



isa
we.know.how.



S T S 5 0 0 0

EQUIPO MULTIFUNCIÓN PARA PUESTA EN SERVICIO Y
MANTENIMIENTO DE TRANSFORMADORES DE CORRIENTE,
TENSIÓN Y POTENCIA
EQUIPO DE DIAGNÓSTICO DE CAPACIDAD Y TANGENTE
DELTA CON EL MÓDULO OPCIONAL TD 5000

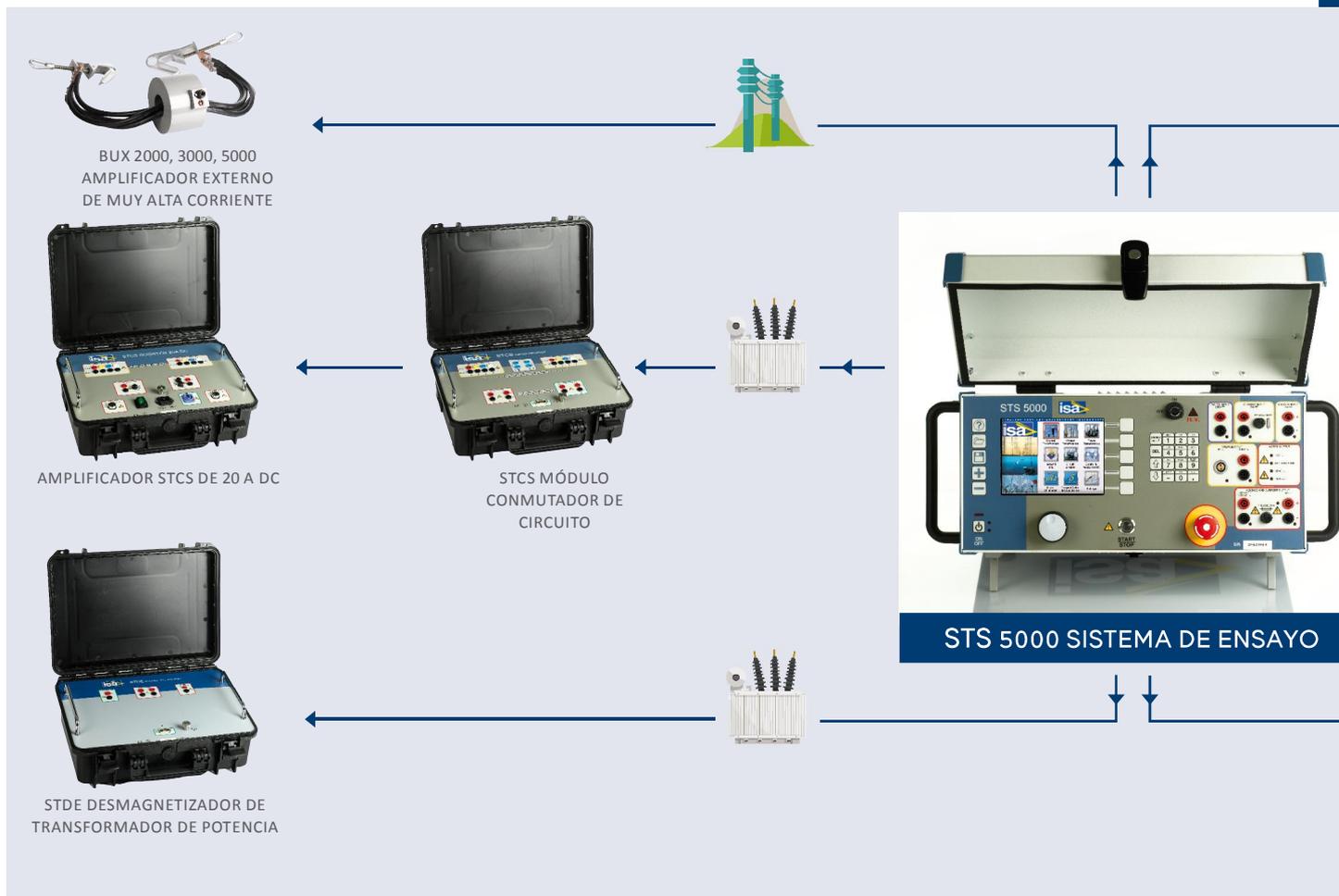


www.isatest.com



Equipo multifunción para puesta en servicio y mantenimiento de transformadores de corriente, tensión y potencia. Equipo de diagnóstico de Capacidad y Tangente Delta con el módulo opcional TD 5000.

- Completamente automático
- Posibilidad de ensayo por inyección primaria: hasta 800A o hasta 7000 A con el módulo opcional BUX 5000
- Frecuencia de salida variable: 15 - 500 Hz
- Prueba de potencia / factor de disipación (tangente Delta) con el módulo opcional TD 5000 (tensión de salida hasta 12 kV)
- Ensayo de alta tensión (2000 V) en corriente alterna
- Pantalla gráfica grande
- Ensayo de Tan Delta en máquinas rotativas (generadores y motores)
- Mando a distancia con PADS - Power Apparatus Diagnostic Software para las pruebas, evaluación, análisis y reporte automático
- Interfase protocolo IEC 61850-9-2 (SV)
- Interfaz USB y Ethernet para la conexión a PC
- Compacto y ligero
- Tecnología patentada para la medición de capacidad y Tan Delta



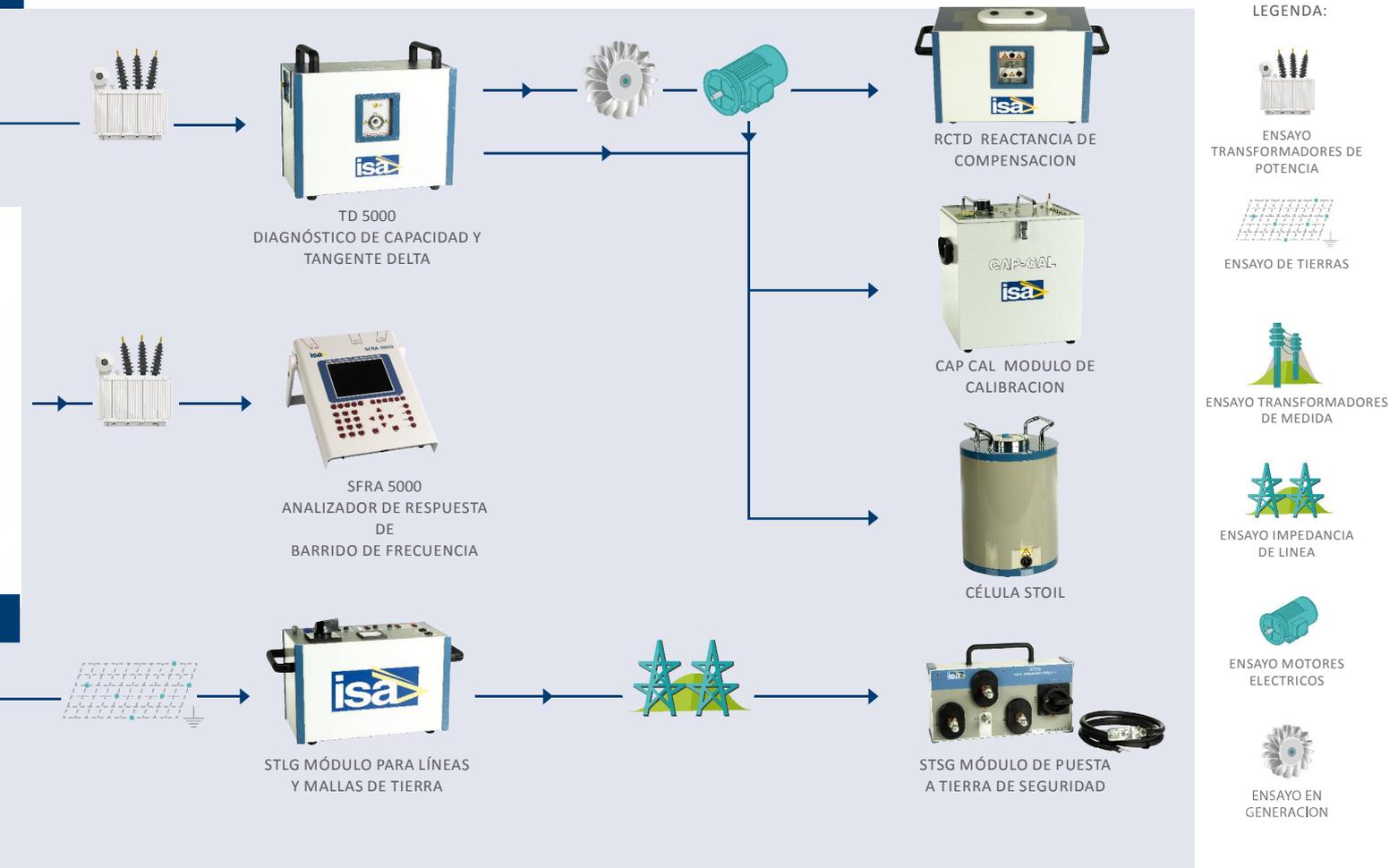
A P L I C A C I Ó N

En la siguiente tabla aparecen las pruebas que se pueden realizar en transformadores de corriente (TC), transformadores de tensión (TT), transformadores de potencia (TP), mallado de tierras.

NÚM. PRUEBA	DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO
1	TC Relación TI. Método de tensión
2	TC Relación, polaridad y carga con alta corriente AC
3	TC Carga, lado secundario; ALF/ISF
4	TC Curva de excitación
5	TC Devanado o resistencia de carga
6	TC Tensión soportada
7	TC Verificación de la polaridad remota
8	TC Transformadores con bobina Rogowsky
9	TC Transformadores de baja potencia
10	TC Mediciones de Tan Delta
11	TT Relación; polaridad
12	TT Carga, lado secundario
13	TT Relación, transformadores electrónicos
14	TT Tensión soportada
15	TT Verificación de la polaridad remota
16	TT Mediciones de Tan Delta
17	TP Relación por toma
18	TP Grupo vectorial
19	TP Resistencia estática y dinámica de los contactos del CTC

NÚM.PRUEBA	DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO
20	TP Corriente de excitación
21	TP Impedancia de cortocircuito
22	TP Mediciones de Tan Delta
23	Interrup Ensayo de resistencia de alta corriente CC. Micro óhmetro
24	Interrup Mediciones de Tan Delta
25	Interrup y Relés Umbral de corriente y tiempo
26	Resisten Resistencia puesta a tierra y resistividad
27	Resisten Tensiones de paso y contacto
28	Líneas Medición de la impedancia de línea y parámetros relacionados
29	Banco de condensadores Medida de la capacidad

Las pruebas se realizan de acuerdo a las siguientes normas internacionales IEC: IEC61869-2; IEC61869-3; EN 60044-1; EN 60044-2; EN 60044-5; EN 60044-7; EN 60044-8; EN 60076-1, y también de acuerdo con ANSI/IEEE C57.13.1 y C57.12-90. Los ensayos de resistencia se ejecutan de acuerdo a las siguientes normas: EN50522, EN61936-1, IEEE80-2000, IEEE 81-1983, DIN VDE 0101 and CENELEC HD637 s1.





Los siguientes módulos opcionales mejoran las características del STS 5000.

- El generador de alta tensión TD 5000 realiza la medición de la tangente delta, la capacidad y el factor de potencia de cualquier dispositivo a la frecuencia de la red o en un amplio rango de frecuencias.
- El interruptor de circuito STCS opcional realiza la medida automática de la relación de transformación de los transformadores de potencia, de las resistencias de devanado, ensayando también la operación en carga o en vacío del conmutador de tomas.
- El potente BUX 5000, BUX 3000 y BUX 2000 opcional realiza ensayos de alta corriente con una intensidad hasta 5000/7000 A, 3000 A o 2000 A.
- El módulo STLG permite ejecutar ensayos de resistencia de mallas de tierra con altas corrientes y ensayos de líneas aéreas.

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

La serie STS incluye **4 modelos** STS 5000, STS 4000, STS 3000 light y TDX 5000. El STS 4000 no va equipado con las salidas de alta corriente continua y alterna. El STS 3000 light /TDX 5000 no dispone de las salidas de corriente en continua y alterna y mide las salidas de alta y baja tensión en continua y en alterna. Los modelos STS 5000, STS 4000 y STS 3000 light se pueden conectar al módulo TD 5000 de Tangente Delta.

El STS 5000 tiene seis salidas de generador: alta corriente alterna, baja corriente alterna, alta corriente continua, baja corriente continua, alta tensión alterna y baja tensión alterna.

En el **modo de control local**, la salida seleccionada se puede ajustar y medir en la gran pantalla gráfica LCD. Con el botón de control y la pantalla LCD se puede acceder al modo MENU, que permite configurar muchas funciones que hacen del STS 5000 un equipo de ensayo muy potente, con capacidad para realizar pruebas manuales y automáticas y con la posibilidad de transferir los resultados a un PC a través de Ethernet o Pen Drive. En el modo de control PC, el software TDMS permite realizar los mismos ensayos que en el modo local, con las mismas ventanas de control. Permite también descargar, visualizar y analizar los resultados de las pruebas obtenidas en modo local. Es posible hacer el mantenimiento y del diagnóstico remoto del equipo a través de Ethernet. El TDMS funciona con todas las versiones de Windows®.

La **facilidad de manejo** ha sido el primer objetivo del STS 5000: por eso es tan grande la pantalla LCD, así el diálogo en modo MENU se hace fácil. STS 5000 incluye tres entradas de medición:

- Tensión en continua (10 V CC)
- Tensión en alterna:
 - Rango alto (300 V CA); -Rango bajo (3 V CA)
- Corriente (10 A CA o CC)

Todas estas entradas son independientes entre ellas y permiten la medición de las corrientes de los transformadores de voltaje o corriente o de otro origen. Adicionalmente está disponible una entrada digital (de hasta 300 V): se puede medir el tiempo de un contacto con potencial o seco. El instrumento se ubica en una caja de transporte de aluminio, que se suministra con una tapa desmontable y asas para facilitar su transporte. Un carro

de transporte también se puede suministrar bajo demanda.

Valores de Muestra IEC 61850-9-2

El STS 5000 tiene la facilidad de ensayar TC, TT, tanto del tipo convencional como no convencional, Módulo de Integración de Datos (MU) utilizando el protocolo IEC61850-9-2 (SV). El STS 5000 genera señales de corriente o tensión e inyecta estas magnitudes en el TC o TT a ensayar. El STS 5000 lee los datos de la red (Valores de Muestra) con el objetivo de ejecutar una gran variedad de ensayos diferentes.

. Posibilidad de ensayar la relación de un TC y comprobación de su polaridad hasta 800 A, 2000 A (con el BUX 2000), 3000 A (con el BUX 3000), o 5000/ 7000 A (con el BUX 5000).

. Posibilidad de ensayar la relación de un TT y la polaridad hasta 2 kV.

. Ensayo de MU

TDMS software

Software de Gestión & Ensayo TDMS es un paquete de software muy potente que proporciona la gestión de datos para actividades de ensayos de aceptación y mantenimiento. Los datos de los equipos eléctricos y los resultados de los ensayos se guardan en la base de datos TDMS para el análisis de resultados históricos. La base de datos TDMS organiza los datos de ensayo y resultados de la mayoría de los equipos eléctricos ensayados con los equipos de ensayo de ISA y relacionados con el software.

PADS - Software de diagnóstico de equipos eléctricos

PADS - Software de Diagnóstico de Equipos Eléctricos es una aplicación de software potente, incluida en el software TDMS, que permite controlar de forma remota la familia STS: STS5000, STS4000, STS3000 light y TDX 5000. Estos equipos permiten realizar ensayos de: TC, TT, TP, Interruptores y casi todos los otros equipos eléctricos de una subestación.

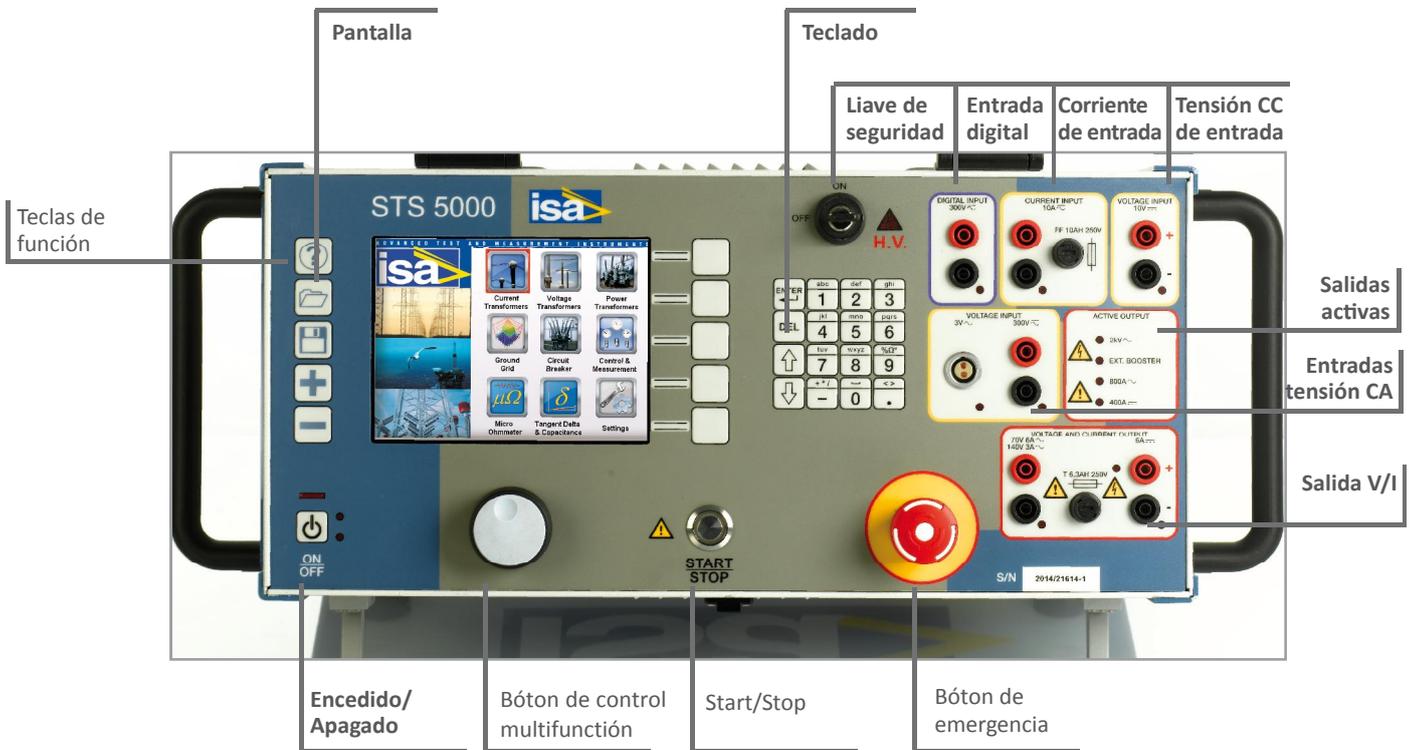
El software permite hacer varias tareas, tales como:

- . Control remoto desde el PC de STS, TD 5000 y TDX 5000
- . Crear un plan de ensayo
- . Descargar los resultados de ensayo almacenados mediante un cable Ethernet
- . Crear y personalizar informes de ensayo
- . Imprimir los resultados de ensayo

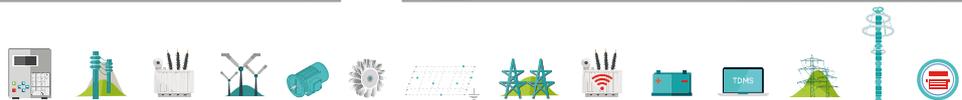
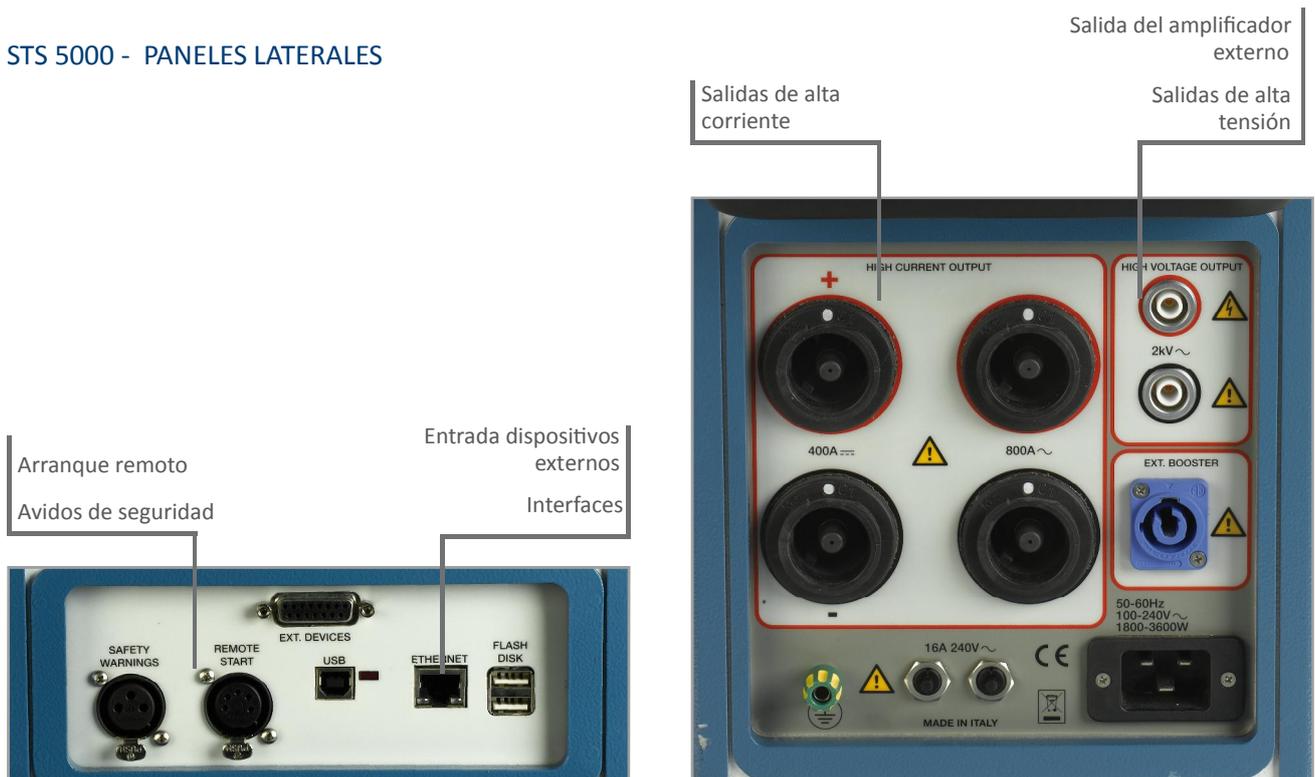
Este programa funciona en entorno Windows®.

Nota: Windows es una marca registrada de Microsoft Corporation.

STS 5000 - PANEL FRONTAL



STS 5000 - PANELES LATERALES



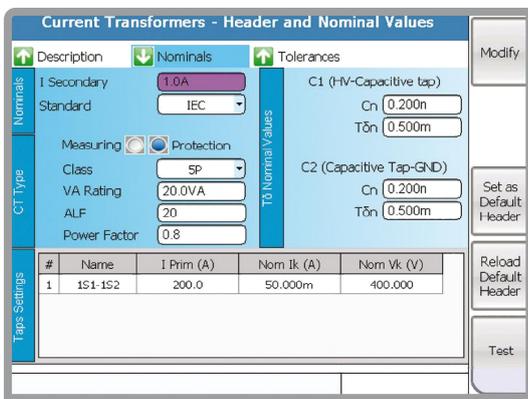


EDITOR DEL PLAN DE ENSAYO

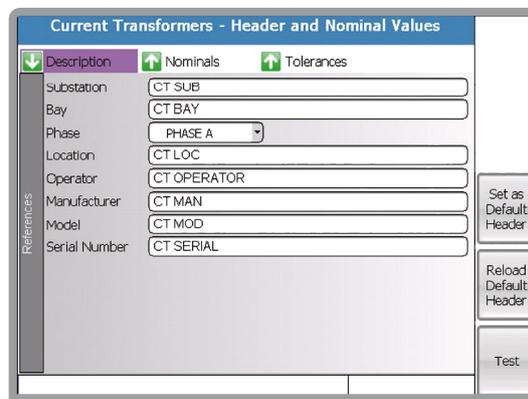
El EDITOR DEL PLAN DE ENSAYO es un módulo de software innovador y avanzado que permite al operador definir y planificar una secuencia de pruebas. El operador define la secuencia deseada de pruebas y establece los parámetros de cada prueba: el EDITOR DEL PLAN DE ENSAYO crea una secuencia de pruebas que se realizan de forma automática. Esta función está disponible para el ensayo de transformadores de corriente, tensión y potencia. También es posible crear una secuencia de prueba para la inyección primaria y secundaria. Los planes de ensayo

se pueden guardar, al igual que los resultados de las pruebas. Se pueden almacenar y recuperar hasta 64 configuraciones. Los ajustes se guardan permanentemente en la memoria y se pueden reescribir nuevos ajustes en la misma posición, después de su confirmación. Durante la prueba los resultados de ensayo se pueden almacenar en la memoria. Al final de la prueba, se pueden transmitir la configuración y los resultados a un pc equipado con TDMS. El software permite guardar, exportar y analizar los resultados de las pruebas.

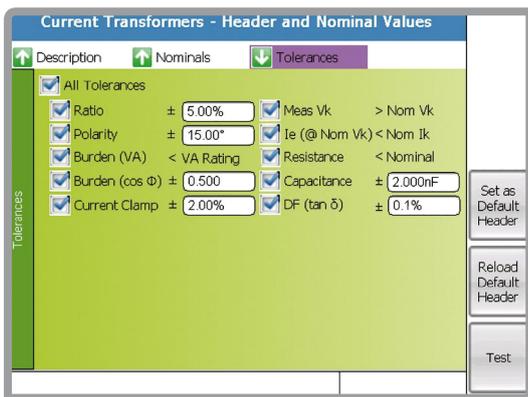
EJEMPLOS DEL EDITOR DEL PLAN DE ENSAYO PARA PRUEBAS EN TRANSFORMADORES DE CORRIENTE



Ventana de valores nominales: a partir de estos datos nominales, el programa calcula el punto rodilla nominal de la curva de saturación.



Ventana de la cabecera de las pruebas: datos de referencia para la prueba.



Ventana de tolerancias: permite configurar las tolerancias para cada una de las pruebas disponibles.



Ventana de selección de prueba: permite seleccionar la prueba a realizar.

Una vez terminada la programación, al empezar la primera prueba se ejecutará la secuencia completa. Durante la prueba los resultados se almacenan en la memoria. El equipo de prueba minimiza la duración de la prueba, con el fin de

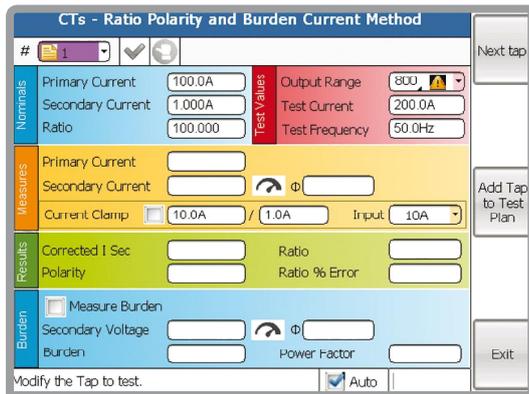
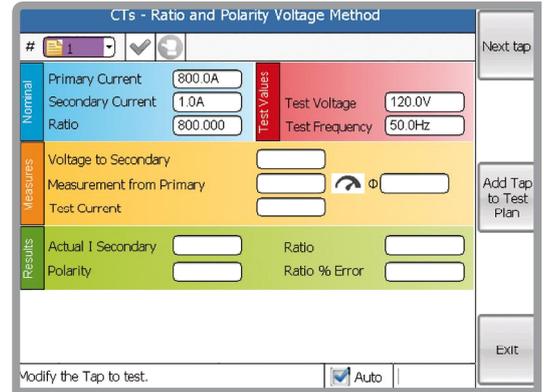
evitar el sobrecalentamiento de los componentes. Esta misma función está disponible cuando se utiliza el control de la unidad a través de PC y PADS.

ENSAYO DE UN TRANSFORMADOR DE CORRIENTE (TC)

• RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN Y POLARIDAD. MÉTODO DE LA TENSIÓN

La medida de la relación de transformación se lleva a cabo aplicando alta tensión alterna al secundario del TC, y midiendo la tensión del primario del TC. Los parámetros de entrada son: la corriente nominal primaria y secundaria, de la que el programa calcula la relación nominal, el rango de tensión, la tensión de ensayo nominal y la frecuencia de la prueba. En la pantalla aparece:

- La salida de tensión, la tensión secundaria, y la corriente durante el ensayo
- Relación de transformación y error
- Desplazamiento de fase y polaridad.



ENSAYO DE UN TC

• RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN, POLARIDAD Y CARGA. MÉTODO DE CORRIENTE

La medición de la relación de transformación se lleva a cabo aplicando alta corriente al primario y midiendo la corriente del secundario del TC. La carga se puede pasar por alto o dejarla en serie para la medición: en este caso, se mide la caída de tensión. La corriente secundaria se puede medir con un trafo pinza. Los parámetros de entrada son: la corriente nominal primaria y secundaria, de la que el programa calcula la relación nominal, y la corriente de ensayo nominal. En la pantalla aparece:

- La corriente primaria actual
 - La corriente secundaria correspondiente
 - El valor de la corriente secundaria a la corriente primaria nominal
 - Relación de transformación y error
 - Desplazamiento de fase y polaridad.
- Cuando se ensaya la carga, se muestran los siguientes parámetros:
- La caída de tensión en la carga
 - Para la carga: valor nominal en VA a la corriente nominal, ángulo y factor de potencia.

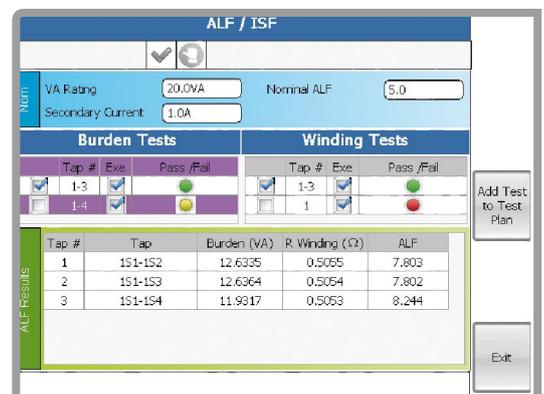
ENSAYO DE UN TC

• CARGA LADO SECUNDARIO DE UN TC

La medida de la carga se ejecuta aplicando baja corriente AC a la carga del TC y midiendo la caída de tensión.

Los parámetros de entrada son: la corriente nominal del secundario y la corriente nominal del ensayo. La pantalla muestra:

- La salida de corriente actual
- La caída de tensión a través de la carga
- Para la carga: Valor nominal en VA a la corriente nominal, ángulo y factor de potencia
- El actual ALF/ISF.



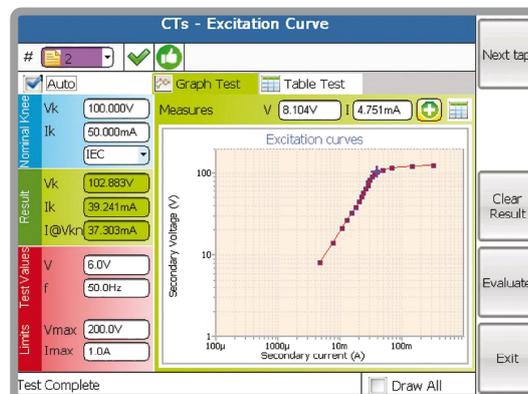


ENSAYO DE UN TC

• CURVA DE EXCITACIÓN DE TC'S

La curva de excitación se prueba conectando la alta tensión alterna al secundario, aumentando gradualmente la tensión y midiendo la corriente y la tensión de salida simultáneamente. Los parámetros de entrada se seleccionan en la ventana de valores nominales del TC. Otras entradas son: tensión y corriente máximas de prueba y frecuencia de prueba. El equipo de prueba controla la tensión y la corriente de salida durante el ensayo, y se detiene cuando se reconoce el punto rodilla (punto de la saturación). En la pantalla aparece:

- La curva característica
- La tensión actual de saturación (punto rodilla) y el error con respecto al nominal
- El error real actual en dicho punto de saturación.



ENSAYO DE UN TC

• RESISTENCIA DEL DEVANADO

La resistencia (no la impedancia) se mide conectando la fuente de baja corriente continua al devanado o la carga y midiendo la corriente de ensayo y la caída de tensión. Los parámetros de entrada son: la resistencia nominal, la salida conectada, la corriente de ensayo y los límites de resistencia. También es posible compensar la temperatura del ensayo. El equipo de prueba controla la salida de corriente y la tensión durante el ensayo, y se detiene cuando se alcanza la corriente de prueba. En la pantalla aparece:

- La corriente de prueba
- La caída de tensión
- La resistencia medida y la resistencia de compensación
- La duración de la prueba y la desviación de corriente cuando se alcanza la medición.

ENSAYO DE UN TC

• TENSION SOPORTADA

El ensayo se ejecuta conectando la fuente de alta tensión AC entre el cableado del secundario del TC y tierra.

Los parámetros de entrada son: corriente de ensayo máxima (con desconexión automática), tiempo de ensayo, rango de salida, tensión de ensayo, frecuencia de ensayo.

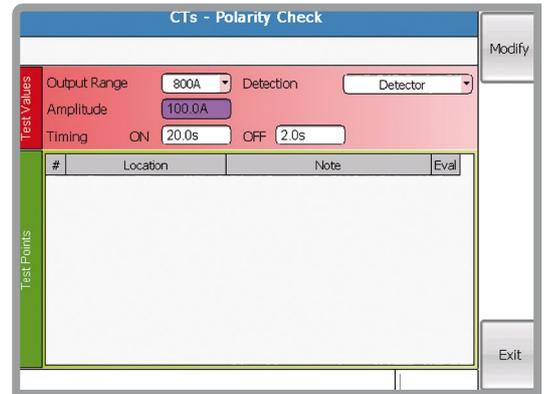
La pantalla muestra:

- Durante la subida de AT, la tensión de ensayo y la corriente
- Una vez terminado el ensayo, la corriente máxima, el tiempo total transcurrido y la impedancia de aislamiento.

ENSAYO DE UN TC

- **VERIFICACION DE POLARIDAD REMOTA**

La prueba se realiza generando una corriente AC especial en el lado primario y midiendo la corriente secundaria en el sensor de polaridad PLCK opcional. Los parámetros de entrada son: la corriente de prueba, el intervalo de tiempo y el resultado de la prueba (OK o NO). La pantalla muestra la corriente de ensayo y registra el resultado de la prueba de los diferentes puntos medidos.

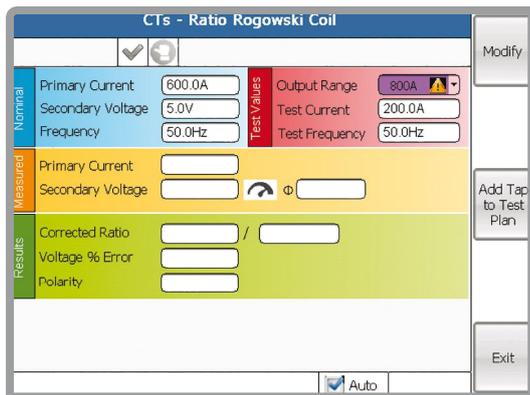


ENSAYO DE UN TC

- **BOBINA ROGOWSKI**

La prueba se realiza conectando la fuente de alta corriente alterna al primario, y conectando el secundario del TC a la entrada de medida de baja tensión. Los parámetros de entrada son: la corriente nominal primaria y la tensión nominal secundaria, a partir de las cuales el programa calcula la relación nominal, el rango de corriente, la corriente de prueba y la frecuencia de prueba. En la pantalla aparece:

- El rango de corriente y la corriente de ensayo
- La corriente de ensayo actual, el voltaje secundario y el valor de la corriente primaria a la tensión secundaria nominal
- Relación de transformación actual y error
- Desplazamiento de fase y polaridad.

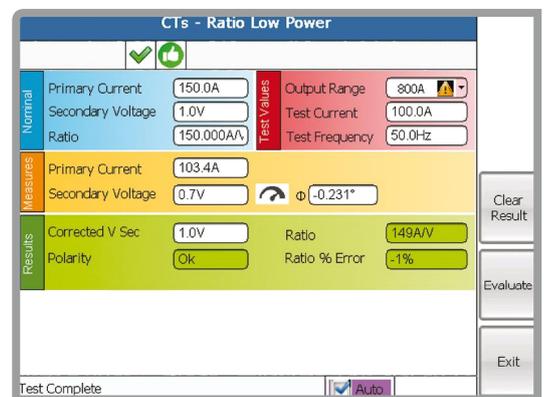


ENSAYO DE UN TC

- **BAJA POTENCIA**

La prueba se realiza conectando la fuente de alta corriente alterna al lado primario, y conectando el secundario del TC a la entrada de medida de baja tensión. Los parámetros de entrada son: la corriente nominal primaria y la tensión nominal secundaria, de la que el programa calcula la relación nominal, el rango de corriente, la corriente de prueba, la frecuencia del ensayo. En la pantalla aparece:

- El rango de corriente y la corriente de la prueba
- La corriente de ensayo actual, la tensión secundaria y el valor de la corriente primaria a la tensión secundaria nominal
- Relación de transformación y error
- Desplazamiento de fase y polaridad.





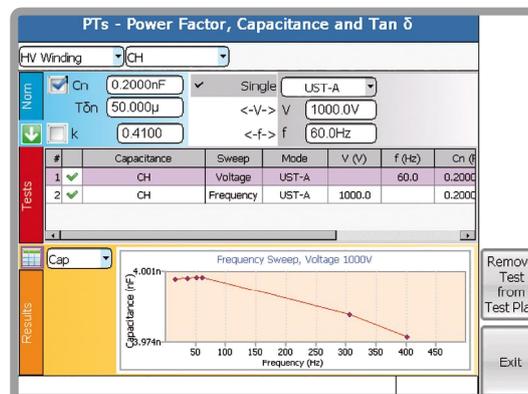
ENSAYO DE UN TC

- **FACTOR DE POTENCIA, CAPACIDAD Y TANGENTE DELTA**

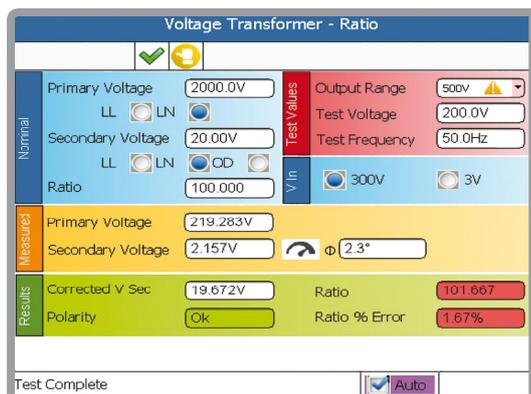
Con el módulo opcional TD 5000

La prueba se realiza conjuntamente con el módulo opcional TD 5000 conectando la fuente de alta tensión alterna al objeto de prueba. Los parámetros de entrada son: devanado, tensión y frecuencia de prueba, modo del ensayo y capacidad, FP y FD nominales. En la pantalla aparece:

- Tensión, corriente y frecuencia del ensayo
- Capacidad, tangente delta, factor de potencia
- Datos de potencia: activa, reactiva, aparente
- Impedancia: módulo, argumento, componentes.



ENSAYO DE TRANSFORMADORES DE TENSIÓN (TT)



- **RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN Y POLARIDAD DE TT**

La medida de la relación se lleva a cabo aplicando alta tensión en el primario del TT, y midiendo la tensión del secundario. Los parámetros de entrada son: la tensión nominal primaria y secundaria, de los que el programa calcula la relación nominal, el tipo de conexión (estrella o triángulo), el rango de alta tensión, la tensión y la frecuencia de prueba nominales y el medidor de tensión seleccionado. En la pantalla aparece:

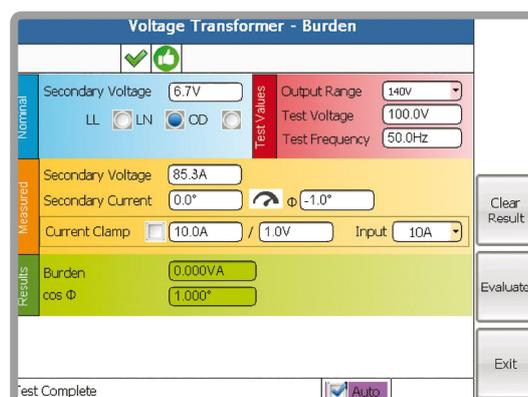
- La tensión de prueba real
- La tensión secundaria
- El valor de la tensión secundaria a la tensión primaria nominal
- Relación de transformación y error
- Desplazamiento de fase y polaridad.

ENSAYO DE UN TT

- **CARGA DE LOS TRANSFORMADORES DE TENSIÓN**

La medición de la carga se lleva a cabo mediante la aplicación de baja tensión alterna a la carga del TT y midiendo la corriente correspondiente. Los parámetros de entrada son: la tensión nominal del secundario, el rango de tensiones, la tensión de prueba y la frecuencia. En la pantalla aparece:

- La tensión de salida real
- La corriente de salida
- Para la carga: valor nominal en VA a la tensión nominal, ángulo, factor de potencia.

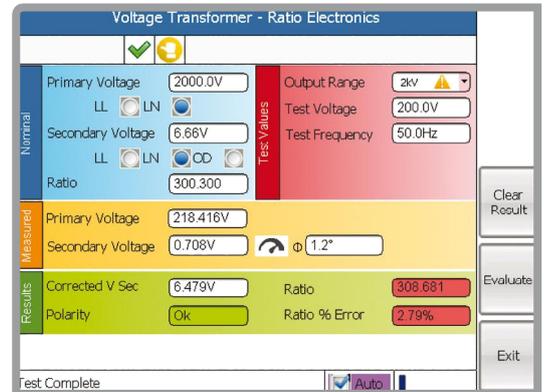


ENSAYO DE UN TT

• RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN DE TRANSFORMADORES ELECTRÓNICOS

La medida de la relación se lleva a cabo aplicando alta tensión al primario del TT, y midiendo la tensión en el secundario. Los parámetros de entrada son: la tensión nominal primaria y secundaria, de los que el programa calcula la relación nominal, tipo de conexión (estrella o triángulo), el rango de alta tensión, la tensión de prueba nominal y frecuencia. En la pantalla aparece:

- La tensión de prueba actual
- La tensión secundaria
- El valor de la tensión del secundario a la tensión primaria nominal
- Relación de transformación y error
- Desplazamiento de fase y polaridad.

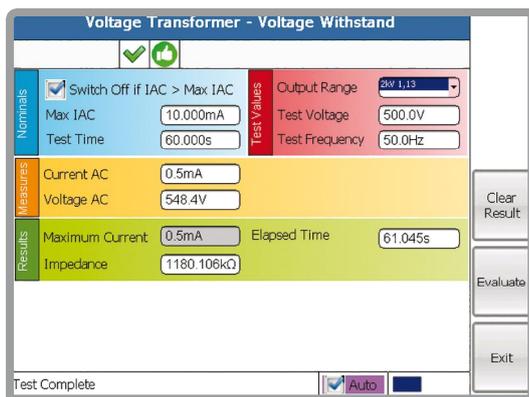


ENSAYO DE UN TT

• TENSIÓN SOPORTADA

La prueba se realiza conectando la fuente de alta tensión alterna entre el devanado del secundario y tierra. Los parámetros de entrada son: corriente de prueba máxima (con desconexión automática), tiempo de prueba, rango de salida, tensión de prueba, frecuencia de prueba. En la pantalla aparece:

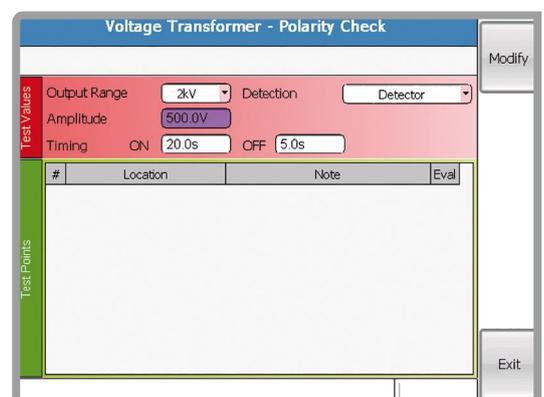
- Durante el incremento gradual a la alta tensión, la tensión y la corriente de prueba
- Cuando se ha terminado la prueba, la corriente máxima, el tiempo total transcurrido, la impedancia de aislamiento.



ENSAYO DE UN TT

• VERIFICACIÓN DE POLARIDAD REMOTA

La prueba se realiza conectando la fuente de alta tensión alterna al lado primario y midiendo la tensión secundaria en el sensor de polaridad PLCK opcional. Los parámetros de entrada son: la corriente de prueba, el intervalo de tiempo y el resultado de la prueba (OK o NO). La pantalla muestra la corriente del ensayo y registra el resultado de la prueba de los diferentes puntos ensayados.





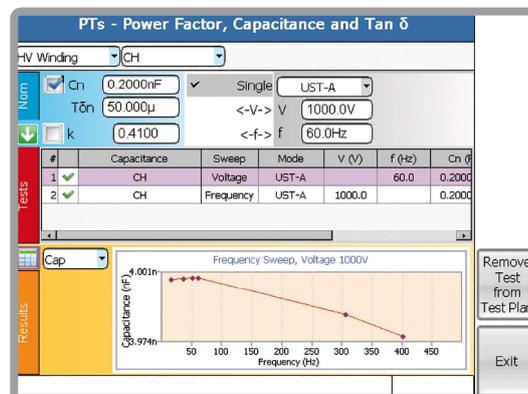
ENSAYO DE UN TT

- **FACTOR DE POTENCIA, CAPACIDAD Y TANGENTE DELTA**

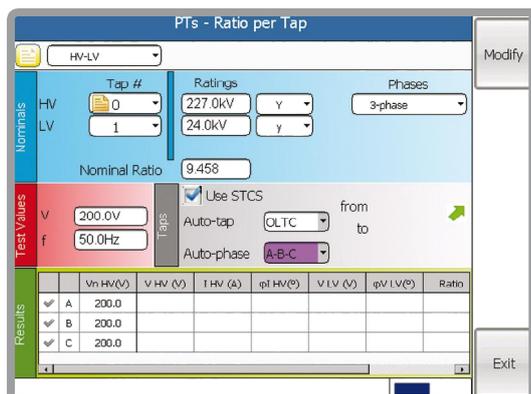
Con el módulo opcional TD 5000

La prueba se realiza conjuntamente con el módulo opcional TD 5000 conectando la fuente de alta tensión alterna al objeto de prueba. Los parámetros de entrada son: devanado, tensión y frecuencia de prueba, modo de ensayo y capacidad, FP y FD nominales. En la pantalla aparece:

- Tensión, corriente y frecuencia de ensayo
- Capacidad, tangente delta, factor de potencia
- Datos de la potencia: activa, reactiva, aparente
- Impedancia: módulo, argumento, componentes.



ENSAYO DE TRANSFORMADORES DE POTENCIA (TP)



- **RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN POR TOMA**

La medida de la relación se lleva a cabo aplicando alta tensión en el primario del TP y midiendo la tensión del secundario en cada toma. Si se dispone de la opción STCS, la conexión se realiza a través de dicha opción y la prueba es completamente automática. Los parámetros de entrada son: la tensión nominal primaria y secundaria, de las que el programa calcula la relación nominal, tipo de conexión (triángulo o estrella), el tipo de conmutador de tomas, el rango de alta tensión, la tensión y frecuencia de prueba nominales, y el medidor de tensión seleccionado. En la pantalla aparece:

- La corriente y el ángulo del ensayo
- La tensión de ensayo, primaria y secundaria
- Relación de transformación actual y error
- Desplazamiento de fase y polaridad.

ENSAYO DE UN TP

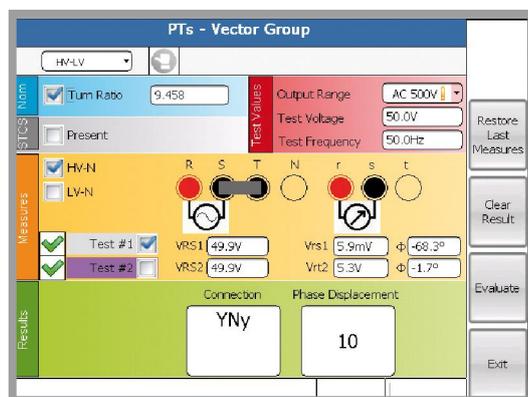
- **GRUPO VECTORIAL**

El ensayo se realiza conectando la fuente de alta tensión AC a los devanados del primario del TP, mientras los otros están cortocircuitados. El ensayo está formado por dos medidas en los devanados del secundario de tensión y desfase de ángulo. Si está disponible la opción STCS, la conexión se realiza mediante esta opción y el ensayo es completamente automático.

Los parámetros de entrada son: la tensión de ensayo y la frecuencia, la relación de transformación nominal, la presencia del devanado de neutro.

La pantalla muestra:

- La tensión de ensayo y la frecuencia
- Las conexiones de ensayo
- Desplazamiento de fase y conexión

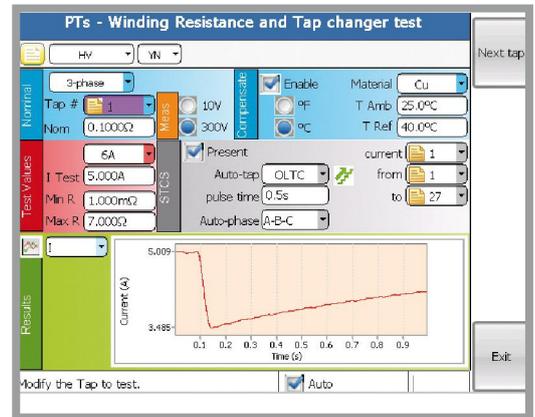


ENSAYO DE UN TP

• ENSAYO DEL CONMUTADOR DE TOMAS Y RESISTENCIA ESTÁTICA Y DINÁMICA DE LOS DEVANADOS

La prueba se realiza aplicando baja corriente continua al primario del TP y al conmutador de tomas y midiendo la caída de tensión. El ensayador mide el pico de la resistencia durante la conmutación, y la resistencia después de la selección. Si la opción STCS está disponible, la conexión se realiza a través de dicha opción y la prueba es completamente automática. Los parámetros de entrada son: el número de tomas, el tipo de conmutador de tomas, el rango de corriente, la corriente de ensayo, la resistencia nominal y los límites de resistencia. También es posible compensar la temperatura de ensayo. El equipo de prueba controla la corriente de salida durante la ensayo, y emite el comando de cambio de toma. En la pantalla aparece:

- La corriente de prueba
- El número de tomas
- Para la resistencia estática: la tensión de prueba y resistencia, también compensada
- Para la resistencia dinámica: los valores medidos son el Rizado y la Pendiente y una representación gráfica de los perfiles de corriente y resistencia. La medida de resistencia dinámica se ejecuta también sin la opción STCS.

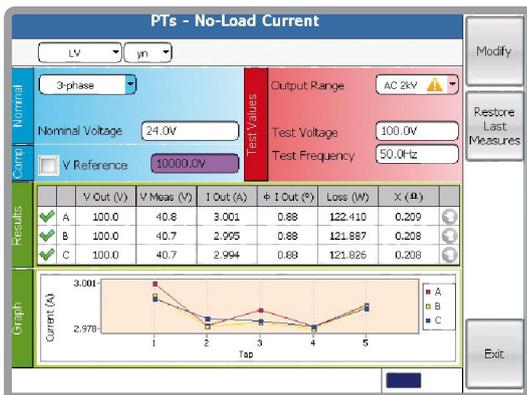


ENSAYO DE UN TP

• CORRIENTE DE EXCITACIÓN

La prueba se realiza mediante el módulo TD 5000 opcional, o utilizando la fuente interna de alta tensión hasta 2 kV y después de conectar la fuente de corriente alterna de alta tensión al objeto de ensayo. Los parámetros de entrada son: el número de tomas, el tipo de conmutador de tomas, la tensión de prueba, la frecuencia. El equipo de prueba aplica alta tensión y mide la corriente de salida durante la prueba. En la pantalla aparece:

- La tensión de ensayo
- La corriente y el decalaje de fase
- Las pérdidas de potencia
- La reactancia.

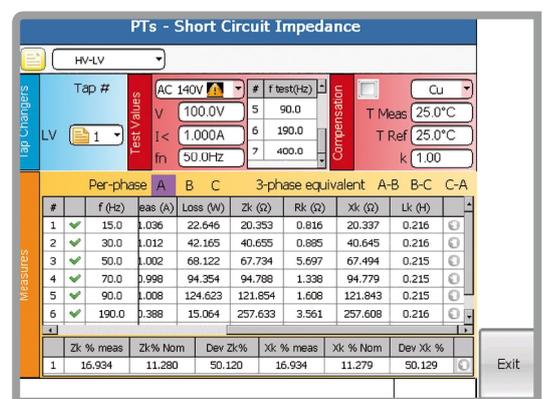


ENSAYO DE UN TP

• IMPEDANCIA DE CORTOCIRCUITO

El ensayo se realiza aplicando baja corriente alterna al devanado del objeto a ensayar mientras los otros devanados están cortocircuitados. Se mide la tensión asociada y el desplazamiento de fase. Los parámetros de entrada son: la corriente y la frecuencia de prueba, el tipo de devanado, la fase ensayada. También es posible compensar la temperatura del ensayo. El equipo de prueba mide la tensión de salida, y calcula los parámetros relacionados. En la pantalla aparece:

- Desplazamiento de fase, pérdidas de potencia, R, X, Z y la inductancia del transformador;
- Impedancia de cortocircuito expresada en valores unitarios.





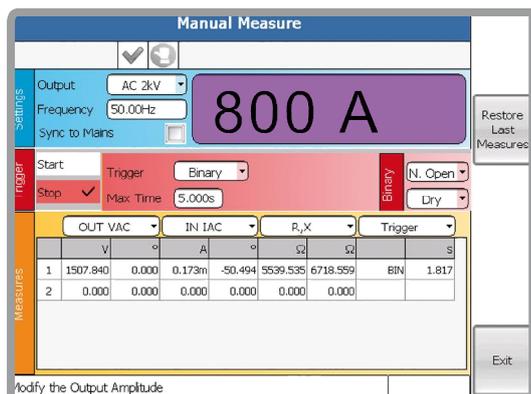
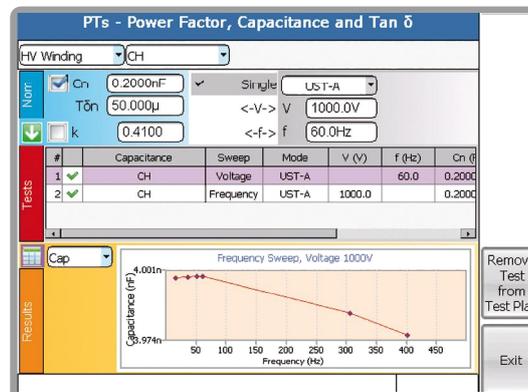
ENSAYO DE UN TP

- **FACTOR DE POTENCIA, CAPACIDAD Y TANGENTE DELTA**

Con el módulo opcional TD 5000

La prueba se realiza conjuntamente con el módulo opcional TD 5000 y conectando la fuente de alta tensión alterna al objeto a ensayar. Los parámetros de entrada son: devanado, tensión y frecuencia de prueba, modo de prueba y capacidad nominal, FP y FD nominales. En la pantalla aparece:

- Tensión, corriente y frecuencia de ensayo
- Capacidad, tangente delta (δ), factor de potencia
- Datos de potencia: activa, reactiva, aparente
- Impedancia: módulo, argumento, componentes.



ENSAYO DE INTERRUPTORES Y RELÉS

- **PRUEBAS DE INTERRUPTORES Y RELÉS PRIMARIOS Y SECUNDARIOS**

La selección permite una entrada en rampa o la inyección de los parámetros de prueba y mide el umbral de relé y el retardo de disparo del interruptor de media tensión o del relé. También es posible medir tensiones y corrientes externas. Con el módulo opcional BUX 5000 es posible realizar pruebas de alta corriente, hasta 7000 A. Los parámetros de entrada son: rango de corriente, corriente de salida, tensión de salida, frecuencia. Se puede habilitar la medida del tiempo en la entrada digital o en el momento de la caída de la corriente aplicada (en pruebas de interruptores de media tensión) y establecer el tipo de entrada digital (con o sin potencial). La pantalla muestra los siguientes datos:

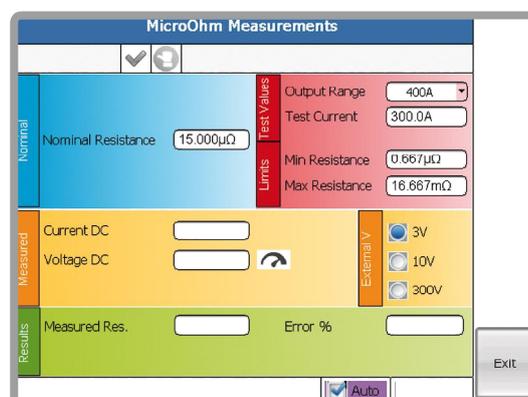
- Corriente o tensión de prueba
- Retardo de disparo
- Medida de tensión y corriente externas.

ENSAYO DE INTERRUPTORES

- **RESISTENCIA DE CONTACTOS EN CONTINUA**

La prueba de resistencia de contactos se realiza utilizando la salida de alta corriente continua. El equipo de prueba mide la resistencia del contacto hasta el rango μOhm . Con la misma selección también es posible medir mayores resistencias. Los parámetros de entrada son: rango de corriente de salida, corriente de ensayo y los límites de la resistencia. En la pantalla aparece:

- Corriente continua
- Tensión continua
- Resistencia.



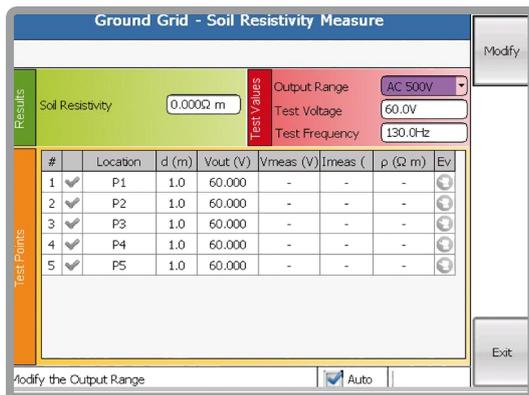
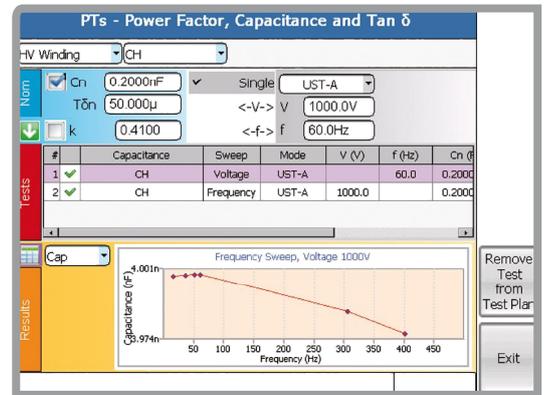
ENSAYO DE INTERRUPTORES

- **FACTOR DE POTENCIA, CAPACIDAD Y TANGENTE DELTA**

Con el módulo opcional TD 5000

La prueba se realiza conjuntamente con el módulo opcional TD 5000 y a continuación conectando la fuente de alta tensión alterna a ensayar. Los parámetros de entrada son: devanado, tensión y frecuencia de prueba, modo de ensayo y capacidad nominal, FP y FD nominales. En la pantalla aparece:

- Tensión, corriente y frecuencia de ensayo
- Capacidad, tangente delta (δ), factor de potencia
- Datos de potencia: activa, reactiva, aparente
- Impedancia: módulo, argumento, componentes.



RESISTIVIDAD DEL TERRENO Y RESISTENCIA

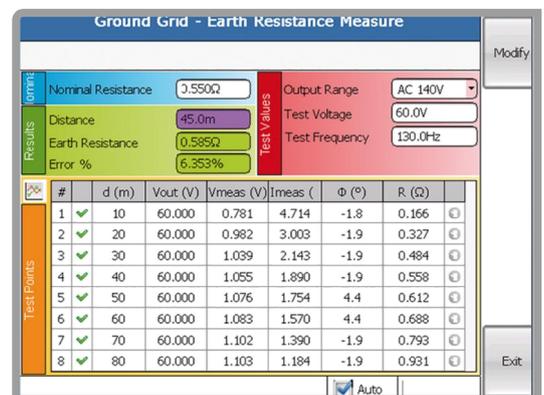
- **RESISTIVIDAD DEL TERRENO**

El ensayo de resistividad del terreno se ejecuta aplicando tensión AC a las picas de corriente, y midiendo la corriente inyectada y la tensión a través de las picas de tensión. Para el ensayo de resistividad, los parámetros a entrar son: rango de tensión, corriente de ensayo, frecuencia de ensayo. La pantalla muestra: ubicación, distancia entre sondas, tensión de salida, tensión entre sondas, corriente de salida, resistividad correspondiente, evaluación.

RESISTIVIDAD DEL TERRENO Y RESISTENCIA

- **RESISTENCIA DE LA MALLA DE TIERRAS**

El ensayo de la resistencia del mallado de tierra se ejecuta aplicando corriente entre la malla de tierra y las picas de tierra auxiliares. Con la opción STLG el ensayo se ejecuta utilizando una línea aérea para conectar la tierra remota. Para el ensayo de resistencia, los parámetros de entrada son: rango de tensión de salida, corriente del ensayo, frecuencia de ensayo. La pantalla muestra: distancia de la sonda de ensayo, tensión de salida, tensión de la sonda de ensayo, corriente de salida, desfase de ángulo, resistencia de tierra, evaluación.

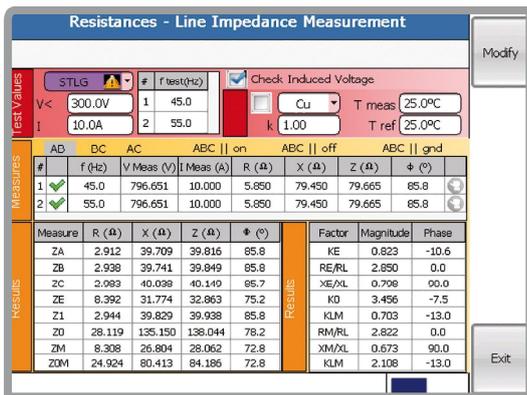
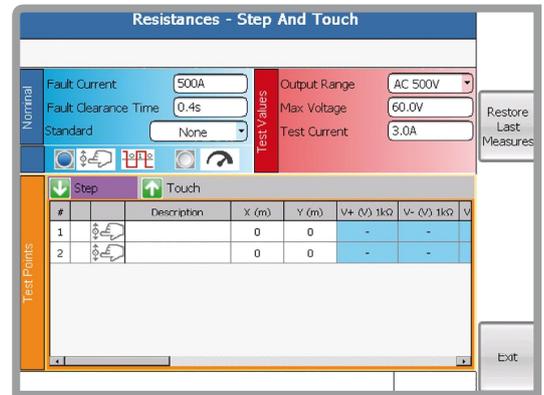




RESISTIVIDAD DEL TERRENO Y RESISTANCIA

• TENSIONES DE PASO Y CONTACTO

El ensayo de tensión de paso y contacto se ejecuta aplicando corriente entre la malla de tierras y las picas de tierra auxiliares, y midiendo la tensión de paso y contacto con las sondas de prueba. Con la opción STLG, la generación de corriente se ejecuta utilizando una línea aérea para conectar la tierra remota. Gracias a la opción STLG, se pueden alcanzar mayores corrientes. Los parámetros de entrada son: corriente de falta de la subestación, tiempo de despeje de la falta, resistencia paralela en las sondas de prueba. Otras selecciones son: rango de tensión de salida, corriente de ensayo, frecuencia de ensayo. Por último, el usuario selecciona el modo de medida: manual o con STS, y la norma de referencia. La pantalla muestra los siguientes datos: corriente de ensayo, descripción de la ubicación, coordenadas de la ubicación, tensión medida, tensión en caso de falta.



MEDIDA PARÁMETRO DE LÍNEA DE TRANSPORTE

• IMPEDANCIA DE LÍNEA

El ensayo de impedancia de línea tiene por objetivo el verificar el valor calculado del coeficiente de tierra KL para las líneas aéreas de AT. Este es un parámetro crítico para el ajuste de los relés de distancia: un valor incorrecto puede provocar una localización de la falta, incorrecta. El ensayo se ejecuta inyectando corriente en las líneas, de diferentes maneras: línea a línea, tres líneas a tierra, con líneas en paralelo con o sin carga. Con la opción STGL, la generación de corriente se puede ejecutar incluso en presencia de tensiones inducidas. El equipo mide la corriente inyectada y la caída de tensión correspondiente y el desfase de ángulo. Los parámetros de entrada son: máxima tensión y corriente de ensayo. Otros parámetros son el material de la línea y la temperatura de ensayo. Los ensayos se ejecutan a frecuencias de ± 5 Hz con respecto a la frecuencia de línea, para eliminar el ruido eléctrico. A la izquierda, la pantalla muestra los valores medidos y calculados de las impedancias; a la derecha, los factores de corrección calculados.

OTRAS FUNCIONES

• SOFTWARE PADS

El software permite hacer varias tareas, tales como:

- Control remoto desde el PC de STS y TD
- Crear un plan de ensayo
- Descargar los resultados de ensayo almacenados mediante un cable Ethernet
- Crear y personalizar informes de ensayo
- Imprimir los resultados de ensayo



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL STS 5000

GENERADOR PRINCIPAL

El generador principal tiene seis salidas: alta corriente alterna, alta corriente continua, baja corriente alterna, baja corriente continua, alta tensión alterna, baja tensión alterna. El ajuste de las salidas se realiza automáticamente una vez se han establecido los parámetros de la prueba. La frecuencia generada puede ser definida por el usuario o sincronizada a la frecuencia de la red (con la opción del sincronizador de línea de potencia). Las siguientes especificaciones se aplican a la utilización de estas salidas, de forma independiente.

Salida de alta corriente CA - Alimentación 230 V AC * / **

SALIDA CORRIENTE A CA	POTENCIA MAX VA	DURACION MAX ENSAYO s	FRECUENCIA Hz
800	4800	25	15 a 500
600	3780	200	15 a 500
400	2560	500	15 a 500
300	1940	15 min	15 a 500
200	1300	> 2 horas	15 a 500

NOTA: la amplitud de salida puede decrecer para frecuencias por debajo de 50Hz y por encima de 60 Hz.

- . Conexión: dos zócalos de alta corriente con protección de seguridad
- . Precisión: < 0,1% de la lectura , < 0,1% del rango.
- . Error de fase: < 0.1°.

Salida de alta corriente CC * / **

SALIDA CORRIENTE A CC	POTENCIA MAX W	DURACION MAX ENSAYO s
400	2600 W	140
300	1950 W	3 min
200	1300 W	> 2 horas
100	630 W	>> 2 horas

- . Conexión: dos zócalos de alta corriente con protección de seguridad
- . Precisión: < 0,2% de la lectura, < 0,05% del rango.

Salida de alta tensión AC **

La alta tensión de salida alterna se aísla mediante un interruptor de alta tensión en el interior del equipo de pruebas. Este interruptor se cierra sólo cuando el operador selecciona una prueba de alta tensión, después de habilitar la tecla de activación y después que el botón START esté presionado. Están disponibles tres rangos de voltaje.

* No disponible en el modelo STS 4000

** No disponible en el modelo STS 3000 light Y TDX 5000

SALIDA TENSION MAX V	SALIDA CORRIENTE A	OUTPUT POWER VA	DURACION MAX ENSAYO s	FRECUENCIA Hz
2000	1.25	2500	60	15 a 500
2000	1	2000	130	15 a 500
2000	0.5	1000	> 2 horas	15 a 500
1000	2.5	2500	60	15 a 500
1000	2	2000	130	15 a 500
1000	1	1000	> 2 horas	15 a 500
500	5	2500	60	15 a 500
500	4	2000	130	15 a 500
500	2	1000	> 2 horas	15 a 500

- . Conexión de salida: dos zócalos de alta corriente con protección de seguridad.
- . Precisión: < 0,05% de la lectura, < 0,05% del rango.
- . Error de fase: 0.1° (en rango de 2000V).

El equipo de ensayo mide la corriente generada por la salida de AT.

RANGO CORRIENTE A	PRECISION	PHASE ERROR
5	< 0.2% lectura < 0.05% rango	< 0.1°
0.5	< 0.05% lectura < 0.05% rango	< 0.1°
0.05	< 0.1% lectura < 0.1% rango	< 0.2°

Notas:

- . Los valores de precisión están referenciados a las medidas internas de las salidas
- . Las tolerancias son valores típicos
- . La potencia de salida se reduce con una alimentación de red de 110 V.
- . La amplitud de salida puede decrecer para frecuencias por debajo de 50Hz y por encima de 200 Hz.

Salida de baja corriente alterna **

- . Máxima corriente de salida: 6 A o 3 A CA.
- . Máxima tensión de salida: 70 V CA o 140 V CA.
- . Máxima potencia de salida: 360 VA.
- . Conexión: 2 zócalos para bananas de seguridad de 4mm.
- . Rango de frecuencia: 15 - 500 Hz.

Salida de baja corriente continua **

- . Máxima corriente de salida: 6 A CC.
- . Máxima tensión de salida: 65 V CC.
- . Máxima potencia de salida: 360 W.
- . Conexión: 2 zócalos para bananas de seguridad de 4mm.

Salida de baja tensión alterna **

- . Rango de tensión: 140 o 70 V CA.
- . Potencia de salida: 420 VA.
- . Rango de frecuencia: 15 - 500 Hz.
- . Conexión: 2 tomas banana de seguridad de 4 mm.

Frecuencia de salida

- . Rango de frecuencia de salida AC: 15 a 500 Hz.
- . Resolución de frecuencia: 10 mHz.





MEDICIONES DE ENTRADAS EXTERNAS

Corriente y tensión

Es posible medir la corriente y la tensión de un generador externo. Hay disponibles 3 grupos de medida:

- CA o CC hasta 10 A.
- Tensión CA con dos conexiones:
 - o Rango alto, hasta 300 V CA.
 - o Rango bajo, hasta 3 V CA.
- Tensión CC hasta 10 V DC.

La entrada seleccionada se muestra en el panel frontal mediante un LED.

Resolución y precisión

ENTRADA	RANGO	PRECISION ± % lectura ± %rango
CORRIENTE AC	1 A; 10 A	<%0.05 <%0.05
CORRIENTE DC	1 A; 10 A	<% 0.03 <%0.08
ALTA TENSION AC	300 mV; 3 V; 30 V; 300 V	<%0.15 <%0.05 <%0.05 <%0.05
BAJA TENSION AC	30 mV 300 mV 3 V	<%0.1 <%0.25 <%0.08 <%0.08 <%0.03 <%0.08
TENSION DC	10 mV; 100 mV 1 V; 10 V	<%0.05 <%0.15 <%0.03 <%0.08

Cronómetro

El equipo de prueba permite ensayar relés de protección. En este modo de funcionamiento, la corriente o la tensión de prueba puede ser en forma de rampa o escalonada. Cuando cambia la salida, arranca un cronómetro, que se detiene cuando la entrada digital detecta que el relé ha disparado o la salida se ha interrumpido. Características de la entrada digital:

- La entrada puede ser seleccionada como normalmente abierta o normalmente cerrada.
- El cronómetro puede arrancar a partir de una entrada analógica (corriente o tensión).
- El cronómetro puede arrancar y parar al cambio de una entrada digital, tanto por contacto con potencial como por contacto seco.
- Tipo de entrada: seca o con potencial. Entrada máxima: 300 V CA o CC.
- Umbrales de tensión: 5 V, 24 V, 48 V o > 80V.
- Resolución de tiempo de: 1 ms.

Ángulo de fase

El equipo de ensayo mide el ángulo de fase entre los dos parámetros de alterna seleccionados utilizados durante el ensayo.

MEDIDA	RANGO	RESOLUCIÓN	PRECISION
FASE	0 - 360	0.01°	< 0.1°

OTRAS MEDIDAS:

Partiendo de medidas externas o internas, el equipo de ensayo calcula los siguientes parámetros:

RELACIÓN	POLARIDAD
CARGA	PUNTO DE SATURACIÓN
RESISTENCIA	

Para la medida de la relación de transformación en transformadores de corriente, tensión y potencia se aplica:

- Rango: de 0 a 9999
- Resolución: 1
- Precisión: <%0.15% de la lectura <%0.15% de rango.

Medida de resistencia

Para la prueba de resistencia aplica lo siguiente:

FUENTE	RANGO	PRECISION
ALTA CORRIENTE DC 400 A	10 µOhm a 10 mOhm	<0.7% <0.5%
BAJA CORRIENTE DC 6 A	100 mOhm a 10 Ohm	<0.3% <0.2%
MEDIDOR V DC	100 Ohm a 20 kOhm	<0.6% <0.5%

. Las precisiones son valores típicos

PANTALLA

La gran pantalla gráfica dispone de las siguientes características:

- Píxeles: 640x480, en color
- Tipo LCD: TFT
- Área de visión: 132 x 99 mm
- Luz posterior.

OTRAS CARACTERÍSTICAS

Interfaces de comunicación

- ETHERNET para la conexión al PC
 - Puerto USB para memoria USB
- Interfaces para módulos externos:
- Comandos para TD 5000 y STCS
 - Alarmas de luz intermitente
 - Entrada de arranque remoto.

Alimentación de red

100-230 V ± 15%; 48-62 Hz.

Máxima corriente de alimentación: 16 A.

Dimensiones: 450 (an) x 400 (al) x 230 (pr) mm.

Peso: 29 kg.

NORMATIVA APLICABLE

El equipo de prueba se ajusta a las directivas de la CEE sobre compatibilidad electromagnética y equipos de baja tensión.

. **Compatibilidad electromagnética:** directiva 2004/108/EC. Norma aplicable: EN61326-1: 2006

. **Directiva de baja tensión:** 2006/95/EC. Normas aplicables: CEI EN 61010-1:2001. En particular:

. Protección de entradas / salidas: IP 2X - IEC69529, IP 4X para la salida de alta tensión.

. Temperatura de funcionamiento: -10°C a 55°C.

. Temperatura de almacenamiento: -20°C a 70°C.

. Humedad relativa: 5 - 95% sin condensación.

ACCESORIOS STANDARD CABLES ESTÁNDAR DE CONEXIÓN

- . N. 1 Cable de alimentación, 2 m de largo
- . N. 1 Cable de puesta a tierra, 6 m de largo
- . N. 1 Cable de interfaz para el puerto USB
- . N. 1 Cable de interfaz ETHERNET
- . N. 1 USB pen drive
- . N. 2 Cables de conexión de alta corriente, 70 mm sección, 6 m de largo (9 m de largo opcionalmente), para las pruebas de hasta 800 A.
- . N. 2 Cables de conexión de alta tensión, 6 m de largo (10 m de largo opcionalmente), 5 kV, con pantalla de tierra.
- . N. 6 Cables de conexión, tres rojos y tres negros, 2,5 mm sección, 6 m de largo (10 m de largo opcionalmente), para la conexión de: salida de corriente CC, salida de baja tensión CA, entrada digital.
- . N. 4 Mordazas para conexión de mediciones de baja tensión o baja corriente, dos rojas y dos negras, con un cable corto que termina con un zócalo para banana.
- . N. 6 pinzas "Kelvin", con dos zócalos cada uno, para conectar el generador y la medida.
- . N. 1 Cable para la conexión de medición de 3 V, con pantalla, 6 m de largo (10 m de largo opcionalmente).
- . N. 1 Cable para la conexión de medición de 10 V con pantalla, 6 m de largo (10 m de largo opcionalmente).
- . N. 4 Pinzas cocodrilo para las conexiones de las medidas (2 rojos, 2 negro).
- . N. 1 cable corto rojo para la medida de corriente.
- . N. 1 Maleta de transporte de los cables de conexión.
- . Se pueden suministrar opcionalmente cables de conexión extra largos para instalación de MAT (> 700 kV).

MALETA DE TRANSPORTE

La maleta de transporte permite suministrar el STS 5000 sin preocuparse de choques, hasta una caída de 1 m. Se suministra con asas y ruedas.

STSA Y STSA 3V - AUTOVALVULA

Estos dispositivos se aplican a los modelos STS 5000 y STS 4000 y limitan los picos generados en la entrada de medida de tensión DC si durante el ensayo de resistencia de devanado, el circuito se abre por error. Incluye una autoválvula más dos fusibles.



STSA

ACCESORIOS OPCIONALES

BUX 5000 - BUX 3000 Y BUX 2000 - AMPLIFICADOR EXTERNO DE MUY ALTA CORRIENTE

El módulo BUX 5, BUX 3000 y BUX 2000 permite realizar ensayos de muy alta corriente primaria, alcanzando 5000A, 3000 A o 2000 A. Incorpora:

- Un transformador de potencia, que genera una baja tensión y una alta corriente de salida.
- Un TC, que mide la corriente de salida y envía la medida al STS 5000.



Características del módulo opcional:

BUX 2000

CORRIENTE ENSAYO A	POTENCIA SALIDA VA	DURACION ENSAYO s
500	700	INFINITO
1000	1500	60
2000	5000	25

BUX 3000

CORRIENTE ENSAYO A	POTENCIA SALIDA VA	DURACION ENSAYO s
1000	900	INFINITO
2000	2400	300
3000	4800	60

BUX 5000

CORRIENTE ENSAYO A	POTENCIA SALIDA VA	DURACION ENSAYO s
1000	700	INFINITO
2000	1500	300
3000	2700	30
4000	4200	20
5000	5500	10

- Rango de frecuencia: 15 - 500 Hz.*
- Peso: BUX 2000 18 kg, BUX 3000 15 kg; BUX 5000 19 kg sin cables de conexión ni pinzas.
- Dimensiones para los modelos BUX 2000 y BUX 3000: diámetro externo 190 mm; altura 120 mm
- Dimensiones para el modelo BUX 5000: diámetro externo 200 mm, altura 170 mm



Todos los amplificadores externos de corriente se suministran con:

- . 4 cables, 95 mm², 2 m con 2 pinzas de alta corriente para BUX 2000
- . cable de alta corriente formado por 4 cables, 95 mm², 1,2 m con 2 pinzas de alta corriente para BUX 3000
- . 12 cables, 95 mm², 0,8 m con 4 pinzas de alta corriente para BUX 5000
- . un cable de alimentación, 20 m
- . un cable de medida, 20 m, para la medida de la corriente de salida

Además, el módulo se suministra con 2 cables de medición para la conexión del secundario del TC.

* La amplitud de salida puede decrecer para frecuencias por debajo de 50Hz y por encima de 60 Hz.

MÓDULO CONMUTADOR DE CIRCUITO STCS

Esta opción aplica al ST S5000 y al STS 4000, cuando es necesario realizar una de las siguientes pruebas: resistencia de una bobina, relación de transformación en TP, ensayo dinámico de OLTC. El módulo externo STCS permite realizarlas de forma automática. La conexión a las fases del transformador a ensayar (y al STS 5000) se lleva a cabo sólo una vez; así todas las pruebas se realizan sin interrupción.



STCS

Características del equipo:

- . Entradas desde el STS: máximo 300 V AC, o 6 A DC.
 - . Orden de maniobra del conmutador de tomas: máximo 240 V AC o 110 V DC.
 - . Salidas a medidas del STS: 300 V AC o DC o 10 V DC.
- Este módulo opcional se suministra completo con los siguientes cables de conexión (los cables estándar se pueden solicitar por separado):
- . N. 10 Cables coaxiales para conexiones de baja tensión.
 - . N. 2 Cables, 2 m de largo, para la conexión a la salida de alta tensión.
 - . N. 6 Cables, 2 m de largo, para conexiones de baja tensión.
 - . N. 1 Cable de conexión al puerto EXT. DEVICES del STS 5000.
 - . N. 6 Adaptadores de banana a terminal.
 - . N. 8 Pinzas "Kelvin" para la conexión del generador y del medidor al primario o secundario del TP.
 - . N. 1 Cable de puesta a tierra, 6 m de largo.
 - . N. 2 Maletas de transporte.

MÓDULO DE RESISTENCIA DE DEVANADOS PARA ENSAYOS DE TP HASTA 20A



AMPLIFICADOR STCS DE 20 A DC

Esta opción aplica al ST S5000 y al 4000 y tiene que estar conectada el STCS, que controla este módulo. El módulo de resistencia de devanados de 20A permite ejecutar los ensayos de resistencia en un TP con una corriente de hasta 20A, que es mucho mayor que la suministrada directamente por el STS 5000 o STS 4000 (sólo 6 A). Características del módulo:

- . Corriente de salida máxima: 20 A.
 - . Potencia máxima en los zócalos de salida: 400 W.
 - . Interruptor de salida de corriente: controlado por el STCS.
 - . Amplitud de salida de corriente: controlado por el STS 5000.
- La opción viene completa con los cables.

DESMAGNETIZADOR DE TRANSFORMADOR DE POTENCIA STDE



STDE

Esta opción permite neutralizar la magnetización residual del núcleo del transformador de potencia después del ensayo de resistencia de devanado. El principio de la opción es aplicar una corriente constante de polaridad alternada al devanado del transformador, como indica la norma IEEE 0062 1995.

Características del equipo.

- . Generador de corriente constante, tensión limitada
 - . Corriente de ensayo máxima: 7 A DC
 - . Tensión de ensayo máxima: 70 V DC
 - . Estabilidad de la corriente de salida: mejor que 0.5% del valor nominal
 - . Inversión automática de la dirección de la corriente.
- La opción está conectada al STS mediante el conector de control, que alimenta sus circuitos y emite las órdenes de generación. La potencia se toma del generador de corriente DC de baja potencia del STS.
- . Caja: maleta de plástico con asa.

MÓDULO STLG PARA MEDIDA DE IMPEDENCIA DE LÍNEA Y MALLAS DE TIERRA

Esta opción permite ejecutar ambos tipos de ensayos: resistividad del terreno, resistencia de mallas de tierra, ensayos de paso y contacto, y los coeficientes de secuencia homopolar y coeficientes de acoplamiento mutuo en líneas aéreas.

Esta opción aplica para los modelos STS 5000 y STS 4000.

El STLG es un transformador de potencia elevada, que incrementa la salida de corriente. Un interruptor de alta corriente permite seleccionar el rango de corriente deseado. Un voltímetro muestra la tensión generada.



STLG

La opción toma la potencia del conector EXT. BOOSTER del STS. La corriente y tensión de salida se miden y se retornan a las entradas de medida del STS; una tercera salida permite al STS conocer el rango seleccionado. Las características del equipo son las siguientes.

- . Entrada: desde el STS 5000, mediante el conector booster.
- . Rangos de corriente de salida: 10, 22, 35, 55, 105 A AC
- . Potencia de salida: 1800 VA permanente; 5200 VA de pico durante 10 s
- . Interruptor selector de rango de alta corriente
- . Voltímetro de salida analógico. Rango medida: 600 V AC
- . Salidas al STS 5000: rango de salida de corriente seleccionado, corriente de salida y tensión de salida.

Todos los cables de conexión necesarios están incluidos en la opción. Pinza de corriente suministrada: rango de 400 A.

Caja: maleta de plástico negra, con asas.

Peso: 25 kg. Dimensiones: 23 x 33 x 44 cm



STSG

MÓDULO DE PUESTA A TIERRA DE SEGURIDAD STSG

Durante los ensayos, el STLG se conecta a la línea aérea a ensayar. El propósito del dispositivo opcional STSG es proteger al usuario contra posibles picos de alta tensión.

El STSG incorpora tres supresores de tensión y un interruptor de alta corriente, para conectar tres líneas en paralelo. Esta opción aplica a los modelos STS 5000 y STS 4000, junto con el STLG. Características de la opción:

- . Tensión nominal de descarga AC (autoválvula): 1000 V rms
- . Tensión de descarga de impulso: 2000 V pico
- . Resistencia al cortocircuito con 25 kAeff / 100 ms; 36 kA eff / 75 ms
- . Conexión mediante tres pernos de bola cilíndricos de 16, 20 o 25 mm de diámetro. El diámetro de la bola a especificar con el pedido.
- . Caja de aluminio de metal con asa
- . Peso: 9.1 kg. Dimensiones: 41 x 21 x 13,5 cm
- . Cable de tierra, incluido: 95 mm², 2 m

KIT DE ACCESORIOS PARA ENSAYOS DE LÍNEA Y MALLAS DE TIERRA

Esta opción aplica a los modelos STS 5000 y STS 4000. La opción es el conjunto de cables de conexión, picas auxiliares y otros accesorios que permiten conectar el STS o el STLG a los equipos de ensayo y ejecutar todos los tipos de ensayo. El kit incluye:

- . Cuatro picas de tierra para el ensayo de resistividad del terreno y para el ensayo de resistencia de tierra.
 - . Dos picas de tierra auxiliares, para los ensayos en lugares pequeños.
 - . Tres cables, montados en tambor, 200 m longitud.
 - . Un dispositivo sincronizador de red, para sincronizar la generación del STS con la red.
 - . Dos sondas de ensayo para el ensayo de paso y contacto.
 - . Un multímetro, digital, tipo verdadero valor eficaz, para los ensayos de resistencia de tierra y de paso y contacto.
 - . Una caja de resistencia para el ensayo de paso y contacto.
- Este kit no se suministra con el módulo para medida de Impedancia de Línea.



KIT DE ACCESORIOS PARA ENSAYOS DE LÍNEA Y MALLAS DE TIERRA



KIT DE IMPEDANCIA DE LÍNEA

El kit consiste en el STLG – módulo de Línea y Mallado y el módulo de puesta a tierra de seguridad STSG, sin los accesorios de línea y mallado.

MODULO VERIFICADOR DE POLARIDAD PLCK



PLCK MODULO VERIFICADOR DE POLARIDAD

La verificación de la correcta conexión de los TC y TT a los relés de protección es un problema debido a que los relés pueden estar instalados a cientos de metros del transformador. PLCK resuelve este problema fácilmente. Cuando se inicia el ensayo, el STS 5000 genera una forma de onda especial, no sinusoidal, que se inyecta en los cables de conexión. La verificación de polaridad se realiza muy fácilmente conectándolo en el lado del relé. PLCK tiene dos luces: verde y roja. La luz verde se enciende cuando la polaridad es correcta; y la luz roja se enciende cuando la polaridad es incorrecta.

INTERRUPTOR DE SEGURIDAD REMOTO



INTERRUPTOR DE SEGURIDAD REMOTO

Si se quiere arrancar el ensayo remotamente desde el equipo de ensayo, el interruptor opcional permite hacerlo, hasta una distancia de 20m, que es la longitud del cable suministrado.

PINZA AMPERIMÉTRICA

Las pinzas de corriente permiten evitar la apertura del circuito de corriente secundario al realizar el ensayo de la carga del primario en un TC. La relación de transformación es de 1000/1; máxima corriente primaria 100 A; diámetro máximo del cable 12 mm.

LUZ ESTROBOSCÓPICA DE AVISO

La luz estroboscópica de aviso alerta cuando se ha finalizado un ensayo, o cuando hay alarmas. La luz se autoalimenta, y se enciende (intermitente) una vez indicada cualquier maniobra del equipo de ensayo. Se incluye también una sirena.

MALETAS DE TRANSPORTE



MALETA DE TRANSPORTE ROBUSTA

Hay disponibles maletas de transporte para los STS 5000, TD 5000 y BUX 3000; todas ellas permiten el transporte del equipo sin tener que preocuparse de los golpes o caídas hasta 1 m. La maleta se completa con asas y ruedas.

CARRO DE TRANSPORTE

El carro facilita el transporte del STS 5000, especialmente cuando se utiliza también el TD 5000. El carro tiene capacidad para albergar ambos equipos, así como el cable de alta tensión del TD 5000.



CARRO DE TRANSPORTE

SFRA 5000 - ANALIZADOR DE RESPUESTA DE BARRIDO DE FRECUENCIA

El SFRA 5000 es un analizador autónomo de respuesta de barrido de frecuencia para el análisis preciso de transformadores que completa los equipos de ensayo de la familia STS y TD 5000. El SFRA 5000 ofrece gran precisión y portabilidad en un solo paquete, suministrado con todos los accesorios necesarios para medidas rápidas, fácil manejo, fiable y repetitividad. Sin la necesidad de un PC para comparar la huella digital de un transformador, el SFR 5000 reduce el tiempo de ensayo permitiendo al usuario completar el ensayo en mucho menor tiempo que antes. El SFRA 5000 viene con su propio software incorporado, dando la posibilidad al usuario de hacer un zoom en una zona del barrido para analizar cualquier diferencia en el gráfico para un mayor detalle durante y después del barrido. Esto permite diagnosticar las faltas tempranas de un transformador con un barrido del transformador, sin la necesidad de un PC.



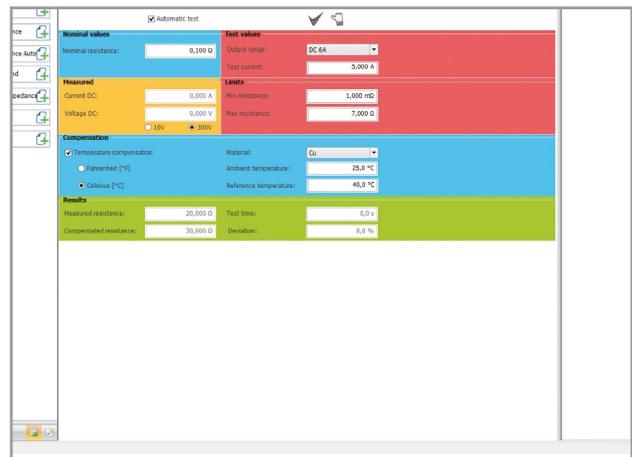
SFRA 5000

- . Análisis de un transformador de forma autónoma con gran precisión
- . La mejor precisión de ancho de banda: básico 0.02dB con una clase de funcionamiento de alta frecuencia
- . La mejor precisión de fase: 0.05 grados básico
- . Rango de frecuencia amplio: 5Hz a 45MHz
- . Pantalla VGA a todo color que permite al usuario ejecutar y almacenar medidas en campo sin PC
- . Software PC incluido: control remoto, tablas, graficos y gestion de base de datos de los resultados
- . Interfaces USB, RS232 y LAN
- . Modo LCR: medidor LCR completo para medir los parámetros LCR de un transformador
- . Varios modos de medida: FRA, RMS, LCR, Osciloscopio
- . En cumplimiento con la norma IEC60076-18
- . Ligero y fácil de transportar

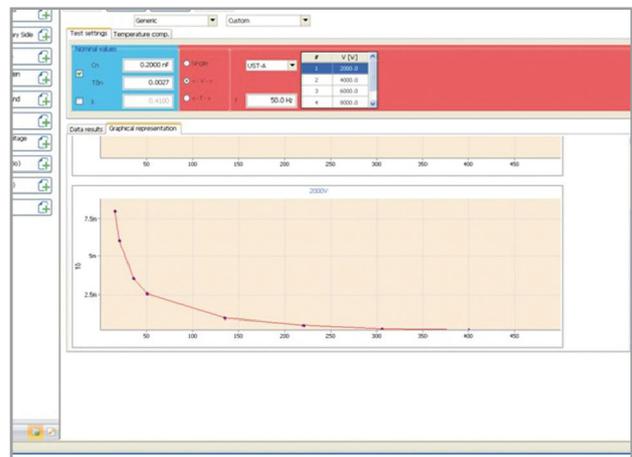
SOFTWARE OPCIONAL

PADS - Power Apparatus Diagnostic Software

PADS – Es una aplicación de software muy potente , incluida en el software TDMS, que permite el control remoto de la familia STS: STS 5000, STS 4000, STS 3000 light. Estos equipos permiten realizar ensayos de: TC, TT, TP, Interruptores y casi todos los otros equipos eléctricos de una subestación.



PADS SOFTWARE



PADS SOFTWARE





Diagnóstico de Capacidad y Tangente Delta para equipos de Alta Tensión

- Módulo opcional para los equipos STS 5000, STS 4000 y estándar para STS 3000 light
- Medición de la tangente delta, capacidad, factor de disipación y ensayo de la corriente de excitación
- Tensión de salida: desde 12 V hasta 12 kV
- Frecuencia variable de salida: 1 - 500 Hz
- Software de gestión de datos y ensayos
- Compacto y ligero
- Tecnología de patente

A P L I C A C I Ó N

En la lista siguiente se enumeran las pruebas que se pueden realizar en transformadores de potencia y equipamiento de alta tensión:

- Tangente delta (o factor de disipación FD): de 0 a más de 100%.
- Capacidad: de 1 pF a 200 μ F.
- Factor de potencia: de 0 a 100%.

Características generales

El generador de alta tensión TD 5000 realiza la medición de la tangente delta, del factor de disipación y de la capacidad de un transformador o de una borna, a la frecuencia de la red eléctrica o en una amplia gama de frecuencias. La medición se realiza por este módulo, equipado con una tecnología con patente solicitada.

El circuito de medida incorpora un condensador patrón de alta tensión, de valor nominal 200 pF, con una tan delta mejor al 0,005%, más un puente de medida patrón, con precisión superior al 0,01% y una deriva térmica inferior a 1 ppm/°C. Los circuitos patentados y la salida de frecuencia variable hacen que los resultados del ensayo sean inmunes al ruido externo.

Selecciones de ensayo disponibles:

. Desconectado de tierra: UST-A; UST-B; UST A+B

. Puesto a tierra: GST; GSTg-A; GSTg-B; GSTg-A+B

El TD 5000 está alimentado y controlado por el STS 5000, STS 4000 o STS 3000 light. Tipo de generador: Generador de alta tensión con control electrónico.



CARACTERÍSTICAS DEL GENERADOR

SALIDA MAX TENSION V	SALIDA CORRIENTE A	DURACION MAX SALIDA T Max	FRECUENCIA Hz
12000	300 mA	240 s	1 a 500
12000	125 mA	> 1 hora	1 a 500
12000	100 mA	continuo	1 a 500

Nota: a 10 kV la salida (valor de corriente y duración) tiene la misma característica.

Nota2: a 10 kV la salida (valor de corriente y duración) tiene la misma característica.

MEDIDA INTERNA	RESOLUCIÓN	PRECISION TÍPICA ±%lectura ±%rango	PRECISION GARANTIZADA %lectura ±%rango
12000 V AC	1V	±0.2%±0.5V	<0.3%+1V
5 A AC (@ entradas A o B> 10 mA)	0.1 mA	±0.2%±1mA	< 0.5%
<10 mA AC (@ entradas A o B)	0.1 µA	±0.2%±0.1µA	<0.3%+0.1µA

Precisión y resolución de la medida de la salida de corriente y tensión
 . Rango de frecuencia: 1 a 500 Hz
 . Conexiones: mediante un conector de AT con doble apantallamiento, dos zócalos de Tierra (caja y pantalla externa del cable de AT), y dos zócalos de medida (A y B).

MEDICIONES DE LAS SALIDAS

• Capacidad

- Rango de medida 1: desde 1 pF a 5µF. Resolución: 6 dígitos; precisión, típica: ± 0.03% del valor ± 0.1 pF; garantizada: < 0.1% del valor + 1 pF (desde 45 a 70 Hz).
- Rango de medida 2: desde 5µF a 200µF. Resolución: 6 dígitos; precisión, típica: ± 0.1% del valor ± 0.1 nF; garantizada: < 0.5% del valor ± 1 nF.

• Tan Delta o factor de Disipación DF

- Rango de medida 1: desde 0 a 10% (capacitivo). Resolución: 5 dígitos; precisión, típica: 0.05% del valor ± 0.005 %; garantizada: 0.1% del valor ± 0.005 % (desde 45 a 70 Hz, corriente < 10 mA).
- Rango de medida 2: desde 0 a 100%. Resolución: 5 dígitos; precisión, típica: 0.3% del valor ± 0.01 %; garantizada: 0.5% del valor ± 0.02 %.
- Rango de medida 3: por encima del 100%. Resolución: 5 dígitos; precisión, típica: 0.5% del valor ± 0.03 %; garantizada: 0.8% del valor ± 0.05 %.

• Factor de Potencia PF (o cos(Φ))

- Rango de medida 1: desde 0 a 10% (capacitivo). Resolución: 5 dígitos; precisión, típica: 0.05% del valor ± 0.005 %; garantizada: 0.1% del valor ± 0.005 % (desde 45 a 70 Hz, corriente < 10 mA).
- Rango de medida 2: desde 0 a 100%. Resolución: 5 dígitos;

precisión, típica: 0.3% del valor ± 0.02 %; garantizada: 0.5% del valor ± 0.02 %.

• Impedancia

Desde 1kOhm a 1400 MOhm. Precisión típica 0.3% del valor ± 0.1%; garantizada <0.5% del valor. Resolución: 6 dígitos. [page 9]

• Potencia

• Rangos de medida: 10 kW, 100 kW, 1 MW. Resolución (5 dígitos): 0.1 mW; precisión: <0.5% del valor ± 1 mW. Los mismos rangos y precisiones aplican a las medidas de potencia reactiva y aparente.

• Inductancia

- Rango de medida 1: desde 1 H a 10 kH. Resolución (5 dígitos): 0.1 mH; precisión, típica: 0.3% del valor ± 0.5 mH; garantizada: 0.5% del valor.
- Rango de medida 2: desde 100 H a 1 MH. Resolución (5 dígitos): 1 H; precisión, típica: 0.3% del valor; garantizada: <0.5% del valor.

• Corriente de excitación

- Rango 1: 10 mA. Resolución: 0.1 µA; precisión, típica: 0.2% del valor ± 0.1µA; garantizada: 0.3% del valor ± 0.1µA.
- Rango 2: 300 mA. Resolución 1 mA; precisión, típica: 0.2% del valor ± 1 mA; garantizada: 0.5% del valor ± 0.5% del rango.

Frecuencia de salida

. Rango de frecuencia de salida AC: 1 a 500 Hz.

Condiciones de máxima interferencia en la línea

. Electroestática: 15 mA rms de la corriente de interferencia en cualquier conductor o cable sin pérdidas de la precisión de medida. Aplicable a una ratio máxima de corriente de interferencia en relación a una corriente de medida 20:1
 . Electromagnética: 500 µT, a 50 Hz en cualquier dirección.

Dimensiones TD 5000: 440 (An) x 345 (Al) x 210 (Pr) mm.
 Peso: 25 kg.

ACCESORIOS STANDARD

CABLES DE ENSAYO

El módulo se completa con los siguientes cables de conexión:

- 1 cable de conexión amarillo-verde, 6 m de longitud ,para las conexiones a tierra, acabado con terminal en un lado, y con una pinza en el otro.
- 2 cables de conexión amarillo-verde, 1 m de longitud, para las conexiones a tierra, acabado con terminales.
- 1 cable de conexión amarillo-verde, 2 m de longitud, para las conexiones a tierra, acabado con terminales.
- 1 cable de conexión al conector BOOSTER del STS, 1 m.
- 1 cable de conexión al conector BOOSTER del STS, 2 m.
- 1 cable de conexión de alta tensión, 20 m, 25 kV, con pantalla a tierra, para la conexión al dispositivo a ensayar, acabado en el lado de éste con un conector banana aislado, y en el lado del TD 5000 con dos conectores: uno para la AT y el otro para la tierra. El cable va montado en un tambor.
- 1 pinza, 25 mm de apertura, con un conector que encaja con





el cable de AT.

- 1 pinza mayor, 40 mm de apertura, con un conector que encaja con el cable de AT.
- 2 cables de conexión apantallados, 20 m, para la conexión a los puntos de medida. Terminados en el lado del TD 5000 con el conector de medida, y en el lado del equipo con un conector banana. Los cables van montados en tambores.
- 2 pinzas, 25 mm de apertura, terminadas con zócalos banana, que permiten conectar al punto de medida.
- 2 pinzas tipo Kelvin, 40 mm de apertura, con conectores banana, que permiten conectar al punto de medida.
- 1 anillo activo, de 1m, con conector.
- 1 cable de conexión de señal al conector EXT.DEVICES del STS, 1 m.
- 1 cable de conexión de señal al conector EXT.DEVICES del STS, 2 m.
- N. 1 Maleta de transporte de los cables de conexión.
- *Se pueden suministrar opcionalmente cables de conexión extra largos para instalaciones de MAT (>700 kV).*

CARRO DE TRANSPORTE

El carro facilita el transporte del STS 5000, especialmente cuando se utiliza también el TD 5000. El carro tiene capacidad para albergar ambos equipos, así como el cable de alta tensión del TD 5000.

MALETA DE TRANSPORTE

La maleta de transporte permite suministrar el TD 5000 sin temer a los golpes (admite caídas de hasta un metro de altura).

ACCESORIOS OPCIONALES

RCTD - REACTANCIA DE COMPENSACION



RCTD

Este módulo está disponible para el TD 5000 y permite incrementar la corriente de ensayo y conseguir la máxima tensión de ensayo con cargas capacitivas grandes. Cada RCTD está compuesto por dos inductancias con un valor nominal de 40H y una corriente estable de 0.4A. La corriente máxima de cada inductancia puede ser hasta 1A durante más de 10s. Las inductancias se pueden conectar en paralelo a la carga con el objetivo de incrementar la frecuencia de ensayo. Se puede conectar dos RCTD en paralelo para tener conectadas conjuntamente tres o cuatro inductancias (2 x 80 H total).

MODULO DE CALIBRACION CAP-CAL



CAP-CAL

El objetivo del calibrador es verificar la correcta medida del TD 5000, y si es necesario, calibrarlo. El calibrador incluye un condensador de alta tensión con una precisión extremadamente alta, que viene con un certificado emitido por la ISA.

CÉLULA STOIL PARA EL ENSAYO DE RIGIDEZ DIELECTRICA DE ACEITES AISLANTES



OIL CELL

Este módulo opcional permite ensayar para verificar que las características del aceite de aislamiento se cumplan, y que no haya contaminación. El equipo está formado por un recipiente adecuado de vidrio con electrodos; los electrodos se conectan a la opción TD 5000 para la ejecución de la prueba. El resultado de la prueba, que se muestra en el STS 5000, es la tangente delta del aceite. Característica de la célula:

- Tensión máxima de prueba: 12 kV.
- Volumen: 1 l.
- Capacidad de la célula vacía: 60 pF.

TERMOHIGROMETRO DIGITAL

Un cierto número de ensayos realizados con el STS, como son el ensayo de la resistencia de bobina y Tan Delta están influenciados por la temperatura y la humedad. La opción permite medir estos parámetros e introducirlos en los ajustes del ensayo. Características de medida:

- Rango de temperatura: -10°C a 60 °C
- Precisión de medida de temperatura: $\pm 0,4^{\circ}\text{C}$
- Rango de medida de humedad: 5% a 95% HR.
- Precisión de la medida de humedad: $\pm 2,5\%$ HR, en el rango completo.
- Dimensiones: 141 x 71 x 27 mm. Peso: 150 g.

INFORMACIÓN DE PEDIDO

CODIGO	MODULO
10175	STS 5000 – suministrado con software TDMS*, STSA, conjunto estándar de cables de ensayo y maleta de transporte robusta
37175	
20175	STS 4000 - suministrado con software TDMS*, STSA, conjunto estándar de cables de ensayo y maleta de transporte robusta
37175	
65175	TDX 5000 suministrado con software TDMS*, conjunto estándar de cables de ensayo y maleta de transporte robusta
38175	
30175	STS 3000 light - suministrado con software TDMS*, conjunto estándar de cables de ensayo y maleta de transporte
11175	TD 5000 módulo suministrado con cables de ensayo, maleta y carro de transporte
37175	
11175	TD 5000 módulo para el ensayo en alta tensión del Tan Delta en transformadores y bornas terminales, suministrado con cables de ensayo, maleta y carro de transporte
39175	

ACCESORIOS OPCIONALES

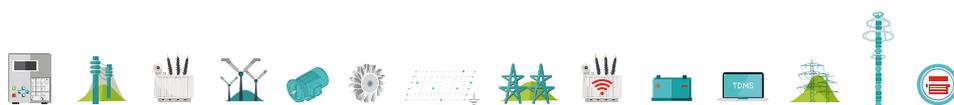
CODIGO	MODULO
10176P	Software PADS (primario)- Módulo de Ensayo Primario, TCs, TTs
10176T	Software PADS (transformador)- Módulo de ensayo de Transformadores de Potencia y Tan Delta
10176F	Software PADS (completo)- Paquete de software completo (incluye 10176P y 10176T)
63175	BUX 5000 Amplificador externo avanzado hasta 5000 A, suministrado con maleta de transporte
50175	BUX 3000 - Amplificador externo avanzado hasta 3000 A, suministrado con maleta de transporte
56175	BUX 2000 - Amplificador externo avanzado hasta 2000 A, suministrado con maleta de transporte
12175	STCS modulo conmutador de circuito
22175	Conjunto de cables de ensayo para STCS
32175	Módulo de resistencia de devanados para ensayos de TP hasta 20A
81175	Kit de ensayo de Paso y Contacto: . Módulo STLG para líneas y mallas de tierra (booster de 100 A) . Conjuntos de cables para STLG . Maleta de transporte robusta para STLG. . Módulo STSG de puesta a tierra de seguridad . Maleta de transporte robusta para STSG . Accesorios para Paso y Contacto, resistencia de tierra/ resistividad

ACCESORIOS OPCIONALES

CODIGO	MODULO
84175	Kit de ensayo de Impedancia de Línea: . Módulo STLG para líneas y mallas de tierra (booster de 100 A) . Conjunto de cables para STLG . Maleta de transporte robusta para STLG . Módulo STSG de puesta a tierra de seguridad . Maleta de transporte robusta para STSG
72175	Perno de 20 mm para kit de Paso y Contacto
73175	Perno de 25 mm para kit de Paso y Contacto
74175	Perno de 16 mm para kit de Paso y Contacto
19102	Conjunto para la medida de resistencia de puesta a tierra y resistividad del terreno
27175	Desmagnetizador de transformador de potencia STDE
13175	STOIL célula de ensayo para el ensayo de rigidez dieléctrica de los aceites de los transformadores
40175	CAP-CAL módulo de calibración
41175	PLCK - Verificador de polaridad
42175	Interruptor de seguridad remoto
43175	Luz estroboscópica de aviso
44175	Termohigrómetro térmico digital
47175	RCTD - Reactancia de compensacion
48175	Conjunto de cables de ensayo para RCTD
19175	Maleta de transporte
16102	Pinza de corriente 1/1000 Max 100A
90175	SFRA 5000, supplied with cables, software and transport case
14175	Conjunto de cables de ensayo para TD 5000
15175	Conjunto de cables de ensayo para STS 5000
16175	Conjunto de cables de ensayo de mayor longitud para STS 5000 (opcional)
17175	Maleta de plástico de transporte robusta para STS 5000
18175	Carro para la familia de equipos de ensayo STS y TD 5000
19175	Maleta de plástico de transporte robusta para TD 5000
51175	Maleta de plástico de transporte robusta para BUX 3000
52175	Adaptador BU2000-STG
57175	Cables de conexión extra largos para instalaciones de MAT

* PADS – El software de diagnóstico de Equipos Eléctricos NO está incluido en el precio básico del equipo. Se tiene solicitar expresamente.

Para USA y Alemania solo se suministra el equipo de ensayo STS 3000 light con el módulo TD 5000 y/o TDX 5000.





STS 5000

TABLA COMPARATIVA DE LOS EQUIPOS DE LA FAMILIA STS

Num.	PRUEBA	DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO	STS 5000	STS 4000	TDX 5000
1	TC	Relación TI. Método de tensión	✓	✓	NO DISPONIBLE
2	TC	Relación, polaridad y carga con alta corriente AC	✓	CON BUX	NO DISPONIBLE
3	TC	Carga, lado secundario; ALF/ISF	✓	✓	NO DISPONIBLE
4	TC	Curva de excitación	✓	✓	NO DISPONIBLE
5	TC	Devanado o resistencia de carga	✓	✓	NO DISPONIBLE
6	TC	Tensión soportada	✓	✓	NO DISPONIBLE
7	TC	Verificación de la polaridad	✓	NO DISPONIBLE	NO DISPONIBLE
8	TC	Transformadores con bobina Rogowsky	✓	CON BUX	NO DISPONIBLE
9	TC	Transformadores de baja potencia	✓	CON BUX	NO DISPONIBLE
10	TC	Mediciones de Tan Delta	CON TD 5000	CON TD 5000	✓
11	TT	Relación; polaridad	✓	✓	NO DISPONIBLE
12	TT	Carga, lado secundario	✓	✓	NO DISPONIBLE
13	TT	Relación, transformadores electrónicos	✓	✓	NO DISPONIBLE
14	TT	Tensión soportada	✓	✓	NO DISPONIBLE
15	TT	Verificación de la polaridad	✓	NO DISPONIBLE	NO DISPONIBLE
16	TT	Mediciones de Tan Delta	CON TD 5000	CON TD 5000	✓
17	TP	Relación por toma	✓	✓	NO DISPONIBLE
18	TP	Grupo vectorial	✓	✓	NO DISPONIBLE
19	TP	Resistencia estática y dinámica de los contactos del CTC	✓	✓	NO DISPONIBLE
20	TP	Corriente de excitación	CON TD 5000	CON TD 5000	✓
21	TP	Impedancia de cortocircuito	✓	✓	NO DISPONIBLE
22	TP	Mediciones de Tan Delta	CON TD 5000	CON TD 5000	✓
23	Interruptores	Ensayo de resistencia de alta corriente CC. Micro óhmetro	✓	NO DISPONIBLE	NO DISPONIBLE
24	Interruptores	Mediciones de Tan Delta	CON TD 5000	CON TD 5000	✓
25	Relé Int de TT	Umbral de corriente y tiempo	✓	✓	NO DISPONIBLE
26	Resistencia	Resistencia puesta a tierra y resistividad	✓	✓	NO DISPONIBLE
27	Resistencia	Tensiones de paso y contacto	✓	✓	NO DISPONIBLE
28	Líneas	Medición de la impedancia de línea y parámetros relacionados	✓	✓	NO DISPONIBLE
29	Banco de condensadores	Medida de la capacidad	CON TD 5000	CON TD 5000	✓