Instrument universel avec galvanomètre à bobine mobile S. et H. : les mesures les plus courantes

Autor(en): **Fellrath, H.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Technische Mitteilungen / Schweizerische Telegraphen- und Telephonverwaltung = Bulletin technique / Administration des télégraphes et des téléphones suisses = Bollettino tecnico / Amministrazione dei telegrafi e dei telefoni svizzeri**

Band (Jahr): **3 (1925)**

Heft 2

PDF erstellt am: **30.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-873897

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Die sich aus den Messungen ergebenden Kurven sind in Fig. 1 in voll ausgezogener Linie dargestellt. Die überlagerten punktierten Kurven entsprechen den mittleren Induktanz- respektive Widerstandskurven einer 1,0 mm-Schleife des Simplonkabels.

Wie ersichtlich, besteht eine auffallende Uebereinstimmung sowohl zwischen den beiden Induktanz- als auch zwischen den Widerstandskurven, woraus sich eine ebensolche Uebereinstimmung der Impedanzwerte ergibt.

Es folgt daraus, dass der beobachtete Unterschied zwischen den Impedanzen des Simplonkabels und denjenigen eines mit normalen Spulenabständen gebauten Kabels einzig auf den Längenunterschied der Endabschnitte zurückzuführen ist und keineswegs auf die in Spulenabständen und gegenseitiger Kapazität bestehenden Verschiedenheiten.

In Fig. 2 ist eine an einer 1,0 mm-Schleife des Zürich-Olten Kabels aufgenommene Impedanzkurve dargestellt. Die gemessene Schleife besass normale Spulendistanzen von ungefähr 1800 Metern und endigte in einem halben Spulenintervall.

Die auf demselben Kurvenblatt gezeichneten punktierten Linien zeigen den Verlauf der Widerstands- und Induktanzkomponenten einer in folgender Weise erhaltenen Impedanzkurve.

Der Mittelwertskurve einer Schleife des Simplonkabels wurde für eine gegebene Frequenz, zum Beispiel 800 P/sec., die Widerstands- und Induktanzkomponente der betreffenden Impedanz entnommen; sie heissen R und L. Unter Zuhilfenahme folgender Formel wurden sodann die Werte R und L in die entsprechenden Werte R^1 und L^1 eines gleichen, aber auf ein halbes Spulenintervall endigenden Stromkreises transformiert.

$$Z^1 = \frac{Z}{1 - jwCZ} \quad \text{wobei} \quad \begin{array}{l} Z = R + jwL \text{ und} \\ Z^1 = R^1 + jwL^1 \end{array}$$

Dasselbe wurde nun für verschiedene Frequenzen wiederholt und die jeweils erhaltenen Werte R^1 und L^1 in Kurven aufgetragen, wie sie die punktierten Kurven der Fig. 2 darstellen. Wie ersichtlich, stimmen die punktierten Kurven mit den vollausgezogenen überein, woraus sich ebenfalls ergibt, dass, wenn das Simplonkabel in einem halben Spulenintervall endigen würde, die Impedanzkurven genau dieselben wären, wie diejenigen irgend eines Kabels mit normalen Spulenabständen.

Die theoretische und praktische Bestätigung ist so stichhaltig, dass bewiesen sein dürfte, dass die Impedanz einer Kabelschleife mit anormalen Spulenabschnitten durch geeignete Aenderung der gegenseitigen Kapazität der Stromkreise auf denselben Wert gebracht werden kann wie die an einem normal gebauten Kabel zu messende Impedanz, und dass diese Tatsache für den ganzen, für pupinisierte Fernsprechkabel in Frage kommenden Frequenzbereich zutrifft.

Es besteht daher kein Zweifel, dass ein erfolgreicher Verstärker-Betrieb auch dann durchgeführt werden kann, wenn einzelne Kabelabschnitte nicht die normale Spulendistanz aufweisen, vorausgesetzt, dass die gegenseitige Kapazität der in diesem Abschnitte verlaufenden Stromkreise passend einreguliert wird.

Instrument universel avec galvanomètre à bobine mobile S. et H. Les Mesures les plus courantes

par H. Fellrath.

La figure 1 donne une vue d'ensemble de l'instrument. Un de ses avantages principaux consiste en la possibilité d'effectuer des mesures très rapides, le galvanomètre possédant un très grand amortissement et les déviations de la bobine mobile étant directement proportionnelles au courant (voir H. Dreisbach, édition 1908).

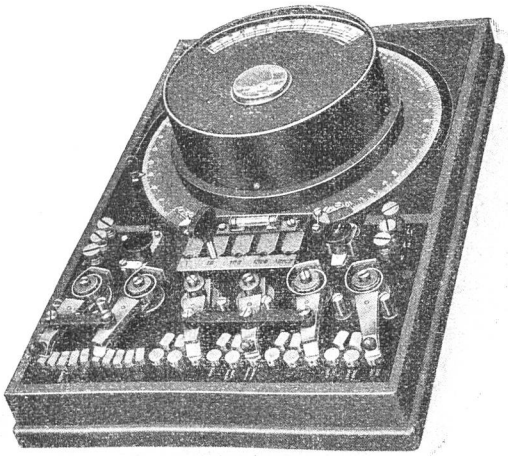

Fig. 1.

Cet instrument permet d'exécuter:

1° Mesures de résistance de 1 à 100,000 ohms avec le pont à fil.
   a) d'un fil simple avec terre de retour;
   b) d'un lacet avec et sans terre;
   c) détermination du lieu d'un défaut d'un lacet à terre.

2° Mesures d'isolement jusqu'à environ 3 mégohms avec une batterie de 16 volts et environ 50 mégohms avec une batterie de 200 volts.
   a) d'un fil ou d'un lacet contre la terre;
   b) d'un fil, d'un lacet par rapport à l'autre.

3° Mesure du courant passant d'un fil ou d'un lacet sur un autre.

4° Mesure de courant dans les limites de 0,03 à 0,3 ampères et de tension jusqu'à 120 volts.

Les cas indiqués sous 3 et 4 ne seront pas relevés; ces mesures ont lieu, si nécessaire, par des instruments spéciaux.

Le galvanomètre a une résistance de 25 ohms; il est monté sur un plateau rond en ardoise, dont le bord supporte un fil de mesure en constantan. Ce fil a les caractéristiques suivantes: diamètre 0,25 mm, longueur 66 cm, résistance entre les extrémités fixées sur le plateau d'ardoise env. 7 ohms et

env. 13 ohms, y compris les résistances fixes intercalées aux deux extrémités.

Un axe fixé au centre du plateau peut en parcourir plus que la demi-circonférence et supporte un contact à galet sur le fil de mesure; il constitue deux des trois branches réglables et connues du Pont de Wheatstone (voir fig. 2).

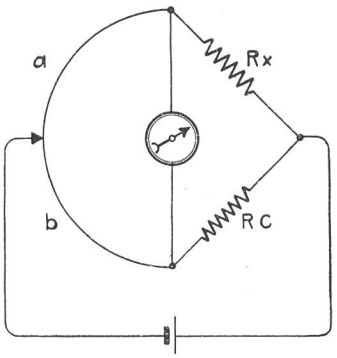

Fig. 2.

Les commutateurs d'intercalation des différents circuits, les résistances fixes de comparaison sont montées devant le galvanomètre sur un plateau d'ébonite.

Ainsi qu'il ressort de la figure 3, l'intercalation du galvanomètre a lieu par pression ou abaissement de l'interrupteur T 1. Aussi longtemps que T 2 n'est pas abaissé, une résistance N de $^1/_9$ de celle du galvanomètre reste intercalée en parallèle sur le galvanomètre lors de mesures d'isolement et une résistance N^1 dans le circuit lors de mesures de résistance.

Les inscriptions sur les différents commutateurs renseignent suffisamment sur les positions à prendre pour effectuer les différents genres de mesures:

BU: Batterie-Umschalter = commutateur de batterie,
MU: Mess-Umschalter = commutateur de mesures,
LU: Linien-Umschalter = commutateur de ligne.

Les résistances de comparaison se trouvent à l'intérieur et ont les valeurs suivantes:
3, 30, 300, 3000 et 30,000 ohms.

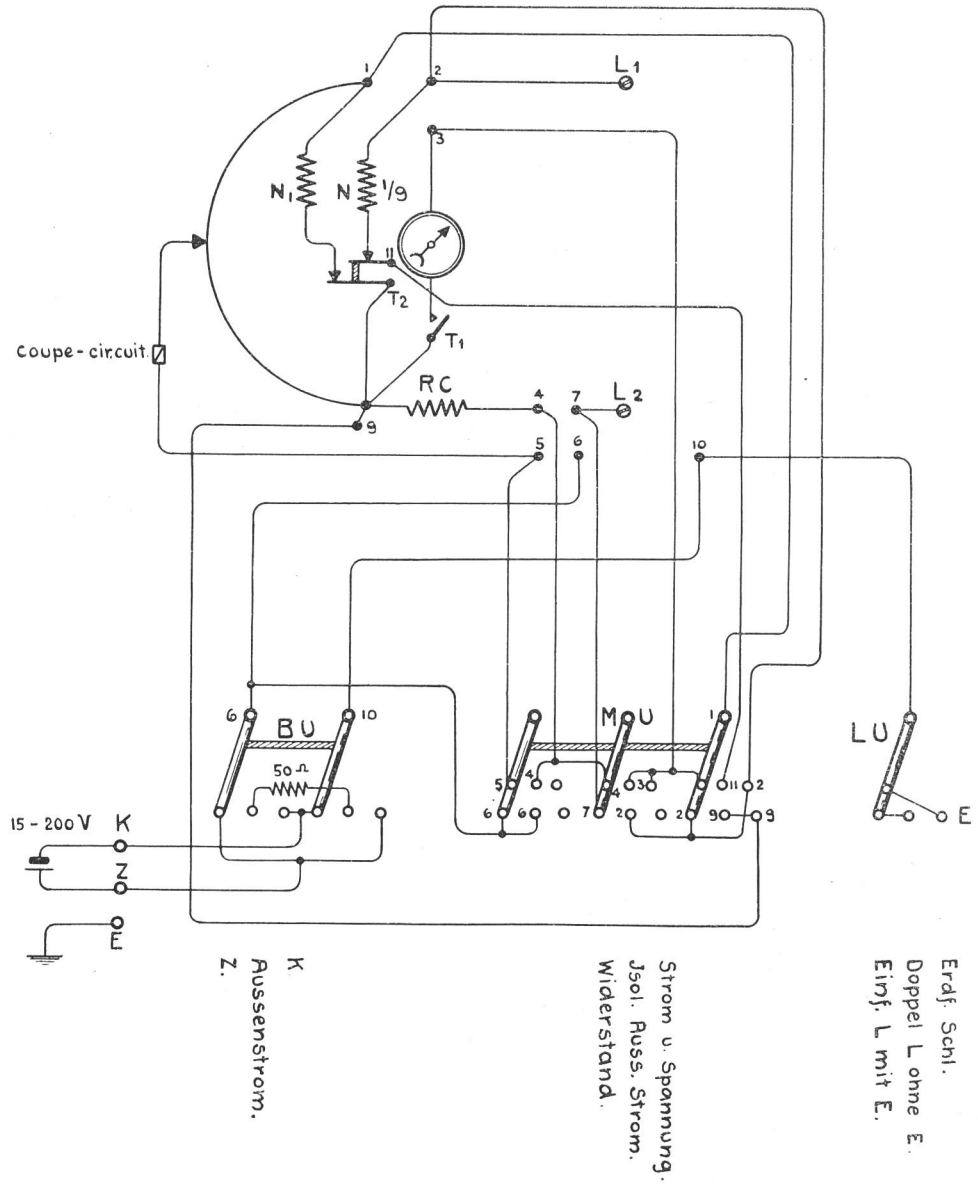

Fig. 3.

Toutefois, sur l'appareil même, ces valeurs sont indiquées par 1, 10, 100, 1000 et 10,000, cela pour un motif qui sera indiqué plus loin. L'introduction d'une fiche permet l'intercalation à volonté des différentes résistances.

Un commutateur à fiches permet d'exécuter des mesures à volonté, sur fil a, b, a et b en parallèle, a et b en série, etc., et la création rapide éventuelle d'un circuit téléphonique à simple fil pendant les essais, etc.

Le commutateur bipolaire permet l'intercalation du circuit en mesure sur un appareil téléphonique, ce qui supprime la manutention des fiches avec cordon.

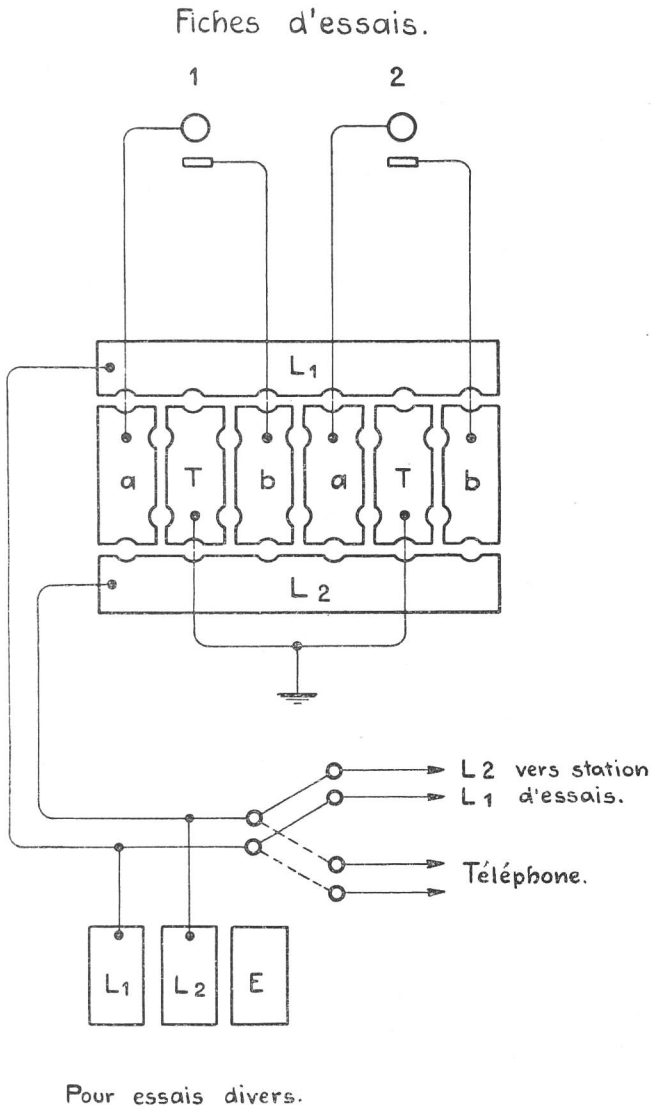

Fig. 4.

Certaines stations d'essais disposent, en outre, d'une clé à levier droit pour opérer d'une façon plus rapide peut-être à peu près les opérations auxquelles est destiné le commutateur à fiches. Non seulement cette clé ne peut prévoir que quelques-unes des possibilités, mais crée un point faible dans le circuit de mesure, surtout s'il s'agit de mesures précises. Mieux vaut s'en dispenser et utiliser le commutateur à fiches plus sûr et construit spécialement.

Mesures de résistance.

Fil simple avec retour par la terre. Le fil est intercalé sur L 1. La batterie est intercalée par BU à gauche ou à droite, MU sur „Widerstand", LU sur „Einfach L mit E".

Nous avons ainsi constitué le schéma que montre la fig. 5 (Pont de Wheatstone):

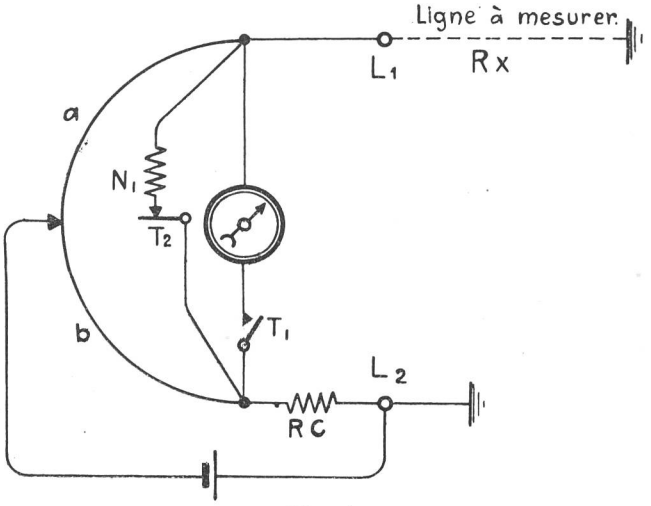

Fig. 5.

Les fiches de la résistance connue RC seront placées sur 1, 10, 100, 1000, etc., si la résistance cherchée égale 1—10, 10—100, 100—1000 ohms, etc. L'interrupteur T 1 est abaissé puis l'aiguille du galvanomètre amenée à zéro par manœuvre du contact à galet. Par pression sur l'interrupteur T 2, la résistance — shunt du galvanomètre est interrompue, ce qui rend ce dernier plus sensible. Le zéro du galvanomètre est une dernière fois corrigé, puis on lit le chiffre indiqué par le doigt du contact à galet C.

Exemple. C = 5,27; RC = 1000; la résistance cherchée sera:

$$R\,x = 5{,}27 \times 1000 = 5270 \text{ ohms}$$

puisque d'après la formule du Pont de Wheatstone:

$$\frac{a}{b} = \frac{R\,x}{RC} \quad \text{d'où} \quad R\,x = \frac{a}{b} \cdot RC$$

Pour faciliter les calculs, les résistances de comparaison ne sont pas indiquées par leurs valeurs réelles, 3, 30, 300, etc., mais par le tiers de ces valeurs, 1, 10, 100, etc., donc par un chiffre décimal. Les chiffres sur le plateau d'ardoise indiquent comme valeur:

$$3 \cdot \frac{a}{b} \quad \text{d'où} \quad R\,x = {}^1/_3\,\frac{a}{b}\,3\,RC \quad \text{d'où}$$

$$R\,x = \frac{a}{b} \cdot RC$$

La division établie le long du fil résistant a b ne s'étend que de 1—10. Les deux extrémités du fil à l'intérieur de l'appareil pour lesquels la valeur $3\,\frac{a}{b}$ est plus petite que 1 ou plus grande que 10 ne peuvent être atteintes par le contact à galet, et ne sont donc plus dans ses limites. On obtient de cette manière que, pour la résistance à mesurer, la balance ne

peut être obtenue que par une des cinq résistances de comparaison RC, alors que, avec des ponts de mesures ordinaires à fil, l'aiguille du galvanomètre peut être amenée à zéro avec n'importe quelle résistance de comparaison.

Si le fil à mesurer est influencé par une f. é. m., on ne se basera pas sur le zéro effectif de l'instrument, mais sur le zéro fictif. Le galvanomètre est maintenu en permanence en circuit par l'abaissement des interrupteurs T 1 et T 2. L'interruption du courant de mesure aura lieu par les commutateurs BU en lieu et place de T 1, T 2, jusqu'à ce que l'aiguille du galvanomètre soit ramenée au zéro fictif par le contact à galet C. Le calcul de la résistance est le même que ci-dessus.

Il est essentiel de toujours se rendre compte du fait que le courant ne peut être interrompu qu'en plaçant le commutateur „BU" sur la position intermédiaire soit sur „Ausser Strom".

Qu'il s'agisse de la mesure d'un fil avec retour par la terre ou d'un fil ou lacet influencé par une f. é. m., il sera indiqué de faire une lecture avec le commutateur de batterie BU sur Z et une deuxième avec BU sur K, et de prendre la moyenne des deux résultats. De cette manière, la mesure aura lieu avec alternativement les pôles positifs et négatifs à terre.

La plus petite résistance de comparaison RC étant égale à 1, il n'est pas possible de mesurer une résistance inférieure à 1 ohm. C'est peut-être une lacune à laquelle il pourrait du reste être facilement remédié par l'intercalation d'une résistance de comparaison 0,1, soit en valeur effective 0,3 ohms.

On arrive au même but en intercalant, entre la résistance à mesurer et les bornes de l'instrument, une résistance exacte de 1 Ω, que l'on déduit après les mesures. Ce procédé convient lors de la mesure d'une résistance spéciale en dehors des circuits des fiches d'essais. Dans l'autre cas, la modification prévue ci-dessus est plus rationnelle et plus sûre. Cette transformation a lieu a peu de frais et constitue un état définitif.

Fil double ou lacet. Cette mesure a lieu comme la précédente, mais en supprimant la terre à L 2 où se raccorde alors le fil b du lacet. LU prend la position de „Doppel L ohne E". Nous constituons le schéma représenté par la fig. 6.

Mesures d'isolement. Lorsque la résistance d'isolement est inférieure à 100,000 ohms, cette mesure peut avoir lieu comme l'indique le schéma fig. 5 (simple fil avec retour par la terre). Toutefois, il peut être obtenu une plus grande sensibilité en plaçant les commutateurs de l'instrument sur la position Mesures d'isolement, soit BU sur „Z ou K", MU sur „Isol" et LU sur „Einfach L mit E". Nous avons constitué le schéma représenté par la fig. 7, d'où il ressort que la batterie, la résistance de comparaison, le galvanomètre et la ligne à mesurer sont intercalés en série:

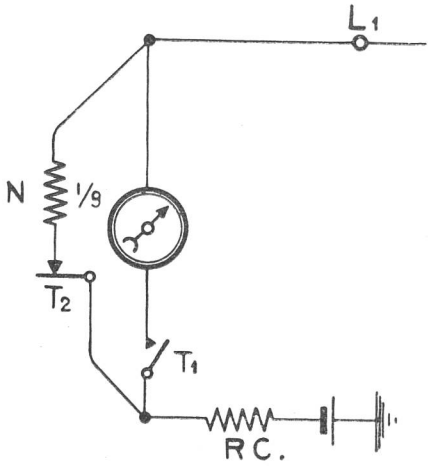

Fig. 7.

Aussi longtemps que l'interrupteur T 2 n'est pas abaissé, la résistance N shunte le galvanomètre. Elle consomme les $^9/_{10}$ du courant.

La lecture de la déviation du galvanomètre donnera un résultat en degrés à transformer en mégohms, en connaissant la constante de l'instrument.

Détermination de la constante. La position des commutateurs est la même que pour les mesures d'isolement; L 1 par contre est connecté à la terre au commutateur à fiche, ce qui a pour effet de court-circuiter L 1 et L 2. La résistance de com-

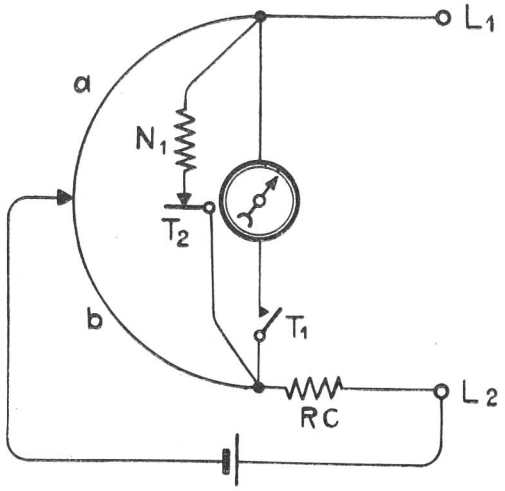

Fig. 6.

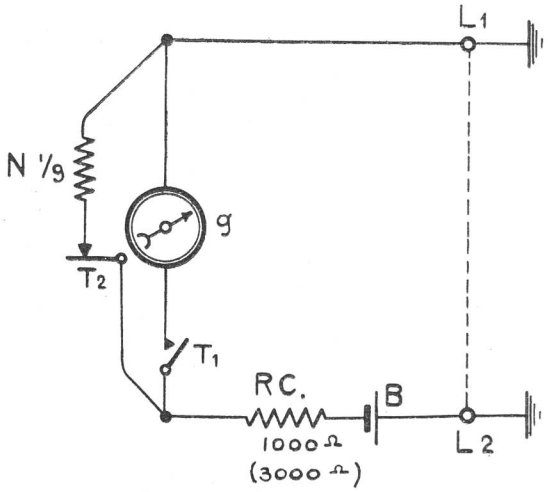

Fig. 8.

paraison RC 1000 ohms (résistance effective 3000 ohms comme nous l'avons vu précédemment) est intercalée dans le circuit et l'interrupteur T 1 abaissé.

Pour une tension de batterie de 16 V., la déviation n de l'aiguille sera d'environ 100 divisions du galvanomètre. La résistance totale du circuit sera donc:

$$R = RC + \frac{g}{10} + rB \quad \text{où} \quad RC = 3000$$

rB = résistance intérieure de la batterie

$\frac{g}{10}$ = résistance shuntée du galvanomètre soit :

$$\frac{25}{10} = 2{,}5\,\Omega$$

Admettons maintenant rB = 20 Ω. La résistance totale R sera

$$R = 3000 + 2{,}5 + 20 = 3022{,}5\,\Omega$$

et nous aurons pour calculer la constante en mégohms:

$$\frac{3022{,}5\,\Omega \times 100^{\circ}}{1{,}000{,}000\,\Omega} = 0{,}30225$$

soit, en chiffres ronds, 0,3 mégohms.

Si, pour établir la constante, on utilise une tension supérieure à 16 V., il est recommandable sinon nécessaire de se servir de la résistance de comparaison 10,000 soit 30,000 Ω.

Si la mesure d'isolement a lieu avec sensibilité réduite (lorsque l'isolement est mauvais par exemple) du galvanomètre (résistance N shunte galvanomètre par T 2), il y aura lieu de multiplier par 10 le nombre des divisions indiquées par la déviation de l'aiguille.

Si, par contre, l'isolement est élevé, l'interrupteur T 2 sera abaissé pour obtenir toute la sensibilité du galvanomètre. Le nombre de degrés sera indiqué directement par l'aiguille de l'instrument.

S'agissant dans la plupart des cas d'une résistance de plusieurs mégohms, il n'est pas tenu compte, en pratique, des résistances RC = 3000 ohms et g ou $\frac{g}{10}$; ces valeurs n'ayant qu'une très petite influence sur le résultat et le but cherché.

Il ressort clairement des explications ci-dessus comment on doit procéder pour mesurer l'isolement d'un fil, d'un lacet par rapport à l'autre (LU sur „Doppel L ohne E"). Dans des conditions normales, l'isolement du fil a par rapport au fil b sera très grand, et cette valeur sera égale à l'isolement des fils a + b par rapport à la terre.

Mesure des défauts.

L'endroit d'un mélange bien constitué des 2 fils d'un même lacet peut, sans autre, être déterminé par la mesure de la résistance. Il en est de même d'une bonne mise à la terre sur un circuit à simple fil.

On peut aussi déterminer si l'endroit d'une interruption est éloigné ou rapproché de la centrale, en comparant l'isolement de la ligne dérangée avec celui de la ligne en bon état dans des conditions atmosphériques analogues ou éventuellement par les déviations de décharges brusques qu'indique le galvanomètre en intercalant et désintercalant la batterie.

Mise à terre sur un lacet. Supposons un lacet à terre au point D (voir figure 9). Les fils a et b sont reliés à L 1 et L 2.

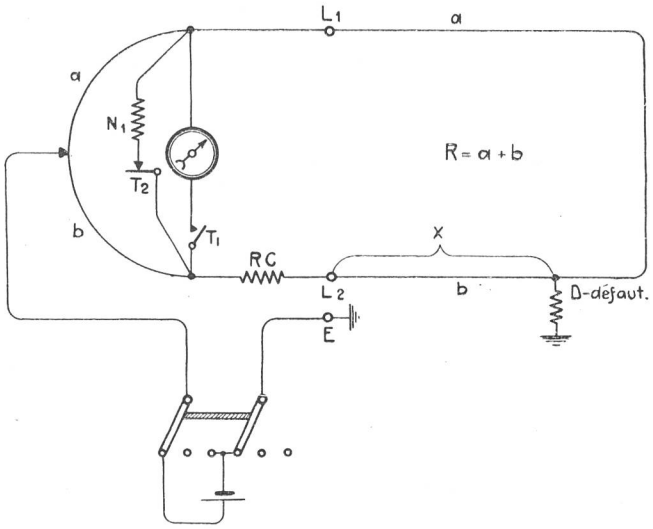

Fig. 9.

On procède tout d'abord à la mesure de la résistance de tout le lacet R suivant figure 6; la mise à terre en D n'a, dans ce cas, aucune influence.

Puis on passe à la position des commutateurs qui crée le schéma fig. 9, BU à gauche ou à droite, MU sur „Widerstand" et LU sur „Erdf. Schl.".

Cette mesure diffère de la mesure de résistance en ce qu'un pôle de la batterie est relié à terre plutôt qu'entre RC et L 2. De ce fait, le quatrième angle du Pont de Wheatstone, au lieu d'être en L 2, est reculé en D.

Lorsque la balance est faite par le contact à galet (il y aura lieu éventuellement de bien tenir compte du zéro fictif si la ligne est influencée par une f. é. m.), nous aurons:

$$\frac{a}{b} = \frac{R - x}{3\,RC + x} \qquad \text{(I)}$$

où $\frac{a}{b}$ sont les parties indiquées par le contact à galet, R la résistance du lacet,

3 RC la résistance de comparaison multipliée par 3,

x la résistance du fil b jusqu'à D.

Ainsi qu'il ressort de la fig. 9, la résistance RC entre maintenant dans la formule avec sa résistance *effective.*

Désignons le chiffre indiqué par le contact à galet par A_2, nous avons:

$$A_2 = 3\,\frac{a}{b} \quad \text{ou} \quad \frac{a}{b} = \frac{A_2}{3} \qquad \text{(II)}$$

puisque, comme nous l'avons vu précédemment, les chiffres indiqués par ce contact constituent la triple valeur de $\frac{a}{b}$.

D'autre part, nous désignons par A_1 la lecture du contact à galet et RC_1 la résistance de comparaison *lors de la mesure de résistance du lacet R*

(fig. 6); A_2 la lecture du contact à galet et RC_2 la résistance de comparaison lors de la mesure du défaut (fig. 9), alors nous aurons:

$$R = A_1 \cdot RC_1 \qquad \text{(III)}$$

Si maintenant nous introduisons dans la formule I les valeurs équivalentes des formules II et III, nous avons:

$$\frac{A_2}{3} = \frac{(A_1 \cdot RC_1) - x}{3\,RC_2 + x} \qquad \text{(IV)}$$

La formule est développée de manière à trouver la valeur de x:

$$3\,A_2 \cdot RC_2 + A_2\,x = 3\,A_1 \cdot RC_1 - 3\,x \quad \text{d'où}$$

$$A_2\,x + 3\,x = 3\,A_1 \cdot RC_1 - 3\,A_2 \cdot RC_2 \quad \text{d'où}$$

$$x\,(A_2 + 3) = 3\,A_1 \cdot RC_1 - 3\,A_2 \cdot RC_2 \quad \text{d'où}$$

$$x\left(\frac{A_2}{3} + 1\right) = A_1 \cdot RC_1 - A_2 \cdot RC_2 \quad \text{d'où}$$

$$x = \frac{A_1 \cdot RC_1 - A_2 \cdot RC_2}{\frac{A_2}{3} + 1} \qquad \text{(V)}$$

La valeur x en ohms étant connue, il sera facile de déterminer l'endroit du défaut.

Exemple.

$A_1 = 4{,}37$; $RC_1 = 1000$ (premier essai de résistance du lacet).

$A_2 = 2{,}68$; $RC_2 = 100$ (deuxième essai mesure du défaut.

$$X = \frac{(4{,}37 \times 1000) - (2{,}68 \times 100)}{\frac{2{,}68}{3} + 1}$$

$$x = 2170\ \Omega$$

A titre comparatif, la formule V peut être reconstituée sous une autre forme:

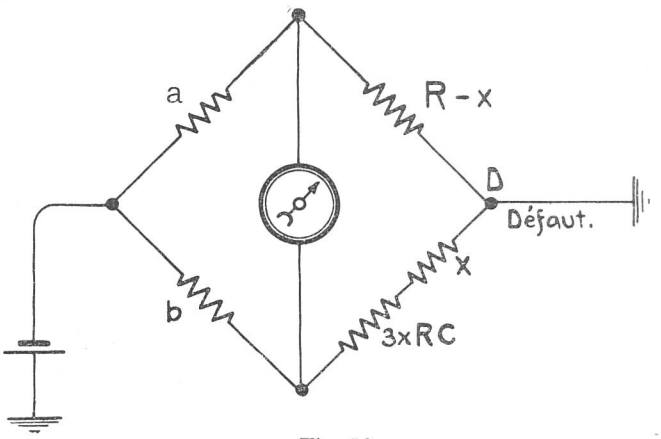

Fig. 10.

d'où il ressort que:

$$\frac{a}{b} = \frac{R - x}{3\,RC + x}$$

Remplaçons les valeurs ci-dessus par celles des formules II et III soit:

$$\frac{a}{b} = \frac{A_2}{3} \text{ (voir formule II)}$$

$$R - x = A_1 \cdot RC_1 - x \text{ (voir formule III),}$$

la formule devient:

$$\frac{A_2}{3} = \frac{(A_1 \cdot RC_1) - x}{3\,RC_2 + x}$$

ce qui correspond à la formule IV, c. q. f. d.

Pour obtenir un résultat définitif sûr, il est évidemment nécessaire de faire la mesure du défaut, fig. 9, en utilisant alternativement les 2 pôles de la batterie.

Note de la Rédaction: Voir aussi l'article „Kontroll-Messungen". paru dans le No. 3 de 1924.

Le rendement des circuits interurbains et internationaux en 1923 et 1924

par A. Möckli, Berne.

A. Circuits interurbains.

I. Généralités.

Une étude sur le rendement des circuits interurbains a été faite déjà pour l'année 1922, et ses résultats ont été publiés dans le numéro 2 du Bulletin technique de l'Administration des Télégraphes et Téléphones du 1. IV. 1923. Le résultat moyen était de 42'38" par heure/circuit. Ceux de 1923 et 1924 sont respectivement de 45'15" et de 44'18". Il y eut donc progrès en 1923 et recul en 1924. Pas plus que le premier, le second n'a été l'effet du hasard. Nous en exposerons les causes dans les considérations qui suivent.

Du tableau 1, il ressort que le rendement général s'est amélioré, en 1923, de 2½ minutes environ; toutes les centrales ont progressé en 1923; Genève, Lucerne et Zurich sont à signaler spécialement. En 1924, recul moyen de 1 minute; Berne et St-Gall seuls ont continué à progresser, les autres offices étant en recul, Lausanne surtout. L'avance de 1923, réjouissante, est normale vu le but poursuivi; des commentaires sont en quelque sorte superflus. C'est pourquoi nous nous bornerons à examiner en détail les chiffres de 1924.

Le point qui frappe le plus lorsqu'on examine les résultats individuels de Lausanne, qui occupe le 7e rang, c'est la dispersion des observations. Un très grand nombre d'opératrices n'ont été contrôlées qu'une seule fois pendant la période triennale de 1922—23—24, alors que Genève, pris pour comparaison, concentre ses efforts sur un nombre relativement restreint d'opératrices. Le tableau 2 fournit à ce sujet des renseignements intéressants. Comme on le voit, Genève, Lucerne et Bâle observent d'une manière très suivie, tandis que Lausanne, St-Gall et Zurich n'ont observé que 4 ou 5 fois en moyenne pendant 3 ans. De la colonne 3, il ressort que Lausanne et Genève tiennent également les rangs extrêmes en ce qui concerne le nombre des opératrices n'ayant été contrôlées qu'une seule fois en 3 ans. Dans la colonne 4, Lucerne révèle une situation tout à fait privilégiée, puisque toutes les