

Zeitschrift: Technische Mitteilungen / Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe = Bulletin technique / Entreprise des postes, téléphones et télégraphes suisses = Bollettino tecnico / Azienda delle poste, dei telefoni e dei telegrafi svizzeri

Herausgeber: Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe

Band: 27 (1949)

Heft: 1

Artikel: Die Messung von Erdwiderständen = La mesure des résistances de terre

Autor: Engel, Hermann

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-876374>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 30.04.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

bandes nach oben gleichzeitig auch die Ansprüche für eine gute Wiedergabe der tiefen Frequenzen steigen lässt. Der Zusammenhang zwischen der subjektiv empfundenen Qualität und dem übertragenen Frequenzbereich ist jedoch komplex und noch nicht eindeutig bekannt. Wie eingangs bemerkt, soll auf diese Fragen hier nicht eingegangen werden.

Die Fig. 16 zeigt eine weitere Konstruktion eines koaxialen Lautsprechers. Vor dem Hochtön-Lautsprecher befindet sich ausserdem ein Multizellularhorn, das zur bessern Verteilung der hohen Töne dient. Dass es sich hier um eine gute Lösung des Lautsprecherproblems handelt, geht aus dem bis zu 10 000 Hz noch guten Polardiagramm hervor (Fig. 17). Bei 13 000 Hz macht sich dann allerdings ein starker Richteffekt bemerkbar, wobei auch der Einfluss der Schallverteilerzellen deutlich zu erkennen ist. Der koaxiale Kombinationslautsprecher ermöglicht es also, Empfänger zu bauen, die das bis auf 15 kHz erweiterte Frequenzband auch wirklich wiedergeben.

Zusammenfassung

Der Rundspruch mit frequenzmodulierten Ultraschwellen bietet die Möglichkeit, ein beliebig breites Tonfrequenzband zu übertragen, so dass der ganze Frequenzumfang des menschlichen Ohres, der bis etwa 15 kHz reicht, ausgenutzt werden kann. Die vorliegenden Untersuchungen zeigen, dass die dazu notwendigen Mikrophone, Verstärker und Leitungen vorhanden sind und dass auch die Raumakustik der Studios den höhern Anforderungen genügt. Die schwierigsten Probleme stellt der Lautsprecher im Empfänger, die im koaxialen Kombinationslautsprecher eine brauchbare Lösung gefunden haben. Es ist unerlässlich, die FM-UKW-Empfänger mit Speziallautsprechern auszurüsten, selbst wenn daraus eine beträchtliche Verteuerung der Geräte resultieren sollte, da sonst auch der ganze übrige Aufwand nutzlos wird.

Die Messung von Erdwiderständen

Von *Hermann Engel*, Bern

621.317.331:621.316.99

Zusammenfassung. Neben der bekannten Methode mit Erdsonden werden einige neue Messmöglichkeiten beschrieben, bei denen die Messung mit Netzwechselstrom besondere Vorteile bietet.

Ein grosser Teil der Teilnehmerschaltungen hat in irgend einer Weise Beziehung zur Erde, sei es als Schutzterde (Blitzschutz bei oberirdischer Leitung) oder als Betriebserde bei Telephonrundspruch, Gebührenmeldern, Gesellschaftsanschlüssen, Kleinautomaten usw. Die Installationsvorschriften der PTT-Verwaltung tragen dieser Tatsache Rechnung durch die Bestimmung, dass der Erdübergangswiderstand 20 bzw. 50 Ohm nicht übersteigen dürfe. Diese Bestimmung ist bei der Erstellung einer Anlage zu

reproduction des sons bas sont augmentées. Le rapport entre la qualité, sensation subjective, et la gamme de fréquences transmise est cependant complexe et encore peu connu. Comme nous l'avons dit au début, nous ne traiterons pas ces questions ici.

La figure 16 montre une autre réalisation d'un haut-parleur coaxial. Devant le haut-parleur pour sons aigus est placé un cornet multicellulaire servant à mieux les répartir. Le problème du haut-parleur est très bien résolu de cette manière, puisque le diagramme polaire est encore favorable jusqu'à la fréquence de 10 000 c/s (fig. 17). Toutefois, à la fréquence de 13 000 c/s il se manifeste un fort effet directif, dans lequel on reconnaît clairement l'influence des cellules répartissant les sons. Le haut-parleur combiné coaxial permet ainsi la construction de récepteurs reproduisant réellement la bande de fréquences élargie à 15 kc/s.

Résumé

La radiodiffusion par ondes ultra-courtes permet de transmettre une bande de fréquences audibles aussi large qu'on le désire, et d'utiliser toute la faculté de perception de l'oreille humaine, qui va jusqu'à la fréquence de 15 kc/s environ. Les essais effectués montrent qu'on dispose déjà des microphones, amplificateurs et circuits nécessaires et que l'acoustique des studios satisfait aux exigences les plus élevées de cette technique. Le problème le plus difficile à résoudre est celui des haut-parleurs; cependant le haut-parleur combiné coaxial donne déjà des résultats satisfaisants. Il est indispensable que les récepteurs d'ondes ultra-courtes à haute fidélité soient équipés de haut-parleurs spéciaux, même si leur prix en est augmenté de manière appréciable, car autrement toute la dépense faite pour ces récepteurs l'est en pure perte.

La mesure des résistances de terre

Par *Hermann Engel*, Berne

621.317.331:621.316.99

Résumé. L'auteur décrit ici, outre la méthode bien connue de la mesure à l'aide de piquets de terre, de nouvelles méthodes, parmi lesquelles celle qui utilise le courant alternatif du secteur présente des avantages particuliers.

Une grande partie des installations d'abonnés sont d'une manière quelconque en relation avec la terre, soit que celle-ci fonctionne comme terre de protection (parafoudre sur les lignes aériennes), soit qu'elle soit prise comme terre de service (télédiffusion, indicateurs de taxe, raccordements collectifs, petits automates, etc.). Les prescriptions de montage de l'administration des P.T.T. tiennent compte de ce fait en disposant que la résistance de passage à la terre ne doit pas dépasser 20, respectivement 50 ohms.

beachten und deren Widerstand in der Folge alle sechs Jahre zu kontrollieren.

Erdwiderstand

Die Messung des Erdwiderstandes an sich ist eine einfache Angelegenheit und längst bekannt. Im Prinzip wird dabei jener Widerstand gesucht, der bei einem bestimmten Strom denselben Spannungsabfall erzeugt, wie der zu messende Uebergangswiderstand der Erdelektrode. Um von der Polarisation und fremden Strömen unabhängig zu sein, wird ein Wechselstrom kleiner Frequenz in einem Handgenerator erzeugt. In der nachstehenden Skizze ist die Schaltung der bisher innerhalb der Telegraphen- und Telefonverwaltung gebräuchlichen Erdungsmesser wiedergegeben.

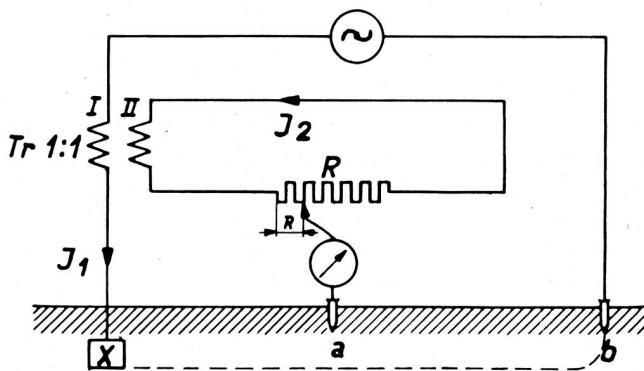


Fig. 1. Schaltung zur Messung des Erdwiderstandes mit Sonden und Handgenerator
Schéma utilisé pour mesurer la résistance de terre à l'aide de piquets et d'un générateur à main

Ein Handgenerator liefert einen Strom J_1 , der über die Stromwandlerwicklung I und das Erdreich fließt. Ein Sekundärstrom J_2 fließt über einen Eichwiderstand R. Der Uebergangswiderstand verursacht einen Spannungsabfall von der Grösse $J_1 \cdot R_x$ Volt. Im Sekundärkreis entsteht ein Spannungsabfall $J_2 \cdot R$. Verschiebt man den Abgriff so lange, bis das Instrument stromlos wird, so gilt

$$J_1 \cdot R_x = J_2 \cdot R'$$

Durch die Verwendung eines Transformators mit dem Uebersetzungsverhältnis 1 : 1 wird $J_1 = J_2$, so dass der Erdübergangswiderstand $R_x = R'$ wird. Die Uebergangswiderstände der Hilfssonden spielen dabei keine Rolle. Zu beachten ist, dass die Erdpfähle unter sich und vom Messobjekt ungefähr 10...15 Meter voneinander entfernt gesetzt werden. Bei Missachtung dieser Empfehlung läuft man Gefahr eine Fehlmessung vorzunehmen, da die Uebergangswiderstände erst in einer gewissen Entfernung der Erde konstante Werte annehmen. Die Ursache ist leicht zu erkennen: In der nächsten Umgebung des Erders sind die Stromausbreitungsmöglichkeiten auf dessen Berührungsflächen mit leitendem Erdreich reduziert, während in einiger Entfernung der nahezu unendliche, grosse Querschnitt zur Verfügung steht.

Il convient de veiller à ce point en établissant une installation et de vérifier la résistance de passage à la terre tous les six ans.

Résistance de terre

La mesure de la résistance de terre est une opération très simple connue depuis longtemps. En principe, il s'agit de déterminer la résistance qui, pour un courant donné, provoque la même chute de tension que la résistance de passage de l'électrode de terre à mesurer. Pour n'être pas gêné par la polarisation et les courants étrangers, on se sert d'un courant alternatif de très basse fréquence produit par un générateur à main. Le schéma de l'instrument utilisé jusqu'ici par l'administration des télégraphes et des téléphones suisses pour mesurer les résistances de terre est reproduit à la figure 1.

Un générateur à main donne un courant J_1 , qui se rend à la terre en passant par l'enroulement I d'un transformateur d'intensité. Un courant secondaire circule dans la résistance réglable R. La résistance de passage à la terre provoque une chute de tension égale à $J_1 \cdot R_x$, exprimée en volts. Dans le circuit secondaire se produit une chute de tension égale à $J_2 \cdot R$. Si l'on fait varier la résistance jusqu'à ce que l'instrument ne reçoive plus de courant, on aura la relation

$$J_1 \cdot R_x = J_2 \cdot R'$$

Si l'on emploie un transformateur dont le rapport de transformation est de 1 : 1, J_1 est égal à J_2 ; la résistance de terre R_x est ainsi égale à R' . La résistance de passage des piquets de terre ne joue ici aucun rôle. Il faut veiller toutefois à ce que ces piquets soient éloignés l'un de l'autre et de l'objet à mesurer d'au moins 10 à 15 mètres. Si cette recommandation n'est pas observée, on court le risque de faire une mesure fautive, car les résistances de passage à la terre n'ont une valeur constante qu'à une certaine distance. Ce fait est facile à expliquer: à proximité immédiate du piquet ou de l'électrode de terre, les possibilités de propagation du courant entre les surfaces de contact et la terre conductrice sont réduites, tandis qu'à une certaine distance le courant dispose de l'immense section de la terre.

Pour ne pas compliquer le dessin, nous n'avons pas représenté à la figure 1 un condensateur servant à fermer le passage au courant continu, ni un redresseur mécanique adjoint à l'instrument de mesure. Ce redresseur consiste en un commutateur fixé sur l'axe du générateur de manière que même si le mouvement est irrégulier, un bon redressement soit assuré.

La méthode décrite brièvement ci-dessus a donné de bons résultats dès le début et serait d'une grande utilité également à l'administration des télégraphes et des téléphones si

- on pouvait faire les mesures sans utiliser de piquets de terre, et
- tout l'équipement était un peu moins lourd.

Zur Vereinfachung der Darstellung wurde in Figur 1 ein Kondensator zur Sperrung von Fremdgleichstrom weggelassen, ebenso ein mechanischer Gleichrichter im Anzeiginstrument. Dieser besteht in einem Kommutator auf der Achse des Handgenerators, so dass auch bei unregelmässiger Drehzahl eine selektive Gleichrichtung gewährleistet ist.

Diese kurz beschriebene Methode hat sich seit langem bewährt und würde auch der Telegraphen- und Telefonverwaltung dienen, wenn

- die Messungen ohne Sonden durchgeführt werden könnten, und
- das Gewicht der Messausrüstung etwas geringer wäre.

Die Messung mit Sonden oder Erdpfählen begegnet heute in städtischen Verhältnissen Schwierigkeiten. Das Einschlagen von Erdpfählen wird in der asphaltierten Umgebung eines Hauses unmöglich. Ferner ist das Gewicht des Erdmessers, eingerechnet Generator, Sonden und Drahtspindel, derart hoch, dass die Messeinrichtung von unserem Personal nicht ohne Störungswagen zum übrigen Werkzeug mitgenommen werden kann.

Nachdem das Bedürfnis nach einer anderen, zweckdienlicheren Methode vorhanden ist, sind im nachfolgenden einige Betrachtungen über vorhandene Möglichkeiten angestellt.

a) Messung vom Prüftisch aus

Im allgemeinen kann der Widerstand einer Schlaufe vom Prüftisch aus genau und bequem gemessen werden, so dass die Annahme naheliegt, auch den Erdwiderstand von hier aus messen zu können. Es zeigt sich aber bald, dass dies nicht zutrifft. Die Ursache des Versagens liegt in der Erdpotentialdifferenz zwischen Prüftisch und Messobjekt. Statt einer Widerstandsmessung wird teilweise eine Spannungsmessung. Eine Verbesserung kann erzielt werden durch die Verwendung einer Wechselstromquelle und einer selektiven Gleichrichtung des Meßstromes. Eine Anlage dieser Art ist zur Zeit in der Telephondirektion Bern in Vorbereitung (Fig. 2).

Messung I, Schlaufenwiderstand W_s

Messung II, Erdwiderstand $W_E = \text{Messung II} - \frac{W_s}{4}$

b) Messung beim Teilnehmer

Die Lösung, nach welcher der Erdwiderstand vom Prüftisch aus gemessen wird, setzt voraus, dass auch die Teilnehmereinrichtungen der Netzgruppe von einer zentralen Stelle gemessen werden können. Da dies aber nicht überall der Fall ist, besteht ausserdem ein Bedürfnis nach einer praktischen Messmöglichkeit beim Teilnehmer. In einfacher Weise kann dies durch die Verwendung von Amtserde und Amtsbatterie geschehen. Durch die Parallelschaltung der Teilnehmererde mit der Zentralenerde entsteht eine Stromreduktion gegen die Zentralenerde hin, die um so grösser sein wird, je besser die zu messende Erde

La mesure à l'aide de piquets de terre ne va pas aujourd'hui sans difficultés dans les villes. Il est impossible de planter des piquets dans le sol asphalté. En outre, l'équipement avec le générateur, les piquets et la bobine de fil est d'un poids si élevé qu'il est impossible de le transporter avec les autres outils sans recourir à la fourgonnette des dérangements.

La nécessité d'une autre méthode plus rationnelle s'étant fait sentir, nous donnons ci-dessous quelques explications sur les possibilités qui se présentent.

a) Mesure au pupitre d'essai

En général, on peut, du pupitre d'essai, mesurer facilement de manière exacte la résistance d'un lacet. On a donc pensé qu'il était aisé de faire de même pour la résistance de terre. Cette supposition était cependant erronée. L'impraticabilité de cette méthode est due à la différence de potentiel de terre entre le pupitre d'essai et l'objet à mesurer. Au lieu d'une mesure de la résistance, on obtient, du moins partiellement, une mesure de la tension. Il est cependant possible d'améliorer ce résultat en employant un courant alternatif et un redresseur sélectif. Une installation de ce genre est actuellement en préparation à la direction des téléphones de Berne (fig. 2).

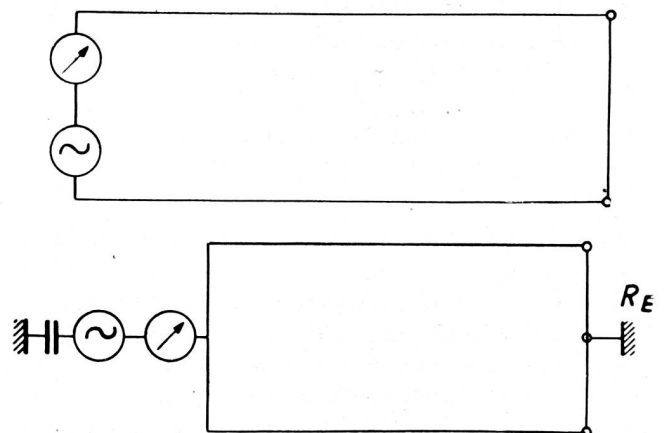


Fig. 2. Schaltung zur Messung des Erdwiderstandes mit Wechselstrom vom Prüftisch

a = Messung des Widerstandes der ungeerdeten Schlaufe;

b = Messung des Widerstandes der geerdeten Schlaufe

Schéma utilisé pour mesurer la résistance de terre, depuis le pupitre d'essai, au moyen de courant alternatif

a. Mesure de la résistance du lacet non mis à la terre;

b. Mesure de la résistance du lacet mis à la terre

Mesure I, résistance d'un lacet W_s

Mesure II, résistance de terre $W_E = \text{mesure II} - \frac{W_s}{4}$

b) Mesure chez l'abonné

Le moyen que nous venons de décrire n'est applicable aux installations d'abonnés de tout le groupe de réseaux que si celles-ci peuvent être mesurées à partir d'un point central. Comme ce n'est pas le cas partout, il est nécessaire aussi de pouvoir procéder à la mesure chez l'abonné. On peut pour cela se servir

ist. Diese Reduktion dient als Mass für die Grösse des Widerstandes. In den meisten Fällen bewährt sich diese Methode sehr gut, versagt aber sofort bei Erdpotentialdifferenzen. Dies wäre an sich nicht besonders schlimm, da in diesem Falle die Messung mit anderen Mitteln durchgeführt werden kann. Weit unangenehmer ist die Tatsache, dass in den wenigsten Fällen diese Fehlmessung als solche erkannt wird. Bei dem vielfachen Einfluss von Fremdströmen (zum Beispiel Tramströmen) darf dies nicht vernachlässigt werden, weil sich sonst allzu viele Trugschlüsse einschleichen. Andererseits ist die Einfachheit der Messung so verlockend, dass im folgenden eine Schaltung besprochen wird, die sich in der Praxis auch bei Fremdstrom bewährt hat.

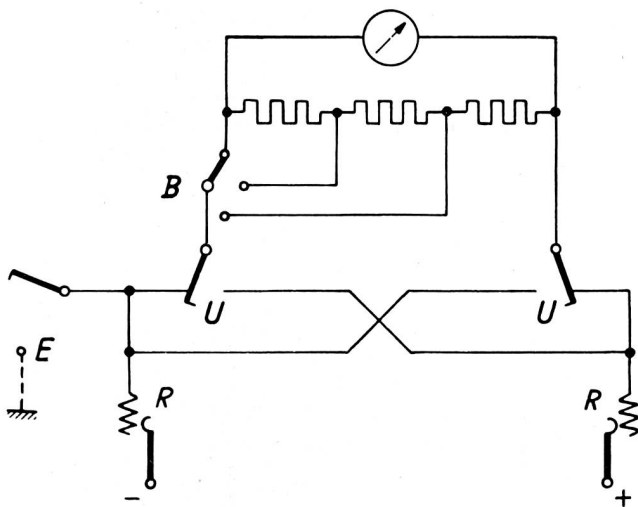


Fig. 3. Schaltung zur Messung des Erdwiderstandes mit Gleichstrom aus der Zentrale
Schéma utilisé pour mesurer la résistance de terre à l'aide du courant continu du central

Die a- und b-Leitung sind an die Anschlüsse — und +, die zu messende Erde an E gelegt. Die Widerstände R werden symmetrisch verschoben bis das mA-Meter einen Eichwert von zum Beispiel 30 mA anzeigt. Dadurch wird die Leitung auf einen bestimmten Maximalwert verlängert. Durch das Umliegen des Erdschlüssels erfährt das Instrument eine Shuntung. Je besser die Erde, um so geringer ist natürlich der Ausschlag. Der Widerstand kann entweder aus einer Tabelle, Eichkurve oder direkt von der Instrumentenskala abgelesen werden, sofern kein Fremdstrom vorhanden ist. Dies trifft zu, wenn bei abgetrennter Batterieleitung und geschlossenem Erdschlüssel kein Ausschlag festgestellt wird. Im andern Falle ist die Messung falsch. Sie kann aber durch die Messung des Fremdstromes richtiggestellt werden. Dieser kann sich in verschiedener Art bemerkbar machen:

a) der Fremdstrom ist dem Zentralen- oder Messstrom gleichgerichtet. Dies ist der Fall, wenn die zu messende Erde ein positives Potential aufweist;

de la batterie et de la terre du central. En connectant en parallèle la terre de l'installation d'abonné et la terre du central, on réduit le courant contre la terre du central; la réduction est d'autant plus grande que la terre à mesurer est meilleure, elle sert ainsi de mesure de la résistance. Cette méthode s'est révélée excellente dans la plupart des cas, mais elle est impraticable si les potentiels de terre sont différents. Cela ne serait pas autrement grave, car dans ce cas la mesure peut être faite par d'autres moyens. Ce qui est plus ennuyeux, c'est que dans la plupart des cas il est impossible de reconnaître que la mesure est fautive. Etant donnée l'influence fréquente de courants perturbateurs (courants de tramway par exemple), on ne peut négliger ces erreurs sans risquer d'arriver à de fausses conclusions. Mais d'autre part, cette méthode de mesure est si simple et si pratique que nous décrivons ci-après un schéma qui a donné de bons résultats même en la présence de courants perturbateurs.

Les fils a et b sont connectés aux bornes — et +, la terre à mesurer à la borne E. On fait varier symétriquement les résistances R jusqu'à ce que le milliampèremètre indique par exemple un courant de 30 mA. La ligne est ainsi prolongée jusqu'à une certaine valeur maximum. Lorsqu'on manœuvre la clé de terre, l'instrument est shunté. Meilleure est la terre, plus petite est naturellement la déviation de l'aiguille. La résistance correspondant à la déviation est indiquée par un tableau, par la courbe de réglage ou par l'échelle de l'instrument lui-même. La mesure est exacte s'il n'y a pas de courant perturbateur, c'est-à-dire si l'aiguille ne dévie pas lorsque la ligne de batterie est déconnectée et la clé de terre poussée. Si ce n'est pas le cas, la mesure est fautive. On peut cependant la rectifier en mesurant le courant perturbateur lui-même, lequel peut se manifester de plusieurs manières:

- le courant perturbateur est de même sens que le courant du central ou le courant servant à la mesure. C'est le cas lorsque la terre à mesurer présente un potentiel positif;
- le courant perturbateur est de sens contraire au courant du central. La terre à mesurer présente un potentiel négatif;
- le courant perturbateur est plus faible que le courant servant à la mesure;
- le courant perturbateur est plus fort que le courant servant à la mesure.

On mesure le courant perturbateur en déconnectant les fils amenant le courant du central et en plaçant l'instrument entre deux terres différentes. Comme, dans ce cas, il n'y a souvent pas de courant ou seulement un courant très faible, on doit pouvoir adapter l'instrument en changeant les gammes de mesure.

Suivant le cas, la valeur de la résistance est la somme ou la différence des deux résultats. C'est la somme lorsque la polarité doit être inversée pour faire

- b) der Fremdstrom ist dem Zentralenstrom entgegen-gerichtet. Die zu messende Erde hat ein negatives Potential;
- c) der Fremdstrom ist kleiner als der Meßstrom;
- d) der Fremdstrom ist grösser als der Meßstrom.

Wie bereits erwähnt, besteht die Messung des Fremdstromes darin, dass der Zentralenstrom abgetrennt und das Messgerät zwischen zwei verschiedene Erden gelegt wird. Da in diesem Falle meistens kein oder nur ein geringer Strom gemessen wird, muss das Messinstrument durch eine Umschaltung der Messbereiche angepasst werden können.

Der massgebende Wert zur Bestimmung des Widerstandes ist entweder die Summe oder die Differenz beider Ablesungen. Er ist die Summe, wenn die Polarität zwischen beiden Ablesungen gewechselt werden muss, und die Differenz, wenn beide Ablesungen in gleicher Schlüsselstellung vorgenommen werden können.

Eine Reihe vergleichender Messungen mit der Sonden- und Gleichstrommethode in Gebieten mit Bahnstromeinflüssen haben übereinstimmende Resultate ergeben und damit die Brauchbarkeit der eben beschriebenen Methode bestätigt. Fig. 4 zeigt die Ausführung eines Musters nach der Schaltung von Fig. 3.

Eine grundlegend andere Methode besteht in der Messung mit Netzwechselstrom. Von der Ueberlegung ausgehend, dass die vorgeschriebene Erde gleichzeitig auch einer Schutzmassnahme gegen Berührung mit Starkstrom entsprechen soll, wird das gefahrverursachende Netz zugleich als Meßstromquelle verwendet. Voraussetzung ist allerdings ein Netz mit geerdetem Nulleiter. Nach den Angaben des SEV entsprechen ungefähr 90 % aller Netze dieser Forderung. Ein kleiner Rest von nicht genullten Netzen wird allmählich verschwinden; zudem dürften diese hauptsächlich noch in Gebieten anzutreffen sein, in denen die üblichen Sondenmessungen noch gut möglich sind.

Der Nulleiter eines Netzes wird normalerweise an vielen Punkten geerdet, so dass er für unsere Zwecke als gute Erde angesprochen werden kann. Der Erdübergangswiderstand, den wir bestimmen wollen, kann deshalb praktisch gegen den Nulleiter gemessen werden.

Der Einfachheit halber wurde vorerst versucht, ein schon vorhandenes Gerät zu finden, das sich für diesen Zweck eignet. Es konnte in der Form des Kurzschlussanzeigers gefunden werden. Setzt man in einem genullten Netz einen Kurzschluss gegen Erde voraus, so muss die Messung des Kurzschlußstromes in einer bestimmten Beziehung zum Erdwiderstand stehen. Versuchsmessungen zeigten die Richtigkeit dieser Annahme, aber gleichzeitig auch, dass bei Spannungsschwankungen eine gewisse Routine bei den Messungen vorausgesetzt werden muss.

la seconde mesure, et la différence lorsque les deux mesures peuvent avoir lieu avec une même position de la clé.

Une série de mesures effectuées à titre de comparaison avec la méthode des piquets de terre et celle du courant continu dans des régions influencées par les courants des chemins de fer ont donné des résultats concordants et confirmé que la méthode décrite ci-dessus peut être employée utilement. La figure 4 montre un modèle d'appareil construit d'après le schéma de la figure 3.

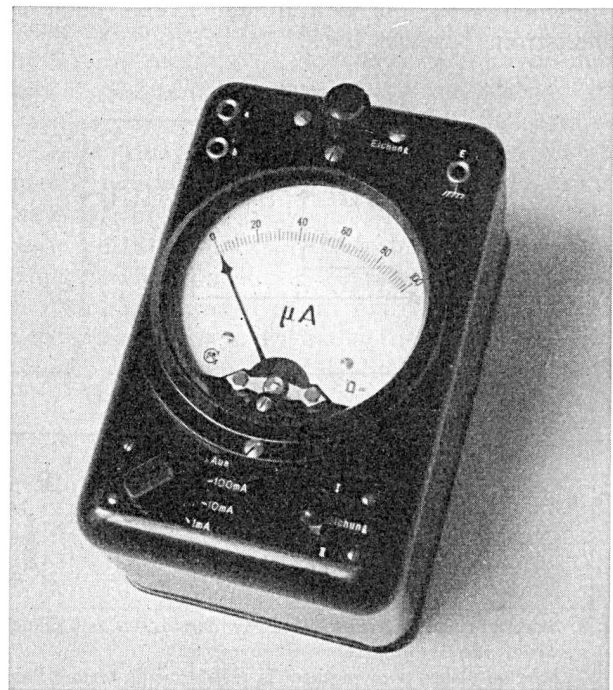


Fig. 4. Gerät nach Schaltung der Fig. 3, ausgeführt durch die Werkstätten der TT-Abteilung
Appareil selon le schéma de la figure 3, construit par les ateliers de la division des T. T.

Une autre méthode foncièrement différente est la mesure à l'aide du courant alternatif du secteur. Partant de cette idée que la connexion à la terre, exigée par les prescriptions, peut être assimilée à un dispositif de protection contre les contacts avec le courant fort, on utilise le secteur qui occasionne le danger comme source de courant pour la mesure. Bien entendu, le secteur doit comporter un conducteur neutre mis à la terre. 90 % des secteurs à courant fort répondent à cette prescription de l'A.S.E. Les autres secteurs sans conducteur neutre disparaîtront peu à peu; du reste ceux qui existent encore desservent des régions dans lesquelles les mesures au moyen de piquets de terre sont encore possibles.

Normalement, le conducteur neutre est mis à la terre en un grand nombre d'endroits; nous pouvons donc le considérer comme une bonne terre et mesurer

Wesentlich sicherer ist die Messung mit der in Figur 5 veranschaulichten Schaltung. Das Gerät wird mittels eines Steckkontaktes einerseits an das Lichtnetz angeschlossen und andererseits mit einer Klemme an die zu messende Erde verbunden. Damit Phase und Nulleiter richtig am Instrument liegen, ist eine Kontrolllampe (in der Figur nicht eingezeichnet) vorzusehen, die aufleuchtet, sobald die Polarität zu wechseln ist. Der veränderliche Gleitwiderstand wird nun so lange verschoben, bis das Instrument Null oder ein Minimum anzeigt. Der gesuchte Erdwiderstand kann dann direkt abgelesen werden.

Mit dieser Messanordnung kann allerdings nicht der Uebergangswiderstand der einen Erde allein gemessen werden, sondern es wird auch der Widerstand des Nullleiters mitgemessen. Da dieser in der Regel sehr klein ist, kann er vernachlässigt werden. Diese Messmethode hat ausserdem den Vorteil, dass damit gleichzeitig eine Netzkontrolle vorgenommen wird, die zur Vermeidung einer allfälligen Gefährdung von Personen wichtig sein kann.

Eine Versuchsausführung des in Figur 6 gezeigten Gerätes ergab die nachstehenden Resultate:

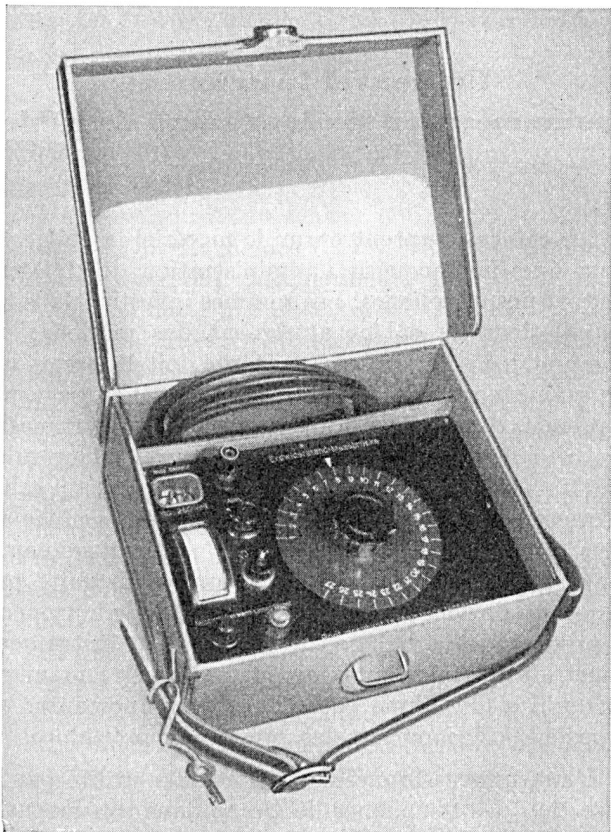


Fig. 6. Gerät nach Schaltung Fig. 5, ausgeführt von der Firma Zellweger, Uster
Appareil selon le schéma de la figure 5, construit par les ateliers Zellweger à Uster

contre lui la résistance de passage à la terre que nous voulons connaître.

Pour plus de simplicité, nous avons d'abord cherché, parmi les appareils existants, un instrument approprié. Nous l'avons trouvé sous la forme de l'indicateur de courts-circuits. S'il y a, dans un secteur avec conducteur neutre, un court-circuit contre la terre, le résultat de la mesure du courant de court-circuit doit avoir une relation déterminée avec la résistance de terre. Des mesures faites à titre d'essai ont confirmé le bien-fondé de cette supposition, mais démontré également qu'une certaine routine est nécessaire si la tension varie.

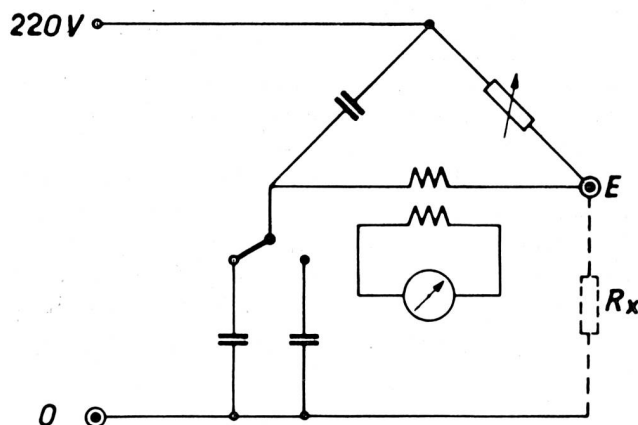


Fig. 5. Schaltung zur Messung des Erdwiderstandes mit Hilfe des Lichtnetzes
Schéma utilisé pour mesurer la résistance de terre au moyen du courant de lumière

La mesure est beaucoup plus sûre si l'on utilise le schéma représenté à la figure 5. L'instrument est connecté d'une part au secteur lumière au moyen d'une prise à fiches, d'autre part à la terre à mesurer par l'intermédiaire d'une borne. Pour que le conducteur de phase et le conducteur neutre soient connectés exactement, on a prévu une lampe de contrôle (non représentée sur la figure) qui brille lorsque la fiche doit être inversée. On fait varier la résistance réglable jusqu'à ce que l'aiguille de l'instrument indique zéro ou un minimum. On peut lire directement la valeur de la résistance de terre.

Il est vrai que la valeur ainsi obtenue ne comprend pas seulement la résistance de passage à la terre, mais aussi la résistance du conducteur neutre. Comme celle-ci est très faible, on peut la négliger. Un autre avantage de cette méthode est qu'on peut vérifier en même temps l'état de la ligne à courant fort et, éventuellement, prévenir des accidents aux personnes ou aux choses.

Des mesures faites au moyen d'un appareil monté à titre d'essai selon la figure 6 ont donné les résultats suivants:

Teilnehmer (alle im Bereich von Gleichstrombahn- Einflüssen)	Sonden- messung Ohm	Messung mit Netzwechselstrom (Zellweger, Uster) Ohm	Abonnés (tous dans la zone d'influence de courants continus des chemins de fer)	Mesure au moyen de piquets de terre ohms	Mesure au moyen du courant alternatif du secteur (Zellweger, Uster) ohms
Carba, Bern 50022	1	1	Carba, Berne 50022	1	1
Melchenbühl 42451	0,7	<1	Melchenbühl 42451	0,7	< 1
Gümligen 72498	52	ca. 54	Gümligen 72498	52	environ 54
Richigen 72104	0,8	<1	Richigen 72104	0,8	< 1
Breichten 72146	7,5	5	Breichten 72146	7,5	5
Boll 72108	2	1	Boll 72108	2	1
Stettlen 71027	0,8	2	Stettlen 71027	0,8	2

Die in der Nähe von Gleichstrombahnen ausgeführten Messungen bestätigen die Brauchbarkeit dieser Messmethode. Die Uebereinstimmung der Resultate ist genügend, da keine Notwendigkeit besteht, zwischen Widerständen von 0,5 und 1 Ohm genau unterscheiden zu können. Als besonderer Vorteil dürfte, ausser der Handlichkeit des Messgerätes (siehe Fig. 6), auch noch der Zeitgewinn gegenüber der Sondenmessung erwähnt werden.

Abschliessend kann gesagt werden, dass die übliche Sondenmessung in der Verwaltung nur noch in Ausnahmefällen angewendet werden muss. In allen übrigen Fällen genügt eine der vorstehend erwähnten Methoden, wobei die Messung mit dem Netzstrom am einfachsten auszuführen ist.

Ces mesures, toutes faites à proximité de chemins de fer à courant continu, prouvent que la méthode est utilisable. La concordance des résultats est suffisante, car une distinction plus exacte entre des résistances de 0,5 et 1 ohm n'est pas nécessaire. La méthode décrite ci-dessus permet d'employer des appareils peu encombrants (voir fig. 6). Elle exige aussi moins de temps que la mesure à l'aide de piquets.

Pour terminer, ajoutons que dans l'administration des téléphones on n'aura plus recours qu'exceptionnellement à la méthode usuelle de mesure à l'aide de piquets de terre. En général, la mesure par l'une des méthodes que nous venons d'exposer suffit; c'est cependant la mesure par le courant alternatif du secteur qui est la plus simple.

Ein neues Kabel-Längenmessgerät

Von Fritz Balsiger, Bern
531.719:621.315.2

Zu den kostspieligsten Materialien der Telegraphen- und Telephonverwaltung zählen ohne Zweifel die Kabel. Millionenwerte sind in den Kabelanlagen der Verwaltung investiert, und es ist ohne weiteres verständlich, dass mit dem Kabelmaterial sorgfältig und wirtschaftlich umgegangen werden muss. Teilstücke, die den Kabeltrommeln entnommen werden müssen, können deshalb nicht von ungefähr abgerollt und abgeschnitten werden, denn entweder werden die auf diese Weise abgeschnittenen Stücke zu lang oder zu kurz, was in beiden Fällen mit grossen unnützen Kosten verbunden ist. Nach einer genauen Ausmessung und Berechnung des Kabelbedarfes muss dafür gesorgt werden, dass die Lieferung des Magazins genau der Bestellung des Baudienstes entspricht. Das der Kabeltrommel zu entnehmende Stück Kabel wird mit Hilfe eines eigens konstruierten Längenmessgerätes gemessen, wodurch bei dem grossen Verbrauch an Kabeln viel Geld eingespart werden kann.

Das im Magazin an der Engehalde benützte Kabel-Längenmessgerät der Telephondirektion Bern hat nun den von der Verwaltung gestellten Anforderungen nicht entsprochen. Fehler von 2% Mehr oder Weniger waren die besten Messresultate und bisweilen

Un nouvel instrument pour mesurer les longueurs de câble

Par Fritz Balsiger, Berne
531.719:621.315.2

Les câbles comptent parmi le matériel le plus coûteux que doit acquérir l'administration des télégraphes et des téléphones. Les sommes investies dans les installations de câbles atteignent des millions; on comprend dès lors que ce matériel doit être employé de manière rationnelle et économique. Les tronçons à prendre des bobines doivent être exactement mesurés, car s'ils sont trop longs ou trop courts, il en résulte des frais inutiles élevés. Lorsque la longueur du câble nécessaire pour une construction a été déterminée au plus juste, il faut veiller à ce que la fourniture par le magasin corresponde bien à la commande faite par le service de construction. On mesure donc le tronçon à prendre de la bobine au moyen d'un instrument construit spécialement à cet effet; de cette manière, lorsqu'il s'agit d'une consommation importante, on parvient à économiser des sommes appréciables.

L'instrument de mesure de longueur utilisé par la direction des téléphones de Berne dans son magasin de la Engehalde n'a pas répondu à ce qu'on en exigeait. Les meilleures mesures comportaient des erreurs de 2% en plus ou en moins; on eut même des erreurs de 6%. En recherchant la cause de ces différences, on constata à l'instrument les défauts suivants: