

**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:** 61 (1983)

**Heft:** 12

**Artikel:** Messungen der PCM-2-Stromkreise mit Hilfe von Multigeneratoren digitaler Funktionsweise = Mesure des circuits MIC-2 à l'aide de multigénérateurs à régime numérique

**Autor:** Monney, Aurèle

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-875731>

### **Nutzungsbedingungen**

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

### **Conditions d'utilisation**

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

### **Terms of use**

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

**Download PDF:** 30.04.2026

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

# Messungen der PCM-2-Stromkreise mit Hilfe von Multigeneratoren digitaler Funktionsweise

## Mesure des circuits MIC-2 à l'aide de multigénérateurs à régime numérique

Aurèle MONNEY, Bern

Zusammenfassung. Als sich die Puls-Code-Modulationssysteme zu 30 Kanälen (2048 kbit/s) durchzusetzen begannen, stellte sich die Frage, wie die bestehenden paarsymmetrischen Kabel zu verwenden seien. Da die beiden Übertragungsrichtungen in der Mehrzahl der Fälle im selben Kabel untergebracht waren, sah man sich gezwungen, gewisse elektrische Eigenschaften dieser Kabel, so etwa die Dämpfung der Paare, die Impedanz, das Nah- und Fernnebensprechen zwischen Paaren und zwischen Bündeln, zu erforschen. Die diesem Zweck dienenden Messungen konzentrierten sich von Beginn an auf die Nahnebensprechdämpfung, den Fernnebensprechabstand und die Betriebsdämpfung.

Résumé. Dès l'apparition de systèmes à modulation par impulsions et codage (MIC) à 30 voies (2048 kbit/s), la question de l'utilisation des câbles à paires symétriques existants s'est posée. Les deux sens de transmission étant dans le même câble pour la grande majorité des cas, il est devenu indispensable de connaître certaines caractéristiques électriques de ces câbles (affaiblissement des paires, para- et télédiaphonie entre paires et entre faisceaux, impédance, etc.). Dès le début des campagnes de mesure, l'effort principal s'est porté sur les mesures systématiques d'affaiblissement paradiaphonique, d'écart télédiaphonique ainsi que sur celle de l'affaiblissement composite.

### Misure dei circuiti PCM 2 mediante multigeneratori funzionanti in modo numerico

Riassunto. Dopo l'affermazione dei sistemi PCM a 30 canali (2048 kbit/s), ci si è chiesti come utilizzare i cavi a coppie simmetriche esistenti. Dato che le due direzioni di trasmissione si trovano nella maggior parte dei casi nello stesso cavo, ci si è visti costretti a studiare determinate caratteristiche elettriche di questi cavi (l'attenuazione delle coppie, l'impedenza, la paradiafonia e la telediafonia tra coppie e tra fasci, ecc.). Fin dall'inizio, ci si è dedicati principalmente alle misure sistematiche dell'attenuazione paradiafonica, dello scarto telediafonico e dell'attenuazione composita.

### 1 Introduction

Durant les dix premières années de l'introduction de la transmission numérique dans le réseau interurbain des câbles à paires symétriques, toutes les mesures de contrôle et de réception ont été réalisées au moyen d'appareils travaillant en régime sinusoïdal (analogique), (fig. 1 et 2). Ces mesures sont longues, un seul couple perturbateur/perturbé peut être mesuré à la fois et leur interprétation nécessite des calculs difficiles fondés sur des hypothèses plus ou moins valables: dispersion, nombre de perturbateurs prépondérants, variation de la valeur de l'affaiblissement paradiaphonique ou de l'écart téléphonique correspondant à l'énergie moyenne en fonction de la fréquence, etc. Il s'ensuit que, par l'application de ce système de mesure, il est impossible de savoir si une paire perturbée donnée recevra trop de perturbation ou de bruit en exploitation réelle; tout au plus, est-il possible d'estimer d'une manière assez imprécise la probabilité qu'il en soit ainsi.

Afin qu'il soit remédié à ces imprécisions, une nouvelle méthode de mesure en régime numérique a été mise au point dès 1980. Elle consiste à émettre des séquences pseudoaléatoires (PRBS), simultanément sur plusieurs paires perturbatrices, et à mesurer la tension efficace reçue à la sortie d'un réseau d'adaptation et d'étalonnage. Les mesures réalisées selon cette méthode sont rapides et leur interprétation est très simple.

### 2 Quelques rappels de la MIC en HDB-3

Le signal MIC codé a une structure binaire. Un tel signal, toutefois, convient mal à la transmission en ligne. Il possède, en effet, une composante continue qui, parmi d'autres inconvénients, présente celui d'avoir une énergie importante en basse fréquence.

### 1 Einführung

Noch lange nachdem man begonnen hatte, das aus paarsymmetrischen Kabeln bestehende Fernnetz für die Datenübertragung umzubauen, wurden sämtliche Kontroll- und Abnahmemessungen mit Apparaten analoger Funktionsweise vorgenommen (Fig. 1 und 2).

Diese Messungen waren zeitraubend und beschränkten sich auf ein einziges störendes/gestörtes Paar. Ihre Ergebnisse waren nur mit schwierigen, auf mehr oder weniger gesicherten Annahmen beruhenden Berechnungen zu deuten, wie Streuung, Zahl der überwiegenden Störer, Veränderung der Nahnebensprechdämpfung oder des in Abhängigkeit von der Frequenz der durchschnittlichen Energie entsprechenden Fernnebensprechabstandes. Damit ist gesagt, dass diese Ergebnisse genügenden Aufschluss darüber gaben, ob ein be-

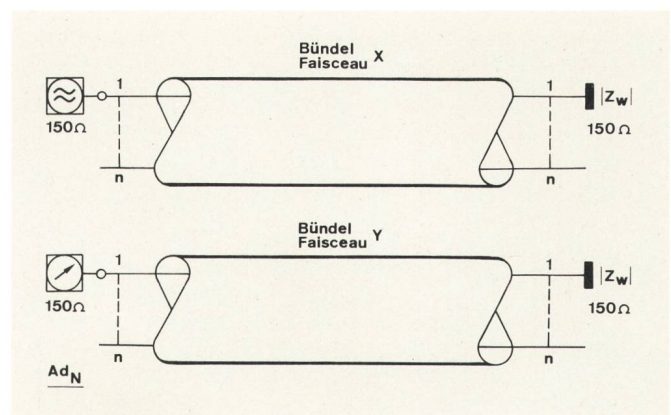


Fig. 1  
Mesure de paradiaphonie avec fréquence fixe ( $F/2 = 1024$  kHz) analogique — Nahnebensprechmessung bei festgelegter Frequenz ( $F/2 = 1024$  kHz), analog

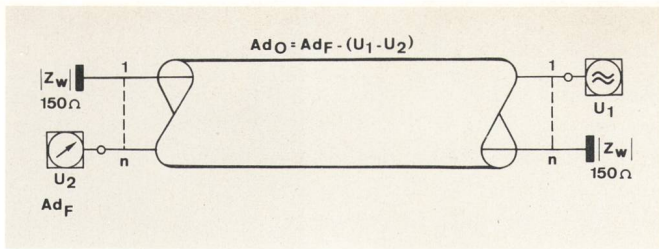


Fig. 2  
Mesure de télédiaphonie avec fréquence fixe ( $F/2 = 1024$  kHz) analogique — Fernnebensprechmessung bei festgelegter Frequenz ( $F/2 = 1024$  kHz), analog

Pour cette raison, le signal binaire est transformé en un signal bipolaire. Une telle transformation peut être réalisée par l'application du procédé AMI<sup>1</sup> où les valeurs logiques de «1» sont transformées alternativement en impulsions positives et négatives. Sous cette forme simple, le code AMI présente cependant encore l'inconvénient majeur d'accuser une énergie nulle lors de la transmission de longues suites de zéros consécutifs. Cet inconvénient constitue un obstacle à l'extraction du rythme d'horloge, nécessaire à la régénération.

C'est pour cette raison que la transformation adoptée est basée sur un code à haute densité de type HDB 3 (high density bipolar), qui n'admet que trois zéros consécutifs. Le spectre du signal HDB 3 a l'allure indiquée sur la *figure 3* et diffère très peu de celui du code bipolaire. La bande de fréquences utile de largeur  $B/2$  est sensiblement centrée sur la fréquence  $F/2$ .

Le spectre du signal MIC possède donc son énergie maximale aux fréquences voisines de la demi-fréquence de rythme. C'est donc à la fréquence  $F/2$  que les mesures d'affaiblissement et de diaphonie seront effectuées en régime numérique pour déterminer, d'une part, les critères de qualité d'une installation de câbles et, d'autre part, l'implantation des amplificateurs intermédiaires le long d'un tracé.

Dans cette plage de fréquences, les câbles à paires symétriques (locaux, ruraux et interurbains) provoquent, de par leurs caractéristiques électriques, une perte telle que le signal MIC est vite affaibli, ce qui le rend sensible aux perturbations extérieures de tout ordre (*fig. 4*).

### 3 Signal numérique et influences perturbatrices

Le grand avantage que représente la transmission d'un signal numérique réside dans le fait qu'il est possible de le régénérer exactement, par la détection des «1» et des «0» qu'il contient. Tenant compte des fortes pertes enregistrées sur les câbles à paires symétriques, cette régénération doit se faire sur des distances assez courtes. D'autre part, les circuits numériques étant choisis dans des câbles existants, donc en exploitation, ils devront «cohabiter» sous une même enveloppe avec d'autres circuits transmettant des signaux de toute nature. Les phénomènes affectant un signal transmis et nécessitant la régénération et l'amplification à intervalles réguliers sont donc :

- l'affaiblissement composite ou perte en ligne (celle-ci est proportionnelle à la racine carrée de la fréquence)

<sup>1</sup> AMI = Alternate Mark Inversion

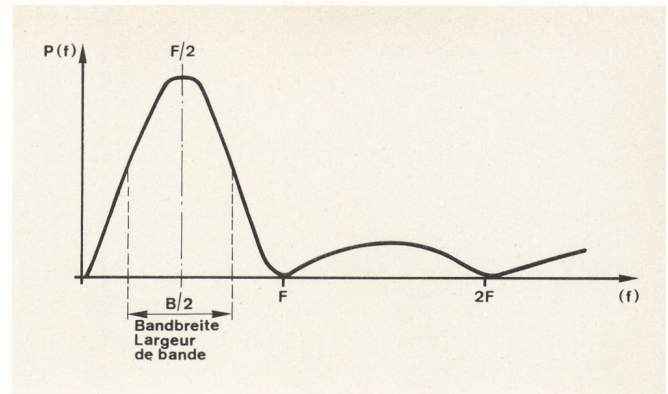


Fig. 3  
Spectre d'une modulation HDB3 (la bande utile  $B/2$  est centrée sur la fréquence  $F/2$ ) — Leistungsspektrum des HDB3-Signals (das benutzte Frequenzband  $B/2$  liegt bei der halben Bitfolgefrequenz  $F/2$ )

stimmtes gestörtes Paar in der Praxis allzu grossen Störungen und Geräuschen ausgesetzt sein würde.

So ging man im Jahr 1980 daran, ein neues digitales Messverfahren zu entwickeln. Dieses besteht darin, dass man gleichzeitig durch mehrere störende Paare pseudozufällige Signalfolgen (PRBS) sendet und die am Ausgang eines Anpassungs- und Eichungsnetzes resultierende Effektivspannung misst. Die nach diesem Verfahren vorgenommenen Messungen nehmen nur wenig Zeit in Anspruch, und ihre Ergebnisse lassen sich leicht auswerten.

### 2 Einige Angaben über PCM im HDB-3-Code

Das kodierte PCM-Signal hat eine binäre Struktur. Da es sich durch eine Gleichstromkomponente auszeichnet, die nebst anderen Nachteilen den einer bedeutenden Leistung niedriger Frequenz aufweist, eignet es sich nur schlecht dazu, über eine Leitung übermittelt zu werden.

Dies ist der Grund, weshalb man die binären Zeichen in ein bipolares Signal umwandelt. Dies kann mit dem AMI<sup>1</sup>-Verfahren geschehen, das die logischen Werte von «1» abwechslungsweise in positive und negative Impulse umwandelt. In dieser einfachen Form ist das AMI-Verfahren jedoch mit dem nicht unerheblichen Mangel behaftet, dass es bei der Übermittlung langer Folgen von Nullen keine Energie mehr aufweist. Dies macht es

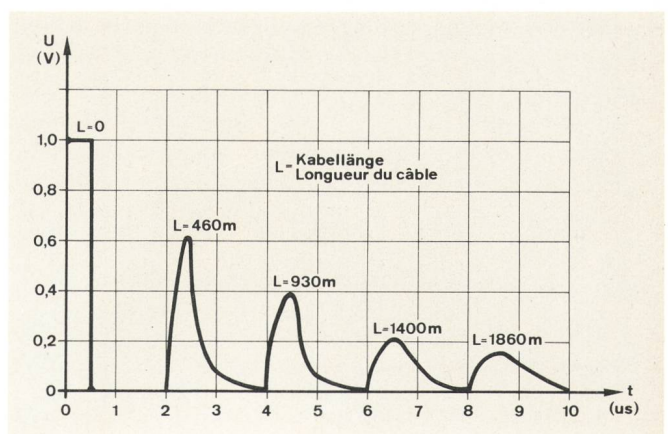


Fig. 4  
Déformation des impulsions lors de transmission par câble téléphonique — Verzerrung des Impulse bei der Übermittlung über ein Telefonkabel

- le bruit superposé au signal, qui croît plus ou moins linéairement durant la transmission
- l'écart signal à bruit, qui pourrait tomber en dessous de la valeur minimale tolérée sur les installations des PTT (20 dB)

Le nombre possible de systèmes MIC-2 (de 1<sup>er</sup> ordre) exploitable dans les réseaux PTT est calculé, compte tenu des caractéristiques électriques moyennes réelles mesurées sur un grand nombre d'installations. Sur cette base, la distance de régénération a été fixée au pas Pupin des circuits basse fréquence pupinisés, soit 1830 mètres. Dans cette estimation sont comprises une marge de sécurité et une réserve pour les éventuelles modifications ultérieures des tracés.

Dans notre réseau, les systèmes MIC du premier ordre à 2 Mbit/s sont presque toujours exploités sur des câbles à paires symétriques. La cause des perturbations principales qui limitent, par conséquent, non seulement la longueur des champs d'amplification mais aussi le nombre de systèmes possibles est de ce fait la diaphonie. On distingue la paradiaphonie et la télédiaphonie.

L'objectif qui a été fixé dès le départ pour la conception des systèmes du premier ordre à 2 Mbit/s est qu'un amplificateur régénérateur ne doit jamais apporter de taux d'erreurs supérieur à  $10^8 \dots 10^9/\text{km}$ . Pour que cette condition soit remplie, il faut que la tension de paradiaphonie et l'écart télédiaphonique ne soient pas supérieurs à des quantités données. Le but des mesures de diaphonie sur les câbles à paires symétriques est donc de s'assurer que ces valeurs de paradiaphonie et de télédiaphonie satisferont à ces conditions sur chacune des sections d'amplification partielles formant une installation. Il suffirait, en effet, qu'un seul élément d'une chaîne de sections d'amplification soit insuffisant pour que toute la liaison soit considérée comme défectueuse.

Lors de l'introduction des premiers équipements MIC du premier ordre sur les câbles à paires symétriques, en 1968 déjà (code B), les seuls appareils à disposition pour effectuer des mesures de qualité étaient tous à régime sinusoïdal. Aucun appareil de mesure en régime pseudoaléatoire n'existait pour réaliser les mesures de contrôle et de réception sur les circuits numériques à 2 Mbit/s dans les câbles.

Les courbes de variation de l'affaiblissement de paradiaphonie et de l'écart télédiaphonique en fonction de la fréquence pour un couple perturbateur/perturbé sont très irrégulières à partir de fréquences de l'ordre de quelques centaines de kilohertz déjà. Les ondulations de ces courbes peuvent parfois atteindre plusieurs dizaines de décibels et ne sont absolument pas reproductibles d'un couple perturbateur/perturbé à un autre (fig. 5). Cela implique que toutes les combinaisons de couples possibles entre des faisceaux et dans des faisceaux donnés doivent être mesurées individuellement.

#### 4 La diaphonie

Des couplages magnétiques et capacitifs existent toujours entre deux paires d'un même câble destiné à la transmission numérique. Ces couplages sont la cause de la diaphonie, qui peut être décomposée en paradiaphonie et en télédiaphonie.

schwierig, die zur Regenerierung erforderliche Extraktion der Taktfrequenz vorzunehmen.

Aus diesem Grunde hat man ihm einen Code hoher Dichte des Typs HDB-3 (High Density Bipolar), der lediglich drei aufeinanderfolgende Nullen zulässt, zugrunde gelegt. Das Spektrum des HDB-3-Signals ist in *Figur 3* dargestellt. Es unterscheidet sich kaum vom bipolaren Signal. Das Frequenzband, das sich verwenden lässt, gliedert sich sehr ausgeprägt um die Frequenz  $F/2$ . Da also das PCM-Signal seine grösste Energie im Bereich der der halben Taktfrequenz benachbarten Frequenzen aufweist, werden die digitalen Dämpfungs- und Nebensprechmessungen bei der Frequenz  $F/2$  vorgenommen. Sie sollen die Güte einer Kabelanlage und den Standort der längs des Trassees untergebrachten Zwischenverstärker ermitteln helfen.

In diesem Frequenzbereich verursachen die elektrischen Eigenschaften der paarsymmetrischen Kabel (Orts-, Bezirks- und Fernkabel) so hohe Verluste, dass sich das PCM-Signal rasch abschwächt und dadurch für externe Störungen aller Art anfällig wird (*Fig. 4*).

### 3 Digitale Signale und Störeinflüsse

Der grosse Vorteil des digitalen Signals liegt darin, dass es sich durch die Erfassung der in ihm vorhandenen «1» und «0» genau regenerieren lässt. Dies muss, da die paarsymmetrischen Kabel starke Verluste verursachen, in recht kurzen Abständen geschehen. Zudem müssen die digitalen Stromkreise in den bestehenden Kabeln mit andern Stromkreisen, die irgendwelche Signale übermitteln, unter dem gleichen Mantel «zusammenleben». Die beeinflussenden Faktoren, die eine regelmässige Regenerierung und Verstärkung bedingen, sind folgende:

- die Betriebsdämpfung bzw. der Leitungsverlust, der zur Quadratwurzel der Frequenz proportional ist
- das signalüberlagernde Rauschen, das während der Signalübermittlung mehr oder weniger linear zunimmt
- der Geräuschabstand, der unter den auf den PTT-Anlagen geduldeten Wert ( $\sim 20$  dB) abfallen kann

Die mögliche Anzahl PCM-2-Systeme (1. Ordnung) auf den PTT-Netzen wurde dadurch bestimmt, dass man die elektrischen Eigenschaften zahlreicher Anlagen ermittelte. Im weitem kam man zum Schluss, dass eine Verstärkerfeldlänge dem Pupinschritt der niederfrequenten Stromkreise, also 1830 m, entsprechen sollte. Sie ist so bemessen, dass sie mögliche Trasseänderungen zulässt.

In unserem Kabelnetz befinden sich die PCM-Systeme erster Ordnung zu 2 Mbit/s fast ausschliesslich in paarsymmetrischen Kabeln. Die Ursache der Störungen, die die Länge der Verstärkerfelder, aber auch die Zahl der Systeme begrenzt, ist das Nebensprechen. Man unterscheidet das Nah- und das Fernnebensprechen.

Schon zu Beginn der Entwicklung von PCM-Systemen 1. Ordnung war man sich einig, dass die Fehlerrate eines Regenerator-Verstärkers  $10^{-8} \dots 10^{-9}$  nicht überschreiten dürfe. Soll diese Bedingung erfüllt werden, so müssen Nebensprechspannung und Fernnebensprechabstand innerhalb vorgeschriebener Werte liegen. Der Zweck der Nebensprechmessungen auf paarsymmetri-

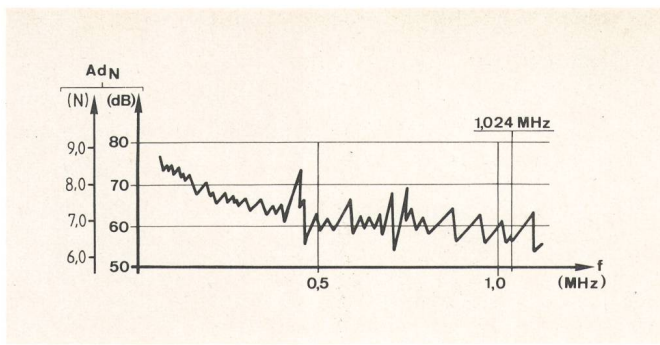


Fig. 5  
Affaiblissement paradiaphonique  $Ad_N(f)$  – Nahnebensprechdämpfung  $Ad_N(f)$

#### 41 La paradiaphonie (fig. 6)

La paradiaphonie est la diaphonie qui se produit entre paires affectées à des sens de transmission opposés; celle qui se produit entre paires affectées à un même sens de transmission est secondaire.

La tension engendrée par un couplage localisé à une distance  $L$  de la sortie d'un régénérateur est affaiblie par une longueur de câble égale à  $2L$ . C'est pourquoi l'effet des couplages s'atténue rapidement lorsque  $L$  croît. En paradiaphonie, seules les premières centaines de mètres de câble suivant la sortie ou précédant l'entrée des amplificateurs régénérateurs interviennent. La courbe enveloppe des minimums de  $Ad_N$  en fonction de la fréquence correspond à peu près à une décroissance de 4,5 dB par octave.

#### 42 La télédiaphonie (fig. 7)

La télédiaphonie est la diaphonie qui se produit entre paires affectées au même sens de transmission; celle qui se produit entre paires affectées à des sens de transmission opposés est secondaire.

Lorsque l'écart télédiaphonique  $Ad_{F_0}$  est relativement faible, c'est-à-dire dans les cas où la télédiaphonie risque d'être gênante, la courbe représentative  $Ad_{F_0}(f)$  est régulière et correspond à une décroissance de 6 dB par octave.

Lorsque cet écart télédiaphonique est élevé, la télédiaphonie n'est pas gênante, la courbe représentative présente des ondulations de plus en plus prononcées lorsque l'on considère des courbes correspondant à des écarts de plus en plus grands. L'enveloppe des mini-

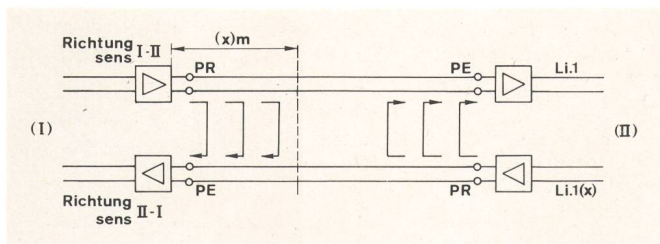


Fig. 6  
Phénomène de paradiaphonie, schéma représentatif – Wirkungsweise des Nahnebensprechens, Übersichtsschema  
(x)m = Zone d'influence de la paradiaphonie – Einflussbereich des Nahnebensprechens  
PR = Circuits perturbateurs – Störende Stromkreise  
PE = Circuits perturbés – Gestörte Stromkreise

schen Kabeln ist, sicherzustellen, dass diese Werte für Nah- und Fernnebensprechmessungen auf jedem Verstärkerfeld einer Anlage eingehalten werden. Wären in der Tat die Werte von einem Verstärkerfeld einer Anlage ungenügend, so würde dies die Qualität der ganzen Verbindung beeinträchtigen.

Als im Jahre 1968 die ersten PCM-Ausrüstungen 1. Ordnung (B-Code) auf die paarsymmetrischen Kabel geschaltet wurden, war man gezwungen, für die an den digitalen 2-Mbit/s-Stromkreisen auszuführenden Kontrollmessungen Apparate mit analoger Funktionsweise zu verwenden. Neue Geräte mit pseudozufälliger Funktionsweise standen noch nicht zur Verfügung.

Die Kurven, die die Nahnebensprechdämpfung und den Fernnebensprechabstand in Abhängigkeit der Frequenz im Falle eines störenden/gestörten Paares beschreiben, verlaufen sehr unregelmässig. Dies beginnt schon bei einigen hundert Kilohertz. Die Welligkeiten dieser Kurven können manchmal mehrere Dutzend Dezibel ausmachen und lassen sich keinesfalls von einem störenden/gestörten Paar auf das andere übertragen (Fig. 5). Dies bedeutet, dass alle Kombinationen von Paaren zwischen und in den Bündeln einzeln gemessen werden müssen.

#### 4 Das Nebensprechen

Zwischen zwei im gleichen Kabel liegenden Paaren, die für Datenübertragung bestimmt sind, bestehen stets magnetische und kapazitive Kopplungen. Diese sind die Ursache des Nebensprechens, das ein Nah- oder ein Fernnebensprechen sein kann.

#### 41 Das Nahnebensprechen (Fig. 6)

Das eigentliche Nahnebensprechen bildet sich zwischen Paaren entgegengesetzter Übertragungsrichtung. Das zwischen Paaren gleicher Übertragungsrichtung sich bildende Nahnebensprechen fällt weniger ins Gewicht.

Die induzierte Spannung, die durch eine in einem Abstand  $L$  vom Ausgang eines Regenerators vorhandene Kopplung erzeugt wird, schwächt sich nach einer Kabellänge von  $2L$  ab. Dies bedeutet, dass sich die Wirkung der Kopplungen rasch verringert, wenn  $L$  grösser wird. Im Falle des Nahnebensprechens spielen nur die ersten paar hundert Meter Kabel nach dem Ausgang oder vor dem Eingang des Regeneratorverstärkers eine Rolle. Die Hüllkurve der Minimalwerte von  $Ad_N$  in Funktion der Frequenz zeigt eine Abnahme von etwa 4,5 dB je Oktave.

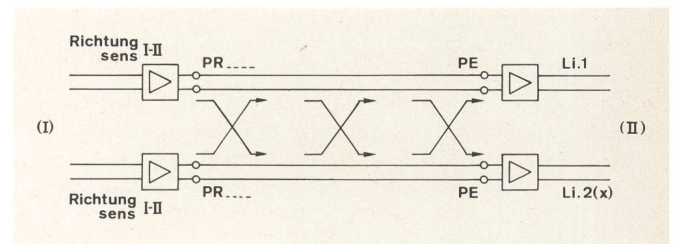


Fig. 7  
Phénomène de télédiaphonie, schéma représentatif – Wirkungsweise des Fernnebensprechens, Übersichtsschema  
PR = Sources perturbatrices – Störquellen  
PE = Circuits perturbés – Gestörte Stromkreise

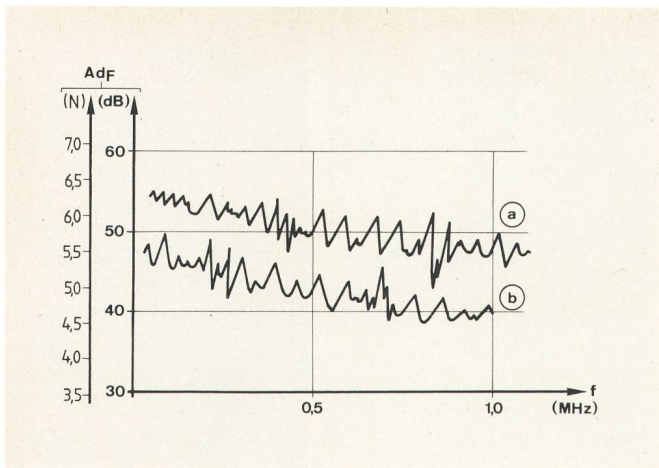


Fig. 8  
Affaiblissement télédiaphonique  $Ad_F(f)$  — Die Fernnebensprechdämpfung  $Ad_F(f)$

- a) Couche intermédiaire — Zwischenlage  
b) Couche extérieure (Pb) — Aussenlage (Pb)

mums a une perte supérieure à 6 dB par octave. Dans ce cas, c'est la délédiphonie par troisièmes circuits qui intervient: l'écart télédiaphonique d'un couple perturbateur/perturbé ne dépend pas seulement des couplages entre la paire perturbatrice et la paire perturbée, donc directs, mais aussi des couplages entre chacune de ces paires et toutes les autres paires de ce câble, qui engendre entre les deux paires considérées des couplages dits indirects (fig. 8).

## 5 Mesures en régime numérique

Etant donné que le signal émis sur une installation MIC n'est pas un signal analogique, il faut bien admettre que toutes les notions habituelles concernant les mesures de paradiaphonie et de télédiaphonie n'ont plus tout à fait un sens réel. Etant donné encore l'allure de la variation des courbes des deux genres de diaphonie, et celle de leur densité spectrale, on constate que des mesures de diaphonie à une seule fréquence ne sont pas tout à fait exactes. Il est toutefois possible de se faire déjà une idée assez réaliste en n'effectuant des mesures qu'à la fréquence de 1,024 MHz (1,28 MHz pour le code B) et en régime sinusoïdal; c'est ce qui a été réalisé dans notre réseau de câbles ces dix dernières années. Cependant, en raison des inconvénients que présente ce système de mesure, une nouvelle méthode approchant de plus près l'état d'exploitation en régime numérique a été développée par l'Entreprise des PTT et généralisée à partir de 1980. Cette méthode consiste à envoyer dans un certain nombre de paires perturbatrices des trains d'impulsions simulant les trains numériques devant utiliser ces paires en exploitation réelle, et à mesurer les valeurs distinctes de diaphonie dans chacune des paires perturbatrices.

## 51 Appareils de mesure

Les appareils de mesure choisis sont conçus de manière qu'il soit possible, par une seule mesure simple, de connaître, soit la tension de l'affaiblissement paradiaphonique, soit celle de télédiaphonie apportée par l'ensemble des perturbateurs sur la paire perturbée choisie.

## 42 Das Fernnebensprechen (Fig. 7)

Das Fernnebensprechen entsteht zwischen Paaren gleicher Übertragungsrichtung. Das zwischen Paaren entgegengesetzter Übertragungsrichtung auftretende Fernnebensprechen hat sekundäre Bedeutung.

Wenn der Fernnebensprechabstand  $Ad_{F_0}$  verhältnismässig gering ist, das Fernnebensprechen sich also nachteilig auswirken kann, verläuft die Funktion  $Ad_{F_0}(f)$  regelmässig und zeigt eine Abnahme von 6 dB je Oktave.

Wenn der Fernnebensprechabstand gross ist, wirkt das Fernnebensprechen nicht störend. Je grösser er ist, desto stärker verändert sich die ihn darstellende Kurve. Die Hüllkurve der Minimalwerte zeigt einen Verlust von mehr als 6 dB je Oktave. In diesem Fall wird das Fernnebensprechen durch dritte Stromkreise beeinflusst. Der Fernnebensprechabstand eines störenden/gestörten Paares ist nicht nur von den Kopplungen zwischen störendem und gestörtem Paar, also von den direkten Kopplungen, abhängig, sondern auch von den Kopplungen zwischen einem jeden dieser Paare und allen anderen Paaren, also von den indirekten Kopplungen (Fig. 8).

## 5 Messungen nach digitalem Verfahren

Weil das über eine PCM-Anlage gesendete Signal kein analoges Signal ist, muss man doch zugeben, dass alle zur Gewohnheit gewordenen Begriffe der Nah- und Fernnebensprechmessungen ihren Sinn einbüßen. Zudem stellt man fest, dass die Nebensprechmessungen mit einer einzigen Frequenz nicht ganz genau sind, wenn man den Verlauf der Variationen beider Nebensprechkurven berücksichtigt. Es war trotzdem möglich, ein genügend realistisches Ergebnis zu bekommen, auch wenn die ausgeführten Messungen nach dem analogen Verfahren bei der Frequenz 1,024 MHz (1,28 MHz bei B-Code-Anlagen) gemessen wurden, wie dies auf unserem Kabelnetz in den letzten zehn Jahren gemacht wurde.

Die verschiedenen Mängel des analogen Messverfahrens veranlassten die PTT-Betriebe 1980, ein Messverfahren zu entwickeln, das fortan dem digitalen Betriebszustand besser gerecht wurde. Es besteht darin, dass Impulsfolgen, die die in der Praxis übermittelten Bitfolgen simulieren, auf eine bestimmte Anzahl störender Paare gesendet und an jedem Paar die Nebensprechwerte ermittelt werden.

## 51 Die Messgeräte

Die Messgeräte sind so konzipiert, dass es möglich ist, mit einer einfach auszuführenden Messung sowohl die Spannung der Nahnebensprechdämpfung als auch die durch die Gesamtheit der Störer verursachte Spannung der Fernnebensprechdämpfung zu bestimmen. Die Apparate bestehen aus

- einem Generator, der so viele Ausgänge aufweist, wie die zu messenden Kabel Störer haben (Multigenerator)
- einem als Empfänger dienenden breitbandigen Effektivwert-Voltmeter und
- einer Anzahl Zusatzapparate, die für alle Messungen, die auf einer PCM-2-Anlage anfallen, benötigt werden

L'ensemble comprend:

- un générateur comportant autant de sorties qu'il y aura de perturbateurs sur les câbles à mesurer (le multigénérateur)
- un récepteur représenté par un voltmètre efficace à large bande, et
- un certain nombre d'appareils accessoires nécessaires à l'exécution de tous les genres de mesure pouvant se présenter sur une installation MIC-2

### 511 Le multigénérateur

L'élément le plus important du nouvel appareillage de mesure est le multigénérateur numérique, développé et fabriqué en petite série par l'Entreprise des PTT suisses. Il fonctionne, au choix, sur batteries ou sur réseau 220 V et se compose de quatre modules:

- Module 1: Alimentation et contrôle de fonctionnement
- Module 2: Bloc de batteries rechargeables et fusibles
- Module 3: 16 sorties de générateurs numériques PRBS (émetteurs 1...16)
- Module 4: Identique au précédent, 16 sorties de générateurs numériques PRBS (émetteurs 17...32)

Le *module 1* contient les éléments d'alimentation et de contrôle de fonctionnement, avec les indicateurs servant au contrôle optique des fonctions suivantes:

- tension de sortie
- charge des batteries
- test de l'état des batteries
- contrôle de décharge des batteries
- interrupteur «Reset» (réserve)

En plus des fusibles généraux, on trouve le commutateur de genre d'exploitation pour:

- la charge et le test des batteries, l'alimentation par batteries ou par le réseau à 220 V et la mise hors service

Le *module 2* contient les fusibles de protection et les batteries rechargeables, dimensionnées pour alimenter l'appareil de manière indépendante durant 8 heures. Le temps de charge nécessaire est alors d'environ 12...14 heures.

Les *modules 3 et 4* sont identiques. Ils sont munis chacun:

- de 16 interrupteurs à bascule pour l'enclenchement des émetteurs numériques 1...16 et 17...32. Ces interrupteurs permettent d'enclencher et de déclencher chaque émetteur individuellement. Lorsqu'un générateur individuel est déclenché et que l'interrupteur correspondant se trouve sur la position «Aus», la résistance ohmique interne de 150 ohms nécessaire lors des mesures de télédiaphonie est automatiquement enclenchée
- d'un interrupteur principal pilotant les 16 générateurs indépendants et qui permet de choisir le signal d'émission  
PRBS pour les mesures d'affaiblissement de paradiaphonie et de télédiaphonie. Le niveau du

### 511 Der Multigenerator

Der von den Schweizerischen PTT-Betrieben entwickelte und in kleiner Zahl hergestellte digitale Multigenerator ist das wichtigste Element der neuen Messgeräte. Er kann mit Batterien betrieben oder ans Netz (220 V) angeschlossen werden und setzt sich aus vier Einschüben zusammen:

- Einschub 1: Speisung und Funktionskontrolle
- Einschub 2: Wiederaufladbare Batterien und Schutzsicherungen
- Einschub 3: 16 Ausgänge von digitalen Generatoren PRBS (Sender 1...16)
- Einschub 4: wie Modul 3, 16 PRBS-Ausgänge (Sender 17...32)

Der *Einschub 1* enthält die Speise- und Bedienungselemente mit optischen Anzeigelampen für folgende Funktionen:

- Kontrolle der Ausgangsspannung
- Aufladen der Akkumulatoren
- Zustandskontrolle der Batterien
- Signalisierung der Batterieentladung
- Reset-Schalter (Reserve)

Nebst den üblichen Sicherungen ist auch ein Betriebsartenschalter vorhanden, der zum Aufladen der Akkumulatoren, zur Kontrolle deren Ladezustandes, zur Speisung durch Batteriespannung oder zur Speisung aus dem Netz (220 V) und zum Ausschalten des Gerätes dient.

Im *Einschub 2* sind die Akkumulatoren untergebracht. Ihre Kapazität ist so bemessen, dass sie den Multigenerator während acht Stunden speisen können. Die Aufladezeit beträgt 12...14 Stunden.

Die *Einschübe 3 und 4* sind identisch. Sie enthalten unter anderem:

- 16 Kippschalter, die die digitalen Sender 1...16 und 17...32 einzeln ein- und ausschalten. Wenn ein Generator ausgeschaltet und der entsprechende Schalter auf «Aus» ist, wird automatisch ein interner Widerstand von 150 Ohm eingeschaltet. Dieser wird für die Fernnebensprechmessungen benötigt.
- Einen Hauptschalter, der die 16 voneinander unabhängigen Generatoren steuert und zwischen den folgenden Signalen zu wählen erlaubt:
  - PRBS für Messungen der Nah- und Fernnebensprechdämpfung. Der Pegel des Ausgangssignals ist 0 dB. Codewort gemäss CCITT ( $2^{15-1}$ ) und 111... Signal für Messungen der Betriebsdämpfung. Es ist eine Folge gleicher und regelmässiger Impulse konstanter Spannung. Der Pegel des Ausgangssignals beträgt +3 dB.
- Einen besonderen Mehrfachstecker, der es gestattet, die 16 digitalen Generatoren aufs Mal an das zu messende Objekt anzuschliessen.
- Einen Stecker für den Anschluss einer Sprechverbindung.

### 512 Das Effektivwert-Voltmeter

Das Effektivwert-Voltmeter wird als Empfänger und Messapparat verwendet. Es arbeitet mit wiederaufladbaren Batterien, kann aber auch ans Netz (220 V) ange-

signal de sortie est de 0 dB, et le mot de code, selon CCITT ( $2^{15-1}$ ) ou

«111...» pour les mesures d'affaiblissement composite. Le signal «111...» est une suite d'impulsions égales et régulières de tension constante. Son niveau de sortie est de +3 dB

- d'une prise multiple spéciale permettant le raccordement, en une seule fois, des 16 générateurs numériques à l'objet à mesurer
- d'une prise pour le raccordement d'un appareil de téléphone ou d'interphone

## 512 Voltmètre efficace

Le voltmètre efficace est utilisé comme récepteur et appareil de mesure. La mesure se fait à large bande et l'appareil fonctionne sur batteries rechargeables ou sur réseau 220 V. Un translateur 75 ohms asymétrique-120 ohms symétrique et un affaiblisseur artificiel symétrique ont été directement incorporés aux bornes d'entrée, afin que cet appareil soit adapté à l'impédance moyenne des lignes symétriques et qu'il soit possible de régler le niveau d'entrée des multigénérateurs à 0 dB (étalonnage).

Le récepteur se compose des éléments suivants:

- une entrée symétrique spéciale pour mesure MIC sur paires symétriques
- un commutateur de compensation de temps qui sert à ramener rapidement l'aiguille de l'instrument à sa position de départ durant les mesures
- une échelle de mesure comprise entre +2 dB et -8 dB
- une lampe de contrôle de mesure
- un commutateur d'enclenchement et de mesure avec possibilité d'augmenter la plage de mesure de 10 dB
- un commutateur de l'échelle des mesures allant de +50 dB... -60 dB.

Par le jeu des deux derniers commutateurs et en agissant sur la plage de l'échelle des mesures il est possible d'effectuer une lecture exacte jusqu'à des valeurs atteignant -78 dB, ce qui est largement suffisant étant donné les conditions d'utilisation de ces appareils.

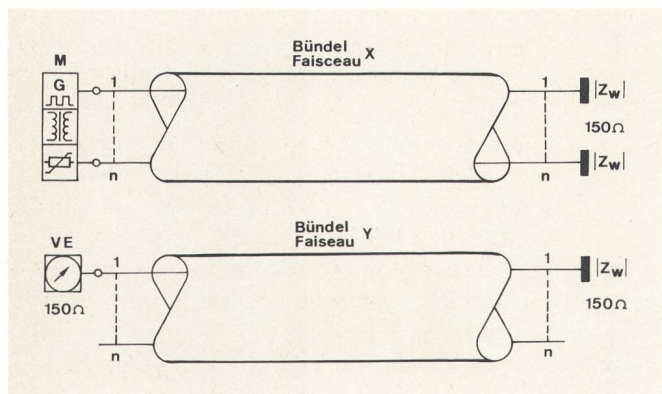


Fig. 9  
Mesure de la paradiaphonie  $Ad_N$  à l'aide du multigénérateur à 2 Mbit/s — Messung der Nahnebensprechdämpfung  $Ad_N$  mit dem Multigenerator zu 2 Mbit/s

- M = Multigénérateur 2 Mbit/s — Multigenerator zu 2 Mbit/s
- VE = Voltmètre efficace — Effektiv-Voltmeter
- $|Z_w|$  = Fermeture de la ligne sur son impédance caractéristique (150  $\Omega$ )  
— Abschluss der Impedanz (150  $\Omega$ )

schlossen werden. Die Messung ist eine Breitbandmessung. Um das Gerät an die mittlere Impedanz der symmetrischen Leitungen und den Eingangspegel der Multigeneratoren auf 0 dB (Eichung) anpassen zu können, hat man in die Eingangsklemmen einen asymmetrischen 75-Ohm-/symmetrischen 120-Ohm-Übertrager und ein symmetrisches Kunstdämpfungsglied eingebaut. Der Empfänger setzt sich zusammen aus

- einem besonderen symmetrischen Eingang für die PCM-Messung auf symmetrischen Paaren
- einem Zeitausgleichschalter, der die Nadel des Instrumentes während der Messungen rasch in ihre Ausgangslage zurückführt
- einer Messwertskala, die von +2... -8 dB reicht
- einer Messkontrolllampe
- einem Betriebsartenschalter, mit dem sich auch die Messwertangabe um 10 dB erhöhen lässt
- einem Messbereichschalter, mit dem sich Werte von +50... -60 dB einstellen lassen

Beide letztgenannten Schalter und die Messwertskala des Anzeigeinstrumentes gestatten ein genaues Ablesen der Werte bis -78 dB, was für die Messungen genügt.

## 6 Durchzuführende Messungen

Folgende Grundmessungen sind auf jedem Verstärkerfeld auszuführen:

### 61 Nahnebensprechdämpfung

Die Messung der Nahnebensprechdämpfung wird grundsätzlich nach *Figur 9* vorgenommen.

Der Sender und der Empfänger befinden sich am gleichen Ende des zu messenden Abschnitts (*Fig. 10*).

Bei dem auf jedem Störer gesendeten Signal handelt es sich um ein Signal des Typs PRBS (*P*seudo *R*andom *B*inary *S*equences), das ein vom CCITT genormtes asynchrones, pseudozufälliges Signal ist (32 767 Binärelemente).

Der Multigenerator muss so mit dem Bündel der störenden Stromkreise verbunden werden, dass die gesendeten Signale die gleiche Richtung aufweisen wie später beim PCM-Betrieb. Alle derselben Betriebsrichtung zugewiesenen PCM-2-Stromkreise müssen unabhängig von der Zahl der geplanten Systeme gleichzeitig an den Multigenerator angeschlossen werden. Dadurch wird der künftige Betriebszustand annähernd erreicht. Ein Multigenerator kann  $2 \times 16$  Systeme mit PRBS-Signalen versorgen. Liegt die Zahl der Systeme höher, entspricht die Zahl der einzusetzenden Multigeneratoren dem jeweiligen Vielfachen von 32.

Die *Figuren 11a* und *11b* zeigen, wie eine Anlage zu 16 Systemen in der Praxis gemessen werden kann. Die Messungen werden in den Zentralen und in allen Zwischenverstärkerpunkten vorgenommen, und zwar auf beiden Seiten Bündel gegen Bündel.

Die an jeder Kabelanlage festgestellten Werte werden nach zwei Kriterien ausgewertet:

- Zusammenfassung aller gemessenen Werte auf Verstärkerfeldlängen grösser als 1000 m

## 6 Mesures à effectuer

Les mesures fondamentales à effectuer sur chaque section de câble sont:

### 61 Mesures de l'affaiblissement paradiaphonique

Cette mesure est réalisée selon le principe de la *figure 9*. L'émetteur et le récepteur se trouvent placés à la même extrémité de la section à mesurer (*fig. 10*).

Le signal envoyé sur chacun des perturbateurs est de caractère PRBS (*P*seudo-*R*andom-*B*inary-*S*equences), pseudo aléatoire non synchrone, normalisé par le CCITT (32 767 éléments binaires).

Le multigénérateur doit être connecté sur le faisceau de circuits perturbateurs, de manière que le signal émis s'écoule dans le sens qui sera celui du trafic d'exploitation réel. Tous les circuits MIC-2 choisis pour un même sens d'exploitation doivent être simultanément raccordés au multigénérateur, quel que soit le nombre de systèmes planifiés. Il y a lieu de procéder de cette façon, afin de s'approcher autant que faire se peut de l'image réelle de l'état futur d'exploitation. Un appareil multigénérateur peut alimenter  $2 \times 16$  systèmes en PRBS. Pour un nombre de systèmes supérieur, on utilisera autant d'unités de multigénérateurs qu'il y aura de multiples de 32 systèmes.

Quelques exemples pratiques de mesures pour une installation à 16 systèmes sont donnés par les *figures 11a* et *11b*. Ces mesures sont réalisées dans tous les centraux et à chaque point d'amplification intermédiaire, des deux côtés, en position réciproque, faisceau contre faisceau.

Les valeurs trouvées sur chaque installation de câbles sont évaluées selon deux critères:

- résumés de toutes les valeurs mesurées sur des champs d'amplification supérieurs à 1000 m
- résumés de toutes les valeurs mesurées sur des champs d'amplification inférieurs à 1000 m, par exemple: longueurs initiales ou terminales.

Une évaluation supplémentaire séparée est également réalisée si le cheminement des lignes MIC-2 est modifié dans un câble par suite

- de changement de composition (coupe)
- de changement de toronnage (paires, DM, quartes-étoiles, etc.) ou
- de tout autre changement entre les couches.

Les résultats des mesures, respectifs aux deux sens de transmission, sont alors calculés ensemble et donnés en représentation graphique sur réseau de probabilité en fréquences cumulées. De plus, la valeur minimale et la valeur moyenne arithmétique  $\bar{x}$ , pour chaque cas, sont sorties des résultats et sont données sous forme de tableaux, pour permettre de tenir facilement à jour les statistiques de qualité. Celles-ci serviront en premier lieu à contrôler, voire à corriger les données de base servant à l'établissement des directives pour le calcul du nombre maximum de systèmes MIC-2 possibles dans les différents câbles à paires symétriques à disposition dans nos divers réseaux de télécommunication.

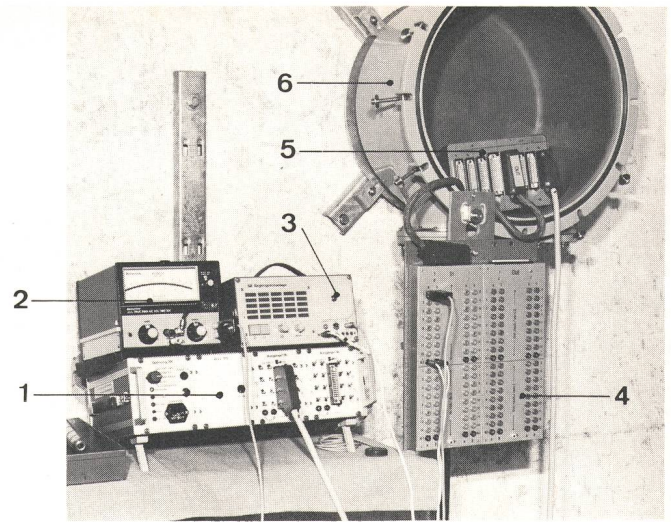


Fig. 10  
Place de travail à un point d'amplification intermédiaire lors de la mesure de paradiaphonie — Messplatz in einem Zwischenverstärker zur Messung des Nahnebensprechens

- 1 - Multigénérateur — Multigenerator
- 2 - Voltmètre efficace — Effektiv-Voltmeter
- 3 - Interphone — Gegensprechanlage
- 4 - Plaque de mesure — Messplatte
- 5 - Adaptateur pour multigénérateur — Adapter zu Multigenerator
- 6 - Coffret pour amplificateurs (mod. 82) — Zwischenverstärkerkasten (Mod. 82)

- Zusammenfassung aller gemessenen Werte auf Verstärkerfeldlängen kleiner als 1000 m, z. B. Anlauf- oder Endlängen

Es findet zudem eine getrennte Auswertung statt, wenn sich der Verlauf der PCM-2-Leitungen in einem Kabel infolge des Kabelaufbaues (Querschnitt), der Verseilung (Paare, DM, Vierer usw.) oder der Lagen geändert hat.

Die Resultate der an den Leitungen beider Übertragungsrichtungen vorgenommenen Messungen werden zusammen ausgewertet und als Summenhäufigkeit in einem Wahrscheinlichkeitsnetz grafisch dargestellt. Ausserdem werden den Ergebnissen in jedem Fall der Minimalwert und der arithmetische Mittelwert  $\bar{x}$  entnommen und dieser in einer Tabelle festgehalten. Damit können die Qualitätsstatistiken mühelos auf den neuesten Stand gebracht werden. Diese dienen in erster Linie dazu, die grundlegenden Daten der Richtlinien für die maximale Belegung der PCM-2-Systeme in den verschiedenen paarsymmetrischen Kabeln der Fernmelde-netze zu überprüfen und gegebenenfalls zu korrigieren.

### 62 Messung von Fernnebensprech- und Betriebsdämpfung

Diese beiden Dämpfungen werden grundsätzlich, wie in *Figur 12* gezeigt wird, gemessen:

Der Sender ist an einem, der Empfänger am andern Ende des zu messenden Verstärkerfeldes angeschlossen (*Fig. 13*). Das über jedem Störer gesendete Signal ist, wie im Falle des Nahnebensprechens, ein Signal des Typs PRBS.

Alle Paare ( $n-1$ ) des gleichen Bündels werden durch die Signale des Multigenerators belastet und am anderen Ende mit Hilfe von Gleichstromwiderständen, die

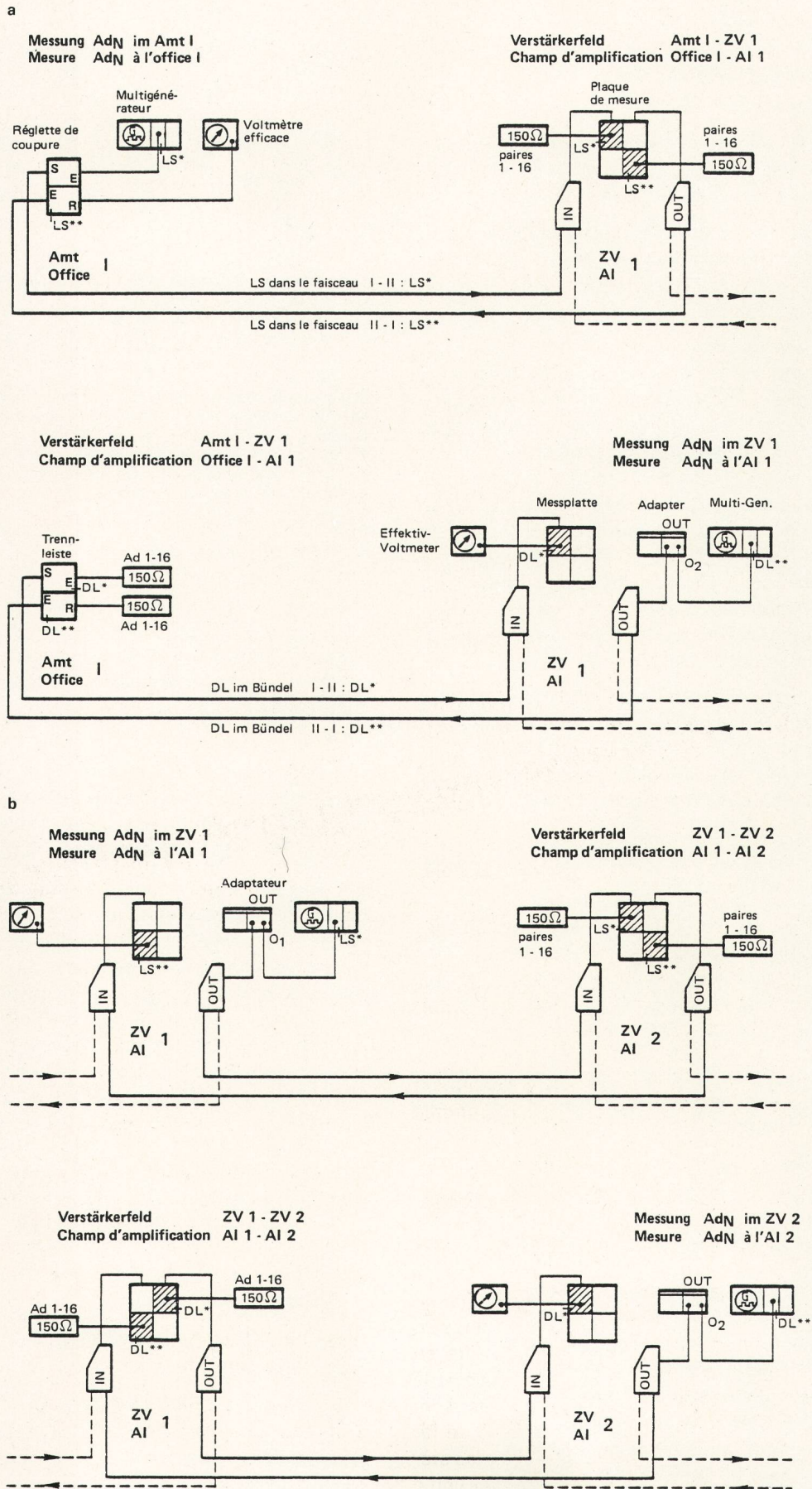


Fig. 11  
Dispositifs pour la mesure de la paradiaphonie — Anschaltenschemata zur Messung der Nahbensprechdämpfung

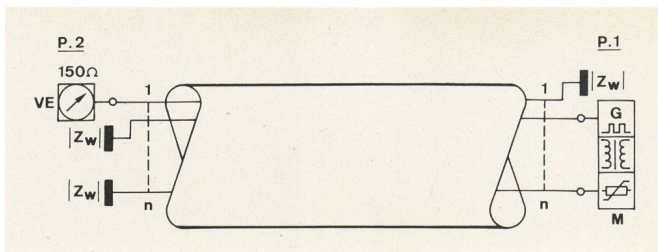


Fig. 12  
 Mesure de la télédiaphonie  $Ad_f$  à l'aide du multigénérateur à 2 Mbit/s  
 — Messung der Fernnebensprechdämpfung  $Ad_f$  mit dem Multigenera-  
 tor zu 2 Mbit/s  
 M = Multigénérateur 2 Mbit/s — Multigenerator 2 Mbit/s  
 VE = Voltmètre efficace — Effektiv-Voltmeter  
 $|Z_w|$  = Fermeture de la ligne sur son impédance caractéristique ( $150 \Omega$ )  
 — Abschluss der Impedanz ( $150 \Omega$ )  $Ad_{F_0} = Ad_f - (P_1 - P_2)$

## 62 Mesures de l'affaiblissement télédiaphonique et de l'affaiblissement composite

Le principe de la mesure est donné par la *figure 12*.

L'émetteur et le récepteur sont raccordés chacun à une extrémité du champ d'amplification à mesurer (*fig. 13*). Le signal envoyé sur chaque perturbateur est, comme pour le cas de la paradiaphonie, de caractère PRBS.

Toutes les paires (n-1) d'un même faisceau sont chargées par les signaux du multigénérateur et terminées à l'autre extrémité au moyen de résistances ohmiques égales à leur impédance caractéristique moyenne  $|Z_w|$ .

La mesure de l'affaiblissement télédiaphonique résultant se fait successivement sur chacune des paires formant le faisceau, contre toutes les autres. En ce cas également, et afin que la réalité soit approchée au plus près, le multigénérateur charge les perturbateurs à partir du point d'émission du faisceau qui sera utilisé effectivement dans le trafic futur, quel que soit le nombre de systèmes planifiés. Le récepteur, voltmètre efficace à large bande, est raccordé sur le côté réception du même faisceau.

Les schémas de raccordement de quelques exemples pratiques de mesure pour une installation à 16 systèmes sont donnés par les *figures 14a* et *14b*. Les mesures sont réalisées à partir des centraux et de chaque point de régénération intermédiaire, les sens de transmission propres à chaque faisceau étant respectés. Par la même occasion, on procédera à la mesure de l'affaiblissement composite  $Am_{150}$  sur chaque lacet destiné à la transmission numérique. Les schémas de raccordement sont dans l'ensemble identiques à ceux appliqués pour les mesures de l'affaiblissement télédiaphonique.

La différence entre les deux mesures réside dans l'utilisation, pour la mesure d'affaiblissement composite, d'un signal ayant la suite binaire «111...» qui est une suite d'impulsions de même caractéristiques à tension constante. Le niveau de sortie, lors de l'utilisation de ce signal, est au maximum de +3 dB par rapport au signal de sortie PRBS qui est réglé sur 0 dB. Il faut donc, lors de l'estimation des valeurs  $Am_{150}$ , utiliser un facteur de correction variable en fonction de la valeur effective d'affaiblissement mesurée.

Les valeurs trouvées sur chaque installation de câbles sont ensuite évaluées compte tenu des mêmes critères que pour la paradiaphonie. Deux valeurs fondamentales sont évaluées dans ce cas:

gleich gross sind wie die mittlere Impedanz  $|Z_w|$  einer Leitung, abgeschlossen.

Die Fernnebensprechdämpfung wird an jedem der Paare, die das Bündel bilden, gemessen, und zwar gegen alle anderen Paare.

Um den Gegebenheiten der Praxis möglichst gerecht zu werden, belastet der Multigenerator die Störer auch hier von der Sendeseite, wie dies beim späteren Betrieb vorgesehen ist, unabhängig von der Zahl der geplanten Systeme. Der Empfänger — ein breitbandiges Effektivwert-Voltmeter — wird an die Empfangsseite des gleichen Bündels angeschlossen.

Die *Figuren 14a* und *14b* zeigen die Anschaltschemata für die Messungen an einer Anlage mit 16 Systemen. Diese werden unter Berücksichtigung der einzelnen Bündel von den Zentralen und den verschiedenen dazwischenliegenden Zwischenverstärkerstellen aus vorgenommen. Gleichzeitig wird an jedem für PCM-Übertragung vorgesehenen Stromkreis die Betriebsdämpfung  $Am_{150}$  gemessen. Die für diese Messungen benutzten Schaltschemata entsprechen grundsätzlich jenen, die für die Messung der Fernnebensprechdämpfung verwendet werden.

Die Messung der Betriebsdämpfung unterscheidet sich von der der Fernnebensprechdämpfung dadurch, dass sich das Signal aus einer binären Folge «111...» zusammensetzt, d. h. aus einer Folge von Impulsen gleicher Merkmale und konstanter Spannung. Wenn dieses Signal benutzt wird, liegt der Ausgangspegel bei maximal +3 dB. Wird das Signal des Typs PRBS benutzt, liegt er bei 0 dB.

Somit muss man, wenn man die Werte von  $Am_{150}$  bestimmt, einen Korrekturfaktor anwenden, der dem gemessenen Dämpfungswert Rechnung trägt.

Die an jeder Kabelanlage ermittelten Werte werden anschliessend unter Berücksichtigung der Kriterien, die

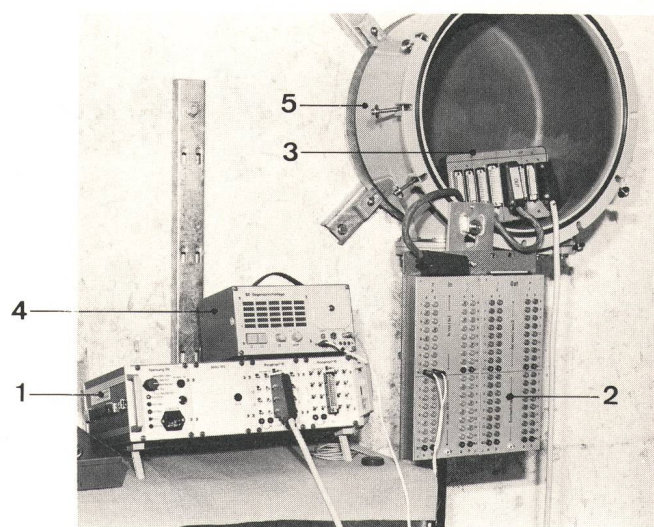


Fig. 13  
 Place d'émission à un point d'amplification intermédiaire lors de la mesure de télédiaphonie — Sendeplatz in einem Zwischenverstärker zur Messung des Fernnebensprechens  
 1 — Multigénérateur — Multigenerator  
 2 — Plaque de mesure — Messplatte  
 3 — Adaptateur pour multigénérateur — Adapter zu Multigenerator  
 4 — Interphone — Gegensprechanlage  
 5 — Coffret pour amplificateurs (mod. 82) — Zwischenverstärkerkasten (Mod. 82)

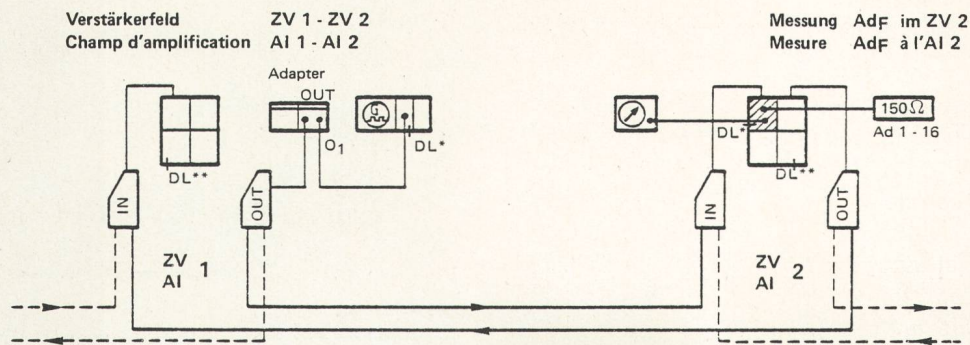
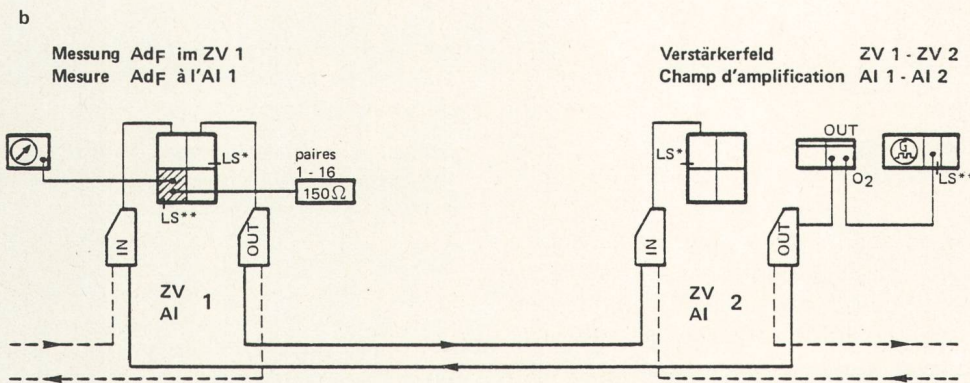
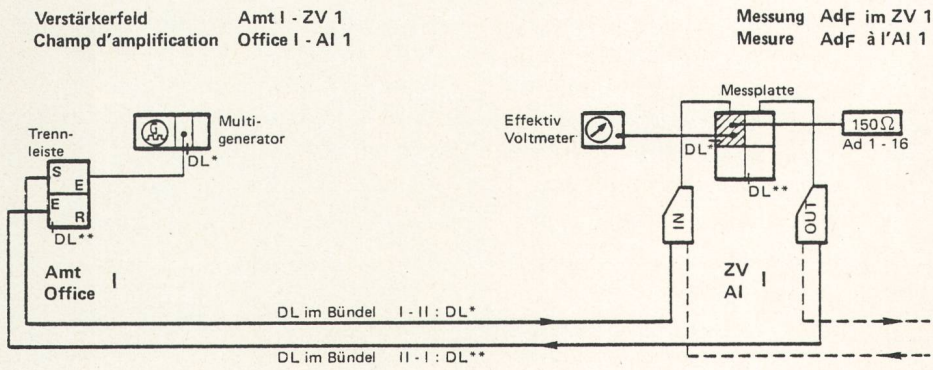
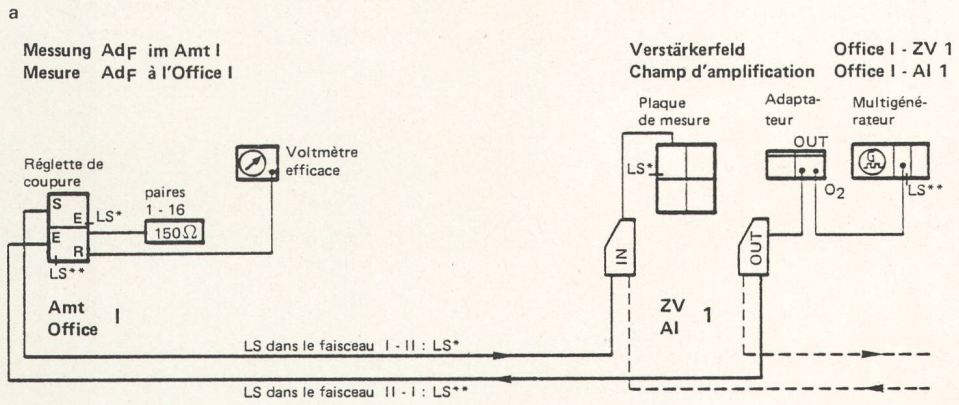


Fig. 14  
Dispositifs pour les mesures de la télédiaphonie et de l'affaiblissement — Anschaltschemata zur Messung der Fernebensprechdämpfung und der Betriebsdämpfung

- l'affaiblissement télédiaphonique qui est constitué de l'écart télédiaphonique auquel on ajoute l'affaiblissement composite

$$Ad_F = Ad_{F_0} + A_m$$

donné par la lecture directe de l'affaiblissement télédiaphonique sur le voltmètre efficace

- l'écart télédiaphonique, qui est calculé par soustraction de l'affaiblissement composite de l'affaiblissement télédiaphonique brut

$$Ad_{F_0} = Ad_F - A_m$$

## 7 Conclusions

Le développement de cette nouvelle méthode de mesure en régime numérique, ainsi que son application généralisée par la fabrication en série des équipements de mesure et de tout l'appareillage accessoire, permettent de réaliser un gain de temps considérable sur la durée des mesures de réception des installations MIC-2 et lors des calculs d'évaluation statistique. Mais le plus important — représentant le but qui doit être atteint en priorité — réside dans le fait que la mise en œuvre de cette méthode permet d'approcher de très près les conditions d'exploitation en régime numérique.

Les données nécessaires à l'établissement des directives réglant l'occupation des câbles à paires symétriques avec des systèmes MIC-2 ont déjà pu être mieux optimisées et partiellement confirmées grâce aux valeurs recueillies. L'accumulation dans le temps des valeurs statistiques de mesures de qualité en régime numérique va certainement permettre d'évaluer d'une manière encore plus précise le nombre maximal de systèmes MIC-2 qu'il est possible d'exploiter dans les câbles de télécommunication. Cela contribuera, à n'en pas douter, d'une manière prépondérante à garantir une planification sûre et fiable.

## Bibliographie

- Gerbier G., Boulvin J., Gallachi Cl. et Lemaire M. Câbles à paires symétriques destinés à l'exploitation des systèmes numériques à 8,448 Mbits/s. Paris, câbles et transmission 29 (1975) 1, p. 109.

bereits bei der Nahnebensprechdämpfung von Bedeutung waren, ausgewertet. Diese Werte sind:

- die Fernnebensprechdämpfung, die sich aus dem Fernnebensprechabstand und der Betriebsdämpfung zusammensetzt:

$$Ad_F = Ad_{F_0} + A_m$$

Sie ist direkt auf dem Effektiv-Voltmeter ablesbar.

- Der Fernnebensprechabstand wird durch Subtraktion der Betriebsdämpfung von der Fernnebensprechdämpfung

$$Ad_{F_0} = Ad_F - A_m$$

ermittelt.

## 7 Schlussfolgerungen

Heute werden Messgeräte für digitale Messverfahren und Zusatzausrüstungen in Serie hergestellt. Dadurch lassen sich die an den PCM-2-Anlagen vorzunehmenden Kontrollmessungen und auch die statistischen Berechnungen erheblich verkürzen. Grösster Vorteil und eigentlicher Zweck dieses Messverfahrens aber liegen darin, dass es dem digitalen Betrieb der Praxis sehr nahe kommt. Die zur Erarbeitung der Richtlinien über die Belegung der paarsymmetrischen Kabel mit PCM-2-Systemen erforderlichen Daten liessen sich bereits verbessern. Die Ergebnisse der digitalen Qualitätsmessungen werden — sobald sie genügend zahlreich vorliegen — erlauben, die Zahl der PCM-2-Systeme in Fernmeldekabeln noch genauer zu bestimmen. Dies wird dazu beitragen, eine zweckmässige und zuverlässige Planung zu gewährleisten.

- 
- Prigent J.-P. Equipement de ligne à 2,048 Mbit/s sur câbles TNL 1. Issy-les-Moulineaux, l'écho des recherches (1973) 71, p. 54.
  - Vanhavre L. Utilisation du système MIC sur les différents supports de transmission. Bruxelles, revue F.I.T.C.E. 13 (1974) 4, p. 27.
  - Boulvin J., Beynié C., Bargeton G., Payant A. et Coutty B. Mesures en régime numérique de la diaphonie sur des câbles à paires symétriques. Paris, câbles et transmission 29 (1975), 2, p. 194.
  - Boulvin J. Transmission du multiplex primaire numérique (TN1) sur les câbles ordinaires à paires symétriques. Paris, câbles et transmission, 29 (1975) numéro particulier, p. 247.