

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: 50 (1972)

Heft: 1

Artikel: Automatisierung und Datenverarbeitung im Telephonkabel-Prüffeld = Automatisation et traitement de l'information dans l'atelier d'essai des câbles téléphoniques

Autor: Kühne, Hans / Schaudt, Hansjakob

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-874639>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 11.05.2025

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

Automatisation et traitement de l'information dans l'atelier d'essai des câbles téléphoniques

Hans KÜHNE, Bern, und Hansjakob SCHAUDT, Brugg

621.315.2.001.4: 621.317.1-52

Zusammenfassung. Seit einigen Jahren werden in den schweizerischen Kabelwerken Messautomaten für das elektrische Prüfen der Telefonkabel verwendet. Die vielschichtigen Routinearbeiten an Kabeln bis zu 2400 Paaren (1200 Vierer) erforderten bisher einen grossen Personal- und Zeitaufwand. Neben erheblichen Zeiteinsparungen im Prüffeld bringt die digitale Erfassung und Weiterverarbeitung der Messwerte durch Datenverarbeitungsanlagen weitere erhebliche Vorteile. Bei den Kabelwerken Brugg AG verarbeitet ein frei programmierbarer Rechner die Messdaten des Prüfautomaten für eine Qualitätsbeurteilung der Kabel. Ausserdem wird von der Möglichkeit Gebrauch gemacht, mit Hilfe dieses Computers die Spleisstabellen nach den individuellen Kabeldaten direkt zu erstellen.

Résumé. Depuis quelques années, les câbleries suisses emploient des dispositifs automatiques de mesure pour l'essai électrique des câbles téléphoniques. Jusqu'ici, les innombrables travaux de routine sur les câbles jusqu'à 2400 paires (1200 quarts) exigeaient un nombreux personnel et beaucoup de temps. Outre les économies de temps considérables à l'atelier d'essai, l'enregistrement digital et le traitement ultérieur des valeurs mesurées par des installations de traitement de l'information offrent d'autres avantages appréciables. Aux câbleries de Brugg SA, un ordinateur programmable à volonté traite les données de mesure du dispositif automatique d'essai en vue de l'appréciation de la qualité des câbles. De plus, il est fait usage de la possibilité d'établir directement, avec le concours de cet ordinateur, les tableaux d'épissure d'après les caractéristiques individuelles des câbles.

Automazione nell'elaborazione dei dati sul campo di prova dei cavi telefonici

Riassunto. Da qualche anno nelle fabbriche svizzere di cavi sono in esercizio impianti automatici per le misurazioni elettriche dei cavi telefonici. I complessi controlli da eseguire sui cavi che hanno capacità fino a 2400 coppie (1200 bicipie) richiesero finora un importante impiego di personale e di tempo. La rilevazione digitale e l'ulteriore elaborazione dei valori delle misurazioni per il tramite di impianti per l'elaborazione di dati offre, oltre a un considerevole risparmio di tempo sul campo di prova, anche altri vantaggi degni di rilievo. Presso le Kabelwerke Brugg AG un calcolatore programmabile a piacimento elabora i dati delle misurazioni dell'impianto automatico di prova ai fini di una valutazione della qualità dei cavi. Con l'aiuto di questo calcolatore si sfrutta inoltre la possibilità di allestire direttamente le tabelle di giunzione secondo i dati particolari dei cavi.

1. Automatische Messung der Telefonkabel

Die Fabrikation der Orts-, Bezirks- und Fernkabel verlangt von den Kabelherstellern eine Vielzahl von Messungen verschiedener Grössen. Die Pflichtwerte für die Fabrikation und Lieferung von Telefonkabeln sind durch die einschlägigen Vorschriften der schweizerischen PTT-Betriebe gegeben [1]. Je nach dem Verwendungszweck eines Kabels müssen bei den Kabelvierern folgende elektrische Prüfungen durchgeführt werden:

- $R_{1,2}$ Schleifenwiderstände im Vierer: Stamm 1 und 2
- $\Delta R_{1,2}$ Widerstandsdifferenzen in den Stämmen 1 und 2
- ΔR_v Widerstandsdifferenz im Vierer
- $C_{1,2}$ Betriebskapazitäten der Stämme 1 und 2
- C_v Viererkapazität
- k_{1-3} kapazitive Imvier-Kopplungen
- k_{4-12} kapazitive Nebenvier-Kopplungen
- e_{1-3} kapazitive Erdsymmetrien

Müssen alle diese Messgrössen erfasst werden, was für Bezirks- und Fernkabel der Fall ist, so ergeben sich je Kabelvierer 23 verschiedene Messwerte.

Die konventionellen Messmethoden mit dem manuellen Abgleichen der Messbrücken und jeweiligem neuen Anklemmen des Prüflings bei jeder Messart belasteten die Kabelfabriken zeitlich und personell derart, dass nach einer anderen Lösung gesucht werden musste. Auf Wunsch

1. Mesure automatique des câbles téléphoniques

La fabrication des câbles locaux, ruraux et interurbains exige de la part des fabricants un grand nombre de mesures de différentes grandeurs. Les valeurs imposées pour la fabrication et la livraison des câbles téléphoniques sont fixées par les prescriptions en la matière de l'Entreprise des PTT suisses [1]. Selon l'emploi auquel est destiné un câble, il est indispensable de procéder aux essais électriques suivants sur les quarts du câble:

- $R_{1,2}$ Résistances de boucles dans la quarte: réel 1 et 2
- $\Delta R_{1,2}$ Différences de résistance dans les circuits réels 1 et 2
- ΔR_v Différence de résistance dans la quarte
- $C_{1,2}$ Capacités effectives des circuits réels 1 et 2
- C_v Capacité de la quarte
- k_{1-3} Couplages capacitifs dans la quarte
- k_{4-12} Couplages capacitifs entre paires
- e_{1-3} Dissymétries de terre capacitives

Lorsque toutes ces grandeurs mesurées doivent être enregistrées, ce qui est le cas pour les câbles ruraux et interurbains, il en résulte 23 valeurs différentes pour chaque quarte.

Les méthodes de mesure classiques avec l'équilibrage manuel des ponts de mesure et le nouveau raccordement de l'objet à essayer pour chaque genre de mesure acca-

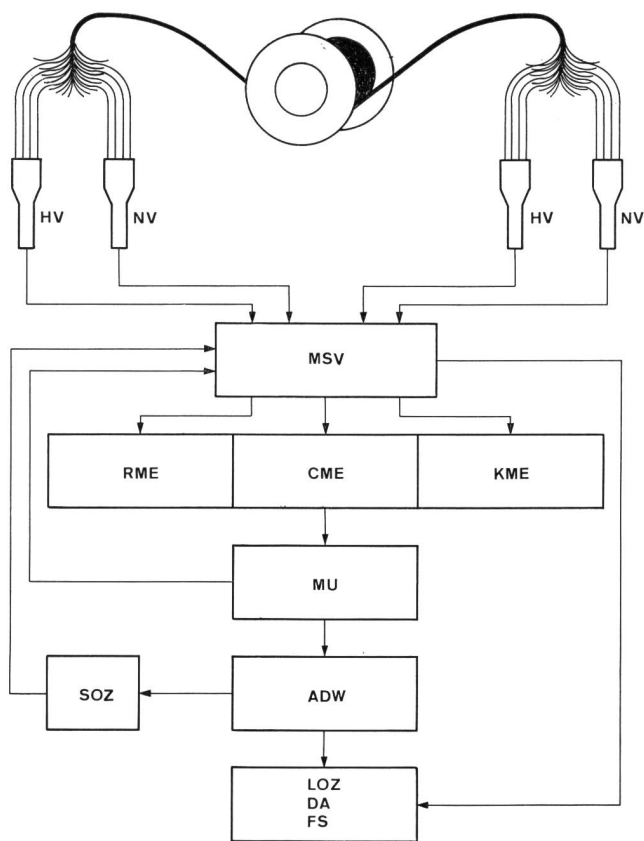


Fig. 1

Blockschaltbild Kabelmessautomat KMA-3B

Schéma bloc du dispositif automatique de mesure des câbles KMA-3B

HV	Hauptvierer – Quarte principale
NV	Nebenvierer – Quarte secondaire
MSV	Mess- und Steuerverteiler – Répartiteur de mesure et de commande
RME	Widerstand-Messeinheit – Unité de mesure de la résistance
CME	Kapazitäts-Messeinheit – Unité de mesure de la capacité
KME	Kopplungs-Messeinheit – Unité de mesure du couplage
MU	Messstellenumschalter – Commutateur des points de mesure
ADW	Analog-Digital-Umsetzer – Transducteur digital-analogique
SOZ	Sortierzusatz – Dispositif accessoire de tri
DA	Digitalanzeige – Indication numérique
FS	Fernschreiber – Téléimprimeur

der schweizerischen Kabelindustrie befassten sich Kabelspezialisten der Generaldirektion PTT seit 1961 mit den Problemen einer einheitlichen automatischen Telephonkabelmessung. Dazu gehört auch das Studium einer neuen Protokollierung und der Weiterverarbeitung der Messwerte für die Qualitätskontrolle und für die Berechnung von Spleisstabellen.

Die schweizerischen PTT-Betriebe sind mit verschiedenen Grossfirmen in Verbindung getreten, um die Herstellungsmöglichkeiten eines Messautomaten für schweizerische Bedürfnisse zu prüfen. Der erste Prototyp wurde am

paraient le temps et la main-d'œuvre des câbleries dans une mesure telle qu'il fallut chercher une autre solution. A la demande de l'industrie suisse des câbles, les spécialistes de la Direction générale des PTT se sont occupés, depuis 1961, des problèmes concernant une mesure automatique uniforme des câbles téléphoniques. L'étude d'une nouvelle manière de dresser les procès-verbaux et du traitement ultérieur des valeurs mesurées pour le contrôle de la qualité et pour le calcul de tableaux d'épissure y est également incluse.

L'Entreprise des PTT suisses s'est mise en rapport avec différents établissements importants, pour étudier les possibilités de fabrication d'un dispositif automatique de mesure répondant aux besoins suisses. Le premier prototype a été présenté aux intéressés suisses le 26 octobre 1963 à Berne-Ostermundigen. Depuis lors, des dispositifs automatiques de mesure ont été mis en service aux câbleries Dätwyler SA¹, Brugg SA² et Cortaillod SA³. Les câbleries de Cossonay SA⁴ possèdent depuis fin 1971 également un dispositif automatique de mesure et d'essai des câbles de télécommunication.

Alors que le premier dispositif automatique de mesure a été mis en service en Suisse en été 1967 aux usines Dätwyler SA à Altdorf, le premier dispositif complété d'un ordinateur fonctionne depuis le printemps 1968 aux câbleries de Brugg SA. Pour l'Entreprise des PTT suisses, il était donc tout indiqué de mener, de concert avec les câbleries de Brugg SA, les études ultérieures sur l'appréciation et l'établissement des procès-verbaux des valeurs de mesure calculées par le dispositif automatique de mesure.

Au printemps 1968, l'atelier d'essai des câbleries de Brugg SA, où plus d'un million de valeurs de mesure sont enregistrées et analysées chaque mois, a été doté d'un dispositif automatique de mesure des câbles du type KMA 3B, produit collectif des établissements Felten & Guillaume – Wandel & Goltermann. Wandel & Goltermann ont mis au point et fabriqué les appareils digitaux, tandis que les appareils analogiques sont sortis des établissements Felten & Guillaume. Le schéma bloc de ce dispositif de mesure est représenté à la figure 1.

Les unités de mesure de la résistance, de la capacité et du couplage fournissent une tension continue qui est chaque fois proportionnelle à la valeur mesurée et que le transducteur digital-analogique convertit en signaux digitaux. Les gammes de mesure sont choisies et les valeurs

¹ Dispositif automatique de mesure des établissements Felten & Guillaume – Wandel & Goltermann.

² 2 dispositifs automatiques de mesure des établissements Felten & Guillaume – Wandel & Goltermann.

³ 2 dispositifs automatiques de mesure des câbles Cortaillod SA; développement de Lavanchy, Electronique industrielle, Lausanne.

⁴ Dispositif automatique de mesure et d'essai avec ordinateur des établissements Siemens.

25. Oktober 1963 in Bern-Ostermundigen vorgeführt. Seither wurden in den Kabelwerken *Dätwyler AG*¹, *Brugg AG*², *Cortailod SA*³ Messautomaten in Betrieb genommen. Die Kabelwerke *Cossonay SA*⁴ gelangten Ende 1971 ebenfalls in den Besitz eines Mess- und Prüfautomaten für Fernmeldekabel.

Der erste Messautomat in der Schweiz wurde im Sommer 1967 bei Dätwyler AG, Altdorf, in Betrieb genommen. Der erste Messautomat mit Rechner steht seit Frühjahr 1968 bei den Kabelwerken Brugg AG in Betrieb. Für die schweizerischen PTT-Betriebe war es daher gegeben, die weiteren Studien über die Auswertung und Protokollierung der durch den Messautomaten ermittelten Messwerte mit den Kabelwerken Brugg AG zu führen.

Das Prüffeld der Kabelwerke Brugg AG, wo monatlich über eine Million Messwerte erfasst und ausgewertet werden, erhielt im Frühjahr 1968 einen Kabelmessautomaten Typ KMA-3B; ein Gemeinschaftsprodukt der Firmen Felten & Guillaume – Wandel & Goltermann. Wandel & Goltermann entwickelte und fabrizierte die Digitalgeräte, während die Analoggeräte für die Widerstands- und Kapazitätsmessungen von Felten & Guillaume stammen. *Figur 1* zeigt das Blockschaltbild dieses Kabelmessautomaten.

Die Messeinheiten für Widerstand, Kapazität und Kopplung liefern eine dem jeweiligen Messwert proportionale Gleichspannung. Der Analog-Digitalwandler setzt diese Gleichspannung in digitale Signale um. Durch den mit Lochkarten gesteuerten Sortierzusatz werden die Messbereiche gewählt und die Pflicht- und Toleranzwerte gegeben. Am Mess- und Steuerverteiler (*Fig. 2*) können an einem Kreuzschienenverteiler beim Überschreiten von Toleranzgrenzen Funktionen programmiert werden (Rotdruck, Registriersperre, Symbole).

Der Messstellenumschalter (*Fig. 3*) ist das zentrale Steuergerät der Anlage. An einem Tastenfeld kann das Messprogramm beliebig gewählt werden. Der Locherzusatz wandelt die Daten in den fernschreiberberechten Telegraphencode.

Das zu prüfende Kabel wird von je einer Prüferin am Anfang und am Ende mit je zwei Anlegzangen (Haupt- und Nebenvierer) verbunden.

Der Messautomat erfasst Widerstände, Widerstandsdifferenzen, Betriebskapazitäten, kapazitive Kopplungen und Unsymmetrien in kurzer zeitlicher Folge. In jeder Messreihe können in etwa 10 s 23 3-4stellige Messwerte mit Vor-

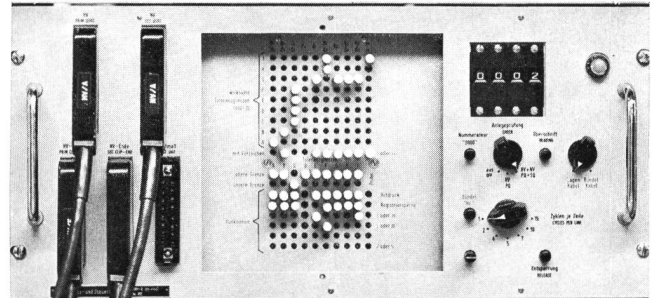


Fig. 2

Mess- und Steuerverteiler der Kabelmessautomaten der Kabelwerke Brugg AG

Distributeur de mesure et de commande du dispositif automatique de mesure des câbles des câbleries de Brugg SA

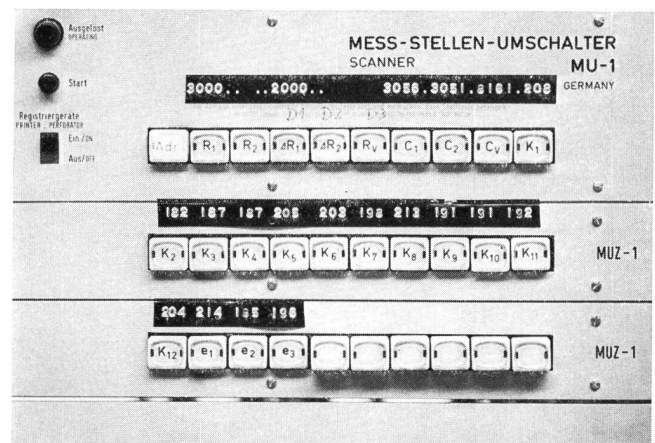


Fig. 3

Messstellen-Umschalter

Commutateur des points de mesure

imposées et de tolérance sont données par le dispositif accessoire de tri commandé par cartes perforées. Pour le cas où les limites de tolérance sont dépassées, des fonctions peuvent être programmées sur la matrice de programmation du distributeur de mesure et de commande (impression en rouge, blocage de l'enregistrement, symboles), illustré par la *figure 2*.

Le commutateur des points de mesure est l'appareil de commande central de l'installation. Le programme de mesure peut être sélectionné à volonté sur un tableau de touches. Le perforateur additionnel traduit les informations dans le code télégraphique correspondant au téléimprimeur.

¹ Messautomat der Firmen Felten & Guillaume – Wandel & Goltermann.

² 2 Messautomaten der Firmen Felten & Guillaume – Wandel & Goltermann, mit einem frei programmierbaren Computer der Firma Dietz.

³ 2 Messautomaten der Câbles Cortailod SA; Entwicklung Lavanchy, Electronique industrielle, Lausanne.

⁴ Mess- und Prüfautomat mit Rechner der Firma Siemens.

zeichen auf dem Fernschreiber ausgedruckt werden. Verkürzte Programme sind beliebig wählbar. Vor jeder Einzelmessung wird der Vierer auf Schluss und Unterbruch geprüft. Da sich die beiden Prüferinnen durch das synchrone Anhängen gegenseitig überwachen, wird auch die richtige Reihenfolge der Einzeladern und Vierer gewährleistet (Fig. 4).

Die Automatisierung brachte den Kabelwerken Brugg eine erhebliche Einsparung an Messpersonal. Bei der manuellen Messung musste für jede Messart (Widerstand, kapazitive Kopplungen, Betriebskapazitäten) die zu prüfenden Vierer jeweils neu angeklemt werden. Mit den Messautomaten geschieht dies in einem Arbeitsgang. Dadurch verringerte sich die Zahl der Messplätze.

Weil sich auch die Messzeit verkürzte, wurde die benötigte Prüffeldfläche kleiner. Ein weiterer Vorteil ist das maschinengeschriebene Protokoll. Die Messwerte enthalten keine subjektiven Fehler.

2. Datenverarbeitung

Die Kabelwerke Brugg AG kombinierten die Kabelmessautomaten mit einem prüffeldeigenen, frei programmierbaren Computer der Firma Dietz, Typ Mincal 4 E (Fig. 5). Dieser Rechner erlaubt die Verarbeitung der Messwerte in jeder gewünschten Form. Das gewonnene Zahlenmaterial dient zur Fabrikationskontrolle und zur Abnahmeprüfung. Ein Datenaustausch mit dem Firmen-Grossrechner und eine Archivierung der Abnahmedaten auf Magnetbänder ist vorgesehen.

Mit dem Rechner ergibt sich die zusätzliche Möglichkeit, für den Kopplungsausgleich Spleisschemata an Fern- und Bezirkskabeln zu berechnen (vgl. Abschnitt 4).

Le câble à essayer est relié à chacune de ses extrémités à l'aide de deux pinces de connexion (quartes principales et secondaires), par deux testeuses.

Le dispositif automatique de mesure enregistre les résistances, les différences de résistance, les capacités effectives, les couplages capacitifs et les dissymétries en une brève suite chronologique. Pour chaque série de mesures, 23 valeurs à 3 ou 4 chiffres, affectées de leur signe, peuvent être imprimées en quelque 10 secondes sur le téléimprimeur. Il est possible de choisir à volonté des programmes réduits. Avant chaque mesure individuelle, on vérifie si la quarte est court-circuitée ou interrompue. Les deux testeuses se surveillant mutuellement en synchronisant le travail, la succession correcte des conducteurs et des quartes est ainsi garantie.

L'automatisation a permis aux câbleries de Brugg d'économiser de façon notable du personnel de mesure. Lors de la mesure manuelle, il fallait, pour chaque genre de mesure (résistance, couplages capacitifs, capacités effectives), raccorder à nouveau chaque fois les quartes à essayer. Les dispositifs automatiques de mesure effectuent ce travail en une seule opération, ce qui réduit le nombre des positions de mesure. Le temps de mesure étant raccourci, la surface nécessaire de l'atelier d'essai a été réduite. Les procès-verbaux sont écrits à la machine, ce qui est un autre avantage, et les valeurs de mesure ne contiennent aucune erreur subjective.

2. Traitement des informations

Les câbleries de Brugg ont combiné les dispositifs automatiques de mesure avec un ordinateur des établissements Dietz, type Mincal 4 E, programmable à volonté et faisant



Fig. 4
Kabelmessautomat KMA 3B beim Prüfen einer Fabrikationslänge
Dispositif automatique de mesure des câbles KMA 3B en place pour l'essai d'une longueur de fabrication



Fig. 5
Datenverarbeitungsanlage Mincal 4E
Installation de traitement de l'information Mincal 4E

3. Abnahmebedingungen und statistische Qualitätskontrolle

Die zulässigen elektrischen Werte der Kabel sind durch das PTT-Pflichtenheft bestimmt. Die Auswertung der Messdaten und die Berechnung der statistischen Masszahlen sind ohne Rechner praktisch kaum möglich. Die Datenverarbeitungsanlage erlaubt, das geforderte Abnahmeprotokoll direkt zu drucken. Das Formular wurde neu gestaltet, so dass es auch für eine statistische Güteprüfung verwendbar ist. Der Rechner übernimmt die Berechnung der kilometrischen Werte, berechnet Mittelwerte, Maximalwerte, Streuung und Qualitätszahlen. Er überprüft zudem alle Werte nach den Vorschriften. Entspricht ein Wert nicht dem Pflichtenheft, wird die entsprechende Vierernummer auf dem Abnahmeprotokoll vermerkt. Die Resultate liegen wenige Minuten nach der Messung vor, so dass die Kabel rasch für den Versand freigegeben werden können.

4. Spleisschema

Zur Verminderung des Nebensprechens werden bei Pulinleitungen besondere Ausgleichsverfahren für die Beseitigung der kapazitiven Kopplungen angewendet. Ein solcher Kopplungsausgleich ist speziell für die Werte im Vierer und auch in bestimmten Fällen für die Erdunsymmetrien notwendig, damit die für den Betrieb erforderliche Nebensprechgüte erreicht wird. Im Laufe der Jahre haben sich zwei grundlegende Ausgleichsverfahren durchgesetzt: 1. Kreuzen der Adern in den Spleissstellen nach Berechnungen und 2. Einbau von Ausgleichskondensatoren in den Pupinfeldern. Dadurch werden die Kopplungen so herabgesetzt, dass die Nebensprechstörungen innerhalb zulässiger Grenzen bleiben. Beide Verfahren haben ihre Vor- und Nachteile [2].

Die schweizerischen Fern- und Bezirkskabelnetze wurden bis vor einigen Jahren durch Kreuzen der Adern mit freier Viererwahl innerhalb der Lagen ausgeglichen. Für die Reduktion der Kopplungs- und Unsymmetriewerte gibt es 8 Kreuzungsmöglichkeiten. Der Ausgleich geschieht spulenfeldweise – normalerweise 8 Baulängen – auf Grund der nach der Auslegung gemessenen Kopplungswerte (Fig. 6).

Die ausserordentlich starke Zunahme des Leitungsbedarfes in den letzten Jahren zwang die PTT-Betriebe, immer grössere Kabel auszulegen. Da das Messen der einzelnen Baulängen und das Berechnen der Spleisstabellen immer mehr Zeit beanspruchte, wurden die Pupinfeldern neu nach dem konzentrierten Kopplungsausgleichsverfahren montiert [3]. Die A- und B-Punkte sind nach einem festen Schema mit zyklischem Wechsel der Vierer gespleisst. Im C-Punkt (mittlere Verbindungsmuffe eines Spulenfeldes) werden die Imvierer-Kopplungen an den

partie de l'atelier d'essai. Cet ordinateur permet de traiter les valeurs de mesure sous n'importe quelle forme désirée. Les chiffres obtenus sont utilisés pour le contrôle de la fabrication et pour le test de réception. Il est en outre prévu de procéder à un échange d'informations avec l'ordinateur à grande capacité de l'entreprise et d'enregistrer sur bandes magnétiques, pour les archives, les informations de réception.

L'ordinateur offre la possibilité supplémentaire de calculer les schémas d'épissure pour l'équilibrage de couplages sur les câbles interurbains et ruraux (voir paragraphe 4).

3. Conditions de réception et contrôle statistique de la qualité

Les valeurs électriques admissibles des câbles sont définies par le cahier des charges des PTT. Sans ordinateur, il n'est pratiquement guère possible d'analyser les données et de calculer les valeurs numériques statistiques. L'installation de traitement de l'information permet d'imprimer directement le procès-verbal de réception exigé. La formule a été refondue et est aussi utilisable pour l'analyse qualitative statistique. L'ordinateur se charge de calculer les valeurs kilométriques, les valeurs moyennes et maximales, la dispersion et les valeurs de qualité; en outre, il vérifie toutes les données selon les prescriptions. Une valeur ne correspond-elle pas au cahier des charges, le numéro de quarte correspondant est noté sur le procès-verbal de réception. Les résultats sont disponibles quelques minutes après la mesure, de sorte que les câbles peuvent être rapidement libérés pour l'expédition.

4. Schéma d'épissure

En vue de réduire la diaphonie, on utilise sur les lignes pupinisées des méthodes d'équilibrage spéciales pour éliminer les couplages capacitifs. Il est en particulier indispensable de pratiquer pareil équilibrage de couplages pour les valeurs dans la quarte et, dans des cas déterminés, aussi pour les dissymétries de terre, afin que la qualité diaphonique nécessaire à l'exploitation soit atteinte. Deux

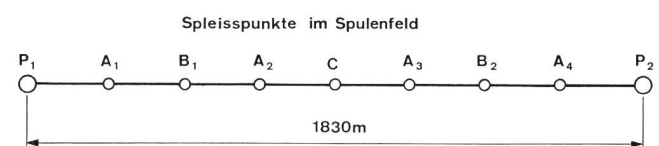


Fig. 6
Spleisspunkte im Spulenfeld
Points d'épissure dans la section de pupinisation

beiden halben Spulenfeldern ermittelt, die zweckmässigste Durchspleissung innerhalb einer Lage errechnet und die Restkopplungen durch den Einbau von Ausgleichskondensatoren reduziert. Bei Kabeln mit grosser Viererzahl sind diese Ausgleichskondensatoren in einer separaten Ausgleichsmuffe zusammengefasst; bei Kabeln mit kleiner Viererzahl können sie in der Regel in der Spleissmuffe untergebracht werden.

Bei vieladrigen Kabeln ist aber der Zeitaufwand für die Erstellung eines C-Punktes nach dem konzentrierten Ausgleichsverfahren verhältnismässig gross. Es war deshalb naheliegend, weitere Rationalisierungsmöglichkeiten zu studieren.

Aus früheren Versuchen war bekannt, dass die Kopplungsänderungen durch die Auslegung oder den Einzug der Kabel in engen Grenzen bleiben. Dies führte zum Gedanken, die von den Prüffeldmessungen vorhandenen Kopplungswerte mit Hilfe des Computers zu Spleisstabellen zu verarbeiten. Dabei wurden die Möglichkeiten, mehrere Längen in einem Arbeitsgang zu berechnen, ausgenützt. Es ergeben sich dabei folgende mögliche Kreuzungskombinationen:

2 Baulängen = 1 Kreuzungspunkt	$= 8^1 =$	8 mögliche Kreuzungskombinationen
3 Baulängen = 2 Kreuzungspunkte	$= 8^2 =$	64 mögliche Kreuzungskombinationen
4 Baulängen = 3 Kreuzungspunkte	$= 8^3 =$	512 mögliche Kreuzungskombinationen

Diese Zahlen zeigen, dass optimale Kreuzungskombinationen nur mit einer Datenverarbeitungsanlage rationell berechnet werden können.

In Zusammenarbeit mit der Abteilung Forschung und Entwicklung der Generaldirektion PTT stellten die Kabelwerke Brugg AG Programme bereit, mit denen Spleisstabellen für die Montagegruppe berechnet werden. Nachdem Versuche auf verschiedenen Anlagen positive Ergebnisse ergeben hatten, führte man im Jahre 1970 das neue Verfahren der durch den Computer berechneten Spleisstabellen ein (Fig. 7). Das starre Schema des zyklischen Viererwechsels wurde jedoch beibehalten.

Dieses Verfahren ergab folgende Vorteile:

1. Im Feld auszuführende, umfangreiche Kopplungsmessungen fallen weg. Dies erbringt besonders bei grossen Kabeltypen eine wesentliche Personaleinsparung. Bei-

methoden d'équilibrage fondamentales se sont imposées au cours des années: croisement des conducteurs dans les épissures d'après les calculs, et montage de condensateurs d'équilibrage dans les sections de pupinisation. Ces mesures réduisent les couplages de telle sorte que les perturbations dues à la diaphonie demeurent dans des limites admissibles. Les deux méthodes ont leurs avantages et leurs inconvénients [2].

Jusqu'à ces dernières années, les réseaux des câbles interurbains et ruraux suisses étaient équilibrés par croisement des conducteurs avec libre choix des quarts dans les couches. Pour réduire les valeurs de couplage et de dissymétrie, il existe 8 possibilités de croisements et l'équilibrage se fait par section de pupinisation – il s'agit normalement de 8 longueurs – d'après les valeurs de couplage mesurées après la pose.

L'accroissement extraordinaire du nombre de lignes nécessaires a obligé ces dernières années l'Entreprise des PTT à poser des câbles toujours plus gros. Etant donné que la mesure des différentes longueurs et le calcul des tableaux d'épissure exigeaient toujours plus de temps, les sections de pupinisation ont été montées selon la méthode d'équilibrage de couplages concentrée [3]. Les points A et B sont épissés selon un schéma rigoureux avec brassage cyclique des quarts. Au point C (manchon de jonction médian d'une section de pupinisation), les couplages dans la quarte sont déterminés en fonction des deux demi-sections de pupinisation. Le croisement convenant le mieux à l'intérieur d'une couche est calculé, et les couplages résiduels réduits par l'insertion de condensateurs d'équilibrage. Lorsque le câble a un grand nombre de quarts, ces condensateurs d'équilibrage sont groupés dans un manchon d'équilibrage séparé; mais, lorsque les câbles ont un petit nombre de quarts, ils peuvent en règle générale être logés dans le manchon d'épissure.

Toutefois, lorsque les câbles ont un grand nombre de conducteurs, le temps nécessaire à l'établissement d'un point C selon la méthode d'équilibrage concentrée est relativement long. C'est pourquoi il était tout naturel d'étudier d'autres possibilités de rationalisation.

Les essais antérieurs ont démontré que la pose ou le tirage des câbles maintenaient les modifications de couplages dans d'étroites limites, ce qui a conduit à l'idée de traiter en tableaux d'épissures à l'aide de l'ordinateur les valeurs de couplages établies par les mesures à l'atelier d'essai. Ce faisant, on a utilisé les possibilités de calculer plusieurs longueurs en une seule opération. On a ainsi obtenu les combinaisons de croisements possibles suivantes:

2 longueurs de construction = 1 point de croisement =
$8^1 = 8$ combinaisons possibles de croisements

spielsweise beträgt der Gewinn gegenüber der bisherigen Methode bei der Montage eines Bezirkskabels $312 \times 4 \times 0,6$ mm, Stamm/Phantom-Pupinisierung, etwa Fr. 2600.— je Pupinsektion.

- Die Kopplungen werden in den A- und B-Punkten nicht mehr durch Zufälligkeiten addiert.
- Die im C-Punkt auszugleichenden Kopplungswerte sind anzahlmässig wesentlich geringer. Das hat zur Folge, dass die noch notwendigen Kondensatoren (etwa 15... 25% der Vierer) in vielen Fällen direkt in die Muffe eingebaut werden können, womit die recht aufwendige Ausgleichsmuffe wegfällt.

5. Computer-Abgleich mit freier Viererwahl

Ein Kopplungsherd kann nur am Entstehungsort voll kompensiert werden. Für Kabel mit dünnem Aderdurchmesser (0,6 mm) ist die Phasendrehung über ein ganzes Spulenfeld verhältnismässig gross. In Grenzfällen können mit der festen Viererwahl Kopplungen durch Ausgleichskondensatoren im C-Punkt nicht mehr genügend beseitigt werden.

Untersuchungen haben ergeben, dass bei freier Viererwahl die Streuung s (Standardabweichung) im C-Punkt weniger als halb so gross ist als mit vorgegebener Viererwahl (Fig. 8).

	$k_{2,3}$ – Restkopplung im C-Punkt	
	nach freier Viererwahl	nach gebundener Viererwahl
$\bar{x}$ (pF)	± 5	± 5
s (pF)	20	50



Fig. 7

Spleissen eines sternviererverseilten Telephonkabels nach einer durch den Computer berechneten Spleisstabelle
Épissure d'un câble toronné en quarts étoile d'après le tableau d'épissure calculé par l'ordinateur

3 longueurs de construction = 2 points de croisement = $8^2 = 64$ combinaisons possibles de croisements

4 longueurs de construction = 3 points de croisement = $8^3 = 512$ combinaisons possibles de croisements

Ces chiffres montrent que seule une installation de traitement de l'information permet de calculer rationnellement les combinaisons de croisements optimales.

De concert avec la division des recherches et du développement de la direction générale des PTT, les câbleries de Brugg SA ont préparé des programmes destinés à calculer les tableaux d'épissure pour l'équipe de montage. Des essais sur différentes installations ayant donné des résultats positifs, on a introduit en 1970 la nouvelle méthode des tableaux d'épissure calculés par l'ordinateur (Fig. 7). Toutefois, le schéma du brassage cyclique rigoureux des quarts a été maintenu.

Cette méthode a procuré les avantages suivants:

- Les mesures de couplage importantes à exécuter dans le terrain sont supprimées, ce qui apporte une économie notable de personnel, en particulier pour les gros câbles. Par exemple, le gain par rapport à l'ancienne méthode est d'environ 2600 francs par section de pupinisation lors du montage d'un câble rural $312 \times 4 \times 0,6$ mm, pupinisation réel/fantôme.
- Les couplages ne sont plus additionnés par hasard aux points A et B.
- Le nombre des valeurs de couplage à équilibrer au point C est nettement inférieur. Cela a pour conséquence que les condensateurs encore nécessaires (pour environ 15...25% des quarts) peuvent, dans nombre de cas, être directement insérés dans l'épissure, ce qui supprime le manchon d'équilibrage très coûteux.

5. Equilibrage par ordinateur avec libre choix des quarts

Un foyer de couplage ne peut être intégralement compensé qu'au lieu de sa formation. Pour les câbles à faible diamètre des conducteurs (0,6 mm), la rotation de phase sur toute une section de pupinisation est relativement grande. Dans les cas limites, les couplages ne peuvent plus être suffisamment éliminés au point C par des condensateurs d'équilibrage avec le choix rigide des quarts.

Des études ont révélé que, lors du libre choix des quarts, la fluctuation s (écart normal) au point C est inférieure à la moitié de celle que donne le choix prédéterminé des quarts (Fig. 8).

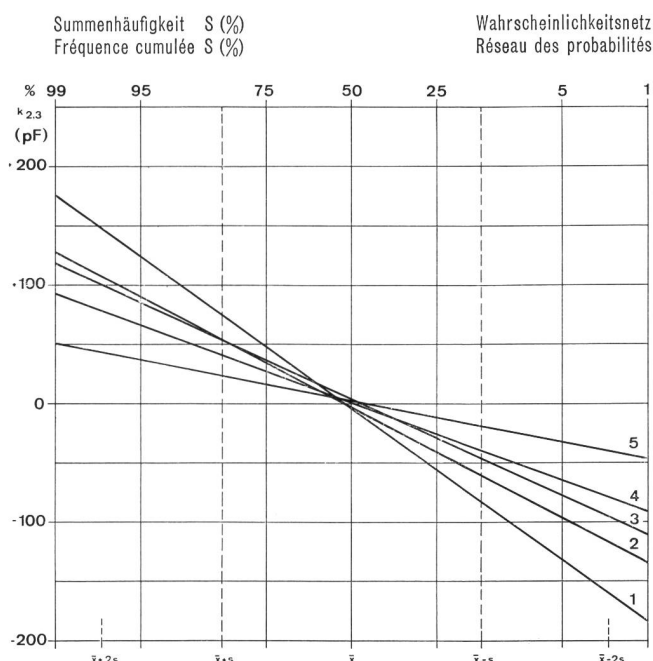


Fig. 8
Summenhäufigkeiten der Imvierier-Kopplungen $k_{2,3}$
Fréquence cumulée des couplages dans la quarte $k_{2,3}$

- 1 230 m Einzellänge – Sections de 230 m
- 2 B-Punkte mit zyklischem Viererwechsel – Points B avec brassage cyclique des quartes
- 3 C-Punkte mit zyklischem Viererwechsel – Points C avec brassage cyclique des quartes
- 4 B-Punkte mit freier Viererwahl – Points B avec libre choix des quartes
- 5 C-Punkte mit freier Viererwahl – Points C avec libre choix des quartes

In Zukunft werden immer mehr Stromkreise für PCM-Systeme bereitgestellt. Hier bringen punktförmige Kapazitäten (Kondensatorabgleich im C-Punkt) eine gewisse Verschlechterung der Nebensprechgüte. Hingegen beeinflussen systematisch verteilte Kopplungen die Qualität der PCM-Übertragungen kaum. Ausgleichskondensatoren sind somit bei PCM-Leitungen unerwünscht.

Mit einer freien Viererwahl innerhalb der Lagen (analog dem früheren Kreuzungsausgleich) werden bei der heutigen Kabelqualität Ausgleichskondensatoren im C-Punkt überflüssig.

Neben der dadurch erzielten Verbesserung der elektrischen Eigenschaften ergeben sich, je nach Verhältnis, durch den Wegfall des Kondensatorausgleichs erhebliche finanzielle Einsparungen. Sie belaufen sich auf rund Fr. 3800.— für ein Pupinfeld eines Kabels $312 \times 4 \times 0,6$ mm.

Das Spleissen der Kabel nach freier Viererwahl (Fig. 9) bringt keine montage-technischen Schwierigkeiten. Bei den Kabelwerken Brugg AG ist ein Programm mit freier Viererwahl in Vorbereitung. Der mit einem 5-Kanal-Leser eingereicherte Rechner kann Lochstreifen aus dem Telexnetz

Exemple:

	$k_{2,3}$ – couplage résiduel au point C	
	selon le libre choix des quartes	selon le choix assujéti des quartes
$\bar{x}$ (pF)	± 5	± 5
s (pF)	20	50

Réseau des probabilités.

A l'avenir, un nombre sans cesse plus grand de circuits pour des systèmes MIC devra être mis à disposition. Les capacités ponctuelles (équilibrage par condensateurs au point C) entraînent une certaine détérioration de la qualité diaphonique. En revanche, les couplages répartis systématiquement n'influencent qu'à peine la transmission MIC. Les condensateurs d'équilibrage ne sont donc pas souhaitables pour les lignes MIC.

Un libre choix des quartes à l'intérieur des couches (par analogie à l'équilibrage antérieur par croisements) rend superflus des condensateurs d'équilibrage au point C, du fait de la qualité actuelle des câbles.

Outre l'amélioration ainsi obtenue des propriétés électriques, l'abandon de l'équilibrage au moyen de condensateurs permet de réaliser d'importantes économies pécuniaires, qui se montent, selon les conditions, à environ 3800 francs pour une section de pupinisation d'un câble de $312 \times 4 \times 0,6$ mm.

L'épissure des câbles d'après le libre choix des quartes (Fig. 9) ne présente aucune difficulté technique de montage. Un programme correspondant est en préparation aux câbleries de Brugg SA et l'ordinateur pourvu d'un lecteur à 5 canaux peut traiter directement les bandes perforées d'un télex par exemple, de sorte que les valeurs mesurées

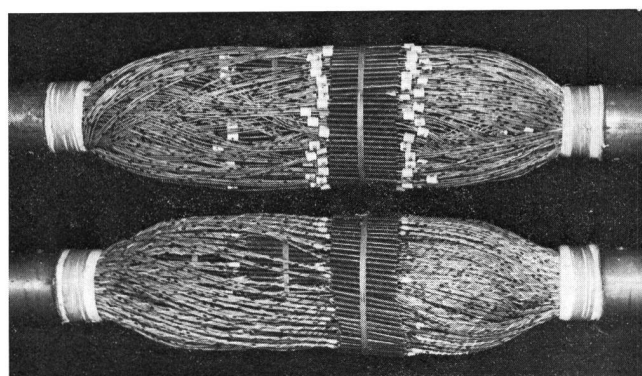


Fig. 9

Spleissung $312 \times 4 \times 0,6$ mm

Oben: Mit freier Viererwahl

Unten: Mit fester Viererwahl nach vorbestimmtem Zyklus

Epissure $312 \times 4 \times 0,6$ mm

En haut: Avec libre choix des quartes

En bas: Avec choix rigide des quartes selon un cycle prédéterminé

direkt verarbeiten, so dass auch im Felde gemessene Werte optimal und ausreichend rasch zu Spleisstabellen berechnet werden könnten. Widerstandsdifferenzen, wie sie besonders bei Kabeln mit Phantompupinisierung zu beachten sind, könnten mitberücksichtigt werden.

Diese Aspekte drängen dazu, alle Möglichkeiten eines Computers voll auszunützen. Dadurch könnten die Montagekosten gesenkt und die technische Qualität der Anlagen verbessert werden.

Bibliographie

- [1] Pflichtenheft für die Fabrikation und Lieferung von Telephonkabeln mit Papierlufttraumisolierung.
- [2] H. Kühne, H. Ammann, W. Hosner. Probleme des Nebensprechausgleichs bei pupinisierten Fernsprechkabeln. V-Bericht Nr. A 25.1015 vom 16. Mai 1969.
- [3] GD PTT, Vorschrift L-103.044. Kopplungsausgleich mit Kondensatoren.

dans le terrain pourraient être transformées en tableaux d'épissure de façon optimale et suffisamment rapidement. Les différences de résistances qu'on observe spécialement sur les câbles à pupinisation fantôme pourraient être prises en considération.

Ces aspects imposent d'utiliser entièrement toutes les possibilités d'un ordinateur. Les frais de montage pourraient être réduits et la qualité technique des installations améliorée.

Bibliographie

- [1] Cahier des charges pour la fabrication et la livraison des câbles téléphoniques à isolation papier/air.
- [2] H. Kühne, H. Ammann, W. Hosner. Problèmes de l'équilibrage diaphonique sur les câbles téléphonique interurbains pupinisés. Rapport V n° A 25.1015 du 16 mai 1969.
- [3] DG PTT, Prescriptions L-103.044. Equilibrage des couplages à l'aide de condensateurs.

Adresse der Autoren: Hans Kühne, Generaldirektion PTT, CH-3000 Bern, und Hansjakob Schaudt, c/o Kabelwerke Brugg AG, CH-5300 Brugg AG.

Hinweise auf eingegangene Bücher

Kleemann J. Halbleiter-Experimente. = Radio-Praktiker-Bücherei, Band 114/114a, 3., erweiterte Auflage. München, Franzis-Verlag, 1971. 112 S., 98 Abb., 43 Tabellen. Preis DM 5.60

Die beschriebenen Experimente führen ohne langatmige Abhandlungen in die Halbleitertheorie ein. Grundlage für alle Versuche ist ein Schaltplatt, in das die auf Platten montierten Bauelemente gesteckt werden. Da sich alle Versuche ohne LötKolben und Schraubenzieher ausführen lassen, wird der Lernende nicht durch Nebenarbeiten abgelenkt. Der RPB-Band bringt seinem Benützer bei, Kennlinien von Transistoren aufzunehmen und zu deuten. Dann kommen einfache, aber sofort in die Praxis umzusetzende Schaltungen (elektronisches Thermometer, Lichtschranke, Glühlampenanzeiger, Gleichstromverstärkung, Wechselspannungsverstärker, Dämmerungsschalter, Multivibratoren usw.) zur Behandlung. In der dritten, erweiterten Auf-

lage kamen u. a. Versuche mit der Vierschichtdiode und der Tunnel diode sowie Anwendungen des Unijunktions-Transistors (Zeitrelais, elektronische Sirene) hinzu. Ein ausführliches Kapitel befasst sich mit Thyristoren und Triacs, und auch der Diac ist nicht vergessen.

R.

Diefenbach W. W. KW- und UKW-Amateurfunk-Antennen = Radio-Praktiker-Bücherei 44/44b. 8., neu bearbeitete und erweiterte Auflage. München, Franzis-Verlag, 1971. 144 S., 136 Abb., 13 Tab. Preis DM 7.90.

Das vorliegende Buch stellt sich die Aufgabe, dem experimentierenden Amateur und Techniker die theoretischen Grundlagen und überdies – aus der langjährigen Praxis des Verfassers schöpfend – auch praktische Hinweise zu vermitteln. Nach einer Einführung geht das Buch auf die vom

Anfänger meist benutzten einfachen KW-Antennenformen ein, darunter auch solche für mobile Stationen. Ausführlich wird sodann auf Richtantennen und die Ankopplung von KW-Sende- und Empfangsantennen eingetreten. Der Praktiker findet Angaben über die wichtigsten Strahlungsdiagramme von Dipolen und üblichen Richtantennen. Ein ausführlicher Abschnitt ist UKW-Antennen gewidmet, worin speziell auch auf die richtige Speisung und Anpassung hingewiesen wird. Es folgen Beiträge über Massnahmen zur Unterdrückung unerwünschter Abstrahlungen, über Messungen an Antennen und schliesslich Ratschläge für den praktischen Aufbau von KW- und UKW-Anlagen. Im Anhang findet der Leser verschiedene Tabellen mit technischen Daten verschiedener Antennenarten, die (deutschen) Mindestabmessungen für Erdungsleitungen, die Amateur-Frequenzbereiche usw. Ein Sachverzeichnis erlaubt ein rasches Auffinden bestimmter Stellen.

R.