



TENTECH CORPORATION
7330 NW 66th ST
Miami, FL 33166

EM4058

Digital earth tester

User guide

P. 03

Telurómetro digital

Manual de uso

P. 31

EM-4058

Digital earth tester

User guide

GF-2028

© 2016 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. Control panel.....	8
2.1. Connections and items.....	8
2.2. Keyboard.....	9
3. Measurement ranges.....	10
4. Battery / battery charger.....	11
4.1. Checking battery status.....	11
4.2. Recharge procedure.....	11
5. Equipment calibration checking.....	12
6. Grounding resistance measurement.....	13
6.1. Resistance measurement – one frequency.....	13
6.2. Resistance measurement – frequency SCAN.....	14
6.3. Observations about grounding diffusion systems (GDS).....	16
7. Spurious voltages measurement.....	17
8. Soil resistivity measurement.....	18
9. Abnormalities indications on the display.....	21
9.1. Excessively high spurious voltages.....	21
9.2. Excessively high earth resistance.....	21
9.3. Excessively high resistance in the auxiliary rods.....	22
9.4. Excessively high soil resistivity.....	22
10. Software.....	23
10.1. USB Drivers.....	23
10.2. T-Logger software.....	23
11. Remote control.....	24
12. Printer.....	25
13. Cleaning.....	25
14. Technical Specifications.....	26
15. Warranty.....	29

1. Description

The **EM-4058** earth tester is a digital instrument that allows to measure the Earth resistance and Ground resistivity (using Wenner's method), as well as to detect parasitic voltages present in the ground. This instrument is suitable to measure earth systems in power substations, industries, distribution networks, etc., according to IEC 61557-5. It is also suitable for soil resistivity measurements, in order to optimize the earth systems project. It is fully automatic and easy-to-operate equipment. Before starting each measurement, the equipment will check that conditions are within appropriate limits and will notify the operator in case any abnormality turns up (too high interference voltage, too much resistance in test spikes, very low test current, etc). Then, it will look for the most suitable range and show measurement results in an alphanumeric display.

In order to conveniently test the earth system, **EM-4058** allows to perform measurements using the test current which frequency may be operator selected (270 Hz, 570 Hz, 870 Hz, 1170 Hz or 1470 Hz). On one hand, the lowest frequency will allow to analyze the earth system behavior related to fault currents of industrial frequency, while on the other hand, the measurement performed with the highest frequency will best show the behavior in connection with electrical currents caused by lightning and will offer a very high immunity related to interference voltages that are usually present in soils, specially near substations.

The instrument has four ranges that are automatically selected, covering measurements from 0.01Ω up to $20 \text{ k}\Omega$, which allows to obtain very accurate measurements for any kind of soils. During ground resistivity measurement, the operator may indicate the distance between spikes in order for the equipment to apply Wenner's formula and to show the resistivity value directly. The **EM-4058** has a Frequency Scan feature that performs an earth resistance measure with all available frequencies automatically and calculates, display and print the average result besides the individual result of each frequency. Those results are saved on the internal memory.

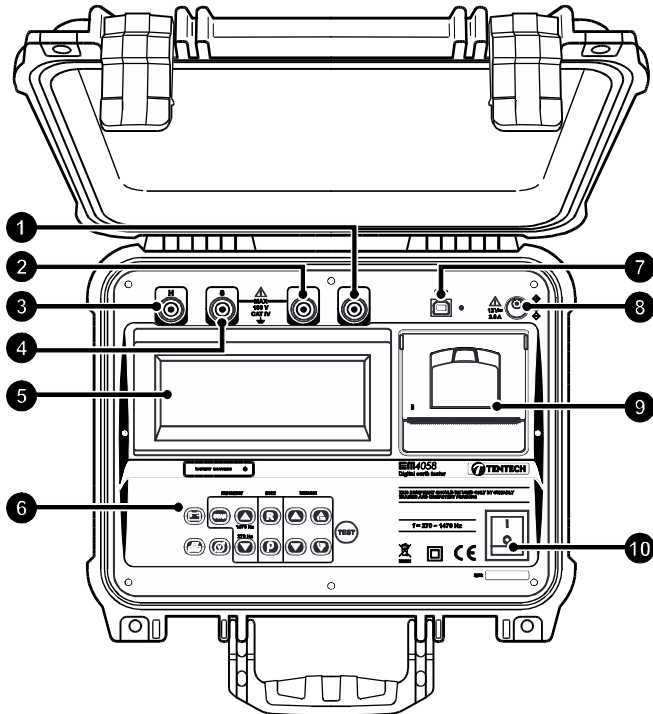
The equipment has a Bluetooth communication interface that allows remote operation through a Tablet running the Android application. With it you can save photos of the measurements and the GPS coordinates of each. Also allows you to record voice annotations to each measurement.

The **EM-4058** has an USB interface that allows to communicate measured values to a computer or data logger for their later analysis. It is portable, strong and lightweight equipment, suitable to be used out in the field and under severe weather conditions. It is powered by a rechargeable battery with an external 12VDC / 2A power source charger and it is supplied with all the necessary accessories for measurements (test spikes, leads, power, supply.) within an auxiliary bag that makes it simple to carry.

2. Control panel

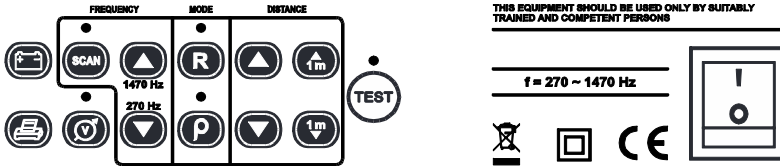
All of the **EM-4058** buttons, keys, outputs and connections are located on the panel, and are easily accessible by the operator. The following graphics show the function of each one of the equipment's items.

2.1. Connections and items



- | | | | |
|----|----------------------|----|------------------------|
| 01 | Output terminal E | 06 | Keyboard |
| 02 | Output terminal ES | 07 | USB communication port |
| 03 | Output terminal H | 08 | Power supply input |
| 04 | Output terminal S | 09 | Printer |
| 05 | Alphanumeric display | 10 | On / Off key |

2.2. Keyboard



Key Function



ON/OFF switch



Selects the **resistance measurement** function



Increase / Decrease. Switch between the frequencies of 270 Hz, 570 Hz, 870 Hz, 1170 Hz or 1470 Hz



Frequency Scan: feature that performs an earth resistance measure with all available frequencies automatically and calculates and display the average result besides the individual result of each frequency



Selects the **resistivity measurement** function



Increase or decrease the specified distance between rods in a progression of 1, 2, 4, 8, 16 or 32 meters. It also allows the operator to select the Rx function, used to check the equipment calibration by using a standard resistance (ignoring the “distance” parameter, not needed in this function)



Increase or decrease the specified distance between rods in one meter steps.



Shows the **battery charge** status on the display



Prints the measurement



Activates the **voltmeter**



START key; starts the test.

3. Measurement ranges

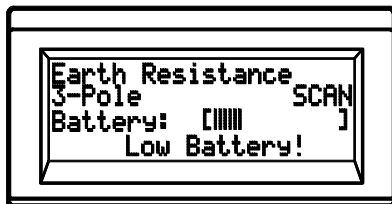
The **EM-4058** automatically selects an adequate range when operating, allowing measurements between 0.01 Ω and 20 k Ω (resistance), 0.01 Ω m and 50 k Ω m (resistivity), or voltages between 0 and 60 V~ (when in the voltmeter function).

4. Battery / battery charger

The **EM-4058** uses a 12 V – 3 Ah rechargeable battery. At the end of its useful life, the battery must be recycled or disposed of properly, in order to protect the environment.

4.1. Checking battery status

Before starting each test, it is recommended to check if the battery has enough charge. This can be done by pressing the **battery status** (🔋) key. If the battery charge is low, the following message will appear on the display:



4.2. Recharge procedure

This equipment has an internal battery charger with a smart circuit which adjusts the battery charge to the optimized parameters to ensure the maximum service life. To recharge the battery:

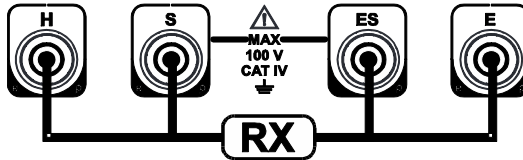
- Check if the equipment is off, and then connect it to the AC Adapter.
- The charging indicator (**BATTERY CHARGING** ●) will turn on red and will remain that way until the battery is totally charged. Then the light will remain green and keep in that way until the equipment is disconnected of the AC Adapter.

Note: If the equipment is turned on, the charging procedure will be momentarily interrupted till it is again turned off.




Note: battery slowly loses part of its charge while stored, even without use. Therefore, before using the equipment for the first time, or after a long period out of use, it may be necessary to recharge the battery.

5. Equipment calibration checking

By using a standard resistance (R_x), it is possible to test the equipment calibration. The resistance must be connected to the **EM-4058** as shown below:

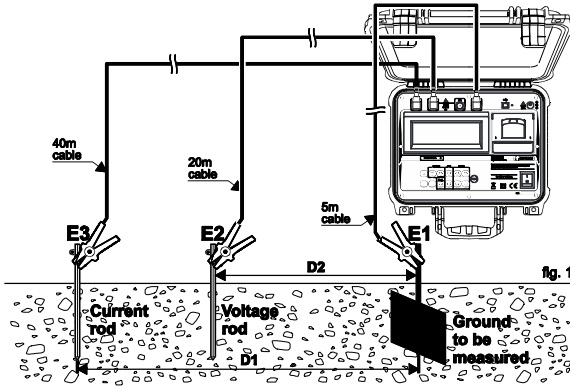


After connecting the resistance, follow these procedures:

- Turn the **EM-4058** on ().
- Select the resistivity function ().
- In the *distance / standard resistance* selection function, choose **R_x** (nominal standard resistance).
- Press the  key.
- After 5 seconds, a stable value close to the standard resistance's nominal value should appear on the display.
- If this is not the case, the equipment accuracy is out of its specification and must be adjusted by a qualified laboratory.

6. Grounding resistance measurement

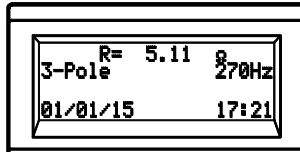
Insert the auxiliary rods (current rod **E3** and voltage rod **E2**) in the ground. Using the cables supplied with the equipment, connect the rods to the **H** and **S** output terminals, respectively. The grounding system under test must be connected to **E** with the 5 meters cable.



6.1. Resistance measurement – one frequency



Select the Resistance mode by pressing the **R** button, choose one frequency using the **▲** **▼** buttons (yellow arrows).

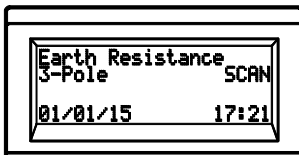
The display will show the selected test mode and frequency. Press the **TEST** button to start the test. The test number will be shown on the display, followed by the message "WAIT...", and after a few moments the resistance value will appear, as in the following example:




The result will then be stored on the memory.

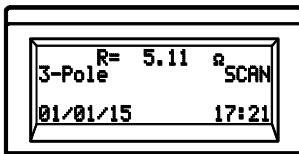
6.2. Resistance measurement – frequency SCAN

Select the Resistance mode by pressing the  button, and select the SCAN mode by pressing the  button. The LED above the button will be lit and the display will show the message SCAN.





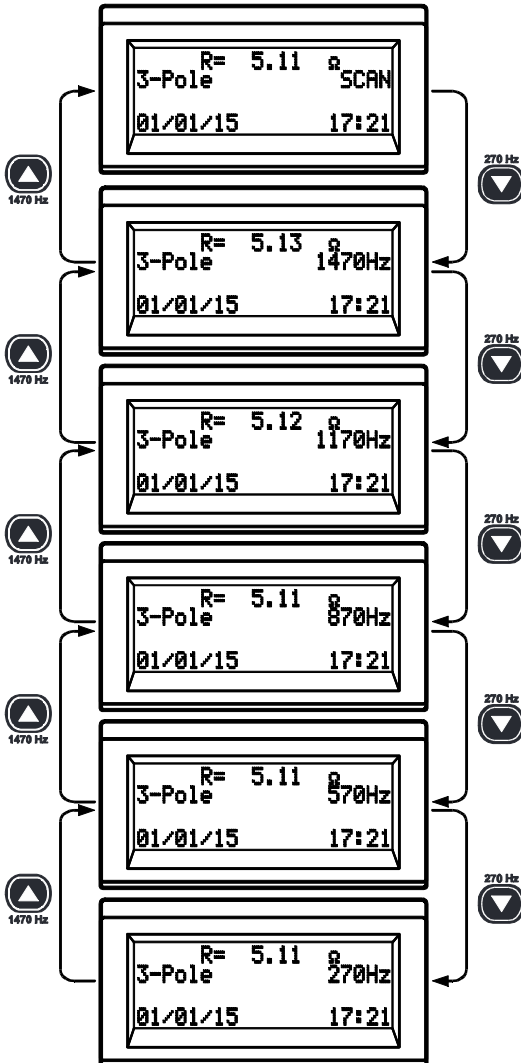
Press the  button to start the test and wait the end of all five consecutive measurements. The display will show the average value of all.

The average value between the resistances obtained for each frequency is displayed as the final result of the SCAN.



The result will then be stored on the memory.

At the end of a SCAN measurement, use the   buttons (arrows in yellow) to view the individual result of the test at each frequency.



6.3. Observations about grounding diffusion systems (GDS)

In order to obtain a valid result when measuring a grounding diffusion system (GDS), some additional prerequisites must be observed: the current electrode must be away enough from the GDS to prevent their influence areas from overlapping, while the voltage rod (probe) must be set up in the potential plateau area. Usually, the radius of each influence area is about three to five times bigger than the electrode's dimensions.

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

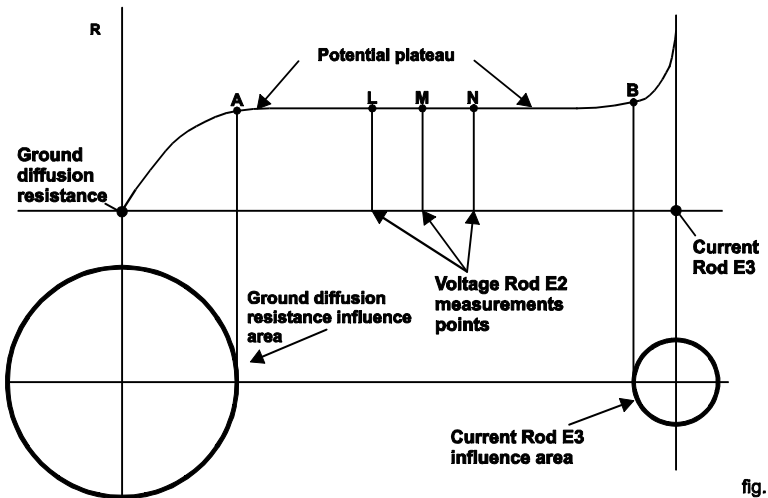



fig. 2

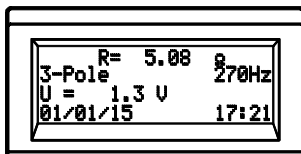
Generally, GDS dimensions are greater than those of the auxiliary current rod, thus its area of influence diameter is also greater. So, in order to comply with the required condition, the probe must be set up closer to the current rod than to the GDS. A distance of 62% is usually adopted as a first try. It should be noted that when measuring GDS resistance 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.

Note: all these observations refer to physical aspects essential to the measurement process, being applied to all earth meters, regardless of manufacturer or technology.

7. Spurious voltages measurement

In order to check the existence and measure eventual parasitic currents in the soil, the rods must be set up in the same position used to perform grounding diffusion measurements.

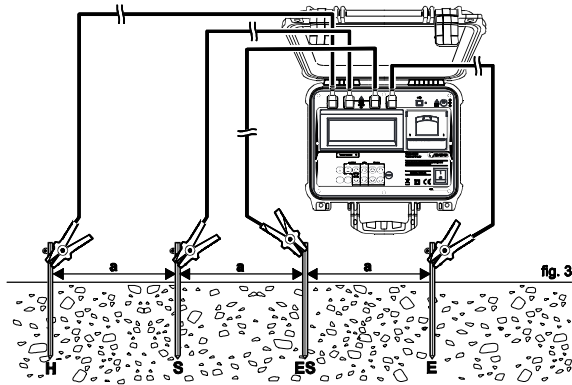
After placing the rods, press the  key. The display will show the voltage between the system and the voltage rod, up to a maximum of 60 V.




8. Soil resistivity measurement

NOTE: in this function, the equipment operates only with the 270 Hz frequency.

To select the resistivity measurement function press the **P** key. Insert four rods in the ground, well aligned and with an equal distance from each other. Connect them to the output terminals using the supplied cables. Remember that the distance between rods is very important when measuring soil resistivity, since this value is part of the calculation. Specify the distance between rods (“a” in the image below and on the display) by using the **▲** and **▼** keys (**↵** and **⏴** to increase or decrease only one meter at a time).



Press the  key. The **EM-4058** will automatically apply Wenner's equation (below) based on collected data.

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

Legend:

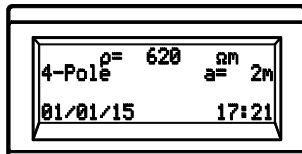
ρ = soil resistivity value; will be shown on the display

a = distance (in meters) between rods; specified by the operator

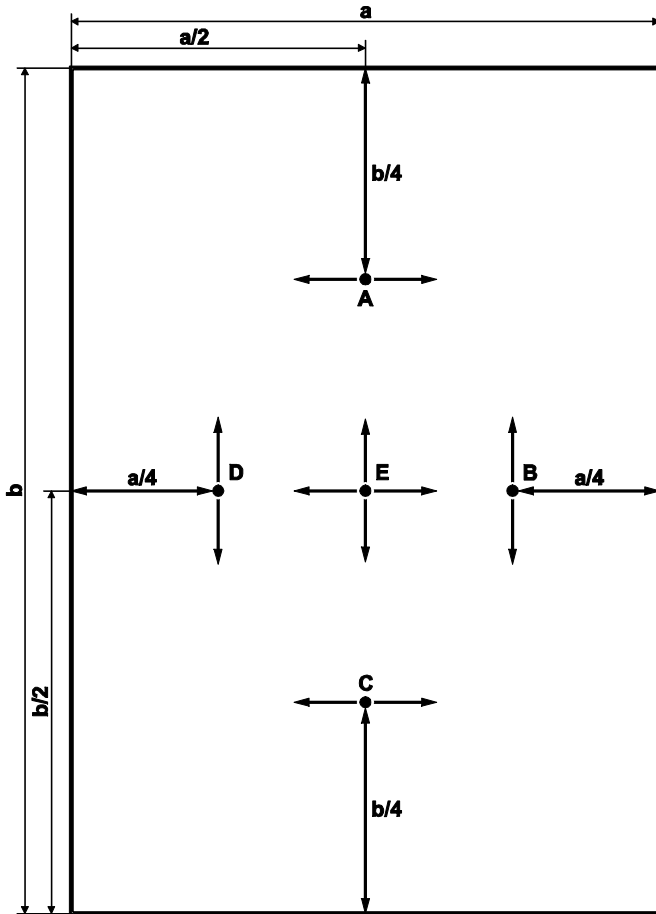
p = insertion depth (in meters) of the rods – the **EM-4058** uses **0,25 m**

R = resistance value used by the equipment to calculate ρ

The display will then show the soil resistivity value, as in the example below:



To properly evaluate soil resistivity, measurements must cover the whole area to be influenced by the grounding system. For an area of up to 10,000 m², it is recommended to perform measurements in at least five points, arranged as shown in the next image. Two sets of measurements should be needed for the central point.



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



fig. 5

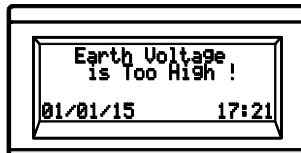
Larger areas can be divided in areas of 10,000 m² each. In the case of different forms, limiting the area in smaller rectangles is a possible and practical solution.

9. Abnormalities indications on the display

If the **EM-4058** identifies any abnormality causing the measurements to be excessively inaccurate or not possible at all, a warning message will be shown on the display, allowing the operator to identify and correct the problem.

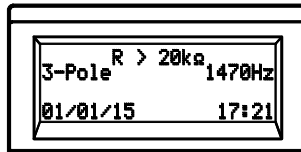
9.1. Excessively high spurious voltages

If parasitic currents present in the soil are $> 7\text{ V}$ and are seriously affecting the equipment precision, the display will show the following message:



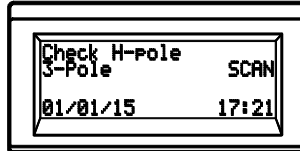
9.2. Excessively high earth resistance

If the system's resistance is exceptionally high (above $20.00\text{ k}\Omega$), and therefore beyond the equipment range, the following message will appear (upper line):

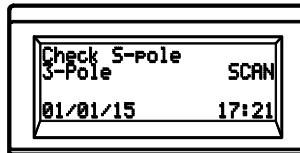


9.3. Excessively high resistance in the auxiliary rods

If, by any reason, there is no current between **H** and **E**, or if resistance on the **H** pole is too high, the display will show:



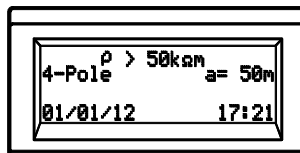
The reason may be a wrong connection or excessive high-diffusion resistance on the **H** pole. Check the installation to correct the problem. If resistance on the **S** pole is too high or if there is a disconnection near the pole, the display will show:



Either resistance diffusion on the **S** pole may be excessively high, or there is a disconnection nearby. Check the installation to correct the problem. In both cases, if the problem is being caused by excessive resistance, watering the rods or inserting several interconnected rods may reduce the resistance, allowing measurements to take place correctly.

9.4. Excessively high soil resistivity

If soil resistivity is excessively high (above 50 kΩm), and therefore beyond the equipment range, the following message will appear (upper line):

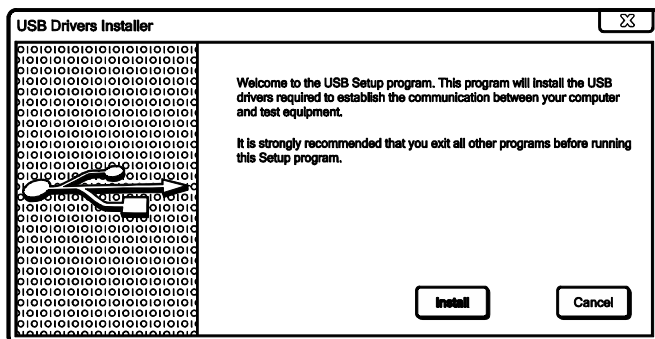


10. Software

10.1. USB Drivers

To install the USB drivers required for the communication between PC and equipment follow the instructions:

1. Connect the equipment in the PC using the USB cable.
2. If there is an available Internet connection, Windows will silently connect to the Windows Update website and install any suitable driver it finds for the device. If no suitable driver is automatically found then you need to insert the CD-ROM, supplied with the equipment, in the PC, run the executable “usb-install.exe” and click in “Install”.



10.2. T-Logger software

This software makes communication between the equipment and a computer with Windows operative system easier. It makes it possible to synchronize the date and time of the equipment internal clock with the computer date and clock, to transfer the stored date and clear the memory. The installation and operation instructions are included in the software.

11. Remote control

The Tentech equipment that have Bluetooth interface can be controlled remotely via a tablet running Android application.

Minimum requirements tablet

- 7" screen (600 x 976 pixels or higher);
- Android 4.1 JELLY BEAN System (API 16) or higher;
- Bluetooth Communication.

Installation Instructions


- Access the screen "Settings" on your tablet, touch in the option "Security" and check the "Unknown sources" option. This option will allow you to install applications that are not in the Android Play Store.
- Visit the website www.tentech.com/android
- Touch in the "Download" button. After download is complete, open screen "Applications" and select the "Downloads" option.
- Touch in the file "app-TENTECH-[version].apk" and select the "Installer packages" option.
- A dialog with the permissions required for the Android application appears, touch in "Install" button.

Pairing

To perform the pairing between equipment and tablet, follow the procedure:

- To enable the Bluetooth, in screen "Applications", tap "Settings" > "Bluetooth" and drag the Bluetooth slider to the right.
- To pair your equipment, on screen "Applications", tap "Settings" > "Bluetooth" > "Search". Select the equipment and wait for the end of the pairing (If necessary, accept the automatically generated password to confirm or enter the PIN 1234).

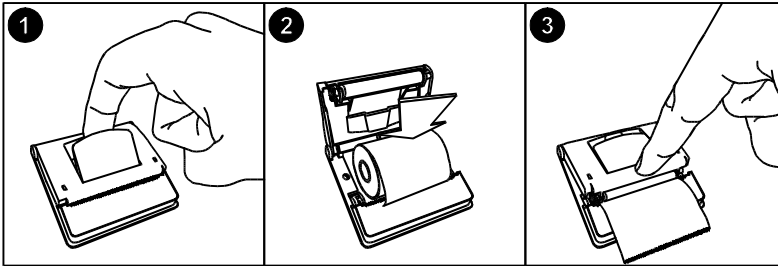
12. Printer

Pressing the  key will print the results and parameters of the last test.

ATTENTION: Don't pull the paper. The printer can be easily damaged.

This printer uses 56 mm-wide thermal paper, which comes in a 30 mm-diameter reel.

- 1 Pull the lever located on the lid.
- 2 Insert the paper reel as shown in the figure.
- 3 Keep the tip of the paper out of the printer and close the lid.



13. Cleaning

The panel, terminals and connectors of the equipment must stay dry and clean. Cleaning should be made using a wet cloth in water and a soft detergent or isopropyl alcohol (be sure that the products to be used for cleaning does not affect plastic goods).

14. Technical Specifications

Application	: Earth resistance measuring of simple or complex electrode systems, Ground resistivity measurements (Four terminal Wenner's principle), and Spurious voltage according to IEC 61557-5
Resistance measurement method	: The equipment injects an electronically generated current in the soil, and measures, with high precision, both that current and the voltage developed in the soil by means of that current flowing through grounding diffusion resistance. The display shows the Resistance value.
Operation frequency	: 270 Hz (resistance or resistivity measurement) 570 Hz, 870 Hz, 1170 Hz or 1470 Hz (resistance measurement) Max. variation: ± 1 Hz (both cases).
Resistivity measurement method	: The equipment injects the current in the soil through the external rods, and measures, with high precision, both that current and the voltage developed in the soil. The operator should inform the distance between spikes and the equipment automatically computes soil resistivity. The display shows resistivity value, computed with Wenner full equation.
Voltmeter	: In the voltmeter function, the equipment operates as a voltmeter, making it possible to measure voltages generated by parasitic currents.
Measurement ranges	: Resistance: 0 - 20 k Ω (auto ranging) Resistivity: 0 - 50 k Ω m (auto ranging) Voltage: 0 - 60 V \sim
Accuracy	: Resistance and Resistivity measurements: $R \leq 2$ k Ω : \pm (2% of the measured value ± 2 digits) $R > 2$ k Ω : \pm (5% of the measured value ± 2 digits) Voltage measurement: \pm (3% of the measured value ± 2 digits)

Reading resolution	: 0.01 Ω in the resistance measurement. 0.01 Ωm in the resistivity measurement. 0.1 V in the voltage measurement.
Output current	: The short-circuit current is limited to less than 20.0 mA rms
Max. open circuit voltage	: 50 V
Immunity to spurious voltage interference	: During the R measurement, it allows for the presence of spurious voltage up to 7 V~, with a error < 10%.
Earth resistance of auxiliary rods	: In the R measurement it allows Raux up to 50 k Ω with error < 30%
Battery status checking	: The battery charge status is verified under normal using conditions.
Advanced Features	: Automated detection of abnormal conditions that may cause excessive errors (low battery, too high noise interference, too high test spikes resistance)
Soil Resistivity Computing	: When performing soil resistivity measurements, the operator informs to the EM-4058 the distance between spikes and the equipment automatically computes soil resistivity using the Wenner full equation.
Data Output	: USB
Built-in printer	: For a printed register document of measured values.
Power supply	: By means of an internal rechargeable battery, LFP 12 V 3 Ah.
Safety Class	: In accordance with IEC 61010-1
E.M.C.	: In accordance with IEC 61326-1
Electrostatic immunity	: In accordance with IEC 61000-4-2
Electromagnetic irradiation immunity	: In accordance with IEC 61000-4-3
Environmental Protection	: IP-54 with closed lid.

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	: 6.61 lb (3 kg)
Size	: 10.78" x 9.84" x 4.88" (274 x 250 x 124 mm)
Included Accessories	: <ul style="list-style-type: none">• Four steel rods.• AC Adapter.• USB cable.• 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.



Technical modifications reserved.

15. 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. Warranty period for accessories and batteries is 6 months except for LFP batteries, which have the same warranty period as the equipment itself.

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.

Notes

EM-4058

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.....	34
2. Funciones del panel.....	36
2.1. Conexiones de entrada y salida.....	36
2.2. Teclado.....	37
3. Rangos de medición.....	38
4. Batería y recarga.....	39
4.1. Descripción de la batería.....	39
4.2. Verificación del estado de la batería.....	39
4.3. Cargador de batería.....	40
5. Verificación de la calibración del equipo.....	41
6. Medición de la resistencia de puesta a tierra.....	42
6.1. Medición con una frecuencia.....	42
6.2. Medición con SCAN de frecuencia.....	43
6.3. Consideraciones especiales sobre la medición de la resistencia de PAT.	45
7. Medición de las tensiones espurias.....	47
8. Medición de Resistividad específica del suelo por el método de Wenner.....	47
9. Indicaciones de anomalías en el Display.....	53
9.1. Alto valor de tensión espuria.....	53
9.2. Valor de R PAT muy alto.....	53
9.3. Alto Valor de resistencia de las estacas auxiliares.....	54
9.4. Valor muy alto de Resistividad.....	54
10. Software.....	55
10.1. Instalando los drivers USB.....	55
10.2. Software T-Logger.....	55
11. Control remoto.....	56
12. Impresora.....	57
13. Limpieza.....	57
14. Especificaciones técnicas.....	58
15. Garantía limitada.....	61

1. Descripción

El telurómetro **EM-4058** es un instrumento digital controlado por microprocesador que permite medir la resistencia de puesta a tierra y la resistividad específica del terreno (usando el método de Wenner), así como también puede detectar las tensiones parásitas presentes en el terreno. Este instrumento es apto para medir sistemas de puesta a tierra en subestaciones, industrias, redes de distribución de energía, etc. de acuerdo con la IEC 61557-5. Es también útil para la medición de la resistividad específica del suelo, con el objetivo de optimizar los proyectos de sistemas de puesta a tierra.

Antes de iniciar cada medición el equipo verifica que todas las condiciones estén dentro de los límites apropiados e informa al operador en el caso de encontrar alguna anomalía (tensiones de interferencias muy altas, resistencia de los electrodos auxiliares muy alta, muy baja corriente, etc.). Después, elige el rango más adecuado y muestra en el display alfanumérico los resultados de la medición.

Con el objeto de optimizar el ensayo de puesta a tierra el **EM-4058** permite que el operador pueda elegir 5 frecuencias para generar la corriente del ensayo (270Hz, 570Hz, 870Hz, 1170Hz o 1470Hz). En principio la frecuencia más baja permite el análisis del sistema respecto de posibles fallas provocadas por corrientes de maniobra (de frecuencia industrial). Por otro lado la frecuencia más alta muestra mejor la influencia de las corrientes provocadas por descargas atmosféricas en los sistemas de puesta a tierra además de ofrecer alta inmunidad a la interferencia de las tensiones usualmente presentes en las proximidades de las subestaciones. Además, las mediciones con el instrumento operando en las frecuencias de 570Hz, 870Hz, 1170Hz o 1470Hz ofrecen una alta inmunidad a las corrientes parásitas presentes en el suelo, resultando en una medición más precisa mismo en condiciones desfavorables.

El **EM-4058** posee la función SCAN que ejecuta un barrido de medición de resistencia del suelo utilizando las cinco frecuencias y exhibe el promedio simple obtenido, además de los resultados para cada frecuencia.

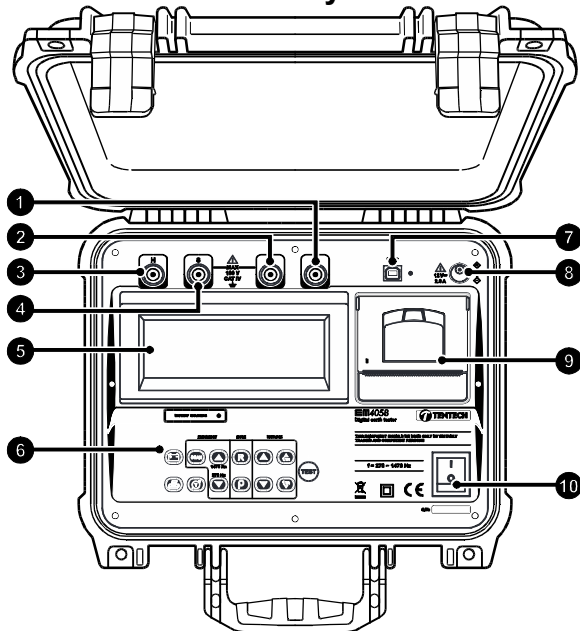
El instrumento tiene 4 rangos que son automáticamente seleccionados cubriendo mediciones desde $0,01 \Omega$ hasta $20 \text{ k}\Omega$, lo cual permite obtener mucha precisión en las mediciones para cualquier clase de suelo. Durante la medición de resistividad específica del terreno, el operador puede introducir al equipo, las distancias entre jabalinas para aplicar la fórmula de Wenner y mostrar directamente el valor de la resistividad.

El **EM-4058** tiene memoria para almacenar las mediciones y tiene una impresora incorporada, además de una salida USB que le permite comunicarse y enviar los datos a una computadora o un colector de datos para posterior análisis. La interface Bluetooth permite el control remoto del equipo a través de una tablet con la aplicación Android. Con él usted puede guardar las fotos de las mediciones y las coordenadas GPS de cada una. También le permite grabar comentarios de voz para cada medición. Es un equipo portátil, robusto y leve, desarrollado para el uso en campo y bajo severas condiciones climáticas. Se alimenta con una batería recargable y se provee con todos los accesorios necesarios para realizar las mediciones (jabalinas, cables, etc.), dentro de una bolsa para su fácil transporte.

2. Funciones del panel

Todos los controles, indicadores, bornes de entrada y salida del **EM-4058** se encuentran en el panel de control y son fácilmente accesibles al operador. Las figuras siguientes informan la función de cada ítem del equipo.

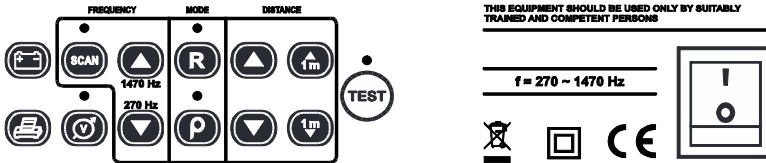
2.1. Conexiones de entrada y salida



- 01 Terminal de salida E
- 02 Terminal de salida ES
- 03 Terminal de salida H
- 04 Terminal de salida S
- 05 Display alfanumérico

- 06 Teclado
- 07 USB puerta de comunicación
- 08 Entrada alimentación
- 09 Impresora
- 10 Llave de encendido

2.2. Teclado



Tecla Función



On/Off: Llave de encendido.



Selecciona función de Resistencia



Aumenta / Disminuye. Permiten alternar entre las frecuencias de 270 Hz, 570 Hz, 870 Hz, 1170 Hz o 1470 Hz



Selecciona la función SCAN que ejecuta un barrido de medición de resistencia del suelo utilizando las cinco frecuencias y exhibe el promedio simples obtenido, además de los resultados para cada frecuencia



Selecciona función de Resistividad ρ



Aumenta / Disminuye. Permiten introducir las distancias entre las jabalinas en pasos de 1, 2, 4, 8, 16 y 32 m únicamente. Además de Rx



Aumenta / Disminuye. Permiten introducir las distancias entre las jabalinas en pasos de 1 m



BATTERY STATUS. Muestra el estado de la batería



Permite la impresión del ensayo



Voltímetro



TEST. Tecla de inicio del ensayo

3. Rangos de medición


El equipo posee 4 rangos de medición que son automáticamente seleccionados desde $0,01 \Omega$ hasta $20 \text{ k}\Omega$, como medidor de resistencia; de $0,01 \Omega\text{m}$ hasta $50 \text{ k}\Omega\text{m}$ como medidor de resistividad, y de 0 a $60 \text{ V}\sim$ como voltímetro.

4. Batería y recarga

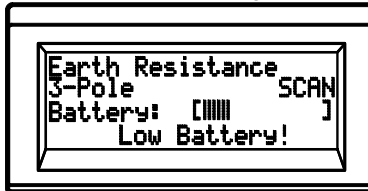
4.1. Descripción de la batería.

El EM-4058 utiliza una batería recargable de 12 V - 3 Ah. Después de agotada su vida útil debe ser reciclada o depositada en forma adecuada conforme con las leyes del medio ambiente.

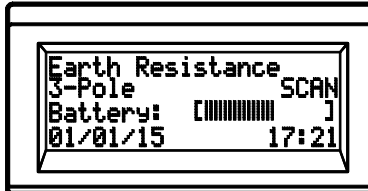
4.2. Verificación del estado de la batería

Estando el equipo encendido verifique el estado de la batería oprimiendo la tecla  en el display indicará el estado de la batería.

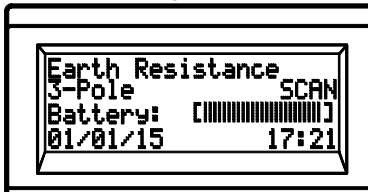
Con poca carga



Con carga normal



Con carga completa



4.3. Cargador de batería

Para cargar la batería siga el siguiente procedimiento:

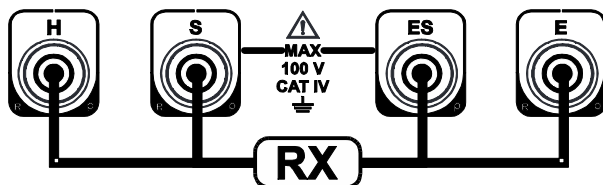
- Verifique que la llave On/Off esté en Off.
- Conecte el equipo a la red de energía eléctrica a través de la fuente de alimentación fornecida. Después de un instante, el indicador luminoso carga de la batería (**BATTERY CHARGING** ●) brillará alternadamente en los colores verde y rojo durante un segundo, mientras el cargador verifica el estado inicial de la batería para seleccionar los parámetros optimizados de la carga.

Nota: Si durante la carga de la batería el equipo fuera encendido para efectuar una medición, la carga quedará temporariamente interrumpida. Cuando se apague el equipo, la carga se reiniciará automáticamente.

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.

5. Verificación de la calibración del equipo

Utilizando una resistencia nominal patrón (**R_x**), es posible verificar la calibración del aparato. La resistencia debe ser conectada al **EM-4058** como indica la figura siguiente:



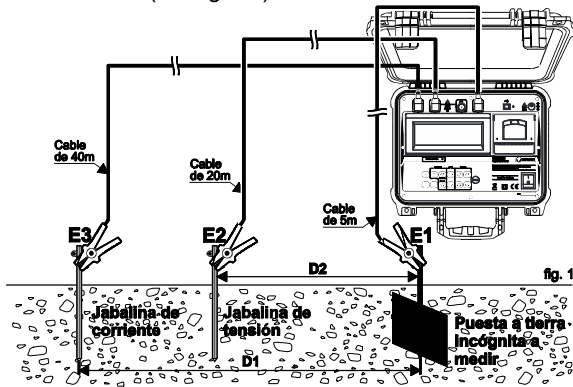
Después de conectar la resistencia, siga el procedimiento abajo detallado:

- Encienda el **EM-4058** (📄).
- Seleccione la función de medición de resistividad (Ⓟ).
- En la selección de distancia / resistencia patrón, elija **R_x** (resistencia nominal patrón).
- Oprima la tecla (Ⓢ) para iniciar la medición.
- Después de 5 segundos, el display debe indicar un valor estable, próximo al valor nominal de la resistencia patrón usada.

Se fuera exhibido otro valor, el equipo está con la calibración incorrecta y debe ser ajustado en un laboratorio calificado.

6. Medición de la resistencia de puesta a tierra

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 **H** y **S** respectivamente. El borne **E** se debe conectar a la puesta a tierra cuya resistencia se quiere medir (**E1**) con el cable de 5 m (ver fig. 01).

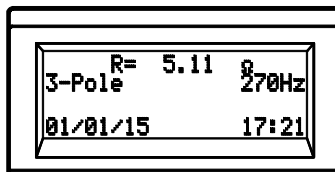


6.1. Medición con una frecuencia

Seleccione la función Resistencia a través de la tecla **R** elija una frecuencia a través de las teclas **▲** **▼** (flechas en amarillo).


El display presenta la frecuencia seleccionada y el tipo de ensayo.

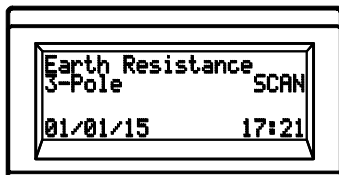
Presione la tecla **TEST** para iniciar la medición. El numero del ensayo será exhibido, seguido de la mensaje "WAIT...", y después de unos instantes el display exhibirá el valor de resistencia:




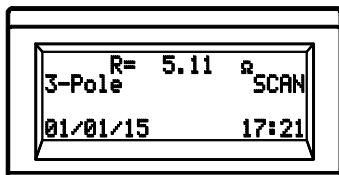
El resultado será almacenado en la memoria interna del equipo.

6.2. Medición con SCAN de frecuencia

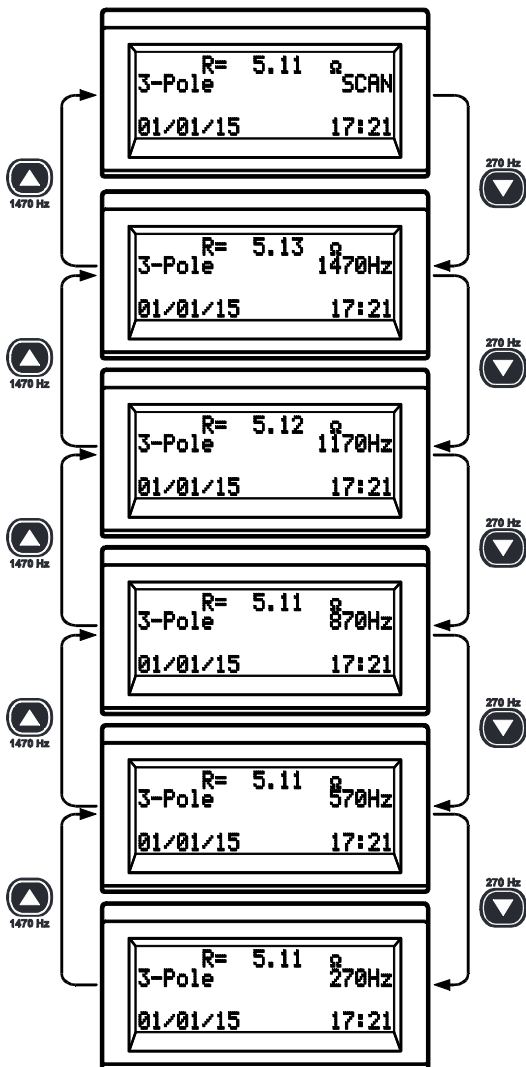
Seleccione la función Resistencia a través de la tecla . El LED arriba da tecla quedará encendido. El display exhibirá la mensaje SCAN.



Inicie la prueba a través de la tecla  y aguarde el término del ensayo (cinco mediciones). El promedio de las resistencias medidas para cada frecuencia es presentado como resultado final del SCAN.



Al término de un SCAN de frecuencias, utilice las teclas (flechas en amarillo) para visualizar el resultado individual del ensayo en cada frecuencia.



6.3. Consideraciones especiales sobre la medición de la resistencia de PAT

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 1, **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. 2 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. 2). 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.

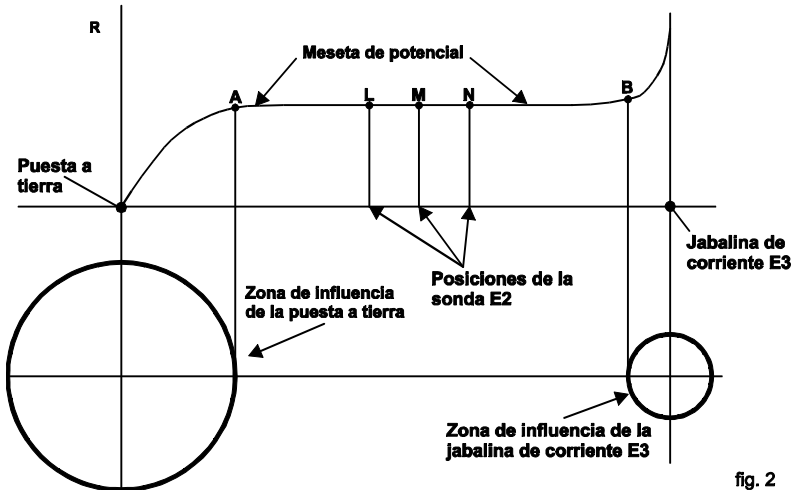
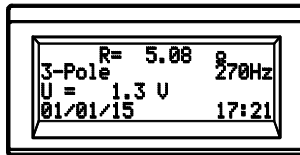


fig. 2

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.

7. Medición de las tensiones espurias

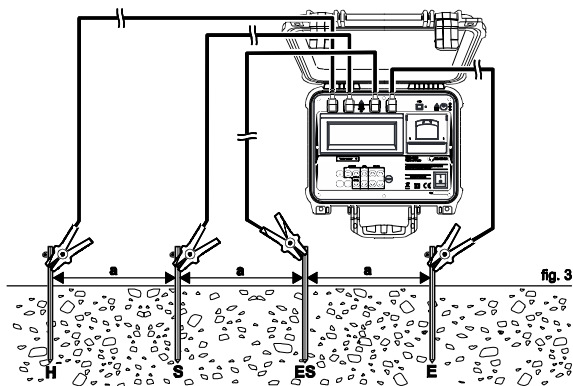
Para verificar la presencia y medir las tensiones espurias presentes en el terreno, se debe realizar esta operación con las jabalinas clavadas en el suelo, conectadas como se mostró en la figura 1. Oprima el botón del Voltímetro (Ⓜ), el display mostrará la tensión alternada entre los electrodos E1 y E2 hasta un máximo de 60 V.



8. Medición de Resistividad específica del suelo por el método de Wenner

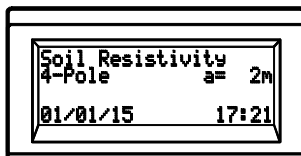
Nota: en esta función el equipo opera únicamente en la frecuencia de 270 Hz.

Clave 4 jabalinas en el terreno, alineadas y con separación constante “a”, como se muestra en la fig. 3. Cuando se realiza esta medición la distancia entre jabalinas es crítica pues hace parte de la precisión de la medición en el cálculo de la resistividad. Encienda el equipo y oprima la tecla (P), y verifique el conexionado.

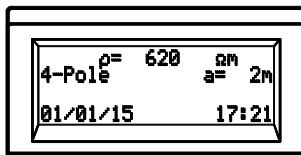








Con las teclas o introduzca la distancia entre jabalinas. Si las distancias elegidas fueran 1 m, 2 m, 4 m, 8 m, 16 m y 32 m (que son las que generalmente se adoptan) disminuya o aumente con las teclas .

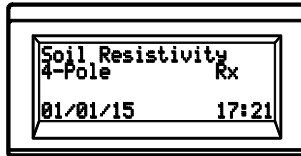
Si el valor fue **a = 2m** aparecerá en el display:




Después oprima el botón de . Durante unos pocos segundos brillará el led de la tecla y el display indicará el valor de la resistencia y la unidad así:



Con las teclas   el equipo permite seleccionar distancias entre jabalinas en pasos de 1 m, y hasta sumarlos o restarlos a los valores insertos con las teclas  . Con las teclas   también se puede seleccionar el valor Rx



Esta opción permite utilizar cualquier distancia, pero en este caso el operador deberá aplicar la fórmula de Wenner, si es que utiliza el método Wenner o otras ecuaciones si se dispone a usar otros métodos como Schlumberger, Dipolo, Lee, etc. También es útil para realizar la calibración del equipo y para introducir los datos en algunos softwares sofisticados que permiten introducir solamente el valor de R para el cálculo de la resistividad.



Oprimiendo la tecla  el instrumento obtendrá el valor de la resistividad, aplicando la siguiente fórmula completa de Wenner

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

Donde:

ρ = valor de la resistividad, expresado en [Ω m]. Valor mostrado en el display.

π = 3.14159.

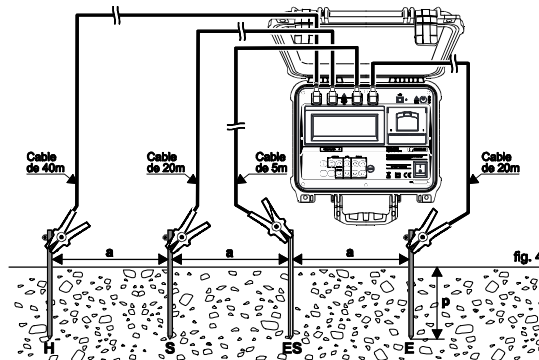
R = es el valor de la resistencia leída en el equipo usado para calcular ρ (Se puede ver el valor seleccionado Rx con las teclas  y .

a = distancia entre jabalinas expresada en metros.

Si siguiendo este procedimiento, se obtiene el valor de la resistividad ρ correspondiente a la capa del terreno comprendida entre la superficie y la profundidad determinada por la distancia entre jabalinas "a". La información requerida para determinar la estratificación del terreno por métodos gráficos o utilizando software especializados, se obtiene realizando conjunto de mediciones con diferentes distancias entre jabalinas. Las distancias más comúnmente adoptadas son 1 m, 2 m, 4 m, 8 m, 16 m y 32 m.

Para realizar una batería de mediciones cada vez que se deba introducir un valor de diferentes distancias entre jabalinas, se debe oprimir primero la tecla de **P** y después fijar la distancia utilizando las teclas **▲** y **▼** o las **▲** y **▼**, después la tecla **TEST**.

Luego de cada medición, oprimiendo la tecla **PRINT** se permite que los datos sean impresos en la impresora incorporada.



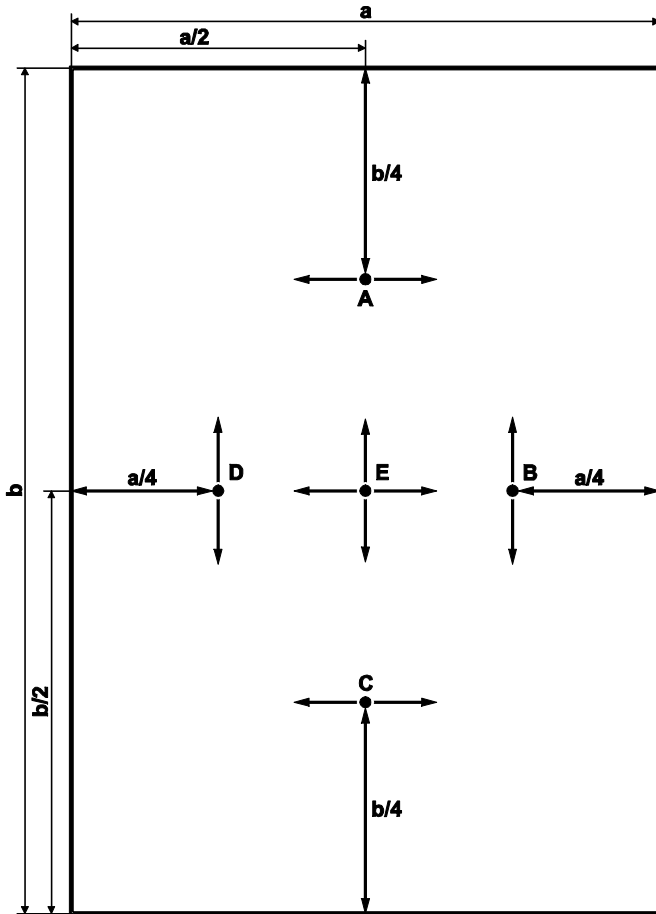
Un ejemplo de cómo distribuir los cables de medición cuando se adopta $a = 16\text{m}$ se puede ver en la fig. 4, con el instrumento cerca de la jabalina ES.

Si se elige Rx se puede usar la formula simplificada de Wenner si se cumple la condición $a \gg p$

$$\rho = 2\pi R a$$

O sea cuando la profundidad de penetración de las jabalinas es despreciable respecto de la distancia de separación entre ellas. Esta condición no se da cuando la distancia a es pequeña pues siempre es necesario asegurarse de obtener un buen contacto entre el terreno y la jabalina (El equipo siempre calcula ρ con la fórmula completa considerando p con 0,25 m de penetración).

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. Se 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 5. Para el punto central deben ser necesarios dos conjuntos de mediciones (cada conjunto de mediciones con sus respectivas separaciones de jabalinas de 1 m, 2 m, 4 m, 8 m, 16 m). Áreas mayores pueden ser divididas en áreas de 10.000 m² cada una y hacer mediciones en 5 puntos como en la fig. 5. También en el caso de geometría diferente, 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



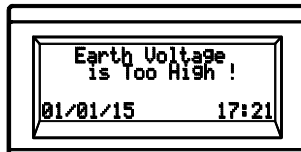
fig. 5

9. Indicaciones de anomalías en el Display

En el caso de que el equipo identifique alguna anomalía externa impidiendo o comprometiendo la medición, el display exhibirá un mensaje para que el operador pueda corregir el problema.

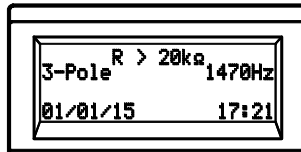
9.1. Alto valor de tensión espuria

La inteligencia del circuito no permite continuar con la medición si el valor de tensión espuria es > 7 V. El display mostrará lo siguiente:



9.2. Valor de R PAT muy alto

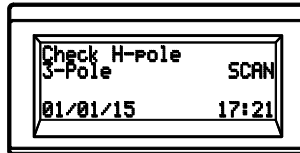
Si la medición de R PAT es superior a 20 k Ω el display indica:



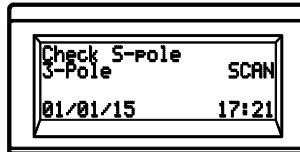
y significa que el valor superó el máximo valor de lectura del equipo.

9.3. Alto Valor de resistencia de las estacas auxiliares

Si por cualquier razón la corriente es inferior que el valor requerido para la obtención de resultados confiables, o si no hubiera corriente circulando entre **H** y **E**, la inteligencia del circuito no permite continuar con la medición y el display mostrará lo siguiente:



Si el valor de la resistencia de la jabalina **S** es muy alto el display indicará:



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 mejorarse regando las jabalinas auxiliares con abundante agua, o colocando varias interconectadas. También se debe revisar el estado de la batería.

9.4. Valor muy alto de Resistividad

Cuando el valor de la resistividad sea excepcionalmente alto (superior a 50 k Ω m) el display exhibirá el siguiente letrero:

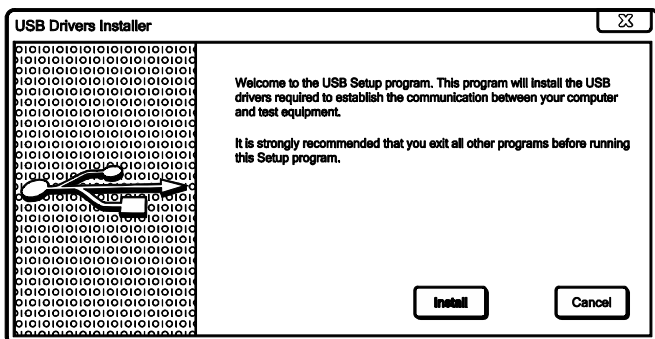


10. Software

10.1. Instalando los drivers USB

Para instalar los drivers USB necesarios para la comunicación entre la computadora y el equipo, siga el procedimiento abajo:

1. Conecte el equipo a computadora a través del cable de comunicación USB.
2. Si se detecta una conexión a internet, el Windows irá buscar los drivers en el sitio Windows Update y los instalará automáticamente. Si no se encuentra ningún driver automáticamente, insiera el CD-ROM, fornecido con el equipo, en su computadora y ejecute el archivo “usb-install.exe” y haga clic en “Install”.



10.2. Software T-Logger

Este software facilita la comunicación entre el equipo y una computadora con sistema operacional Windows. Permite sincronizar la fecha y hora del reloj interno del equipo con la fecha y hora de la computadora, transferir los datos almacenados y limpiar la memoria. Las instrucciones de instalación y uso están incluidas en el propio software.

11. Control remoto

Los equipos Tentech que tienen interfaz de comunicación Bluetooth pueden ser controlados de forma remota a través de un tablet con la aplicación Android.

Requisitos mínimos del tablet

- Pantalla de 7" (600 x 976 píxeles o superior);
- Sistema Android 4.1 Jelly BEAN (API 16) o superior;
- Comunicación Bluetooth.

Instrucciones de instalación


- Acceda a la pantalla "Configuración" del tablet, toca en "Seguridad" y marque la opción "Fuentes desconocidas". Esta opción le permitirá instalar aplicaciones que no están en la Play Store de Android.
- Visite el sitio web www.tentech.com/android.
- Toca en el botón "Download". Después del download, en "Aplicaciones" seleccione la opción "Descargas" (Downloads).
- Toca en el archivo "app-TENTECH-[versión].apk" y seleccione la opción "Paquetes de instalación".
- Una ventana con los permisos necesarios para la ejecución de la aplicación Android aparece, toca en "Instalar".

Emparejamiento

Para realizar el emparejamiento entre el equipo y el tablet, siga el procedimiento:

- Para activar Bluetooth, pantalla de "Aplicaciones", toca en "Configuración" > "Bluetooth" y arrastre el botón (slider) de Bluetooth a la derecha.
- Para sincronizar su equipo en la pantalla "Aplicaciones", a continuación, toque en "Configuración" > "Bluetooth" > "Buscar". Seleccione el equipo y esperar el final del emparejamiento (Si es necesario, acepta la contraseña generada automáticamente para confirmar o introduzca el PIN 1234).

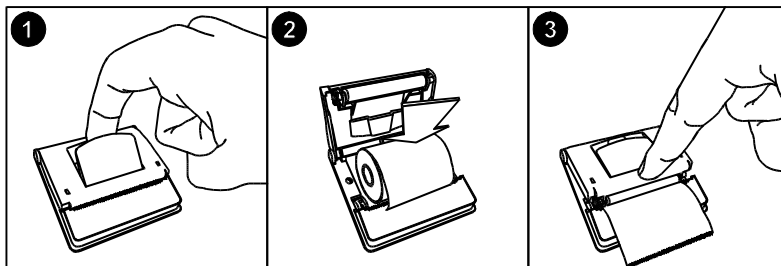
12. Impresora

Para imprimir los resultados, presione la tecla  después de cada medición.

Atención: No tire del papel. La impresora puede ser fácilmente dañada.

La impresora utiliza papel térmico de 56 mm de ancho, en una bobina de 30 mm de diámetro. La siguiente figura muestra como insertar correctamente el papel.

- 1 Tire de la palanca situada en la tapa.
- 2 Inserte la bobina de papel como se muestra en la figura.
- 3 Mantenga la punta del papel fuera de la impresora y cierre la tapa.



13. Limpieza

El panel del equipo, bornes y conectores deben mantenerse secos y limpios. La limpieza debe efectuarse utilizando un paño humedecido en agua y detergente suave o alcohol isopropílico (asegúrese de que los productos a ser utilizados en la limpieza no afecten plásticos).

14. Especificaciones técnicas

Aplicación	: Medición de resistencias de puesta a tierra (con 3 bornes), resistividad específica del suelo (con 4 bornes) y tensiones presentes en el terreno. De acuerdo con la norma IEC 61557-5.
Método de medición de resistencia de puesta a tierra	: El telurómetro inyecta en el terreno una corriente generada electrónicamente, y mide con alta precisión tanto al corriente como 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.
Método de medición de la resistividad específica del terreno	: Como resistímetro inyecta corriente por las jabalinas exteriores, recibe la tensión por las jabalinas interiores y mide los dos valores. Los valores de distancia entre jabalinas pueden introducirse con las teclas apropiadas al equipo. La lectura de la resistividad es directa en el display. El telurómetro utiliza la fórmula completa de Wenner para el cálculo.
Frecuencias de operación	: 270 Hz (medición de resistencia o resistividad) 570 Hz, 870 Hz, 1170 Hz o 1.470 Hz (medición de resistencia) Con error máx. de ± 1 Hz en ambos casos.
Voltímetro	: En la función voltímetro el equipo opera como un voltímetro convencional de corriente alternada, haciendo posible la medición de tensiones espurias provocadas por corrientes parásitas.
Rangos de medición	: Resistencia: 0-20 Ω ; 0-200 Ω ; 0-2000 Ω y 0-20 k Ω (auto-rango) Resistividad: 0- 50 k Ω m (auto-rango) El equipo encuentra automáticamente el mejor rango para la medición seleccionada. Tensión : 0-60 V~

Exactitud	: Medición de resistencia y resistividad: R ≤ 2 kΩ: ± (2% del valor medido ± 2 dígitos) R > 2 kΩ: ± (5% del valor medido ± 2 dígitos) Medición de tensión: ± (3% del valor medido ± 2 dígitos)
Resolución de lectura	: 0,01 Ω en la medición de resistencia. 0,01 Ωm en la medición de resistividad. 0,1 V~ en la medición de tensión.
Corriente de salida	: La corriente de cortocircuito está limitada a menos que 20 mA rms
Máxima tensión en abierto	: 50 V
Inmunidad respecto a la interferencia de tensiones espurias	: En la medición de R admite la presencia de tensiones espurias provocadas por corrientes parásitas con error inferior a 10% para tensiones inferiores a: 7 V~ para 0 < R < 20 kΩ.
Resistencias de tierra de las jabalinas auxiliares	: En la medición de R admite Raux=100R hasta Raux < 50 kΩ con error < 30%.
Verificación del estado de la batería	: Permite comprobar el estado de carga de la batería.
Funciones avanzadas	: Detecta automáticamente anomalías que impiden efectuar la medición con errores tolerables (alto ruido de interferencia, resistencias de electrodos auxiliares muy altas, etc.).
Cálculo de resistividad del terreno	: Durante la medición de Resistividad, permite que el operador pueda introducir la distancia entre las jabalinas auxiliares al EM-4058 para mostrar en el display directamente el valor de ρ expresado en [Ωm].
Salida de datos	: USB.
Impresora incorporada	: Permite imprimir los resultados para ser registrados como documento.
Alimentación	: A través de batería recargable interna LFP 12 V 3 Ah.

Seguridad	: De acuerdo con IEC 61010-1.
Compatibilidad electromagnética (E.M.C.)	: De acuerdo con IEC 61326-1.
Inmunidad electrostática	: De acuerdo con IEC 61000-4-2.
Inmunidad contra radiación electromagnética	: De acuerdo con IEC 61000-4-3.
Clase de protección ambiental	: IP54 con gabinete cerrado.
Temperatura de operación	: -10°C a +50°C.
Temperatura de almacenamiento	: -25°C a +65°C.
Humedad relativa ambiente	: 95% RH (sin condensación).
Peso	: Aprox. 3 kg (sin accesorios).
Dimensiones	: 274 x 250 x 124 mm.
Accesorios incluidos	: <ul style="list-style-type: none">• 4 jabalinas de acero cobreado.• Fuente de alimentación.• Cable USB• 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 al electrodo incógnita.• Este manual de uso.

Marcado 

Se reserva el derecho de realizar modificaciones sin previo aviso

15. Garantía limitada

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. El período de garantía para los accesorios y baterías es 6 meses excepto para las baterías LFP, que tienen el mismo período de garantía que el propio equipo.

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.

Apuntes
