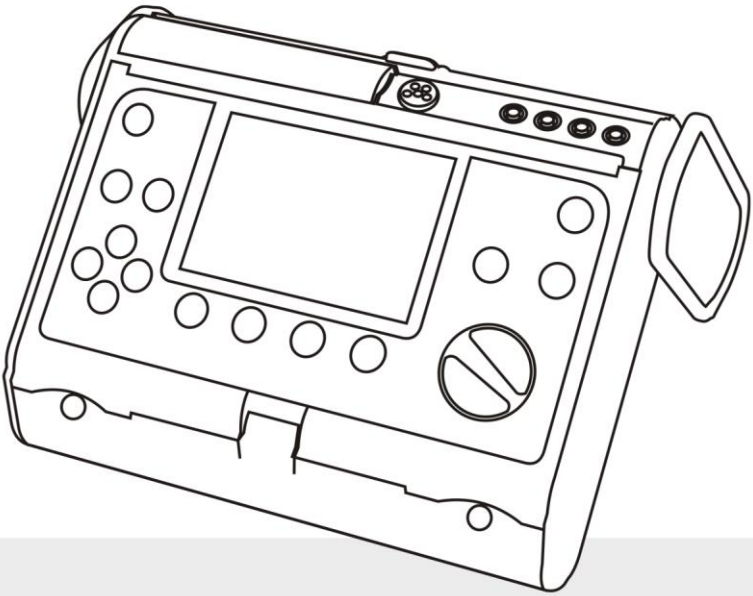


MANUEL D'UTILISATION

APPAREIL DE MESURE DE LA RÉSISTANCE DE LA PRISE DE TERRE

MRU-200 • MRU-200-GPS

MANUEL D'UTILISATION

APPAREIL DE MESURE DE LA RÉSISTANCE DE LA PRISE DE TERRE MRU-200 ● MRU-200-GPS

SONEL S. A.
Wokulskiego 11
58-100 Świdnica

Version 2.04 11.09.2023

MRU-200 / MRU-200-GPS est un instrument de mesure moderne, de haute qualité, sûr et facile à utiliser. Avant d'utiliser l'instrument, il faut lire attentivement le manuel ci-dessous pour éviter les erreurs de mesure et les problèmes dans le fonctionnement de l'appareil.

SOMMAIRE

1 Sécurité 5

2 Menu 6

2.1 Transmission sans fil 6
2.2 MRU-200-GPS Paramètres GPS 6
2.3 Paramétrage des mesures 7
2.3.1 Fréquence du réseau 7
2.3.2 Étalonnage de la pince de mesure 8
2.3.3 Réglage de la résistance de la prise de terre 11
2.4 Réglage du multimètre 12
2.4.1 Contraste de l'écran LCD 12
2.4.2 Rétro-éclairage LCD 12
2.4.3 Réglage de l'AUTO-OFF 12
2.4.4 Réglage de l'affichage 13
2.4.5 Date et heure 13
2.4.6 Batteries déchargées 13
2.4.7 Mise à jour du logiciel 14
2.5 Sélection de la langue 14
2.6 Informations sur le fabricant 14

3 Mesurage 15

3.1 Mesure de résistance des conducteurs de mise à la terre et de compensation (2P) 15
3.2 Étalonnage des cordons de mesure 17
3.2.1 Activation de la remise à zéro automatique 17
3.2.2 Désactivation de la remise à zéro automatique 18
3.3 Mesure de la résistance à la terre par la méthode tripolaire (R_E3P) 19
3.4 Mesure de la résistance à la terre par la méthode à quatre fils (R_E4P) 22
3.5 Mesure de la résistance à la terre par la méthode tripolaire avec pinces supplémentaires (R_E3P+C) 25
3.6 Mesure de la résistance à la terre par méthode tripolaire avec adaptateur ERP-1 (R_E3P+ERP-1) 29
3.7 Mesure de la résistance à la terre par la méthode à deux pinces (2C) 33
3.8 Mesure de l'impédance de terre par la méthode à impulsions (R_E4P) 35
3.9 Mesure du courant (I) 39
3.10 Mesure de la résistivité du sol (ρ) 40

4 Mémoire 43

4.1 Saisie des résultats des mesures dans la mémoire 43
4.2 Suppression de la mémoire 44
4.3 Consultation de la mémoire 45

5 Transmission de données 46

5.1 L'ensemble de l'équipement pour travailler avec l'ordinateur 46
5.2 Connexion du multimètre à l'ordinateur 46
5.3 Transmission de données avec Bluetooth 46

6 Alimentation 48

6.1 Surveillance de la tension d'alimentation 48
6.2 Remplacement des batteries 48
6.3 Remplacement des fusibles 49
6.4 Chargement des batteries 49

6.5 Batteries déchargées 51
6.6 Conditions générales de l'utilisation des batteries à hydrure métallique de nickel (Ni-MH) 51
7 Nettoyage et entretien 52
8 Stockage 52
9 Démontage et élimination 52
10 Données techniques 53
10.1 Données de base 53
10.2 Autres données techniques 55
10.3 Données supplémentaires 56
10.3.1 Impact de la tension d'interférence en série U_Z sur la mesure de la résistance pour les fonctions R_E3P, R_E4P, R_E3P+C 56
10.3.2 Impact de la tension d'interférence en série U_Z sur la mesure de la résistance pour la fonction de résistivité du sol (ρ) 56
10.3.3 Impact des électrodes auxiliaires sur la mesure de la résistance de la prise de terre pour les fonctions R_E3P, R_E4P, R_E3P+C 56
10.3.4 Impact des électrodes auxiliaires sur la mesure de la résistance de la prise de terre pour la fonction de résistivité du sol (ρ) 57
10.3.5 Impact des électrodes auxiliaires sur la mesure de l'impédance de la prise de terre par méthode à impulsions (R_E4P ϟ) 57
10.3.6 Impact du courant d'interférence I_Z sur le résultat de la mesure de la résistance de terre par méthode tripolaire avec pinces supplémentaires (R_E3P+C) 57
10.3.7 Impact du courant d'interférence sur le résultat de la mesure de résistance de terre par méthode à deux pinces (2C) 58
10.3.8 Impact du rapport de la résistance mesurée avec une pince de la branche de la mise à la terre multiple sur la résistance résultante (R_E3P+C) 58
10.3.9 Incertitudes additionnelles selon IEC 61557-4 (2P) 58
10.3.10 Incertitude additionnelle selon IEC 61557-5 (R_E3P, R_E4P, R_E3P+C) 58
11 Position du couvercle du multimètre 59
12 Fabricant 59

MRU-200-GPS *L'icône avec le nom du compteur est placée à côté des sections du texte qui font référence à des caractéristiques spécifiques de l'appareil. Toutes les autres parties du texte se rapportent à tous les types d'instruments.*

1 Sécurité

L'appareil MRU-200 / MRU-200-GPS est utilisé pour effectuer les mesures dont les résultats déterminent l'état de la sécurité des installations électriques. Par conséquent, pour assurer une bonne utilisation et la précision des résultats, il faut respecter les dispositions suivantes:

- Avant d'utiliser l'instrument, il faut lire attentivement le manuel d'utilisateur et se conformer aux règles de sécurité et aux recommandations du fabricant.
- Le multimètre MRU-200 / MRU-200-GPS est conçu pour mesurer la résistance des prises de terre et les connexions de compensation et de protection, la résistivité du sol et pour mesurer le courant avec une pince. Toute utilisation autre que celles spécifiées dans ce manuel peut endommager l'appareil et être une source de danger pour l'utilisateur.
- L'appareil peut être utilisé uniquement par les personnes qualifiées qui sont habilitées à travailler sur des installations électriques. L'appareil ne peut pas être utilisé pour les réseaux et les dispositifs dans les pièces spécifiques, par exemple lorsqu'il y a le danger d'explosion et d'incendie.
- L'application des dispositions de ce manuel n'exclut pas la nécessité de se conformer aux règlements de santé et de sécurité et autres règles de sécurité incendie nécessaires à l'exécution d'un type particulier de travail. Avant de commencer à travailler avec l'appareil dans des conditions particulières, par exemple dans une atmosphère dangereuse en termes d'explosion et d'incendie, il est nécessaire de consulter la personne responsable de la sécurité et de la santé au travail.
- Il est inacceptable d'utiliser:
  - ⇒ le multimètre endommagé et partiellement ou totalement hors usage.
  - ⇒ les cordons avec l'isolation endommagée,
  - ⇒ le multimètre stocké trop longtemps dans de mauvaises conditions (par exemple dans l'humidité). **Après avoir transporté le dispositif d'un environnement froid vers un environnement chaud, ne pas effectuer des mesures jusqu'à ce que le multimètre soit réchauffé à la température ambiante (env. 30 minutes).**
- Avant de commencer la mesure, vérifier si les fils sont connectés aux prises de mesure appropriées.
- Ne pas utiliser l'appareil avec un compartiment pour piles (batteries) ouvert ou mal fermé ni l'alimenter à partir des sources autres que celles énumérées dans ce manuel.
- Les entrées du multimètre sont protégées électroniquement contre la surcharge, par exemple suite au raccordement accidentel au réseau électrique:
  - pour toutes les combinaisons d'entrées - jusqu'à 276 V pendant 30 secondes.
- Les réparations ne peuvent être effectuées que par un service autorisé.
- L'appareil est conforme aux normes comme suit: EN 61010-1 et EN 61557-1, -4, -5.

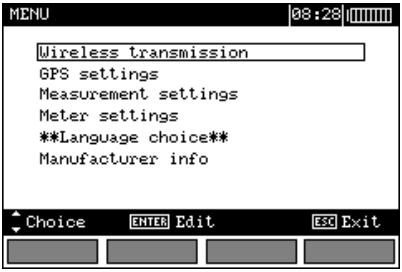
Remarque:
Le fabricant se réserve le droit d'apporter des changements dans l'apparence, l'équipement et les paramètres techniques du multimètre.

2 Menu

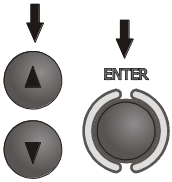
Le menu est accessible en toute position du bouton rotatif.

1

Appuyez sur la touche **MENU**.



2



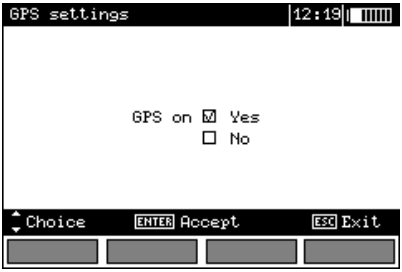
Utilisez les touches ▲ et ▼ pour rétro-éclairer
la position désirée.
Avec la touche **ENTER** sélectionnez l'option choisie.

2.1 *Transmission sans fil*

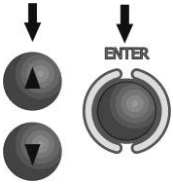
Ce problème est présenté au chapitre 5.3.

2.2 MRU-200-GPS *Paramètres GPS*

1



2



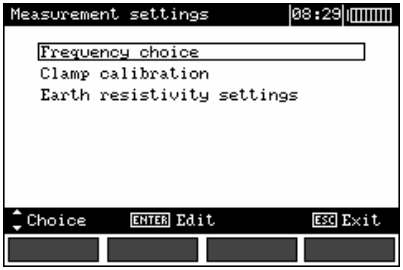
Avec la touche ▲, ▼ sélectionnez l'activation ou la désactivation du GPS. Appuyez sur **ENTER** pour confirmer le choix.

Remarque:

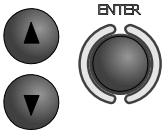
- L'activation du GPS pendant la mesure de la résistance (résistivité) est signalée par une icône dans le coin supérieur gauche de l'écran. L'icône clignotante signifie la recherche du signal. Après l'identification du signal du satellite(s), l'icône cesse de clignoter et s'affiche en permanence.

2.3 Paramétrage des mesures

1



2



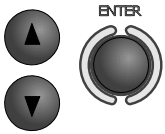
Utilisez les touches ▲ et ▼ pour rétro-éclairer
la position désirée.
Avec la touche **ENTER** sélectionnez l'option choisie.

2.3.1 Fréquence du réseau

La détermination de la fréquence du réseau, qui est la source des interférences potentielles est nécessaire pour sélectionner la fréquence appropriée du signal de mesure. C'est uniquement la mesure avec la fréquence correcte du signal de mesure qui garantit le filtrage optimal des interférences. Le multimètre est adapté pour filtrer des interférences en provenance du réseau 16 2/3 Hz, 50 Hz, 60 Hz et 400 Hz. L'appareil dispose aussi de la fonction de la détermination automatique de ce paramètre (réglage de la fréquence du réseau = AUTO), basée sur les résultats de la mesure de la tension des interférences réalisée avant la mesure de la résistance de terre. Cette fonction est active quand la tension des interférences $U_N \geq 1$ V. Dans le cas contraire, le multimètre adopte la valeur de fréquence dernièrement sélectionnée sur le MENU.

1

2



À l'aide des touches ▲ et ▼ sélectionnez
la fréquence et appuyez sur **ENTER**, pour confirmer le choix.

2.3.2 Étalonnage de la pince de mesure

La pince acquise pour le multimètre doit être étalonnée avant la première utilisation. Elle doit être étalonnée périodiquement pour éviter l'impact du vieillissement des éléments sur la précision des mesures. La procédure d'étalonnage doit être effectuée également après le remplacement de la pince.

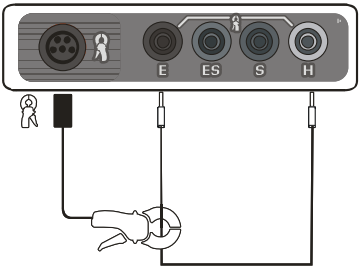
Étalonnage de la pince raide

1

Après avoir lu l'information préliminaire, appuyez sur la touche **ENTER**.

2

Suivez les instructions à l'écran.



3

Après un étalonnage réussi l'écran suivant sera affiché.

Le multimètre a déterminé le facteur de correction pour la pince raccordée. Ce facteur est enregistré dans la mémoire même lorsque l'alimentation du multimètre est hors tension, jusqu'au moment de l'étalonnage réussi de la pince.

Étalonnage de la pince flexible (avec l'utilisation de l'adaptateur ERP-1)

1

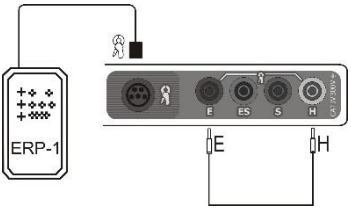
Après avoir lu l'information préliminaire, appuyez sur la touche **ENTER**.

2

Conformément aux dispositions sur l'écran du multimètre, les prises H et E doivent être reliées par un fil.

3

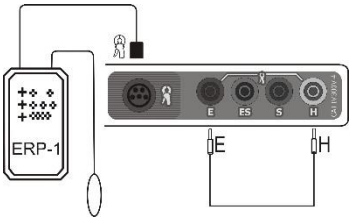
Brancher l'adaptateur ERP-1 à la prise de la pince dans le multimètre.



4

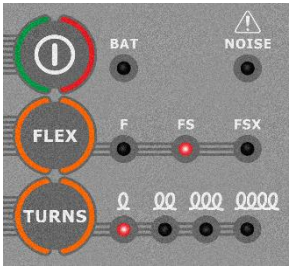
Allumer l'adaptateur ERP-1.

5 Brancher la pince flexible à l'adaptateur ERP-1.



6 Enrouler la pince autour du câble du point 2 (4 fois maximum).

7 Dans l'adaptateur ERP-1 , se servant des touches **FLEX** et **TURNS** faire la sélection de la pince et du nombre d'enroulements atour du câble du point 2, conformément à la situation réelle.



8

Appuyez sur la touche**START** du multimètre MRU.

9 Si l'étalonnage est réussi, l'écran affiche ce qui suit.

Le multimètre a déterminé le facteur de correction pour la pince raccordée. Ce facteur est enregistré dans la mémoire même lorsque l'alimentation de l'appareil est mise hors tension, jusqu'au moment de l'étalonnage réussi de la borne.

Remarque:

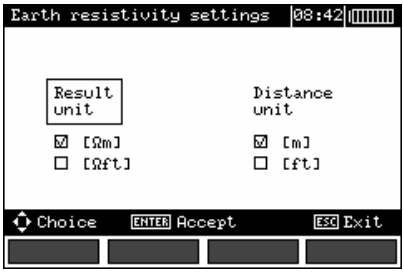
- Rassurez-vous que le câble passe exactement par le centre de la pince.
- Si, pour faire des mesures, la pince rigide et l'adaptateur ERP-1 avec pince flexible sont utilisés de manière interchangeable, chaque remplacement de la pince rigide par ERP-1 doit être accompagné d'un ré-étalonnage. L'appareil de mesure ne stocke pas de coefficients d'étalonnage individuels pour les pinces rigides ni pour l'adaptateur ERP-1.

Informations supplémentaires affichées par le multimètre

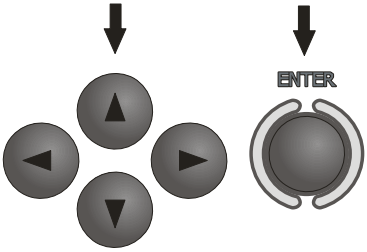
Message	Cause	Marche à suivre
ERREUR: LA PINCE AMPÈREMÉTRIQUE N'EST PAS CONNECTÉE À L'APPAREIL OU ELLE N'EST PAS MISE SUR LE CÂBLE RELIANT LES BORNES H ET E.	La pince n'est pas connectée	Il faut vérifier si la pince est reliée à l'appareil ou si elle est placée sur le câble, dans lequel le multimètre force la circulation du courant.
ERREUR: LE CÂBLE N'EST PAS CONNECTÉ AUX BORNES H ET E! ÉTALONNAGE INTERROMPU. PRESSEZ ENTER	Absence du câble	Vérifiez les con-nexions
ERREUR: FACTEUR D'ÉTALONNAGE EN DEHORS DE LA PLAGE. ÉTALONNAGE INTERROMPU. PRESSEZ ENTER	Le facteur d'étalonnage incorrect	Vérifier la qualité des connexions et/ou remplacez la pince.

2.3.3 Réglage de la résistance de la prise de terre

1

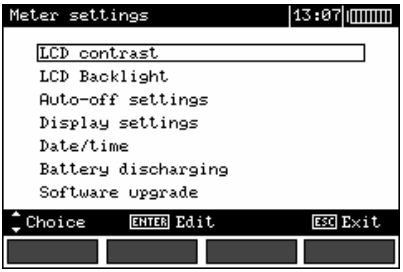


2

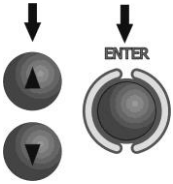


Se servant des touches ▲, ▼, ◀ et ▶, sélectionnez l'unité pour le résultat et les distances, ensuite pressez sur **ENTER** pour confirmer le choix.

2.4 Réglage du multimètre



2



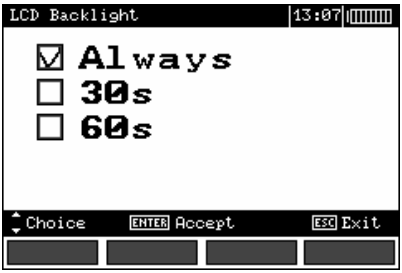
Utilisez ▲, ▼ pour sélectionner une option. Appuyez sur **ENTER** pour confirmer.

2.4.1 Contraste de l'écran LCD

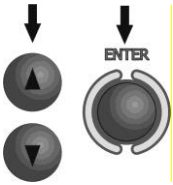
Se servant des touches ▲ et ▼, réglez la valeur du contraste et ensuite appuyez sur **ENTER** pour confirmer.

2.4.2 Rétro-éclairage LCD

1



2



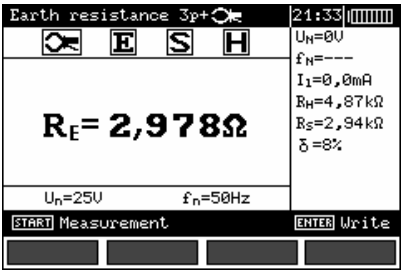
Se servant des touches ▲, ▼ réglez le temps de l'arrêt automatique du rétro-éclairage de l'écran LCD et appuyez sur **ENTER** pour confirmer.

2.4.3 Réglage de l'AUTO-OFF

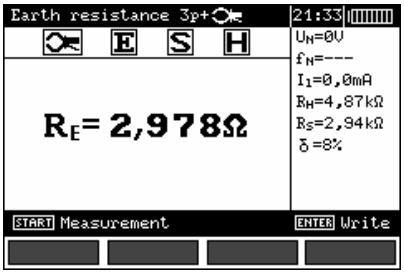
Ce réglage détermine l'arrêt automatique de l'appareil inutilisé. Se servant des touches ▲ et ▼ sélectionnez le temps de l'arrêt automatique ou désactivez cette fonction, ensuite appuyez sur **ENTER**.

2.4.4 Réglage de l'affichage

Ce paramètre permet d'activer ou de désactiver la barre affichant les paramètres. Se servant des touches ▲ et ▼ déterminez si la barre de réglages (paramètres de la mesure) doit être affichée ou cachée, ensuite appuyez sur **ENTER**.



Barre affichée

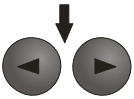


Barre cachée

2.4.5 Date et heure

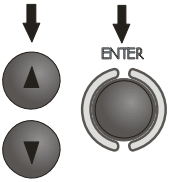
1

2



Se servant des touches ◀ et ▶ , réglez l'unité de temps à modifier (jour, mois, année, heure, minute).

3



Réglez la valeur avec les touches ▲ et ▼. Une fois la date et l'heure réglées, appuyez sur **ENTER**.

2.4.6 Batteries déchargées

La marche à suivre est décrite dans le chapitre 6.5.

2.4.7 Mise à jour du logiciel

ATTENTION!
Avant la programmation, il faut charger les batteries.
Pendant la programmation ne mettez pas l'appareil hors tension ni ne débranchez le fil de transmission.

Avant de mettre à jour le logiciel, il faut télécharger à partir du site du constructeur le logiciel de programmation du multimètre, l'installer sur votre ordinateur et connecter le multimètre à l'ordinateur.

Après la sélection sur le MENU de la position **Mise à jour du logiciel** suivez l'instruction affichée par le logiciel.

2.5 Sélection de la langue

- Se servant des touches ▲ et ▼ sélectionnez ****Choix de la langue**** sur le menu principal et appuyez sur **ENTER**.
- Se servant des touches ▲ et ▼ sélectionnez la langue et appuyez sur **ENTER**.

2.6 Informations sur le fabricant

Se servant des touches ▲ et ▼ sélectionnez **Informations sur le fabricant** et appuyez sur **ENTER**.

3 Mesurage

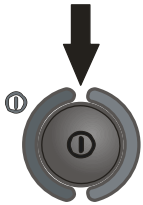
Remarque:

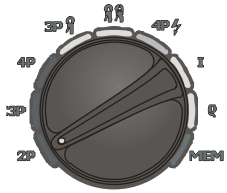
Pendant les mesures, la barre d'état est affichée.

3.1 Mesure de résistance des conducteurs de mise à la terre et de compensation (2P)

Remarque:
La mesure est conforme aux normes EN 61557-4 (U<24 V, I>200 mA ou R≤10 Ω).

1

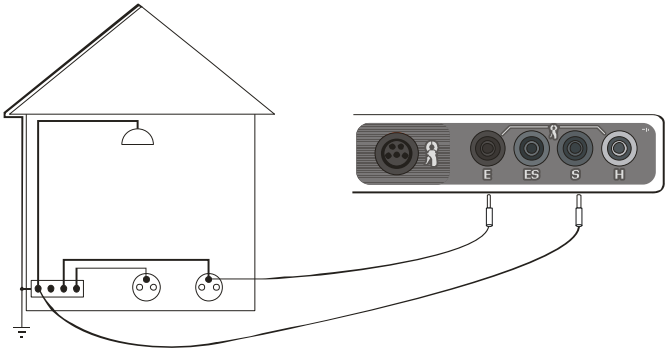


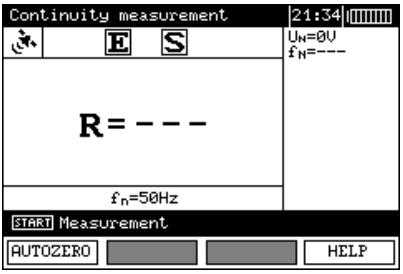


Allumez le multimètre.
Réglez le commutateur rotatif de fonctions sur **2P**.

2

Connectez l'objet mesuré aux bornes **S** et **E** du multimètre.



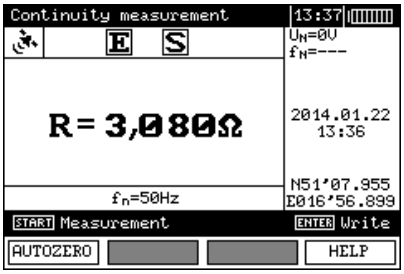


Le multimètre est prêt pour la mesure. L'afficheur auxiliaire indique la valeur de la tension d'interférence et sa fréquence. Sur la barre de réglage, la fréquence du réseau sélectionnée dans le MENU s'affiche.

3

Appuyez sur la touche **START** pour démarrer la mesure.

4



Lisez le résultat.
MRU-200-GPS Sur la partie droite la date , l'heure et les coordonnées GPS sont affichés.

Le résultat est affiché pendant 20 secondes.
Il peut être affiché à nouveau après avoir appuyé sur **ENTER**.

Informations supplémentaires affichées par le multimètre

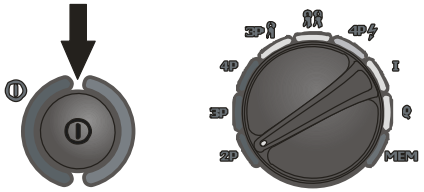
R>19,99kΩ	Plage de mesure dépassée.
U_N>40V! et le signal sonore continu 🔊	La tension dans les points de mesure supérieure à 40 V, la mesure est bloquée.
U_N>24V!	La tension dans les points de mesure supérieure à 24 V, mais inférieure à 40 V, la mesure est bloquée.
BRUIT!	La valeur du signal d'interférence est trop élevée, le résultat de la mesure peut être chargé d'une incertitude additionnelle.

3.2 Étalonnage des cordons de mesure

Pour éliminer l'impact de la résistance des fils de mesure sur le résultat de la mesure, il est possible de procéder à sa compensation (remise à zéro automatique). Pour le faire, la fonction de la mesure **2P** dispose d'une sous-fonction **AUTOZERO**.

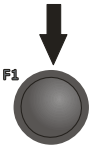
3.2.1 Activation de la remise à zéro automatique

1



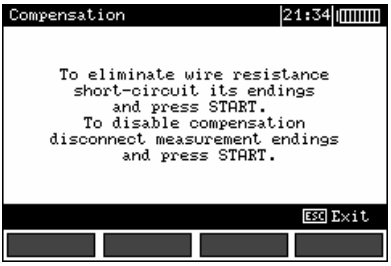
Allumez le multimètre.
Réglez le commutateur rotatif de fonctions sur **2P**.

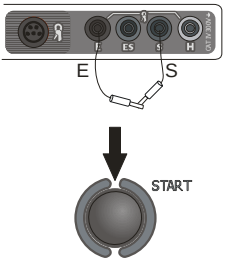
2



Appuyez sur la touche **F1**.

3 Suivez les instructions à l'écran.



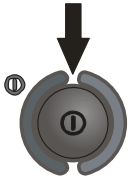


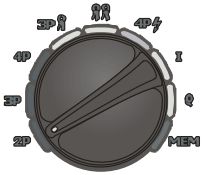
4 Après la fin de la remise à zéro automatique, l'écran suivant apparaît:

La réalisation de la remise à zéro automatique est signalée par l'inscription **AUTOZERO** à droite de l'écran.

3.2.2 Désactivation de la remise à zéro automatique

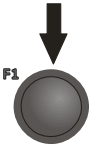
1





Allumez le multimètre.
Réglez le commutateur rotatif de fonctions sur **2P**.

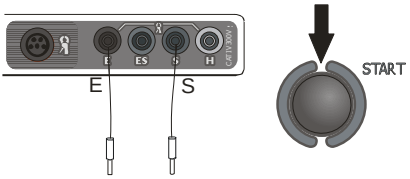
2



Appuyez sur la touche **F1**.

3

Déconnectez les cordons de mesure. Appuyez sur la touche**START**.



Après l’arrêt de la remise à zéro automatique l'inscription **AUTOZERO** disparaitra de l’écran.

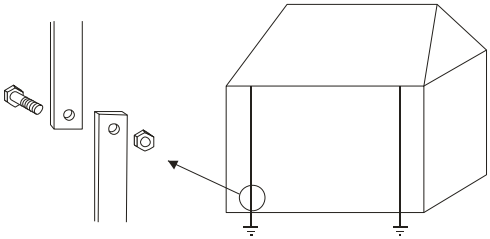
Remarque:

- Il suffit de faire la compensation une fois pour les cordons de mesure donnés. Elle sera mémorisée même après l’arrêt du multimètre, ceci jusqu'à ce que la suivante procédure automatique de remise à zéro réussisse.

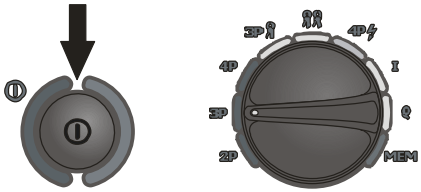
3.3 Mesure de la résistance à la terre par la méthode tripolaire (R_E3P)

Le principal type de mesure de résistance de terre est la mesure à 3 pôles.

1 La prise de terre examinée doit être déconnectée de l'installation de l'ouvrage.

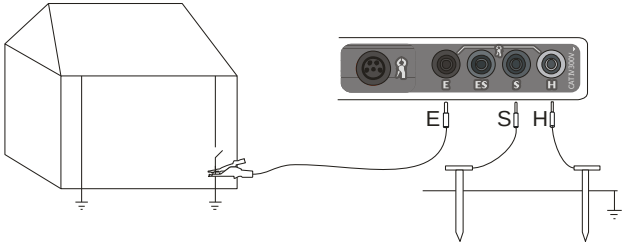


2



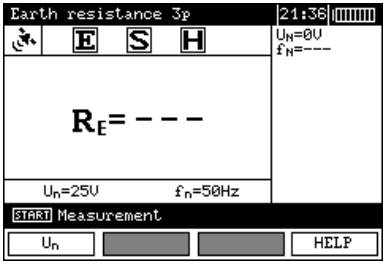
Allumez le multimètre.
Réglez le commutateur rotatif de fonctions sur **3P**.

3



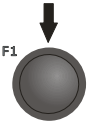
Reliez l'électrode de courant enfoncée dans le sol avec la prise **H** du multimètre.
Reliez l'électrode de tension enfoncée dans le sol avec la prise **S** du multimètre.
Reliez la prise de terre examinée avec la prise **E** du multimètre.
La prise de terre examinée et les électrodes de courant et de tension doivent être alignées.

4

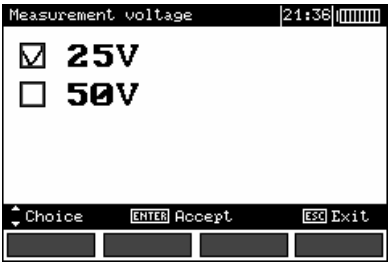


Le multimètre est prêt pour la mesure.
L'afficheur auxiliaire indique la valeur de la tension d'interférence et sa fréquence.
Sur la barre de réglage, la fréquence du réseau sélectionnée dans le MENU s'affiche.

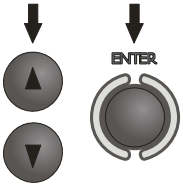
5



Pour modifier la tension de mesure appuyez sur la touche **F1**.

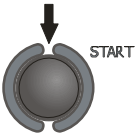


6



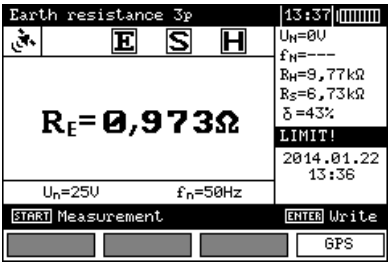
Se servant des touches ▲ et ▼ sélectionnez la tension de mesure et confirmez avec la touche **ENTER**.

7



Appuyez sur la touche **START** pour démarrer la mesure.

8

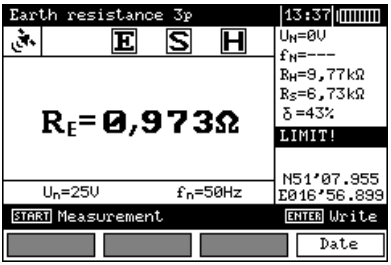


Lisez le résultat.

Résistance de l'électrode de courant
Résistance de l'électrode de tension
Valeur de l'incertitude additionnelle apportée par la résistance.

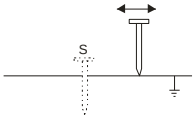
Affiché si δ>30%

MRU-200-GPS En appuyant sur la touche **F4**, vous pouvez afficher les coordonnés GPS.



Le résultat est affiché pendant 20 secondes. Il peut être affiché à nouveau âpres la pression sur la touche **ENTER**.

9



Répéter les mesures (points 3, 7, 8) en déplaçant l'électrode de tension de quelques mètres: en la rapprochant et éloignant de la prise de terre mesurée.
Si les résultats des mesures R_E diffèrent de plus de 3%, il est nécessaire d'augmenter considérablement la distance entre l'électrode de courant et la prise de terre mesurée et répéter la mesure.

Remarque:

⚠

La mesure de la résistance de terre peut être réalisée si la tension d'interférence ne dépasse pas 24 V. La tension d'interférence est mesurée jusqu'à 100 V. Ne pas brancher le multimètre sur une tension supérieure à 100 V.

- Portez une attention particulière à la qualité de la connexion de l'objet testé avec les cordons de mesure - la zone de contact doit être nettoyée de la peinture, de la rouille, etc ..
- Si la résistance des électrodes auxiliaires est trop élevée, la mesure de la prise de terre RE sera chargée d'une incertitude additionnelle. L'incertitude de mesure particulièrement élevée apparait lorsque l'on mesure une faible valeur de la résistance de terre avec des électrodes ayant un faible contact avec le sol (cette situation se produit lorsque la prise de terre est bien faite et la couche supérieure du sol est sèche et d'une conductivité faible). A ce moment-là, le rapport entre la résistance des électrodes et la résistance de mise à la terre mesurée est très important et l'incertitude de mesure qui en dépend l'est également. Vous pouvez alors, selon les formules indiquées dans le chapitre 10.2, faire le calcul qui permettra d'évaluer l'impact des conditions de mesure. Vous pouvez également améliorer le contact de l' électrode avec le sol, par exemple au moyen de l'humidification avec de l'eau de l'endroit de l'insertion de l électrode , l'insérer à nouveau dans un endroit différent ou en utilisant une électrode de 80 centimètres. Il faut également vérifier les cordons de mesure - l'isolation n'est-elle pas endommagée ou les contacts: cordon de mesure - fiche banane - électrode ne sont-ils pas corrodés ou desserrés. Dans la plupart des cas, la précision de la mesure obtenue est suffisante, mais vous devez toujours être conscient de l'incertitude qui risque d'impacter la mesure.
- Si la résistance des électrodes **H** et **S** ou de l'une d'entre elles dépasse 19,9kΩ,, le message s'affiche : "La résistance des électrodes **R_H et R_S dépasse 19,9 kΩ! Mesure impossible!**".
- L'étalonnage fait par le fabricant ne prend pas en compte la résistance des cordons de mesure. Le résultat affiché par l'appareil est la somme de la résistance de l'objet mesuré et de la résistance des cordons de mesure.

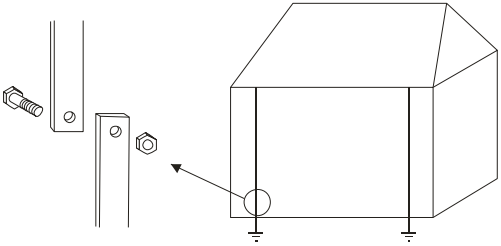
Informations supplémentaires affichées par le multimètre

R_E>19,99kΩ	Plage de mesure dépassée.
U_N>40V! et le signal sonore continu 🔊	La tension dans les points de mesure supérieure à 40 V, la mesure est bloquée.
U_N>24V!	La tension dans les points de mesure supérieure à 24 V, mais inférieure à 40 V, la mesure est bloquée.
LIMITE!	L'incertitude de la résistance des électrodes> 30%. (Les valeurs des incertitudes sont calculées sur la base des valeurs mesurées)
BRUIT!	La valeur du signal d'interférence est trop élevée, le résultat de la mesure peut être chargé d'une incertitude additionnelle.

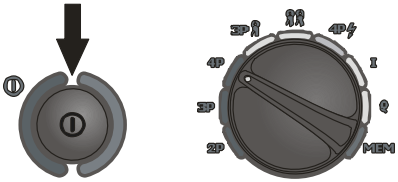
3.4 Mesure de la résistance à la terre par la méthode à quatre fils (R_E4P)

La méthode à quatre fils est recommandée pour mesurer les résistances de terre très faibles. Elle permet d'éliminer l'impact de la résistance des cordons de mesure sur le résultat de la mesure. Pour déterminer la résistivité du sol, il est recommandé d'utiliser une fonction de mesure spécifique (chapitre 3.9).

1 La prise de terre examinée doit être déconnectée de l'installation de l'ouvrage.

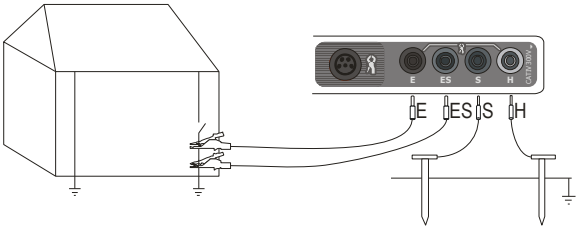


2



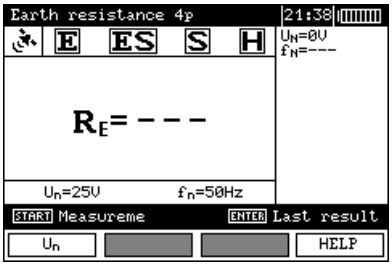
Allumez le multimètre.
Réglez le commutateur rotatif de fonctions sur **4P**.

3



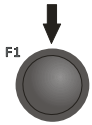
Reliez l'électrode de courant enfoncée dans le sol avec la prise **H** du multimètre.
Reliez l'électrode de tension enfoncée dans le sol avec la prise **S** du multimètre.
Reliez la prise de terre examinée avec la prise **E** du multimètre.
Relier la prise **ES** avec la prise de terre mesurée en-dessous du cordon **E** .
La prise de terre examinée et les électrodes de courant et de tension doivent être alignées.

4

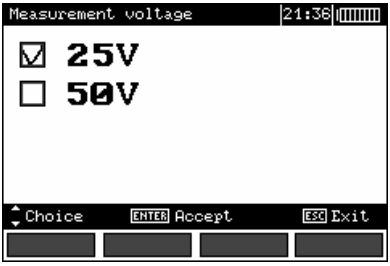


Le multimètre est prêt pour la mesure.
L'afficheur auxiliaire indique la valeur de la tension d'interférence et sa fréquence.
Sur la barre de réglage, la fréquence du réseau sélectionnée dans le MENU s'affiche.

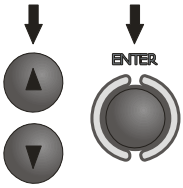
5



Pour modifier la tension de mesure appuyez sur la touche **F1**.

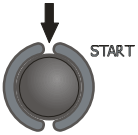


6



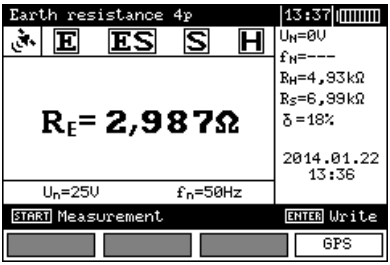
Se servant des touches ▲ et ▼ réglez la tension de mesure et confirmez avec la touche **ENTER**.

7



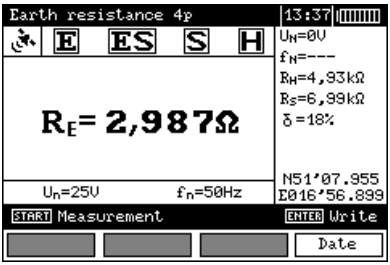
Appuyez sur la touche **START** pour démarrer la mesure.

8



Lisez le résultat.

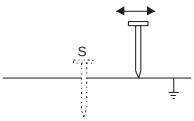
Résistance de l'électrode de courant
Résistance de l'électrode de tension
Valeur de l'incertitude additionnelle apportée par la résistance.



MRU-200-GPS En appuyant sur la touche **F4**, vous pouvez afficher les coordonnés GPS.

Le résultat est affiché pendant 20 secondes. Il peut être affiché à nouveau après la pression sur la touche **ENTER**.

9



Répéter les mesures (points 3, 7, 8) en déplaçant l'électrode de tension de quelques mètres: en la rapprochant et l'éloignant de la prise de terre mesurée.
Si les résultats des mesures R_E diffèrent de plus de 3%, il est nécessaire d'augmenter considérablement la distance de l'électrode de courant de la prise de terre et répéter la mesure.

Remarque:

⚠

La mesure de la résistance de terre peut être réalisée si la tension d'interférence ne dépasse pas 24 V. La tension d'interférence est mesurée jusqu'à 100 V. Ne pas brancher le multimètre sur une tension supérieure à 100 V.

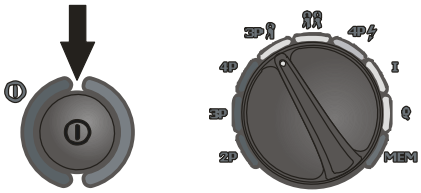
- Portez une attention particulière à la qualité de la connexion de l'objet testé avec les cordons de mesure - la zone de contact doit être nettoyée de la peinture, de la rouille, etc ..
- Si la résistance des électrodes auxiliaires est trop élevée, la mesure de la prise de terre RE sera chargée d'une incertitudes supplémentaire. L'incertitude de mesure particulièrement élevée apparait lorsque l'on mesure une faible valeur de la résistance de terre avec des électrodes ayant un faible contact avec le sol (cette situation se produit lorsque la prise de terre est bien faite et la couche supérieure du sol est sèche et d'une conductivité faible). A ce moment-là, le rapport entre la résistance des électrodes et la résistance de mise à la terre mesurée est très important et l'incertitude de mesure qui en dépend l'est également. Vous pouvez alors, selon les formules indiquées dans le chapitre 10.2, faire le calcul qui permettra d'évaluer l'impact des conditions de mesure. Vous pouvez également améliorer le contact de l'électrode avec le sol, par exemple au moyen de l'humidification avec de l'eau de l'endroit de l'insertion de l' électrode , l'insérer à nouveau dans un endroit différent ou en utilisant une électrode de 80 centimètres. Il faut également vérifier les cordons de mesure - l'isolation n'est-elle pas endommagée ou les contacts: cordon de mesure - fiche banane - électrode ne sont-ils pas corrodés ou desserrés. Dans la plupart des cas, la précision de la mesure obtenue est suffisante, mais vous devez toujours être conscient de l'incertitude qui risque d'impacter la mesure.
- Si la résistance des électrodes **H** et **S** ou de l'une d'entre elles dépasse 19,9kΩ,, le message s'affiche : "La résistance des électrodes **R_H et R_S dépasse 19,9 kΩ! Mesure impossible!**".
- L'étalonnage fait par le fabricant ne prend pas en compte la résistance des cordons de mesure. Le résultat affiché par l'appareil est la somme de la résistance de l'objet mesuré et de la résistance des cordons de mesure.

Informations supplémentaires affichées par le multimètre

R_E>19,99kΩ	Plage de mesure dépassée.
U_N>40V! et le signal sonore continu 🔊	La tension dans les points de mesure supérieure à 40 V, la mesure est bloquée.
U_N>24V!	La tension dans les points de mesure supérieure à 24 V, mais inférieure à 40 V, la mesure est bloquée.
LIMITE!	L'incertitude de la résistance des électrodes> 30%. (Les valeurs des incertitudes sont calculées sur la base des valeurs mesurées)
BRUIT!	La valeur du signal d'interférence est trop élevée, le résultat de la mesure peut être chargé d'une incertitude additionnelle.

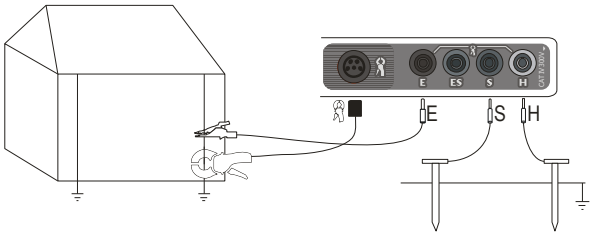
3.5 Mesure de la résistance à la terre par la méthode tripolaire avec pinces supplémentaires (R_E3P+C)

1

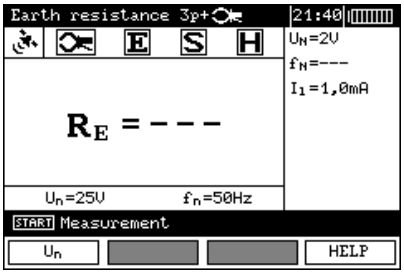


Allumez le multimètre.
Réglez le commutateur rotatif de fonctions sur **3P**.

2

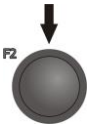


Reliez l'électrode de courant enfoncée dans le sol avec la prise **H** du multimètre.
Reliez l'électrode de tension enfoncée dans le sol avec la prise **S** du multimètre.
Reliez la prise de terre examinée avec la prise **E** du multimètre.
La prise de terre examinée et les électrodes de courant et de tension doivent être alignées.
Attacher la pince sur la prise de terre mesurée en dessous l'endroit de la connexion du cordon **E**.

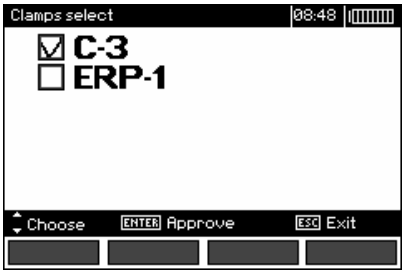


Le multimètre est prêt pour la mesure.
L'afficheur auxiliaire indique la valeur de la tension d'interférence et sa fréquence. Sur la barre de réglage, la fréquence du réseau sélectionnée dans le MENU s'affiche.

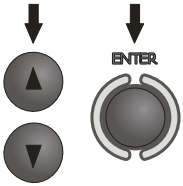
3



Appuyez sur la touche **F2** pour sélectionner la mesure avec la pince C-3.

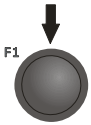


4

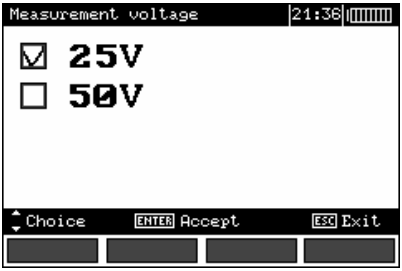


Se servant des touches ▲ et ▼ sélectionnez la mesure C-3 et appuyez sur ENTER.

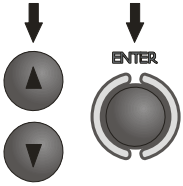
5



Pour modifier la tension de mesure appuyez sur la touche **F1**.

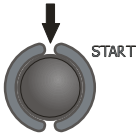


6



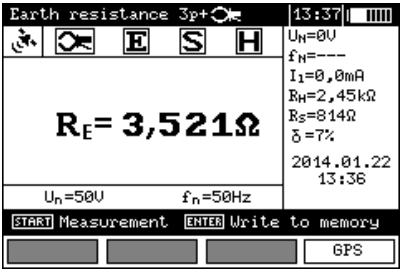
Se servant des touches ▲ et ▼ réglez la tension de mesure et confirmez avec la touche **ENTER**.

7



Appuyez sur la touche **START** pour démarrer la mesure.

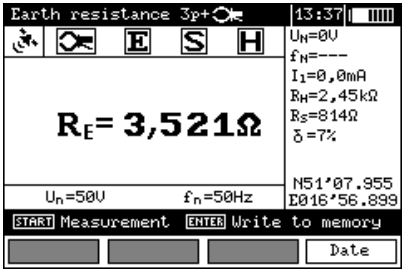
8



Lisez le résultat.

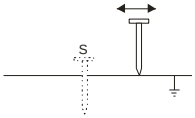
- Résistance de l'électrode de courant
- Résistance de l'électrode de tension
- incertitude additionnelle de la résistance des électrodes.

MRU-200-GPS En appuyant sur la touche **F4**, vous pouvez afficher les coordonnés GPS.



Le résultat est affiché pendant 20 secondes.
Il peut être affiché à nouveau après avoir appuyé sur **ENTER**.

9



Répéter les mesures (points 2 et 5) en déplaçant l'électrode de tension de quelques mètres: en la rapprochant et éloignant de la prise de terre mesurée.
Si les résultats des mesures R_E diffèrent de plus de 3%, il est nécessaire d'augmenter considérablement la distance entre l'électrode de courant et la prise de terre mesurée et répéter la mesure.

Remarques:

⚠

La pince flexible ne peut pas être utilisée pour faire cette mesure

⚠

La mesure de la résistance de terre peut être réalisée si la tension d'interférence ne dépasse pas 24 V. La tension d'interférence est mesurée jusqu'à 100 V. Ne pas brancher le multimètre sur une tension supérieure à 100 V.

- La pince ne fait pas partie de l'équipement de base de l'appareil, elle doit être achetée séparément La pince doit être étalonnée avant la première utilisation. Elle doit être étalonnée périodiquement pour éviter l'impact du vieillissement des éléments sur la précision des mesures. L'option pour l'étalonnage de la pince se trouve dans le **MENU**.
- Portez une attention particulière à la qualité de la connexion de l'objet testé avec les cordons de mesure - l'endroit de contact doit être exempt de la peinture, de la rouille etc...
- Si la résistance des électrodes auxiliaires est trop élevée, la mesure de la prise de terre RE sera chargée d'une incertitudes supplémentaire. L'incertitude de mesure particulièrement élevée apparait lorsque l'on mesure une faible valeur de la résistance de terre avec des électrodes ayant un faible contact avec le sol (cette situation se produit lorsque la prise de terre est bien faite et la couche supérieure du sol est sèche et d'une conductivité faible). A ce moment-là, le rapport entre la résistance des électrodes et la résistance de la mise à la terre mesurée est très important et l'incertitude de mesure qui en dépend l'est également. Vous pouvez alors, selon les formules indiquées dans le chapitre 10.2, faire le calcul qui permettra d'évaluer l'impact des conditions de mesure. Vous pouvez également améliorer le contact de l'électrode avec le sol, par exemple au

moyen de l'humidification avec de l'eau de l'endroit de l'insertion de l' électrode , l'insérer à nouveau dans un endroit différent ou en utilisant une électrode de 80 centimètres. Il faut également vérifier les cordons de mesure - l'isolation n'est-elle pas endommagée ou les contacts: cordon de mesure - fiche banane - électrode ne sont-ils pas corrodés ou desserrés. Dans la plupart des cas, la précision de la mesure obtenue est suffisante, mais vous devez toujours être conscient de l'incertitude qui risque d'impacter la mesure.

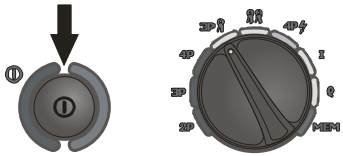
- Si la résistance des électrodes **H** et **S** ou de l'une d'entre elles dépasse 19,9kΩ,, le message s'affiche: "La résistance des électrodes **R_H et R_S dépasse 19,9 kΩ! Mesure impossible!**".
- L'étalonnage fait par le fabricant ne prend pas en compte la résistance des cordons de mesure. Le résultat affiché par l'appareil est la somme de la résistance de l'objet mesuré et de la résistance des cordons de mesure.

Informations supplémentaires affichées par le multimètre

R_E>1999Ω	Plage de mesure dépassée.
U_N>40V! et le signal sonore continu 🔊	La tension dans les points de mesure supérieure à 40 V, la mesure est bloquée.
U_N>24V!	La tension dans les points de mesure supérieure à 24 V, mais inférieure à 40 V, la mesure est bloquée.
BRUIT!	La valeur du signal d'interférence est trop élevée, le résultat de la mesure peut être chargé d'une incertitude additionnelle.
LIMITE!	L'incertitude de la résistance des électrodes> 30%. (Les valeurs des incertitudes sont calculées sur la base des valeurs mesurées)
I_L>max	Courant d'interférence excessif - l'erreur de mesure peut être supérieure à l'erreur de base.

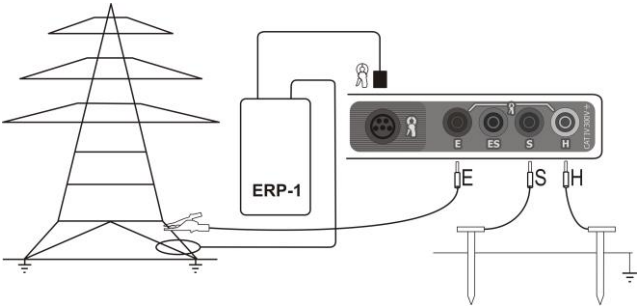
3.6 Mesure de la résistance à la terre par méthode tripolaire avec adaptateur ERP-1 (R_E3P+ERP-1)

1



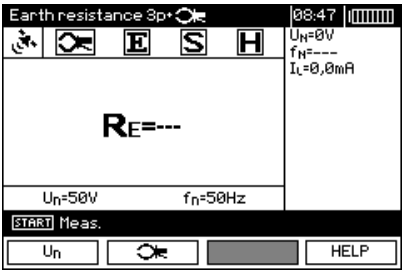
Allumez le multimètre. Réglez le commutateur rotatif de fonctions sur **3P**.

2

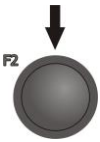


Reliez l'électrode de courant enfoncée dans le sol avec la prise **H** du multimètre.
Reliez l'électrode de tension enfoncée dans le sol avec la prise **S** du multimètre.
Reliez le pied du piquet par un fil avec la prise **E** du multimètre.
Le piquet examiné et les électrodes de courant et de tension doivent être alignés.
Attacher la pince au pied du piquet mesuré en dessous de l'endroit de la connexion du cordon **E**.

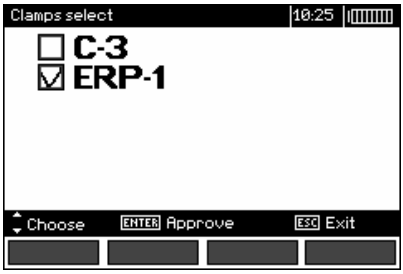
3 Sélectionner la tension de mesure comme indiqué au point 3.5.



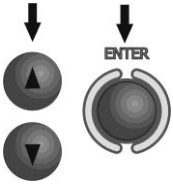
4



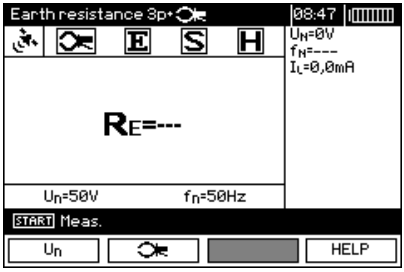
Appuyez sur la touche **F2** pour accéder à la sélection de la mesure avec ERP-1.



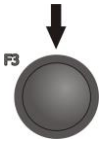
5



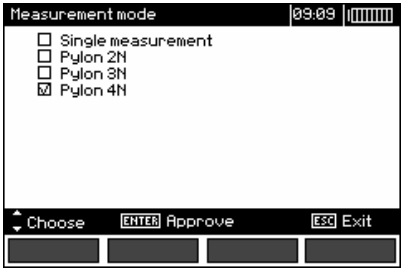
Se servant des touches ▲, ▼ sélectionnez la mesure avec ERP-1 et pressez **ENTER**.



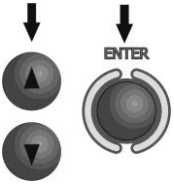
6



Appuyez sur **F3** pour passer à la sélection du nombre de pieds du piquet.

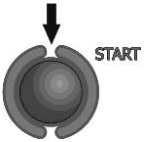


7

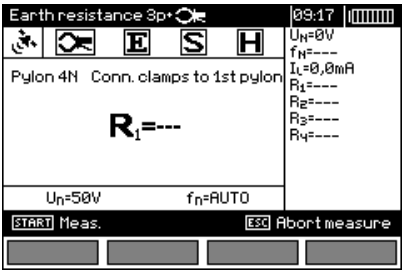


Se servant des touches ▲, ▼ passez à la sélection du nombre de pieds du piquet et pressez **ENTER**.

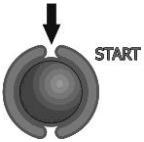
8



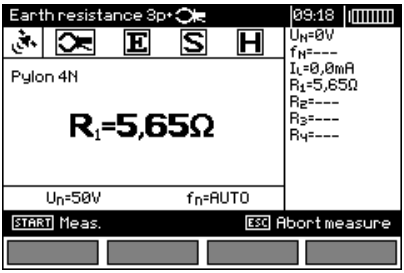
Appuyez sur la touche**START**. Conformément aux dispositions sur l'écran, si cela n'a pas été fait auparavant, fixez la pince sur le premier pied.



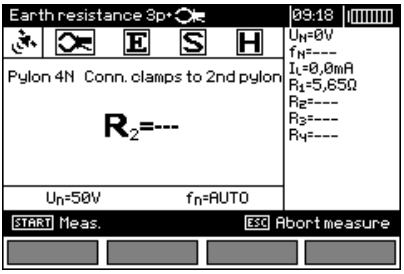
9



Pour démarrer la mesure, appuyer à nouveau sur **START**.

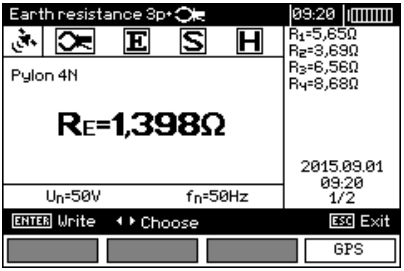


Après la mesure du premier pied, la valeur de la résistance mesurée du premier pied est indiquée sur l'écran principal en tant que R1 pendant 5 secondes. Passé ce délai, l'appareil envoie le résultat R1 sur la trame de droite et affiche la disposition de fixer la pince sur l'autre jambe.



Le résultat peut être rétabli sur l'écran principal pour les 5 secondes consécutives si vous appuyez sur **ENTER**.

(10) Après la réalisation de la mesure du dernier pied du piquet et l'affichage pendant 5 secondes du résultat de la résistance Rn, le résultat net de la résistance de terre R_E s'affiche.



En se servant des touches ◀ et ▶ vous pouvez modifier l'affichage sur l'écran des résultats dans la trame de droite.

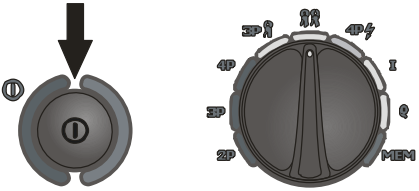
MRU-200-GPS En appuyant sur la touche **F4**, vous pouvez afficher les coordonnés GPS.

3.7 Mesure de la résistance à la terre par la méthode à deux pinces (2C)

La mesure à deux pinces est applicable lorsqu'il n'est pas possible d'utiliser des électrodes enfoncées dans le sol

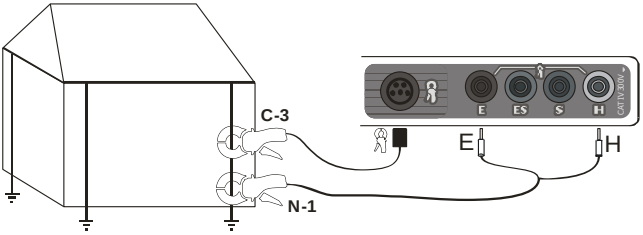
> **ATTENTION!**
> La méthode à deux pinces ne peut être utilisée que pour mesurer les prises de terre multiples.

1

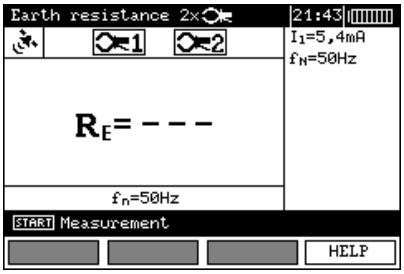


Allumez le multimètre.
Réglez le commutateur rotatif de fonction sur .

2

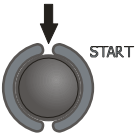


Brancher la pince génératrice aux prises **H**et **E**, et la pince de mesure à la prise de pince.
Fixer la pince génératrice et la pince à la prise de terre mesurée à une distance d'au moins 30 cm d'intervalle.



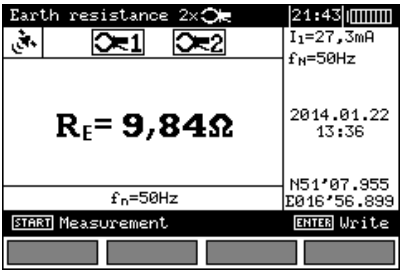
Le multimètre est prêt pour la mesure.
Sur l'afficheur auxiliaire, vous pouvez lire la valeur du courant de fuite circulant à travers la pince ainsi que sa fréquence.

3



Appuyez sur la touche **START** pour démarrer la mesure.

4



Lisez le résultat.
MRU-200-GPS Le côté droit de l'écran affiche la date, l'heure et les coordonnées GPS.

Le résultat est affiché pendant 20 secondes.
Il peut être affiché à nouveau après avoir appuyé sur **ENTER**.

Remarques:

⚠

Les mesures peuvent être effectuées en présence d'un courant d'interférence ne dépassant pas 3 A RMS et dont la fréquence est conforme à celle qui a été réglée dans le MENU.

⚠

La pince flexible ainsi que la pince flexible branchée à l'adaptateur ERP-1 ne peut pas être utilisée pour faire cette mesure.

- La pince ne fait pas partie de l'équipement de base de l'appareil, elle doit être achetée séparément La pince doit être étalonnée avant la première utilisation. Elle doit être étalonnée périodiquement pour éviter l'impact du vieillissement des éléments sur la précision des mesures. L'option pour l'étalonnage de la pince se trouve dans le **MENU**.
- Si le courant de la pince de mesure est insuffisant, le multimètre affiche le message: "**Courant mesuré insuffisant. Mesure impossible!**".

Informations supplémentaires affichées par le multimètre

R_E>149,9Ω	Plage de mesure dépassée.
U_N>40V! et le signal sonore continu 🔊	La tension dans les points de mesure supérieure à 40 V, la mesure est bloquée.
U_N>24V!	La tension dans les points de mesure supérieure à 24 V, mais inférieure à 40 V, la mesure est bloquée.
BRUIT!	La valeur du signal d'interférence est trop élevée, le résultat de la mesure peut être chargé par une incertitude additionnelle.

3.8 Mesure de l'impédance de terre par la méthode à impulsions (R_E4P ϟ)

La méthode à impulsions est utilisée pour mesurer l'impédance dynamique des prises de terre parafoudre. Elle ne doit pas être utilisée pour mesurer les prises de terre de protection ou utiles.

La grande déclivité du front de l'impulsion de test fait que l'inductance de la prise de terre impacte son impédance. Ainsi, l'impédance de la prise de terre mesurée avec la méthode à impulsions dépend de sa longueur et de la déclivité du front de l'impulsion de test.

L'inductance de la prise de terre provoque le décalage entre les pics de courant et la chute de tension résultante. Par conséquent, les prises de terre étendues d'une faible résistance mesurée avec la méthode à faible fréquence peuvent avoir une valeur d'impédance sensiblement plus élevée.
L'impédance mesurée par percussion est calculée selon la formule suivante:

$$Z_E = \frac{U_S}{I_S}$$

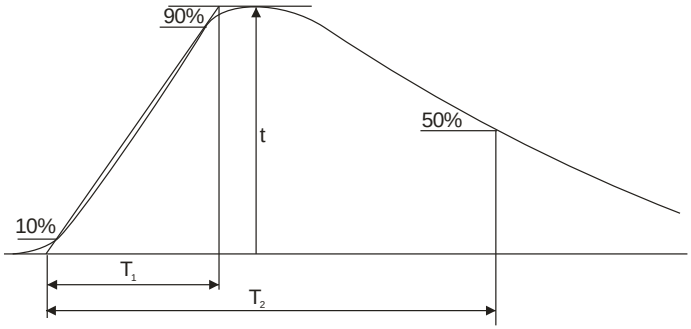
Où U_S, I_S – valeur de crête de la tension et du courant.

La méthode à impulsions sert à déterminer l'impédance résultante de la mise à la terre. Par conséquent, il ne faut pas desserrer les bornes de contrôle.

Il est recommandé de disposer les cordons de mesure de manière à ce que l'angle entre eux soit d'au moins 60°.

Remarque:
Les cordons de mesure doivent être pleinement déroulés. Dans le cas contraire, le résultat de la mesure peut être incorrect.

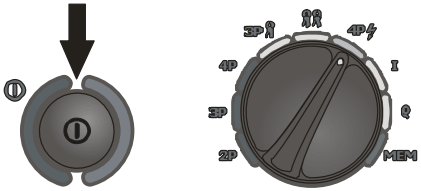
La figure ci-dessous explique la signification des chiffres déterminant la forme de l'impulsion (selon EN 62305-1 Protection contre la foudre – Partie 1. Principes généraux).



t = amplitude du courant
T_1 = durée du front
T_2 = durée jusqu'à la moitie du pic

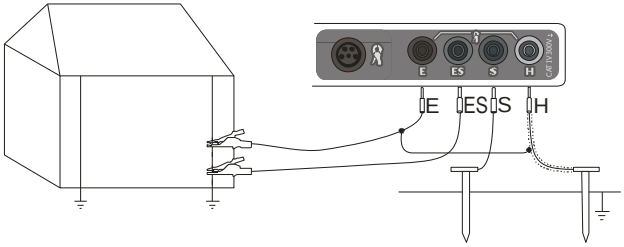
La forme de l'impulsion détermine le rapport T_1/T_2 par exemple: 4/10 µs.

1



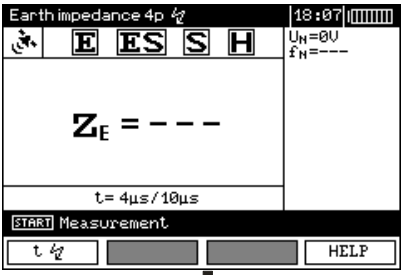
Allumez le multimètre.
Réglez le commutateur rotatif de fonctions sur **4P**.

2



Reliez l'électrode de courant enfoncée dans le sol avec la prise **H** du multimètre.
Reliez l'électrode de tension enfoncée dans le sol avec la prise **S** du multimètre.
Reliez la prise de terre examinée avec la prise **E** du multimètre et avec le blindage du cordon **H**.
Relier la prise **ES** à la prise de terre mesurée en-dessous du cordon **E**.
La prise de terre examinée et les électrodes de courant et de tension doivent être placées de telle sorte que l'angle entre les cordons de mesure soit d'au moins **60°**.

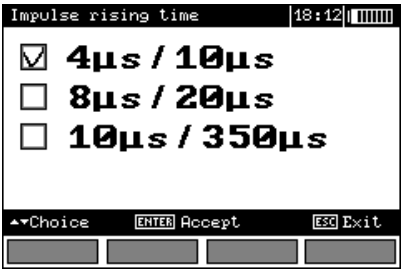
3



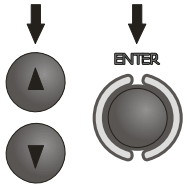
Le multimètre est prêt pour la mesure.
L'afficheur auxiliaire indique la valeur de la tension d'interférence et sa fréquence.
La barre de réglage affiche le temps de la montée de l'impulsion.

4

Appuyez sur **F1** pour modifier la forme de l'impulsion de mesure.

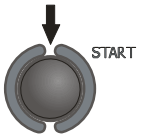


5



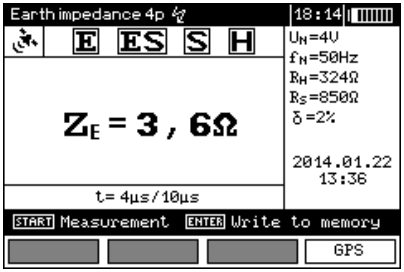
En se servant des touches ▲ et ▼ définissez la forme de l'impulsion et pressez **ENTER**.

6



Appuyez sur la touche **START** pour démarrer la mesure.

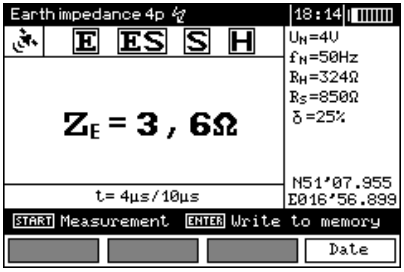
7



Lisez le résultat.

Résistance de l'électrode de courant
Résistance de l'électrode de tension
incertitude additionnelle de la résistance des électrodes.

MRU-200-GPS En appuyant sur la touche **F4**, vous pouvez afficher les coordonnés GPS.



Le résultat est affiché pendant 20 secondes. Il peut être affiché à nouveau après la pression sur la touche **ENTER**.

Remarques:

⚠

La mesure de l'impédance de la prise de terre peut être réalisée si la tension d'interférence ne dépasse pas 24 V. La tension d'interférence est mesurée jusqu'à 100 V. Ne pas brancher le multimètre sur une tension supérieure à 100 V.

- L'impulsion 8/20µs est disponible à partir de la version 2.04. du logiciel
- R_H et R_S sont mesurées par la méthode à faible fréquence.
- Portez une attention particulière à la qualité de la connexion de l'objet testé avec les cordons de mesure - l'endroit de contact doit être exempt de la peinture, de la rouille etc...
- Si la résistance des électrodes auxiliaires de mesure est trop élevée, la mesure de la prise de terre Z_E sera chargée d'une incertitude additionnelle. L'incertitude de mesure particulièrement élevée apparait lorsque l'on mesure une faible valeur de la résistance de terre avec des électrodes ayant un faible contact avec le sol (cette situation se produit lorsque la prise de terre est bien faite et la couche supérieure du sol est sèche et d'une conductivité faible). A ce moment-là, le rapport entre la résistance des électrodes et la résistance de mise à la terre mesurée est très important et l'incertitude de mesure qui en dépend l'est également. Vous pouvez alors, selon les formules indiquées dans le chapitre 10.2, faire le calcul qui permettra d'évaluer l'impact des conditions de mesure. Vous pouvez également améliorer le contact de l'électrode avec le sol, par exemple au moyen de l'humidification avec de l'eau de l'endroit de l'insertion de l' électrode , l'insérer à nouveau dans un endroit différent ou en utilisant une électrode de 80 centimètres. Il faut également vérifier les cordons de mesure - l'isolation n'est-elle pas endommagée ou les contacts: cordon de mesure - fiche banane - électrode ne sont-ils pas corrodés ou desserrés. Dans la plupart des cas, la précision de la mesure obtenue est suffisante, mais vous devez toujours être conscient de l'incertitude qui risque d'impacter la mesure.
- Si la résistance des électrodes **H** et **S** ou de l'une d'entre elles dépasse 1kΩ, le message s'affiche: "La résistance des électrodes **R_H et R_S dépasse 1 kΩ! Mesure impossible!**".

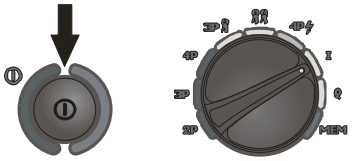
Informations supplémentaires affichées par le multimètre

Z_E>300Ω	Plage de mesure dépassée.
Z_E>199Ω[1] **Z_E>300Ω**[2]	Plage de mesure dépassée. [1] - MRU-200 jusqu'au numéro de série E31440, MRU-200-GPS jusqu'au numéro de série E40434 [2] - MRU-200 jusqu'au numéro de série E31441, MRU-200-GPS jusqu'au numéro de série E40435
U_N>40V! et le signal sonore continu 🔊	La tension dans les points de mesure supérieure à 40 V, la mesure est bloquée.
U_N>24V!	La tension dans les points de mesure supérieure à 24 V, mais inférieure à 40 V, la mesure est bloquée.
LIMITE!	L'incertitude de la résistance des électrodes > 30%. (Les valeurs des incertitudes sont calculées sur la base des valeurs mesurées)
BRUIT!	La valeur du signal d'interférence est trop élevée, le résultat de la mesure peut être chargé d'une incertitude additionnelle.

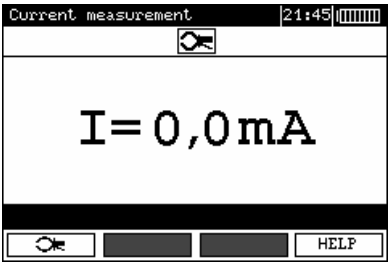
3.9 Mesure du courant (I)

Cette fonction permet de réaliser la mesure de la valeur efficace du courant à l'aide d'une pince. Elle peut être utilisée pour mesurer, par exemple, le courant de fuite dans l'installation examinée. Vous pouvez choisir parmi plusieurs types de pinces de mesure qui se distinguent par les diamètres et les plages des courants mesurés (voir Données techniques).

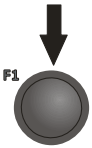
1



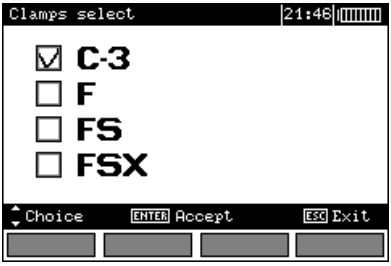
Allumez le multimètre.
Réglez le commutateur rotatif de fonction sur **I**.



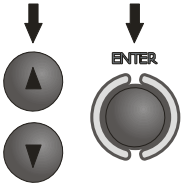
2



Appuyez sur **F1** pour sélectionner le type de la pince.



3



Se servant des touches ▲et ▼, sélectionnez le type de la pince et appuyez sur **ENTER**.

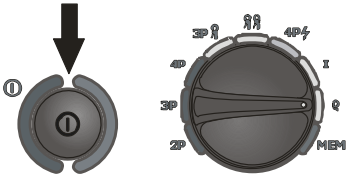
Remarques:

- Les mesures sont réalisées en continu sans la possibilité de les enregistrer dans la mémoire.
- Avec la pince flexible de la série F, vous pouvez mesurer uniquement les courants forts > 1 A.

3.10 Mesure de la résistivité du sol (ρ)

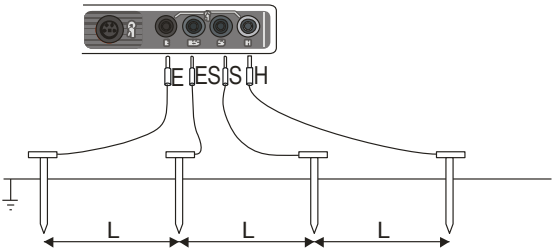
Pour les mesures de la résistivité du sol - utilisées en tant que préparation à la réalisation du projet du système de prises de terre ou en géologie - une fonction à part a été prévue sélectionnée avec le bouton rotatif: mesure de la résistivité du sol **ρ**. Du point de vue métrologie, cette fonction est la même que la mesures de résistance de la prise de terre à 4 fils, mais elle contient une procédure supplémentaire consistant à saisir la distance entre les électrodes. Le résultat de la mesure est la valeur de la résistivité calculée automatiquement selon la formule: $\rho = 2\pi L R_E$, utilisée dans la méthode de mesure de Wenner. Cette méthode suppose les distances égales entre les électrodes.

1

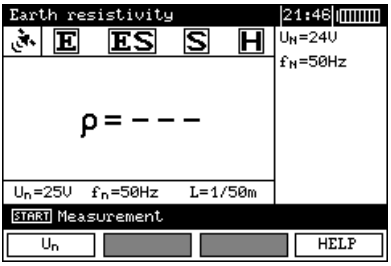


Allumez le multimètre.
Réglez le commutateur rotatif de foncions sur **ρ**.

2



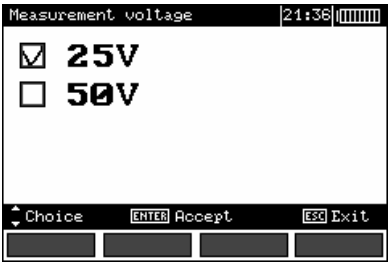
Connecter quatre électrodes enfoncées dans le sol et alignées et de manière équidistante à l'appareil de mesure selon la figure ci-dessus.



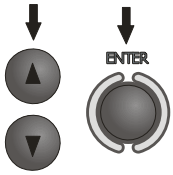
Le multimètre est prêt pour la mesure. L'afficheur auxiliaire indique la valeur de la tension d'interférence et sa fréquence. La barre de réglage affiche: tension de mesure, fréquence du réseau sélectionnée dans le **MENU** et distances entre électrodes.

3

Appuyez sur **F1**, pour modifier la tension de mesure.

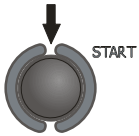


4

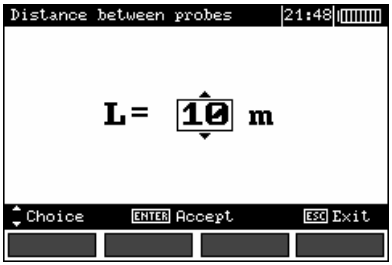


Se servant des touches ▲ et ▼ réglez la tension de mesure et confirmez avec la touche **ENTER**.

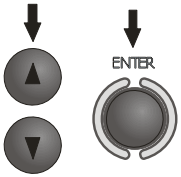
5



Appuyez sur la touche **START** pour démarrer la mesure. L'appareil mettra en marche le mode de sélection de la distance entre les électrodes.

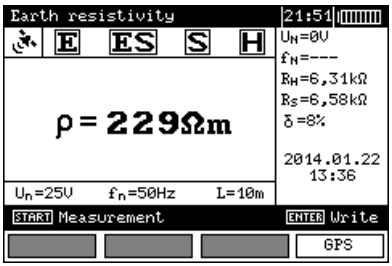


6



Se servant des touches ▲ et ▼ sélectionnez les distances entre les électrodes et pressez sur **ENTER** pour démarrer la mesure.

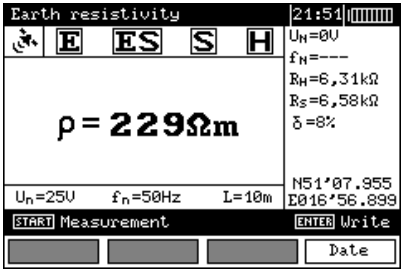
7



Lisez le résultat.

Résistance de l'électrode de courant
Résistance de l'électrode de tension
incertitude additionnelle de
la résistance des électrodes.

MRU-200-GPS En appuyant sur la touche **F4**, vous pouvez afficher les coordonnés GPS.



Le résultat est affiché pendant 20 secondes. Il peut être affiché à nouveau après la pression sur la touche **ENTER**.

Remarques:

⚠

La mesure de la résistance de terre peut être réalisée si la tension d'interférence ne dépasse pas 24 V. La tension d'interférence est mesurée jusqu'à 100 V. Ne pas brancher le multimètre sur une tension supérieure à 100 V.

- Dans le calcul, il est supposé que les distances entre les électrodes de mesure sont égales (méthode Wenner). Si ce n'est pas le cas, il faut faire la mesure de la résistance des prises de terre avec la méthode à quatre fils et faire les calculs soi-même.
- Portez une attention particulière à la qualité de la connexion de l'objet testé avec les cordons de mesure - l'endroit de contact doit être exempt de la peinture, de la rouille etc...
- Si la résistance des électrodes auxiliaires de mesure est trop élevée, la mesure de la prise de terre RE sera chargée d'une incertitudes supplémentaire. L'incertitude de mesure particulièrement élevée apparait lorsque l'on mesure une faible valeur de la résistance de terre avec des électrodes ayant un faible contact avec le sol (cette situation se produit lorsque la prise de terre est bien faite et la couche supérieure du sol est sèche et d'une conductivité faible). A ce moment-là, le rapport entre la résistance des électrodes et la résistance de mise à la terre mesurée est très important et l'incertitude de mesure qui en dépend l'est également. Vous pouvez alors, selon les formules indiquées dans le chapitre 10.2, faire le calcul qui permettra d'évaluer l'impact des conditions de mesure. Vous pouvez également améliorer le contact de l'électrode avec le sol, par exemple au moyen de l'humidification avec de l'eau de l'endroit de l'insertion de l'électrode , l'insérer à nouveau dans un endroit différent ou en utilisant une électrode de 80 centimètres. Il faut également vérifier les cordons de mesure - l'isolation n'est-elle pas endommagée ou les contacts: cordon de mesure - fiche banane - électrode ne sont-ils pas corrodés ou desserrés. Dans la plupart des cas, la précision de la mesure obtenue est suffisante, mais vous devez toujours être conscient de l'incertitude qui risque d'impacter la mesure.
- Si la résistance des électrodes **H** et **S** ou de l'une d'entre elles dépasse 19,9kΩ,, le message s'affiche : "La résistance des électrodes **R_H et R_S dépasse 19,9 kΩ! Mesure impossible!**".

Informations supplémentaires affichées par le multimètre

ρ >999kΩm	Plage de mesure dépassée.
U_N>40V! et le signal sonore continu 🔊	La tension dans les points de mesure supérieure à 40 V, la mesure est bloquée.
U_N>24V!	La tension dans les points de mesure supérieure à 24 V, mais inférieure à 40 V, la mesure est bloquée.
LIMITE!	L'incertitude de la résistance des électrodes > 30%. (Les valeurs des incertitudes sont calculées sur la base des valeurs mesurées)
BRUIT!	La valeur du signal d'interférence est trop élevée, le résultat de la mesure peut être chargé d'une incertitude additionnelle.

4 Mémoire

Les multimètres MRU-200 / MRU-200-GPS sont équipés d'une mémoire de 990 résultats de mesure de la résistance. Les mesures particulières sont stockées dans les cellules de mémoire. La mémoire est divisée en 10 banques de 99 cellules. Chaque résultat peut être stocké dans la cellule d'un certain numéro et dans la banque sélectionnée afin que l'utilisateur du multimètre puisse attribuer des numéros de cellules à des points de mesure particuliers et les numéros de banques à des ouvrages particuliers, effectuer des mesures dans l'ordre de son choix et les répéter sans perdre les autres données.

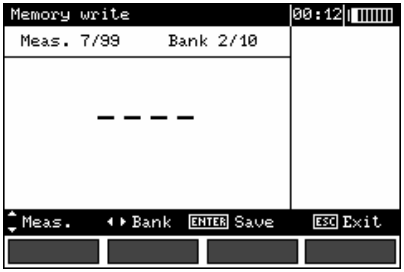
La mémoire des résultats des mesures n'est pas effacée lorsque l'appareil est éteint, afin qu'ils puissent ensuite être récupérés ou transférés vers l'ordinateur. Les numéros de la cellule en cours ni de la banque ne sont pas modifiés.

Il est recommandé d'effacer la mémoire après la lecture des données ou avant une nouvelle série de mesures. Les nouvelles mesures peuvent être stockées dans les mêmes cellules que les précédentes.

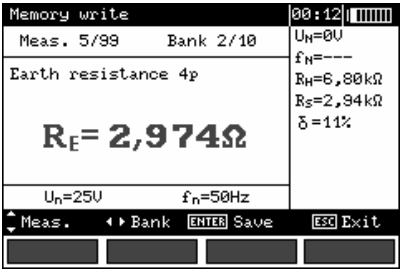
4.1 Saisie des résultats des mesures dans la mémoire

1

Après la fin de la mesure appuyez sur **ENTER**.



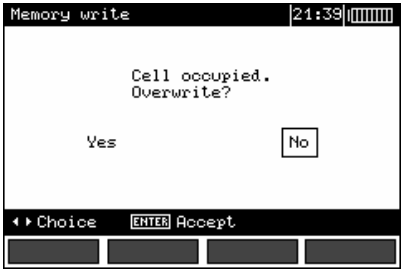
Cellule libre



Cellule occupée

2 La sélection de la mesure (de la cellule) est faite avec des touches ▲ et ▼. La sélection de la banque est faite avec les touches ◀ et ▶. Pour enregistrer dans la mémoire appuyez sur **ENTER**.

3 La tentative d'enregistrement dans une cellule occupée provoque l'apparition du message:



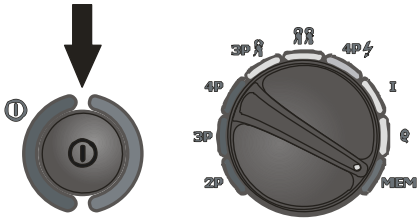
4 Après la sélection d'une option avec des touches ◀et ▶ appuyez sur **ENTER**.

4.2 Suppression de la mémoire

Remarque:

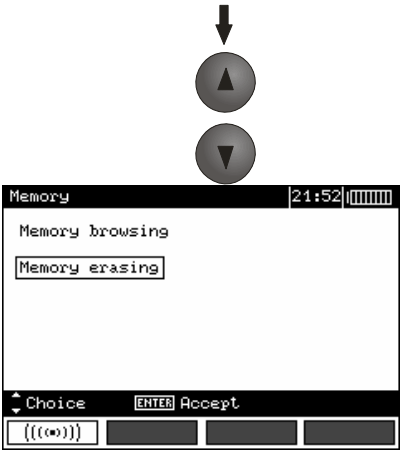
- Pendant la suppression de la mémoire, la barre de progression est affichée.

1



Allumez le multimètre.
Réglez le commutateur rotatif de fonction sur **MEM**.

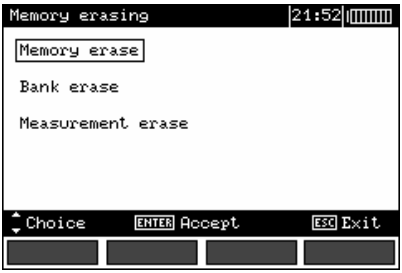
2



Se servant des touches ▲ et ▼ sélectionnez „Suppression de la mémoire”.

3

Appuyez sur **ENTER**.



4

Se servant des touches ▲ et ▼ sélectionnez "Suppression de la totalité de la mémoire ", "Suppression de la banque" ou "Suppression de la mesure".

5

Suivez les instructions à l'écran.

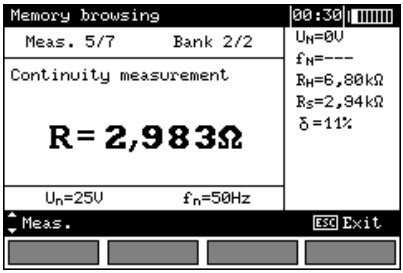
4.3 Consultation de la mémoire

1

Se servant des touches ▲ et ▼ sélectionnez „Consultation de la mémoire”.

2

Appuyez sur **ENTER**.



3

Se servant des touches ◀ et ▶ sélectionnez la banque et avec les touches ▲ et ▼ sélectionnez la cellule.

Remarque:

- Lors de la consultation de la mémoire, les mesures et les banques vides ne sont pas accessibles. L'inscription „Mesure 1/20” désigne la première mesure parmi les 20; les mesures 21…99 sont vides et inaccessibles. Le même principe est applicable aux banques. Si la mémoire est enregistrée de manière discontinue, les mesures vides et les banques sont ignorées lors de la navigation.

5 Transmission de données

Remarques:

- La transmission de données est impossible lors de la charge des batteries

5.1 L'ensemble de l'équipement pour travailler avec l'ordinateur

Pour la coopération du multimètre avec l'ordinateur il faut un câble USB ou un module Bluetooth et le logiciel approprié. Si le logiciel n'a pas été acheté avec l'appareil de mesure, il peut être acquis auprès du fabricant ou d'un revendeur agréé.

Le logiciel acquis peut être utilisé pour la coopération avec de nombreux appareils fabriqués par SONEL S.A. équipés d'une interface USB et/ou d'un module Bluetooth.

Des informations détaillées sont disponibles auprès du fabricant et des revendeurs.

5.2 Connexion du multimètre à l'ordinateur

1. Réglez le commutateur rotatif sur la position MEM.
2. Branchez le câble au port USB de l'ordinateur et la prise USB de l'appareil.
3. Lancez le logiciel SONEL READER.

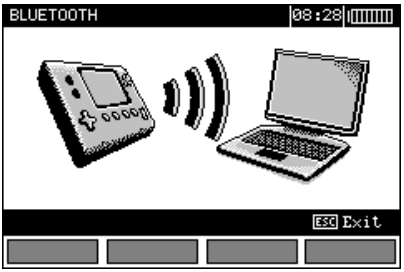
5.3 Transmission de données avec Bluetooth

MRU-200 À partir du numéro de série E30001 le module BT est installé dans l'appareil à la place du module OR-1.

MRU-200-GPS À partir du numéro de série E40001 le module BT est installé dans l'appareil à la place du module OR-1.

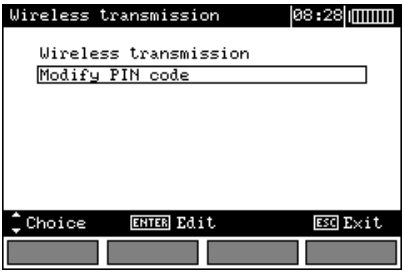
1. Sélectionnez sur le MENU principal du multimètre **Transmission sans fil** .

ou réglez le commutateur de fonctions sur **MEM** et appuyez sur **F1**.

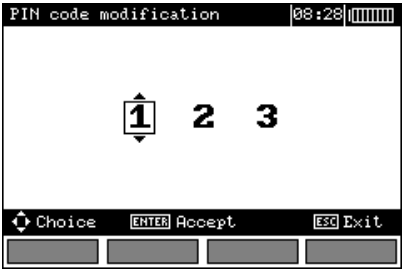


2. Connectez le module Bluetooth à la prise USB du PC, à moins qu'il ne soit intégré dans l'ordinateur.
3. Pendant le couplage de l'appareil avec le PC saisissez le code PIN conforme au code PIN de l'appareil dans ses paramètres principaux.
4. Lancez dans le PC le logiciel pour l'archivage des données.

S'il y a besoin de changer le code PIN, sélectionnez la position **Changez le code PIN**.



Définissez le code requis avec les curseurs.



Remarque:

Le PIN standard pour la transmission Bluetooth est „123”.

- La transmission de données est interrompue avec la touche **ESC**.
- La transmission radio n'est pas possible si le câble USB est connecté.

6 Alimentation

Remarque:
L'appareil MRU-200 / MRU-200-GPS a été conçu pour être utilisé uniquement avec les batteries jointes. L'utilisation des piles à la place des batteries ne peut avoir lieu que dans les cas d'urgence (par exemple, quand les batteries se vident totalement pendant les mesures des pylônes sur le terrain). Cependant, il faut s'attendre à la décharge rapide des batteries (plusieurs mesures) et au mauvais fonctionnement de l'instrument avec une consommation instantanée de courant importante.

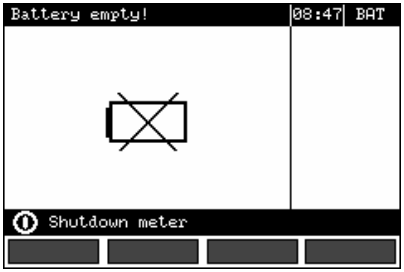
6.1 Surveillance de la tension d'alimentation

Le niveau de la charge des piles (batteries) est indiqué en continu par le symbole placé au coin supérieur droit de l'écran:

Batteries chargées.

Batteries déchargées.

Batteries complètement épuisées.



Batteries complètement épuisées.
Mesure bloquée.

Remarque:

- Le symbole affiché **BAT** désigne la tension d'alimentation trop basse et il signale la nécessité de charger les batteries,
- Les mesures effectuées avec l'appareil avec une tension d'alimentation insuffisante sont chargées d'incertitudes supplémentaires impossibles à déterminer par l'utilisateur et ne peuvent pas servir de base pour déterminer la conformité des installations contrôlées.

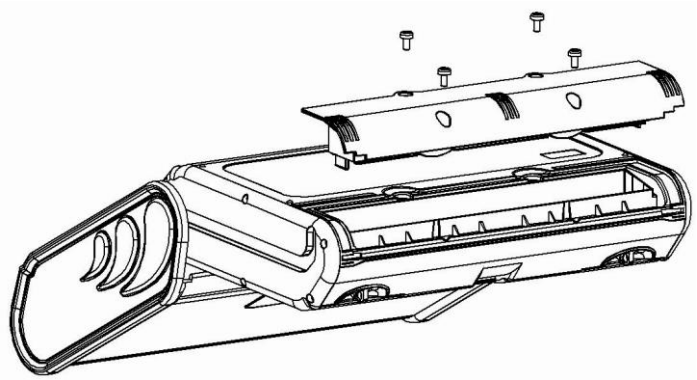
6.2 Remplacement des batteries

L'appareil MRU-200 / MRU-200-GPS est équipée d'un bloc de batteries NiMH et du chargeur. Le bloc de batteries est placée dans une boite. Le chargeur est installe à l'intérieur du boîtier du multimètre et il est compatible uniquement avec le bloc de batteries SONEL. Il est alimenté à partir d'une source externe. Il est également possible de l'alimenter à partir de la prise allume-cigare.

MISE EN GARDE:
Les fils laissés dans les prises lors du remplacement des piles (batteries) peuvent provoquer une électrocution.

Pour remplacer les piles (batteries), il faut:

- retirer tous les fils des prises et éteindre le multimètre,
- dévisser 4 vis de fixation du boîtier pour piles/ batteries (dans la partie inférieure du compartiment),
- enlever le boîtier,
- placer le boîtier dans le multimètre,
- visser 4 vis de fixation du boîtier.



ATTENTION!
Ne pas utiliser l'appareil si le boîtier pour piles (batteries) est enlevé ou mal fermé ni l'alimenter à partir des sources autres que celles énumérées dans ce manuel.

6.3 Remplacement des fusibles

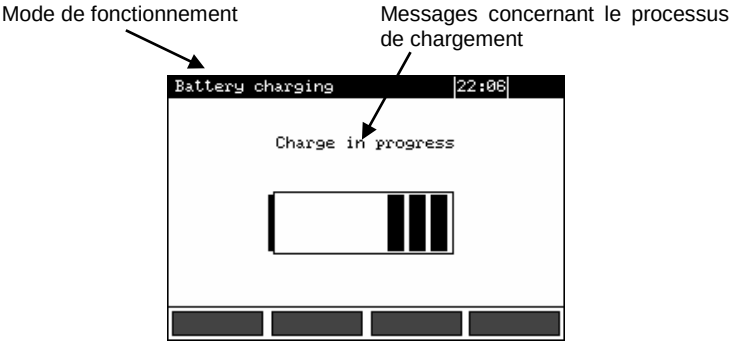
Quand le boîtier pour batteries est enlevé, il y a accès à deux fusibles interchangeables de type:

- FST 1A 250Vac, 5x20mm et
- 2A 250Vac,à fusion lente, 5x20mm.

Si l'appareil ou le chargeur de batteries ne fonctionne pas, avant de l'envoyer au service, vérifiez les fusibles et s'ils sont grillés remplacez-les par les pièces identiques. Les fusibles se trouvent dans leurs supports, à proximité du centre de la niche. Pour les enlever, utilisez un outil étroit (par exemple un tournevis).

6.4 Chargement des batteries

Le chargement commence après la connexion de l'alimentation au multimètre, aussi bien quand l'appareil est désactivé que lorsqu'il est en marche. Pendant le chargement, l'écran est comme indiqué ci-dessous. Les batteries sont chargées selon l'algorithme de la "charge rapide" - ce processus permet de raccourcir la durée de la charge à environ 4 heures. La fin du chargement est signalée par l'affichage du message : **Fin de chargement**. Pour arrêter l'appareil il faut enlever la fiche d'alimentation du chargeur.



État de chargement des batteries: les modifications du remplissage signifient le chargement.

Remarque:

- Les interférences dans le réseau risquent de provoquer la fin prématurée du chargement. Si vous constatez que la durée du chargement a été trop courte, débranchez le multimètre et recommencez le chargement.

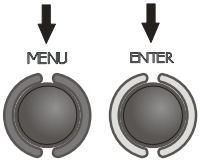
Informations supplémentaires affichées par le multimètre

Message	Cause	Démarche à suivre
Mauvais contact sur la connexion du paquet de batteries!	Trop haute tension sur le paquet de batteries pendant le chargement.	Vérifiez les contacts sur la connexion du paquet de batteries. Si la situation ne change pas, remplacez le paquet.
Batterie absente!	Absence de communication avec le contrôleur de batteries ou le boîtier avec piles en place.	Vérifiez les contacts sur la connexion du paquet de batteries. Si la situation ne change pas, remplacez le paquet. Insérer le paquet de batteries à la place des piles.
Température trop basse du paquet de batteries!	Température ambiante inférieure à 10°C	Une bonne exécution du chargement à cette température est impossible. Transportez l'appareil dans une pièce réchauffée et recommencez le chargement. Ce message peut également apparaître dans le cas d'une décharge importante des batteries. Il faut alors essayer à plusieurs reprises de mettre le chargeur en marche.
Chargement initial échoué!	Paquet de batteries endommagé ou fortement déchargé.	Ce message apparaît pendant un instant après quoi le processus de chargement initial recommence. Si, après plusieurs tentatives, le multimètre affiche le message: **Température des batteries trop haute!** Remplacez le paquet.

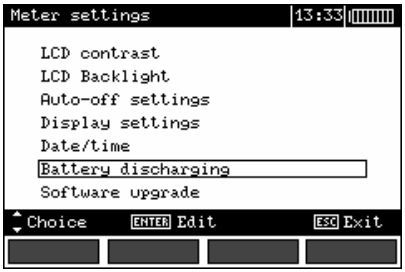
6.5 Batteries déchargées

Pour assurer le bon fonctionnement des batteries (indication du taux de chargement) et prolonger leur durée de vie, il est recommandé de les charger à zéro de temps en temps. Procédez comme suit pour décharger la batterie:

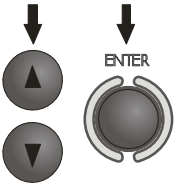
1



Appuyez sur **MENU**, pour sélectionner **Réglage du multimètre**. Appuyez sur **ENTER**.



2



Se servant des touches ▲et ▼ sélectionnez **Déchargement des batteries** et appuyez sur **ENTER**.

Lisez le texte affiché et confirmez.

La décharge, qui, en fonction du taux de chargement du paquet, dure jusqu'à 10 heures, est signalée par le message: **Décharge des batteries en cours**.

6.6 Conditions générales de l'utilisation des batteries à hydrure métallique de nickel (Ni-MH)

- Si l'appareil n'est pas utilisé pendant longtemps, enlevez les batteries et conservez-les séparément.
- Conservez les batteries dans un endroit sec, frais et bien ventilé et protégez-les contre l'ensoleillement direct. La température ambiante pour le stockage prolongé doit être inférieure à 30°C. Si les batteries sont stockées pendant une longue période à une température élevée, les processus chimiques qui se produisent risquent de réduire leur durée de vie.
- Habituellement , les batteries NiMH résistent à 500-1000 cycles de chargement. Ces batteries n'atteignent leur capacité maximale qu'après leur formage (2-3 cycles de charge et de décharge). Le facteur le plus important pour la durée de vie de la batterie est la profondeur de décharge. Plus la décharge est profonde, plus courte est la durée de vie.
- L'effet mémoire des batteries Ni-MH est limité. Ces batteries peuvent être rechargées sans conséquences majeures. Il est recommandé, cependant, de les décharger complètement tous les quelques cycles.
- Pendant le stockage des batteries Ni-MH, une auto-décharge se produit d'environ 30% par mois. Le stockage des batteries à des températures élevées peut accélérer ce processus même de 2 fois. Afin d'éviter une décharge excessive de batteries, après laquelle le formage de celles-ci est

indispensable, vous devez recharger régulièrement les batteries (y compris celles qui ne sont pas utilisées).
- Les chargeurs rapides modernes détectent aussi bien la température trop basse que trop élevée de batteries et réagissent adéquatement à la situation. La température trop basse devrait empêcher le début du processus de chargement, qui pourrait endommager irrémédiablement la batterie. L'augmentation de la température de la batterie signifie qu'il faut terminer le chargement et ceci est un phénomène normal. Cependant, le chargement à une température ambiante élevée non seulement raccourcit la durée de vie, mais il provoque l'augmentation de la température de la batterie, qui ne sera pas chargée à sa pleine capacité.
- Il faut noter que pendant le chargement rapide les batteries seront chargées jusqu'à environ 80% de leur capacité, les meilleurs résultats peuvent être obtenus en poursuivant le chargement: le chargeur passe au régime de charge de maintien et après quelques heures, les batteries sont chargées à pleine capacité.
- Il ne faute pas utiliser les batteries à des températures extrêmes. Les températures extrêmes réduisent la durée de vie des piles et des batteries. Il faut éviter de laisser les appareils alimentés par batteries dans des endroits très chauds. La température nominale de travail doit être strictement respectée.

7 Nettoyage et entretien

ATTENTION!
Utilisez uniquement les méthodes d'entretien spécifiées par le fabricant dans ce manuel.

Le boîtier de l'appareil peut être nettoyé avec un chiffon doux et humide en utilisant les détergents habituels. Ne pas utiliser de solvants ni de produits nettoyants qui pourraient rayer le boîtier (poudres, pâtes, etc.).

Les électrodes auxiliaires peuvent être lavées à l'eau et ensuite asséchées. Avant un stockage prolongé, il est recommandé de graisser les électrodes avec un lubrifiant pour machines.

Les bobines et les cordons peuvent être nettoyés avec de l'eau et du détergent, puis essuyés à sec.

Le système électronique de l'appareil ne nécessite aucun entretien.

8 Stockage

- Pendant le stockage de l'appareil, respectez les consignes suivantes:
- débrancher tous les fils du multimètre,
- nettoyer le multimètre et tous les accessoires,
- embobiner les cordons de mesure longs,
- en cas d'un stockage prolongé, retirer les piles ou les batteries du multimètre,
- pour éviter une décharge complète des batteries pendant le stockage prolongé, il faut les charger de temps en temps.

9 Démontage et élimination

Les appareils électrique et électroniques usagés doivent être collectés de manière sélective, c.à.d. ne pas être éliminés avec les déchets d'une autre nature.

Les appareils électroniques usagés doivent être remis au centre de collecte conformément à la Loi sur les déchets électriques et électroniques.

Avant la mise au rebut de l'équipement, il ne faut démonter aucune pièce de l'équipement.

Il faut respecter les prescriptions locales concernant l'élimination des emballages, des batteries et des piles usagés.

10 Données techniques

- La précision spécifiée est relative aux bornes du multimètre.
- L'abréviation „v.m." dans la détermination de précision signifie la valeur standard mesurée.

10.1 Données de base

Mesure de la tension d'interférence U_N (RMS)

Plage	Résolution	Précision
0...100 V	1 V	±(2% v.m. + 3 chiffres)

- mesure pour f_N 15…450 Hz
- fréquence de mesures – min. 2 mesures/s

Mesure de la fréquence d'interférences f_N

Plage	Résolution	Précision
15...450 Hz	1 Hz	±(1% v.m. + 2 chiffres)

- mesure pour les tensions parasites >1V (pour les tensions parasites <1V s'affiche: f=---)

Mesure de résistance des conducteurs de mise à la terre et de compensation (2P)
Méthode de mesure: conforme à IEC 61557-5
Plage de mesures selon IEC 61557-4: 0,045 Ω ... 19,99 kΩ

Plage	Résolution	Précision
0,000...3,999 Ω *	0,001 Ω	±(2% v.m. + 4 chiffres)
4,00…39,99 Ω	0,01 Ω	±(2% v.m. + 2 chiffres)
40,0…399,9 Ω	0,1 Ω	
400…3999 Ω	1 Ω	
4,00…19,99 kΩ	0,01 kΩ	±(5% v.m. + 2 chiffres)

* Pour la plage 0,000...0,045 Ω l'incertitude n'est pas déterminée.

Mesure de résistance de terre – méthode tripolaire (R_E3P) et 4 fils (R_E4P)
Méthode de mesure: tripolaire, conforme à IEC 61557-5
Plage de mesure selon IEC 61557-5: 0,100 Ω ... 19,99 kΩ

Plage	Résolution	Précision
0,000...3,999 Ω *	0,001 Ω	±(2% v.m. + 4 chiffres)
4,00…39,99 Ω	0,01 Ω	±(2% v.m. + 2 chiffres)
40,0…399,9 Ω	0,1 Ω	
400…3999 Ω	1 Ω	
4,00…19,99 kΩ	0,01 kΩ	±(5% v.m. + 2 chiffres)

* pour la mesure tripolaire dans la plage 0,0000,045 Ω l'incertitude n'est pas déterminée.

Mesure de résistance des électrodes auxiliaires R_H et R_S

Plage	Résolution	Précision
0...999Ω	1Ω	±(5% (R_E+R_H+R_S) + 8 chiffres)
1,00...9,99kΩ	0,01kΩ	
10,0…19,9kΩ	0,1kΩ	

Mesure de résistance de terre – méthode tripolaire avec pinces supplémentaies (R_E3P+C)

Plage de mesure selon IEC 61557-5: 0,120 Ω ... 1999 Ω

Plage	Résolution	Précision
0,000...3,999 Ω *	0,001 Ω	±(8% v.m. + 4 chiffres)
4,00...39,99 Ω	0,01 Ω	±(8% v.m. + 3 chiffres)
40,0...399,9 Ω	0,1 Ω	
400....1999 Ω	1 Ω	

* Pour la plage 0,000...0,045 Ω l'incertitude n'est pas déterminée.

Mesure de résistance de terre – méthode à deux pinces (2C)

Plage	Résolution	Précision
0,00...19,99 Ω	0,01 Ω	±(10% v.m. + 3 chiffres)
20,0...149,9 Ω	0,1 Ω	±(20% v.m. + 3 chiffres)

Mesure de la résistivité du sol (ρ)

Méthode de mesure: Wenner, $\rho = 2\pi L R_E$

Plage	Résolution	Précision
0,0..199,9 Ωm	0,1 Ωm	Dépend de l'incertitude de base de la mesure R_E pour le système 4P, mais pas moindre de ±1 chiffre.
200..1999 Ωm	1 Ωm	
2,00..19,99 kΩm	0,01 kΩm	
20,0..99,9 kΩm	0,1 kΩm	
100..999 kΩm	1 kΩm	

- distance entre les électrodes de mesure (L): 1...50 m

Mesure de l'impédance de terre – méthode à impulsions (R_E4P⚡)

Plage	Résolution	Précision
0,0...99,9 Ω	0,1 Ω	±(2,5% v.m. + 3 chiffres)
100… 199 Ω	1 Ω	
200…300 Ω[1]	1 Ω[1]	±(5% v.m. + 3 chiffres)[1]

[1] - MRU-200 jusqu'au numéro de série E31441, MRU-200-GPS jusqu'au numéro de série E40435

- forme de l'impulsion de percussion: 4/10 µs, 8/20 µs ou 10/350 µs
- courant de mesure de l'impulsion: environ 1 A
- tension de crête: environ 1500 V

Mesure du courant de fuite, de défaut (RMS)

Plage	Résolution	Précision
0,1..99,9 mA [1]	0,1 mA	±(8% v.m. + 5 chiffres)
100..999 mA [1]	1 mA	±(8% v.m. + 3 chiffres)
1,00..4,99 A [1,2,3,4]	0,01 A	±(5% v.m. + 5 chiffres) [1,3,4] non déterminée [2] non déterminée pour 0..2 A [3] non déterminée pour 0..1 A [4]
5,00..9,99 A[1,2,3,4]	0,01 A	±(5% v.m. + 5 chiffres)
10,0..99,9 A[1,2,3,4]	0,1 A	
100 … 300 A[1,2,3,4]	1 A	

[1] – pince de courant (diamètre 52 mm) – C-3
[2] – pince de courant flexible – série F
[3] – pince de courant flexible – FS-2
[4] – pince de courant flexible – FSX-3

- plage de fréquences: 45...400 Hz

10.2 Autres données techniques

a) type d'isolation selon EN 61010-1et IEC 61557 ..... double
b) catégorie de mesure selon la norme EN 61010-1 (pour 2000 m n.f.) ..... IV 300 V
c) degré de protection du boîtier selon la norme EN 60529 ..... IP54
d) tension maximale d'interférences AC + DC, avec laquelle la mesure est effectuée ..... 24 V
e) tension d'interférences maximale mesurée ..... 100 V
f) courant d'interférences maximal, avec lequel la mesure de la résistance de terre avec pinces est effectuée ..... 3 A RMS
g) fréquence du courant de mesure ..... 125 Hz pour réseau 16 2/3 Hz, 50 Hz, 400 Hz, et 150 Hz pour réseau 60 Hz
h) tension et courant de mesure pour 2P ..... U < 24 V RMS, I ≥ 200 mA pour R ≤ 2 Ω
i) tension de mesure pour R_E3P, R_E 4P ..... 25 V ou 50 V
j) courant de mesure (de court-circuit) pour R_E3P, R_E4P ..... >200 mA
k) résistance maximale des électrodes auxiliaires ..... 20 kΩ
l) signalisation du courant de pince trop petit ..... ≤0,5 mA
m) alimentation du multimètre ..... paquet de batteries type SONEL NiMH 4,8V 4,2 Ah
n) paramètres de l'adaptateur chargeur de batteries ..... 100 V…240 V, 50 Hz…60 Hz
o) nombre de mesures pour 2P ..... >1500 (1Ω, 2 mesures/minute)
p) nombre de mesures pour R_E3P, R_E4P ..... > 1200 (R_E=10 Ω, R_H=R_S=100 Ω, 2 mesures/minute)
q) durée de la mesure de la résistance avec la méthode bipolaire ..... <6 s
r) durée de la mesure de la résistance et de la résistivité avec les autres méthodes ..... <8 s
s) MRU-200-GPS précision de la mesure de la position GPS (dans de bonnes conditions météorologiques et avec la visibilité des satellites) ..... 3 m (50%CEP)
t) dimensions ..... 288 x 223 x 75 mm
u) poids du multimètre avec batteries ..... env.2 kg
v) température de travail ..... -10..+50°C
w) plage des températures permettant de commencer le chargement de la batterie ..... +10°C à +35°C
x) températures avec lesquelles le chargement est interrompu .... en-dessous de +5 °C et à partir de +50 °C (inclus)
y) température de référence ..... 23 ±2°C
z) température de stockage ..... -20..+80°C
aa) humidité relative ..... 20..90%
bb) humidité relative nominale ..... 40..60%
cc) Altitude (au-dessus du niveau de la mer) ..... ≤2000 m*
dd) standard de qualité ..... projet et fabrication conformément à ISO 9001
ee) le produit satisfait aux exigences de EMC, conformément aux normes suivantes ..... EN 61326-1 et EN 61326-2-2

NOTA
*** Information sur l'utilisation de l'appareil de mesure à l'altitude de 2000 mètres jusqu'à 5000 mètres au-dessus du niveau de la mer**

Pour les entrées de tension E, ES, S, H il faut supposer que la catégorie de mesure est abaissée jusqu'à la valeur CAT III 300 V par rapport au sol (au maximum 300 V entre les entrées de tension) ou CAT IV 150 V par rapport au sol (au maximum 150 V entre les entrées de tension). Les marquages et symboles placés sur l'appareil doivent être considérés comme obligatoires lors de son utilisation à une altitude inférieure à 2000 m.

Déclaration de conformité EN 55022
Le MRU-200 / MRU-200-GPS est un produit de classe A. Dans un environnement domestique, ce produit peut provoquer des interférences radio, auquel cas l'utilisateur peut être tenu de prendre des mesures adéquates.

10.3 Données supplémentaires

Les données sur les incertitudes additionnelles sont utilisées en particulier pour les mesures dans des conditions hors standard et pour les étalonnages dans des laboratoires de mesures.

10.3.1 Impact de la tension d'interférence en série U_Z sur la mesure de la résistance pour les fonctions R_E3P, R_E4P, R_E3P+C

R	Incertitude additionnelle [Ω]
0,000…3,999 Ω	$\pm(25\cdot10^{-4}\cdot R_E+2\cdot10^{-4}\cdot\frac{U_z}{R_E})\cdot U_z$
>3,999 Ω	$\pm(5\cdot10^{-4}\cdot R_E+2\cdot10^{-2})\cdot U_z$

10.3.2 Impact de la tension d'interférence en série U_Z sur la mesure de la résistance pour la fonction de résistivité du sol (ρ)

$$\Delta_{add}\,[\Omega] = \pm 2{,}5\cdot(10^{-3}\cdot R_E+10^{-6}\cdot R_H\cdot U_Z)\cdot U_Z\,,$$

$$\text{où } R_E=\frac{\rho}{2\cdot\pi\cdot L}$$

10.3.3 Impact des électrodes auxiliaires sur la mesure de la résistance de la prise de terre pour les fonctions R_E3P, R_E4P, R_E3P+C

R_E	R_H,R_S	Incertitude additionnelle [%]
0,000… …3,999Ω	$R_H \le 500\Omega$ et $R_S \le 500\Omega$	en termes de précision
	$R_H > 500\Omega$ ou $R_S > 500\Omega$ ou R_H et $R_S > 500\ \Omega$	$\pm(\frac{R_S}{R_S+10^6}\cdot200+\frac{R_H^{\ 2}}{R_E\cdot R_H+200}\cdot5\cdot10^{-3}+(1+\frac{1}{R_E})\cdot R_H\cdot4\cdot10^{-4})$
>3,999Ω	$R_H \le 1\ k\Omega$ et $R_S \le 1\ k\Omega$	en termes de précision
	$R_H > 1\ k\Omega$ ou $R_S > 1\ k\Omega$ ou R_H et $R_S > 1\ k\Omega$	$\pm(\frac{R_S}{R_S+10^6}\cdot200+\frac{R_H^{\ 2}}{R_E\cdot R_H+200}\cdot5\cdot10^{-3}+R_H\cdot4\cdot10^{-4})$

R_E[Ω], R_S[Ω] et R_H[Ω] sont des valeurs affichées par l'appareil.

Pour les mesures avec adaptateur ERP-1

R_E	R_H,R_S	Incertitude additionnelle pour U = 25 V [%]
0,000 Ω ..3,999 Ω	$R_H \le 500\ \Omega$ et $R_S \le 500\ \Omega$	en termes de précision
	$R_H > 500\ \Omega$ ou $R_S > 500\ \Omega$ ou R_H et $R_S > 500\ \Omega$	$\pm(\frac{R_S}{R_S+10^6}\cdot200+\frac{R_H^{\ 2}}{R_E\cdot R_H+200}\cdot5\cdot10^{-3}+(1+\frac{1}{R_E})\cdot R_H\cdot4\cdot10^{-4})$
>3,999 Ω	$R_H \le 1\ k\Omega$ et $R_S \le 1\ k\Omega$	en termes de précision
	$R_H > 1\ k\Omega$ ou $R_S > 1\ k\Omega$ ou R_H et $R_S > 1\ k\Omega$	$\pm(\frac{R_S}{R_S+10^6}\cdot200+\frac{R_H^{\ 2}}{R_E\cdot R_H+200}\cdot5\cdot10^{-3}+R_H\cdot20\cdot10^{-4})$

R_E	R_H,R_S	Incertitude additionnelle pour U = 50 V [%]
0,000 Ω ..3,999 Ω	$R_H \le 500\ \Omega$ et $R_S \le 500\ \Omega$	en termes de précision
	$R_H > 500\ \Omega$ ou $R_S > 500\ \Omega$ ou R_H et $R_S > 500\ \Omega$	$\pm(\frac{R_S}{R_S+10^6}\cdot 200+\frac{R_H^{\ 2}}{R_E\cdot R_H+200}\cdot 5\cdot 10^{-3}+(1+\frac{1}{R_E})\cdot R_H\cdot 4\cdot 10^{-4})$
>3,999 Ω	$R_H \le 1\ k\Omega$ et $R_S \le 1\ k\Omega$	en termes de précision
	$R_H > 1\ k\Omega$ ou $R_S > 1\ k\Omega$ ou R_H et $R_S > 1\ k\Omega$	$\pm(\frac{R_S}{R_S+10^6}\cdot 200+\frac{R_H^{\ 2}}{R_E\cdot R_H+200}\cdot 5\cdot 10^{-3}+R_H\cdot 15\cdot 10^{-4})$

R_E[Ω], R_S[Ω] et R_H[Ω] sont des valeurs affichées par l'appareil.

10.3.4 Impact des électrodes auxiliaires sur la mesure de la résistance de la prise de terre pour la fonction de résistivité du sol (ρ)

Incertitude [%]
$\pm(\frac{R_H\cdot(R_S+30000\Omega)}{R_E}\cdot 3{,}2\cdot 10^{-7}+4\cdot 10^{-4}\cdot\sqrt{R_H^{\ 2}+R_S^{\ 2}})$

R_E[Ω], R_S[Ω] et R_H[Ω] sont des valeurs affichées par l'appareil.

10.3.5 Impact des électrodes auxiliaires sur la mesure de l'impédance de la prise de terre par méthode à impulsions (R_E4P ϟ)

R_H	Z_E	Incertitude [%]
$R_H \le 150\ \Omega$	0,0…199 Ω	en termes de précision
$R_H > 150\ \Omega$	0,0…4,9 Ω	$\pm(\frac{R_H-100}{Z_E}\cdot 4\cdot 10^{-2})$
	5,0…199 Ω[1] 5,0…300 Ω[2]	$\pm((R_H-100)\cdot 7\cdot 10^{-3})$

[1] - MRU-200 jusqu'au numéro de série E31440, MRU-200-GPS jusqu'au numéro de série E40434
[2] - MRU-200 jusqu'au numéro de série E31441, MRU-200-GPS jusqu'au numéro de série E40435
Z_E[Ω] et R_H[Ω] sont des valeurs affichées par l'appareil.

10.3.6 Impact du courant d'interférence I_Z sur le résultat de la mesure de la résistance de terre par méthode tripolaire avec pinces supplémentaires (R_E3P+C)

Le multimètre MRU-200 / MRU-200-GPS peut effectuer des mesures en présence d'un courant d'interférence ne dépassant pas 3 A RMS et dont la fréquence est conforme à celle qui a été réglée dans le MENU.

R_E	U_{wy}	Incertitude [Ω]
≤50Ω	25V	$\pm(5\cdot 10^{-3}\cdot R_E\cdot I_{zakl}^{\ 2})$
	50V	$\pm(2{,}5\cdot 10^{-3}\cdot R_E\cdot I_{zakl}^{\ 2})$
>50Ω	25V	$\pm(70\cdot 10^{-6}\cdot R_E^{\ 2}\cdot I_{zakl}^{\ 2})$
	50V	$\pm(50\cdot 10^{-6}\cdot R_E^{\ 2}\cdot I_{zakl}^{\ 2})$

Si la valeur du courant d'interférence dépasse 3 A, la possibilité de mesurer est bloquée.

10.3.7 Impact du courant d'interférence sur le résultat de la mesure de résistance de terre par méthode à deux pinces (2C)

Le multimètre MRU-200 peut effectuer des mesures en présence d'un courant d'interférence ne dépassant pas 3A rms et dont la fréquence est conforme à celle qui a été réglée dans le MENU.

R_E	Incertitude [Ω]
0,00...4,99 Ω	en termes de précision
5,00...19,9 Ω	$\pm(5\cdot10^{-3}\cdot R_E^{\ 2}\cdot I_{zakl}^{\ 3})$
20,0...149,9 Ω	$\pm(6\cdot10^{-2}\cdot R_E^{\ 2}\cdot I_{zakl}^{\ 3})$

Si la valeur du courant d'interférence dépasse 3A, la possibilité de mesurer est bloquée.

10.3.8 Impact du rapport de la résistance mesurée avec une pince de la branche de la mise à la terre multiple sur la résistance résultante (R_E3P+C)

R_C	Incertitude [Ω]
≤99,9 Ω	$\pm(3\cdot10^{-3}\cdot\frac{R_C}{R_w^{\ 2}})$
>99,9 Ω	$\pm(6\cdot10^{-2}\cdot\frac{R_C}{R_w^{\ 2}})$

R_C[Ω] est la valeur de la résistance mesurée avec une pince de la branche affichée par l'appareil, et R_W[Ω] est la valeur de la résistance résultante de la mise à la terre multiple.

10.3.9 Incertitudes additionnelles selon IEC 61557-4 (2P)

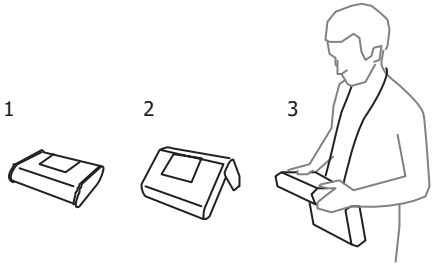
Paramètre affectant	Symbole	Incertitude additionnelle	
Emplacement	E_1	0%	
Valeur de la tension d'alimentation	E_2	0% (**BAT** non affiché)	
Température	E_3	R ≤ 3,999 Ω	±0,3 chiffres/°C
		R > 3,999 Ω et < 1 kΩ	±0,2 chiffres/°C
		R ≥ 1 kΩ	±0,07%/°C ±0,2 chiffres/°C

10.3.10 Incertitude additionnelle selon IEC 61557-5 (R_E3P, R_E4P, R_E3P+C)

Paramètre affectant	Symbole	incertitude additionnelle	
Emplacement	E_1	0%	
Valeur de la tension d'alimentation	E_2	0% (**BAT** non affiché)	
Température	E_3	R≤3,999 Ω	±0,3 cyfry/°C
		R>3,999Ω et < 1 kΩ	±0,2 chiffres/°C
		R ≥ 1 kΩ	±0,07%/°C ±0,2 chiffres/°C
Tension d'interférence en série	E_4	Selon la formule en 10.2.1 (U_Z=3 V 50/60/400/16 2/3 Hz)	
La résistance des électrodes et des prises de terre auxiliaires	E_5	Selon la formule en 10.2.3	

11 Position du couvercle du multimètre

Le couvercle mobile permet d'utiliser l'appareil de mesure dans différentes positions.



1 – Couvercle en dessous de l'appareil
2 – Couvercle servant de support
3 – Couvercle en position permettant d'utiliser confortablement le multimètre transporté au cou avec le harnais

12 Fabricant

Le fabricant de l'appareil assurant le service garantie et après garantie :

SONEL S.A.
Wokulskiego 11
58-100 Świdnica
Pologne
Tél. +48 74 884 10 53 (Service clientèle)
E-mail: customerservice@sonel.com
Internet: www.sonel.com

Remarque:
Les réparations de service doivent être effectuées uniquement par le fabricant.

REMARQUES

SONEL S.A.
Wokulskiego 11
58-100 Świdnica
Pologne

Service clientèle
Tél. +48 74 884 10 53
E-mail: customerservice@sonel.com

www.sonel.com