacircuito fusible
	Interruptor tripolar
	Interruptor bipolar
	Neutro
	Corriente alterna
	n Conductores bajo el piso
	n conductores en pared o techo

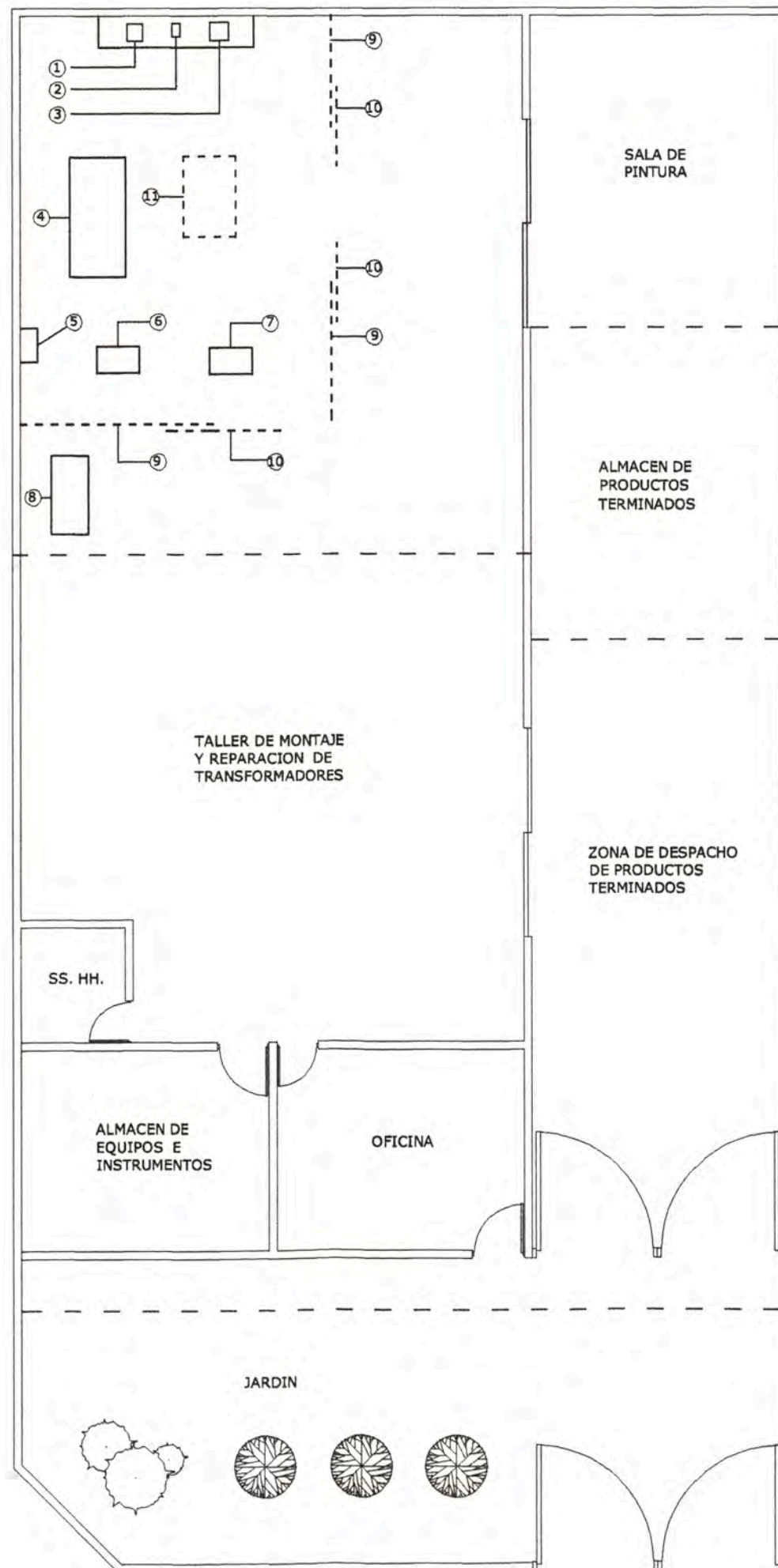


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

ESCALA: 1:100
 FECHA: ABR-2002

PLANO DE INSTALACIONES ELECTRICAS
 AUTOR: JESUS BELLIDO CENTENO

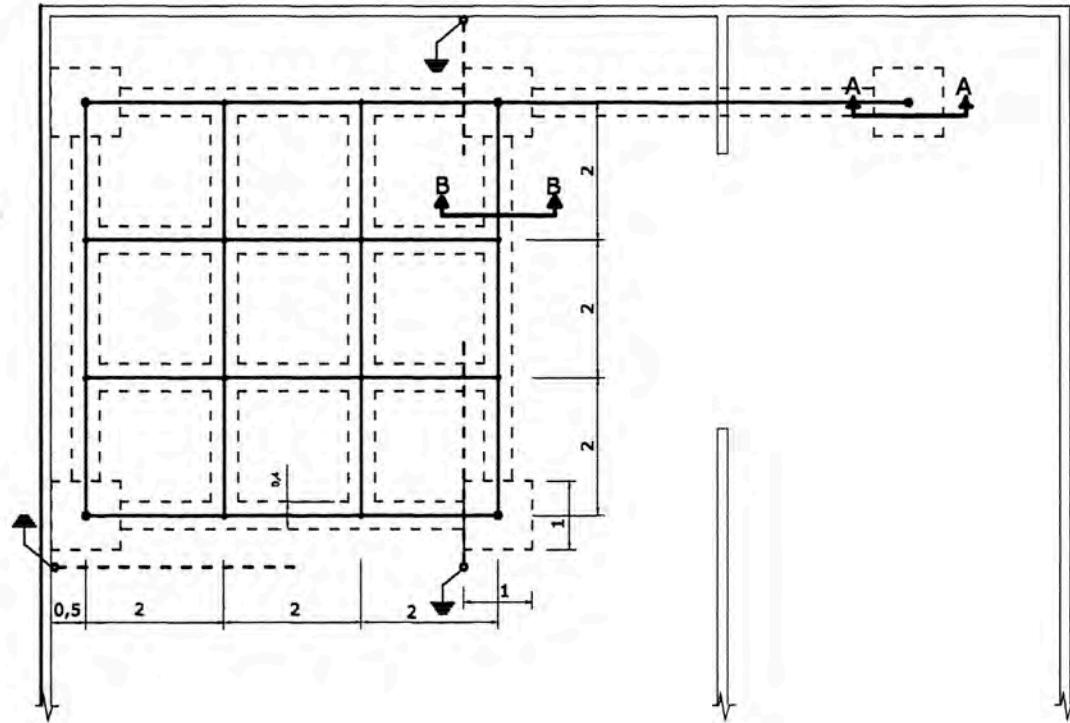
PLANO SPR-1



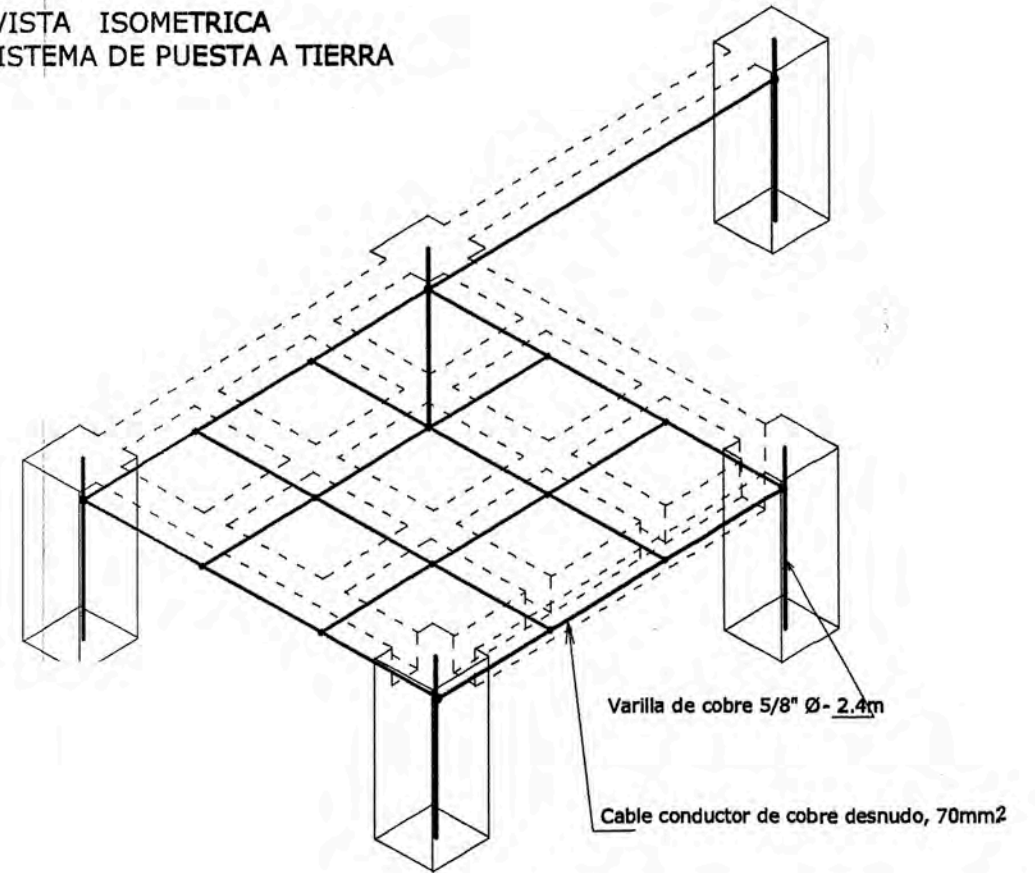
11	Transformador en prueba, ejm. 500 KVA
10	Puerta corrediza construida con material similar al de la malla
9	Malla de alambre de fierro galvanizado, con divisiones de 2" y sostenida por tubos de fierro galvanizado de 1" Ø
8	Grupo motor eléctrico - generador con: Motor eléctrico: trifásico, 15HP, 380V, 60Hz Generador sincrónico: 3Ø, 10KVA, 380V, 120Hz
7	Transformador de aislamiento, monofásico 7.5 KVA, 380/50,000V
6	Transformador auxiliar, trifásico, 25KVA Primario: 380V Secundario: 0 - 1000V Frecuencia: 60- 120Hz
5	Tablero de distribución TD-1 para la sala de pruebas
4	Tablero de medición y mando para las pruebas de: cortocircuito, vacío, tensión aplicada, tensión inducida, otros.
3	Medidor digital de relacion de transformación
2	Megóhmetro
1	Espinterómetro

UBICACION	DESCRIPCION		
	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA	ESCALA: 1:100	FECHA: ABR-2002
	PLANO DE UBICACION DE MAQUINAS Y EQUIPOS	PLANO	
	AUTOR: JESUS BELLIDO CENTENO	SPR-2	

VISTA DE PLANTA DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

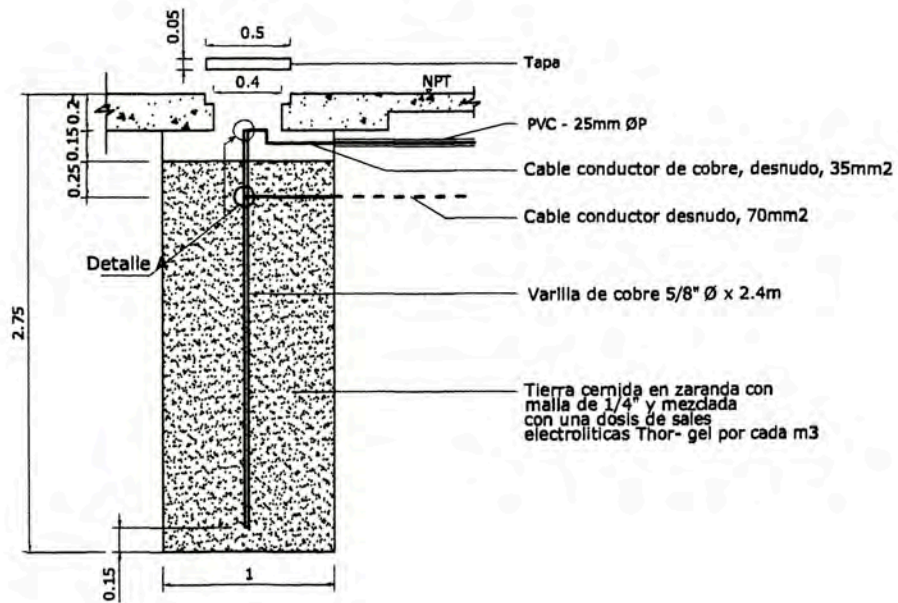


VISTA ISOMETRICA DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA



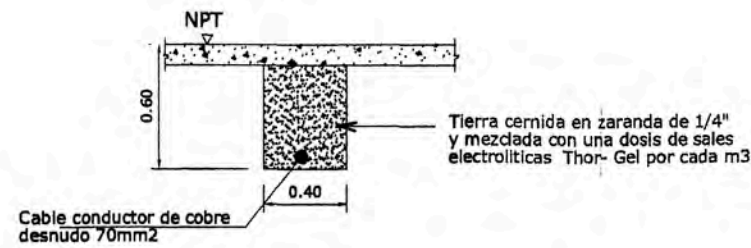
CORTE A-A
Detalle tipico para instalacion del pozo de puesta a tierra

(Escala: 1:20)

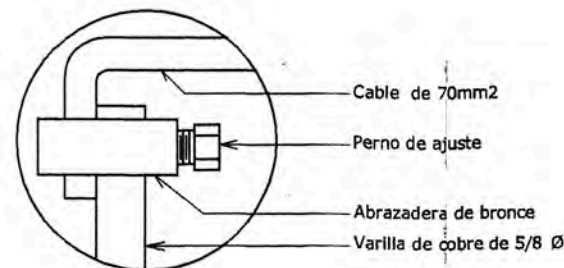


CORTE B-B

(Escala: 1:20)



DETALLE A



4		Punto de conexion de la malla de proteccion al sistema de puesta a tierra
3		Cruce de la varilla de cobre de 3/8" ø con cable de 70mm ² con conexion electrica
2		Cable de cobre desnudo de 70 mm ²
1		Varilla de cobre de 5/8 ø x 2.4m

ITEM	SIMBOLO	DESCRIPCION
		UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA
SISTEMA DE PUESTA A TIERRA		ESCALA: 1:100 FECHA: ABR-2002
AUTOR: JESUS BELLIDO CENTENO		PLANO: SPR-3

BIBLIOGRAFÍA

- (1) Delcrosa S. A.” Catálogo de transformadores”, Año 2 001.
- (2) Delcrosa S. A.” Manual de puesta en servicio y mantenimiento”, Año 2 001
- (3) Asea Brown Boveri S.A.” Catálogo de transformadores”, Año 2 002.
- (4) Compañía electro andina S.A.C.” Catálogo de transformadores”. Año 2 002.
- (5) Ministerio de Energía y Minas.” Código Nacional de Electricidad”. Tomo I-Año 1978, Tomo IV-Año 1978, Tomo V-Año 1972.
- (6) V. Toribio Gutiérrez R.” Pruebas de entrega de transformadores de potencia, 30 MVA, 60/6,3 KV”. Tesis de grado, Año 2000.
- (7) Para-rayos S.A.C. Manual de instalaciones de puestas a tierra “Thor-gel”. Año 2000.
- (8) Miguel A. Santos Loayza. “Mediciones clásicas y especiales de la resistencia de puesta a tierra”. Tesis de grado, Año 1990.
- (9) Gerardo Domínguez Fretel. “Diseño de un transformador de ensayo para pruebas dieléctricas con tensiones de hasta 100 KV”. Tesis de grado, Año 1985.
- (10) Avelino Pérez Pedro. “Transformadores de distribución: Teoría, cálculo, construcción y pruebas”. Reverté Ediciones, S. A. de C. V. Año 1998.
- (11) Gilberto Enríquez Harper. “El libro práctico de los generadores, transformadores y motores eléctricos”. Editorial Limusa, S. A. de C. V. Año 2001.
- (12) Norma Técnica Peruana 370.002 “Transformadores de potencia”. Año 1968.
- (13) E. E. Staff – M. L. T. “Circuitos magnéticos y transformadores”. Editorial Reverté, S. A. Año 1965.
- (14) Enrique Ras Oliva. “Transformadores de potencia, de medida y de protección”. Marcombo, S. A. Año 1978.
- (15) Alexander S. Langsdorf. “Teoría de las máquinas de corriente alterna”. Libros McGraw-Hill. Año 1971.