AIM & THURLBY THANDAR INSTRUMENTS

BS407

Precision Milli/Micro Ohmmeter

INSTRUCTION MANUAL

Aim-TTi

Table of Contents

Introduction	2
Specification	3
Safety	4
Installation	5
Connections	6
Front Panel Controls	7
Operation	8
Maintenance	11
Instructions en Francais	
Sécurité	12
Installation	13
Connexions	14
Commandes du panneau frontal	15
Fonctionnement	16
Maintenance	20
Bedienungsanleitung auf Deutsch	
Sicherheit	21
Installation	22
Anschlüsse	23
Frontplatten-Bedienungseinrichtungen	24
Betrieb	25
Reparatur	29
Istruzioni in Italiano	
Sicurezza	30
Installazione	31
Collegamenti	32
Controlli sul pannello frontale	33
Operazione	34
Manutenzione	37
Instrucciones en Español	
Seguridad	38
Instalación	39
Conexiones	40
Controles del panel frontal	41
Funcionamiento	42
Mantenimiento	46

Introduction

The BS407 is fully optimised for accurate measurement of low resistances with a best resolution of 1μΩ. It has applications beyond the testing of components such as measuring the resistance of motor or transformer windings, the properties of materials, the thickness of plates, the security of pipework joints or wiring installations and many others.

It uses a Direct Current technique to measure true resistance, rather than the resistive component of impedance which is shown by AC excited RLC bridges. The test current for each range has been carefully chosen to minimise heating of the sample under test while being sufficient to minimise the effects of thermal emf and noise. This gives much greater accuracy at low resistances than can be obtained from the very low test currents used by general purpose high resolution multimeters. The low-noise low-drift bipolar amplifiers employed need much less noise filtering than alternative chopper stabilised technologies resulting in faster settling to the correct reading.

The BS407 uses a four terminal measurement system and is supplied with a set of high quality Kelvin clip leads. For speed and convenience front panel switches are provided for current diversion (allowing in-situ zero adjustment) and current reversal (for identifying thermal emf effects). An indicator lamp confirms correct flow of the measuring current thus preventing spurious results from being recorded.

The BS407 has eight push-button selected decade measurement ranges from 1999μΩ up to 19.99kΩ. A front panel operated ‘clamp’ switch is available to limit the maximum voltage across the unknown to 20mV. This is a requirement for the measurement of switch contact resistances to international standards. With a lowest range of 1999μΩ the BS407 can resolve 1μΩ. Precision analogue circuitry ensures high measurement accuracy of up to 0.1% of reading ±1 digit.

The BS407 is a fully portable instrument which operates from NiMH rechargeable batteries. Stabilised internal operating conditions ensure that readings do not vary with the state of the battery charge. The battery charger is built into the instrument and can be operated while measurements continue.

Ranges and Accuracy

The 3½ digit display has a 1999 count full scale. Eight ranges are provided:

Range	Resolution	Test Current	F.S. voltage	Accuracy
1999 μΩ	1 μΩ	250 mA	500 μV	0.1% reading + 0.4% range
19.99 mΩ	10 μΩ	50 mA	1 mV	0.1% reading + 0.2% range
199.9 mΩ	100 μΩ	10 mA	2 mV	0.1% reading + 0.1% range
1999 mΩ	1 mΩ	5 mA	10 mV	0.1% reading + 0.1% range
19.99 Ω	10 mΩ	500 μA	10 mV	0.1% reading + 0.1% range
199.9 Ω	100 mΩ	50 μA	10 mV	0.1% reading + 0.1% range
1999 Ω	1 Ω	10 μA	100 mV	0.1% reading + 0.1% range
19.99 kΩ	10 Ω	10 μA	200 mV	0.1% reading + 0.2% range

Accuracies apply for a calibration interval of 1 year at 23º ±5ºC after 5 minutes warm-up, with the instrument and test connections in thermal equilibrium and the zero correctly set.
Temperature coefficient outside the stated range is < ±45 ppm/ºC.

Facilities

Set zero by front panel control with switch to divert test current from unknown.

Test current polarity reversal for thermal emf detection.

Front panel lamp indicates correct force circuit measurement conditions.

20mV source emf clamp to limit open circuit voltage across the unknown to 20mV maximum for "dry circuit" testing of switch and relay contacts. (Not available on 2kΩ and 20kΩ ranges.)

Built-in battery charger allows instrument operation while re-charging.

Measurement circuit

Source emf:	18 mV (±2mV) with clamp active, < 6 V otherwise.
Compliance:	> 0.5 V on 1999μΩ range, > 1.0 V on all other ranges.
Protection:	The meter is protected against the back-emf of its own test current from any inductance and against accidental short-term connection to external voltage sources up to 50 V.

General

Battery:	4 internal non-removable Ni-MH cells. Low battery indication in display.
Operating time:	Typically > 150 hours with no test current flowing, > 8 hours continuous measurement on lowest range.
Power:	110V–120V or 220V–240V AC (internal setting) ±10%, 50/60 Hz, 20VA max.
Recharge time:	Nominally 12 hours with instrument not in use.
Operating Range:	Indoor use +5ºC to +40ºC, 20% to 80% RH, up to 2000m, Pollution Degree 1.
Storage Range:	–40ºC to +50ºC.
Safety and EMC:	Complies with EN61010-1 & EN61326-1. For details, request the EU Declaration of Conformity for this instrument via http://www.aimtti.com/support (serial no. needed).
Size and Weight:	220 mm (w) x 102 mm (h) x 235 mm (d), 1.5 kg.
Accessories:	Supplied with Kelvin clip leads.

This instrument is Safety Class I according to IEC classification and has been designed to meet the requirements of EN61010–1 (Safety Requirements for Electrical Equipment for Measurement, Control and Laboratory Use). It is an Installation Category II instrument intended for operation from a normal single phase supply.

This instrument has been tested in accordance with EN61010–1 and has been supplied in a safe condition. This instruction manual contains some information and warnings which have to be followed by the user to ensure safe operation and to retain the instrument in a safe condition.

This instrument has been designed for indoor use in a Pollution Degree 2 environment in the temperature range 5°C to 40°C, 20% –80% RH (non–condensing). It may occasionally be subjected to temperatures between +5° and –10°C without degradation of its safety. Do not operate while condensation is present.

Use of this instrument in a manner not specified by these instructions may impair the safety protection provided. Do not operate the instrument outside its rated supply voltages or environmental range.

WARNING! THIS INSTRUMENT MUST BE EARTHED

Any interruption of the mains earth conductor inside or outside the instrument will make the instrument dangerous. Intentional interruption is prohibited. The protective action must not be negated by the use of an extension cord without a protective conductor.

When the instrument is connected to its supply, terminals may be live and opening the covers or removal of parts (except those to which access can be gained by hand) is likely to expose live parts. The apparatus shall be disconnected from all voltage sources before it is opened for any adjustment, replacement, maintenance or repair.

Any adjustment, maintenance and repair of the opened instrument under voltage shall be avoided as far as possible and, if inevitable, shall be carried out only by a skilled person who is aware of the hazard involved.

If the instrument is clearly defective, has been subject to mechanical damage, excessive moisture or chemical corrosion the safety protection may be impaired and the apparatus should be withdrawn from use and returned for checking and repair.

The instrument contains both non-resetting and self-resetting thermal fuses which are not replaceable by the user. The short-circuiting of these protective devices is prohibited.

The instrument contains Nickel Metal Hydride batteries. Do not open, puncture, incinerate or short circuit these cells. These batteries must be disposed of in accordance with local regulations and should be removed from the instrument before its final disposal.

Do not wet the instrument when cleaning it.

The following symbols are used on the instrument and in this manual:–



Caution –refer to the accompanying documentation, incorrect operation may damage the instrument.



alternating current.

Mains Operating Voltage

The operating voltage of the instrument is shown on the rear panel. Should it be necessary to change the operating voltage from 230V to 115V or vice-versa, proceed as follows:

1. Disconnect the instrument from all voltage sources.
2. Remove the screws which hold the case upper to the case lower and lift off.
3. Disconnect the 3 way cable from the power supply PCB, remove the six screws and lift the PCB from the case. The Power Supply PCB has an insulator attached to its underside to ensure that the batteries are not accidentally short circuited. The centre pin of the retaining rivets can be carefully pushed out allowing them to be re-used. Replace the insulator immediately after servicing is complete.
4. Fit the soldered links for the required operating voltage:-

   For 230V fit only LK2
   For 115V fit LK1 and LK3 and not LK2

   These links may be either tinned copper wire or zero-ohm resistors.
5. Refit the power supply PCB to the case lower and reconnect the 3 way cable.
6. Refit the case upper taking care not to overtighten the screws.
7. To comply with safety standard requirements the operating voltage marked on the rear panel must be changed to clearly show the new voltage setting.

Fuses

There are no user replaceable fuses in the instrument.

Mains Lead

Connect the instrument to the AC supply using the mains lead provided. Should a mains plug be required for a different mains outlet socket, a suitably rated and approved mains lead set should be used which is fitted with the required wall plug and an IEC60320 C13 connector for the instrument end. To determine the minimum current rating of the lead-set for the intended AC supply, refer to the power rating information on the equipment or in the Specification.

WARNING! THIS INSTRUMENT MUST BE EARTHED

Any interruption of the mains earth conductor inside or outside the instrument will make the instrument dangerous. Intentional interruption is prohibited.

Input Terminals

Connections are provided on the front panel for standard 4-terminal resistance measurements. The test current flows between the terminals marked FORCE + and **–** and the voltage across the unknown resistance is measured between the terminals marked SENSE + and **–**. To obtain correct readings the entire measurement circuit should be connected only to the resistance being measured.

The instrument is supplied with a Kelvin lead set consisting of two special crocodile clips connected to four 4mm plugs. The upper and lower jaws of each crocodile clip are not electrically connected: the grey jaws are used as the force terminals and the coloured jaws (red and black) as the sense terminals. The grey jaws are connected to the plugs which have a grey collar.

Connect these leads to the instrument as follows:

Plug	Connection
All red	Sense +
Red with grey collar	Force +
All black	Sense –
Black with grey collar	Force –

The instrument can be used with any other 4 terminal connection arrangement as required by the physical size of the resistance being measured.

The measurement circuit is not grounded (even when the battery is charging) but for the safety of the operator the connections should be within ±30 volts from earth. It is permissible for the circuit to be externally connected to earth at **one** point only.

The maximum voltage emitted from the instrument is 6V DC.

Protection

When measuring the resistance of large iron-cored inductors the test current builds a magnetic field within the core. When this current is removed a back-emf is generated as the field collapses. Take care when disconnecting the test leads from inductors not to touch the terminals as the back-emf can give a noticeable electric shock. It is better to depress the Set Zero switch and allow the instrument to absorb the stored energy before disconnecting the inductor.

Protection circuits within the instrument ensure that it will not be damaged by the back-emf of its own test current from any inductance.

It is not intended that any external voltage be applied to the input terminals. However, there are circuits designed to protect the instrument against brief accidental connections. In the case of more severe misuse fusible resistors protect the internal circuits. These resistors are not replaceable by the user.

The following paragraphs give a brief description of the controls. Fuller details of the operation of the instrument are given in later sections.

Operate

The Operate switch connects the measurement circuits to the battery; it does not control the battery charger which operates whenever the unit is connected to the supply mains.

Set Zero

Depressing the Set Zero switch diverts the test current away from the Force terminals so there is no voltage drop across the resistance being measured. The reading can then be set to zero taking account of the effect of external thermal emfs.

20mV Clamp

Depressing the 20mV Clamp switch limits the open circuit voltage of the force terminals to 20mV. This is used when measuring the contact resistance of switches or relays as this low voltage does not break down oxide films.

Polarity

Depressing the Polarity switch reverses the direction of the test current through the unknown. If there are no thermal emfs in the measurement circuit the two readings should be the same (apart from the minus sign). If a thermal emf is present it will add to one reading and subtract from the other; the true resistance value is obtained by taking the numerical average.

Range switches

The legend above the range switches shows the display units (μΩ, mΩ, Ω or kΩ). The nominal measurement current is shown below the switches for reference.

Charge lamp (red)

The Charge lamp will light while the unit is connected to the mains supply which causes the battery to be charged. The unit should be disconnected from the supply when the battery is fully charged.

Force On lamp (green)

The Force On lamp lights when the test current is flowing correctly. If the 20mV clamp is in use the lamp will only light when the external voltage drop is less than the clamp threshold.

Display

The 3½ digit display shows the measurement result. It should only be taken as valid when the Force On lamp is lit and the BAT indicator is off. When the resistance is too large for the range selected (or the sense leads are open circuit) the overscale indication consists of a 1 and three blank digits. A negative sign will show when reverse polarity readings are being taken. The zero setting is signed; the display will alternate between –000 and +000 at true zero.

The signal BAT in the lower left corner of the display shows when the battery is nearly discharged. At this point readings are still accurate, but there is no further indication when the battery voltage falls to the point that errors arise; therefore when the BAT indication is displayed the charger should be connected to the supply.

Switching On

Switch on the instrument using the Operate switch on the front panel. If there are no digits shown in the display then the batteries may be completely discharged. Connect the unit to the supply mains; the Charge lamp should light to show that charging is taking place. If display operation does not resume after a few minutes charging time the unit may be faulty; switch off, disconnect from the supply and seek service.

Battery Charging

When the unit is connected to the supply mains the red Charge lamp will be illuminated and the battery will be charging. Resistance measurements may continue while charging with some small reduction in accuracy because of the temperature rise within the unit. Charging normally takes about 12 hours but if the 2000μΩ range is used the 250mA test current considerably reduces the charging current and it will take longer to fully charge the battery. A taper charge characteristic is employed to quickly raise the charge level of a completely discharged battery and reduce the current once fully charged; nevertheless, the unit should not be left on continuous float charge as this will reduce battery life.

The Ni-MH cells used do not suffer from any memory effect and are not harmed by either complete discharge or partial re-charge.

While the unit is not in use the batteries will self-discharge. This effect is greatly increased at higher temperatures. If the unit has been stored for so long that the batteries have become completely discharged it may require two or three charge–discharge cycles for full capacity to be restored.

The batteries are not replaceable by the user. If the capacity becomes noticeably low then the unit should be sent to a qualified service facility for the batteries to be replaced. The cells must be handled and disposed of in accordance with local safety and environmental requirements.

Principles of Operation

This instrument measures resistance using the ratiometric method: a test current is passed through both a precise internal reference resistance and the unknown resistance. The magnitude of the test current is chosen according to the range selected; it is a compromise between sensitivity to noise and thermal emfs and minimising self-heating of the unknown. The voltages developed across the two resistances are compared using a ratiometric Analogue to Digital converter which calculates the result for the display.

The accuracy of this method depends on the accuracy of the reference resistors and on sensing the exact voltage drop across the unknown, not on the magnitude of the test current. The two main sources of error are voltage drops in the connections and thermal emfs.

The problem of voltage drops is overcome by the 4 terminal connection. The current flows in the force leads and the instrument can tolerate any voltage drop in these leads up to its compliance limit. There is no voltage drop in the sense leads because of the very high input impedance of the voltage measuring circuit in the unit. The resistance is measured between the physical points where the sense leads connect to the unknown.

An emf is produced at any junction between dissimilar metals. The magnitude of this emf depends on the materials and the temperature. In any closed circuit which starts and ends on the same metal (as in the sockets of the instrument) there will be a equal number of junctions between dissimilar metals. If all the pairs of junctions are at the same temperature then the net emf around the circuit is zero, but if there are temperature differences then the sum of the emfs is not zero - this difference is the thermal emf of the circuit. It is often of the order of a few tens of microvolts which is sufficient to influence the reading on low resistance ranges.

The instrument cannot distinguish between this emf and the voltage drop across the test sample caused by the measuring current. However if the direction of the test current is reversed then the thermal emf will add to one reading and subtract from the other; the true resistance can be calculated as the average of the two readings. This is the purpose of the Polarity switch.

The most effective way to remove thermal emfs is by removing the temperature differences; take care when connecting samples not to hold the connections points in the fingers - do not touch plug contacts when connecting the leads. Wait until thermal equilibrium is established - it can take many minutes for the effect of even the most brief contact with the fingers to dissipate.

The effect of thermal emfs could also be eliminated by the use of an AC measurement technique but this results in measuring the resistive component of impedance (including the effect of any core losses etc.) rather than the true resistance value obtained by the DC method used in this instrument.

Setting Zero

To set the zero reading it is necessary that the force current is flowing (so the reference resistance is experiencing normal conditions) and that there is no voltage between the sense terminals. The ZERO ADJUST control can then be set for a reading of zero to compensate for the internal offset voltages of the instrument.

The most direct way to do this is to use one cable to connect FORCE + to FORCE – and a second cable to join SENSE + to SENSE –, select the range required and use the ZERO ADJUST control to obtain a reading of zero. Note that this reading is signed: the exact zero is at the point where the minus sign in the display appears on alternate readings. These cables are then removed and the test sample connected as required. This method zeros the internal offsets within the instrument.

The zero adjustment can also be used to remove the effect of small external thermal emfs from the measurement. Connect the test cables to the unknown ready to take a measurement and select the required range. Depress the Set Zero button and set the reading to zero. Release the Set Zero button and allow the reading to settle at the resistance value. This is the most convenient method in normal use.

Note that the zero cannot be set with the sense terminals open circuit.

Connecting the Unknown Resistance

The Kelvin clips supplied with the instrument make the force and sense connections on opposite sides of the conductor. This suits wire-ended components and long thin objects.

When measuring low resistance physically large samples, separate wires and clips may be needed for the two sets of connections which must be made in a way that reflects the required measurement. The sense terminals should be connected to the sample at the exact points between which the resistance is to be measured; the force terminals should be connected to the sample outside the sense terminals. They should be sufficiently far from the sense connections to allow for the region where the current spreads out across the cross-section of the sample.

When measuring components the test connections should match the application connections as closely as possible; when measuring the properties of material samples, consistency of connection is the most important thing. This may require the construction of a suitable jig.

The green Force On lamp lights when the test current flowing through the unknown produces a voltage drop within the compliance specification of the instrument. A valid reading can then be obtained provided that the sense connections are properly made (if they are not then the display will normally show the overrange indication). Note that when measuring very large inductances (such as high voltage transformers) there may be a delay before the lamp lights as it takes some time for the test current to rise to the full value (the rate of rise of the current depends on the inductance and the source emf of the instrument). Similarly it takes time for the current to reverse when the Polarity selection is switched.

It is very important when attaching connections to avoid touching any metallic part of the circuit, because the heat conducted from the fingers will generate thermal emfs that take a significant time to decay.

Taking the Reading

After setting zero, release the Set Zero switch and allow the reading to settle at the resistance value. Note this reading and depress the Polarity switch; ideally (if there are no external thermal emfs) this reading will be the same as the first. If it is not, take the numerical average of the two (ignore the sign); this value is the true resistance. Note that if the sample is not in thermal equilibrium the reading will be changing because of both thermal emfs and the temperature coefficient of the unknown.

It is possible to check the results by depressing the Set Zero button, noting the zero reading and then computing the two differences between this value and the reading of each polarity (taking the signs into account). These two values should agree within a digit; if they do not, then the thermal emfs are changing too rapidly for a reliable measurement to be made.

Contact Resistance Measurements

The contacts of relays, switches etc. are often covered by oxides or corrosion products. If the voltage in the circuit being switched is not high enough to break down this insulating film the contact resistance measured will be much higher than that measured in a high power conditions. In order to obtain a reading that reflects the operation of the component in these “dry circuit” conditions it is necessary to ensure that the test equipment does not subject the sample to a high open circuit voltage. International standards define the “dry circuit” measurement voltage as being not more than 20mV.

This instrument contains a suitable clamp circuit activated by the front panel 20mV Clamp push button. This places an internal electronic shunt across the force terminals and controls the resistance of this circuit to maintain a voltage of 18mV (±2mV) between these terminals. When the contact being measured closes, its resistance must be sufficiently low for the voltage drop across it (at the measuring current of the range selected) to be less than the clamp voltage. The internal shunt then switches off, the green Force On lamp lights and the correct resistance reading is displayed.

Note that battery drain is higher when the clamp is engaged as the measurement current is always flowing, either through the internal clamp or the external contact.

The 20mV clamp facility does not operate with the 2kΩ or 20kΩ ranges as the maximum measurement voltage on these ranges is greater than 20mV.

Applications

To measure the temperature rise of the windings of a transformer or motor first measure the resistance with the item cold. Then disconnect the meter and operate the device for the required period of time. Disconnect all supplies and re-connect the meter and measure the winding resistance in the hot condition. Knowing the temperature coefficient of the winding material these two resistance readings can be used to calculate the temperature change.

Measurement Notes

If the reading drifts continuously this may indicate either a change in a thermal emf caused by a change in temperature or a real change in the resistance of the item being measured. If the sample is physically small this may be caused by the heating effect of the test current. Using a higher range reduces the test current but also reduces the measurement resolution.

Random fluctuations in the reading of more than a digit may indicate poor connections to the sample under test, particularly the sense leads. It can also be caused by magnetic fields intersecting the test circuit; move the leads to keep them close together and away from any transformers or motors.

If the three readings (zero, normal and reverse polarity) do not correlate then either there is a poor connection, or a thermal emf is changing rapidly or the actual value being measured is changing rapidly.

Semiconductor junctions will appear open circuit in both directions because the measurement voltage of this instrument is too small to cause any noticeable conduction.

The Manufacturers or their agents overseas will provide a repair service for any unit developing a fault. Where owners wish to undertake their own maintenance work, this should only be done by skilled personnel in conjunction with the service manual which may be purchased directly from the Manufacturers or their agents overseas.

Cleaning

If the instrument requires cleaning use a cloth that is only lightly dampened with water or a mild detergent.

WARNING! TO AVOID ELECTRIC SHOCK, OR DAMAGE TO THE INSTRUMENT, NEVER ALLOW WATER TO GET INSIDE THE CASE. TO AVOID DAMAGE TO THE CASE NEVER CLEAN WITH SOLVENTS.

Calibration

To ensure that the accuracy of the instrument remains within specification the calibration must be checked (and if necessary adjusted) annually. This requires access to accurately known standard resistors; the instrument is adjusted to obtain the correct readings from these resistors. This instrument has independent calibration for each range.

Fuses

The transformer primary is protected by a non-resetting thermal fuse inside the windings. It can only be replaced by fitting a new transformer.

The battery charge and discharge circuits are protected by self-resetting devices. If it is suspected that one of these has tripped, disconnect the unit from the mains supply, switch it off and wait ten minutes. It is likely that any such tripping indicates an internal fault and the unit should be serviced by a competent repair facility.

Cet instrument est de classe de sécurité 1 conforme à la classification IEC et il a été conçu pour satisfaire aux exigences de la norme EN61010-1 (Exigences de sécurité pour les équipements électriques de mesure, de contrôle et d'utilisation en laboratoire). Il s'agit d'un instrument de Catégorie II d'installation devant être exploité depuis une alimentation monophasée standard.

Cet instrument a été testé conformément à la norme EN61010-1 et il a été fourni en tout état de sécurité. Ce manuel d'instructions contient des informations et des avertissements qui doivent être suivis par l'utilisateur afin d'assurer un fonctionnement et un état en toute sécurité.

Cet instrument a été conçu pour être utilisé en intérieur, en environnement de pollution de deuxième degré (Pollution degree 2) à des plages de températures de 5°C à 40°C, et à des taux d'humidité compris entre 20% et 80% (sans condensation). Il peut être soumis de temps à autre à des températures comprises entre +5°C et –10°C sans dégradation de sa sécurité. Ne pas l'utiliser en conditions de condensation.

Toute utilisation de cet instrument de manière non spécifiée par ces instructions risque d'affecter sa protection de sécurité. Ne pas utiliser l'instrument hors des plages de tension d'alimentation nominale recommandées ni hors de ses tolérances d'environnement.

AVERTISSEMENT ! CET INSTRUMENT DOIT ETRE RELIE A LA TERRE

Toute interruption du conducteur de la terre du secteur à l'intérieur ou à l'extérieur de l'instrument rendra l'instrument dangereux. Il est absolument interdit de priver intentionnellement l'instrument de son branchement à la terre. La sécurité de l'instrument ne doit pas être annulée par l'utilisation de rallonge sans conducteur de protection.

Lorsque l'instrument est relié au secteur, il est possible que les bornes soient sous tension : l'ouverture des couvercles ou la dépose de pièces (à l'exception des pièces accessibles manuellement) risque de mettre à découvert des pièces sous tension. L'instrument doit être débranché du secteur et de toute source d'alimentationavant tout réglage, remplacement, travaux d'entretien ou de réparations.

Eviter dans la mesure du possible d'effectuer des réglages, travaux de réparations ou d'entretien lorsque l'instrument ouvert est branché au secteur. Si cela s'avère toutefois indispensable, seul un technicien compétent connaissant les risques encourus doit effectuer ce genre de travaux.

S'il est évident que l'instrument est défectueux, qu'il a été soumis à des dégâts mécaniques, à une humidité excessive ou à une corrosion chimique, la protection de sécurité est affaiblie : l'instrument doit être retiré de l'exploitation et renvoyé vérifications et de réparations.

Cet instrument contient à la fois des fusibles thermiques non rajustables et auto-réglables ne pouvant faire l'objet d'un remplacement par l'utilisateur. Il est strictement interdit de court-circuiter ces fusibles de protection.

Cet instrument contient des piles au nickel-hydrure de métal. Ne pas ouvrir, percer, incinérer ni court-circuiter ces piles. Ces piles doivent être jetées conformément aux lois et règlements locaux en vigueur et doivent être retirées de l'instrument avant d'en disposer.

Ne jamais humidifier l'instrument lors du nettoyage.

Les symboles suivants se trouvent sur l'instrument, ainsi que dans ce manuel.



ATTENTION - se référer à la documentation ci-jointe; toute utilisation incorrecte risque d'endommager l'appareil.



Courant alternatif (c.a.)

Tension de fonctionnement secteur

La tension de fonctionnement de l'instrument est indiquée à l'arrière. S'il est nécessaire de la modifier de 230V à 115V ou vice-versa, procéder comme suit :

1. Débrancher l'instrument de toutes les sources d'alimentation.
2. Retirer les vis qui maintiennent le couvercle supérieur et soulever ce couvercle.
3. Débrancher le câble trois voies de la carte à circuits imprimés d'alimentation, retirer les 6 vis et soulever la carte du boîtier. La carte d'alimentation porte un isolateur sur sa face inférieure pour éviter tout court-circuit accidentel de la batterie. La goupille centrale des rivets de fixation peut être soigneusement poussée vers l'extérieur pour réutiliser les rivets. Remettre l'isolateur en place immédiatement après la révision.
4. Établir les connexions selon la tension appropriée:-

   230V: LK2 uniquement
   115V: LK1 et LK3 et non LK2

   Il peut s'agir de fil de cuivre étamé ou de résistances zéro ohm.
5. Rebrancher la carte d'alimentation dans le boîtier et rebrancher le câble trois voies.
6. Remettre le couvercle en place en prenant soin de ne pas trop serrer les vis.
7. Pour satisfaire aux exigences en matière de sécurité, la tension de fonctionnement indiquée à l'arrière de l'instrument doit être modifiée pour indiquer la nouvelle tension opérationnelle.

Fusibles

Cet instrument ne contient aucun fusible remplaçable par l'utilisateur.

Cordon d'alimentation

Branchez cet instrument sur l'alimentation secteur en utilisant le câble d'alimentation fourni. Si la prise murale requiert l'utilisation d'un câble d'alimentation différent, un câble approprié et approuvé, qui possède une fiche correspondante à la prise murale et un connecteur d'instrument IEC60320 C13, doit être utilisé. Pour vérifier la tension nominale du câble d'alimentation en fonction de la prise secteur, consultez les informations de puissance nominale sur l'équipement ou dans Caractérstiques.

AVERTISSEMENT ! CET INSTRUMENT DOIT ÊTRE RELIÉ À LA TERRE

Toute interruption du conducteur de terre secteur à l'intérieur ou à l'extérieur de l'instrument rendra l'instrument dangereux. Toute interruption intentionnelle est absolument interdite.

Bornes d'entrée

Le panneau frontal permet de brancher les appareils de mesure standard à 4 bornes. Le courant de test circule entre les bornes FORCE + (force +) et - et la tension sur la résistance inconnue est mesurée entre les bornes SENSE + (détection +) et -. Pour obtenir les valeurs correctes, le circuit de mesure tout entier ne doit être branché qu'à la résistance mesurée.

Cet instrument est fourni avec un jeu de câbles Kelvin consistant en deux prises crocodile spéciales, branchées à quatre prises de 4 mm. Les mâchoires supérieure et inférieure de chaque prise crocodile ne sont pas connectées mécaniquement : les mâchoires grises servent de bornes de forces et les mâchoires de couleur (rouge et noire) servent de bornes de détection. Les mâchoires grises se branchent aux prises à col gris.

Branchez les câbles à l'instrument comme suit :

Prise	Branchement
Toute rouge	Sense +
Rouge à col gris	Force +
Toute noire	Sense –
Noire à col gris	Force –

Cet instrument peut être utilisé avec n'importe quelle combinaison à 4 bornes, requise par la taille physique de la résistance mesurée.

Le circuit de mesure n'est pas relié à la terre (même lorsque la batterie se recharge) mais, pour la sécurité de l'utilisateur, les connexions devraient se trouver à ±30 volts de la terre. Il est permis de relier le circuit à la terre par voie externe et en un point uniquement.

La tension maximale émise par l'instrument est de 6V CC.

Protection

Lorsque vous mesurez la résistance de gros inducteurs à noyau de fer, le courant de test établit un champ magnétique dans le noyau. Une fois ce courant supprimé, une force électromotrice en retour est générée par la chute du champ magnétique. Nous conseillons la prudence aux utilisateurs lorsqu'ils débranchent les câbles des inducteurs : ne pas toucher les bornes - la f.é.m. peut donner un choc électrique notable. Il est préférable d'appuyer sur le bouton Set Zero (remise à zéro) et permettre à l'instrument d'absorber l'énergie emmagasinée, avant de débrancher l'inducteur.

Les circuits de protection intégrés à l'instrument préviennent tout dommage éventuel pouvant être causé par le retour de f.é.m. de son propre courant de test.

Il n'est pas prévu d'appliquer quelque tension externe que ce soit aux bornes en entrée. L'instrument contient, toutefois, des circuits conçus pour le protéger des branchements accidentels de courte durée. Dans l'éventualité d'une utilisation erronée plus grave, des résistances à fusible protègent les circuits internes. Ces résistances ne peuvent être remplacées par l'utilisateur.

Les paragraphes qui suivent décrivent brièvement les commandes de l'instrument. Les sections qui suivent donnent une description plus détaillée du fonctionnement de l'instrument.

Operate

Le bouton Operate (fonctionnement) connecte les circuits de mesure de la batterie ; il ne commande pas le chargeur de la batterie, qui fonctionne dès que l'unité est branchée au secteur.

Set Zero

Le fait d'appuyer sur le bouton Set Zero (remise à zéro) dérive le courant de test des bornes Force pour qu'aucune chute de tension ne se produise sur la résistance en cours de test. La lecture peut alors être remise à zéro en prenant en compte l'effet des f.é.m. thermiques externes.

20mV Clamp

Le fait d'appuyer sur le bouton 20mV Clamp (limiteur 20 mV) limite la tension du circuit ouvert sur les bornes Force à 20 mV. Cette fonctionnalité est particulièrement utile lorsque l'on mesure la résistance de contact des commutateurs ou des relais : cette basse tension ne décompose pas les couches d'oxyde.

Polarity

Le fait d'appuyer sur le bouton Polarity (Polarité) inverse le sens du courant de test dans la résistance inconnue. Si le circuit de mesure ne présente aucune f.é.m. les deux valeurs devraient être identiques (à part le signe moins). Si une f.é.m. thermique est présente, elle vient s'ajouter à l'une des valeurs et se soustrait de l'autre ; pour obtenir la véritable valeur de la résistance, calculer la moyenne numérique.

Boutons de plages

Les légendes au-dessus des boutons de plages indiquent les unités d'affichage (μΩ, mΩ, Ω ou kΩ). L'intensité du courant nominal de mesure est indiquée sous les boutons pour référence.

Voyant Charge (rouge)

Le voyant Charge (chargement) s'allume lorsque l'instrument est relié au secteur : la batterie se recharge. L'instrument doit être débranché du secteur une fois la batterie rechargée.

Voyant Force On (vert)

Le voyant Force On (force appliquée) s'allume lorsque le courant de test circule correctement. Si le limiteur de 20 mV est utilisé, le voyant ne s'allume que lorsque la chute de tension externe est inférieure au seuil du limiteur.

Affichage

L'écran de 3 pouces ½ affiche le résultat de la mesure. Il ne peut être considéré comme valable que lorsque le voyant Force On est allumé et que le voyant de batterie (BAT à l'écran) est éteint. Lorsque la résistance est trop importante pour la plage sélectionnée (ou dans le cas d'un circuit ouvert) l'écran affiche un 1 suivi de trois blancs. Un signe négatif s'affiche lorsque les mesures de polarité inverse sont effectuées. Le réglage du zéro est signé ; l'écran alterne entre –000 et +000 au zéro véritable.

L'écran affiche le mot BAT dans l'angle inférieur gauche lorsque la batterie est pratiquement déchargée. L'affichage est toujours exact, mais il faut savoir que les erreurs surviennent lorsque la tension de la batterie tombe sous un certain niveau, et l'utilisateur ne reçoit aucune indication de ce niveau ; par conséquent, dès que les lettres BAT s'affichent, le chargeur doit être branché au secteur.

Mise en marche

Allumez l'instrument à l'aide du bouton Operate à l'avant. Si aucun chiffre ne s'affiche, cela signifie probablement que la batterie est totalement déchargée. Branchez l'instrument au secteur ; le voyant Charge devrait s'allumer, indiquant ainsi que le chargement a lieu. Si l'affichage ne se rétablit pas au bout de quelques minutes de chargement, l'instrument a probablement un défaut ; éteignez-le, débranchez-le du secteur et contactez le service de réparation.

Chargement de la batterie

Lorsque l'instrument est branché au secteur, le voyant rouge Charge s'allume et la batterie se recharge. L'utilisateur peut poursuivre les mesures de résistance pendant le chargement, en sachant qu'une petite baisse de précision intervient du fait de la température en hausse de l'instrument. Le chargement prend normalement 12 heures, mais si la plage 2000 μΩ est utilisée, le courant de test de 250 mA réduit considérablement le courant et la batterie peut mettre beaucoup plus longtemps à se recharger. Une fonction de charge à tension constante est utilisée pour faire monter rapidement le niveau d'une batterie totalement déchargée et réduire le courant une fois le chargement complet, mais l'instrument ne doit pas rester en chargement permanent, car cela réduit la durée de vie de la batterie.

Les piles Ni-MH utilisées ne souffrent d'aucun effet de mémoire et ne peuvent être endommagées par un chargement total ni un chargement partiel.

Lorsque l'instrument n'est pas utilisé, la batterie s'autodécharge. Cet effet s'accroît considérablement à hautes températures. Si l'instrument a été rangé pendant un certain temps et que la batterie est totalement déchargée, deux ou trois cycles de chargement complets sont nécessaires pour que l'instrument retrouve sa pleine capacité.

La batterie ne peut être remplacée par l'utilisateur. Si l'utilisateur constate que la capacité devient faible, l'instrument doit être envoyé à un site qualifié de maintenance et capable de remplacer la batterie. Les piles doivent être manipulées et jetées conformément aux lois sur la sécurité et l'environnement en vigueur.

Principes de fonctionnement

Cet instrument mesure la résistance à l'aide de la méthode logométrique : un courant de test circule à la fois dans une résistance de référence interne précise et dans la résistance inconnue. L'intensité du courant de test est choisie en fonction de la plage sélectionnée ; il s'agit d'un compromis entre la sensibilité au bruit et aux f.é.m. thermiques et la réduction maximale de l'autochauffe de la résistance inconnue. Les tensions sur les deux résistances sont comparées à l'aide d'un convertisseur logométrique analogique à numérique, qui calcule le résultat et le transmet à l'affichage.

L'exactitude de cette méthode dépend de la précision des résistances de référence et de la détection de la chute exacte de tension sur l'inconnue, et non de l'intensité du courant de test. Les deux sources principales d'erreur sont les chutes de tension dans les connexions et les f.é.m. thermiques.

Le problème des chutes de potentiel est résolu par la connexion à quatre bornes. Le courant circule dans les câbles de force et l'instrument peut tolérer n'importe quelle chute de potentiel dans ces câbles, jusqu'à sa limite. Aucune chute de tension ne se produit dans les câbles de détection du fait de la très haute impédance du circuit de mesure de la tension dans l'unité. La résistance est mesurée entre les points physiques où les câbles de détection se connectent à l'inconnue.

Une force électromagnétique se produit à toute connexion entre métaux différents. L'intensité de cette f.é.m. dépend des matériaux utilisés et de la température. Dans un circuit fermé commençant et se terminant par un métal identique (comme dans les prises de l'instrument) le nombre de jonctions entre métaux différents est égal. Si toutes les paires sont à la même température, la f.é.m. autour du circuit est égale à zéro, mais si des différences de températures

sont observées, la somme des forces n'est pas zéro : la différence constitue la f.é.m. du circuit. La force est souvent de l'ordre des dixièmes de microvolts, ce qui suffit pour influencer la lecture sur les plages de faible résistance.

L'instrument n'est pas capable de distinguer entre cette f.é.m. et la chute de tension sur l'échantillon de test, causée par le courant de mesure. Si, toutefois, la direction du courant de test est inversée, la f.é.m. s'ajoute à une valeur et se soustrait de l'autre ; la valeur véritable de la résistance se calcule alors en établissant la moyenne entre les deux valeurs affichées. C'est le but du bouton Polarity.

La manière la plus efficace de supprimer les f.é.m. thermiques consiste à supprimer les différences de température ; nous conseillons à l'utilisateur de faire attention lorsqu'il branche les échantillons : ne pas tenir les points de connexion avec les doigts - ne jamais toucher les contacts de branchement lorsque les câbles sont branchés. Attendre que l'équilibre thermique soit établi - l'effet du moindre contact avec les doigts peut prendre de longues minutes pour s'effacer.

L'effet des f.é.m. thermiques peut également être éliminé par l'utilisation d'une technique de mesure CA, mais ceci revient à mesurer le composant résistif de l'impédance (y compris l'effet sur les pertes du noyau, etc) plutôt que la vraie valeur de résistance obtenue par la méthode CC utilisée par cet instrument.

Définition du zéro

Pour définir l'affichage zéro, le courant de force doit circuler (pour que la résistance de référence se trouve en conditions normales) et aucune tension ne doit être présente entre les bornes de détection. La commande ZERO ADJUST (réglage du zéro) peut alors être réglée pour lire le zéro et compenser les déséquilibres internes de tension de l'instrument.

La manière la plus directe de ce faire consiste à utiliser un câble pour relier la borne FORCE + à la borne FORCE – et un second câble pour relier les bornes SENSE + et SENSE – ; sélectionner la plage désirée et utiliser la commande ZERO ADJUST pour obtenir un affichage de zéro. Noter que cette lecture est signée : le zéro exact se trouve au point où le signe moins de l'affichage apparaît alternativement. Ensuite, retirer les câbles et brancher l'échantillon. Cette méthode annule les déséquilibres internes de l'instrument.

Le réglage du zéro peut également être utilisé pour supprimer l'effet de petites f.é.m. externes de la mesure. Brancher les câbles de test à l'inconnue pour prendre une mesure et sélectionnez la plage requise. Appuyer sur le bouton Set Zero et régler l'affichage sur zéro. Relâcher le bouton Set Zero et attendre que l'affichage se stabilise à la valeur de résistance. Cette méthode est la plus pratique en conditions normales d'utilisation.

Noter que le zéro ne peut être réglé en condition de circuit ouvert des bornes de détection.

Connexion de la résistance inconnue

Les attaches Kelvin fournies avec l'instrument se chargent des connexions de force et de détection des deux côtés du conducteur. Elles conviennent aux composants à embout métallique et aux objets longs et fins.

Lorsque l'utilisateur mesure la faible résistance de gros échantillons, des câbles et des clips séparés peuvent être nécessaires pour les deux jeux de connexions qui doivent être effectuées de manière à refléter la mesure requise. Les bornes de détection doivent être branchées à l'échantillon aux points exacts entre lesquels la résistance doit être mesurée ; les bornes de force doivent être branchées à l'échantillon hors des bornes de détection. Les branchements de force doivent se trouver assez loin des branchements de détection pour donner la place au courant de se répandre sur la section croisée de l'échantillon.

Lorsque l'utilisateur mesure les composants, les branchements tests doivent correspondre aux branchements de l'application autant que faire se peut ; lorsque l'on mesure les propriétés de matériaux échantillons, l'homogénéité du branchement est alors le facteur le plus important. Ceci peut nécessiter la construction d'un gabarit approprié.

Le voyant vert Force On s'allume lorsque le courant de test circulant dans la résistance inconnue produit une chute de tension dans les limites de conformité des spécifications de l'instrument. Une lecture valide peut alors être obtenue, à condition que les connexions de détection soient correctement effectuées (dans le cas contraire, l'écran affiche normalement les valeurs hors plage). Noter que lorsque de fortes valeurs d'induction sont mesurées (comme c'est le cas pour les transformateurs haute tension) un temps d'attente peut survenir avant que le voyant ne s'allume, puisque le courant de test prend un certain temps pour monter à la valeur totale (la vitesse de montée du courant dépend de l'induction et de la f.é.m. source de l'instrument). De la même manière, le courant prend un certain temps pour s'inverser lorsque le bouton Polarity est enfoncé.

Il est très important, lorsque l'on effectue les branchements, d'éviter de toucher les parties métalliques du circuit, parce que la chaleur induite des doigts peut générer des f.é.m. thermiques pouvant prendre un certain temps avant de s'éliminer.

Prise de mesure

Après le réglage du zéro, relâcher le bouton Set Zero et attendre que l'affichage se stabilise à la valeur de résistance. Noter l'affichage et relâcher le bouton Polarity ; dans l'idéal (en l'absence de toute f.é.m. thermique externe) la nouvelle valeur est identique à la première. Dans le cas contraire, calculer la moyenne numérique des deux valeurs (ignorer le signe) ; cette moyenne est la valeur véritable de résistance. Noter que si l'échantillon n'est pas équilibré au plan thermique, l'affichage change à cause des f.é.m. thermiques et du coefficient de température de la résistance inconnue.

Il est possible de vérifier les résultats en appuyant sur le bouton Set Zero, notant la lecture du zéro, puis de calculer les deux différences entre cette valeur et la valeur de chaque polarité (en prenant les signes en compte). Ces deux valeurs devraient être identique à l'unité près ; dans le cas contraire, les f.é.m. thermiques changent trop vite pour qu'une mesure fiable puisse être effectuée.

Mesures des résistances de contact

Les contacts des relais, des commutateurs, etc, sont souvent recouverts d'oxydes ou de produits de corrosion. Si la tension dans le circuit en cours de commutation n'est pas assez élevée pour décomposer le film isolant, la résistance de contact mesurée est beaucoup plus importante que celle qui est mesurée dans des conditions de tension plus élevée. Pour obtenir une mesure reflétant le fonctionnement du composant dans ces conditions de "circuit sec", il est nécessaire de faire en sorte que l'équipement de test ne soumette pas l'échantillon à une tension élevée de circuit ouvert. Les normes internationales définissent la tension de mesure d'un "circuit sec" égale ou inférieure à 20 mV.

Cet instrument contient un circuit limiteur qui peut être actionné à l'aide du bouton 20mV Clamp situé sur le panneau frontal. Ce bouton a pour effet de shunter les bornes de force électroniquement, en interne, et de commander la résistance de ce circuit pour qu'elle maintienne une tension de 18 mV (±2 mV) entre ces bornes. Lorsque le contact mesuré se ferme, sa résistance doit être suffisamment basse pour que la chute de tension qu'elle subit (chute de la tension du courant de mesure sur la plage sélectionnée) soit inférieure à la tension du limiteur. Le shunt interne s'éteint, le voyant vert Force On s'allume et la résistance correcte s'affiche.

Noter que la batterie se vide plus vite lorsque le limiteur fonctionne : le courant de mesure circule continuellement, soit par le limiteur interne, soit par le contact externe.

La fonctionnalité de limiteur 20 mV ne fonctionne pas sur les plages de 2 kΩ ni 20 kΩ car la tension maximale de mesure sur ces plages est supérieure à 20 mV.

Applications

Pour mesurer la hausse de température sur les enroulements d'un transformateur ou d'un moteur, commencer par mesurer la résistance de l'élément à froid. Débrancher ensuite l'instrument de mesure et faire fonctionner le dispositif pendant la période requise. Débrancher toutes les alimentations et rebrancher l'instrument de mesure : mesurer la résistance des enroulements à chaud. En connaissant ainsi le coefficient de température de l'enroulement, les deux valeurs de résistance peuvent être utilisées pour calculer le changement de température.

Notation des mesures

Si les valeurs affichées fluctuent continuellement, cela peut indiquer soit un changement de f.é.m. thermique entraîné par un changement de température, soit un changement réel de la résistance de l'élément mesuré. Si l'échantillon est de petite taille, ceci peut être causé par l'effet de chauffe du courant de test. En utilisant une plage plus élevée, on réduit le courant de test mais on réduit également la résolution de la mesure.

Les fluctuations aléatoires de plus d'une unité peuvent indiquer de mauvais branchements aux échantillons, particulièrement au niveau des câbles de détection. Ces fluctuations peuvent être également causées par des champs magnétiques interférant sur le circuit de test ; déplacer les câbles pour les rapprocher entre eux mais les éloigner de tout transformateur ou moteur.

Si les trois valeurs (polarité zéro, normale et inverse) ne se corrèlent pas, soit le branchement est mauvais, soit une f.é.m. thermique change rapidement, ou la valeur réelle mesurée se modifie très vite.

Les jonctions de semi-conducteurs apparaissent comme des circuits ouverts dans les deux sens parce que la tension de mesure de cet instrument est trop basse pour causer une conduction notable.

Les constructeurs ou leurs agents à l'étranger fourniront un service de réparation pour tout appareil qui deviendrait défectueux. Lorsque le propriétaire de l'instrument désire effectuer ses propres travaux de maintenance, cette intervention ne doit être effectuée que par un personnel expérimenté utilisant le manuel d'entretien disponible auprès du constructeur ou de ses agents à l'étranger.

Nettoyage

Si l'instrument requiert d'être nettoyé, utiliser un chiffon légèrement humidifié ou légèrement imbibé d'un détergent doux.

AVERTISSEMENT ! AFIN D'EVITER TOUT CHOC ELECTRIQUE OU D'ENDOMMAGER L'INSTRUMENT, NE JAMAIS LAISSER L'EAU PENETRER A L'INTERIEUR DU BOITIER. POUR EVITER D'ENDOMMAGER LE BOITIER, NE JAMAIS EMPLOYER DE SOLVANTS.

Étalonnage

Pour garantir que la précision de cet instrument reste conforme à ses spécifications, l'étalonnage doit être vérifié (et réglé, le cas échéant) tous les ans. Cette procédure requiert l'accès à des résistances standard connues avec précision ; l'instrument est réglé en obtenant et en affichant la mesure exacte de ces résistances. Cet instrument s'étalonne différemment selon les plages de valeurs.

Fusibles

Le circuit principal du transformateur est protégé par fusible thermique non ajustable à l'intérieur des enroulements. Il ne peut être remplacé que si un nouveau transformateur est installé.
Le chargement de la batterie et les circuits de décharge sont protégés par des dispositifs à autoréglage.

Si l'utilisateur soupçonne que l'un d'eux a disjoncté, il lui est conseillé de débrancher l'unité du secteur, de l'éteindre complètement et d'attendre dix minutes.

Si l'un des composants disjoncte, cela indique très probablement que l'instrument doit faire l'objet d'une révision ; toute maintenance doit être effectuée par un service de réparation compétent.

Dieses Gerät wurde nach der Sicherheitsklasse (Schutzart) I der IEC-Klassifikation und gemäß den europäischen Vorschriften EN61010-1 (Sicherheitsvorschriften für elektrische Mess-, Steue-, Regel- und Laboranlagen) entwickelt. Es handelt sich um ein Gerät der Installationskategorie II, das für den Betrieb von einer normalen einphasigen Versorgung vorgesehen ist.

Das Gerät wurde gemäß den Vorschriften EN61010-1 geprüft und in sicherem Zustand geliefert. Die vorliegende Anleitung enthält vom Benutzer zu beachtende Informationen und Warnungen, die den sicheren Betrieb und den sicheren Zustand des Gerätes gewährleisten.

Dieses Gerät ist für den Betrieb in Innenräumen der Umgebungsklasse 2 , für einen Temperaturbereich von +5°C bis +40°C und 20 - 80 % relative Feuchtigkeit (nicht kondensierend) vorgesehen. Gelegentlich kann es Temperaturen zwischen −10°C und +5°C ausgesetzt sein, ohne dass seine Sicherheit dadurch beeinträchtigt wird. Betreiben Sie das Gerät jedoch auf keinen Fall, solange Kondensation vorhanden ist.

Ein Einsatz dieses Gerätes in einer Weise, die für diese Anlage nicht vorgesehen ist, kann die vorgesehene Sicherheit beeinträchtigen. Auf keinen Fall das Gerät außerhalb der angegebenen Nennversorgungsspannungen oder Umgebungsbedingungen betreiben.

WARNUNG! - DIESES GERÄT MUSS GEERDET WERDEN!

Jede Unterbrechung des Netzschutzleiters innerhalb oder außerhalb des Gerätes macht das Gerät gefährlich. Eine absichtliche Unterbrechung ist verboten. Die Schutzwirkung darf durch Verwendung eines Verlängerungskabels ohne Schutzleiter nicht aufgehoben werden.

Ist das Gerät an die elektrische Versorgung angeschlossen, so können die Klemmen unter Spannung stehen, was bedeutet, daß beim Entfernen von Verkleidungs- oder sonstigen Teilen (mit Ausnahme der Teile, zu denen Zugang mit der Hand möglich ist) höchstwahrscheinlich spannungsführende Teile bloßgelegt weden. Vor jeglichem Öffnen des Gerätes zu Nachstell-, Auswechsel-, Wartungs- oder Reparaturzwecken, dieses stets von sämtlichen Spannungsquellen abklemmen.

Jegliche Nachstellung, Wartung und Reparatur am geöffneten, unter Spannung stehenden Gerät, ist nach Möglichkeit zu vermeiden. Falls unvermeidlich, sollten solche Arbeiten nur von qualifiziertem Personal ausgeführt werden, das sich der Gefahren bewusst ist.

Ist das Gerät eindeutig fehlerbehaftet bzw. wurde es mechanisch beschädigt, übermäßiger Feuchtigkeit oder chemischer Korrosion ausgesetzt, so können die Schutzeinrichtungen beeinträchtigt sein, weshalb das Gerät aus dem Verkehr zurückgezogen und zur Überprüfung und Reparatur eingesandt werden sollte.

Das Gerät enthält nicht rückstellbare und selbstrückstellende thermische Sicherungen, die nicht vom Benutzer erneuert werden können. Das Kurzschließen dieser Schutzeinrichtungen ist verboten.

Das Gerät enthält Nickelhybrid-Batterien. Diese Zellen nicht öffnen, durchbohren, verbrennen oder kurzschließen. Diese Batterien müssen gemäß den vor Ort geltenden Regelungen entsorgt werden und sind vor der Entsorgung des Geräts daraus zu entfernen.

Beim Reinigen darauf achten, dass das Gerät nicht nass wird.

Am Gerät werden folgende Symbole verwendet:



Vorsicht! Bitte beachten Sie die beigefügten Unterlagen. Falsche Bedienung kann Schaden am Gerät verursachen!



Wechselstrom

Netzbetriebsspannung

Die Betriebsspannung des Gerätes ist auf der Rückseite vermerkt. Wenn die Betriebsspannung von 230V auf 115V umgestellt werden muss oder umgekehrt, ist folgendermaßen vorzugehen:

1. Das Gerät von allen Spannungsquellen trennen.
2. Die 4 Schrauben entfernen, mit denen die obere mit der unteren Gehäusehälfte verbunden ist, und das Oberteil des Gehäuses hochheben.
3. Das 3-polige Kabel von der Stromversorgungs-SPS abnehmen, die sechs Schrauben entfernen und die SPS aus dem Gehäuse heben. An der Unterseite der Stromversorgungs-SPS ist ein Isolator angebracht der sicherstellt, dass die Batterien nicht zufällig kurzgeschlossen werden. Der mittlere Haltebolzen kann vorsichtig herausgeschoben und wiederverwendet werden. Setzen Sie den Isolator nach den Servicemaßnahmen sofort wieder ein.
4. Die gelöteten Verbindungen für die gewünschte Arbeitsspannung einsetzen:

   Für 230V nur LK2 einsetzen.
   Für 115V LK1 und LK3 einsetzen und LK2 nicht einsetzen.

   Diese Verbindungen können verzinnte Kupferdrähte oder Null-Ohm-Widerstände sein.
5. Die Stromversorgungs-SPS wieder in das untere Gehäuse einbauen und das 3-polige Kabel wieder anschließen.
6. Das obere Gehäuse wieder anbringen und darauf achten, dass die Schrauben nicht überdreht werden.
7. Zur Einhaltung der Anforderungen der Sicherheitsstandards muss die auf der Rückseite angegebene Betriebsspannung geändert werden, so dass die neue Spannungseinstellung deutlich zu erkennen ist.

Sicherungen

In diesem Gerät befinden sich keine austauschbaren Sicherungen.

Netzanschlussleitung

Schließen Sie das Instrument unter Verwendung des mitgelieferten Netzkabels an die Wechselstromversorgung an. Falls ein Netzstecker für eine unterschiedliche Steckdose erforderlich ist, muss ein geeigneter zugelassener Netzkabelsatz verwendet werden, der mit der erforderlichen Steckdose und einem IEC60320 C13-Stecker für das Instrument versehen ist. Die minimale Nennstromstärke des Kabelsatzes für die beabsichtigte Wechselstromversorgung ist den Nennleistungsangaben auf dem Gerät oder den Spezifikationen zu entnehmen.

VORSICHT! DIESES GERÄT MUSS GEERDET WERDEN

Jegliche Unterbrechung des Netzschutzleiters innerhalb oder außerhalb des Gerätes macht das Gerät gefährlich. Eine absichtliche Unterbrechung ist verboten.

Eingangsanschlüsse

Auf der Frontplatte stehen Anschlussmöglichkeiten für standardmäßige Widerstandsmessungen mit 4 Anschlüssen zur Verfügung. Der Prüfstrom fließt zwischen den Anschlüssen, die mit FORCE + (KRAFT**)** und **–** beschriftet sind, und die Spannung, die am unbekannten Widerstand anliegt, wird zwischen den Anschlüssen gemessen , die mit SENSE + (ABTASTUNG) und **–** beschriftet sind. Um korrekte Ergebnisse zu erhalten, sollte der gesamte Messkreis nur an den zu messenden Widerstand angeschlossen sein.

Das Gerät wird mit einem Kelvin Anschlussleitungssatz geliefert, der aus zwei Spezial-Krokodilklemmen besteht, die mit vier 4mm-Stöpseln verbunden sind. Die oberen und unteren Klemmbacken haben bei beiden Krokodilklemmen keine elektrische Verbindung: Die grauen Klemmbacken dienen als Force-Anschlussklemmen und die farbigen Klemmbacken (rot und schwarz) als Sense-Anschlussklemmen. Die grauen Klemmbacken sind mit den Stöpseln verbunden, die einen grauen Bund haben.

Diese Anschlussleitungen sind folgendermaßen an das Gerät anzuschließen:

Stöpsel	**Anschluss**
ganz rot	Sense +
rot mit grauem Bund	Force +
ganz schwarz	Sense –
schwarz mit grauem Bund	Force –

Das Gerät kann mit einer beliebigen anderen Verbindungsanordnung mit 4 Anschlüssen verwendet werden, wenn die physische Größe des gemessenen Widerstands dies erforderlich macht.

Der Messkreis ist nicht geerdet (selbst während die Batterie geladen wird), aber zum Schutz des Bedienpersonals sollten die Anschlüsse innerhalb von ±30 Volt von Erde liegen. Extern darf der Stromkreis nur an einem Punkt an Erde angeschlossen werden.

Die höchste Spannung, die vom Gerät abgegeben wird, beträgt 6V DC.

Schutz

Bei der Widerstandsmessung an großen Induktionsspulen mit Eisenkern baut der Prüfstrom im Eisenkern ein magnetisches Feld auf. Wenn der Strom abgestellt wird, wird mit dem Zusammenbruch des Felds eine Gegen-EMK erzeugt. Beim Abnehmen der Prüf-Anschlussleitungen von den Induktionsspulen nicht die Anschlüsse berühren, da die Gegen-EMK einen spürbaren elektrischen Schlag verursachen kann. Am besten den Tastenschalter Set Zero (Nullstellung) drücken und das Gerät die gespeicherte Energie aufnehmen lassen, bevor die Induktionsspule von den Anschlüssen getrennt wird.

Schutzschaltungen im Gerät gewährleisten, dass es nicht von der Gegen-EMK einer Induktanz seines eigenen Prüfstroms beschädigt wird.

Es ist nicht vorgesehen, dass eine externe Spannung an die Eingangs-Anschlüsse angelegt wird. Es sind allerdings Schaltungen zum Schutz des Geräts vor kurzen unbeabsichtigten Verbindungen vorhanden. Im Falle eines schwerwiegenderen Missbrauchs schützen Schmelzwiderstände die internen Stromkreise. Diese Widerstände können nicht vom Benutzer ersetzt werden.

Frontplatten-Bedienungseinrichtungen

Die folgenden Absätze enthalten eine Kurzbeschreibung der Bedienungseinrichtungen. Genauere Angaben zum Betrieb des Geräts sind in späteren Kapiteln zu finden.

Operate

Der Tastenschalter Operate (Einschalten) verbindet die Messkreise mit der Batterie; er steuert nicht die Batterieladevorrichtung, die immer in Betrieb ist, wenn das Gerät an die Netzversorgung angeschlossen ist.

Set Zero

Durch Drücken des Tastenschalters Set Zero (Nullstellung) wird der Prüfstrom von den Force-Anschlüssen weggeleitet, so dass es am gemessenen Widerstand keinen Spannungsabfall gibt. Die Anzeige kann dann auf Null gesetzt werden, wobei die Auswirkung externer thermischer EMK berücksichtigt wird.

20mV Clamp

Durch Drücken des Tastenschalters 20mV Clamp (20mV Begrenzung) wird die Leerlaufspannung der Force-Anschlüsse auf 20mV begrenzt. Diese Funktion wird bei der Messung des Kontaktwiderstands von Schaltern oder Relais verwendet, da durch diese niedrige Spannung keine Oxidschichten durchbrochen werden.

Polarity

Durch Drücken des Tastenschalters Polarity (Polarität) wird die Richtung des Prüfstroms durch den unbekannten Widerstand umgekehrt. Wenn keine thermischen EMK im Messkreis vorhanden sind, sollten die beiden Messergebnisse übereinstimmen (abgesehen vom Minuszeichen). Wenn eine thermische EMK vorhanden ist, verfälscht sie das eine Messergebnis nach oben und das anderen nach unten; der wirkliche Widerstandswert ist der numerische Mittelwert aus den beiden.

Messbereich-Tastenschalter

Die Messbereich-Tastenschalter sind mit den Anzeige-Einheiten beschriftet (μΩ, mΩ, Ω und kΩ). Der Nenn-Mess-Strom ist als Zusatzinformation unter den Tastenschaltern angegeben.

Charge-Leuchte (rot)

Die Leuchte Charge (Ladung) leuchtet, während das Gerät an die Netzversorgung angeschlossen ist, was bedeutet, dass die Batterie geladen wird. Das Gerät ist von der Versorgung zu trennen, wenn die Batterie vollständig geladen ist.

Force On-Leuchte (grün)

Die Leuchte Force On (Force Ein) leuchtet, wenn der Prüfstrom korrekt fließt. Wenn die 20mV-Klemme verwendet wird, leuchtet sie nur, falls der externe Spannungsabfall unter der Klemmengrenze liegt.

Anzeige

Die 3½-stellige Anzeige gibt das Messergebnis an. Es ist nur dann als gültiges Messergebnis aufzufassen, wenn die Leuchte Force On leuchtet und die BAT-Anzeige aus ist. Wenn der Widerstand zu hoch für den gewählten Messbereich ist (oder die Sense-Anschlussleitungen einen offenen Stromkreis bilden) wird die Messbereichsüberschreitung durch eine 1 und drei Leerzeichen angezeigt. Ein Minuszeichen erscheint, wenn mit umgekehrter Polarität gemessen wird. Die Nullstellung hat ein Vorzeichen; in der echten Nullposition wechselt die Anzeige zwischen –000 und +000.

Das BAT-Signal in der linken unteren Ecke des Anzeigefensters zeigt an, dass die Batterie fast entladen ist. Zu diesem Zeitpunkt sind die Messergebnisse noch genau, aber es gibt kein weiteres Zeichen, wenn die Batteriespannung auf den Punkt fällt, an dem Fehler auftreten. Daher ist die Ladevorrichtung an die Versorgung anzuschließen, wenn die BAT -Anzeige erscheint.

Einschalten

Das Gerät wird an der Frontplatte mit dem Tastenschalter Operate eingeschaltet. Wenn im Anzeigefenster keine Ziffern erscheinen, sind die Batterien wahrscheinlich vollständig entladen. Schließen Sie das Gerät an die Netzversorgung an; die Charge-Leuchte sollte aufleuchten, um anzuzeigen, dass die Batterien geladen werden. Wenn das Anzeigefenster nach ein paar Minuten Ladezeit nicht den Betrieb aufnimmt, kann das Gerät defekt sein. Gerät ausschalten, von der Versorgung trennen und zur Reparatur geben.

Ladung der Batterie

Wenn das Gerät an die Netzversorgung angeschlossen ist, leuchtet die rote Charge-Leuchte und die Batterie wird geladen. Widerstandsmessungen können mit einer kleinen Genauigkeitseinbuße aufgrund des Temperaturanstiegs im Gerät weiter durchgeführt werden. Der Ladevorgang dauert gewöhnlich etwa 12 Stunden, aber wenn der 2000µΩ-Messbereich verwendet wird, verringert der Prüfstrom von 250mA den Ladestrom beträchtlich und es dauert länger, bis die Batterie vollständig geladen ist. Ein konisches Ladungsmuster wird angewandt, damit das Ladungsniveau einer voll entladenen Batterie schnell erhöht und der Strom verringert wird, wenn die Batterie voll geladen ist; dennoch sollte das Gerät nicht kontinuierlich nachgeladen werden, da dies die Lebensdauer der Batterie verringern würde.

Die Ni-MH-Zellen haben keinen Nachklingeffekt und nehmen durch eine vollständige Entladung oder eine teilweise Aufladung keinen Schaden.

Wenn das Gerät nicht verwendet wird, entladen sich die Batterien selbst. Dieser Effekt wird durch höhere Temperaturen wesentlich verstärkt. Wenn das Gerät so lange gelagert wurde, dass die Batterien vollständig entladen sind, können zwei bis drei Lade/Entlade-Zyklen nötig sein, bis die volle Kapazität wiederhergestellt ist.

Die Batterien können nicht vom Benutzer ausgetauscht werden. Wenn die Kapazität merklich abnimmt, sollte das Gerät an eine qualifizierte Reparaturwerkstatt geschickt werden, um dort die Batterien austauschen zu lassen. Die Zellen müssen entsprechend der örtlich geltenden Arbeitssicherheits- und Umweltanforderungen gehandhabt und entsorgt werden.

Betriebsgrundsätze

Dieses Gerät verwendet das ratiometrische Verfahren zur Messung des Widerstands: Ein Prüfstrom wird durch einen präzisen internen Bezugswiderstand und durch den unbekannten Widerstand geleitet. Die Höhe des Prüfstroms wird je nach eingestelltem Messbereich gewählt. Sie stellt einen Kompromiss zwischen Rauschempfindlichkeit und thermischen EMK und einer Minimierung der Selbsterwärmung des unbekannten Widerstands dar. Die Spannungen, die sich an den beiden Widerständen entwickeln, werden mit einem ratiometrischen Analog-Digital-Wandler verglichen, der das Ergebnis für die Anzeige errechnet.

Die Genauigkeit dieses Verfahrens hängt von der Genauigkeit des Bezugswiderstands ab und davon, ob der Spannungsabfall am unbekannten Widerstand exakt gemessen wird, nicht von der Höhe des Prüfstroms. Die beiden Hauptfehlerquellen sind Spannungsabfälle an den Verbindungsstellen und thermische EMK.

Das Problem der Spannungsabfälle wird durch die 4-Anschluss-Verbindung gelöst. Der Strom fließt durch die Force-Anschlussleitungen und das Gerät kann jeden Spannungsabfall in diesen Leitungen bis zu seiner Nachgiebigkeitsgrenze tolerieren. In den Sense-Anschlussleitungen gibt es aufgrund der sehr hohen Eingangsimpedanz des Spannungsmesskreises im Gerät keinen Spannungsabfall. Der Widerstand wird zwischen den physischen Punkten gemessen, an denen die Sense-Anschlussleitungen an den unbekannten Widerstand angeschlossen sind.

Eine EMK wird an jedem Übergang zwischen verschiedenen Metallen erzeugt. Die Höhe dieser EMK hängt von den Materialien und der Temperatur ab. In jedem geschlossenen Stromkreis, der mit demselben Metall beginnt und endet (z.B. in den Buchsen des Geräts) gibt es eine gerade Zahl von Übergängen zwischen verschiedenen Metallen. Wenn die Verbindungsstellen-Paare dieselbe Temperatur haben, ist die Netto-EMK im gesamten Stromkreis Null, aber wenn es

Temperaturunterschiede gibt, ist die Summe der EMK nicht Null. Dieser Unterschied ist die thermische EMK des Stromkreises. Diese liegt oft in der Größenordnung von ein paar zehntel Mikrovolt, was in Messbereichen mit niedrigen Widerständen ausreicht, um das angezeigte Messergebnis zu beeinflussen.

Das Gerät kann nicht zwischen dieser EMK und dem Spannungsabfall am Prüfling unterscheiden, der vom Prüfstrom verursacht wird. Wenn allerdings die Richtung des Prüfstroms umgekehrt wird, wird die thermische EMK zum einen Messergebnis dazugerechnet und vom anderen abgezogen. Der wirkliche Widerstandswert kann als Mittelwert der beiden Ergebnisse berechnet werden. Zu diesem Zweck gibt es den Polarity -Tastenschalter.

Die wirksamste Methode zur Entfernung thermischer EMK ist die Entfernung von Temperaturunterschieden. Beim Anschluss der Prüflinge ist darauf zu achten, dass die Anschlussstellen nicht mit den Fingern berührt werden - auch die Stöpselkontakte sollten beim Anschließen der Leitungen nicht berührt werden. Bitte warten, bis ein thermisches Gleichgewicht hergestellt ist. Es kann mehrere Minuten dauern, bis die Folgen einer sehr kurzen Berührung mit dem Finger verschwunden sind.

Die Wirkung thermischer EMK kann auch durch die Verwendung eines Wechselstrom-Messverfahrens ausgeschaltet werden, aber das führt zur Messung der Wirkstromkomponente der Impedanz (einschließlich der Auswirkung etwaiger Kernverluste etc.), statt dass der wirkliche Widerstandswert erreicht wird, der mit Hilfe des von diesem Gerät benutzten Gleichstrommessverfahrens ermittelt wird.

Nullstellung

Zur Einstellung der Null-Anzeige muss der Force-Strom fließen (damit der Bezugswiderstand normale Bedingungen hat) und zwischen den Sense-Anschlüssen darf keine Spannung sein. Der Einstellknopf ZERO ADJUST (Nullpunkt-Einstellung) kann dann für ein Messergebnis auf Null gesetzt werden, um die internen Offsetspannungen des Geräts zu kompensieren.

Am einfachsten ist dies mit folgender Methode zu erreichen: Mit einem Kabel FORCE + mit FORCE – verbinden und mit einem zweiten Kabel SENSE + mit SENSE – verbinden, den gewünschten Messbereich wählen und mit Hilfe des Einstellknopfs ZERO ADJUST eine Null-Anzeige einstellen. Bitte beachten, dass dies ein Anzeigewert mit Vorzeichen ist: Der genaue Nullpunkt befindet sich dort, wo das Minusvorzeichen in der Anzeige abwechselnd erscheint und nicht erscheint. Anschließend werden die Kabel abgenommen und der Prüfling wie erforderlich angeschlossen. Mit diesem Verfahren werden die internen Offsetspannungen des Geräts genullt.

Die Nullstellung kann auch dazu verwendet werden, die Auswirkungen kleiner externer EMK aus der Messung herauszuhalten. Die Prüfkabel wie zur Messung an den unbekannten Widerstand anschließen und den erforderlichen Messbereich wählen. Den Knopf Set Zero drücken und die Anzeige auf Null stellen. Den Knopf Set Zero loslassen und warten, bis sich die Anzeige auf den Widerstandswert eingependelt hat. Dies ist im Normalbetrieb die einfachste Methode.

Bitte beachten, dass keine Nullstellung erfolgen kann, wenn die Sense-Anschlüsse nicht Teil eines geschlossenen Stromkreises sind.

Anschluss des unbekannten Widerstands

Die mit dem Gerät gelieferten Kelvin-Klemmen dienen zur Herstellung der Force- und Sense-Verbindungen auf den gegenüberliegenden Seiten des Leiters. Dieses Verfahren ist für Bauteile mit Leitungsenden und für lange, dünne Gegenstände geeignet.

Wenn ein niedriger Widerstand an Prüflingen mit großen Maßen gemessen werden soll, werden manchmal separate Leitungen und Clips für die Verbindungen im jeweiligen Stromkreis benötigt, die so hergestellt werden müssen, dass sie die gewünschte Messung widerspiegeln. Die Sense-Anschlüsse sind an genau den Punkten an den Prüfling anzuschließen, zwischen denen der Widerstand gemessen werden soll. Die Force-Anschlüsse sind außerhalb der Sense-Anschlüsse an den Prüfling anzuschließen. Sie sollten genug Abstand von den Sense-Anschlüssen haben, dass der Bereich, in dem sich der Strom über den Querschnitt des Prüflings ausbreitet, berücksichtigt wird.

Bei der Messung von Bauteilen sollten die Verbindungen bei der Prüfung den Verbindungen bei der Anwendung so genau wie möglich gleichen; bei der Messung der Eigenschaften von Materialproben ist die Konsistenz der Verbindung der wichtigste Faktor. Dazu muss eventuell eine passende Vorrichtung gebaut werden.

Die grüne Leuchte Force On leuchtet, wenn der durch den unbekannten Widerstand fließende Prüfstrom einen Spannungsabfall erzeugt, der innerhalb der Nachgiebigkeitsspezifikation des Geräts liegt. Unter der Voraussetzung, dass die Sense-Verbindungen korrekt hergestellt wurden (wenn nicht erscheint im Display normalerweise die Messbereichsüberschreitungs-Anzeige), kann dann eine gültiges Messergebnis erzielt werden. Bitte beachten: Bei der Messung sehr großer Spulen (wie zum Beispiel Hochspannungstransformatoren) kann es eine Verzögerung geben, bis diese Leuchte leuchtet, da der Prüfstrom einige Zeit braucht, um den vollen Wert zu erreichen (die Geschwindigkeit, mit der der Strom steigt, hängt von der Spule und von der Quellen-EMK des Geräts ab). Gleichermaßen braucht es Zeit, bis der Strom sich umgekehrt hat, wenn mit Polarity die Polarität umgekehrt wird.

Es ist sehr wichtig, dass beim Anschließen von Bauteilen vermieden wird, einen Metallteil des Stromkreises zu berühren, da die von den Fingern abgeleitete Wärme thermische EMK erzeugt, die eine ziemlich lange Abklingzeit haben.

Ablesung des Messergebnisses

Nach der Nullstellung den Set Zero-Tastenschalter loslassen und warten, bis sich die Anzeige auf den Widerstandswert eingependelt hat. Dieses Messergebnis aufschreiben und den Polarity-Tastenschalter drücken; im Idealfall (wenn keine externen EMK vorhanden sind) ist dieses Messergebnis das gleiche wie das erste. Wenn nicht, den numerischen Mittelwert der beiden Messergebnisse nehmen (das Vorzeichen ignorieren); dieser Wert ist der wirkliche Widerstandswert. Bitte beachten, dass sich das Messergebnis aufgrund thermischer EMK und aufgrund des Temperaturkoeffizienten des unbekannten Widerstands verändert, wenn der Prüfling nicht in einem thermischen Gleichgewicht ist.

Die Ergebnisse können überprüft werden, indem der Knopf Set Zero gedrückt wird, das Null-Messergebnis aufgeschrieben wird und dann die beiden Differenzen zwischen diesem Wert und dem Messergebnis mit der jeweiligen Polarität errechnet werden (unter Beachtung der Vorzeichen). Diese beiden Werte sollten bis auf eine Ziffer übereinstimmen, sonst ändern sich die thermischen EMK zu schnell, als dass eine zuverlässige Messung erfolgen könnte.

Kontaktwiderstands-Messungen

Die Kontakte von Relais, Schaltern etc. sind oft von Oxiden oder Korrosionsprodukten überzogen. Wenn die im Stromkreis geschaltete Spannung nicht hoch genug ist, um diese Isolierschicht zu durchbrechen, ist der gemessene Kontaktwiderstand viel höher, als der bei starken Strömen gemessene. Um ein Messergebnis zu erreichen, das den Betrieb des Bauteils unter diesen Trockenkreis-Bedingungen widerspiegelt, muss gewährleistet sein, dass das Prüfgerät den Prüfling nicht einer hohen Leerlaufspannung aussetzt. Internationale Normen definieren die Trockenkreis-Messspannung als eine Spannung unter 20mV.

Dieses Gerät enthält eine entsprechende Clamp-Schaltung, die an der Frontplatte mit dem Druckknopf 20mV Clamp aktiviert wird. Damit wird ein interner elektronischer Nebenschlusswiderstand an den Force-Anschlüssen angelegt und der Widerstand dieses Stromkreises so gesteuert, dass eine Spannung von 18mV (±2mV) zwischen diesen Anschlüssen anliegt. Wenn der zu messende Kontakt schließt, muss der Widerstand so klein sein, dass der Spannungsabfall am Widerstand (beim Messstrom des gewählten Bereichs), kleiner als die Clamp-Spannung ist. Der interne Nebenschlusswiderstand schaltet dann ab, die grüne Force On-Leuchte leuchtet und der richtige Widerstandswert wird angezeigt.

Bitte beachten, dass die Batterie stärker entladen wird, wenn 20mV Clamp eingeschaltet ist, da der Messstrom kontinuierlich fließt, entweder durch die interne Klemme oder durch den externen Kontakt.

Die Einrichtung 20mV Clamp kann in den Messbereichen 2kΩ und 20kΩ nicht benutzt werden, da die maximale Messspannung in diesen Bereichten 20mV übersteigt.

Anwendungen

Um den Temperaturanstieg in der Wicklung eines Transformators oder Motors zu messen, muss zuerst der Widerstand gemessen werden, wenn das Bauteil kalt ist. Anschließend wird das Messgerät abgenommen und das Bauteil für eine bestimmte Zeit in Betrieb genommen. Dann werden alle Versorgungsanschlüsse entfernt, das Messgerät wieder angeschlossen und der Wicklungswiderstand in heißem Zustand gemessen. Wenn der Temperaturkoeffizient des Wicklungsmaterials bekannt ist, können diese beiden Widerstandsmesswerte benutzt werden, um die Temperaturveränderung zu berechnen.

Hinweise zur Messung

Wenn der gemessene Wert kontinuierlich abwandert, kann dies entweder auf eine durch eine Temperaturveränderung verursachte Veränderung einer thermischen EMK hinweisen, oder auf eine wirkliche Veränderung des Widerstands im Messgegenstand. Wenn der Prüfling kleine Maße hat, kann dies in der Heizwirkung des Prüfstroms begründet liegen. Durch die Verwendung eines höheren Messbereichs wird der Prüfstrom verringert, gleichzeitig nimmt jedoch auch die Auflösung des Messergebnisses ab.

Zufällige Schwankungen des Messergebnisses von mehr als einer Stelle weisen auf schlechte Verbindungen zum Prüfling hin, insbesondere an den Sense-Anschlussleitungen. Sie können auch durch Magnetfelder verursacht werden, die den Prüfstromkreis schneiden; in diesem Fall sind die Anschlussleitungen so zu bewegen, dass sie nahe beieinander und nicht in der Nähe von Transformatoren und Motoren liegen.

Wenn die drei Messwerte (Null, normal, und mit umgekehrter Polarität) nicht zueinander passen, liegt dies entweder an einer schlechten Verbindung, oder eine thermische EMK verändert sich schnell, oder der tatsächliche Messwert verändert sich schnell.

Halbleiterübergänge erscheinen in beiden Richtung wie eine Unterbrechung des Stromkreises, da die Messspannung des Geräts zu klein ist, um einen merklichen Stromfluss zu bewirken.

Der Hersteller oder seine Auslandsvertretungen bieten einen Reparaturservice für Geräte an, die einen Fehler entwickelt haben. Wenn ein Eigentümer die Reparaturarbeiten selbst ausführen möchte, sollte dies nur durch ausgebildetes Personal und in Verbindung mit dem Service Manual (Wartungshandbuch) erfolgen. Das Service Manual ist direkt vom Hersteller oder von den Auslandsvertretungen zu erwerben.

Reinigung

Wenn das Gerät gereinigt werden muss, einen nur leicht mit Wasser oder einem sanften Reinigungsmittel angefeuchteten Lappen verwenden.

VORSICHT! UM EINEN ELEKTRISCHEN SCHLAG ODER EINE BESCHÄDIGUNG DES GERÄTES ZU VERMEIDEN, NIEMALS WASSER IN DAS GEHÄUSE GELANGEN LASSEN. UM EINE BESCHÄDIGUNG DES GEHÄUSES ZU VERMEIDEN, NIE MIT LÖSEMITTELN REINIGEN.

Eichung

Um zu gewährleisten, dass das Gerät innerhalb seiner Spezifikation bleibt, muss die Eichung jährlich überprüft (und falls nötig eingestellt) werden. Dazu sind Normwiderstände mit genau bekannten Werten erforderlich; das Gerät wird so eingestellt, dass diese Widerstände die richtigen Messwerte ergeben. Das Gerät wird für jeden Messbereich individuell geeicht.

Sicherungen

Der Transformator-Primärstromkreis wird durch eine nicht rückstellbare thermische Sicherung in der Wicklung geschützt. Sie kann nur erneuert werden, indem ein neuer Transformator eingebaut wird.

Die Lade- und Entladestromkreise der Batterie sind durch selbstrückstellende Einrichtungen geschützt. Wenn vermutet wird, dass eine davon ausgelöst wurde, das Gerät von der Netzversorgung trennen, ausschalten und zehn Minuten warten. Wahrscheinlich weist das Auslösen auf einen internen Fehler hin; das Gerät ist von einer kompetenten Reparaturwerkstatt zu warten.

Questo strumento appartiene alla Categoria di Sicurezza 1 secondo la classifica IEC ed è stato progettato in modo da soddisfare i criteri EN61010-1 (requisiti di Sicurezza per Apparecchiature di misura, controllo e per uso in laboratorio). E' uno strumento di Categoria II di installazione e inteso per funzionamento con un'alimentazione normale monofase.

Questo strumento ha superato le prove previste da EN61010-1 e viene fornito in uno stato di sicurezza normale. Questo manuale contiene informazioni e avvertenze che devono essere seguite per assicurarsi di un'operazione sicura e mantenere lo strumento in condizioni di sicurezza.

Questo strumento è progettato per uso all'interno e in un ambiente d'inquinamento Grado 2, entro la gamma di temperatura da 5°C a 40C°, con umidità relativa (non condensante) di 20% - 80%. Può occasionalmente essere assoggettato a temperature fra +5°C e −10°C senza comprometterne la sicurezza. Non usare in presenza di condensazione.

L'uso dello strumento in maniera non conforme a quanto specificato in queste istruzioni potrebbe pregiudicare la protezione di cui è dotato. Non usare lo strumento per misurare tensioni al di sopra dei valori nominali o in condizioni ambientali al di fuori di quelle specificate.

ATTENZIONE! QUESTO STRUMENTO DEVE ESSERE COLLEGATO A TERRA

Una qualsiasi interruzione sia interna che esterna del collegamento a terra lo rende pericoloso. E' proibito interrompere questo collegamento deliberatamente. La protezione non deve essere negata attraverso l'uso di un cavo di estensione privo del filo di collegamento a terra.

Quando lo strumento è alimentato, alcuni morsetti sono sotto tensione e l'apertura dei coperchi o la rimozione di parti (eccetto quei componenti accessibili senza l'uso di attrezzi) può lasciare scoperti dei morsetti sotto tensione. L'apparechiatura deve essere staccata da tutte le sorgenti di tensione prima di aprirla per regolazioni, manutenzione o riparazioni.

E' consigliabile evitare, per quanto possibile, qualsiasi operazione di regolazione e di riparazione dello strumento sotto tensione e, qualora fosse inevitabile, dette operazioni devono essere eseguite da una persona specializzata in materia, che sia pienemente conscia del pericolo presente.

Quando sia chiaro che lo strumento è difettoso, o che ha subito un danno meccanico, un eccesso di umidità, o corrosione a mezzo di agenti chimici, la sicurezza potrebbe essere stata compromessa e lo strumento deve essere ritirato dall'uso e rimandato indietro per le prove e le riparazioni del caso.

Lo strumento contiene fusibili termici sia senza reset che con reset automatico che non possono essere sostituiti dall'utente. È vietato il corto circuito di questi dispositivi di protezione.

Lo strumento contiene batterie al NiMH (idruro nichel-metallo). Non aprire, forare, incenerire o cortocircuitare queste batterie. Smaltirle in conformità con i regolamenti locali vigenti e rimuoverle dallo strumento prima dello smaltimento finale dello stesso.

Evitare di bagnare lo strumento quando lo si pulisce.

Sullo strumento e in questo manuale si fa uso dei seguenti simboli.



Attenzione - vedere i documenti allegati. L'uso errato può danneggiare lo strumento.



Corrente Alternata

Tensione d’esercizio di rete

La tensione d’esercizio dello strumento è indicata sul pannello posteriore. Qualora fosse necessario modificare la tensione d’esercizio da 230 V a 115 V o viceversa, procedere nel modo seguente:

1. Scollegare lo strumento da tutte le fonti di tensione.
2. Rimuovere le viti che uniscono la parte superiore e inferiore del corpo e sollevare la parte superiore.
3. Scollegare il cavo a tre vie dal PCB di alimentazione, rimuovere le sei viti e sollevare il PCB dal corpo. Il PCB di alimentazione è dotato di isolatore fissato nella parte inferiore per assicurare che le batterie non vengano messe accidentalmente in cortocircuito. Il perno centrale dei supporti di tenuta può essere spinto attentamente consentendone il riutilizzo. Rimettere immediatamente in posizione l’isolatore dopo aver effettuato la manutenzione.
4. Montare i collegamenti saldati per la tensione d’esercizio richiesta:

   Per 230 V montare solo LK2
   Per 115 V montare LK1 e LK3 e non LK2

   Questi collegamenti possono essere resistori a filo di rame stagnato o da zero ohm.
5. Rimontare il PCB di alimentazione alla parte inferiore del corpo e ricollegare il cavo a tre vie.
6. Rimontare la parte superiore del corpo con attenzione e non serrare eccessivamente le viti.
7. Per conformarsi ai requisiti standard di sicurezza la tensione d’esercizio marcata sul pannello posteriore deve essere modificata per mostrare chiaramente la nuova tensione.

Fusibili

Lo strumento non contiene fusibili sostituibili da parte dell’utente.

Cavo di rete

Collegare lo strumento all’alimentazione di rete in corrente alternata utilizzando il cavo fornito. Se dovesse essere necessaria una spina di alimentazione diversa, utilizzare un set completo della spina necessaria e di un connettore tipo IEC60320 C13 adeguatamente dimensionati e omologati. Per determinare la corrente minima nominale del set cavo necessario per l’alimentazione utilizzata, fare riferimento ai dati di potenza indicati sull’apparecchio stesso o nelle corrispondenti specifiche tecniche.

ATTENZIONE! QUESTO STRUMENTO DEVE ESSERE MESSO A TERRA

Qualsiasi interruzione del conduttore di terra di rete all’interno o all'esterno dello strumento rende lo strumento pericoloso. Non è consentita l’interruzione intenzionale.

Terminali d’entrata

Sono forniti i collegamenti sul frontale per le misure della resistenza a 4 terminali. La corrente di prova fluisce fra i terminali marcati FORCE + (FORZA +) e **–** e la tensione sulla resistenza incognita viene misurata fra i terminali marcati con SENSE + (RILEVAMENTO +) e **–**. Per ottenere letture esatte tutto il circuito di misurazione deve essere collegato soltanto alla resistenza misurata.

Lo strumento viene fornito con un set di cavi Kelvin comprendente due morsetti speciali a coccodrillo collegati a quattro spine da 4 mm. Le ganasce superiori e inferiori di ciascun morsetto a coccodrillo non sono collegate elettricamente: le ganasce grigie sono utilizzate come terminali di forza e le ganasce colorate (rosso e nero) come i terminali di rilevamento. Le ganasce grigie sono collegate alle spine dotate di collare grigio.

Collegare questi cavi allo strumento nel modo seguente:

Spina	Collegamento
Tutta rossa	Sense +
Rossa con collare grigio	Force +
Tutta nera	Sense –
Nera con il collare grigio	Force –

Lo strumento può essere utilizzato con qualsiasi altra disposizione di collegamento a quattro terminali secondo le esigenze delle dimensioni fisiche della resistenza misurata.

Il circuito di misura non è messo a terra (persino quando la batteria si sta caricando), ma per la sicurezza dell’operatore i collegamenti dovrebbero essere entro ±30 Volt dalla terra. È consentito il collegamento esterno del circuito alla terra soltanto in un punto.

La tensione massima emessa dallo strumento è 6V CC.

Protezione

Quando si misura la resistenza di induttori grandi a nucleo di ferro, la corrente di prova crea un campo magnetico all’interno del nucleo. Quando questa corrente viene rimossa, viene generata una forza controelettromotrice (fem) con il crollo del campo. Prestare attenzione quando si scollegano i fili di prova dagli induttori per non toccare i terminali perché la forza controelettromotrice (fem) può dare una scossa elettrica considerevole. È meglio premere l’interruttore Set Zero (Imposta Zero) e lasciare che lo strumento assorba l’energia immagazzinata prima di scollegare l’induttore.

I circuiti di protezione all’interno dello strumento fanno sì che esso non sia danneggiato dalla forza controelettromotrice (fem) della sua corrente di prova da qualsiasi induttanza.

Qualsiasi tensione esterna non deve essere applicata ai terminali d’entrata. Vi sono tuttavia dei circuiti studiati per proteggere lo trumento da collegamenti brevi accidentali. Nel caso d’uso errato più grave i resistori dei fusibili proteggono i circuiti interni. Questi resistori non possono essere sostituiti dall’utente.

I seguenti paragrafi forniscono una breve descrizione dei controlli. I particolari più completi del funzionamento dello strumento sono forniti nelle sezioni che seguono.

Operate

L'interruttore Operate (Funzionamento) collega i circuiti di misura alla batteria; non controlla il caricabatterie che funziona ogniqualvolta l'unità è collegata alla rete di alimentazione.

Set Zero

Premendo l'interruttore Set Zero (Imposta Zero) si devia la corrente di prova lontano dai terminali Force così che non si verifichi un calo di tensione sulla resistenza attualmente misurata. La lettura può essere allora configurata a zero prendendo in considerazione l'effetto delle forze elettromotrici (fem) termiche esterne.

20mV Clamp

Premendo il limitatore 20mV Clamp (Limitatore 20mV) si limita la tensione del circuito aperto dei terminali di forza a 20 mV. Il limitatore viene utilizzato quando si misura la resistenza dei contatti degli interruttori o dei relè perché questa tensione bassa non distrugge le pellicole di ossido.

Polarity

Premendo l'interruttore Polarity (Polarità) s'inverte la direzione della corrente di prova attraverso l'incognita. Se non sono presenti forze elettromotrici (fem) termiche nel circuito di misura, le due letture devono essere uguali (eccetto il segno 'meno'). Se una forza elettromotrice (fem) termica è presente, aggiunge ad una lettura e sottrae dall'altra; il vero valore della resistenza viene ottenuto prendendo la media numerica.

Commutatori di gamma

La legenda sopra i commutatori di gamma mostra le unità del display (μΩ, mΩ, Ω o kΩ). La corrente di misura nominale è indicata sotto gli interruttori per riferimento.

Spia Charge (rossa)

La spia Charge (Carica) si accende mentre l'unità è collegata alla rete di alimentazione che fa caricare la batteria. L'unità dovrebbe essere scollegata dall'alimentazione quando la batteria è completamente carica.

Spia Force On (verde)

La spia Force On (Forza Attivata) si accende quando la corrente di prova fluisce correttamente. Se il limitatore da 20mV è in uso, la spia si accende soltanto quando il calo di tensione esterna è inferiore alla soglia del limitatore.

Display

Il display a 3½ cifre mostra il risultato della misura. Deve essere considerato valido soltanto quando la spia Force On è accesa e l'indicatore BAT è spento. Quando la resistenza è troppo grande per la gamma selezionata (o i cavi di rilevamento sono in circuito aperto) l'indicazione di 'fuori scala' è composta di un '1' e tre cifre vuote. Un segno negativo mostra quando si effettuano le letture di polarità inversa. La configurazione di zero è con segno: il display alterna fra –000 e +000 allo zero vero.

Il segnale BAT nell'angolo sinistro inferiore del display mostra quando la batteria è quasi scarica. A questo punto le letture sono ancora accurate, ma non vi sono altre indicazioni quando la tensione della batteria scende al punto in cui sorgono degli errori; pertanto quando l'indicazione BAT è visualizzata il caricatore dovrebbe essere collegato all'alimentazione.

Accensione

Accendere lo strumento con l'interruttore Operate sul frontale. Se non sono indicate cifre nel display, le batterie sono probabilmente completamente scariche. Collegare l'unità alla rete di alimentazione; la spia Charge si dovrebbe accendere per mostrare che la carica è in corso. Se il funzionamento del display non riprende dopo qualche minuto di carica, l'unità è probabilmente guasta; spegnerla, scollegarla dalla rete di alimentazione e rivolgersi al reparto assistenza.

Caricamento della batteria

Quando l'unità è collegata alla rete di alimentazione, la spia rossa Charge si accende e la batteria si carica. Le misure della resistenza possono continuare mentre viene effettuata la carica con una certa riduzione dell'accuratezza a causa dell'aumento di temperatura all'interno dell'unità. La carica richiede in genere circa 12 ore, ma se si utilizzala gamma di 2000 μΩ la corrente di prova di 250 mA riduce considerevolmente la corrente di carica e richiede più tempo per caricare completamente la batteria. Una carica centellinare viene impiegata per sollevare rapidamente il livello di carica di una batteria totalmente scarica e ridurre la corrente quando la batteria è totalmente carica; ciò nonostante, non si deve mai utilizzare la carica a tensione costante, perché questo riduce la durata della batteria.

La memoria delle batterie Ni-MH utilizzate non subisce alcuna modificazione e le batterie non vengono danneggiate dalla scarica completa o dal ricaricamento parziale.

Mentre l'unità non è in uso le batterie si scaricano automaticamente. Questo effetto è accresciuto considerevolmente a temperature più alte. Se l'unità è stata conservata a lungo e le batterie si sono scaricate totalmente, possono essere necessari cicli di due o tre caricamenti-scaricamenti per ripristinare la capacità totale.

Le batterie non possono essere sostituite dall'utente. Se la capacità diventa considerevolmente bassa, l'unità deve essere portata ad un centro di manutenzione autorizzato per la sostituzione delle batterie. Le batterie devono essere manipolate e smaltite secondo i requisiti di sicurezza e ambientali locali.

Principi del funzionamento

Questo strumento misura la resistenza usando il metodo raziometrico: una corrente di prova attraversa una resistenza di riferimento interna precisa e la resistenza incognita. La grandezza della corrente di prova viene selezionata secondo la gamma selezionata; è un compromesso fra la sensibilità al rumore e le forze elettromotrici (fem) termiche e la minimizzazione dell'autoriscaldamento dell'incognita. Le tensioni sviluppate sulle due resistenze sono messe a confronto usando un convertitore raziometrico analogico-digitale che calcola il risultato per il display.

L'accuratezza di questo metodo dipende dall'accuratezza dei resistori di riferimento e dal rilevamento del calo di tensione esatto sull'incognita, non sulla grandezza della corrente di prova. Le due fonti principali di errore sono i cali di tensione nei collegamenti e nelle forze elettromotrici (fem) termiche.

Il problema dei cali di tensione è superato dal collegamento a 4 terminali. La corrente fluisce nei cavi di forza e lo strumento può tollerare qualsiasi calo di tensione in questi cavi fino al suo limite di conformità. Non si verifica un calo di tensione nei cavi di rilevamento a causa dell'impedenza di entrata altissima del circuito che misura la tensione nell'unità. La resistenza viene misurata fra i punti fisici dove i cavi di rilevamento si collegano all'incognita.

Una forza elettromotrice (fem) viene prodotta in qualsiasi giuntura fra metalli dissimili. La grandezza di questa forza elettromotrice (fem) dipende dai materiali e dalla temperatura. In qualsiasi circuito chiuso che inizia e finisce sullo stesso metallo (come nelle prese dello strumento) è presente un numero uguale di giunzioni fra metalli dissimili. Se tutte le coppie di giunzioni sono alla stessa temperatura la forza elettromotrice (fem) netta attorno al circuito è zero, ma se sono presenti differenze di temperatura. La somma delle forze elettromotrici (fem) non è zero – questa differenza è la forza elettromotrice (fem) termica del circuito. Spesso è di alcune decine di microvolt, che è sufficiente ad influenzare la lettura delle gamme a bassa resistenza.

Lo strumento non può distinguere fra questa forza elettromotrice (fem) e il calo di tensione su tutto il campione di prova provocato dalla corrente di misurazione. Se però la direzione della corrente di prova viene invertita, la forza elettromotrice (fem) termica aggiunge ad una lettura e sottrae dall'altra; la vera resistenza può essere calcolata come la media delle due letture. Questo è lo scopo dell'interruttore Polarity.

Il modo più efficiente per rimuovere le forze elettromotrici (fem) termiche è la rimozione delle differenze di temperatura; fare attenzione quando si collegano i campioni a non tenere i punti di collegamento nelle dita – non toccare i contatti delle spine quando si collegano i fili. Attendere fino a quando si stabilisce l'equilibrio termico – possono essere necessari molti minuti per dissipare persino il contatto più breve con le dita.

L'effetto delle forze elettromotrici (fem) termiche potrebbe essere inoltre eliminato dall'uso di una tecnica di misurazione CA, ma questo produce la misura del componente resistivo dell'impedenza (incluso l'effetto di qualsiasi perdita dal conduttore, ecc.) piuttosto che il vero valore di resistenza ottenuto con il metodo CC usato in questo strumento.

Regolazione dello zero

Per regolare la lettura zero è necessario che la corrente di forza fluisca (così che la resistenza di riferimento si trovi in condizioni normali) e che non sia presente tensione fra i terminali di rilevamento. Il controllo ZERO ADJUST (Regolazione Zero) può essere quindi regolato per una lettura dello zero per compensare le tensioni offset interne dello strumento.

Il modo più diretto per farlo è di usare un cavo per collegare FORCE + a FORCE – e un secondo cavo per unire SENSE + a SENSE –; selezionare la gamma richiesta e usare il controllo ZERO ADJUST per ottenere una lettura di zero. Notare che questa lettura è con segno: lo zero esatto è nel punto dove il segno meno nel display appare a letture alterne. Questi cavi sono quindi rimossi e il campione in esame viene collegato secondo le esigenze. Questo metodo azzera gli offset interni all'interno dello strumento.

La regolazione dello zero può essere anche utilizzata per rimuovere l'effetto di piccole forze elettromotrici (fem) termiche esterne dalla misura. Collegare i cavi di prova all'incognita per effettuare una misura e selezionare la gamma richiesta. Premere il pulsante Set Zero e regolare la lettura a zero. Rilasciare il pulsante Set Zero e lasciare che la lettura si regoli al valore di resistenza. Questo è il metodo più conveniente in uso normale.

Notare che lo zero non può essere regolato con il circuito aperto dei terminali di rilevamento.

Collegamento alla resistenza incognita

I morsetti Kelvin forniti con lo strumento effettuano i collegamenti di forza e rilevamento ai lati opposti del conduttore. Questo è adatto a componenti con estremità di filo ed a oggetti lunghi sottili.

Quando si misurano campioni fisicamente grandi a bassa resistenza, fili separati e morsetti possono essere necessari per i due gruppi di collegamenti che devono essere effettuati in modo da riflettere la misura richiesta. I terminali di rilevamento devono essere collegati al campione nei punti esatti fra i quali si deve misurare la resistenza; i terminali di forza devono essere collegati al campione all'esterno dei terminali di rilevamento. Essi devono essere sufficientemente lontani dai collegamenti di rilevamento per includere la regione dove la corrente si estende su tutta la sezione trasversale del campione.

Quando si misurano i componenti, i collegamenti di prova devono corrispondere il più possibile ai collegamenti dell'applicazione; quando si misurano le proprietà dei campioni di materiale, la consistenza del collegamento è la cosa più importante. Questo può richiedere la costruzione di un'attrezzatura di montaggio idonea.

La spia Force On verde si accende quando la corrente di prova che fluisce attraverso l'incognita produce un calo di tensione all'interno della specifica dello strumento. Si ottiene quindi una lettura valida purché i collegamenti di rilevamento siano effettuati correttamente (se non lo sono il display indica normalmente l'indicazione al di sopra della gamma). Notare che quando si

misurano induttanze molto grandi (come i trasformatori ad alta tensione), può verificarsi un ritardo prima che la spia si accenda perché occorre del tempo così che la corrente di prova salga al valore completo (la velocità di salita della corrente dipende dall'induttanza e dalla forza elettromotrice (fem) dello strumento). Allo stesso modo occorre del tempo per l'inversione della corrente quando si accende Polarity.

Quando si effettuano i collegamenti è molto importante evitare di toccare qualsiasi parte metallica del circuito, perché il calore condotto dalle dita genera forze elettromotrici (fem) termiche che impiegano molto tempo a disintegrarsi.

Effettuazione della lettura

Dopo aver regolato lo zero, rilasciare l'interruttore Set Zero e lasciare che la lettura si fermi al valore di resistenza. Prendere nota di questa lettura e premere l'interruttore Polarity; idealmente (se non vi sono forze elettromotrici (fem) termiche esterne) questa lettura sarà uguale alla prima. Se non lo è, prendere la media numerica delle due (ignorare il segno); questo valore è la vera resistenza. Notare che se il campione non è nell'equilibrio termico, la lettura cambia a causa di entrambe le forze elettromotrici (fem) termiche e del coefficiente di temperatura dell'incognita.

È possibile controllare i risultati premendo il pulsante Set Zero, prendendo nota della lettura zero e poi calcolando le due differenze fra questo valore e la lettura di ciascuna polarità (prendendo in considerazione i segni). Questi due valori dovrebbero concordare entro una cifra; se non concordano, le forze elettromotrici (fem) termiche stanno cambiando troppo rapidamente per effettuare una misura affidabile.

Misure di resistenza del contatto

Spesso i contatti dei relè, interruttori, ecc. sono coperti da ossidi o prodotti della corrosione. Se la tensione nel circuito acceso non è sufficientemente alta per disintegrare questa pellicola isolante, la resistenza del contatto misurata sarà molto più alta di quella misurata in condizioni di alta potenza. Per ottenere una lettura che riflette l'operazione del componente in queste condizioni di "circuito secco", è necessario assicurare che le apparecchiature di prova non sottopongano il campione ad una tensione a circuito aperto alta. Le normative internazionali definiscono la tensione di misura "a circuito aperto" come non superiore a 20 mV.

Questo strumento contiene un circuito limitatore idoneo attivato dal pulsante 20mV Clamp sul pannello frontale. Questo pone un derivatore elettronico interno sui terminali di forza e controlla la resistenza di questo circuito per mantenere una tensione di 18 mV (±2 mV) fra questi terminali. Quando il contatto misurato si chiude, la sua resistenza deve essere sufficientemente bassa per il calo di tensione sul contatto (alla corrette di misurazione della gamma selezionata), per essere inferiore alla tensione del limitatore. Il derivatore interno poi si spegne, la spia Force On si accende e viene visualizzata la giusta lettura della resistenza.

Notare che la scarica della batteria è più alta quando il limitatore è attivato perché la corrente della misura fluisce sempre, attraverso il limitatore interno o il contatto esterno.

Il limitatore da 20 mV non funziona con le gamme 2kΩ o 20kΩ perché la tensione di misurazione massima su queste è superiore a 20mV.

Applicazioni

Per misurare l'aumento della temperatura degli avvolgimenti di un trasformatore o di un motore, misurare prima la resistenza con l'articolo freddo. Scollegare poi il metro e azionare lo strumento per il periodo richiesto di tempo. Scollegare tutte le alimentazioni, ricollegare il metro e misurare la resistenza dell'avvolgimento nella condizione calda. Conoscendo il coefficiente di temperatura del materiale dell'avvolgimento, queste due letture della resistenza possono essere utilizzate per calcolare il cambiamento di temperatura.

Note sulle misurazioni

Se la lettura cambia continuamente, questo può indicare o un cambiamento in una forza elettromotrice (fem) termica causato da un cambiamento della temperatura o un vero cambiamento della resistenza dell'articolo misurato. Se il campione è fisicamente piccolo, ciò può essere causato dall'effetto riscaldante della corrente di prova. Usando una gamma superiore si riduce la corrente di prova, ma si riduce anche la risoluzione della misura.

Le fluttuazioni randomizzate nella lettura di più di una cifra possono indicare collegamenti errati al campione sotto esame, particolarmente i fili di rilevamento. Possono essere inoltre causate da campi magnetici che intersecano il circuito di prova; spostare i cavi per mantenerli vicini tra loro e lontano da qualsiasi trasformatore o motore.

Se le tre letture (zero, normale e polarità inversa) non si correlano, un collegamento è errato o una forza elettromotrice (fem) termica sta cambiando rapidamente o il valore effettivo misurato sta cambiando rapidamente.

Le giunzioni dei semiconduttori appariranno a circuito aperto in entrambe le direzioni perché la tensione della misurazione di questo strumento è troppo piccola per produrre qualsiasi conduzione rilevabile.

Manutenzione

Il produttore o i suoi agenti all'estero forniranno un servizio di riparazione per qualsiasi unità che sviluppi un guasto. Nei casi in cui i proprietari desiderino effettuare il lavoro di manutenzione, esso deve essere effettuato soltanto da personale qualificato, unitamente al manuale della manutenzione che può essere acquistato direttamente dal Produttore o dai loro agenti all'estero.

Pulizia

Se lo strumento deve essere pulito, usare un panno leggermente inumidito con acqua o un detergente delicato.

ATTENZIONE! PER EVITARE SCOSSE ELETTRICHE O DANNI ALLO STRUMENTO, NON CONSENTIRE MAI L'INGRESSO DI ACQUA ALL'INTERNO DEL CORPO. PER EVITARE DANNI AL CORPO NON PULIRLO MAI CON SOLVENTI.

Taratura

Per garantire che la precisione dello strumento rimanga entro la specifica, la taratura deve essere controllata (e se necessario regolata) annualmente. Ciò richiede l'accesso ai resistori standard accuratamente conosciuti; lo strumento viene regolato per ottenere le letture corrette da questi resistori. Questo strumento ha una taratura indipendente per ciascuna gamma.

Fusibili

Il conduttore primario del trasformatore è protetto da un fusibile termico non resettante all'interno degli avvolgimenti. Può essere sostituito soltanto montando un nuovo trasformatore.

I circuiti di carica e scarica della batteria sono protetti da dispositivi autoresettanti. Se si sospetta che uno di questi sia saltato, scollegare l'unità dalla rete di alimentazione, spegnerla e attendere dieci minuti. È probabile che uno scatto di questo tipo indichi un guasto interno e l'unità deve essere riparata da un centro di riparazione autorizzato.

Seguridad

Este es un instrumento de Clase Seguridad I según la clasificación del IEC y ha sido diseñado para cumplir con los requisitos del EN61010-1 (Requisitos de Seguridad para Equipos Eléctricos para la Medición, Control y Uso en Laboratorio). Es un equipo de Categoría de Instalación II que debe ser usado con suministro monofásico normal.

Este instrumento se suministra habiendo sido comprobado según la norma EN61010-1. El manual de instrucciones tiene información y advertencias que deben aplicarse para garantizar la seguridad del usuario durante su empleo.

Este instrumento ha sido diseñado para ser utilizado en un ambiente Grado 2 de Polución a temperaturas de entre 5ºC y 40ºC y humedad relativa de entre el 20% y el 80% (sin condensación). De manera ocasional puede someterse a temperaturas de entre –10ºC y +5ºC sin que ello afecte a su seguridad. No hay que ponerlo en funcionamiento mientras haya condensación.

El uso de este instrumento de forma no especificada por estas instrucciones puede afectar a su seguridad. El instrumento no debe ser utilizado fuera de su rango de voltaje o de su gama ambiental.

ADVERTENCIA! ESTE INSTRUMENTO DEBE CONECTARSE A TIERRA

Cualquier interrupción del conductor a tierra dentro o fuera del instrumento implicaría que el instrumento resultara peligroso. Está prohibida cualquier interrupción intencionada de la conexión a tierra. No debe utilizarse con un cable de tensión sin tierra.

Mientras el instrumento esté conectado es posible que queden sin protección elementos bajo tensión y la obertura de tapas o el retiro de piezas (salvo las accesibles por la mano) puede dejar expuestos a elementos bajo tensión. Si se tuviera que efectuar alguna operación de ajuste, cambio, mantenimiento o reparación es necesario desconectar el instrumento de todas las fuentes de tensión.

Todo ajuste, mantenimiento o reparación del instrumento abierto bajo tensión debe ser evitado en lo posible, pero si fuera ineludible, estos trabajos deben ser realizados exclusivamente por un personal cualificado consciente del riesgo que implica.

Si el instrumento fuera claramente defectuoso, hubiera sido sometido a un daño mecánico, a humedad excesiva o a corrosión química, su protección de seguridad puede fallar y el aparato debe sacarse de uso y devolverse para comprobación y reparación.

El instrumento tiene fusibles térmicos de autoreposición y sin reposición, los cuales no puede cambiarlos el usuario. Cortocircuitar estos dispositivos de seguridad está totalmente prohibido.

El instrumento tiene baterías de hidruro de metal de níquel. No abra, perfore, incinere ni cortocircuitee estas baterías. Estas baterías deben eliminarse según las normativas locales y deben retirarse del instrumento antes de su disposición definitiva.

El instrumento no debe humedecerse al ser limpiado.

Los símbolos a continuación son utilizados en el instrumento y en este manual:



Advertencia - Remitirse a los documentos adjuntos, el uso incorrecto puede dañar al instrumento.



corriente alterna (CA)

Voltaje de trabajo de alimentación

El voltaje de trabajo de alimentación del equipo se indica en el panel posterior. En caso de que fuese necesario cambiar el voltaje de trabajo de 230V a 115V o viceversa, procédase como se indica a continuación:

1. Desconecte el equipo de todas las fuentes de voltaje.
2. Retire los tornillos que sujetan la parte superior de la caja a la parte inferior de la caja y sepárela.
3. Desconecte el cable de 3 vías del tablero de circuito impreso de la fuente de alimentación, quite los seis tornillos y separe el tablero de circuito impreso de la caja. El PCI de la fuente de alimentación tiene acoplado un aislador en la parte inferior a fin de asegurar que las baterías no pueden cortocircuitarse accidentalmente. La patilla central de los remaches de retención pueden extraerse lo que permite que vuelvan a utilizarse. Cambie el aislador inmediatamente después de finalizar el mantenimiento.
4. Ajuste los puentes soldados para el voltaje de trabajo requerido: -

   Para 230V ajuste solamente LK2
   Para 115V ajuste LK1 y LK3 en lugar de LK2

   Estos puentes pueden ser alambres de cobre de estaño o resistencias de cero ohmios.
5. Vuelva a instalar el tablero de circuito impreso a la parte inferior de la caja y reconecte el cable de 3 vías.
6. Vuelva a colocar la parte superior de la caja tendiendo cuidado de no apretar demasiado los tornillos.
7. A fin de cumplir los requerimientos de las normas de seguridad, el voltaje de trabajo indicado en el panel posterior debe cambiarse para que indique claramente el nuevo ajuste de voltaje.

Fusibles

Este equipo no contiene ningún fusible que pueda ser cambiado por el usuario.

Cable de alimentación

Conectar el instrumento al suministro de CA usando el cable de la red incluido. Si requiere un enchufe de la red para una toma de energía diferente, deberá utilizar un conjunto de cable de la red aprobado con la capacidad adecuada provisto del enchufe de pared requerido y un conector IEC60320 C13 para el extremo del instrumento. Para determinar la capacidad mínima de corriente del conjunto del cable para el suministro de CA específico, leer las Especificaciones o la información referente a la potencia de salida del equipo.

¡AVISO! ESTE EQUIPO DEBE LLEVAR TIERRA

Cualquier interrupción del conductor a tierra dentro o fuera del equipo implicaría que el equipo resultara peligroso. Las interrupciones deliberadas están totalmente prohibidas.

Terminales de entrada

Las conexiones para realizar mediciones normales de resistencias de 4 terminales se encuentran en el panel frontal. La corriente de prueba pasa a través de las terminales marcadas FORCE + (fuerza +) y **–** y el voltaje a través de la resistencia desconocida se mide entre las terminales marcadas SENSE + (detección +) y **–**. A fin de obtener lecturas correctas todo el circuito de medición debe conectarse solamente a la resistencia que se está midiendo.

El equipo se suministra con un juego de cable Kelvin, compuesto de dos pinzas de cocodrilo especiales, conectadas a cuatro clavijas de 4 mm. Las mandíbulas superior e inferior de cada pinza de cocodrilo no están eléctricamente conectadas: Las mandíbulas grises se utilizan como las terminales de fuerza y las mandíbulas de color (rojas y negras) como las terminales de detección. Las mandíbulas grises están conectadas a las clavijas que tienen el cuello gris.

Conecte estos cables al equipo como se indica a continuación:

Clavija	Conexión
Toda roja	Sense +
Roja con cuello gris	Force +
Toda negra	Sense –
Negra con cuello gris	Force –

El equipo puede utilizarse con cualquier otra disposición de conexión de 4 terminales, según lo requiera el tamaño físico de la resistencia que se está midiendo.

El circuito de medición no lleva tierra (incluso cuando se está cargando la batería) sin embargo, para la seguridad del operario, las conexiones deben estar a ±30 voltios de la tierra. Se permite que el circuito se conecte a tierra externamente únicamente en un punto.

El voltaje máximo que emite el equipo son 6 voltios de CC.

Protección

Cuando se mida la resistencia de inductores grandes con núcleo de hierro, la corriente de prueba forma un campo magnético dentro del núcleo. Cuando se quita esta corriente se forma una fuerza contraelectromotriz a medida que se destruye el campo. Tenga cuidado de no tocar las terminales cuando se desconecten los cables de prueba de los inductores ya que la fuerza contraelectromotriz puede dar una descarga eléctrica importante. Es mejor oprimir el interruptor Set Zero (Ajuste Cero) y dejar que el equipo absorba la energía almacenada antes de desconectar el inductor.

Los circuitos de protección del equipo aseguran que el equipo no sufrirá ningún daño por la fuerza contraelectromotriz generada por su propia corriente de prueba procedente de cualquier inductancia.

No se debe aplicar ningún voltaje externo a las terminales de entrada. Sin embargo, hay circuitos diseñados para proteger al equipo contra las conexiones accidentales breves. En el caso de un mal uso más serio, los circuitos internos están protegidos por resistencias fundibles. Estas resistencias no puede cambiarlas el usuario.

Los párrafos que aparecen a continuación ofrecen una descripción breve de los controles. Las secciones que aparecen más adelante en este manual ofrecen una descripción más detallada del funcionamiento del equipo.

Operate

El interruptor Operate (Operar) conecta los circuitos de medición a la batería; no regula el cargador de la batería que funciona cuando quiera que la unidad está conectada al suministro de la red.

Set Zero

Oprimiendo el interruptor Set Zero (Ajuste a Cero) desvía la corriente de prueba lejos de las terminales Force por lo que la resistencia que se esta midiendo no sufre una caída de voltaje. La lectura puede de esta forma ajustarse a cero teniendo en cuenta el efecto de las fuerzas térmicas contraelectromotrices externas.

20mV Clamp

Oprimiendo el interruptor 20mV Clamp (20 mV Limitador) limita el voltaje del circuito abierto de las terminales de fuerza a 20 mV. Esto se utiliza cuando se mide la resistencia de contacto de interruptores o relés ya que este voltaje bajo no descompone las películas de óxido.

Polarity

Oprimiendo el interruptor Polarity (Polaridad) se invierte la dirección de la corriente de prueba a través del componente desconocido. Si no hay fuerzas térmicas contraelectromotrices en el circuito de medición las dos lecturas deben ser idénticas (con la excepción del signo menos). Si se encuentra una fuerza térmica contraelectromotriz se sumará a una lectura y se sustraerá de la otra; el valor verdadero de la resistencia se obtiene tomando el promedio numérico.

Conmutadores de gamas

La leyenda sobre los conmutadores de gamas muestra las unidades de visualización (μΩ, mΩ, Ω o kΩ). La corriente de medición nominal se muestra debajo los conmutadores como referencia.

Lámpara Charge (roja)

La lámpara Charge (de Carga) se iluminará mientras la unidad está conectada al suministro de red que hace que la batería se cargue. La unidad debe desconectarse del suministro cuando la batería está completamente cargada.

Lámpara Force On (verde)

La lámpara Force On (Fuerza Conectada) se ilumina cuando la corriente de prueba está fluyendo correctamente. Si se está utilizando el interruptor de limitación de 20 mV, la lámpara solamente se encenderá cuando la caída del voltaje externo es inferior al umbral del limitador.

Pantalla

La pantalla de 3½ dígitos muestra el resultado de la medición. Éste únicamente debe considerarse válido cuando la lámpara Force On está encendida y el indicador BAT está apagado. Cuando la resistencia es demasiado grande para la gama seleccionada (o los cables de detección son de circuito abierto) la indicación de sobreescala consiste de un 1 y tres dígitos en blanco. Un signo negativo indicará cuando se están tomando lecturas de polaridad inversa. El ajuste Cero está señalado; la pantalla alternará entre –000 y +000 al cero verdadero.

La señal BAT en la esquina inferior izquierda de la pantalla indica cuando la batería está casi descargada. En este punto, las lecturas todavía son exactas, sin embargo no se ofrece ninguna indicación adicional sobre cuando el voltaje de la batería cae hasta el punto en el que se producen errores; por lo tanto, cuando se muestra la indicación BAT debe conectarse el cargador al suministro.

Encendido

Encienda el equipo por medio del interruptor Operate en el panel frontal. Si la pantalla no muestra ningún dígito, es posible que las baterías estén totalmente descargadas. Conecte la unidad al suministro de red; la lámpara Charge deberá iluminarse indicando que se está cargando la batería. Si la pantalla no comienza a funcionar transcurridos unos minutos de iniciarse la carga, es posible que la unidad esté averiada; apáguela, desconéctela de la red y repare la unidad.

Carga de la batería

Cuando la unidad está conectada al suministro de la red, la lámpara Charge se iluminará y se cargará la batería. Las mediciones de la resistencia continuarán mientras la batería se está cargando si bien con cierto grado de inexactitud debido a la subida en la temperatura en el interior de la unidad. Normalmente la carga de la batería lleva 12 horas pero si se utiliza el rango de 2000μΩ, la corriente de prueba de 250 mA reduce de manera considerable la corriente de carga y se tardará más tiempo en cargar la batería completamente. A fin de subir el nivel de carga rápidamente de una batería totalmente descargada y de reducir la corriente una vez totalmente cargada, se utiliza una característica de carga progresiva; no obstante, la unidad no debe dejarse en carga flotante continua ya que esto reducirá la duración de la batería.

Las células de Ni-MH utilizadas no sufren ningún efecto de memoria y no se dañan ni por la descarga completa ni por la carga parcial.

Mientras la unidad no se está utilizando las baterías se descargarán automáticamente. Este efecto se agrava en gran medida cuando la temperatura es más alta. Si la unidad ha estado guardada durante tanto tiempo que las baterías se han descargado completamente, es posible que sea necesario realizar dos o tres ciclos de carga y descarga antes de que se reponga la capacidad total.

El usuario no puede cambiar las baterías. Si puede observarse que la capacidad es demasiado baja, debe enviarse la unidad a un centro de servicio cualificado a fin de cambiar las baterías. Las células deben manipularse y desecharse conforme a los requerimientos locales de seguridad y medio ambientales.

Principios del funcionamiento

Este equipo mide la resistencia utilizando el método logométrico: una corriente de prueba se pasa a través de una resistencia de referencia interna exacta y de la resistencia desconocida. La magnitud de la corriente de prueba se elige según la gama seleccionada; es un compromiso entre la sensibilidad al ruido y las fuerzas térmicas contraelectromotrices y la reducción del autocalentamiento de la resistencia desconocida. El voltaje desarrollado entre las dos resistencias se compara utilizando un conversor logométrico analógico a digital que calcula el resultado para la pantalla.

La exactitud de este método depende de la exactitud de las resistencias de referencia y en la detección de la caída exacta de voltaje en la resistencia desconocida, en lugar de depender de la magnitud de la corriente de prueba. Las dos fuentes principales de error son las caídas de voltaje en las conexiones y las fuerzas térmicas contraelectromotrices.

El problema de las caídas de voltaje lo resuelve la conexión de 4 terminales. La corriente pasa a través de los cables de fuerza y el equipo puede tolerar cualquier caída de voltaje en estos cables hasta su límite de cumplimiento. Los cables de detección no tienen caída de voltaje debido a la impedancia de entrada muy alta del circuito de medición de voltaje en la unidad. La resistencia se mide entre los puntos físicos en los que los cables de detección se conectan a la resistencia desconocida.

Una fuerza contraelectromotriz se produce en cualquier punto entre metales diferentes. La magnitud de esta fuerza contraelectromotriz depende de los materiales y de la temperatura. En cualquier circuito cerrado que empieza y termina en el mismo metal (como en las tomas del equipo) habrá un número igual de puntos entre metales diferentes. Si todos los pares de puntos se encuentran a la misma temperatura la fuerza contraelectromotriz neta alrededor del circuito

es cero, sin embargo, si hay diferencias de temperatura, la suma de las fuerzas contraelectromotrices no es cero – esta diferencia es la fuerza térmica contraelectromotriz del circuito. Con frecuencia esta fuerza se encuentra en torno a unas pocas décimas de microvoltios, lo que es suficiente para influir sobre la lectura de las gamas de resistencias bajas.

El equipo no puede distinguir entre esta fuerza contraelectromotriz y la caída de voltaje alrededor la muestra de prueba ocasionada por la corriente de medición. Sin embargo, si se invierte la dirección de la corriente de prueba, la fuerza térmica contraelectromotriz se sumará a una lectura y se substraerá de la otra; el valor verdadero de la resistencia puede calcularse como el promedio de las dos lecturas. Esta es la finalidad del interruptor Polarity.

La forma más eficaz de suprimir las fuerzas térmicas contraelectromotrices es suprimiendo las diferencias de temperatura; téngase cuidado al conectar muestras de no sujetar los puntos de conexión en los dedos – no toque los contactos de la clavija cuando conecte los cables. Espere hasta que se establezca el equilibrio térmico – puede tardar muchos minutos para que se disipe el efecto incluso del más breve de los contactos.

El efecto de las fuerzas térmicas contraelectromotrices también puede eliminarse utilizando una técnica de medición de CA, sin embargo esto da como resultado que se mide el componente resistivo de impedancia (incluyendo el efecto de cualquier pérdida de núcleo, etc.) en lugar del valor verdadero de la resistencia obtenido por el método de CC que utiliza este equipo.

Ajuste a cero

Para ajustar la lectura cero es necesario que la corriente de fuerza esté fluyendo (de forma que la resistencia de referencia esté experimentando condiciones normales) y que no haya voltaje entre las terminales de detección. El control ZERO ADJUST (Ajuste Cero) puede de esta forma ajustarse para una lectura de cero a fin de compensar las contratensiones internas del equipo.

La forma más directa de hacer esto, es utilizar un cable para conectar FORCE + a FORCE – y un segundo cable para unir SENSE + a SENSE –, seleccionar la gama requerida y usar el control ZERO ADJUST para obtener una lectura de cero. Obsérvese que esta lectura está señalada: el cero exacto se encuentra en el punto en el que el signo menos en la pantalla aparece en lecturas alternativas. Seguidamente se retiran estos cables y se conecta la muestra de prueba según se requiera. Este método compensa las contratensiones internas del equipo.

El ajuste cero también puede usarse para suprimir de la medición el efecto de las pequeñas fuerzas térmicas contraelectromotrices. Conecte los cables de prueba al componente desconocido, listos para tomar una medición y seleccione la gama requerida. Oprima el botón Set Zero y ajuste la lectura a cero. Suelte el botón Set Zero y deje que la lectura se asiente en el valor de la resistencia. Este es el método más práctico durante el uso normal.

Téngase en cuenta que el cero no puede ajustarse con el circuito abierto de las terminales de detección.

Conexión a una resistencia desconocida

Las pinzas Kelvin que se suministran con el equipo realizan las conexiones de fuerza y detección en lados contrarios del conductor. Esto es apto para componentes de extremo alámbrico y objetos largos y finos.

Cuando se midan físicamente muestras grandes de resistencias bajas, podrían ser necesarios alambres y pinzas separados para ambos conjuntos de conexiones, que deben hacerse de una forma que refleje la medición requerida. Las terminales de detección deben conectarse a la muestra en los puntos exactos entre los que ha de medirse la resistencia; las terminales de fuerza deben conectarse a la muestra fuera de las terminales de detección. Deben estar lo suficientemente lejos de las conexiones de detección para permitir la región donde la corriente se dispersa a través de la sección transversal de la muestra.

Cuando se midan componentes, las conexiones de prueba deben ser lo más iguales posibles que las conexiones de la aplicación; cuando se midan las propiedades de las muestras de materiales, la consistencia de la conexión es lo más importante. Es posible que sea necesario fabricar un equipo de pruebas adecuado.

La lámpara verde Force On se enciende cuando la corriente de prueba que pasa a través del componente desconocido produce una caída de voltaje dentro de la especificación de cumplimiento del equipo. Entonces puede obtenerse una lectura válida siempre que las conexiones de detección se hayan efectuado correctamente (de lo contrario, la pantalla mostrará normalmente la indicación de desbordamiento de capacidad). Téngase en cuenta que cuando se midan inductancias muy grandes (como por ejemplo transformadores de alto voltaje) es posible que se produzca una demora antes de que la lámpara se encienda ya que lleva algún tiempo hasta que la corriente de prueba alcance el valor completo (la frecuencia de subida de la corriente depende de la inductancia y de la fuente de contraelectromotriz del equipo). De manera similar, se tarda algún tiempo hasta que la corriente se invierta cuando se conmuta la selección Polarity.

Es muy importante cuando se acoplen conexiones evitar tocar cualquiera de las piezas de metal del circuito, ya que el calor que transmiten los dedos generará fuerzas térmicas contraelectromotrices que tardan una cantidad de tiempo considerable en disiparse.

Tomar la lectura

Después de ajustar a cero, suelte el interruptor Set Zero y deje que la lectura se asiente al valor de la resistencia. Tome nota de esta lectura y oprima el interruptor Polarity; idealmente, (siempre que no haya fuerzas térmicas contraelectromotrices) esta lectura será igual que la primera. En caso contrario, tome el promedio numérico de las dos (ignore el signo); este valor es el valor verdadero de la resistencia. Téngase en cuenta que si la muestra no tiene equilibrio térmico, la lectura cambiará tanto debido a las fuerzas térmicas contraelectromotrices como al coeficiente de temperatura del componente desconocido.

Es posible verificar los resultados oprimiendo el botón Set Zero, tomando nota de la lectura y computando después las dos diferencias entre este valor y la lectura de cada polaridad (teniendo en cuenta los signos). Estos dos valores deben ser similares más o menos un dígito; de lo contrario, las fuerzas térmicas contraelectromotrices están cambiando demasiado rápido para obtener una medición fiable.

Mediciones de la resistencia de contacto

Los contactos de los relés, interruptores, etc., con frecuencia están recubiertos con óxidos o productos de corrosión. Si el voltaje en el circuito que se está conmutando no es lo suficientemente alto para romper esta película de aislamiento, la resistencia de contacto medida será mucho más alta que la medida en condiciones de alta potencia. A fin de obtener una lectura que refleje el funcionamiento del componente en estas condiciones de “circuito seco” es necesario asegurar que el equipo de prueba no somete a la muestra a un voltaje de circuito abierto alto. Las normas internacionales definen el voltaje de medición del “circuito seco” no superior a 20 mV.

Este equipo contiene un circuito de limitación adecuado que se activa por medio del interruptor 20mV Clamp situado en el panel frontal. Esto coloca una derivación electrónica interna a lo largo de las terminales de fuerza y controla la resistencia de este circuito a fin de mantener un voltaje de 18 mV (±2 mV) entre estas terminales. Cuando el contacto que se está midiendo se cierra, su resistencia debe ser lo suficientemente baja para que la caída de voltaje que pasa por él (en la corriente medida de la gama seleccionada) sea inferior al voltaje de limitación. Seguidamente, la derivación interna se desconecta, se enciende la lámpara Force On y se muestra la lectura correcta de la resistencia.

Obsérvese que la purga de la batería es más alta cuando está activado el limitador y cuando la corriente de medición está siempre fluyendo, bien a través del limitador interno o del contacto externo.

La función de limitación de 20 mV no funciona con las gamas de 2kΩ o 20kΩ ya que el voltaje de medición máximo en estas gamas es superior a 20 mV.

Aplicaciones

Para medir la subida de temperatura de los devanados de un transformador o motor, primero mida la resistencia con el componente frío. A continuación desconecte el medidor y accione el dispositivo durante el periodo de tiempo requerido. Desconecte todos los suministros y vuelva a conectar el medidor y mida la resistencia de los devanados cuando están calientes. Sabiendo el coeficiente de temperatura del material del devanado pueden utilizarse estas dos lecturas de las resistencias para calcular el cambio de temperatura.

Notas sobre la medición

Si la lectura varía continuamente, esto puede indicar bien un cambio en la fuerza térmica contraelectromotriz ocasionada por un cambio en la temperatura o un cambio real en la resistencia del dispositivo que se está midiendo. Si la muestra es físicamente pequeña esto podría ser la causa del efecto térmico de la corriente de prueba. Utilizando una gama más alta se reduce la corriente de prueba pero también se reduce la resolución de la medición.

Las fluctuaciones aleatorias en la lectura de más de un dígito pueden indicar que las conexiones con la muestra que se está probando no son buenas, especialmente con los cables de detección. También puede ser el resultado de la intersección de campos magnéticos en el circuito de prueba; mueva los cables para mantenerlos juntos y lejos de cualquier transformador o motor.

Si las tres lecturas (cero, normal y polaridad inversa) no se correlacionan, puede ser que haya una conexión pobre, o que una fuerza térmica contraelectromotriz esté cambiando rápidamente o que el valor actual que se está midiendo esté cambiando rápidamente.

Las uniones de los semiconductores aparecerán como circuitos abiertos en ambas direcciones porque el voltaje de medición de este equipo es demasiado pequeño para causar una conducción apreciable.

Los fabricantes o sus agentes en el extranjero ofrecen un servicio de reparación para toda unidad que desarrolle un defecto. Si los propietarios desearan llevar a cabo su propio servicio, esto sólo debe realizarse por personas cualificadas en conjunto con el manual de servicio que puede adquirirse directamente del fabricante o de sus agentes en el extranjero.

Limpieza

Si es necesario limpiar la unidad, utilice un paño humedecido en agua o en un detergente suave.

¡AVISO! PARA EVITAR LAS DESCARGAS ELÉCTRICAS O DAÑAR EL EQUIPO, NUNCA DEJE ENTRAR AGUA AL INTERIOR DE LA CAJA. PARA EVITAR QUE LA CAJA SE DAÑE, NUNCA LIMPIE CON SOLVENTES.

Calibración

Con objeto de asegurar que el equipo conserva la misma exactitud que la especificación, debe calibrarse anualmente, y si fuera necesario debe ajustarse. Esto precisa tener acceso a resistencias normales conocidas exactamente; el equipo se ajusta a fin de obtener las lecturas correctas de estas resistencias. Este equipo tiene calibración independiente para cada gama.

Fusibles

El primario del transformador está protegido por un fusible térmico sin reposición, situado en el interior de los devanados. Solamente puede cambiarse ajustando un transformador nuevo.

Los circuitos de carga y descarga de la batería están protegidos por dispositivos de reposición automática. Si se sospecha que uno de éstos se ha disparado, desconecte la unidad del suministro de red, apáguela y espere diez minutos. Es posible que cualquier disparo de este tipo indique una avería interna por lo que la unidad debe inspeccionarse por un centro de servicio competente.



Thurlby Thandar Instruments Ltd.

Glebe Road • Huntingdon • Cambridgeshire • PE29 7DR • England (United Kingdom)

Telephone: +44 (0)1480 412451 • Fax: +44 (0)1480 450409

International web site: www.aimtti.com • UK web site: www.aimtti.co.uk

Email: info@aimtti.com

Aim Instruments and Thurlby Thandar Instruments

48581-1310 09