



TENTECH CORPORATION
7330 NW 66th ST - Miami, FL 33166
Phone: +1 305 938 0389 / Fax: +1 786 401 7165
www.tentech.com

MTD 20KWe

Digital earth tester

User guide

P. 03

Telurómetro digital

Manual de uso

P. 23

MTD20KWe

Digital earth tester

User's Guide

GU-1566

© 2009 TENTECH. All rights reserved.



The rubbish bin with a line through it means that in the European Union, the product must undergo selective disposal for the recycling of electric and electronic material, in compliance with Directive WEEE 2002/96/EC.

Index

1. Description.....	6
2. Operating instructions	7
2.1. Panel controls.....	7
2.2. Output Terminals ⚠	8
2.3. Internal battery.....	8
2.4. Battery status check ⚠	8
2.5. Power supply source ⚠	8
2.6. Battery charge	9
2.7. Measurement ranges.....	10
2.8. Grounding resistance measurement	10
2.9. Spurious voltages measurement.....	11
2.10. Soil resistivity measurement - Wenner Method	11
2.11. Audible Alarm	16
2.12. Influence of grounding resistance of the auxiliary rods	16
2.13. Special considerations about grounding resistance measurements	16
3. Equipment operation checking	18
4. Technical Specifications.....	20
5. Warranty	22

1. Description

The **MTD20KWe** digital earth tester allows for the measurement of Earth Resistances and Soil Specific Resistivity, and also the spurious voltages caused by parasitic voltages present in the soil.

This equipment is suitable for fast and easy measurement of the grounding resistance in house and industrial buildings, hospital installations, lightning rods, antennas, substations, etc. Soil resistivity measurement allows for soil stratification in order to optimize the most complex grounding systems engineering. Its state-of-the-art system of active and passive filters provides it with high immunity to electric interferences, making it possible to obtain reliable measurements even in the presence of spurious voltages, such as the ones that can be found in some urban areas and near primary substations.

It has an audible signal which advises the operator when the generated current is not enough to carry out reliable measurements. Due to the fact that it may not be noticed, this alarm also prevents further testing.

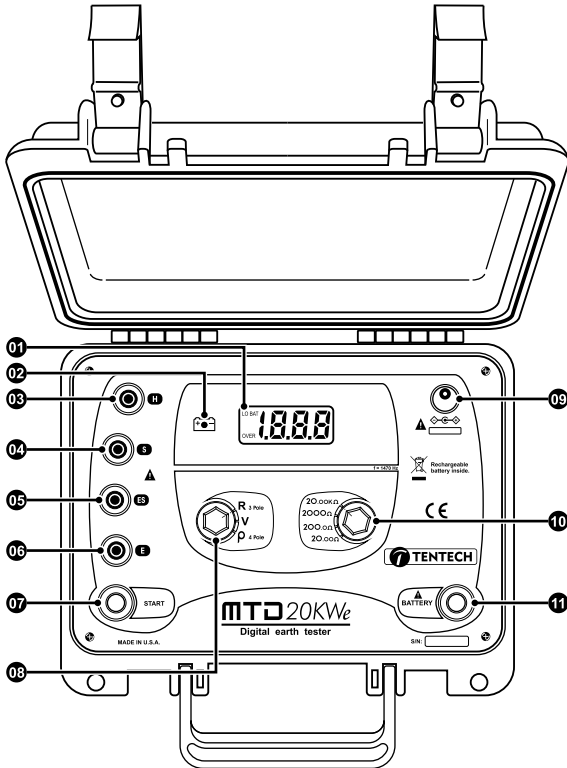
Because of its wide range of measurement (from $0.01\ \Omega$ up to $20\ \text{k}\Omega$), this equipment allows for reliable testing in all kinds of soils, including those that offer very high resistivity. The use of this instrument is very simple, it has a high-visibility $3\frac{1}{2}$ - digit display with direct readings, even under sunlight.

This earth tester is supplied with a rechargeable internal battery. The smart charger is microprocessor-controlled, and can be powered from a 12 V car battery (or a similar one).

It has a sturdy, easy and safe to carry cabinet, with IP54 protection level. It is suitable to work under adverse geographical and environmental conditions, with extreme temperatures in cold or tropical regions and in high mountain areas, showing a reliable performance in the field.

2. Operating instructions

2.1. Panel controls



01- 3½ digits display

02- Battery charger status LED

03- Output Terminal H

04- Output Terminal S

05- Output Terminal ES

06- Output Terminal E

07- Start (pushbutton)

08- Function selector (rotary switch)

R (3 poles): Grounding Resistance

V: AC Voltmeter

p (4 poles): Resistivity (4 rods)

09- DC Power Input

10- Range selector (rotary switch)

11- Battery test (pushbutton)

2.2. Output Terminals ⚠

Green E terminal	–	Earth Electrode
Black ES terminal	–	Voltage Electrode
Blue S terminal	–	Voltage Electrode
Red H terminal	–	Current Injection

E - ES - S - H: Standard nomenclature currently recommended by the IEC.

Having the function selector switch in the R position (grounding resistance measurement) the E and ES terminals are internally shorted. The ES terminal is not used for this measurement.

2.3. Internal battery

The **MTD20KWe** has a built-in rechargeable battery. Furthermore, it can be powered by means of an external 12 V battery.

2.4. Battery status check ⚠

Before starting each test, it is recommended to check if the internal battery has enough charge. This can be done by pressing the **Battery Test Pushbutton** . The value shown on the display **must be higher than 1000**. If it is not, the battery needs to be charged. This checking can be repeated during measurements, under the equipment highest consumption conditions.

2.5. Power supply source ⚠

The power supply source provided can be connected to 100-240 V~ mains. It is used to charge the battery.

2.6. Battery charge

This equipment has an internal battery charger with a smart, microprocessor-controlled circuit which adjusts the battery charge to the optimized parameters to ensure the maximum service life. It is supplied by an external source for 100-240 V~ (supplied with the equipment) or by a 12 V car battery.

In order to recharge the battery, connect the equipment to the mains supply or to the external battery. After a few seconds, the **BATTERY CHARGER STATUS LED**  will flash during one second in green and red alternately. During this period, the charger checks the battery initial status, selecting in this way the charge optimized parameters. After this, the **BATTERY CHARGER STATUS LED**  will remain lit in red until the charge is complete, then the LED will turn into green and will remain this way until the equipment is disconnected from supply.

If, during the battery charge with 12 V car battery, the equipment is used to perform measurements, the charge will be momentarily interrupted, returning to the charge process once measurements are finished. In the following table we summarised the meaning of the luminous indications of the LED .

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.

Note: Under storage, the battery loses part of its charge. Thus, before using the equipment for the first time, or after some time of being out of use, the battery must be recharged. As the kind of rechargeable battery that this equipment uses does not show the “memory effect” and due to the charger intelligent characteristics, there are no restrictions to start charging it as many times as is needed. As soon as the charger detects that the battery is completely charged, it will automatically turn to the Float state (Green indication), protecting it from overcharging.

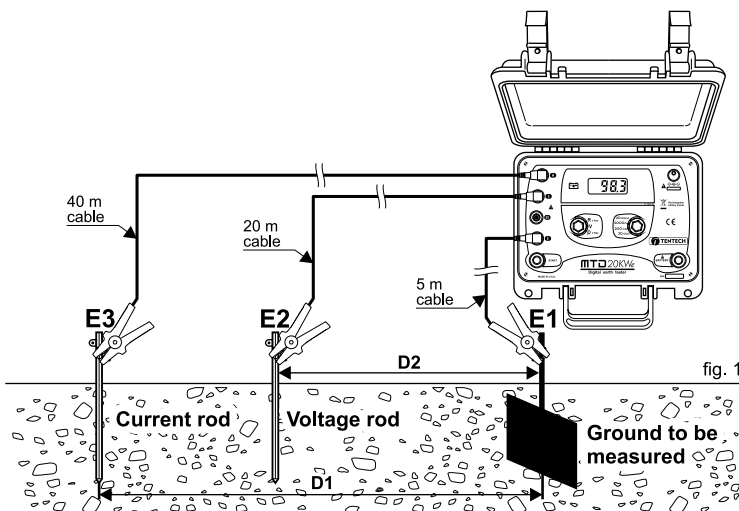
2.7. Measurement ranges

The equipment has 4 resistance measurement ranges:

Range	Unit	Reading resolution
0 – 20.00	Ω	0.01
0 – 200.0	Ω	0.1
0 – 2000	Ω	1
0 – 20	k Ω	0.01

2.8. Grounding resistance measurement

1. Insert in the soil the two auxiliary rods: the **E3** current rod and the **E2** voltage rod. Connect them by means of provided cables to **H03** and **S04** output terminals, respectively. The **E06** terminal must be connected to the grounding system under test (**E1**) using the 5 meters cable (see fig. 01).



2. Select the **R(3 pole)** position in the **FUNCTION Selector Switch**⑧. Select the 20 kΩ range with the **RANGE Selector Switch**⑩ and press **the START Pushbutton**⑦. If the resistance value is lower than 2 kΩ, select the most adequate, electing the scale from the highest to the lower. If the acoustic alarm bips, this indicates some abnormality in the rods wiring, the reason may be a misconnection or an excessively high diffusion resistance in the current rod. Check the installation to fix this problem. (See item 5).

If a number 1 appears in the most significant digit position, this means that the measured value is higher than the highest one of the selected range (Overrange). In this case, the immediately higher range must be selected until finding a valid reading value (this will not be possible if the measured resistance is higher than 20 kΩ).



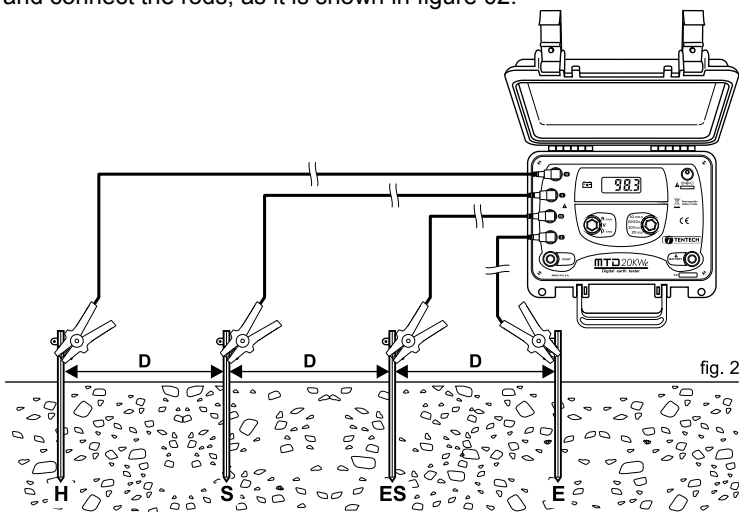
2.9. Spurious voltages measurement

1. In order to check the existence and to measure the spurious voltages present in the soil, the inserted rods must be kept in place, connected to the equipment as shown in figure 01.
2. Select the V position with the **FUNCTION Selector Switch**⑧ and press **the START Push-button**⑦. The display will show the AC voltage between the grounding E1 and the E2 probe, up to 200 V.

2.10. Soil resistivity measurement - Wenner Method

1. Insert four rods (spikes) in the soil, well aligned and with a constant D separation, as shown in fig. 02. When performing this measurement, the distance between the rods is critical as it takes part in the resistance calculation.

2. Select the position **p (4 pole)** in the **FUNCTION Selector Switch 08** and connect the rods, as it is shown in figure 02.



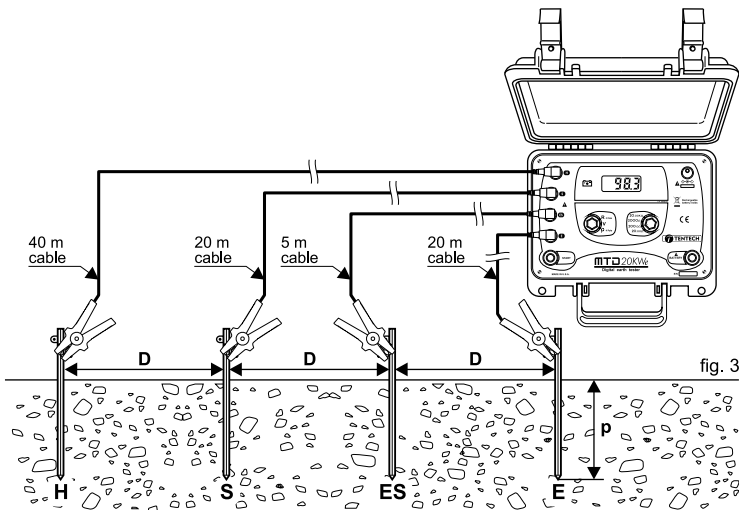
3. Find the most appropriate range and press the **START Pushbutton 07**.
4. To obtain the soil resistivity value, Wenner's equation should be applied. In its simplified form, this equation is as follows:

$$\rho = 2\pi RD$$

Where:

- ρ = soil resistivity value, expressed in [Ωm]
- $\pi = 3.14159$
- R = value shown on the display.
- D = distance between the rods, expressed in meters.

In this way, mean soil resistivity is obtained from the surface up to a depth equal to the D distance between the rods. The information required to determine the soil stratification by means of a graphic method or by the use of an appropriate software is obtained by performing several measurements with different distances between the rods. The distances which are generally adopted are: 1m, 2m, 4m, 8m, 16 m. In order to carry out measurements with $D=16\text{m}$, cables can be distributed as shown in figure 03, with the instrument near the ES rod.



5. Wenner's equation simplified form can be applied whenever the insertion depth of each rod is not significant compared to the D distance. This condition can be difficult to fulfil when D is small, due to the need of ensuring a good contact between the rod and the soil. If this were the case, the full form of the equation must be applied:

$$\rho = \frac{4\pi RD}{1 + \frac{2D}{\sqrt{D^2 + 4p^2}} - \frac{D}{\sqrt{D^2 + p^2}}}$$

Where:

ρ = soil resistivity [Ωm]

D = distance (spacing) between rods [m]

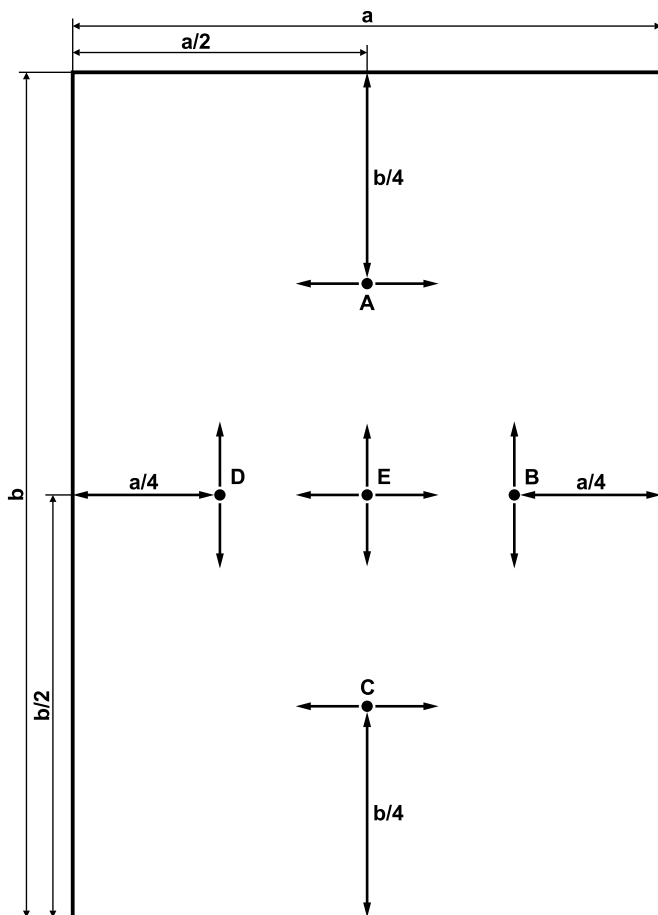
p = insertion depth of the auxiliary rods [m]

R = value shown on the display

When **D** >> **p**, the simplified form is obtained.

6. In order to properly evaluate soil resistivity, measurements must cover the whole area to be occupied and influenced by the future grounding system. For an area of up to 10,000 m², it is recommended resistance measurements to be performed in at least five points, arranged as shown in figure 04. Two sets of measurements should be needed for the central point (each set of measurements with its corresponding spaces between rods of 1, 2, 4, 8 and 16 m).

Larger areas can be divided in areas of 10,000 m² each, and measurements in 5 points can be carried out as shown in figure 04. Besides, in the case of different forms, there will always be the possibility of limiting a rectangle and proceed as in the previous case.



Measurements points: **A - B - C - D - E**
 Direction of measurements: **X - Y**



fig. 4

2.11. Audible Alarm

The **MTD20KWe** has an audible alarm circuit to avoid false measurement records. If, due to any reason, the current is lower than the value required to perform reliable measurements, or if there is no current flowing between **H** and **E**, the alarm circuit will be activated and will emit an audible intermittent signal. When the operator is in the field during measurement and hears the intermittent “beep” sound, he must check the connections to the rods and to the earth tester terminals, as well as the wires continuity (possibly, a wire may be cut off). If there isn't any abnormality in the connection or in the wires, it is possible that the soil resistance is abnormally high, causing an excessively high diffusion resistance of the auxiliary rods. That resistance could be improved by watering the auxiliary rods, or by inserting several interconnected rods. The battery status must also be checked.

2.12. Influence of grounding resistance of the auxiliary rods

Whenever the probe grounding resistance is lower than 1,000 Ω , the error caused is not significant (less than 5%). The current rod may have a resistance of up to 5,000 Ω , without affecting measurements and without causing significant errors.

2.13. Special considerations about grounding resistance measurements

By employing the Fall of Potential method, normally used to measure Grounding Diffusion System (GDS) resistance, two rods are used as auxiliary electrodes. In **figure 01**, **D₁** is the distance between GDS **E₁** and the **E₃** current electrode, whereas **D₂** is the distance between GDS and the **E₂** probe. The current generated by the equipment flows through GDS and the current electrode, and the voltage between GDS and the **E₂** probe is measured. The R value is obtained as the quotient between the voltage and the current.

In figure 05 the potential profile has been graphically shown relating the GDS in the area between this and the current electrode, assuming that

the distance between those points is enough for its corresponding “influence areas” not to be overlapped. An “influence area” is the area close to each electrode where a significant potential gradient is observed. Out of that area, the potential is constant (potential plateau between points A and B - Fig 05).

In order to obtain a valid measurement of the GDS resistances, it is necessary to move the auxiliary current rod away enough to comply with the “no overlap condition” of the areas of influence, and the voltage rod (probe) must be set up in the potential plateau area. The criteria commonly accepted is to consider that the radius of each influence area is three to five times bigger than the electrode dimension.

The appropriate compliance of this condition must be checked by carrying out three successive measurements of GDS resistances, keeping the current rod position but moving the voltage rod about 2 meters between measurements (points L, M, y N). If the three measurements show the same result (within the earth meter specified error) the measurement should be considered correct. Otherwise, the distance to the current rod should be significantly increased and the process, repeated.

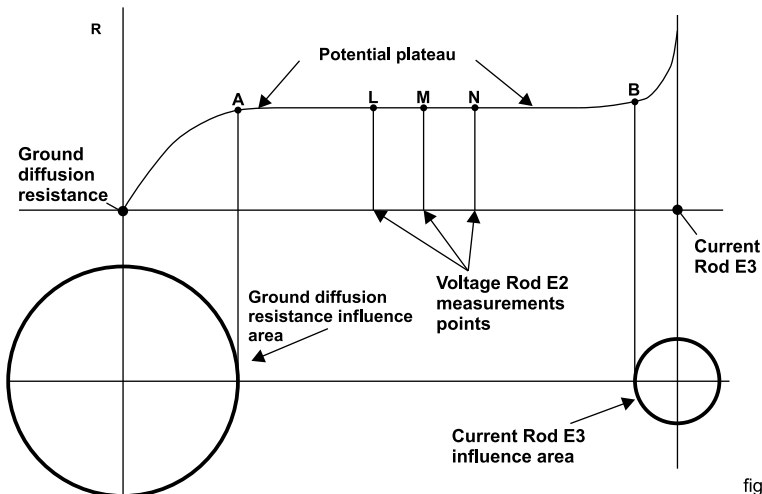


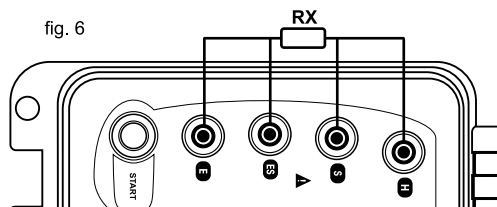
fig. 5

Generally, GDS dimensions are greater than those of the auxiliary current rod, thus its area of influence diameter is also greater. So, in order to comply with the required condition, the probe must be set up closer to the current rod than to the GDS. A distance of 62% is usually adopted as a first try (62% rule). It should be noted that when measuring GDS resistances in large systems (such as a large grid that underlies a substation) distances of hundreds of meters are required to fulfil the condition. Technical literature describes alternative methods that make it possible to reduce those distances with valid results, such the “slope method” developed by Dr. G. Tagg in 1970.

All these considerations refer to physical aspects, essential to the measurement process, thus they are applied to all earth meters, and do not depend on the manufacturer or the technology used.

3. Equipment operation checking

Using a standard resistance (i.e. 10.0 Ω nominal), it's possible to test the equipment calibration. This resistance must be connected to the 4 terminals on the earth meter, as shown in figure 06.



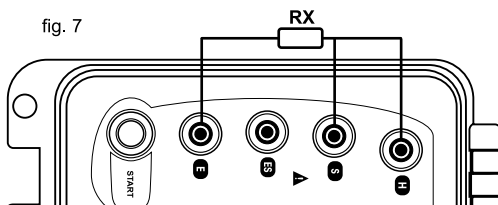
Following this procedure:

- The Function Selector Switch **08** must be in the p position (4 pole).
- The Range Selector Switch **10** must select the 20.00 Ω scale.
- Start the equipment.
- Press the **Battery Test Button** **11** to check the battery charge status. If the display shows a value lower than 1000, the battery should be recharged or external power supply should be used.

- Press the Start Pushbutton **07**. After 5 seconds, the display should indicate a stable value, close to the nominal value of the standard resistance.
- If this were not the case, the accuracy of the instrument would be out of its specification and it would be necessary to adjust by a qualified laboratory.
- If you want to calibrate the earth meter in other points of the present range or of other ranges, adequate standard resistances must be used. In order to avoid errors by the test leads resistances and their connections, the 4-wire connection is used (fig 06), with the earth meter in its measurement function of ρ (4 pole). According to the scale, the highest acceptable error is:

Range	Maximum error allowed
0 – 20.00 k Ω	$\pm(2\%$ of the measured value + 0.2 k Ω)
0 – 2000 Ω	$\pm(2\%$ of the measured value + 20 Ω)
0 – 200 Ω	$\pm(2\%$ of the measured value + 2 Ω)
0 – 20 Ω	$\pm(2\%$ of the measured value + 0.2 Ω)

When using a test resistance higher than 100 Ω , the leads and contacts resistances are not significant, thus figure 07 configuration can be used, with the Function Selector Switch **08** in the R position (3 pole).



4. Technical Specifications

Application : Measurement of grounding resistances (3 terminals), soil resistivity (4 terminals) and spurious voltages present in the soil.

Resistance measurement method : The equipment injects an electronically stabilised current in the soil, and measures, with high precision, the voltage developed in the soil by means of that current flowing through grounding diffusion resistances. Display shows the Resistance value.

Immunity to interference : Operation frequency: 1470 Hz
This operation frequency complies with the equation:

$$fg = \frac{2n + 1}{2} \times fi$$

Where:

fg = frequency of the current generated by the earth meter.

n = integer number.

fi = industrial frequency (50 or 60 Hz)

The compliance with this equation implies that the operation frequency will not coincide with any harmonic of the industrial frequency, in order to minimise the effect of parasitic currents present in the surveyed soils, by means of the use of appropriate filters.

Operation as a voltmeter : In the voltmeter function, the equipment operates as a AC conventional voltmeter, making it possible to check the presence and to measure voltages generated by parasitic currents.

Measurement ranges : Resistances: 0-20Ω; 0-200Ω; 0-2,000Ω; 0-20kΩ
Voltage: 0-200V~

Accuracy : **Resistances measurements:** ± (2% of the measured value + 1% of the maximum value of the selected range).

Voltage measurement: ± (2% of the measured value + 1% of end of scale value)

Reading resolution	: 0.01Ω in the resistance measurement. 0.1V in the voltage measurement.
Output power and Current	: The output power is less than 0.5W, and the output current is limited to less than 15mA (Peak to peak)
Battery status checking	: It makes it possible to verify the battery charge status under normal use conditions.
Audible alarm	: It warns the operator in case that there are abnormalities in the current circuit, which make it difficult to obtain a reliable result.
Power supply	: By means of an internal rechargeable battery or from a 12 V external battery.
Battery charger	: It is supplied by means of an external power supply for 100-240 V~ (provided with the equipment) or from a 12 V car battery.
Operation temperature	: 14°F to 122°F (-10°C to 50°C)
Storage temperature	: -13°F to 149°F (-25°C to 65°C)
Humidity	: 95% RH (without condensation)
Equipment weight	: Approx. 5.3 lb (2.4 kg) without accessories
Dimensions	: 8.70" x 7.44" x 3.89" (221 x 189 x 99 mm).
Included accessories	: • Four steel rods. • Connection wire to supply the charger with a 12 V external battery (the car battery). • Battery charger power supply, 100-240 V~ input voltage. • One 131.23 ft (40 meters) cable in red colour. • Two 65.62 ft (20 meters) cable in blue and green colour. • One 16.40 ft (5 meters) cable in black colour. • One 16.40 ft (5 meters) cable to connect to the grounding system to be measured. • Canvas bag. • This User's guide.

5. Warranty

TENTECH CORPORATION warrants the products for one year from date of shipment. We will repair, without charge, any defects due to faulty materials or workmanship. For warranty repair information, visit our webpage **www.tentech.com**. This warranty does not apply to accessories or damage caused where repairs have been made or attempted by others. For the accessories and batteries the period of warranty is six months.

TENTECH's warranty obligation is limited, at TENTECH's option, to free of charge repair or replacement of the defective product within the warranty period, or to refund of the purchase price.

Any costs for transportation to manufactures facility is the responsibility of the customer. The manufacturer assumes no risk for damage in transit.

If TENTECH determines that the failure was caused by misuse, alteration, accident or abnormal condition or handling, you will be charged for the repair and transportation.

The manufacturer does not take any responsibility for any eventual damage due to the use or impossibility to the use of the equipment such as the loss of memory data, accidents in the field, loss of profit, etc.

MTD20KWe

Telurómetro digital

Manual de uso



El contenedor de basura tachado significa que, en la Unión Europea, el producto deberá ser objeto de una recogida selectiva de los residuos para el reciclado de los aparatos eléctricos y electrónicos de conformidad con la directiva WEEE 2002/96/CE.

Índice

1. Descripción	27
2. Instrucciones de operación.....	28
2.1. Función de los controles del panel	28
2.2. Bornes 	29
2.3. Alimentación	29
2.4. Verificación del estado de la batería 	29
2.5. Fuente de alimentación 	29
2.6. Carga de la batería	30
2.7. Rangos de Medición	31
2.8. Medición de la resistencia de puesta a tierra.....	31
2.9. Medición de las tensiones espurias.....	32
2.10. Medición de Resistividad Específica - Método de Wenner	32
2.11. Alarma audible	37
2.12. Influencia de la resistencia de puesta a tierra de las jabalinas auxiliares.37	
2.13. Consideraciones especiales sobre la medición de la resistencia de puesta a tierra.	38
3. Verificación del funcionamiento del equipo.....	40
4. Especificaciones técnicas.....	42
5. Término de Garantía	44

1. Descripción

El telurómetro digital **MTD20KWe** permite medir resistencias de puesta a tierra y resistividad específica del terreno, además de las tensiones espurias provocadas por corrientes parásitas presentes en el suelo.

Las principales aplicaciones de este equipo son la verificación de la resistencia de puesta a tierra de edificios, instalaciones industriales, hospitalarias y domésticas, pararrayos, antenas, subestaciones, etc. La medición de la resistividad específica del suelo permite realizar la estratificación del terreno para optimizar la ingeniería de los sistemas de puesta a tierra más complejos. Su elaborado sistema de filtros activos y pasivos le otorga una elevada inmunidad a las interferencias eléctricas, permitiendo obtener mediciones confiables en presencia de altas tensiones parásitas, como las que se pueden encontrar en algunas áreas urbanas y en la proximidad de subestaciones primarias de transformación.

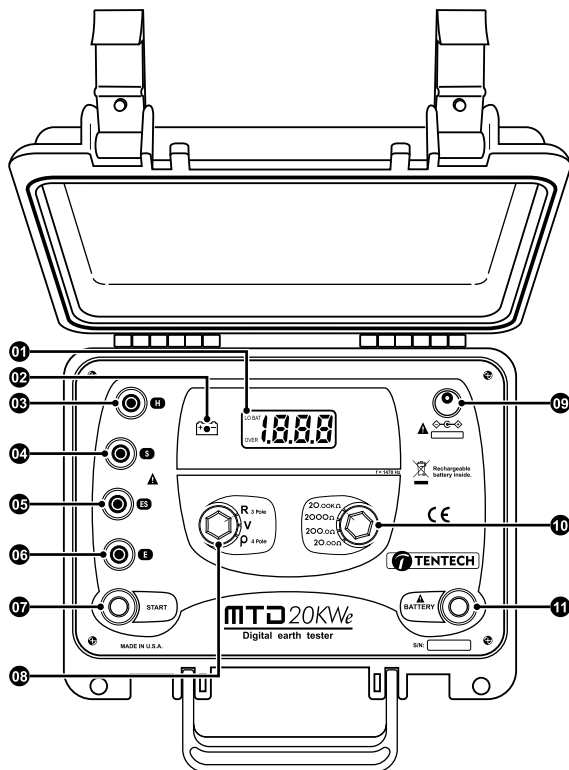
Posee una señal audible que informa al operador cuando la corriente es insuficiente para realizar la medición. Esta alarma evita que, por el hecho de no ser advertido, se informen valores de resistencias no válidos.

Por su amplio rango de medición (desde $0,01\ \Omega$ hasta $20\ \text{k}\Omega$), este equipo permite ensayos confiables en todo tipo de terreno, incluso en aquellos de muy alta resistividad. La utilización del instrumento es muy simple, con lectura directa en un display de $3\frac{1}{2}$ dígitos de alta visibilidad, aun a pleno sol.

Este telurómetro se alimenta con una batería interna recargable. El cargador es inteligente, controlado por microprocesador, y puede alimentarse desde una batería de 12 V (de automóvil o similar). Su gabinete es robusto, de fácil y seguro transporte, con nivel de protección IP54 (con la tapa cerrada). Es adecuado para trabajar en condiciones geográficas y ambientales adversas, con temperaturas extremas en regiones frías o tropicales, y en las elevadas alturas de las áreas de montaña, presentando un óptimo desempeño en los trabajos de campo.

2. Instrucciones de operación

2.1. Función de los controles del panel



01- **Display** de 3½ dígitos donde se muestran los valores de las mediciones.

02- LED del **cargador de batería**

03- Borne **H**

04- Borne **S**

05- Borne **ES**

06- Borne **E**

07- Pulsador **Start** (inicio)

08- Selector de **Función**

R (3 pole) = Medición de Resistencia con 3 electrodos

V = Voltímetro CA

p (4 pole) = Medición de Resistividad (4 electrodos)

09- Entrada de **Fuente de alimentación**

10- Selector de **Rango**

11- Pulsador **Battery** (batería)

2.2. Bornes

Borne E verde	– Electrodo de retorno de corriente
Borne ES negro	– Segundo electrodo de tensión
Borne S azul	– Electrodo de tensión, o sonda
Borne H rojo	– Inyección de corriente

La nomenclatura E – ES – S – H es la recomendada actualmente por IEC.

Con la llave selectora de función en la posición R (medición de resistencia de puesta a tierra) los bornes E y ES están cortocircuitados internamente. El borne ES no se utiliza en esta medición.

2.3. Alimentación

El **MTD20KWe** puede realizar mediciones alimentado por su batería interna o a partir de una batería de 12 V (de automóvil o similar)

2.4. Verificación del estado de la batería

Antes de iniciar el ensayo con el equipo alimentado por su batería interna es conveniente verificar si posee carga suficiente, presionando la tecla **BATTERY** . El valor indicado en el visor **debe ser superior a 1000**. Si no fuera así, la batería necesita ser cargada. Esta verificación puede repetirse durante la medición, en las condiciones de máximo consumo del equipo.

2.5. Fuente de alimentación

La fuente de alimentación provista puede conectarse a redes de 100-240 V~. Se utiliza para la carga de la batería.

2.6. Carga de la batería

Este equipo posee un cargador de batería interno, con circuito inteligente, controlado por microprocesador, que ajusta la carga de batería a los parámetros optimizados para garantizar la máxima vida útil. Es alimentado mediante fuente externa para 100-240 V~ (provista con el equipo) o a partir de una batería de automóvil de 12 V.

Para cargar la batería, conecte el equipo a la energía eléctrica o a la batería externa. Después de algunos segundos, el indicador luminoso del **ESTADO DE LA BATERÍA**  brillará alternadamente en los colores verde y rojo durante un segundo. En este período, el cargador verifica el estado inicial de la batería seleccionando así los parámetros optimizados de la carga. Después el LED del **ESTADO DE LA BATERÍA**  quedará encendido con luz roja hasta completar la carga, cuando el indicador pasará a luz verde y permanecerá así hasta que el equipo sea desconectado de la energía.

Si, durante la carga con batería de 12 V, el equipo fuera utilizado para realizar mediciones, la carga quedará momentáneamente interrumpida, retornando al proceso de carga al finalizar las mediciones.

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.

Nota: La batería pierde parte de su carga estando almacenada. Por eso, antes de utilizar el equipo por primera vez, o después de algún tiempo sin uso, se debe recargar la batería. Por cuanto el tipo de batería recargable que utiliza este equipo no presenta “efecto memoria” y por las características inteligentes del cargador, no hay restricciones para iniciar una carga tantas veces como se requiera. En cuanto el cargador detecte que la batería está completamente cargada pasará al estado de Flote en forma automática, protegiéndola de sobrecargas.

2.7. Rangos de Medición

El equipo posee 4 rangos de medición:

Rango	Unidad	Resolución de lectura
0 – 20,00	Ω	0,01
0 – 200,0	Ω	0,1
0 – 2000	Ω	1
0 – 20,00	k Ω	0,01

2.8. Medición de la resistencia de puesta a tierra

1. Clave en el terreno dos jabalinas (picas) auxiliares, la jabalina de corriente **E3** y la jabalina de tensión **E2**, y conéctelas a través de los cables provistos, a los bornes **H03** y **S04** respectivamente. El borne **E06** se debe conectar a la puesta a tierra cuya resistencia se quiere medir (**E1**) con el cable de 5 m (Ver fig. 01).

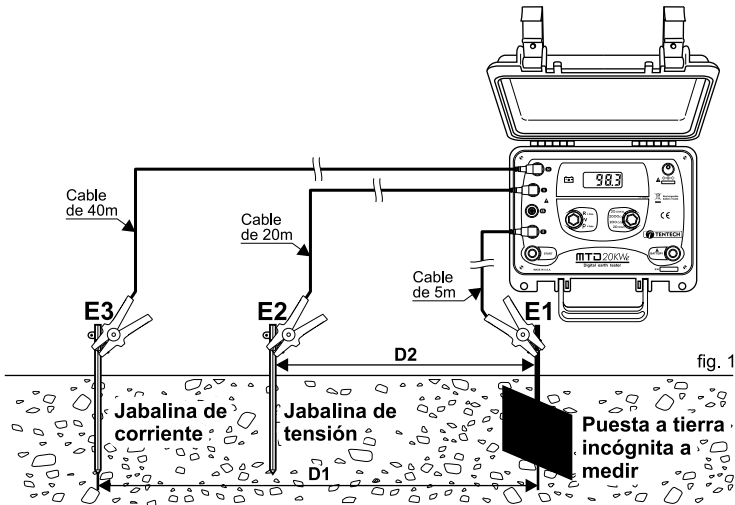


fig. 1

2. Seleccione la posición **R (3 pole)** en la llave de **FUNCIÓN⁰⁸**. Seleccione la posición de **20 kΩ** en la llave de **RANGO¹⁰** y oprima la tecla de **START⁰⁷**. Si el valor de la resistencia fuera menor que 2 kΩ, seleccione la escala más adecuada, eligiéndola en orden decreciente. Si suena la alarma acústica significa que existe alguna anomalía en el cableado de las jabalinas que impide circular la corriente de medición (eventualmente, la razón puede ser una resistencia de difusión exageradamente elevada en la jabalina de corriente). Revise la instalación para subsanar la dificultad.

Si aparece un número 1 en la posición del dígito más significativo significa que el valor medido es mayor que el máximo del rango seleccionado (Overrange). En ese caso se debe seleccionar el rango inmediatamente superior hasta encontrar una lectura válida (esto no será posible si la resistencia medida es mayor que 20 kΩ).



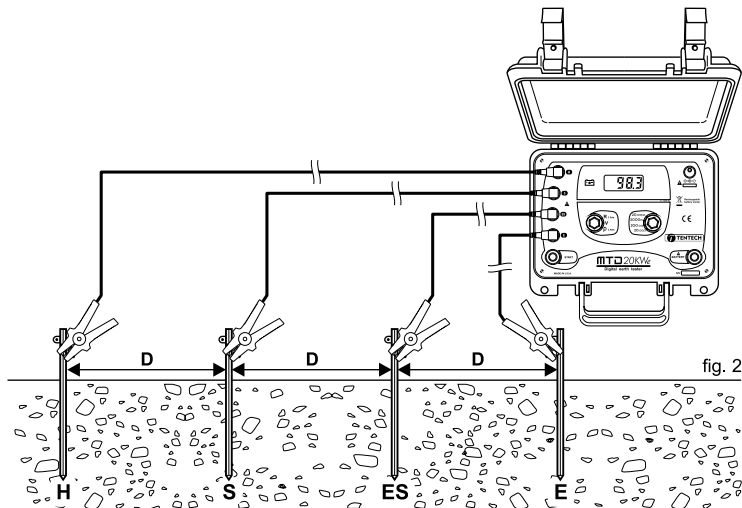
2.9. Medición de las tensiones espurias

1. Para verificar la existencia y medir las tensiones espurias presentes en el terreno deben mantenerse las jabalinas hincadas en el terreno y conectadas al equipo como se indica en la fig. 01.
2. Seleccione la posición **V** en la llave de **FUNCIÓN⁰⁸** y oprima el pulsador **START⁰⁷**. El display indicará la tensión de CA existente entre la puesta a tierra y la sonda E2, hasta 200 V

2.10. Medición de Resistividad Específica - Método de Wenner

1. Clave en el terreno cuatro jabalinas (picas), bien alineadas y con separación constante D, como se indica en la fig. 02. En esta medición la distancia entre jabalinas es crítica, ya que interviene en el cálculo de resistividad.

2. Seleccione la posición **p (4 pole)** en la llave de **FUNCIÓN** 08 y conecte las jabalinas como se indica en la figura 02.



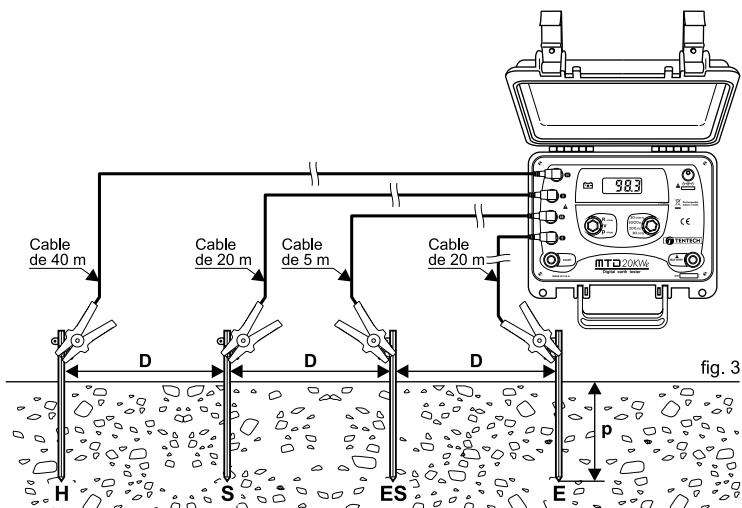
3. Oprima la tecla **START** 07 y encuentre la escala mas adecuada.
4. Para obtener el valor de la resistividad media del terreno se debe aplicar la ecuación de Wenner que, en su forma simplificada, es:

$$\rho = 2\pi RD$$

donde:

- ρ = valor de la resistividad media del terreno.
- $\pi = 3,14159$
- R = valor indicado en el display.
- D = distancia de entre las jabalinas, expresada en metros.

Se obtiene así la resistividad media del terreno desde la superficie hasta una profundidad igual a la distancia D entre jabalinas. Haciendo diversas mediciones con diferentes distancias entre jabalinas se obtiene la información requerida para determinar la estratificación del terreno por métodos gráficos o mediante la utilización de un software adecuado. Las distancias generalmente adoptadas son 1, 2, 4, 8 y 16 m. Para realizar la medición con $D = 16$ m, los cables se pueden distribuir como indica la fig. 03.



5. La forma simplificada de la ecuación de Wenner puede aplicarse siempre que la profundidad de penetración de cada jabalina sea despreciable comparada con la distancia D. Esta condición puede ser difícil de cumplir cuando D es pequeño, por la necesidad de asegurar un buen contacto de la jabalina con el terreno. En ese caso debe aplicarse la forma completa de la ecuación:

$$\rho = \frac{4\pi RD}{1 + \frac{2D}{\sqrt{D^2 + 4p^2}} - \frac{D}{\sqrt{D^2 + p^2}}}$$

donde:

ρ = Resistividad específica del terreno

D = Distancia entre jabalinas (separación)

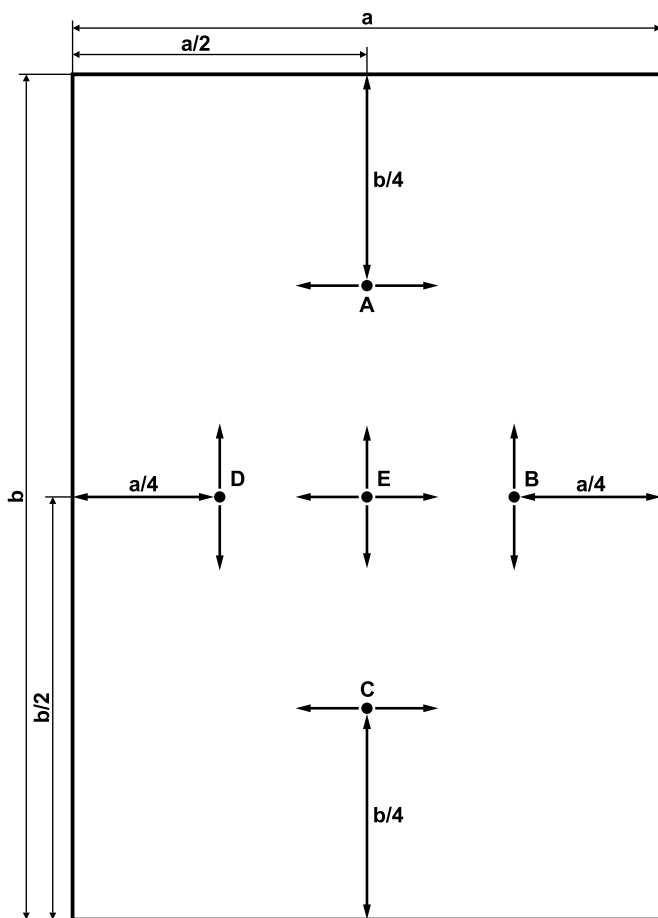
p = Profundidad de penetración de las jabalinas auxiliares

R = Valor indicado en el display

Cuando **D** >> **p** se obtiene la forma simplificada.

6. Para evaluar adecuadamente la resistividad de un terreno las mediciones deben cubrir toda el área a ser ocupada e influenciada por el futuro sistema de puesta a tierra. La norma NBR 7117 recomienda que se efectúen mediciones de resistividad en, al menos, cinco puntos para un área de hasta 10.000 m², dispuestos como en la figura 04. Para el punto central deben ser necesarios dos conjuntos de mediciones (cada conjunto de mediciones con sus respectivas separaciones de jabalinas de 1, 2, 4, 8 y 16 m).

Áreas mayores pueden ser divididas en áreas de 10.000 m² cada una y hacer mediciones en 5 puntos como en la figura 04. También en el caso de geometrías diferentes, siempre existirá la posibilidad de circunscribir un rectángulo y proceder como en el caso anterior.



Puntos de medición: **A - B - C - D - E**

Direcciones de medición: **X - Y**



fig. 4

2.11. Alarma audible

El telurómetro **MTD20KWe** posee un circuito de alarma sonora para evitar registros de mediciones falsas. Si por cualquier razón, la corriente fuera inferior al valor requerido para hacer la medición, o si no circula corriente entre **H03** y **E06**, se activa el circuito de alarma que genera una señal audible intermitente. Estando en el campo durante la medición, al oír el sonido del “bip” intermitente, el operador debe revisar las conexiones de los cables a las jabalinas y a los bornes del telurómetro, así como la continuidad de los cables (eventualmente, un cable puede estar cortado). Si no se encuentra ninguna anomalía en el conexionado o en los cables, debe evaluarse la posibilidad de que la resistividad del terreno sea anormalmente elevada provocando una resistencia de difusión de las jabalinas auxiliares excesivamente alta. Esa resistencia puede mejorar regando las jabalinas auxiliares con abundante agua, o colocando varias interconectadas. También se debe revisar el estado de la batería. Para verificar el funcionamiento de la alarma, basta conectar el equipo con el circuito de corriente abierto (los bornes **H03** y **E06** desconectados).

2.12. Influencia de la resistencia de puesta a tierra de las jabalinas auxiliares

La resistencia de entrada del circuito voltimétrico (del medidor de resistencia) es de $20.000\ \Omega$. Por eso, siempre que la resistencia de puesta a tierra de la sonda sea menor que $1.000\ \Omega$ el error adicional provocado por este efecto es despreciable (menos del 5%). La jabalina de corriente puede tener una resistencia de hasta $5.000\ \Omega$, sin afectar la medición y sin provocar error apreciable.

2.13. Consideraciones especiales sobre la medición de la resistencia de puesta a tierra.

En el método normalmente utilizado para medir la resistencia de difusión de una puesta a tierra (PAT), se emplean dos jabalinas como electrodos auxiliares. En la figura 01, **D1** es la distancia entre la PAT **E1** y el electrodo de corriente **E3**, mientras que **D2** es la distancia entre la PAT y la sonda **E2**. La corriente generada por el telurómetro circula por la PAT y el electrodo de corriente, y se mide la tensión entre la PAT y la sonda **E2**. El valor de R se obtiene como el cociente de la tensión y la corriente.

En la fig. 05 se ha graficado el perfil de potencial con respecto a la PAT en la zona comprendida entre ésta y el electrodo de corriente, asumiendo que la distancia entre esos puntos sea suficiente para que sus respectivas “zonas de influencia” no presenten superposición. Se denomina “zona de influencia” al área próxima a cada electrodo en la cual se observa un gradiente de potencial significativo. Fuera de esa zona el potencial es constante (meseta de potencial entre los puntos A y B de la fig. 05).

Para obtener una medición válida de la resistencia de PAT es necesario alejar la jabalina auxiliar de corriente lo suficiente como para que se cumpla la condición de no superposición de las zonas de influencia, y la jabalina de tensión (sonda) debe estar hincada en la zona de la meseta de potencial. Como referencia puede adoptarse el criterio de considerar que el radio de cada zona de influencia es del orden de 3 veces la mayor dimensión del electrodo.

El adecuado cumplimiento de esta condición debe verificarse haciendo tres medidas sucesivas de la resistencia de PAT manteniendo la posición de la jabalina de corriente pero desplazando la de tensión unos 2 metros entre las medidas (puntos L, M, y N). Si las tres medidas presentan el mismo resultado (dentro del error especificado del telurómetro) la medición debe considerarse correcta. De lo contrario debe aumentarse significativamente la distancia hasta la jabalina de corriente y repetir el proceso.

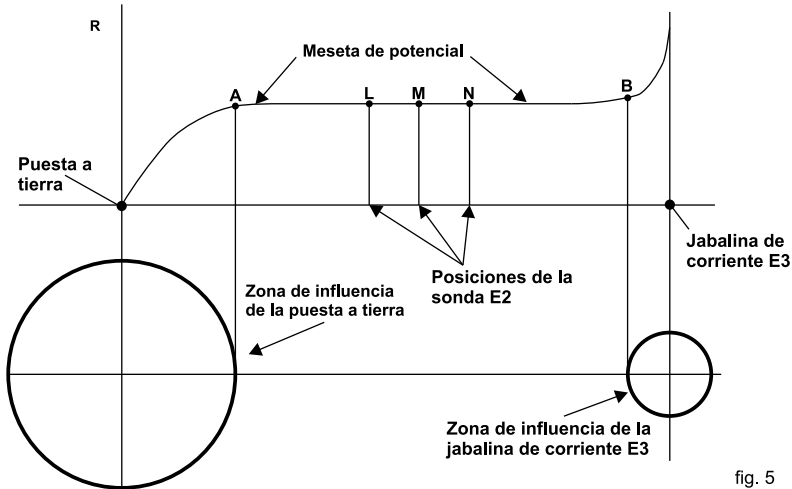
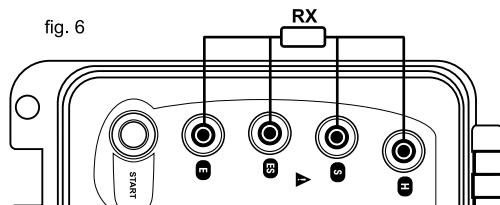


fig. 5

En general, las dimensiones de la PAT son mayores que las de la jabalina auxiliar de corriente por lo que el diámetro de su zona de influencia también es mayor. Por eso la sonda debe hincarse más próxima a la jabalina de corriente que a la PAT para cumplir la condición requerida. Suele adoptarse una distancia del 62% como primera aproximación. Debe tenerse en cuenta que cuando se mide la resistencia de PAT de sistemas de gran tamaño (por ej. mallas extensas de subestaciones) se requieren distancias que pueden llegar a cientos de metros para cumplir la condición. La literatura técnica describe métodos aproximados que permiten reducir esas distancias con resultados válidos. Todas estas consideraciones se refieren a aspectos físicos esenciales del proceso de medición, por lo que se aplican a todos los telurómetros, y no dependen del fabricante o la tecnología utilizada.

3. Verificación del funcionamiento del equipo

Para hacer una comprobación de la calibración del equipo, se deben utilizarse resistencias patrón adecuadas, con la debida certificación. Con una resistencia patrón de $10,0 \Omega$ es posible hacer una comprobación rápida de la calibración del equipo en su punto de mayor interés. Conecte los 4 bornes del telurómetro a la resistencia patrón, como se indica en la fig. 06.

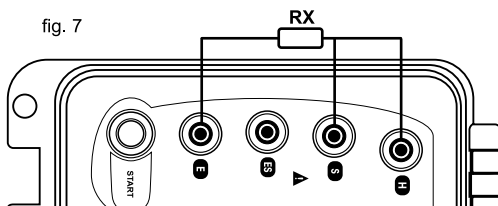


Siguendo luego el siguiente procedimiento:

- La llave selectora de **FUNCIÓN** **08** debe estar en la posición ρ (4 pole).
- La llave de **RANGO** **10** debe seleccionar la escala de $20,00 \Omega$
- Oprima el pulsador **BATTERY** **11** para verificar el estado de carga de la batería. Si el display indica un valor inferior a 1000 la batería debe ser recargada o debe usarse una alimentación externa.
- Oprima el pulsador **START** **07**. Al cabo de 5 segundos, el display debe indicar un valor comprendido entre $9,60$ y $10,40 \Omega$
- Si no fuera así, la exactitud del instrumento está fuera de su especificación y debe ser ajustado por un laboratorio capacitado.
- Para evitar errores por las resistencias propias de los cables y sus conexiones se utiliza la conexión de 4 hilos (fig. 06), con el telurómetro en su función de medición de ρ (4 pole). El error máximo admisible según la escala es:

Rango	Error máximo permitido
0 – $20,00 \text{ k}\Omega$	$\pm(2\% \text{ del valor medido} + 0,2 \text{ k}\Omega)$
0 – 2000Ω	$\pm(2\% \text{ del valor medido} + 20 \Omega)$
0 – 200Ω	$\pm(2\% \text{ del valor medido} + 2 \Omega)$
0 – 20Ω	$\pm(2\% \text{ del valor medido} + 0,2 \Omega)$

Si la resistencia patrón tiene un valor superior a $100\ \Omega$ las resistencias de los cables y contactos son despreciables, por lo que puede usarse la configuración de la fig. 07, con la llave selectora de FUNCIÓN⁰⁸ en la posición R (3 pole).



4. Especificaciones técnicas

Aplicación	: Medición de resistencias de puesta a tierra (3 bornes), resistividad específica del suelo (4 bornes) y tensiones presentes en el terreno.
Método de medición de resistencia	: El telurómetro inyecta en el terreno una corriente estabilizada electrónicamente, y mide con alta precisión la tensión que aparece en el terreno por circulación de esa corriente a través de la resistencia de difusión de la puesta a tierra. La lectura de R es directa, en el display.
Inmunidad a las perturbaciones	: La frecuencia de operación cumple con la ecuación: $fg = \frac{2n + 1}{2} \times fi$ Donde: fg = frecuencia de la corriente generada por el telurómetro n = número entero. fi = frecuencia industrial. El cumplimiento de esta ecuación implica que la frecuencia de operación no coincidirá con ninguna armónica de la frecuencia industrial. Eso permite, mediante el empleo de filtros adecuados, eliminar el efecto de las corrientes parásitas presentes en los terrenos estudiados.
Funcionamiento como voltímetro	: En la función voltímetro el equipo opera como voltímetro convencional de CA permitiendo verificar la presencia y medir las tensiones generadas por las corrientes parásitas.
Rangos de medición	: Resistencias: 0-20Ω; 0-200Ω; 0-2.000Ω; 0-20kΩ Tensión: 0-200 V~
Exactitud	: Medición de resistencias: ± (2% del valor medido + 1% del máximo valor de la escala utilizada) : Medición de tensión: ± (2% del valor medido + 1% del fondo de escala)
Resolución de lectura	: 0,01 Ω en la medición de resistencia. 0,1 V en la medición de tensión.

Potencia y Corriente de salida	: Opera con una potencia de salida inferior a 0,5 W, y con una corriente inferior a 15 mA (pico a pico)
Verificación del estado de la batería	: Permite comprobar el estado de carga de la batería en las condiciones normales de uso
Alarma sonora	: Advierte al operador en el caso de que existan anomalías en el circuito de corriente que dificulten la obtención de un resultado confiable.
Alimentación	: Mediante batería recargable interna o desde una batería externa de 12 V.
Cargador de batería	: Circuito inteligente, microprocesado, ajusta la carga de batería a los parámetros optimizados para garantizar la máxima vida útil. Se alimenta a través de fuente externa para 100-240 V~ (provista con el equipo) o a partir de una batería de automóvil de 12 V.
Temperatura de operación	: -10°C a 50°C
Temperatura de almacenamiento	: -25°C a 65°C
Humedad	: 95% RH (sin condensación)
Índice de protección ambiental	: IP54 (con la tapa cerrada)
Peso del equipo	: Aprox. 2,4 kg (sin accesorios)
Dimensiones	: 221 x 189 x 99 mm.
Accesorios incluidos	: • 4 jabalinas. • Cable de conexión para alimentar el cargador con una batería externa de 12 V (de automóvil o similar). • Fuente de alimentación del cargador de batería, para red de 100 - 240 V~. • Carrete con cable de 40 m (rojo). • Carrete con cable de 20 m (azul). • Carrete con cable de 20 m (verde). • Cable corto de 5 m (negro). • Cable corto de 5 m (verde) para conexión a la puesta a tierra a medir. • Manual de operaciones

5. Término de Garantía

Tentech Corporation otorga a sus productos una garantía de UN AÑO, plazo contado a partir de la fecha de envío. En caso de falla provocada por defectos de los materiales o de la mano de obra el equipo será reparado sin cargo. Para obtener más informaciones sobre las condiciones de la garantía visite el website **www.tentech.com**. Esta garantía no es aplicable a los accesorios, a las baterías, o a los daños causados por cualquier reparación o tentativa de reparación realizada por personas no autorizadas por el fabricante. Para los accesorios y las baterías el período de garantía es de seis meses.

La obligación de TENTECH está limitada a alguna de las siguientes acciones, a criterio exclusivo del fabricante: la reparación sin cargo del producto o su sustitución gratuita, o a la devolución del importe pago.

El costo del transporte de los equipos hasta las instalaciones indicadas por el fabricante es de responsabilidad del cliente, al igual que los riesgos inherentes de daño en tránsito.

Si TENTECH determina que la falla fue causada por mal uso, alteraciones, accidentes o trato inapropiado el cliente deberá hacerse cargo del costo la reparación y del transporte en ambos sentidos.

El fabricante declina toda responsabilidad por cualquier daño eventual causado por el uso o por la imposibilidad de uso del equipo, incluyendo pérdidas de datos de la memoria, accidentes en el campo, lucro cesante, etc.

