

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: 38 (1960)

Heft: 3

Artikel: Automatische Isolationsüberwachung an Kabelanlagen = La surveillance automatique de l'isolement d'installations de câbles

Autor: Alt, A.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-874604>

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: 04.04.2026

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

L'attenuazione del circuito complessivo che collega fra loro i due generatori può venire calcolata, per lo più agevolmente, per i vari casi considerati nel presente lavoro. È in tal modo possibile determinare la tensione V_m ai morsetti di uscita di un generatore A (figura 21), o meglio la corrente I_m che circola nella sua resistenza R_g , dovuta all'altro generatore B e quindi avente la frequenza f_B di questo.

Si consideri, a titolo di esempio, il circuito con due generatori di detta figura 21 (che corrisponde al caso della figura 6 a). Il rapporto fra la tensione V_m che si stabilisce ai morsetti del generatore inferiore per effetto di quello superiore e la f.e.m. E , avente quindi la frequenza di quest'ultimo, è dato da

$$\frac{V_m}{E} = \frac{1}{2} \cdot \frac{1 - \sqrt{1 - R_r/R_g}}{1 + \sqrt{1 - R_r/R_g}}$$

Se questa riduzione da un generatore all'altro risulta insufficiente in corrispondenza delle massime tensioni di uscita, non è necessario introdurre celle di attenuazione ausiliarie: basta ridurre le uscite degli attenuatori finché in ciascuno dei due voltmetri non si noti più variazione alcuna allorché viene acceso o spento l'altro generatore.

* * *

Ringrazio vivamente il per. ind. radiotecnico *G. Roncalli* dell'I.E.N.G.F. per l'accurato lavoro di revisione del testo e delle equazioni e per il calcolo di gran parte dei valori numerici riportati nelle tavole.

A. ALT, Bern

Automatische Isolationsüberwachung an Kabelanlagen

La surveillance automatique de l'isolement d'installations de câbles

621.317.333.6:621.315.2

Zusammenfassung. Die Wichtigkeit unserer Kabelanlagen erfordert eine ständige Verbesserung der Überwachung ihres elektrischen Zustandes. Es wird ein Gerät beschrieben, das den Isolationszustand von Kabeladern automatisch überwacht und bei einem festgesetzten Minimalwert einen Alarm auslöst. Ausser dem Aufbau und der Funktion des Gerätes wird auch der Einfluss der Isolation auf verschiedene Leitertypen behandelt.

1. Einleitung

Der Wunsch, den Isolationszustand der Kabelanlagen ständig unter Kontrolle zu halten, ist so alt wie die Kabeltechnik selber. Bei der für Telephonkabel verwendeten Papierlufttraumisolation liegen die Isolationswerte sehr hoch, solange der schützende Bleimantel dicht ist, und die Montage mit der nötigen Sorgfalt ausgeführt wurde. Die Isolation der Kabel selber ist so gut, dass beispielsweise bei kurzen Anla-

Pour la plupart des cas considérés dans cet article, il est facile de calculer l'atténuation de l'ensemble du circuit qui relie entre eux les deux générateurs. On peut ainsi déterminer la tension V_m aux bornes de sortie d'un générateur A (fig. 21), ou mieux, le courant I_m à la fréquence f_B qui circule dans sa résistance R_g sous l'influence de l'autre générateur B.

Voyons, à titre d'exemple, le circuit de la figure 21 avec ses deux générateurs (il correspond au cas de la figure 6 a). Le rapport entre la tension V_m aux bornes du générateur inférieur et la F.E.M. E du générateur supérieur qui la produit, est donné par:

$$\frac{V_m}{E} = \frac{1}{2} \cdot \frac{1 - \sqrt{1 - R_r/R_g}}{1 + \sqrt{1 - R_r/R_g}}$$

Si cette «réduction» d'un générateur à l'autre se révèle insuffisante pour les tensions de sortie les plus élevées, il n'est pas nécessaire d'introduire des atténuations auxiliaires; il suffit de régler les atténuateurs de sortie des générateurs à un niveau assez bas pour qu'aucune variation des voltmètres de sortie ne se produise plus, lorsqu'on enclenche ou déclenche l'autre générateur.

* * *

Je remercie vivement *M. G. Roncalli*, radiotechnicien à l'I.E.N.G.F., pour sa revision soignée du texte et des équations, ainsi que pour le calcul d'une grande partie des valeurs numériques données dans les tableaux.

Résumé. Nos installations de câbles, vu leur importance croissante, exigent une amélioration constante de la surveillance de leur état électrique. On décrit un appareil automatique de l'isolement des conducteurs de câbles, qui déclenche une alarme lorsque la valeur de cet isolement atteint un minimum fixé d'avance. La construction et le fonctionnement de cet appareil sont expliqués. On montre, en outre, l'influence de la valeur de l'isolement sur différents types de circuits.

1. Introduction

Pouvoir contrôler de manière continue l'isolement d'installations de câbles est un rêve presque aussi vieux que la technique des câbles elle-même.

L'isolation air/papier utilisée pour les câbles téléphoniques confère à ces derniers des valeurs d'isolement très élevées en tant que la gaine protectrice en plomb est étanche et que le montage a été effectué avec tout le soin désirable. Cet isolement est même

gen die Endverschlüsse den Hauptteil der Gleichstromableitung liefern.

An Fern- und Bezirkskabeln misst man absolute Isolationswerte von 2000–6000 Megohm zwischen einer Ader gegen alle andern und Erde, wenn die Anlage in Ordnung ist. Das entspricht kilometrisch Isolationswerten von $> 100\,000$ Megohm bei Anlagen von 20–70 km Länge.

Es ist nun leider eine typische Eigenschaft der Papierisolation, leicht Feuchtigkeit aufzunehmen. Wohl wird schon bei der Herstellung des Kabelpapiers dessen Aufnahmefähigkeit für Wasser durch Leimzugabe etwas reduziert. Dies darf jedoch nur bis zu einem gewissen Grad getrieben werden, da sonst die elektrischen Eigenschaften des Papiers ungünstig beeinflusst werden.

Schon der Zutritt von feuchter Luft zum trockenen Aderbündel eines Kabels kann innerhalb einiger Stunden den Isolationswert um 1 bis 2 Grössenordnungen reduzieren. Dieser Tatsache muss bei der Montage der Kabel Rechnung getragen werden, indem nach allen Arbeiten am offenen Aderbündel, sei es beim Spleissen der Kabel oder Einschalten von Endverschlüssen, eine der Feuchtigkeit der Luft und der Grösse der Kabel angepasste Ausheizzeit folgen muss.

Undichte Stellen, seien sie im Bleimantel, an den Muffen oder an Endverschlüssen, führen unweigerlich zu Isolationsfehlern. Die Geschwindigkeit der Isolationsabnahme hängt von der Art der undichten Stelle am Kabel und vom Grad der in deren Umgebung vorliegenden Feuchtigkeit ab. Dabei spielen auch noch Temperaturschwankungen im Boden eine allerdings sekundäre Rolle. Es ist nämlich bekannt, dass bei tiefen Bodentemperaturen in den Kabeln ein kleiner Unterdruck feststellbar ist. Da nun die Schwankungen der Bodentemperaturen in der bei uns üblichen Grabtiefe von 60–80 cm bei Anlagen im freien Feld und 1,0 m bei Rohranlagen mit einer Verzögerung von 1–2 Monaten hinter den Aussen-temperaturen nachhinken, trifft die tiefste Kabeltemperatur besonders im Frühjahr meistens mit dem einsetzenden Tauwetter zusammen.

Gerade beim Vorhandensein von porösen Stellen an Muffen oder an korrodierten Kabeln bewirkt nun dieser wenn auch kleine Unterdruck, dass Wasser angesogen wird. Beim Fehlen dieses Unterdruckes würde in den meisten dieser Fälle nichts passieren.

Dass diese Behauptung stimmt, beweist folgender Fall.

Auf einer Fernkabelanlage führte eine poröse Lötstelle an einer Pupinspleissmuffe zu einem Isolationsfehler. Der Pupinschacht war vollständig mit trübem Schneewasser gefüllt. Die Druckprobe ergab leicht poröse Stellen an der Muffe.

In der Muffe fand man kristallklares Wasser. Die vorhandenen Poren waren von kapillarer Feinheit und wirkten als Filter. Nur durch den vorhandenen Unterdruck im Kabel war es unter diesen Umständen möglich, dass Wasser in die Muffe gelangen konnte.

si bon que dans les installations ne comprenant que des câbles courts, ce sont les têtes de câbles qui sont le siège des plus importantes dérivations de courant continu.

Lorsque l'installation est en parfait état, on mesure sur les câbles interurbains et ruraux des valeurs effectives d'isolement de l'ordre de 2000 à 6000 mégohms entre un conducteur et tous les autres reliés à la terre. Pour des câbles de 20 à 70 km de longueur, cela correspond à des valeurs d'isolement supérieures à 100 000 mégohms/km.

Le papier utilisé comme isolant a malheureusement la propriété d'absorber facilement l'humidité. On cherche bien à réduire autant que possible le pouvoir hygroscopique de ce papier lors de sa fabrication en le collant. Cependant, on ne saurait aller trop loin dans l'adjonction de colle, car les propriétés électriques de l'isolant en souffriraient. Simplement l'entrée en contact du faisceau de conducteurs avec de l'air humide peut, déjà en quelques heures, provoquer une baisse de l'isolement à un dixième, voire un centième de sa valeur. Il est donc nécessaire de tenir compte de ce phénomène lors du montage des câbles; c'est ainsi qu'après tout travail effectué sur le faisceau à l'air libre, soit épissure des conducteurs ou raccordement des têtes de câble, l'humidité absorbée est éliminée par un chauffage plus ou moins long suivant le degré hygrométrique de l'air ambiant.

Des endroits non étanches dans la gaine de plomb, dans les manchons ou les têtes de câbles sont la cause inéluctable de défauts. La vitesse à laquelle l'isolement baisse dépend, d'une part, de la nature de la perturbation et, d'autre part, de l'humidité relative régnant à son emplacement. Les variations de température du sol peuvent également avoir une certaine influence, mais seulement d'un ordre de grandeur secondaire. Il est ainsi connu qu'il règne une légère dépression dans un câble lorsque la température du sol est basse. Le cycle des variations de température du sol à une profondeur normale de 60 à 80 cm pour les installations dans les prés et les champs et 1,0 m pour les canalisations en tuyaux retarde d'environ 1 à 2 mois sur celui du plein air; c'est par conséquent au printemps, le plus souvent pendant le dégel, que les câbles atteignent leur plus basse température. Une dépression, même minime, peut alors provoquer l'aspiration d'humidité à un endroit où la gaine est poreuse ou corrodée. Sans cette légère dépression, il ne se passerait rien dans bien des cas. L'exemple suivant illustre et démontre cette théorie.

Un câble interurbain était affecté d'un défaut d'isolement. En mettant sous pression un manchon Pupin, on put déceler quelques endroits poreux dans la soudure. La chambre était remplie d'eau trouble provenant de la fonte de la neige. Dans le manchon, on trouva par contre de l'eau parfaitement limpide. Les pores, minuscules canaux capillaires, avaient agi comme un filtre. Cependant, dans ces conditions, de l'eau ne pouvait pénétrer dans le manchon que s'il y régnait une certaine dépression.

Der Isolationszustand eines Kabels gestattet somit mit Sicherheit die Beurteilung der Dichtigkeit des Kabelmantels.

Das Ziel einer guten Isolationsüberwachung ist es nun, alle langsam auftretenden Kabelschäden so früh aufzudecken, dass die Behebung erfolgen kann, bevor ein Betriebsausfall eintritt. Es genügt, wenn akute Störungen durch mechanische Beschädigung, Naturkatastrophen, Starkstromschäden usw. zu Betriebsstörungen führen, ohne dass leider dagegen viel vorgekehrt werden kann.

Der Einfluss der Isolation ist nun auf die verschiedenen Betriebsarten der Leitungen nicht gleich.

Verstärkte Pupinleitungen, vor allem 4-Draht-Leitungen, neigen bei starker Ableitung zum Pfeifen und müssen aus dem Betrieb genommen werden. Ausserdem kann schon bei Isolationsfehlern von 1 Megohm unzulässiges Nebensprechen auftreten.

Auf Teilnehmeranlagen mit automatischem Betrieb kann der Betrieb bei Isolationswiderständen von 20 000 Ohm zwischen a- und b-Draht noch aufrechterhalten werden. Es wird sich jedoch starkes Nebensprechen bemerkbar machen, sobald die Isolation unter 1 Megohm fällt.

Der Zusammenhang zwischen unsymmetrischem Isolationswiderstand im Vierer und dem Nebensprechen zwischen den Stämmen und den Stamm- und Phantomleitungen ist aus folgenden Formeln ersichtlich.

$$Ad = \ln \frac{8 Ri}{Z_{St}} \text{ Neper für St/St und}$$

$$Ad = \ln \frac{4 Ri}{\sqrt{Z_{St} \cdot Z_{Ph}}} \text{ Neper für St/Ph.}$$

Es bedeuten:

Ri = Isolationswiderstand in Ohm

Z_{St}, Z_{Ph} = Impedanz der beteiligten Leitungen in Ohm.

Zwischen Teilnehmerleitungen mit $Z = 600 \Omega$ und 0,5 Megohm Ableitung kann somit das Nebensprechen im schlimmsten Fall

$$Ad = \ln \frac{8 \cdot 0,5 \cdot 10^6}{600} = 8,7 \text{ Neper}$$

betragen, sofern sie ohne Ableitung praktisch nebensprechfrei waren.

Wie die Formel zeigt, ist das Nebensprechen auch vom Z der Leitung abhängig. Leitungen mit grossem Z reagieren hinsichtlich Nebensprechen bei gleichem Ri ungünstiger als solche mit kleinem Z .

Unter denselben Bedingungen wie im obigen Beispiel werden H-177 mH Pupinleitungen eine Nebensprechdämpfung von

$$Ad = \ln \frac{8 \cdot 0,5 \cdot 10^6}{1600} = 7,8 \text{ N aufweisen,}$$

und bei 1,0 Megohm wird der Wert um $\approx 0,7 \text{ N}$ höher, d. h. $\approx 8,5 \text{ N}$ sein.

La valeur de l'isolement permet ainsi avec certitude de conclure que la gaine d'un câble est étanche ou non. Le but de sa surveillance est dès lors de découvrir suffisamment tôt des défauts se manifestant lentement, afin de permettre de les réparer avant même que l'exploitation ne soit troublée. Il est déjà assez déplorable que les détériorations mécaniques, les catastrophes naturelles, les claquages provoqués par le courant fort, etc. causent des interruptions de trafic sans qu'on puisse faire grand-chose pour y parer.

La baisse de l'isolement n'a toutefois pas la même influence sur les différents types de circuits. Sur les circuits pupinisés avec répéteurs, elle a tendance à les faire siffler et ils doivent être mis hors service. En outre, même si l'isolement est encore de l'ordre de 1 mégohm, la diaphonie atteint déjà des valeurs inadmissibles. Sur les lignes d'abonnés, l'exploitation peut encore être maintenue avec des valeurs d'isolement atteignant seulement 20 000 ohms entre fils a et b, cependant qu'une forte diaphonie est aussi constatée dès que l'isolement baisse au-dessous de 1 mégohm.

L'influence de la dyssymétrie des valeurs d'isolement dans la quarte sur la diaphonie entre les deux circuits de base et entre chacun de ces circuits et le circuit fantôme est donnée par les formules suivantes:

$$Ad = \ln \frac{8 Ri}{Z_b} \text{ népers entre les circuits de base}$$

$$Ad = \ln \frac{4 Ri}{\sqrt{Z_b \cdot Z_f}} \text{ népers entre le circuit de base et fantôme}$$

Ri = résistance d'isolement en ohms

Z_b = impédance du circuit de base

Z_f = impédance du circuit fantôme

La diaphonie entre deux lignes d'abonnés d'impédance 600 ohms, lorsque l'isolement est de 0,5 mégohm, atteint ainsi dans le cas le plus défavorable:

$$Ad = \ln \frac{8 \cdot 0,5 \cdot 10^6}{600} = 8,7 \text{ N,}$$

en supposant que la diaphonie était négligeable avant le défaut d'isolement.

La formule montre que la diaphonie dépend de l'impédance du circuit; ainsi des circuits d'impédance élevée seront beaucoup plus sensibles à une baisse d'isolement, en ce qui concerne la diaphonie, que des circuits à basse impédance. Dans les mêmes conditions d'isolement que dans l'exemple ci-dessus, des circuits interurbains pupinisés H-177 mH auraient un affaiblissement diaphonique de

$$Ad = \ln \frac{8 \cdot 0,5 \cdot 10^6}{1600} = 7,8 \text{ N seulement.}$$

Dans le cas d'une valeur d'isolement de 1 mégohm, cet affaiblissement serait encore de 8,5 N, soit de 0,7 N supérieur.

Cette influence de l'impédance du circuit est particulièrement favorable aux câbles à courants porteurs, l'impédance des circuits de base n'étant alors que de 125...170 ohms et celle des circuits fantômes de 55

Diese Abhängigkeit von der Leitungsimpedanz wirkt sich bei Trägerleitungen mit ihren kleinen Wellenwiderständen von 125–170 Ohm für Stammleitungen und 55 Ohm für Sternphantomleitungen günstig aus.

Es liegen hier analoge Verhältnisse vor wie bei den Beziehungen zwischen den kapazitiven Kopplungen und dem Nebensprechen benachbarter Stromkreise. Auch der Einfluss der Ableitung auf die Dämpfung ist bei kleinem Z weniger stark.

Dies begründet die Tatsache, dass der Trägerbetrieb auch bei stark durchnässten Kabeln noch möglich ist, während Pupinleitungen unter denselben Verhältnissen aus dem Betrieb genommen werden müssen.

Auch Koaxialkabel mit den niedrigen Impedanzen von 75 Ohm sind gegen starke Ableitung relativ unempfindlich, solange nicht die Fernspeisungen Schwierigkeiten bereiten. Bei einigen 10 000 Ohm wird dies jedoch noch nicht der Fall sein.

2. Kontrollsysteme

Seit etwa 25 Jahren wird das schweizerische Fernkabelnetz durch periodische Isolationsmessungen überwacht. Vor der Einführung der aut. Isolationskontrolle bestand diese darin, dass wöchentlich die Isolation einer bestimmten Leitung je Kabel gemessen wird. An Hand der Messprotokolle kann der Isolationszustand der Kabelanlagen über längere Zeit verfolgt werden. Schon sehr oft konnte dadurch auf Grund langsam sinkender Isolation ein Fehler behoben werden, bevor der Betrieb gestört wurde. Verschiedene Länder führen diese Isolationskontrolle im Fernnetz täglich aus. Es bestand jedoch von jeher der Wunsch, ein Gerät zu besitzen, das die Isolation der Kabel ständig unter Kontrolle hält und bei einem bestimmten Isolationswert einen Alarm auslöst.

Es liegen schon Lösungen dieses Problems auf elektronischer Basis vor. Sie stellen den Isolationswiderstand der zu prüfenden Leitung nach dem Erhaltenbleiben einer elektrischen Ladung während einer bestimmten Messdauer (in der Regel 60'') fest. Bleibt die Ladung während der vorgeschriebenen Messdauer erhalten, so wird der Anodenstrom einer Elektronenröhre, an deren Gitter die Ladung als negative Vorspannung liegt, gesperrt. Diese Messmethode hat den Nachteil, dass die Ansprechzeit bei gleicher Ableitung von der elektrischen Ladung $Q = VC$, d. h. von der Länge und Art der zu überwachenden Leitungen abhängig ist.

Das einzig richtige Kriterium für den Isolationszustand einer Leitung liefert die Messung des absoluten Isolationswiderstandes unabhängig von der Länge und der Leitungsart.

Der hier beschriebenen Messeinrichtung liegt diese Überlegung zugrunde.

Der Messkreis entspricht der klassischen Isolationsmethode, wie sie Figur 1 zeigt.

ohms seulement. On retrouve ici des conditions analogues à celles dues à l'influence des dyssymétries de capacité sur la diaphonie. L'influence d'un défaut d'isolement sur l'équivalent est également moins sensible sur des circuits à basse impédance. Ceci explique pourquoi des circuits à courants porteurs peuvent encore être exploités lorsque le câble est mouillé, alors que dans les mêmes conditions des circuits pupinisés seraient depuis longtemps inutilisables. Les câbles coaxiaux sont également très peu sensibles à une baisse d'isolement, l'impédance du circuit étant de 75 ohms seulement. Ceci n'est valable toutefois qu'en tant que l'alimentation à distance des répéteurs n'est pas déjà précaire, ce qui ne devrait pas être le cas, si l'isolement est encore de quelques dizaines de milliers d'ohms.

2. Systèmes de surveillance

Depuis près de 25 ans, l'isolement du réseau suisse des câbles interurbains est contrôlé par des mesures périodiques. Avant l'introduction d'un dispositif de contrôle automatique, ces mesures étaient effectuées chaque semaine sur un circuit déterminé par câble. Les procès-verbaux permettent ainsi de suivre l'évolution de l'isolement d'un câble pendant une longue période. Grâce à ces contrôles, il a été de nombreuses fois possible d'éliminer des défauts à évolution lente avant que l'exploitation n'ait été troublée. Dans certains pays, les mesures sont effectuées quotidiennement. Toutefois, depuis longtemps, on désire disposer d'un appareil permettant de surveiller en permanence l'isolement des câbles, et déclenchant une alarme lorsque cet isolement atteint une valeur minimum prescrite.

Ce problème a déjà trouvé des solutions fournies par l'électronique. Ainsi, l'isolement du circuit à contrôler est déduit de la décharge d'un condensateur branché sur ce circuit pendant un temps déterminé (en général 60''). Tant que le condensateur reste chargé, il bloque le courant d'un tube dont la grille est polarisée négativement par la charge du dit condensateur. Cette méthode de mesure présente l'inconvénient que le temps de réponse, pour une même valeur d'isolement, dépend de la charge $Q = VC$, c'est-à-dire de la longueur et du type du circuit sous contrôle.

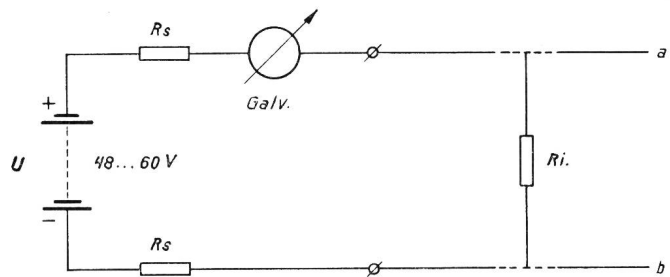
Le seul critère qui permette de déterminer exactement l'état d'isolement d'un circuit est la mesure de la valeur absolue de l'isolement de ce circuit, indépendamment de sa longueur et de son type. L'appareil décrit fonctionne selon ce principe.

Le circuit de mesure correspond à celui de la mesure classique de l'isolement selon le schéma de la figure 1.

L'élongation du galvanomètre est une mesure de l'isolement. La limite de fonctionnement de l'appareil dépendra ainsi, en première approximation, d'une part, de la sensibilité du galvanomètre et, d'autre part, de la tension de la batterie. Pour des raisons d'ordre

Fig. 1. Prinzipschaltung der Isolationsmessung
Schéma de principe de la mesure de l'isolement

- U = Messbatterie
Galv. = Galvanometer
Rs = Schutzwiderstände
Ri = Isolationswiderstand der Leitung a-b
- U = Batterie de mesure
Galv. = Galvanomètre
Rs = Résistances de protection
Ri = Résistance d'isolement du circuit a-b



Die Isolation wird durch den Ausschlag des Galvanometers beurteilt, dessen Empfindlichkeit in Verbindung mit der Batteriespannung in erster Annäherung die Ansprechgrenze der Messeinrichtung bestimmt. Aus praktischen Gründen wird die Zentralenbatterie als Messbatterie benutzt.

Will man bei 48 V Meßspannung und einem Schutzwiderstand von $2 \cdot R_s \cong 1$ Megohm eine Ansprechgrenze von $\infty 10$ Megohm erreichen, so muss das Galvanometer bei einem Strom von

$$J = \frac{U}{2 \cdot R_s + R_i} = \frac{48}{11} \cdot 10^{-6} = 4,4 \mu\text{A}$$

Endausschlag aufweisen.

Das Messinstrument muss zudem als Kontaktgalvanometer gebaut werden, was bei solch kleinen Strömen kein einfaches Problem darstellt, an dem bis vor kurzem die Anwendung dieses einfachen Messprinzips gescheitert war.

Die zuverlässige Kontaktgabe war erst durch die von Weston entwickelten Galvanometer mit magnetischem Kontakt an der Nadelspitze gewährleistet. Der notwendige Kontaktdruck wird durch die Anzugskraft des Kontaktmagneten erzeugt.

Der Ansprechstrom dieser Weston-Sensistrol-Kontaktgalvanometer beträgt $5 \mu\text{A}$. Das Galvanometer kann kurzzeitig mit $1000 \mu\text{A}$ überlastet werden, ohne dass das Messwerk beschädigt wird.

Da der Magnetkontakt beim Ansprechen kleben bleibt, muss der Zeiger mechanisch vom Magnet gelöst werden. Diese Manipulation besorgt ein am Galvanometer angebautes Trennrelais, das mittels einer feinen isolierten Stoßstange den Zeiger von dem Magnetkontakt abhebt und wieder in die Nullage bringt, insofern das Galvanometer inzwischen stromlos wurde. Figur 2 zeigt das Galvanometer.

Mit diesem Kontaktgalvanometer oder hochempfindlichen Messrelais war es nun möglich, eine nach dem klassischen Isolationsmessprinzip arbeitende automatische Messeinrichtung für die Überwachung des Isolationszustandes von Leitungen zu entwickeln.

3. Beschreibung der Messeinrichtung

Die Einrichtung ist für den Anschluss von 38 Messobjekten konstruiert, die im Rhythmus von einer Minute nacheinander geprüft werden. Zur Erläuterung der Arbeitsweise diene die Funktionsbeschreibung und das Schema Figur 3a.

pratique, on utilise la batterie du central comme source d'alimentation.

Si l'on désire que la limite de fonctionnement se situe à 10 mégohms environ avec une résistance de protection de $2 \times R_s = 1$ mégohm et une tension de de la batterie de 48 V, l'élongation du galvanomètre devra être maximum pour un courant de

$$I = \frac{U}{2 \cdot R_s + R_i} = \frac{48}{11} \cdot 10^{-6} = 4,4 \cdot 10^{-6} \text{ A ou } 4,4 \mu\text{A}.$$

Le galvanomètre doit, en outre, être un instrument à contact, ce qui n'est pas pour simplifier le problème. C'est la raison pour laquelle cette méthode simple de mesure a échoué jusqu'ici.

Un fonctionnement sûr n'a été obtenu que lorsque Weston mit sur le marché un galvanomètre avec aiguille à contact magnétique. La pression de contact nécessaire est obtenue grâce à la force d'attraction d'un aimant. Le courant de fonctionnement du galvanomètre Weston-Sensistrol est de $5 \mu\text{A}$. Ce dernier supporte sans dommage une surcharge de $1000 \mu\text{A}$ pendant une courte durée.

Comme le contact magnétique reste collé après son fonctionnement, il est nécessaire de libérer l'aiguille par un moyen mécanique. Cette libération est obtenue au moyen d'un relais monté sur le galvanomètre qui repousse l'aiguille au moyen d'un fin bras isolant et

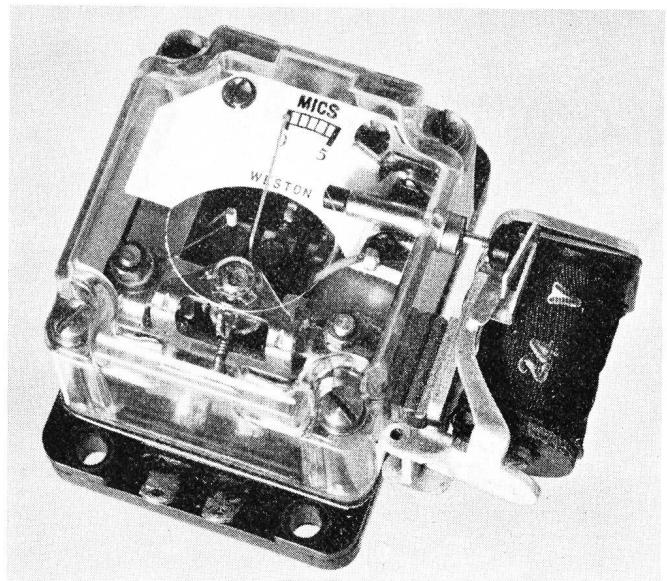


Fig. 2. Weston-Sensistrol Messrelais für $5 \mu\text{A}$ Ansprechstrom
Relais de mesure Weston-Sensistrol: sensibilité $5 \mu\text{A}$

Der Messeinrichtung für die automatische Überwachung der Isolation von Leitungen liegt folgende Idee zugrunde:

Ein durch einen Thermokontakt gesteuerter Schrittschalter tastet die an den Sucherkontakten angeschlossenen Messobjekte ab und verbindet sie nacheinander mit dem Messrelais. Die Messdauer von ca. 60 sec zerfällt in 30 sec Ladung, während der das Messrelais kurzgeschlossen ist, damit dieses durch den Ladestrom nicht anspricht, und anschließend 30 sec Messzeit, während der die Isolation kontrolliert wird.

Ist die Isolation grösser als die Ansprechgrenze, so spricht das Messrelais nicht an, und der Schrittschalter läuft weiter auf das nächste Objekt.

Ist der Isolationswert des zu messenden Objektes unter dem verlangten Wert, so wird die Weiter-schaltung des Schrittschalters verhindert, und die Messung wird auf dem gleichen Objekt zweimal wiederholt. Auf diese Weise soll die Auslösung eines falschen Alarms verhindert werden (Manipulationsfehler usw.). Zwischen diesen Messungen wird das Kabel jedesmal entladen und von neuem aufgeladen. Ist die Isolation wirklich schlecht, so löst nach der dritten Messung der Alarm aus, und die Messeinrichtung bleibt auf dem defekten Messobjekt stehen, bis durch dessen Abtrennung, durch Ziehen des entsprechenden Trennbügels auf der Steckerplatte unter dem Messgerät, die Fortschaltung des Schrittschalters wieder freigegeben wird. Das defekte Messobjekt ist an der Stellung des Schrittschalters erkenntlich.

Wenn nach der ersten oder zweiten Messung mit ungenügender Isolation die zweite oder dritte Messung eine genügende Isolation feststellt, wird der ganze Stromkreis auf die Ausgangsstellung zurückgeschaltet, und der Sucher steuert das nächste zu messende Objekt an.

Die Messleitungen werden zwischen der Messeinrichtung und den Anschlussleisten der Kabelendverschlüsse oder Spulen doppeldrähtig geführt, auch wenn gegen Erde gemessen wird.

Die Erdung der einen Ader erfolgt erst in der Messeinrichtung im Augenblick der Messung, wenn eine geerdete Batterie benutzt wird.

Die Messeinrichtung wird über je 560 k Ω im a- und b-Draht an die zu messende Leitung geschaltet, so dass bei Verwendung der Zentralenbatterie als Messbatterie mit geerdeten + nicht eine direkte Erdung der einen Messader erfolgt.

Es kann auch eine erdfreie Messbatterie (Trockenbatterie 67 V) verwendet werden, wenn extrem starke induktive Beeinflussungen dies verlangen.

Figur 4 zeigt ein Bild der Messeinrichtung.

Bei *Trägerkabeln* werden als Messleitungen Phantomleitungen verwendet, die in den Zwischenverstärkerstationen über mindestens 0,5-Megohm-Widerstände auf das folgende Feld durchverbunden sind. Diese Massnahme verhindert Kopplungen über die durchlaufenden Messleitungen.

lui permet ainsi de revenir à zéro en tant que l'appareil n'est plus parcouru par un courant. La figure 2 montre cet instrument.

Avec ce galvanomètre ou relais de mesure à haute sensibilité, il était dès lors possible de construire un appareil selon le principe classique de mesure de l'isolement pour le contrôle automatique de l'état électrique des circuits.

3. Description de l'appareil

L'appareil permet de contrôler au total 38 objets différents au rythme d'un objet par minute. Le schéma représenté à la figure 3b permet de suivre la description de son fonctionnement.

Le principe fondamental est le suivant: un sélecteur pas à pas commandé par un thermocontact relie successivement les objets à contrôler au dispositif de mesure; la durée de 60 secondes allouée pour le contrôle de chaque objet se subdivise en 30 secondes de charge pendant lesquelles le relais de mesure est court-circuité pour qu'il ne fonctionne pas sous l'effet du courant de charge et 30 secondes de mesure durant lesquelles l'isolement est contrôlé.

Si l'isolement est supérieur à la limite de fonctionnement de l'appareil, le relais de mesure ne ferme pas son contact et le sélecteur passe à l'objet suivant.

Si, par contre, l'isolement de l'objet contrôlé tombe à une valeur au-dessous de la limite fixée, le sélecteur est arrêté sur la position correspondante et la mesure répétée deux fois. Cette répétition de la mesure a pour but d'éviter de fausses alarmes dues, par exemple, à des manipulations incorrectes, etc. Entre chaque mesure, le câble est déchargé et chargé à nouveau. Si l'isolement se révèle effectivement mauvais, après la troisième mesure, l'alarme est déclenchée et l'appareil, ou plus exactement le sélecteur, reste bloqué dans sa position jusqu'à ce que l'objet défectueux soit déconnecté, en retirant l'étrier correspondant de la plaque à bornes située sous l'appareil. La position du sélecteur indique l'objet défectueux. La déconnexion effectuée, le sélecteur peut continuer sa course.

Si, après une première, voire une deuxième mesure, l'isolement trouvé défectueux est redevenu normal, tout le dispositif est ramené dans sa position initiale lors de la mesure consécutive et le sélecteur passe à l'objet suivant.

Les connexions entre l'appareil de contrôle et les bornes des objets respectifs sur les têtes de câbles ou les bobines de translation sont établies exclusivement en double fil, même lorsque la mesure est faite contre la terre. L'un des conducteurs n'est mis à la terre dans l'appareil qu'au moment de la mesure. La connexion s'effectue par l'intermédiaire de deux résistances de 560 k Ω , de telle sorte qu'il n'y a jamais mise à la terre directe d'un des conducteurs, même lorsqu'on utilise la batterie du central avec pôle positif à la terre. On peut également employer une batterie de mesure non reliée à la terre, soit une pile sèche de 67 V, si des conditions spéciales, par exemple de fortes perturbations par induction, l'exigent.

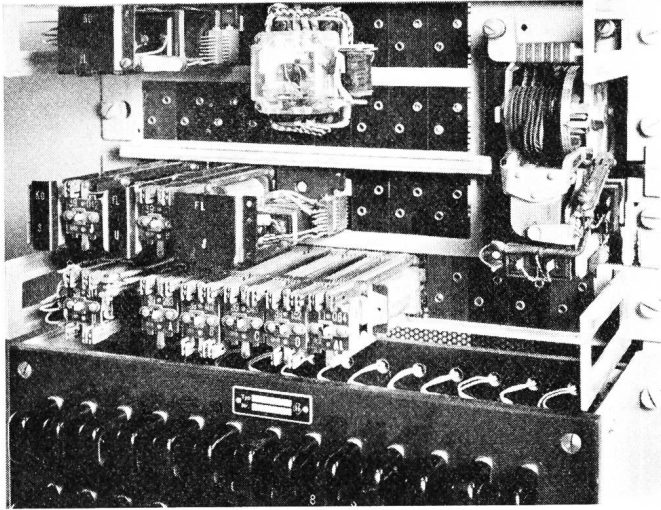


Fig. 4. Gesamtansicht des Gerätes zur automatischen Überwachung der Isolation
Vue d'ensemble de l'appareil automatique de contrôle de l'isolement

In den *Koaxialkabeln* sind die Paare 12 und 24 der Füllvierer für die Isolationskontrolle reserviert. Diese 2 Paare im 2. und 4. Sektor der Füllvierer liegen einander im Kabelbündel diametral gegenüber. In den unbewachten Zwischenverstärkerstationen sind diese Paare über Trennrelais durchgeschaltet. Die Trennrelais gestatten die wahlweise Abtrennung der Verstärkerfelder und damit die Möglichkeit der Bestimmung des defekten Abschnittes von der bewachten Hauptverstärkerstation aus.

Als Messleitungen in *NF-Kabeln* kommen gewöhnliche Aderpaare, Phantom- und Superphantomleitungen in Frage. Bei Phantom- und Superphantomleitungen werden mehrere Adern gleichzeitig überwacht, was von Vorteil ist. Von einem defekten Kabel wird man das schlechteste Aderpaar aussuchen und überwachen. Da die einzelnen Messobjekte nur alle 40 Minuten geprüft werden, können von wichtigen Kabeln zwei verschiedene Messadern zeitlich versetzt angeschlossen werden. Umgekehrt kann man aber auch verschiedene Objekte parallel auf die gleichen Kontakte schalten, wenn mehr als 38 Kabel zu überwachen sind. Im Knotenamt abgehende Kabel nach Endämtern können über die Messleitung Fernamt-Knotenamt kontrolliert werden. Vom Teilnehmernetz werden vor allem die interzentralen Kabel sowie wichtige Stammkabel unter Kontrolle gehalten.

Die automatische Isolationsüberwachung ersetzt die periodischen Isolationsmessungen nicht, sie werden jedoch nur noch alle zwei Wochen ausgeführt.

Messung

Die Messleitungen werden symmetrisch an die Bogenkontakte eines Schrittschalters gelegt, dessen Bürsten die Kontakte in Intervallen von je einer Minute abtasten.

☞ Je nach Grösse der induktiven Beeinflussung wird für die Messung die Zentralenbatterie (48 oder 60 V) oder eine erdfreie Batterie verwendet.

La figure 4 est une photographie de l'appareil.

Pour le contrôle des *câbles à courants porteurs*, on utilise les circuits fantômes. Dans les stations d'amplification intermédiaires, ces circuits sont pontés sur la section suivante au moyen de résistances de 0,5 mégohm dont la valeur élevée empêche les couplages qu'engendrerait le circuit ponté.

Dans les *câbles coaxiaux*, les paires 12 et 24 des faisceaux interstitiels sont utilisées pour la mesure; elles sont situées dans les deuxième et quatrième faisceaux diamétralement opposés. Dans les stations d'amplification intermédiaires non surveillées, ces paires sont interconnectées par des relais de coupure, qui permettent de déconnecter à volonté, depuis une station surveillée, les diverses sections d'amplification pour en localiser une défectueuse.

Pour le contrôle des *câbles à basses fréquences*, on peut indifféremment utiliser des circuits ordinaires, des circuits fantômes ou même superfantômes. Le choix de circuits fantômes ou superfantômes a l'avantage que plusieurs conducteurs sont contrôlés simultanément. Lorsque l'isolement d'un câble est douteux, on recherchera la paire de conducteurs la plus défectueuse afin de la surveiller. Comme chaque objet n'est mesuré que toutes les 40 minutes environ, on a la possibilité de raccorder deux paires différentes d'un même câble sur des positions décalées dans le temps; réciproquement, on peut aussi relier plusieurs objets en parallèle sur une même position lorsqu'il y a plus de 38 objets à surveiller. Les câbles partant d'un central nodal en direction de centraux terminus peuvent être surveillés par l'intermédiaire du circuit de mesure central interurbain - central nodal. Dans le réseau local, on contrôle avant tout les câbles intercentraux ainsi que les câbles principaux les plus importants.

Le contrôle automatique de l'isolement ne dispense pas d'effectuer les mesures périodiques; ces dernières ne sont toutefois faites que tous les 15 jours.

La mesure

Les circuits à contrôler sont reliés au banc de contacts d'un sélecteur pas à pas dont les balais passent à intervalles d'une minute d'une position à l'autre.

Selon l'importance des perturbations par induction, on utilise pour la mesure soit la batterie du central (48 ou 60 V), soit une batterie indépendante sans pôle à la terre.

La tension d'exploitation des circuits accessoires est de 48 V; elle est fournie par la batterie du central.

La mesure est faite au moyen d'un relais galvanométrique à contact magnétique d'une sensibilité de 5 μ A (relais Weston-Sensistrol).

L'isolement est mesuré en valeur absolue, indépendamment de la longueur du câble, selon le principe classique de la lecture directe de l'élongation d'un galvanomètre sous une tension constante.

Die Betriebsspannung des Stromkreises beträgt 48 V und wird von der Zentralenbatterie geliefert.

Die Messung erfolgt mit einem Mikroampèrereleis mit magnetischem Kontakt (Weston Sensistrolrelais) mit einem Ansprechstrom von $5 \mu\text{A}$.

Es wird nach dem klassischen Prinzip des direkten Ausschlages bei konstanter Spannung gemessen.

Bewertet wird der absolute Betrag der Isolation, unabhängig der Kabellänge.

Die Ansprechgrenze ist bei 48 V Meßspannung auf ~ 20 Megohm eingestellt. Durch Serie- oder Parallelschaltung entsprechender Widerstände kann die Ansprechgrenze von 1,0 bis 40 Megohm variiert werden.

Kontrolle: mit Hilfe der Taste J lässt sich der Sucher in jede beliebige Stellung bringen, dies jedoch nur während der Ladezeit. Mittels des Druckknopfes K kann die ganze Messeinrichtung auf ihr Funktionieren kontrolliert werden. Zu diesem Zwecke wird eine künstliche Ableitung K, die dem Grenzwert des Ansprechens der Messeinrichtung entspricht, angeschaltet.

Die Steuerung der Messeinrichtung ist dank dem abwechslungsweisen Erwärmen und Abkühlen des Thermokontakts äusserst einfach. Es ist nicht unbedingt nötig, dass die Zeitintervalle genau eingehalten werden. Es ist leicht möglich, den Rhythmus dieser Zeitintervalle durch mechanisches Einstellen der Kontakte Th (1) und Th (4) sowie durch Verändern des Heizstromes mit einem Widerstand U 2 zu ändern. (Normal 30'' für die Ladung, 30'' für die Messung.)

Schutz

Das Mikrorelais ist zum Schutze des magnetischen Kontaktes mit einem Funkenlöcher FL versehen.

Der Messkreis kann stark überlastet werden und hält dauernd $100 \mu\text{A}$ und kurzzeitig bis $1000 \mu\text{A}$ aus, ohne beschädigt zu werden. Die Anordnung kann, in Verbindung mit einem Schutzwiderstand M, sehr gut auf Leitern, die zeitweise bis 1000 V Längsspannung aufweisen können, verwendet werden, auch wenn gegen Erde gemessen wird.

Anschluss der zu messenden Objekte

An die Kontakte 1-25 werden diejenigen Objekte angeschlossen, deren minimaler Isolationswiderstand 20 Megohm betragen muss. Alle übrigen Objekte, deren Isolationswerte aus irgendeinem Grunde von 20 Megohm abweichen, sind an die Kontakte 26-38 anzuschliessen, wobei die Werte frei gewählt werden können. Es handelt sich besonders um Koaxial- und Trägerkabel mit höherer minimaler Anspruchsgrenze und Kabel, deren Isolationswiderstand weniger als 20 Megohm betragen und deshalb speziell überwacht werden müssen.

Die Ansprechwerte können folgendermassen reguliert werden: Normalerweise wird als Messbatterie die Zentralenbatterie verwendet; die Klemmen JU 24 und 25 sind dann miteinander zu verbinden.

Um allgemein die Empfindlichkeit der Messeinrichtung zu erhöhen, schaltet man bei U eine künstliche Ableitung ein. Der Widerstand K muss der Ansprechgrenze entsprechen.

La limite de fonctionnement sous une tension de mesure de 48 V se situe aux environs de 20 mégohms. Par intercalation de résistances en série ou en parallèle, on peut la faire varier entre 1 et 40 mégohms.

Contrôle

A l'aide du bouton-poussoir I, on peut amener le sélecteur sur une position quelconque, toutefois uniquement pendant la période de charge. A l'aide de la clé K, le fonctionnement du dispositif de mesure peut être contrôlé. A cet effet, on connecte une dérivation artificielle K dont la valeur correspond à la limite de fonctionnement du dispositif.

Le sélecteur est commandé de façon extrêmement simple par un contact thermique qui est alternativement chauffé et refroidi. Il n'est pas nécessaire que les intervalles de temps soient très réguliers. On peut d'ailleurs faire varier le rythme en ajoutant les contacts Th (1) et Th (4), ainsi qu'en réglant le courant de chauffage à l'aide du potentiomètre U2 (rythme normal 30 s de charge et 30 s de mesure).

Protection

Le contact magnétique du relais galvanométrique est protégé par un pare-étincelle.

Le circuit de mesure peut être fortement surchargé; il supporte en permanence $100 \mu\text{A}$ sans dommage et de brèves surcharges atteignant $1000 \mu\text{A}$. Avec une résistance de protection M, le dispositif peut encore très bien être employé pour le contrôle de circuits affectés d'une tension longitudinale induite atteignant 1000 V, même lorsque la mesure est effectuée contre la terre.

Raccordement des objets à contrôler

Les objets dont l'isolement doit atteindre au moins la valeur de 20 mégohms seront raccordés aux bornes 1 à 25; ceux dont cette valeur, pour une raison ou une autre, diffère de 20 mégohms seront reliés sur les positions 26 à 38. Sur chacune de ces dernières positions, la valeur limite de l'isolement pourra être ajustée individuellement à une valeur quelconque. Parmi les installations dont la valeur limite de l'isolement est choisie supérieure à 20 mégohms, citons en particulier les câbles à courants porteurs à paires symétriques et à paires coaxiales; ils sont donc contrôlés spécialement.

Les valeurs limites de fonctionnement peuvent être ajustées de la manière décrite ci-après.

Normalement, on utilise la batterie du central comme source de courant de mesure; on relie alors ensemble les bornes JU 24 et 25.

Pour augmenter la sensibilité du dispositif de mesure, de façon générale on insère, au point U, une résistance en dérivation. La résistance K correspondra à la limite de fonctionnement.

Sur les positions 26 à 38, on insère une résistance R en parallèle pour augmenter la sensibilité, en effectuant les connexions marquées \ddagger sur le schéma; pour

Um die Ansprechgrenze auf den Positionen 26–38 zu erhöhen, schaltet man einen Widerstand R parallel gemäss Verbindungen + im Schema; um sie zu senken, schaltet man einen Widerstand R in Serie gemäss Verbindungen (-S₅). Für die normale Ansprechgrenze sind keine zusätzlichen Serie- oder Parallelwiderstände notwendig, gemäss Schema (⊖).

4. Bestimmung der Ansprechgrenzen

Die Anpassung der Ansprechgrenzen für die Objekte, die an JU 26–38 angeschaltet sind, wird nach der in der Folge beschriebenen Methode bestimmt:

Durch Parallelschalten eines Widerstandes zum Messobjekt wird der überwachte Isolationswiderstand scheinbar kleiner, und die Einrichtung spricht früher an.

Es sei

R_1 = die erhöhte Ansprechgrenze,
 R = der parallel zu schaltende Widerstand,
 R_0 = normale Ansprechgrenze von 20 MΩ,
wobei man R aus folgender Formel erhält:

$$R = \frac{R_1 \cdot R_0}{R_1 - R_0} \text{ M}\Omega$$

Bei Objekten, deren Isolationswiderstand bereits unter der normalen Ansprechgrenze liegt, wird durch Serieschalten eines Widerstandes derselbe künstlich erhöht. Die Überwachung wird also bei einem tieferen Isolationswert des Kabels als normal ansprechen.

Es sei wiederum

R_1 = gesenkte Ansprechgrenze,
 R = Seriewiderstand,
 R_0 = normale Ansprechgrenze von 20 MΩ,
und R errechnet sich aus

$$R = R_0 - R_1 \text{ M}\Omega$$

Die folgende Tabelle gibt für verschiedene Ansprechgrenzen die erforderlichen zusätzlichen Widerstände:

Für $R_0 = 20$ Megohm

Ansprechgrenze R_1	40	30	20	10	5	2	MΩ
Zusatzwiderstand R	40	60	—	10	15	18	MΩ
	Parallelschaltung			Serieschaltung			

5. Schlussbetrachtungen

Es ist klar, dass auch diese ständige Überwachung nur einen Teil der heute über 2000 Fehler je Jahr erfassen kann. Erstens werden nur die Fern- und Bezirksanlagen sowie ein kleiner Teil der Ortsnetze am Ort des Fernamtes kontrolliert, und zweitens kann die Kontrolle nur eines Paares nie eine 100prozentige Garantie bieten, dass jede Ableitung sofort erfasst wird. Auch akute Störungen infolge der heute am häufigsten auftretenden mechanischen Beschädigungen durch Baumaschinen werden in der Regel vom Betrieb mindestens gleich rasch erfasst wie von der automatischen Isolationskontrolle.

la diminuer, on insère une résistance R en série et l'on effectue les connexions marquées -S₅. La sensibilité normale est obtenue en exécutant les connexions ⊖ sans insertion de résistance.

4. Détermination de la sensibilité

Pour les objets raccordés aux positions 26 à 38 de JU, la sensibilité de l'appareil sera ajustée en suivant la méthode indiquée ci-après.

Si l'on connecte une résistance en dérivation aux bornes de l'objet, la résistance d'isolement mesurée effectivement se trouve diminuée et l'appareil fonctionne pour une valeur réelle d'isolement plus élevée.

Soit:

R_1 = la valeur augmentée de la limite de fonctionnement
 R = la résistance à connecter en parallèle
 R_0 = la limite normale de fonctionnement, soit 20 MΩ.

La valeur de R sera donnée par la formule suivante:

$$R = \frac{R_1 \cdot R_0}{R_1 - R_0} \text{ M}\Omega$$

Pour les objets dont l'isolement atteint déjà une valeur au-dessous de la limite normale de fonctionnement, on augmente artificiellement la valeur effectivement mesurée en insérant une résistance en série. L'appareil ne fonctionnera ainsi que pour une valeur réelle de l'isolement plus basse que la limite normale.

Posons de nouveau

R_1 = valeur diminuée de la limite de fonctionnement
 R = résistance à insérer en série
 R_0 = limite normale de fonctionnement de 20 MΩ

La valeur de R sera donnée par la relation suivante:

$$R = R_0 - R_1 \text{ M}\Omega$$

Le tableau ci-après indique la valeur des résistances additionnelles pour différentes limites de fonctionnement et R_0 égal à 20 MΩ.

Limite de fonctionnement R_1	40	30	20	10	5	2	MΩ
Résistance additionnelle R	40	60	—	10	15	18	MΩ
	en parallèle			en série			

5. Conclusion

Il est clair que le contrôle permanent décrit ne permet de détecter qu'une partie des 2000 défauts annoncés annuellement. Premièrement, seules les installations de câbles interurbains et ruraux, et une petite partie des câbles d'abonnés du réseau même où se trouve le central interurbain sont sous contrôle et, deuxièmement, le contrôle d'une paire seulement par câble ne donnera jamais la complète assurance que tous les défauts d'isolement seront détectés. Par

Hingegen können Kabelfehler mit langsam fallenden Isolationen, wie sie infolge Korrosionen oder undichten Mänteln und Bleilötstellen an Muffen in der Regel auftreten, erfasst werden, bevor der Betrieb gestört wird.

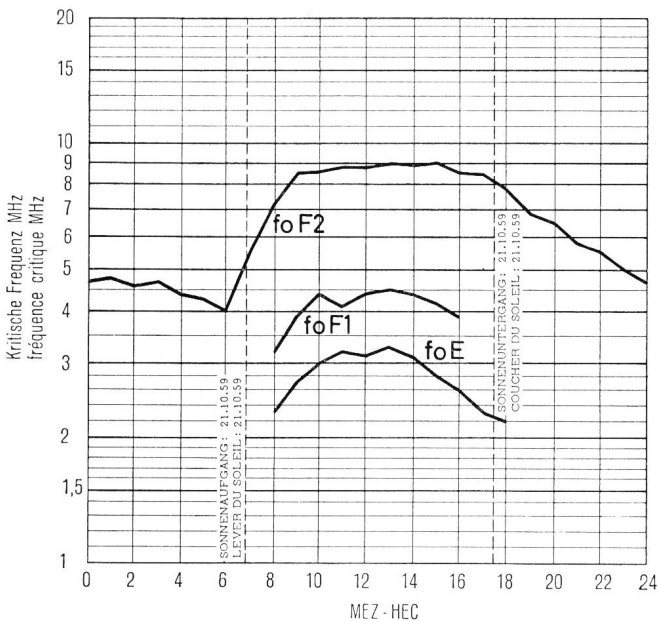
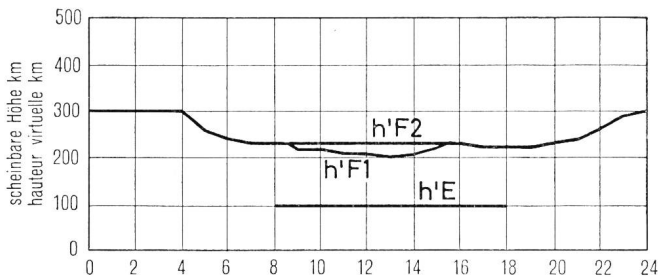
Die Geräte haben sich im Betrieb bewährt, und Fehlalarme sind mit der vorliegenden, verbesserten Ausführung äusserst selten. Die normale Ansprechgrenze wurde anfänglich auf 10 Megohm eingestellt. Ab 1. Januar 1959 ist sie auf 20 Megohm erhöht worden. Die Erfahrungen werden zeigen, ob man noch höher gehen soll, was ohne weiteres möglich wäre.

ailleurs, les défauts très prononcés, comme ceux, si fréquents aujourd'hui, dus à des endommagements mécaniques par les machines de construction, sont en règle générale constatés aussi rapidement par l'exploitation que par le contrôle automatique de l'isolement.

Par contre, des défauts d'isolement dont la valeur tombe lentement, tels qu'ils se produisent en général à la suite de corrosions, de défauts d'étanchéité de la gaine de plomb ou de porosités des soudures de manchons, peuvent être détectés avant que l'exploitation ne soit troublée.

Verschiedenes - Divers - Notizie varie

Die Ionosphäre über der Schweiz im Oktober 1959
L'état de l'ionosphère au-dessus de la Suisse
en octobre 1959

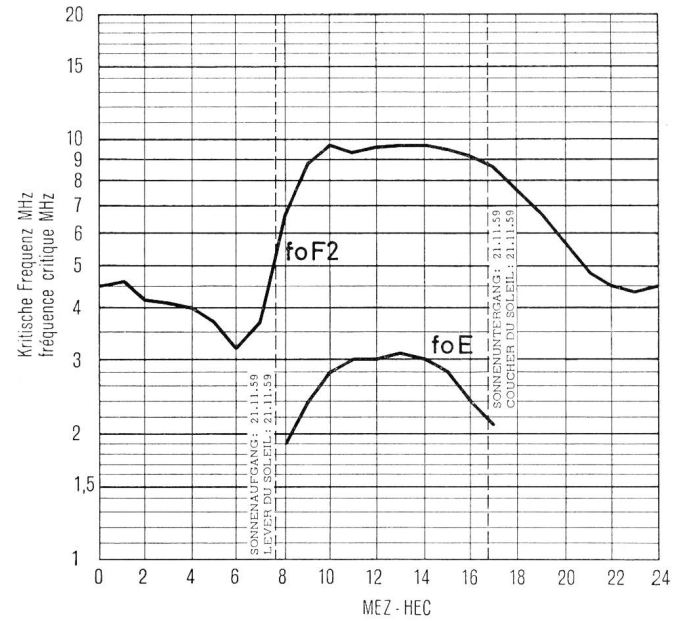
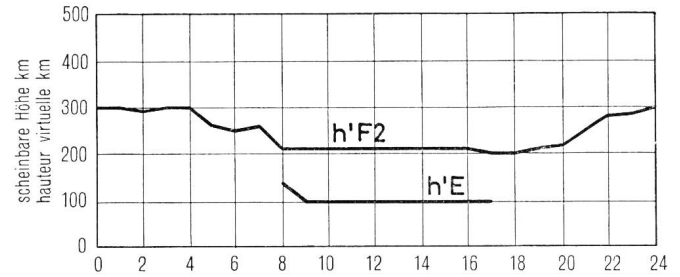


Koordinaten der Ionosonde | 46° 39' N
coordonnées de l'ionosonde | 6° 44' 0

Messung von 1 bis 25 MHz in 30 sek.
mesure de 1 à 25 MHz en 30 sec.

foE = kritische Frequenz der E-Schicht
foF1 = kritische Frequenz der F1-Schicht
foF2 = kritische Frequenz der F2-Schicht
h'E = virtuelle Höhe der E-Schicht
h'F1 = virtuelle Höhe der F1-Schicht
h'F2 = virtuelle Höhe der F2-Schicht

L'état de l'ionosphère au-dessus de la Suisse
en novembre 1959
Die Ionosphäre über der Schweiz im November 1959



Koordinaten der Ionosonde | 46° 39' N
coordonnées de l'ionosonde | 6° 44' 0

Messung von 1 bis 25 MHz in 30 sek.
mesure de 1 à 25 MHz en 30 sec.

foE = fréquence critique de la couche E
foF1 = fréquence critique de la couche F1
foF2 = fréquence critique de la couche F2
h'E = hauteur virtuelle de la couche E
h'F1 = hauteur virtuelle de la couche F1
h'F2 = hauteur virtuelle de la couche F2

Verantwortliche Redaktion i. V. W. Schenker, Generaldirektion PTT, Bern
Drucksachendienst PTT, Wabern-Bern Druck und Clichés: Hallwag AG, Bern