

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: 44 (1966)

Heft: 2

Artikel: Kontrolle der Übertragungsqualität der Telephonnetze = Contrôle de la qualité de transmission des réseaux téléphoniques

Autor: Nüsseler, Franz

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-874561>

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: 15.03.2025

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

TECHNISCHE MITTEILUNGEN

BULLETIN TECHNIQUE

PTT

BOLLETTINO TECNICO

Herausgegeben von den Schweizerischen Post-, Telephon- und Telegraphen-Betrieben – Publié par l'entreprise des postes, téléphones et télégraphes suisses – Pubblicato dall'Azienda delle poste, dei telefoni e dei telegrafi svizzeri

Franz NÜSSELER, Bern

621.395.31 : 621.391.883

Kontrolle der Übertragungsqualität der Telephonnetze Contrôle de la qualité de transmission des réseaux téléphoniques

Zusammenfassung. Die Gewährleistung einer genügenden Übertragungsqualität bedingt ihre Überwachung. Um eine wirksame Kontrolle aufzuziehen, müssen die Fehlerursachen und ihre Auswirkungen bekannt sein. Der vorliegende Artikel geht auf diese Überlegungen ein und zeigt eine praktische Lösung auf. Die Erfahrungen werden besprochen.

Résumé. La qualité de transmission ne peut rester satisfaisante que si on la surveille constamment. Pour pouvoir organiser un contrôle efficace, il faut connaître les causes des défauts et leurs répercussions. Le présent article traite ce problème et indique une solution pratique. Les expériences faites sont discutées.

Riassunto. Controllo della qualità di trasmissione della rete telefonica. La garanzia di una qualità di trasmissione sufficiente ne necessita la sorveglianza. Affinchè il controllo sia efficace, le cause e gli effetti dei disturbi devono essere noti. L'articolo parte da questo presupposto e descrive una soluzione pratica. Le esperienze vengono discusse.

1. Einführung

Die Güte eines automatischen Telephonnetzes wird allgemein durch den Begriff «Dienstqualität» ausgedrückt. Unter diesen Sammelbegriff fällt die Beurteilung aller Dienstleistungen, angefangen mit der Zuteilung eines Telephonanschlusses bis zur prompten Antwort der Telephonistin eines manuellen Dienstes.

Die Übertragungsqualität ist ein spezifisch technischer Faktor der Dienstqualität. Von den Telephonnetzen erwartet man heute mit Selbstverständlichkeit, dass sie die Übertragung der Sprache auf kontinentaler Ebene ermöglichen. In naher Zukunft soll die telephonische Verständigung auch auf interkontinentale Entfernungen zur Regel werden. Das Mass der Verständlichkeit auf einer Verbindung hängt dabei von den Eigenschaften der beteiligten Abschnitte und Glieder ab. Es handelt sich in erster Linie um:

– Sende- und Empfangsbezugsdämpfung der Teilnehmerstationen,

1. Introduction

Lorsqu'il s'agit d'apprécier la qualité d'un réseau de téléphone automatique, on parle en général de «qualité de service». Ce terme général sert à définir toutes les prestations, en commençant par l'octroi d'un raccordement téléphonique, jusqu'à la prompte réponse de l'opératrice d'un service manuel.

La qualité de transmission est un facteur purement technique de la qualité de service. On attend aujourd'hui tout naturellement des réseaux téléphoniques qu'ils permettent de transmettre la parole aussi sur le plan continental. Dans un avenir proche, la correspondance téléphonique sera également chose toute naturelle dans les relations intercontinentales. Le degré d'intelligibilité d'une liaison dépendra des caractéristiques des tronçons et des éléments engagés. Il s'agit en premier lieu :

– de l'équivalent de référence des postes d'abonné à l'émission et à la réception;

- Dämpfung und Dämpfungsverzerrungen der Leitungen und der beteiligten Zentralen.

In zweiter Linie kommen noch die Nebenerscheinungen dazu, wie

- Geräusche und Nebensprechen,
- Stabilität, Echo und Laufzeit,
- nichtlineare Verzerrungen, die die Güte einer Verbindung vermindern und kennzeichnen.

Dass eine automatische Verbindung überhaupt zustande kommt, setzt einwandfreie Impulsübertragung und zuverlässiges Schalten der Wähler und Sucher voraus. Diese Faktoren und ihre Auswirkungen sind wiederum abhängig von der Art der Verbindung und deren Zusammensetzung.

Will man die Übertragungsqualität unter Kontrolle halten, so ist zu unterscheiden zwischen festen unveränderlichen Daten, wie der Dämpfung von unverstärkten kurzen Kabeln, dem Schlaufenwiderstand der Teilnehmerleitungen, die sich aus der Planung ergeben und sich im Laufe der Zeit nur in engen Grenzen ändern, sowie den Übertragungsgrößen, die zeitlichen Schwankungen unterworfen sind. In die zweite Kategorie fallen beispielsweise:

- Die volle Auswirkung von Temperaturschwankungen oder die verbleibenden Schwankungen bei Temperaturkorrektur auf längeren Leitungen,
- un stabile Verstärkung bei ungenügender Gegenkopplung,
- Geräusche und unverständliches Nebensprechen, die ebenfalls durch Röhrenalterung entstehen,
- Leitungsgeräusche und Nebensprechen, die in Zusammenhang mit Isolationsdefekten auftreten können,
- Schwund und Störimpulse in Zentralen, verursacht durch schlecht gewordene Sucher- und Relaiskontakte.

Fehlmanipulationen in Verstärkerämtern, Zentralen oder Schaltstellen können zudem die Übertragung ungünstig beeinflussen, ohne indessen die Verbindung zu unterbrechen.

Da eine Telephonverbindung aus einer Kette von verschiedenen Gliedern und Abschnitten besteht, kann die Verständlichkeit durch ein einziges schwaches oder defektes Glied beeinträchtigt oder in Frage gestellt werden.

2. Zweck und Ziel der Kontrolle

Es ist Pflicht der Fernmeldebetriebe, dem Telephonbenutzer im Rahmen des praktisch Möglichen eine befriedigende Übertragungsqualität zu bieten. Die Einhaltung dieser Verpflichtung erschöpft sich nicht in der weisen Planung und dem sorgfältigen Bau der Netze. Es muss Gewissheit darüber bestehen, dass die Qualität von Anfang an den Erwartungen entspricht und dass sie sich nicht mit der Zeit verschlechtert. Diese Information kann uns nur eine Kontrolle der Übertragungsqualität liefern. Während eine Kontrolle vor der Inbetriebnahme die Bauausführung beurteilt,

- de l'affaiblissement et de la distorsion d'affaiblissement des lignes et des centraux engagés.

Viennent ensuite les effets secondaires, tels que

- les bruits et la diaphonie;
- la stabilité, l'écho et le temps de propagation;
- les distorsions non linéaires, qui réduisent et caractérisent la qualité d'une communication.

Mais l'établissement automatique d'une communication suppose avant tout une transmission parfaite des impulsions et une commutation impeccable des sélecteurs et des chercheurs. Ces facteurs et leurs effets dépendent à leur tour du genre de la communication et de sa composition.

Si on veut contrôler la qualité de transmission, il faut distinguer entre les données fixes et invariables, comme l'affaiblissement de câbles courts et non amplifiés, la résistance de boucle de la ligne d'abonné, qui sont fournies par la planification et ne changent que très peu au cours du temps, et les caractéristiques de transmission, qui sont soumises à des variations en fonction du temps. Entrent par exemple dans la seconde catégorie:

- l'effet intégral des variations de température ou les variations résiduelles après correction automatique sur des circuits de grande longueur;
- une amplification instable due à une contre-réaction insuffisante;
- les bruits et la diaphonie inintelligible causés également par le vieillissement des tubes;
- les bruits de circuit et la diaphonie qui peuvent apparaître en relation avec des défauts d'isolement;
- l'évanouissement et les impulsions de bruit dans les centraux, causés par de mauvais contacts des chercheurs et des relais.

De fausses manipulations dans des stations de répéteurs, des centraux ou des points de commutation peuvent en outre influencer défavorablement la transmission, sans interrompre toutefois la communication.

Une communication téléphonique étant composée de divers éléments et tronçons, un seul élément faible ou défectueux peut diminuer l'intelligibilité ou la mettre en cause.

2. Objet et but du contrôle

C'est un devoir de l'entreprise des télécommunications d'offrir à l'abonné au téléphone une qualité de transmission si possible satisfaisante. Pour répondre à cette obligation, on ne peut se limiter à une planification bien étudiée et à une construction soignée des réseaux. Il faut avoir la certitude que la qualité répondra dès le début aux exigences prévues et qu'elle ne diminuera pas avec le temps. Cette information peut seulement nous fournir un contrôle de la qualité de transmission. Tandis qu'un contrôle effectué avant la mise en service permet d'apprécier l'exécution des travaux, un examen ultérieur renseignera sur l'état du réseau.

gibt eine spätere Prüfung Aufschluss über den Zustand des Netzes.

Die Unterhaltungsmessungen sollen die Übertragungseigenschaften erfassen und zu korrigieren gestatten, die zeitlichen Änderungen unterworfen sind. Somit kann aus den Ergebnissen der Kontrolle geschlossen werden, ob die Häufigkeit der vorbeugenden Unterhaltungsmessungen richtig ist und ob der Aufwand zur Gewährleistung der Qualität über eine längere Periode angemessen war. Wiederholen oder häufen sich gewisse Übertragungsfehler, so ist dann der nächste Schritt das Suchen der Ursache.

Die Fehlerursachen lassen sich zurückführen auf die Faktoren «Mensch» und «Material». Damit sei dargestellt, dass die Kontrolle der Übertragungsqualität nicht Selbstzweck ist.

3. Verwirklichung der Kontrolle

3.1 Allgemeines

Die sinnvolle Organisation der Kontrolle der Übertragungsqualität setzt einerseits das Wissen um die Zusammenhänge zwischen den Ursachen und den Störungen, andererseits die Kenntnis der zur Verfügung stehenden Mittel voraus. Das verfügbare Personal ist zahlenmäßig beschränkt und kostbar, die Mess- und Prüfgeräte sind teilweise gegeben oder müssen für besondere Zwecke geschaffen werden.

Vor der Wahl der Prüfmethoden muss wieder das Ziel in Erinnerung gerufen werden: die Gewährleistung einer befriedigenden Übertragungsqualität. Man braucht sich somit nicht zu streiten, ob durch die Kontrolle die Ursachen oder die Wirkungen erfasst werden sollen. Wichtig ist vor allem, dass der Aufwand in einem richtigen Verhältnis zum Ertrag steht und man das gesteckte Ziel erreicht. Dies sei an Hand folgender Beispiele gezeigt:

- Nebensprechen zwischen Stromkreisen kann durch magnetische und kapazitive Kopplungen, Nebenschlüsse (Ableitungen), Widerstandsdifferenzen und Erdunsymmetrien erzeugt werden. Da jedoch zwischen verhältnismässig wenigen Leitungen merkbares Nebensprechen besteht, liefert eine Nebensprechmessung rascher ein Gesamtbild als die Messung aller möglichen Ursachen. Damit sei hier nichts gegen eine allgemeine Isolationskontrolle des Leitungsnetzes gesagt! Diese soll über den Isolationszustand der Kabel Aufschluss geben, selbst wenn die Übertragung noch lange nicht gefährdet ist.
- Leitungsgeräusche können verschiedene Ursachen haben: bei niederfrequenten Leitungen ist es eine externe Störquelle, die über Unsymmetrien im Leitungszug oder in der Installation ein Geräusch induzieren kann. Ist die Leitung mit dem Abschluss hochsymmetrisch, so entsteht nur eine Längsspannung, die man nicht bemerkt, und fehlt die Störquelle, so kann eine Unsymmetrie kein Geräusch zur Folge haben. Zwischen zwei stark unsymmetrischen Leitungen des gleichen Bündels kann jedoch Nebensprechen entstehen, wie es unter ein-

Le but des mesures de maintenance est de vérifier et de corriger les caractéristiques de transmission qui sont soumises à des variations dans le temps. Les résultats du contrôle permettent de déterminer si la périodicité de la maintenance préventive est correcte et si l'effort consenti pour garantir la qualité pendant une période a été judicieusement mesuré. Lorsque certaines fautes de transmission se répètent ou s'accumulent, la prochaine étape sera d'en rechercher la cause. On peut ramener les causes de fautes aux facteurs «homme» et «matériel.»

En résumé, on peut dire que le contrôle de la qualité de transmission n'est pas un but en soi.

3. Réalisation du contrôle

3.1 Point de vue général

L'organisation judicieuse du contrôle de la qualité de transmission suppose la connaissance des relations entre les causes et les dérangements, ainsi que celle des moyens à disposition. Le personnel disponible est limité en nombre et coûteux, les instruments de mesure existent déjà en partie ou doivent être créés pour des besoins particuliers. Avant de choisir les méthodes d'essai, il faut se rappeler le but: assurer une qualité de transmission satisfaisante. Il ne faut donc pas se demander si le contrôle doit porter sur les causes ou sur les effets. Il importe avant tout que l'effort soit proportionné au rendement et qu'on atteigne le but visé, ainsi que le montrent les exemples suivants:

- Une diaphonie entre circuits peut être produite par des couplages magnétiques ou capacitifs, des mélanges (dérivations), des dyssymétries de résistances et des asymétries. Comme il existe une diaphonie notable entre un nombre relativement faible de circuits, une mesure de la diaphonie fournira plus vite une vue d'ensemble que la détermination de toutes les causes possibles. Cela ne veut pas dire qu'un contrôle général de l'isolement du réseau de lignes soit superflu. Ce contrôle doit renseigner sur l'état de l'isolement des câbles même si la transmission est loin d'être mise en cause.
- Les bruits de circuits peuvent avoir différentes causes: sur les circuits basse fréquence, c'est une source perturbatrice externe qui, par des asymétries le long de la ligne ou dans l'installation, peut produire un bruit. Si la ligne avec sa terminaison est parfaitement symétrique, il ne se produit qu'une tension longitudinale qu'on ne remarquera pas, et si la source perturbatrice fait défaut, une asymétrie ne peut provoquer un bruit. Entre deux circuits fortement asymétriques du même faisceau peut apparaître de la diaphonie, telle qu'elle se produit entre des lignes unifilaires du même trajet. Mais un contrôle du bruit exige moins de travail qu'un examen systématique de la symétrie.

La mesure de l'isolement renseigne sur l'état des fils faisant partie d'une ligne, mais dans la pratique

drächtigen Leitungen des gleichen Bündels auftritt. Eine Kontrolle des Geräusches ist jedoch weniger aufwendig als eine systematische Untersuchung auf Symmetrie.

Die Isolationsmessung gibt wohl Aufschluss über den Zustand der zu einer Leitung gehörenden Drähte, doch sind für die im Betriebsfall erscheinende Unsymmetrie nicht nur die Isolationswiderstände bei Gleichspannung massgebend. Eine Leitung kann zudem unsymmetrisch werden und Geräusche aufweisen wegen einer schlechten Lötstelle, da diese einen zusätzlichen Widerstand darstellt, auch wenn dadurch der Betrieb noch nicht in Frage gestellt ist.

Bei der Organisation der Kontrolle der Übertragungsqualität ist auch die Netzgestaltung zu berücksichtigen. Entsprechend den drei Ebenen – Fern-, Bezirks- und Ortsnetz – und deren Bedeutung und Gestaltung wird man das Vorgehen anpassen.

3.2 Orts- und Bezirksnetze

Im Ortsnetz wird man sich darauf beschränken müssen, das Nah-Nebensprechen zwischen benachbarten Schlaufen und das Leitungsgeräusch zu kontrollieren. Dadurch erfasst man bereits die häufigsten Übertragungsfehler. Zur Feststellung eines Nebensprechens oder eines störenden Geräusches gehört auch die erste Eingrenzung. So wird man von vornherein abklären, ob ein Nebensprechen im Kabel oder auf einer Freileitung entsteht.

Da bei den Bezirkskabeln das Nebensprechen durch zusätzliche Massnahmen bei der Montage reduziert wird, sollten im Betriebsfall von dieser Seite keine Störungen zu erwarten sein. Dagegen dürfte interessieren, ob die Dämpfung der Verbindungen den Planungswerten entspricht und ob auch hier keine anormalen Geräusche bestehen. Da die Verbindungen zwischen Prüfnummern die Zentralen einschliessen, sollten gleichzeitig allfällige Störimpulse erfasst werden.

3.3 Fernnetz

Entsprechend der Ausdehnung und Bedeutung des Fernnetzes ist hier der Kontrolle der Übertragungsqualität besondere Beachtung zu schenken. Da jedoch für die verstärkten NF- und die Trägerfrequenzleitungen bereits ausführliche Unterhaltsmessungen vorgeschrieben sind, kann die Kontrolle in dieser Hinsicht nur eine lockere Überwachung und Ergänzung sein. Besonders soll die Auswertung zeigen, ob die Unterhaltsvorschriften dem Bedürfnis entsprechen und auch gewissenhaft befolgt werden. Weiter wird sich die Kontrolle nicht darauf beschränken, von einer verstärkten Fernverbindung nur die Restdämpfung bei einer mittleren Frequenz in beiden Richtungen zu messen. Der Verlauf der Dämpfung in Funktion der Frequenz gibt nicht nur Aufschluss über vorhandene Dämpfungsverzerrung, sondern liefert gleichzeitig einen Hinweis auf die wirksamen Fehlerdämpfungen. Sobald nämlich eine Nachbildung unpassend ist oder die Leitung eine starke Reflexion aufweist, wird die Restdämpfungskurve stark wellig.

l'asymétrie n'est pas simplement donnée par la résistance d'isolement en courant continu. Une ligne peut devenir dyssymétrique et être affectée de bruits à cause d'une mauvaise soudure, puisque celle-ci représente une résistance additionnelle, même si l'exploitation n'en souffre pas encore.

Lorsqu'on organise le contrôle de la qualité de transmission, on doit aussi prendre en considération la structure du réseau. La manière de procéder sera adaptée suivant les trois niveaux à considérer: réseau interurbain, réseau rural et réseau local, leur importance et leur configuration.

3.2 Réseaux locaux et ruraux

Dans le réseau local, il faudra se limiter au contrôle de la paradiaphonie entre circuits voisins et des bruits de circuits. On touchera ainsi déjà la plupart des défauts de transmission. La première localisation fait partie de la constatation d'une diaphonie ou d'un bruit nuisible. On détermine ainsi immédiatement si la diaphonie se produit dans le câble ou sur la ligne aérienne.

Sur les câbles ruraux, la diaphonie est réduite par des mesures supplémentaires lors du montage; il ne faudrait en conséquence plus s'attendre à des dérangement pendant l'exploitation de ce côté-là. Par contre, on peut désirer savoir si l'affaiblissement des communications correspond aux valeurs de planification et s'il n'y a pas de bruits anormaux. Les communications entre numéros d'essai passant par les centraux, les impulsions de bruits éventuelles devraient être enregistrées en même temps.

3.3 Réseau interurbain

Selon l'étendue et l'importance du réseau interurbain, on contrôlera la qualité de transmission avec une attention particulière. Pour les circuits basse fréquence amplifiés et les circuits à courants porteurs existent déjà des prescriptions de maintenance détaillées; le contrôle consistera uniquement en une surveillance assez lâche, avec mesures complémentaires. L'analyse doit montrer avant tout si les prescriptions de maintenance correspondent aux besoins et si elles sont observées soigneusement. En outre, le contrôle ne portera pas seulement sur la mesure de l'équivalent à une fréquence moyenne, dans les deux sens, d'une communication interurbaine amplifiée. L'allure de la courbe de réponse renseigne non seulement sur la distorsion d'affaiblissement, mais fournit en même temps une indication sur les affaiblissements d'équilibrage. Si, par exemple, un équilibreur n'est pas adapté ou si la ligne a de fortes réflexions, la courbe d'équivalent sera fortement ondulée.

Le contrôle de la qualité de transmission peut devenir travail de routine, particulièrement dans le réseau local. Cette constatation ne doit pas nous empêcher d'instruire à fond le personnel chargé de l'exécution. Cette instruction permet d'éviter de fausses mesures et de fausses conclusions. L'agent chargé des mesures doit, en plus, lorsqu'il constate des défauts, commencer à en rechercher la cause.

Die Kontrolle der Übertragungsqualität kann besonders im Ortsnetz zu einer Routinearbeit werden. Diese Feststellung darf nicht davon abhalten, das ausführende Personal umfassend zu instruieren. Die Instruktion macht sich bezahlt, es können dadurch Falschmessungen und Fehlschlüsse vermieden werden. Auch soll vom Messbeamten bei Feststellung von Fehlern bereits eine Abklärung der Ursache vorgenommen werden.

4. Mess- und Prüfmethode

4.1 Nebensprechen

Die objektive Erfassung der Übertragungsqualität soll mit einfachen und wirksamen Methoden geschehen. Die klassische Art, das Nah-Nebensprechen zwischen Leitungen zu bestimmen, erfordert den Abschluss der Leitungen am fernen Ende (Fig. 1). Im sternförmigen Ortsnetz ist diese Bedingung mit einem riesigen Auf-

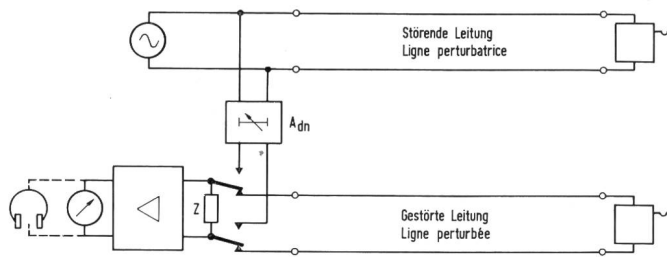


Fig. 1

wand verbunden, weil die Leitungsbündel sich auf einzelne Häuser aufteilen. Einen betriebsmäßigen Abschluss kann man erreichen, indem man den Teilnehmer ersucht, die Station für ein paar Minuten in Sprechstellung zu lassen. Die konsequente Durchführung dieser Anordnung scheidet jedoch an der Tatsache, dass nie alle Teilnehmer erreichbar sind. Die billigste Lösung ergibt sich aus der Untersuchung der Zusammenhänge: Das Nah-Nebensprechen setzt sich aus zwei Teilen zusammen, nämlich der Wirkung der induktiven und der kapazitiven Kopplung. Für die Leitungsimpedanzen $Z_1 = Z_2 = Z$ beträgt die Nah-Nebensprechdämpfung

$$A_{dn} \cong \ln \frac{2}{\frac{\omega k \cdot Z}{4} + \frac{\omega m}{Z}} \text{ Neper}$$

- k = kapazitive Kopplung
- m = magnetische Kopplung

Lässt man nun bei einer elektrischen kurzen Leitung den Abschluss am fernen Ende weg, so fließt praktisch kein Strom und der induktive Anteil wird Null. Dagegen muss der Anteil der kapazitiven Kopplung wegen der Spannungserhöhung zweifach eingesetzt werden. Die Auswirkung dieser Vereinfachung ist je nach Leitungsart verschieden. Auf der Freileitung sind beide Kopplungsarten durch die gegenseitige Anordnung der beiden Leitungspaare gegeben.

4. Méthodes de mesure et d'examen

4.1 Diaphonie

La détermination objective de la qualité de transmission doit se faire par des méthodes simples et efficaces. La manière classique employée pour déterminer la paradiaphonie entre deux circuits exige la terminaison des circuits à l'extrémité (fig. 1). Dans un réseau local en étoile, cette condition requiert un travail immense, parce que les faisceaux de lignes se répartissent entre des maisons isolées. On obtient une terminaison correspondant à l'état d'exploitation en demandant à l'abonné de laisser son appareil pendant quelques minutes en position de conversation. On ne peut cependant procéder de manière systématique, car on ne peut jamais atteindre tous les abonnés. On obtient la solution la moins coûteuse en étudiant les relations: La paradiaphonie est composée de deux parties, l'effet du couplage inductif et celui du couplage capacitif. Pour les impédances des circuits $Z_1 = Z_2 = Z$, la paradiaphonie est donnée par

$$A_{dn} \cong \ln \frac{2}{\frac{\omega k \cdot Z}{4} + \frac{\omega m}{Z}} \text{ népers}$$

- k = couplage capacitif
- m = couplage magnétique

Lorsqu'on supprime la terminaison à l'extrémité éloignée sur un circuit électriquement court, il ne circulera pratiquement plus de courant et la partie inductive devient zéro. La partie du couplage capacitif, par contre, sera doublée, la tension augmentant. L'effet de cette simplification est différent suivant le genre de circuit. Sur une ligne aérienne, les deux genres de couplage sont donnés par la disposition géométrique des deux circuits. Dans le cas d'un circuit bouclé idéal, l'effet capacitif est égal à l'effet inductif. On peut en conclure que le doublement de la diaphonie capacitive compense la part inductive.

Sur les câbles à basse fréquence, la diaphonie est donnée essentiellement par les couplages capacitifs, des couplages magnétiques équivalents n'existant pas. La tension diaphonique d'un câble court à extrémité ouverte devient ainsi environ deux fois trop élevée. Cela se traduit par un affaiblissement diaphonique de 0,7 néper trop faible. La diaphonie est mesurée au moyen de courant alternatif de 1600 Hz, ce qui ne correspond pas à une fréquence vocale moyenne. Pour le choix de cette fréquence, on a considéré que la diaphonie causée par des couplages magnétiques ou capacitifs est une fonction de la fréquence et que les fréquences supérieures ont ainsi plus de poids.

Sur un circuit fonctionnant à vide circule seulement un courant capacitif; ainsi l'affaiblissement de la ligne, qui joue un rôle dans le cas de la paradiaphonie, ne se fera sentir que partiellement. La méthode décrite pour mesurer la diaphonie est un compromis, mais elle permet, d'une façon simple, de se rendre compte de l'état d'un réseau local.

Bei der ideal abgeschlossenen Leitung ist nun die kapazitive Wirkung gleich der induktiven Wirkung. Daraus kann man den Schluss ziehen, dass die Verdoppelung des kapazitiven Nebensprechens den induktiven Anteil wettmacht.

Bei NF-Kabeln ist das Nebensprechen vorwiegend durch die kapazitiven Kopplungen bedingt, denen keine gleichwertigen magnetischen Kopplungen gegenüberstehen. Dadurch wird die Nebensprechspannung an kurzen Kabeln bei offenem Ende annähernd um den Faktor zwei zu hoch. Dies wirkt sich als eine um 0,7 N zu tiefe Nebensprechdämpfung aus. Das Nebensprechen wird mit Wechselstrom von 1600 Hz gemessen, was nicht einer mittleren Sprechfrequenz entspricht. Ausschlaggebend für die Wahl dieser Frequenz war die Tatsache, dass das Nebensprechen, verursacht durch magnetische oder kapazitive Kopplungen, frequenzabhängig ist und die oberen Frequenzen so mehr Gewicht erhalten.

Dadurch dass nun bei leerlaufender Leitung nur ein kapazitiver Strom fließt, wirkt sich die Leitungsdämpfung, die beim Nah-Nebensprechen eine Rolle spielt, nur teilweise aus. Die beschriebene Art, das Nebensprechen zu messen, ist ein Kompromiss, doch ermöglicht er auf einfache Weise, sich über den Zustand eines Ortsnetzes ins Bild zu setzen.

Vor der Trennung der Teilnehmerleitung am Hauptverteiler ist es recht und billig, sich zu überzeugen, ob die Leitung nicht zufällig besetzt ist. Zu diesem Zweck wurde ein einfaches Gerät entwickelt (Fig. 2), das nach Einschieben des Prüfsteckers an der Sicherungsserie sofort anspricht, wenn Speisestrom fließt, eine Leitung also in Betrieb ist.

4.2 Geräusche

Das Leitungsgeräusch im Ortsnetz wird subjektiv mit Hilfe eines Verstärkers und eingebauten Lautsprechers beurteilt. Da in Ruhestellung die Teilnehmerstation am Leitungsende eine hohe Impedanz hat, sind die festgestellten Geräusche stärker als im Betriebsfall. Stören die Raumgeräusche der Zentrale, so ist ein Kopfhörer anstelle des Lautsprechers zu verwenden. Auch bei dieser Prüfung muss die Zentralenausrüstung von der Leitung kurzzeitig abgetrennt werden. Die Messung der Geräuschspannungen ergäbe wohl je Teilnehmerleitung einen Wert, doch ist das Ziel, nicht eine statistische Auswertung zu erhalten, sondern zu wissen, ob die vorhandenen Geräusche stören oder nicht.

4.3 Restdämpfung

Von Verbindungsleitungen wird die Restdämpfung bei 800 Hz kontrolliert. Um gleichzeitig die Zentralenorgane zu erfassen, wird zwischen Prüfnummern gemessen, was bedingt, dass die Verbindung von einer Teilnehmerstation aus aufgebaut wird, um dann unterbrechungsfrei auf die Messgeräte umzuschalten. Diesem Zweck dient ein Umschaltkasten gemäß Figur 3. Von unverstärkten Leitungen genügt die Bestimmung der Restdämpfung in einer Richtung. Anschliessend

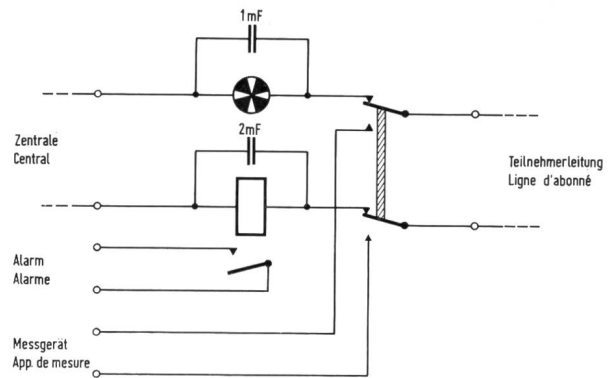


Fig. 2

Avant d'interrompre le circuit d'abonné au distributeur principal, il convient de s'assurer que le circuit n'est pas occupé. On a mis au point, à cette fin, un dispositif simple (fig. 2), qui indique immédiatement, après insertion de la fiche d'essai au coupe-circuit, si un courant d'alimentation circule, c'est-à-dire si le circuit est occupé.

4.2 Bruits

Les bruits de circuit du réseau local sont jugés subjectivement à l'aide d'un amplificateur et d'un haut-parleur incorporé. Comme l'appareil d'abonné en position de repos a une haute impédance, les bruits constatés sont plus forts qu'en état de conversation. Si les bruits de salle du central gênent, on remplacera le haut-parleur par un casque. Pour cet examen, il faut aussi couper momentanément l'équipement du central de la ligne. La mesure de la tension psophométrique donnerait une valeur pour chaque circuit d'abonné; cependant, le but n'est pas d'obtenir une analyse statistique, mais de savoir si les bruits constatés sont nuisibles ou non.

4.3 Equivalent

Sur les circuits ruraux, on contrôle l'équivalent à 800 Hz. Pour comprendre dans la mesure les organes du central, on opère entre des numéros d'essai; il faut alors que la communication soit établie à partir d'un poste d'abonné, afin qu'on puisse commuter ensuite sans interruption sur les instruments de mesure. On recourt à cet effet à une boîte de commutation, selon figure 3. Sur les circuits non amplifiés, il suffit de

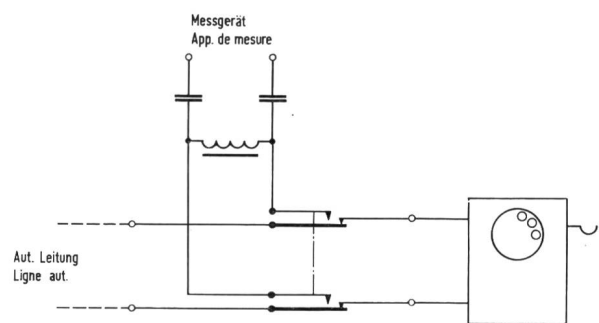


Fig. 3

werden die Störimpulse bestimmt, die ein gutes Bild über den Zustand der beteiligten Zentralen geben.

Die Übertragungsqualität im Fernnetz muss weitgehend durch die Unterhaltsarbeiten gewährleistet werden. Somit beschränkt sich die Kontrolle in erster Linie auf die Analyse der Protokolle der periodischen Messungen. Bei den Trägerfrequenzleitungen soll die Auswertung Auskunft geben über das Verhalten der End- und Linienausrüstungen sowie das richtige Arbeiten der automatischen und manuellen Regulierung.

5. Ergebnisse

Die Kontrolle liefert Messresultate, ergänzt durch allfällige Bemerkungen und Angaben über erste Eingrenzungen von Fehlern. Um sich darüber ein objektives Urteil zu bilden, müssen die Resultate ausgewertet werden. So interessieren in einem Ortsnetz der Minimalwert und die Verteilung der Nebensprechdämpfungswerte im Vergleich zur Zahl der Abonnenten. Zwischen der Abonnentenzahl und den Nachbarcombinationen, sei es im Kabel oder auf der Freileitung, besteht eine gewisse Proportionalität. Das will natürlich nicht heissen, dass je grösser ein Netz ist, desto niedrigere und mehr ungenügende Nebensprechwerte zuzulassen sind. Es gilt trotzdem der Grundsatz, Leitungen mit Nebensprechen als gestört zu betrachten. Das festgestellte Nebensprechen wird immer noch überwiegend von Schleifen nicht oder ungenügend ausgekreuzter Freileitungsstränge erzeugt. In Landnetzen mit ausgedehnten Freileitungen wird man deshalb mehr niedrige Nebensprechdämpfungen finden als in Stadtnetzen. Je stärker das festgestellte Nebensprechen ist, desto kurzfristiger ist auf seine Beseitigung zu trachten. Man soll weder auf die Störungsmeldung des Abonnenten warten noch annehmen, der Teilnehmer gewöhne sich an ein Nebensprechen und finde diesen Zustand normal.

Es hat sich gezeigt, dass dort, wo der Kreuzungseinbau auf längeren Freileitungen Wirklichkeit geworden ist, die Kontrolle nur wenige ungenügende Nebensprechcombinationen aufdeckte. Vereinzelt kann Nebensprechen auch im Teilnehmerkabel entstehen. Dann sind die Ursachen in schlimmen Fällen Verspleisungen oder grössere kapazitive Kopplungen von mehreren Fabrikationslängen, die sich unglücklich summieren.

Festgestellte, übermässige Geräuschspannungen entstehen im Ortsnetz vorwiegend im Zusammenhang mit Ableitungen. Meistens befindet sich der Fehler nicht auf der eigentlichen Leitung. Schwache Stellen sind die Überführungspunkte und in vielen Fällen die Hausinstallationen, die infolge schlechter Isolation unsymmetrisch sind und so mithelfen, Geräusch aufzunehmen.

An den Verbindungsleitungen der Bezirksnetze wurden schon anormal hohe Dämpfungen gemessen. Die Ursache waren dann verkehrt eingeschaltete Linienübertrager, wodurch anstelle einer Anpassung eine noch stärkere Fehlanpassung erreicht wurde. Es

déterminer l'équivalent dans un sens. On détermine ensuite les impulsions de bruit, qui renseignent sur l'état des centraux engagés.

La qualité de transmission du réseau interurbain doit être garantie largement par les travaux de maintenance. Le contrôle se limite donc en premier lieu à l'analyse des procès-verbaux des mesures périodiques. Pour les circuits à courants porteurs, l'analyse doit renseigner sur le comportement des équipements terminaux et de ligne, ainsi que sur le fonctionnement de la régulation automatique et manuelle.

5. Résultats

Le contrôle fournit des résultats de mesure complétés éventuellement par des remarques et des indications sur les localisations de fautes. Pour avoir une appréciation objective, il faut analyser les résultats. Dans le réseau local, nous intéressent par exemple la valeur minimale et la répartition des valeurs d'affaiblissement diaphonique par rapport au nombre d'abonnés. Il existe entre le nombre d'abonnés et les combinaisons voisines (soit sur la ligne aérienne, soit dans le câble), une certaine proportionnalité. Cela ne signifie pas qu'on admette d'autant plus de valeurs de diaphonie basses et insuffisantes que le réseau est plus grand. Cependant, en principe, les circuits affectés de diaphonie doivent être considérés comme dérangés. La diaphonie constatée est causée en général par des circuits de faisceaux de lignes aériennes mal ou insuffisamment croisés. On aura donc dans des réseaux locaux de campagne avec de longues lignes aériennes plus d'affaiblissements diaphoniques réduits que dans les réseaux urbains. Plus la diaphonie constatée est forte, plus vite il faut tâcher de l'éliminer. Il ne faut pas attendre l'avis de dérangement donné par l'abonné, ni supposer que l'abonné s'habitue à cette diaphonie et qu'il trouvera cet état normal.

L'expérience a montré que, lorsqu'un plan de croisements a été réalisé sur des lignes aériennes d'une certaine longueur, le contrôle n'a décelé que peu de combinaisons de diaphonie insuffisantes. Quelques cas isolés de diaphonie peuvent aussi avoir leur origine dans le câble d'abonnés. Les causes de cas graves sont alors des dépairages ou des couplages capacitifs considérables de plusieurs longueurs de fabrication, qui s'additionnent de manière défavorable.

Les tensions de bruit excessives constatées dans le réseau local sont provoquées dans la plupart des cas par des dérivations. La faute ne se trouve pas, en général, sur la ligne proprement dite. Les points faibles sont les points de transition et, dans bien des cas, les installations domestiques, qui sont dyssymétriques par suite d'un mauvais isolement et contribuent à engendrer des bruits.

On a déjà mesuré des affaiblissements anormalement élevés aux circuits de jonction des réseaux ruraux. Ils étaient dus à des translateurs connectés en sens inverse, produisant ainsi, au lieu d'une adaptation, un défaut d'adaptation encore plus grand. Il faut

ist deshalb die gemessene Dämpfung mit dem Planungswert zu vergleichen. Eine umfassendere Information liefert die Beurteilung der Dämpfungskurve. Dabei braucht die Dämpfung nicht immer Punkt für Punkt notiert zu werden. Es genügt schon den Pegelzeiger zu beobachten, vorausgesetzt, dass die Frequenz gleichmässig variiert wird. Eine ausgeprägte Welligkeit der Dämpfungskurve lässt auf eine doppelte Reflexion schliessen. Fehlende Pupinspulen machen sich durch eine zusätzliche Bandbegrenzung bemerkbar.

Die Restdämpfung von verstärkten Niederfrequenzleitungen und besonders von Trägerfrequenzstromkreisen streut von Natur aus um einen Mittelwert, der dem Sollwert entsprechen sollte. Die Streuung wird verursacht durch Schwankungen der beteiligten Kanal- oder Mehrkanalverstärker. Auch die passiven Elemente, wie die Leitung, können zur Streuung beitragen, soweit deren Dämpfungsänderung nicht automatisch kompensiert wird. In der Streuung selbst macht sich die Genauigkeit von Sende- und Empfangsmessgerät ebenfalls bemerkbar, ebenso die Einstellmöglichkeiten der Regelglieder. Aus der Abweichung des Mittelwertes einer Gruppe oder eines ganzen Bündels vom Sollwert lassen sich Schlüsse auf das Verhalten der Mehrkanalausrüstungen ziehen. Starke Abweichungen der Kanäle vom Mittelwert der Gruppe haben ihre Ursachen im Kanalverstärker.

Vorhandenes lineares Nebensprechen zwischen symmetrischen Trägerleitungen des gleichen Kabels wird in der Praxis durch das weisse Rauschen der Ausrüstungen weitgehend überdeckt. Eine Kontrolle des Nebensprechens in den Verstärkerämtern zwischen den verschiedenen Richtungen deckte jedoch mehrere Nebensprechen auf. Da innerhalb eines Trägeramtes Niveaudifferenzen bis zu 7 N auftreten, sollte für diese Kombination die Nebensprechdämpfung im Idealfall 17 N betragen. Diese geforderte Dämpfung wurde in mehreren Fällen durch folgende Ursachen beträchtlich reduziert:

- Doppelerdungen an Punkten mit ungleichem Erdpotential,
- Kopplungen über mitlaufende dritte Stromkreise,
- Leitungen mit Niveauunterschied ungenügend getrennt,
- Abschirmung von Übertragern nicht geerdet,
- Vertauschen von Innen- und Aussenleiter bei Erstsatzschaltung.

Alle diese Fehler hatten keinen direkten Einfluss auf die Übertragung, weshalb sie auch nicht früher entdeckt wurden. Dagegen ist ein Nebensprechen mit einer Dämpfung von weniger als 6 N auch in Trägerkanälen bemerkbar. Der Teilnehmer, der ein solches Nebensprechen wahrnimmt, wird meistens nicht reklamieren, weil er nur eine Sprechrichtung hört und zudem mit seinem eigenen Gespräch beschäftigt ist. Dieses Nebensprechen nachträglich auf Grund einer Reklamation herauszufinden, ist etwa dem Suchen einer Nadel in einem Heustock vergleichbar! Erfolg-

donc comparer l'affaiblissement mesuré avec la valeur de planification. L'analyse de la courbe de réponse donnera une information complète. Il n'est pas nécessaire pour cela de noter l'affaiblissement point par point. Il suffit d'observer l'hypsomètre, à condition de faire varier régulièrement la fréquence. Une ondulation prononcée de la courbe de réponse fait penser à une double réflexion. Les bobines pupin mises hors service se font remarquer par une limitation supplémentaire de la bande.

L'équivalent de circuits à basse fréquence amplifiés et en particulier de circuits à courants porteurs accuse, par la nature des choses, une dispersion autour d'une moyenne qui devrait correspondre à la valeur nominale. La dispersion est causée par des variations des amplificateurs de voie ou de voies multiples engagés. Les éléments passifs peuvent aussi contribuer à la dispersion, en tant que leurs variations d'affaiblissement ne sont pas compensées automatiquement. La précision des appareils émetteur et récepteur, ainsi que les possibilités de réglage des potentiomètres influent également sur la dispersion. L'écart moyen d'un groupe ou d'un faisceau entier par rapport à la valeur nominale permet de tirer des conclusions sur le comportement des équipements multivoies. Les fortes déviations des voies par rapport à la valeur moyenne du groupe sont causées par l'amplificateur de voie.

La diaphonie linéaire qui peut exister entre des paires symétriques du même câble est largement masquée, en état de service, par le bruit blanc des équipements. Mais un contrôle de la diaphonie entre les différentes directions dans les stations de répéteurs a révélé plusieurs cas de diaphonie. Etant donné que dans une station à courants porteurs les différences de niveau s'élèvent jusqu'à 7 népers, l'affaiblissement diaphonique devrait donc, pour cette combinaison, se monter à 17 népers dans le cas idéal. Cet affaiblissement exigé a été à plusieurs occasions sensiblement réduit, la réduction étant due aux causes suivantes:

- mise à terre double à des points avec potentiel de terre différent;
- couplages par l'intermédiaire de troisièmes circuits faisant partie des deux faisceaux;
- circuits à niveaux différents mal séparés;
- écrans de translateurs non mis à la terre;
- croisement du conducteur intérieur avec le conducteur extérieur lors de la commutation en réserve.

Toutes ces fautes n'avaient aucune influence directe sur la transmission, raison pour laquelle elles n'ont pas été découvertes plus tôt. Une diaphonie avec un affaiblissement inférieur à 6 népers est par contre audible aussi dans les voies à courants porteurs. L'abonné qui remarquera une pareille diaphonie ne réclamera pas en général, puisqu'il entend seulement un sens de la conversation et en plus il est occupé de sa propre conversation. Trouver cette diaphonie plus tard, lors d'une réclamation, revient à rechercher une épingle dans un tas de foin!

versprechender ist eine systematische Kontrolle des Nebensprechens zwischen Bündeln mit ungleichem Niveau.

6. Ursachen von Übertragungsmängeln

Die bei den Kontrollen festgestellten Übertragungsfehler lassen sich nach ihren Verursachern auf den Faktor «Mensch» oder den Faktor «Material» zurückführen. Der Faktor «Mensch» spielt in der Tat eine wesentliche Rolle, denn die Ausrüstungen werden von Menschen in Betrieb gesetzt und betreut. Obwohl man ein langes Sündenregister aufzählen kann, sind praktisch keine Fehler auf Mangel an gutem Willen zurückzuführen. Die festgestellten Fehler lassen sich vielmehr zurückführen auf

- mangelhafte Kenntnisse oder lückenhafte Instruktion,
- zu häufiger Personalwechsel mit Anlaufschwierigkeiten,
- sprachliche und organisatorische Schwierigkeiten bei Arbeiten zwischen zwei Stationen,
- das Fehlen von klaren, verständlichen Anleitungen,
- irrtümliches Regeln an einem falschen Potentiometer,
- den Umstand, dass sich eine Fehlmanipulation erst am fernen Ende der Verbindung auswirkt,
- die Tatsache, dass die normale Übertragungsmessung die Folgen gar nicht anzeigt,
- das Unterlassen einer Kontrollmessung,
- das Nichtüberblicken von komplizierten Zusammenhängen,
- Schaltungsfehler.

Viele Übertragungsmängel sind aber auf die Linien- und Endausrüstungen selbst zurückzuführen. Es handelt sich hier um

- ungenügende Beständigkeit gegen Temperatur- oder Spannungsschwankungen,
- Verwendung von ungeeignetem Material,
- schlechte Kontakte,
- unpassend dimensionierte Schaltungen.

Die Geräte sollen nicht nur ihre Aufgabe zuverlässig erfüllen, sie sollen auch so konstruiert sein, dass sich Unterhalts- und Kontrollmessungen ohne Schwierigkeiten durchführen lassen. Regel- und Abgleicharbeiten dürfen keine unkontrollierbaren Nebenerscheinungen haben.

7. Schlussfolgerung

Die Ergebnisse der Kontrollen zeigen, dass die Übertragungsqualität nicht schlecht, aber auch noch nicht makellos ist. Ein Punkt darf nicht vergessen werden: je weniger Fehler man findet, desto eintöniger kann eine Kontrolle werden. Die Seriemesung wird zur langweiligen Routinearbeit und der Ausführende läuft Gefahr, den Sinn seines Tuns zu verkennen. Mit dem Wachsen der Netze, besonders der Fernleitungsbündel, gewinnt die automatische Kontrolle der Übertragungseigenschaften an Bedeutung. Aus den festgestellten Fehlern sowie deren Ursachen sind die

Le contrôle systématique de la diaphonie entre deux faisceaux à niveau différent aura plus de succès.

6. Les causes des défauts de transmission

Les défauts de transmission constatés lors des contrôles peuvent être imputés, d'après leurs causes, au facteur «homme» et au «matériel». Le facteur «homme» joue en effet un rôle très important, car les équipements sont mis en service et surveillés par des hommes. Bien qu'on puisse établir une longue liste d'erreurs, on ne saurait mettre en cause un manque de bonne volonté. Les fautes constatées sont plutôt imputables:

- à des connaissances incomplètes ou à une instruction inachevée,
- à des changements de personnel avec difficultés initiales,
- à des difficultés linguistiques ou organiques en cas de travaux entre deux stations,
- au manque de prescriptions claires et compréhensibles,
- à des régulations erronées à un autre potentiomètre,
- au fait qu'une manipulation fautive ne se fait sentir qu'à l'extrémité d'une liaison,
- au fait qu'une mesure courante de transmission ne montre pas les conséquences,
- à l'omission d'une mesure de contrôle,
- à un aperçu insuffisant sur des relations compliquées,
- à des fautes de connexion.

De nombreuses fautes de transmission sont dues aux équipements de lignes et terminaux. Il s'agit ici:

- de stabilité insuffisante contre des variations de température ou de tension,
- d'emploi de matériel non approprié,
- de mauvais contacts,
- de montages mal dimensionnés.

Les équipements doivent non seulement remplir leur fonction d'une manière satisfaisante, mais aussi être construits de façon qu'on puisse exécuter sans difficulté les mesures de maintenance et de contrôle. Les travaux de réglage et d'équilibrage ne doivent pas avoir des effets secondaires.

7. Conclusion

Les résultats des contrôles démontrent que la qualité de transmission n'est pas mauvaise, mais qu'elle n'est pas non plus parfaite. Il ne faut pas oublier que moins on trouve de fautes, plus le contrôle peut devenir monotone. La mesure en série devient un travail de routine ennuyeux et l'opérateur court le risque de méconnaître l'objet de son action. Le contrôle automatique des caractéristiques de transmission gagne en importance avec la croissance des réseaux, en particulier des faisceaux interurbains. Il faut tirer les

Schlüsse zu ziehen, und das zuständige Personal ist auf die es betreffenden Punkte aufmerksam zu machen.

Es ist nicht einfach, die Übertragungsqualität zu bewerten, denn die Ansprüche sind verschieden und steigen mit der Entwicklung. Anders ausgedrückt bedeutet dies, dass Stillstand auf die Dauer einem Rückschritt gleichkommt. Wenn auch die Betreuung der Übertragungsqualität im Geschäftsbericht keinen Niederschlag findet, so ist es doch eine vornehme Aufgabe, diese Qualität dauernd zu überwachen. Wir müssen soweit kommen, dass wir die Störungen vor dem Benutzer des Telefons feststellen. Denn die Zufriedenheit des Teilnehmers ist schliesslich ein gültiges Mass für die Güte unserer Anlagen.

conséquences des fautes constatées ainsi que de leurs causes, et attirer l'attention du personnel sur les points qui le concernent.

Il n'est pas aisé d'apprécier la qualité de transmission, car les exigences diffèrent et augmentent au cours du développement. Cela signifie en d'autres termes que l'immobilité revient à la longue à une marche en arrière. Bien que le rapport de gestion ne mentionne pas la transmission, la surveillance continue de cette qualité est l'un de nos devoirs impérieux. Nous devons arriver à constater les dérangements avant l'usager du téléphone, car la satisfaction de l'abonné est finalement l'un des critères de la qualité de nos installations.

Literatur

- F. Nüsseler*: Übertragung und Qualität. *Techn. Mitt. PTT*, **39** (1961) Nr. 11, S. 373...380
- E. Veidt*: Systematische Kontrollen der elektrischen Eigenschaften von Teilnehmerleitungsnetzen. *Techn. Mitt. PTT*, **39** (1961) Nr. 8, S. 283...284
- H. S. Anderson*: Qualitative Maintenance of Automatic Telephone Networks. *Ericsson Review* 1956, Nr. 2, S. 34...45
- A. Rose*: Ermittlung der Betriebsgüte von Wählvermittlungsstellen durch Probeverbindungen. *Der Ingenieur der Deutschen Bundespost*, 1960, Heft 2, S. 44...51
- A. H. Schaafsma* und *F. G. Willemze*: Moderne Qualitätskontrolle. Philips technische Bibliothek, Eindhoven, 1955
- R. Meisel*: Die Güte des Dienstes in Fernsprech-Wählnetzen. *Jahrbuch des elektrischen Fernmeldewesens* 1962, S. 245...284

Soeben wieder erschienen:

Grundlagen und Anwendungen der Transistoren

von E. R. Hauri und A. E. Bachmann. Zweite, verbesserte Auflage

Verlag der Generaldirektion PTT, Abteilung Forschung und Versuche. Preis Fr. 35.—.

Bestellungen sind zu richten an: Materialsektion der Generaldirektion PTT, Postfach, 3000 Bern 25