

MD-5060e

Megóhmetro digital

Guía del Usuario



Precauciones de seguridad

En los ensayos que se realizan utilizando este megóhmetro hay involucradas tensiones peligrosas. Si bien la corriente de salida del megóhmetro está limitada, las capacidades exteriores se cargan a potenciales muy elevados y no hay protección respecto de ellas, razón por lo cual pueden producir una descarga que puede llegar a ser fatal si no se aplicaran rigurosamente las normas de seguridad pertinentes.

Para la utilización segura del MD-5060e es fundamental que las personas que lo utilicen, sigan las instrucciones y advertencias indicadas en este manual, así como todas las medidas de seguridad habituales.

Estos equipos deben ser operados únicamente por personas calificadas.

Índice

Precauciones de seguridad	4
Descripción	6
Instrucciones de Uso	6
Función de los controles del panel	6
Teclado	7
Indicadores luminosos (led's)	7
Indicadores	7
Display	7
Escala analógica de barras (bar-graph)	8
Indicador luminoso de alta tensión	8
Cronómetro incorporado	8
Número del ensayo realizado	8
Funciones especiales	8
Selección de tensión (V TEST)	8
Tensiones predeterminadas	8
Disminuir / Aumentar tensión de ensayo	8
Timer	8
Voltímetro	8
Límite (LIM)	9
Memoria (HOLD)	9
Filtro (FILTER)	9
Índice de absorción dieléctrica (DAI)	9
Índice de polarización (PI)	9
Verificación del estado de la batería	9
Función Impresora (opcional)	10
Auto-apagado	10
Instrucciones de uso paso a paso	10
Transfiriendo datos para la computadora	12
Puerta de comunicación RS-232	12
Conexiones	12
Dentro de su PC	13
Impresora (opcional)	15
Ejemplo de impresión	15
Alimentación del papel	15
Papel	15
Cargador de batería	15
Carga de la batería:	15
Especificaciones técnicas	16
Accesorios incluidos	17
Boletín técnico N° 32	18

Descripción

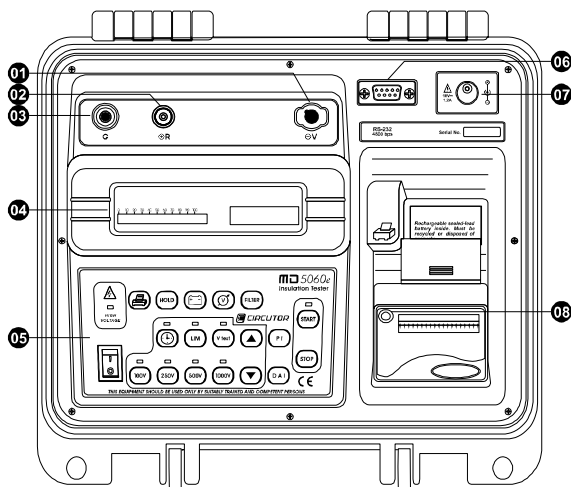
El megóhmetro digital inteligente CIRCUTOR modelo MD-5060e, es un equipo de gran versatilidad, robusto y fácil de utilizar. Emplea una tecnología de probada eficacia, que proporciona mediciones confiables, seguras y precisas de resistencias de aislación de hasta 5.000.000 M Ω @ 5 kV, con 4 tensiones de prueba preseleccionadas: 500 V – 1 kV – 2.5 kV – 5 kV, con posibilidad de aumentar o disminuir estos valores en pasos de 500 V.

El microprocesador empleado facilita la operación del equipo y permite la incorporación de funciones tales como cronómetro, selección automática de rango, memoria, medición de la tensión de prueba, indicación automática de los índices de polarización (PI - Polarization Index) y absorción dieléctrica (DAI - Dielectric Absorption Index), etc.

Otras características destacadas de este megóhmetro son las tensiones negativas en referencia al borne de potencial cero (R), para detectar humedad en las instalaciones. Por su tamaño y peso reducidos, autonomía de alimentación y robustez mecánica, este equipo es ideal para el uso en trabajos de campo, en condiciones ambientales rigurosas. Es muy simple de operar y resistente a las severas condiciones de trato que, inevitablemente, incluyen golpes frecuentes, muy altas y bajas temperaturas, vibraciones intensas durante el transporte por malos caminos, prolongada exposición a la radiación solar directa, salpicaduras de agua, arena y otras partículas arrastradas por el viento, etc. Todo ello, sin desmedro de la exactitud, comparable con la de los mejores megóhmetros de laboratorio.

Instrucciones de Uso

Función de los controles del panel



01 - Borne de SALIDA DE TENSIÓN (-V)

02 - Borne de REFERENCIA CERO (+R)

03 - Borne GUARD (G)

04 - DISPLAY

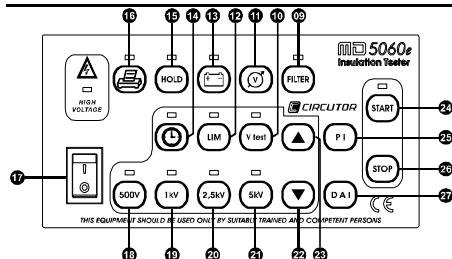
05 - TECLADO

06 - Puerta de comunicación RS-232

07 - ENTRADA DE LA FUENTE DE ALIMENTACIÓN

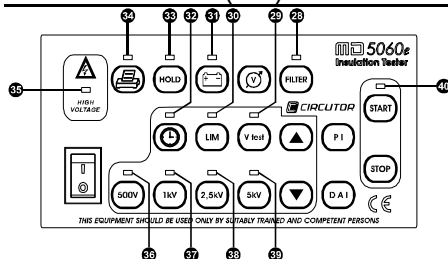
08 - Control de ALIMENTACIÓN DEL PAPEL

Teclado



- 09- FILTRO. Oprimida elimina interferencias de ruido externo.
- 10- V-TEST. Oprimida, permite la programación de las tensiones de prueba.
- 11- VOLTÍMETRO. Acciona la función voltímetro.
- 12- LÍMITE. Acciona la función límite.
- 13- ESTADO DE LA BATERÍA. Exibe en el display el estado de carga de la batería.
- 14- TIMER. Limita el ensayo a 1 minuto de duración.
- 15- HOLD. Congela en el display la última lectura hecha.
- 16- Enciende/Apaga la función IMPRESORA
- 17- Llave de ENCENDIDO
- 18- Tensión de prueba de 500V
- 19- Tensión de prueba de 1kV
- 20- Tensión de prueba de 2,5kV
- 21- Tensión de prueba de 5kV
- 22- DISMINUYE. Disminuye la tensión en pasos de 500V.
- 23- AUMENTA. Aumenta la tensión en pasos de 500V.
- 24- START. Inicio del ensayo
- 25- PI. Índice de Polarización.
- 26- STOP. Fin del ensayo
- 27- DAI. Índice de Absorción Dieléctrica.

Indicadores luminosos (led's)



- 28- Indica tecla FILTRO oprimida.
- 29- Indica tecla V TEST oprimida.
- 30- Indica tecla LÍMITE oprimida.
- 31- Indica que el CARGADOR DE BATERÍA está actuando.
- 32- Indica tecla TIMER oprimida.
- 33- Indica tecla HOLD oprimida.
- 34- Indica tecla IMPRESORA oprimida
- 35- Indica la presencia de ALTA TENSIÓN en el borne de salida. En este momento se deben aumentar los cuidados con la seguridad.
- 36- Indica que la tensión seleccionada es 500V
- 37- Indica que la tensión seleccionada es 1kV
- 38- Indica que la tensión seleccionada es 2,5kV
- 39- Indica que la tensión seleccionada es 5kV
- 40- Indica tecla START oprimida.

Indicadores

Display

Display alfanumérico LCD donde es exhibido el resultado de la medición la unidad correspondiente, el tiempo transcurrido desde el inicio de la medición, el n° de ensayo, la tensión de ensayo seleccionada, la indicación analógica por bar-graph y mensajes al operador. (en inglés).



Escala analógica de barras (bar-graph)

El equipo indica analógicamente el valor de la resistencia que se está midiendo. En el ejemplo anterior, el display está indicando 60% del máximo valor de escala. El bar-graph proporciona una visualización de la variación gradual del valor de la resistencia de aislación durante el transcurso del ensayo.

Indicador luminoso de alta tensión

Un indicador luminoso señala la presencia de alta tensión en el borne de salida durante la medición y continúa encendido hasta que el proceso de descarga se haya completado.

Cronómetro incorporado

Posee indicación del tiempo transcurrido en minutos y segundos.

Número del ensayo realizado

Indica automáticamente el n° del ensayo que está siendo realizado, lo que permite grabar varios ensayos como documentos a través de la puerta de comunicación RS-232.

Funciones especiales

Selección de tensión (V TEST)

Función que permite seleccionar la tensión de ensayo a través de las teclas de TENSIONES PRE-DETERMINADAS (500V-1kV-2.5kV-5kV), u otros valores a través de las teclas de DISMINUIR y AUMENTAR en pasos de 500V. Cuando esta función esté desactivada, las teclas de tensión quedarán en el modo de seguridad y el equipo no aceptará ninguna modificación de tensión de ensayo. Cuando el equipo se enciende, ya se inicia con la función V TEST accionada.

Tensiones predeterminadas

 Selecciona tensión de 500V

 Selecciona tensión de 1kV

 Selecciona tensión de 2.5kV

 Selecciona tensión de 5kV

Para utilizarlas es necesario que la función V TEST esté accionada.

Disminuir / Aumentar tensión de ensayo

 Aumenta la tensión en pasos de 500V.

 Disminuye la tensión en pasos de 500V.

Para utilizarlas es necesario que la función V TEST esté accionada.

Timer

Permite determinar en 1 minuto el fin del ensayo, quedando almacenados en el display todos los valores obtenidos.

Voltímetro

Oprimiendo esta tecla, el equipo medirá la tensión efectivamente aplicada al elemento bajo ensayo.

LIM Límite (LIM)

Utilizando esta tecla el megóhmetro indicará con un BIP (sonido intermitente) cuando la resistencia de aislación sea inferior al límite de $100M\Omega$, actuando en este caso como un dispositivo *pasa /no pasa*. El led **28** quedará parpadeando hasta terminar el ensayo o hasta que el valor de la resistencia vuelva a superar los $100M\Omega$.

HOLD Memoria (HOLD)

Permite retener en el display la última lectura efectuada en el instante en que se oprimió esta tecla sin interrumpir el ensayo. Al liberarse la tecla, el megóhmetro actualiza el valor medido de resistencia y el cronómetro. El led **31** encendido y la letra H en el display, indican que esta función fue activada.

FILTER Filtro (FILTER)

Cuando se realizan mediciones en transformadores o en máquinas de grandes dimensiones, en presencia de grandes campos electromagnéticos, es posible que la lectura del equipo sea inestable, sobretudo para valores de resistencias mayores que $300M\Omega$. En estos casos es conveniente presionar la tecla FILTER antes de iniciar la medición. Esta función permite llegar al valor de resistencia de aislamiento en una curva ascendente sin oscilaciones.

DAI Índice de absorción dieléctrica (DAI)

Realiza el ensayo de Índice de Absorción Dieléctrica automáticamente. En este tipo de ensayo, el megóhmetro debe quedar encendido, aplicando alta tensión a la muestra, durante 1 minuto (60 segundos). Después de ese tiempo, el operador debe oprimir la tecla DAI para leer en el display el valor del índice de absorción. Si se anticipa a oprimir la tecla DAI antes de transcurrido 1 minuto el display indicará $DAI = - - -$. El Índice de Absorción Dieléctrico es el cociente entre el valor de la resistencia de aislación medido a los 60 segundos y el valor medido a los 30 segundos y es útil en el mantenimiento preventivo de bobinados (de transformadores, motores, generadores, etc.).

$$DAI = \frac{R_{60 \text{ segundos}}}{R_{30 \text{ segundos}}}$$

PI Índice de polarización (PI)

Realiza el ensayo del Índice de Polarización automáticamente. En este tipo de ensayo el megóhmetro debe quedar encendido, aplicando alta tensión a la muestra, durante 10 minutos. Después de ese tiempo el operador debe apretar la tecla PI para que el megóhmetro indique en el display el valor del índice de polarización. Si se anticipa a oprimir la tecla PI antes de transcurrido 10 minutos el display indicará $PI = - - -$. El índice de polarización es el cociente entre el valor de la resistencia de aislamiento medido a los 10 minutos y el valor medido a 1 minuto. Este índice es muy útil en el mantenimiento preventivo y predictivo para detectar la deterioración de la resistencia de aislamiento por la presencia excesiva de polvo, suciedad, grasas o acción de agentes químicos / físicos, etc.

$$PI = \frac{R_{10 \text{ minutos}}}{R_{1 \text{ minuto}}}$$

BAT Verificación del estado de la batería

Durante la medición es posible verificar el estado de la batería. Para eso se debe mantener oprimida esta tecla y verificar la indicación en el display. Será indicado BAT. OK si la carga fuera suficiente, o LOW BAT en el caso de que la batería precise ser recargada. La escala analógica de barras (bar-graph), da una idea aproximada del porcentaje de carga remanente (mínimo de 20% para operación normal).



Cuando la carga de la batería alcance el valor mínimo de operación normal aparecerá automáticamente el mensaje LO BAT en el área en que se muestra el valor de la tensión de ensayo, alternándose con la misma a cada 1 segundo.

Función Impresora (opcional)

Para habilitar la función impresora, oprima la tecla **16** antes de iniciar el ensayo. Los valores medidos serán impresos a cada 15 segundos. El Índice de Absorción Dieléctrica y el Índice de Polarización serán impresos después de 1 minuto y 10 minutos respectivamente. La impresión puede ser iniciada o terminada en cualquier momento durante el ensayo.

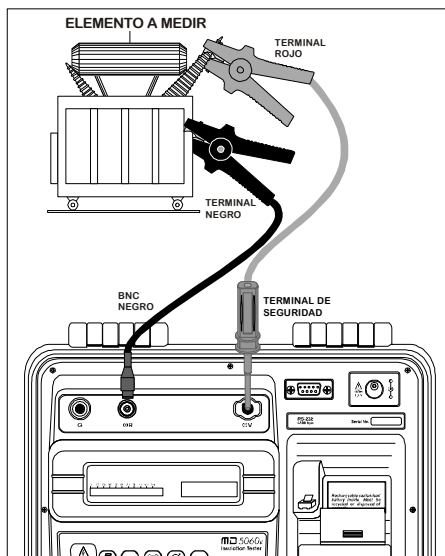
Auto-apagado

La función de auto-apagado, (Auto-Power-off) desactiva el consumo del equipo en dos situaciones:

- Durante una medición – Después de 35 minutos de funcionamiento sin que, durante este período, sea ejecutada la función de verificación del estado de la batería.
- Equipo ocioso – Después de 10 minutos de inactividad.

Instrucciones de uso paso a paso

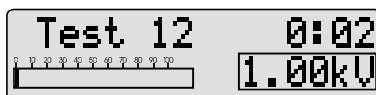
1. Asegúrese que no existan diferencias de potencial entre los puntos a los cuales se conectará el megóhmetro, ni entre ellos y tierra.
2. Conecte el terminal de seguridad del cable rojo al borne de salida de tensión –V del megóhmetro.
3. Conecte el terminal BNC del cable negro al borne de REFERENCIA CERO (+R) y los terminales cocodrilo al elemento a medir como indica la figura.
4. Según la medición que se vaya a realizar, puede emplearse o no el borne G (GUARD).



Los terminales cocodrilo en el dibujo son meramente ilustrativos pudiendo haber diferencias entre éstos y los que verdaderamente acompañan al equipo dependiendo de las opciones hechas durante la compra de este megóhmetro.

IMPORTANTE: Durante las mediciones, el megóhmetro debe estar eléctricamente referido a tierra para evitar que el equipo quede a un potencial elevado lo que provoca lecturas inestables. Cuando se mide aislamiento respecto de tierra, el borne R está conectado a tierra y se cumple la condición de fijar el potencial del equipo. En cambio, cuando la medición se realiza entre dos puntos que no están conectados a tierra (por ej., entre dos conductores de fase en un cable trifásico) el borne *GUARD* del megóhmetro debe conectarse a tierra. Esto implica que siempre que se mide, uno de los bornes *GUARD* o *R* debe estar conectado a tierra, pero no ambos simultáneamente. El Boletín Técnico N° 32 explica el uso del borne *GUARD* para eliminar el efecto de resistencias parásitas, cuya influencia sobre la medición se desea evitar.

1. Encienda el equipo con la llave de encendido **17**. En el display aparecerá el siguiente mensaje:
CIRCUTOR MD-5060e y Inmediatamente aparecerá el mensaje: PRESS START
2. Seleccione la tensión de prueba con una de las teclas de tensión predeterminadas del teclado del panel de control. Si se desea una tensión de prueba intermedia entre estos valores podrá obtenerla oprimiendo las teclas de AUMENTAR o DISMINUIR en pasos de 500V. Esto permite seleccionar tensiones de 500, 1000, 1500, 2000, 2500, 3000, 3500, 4000, 4500 y 5000Vcc.
3. Después de seleccionar la tensión deseada se puede liberar la tecla V TEST que dejará la tensión seleccionada programada y entrará en el modo de seguridad.
4. Oprima la tecla START. Inmediatamente el led de ALTA TENSÃO se encenderá indicando que el generador interno del megóhmetro está aplicando alta tensión al elemento bajo prueba. Si la función V TEST hubiera sido accionada al comienzo del ensayo, el led **29** se apagará indicando que la tensión ya fue programada y que el equipo entró automáticamente en el modo de seguridad. Si durante el ensayo fuera necesario el cambio de tensión de prueba, se debe accionar la función V TEST.
5. Durante algunos segundos el sistema inteligente de auto-rango buscará el rango mas conveniente para el valor que se está midiendo. En ese tiempo el display mostrará el mensaje: WAIT...
6. Luego el display mostrará el n° do ensayo, el valor de la tensión seleccionada e iniciará el conteo del tiempo transcurrido. Si el valor medido estuviera dentro del alcance del instrumento, la indicación del n° de ensayo dará lugar para la indicación del valor de la resistencia y su unidad correspondiente, e iniciará la indicación analógica por bar-graph.
7. Si por ejemplo, el valor medido es de 601 MΩ con tensión seleccionada de 1.000 V el display quedará inicialmente durante algunos segundos, como indicado abajo, informando que fue iniciado el ensayo n° 12.



8. Después de algunos segundos, en el mismo ejemplo, el display indicará que el valor de la resistencia medida es de 601 MΩ, como indicado



9. Si el valor medido sobrepasa 5000 G Ω a 5 kV, el mensaje será:



Transfiriendo datos para la computadora

Puerta de comunicación RS-232

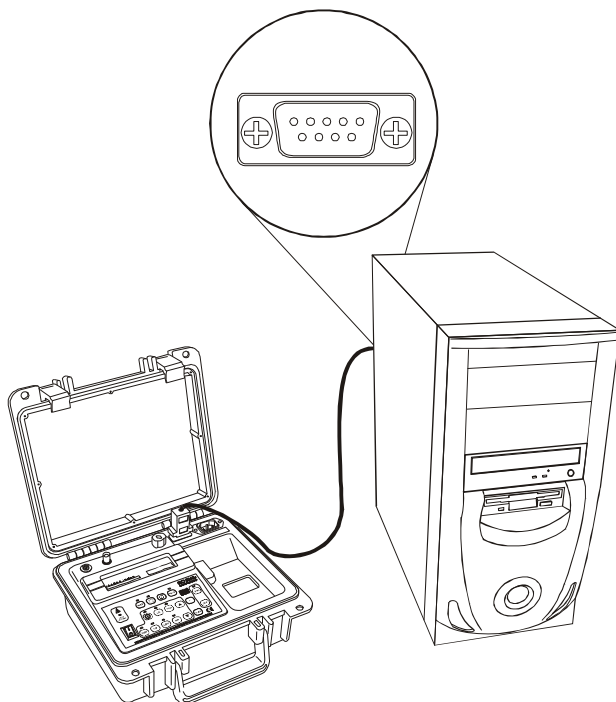
En la puerta de comunicación RS-232 del megóhmetro se puede conectar una impresora con conexión serial, una computadora con software de comunicación, etc.

Velocidad de transferencia: 4800 bps

8 bits - sin paridad 1 stop bit (8,n,1)

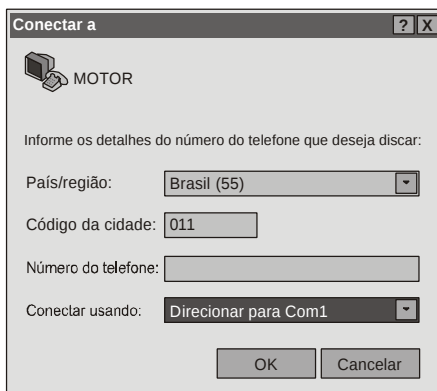
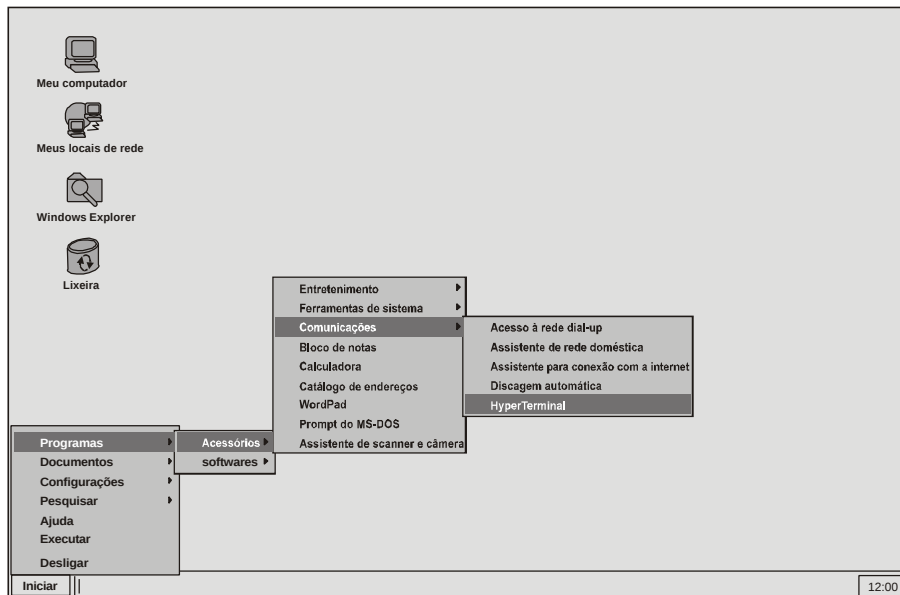
Conexiones

Para transferir datos del MD-5060e a una computadora tipo PC, utilice el cable que se provee junto con los accesorios. Conecte el mismo en la puerta de comunicación RS-232, y el otro extremo al conector RS-232 de su PC.



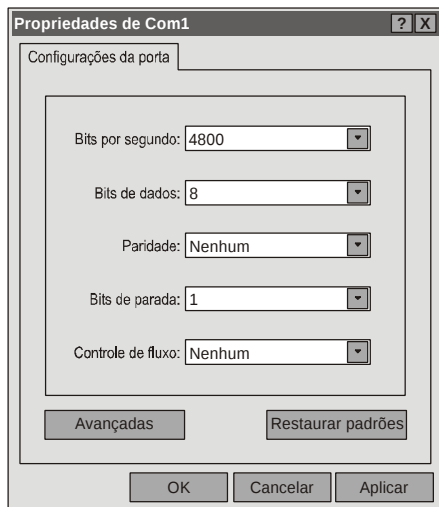
Dentro de su PC

Entre en el menú: *Iniciar > Programas > Accesorios > Comunicaciones > Hiper Terminal*



Para crear una nueva conexión digite un nombre y seleccione un icono. En el ejemplo el nombre elegido fue "motor". Clique en OK

Verifique la existencia de una puerta de comunicación accesible por ejemplo Com 1 o Com 2 . Indique en la ventana siguiente y dé un OK. En este ejemplo la Com 1

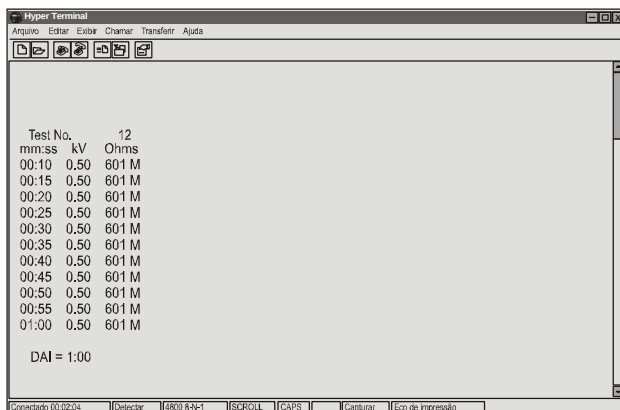


En la ventana siguiente llene los datos: 4800, 8, ningún, 1, ningún

En este momento la PC está lista para recibir las informaciones de la medición al oprimir la tecla START. El MD-5060e comenzará a enviar los datos a la computadora.

Las informaciones transmitidas serán las siguientes:

Ensayo N°...; Tiempo [en minutos y segundos]; Tensión de Prueba [en kVolts]; Valor de la resistencia y unidad.



Impresora (opcional)

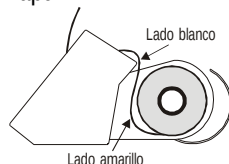
Ejemplo de impresión

Test	No.	12
mm:ss	kV	Ohms
00:15	0,50	601M
00:30	0,50	601M
00:45	0,50	601M
01:00	0,50	601M
DAI=	1.00	

Alimentación del papel

La llave **08**, una tecla azul localizada en la parte superior izquierda del cuerpo de la impresora, es el Control de Alimentación del Papel. Oprima esta tecla 3 veces después del término del ensayo y antes de cortar el papel, con la finalidad de visualizar las últimas líneas. **ATENCIÓN:** No tire del papel, siempre use la tecla de Alimentación de Papel. Nunca intente introducir el papel de vuelta para la impresora. En cualquier de estos casos la impresora puede dañarse fácilmente.

Papel



Esta impresora utiliza papel térmico, 37mm de ancho, en una bobina de hasta 33mm de diámetro. La figura abajo muestra como colocar el papel. Oprima la tecla **08** hasta el papel aparecer. Para retirar la bobina de papel antigua, corte el papel cerca de la bobina y oprima la tecla **08**. Las operaciones de retirada de la bobina usada deben ser efectuadas de esta manera por que el movimiento del papel es unidireccional, o sea, el papel se mueve solamente en una dirección.

Cargador de batería

Este equipo posee incorporado un dispositivo inteligente de última generación que controla la carga de la batería y la alimentación del equipo desde la red de energía eléctrica.

Carga de la batería:

Para cargar la batería siga el siguiente procedimiento:

1. Verifique que la llave **17** de ENCENDIDO esté en la posición de apagado (OFF).
2. Conecte el equipo a la red de energía eléctrica a través de la fuente de alimentación.
3. Después de algunos segundos el led **31** de CARGADOR DE BATERÍA, se encenderá en color rojo, indicando así que el proceso de carga se há iniciado. Cuando la carga se haya completado la luz del Led cambiará a verde, permaneciendo así hasta que el equipo sea desconectado del tomacorriente.

Luz verde y roja alternadas	Evaluación del estado inicial de la batería al conectar la fuente, durante un segundo.
Luz roja permanente	Batería en carga.
Luz roja intermitente	Indica problema de carga de la batería.
Luz verde permanente	Carga finalizada con éxito. Batería OK.

Si durante la carga de la batería el equipo fuera conectado, accionando la llave **17**, para efectuar una medición, la carga quedará temporariamente interrumpida. Si el led **31** de CARGADOR DE BATERÍA estuviera con luz roja, se apagará y toda la carga será destinada para alimentar el equipo. Si el led estuviera con luz verde, continuará encendido indicando que la batería está cargada (pero deja de cargarse). Al terminar la medición, cuando se desconecte el equipo, la carga se reiniciará automáticamente.

Nota: la batería pierde parte de su carga estando almacenada. Por eso, antes de utilizar el megóhmetro por primera vez, o después de un cierto tiempo sin uso, se debe cargar la batería.

Especificaciones técnicas

Tensiones de prueba	: 500, 1000, 2500, 5000V con selección rápida. 500V a 5kV en pasos de 500V Tensión continua, negativa respecto de tierra.
Alcance	: 5TΩ @ 5 kV
Corriente de cortocircuito	: 1,5 ± 0,5mA
Exactitud de las tensiones de prueba	: ± 3% del valor nominal sobre una resistencia de 10GΩ
Exactitud básica del megóhmetro	: 5% de la lectura ± 3 dígitos (1MΩ a 500GΩ en cualquier tensión de prueba)
Características avanzadas	: • Cálculo automático del Índice de Polarización • Cálculo automático del Índice de Absorción Dieléctrica • Ensayos Pasa / No pasa y de tiempo fijo
Impresora (opcional)	: Imprime el tiempo transcurrido, la tensión realmente aplicada a la carga y la resistencia medida
Salida serial de datos	: RS-232 a 4800bps. Permite la conexión con una impresora serial, un computadora portátil o de mano, o un colector de datos.
Cronómetro incorporado	: Muestra el tiempo transcurrido desde el inicio de la medición en formato mm:ss
Índice de protección ambiental	: IP54 (con la tapa cerrada)
Seguridad	: Cumple los requerimientos de la norma IEC 61010-1/1990, IEC 61010 1/1992 anexo 2
Compatibilidad electromagnética (E.M.C)	: De acuerdo con IEC 61326-1
Inmunidad a las radiaciones electromagnéticas	: De acuerdo con IEC 61000-4-3

Inmunidad electrostática	: De acuerdo con IEC 1000-4-2
Alimentación	: Batería recargable interna (12 V - 2,3 Ah) o fuente externa de 18 V – 1,2 A
Cargador de batería	: 18 V – 1,2 A
Temperatura de operación	: -5°C a 50°C
Temperatura de almacenamiento	: -25°C a 65°C
Humedad	: 95% RH (sin condensación)
Altura máxima	: 3000m sobre el nivel del mar
Peso	: Aprox. 3kg
Dimensiones	: 274 x 250 x 124mm

Accesorios incluidos

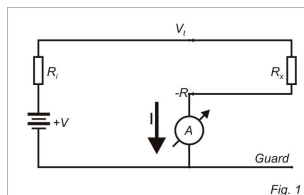
- Cables de medición de 1,80m (2).
- Cables para GUARD de 1,80m.
- Fuente de alimentación.
- Cable para RS-232.
- Manual de operaciones.

Boletín técnico N° 32

Utilidad del borne "Guard" de los megóhmetros

Cuando se realizan mediciones de resistencias de aislamiento con megóhmetros, especialmente con instrumentos de alta sensibilidad, que miden resistencias de valor muy alto, resulta conveniente el empleo del borne "Guard", que permite independizar la medida realizada de las resistencias parásitas cuya influencia en la medición se desea evitar.

Para comprender mejor la función de este borne conviene comenzar analizando el esquema básico del megóhmetro.



Donde:

V_t : Generador de tensión de c.c.

R_i : Resistencia interna del generador

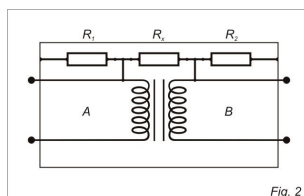
A: Nano-amperímetro del microprocesador

La resistencia incógnita (R_x) se conecta entre los bornes "-V" y "R". Su valor determina la corriente que circula en el circuito, que es leída por el circuito de corriente del microprocesador representado en la figura como un nano-amperímetro A. El valor de R_x puede ser determinado mediante la siguiente ecuación:

$$R_x = \frac{V}{I} - R_i$$

En muchos casos, la resistencia que se pretende medir aparece en paralelo con otras resistencias parásitas cuya influencia en el valor medido debe minimizarse.

Un ejemplo típico de esta condición es el caso en que se debe medir la resistencia de aislamiento entre primario y secundario de un transformador montado dentro de una carcasa metálica:



R_x : Resistencia de aislamiento entre primario y secundario.

R_1 : Resistencia de aislamiento entre primario y carcasa.

R_2 : Resistencia de aislamiento entre secundario y carcasa.

Si conectamos el megóhmetro (a través de los bornes -V y R) a los terminales A y B del transformador y ya que las resistencias de las espiras de cada lado del transformador son despreciables frente a la de aislamiento entre primario y secundario, aparecerá para el megóhmetro una resistencia R_x en paralelo con $R_1 + R_2$, por lo que el megóhmetro indicará una resistencia menor que la esperada.

La situación se modifica si conectamos la carcasa del transformador al borne GUARD.

Resulta el siguiente circuito:

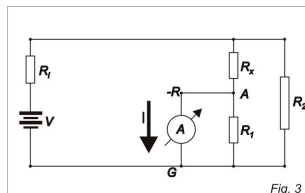


Fig. 3

En el circuito de la fig. 3 se observa que R_1 está en paralelo con una resistencia de bajo valor (la del nano-amperímetro) y por lo tanto, tiene una influencia despreciable en la lectura.

Por la resistencia R_2 circula una corriente que no pasa por el circuito de corriente del microprocesador (nano-amperímetro) y por lo tanto no afecta la lectura. Haciendo un análisis más detallado se observa que la corriente a través de R_2 genera un pequeño error, ya que produce una caída de tensión adicional en R_1 , pero que se puede considerar totalmente despreciable, (especialmente en los megóhmetros digitales)

Para todos los efectos prácticos de utilización del megóhmetro se debe considerar que, si R_1 y R_2 son mayores que $100\text{M}\Omega$, cualquier valor de R_x será medido con un error despreciable utilizando el borne GUARD del que resultaría de realizar la lectura sin la utilización del mismo.

Un ejemplo numérico permite cuantificar lo anteriormente expuesto.

Supongamos para la figura 3 los siguientes valores:

$$R_x = 3.000\text{M}\Omega$$

$$R_1 = 100\text{M}\Omega$$

$$R_2 = 100\text{M}\Omega$$

El valor medido sin utilizar el borne GUARD sería de $187,5\text{M}\Omega$ y por lo tanto totalmente inútil.

En cambio, utilizando el borne GUARD conectado a la carcasa, se mide el valor de $3.000\text{M}\Omega$.

MD-5060e

Digital insulation tester

User's guide



Safety warnings

In the tests carried out using this megohmmeter there are dangerous voltages involved, and so the operator has to be a properly trained person.

Before connecting the equipment, it has to be verified that the circuit to be submitted to the test is free of voltage. None of the circuit points can be touched during a test.

Capacitive loads need to be under special care as they are charged at high voltages during the test without any current limiting device capable to protect the operator in case of accidental contact. On completion of a test these potentials are discharged slowly. During this decaying time the equipment High Voltage indicator is lighted on. The operator has to pay attention to this indication, waiting for 15 second after the LED is switched-off in order to safely short-circuit the terminals with a shorting link before disconnecting the test leads.

When using this equipment, safety regulations applicable to jobs carried out under voltage have to be appropriately followed.

Index

Safety warnings	22
Description	24
Operating instructions	24
Panel control functions	24
Keyboard	25
Led's	25
Indicators	25
Display	25
Analogue bar-graph.	26
High voltage light indicator	26
Built-in chronometer	26
Test number	26
Special features	26
Voltage selector	26
Predetermined output voltages	26
Increase and decrease keys	26
Timer	26
Voltmeter	26
Limit (LIM)	26
Memory (HOLD)	27
Filter	27
Dielectric absorption index (DAI)	27
Polarization index (PI)	27
Battery test	27
Function Built-in printer (Optional feature)	28
Auto power-off	28
Operation step by step	28
Data collection in the computer	30
RS 232 output port	30
Transfer data to a computer	30
Built-in printer (Optional feature)	33
Printing sample	33
Paper feed	33
Paper	33
Battery charger	33
Battery Charge:	33
Technical specifications	34
Supplied accessories	35
Application note N° 32	36

Description

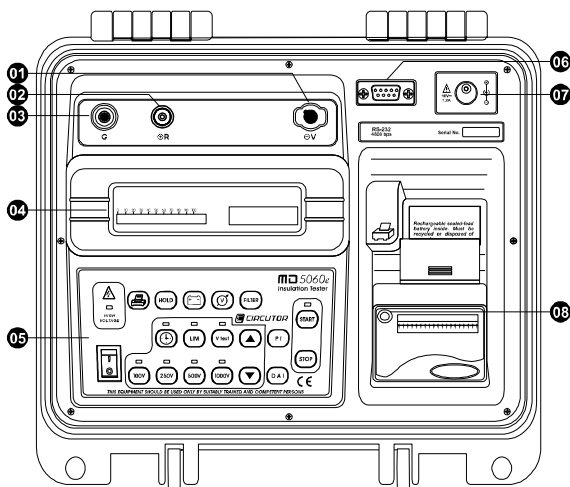
The CIRCUTOR model MD-5060e digital electronic ohmmeter is a versatile, robust and easy-to-use equipment. It uses an efficient well experienced technology, which provides reliable, safe and accurate measurements up to 5,000,000 M Ω @ 5 kV, with 4 pre-selected test voltages: 500, 1000, 2500 and 5000 V, and with the possibility to select others test voltages between 500 and 5000 Vdc in 500 V steps.

Its microprocessor-based development makes the equipment operation easier and enables the introduction of functions such as auto-range self, memory, test voltage measurement, polarization and absorption index indication, etc. Other feature that is important in this megohmmeter is negative voltages that refer to the zero potential terminal (R).

Due to its reduced dimensions and weight, power supply autonomy and mechanical resistance, this equipment is suitable for fieldwork, and under extreme weather conditions. It is very simple to be operated and resistant to violent treatment, which unavoidably includes frequent bumps, extremely high or low temperatures, intense vibrations during transportation over rough roads, long exposure to direct sunlight, dust, sand and other wind-carried particles, etc. Everything without affecting its accuracy, comparable to the best laboratory instruments.

Operating instructions

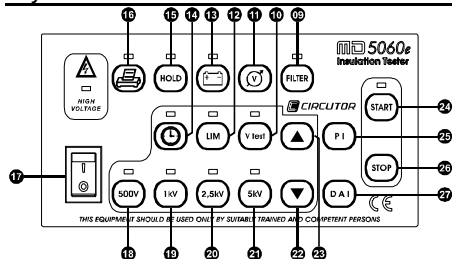
Panel control functions



- 01 - NEGATIVE terminal (-V)
- 02 - POSITIVE RETURN terminal (+R)
- 03 - GUARD terminal (G)
- 04 - DISPLAY

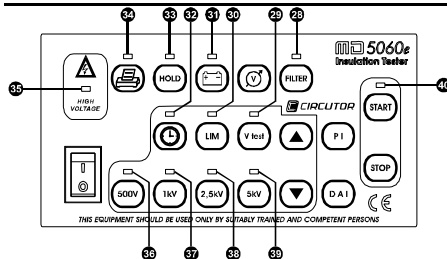
- 05 - KEYBOARD
- 06 - RS 232 output
- 07 - POWER SUPPLY INPUT
- 08 - PAPER FEED control

Keyboard



- 09- FILTER. Eliminates noise interference.
- 10- V-TEST. Allows to program Voltages tests.
- 11- VOLTMETER. When pressed, it indicates that the instrument is at the voltmeter function.
- 12- LIM. The instrument indicates with a sound signal. when $R < 100M\Omega$
- 13- BATTERY CHECK.
- 14- TIMER. the test will be stopped automatically after one minute.
- 15- HOLD. When pressed, the instrument displays the last resistance reading done.
- 16- Enable/Disable the PRINT function
- 17- ON/OFF key.
- 18- 500V voltage test.
- 19- 1kV voltage test.
- 20- 2.5kV voltage test.
- 21- 5kV voltage test.
- 22- DECREASE. Decrease test voltages in 500V steps.
- 23- INCREASE. Increase test voltages in 500V steps.
- 24- START key.
- 25- PI. Polarization Index.
- 26- STOP key.
- 27- DAI. Dielectric Absorption Index.

Led's



- 28- Indicates FILTER key on
- 29- Indicates V TEST key on
- 30- Indicates LIM key on
- 31- Indicates BATTERY CHECK key on
- 32- Indicates TIMER key on
- 33- Indicates HOLD key on
- 34- Indicates PRINT key on
- 35- Indicates that the HIGH VOLTAGE is ON the terminals. In this moment is necessary increase the safety warnings.
- 36- Indicates that the selected voltage is 500V
- 37- Indicates that the selected voltage is 1kV
- 38- Indicates that the selected voltage is 2.5kV
- 39- Indicates that the selected voltage is 5kV
- 40- Indicates START key on

Indicators

Display

Alphanumeric LCD where the test number, measurement results, the measuring unit, the time indication (in minutes and seconds), the analogue indication by means of a bar-graph and messages to the operator are displayed.



Analogue bar-graph.

Located on the display lower left part, it analogically indicates the resistance value being measured.

High voltage light indicator

A light indicator displays the occurrence of high voltage on the output terminal during the measurement and keeps lit until the discharging process has been completed.

Built-in chronometer

It features time indication in minutes and seconds.

Test number

Automatically indicates a number on the display, when the test is started.

Special features

Voltage selector

When **10** V TEST is pressed, it allows programming testing voltages.

Predetermined output voltages

 500V voltage test.

 1kV voltage test.

 2,5kV voltage test.

 5kV voltage test.

To use them it is necessary that function V TEST is activated.

Increase and decrease keys

 Increase output voltage in steps of 500V.

 Decrease output voltage in steps of 500V.

To use them it is necessary that function V TEST is activated.

Timer

The timer automatically starts when the test button is pressed. Test duration is one minute, when the test will be stopped automatically.

Voltmeter

By pressing the **11** key, the instrument will measure the voltage effectively applied to the element being tested.

Limit (LIM)

By pressing **12** key the megohmmeter works like "pass-fail test" instrument. When the resistance is lesser than 100MΩ the instrument indicates with a sound signal and **30** / led will be blinking.

Memory (HOLD)

When **H** key is pressed the instrument is at the memory function and, therefore, holding the value of the last performed measurement on the display.

Filter

When are made measurements of transformers or machines of great dimensions, in the presence of great electro-magnetic fields, is possible that the reading of the equipment be unstable, over all for values of resistance greater than 300M Ω . In these cases is advisable to press FILTER key before initiating the measurement.

Dielectric absorption index (DAI)

For this kind of tests, the apparatus should be connected, applying high voltage to the sample for 1 minute (60 seconds). After this period, the operator must press the DAI **D** key to read the absorption index value on the display. If this key is pressed before the 1-minute period has elapsed, the display will show DAI = - - -.

$$DAI = \frac{R_{60 \text{ sec}}}{R_{30 \text{ sec}}}$$

The Dielectric Absorption Index is the ratio between the insulation resistance value measured after 60 seconds and the value measured after 30 seconds. This value is useful to determine whether it is necessary to perform preventive maintenance on the coils (transformers, engines and motors, generators, etc.).

Polarization index (PI)

For this type of tests, the megger must be connected and apply high voltage to the sample for 10 minutes. After this period, the operator must press the PI key **P** to display the PI value on the megger display. If the key is pressed before the 10-minute period has elapsed, the display will show PI= - - -.

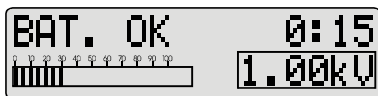
The polarization index is the ratio between the insulation resistance value measured after 10 minutes and the value measured after 1 minute.

$$PI = \frac{R_{10 \text{ minutes}}}{R_{1 \text{ minute}}}$$

The polarization index is useful to determine whether it is necessary to perform preventive maintenance. In addition, it is useful to detect any insulation resistance wear and tear due to the excess of dust, grease, or else the action of chemical or physical agents, etc.

Battery test

During the measurement, check if the battery is charged. Press the "BATTERY" key **B**, and check the display information. If the charge is enough, it will read "BAT OK" or "LOW BAT", should it be recharged. The analogue bar-graph will give an approximate idea of the remaining charge percentage (at least 20% is required for a normal operation).



Function Built-in printer (Optional feature)

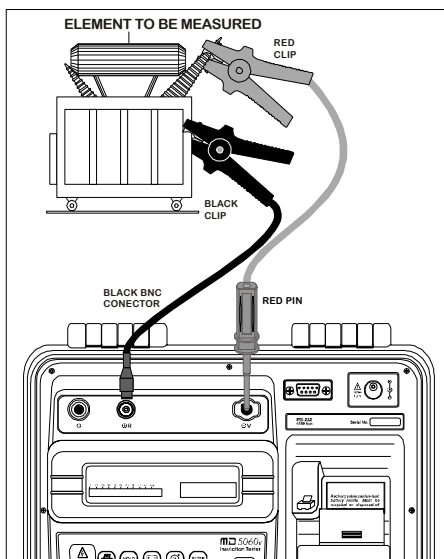
In order to enable the printing function press key **16** before to start the test. Measured values will be printed each 15 seconds, and the Dielectric Absorption Index and Polarization Index will be printed when they becomes ready (after 1 minute and 10 minutes respectively). Printing may be started or stopped at any time during the test.

Auto power-off

After some minutes operation the instrument turns itself off automatically, thanks to its unique "auto-power-off" system.

Operation step by step

1. Check if there is no differences of potential voltage between across the points where the megohmmeter shall will be connected to, nor between them and the ground.
2. Connect the red security terminal (red cable) to the megohmmeter (-V) **01** terminal.
3. Connect the black cable to the megohmmeter (+R) **02** terminal.
4. The green terminal (GUARD) will not be always used. Application Note #32 explains the usage of Guard terminal for minimising the parasite resistance effect, whose influence one intends to minimise. If the measurement is performed between two parts, which are not grounded (for example: a transformer high and low voltage windings), the megohmmeter Guard terminal will be grounded for defining the instrument potential. Whenever a measurement is performed, the +R or the guard terminal will be grounded, but not both simultaneously. If none of these terminals are grounded, the megohmmeter can be subjected to a higher potential, hazardous to the operator; and the reading can result unstable and unreliable. If both terminals are simultaneously grounded, they will be short-circuited, and the megohmmeter will not perform the measurement.
5. Connect the free ends of the cables in use (red and black jaw connectors) to the element to be measured.
6. Press the ON/OFF **17** switch.
7. Initially the display will indicate: CIRCUTOR MD-5060e
8. And then: PRESS START



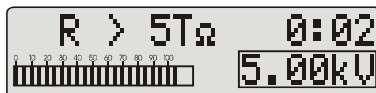
9. Press key **10** and select the Voltage Test with any of the **18** to **21** keys. If you want other Voltage Test between 500V and 5kV, press **22** or **23** key.
10. If the key **10** is pressed again the voltage test selected will be hold, but it is not necessary.
11. Press the START key **24**. Shall the "HIGH VOLTAGE" light indicator **35** will be on, indicating that the megohmmeter internal generator is applying the selected voltage to the element being tested. The **29** LED will turn off.
12. For a few seconds, the self-scale smart system will search for the most convenient range for the value being measured. Meanwhile, the display will show the message "WAIT..." Then, the display will show during a few seconds, the number of test and then the measurement result using both digital (measurement value and unit) and analog displays.



13. If, for example, the measure value was 601 M Ω with 1.000 V voltage test, it will be read.



14. If the measured value exceeds 5000 G Ω @ 5 kV, it will be read the following message:



Data collection in the computer

RS 232 output port

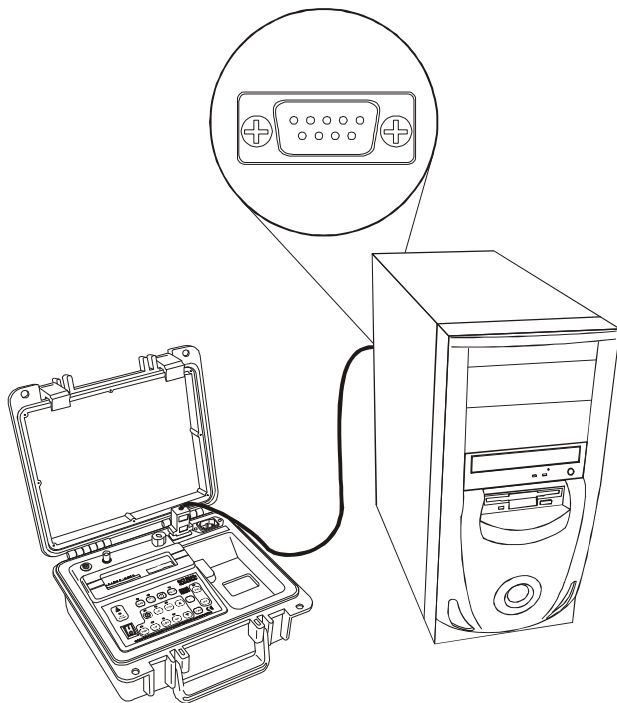
Baud rate: 4800 bps

8 bits - non-parity 1 stop bit (8,n,1)

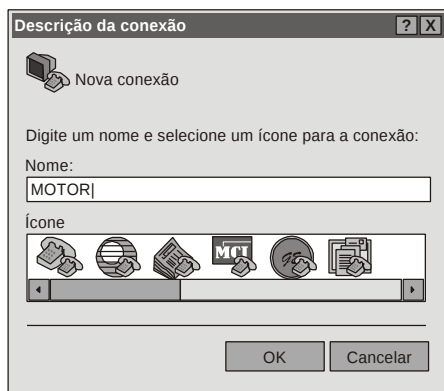
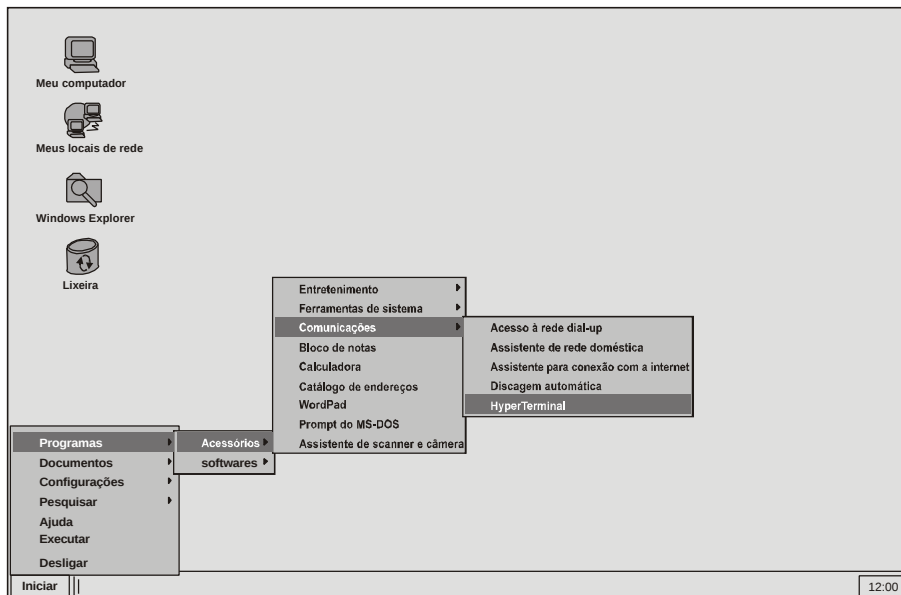
A serial printer, a data collecting device, a communication software equipped PC, etc. can be connected to the megohmmeter RS232 output port.

Transfer data to a computer

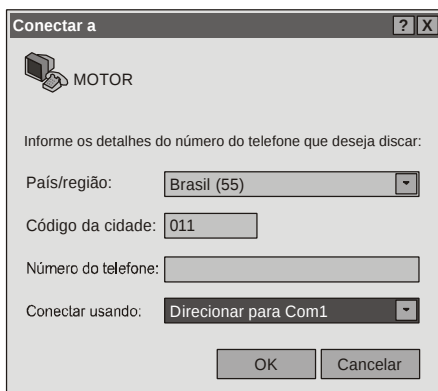
To transfer data from the MD-5060e to a PC-type computer, use the cable provided with the accessories. Connect it to RS-232 PORT **06**, and the opposite end of your PC RS-232.



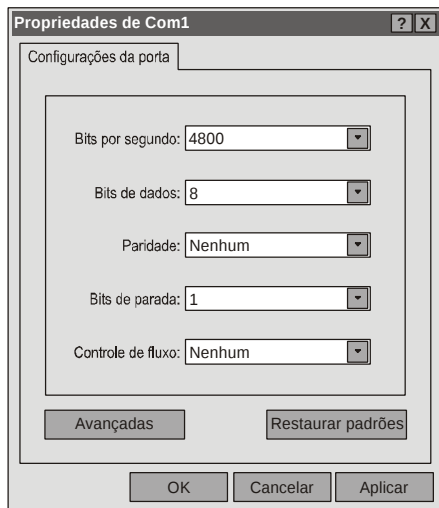
Open "Start Menu", then go to "Programs", "Accessories", "Communications", until you get to "Hyper Terminal", as shown in the figure below:



To set up a new connection, enter a name and then select an icon. In this example, the name chosen was "MOTOR". Click OK.

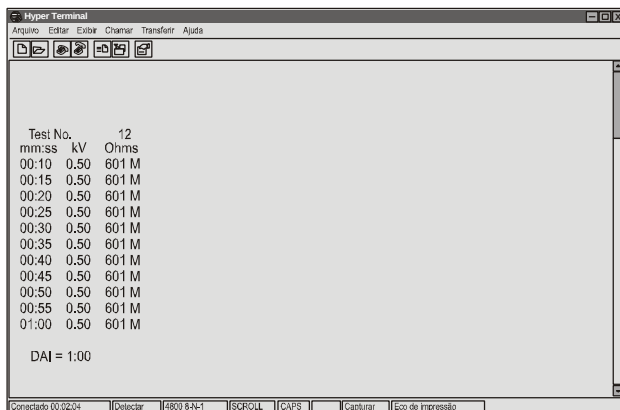


Then check if there is an accessible communications port, for instance Com 1 or Com 2. Choose the correct port in the next window. In this example, the port would be Com 1.



After clicking on OK, go to the next window to fill out the relevant data 4800, 8, none, 1, none

Now the PC is ready to collect the information obtained from measurements. If START  is pressed, the MD-5060e will start sending data to the computer. A typical line can feature the following format:



Built-in printer (Optional feature)

Printing sample

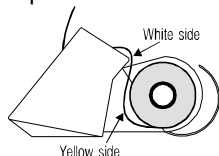
Test	No.	12
mm:ss	kV	Ohms
00:15	0,50	601M
00:30	0,50	601M
00:45	0,50	601M
01:00	0,50	601M
DAI =	1.00	

Paper feed

Key **09**, a blue button located at the upper-left in the printer body, is the Paper Feed control. Press this button for 3 times after the end of the test and before to cut the paper, in order to advance the paper sufficiently to keep the last lines.

CAUTION: Do not pull the paper, always use the Paper Feed button. Never pull the paper back. The printer could be easily damaged by pulling the paper in any direction.

Paper



This printer uses a thermal paper, 37mm wide, in a roll of up to 33mm diameter. Figure below shows how to insert the paper. Press Key **09** until paper appears. To change the paper roll please cut the paper before it enters inside the printer, and then press the Paper Feed button **09**, because the paper movement is uni-directional.

Battery charger

This apparatus includes a built-in, state-of-the-art device that controls battery charge and power supplied to the apparatus from the electric supply network.

Battery Charge:

The equipment has a built-in intelligent circuit that controls the battery charge process. The following process has to be followed to charge the battery:

- Check if switch **17** is off.
- Connect the power supply cable plug into INPUT **07**.
- After a few seconds, the red indicator LED **31** will turn on until charge is complete. When the green LED turns on, it will remain lit until the unit is disconnected.

Alternate green and red lights	Evaluation of the battery initial status when the source is connected, during one second.
Steady red light	Battery under charge.
Flashing red light	The battery was not successfully charged. It denotes some trouble in the battery charging process.
Steady green light	The charge has successfully finished. The battery is OK.

If, during this battery charge process the equipment is connected to start measurements, the charge process will be temporarily interrupted. If the red LED **31** is lit, it will turn off and all the charge will be used to feed the equipment. If the green LED **31** is on, it will remain lit to show the battery is charged (though it ceases to charge it). Upon completing measurements or when the apparatus is disconnected, the charge process will automatically resume.

Note: The battery loses part of its charge when stored. Therefore, the battery should be recharged before using the megger for the first time or after a given period without being used.

Technical specifications

Test voltages (T.V.)	: 500, 1000, 2500, 5000 V directly, one button selectable. 500 V to 5 kV in 500 V steps. DC, negative.
Maximum resistance reading	: 5T Ω @ 5 kV
Short circuit current	: 1,5 $\pm$ 0,5mA
Test voltages accuracy	: $\pm$ 3% of nominal test voltages on R $\geq$ 10G Ω
Megohmmeter basic accuracy	: $\pm$ 5% of reading $\pm$ 3 digits (1M Ω to 500G Ω at any test voltage)
Advanced features	: • Automated Polarization Index computing • Automated Dielectric Absorption Ratio computing • Pass fail test
Built-in printer	: Prints elapsed time, actual voltage and resistance measured.
Serial data output	: RS-232 @ 4800 bps. Suitable for data collection in an external serial printer, computer or data-logger.
Built-in chronometer	: Shows elapsed time in mm:ss format. Count starts automatically for each measurement.
Environmental protection	: IP54 with closed lid.
Safety class	: Meets the requirements of IEC 61010-1/1990, IEC 61010 1/1992 amendment 2
E.M.C	: In accordance with IEC 61326-1
Electrostatic immunity	: In accordance with IEC 1000-4-2
Electro magnetic irradiation immunity	: In accordance with IEC 61000-4-3

Power supply	: Internal rechargeable 12 V - 2,3 Ah battery or power supply of 18 V – 1,2 A
Battery charger	: 18 V – 1,2 A
Operating temperature range	: -5°C to 50°C
Storage temperature range	: -25°C to 65°C
Altitude	: Up to 3000m
Humidity range	: 95% RH (non condensing)
Weight	: Approx. 3kg.
Dimensions	: 274 x 250 x 124mm

Supplied accessories

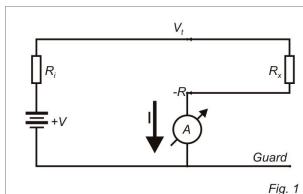
- Measuring test leads, 1,80 m. (2)
- GUARD test lead, 1,80 m.
- Power supply.
- RS-232 cable.
- Operating instructions.

Application note N° 32

Use of "Guard" terminal in megohmmeters

When insulation resistance measurements are performed with megohmmeters, specially with high sensitivity instruments measuring high resistance values, the use of the *GUARD* terminal avoids the harmful influence of stray resistances.

In order to better explain the function of this terminal, let us start reviewing the megohmmeter basic circuit diagram of Fig. 1.



Where:

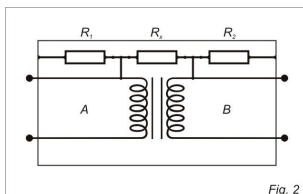
- +V : DC high-voltage generator
- Ri : Generator internal resistance
- A : Indicator meter (microammeter)

The unknown resistance (R_x) is connected between V_t and $-R$ terminals. Its value determines the current passing through the circuit, which in turn is indicated by the microammeter. The value of R_x can be determined as follows:

$$R_x = \frac{V}{I} - R_i$$

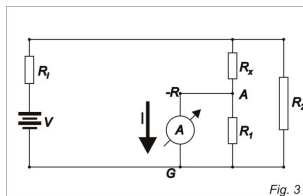
In many cases the resistance to be measured is in parallel with other stray resistances which influence on R_x should be minimized.

A typical example of this situation is when the insulation resistance between primary and secondary windings of a transformer mounted inside a metal housing is to be measured.



- R_x : Insulation resistance between primary and secondary winding.
- R_1 : Insulation resistance between primary winding and housing.
- R_2 : Insulation resistance between secondary winding and housing.

If megohmmeter (terminals V_t and R) is connected to transformer terminals A and B, and considering that the resistance of the coils on each side of the transformer may be disregarded, R_x appears to be in parallel with $(R_1 + R_2)$. The situation is changed if we connect the transformer housing to GUARD terminal. Then the circuit will be:



In the circuit of Fig. 3 it may be noted that R_1 is in parallel with a low-value resistance (the one of the microammeter) therefore its influence is minimized during reading.

Through resistance R_2 circulates a current which is not passing through the meter and consequently does not affect the reading. In fact, current through R_2 originates a certain error, since it creates an additional voltage drop in R_1 which was not regarded during megohmmeter calibration.

As regards the practical use of megohmmeter, it shall be considered that if R_1 and R_2 are higher than $100\text{M}\Omega$, any value of R_x will be measured with an error lower than 10%. For example: Let us consider $R_x = 3.000\text{M}\Omega$ and $R_1 = R_2 = 100\text{M}\Omega$, the reading without using the GUARD terminal would be $187.5\text{M}\Omega$, which is quite wrong. On the other hand, if the GUARD terminal is properly used, we would have $3.000\text{M}\Omega$, with an error lower than 10%.

